

ΦΥΣΙΚΗ Γ ΛΥΚΕΙΟΥ ΘΕΩΡΙΑ ΚΑΙ ΓΥΜΝΑΣΙΑ

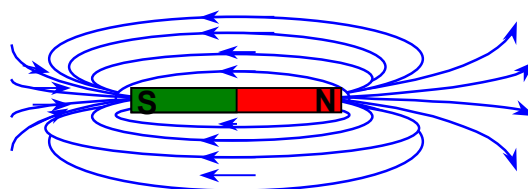
Τεύχος Α Κεφ. 4 : Μαγνητικές Αλληλεπιδράσεις
Τεύχος Β Κεφ. 5 : Εναλλασσόμενα Ρεύματα

ΘΕΩΡΙΑ

1. Μαγνητικό πεδίο

α. Περιγραφή

Αν ρίξουμε ρινίσματα σιδήρου πάνω σε ένα τζάμι και κάτω από αυτό τοποθετήσουμε ένα μαγνήτη θα πάρουμε μια εικόνα όπως το διπλανό σχήμα. Η εικόνα αυτή είναι το **μαγνητικό φάσμα**, δηλαδή το σύνολο των μαγνητικών δυναμικών γραμμών.



Από την μορφή του μαγνητικού φάσματος συμπεραίνουμε:

- 1 Οι περιοχές του μαγνήτη που το πεδίο είναι ισχυρό είναι οι πόλοι. Ο ένας ονομάζεται Βόρειος μαγνητικός πόλος (N) και ο άλλος Νότιος μαγνητικός πόλος (S)
- 2 Οι δυναμικές γραμμές σχεδιάζονται έτσι ώστε η πυκνότητά τους να είναι ανάλογη με το μέτρο της έντασης B .
- 3 Οι δυναμικές γραμμές δεν τέμνονται.
- 4 Οι δυναμικές γραμμές είναι κλειστές δηλαδή βγαίνουν από τον βόρειο μαγνητικό πόλο και μπαίνουν στον νότιο μαγνητικό πόλο.

Μαγνητικό πεδίο ονομάζεται ο χώρος μέσα στον οποίο μία μαγνητική βελόνα δέχεται δυνάμεις με αποτέλεσμα να προσανατολίζεται.

Η διεύθυνση του πεδίου σε κάποιο σημείο του είναι η διεύθυνση του άξονα της βελόνας όταν αυτή είναι ελεύθερη να κινηθεί.

Το μαγνητικό πεδίο ενός μαγνήτη έχει την μορφή του παραπάνω σχήματος.

Μπορούμε να ορίσουμε το μαγνητικό πεδίο γενικότερα:

Μαγνητικό πεδίο ονομάζεται ο χώρος στον οποίο γίνονται αισθητές οι μαγνητικές αλληλεπιδράσεις μαγνητών, ρευματοφόρων αγωγών ή κινούμενων ηλεκτρικών φορτίων.

Η **ένταση του μαγνητικού πεδίου B** (ή μαγνητική επαγωγή) δείχνει πόσο ισχυρό είναι το μαγνητικό πεδίο σε κάποιο σημείο του.

Μονάδα έντασης στο σύστημα S.I. είναι το 1 Tesla ή 1 T.

Η κατεύθυνση του \vec{B} δίνει την κατεύθυνση της δυναμικής γραμμής.

Επομένως **δυναμική γραμμή του μαγνητικού πεδίου** είναι η γραμμή σε κάθε σημείο της οποίας το διάνυσμα της μαγνητικής επαγωγής είναι εφαπτόμενο.

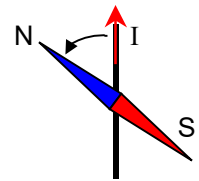
Ένα πολύ ευαίσθητο όργανο για την ανίχνευση του μαγνητικού πεδίου είναι η μαγνητική βελόνα. Επιπλέον μας δείχνει και την κατεύθυνση της έντασης B της περιοχής.

Ομογενές μαγνητικό πεδίο ονομάζεται το μαγνητικό πεδίο όταν η ένταση B παραμένει σταθερή κατά μέτρο, διεύθυνση και φορά. Στο πεδίο αυτό οι δυναμικές γραμμές είναι παράλληλες και ισαπέχουσες.

β. Το ηλεκτρικό ρεύμα δημιουργεί μαγνητικό πεδίο

I. Επίδραση ηλεκτρικού ρεύματος σε μαγνήτη (πείραμα Oersted)

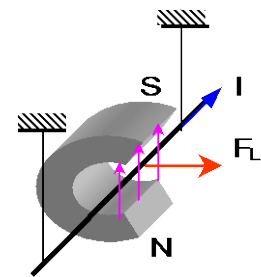
Ο Oersted τοποθέτησε έναν αγωγό παράλληλα σε μία μαγνητική βελόνα. Όταν ο αγωγός διαρρέεται από ρεύμα η βελόνα εκτρέπεται από τη θέση ισορροπίας. Όταν διακοπεί το ρεύμα η βελόνα επανέρχεται στην αρχική της θέση. Όταν ο αγωγός διαρρέεται από ρεύμα αντίθετης φοράς η βελόνα εκτρέπεται στην αντίθετη κατεύθυνση. Όταν αυξανόταν η ένταση του ρεύματος αυξανόταν και η εκτροπή της βελόνας, όχι όμως ανάλογα. Το πείραμα Oersted είναι από τα σπουδαιότερα στη Φυσική γιατί έδειξε ότι όταν ένας αγωγός διαρρέεται από ρεύμα δημιουργεί γύρω του μαγνητικό πεδίο.



II. Επίδραση μαγνήτη σε ρευματοφόρο αγωγό (δύναμη Laplace)

Ένας αγωγός βρίσκεται κρεμασμένος μέσα σε μαγνητικό πεδίο. Ο αγωγός δεν δέχεται δύναμη από το μαγνητικό πεδίο. Αν ο αγωγός διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα δέχεται από το πεδίο δύναμη που ονομάζεται δύναμη Laplace.

Δύναμη δέχονται και φορτία που κινούνται μέσα σε μαγνητικό πεδίο (δύναμη Lorentz)



γ. Μαγνητικές ιδιότητες των σωμάτων

Οι μαγνητικές ιδιότητες των υλικών οφείλονται στους στοιχειώδεις μαγνήτες από τους οποίους αποτελούνται τα υλικά. Σαν στοιχειώδεις μαγνήτες μπορούμε να θεωρήσουμε τα άτομα του υλικού.

Η περιστροφή των ηλεκτρονίων γύρω από τον πυρήνα κατά ένα μέρος και κυρίως η περιστροφή των ηλεκτρονίων γύρω από τον άξονά τους (spin) είναι υπεύθυνη για τις μαγνητικές ιδιότητες των σωμάτων.

Στις περισσότερες περιπτώσεις τα ηλεκτρόνια σχηματίζουν ζεύγη με αντίθετα spin με αποτέλεσμα η συνολική μαγνητική επίδραση να είναι μηδέν.

Μέσα στα μαγνητικά υλικά δημιουργούνται μικρές μαγνητικές περιοχές που περιέχουν περίπου 10^{10} άτομα (περιοχές Weiss), οι οποίες συμπεριφέρονται σαν μικροί μόνιμοι μαγνήτες. Στα υλικά που δεν είναι μαγνητισμένα οι περιοχές αυτές βρίσκονται σε αταξία. Όταν το υλικό μαγνητιστεί, όλες οι μαγνητικές περιοχές προσανατολίζονται ομοιόμορφα.

Απομαγνήτιση μαγνητισμένου υλικού

Ένα μαγνητισμένο υλικό χάνει τις μαγνητικές του ιδιότητες αν θερμανθεί πάνω από κάποια θερμοκρασία που λέγεται **θερμοκρασία Curie**. Αυτό συμβαίνει γιατί οι μαγνητικές περιοχές χάνουν τον προσανατολισμό τους πάνω από την θερμοκρασία αυτή.

Το ίδιο επιτυγχάνεται και αν σφυρηλατήσουμε το υλικό. Η σφυρηλάτηση καταστρέφει τον προσανατολισμό των μαγνητικών περιοχών.

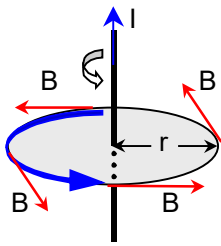
δ. Τρόποι μαγνήτισης

Η μαγνήτιση ενός σώματος επιτυγχάνεται κυρίως:

- Με επαφή (με ισχυρό μαγνήτη).
- Με επαγωγή (κοντά σε ισχυρό μαγνήτη).
- Με τριβή

2. Μαγνητικό πεδίο ρευματοφόρων αγωγών

α. Μαγνητικό πεδίο ευθύγραμμου αγωγού



Ο ευθύγραμμος αγωγός με μεγάλο μήκος όταν διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα δημιουργεί γύρω του μαγνητικό πεδίο, του οποίου οι δυναμικές γραμμές είναι ομόκεντροι κύκλοι, με το κέντρο τους πάνω στον αγωγό και το επίπεδό τους κάθετο στον αγωγό.

Η διεύθυνση της έντασης B του μαγνητικού πεδίου είναι εφαπτόμενη στις δυναμικές γραμμές.

Η φορά καθορίζεται από τον κανόνα του δεξιού χεριού: Κρατάμε τον αγωγό με το δεξί μας χέρι ώστε ο αντίχειρας να δείχνει την φορά του ρεύματος και

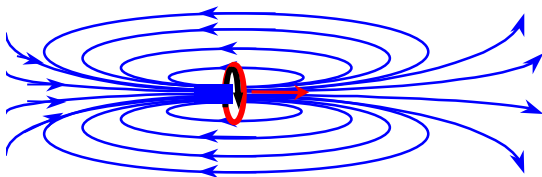
τότε η φορά των υπόλοιπων δακτύλων δείχνει την φορά της έντασης.

Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου είναι ανάλογο της έντασης I του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό και αντιστρόφως ανάλογο με την απόσταση r από τον αγωγό.

$$B = k_{\mu} \frac{2I}{r}$$

Το k_{μ} είναι η μαγνητική σταθερά με τιμή $k_{\mu} = 10^{-7} \text{ N/A}^2$.

β. Μαγνητικό πεδίο κυκλικού αγωγού



Κυκλικός αγωγός που διαρρέεται από ρεύμα δημιουργεί γύρω του μαγνητικό πεδίο όπως στο σχήμα. Αν τα δάκτυλα του δεξιού χεριού δείχνουν την φορά του ρεύματος τότε ο αντίχειρας δείχνει την φορά των δυναμικών γραμμών. Στο κέντρο του αγωγού ο οποίος έχει ακτίνα r η ένταση του μαγνητικού πεδίου δίνεται από την σχέση

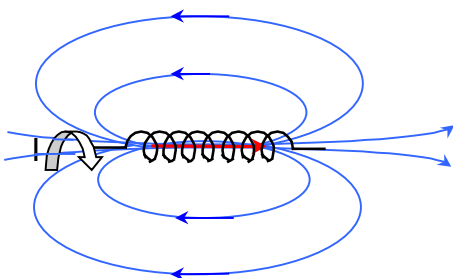
$$B = k_{\mu} \frac{2\pi I}{r}$$

Παρατήρηση

Αν ο κυκλικός αγωγός αποτελείται από N σύρματα που διαρρέονται από ρεύμα με την ίδια ένταση και την ίδια φορά, τότε

$$B_{ολ} = k_{\mu} \frac{2\pi I}{r} N$$

γ. Μαγνητικό πεδίο σωληνοειδούς



Το σωληνοειδές είναι ένα σύνολο από παράλληλα κυκλικά ρεύματα που έχει μορφή σωλήνα με διάμετρο πολύ μικρή σε σχέση με το μήκος του.

Μορφή μαγνητικού πεδίου: Στο εξωτερικό του σωληνοειδούς το μαγνητικό πεδίο είναι όμοιο με το πεδίο ραβδόμορφου μαγνήτη. Στο εσωτερικό το μαγνητικό πεδίο είναι ομογενές. Η κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου είναι εφαπτόμενη σε κάθε σημείο στις δυναμικές γραμμές στο εξωτερικό. Στο εσωτερικό είναι παράλληλη στον άξονα του σωληνοειδούς. Η φορά βρίσκεται με τον κανόνα του Maxwell. Αν θεωρήσουμε ότι τα δάκτυλα του δεξιού χεριού ακολουθούν την φορά του ηλεκτρικού ρεύματος τότε ο αντίχειρας δείχνει την φορά των δυναμικών γραμμών στο εσωτερικό του πηνίου.

Ένταση μαγνητικού πεδίου: Το σωληνοειδές πηνίο έχει δύο βασικά χαρακτηριστικά, το μήκος του ℓ και τον αριθμό των σπειρών του N .

(Ο αριθμός σπειρών ανά μονάδα μήκους συμβολίζεται με n , άρα $n = \frac{N}{\ell}$)

Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου είναι:

- ανάλογο με την ένταση I του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο
- ανάλογο με τον αριθμό σπειρών N του πηνίου
- αντιστρόφως ανάλογο με το μήκος ℓ του πηνίου

$$B = 4\pi k_{\mu} \frac{N}{\ell} I \quad \text{ή} \quad B = 4\pi k_{\mu} n I$$

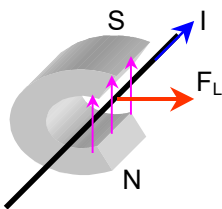
Παρατήρηση

Η ένταση του μαγνητικού πεδίου στα άκρα του σωληνοειδούς έχει μέτρο ίσο με το μισό του μέτρου της έντασης στο κέντρο του σωληνοειδούς:

$$B_{\text{ακρ}} = \frac{B}{2} \quad \text{άρα} \quad B_{\text{ακρ}} = 2\pi k_{\mu} \frac{N}{\ell} I$$

3. Ηλεκτρομαγνητική δύναμη Laplace

α. Δύναμη σε ρευματοφόρο αγωγό από ομογενές μαγνητικό πεδίο



Όταν ένας ευθύγραμμος αγωγός που διαρρέεται από ρεύμα βρίσκεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο, δέχεται από το πεδίο δύναμη που ονομάζεται δύναμη Laplace. Σε κάθε στοιχειώδες τμήμα του αγωγού ασκείται δύναμη και η συνισταμένη τους είναι η δύναμη Laplace, που θεωρούμε ότι ασκείται στο κέντρο του τμήματος του αγωγού που βρίσκεται μέσα στο μαγνητικό πεδίο.

Διεύθυνση της δύναμης Laplace

Η ευθεία στην οποία βρίσκεται η διεύθυνση της δύναμης Laplace είναι η ευθεία που περνάει από το κέντρο του αγωγού και είναι κάθετη στο επίπεδο που ορίζουν ο αγωγός και οι δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου.

Μέτρο της δύναμης Laplace

Το μέτρο της δύναμης Laplace που ασκείται σε ρευματοφόρο αγωγό που βρίσκεται κάθετα στις δυναμικές γραμμές μαγνητικού πεδίου είναι ανάλογο:

- Με την ένταση I του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό
- Με το μήκος ℓ του αγωγού που βρίσκεται μέσα στο πεδίο
- Με το μέτρο της έντασης B του μαγνητικού πεδίου

$$F_L = B I \ell$$

Αν ο ρευματοφόρος αγωγός είναι παράλληλος στις δυναμικές γραμμές του πεδίου τότε η δύναμη Laplace είναι μηδέν.

Αν ο ρευματοφόρος αγωγός σχηματίζει γωνία ϕ με τις δυναμικές γραμμές τότε η δύναμη Laplace είναι $F_L = B I \ell \sin \phi$, όπου ϕ η γωνία που σχηματίζει η κατεύθυνση που ορίζει η φορά της έντασης του ρεύματος με το διάνυσμα της έντασης του μαγνητικού πεδίου B .

Φορά της δύναμης Laplace

Για να βρούμε την φορά της δύναμης Laplace χρησιμοποιούμε τρεις τρόπους

I. Κανόνας του Maxwell: “Η φορά της δύναμης Laplace είναι η φορά κατά την οποία θα περιστραφεί δεξιόστροφη βίδα (ή κοχλίας) έτσι ώστε το διάνυσμα $\vec{I}\ell$ να στραφεί για να συμπέσει με το διάνυσμα \vec{B} κατά την μικρότερη γωνία περιστροφής”.

Το διάνυσμα $\vec{I}\ell$, βρίσκεται πάνω στο ρευματοφόρο αγωγό, έχει την φορά της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος και μήκος ℓ .

II. Κανόνας της δεξιάς παλάμης: Ανοίγουμε την παλάμη του δεξιού χεριού μας και τεντώνουμε τον αντίχειρα. Τοποθετούμε το χέρι μας έτσι ώστε ο αντίχειρας να δείχνει την φορά του ηλεκτρικού ρεύματος και τα δάκτυλα την φορά των δυναμικών γραμμών. Τότε η δύναμη Laplace είναι κάθετη στο επίπεδο της παλάμης με φορά προς τα έξω.

III. Κανόνας των τριών δακτύλων: Τεντώνουμε τον αντίχειρα, τον δείκτη και το μεσαίο δάκτυλο του δεξιού χεριού ώστε να είναι κάθετα μεταξύ τους, δηλαδή να σχηματίζουν τρισσορθογώνιο σύστημα αξόνων. Όπως και πριν ο αντίχειρας δείχνει τη φορά του ηλεκτρικού ρεύματος και ο δείκτης την φορά των δυναμικών γραμμών. Τότε το μεσαίο δάκτυλο δείχνει την κατεύθυνση της δύναμης Laplace.

β. Ορισμός έντασης ομογενούς μαγνητικού πεδίου

Ο ορισμός της έντασης του μαγνητικού πεδίου γίνεται μέσω της δύναμης Laplace. Για την διεύθυνση, την φορά και το μέτρο του B έχουμε:

Διεύθυνση: Είναι η διεύθυνση εκείνη στην οποία αν τοποθετηθεί αγωγός που διαρρέεται από ρεύμα δεν ασκείται πάνω του δύναμη.

Φορά: Είναι η φορά εκείνη που ανταποκρίνεται στην κατεύθυνση της δύναμης Laplace με βάση τον κανόνα Maxwell.

Μέτρο: Το μέτρο της έντασης B του μαγνητικού πεδίου είναι ίσο με το πηλίκο της δύναμης Laplace που ασκείται σε ρευματοφόρο αγωγό προς το μήκος ℓ του αγωγού και προς την ένταση I του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό, όταν τοποθετηθεί κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου.

$$B = \frac{F_L}{I\ell}$$

Το πηλίκο αυτό: α) είναι ανεξάρτητο από την δύναμη Laplace, αλλά και το υπόθεμα $I\ell$ στο πεδίο β) εκφράζει την συμβολή του πεδίου στη διαμόρφωση του μαγνητικού πεδίου.

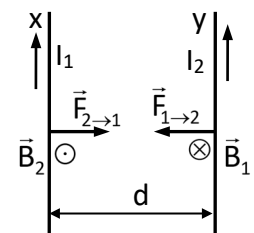
Μονάδα έντασης μαγνητικού πεδίου είναι το 1 Tesla (1 T) και $1 T = \frac{1 N}{1 Am}$

γ. Δύναμη μεταξύ ρευματοφόρων αγωγών

Δύο όμοιοι ρευματοφόροι αγωγοί μήκους L ο καθένας που απέχουν απόσταση d, **έλκονται αν διαρρέονται από ομόρροπα ρεύματα** και **απωθούνται αν διαρρέονται από αντίρροπα ρεύματα**. Το μέτρο της δύναμης που δέχεται ο κάθε αγωγός

δίνεται από την σχέση: $F = k_{\mu} \frac{2I_1 I_2 L}{d}$

Απόδ. Ο αγωγός που διαρρέεται από ρεύμα έντασης I_1 δημιουργεί στην περιοχή του άλλου αγωγού μαγνητικό πεδίο με ένταση $B_1 = k_{\mu} \frac{2I_1}{d}$ με φορά όπως στο σχήμα. Ο αγωγός που διαρρέεται από ρεύμα έντασης I_2 βρίσκεται μέσα στο μαγνητικό πεδίο έντασης B_1 , επομένως δέχεται δύναμη



Laplace $F_L = B_1 I_2 L$ και με αντικατάσταση του μέτρου της έντασης B_1 βρίσκουμε $F = k_\mu \frac{2I_1 I_2}{d} L$. Η φορά της δύναμης Laplace είναι όπως στο σχήμα. Όμοια για την δύναμη στον άλλο αγωγό.

4. Η ύλη μέσα στο μαγνητικό πεδίο

Μαγνητική διαπερατότητα μ : Αν στο εσωτερικό ενός σωληνοειδούς βάλουμε ένα κομμάτι μαλακό σίδηρο τότε θα διαπιστώσουμε ότι ο σίδηρος θα μαγνητιστεί και το μαγνητικό φάσμα θα αλλοιωθεί. Στα άκρα του σιδήρου θα δημιουργηθεί πύκνωση των μαγνητικών γραμμών, δηλαδή η ένταση έχει αυξηθεί. Αν B_0 είναι η αρχική ένταση του πεδίου και B μετά την εισαγωγή του σιδήρου ισχύει: **$B = \mu \cdot B_0$**

Το πηλίκο **$\mu = \frac{B}{B_0}$** ονομάζεται μαγνητική διαπερατότητα του υλικού, είναι καθαρός αριθμός και η τιμή του εξαρτάται από το αρχικό μέτρο της έντασης B_0 . Για το κενό και τον αέρα είναι $\mu = 1$.

Κατάταξη των υλικών ανάλογα με την τιμή της μαγνητικής διαπερατότητας

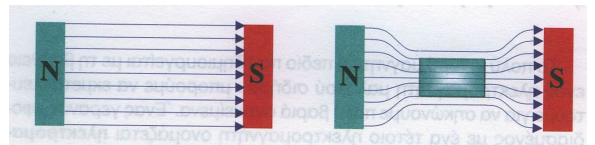
- **Διαμαγνητικά υλικά:** Η τιμή του μ είναι λίγο μικρότερη από την μονάδα ($\mu < 1$). Διαμαγνητικά είναι τα περισσότερα υλικά στην φύση (Ag, Cu, Zn)
- **Παραμαγνητικά υλικά:** Η τιμή του μ είναι λίγο μεγαλύτερη από την μονάδα ($\mu > 1$). Τέτοια υλικά είναι: Al, Ca, Cr, Mg, Pt, Mn, υγρό και στερεό O_2 .
- **Σιδηρομαγνητικά υλικά:** Η τιμή του μ είναι πολύ μεγαλύτερη από την μονάδα ($\mu \gg 1$). Τέτοια υλικά είναι: Fe, Co, Ni και τα κράματά τους.

Τα σιδηρομαγνητικά υλικά :

- 1 Μαγνητίζονται ισχυρά, ακόμη και με ασθενή μαγνητικά πεδία
- 2 Διατηρούν τις μαγνητικές τους ιδιότητες και μετά την έξοδό τους από το μαγνητικό πεδίο.
- 3 Χάνουν τις μαγνητικές τους ιδιότητες όταν η θερμοκρασία τους ξεπεράσει μία ορισμένη θερμοκρασία που λέγεται **θερμοκρασία Curie**. Η θερμοκρασία αυτή είναι χαρακτηριστική για κάθε υλικό.

Παραμόρφωση μαγνητικού πεδίου λόγω της παρουσίας σιδήρου

Με την εισαγωγή πυρήνα σιδήρου οι γραμμές του μαγνητικού φάσματος παραμορφώνονται και είναι σαν να θέλουν να περάσουν όσο το δυνατό περισσότερες μέσα από το σίδηρο.



Οι δυναμικές γραμμές παραμορφώνονται και στην περίπτωση που μέσα στο μαγνητικό πεδίο τοποθετήσουμε σιδερένιο δακτύλιο. Τότε οι δυναμικές γραμμές περνούν μέσα από το υλικό του δακτυλίου, αλλά όχι μέσα από το εσωτερικό κοίλωμα. Αυτήν την ιδιότητα την εκμεταλλευόμαστε ώστε να προστατεύουμε συσκευές από ισχυρούς μαγνήτες (μαγνητική θωράκιση).

Ηλεκτρομαγνήτης

Εισάγοντας μέσα σε ένα σωληνοειδές κάποιο σιδηρομαγνητικό υλικό, το μαγνητικό πεδίο μεγαλώνει πάρα πολύ. Είναι **$B = \mu B_0$** άρα **$B = \mu 4\pi k_\mu n I$** . Ο μαλακός σίδηρος έχει $\mu = 15000$.

Ο μαλακός σίδηρος μαγνητίζεται προσωρινά, δηλαδή μόνο για όσο βρίσκεται μέσα σε κάποιο μαγνητικό πεδίο. Το σύστημα αυτό (σωληνοειδές – ράβδος μαλακού σιδήρου) ονομάζεται ηλεκτρομαγνήτης. Αν, αντί για μαλακό σίδηρο, βάλουμε χάλυβα, αυτός διατηρεί τις μαγνητικές του ιδιότητες, δηλαδή γίνεται μόνιμος μαγνήτης.

5. Ηλεκτρομαγνητική επαγωγή

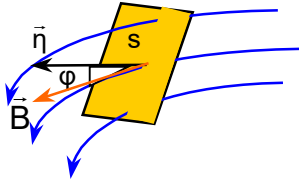
α. Μαγνητική ροή

Μαγνητική ροή είναι το φυσικό μέγεθος που δίνει τον αριθμό των μαγνητικών γραμμών που περνάνε από μία επιφάνεια όταν αυτή βρίσκεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο.

Έστω μαγνητικό πεδίο έντασης B και μία επιφάνεια εμβαδού s μέσα σε αυτό. Το μοναδιαίο κάθετο διάνυσμα \vec{n} στην επιφάνεια σχηματίζει με την ένταση \vec{B} γωνία ϕ . Η μαγνητική ροή Φ είναι :

$$\Phi = B \cdot s \cdot \cos\phi$$

Μαγνητική ροή ενός μαγνητικού πεδίου είναι το φυσικό μέγεθος που ισούται με το γινόμενο της έντασης B του μαγνητικού πεδίου επί το εμβαδόν s της επιφάνειας που τοποθετείται μέσα στο πεδίο επί το συνημίτονο της γωνίας ϕ που σχηματίζει η διεύθυνση της έντασης B με το κάθετο διάνυσμα στην επιφάνεια s .



Η μαγνητική ροή είναι μονόμετρο μέγεθος και η μονάδα της στο σύστημα S.I. είναι:

$$1 \text{ Weber} = 1 \text{ Tesla} \cdot \text{m}^2 \quad \text{ή} \quad 1 \text{ Wb} = 1 \text{ T} \cdot \text{m}^2$$

Παρατηρήσεις

- α. Αν $\phi = 0$ τότε $\cos\phi = 1$ άρα $\Phi = B \cdot s$
- β. Αν $\phi = 90^\circ$ τότε $\cos\phi = 0$ άρα $\Phi = 0$
- γ. Αν $\phi = 180^\circ$ τότε $\cos\phi = -1$ άρα $\Phi = -B \cdot s$
- δ. Γενικά επειδή $-1 \leq \cos\phi \leq 1$ θα είναι $-B \cdot s \leq \Phi \leq B \cdot s$
- ε. Αν η επιφάνεια είναι κλειστή τότε η ολική ροή είναι μηδέν γιατί όση ροή εισέρχεται στην επιφάνεια τόση εξέρχεται.

β. ΗΕΔ από επαγωγή

Συνδέουμε τις άκρες ενός πηνίου με ένα γαλβανόμετρο που στο κέντρο του έχει την ένδειξη μηδέν.

- Πλησιάζουμε ένα μαγνήτη προς το πηνίο και το γαλβανόμετρο δείχνει ότι το πηνίο διαρρέεται από ρεύμα σε μία κατεύθυνση.
- Ακινητοποιούμε τον μαγνήτη και το γαλβανόμετρο δείχνει ένδειξη μηδέν.
- Απομακρύνουμε τον μαγνήτη από το πηνίο και το γαλβανόμετρο δείχνει ότι το πηνίο διαρρέεται από ρεύμα στην αντίθετη κατεύθυνση από την αρχική.
- Αν μετακινήσουμε το πηνίο πιο γρήγορα το γαλβανόμετρο δείχνει μεγαλύτερη ένδειξη από την αρχική.
- Αν αυξήσουμε τον αριθμό των σπειρών του πηνίου το γαλβανόμετρο δείχνει μεγαλύτερη ένδειξη από την αρχική.

Το ρεύμα στο γαλβανόμετρο οφείλεται στην εμφάνιση ΗΕΔ στα άκρα του πηνίου η οποία προκαλείται από την κίνηση του μαγνήτη.

Εξήγηση του φαινομένου της επαγωγής

Η κίνηση του μαγνήτη προκαλεί τη μεταβολή της μαγνητικής ροής που διέρχεται μέσα από τις σπείρες του πηνίου, άρα:

Η μεταβολή με οποιονδήποτε τρόπο της μαγνητικής ροής που περνά από τις σπείρες ενός πηνίου προκαλεί ανάπτυξη ηλεκτρεγερτικής δύναμης στο πηνίο που διαρκεί όσο χρόνο διαρκεί η μεταβολή της μαγνητικής ροής. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται **επαγωγή**.

γ. Νόμος της επαγωγής ή νόμος Faraday

Από τα παραπάνω ο Faraday διατύπωσε τον νόμο της επαγωγής:

Η ΗΕΔ από επαγωγή που δημιουργείται σε ένα πηνίο είναι ανάλογη με τον ρυθμό μεταβολής της μαγνητικής ροής $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ και ανάλογη με τον αριθμό N των σπειρών του πηνίου

$$E = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} N$$

Το “ - ” δικαιολογείται από τον κανόνα του Lenz.

Για τις μονάδες στο SI ισχύει: $1V = \frac{1Wb}{1s}$ άρα $1Wb = 1V \cdot s$

Ορισμός μονάδας μαγνητικής ροής Wb

1 Wb είναι η μαγνητική ροή η οποία όταν περνά από μία σπείρα και ελαττώνεται ομοιόμορφα ως την τιμή μηδέν μέσα σε 1 s, αναπτύσσει ΗΕΔ επαγωγής ίση με 1 V.

Παρατήρηση

Επειδή συνήθως μας ενδιαφέρει το μέτρο της επαγωγικής τάσης και όχι η πολικότητα, παραλείπουμε το αρνητικό πρόσημο.

δ. Επαγωγικό ρεύμα και επαγωγικό φορτίο

I. Επαγωγικό ρεύμα

Όταν το κύκλωμα στο οποίο έχουμε επαγωγική τάση είναι **κλειστό**, έχουμε επαγωγικό ρεύμα.

Η **ένταση του επαγωγικού** ρεύματος είναι:

$I_{\text{επ}} = \frac{E_{\text{επ}}}{R}$ αλλά το μέτρο της επαγωγικής τάσης από τον νόμο του Faraday είναι $E_{\text{επ}} = \frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t}$ άρα για το

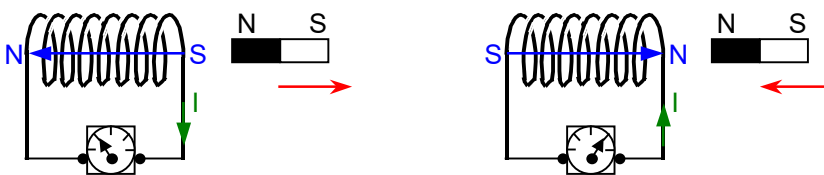
επαγωγικό ρεύμα έχουμε $I_{\text{επ}} = \frac{|\Delta\Phi|}{R\Delta t}$

II. Κανόνας Lenz

Η **φορά του επαγωγικού** ρεύματος καθορίζεται από τον **κανόνα του Lenz**:

Το επαγωγικό ρεύμα έχει τέτοια φορά ώστε να **αντιτίθεται** στο αίτιο που το προκάλεσε

Ο κανόνας του Lenz είναι αποτέλεσμα της αρχής διατήρησης της ενέργειας.



Στο 1^ο σχήμα ο μαγνήτης απομακρύνεται από το πηνίο. Το πηνίο διαρρέεται από ρεύμα με φορά, όπως

φαίνεται στο σχήμα, ώστε να λειτουργεί σαν μαγνήτης που έλκει τον μαγνήτη που απομακρύνεται.

Στο 2^ο σχήμα ο μαγνήτης πλησιάζει το πηνίο. Το πηνίο διαρρέεται από ρεύμα με φορά, όπως φαίνεται στο σχήμα, ώστε να λειτουργεί σαν μαγνήτης που απωθεί τον μαγνήτη που πλησιάζει.

III. Επαγωγικό φορτίο

Το ηλεκτρικό φορτίο που περνάει από μια διατομή του αγωγού είναι:

$$q = I \cdot \Delta t \text{ αλλά το επαγωγικό ρεύμα είναι } I_{\text{επ}} = \frac{|\Delta\Phi|}{R \cdot \Delta t} \text{ άρα } q = \frac{|\Delta\Phi|}{R} \cdot \Delta t \text{ άρα}$$

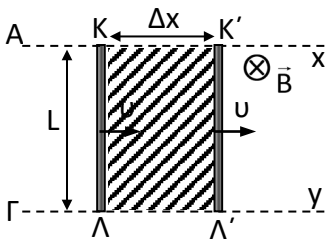
$$q = \frac{|\Delta\Phi|}{R}$$

Νόμος Neumann:

Το ηλεκτρικό φορτίο που μετατοπίζεται σε ορισμένη μεταβολή μαγνητικής ροής είναι ανεξάρτητο από τον χρόνο που διαρκεί η μεταβολή.

Παρατήρηση : Διαβάζεται Νόιμαν

ε. Αγωγός μήκους L κινούμενος μέσα σε μαγνητικό πεδίο



Ο αγωγός ΚΛ του σχήματος, έχει μήκος L και κινείται με σταθερή ταχύτητα u, η οποία είναι κάθετη στον αγωγό, μέσα στο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B. Σε χρονική διάρκεια Δt ο αγωγός μετατοπίζεται κατά Δx παράλληλα στον εαυτό του.

Η μεταβολή της μαγνητικής ροής είναι ΔΦ = B·A, όπου A το εμβαδόν που σαρώνει ο αγωγός, με A = L·Δx

Επομένως η επαγόμενη ΗΕΔ, σύμφωνα με τον νόμο της επαγωγής είναι

ιση με $E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ή $E = \frac{B \cdot A}{\Delta t}$ άρα $E = \frac{B \cdot L \cdot \Delta x}{\Delta t}$. Ο αγωγός κινείται με σταθερή ταχύτητα, επομένως Δx = u·Δt

άρα $E = \frac{B \cdot L \cdot u \cdot \Delta t}{\Delta t}$ και τελικά **$E = B \cdot u \cdot L$** .

Η σχέση αποδεικνύεται γενικότερα και ισχύει για στιγμιαίες τιμές της ταχύτητας u ακόμη και αν αυτή μεταβάλλεται.

Επομένως η σχέση $E = B \cdot u \cdot L$ δίνει την στιγμιαία ΗΕΔ από επαγωγή.

Προσοχή: L είναι το μήκος του αγωγού που βρίσκεται μέσα στο μαγνητικό πεδίο.

Αν ο αγωγός σχηματίζει με την ταχύτητα γωνία φ, τότε ισχύει $E = B \cdot u \cdot L \cdot \eta \mu\phi$

Η πολικότητα της ΗΕΔ από επαγωγή υπολογίζεται με χρήση του νόμου Lorentz για την κίνηση θετικού φορτίου με ταχύτητα u μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο.

Σε κάθε περίπτωση η μέση ΗΕΔ από επαγωγή υπολογίζεται από τον νόμο της επαγωγής **$E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$** .

Προσοχή: ΗΕΔ από επαγωγή έχουμε σε κάθε περίπτωση που αγωγός κινείται μέσα σε μαγνητικό πεδίο, για να έχουμε όμως επαγωγικό ρεύμα πρέπει να συμμετέχει σε κλειστό κύκλωμα.

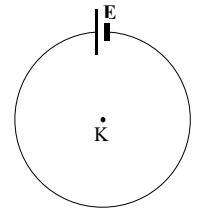
Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής

1. Δύναμη Laplace ονομάζεται η δύναμη που ασκεί
 - α. μαγνητικό πεδίο σε ρευματοφόρο αγωγό.
 - β. ηλεκτρικό πεδίο σε ρευματοφόρο αγωγό.
 - γ. ηλεκτρικό πεδίο σε κινούμενο φορτίο.
 - δ. ηλεκτρικό πεδίο σε μαγνητικό πεδίο.
2. Δεν ασκείται δύναμη Laplace σε ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό ο οποίος
 - α. είναι κάθετος στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου.
 - β. σχηματίζει οξεία γωνία με τις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου.
 - γ. είναι παράλληλος προς τις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου.
 - δ. διαρρέεται από ρεύμα μικρής έντασης.
3. Το μέτρο της δύναμης Laplace, που ασκεί ομογενές μαγνητικό πεδίο σε ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό, δεν εξαρτάται από
 - α. την ένταση του μαγνητικού πεδίου.
 - β. το μήκος του αγωγού που βρίσκεται μέσα στο μαγνητικό πεδίο.
 - γ. την ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει.
 - δ. το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένος ο αγωγός.
4. Οι δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου το οποίο δημιουργεί ρευματοφόρο σωληνοειδές στο εξωτερικό του
 - α. είναι ομόκεντροι κύκλοι, σε επίπεδο κάθετο στον άξονά του.
 - β. ξεκινάνε (πηγάζουν) από το ένα του άκρο και καταλήγουν στο άλλο.
 - γ. εξέρχονται από το ένα του άκρο και εισέρχονται στο άλλο.
 - δ. είναι ευθείες κάθετες στον άξονά του.
5. Σωληνοειδές ορισμένου αριθμού σπειρών n , διαρρέεται από ρεύμα έντασης I . Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του είναι
 - α. ανάλογο του μήκους του.
 - β. αντιστρόφως ανάλογο του μήκους του.
 - γ. ανάλογο του τετραγώνου του μήκους του.
 - δ. αντιστρόφως ανάλογο του τετραγώνου του μήκους του.
6. Ευθύγραμμος αγωγός, μεγάλου μήκους, διαρρέεται από ρεύμα έντασης I . Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ο αγωγός σ' ένα ορισμένο σημείο, είναι
 - α. ανάλογο του I .
 - β. ανάλογο του I^2 .
 - γ. αντιστρόφως ανάλογο του I^2 .
 - δ. αντιστρόφως ανάλογο του I .
7. Η μαγνητική διαπερατότητα των παραμαγνητικών υλικών είναι
 - α. $\mu \gg 1$
 - β. $\mu < 1$
 - γ. $\mu > 1$
 - δ. $\mu < 0$
8. Ο σίδηρος, το κοβάλτιο και το νικέλιο, σε θερμοκρασία μικρότερη από την θερμοκρασία Curie είναι υλικά
 - α. παραμαγνητικά.
 - β. διαμαγνητικά.
 - γ. σιδηρομαγνητικά.
 - δ. με μαγνητική διαπερατότητα ανεξάρτητη από την αρχική τιμή της έντασης του πεδίου που προκαλεί την μαγνήτισή τους.

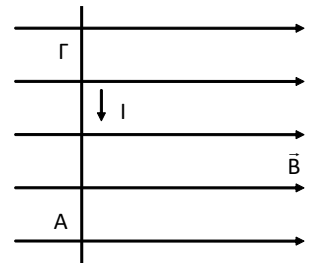
9. Ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός βρίσκεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Η δύναμη Laplace που ασκείται στον αγωγό,
- έχει την κατεύθυνση των δυναμικών γραμμών του πεδίου.
 - έχει την διεύθυνση του αγωγού.
 - σηματίζει οξεία γωνία με την κατεύθυνση των δυναμικών γραμμών του πεδίου.
 - είναι κάθετη στην διεύθυνση του αγωγού και στην διεύθυνση των δυναμικών γραμμών του πεδίου.
10. [Εκτός ύλης] Κύρια αιτία του μαγνητισμού σ' ένα μόνιμο μαγνήτη είναι
- η περιφορά των ηλεκτρονίων γύρω από τον πυρήνα.
 - η ιδιοπεριστροφή των ηλεκτρονίων.
 - η ύπαρξη νετρονίων στον πυρήνα των ατόμων.
 - τα πρωτόνια και τα νετρόνια του πυρήνα των ατόμων.
11. Στο εσωτερικό ρευματοφόρου σωληνοειδούς τοποθετούμε μια ράβδο μαλακού σιδήρου. Συνεπώς, οι δυναμικές γραμμές στο εσωτερικό της
- διατηρούν την αρχική τους μορφή.
 - αραιώνουν.
 - πυκνώνουν.
 - αντιστρέφουν την φορά τους.
12. Η εισαγωγή διαμαγνητικού υλικού σ' ένα μαγνητικό πεδίο προκαλεί στο εσωτερικό του υλικού
- μικρή ενίσχυση του πεδίου.
 - αντιστροφή της φοράς των δυναμικών γραμμών.
 - μηδενισμό του μέτρου της έντασης του πεδίου.
 - μικρή εξασθένιση του πεδίου.
13. Ευθύγραμμος αγωγός μήκους L διαρρέεται από ρεύμα έντασης I και βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} . Η κατεύθυνση του ρεύματος σχηματίζει με την κατεύθυνση του \vec{B} γωνία ϕ . Συνεπώς, το μέτρο της μαγνητικής δύναμης Laplace που ασκείται στον αγωγό είναι
- $F_L = I \cdot L \cdot B^2$
 - $F_L = I \cdot L^2 \cdot B \cdot \eta \mu \phi$
 - $F_L = I \cdot L \cdot B \cdot \sigma \nu \eta \mu \phi$
 - $F_L = I \cdot L \cdot B \cdot \eta \mu \phi$.
14. [Εκτός ύλης] Περιοχές Weiss συναντάμε στα
- διαμαγνητικά υλικά.
 - παραμαγνητικά υλικά.
 - διαμαγνητικά και παραμαγνητικά υλικά.
 - σιδηρομαγνητικά υλικά.
15. Οι δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου ευθύγραμμου ρευματοφόρου αγωγού "απείρου μήκους"
- διέρχονται όλες από το εσωτερικό του αγωγού.
 - είναι ευθείες παράλληλες με τον αγωγό και ομόρροπες με το ρεύμα.
 - είναι ομόκεντροι κύκλοι των οποίων τα επίπεδα είναι κάθετα στον αγωγό.
 - είναι ομόκεντροι κύκλοι των οποίων τα επίπεδα είναι παράλληλα με τον αγωγό.
16. Δύο σωληνοειδή διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα, έχουν το ίδιο μήκος, τον ίδιο αριθμό σπειρών, αλλά διαφορετική ακτίνα. Συνεπώς, δημιουργείται
- ισχυρότερο μαγνητικό πεδίο στο σωληνοειδές που έχει μεγαλύτερη ακτίνα.
 - ισχυρότερο μαγνητικό πεδίο στο σωληνοειδές που έχει μικρότερη ακτίνα.
 - ισχυρότερο μαγνητικό πεδίο στο βαρύτερο σωληνοειδές.
 - μαγνητικό πεδίο ίδιας έντασης και στα δύο σωληνοειδή.
17. Η μαγνητική διαπερατότητα ενός τεμαχίου νικελίου
- είναι πολύ μεγαλύτερη από την μονάδα.
 - είναι λίγο μεγαλύτερη από την μονάδα.
 - είναι λίγο μικρότερη από την μονάδα.
 - εξαρτάται από τις διαστάσεις του τεμαχίου.

- 18.** Ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο και δέχεται δύναμη Laplace \vec{F}_L . Αν αντιστρέψουμε την φορά της έντασης \vec{B} του πεδίου καθώς και την φορά του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό τότε
- η κατεύθυνση της \vec{F}_L δεν θα αλλάξει.
 - η κατεύθυνση της \vec{F}_L θα αντιστραφεί.
 - η \vec{F}_L θα μηδενιστεί.
 - η κατεύθυνση της \vec{F}_L θα σχηματίσει γωνία 90° με την αρχική της κατεύθυνση.

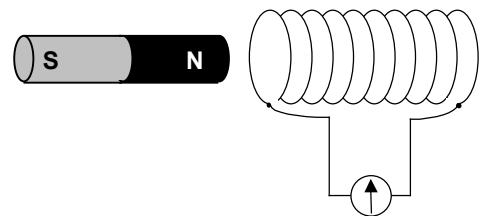
- 19.** Η ένταση \vec{B} του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο Κ του κυκλικού ρευματοφόρου αγωγού του σχήματος, έχει κατεύθυνση
- από το Κ προς την πηγή Ε.
 - κάθετη στο επίπεδο του αγωγού με φορά προς τα έξω (προς τον αναγνώστη).
 - κάθετη στο επίπεδο του αγωγού με φορά προς τα μέσα.
 - διαφορετική από τις προηγούμενες.



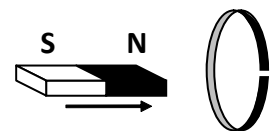
- 20.** Ο ρευματοφόρος αγωγός ΑΓ και οι μαγνητικές δυναμικές γραμμές του σχήματος βρίσκονται στο επίπεδο της σελίδας. Αν το ρεύμα έχει την φορά που φαίνεται στο σχήμα, τότε η μαγνητική δύναμη που δέχεται ο αγωγός είναι
- πάνω στο επίπεδο της σελίδας και κάθετη στον αγωγό.
 - κάθετη στην σελίδα και προς τα έξω (προς τον αναγνώστη).
 - κάθετη στην σελίδα και προς τα μέσα.
 - αδύνατον να προσδιορισθεί, διότι δεν δίνονται επαρκή στοιχεία.



- 21.** Στο διπλανό σχήμα ο ραβδόμορφος μαγνήτης βρίσκεται πολύ κοντά στο πηνίο και παραμένει ακίνητος ως προς αυτό. Το γαλβανόμετρο δεν δείχνει να περνάει ρεύμα, διότι
- ο ακίνητος μαγνήτης έπρεπε να είχε τοποθετηθεί μέσα στο πηνίο.
 - το γαλβανόμετρο δεν μπορεί να ανιχνεύσει ασθενή ρεύματα.
 - δεν έχουμε μεταβολή ροής μέσα από τις σπείρες του πηνίου.
 - δεν διέρχεται ροή μέσα από τις σπείρες του πηνίου.



- 22.** Πλησιάζοντας απότομα τον μαγνήτη προς το κομμένο δακτυλίδι
- δεν θα περάσει ρεύμα από το δακτυλίδι, διότι δεν εμφανίζεται ΗΕΔ σ' αυτό.
 - θα περάσει ρεύμα του οποίου η φορά καθορίζεται από τον κανόνα του δεξιού χεριού.
 - εμφανίζεται ΗΕΔ όχι όμως μεταβολή ροής.
 - δεν θα περάσει ρεύμα, διότι το κύκλωμα είναι ανοικτό.

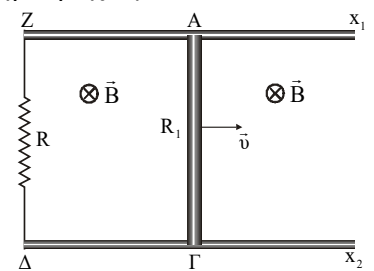


- 23.** Για να προκαλέσουμε εμφάνιση επαγωγικής ΗΕΔ σ' ένα πηνίο, πρέπει οπωσδήποτε
- το κύκλωμα του πηνίου να είναι κλειστό.
 - να μετακινήσουμε τον επαγωγέα.
 - ο επαγωγέας να είναι μόνιμος μαγνήτης και όχι ηλεκτρομαγνήτης.
 - να μεταβληθεί η μαγνητική ροή μέσα από το πηνίο.

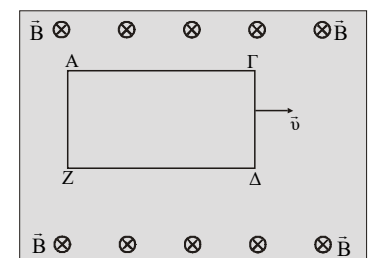
- 24.** Ο κανόνας του Lenz αποτελεί έκφραση
- της αρχής της διατήρησης της ενέργειας.
 - της αρχής της διατήρησης της ορμής.

- γ. του θεωρήματος διατήρησης της μηχανικής ενέργειας.
- δ. της αρχής της διατήρησης του ηλεκτρικού φορτίου.

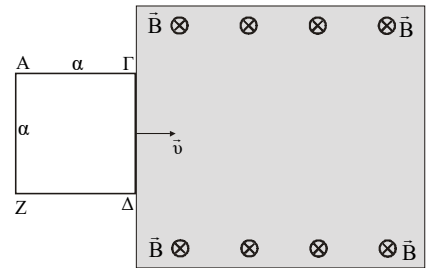
- 25.** Το ρεύμα που μας προσφέρει η ΔΕΗ είναι
- α. εναλλασσόμενο.
 - β. συνεχές.
 - γ. σταθερής έντασης.
 - δ. ίδιο με το ρεύμα της μπαταρίας, αλλά πολύ μεγαλύτερης έντασης.
- 26.** Ένα συρμάτινο πλαίσιο, το οποίο περιστρέφεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, αποτελεί το βασικό μοντέλο των μεγάλων γεννητριών της εποχής μας. Η περιστροφή του πλαισίου οφείλεται
- α. στις δυνάμεις Laplace που αναπτύσσονται στο εσωτερικό της γεννήτριας.
 - β. στην ΗΕΔ που αναπτύσσεται λόγω του φαινομένου της επαγωγής.
 - γ. στην μεταβολή της μαγνητικής ροής μέσα από τις σπείρες του.
 - δ. σε δυνάμεις που δεν σχετίζονται με δυνάμεις Laplace.
- 27.** Η μέση επαγωγική ΗΕΔ που θα εμφανιστεί σ' ένα κύκλωμα, όταν μεταβληθεί κατά $\Delta\Phi$ η μαγνητική ροή μέσα απ' αυτό,
- α. εξαρτάται από το αν το κύκλωμα είναι ανοικτό ή κλειστό.
 - β. είναι ανάλογη προς το χρονικό διάστημα που διάρκεσε η μεταβολή της μαγνητικής ροής.
 - γ. είναι αντιστρόφως ανάλογη προς το χρονικό διάστημα που διάρκεσε η μεταβολή $\Delta\Phi$ της μαγνητικής ροής.
 - δ. είναι ανεξάρτητη από το χρονικό διάστημα που διάρκεσε η μεταβολή της μαγνητικής ροής.
- 28.** Τοποθετούμε έναν συρμάτινο βρόχο μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με το επίπεδό του κάθετο στις δυναμικές γραμμές.
- α. Ο βρόχος διαρρέεται από συνεχές ρεύμα.
 - β. Ο βρόχος διαρρέεται από εναλλασσόμενο ρεύμα.
 - γ. Η μαγνητική ροή που περνάει από τον βρόχο είναι ίση με μηδέν.
 - δ. Η μαγνητική ροή που περνάει από τον βρόχο είναι μέγιστη.
- 29.** Ο αγωγός ΑΓ αντίστασης R_1 κινείται χωρίς τριβές πάνω στις αγωγίμες σιδηροτροχιές ΖΧ₁ και ΔΧ₂ σε περιοχή που επικρατεί ομογενές μαγνητικό πεδίο \vec{B} , όπως φαίνεται στο σχήμα.
- α. Δεν χρειάζεται εξωτερική δύναμη για να κινείται ο αγωγός ΑΓ με σταθερή ταχύτητα.
 - β. Είναι $E_{επ} = V_{ΑΓ}$.
 - γ. Η συμβατική φορά του ρεύματος στον αντιστάτη είναι από Ζ → Δ.
 - δ. Η συμβατική φορά του ρεύματος στον αγωγό είναι από Α → Γ.



- 30.** Το ορθογώνιο συρμάτινο πλαίσιο κινείται με σταθερή ταχύτητα μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο \vec{B} .
- α. Το πλαίσιο διαρρέεται από συνεχές ρεύμα.
 - β. Είναι $V_{ΓΔ} = Bv(\Gamma\Delta)$.
 - γ. Είναι $V_{ΑΖ} = 0$.
 - δ. Η μαγνητική ροή που διέρχεται από την επιφάνεια του πλαισίου αυξάνεται.

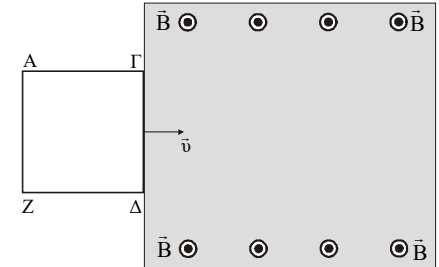


- 31.** Το τετράγωνο συρμάτινο πλαίσιο ΑΓΔΖ πλευράς α εισέρχεται με σταθερή ταχύτητα \bar{v} στην περιοχή που επικρατεί ομογενές μαγνητικό πεδίο \vec{B} . Κάθε πλευρά του έχει αντίσταση R και το ρεύμα που επάγεται σ' αυτό είναι I. Κατά την διάρκεια της εισόδου του πλαισίου στο πεδίο ισχύει



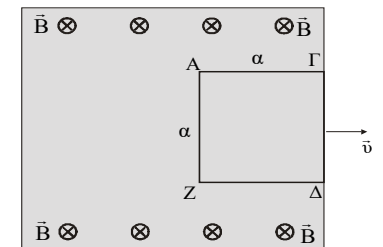
- α. $V_{\Gamma\Delta} = Bu\alpha$ β. $V_{\Gamma\Delta} = IR$
 γ. $V_{\Gamma\Delta} = Bu\alpha - IR$ δ. $V_{\Gamma\Delta} = Bu\alpha + IR$

- 32.** Το τετράγωνο συρμάτινο πλαίσιο ΑΓΔΖ εισέρχεται με σταθερή ταχύτητα \bar{v} στην περιοχή που επικρατεί ομογενές μαγνητικό πεδίο \vec{B} . Κατά την διάρκεια εισόδου του πλαισίου,



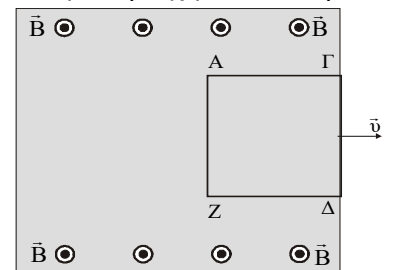
- α. η μαγνητική ροή που διέρχεται από αυτό αυξάνεται.
 β. ο ρυθμός μεταβολής της μαγνητικής ροής που διέρχεται από το πλαίσιο αυξάνεται.
 γ. ο ρυθμός μεταβολής της μαγνητικής ροής που διέρχεται από το πλαίσιο ελαττώνεται.
 δ. το ρεύμα στην πλευρά AZ έχει συμβατική φορά από το A → Z.

- 33.** Το τετράγωνο συρμάτινο πλαίσιο ΑΓΔΖ πλευράς α εξέρχεται με σταθερή ταχύτητα \bar{v} από το ομογενές μαγνητικό πεδίο \vec{B} . Κάθε πλευρά του έχει αντίσταση R και το ρεύμα που επάγεται σ' αυτό είναι I. Κατά την διάρκεια της εξόδου του πλαισίου από το πεδίο, ισχύει



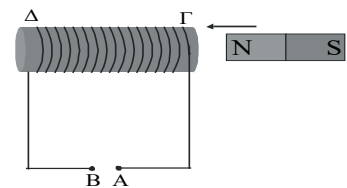
- α. $V_{AZ} = Bu\alpha$ β. $V_{AZ} = IR$
 γ. $V_{AZ} = Bu\alpha + IR$ δ. $V_{AZ} = Bu\alpha - IR$

- 34.** Το τετράγωνο συρμάτινο πλαίσιο ΑΓΔΖ εξέρχεται με σταθερή ταχύτητα από την περιοχή που επικρατεί ομογενές μαγνητικό πεδίο \vec{B} . Κατά την διάρκεια εξόδου του πλαισίου από το πεδίο



- α. ο ρυθμός μεταβολής της μαγνητικής ροής που διέρχεται από το πλαίσιο ελαττώνεται.
 β. η μαγνητική ροή που διέρχεται από το πλαίσιο ελαττώνεται.
 γ. το ρεύμα στην πλευρά ΓΔ έχει συμβατική φορά από το Γ → Δ.
 δ. η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο ελαττώνεται.

- 35.** Κατά την διάρκεια της κίνησης του μαγνήτη προς το ακίνητο πηνίο
- α. στο άκρο Γ του πηνίου εμφανίζεται νότιος μαγνητικός πόλος.
 β. στο άκρο Δ του πηνίου εμφανίζεται βόρειος μαγνητικός πόλος.
 γ. στα άκρα Α, Β εμφανίζεται τάση από επαγωγή με το (+) στο Α.
 δ. στα άκρα Α, Β εμφανίζεται τάση από επαγωγή με το (+) στο Β.

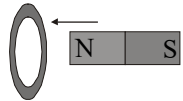


- 36.** Ο νόμος της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής, όπως διατυπώθηκε από τον Faraday, εκφράζεται με την εξίσωση

$$E_{\text{επ}} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \text{ και ισχύει}$$

- α. μόνο αν το κύκλωμα είναι κλειστό.
 β. μόνο αν το κύκλωμα είναι ανοικτό.
 γ. είτε το κύκλωμα είναι ανοικτό είτε κλειστό.
 δ. μόνο αν το μαγνητικό πεδίο είναι χρονικά σταθερό.

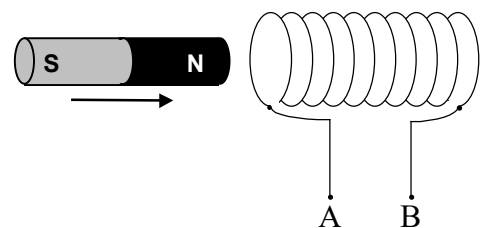
- 37.** Ο κανόνας του Lenz

- α. είναι αποτέλεσμα της αρχής διατήρησης της ενέργειας.
 β. ισχύει μόνο όταν ο ρυθμός μεταβολής $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ της μαγνητικής ροής που διέρχεται από ένα κλειστό κύκλωμα είναι χρονικά σταθερός.
 γ. ορίζει ότι το επαγωγικό ρεύμα έχει τέτοια φορά, ώστε να μην αντιστέκεται στην αιτία που το προκαλεί.
 δ. καθορίζει την φορά των δυναμικών γραμμών του ηλεκτροστατικού πεδίου.
- 38.** Πηνίο συνδέεται με βαλλιστικό γαλβανόμετρο. Το κύκλωμα έχει ωμική αντίσταση R . Εισάγουμε το πηνίο με τον άξονά του παράλληλο σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, δύο φορές. Η διάρκεια εισόδου την πρώτη φορά είναι $(\Delta t)_1 = 4 \text{ s}$ και τη δεύτερη φορά $(\Delta t)_2 = 8 \text{ s}$. Αν η επαγόμενη ΗΕΔ και το φορτίο που αναπτύσσεται λόγω του φαινομένου της επαγωγής έχουν αντίστοιχες απόλυτες τιμές E_1, Q_1 και E_2, Q_2 , ισχύει
 α. $E_1 > E_2$ και $Q_1 = 2Q_2$ β. $E_1 > E_2$ και $Q_1 = Q_2$
 γ. $E_1 = E_2$ και $Q_1 = Q_2$ δ. $E_1 < E_2$ και $Q_1 < Q_2$
- 39.** Ο μαγνήτης κινείται προς τον ακίνητο χάλκινο δακτύλιο με επιταχυνόμενη κίνηση. Η ενέργεια που μεταβιβάζεται στον μαγνήτη μετατρέπεται
 α. όλη σε κινητική ενέργεια του μαγνήτη.
 β. όλη σε θερμική ενέργεια στην αντίσταση του δακτυλίου.
 γ. σε θερμική ενέργεια στην αντίσταση του δακτυλίου και σε κινητική ενέργεια του μαγνήτη.
 δ. σε θερμική ενέργεια στην αντίσταση του δακτυλίου και σε δυναμική ενέργεια του δακτυλίου.
- 
- 40.** Εναλλασσόμενη ονομάζεται μια τάση της οποίας
 α. η τιμή μεταβάλλεται περιοδικά με τον χρόνο.
 β. η τιμή είναι ανάλογη του χρόνου.
 γ. η τιμή και η πολικότητα μεταβάλλονται περιοδικά με τον χρόνο.
 δ. η τιμή είναι ανάλογη του τετραγώνου του χρόνου.
- 41.** Εναλλασσόμενο ονομάζεται ένα ρεύμα του οποίου
 α. η τιμή και η φορά μεταβάλλονται περιοδικά με τον χρόνο.
 β. η τιμή μεταβάλλεται περιοδικά με τον χρόνο.
 γ. η τιμή είναι ανάλογη του χρόνου.
 δ. η τιμή είναι ανάλογη του τετραγώνου του χρόνου.
- 42.** Στα άκρα αντιστάτη R εφαρμόζουμε εναλλασσόμενη τάση $v = V\eta\omega t$. Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη
 α. έχει διπλάσια συχνότητα από την συχνότητα της τάσης. β. έχει την ίδια φάση με την τάση.
 γ. δίνεται από την εξίσωση $i = I\eta\mu(\omega t + \frac{\pi}{2})$. δ. έχει ενεργό τιμή $I_{EV} = \frac{I}{2}$.
- 43.** Τα αμπερόμετρα και τα βολτόμετρα εναλλασσόμενου ρεύματος δείχνουν
 α. την στιγμιαία τιμή. β. την μέση τιμή. γ. την μέγιστη τιμή. δ. την ενεργό τιμή.
- 44.** Στα άκρα αντιστάτη R εφαρμόζουμε αρμονική τάση $v = V\eta\mu 100\pi t$. Αν διπλασιάσουμε την συχνότητα της τάσης, η τιμή της αντίστασης R του αντιστάτη
 α. δεν μεταβάλλεται. β. διπλασιάζεται. γ. υποδιπλασιάζεται. δ. γίνεται $\frac{R}{\sqrt{2}}$

Ερωτήσεις του τύπου Σωστό /Λάθος

- 45.** Ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Η κατεύθυνση της δύναμης Laplace που ασκείται πάνω του
- είναι ανεξάρτητη από την ένταση του πεδίου.
 - είναι κάθετη στον αγωγό και την ένταση \vec{B} του πεδίου.
 - προκύπτει από τον κανόνα του Maxwell.
 - έχει την κατεύθυνση του αντίχειρα του δεξιού χεριού, όταν ο δείκτης δίνει την φορά της έντασης του πεδίου και ο μέσος τη φορά του ρεύματος.
- 46.** Το μαγνητικό πεδίο ευθύγραμμου ρευματοφόρου αγωγού “απείρου μήκους” έχει τις εξής ιδιότητες:
- Οι δυναμικές του γραμμές είναι παράλληλες με τον αγωγό.
 - Η ένταση \vec{B} του πεδίου είναι ασύμβατα κάθετη με τον αγωγό.
 - Το μέτρο της έντασης σε κάποιο σημείο του είναι ανάλογο με την απόσταση του σημείου αυτού από τον αγωγό.
- 47.** Η ένταση \vec{B} του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό ρευματοφόρου σωληνοειδούς έχει
- μέτρο που εξαρτάται από την ακτίνα των σπειρών του.
 - διεύθυνση κάθετη στο επίπεδο των σπειρών.
 - μέτρο που είναι μεγαλύτερο κοντά στις σπείρες απ’ ότι κοντά στον άξονα του σωληνοειδούς.
 - μέτρο ανάλογο με τον αριθμό των σπειρών ανά μονάδα μήκους.
- 48.** Αν βάλουμε ένα κομμάτι μαλακού σιδήρου μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο
- ο σίδηρος θα γίνει μόνιμος μαγνήτης.
 - οι δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου θα πυκνώσουν στο εσωτερικό του κομματιού.
 - οι περιοχές Weiss στο εσωτερικό του σιδήρου θα καταστραφούν.**
 - η θερμοκρασία του θα ξεπεράσει την θερμοκρασία Curie.**
- 49.** Ένας ηλεκτρομαγνήτης που έχει σωληνοειδές με μαλακό σίδηρο στο εσωτερικό του
- λειτουργεί επειδή ο μαλακός σίδηρος μαγνητίζεται μόνιμα.
 - χρησιμοποιείται στα ηλεκτρικά κουδούνια, γιατί μπορεί να ανοιγοκλείνει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα.
 - δημιουργεί ηλεκτροστατικό πεδίο.

- 50.** Πλησιάζοντας απότομα τον μαγνήτη προς το πηνίο θα εκδηλωθεί άπωση, μόνο υπό την προϋπόθεση ότι τα άκρα A και B του πηνίου είναι ενωμένα μεταξύ τους.



- 51.** Διαθέτουμε δύο όμοιους λαμπτήρες A και B. Ο λαμπτήρας A τροφοδοτείται από μπαταρία ενώ ο λαμπτήρας B τροφοδοτείται από το δίκτυο της ΔΕΗ. Αν έχουν την ίδια φωτοβολία,
- η τάση στα άκρα του λαμπτήρα A είναι ίδια με την ενεργό τάση στα άκρα του λαμπτήρα B.
 - η τάση στα άκρα του λαμπτήρα A είναι ίδια με το πλάτος της τάσης στα άκρα του λαμπτήρα B.
 - η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον λαμπτήρα A είναι ίδια με το πλάτος της έντασης του ρεύματος που διαρρέει τον λαμπτήρα B.
 - η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον λαμπτήρα A είναι ίδια με την ενεργό ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον λαμπτήρα B.

- 52.** Στα άκρα ενός αντιστάτη εφαρμόζουμε αρμονικά εναλλασσόμενη τάση. Αν η θερμοκρασία του είναι

σταθερή, το ρεύμα που τον διαρρέει

α. έχει σταθερό πλάτος και συχνότητα.

β. έχει συχνότητα που μεταβάλλεται συναρτήσει του χρόνου.

γ. έχει ένταση ανάλογη της τάσης στα άκρα του.

- 53.** Ο κανόνας του Lenz αποτελεί έκφραση της αρχής της διατήρησης του φορτίου.
- 54.** Το πλάτος μιας αρμονικά εναλλασσόμενης τάσης είναι σταθερό.
- 55.** Η ταυτότητα μιας αρμονικά εναλλασσόμενης τάσης προσδιορίζεται από την ενεργό τάση $V_{εν}$ και την συχνότητα f .
- 56.** Μια αρμονική τάση είναι εναλλασσόμενη τάση.
- 57.** Μια εναλλασσόμενη τάση δεν είναι αναγκαστικά αρμονική.
- 58.** Εναλλασσόμενο ρεύμα είναι εκείνο του οποίου η τιμή μεταβάλλεται περιοδικά με τον χρόνο.
- 59.** Εναλλασσόμενη τάση είναι εκείνη της οποίας η τιμή μεταβάλλεται περιοδικά με τον χρόνο.
- 60.** Στα άκρα αντιστάτη R εφαρμόζεται αρμονική τάση $v = V\eta\mu(\omega t + \frac{\pi}{2})$. Η στιγμιαία τιμή της έντασης του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη δίνεται από την εξίσωση $i = \frac{V}{R}\eta\mu(\omega t + \frac{\pi}{2})$.
- 61.** Το αμπερόμετρο εναλλασσόμενου ρεύματος δείχνει το πλάτος I_0 της έντασης του ρεύματος.
- 62.** Το βολτόμετρο εναλλασσόμενου ρεύματος δείχνει την μέση τιμή της τάσης.
- 63.** Η ενεργός ένταση $I_{εν}$ αρμονικού ρεύματος και το πλάτος του I συνδέονται με την σχέση $I_{εν} = I\sqrt{2}$.
- 64.** Η ενεργός τάση $V_{εν}$ αρμονικής τάσης και το πλάτος της V συνδέονται με την σχέση $V_{εν} = \frac{V}{\sqrt{2}}$.
- 65.** Ο ωμικός αντιστάτης συμπεριφέρεται κατά τον ίδιο ακριβώς τρόπο στο συνεχές και στο εναλλασσόμενο ρεύμα.
- 66.** Ένα σύρμα διαρρέεται από αρμονικό ρεύμα $i = I\eta\mu\omega t$. Το φορτίο που περνάει από μια διατομή του σύρματος σε χρονική διάρκεια μιας περιόδου είναι ίσο με μηδέν.
- 67.** Ένα σύρμα διαρρέεται από αρμονικό ρεύμα $i = I\eta\mu\omega t$. Το φορτίο που περνάει από μια διατομή του σύρματος σε χρονική διάρκεια $\Delta t = \frac{T}{2}$ είναι πάντοτε ίσο με μηδέν.
- 68.** Σε ένα κύκλωμα επάγεται ηλεκτρεγερτική δύναμη οποτεδήποτε συμβαίνει μεταβολή της μαγνητικής ροής που διέρχεται από αυτό.
- 69.** Η ΗΕΔ από επαγωγή προέρχεται από μετατροπή της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική.

70. Όταν ο μαγνήτης απομακρύνεται, ο δακτύλιος διαρρέεται από ρεύμα που έχει φορά όπως φαίνεται στο σχήμα.

71. Όταν ο μαγνήτης πλησιάζει, ο δακτύλιος διαρρέεται από ρεύμα που έχει φορά όπως φαίνεται στο σχήμα.

72. Όταν ο μαγνήτης πλησιάζει προς το πηνίο, στο άκρο Α εμφανίζεται βόρειος μαγνητικός πόλος.

73. Ο χάλκινος δακτύλιος, που κινείται προς τα δεξιά με σταθερή ταχύτητα μέσα στο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} δεν διαρρέεται από ρεύμα.

74. Χάλκινος και ξύλινος δακτύλιος, με τις ίδιες διαστάσεις, τοποθετούνται έτσι ώστε ο ρυθμός μεταβολής της μαγνητικής ροής που διέρχεται από καθένα να είναι ίδιος. Και στους δύο δακτυλίους θα εμφανιστεί το ίδιο ηλεκτρικό πεδίο.

75. Πηνίο συνδεδεμένο με βαλλιστικό γαλβανόμετρο εισέρχεται με τον άξονά του παράλληλο σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Η ένδειξη του γαλβανόμετρου εξαρτάται από την χρονική διάρκεια εισόδου του πηνίου στο πεδίο.

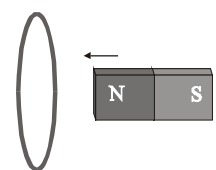
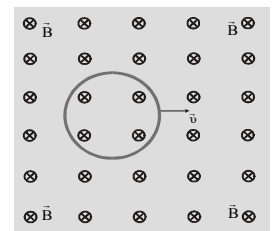
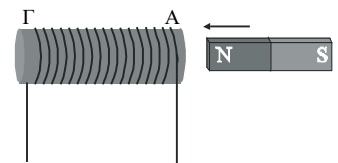
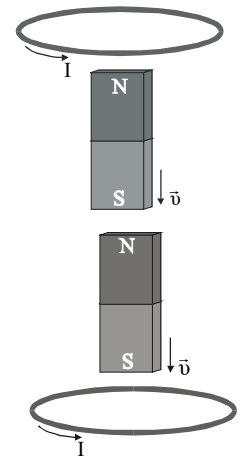
76. Η ΗΕΔ από επαγωγή σε ένα κύκλωμα είναι ανάλογη της μεταβολής της μαγνητικής ροής που διέρχεται από αυτό.

77. Η ΗΕΔ από επαγωγή σε ένα κύκλωμα είναι ανάλογη προς τον χρονικό ρυθμό μεταβολής της μαγνητικής ροής που διέρχεται από αυτό.

78. Ο κανόνας του Lenz είναι αποτέλεσμα της αρχής διατήρησης της ενέργειας.

79. Ο κανόνας του Lenz ορίζει ότι το επαγωγικό ρεύμα έχει τέτοια φορά ώστε να μην αντιστέκεται στην αιτία που το προκαλεί.

80. Ο μαγνήτης κινείται προς τον ακίνητο χάλκινο δακτύλιο με επιταχυνόμενη κίνηση. Η ενέργεια που μεταβιβάζεται στον μαγνήτη μετατρέπεται όλη σε θερμική ενέργεια στην αντίσταση του δακτυλίου.



Ερωτήσεις αντιστοίχισης

81. Να αντιστοιχίσετε τα στοιχεία της αριστερής στήλης με αυτά της δεξιάς.

Ένταση μαγνητικού πεδίου **Είδος πεδίου**

A. $B = k_{\mu} 2I / r$

α. Σωληνοειδές

B. $B = 4\pi k_{\mu} I n / L$

β. Ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός

Γ. $B = k_{\mu} 2\pi I / r$

82. Να αντιστοιχίσετε τα στοιχεία της αριστερής στήλης με αυτά της δεξιάς.

Μαγνητική διαπερατότητα

Είδος υλικών

A. Λίγο μικρότερη από το 0

α. Σιδηρομαγνητικά

B. Λίγο μικρότερη από το 1

β. Παραμαγνητικά

Γ. Λίγο μεγαλύτερη από το 1

γ. Διαμαγνητικά

Δ. Πολύ μεγαλύτερη από το 1

83. Να αντιστοιχίσετε τα στοιχεία της αριστερής στήλης με αυτά της δεξιάς

Δυναμικές γραμμές μαγνητικού πεδίου

Διάταξη όπου παρατηρούνται

A. Κλειστοί, μη κυκλικοί βρόχοι

α. Ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός "απείρου μήκους".

B. Ομόκεντροι κύκλοι.

Γ. Παράλληλες ισαπέχουσες γραμμές.

Δ. Γραμμές που "εξέρχονται" από ένα σημείο.

β. Ομογενές μαγνητικό πεδίο.

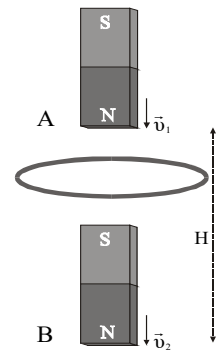
Ε. Γραμμές που συγκλίνουν σ' ένα σημείο

Β Θέμα

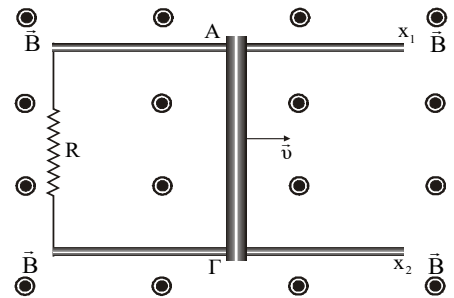
1. Πώς μπορούμε να προσδιορίσουμε πειραματικά την διεύθυνση της έντασης ενός ομογενούς μαγνητικού πεδίου;
2. Πώς μπορούμε να προσδιορίσουμε πειραματικά το φάσμα του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός, “απείρου μήκους”;
3. Αν διπλασιαστεί το ρεύμα που διαρρέει έναν ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό “απείρου μήκους”, σε πόση απόσταση από τον αγωγό πρέπει να τοποθετήσουμε ένα μαγνητόμετρο προκειμένου να μετρήσουμε την ίδια ένταση μαγνητικού πεδίου;
4. Ποια υλικά λέγονται σιδηρομαγνητικά;
5. Τι τιμές παίρνει η μαγνητική διαπερατότητα των παραμαγνητικών και διαμαγνητικών υλικών;
6. Αν προσπαθήσουμε να ερμηνεύσουμε το γήινο μαγνητικό πεδίο, υποθέτοντας ότι ένας ραβδόμορφος μαγνήτης βρίσκεται στο εσωτερικό της Γης, ποια κατεύθυνση θα είχε;
7. Ποιο είναι το μέτρο της δύναμης Laplace πάνω σε ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό, όταν ο αγωγός τοποθετείται παράλληλα ή κάθετα προς τις δυναμικές γραμμές ενός ομογενούς μαγνητικού πεδίου; Ποιο είναι όταν τοποθετείται πλάγια;
8. Με τι ισούται το μέτρο και πώς καθορίζεται η κατεύθυνση της δύναμης Laplace που ασκεί ομογενές μαγνητικό πεδίο σε ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό;
9. Πώς ορίζεται η ένταση του μαγνητικού πεδίου σε κάποιο σημείο του;
10. Ρεύμα έντασης I προκαλεί μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} στο εσωτερικό σωληνοειδούς. Ξετυλίγουμε το σύρμα των σπειρών του και το περιελίσσουμε ξανά έτσι ώστε οι σπείρες να έχουν μεγαλύτερη ακτίνα (και εμβαδόν), διατηρώντας σταθερό το μήκος του σωληνοειδούς. Αν ρευματοδοτήσουμε το σωληνοειδές με ρεύμα ίδιας έντασης I , τότε προκαλείται μαγνητικό πεδίο του οποίου η ένταση είναι
 - α. μεγαλύτερη από την αρχική;
 - β. μικρότερο από την αρχική;
 - γ. ίση με την αρχική;Να επιλέξετε την σωστή απάντηση και να την δικαιολογήσετε.
11. Πώς πρέπει να τοποθετήσουμε δακτυλίδι μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο ώστε η ροή που διέρχεται μέσα απ’ αυτό να είναι ίση με μηδέν;
12. Μια επίπεδη επιφάνεια εμβαδού A βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} . Πώς πρέπει να τοποθετήσουμε την επιφάνεια, ώστε η ροή μέσα απ’ αυτή να είναι ίση με $B \cdot A/2$;
13. Μια επίπεδη επιφάνεια εμβαδού A και μια άλλη εμβαδού $3A$ είναι τοποθετημένες μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο B . Είναι βέβαιο ότι η ροή που διέρχεται από την επιφάνεια εμβαδού $3A$ είναι μεγαλύτερη από την ροή που διέρχεται από την επιφάνεια εμβαδού A ;
14. Ένα μεταλλικό δακτυλίδι κινείται με σταθερή ταχύτητα μέσα σε μαγνητικό πεδίο που δεν είναι ομογενές. Θα κυκλοφορεί ρεύμα στο δακτυλίδι;

- 15.** Στο κεφάλαιο αυτό χρησιμοποιούμε τον όρο “επαγωγική ΗΕΔ”. Υπάρχει και ΗΕΔ που δεν είναι επαγωγική; Να αναφέρετε παράδειγμα.
- 16.** Διαθέτετε ένα ευαίσθητο γαλβανόμετρο, εύκαμπτο μεταλλικό σύρμα και ένα μόνιμο μαγνήτη. Πώς μπορείτε να προκαλέσετε ροή ηλεκτρικού ρεύματος στο γαλβανόμετρο;
- 17.** Σε ποιο φαινόμενο βασίζεται η παραγωγή του ηλεκτρικού ρεύματος που μας παρέχει η ΔΕΗ;
- 18.** Ένα σωληνοειδές πηνίο διαρρέεται από ρεύμα. Αν διπλασιάσουμε την ένταση του ρεύματος που το διαρρέει, πόση θα γίνει η ροή μέσα από κάθε σπείρα του;
- 19.** Είναι δυνατόν να έχουμε μεταβολή μαγνητικής ροής σ’ ένα κύκλωμα χωρίς να έχουμε επαγωγικό ρεύμα στο κύκλωμα αυτό; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.
- 20.** Ορθογώνιο πλαίσιο N σπειρών εισέρχεται με σταθερή ταχύτητα σε περιοχή που επικρατεί ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} , η οποία είναι κάθετη στο επίπεδό του. Η ταχύτητα \vec{v} είναι κάθετη στην μικρότερη πλευρά του πλαισίου. Να δείξετε ότι η ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στο πλαίσιο κατά την διάρκεια της εισόδου του στο πεδίο δίνεται (κατ’ απόλυτη τιμή) από την σχέση $\mathcal{E}_{\text{επ}} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} N$.

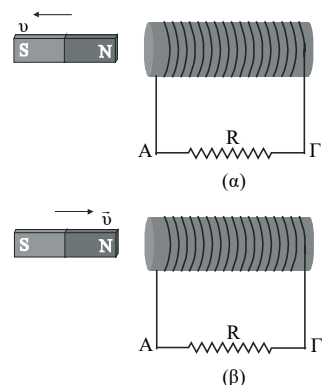
- 21.** Ο μαγνήτης του σχήματος περνάει μέσα από τον χάλκινο δακτύλιο. Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.
- α.** Ποια είναι η φορά του επαγωγικού ρεύματος που διαρρέει τον δακτύλιο, όταν ο μαγνήτης
- πλησιάζει προς τον δακτύλιο.
 - απομακρύνεται από τον δακτύλιο.
- β.** Να υπολογίσετε την ενέργεια που μετατρέπεται σε θερμική στον δακτύλιο, κατά την διαδρομή του μαγνήτη μεταξύ των θέσεων Α και Β. Δίνονται: η μάζα m του μαγνήτη, η επιτάχυνση της βαρύτητας g και οι τιμές των μεγεθών u_1 , u_2 και H .



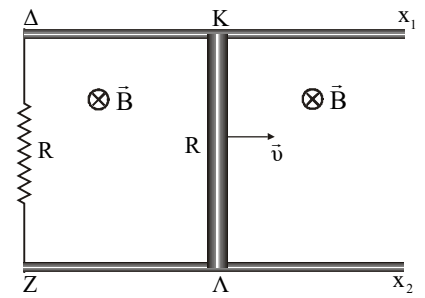
- 22.** Να εξηγήσετε γιατί πρέπει να εφαρμόσουμε εξωτερική δύναμη πάνω στον ευθύγραμμο αγωγό ΑΓ του σχήματος, ώστε αυτός να κινείται με σταθερή ταχύτητα.



- 23.** Να χρησιμοποιήσετε τον κανόνα του Lenz για να απαντήσετε στις ακόλουθες ερωτήσεις που αφορούν την φορά του επαγωγικού ρεύματος:
- α.** Ποια είναι η φορά του επαγόμενου ρεύματος στον αντιστάτη R στο κύκλωμα του σχήματος (α), όταν ο μαγνήτης κινείται προς τ’ αριστερά;
- β.** Ποια είναι η φορά του επαγόμενου ρεύματος στον αντιστάτη R στο κύκλωμα του σχήματος (β), όταν ο μαγνήτης κινείται προς τα δεξιά;

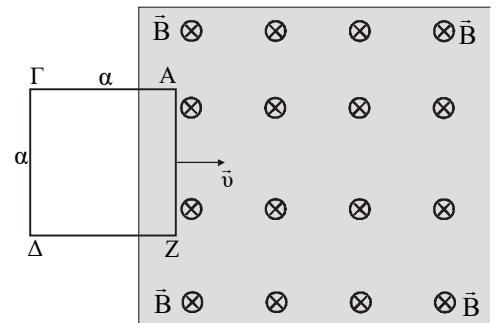


- 24.** Ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ, μήκους L και ωμικής αντίστασης R, κινείται με σταθερή ταχύτητα \bar{u} κατά μήκος των οριζώντιων αγωγών Δx₁ και Ζx₂, όπως φαίνεται στο σχήμα. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και γιατί;



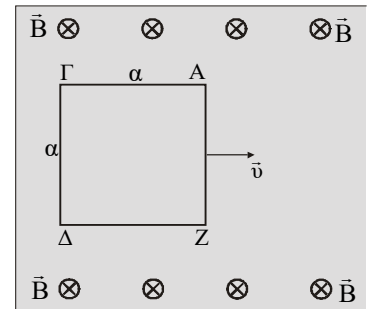
- Η διαφορά δυναμικού $V_{KL} = \frac{BLu}{2}$.
- Στον αγωγό ΚΛ πρέπει να ασκούμε εξωτερική δύναμη για να κινείται με σταθερή ταχύτητα.
- Στον αγωγό ΚΛ πρέπει να προσφέρουμε ενέργεια με ρυθμό $P = \frac{B^2 L^2 u^2}{2R}$, για να κινείται με σταθερή ταχύτητα.
- Στον αγωγό ΚΛ ασκείται δύναμη Laplace ομόρροπη της ταχύτητάς του \bar{u} .

- 25.** Το τετράγωνο συρμάτινο πλαίσιο πλευράς α εισέρχεται με σταθερή ταχύτητα \bar{u} στην περιοχή που επικρατεί ομογενές μαγνητικό πεδίο \bar{B} , όπως φαίνεται στο σχήμα. Κάθε πλευρά του πλαισίου έχει αντίσταση R. Με ποιο ή ποια από τα παρακάτω συμφωνείτε ή διαφωνείτε και γιατί;



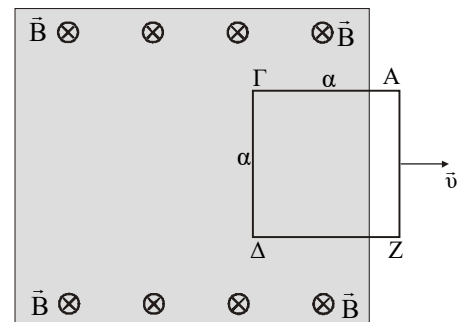
- Κατά τη διάρκεια εισόδου του πλαισίου ισχύει $V_{AZ} = Ba u$.
- Κατά την διάρκεια εισόδου του πλαισίου ισχύει $V_{ΓΔ} = \frac{Ba u}{4}$.
- Για να εισέρχεται το πλαίσιο με σταθερή ταχύτητα πρέπει να προσφέρουμε σ' αυτό ενέργεια με ρυθμό $P = \frac{B^2 a^2 u^2}{4R}$.
- Στο τμήμα της πλευράς ΑΓ που βρίσκεται μέσα στο πεδίο, κατά την διάρκεια της εισόδου του πλαισίου, δεν ασκείται δύναμη Laplace.

- 26.** Το τετράγωνο συρμάτινο πλαίσιο πλευράς α, κινείται με σταθερή ταχύτητα \bar{u} μέσα σε περιοχή που επικρατεί ομογενές μαγνητικό πεδίο \bar{B} , όπως φαίνεται στο σχήμα. Κάθε πλευρά του πλαισίου έχει αντίσταση R. Με ποιο ή ποια από τα παρακάτω συμφωνείτε ή διαφωνείτε και γιατί;



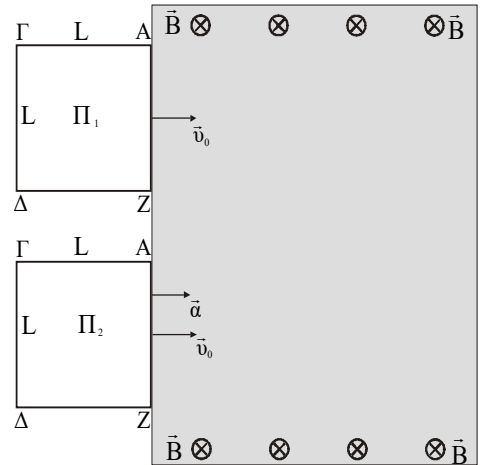
- Η επαγόμενη ΗΕΔ στο πλαίσιο είναι ίση με μηδέν.
- Η διαφορά δυναμικού $V_{AZ} = 0$.
- Η διαφορά δυναμικού $V_{ΓΔ} = Ba u$.
- Στην πλευρά ΑΖ ασκείται δύναμη Laplace αντίρροπη της ταχύτητας \bar{u} .

- 27.** Το τετράγωνο συρμάτινο πλαίσιο πλευράς α εξέρχεται με σταθερή ταχύτητα \bar{u} από περιοχή που επικρατεί ομογενές μαγνητικό πεδίο \bar{B} , όπως φαίνεται στο σχήμα. Κάθε πλευρά του πλαισίου έχει αντίσταση R. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και γιατί;



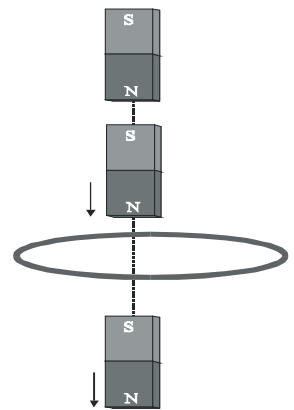
- Η διαφορά δυναμικού $V_{ΓΔ} = Ba u$.
- Η διαφορά δυναμικού $V_{AZ} = \frac{Ba u}{4}$.
- Για να εξέρχεται το πλαίσιο με σταθερή ταχύτητα, πρέπει να προσφέρουμε σ' αυτό ενέργεια με ρυθμό $P = \frac{B^2 a^2 u^2}{4R}$.
- Στο τμήμα της πλευράς ΑΓ, που βρίσκεται μέσα στο πεδίο, κατά την διάρκεια της εξόδου του πλαισίου, δεν ασκείται δύναμη Laplace.

28. Τα τετράγωνα συρμάτινα πλαίσια Π_1 και Π_2 είναι πανομοιότυπα. Κάθε πλευρά έχει αντίσταση R και μήκος L . Την χρονική στιγμή $t = 0$ βρίσκονται στις θέσεις που φαίνεται στο σχήμα και εισέρχονται στην περιοχή που επικρατεί ομογενές μαγνητικό πεδίο \vec{B} . Το πλαίσιο Π_1 εισέρχεται με σταθερή ταχύτητα \vec{v}_0 ενώ το πλαίσιο Π_2 εισέρχεται με αρχική ταχύτητα \vec{v}_0 εκτελώντας κίνηση ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη. Με ποιο ή ποια από τα παρακάτω συμφωνείτε ή διαφωνείτε και γιατί;



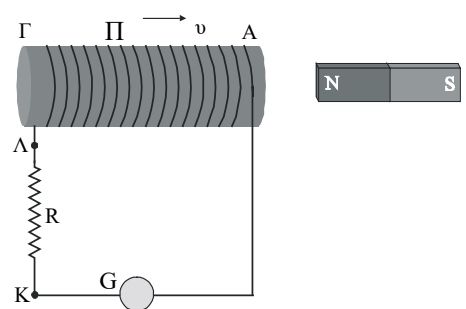
- α.** Όσο χρόνο διαρκεί η είσοδος του πλαισίου Π_2 , στο πλαίσιο Π_1 επάγεται κάθε χρονική στιγμή μικρότερη ηλεκτρεγερτική δύναμη από εκείνη που επάγεται στο πλαίσιο Π_2 .
- β.** Κατά την διάρκεια της εισόδου των πλαισίων περνάει από μια διατομή του σύρματος της πλευράς $\Gamma\Delta$ η ίδια συνολική ποσότητα ηλεκτρικού φορτίου.
- γ.** Για να εισέρχεται το πλαίσιο Π_2 με σταθερή επιτάχυνση στην περιοχή του μαγνητικού πεδίου, πρέπει να ασκούμε σ' αυτό σταθερή εξωτερική δύναμη.
- δ.** Για να εισέρχεται το πλαίσιο Π_1 με σταθερή ταχύτητα στην περιοχή του μαγνητικού πεδίου δε χρειάζεται να ασκούμε σ' αυτό εξωτερική δύναμη.

29. Ο μαγνήτης αφήνεται ελεύθερος να κινηθεί κατά μήκος της κατακόρυφου που περνάει από το κέντρο του χάλκινου ακίνητου δακτυλίου. Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και γιατί;



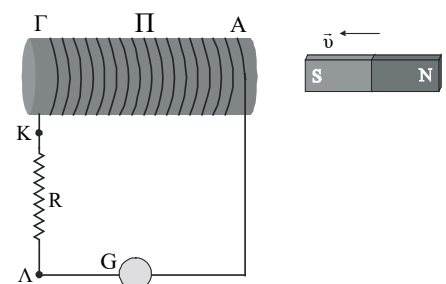
- α.** Όταν ο μαγνήτης πλησιάζει προς τον δακτύλιο δέχεται από αυτόν απωστική δύναμη.
- β.** Κατά την απομάκρυνσή του από τον δακτύλιο ο μαγνήτης δέχεται ελκτική δύναμη.
- γ.** Η ενέργεια που μεταφέρεται στο μαγνήτη μέσω του έργου του βάρους μετατρέπεται όλη σε κινητική ενέργεια του μαγνήτη.
- δ.** Ο μαγνήτης κινείται με επιτάχυνση \vec{g} .

30. Το πηνίο Π κινείται προς τον βόρειο πόλο του ακίνητου μαγνήτη με σταθερή ταχύτητα. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και γιατί;



- α.** Στο άκρο A του πηνίου εμφανίζεται βόρειος μαγνητικός πόλος.
- β.** Στο άκρο A του πηνίου εμφανίζεται νότιος μαγνητικός πόλος.
- γ.** Στο πηνίο πρέπει να ασκείται εξωτερική δύναμη για να κινείται προς τον μαγνήτη με σταθερή ταχύτητα.
- δ.** Το ρεύμα στον αντιστάτη R έχει φορά από το $K \rightarrow \Lambda$.

31. Ο μαγνήτης κινείται προς το ακίνητο πηνίο με σταθερή ταχύτητα. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και γιατί;

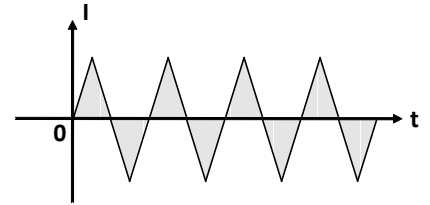


- α.** Στο άκρο A του πηνίου εμφανίζεται βόρειος μαγνητικός πόλος.
- β.** Στο άκρο A του πηνίου εμφανίζεται νότιος μαγνητικός πόλος.
- γ.** Στο μαγνήτη πρέπει να ασκείται εξωτερική δύναμη για να κινείται με σταθερή ταχύτητα.
- δ.** Το ρεύμα στον αντιστάτη R έχει φορά από το $K \rightarrow \Lambda$.

32. Τι ονομάζεται ενεργός ένταση και τι πλάτος έντασης ενός εναλλασσόμενου ρεύματος; Ποια είναι η μεταξύ τους σχέση;

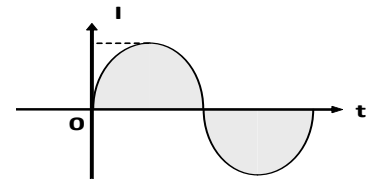
33. Να σχεδιάσετε στο ίδιο διάγραμμα τη γραφική παράσταση (συναρτήσει του χρόνου) μιας αρμονικά εναλλασσόμενης τάσης και της ενεργού τιμής της.

34. Εναλλασσόμενο ρεύμα λέγεται κάθε ηλεκτρικό ρεύμα του οποίου η τιμή και η φορά μεταβάλλονται περιοδικά. Το ρεύμα του παραπλεύρως σχήματος είναι εναλλασσόμενο; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.



35. Η ενεργός τάση που παρέχεται από μια γεννήτρια εναλλασσόμενου είναι 110 V. Είναι δυνατό, κάποια στιγμή, η τιμή της τάσης να είναι 220 V; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

36. Στο παραπλεύρως σχήμα φαίνεται η γραφική παράσταση ενός εναλλασσόμενου ρεύματος. Βλέπουμε ότι η ένταση του ρεύματος παίρνει και αρνητικές τιμές. Τι σημαίνει αυτό;

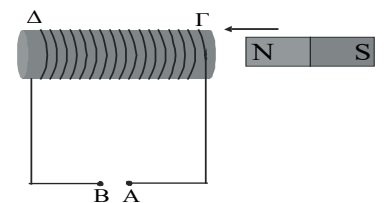


37. Το πλαίσιο μιας γεννήτριας εναλλασσόμενου ρεύματος περιστρέφεται με συχνότητα 50 Hz. Αν η συχνότητα περιστροφής του πλαισίου γίνει 100 Hz, θα μεταβληθεί το πλάτος της εναλλασσόμενης τάσης που παράγει η γεννήτρια; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

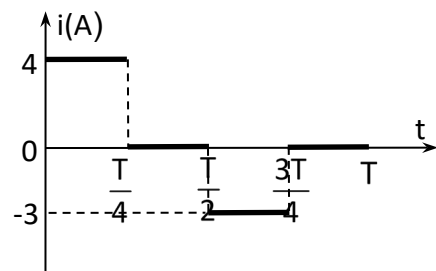
38. Πώς ορίζονται
α. η ενεργός ένταση του εναλλασσόμενου ρεύματος.
β. η ενεργός τάση της εναλλασσόμενης τάσης.

39. Μέσα σε μαγνητικό πεδίο τοποθετούμε έναν κύβο. Η ολική μαγνητική ροή που θα περνάει μέσα από τον κύβο:
α. είναι μηδέν
β. είναι θετική
γ. εξαρτάται από τον προσανατολισμό του κύβου μέσα στο πεδίο.

40. Κατά την διάρκεια της κίνησης του μαγνήτη προς το ακίνητο πηνίο
α. στο άκρο Γ του πηνίου εμφανίζεται νότιος μαγνητικός πόλος.
β. στο άκρο Γ του πηνίου εμφανίζεται βόρειος μαγνητικός πόλος.
γ. το πηνίο διαρρέεται από ρεύμα έντασης I.
δ. στα άκρα A, B εμφανίζεται τάση από επαγωγή με το (+) στο B.
 Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.



41. Σύρμα διαρρέεται από περιοδικά μεταβαλλόμενο ρεύμα, του οποίου η ένταση στη διάρκεια μιας περιόδου T μεταβάλλεται όπως στο σχήμα. Να υπολογίσετε την ενεργό ένταση αυτού του ρεύματος.

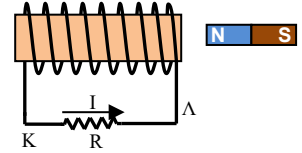


42. Ένα ορθογώνιο πλαίσιο με N σπείρες που περιστρέφεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου B, με σταθερή γωνιακή ταχύτητα, μας δίνει στα άκρα του εναλλασσόμενη τάση της μορφής

$v = v\eta\mu\omega t$. Αν διπλασιάσουμε την γωνιακή ταχύτητα περιστροφής του, τότε η εναλλασσόμενη τάση θα έχει:

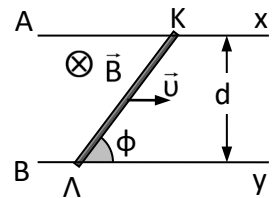
- α. διπλάσιο πλάτος και ίδια συχνότητα
- β. ίδιο πλάτος και διπλάσια συχνότητα
- γ. διπλάσιο πλάτος και διπλάσια συχνότητα.

43. Στην διάταξη του σχήματος, κατά την κίνηση του μαγνήτη κατά μήκος του άξονα του πηνίου, το επαγωγικό ρεύμα διαρρέει την αντίσταση R με φορά από το K προς το Λ. Αν το πηνίο είναι ακλόνητο, τότε ο μαγνήτης
- α. πλησιάζει προς το πηνίο
 - β. απομακρύνεται από το πηνίο
 - γ. παραμένει ακίνητος

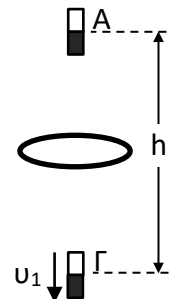


44. Ένας ευθύγραμμος μεταλλικός αγωγός μήκους L αφήνεται να πέσει ελεύθερα από ύψος h, παραμένοντας συνέχεια οριζόντιος. Το επίπεδο κίνησής του είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης B. Να υπολογίσετε την στιγμιαία Η.Ε.Δ. από επαγωγή σε συνάρτηση με τον χρόνο t και να κατασκευάσετε την αντίστοιχη γραφική παράσταση.

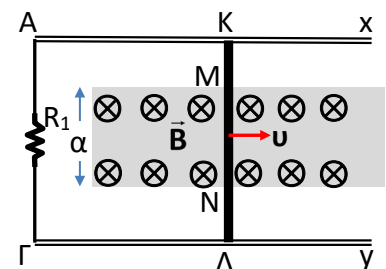
45. Στην διάταξη του σχήματος, ο αγωγός ΚΛ έχει μήκος L και κινείται με σταθερή ταχύτητα u, μένοντας διαρκώς σε επαφή στα άκρα του Κ, Λ με τους αγωγούς Αx και Βy. Οι αγωγοί αυτοί απέχουν απόσταση d. Ο ΚΛ σχηματίζει γωνία φ με τους αγωγούς όπως στο σχήμα. Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε ομογενές πεδίο έντασης B κάθετο στο επίπεδο των αγωγών. Η Η.Ε.Δ. από επαγωγή που αναπτύσσεται στον αγωγό ΚΛ δίνεται από την σχέση:
- α. $E_{επ} = BuL$
 - β. $E_{επ} = Bud$
 - γ. $E_{επ} = BuL\sin\phi$



46. Ένας ραβδόμορφος μαγνήτης μάζας m αφήνεται να πέσει από σημείο Α πάνω από σταθερό μεταλλικό δακτύλιο, έτσι ώστε να περάσει από μέσα του. Ο μαγνήτης φτάνει στο σημείο Γ, το οποίο απέχει από το Α κατακόρυφη απόσταση h, έχοντας ταχύτητα $u_1 = \frac{3u}{4}$, όπου u είναι η ταχύτητα που θα είχε αν δεν υπήρχε ο δακτύλιος. Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας g. Η θερμική ενέργεια Q που μεταφέρεται στο περιβάλλον λόγω της αντίστασης του δακτυλίου είναι:
- α. $Q = \frac{9mgh}{16}$
 - β. $Q = \frac{7mgh}{16}$
 - γ. $Q = \frac{mgh}{4}$

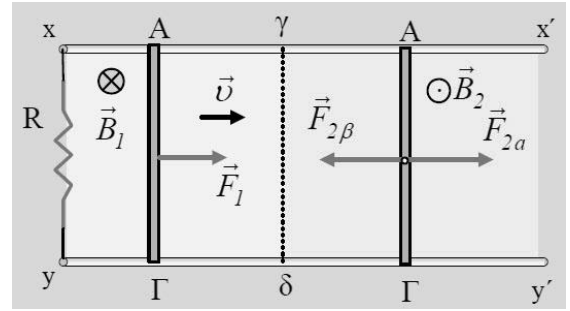


47. Μια αγώγιμη ράβδος ΚΛ μήκους $L = 5\text{ m}$, σταθερής διατομής και ωμικής αντίστασης $R = 30\ \Omega$, κινείται με σταθερή ταχύτητα μέτρου $u = 4\text{ m/s}$, κατά μήκος δύο παράλληλων αγώγιμων λεπτών αγωγών Αx και Βy, αμελητέας ωμικής αντίστασης. Τα άκρα Α και Γ των αγωγών ενώνονται με ωμική αντίσταση $R_1 = 10\ \Omega$. Κάποια χρονική στιγμή η ράβδος ΚΛ, διανύει με την ίδια σταθερή ταχύτητα περιοχή που θεωρούμε ότι επικρατεί κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο μέτρου έντασης $B = 2\text{ T}$ και πλάτους $\alpha = 2\text{ m}$. Το πεδίο τέμνει νοητά τη ράβδο στα σημεία Μ και Ν όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα.



- A. Η ηλεκτρεγερτική δύναμη που θα εμφανιστεί στη ράβδο έχει κατά απόλυτη τιμή:
 - α. $E = 40\text{ V}$
 - β. $E = 16\text{ V}$
 - γ. $E = 24\text{ V}$
- B. Η διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων Μ και Ν στη ράβδο είναι ίση με:
 - α. $V_{MN} = 11,2\text{ V}$
 - β. $V_{MN} = 12\text{ V}$
 - γ. $V_{MN} = 3,6\text{ V}$

- 48.** Ο αγωγός ΑΓ με αντίσταση r , κινείται οριζόντια με σταθερή ταχύτητα u , χωρίς τριβές, σε επαφή με δύο παράλληλους οριζόντιους αγωγούς $x x'$ και $y y'$, οι οποίοι δεν εμφανίζουν αντίσταση, μέσα και ένα κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B_1 . Για την παραπάνω κίνηση απαιτείται η εξάσκηση μιας οριζόντιας δύναμης μέτρου F_1 , όπως στο σχήμα. Μόλις ο ΑΓ φτάσει στην θέση $\gamma\delta$, περνά σε ένα δεύτερο κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο, με ένταση μέτρου $B_2 = 2B_1$, αντίθετης φοράς από το προηγούμενο.



- A.** Για να συνεχίσει η κίνηση του αγωγού με την ίδια ταχύτητα, μέσα στο πεδίο έντασης B_2 , απαιτείται η εξάσκηση δύναμης F_2 , με κατεύθυνσης όπως το διάνυσμα $\vec{F}_{2\alpha}$ ή όπως το διάνυσμα $\vec{F}_{2\beta}$;
- B.** Τα μέτρα των δυνάμεων F_1 και F_2 συνδέονται με την σχέση:
- α.** $F_2 = F_1$, **β.** $F_2 = 2F_1$, **γ.** $F_2 = 3F_1$, **δ.** $F_2 = 4F_1$.

Θέματα Γ και Δ

Για τις παρακάτω ασκήσεις και προβλήματα να θεωρήσετε γνωστές τις σταθερές $k_{\mu} = 10^{-7} \text{ N/A}^2$ και $g = 10 \text{ m/s}^2$

1. Μία ευθύγραμμη αγωγική ράβδος, μάζας $m = 20 \text{ g}$ και μήκους $\alpha = 0,5 \text{ m}$, τοποθετείται οριζόντια. Η ράβδος είναι κάθετη προς τις οριζόντιες γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου $B = 0,2 \text{ T}$. Να υπολογίσετε το ρεύμα I με το οποίο πρέπει να την ρευματοδοτήσουμε, προκειμένου η δύναμη που θα ασκηθεί πάνω της να εξισορροπεί το βάρος της.

[Απ. 2 A]

2. Ευθύγραμμος αγωγός μήκους 1 m φέρει ρεύμα 10 A και σχηματίζει γωνία 30° με ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $0,15 \text{ T}$. Προσδιορίστε το μέτρο και την διεύθυνση της δύναμης πάνω στον αγωγό.

[Απ. 0,75 N]

3. Σύρμα μήκους $L = 0,5 \text{ m}$ βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 0,8 \text{ T}$ και διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I = 5 \text{ A}$. Να βρείτε την δύναμη Laplace που ασκείται στο σύρμα εφόσον

α. είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές.

β. σχηματίζει γωνία 30° με την κατεύθυνση των δυναμικών γραμμών.

γ. είναι παράλληλο στις δυναμικές γραμμές.

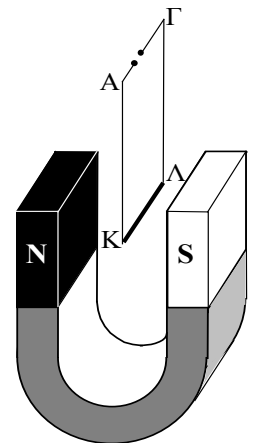
[Απ. (α) 2 N, (β) 1 N, (γ) 0]

4. Δύο ευθύγραμμοι αγωγοί "απείρου μήκους" τέμνουν κάθετα ένα επίπεδο στα σημεία A και Γ. Αν τα ομόρροπα ρεύματά τους είναι $I_A = 30 \text{ A}$ και $I_\Gamma = 20 \text{ A}$ ενώ η απόσταση $A\Gamma = 20 \text{ cm}$, να βρείτε το σημείο ή τα σημεία της ευθείας AΓ στα οποία η ένταση του μαγνητικού πεδίου μηδενίζεται. [Απ. 8 cm από το Γ]

5. Υποθέστε ότι οι δύο αγωγοί της προηγούμενης άσκησης βρίσκονται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Ποια πρέπει να είναι η έντασή του (μέτρο και κατεύθυνση) ώστε να μην ασκείται καμιά δύναμη στον αγωγό Γ;

[Απ. $3 \cdot 10^{-5} \text{ T}$]

6. Χάλκινος ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ μήκους $L = 4 \text{ cm}$, μάζας $m = 2 \text{ g}$ και αντίστασης $R = 2 \Omega$, εξαρτάται οριζόντια από δύο αγωγικά νήματα ΑΚ και ΓΛ, όπως φαίνεται στο σχήμα. Τα σημεία Α και Γ συνδέονται με τους πόλους πηγής ΗΕΔ Ε και εσωτερικής αντίστασης $r = 1\Omega$. Ο αγωγός ΚΛ τοποθετείται στο διάκενο μεταξύ των πόλων πεταλοειδούς μαγνήτη κάθετα στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού του πεδίου, μέτρου $B = 5 \cdot 10^{-2} \text{ T}$, το οποίο θεωρούμε ομογενές σ' όλο το μήκος του αγωγού.



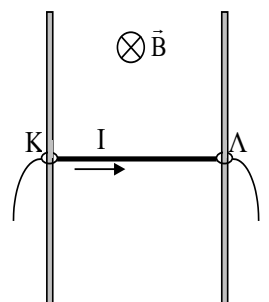
α. Να προσδιορίσετε ποιος από τους δύο πόλους της πηγής πρέπει να είναι θετικός και ποιος αρνητικός, ώστε η δύναμη Laplace στον αγωγό ΚΛ να είναι αντίρροπη του βάρους του.

β. Πόση πρέπει να είναι η ΗΕΔ Ε της πηγής ώστε να είναι η δύναμη Laplace αντίθετη του βάρους του αγωγού;

γ. Πόση είναι η πολική τάση της πηγής;

[Απ. (β) 30 V, (γ) 20 V]

7. Ένας ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ, μήκους $L = 1 \text{ m}$ και μάζας $m = 0,4 \text{ kg}$, είναι συνεχώς κάθετος σε δύο κατακόρυφους μονωτικούς στύλους, πάνω στους οποίους μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές. Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο, κάθετο στο επίπεδο των δύο στύλων. Ο αγωγός συγκρατείται ακίνητος. Αν διαβιβάσουμε στον αγωγό ρεύμα έντασης $I = 4 \text{ A}$ και τον αφήνουμε ελεύθερο, να βρείτε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου ώστε ο αγωγός



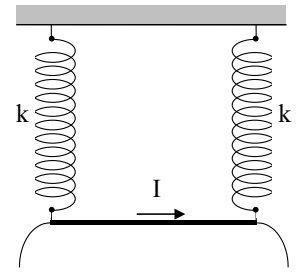
α. να παραμένει ακίνητος.

β. να κατεβαίνει με επιτάχυνση μέτρου $\alpha = 2 \text{ m/s}^2$.

γ. να ανεβαίνει με επιτάχυνση μέτρου $\alpha = 2 \text{ m/s}^2$.

[Απ. (α) 1 T, (β) 0,8 T, (γ) 1,2 T]

8. Ευθύγραμμος αγωγός, μήκους $L = 10 \text{ cm}$ και μάζας $m = 20 \text{ g}$, κρέμεται από τα άκρα δύο παράλληλων ιδανικών ελατηρίων ίδιας σταθεράς k και διατηρείται οριζόντιος σε κατάσταση ισορροπίας. Διαπιστώνουμε ότι η επιμήκυνση καθενός ελατηρίου είναι ίση με $\Delta L_1 = 0,4 \text{ cm}$.

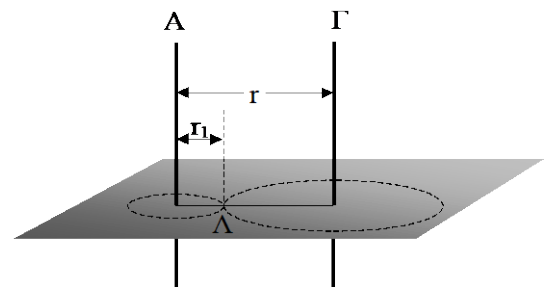


α. Να υπολογίσετε την σταθερά k .

β. Διαβιβάζουμε στον αγωγό ρεύμα έντασης $I = 2 \text{ A}$ που έχει την κατεύθυνση που φαίνεται στο σχήμα και συγχρόνως δημιουργούμε ομογενές μαγνητικό πεδίο \vec{B} κάθετο στο επίπεδο των ελατηρίων. Παρατηρούμε ότι τα ελατήρια επιμηκύνονται κατά $\Delta L_2 = 0,2 \text{ cm}$, επιπλέον. Να βρείτε το μέτρο και την κατεύθυνση της έντασης του μαγνητικού πεδίου.

[Απ. (α) 25 N/m , (β) $0,5 \text{ T}$]

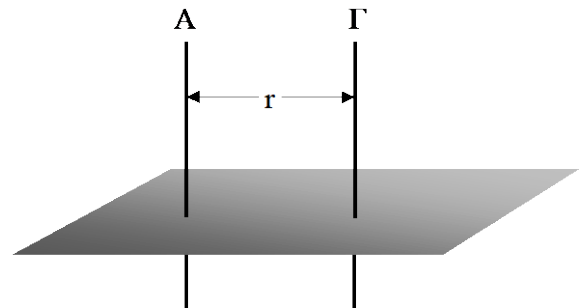
9. Δύο παράλληλοι ευθύγραμμοι αγωγοί A και Γ, μεγάλου μήκους, απέχουν μεταξύ τους $r = 5 \text{ cm}$ και διαρρέονται από ρεύματα με εντάσεις $I_1 = 2 \text{ A}$ και $I_2 = 1,5 \text{ A}$, αντίστοιχα. Να βρείτε την ένταση του μαγνητικού πεδίου σε σημείο Λ που βρίσκεται πάνω στην ευθεία που ενώνει τους αγωγούς και σε απόσταση $r_1 = 2 \text{ cm}$ από τον αγωγό A, όταν τα ρεύματα που διαρρέουν τους αγωγούς είναι



α. ομόρροπα. β. αντίρροπα.

[Απ. (α) 10^{-5} T με κατεύθυνση του \vec{B}_1 , (β) $3 \cdot 10^{-5} \text{ T}$ ομόρροπο με τα \vec{B}_1, \vec{B}_2]

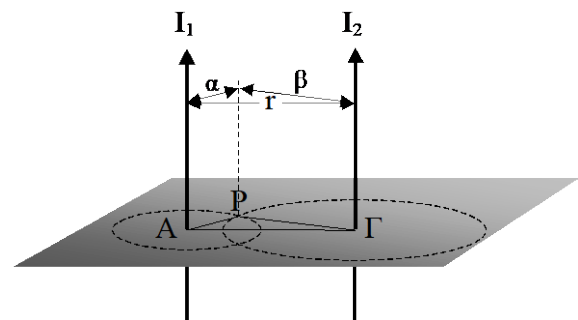
10. Δύο παράλληλοι ευθύγραμμοι αγωγοί A και Γ, μεγάλου μήκους, απέχουν μεταξύ τους $r = 30 \text{ cm}$. Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό Γ είναι τετραπλάσια της έντασης του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό A. Να βρείτε την απόσταση, από το σύρμα A, ενός σημείου στο οποίο η ένταση του μαγνητικού πεδίου είναι ίση με μηδέν, αν τα ρεύματα που διαρρέουν τα σύρματα είναι



α. ομόρροπα. β. αντίρροπα.

[Απ. (α) 6 cm δεξιά του A, (β) 10 cm αριστερά του A]

11. Δύο παράλληλοι ευθύγραμμοι αγωγοί A και Γ, μεγάλου μήκους, απέχουν μεταξύ τους $r = 13 \text{ cm}$ και διαρρέονται από ομόρροπα ρεύματα $I_1 = I_2 = 3 \text{ A}$. Να προσδιορίσετε την ένταση \vec{B} του μαγνητικού πεδίου στο σημείο P, που απέχει $\alpha = 5 \text{ cm}$ από τον αγωγό A και $\beta = 12 \text{ cm}$ από τον αγωγό Γ, εξαιτίας του ρεύματος που διαρρέει



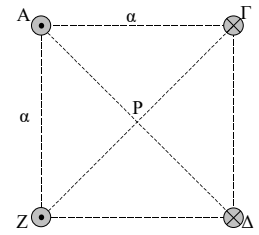
α. τον αγωγό A. β. τον αγωγό Γ.

γ. και τους δύο αγωγούς (μόνο κατά μέτρο).

Το τρίγωνο APΓ είναι ορθογώνιο.

[Απ. (α) $12 \cdot 10^{-6} \text{ T}$ κατά την κατεύθυνση $\vec{P}\vec{\Gamma}$ (β) $5 \cdot 10^{-6} \text{ T}$ κατά την κατεύθυνση $\vec{A}\vec{P}$, (γ) $13 \cdot 10^{-6} \text{ T}$]

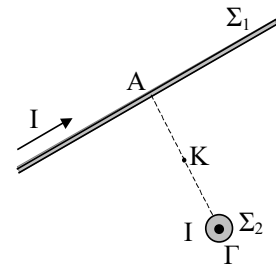
- 12.** Τέσσερις μεγάλου μήκους ευθύγραμμοι αγωγοί A, Γ, Δ και Z είναι παράλληλοι μεταξύ τους και διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα, έντασης $I = 4 \text{ A}$. Η φορά των ρευμάτων στους αγωγούς αυτούς σημειώνεται στο σχήμα, ενώ η πλευρά του τετραγώνου ΑΓΔΖ έχει μήκος $a = 0,2 \text{ m}$. Να προσδιορίσετε την ένταση \vec{B} του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο P του τετραγώνου, εξ αιτίας του ρεύματος που διαρρέει



- α. τον αγωγό A.
β. τους αγωγούς A και Δ.
γ. τους αγωγούς Γ και Z.
δ. και από τους τέσσερις αγωγούς.

[Απ. (α) $4\sqrt{2} \cdot 10^{-6} \text{ T}$ κατά την κατεύθυνση $\vec{P}\Gamma$, (β) $8\sqrt{2} \cdot 10^{-6} \text{ T}$ κατά την κατεύθυνση $\vec{P}\Gamma$, (γ) $8\sqrt{2} \cdot 10^{-6} \text{ T}$ κατά την κατεύθυνση $\vec{P}\Delta$, (δ) $16 \cdot 10^{-6} \text{ T}$ με κατεύθυνση που σχηματίζει γωνία 45° με τις PA, PΓ]

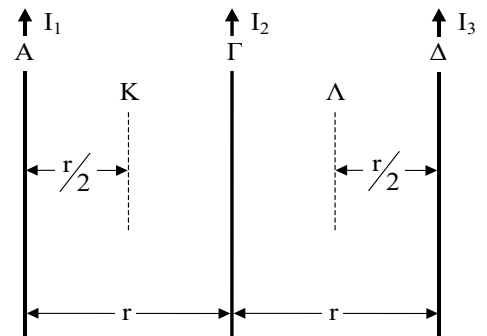
- 13.** Δύο ευθύγραμμα σύρματα, μεγάλου μήκους, βρίσκονται τοποθετημένα όπως στο σχήμα. Η απόσταση ΑΓ είναι ίση με $2\sqrt{2} \text{ m}$. Καθένα από τα σύρματα διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I = 2 \text{ A}$ με φορά που σημειώνεται στο σχήμα. Να προσδιορίσετε το μέτρο B της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο μέσον K της ΑΓ, εξ αιτίας του ρεύματος που διαρρέει



- α. καθένα από τα σύρματα.
β. και τα δύο σύρματα.

[Απ. (α) $2\sqrt{2} \cdot 10^{-7} \text{ T}$, (β) $4 \cdot 10^{-7} \text{ T}$]

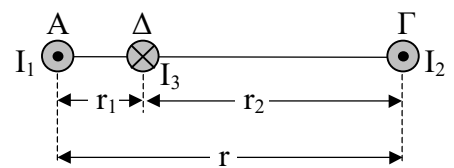
- 14.** Τρεις παράλληλοι ευθύγραμμοι αγωγοί A, Γ και Δ βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο και διαρρέονται από ρεύματα ίδιας φοράς, των οποίων οι εντάσεις είναι $I_1 = 6 \text{ A}$, $I_2 = 7,5 \text{ A}$ και $I_3 = 9 \text{ A}$, αντίστοιχα. Ο μεσαίος αγωγός Γ απέχει από τους A και Δ αποστάσεις ίσες προς $r = 20 \text{ cm}$. Να υπολογίσετε την ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από τους τρεις αγωγούς



- α. στο μέσον K της απόστασης των A και Γ.
β. στο μέσον Λ της απόστασης των Γ και Δ.

[Απ. (α) $9 \cdot 10^{-6} \text{ T}$ με φορά προς τον αναγνώστη, (β) 10^{-6} T με φορά προς την σελίδα]

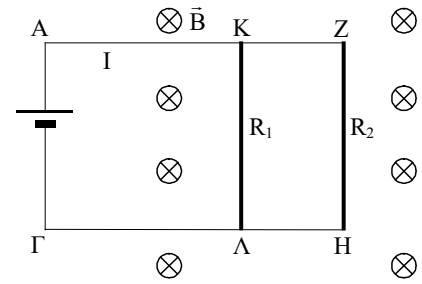
- 15.** Δύο παράλληλα σύρματα A και Γ, μεγάλου μήκους, απέχουν μεταξύ τους $r = 20 \text{ cm}$ και διαρρέονται από ομόρροπα ρεύματα $I_1 = 15 \text{ A}$ και $I_2 = 3 \text{ A}$. Ένα τρίτο σύρμα Δ τοποθετείται ανάμεσα στα A και Γ, είναι παράλληλο προς αυτά και η απόστασή του από το σύρμα A είναι $r_1 = 5 \text{ cm}$. Αν το σύρμα Δ διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I_3 = 2 \text{ A}$, αντίρροπο προς τα δύο άλλα, να βρείτε την δύναμη που ασκείται σε τμήμα του που έχει μήκος $L = 1 \text{ m}$, από το μαγνητικό πεδίο που δημιουργείται εξ αιτίας του ρεύματος που διαρρέει



- α. το σύρμα A. β. το σύρμα Γ. γ. και τα δύο σύρματα A και Γ.

[Απ. (α) $12 \cdot 10^{-5} \text{ N}$, (β) $0,8 \cdot 10^{-5} \text{ N}$, (γ) $11,2 \cdot 10^{-5} \text{ N}$]

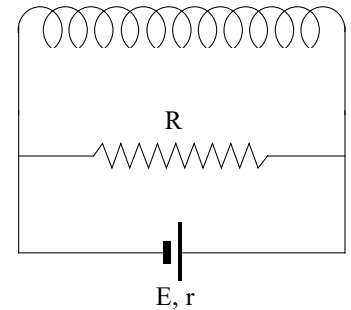
- 16.** Τα άκρα A και Γ δύο παράλληλων οριζόντιων μεταλλικών ράβδων AZ και ΓΗ αμελητέας αντίστασης, που απέχουν μεταξύ τους $L = 1 \text{ m}$, συνδέονται με τους πόλους ηλεκτρικής πηγής ΗΕΔ $E = 9 \text{ V}$ και εσωτερικής αντίστασης $r = 1 \Omega$. Το επίπεδο των ράβδων είναι κάθετο σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο $B = 1 \text{ T}$. Τα σημεία K και Λ συνδέονται αγωγίμα με ευθύγραμμο σύρμα χρωμονικελίνης του οποίου η αντίσταση είναι $R_1 = 6 \Omega$, ενώ τα σημεία Z και Η συνδέονται αγωγίμα με ευθύγραμμο σύρμα χρωμονικελίνης του οποίου η αντίσταση είναι $R_2 = 3 \Omega$. Και τα δύο αυτά σύρματα είναι κάθετα προς τις οριζόντιες μεταλλικές ράβδους. Να βρείτε



- την ισοδύναμη αντίσταση του εξωτερικού κυκλώματος.
- την ένταση του ρεύματος που διαρρέει κάθε στοιχείο.
- την διαφορά δυναμικού V_{KL} .
- την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό ΖΗ.
- την δύναμη Laplace που ασκείται στον αγωγό ΖΗ, λόγω του μαγνητικού πεδίου B.

[Απ. (α) 2Ω , (β) 3 A , (γ) 6 V , (δ) 2 A , (ε) 2 N]

- 17.** Το σωληνοειδές του σχήματος έχει $n = 400$ σπείρες διαμέτρου $\Delta = 10 \text{ cm}$ ενώ το μήκος του είναι $L = 40 \text{ cm}$. Το σύρμα από το οποίο είναι κατασκευασμένο το σωληνοειδές έχει διάμετρο $\delta = 0,4 \text{ mm}$ ενώ η ειδική αντίσταση του υλικού του είναι $\rho = 1,5 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$. Παράλληλα προς το σωληνοειδές συνδέεται αντιστάτης $R = 7,5 \Omega$ και πηγή της οποίας τα στοιχεία ταυτότητας είναι $E = 18 \text{ V}$ και $r = 1 \Omega$. Με βάση τα παραπάνω δεδομένα να υπολογίσετε



- την αντίσταση του σωληνοειδούς.
- την ισοδύναμη αντίσταση του εξωτερικού κυκλώματος.
- την ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή.
- την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το σωληνοειδές.
- την ένταση του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του σωληνοειδούς.

[Απ. (α) 15Ω , (β) 5Ω , (γ) 3 A , (δ) 1 A , (ε) $12,56 \cdot 10^{-4} \text{ T}$]

- 18.** Σωληνοειδές 800 σπειρών έχει μήκος $L = 40 \text{ cm}$ ενώ η ηλεκτρική αντίσταση που παρουσιάζει το σύρμα του είναι $R = 3 \Omega$. Τα άκρα του σωληνοειδούς συνδέονται με τους πόλους ηλεκτρικής πηγής της οποίας τα στοιχεία ταυτότητας είναι $E = 10 \text{ V}$ και $r = 1 \Omega$. Να βρείτε

- την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το σωληνοειδές.
- το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του σωληνοειδούς.
- πόσο γίνεται το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του αν εισαχθεί σιδηρομαγνητικός πυρήνας ο οποίος εμφανίζει μαγνητική διαπερατότητα $\mu = 1000$.

[Απ. (α) $2,5 \text{ A}$, (β) $6,28 \cdot 10^{-3} \text{ T}$, (γ) $6,28 \text{ T}$]

- 19. A.** Σωληνοειδές έχει 500 σπείρες και μήκος $L = 60 \text{ cm}$. Η αντίσταση του είναι $R_z = 4 \Omega$ ενώ το σύρμα της περιέλιξης έχει εμβαδόν διατομής $S = 1 \text{ mm}^2$. Η ειδική αντίσταση του μετάλλου από το οποίο είναι κατασκευασμένο το σύρμα είναι $\rho = 1,6 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$.

Να υπολογίσετε το μήκος ℓ του σύρματος της περιέλιξης.

- B.** Δύο αντιστάτες $R_1 = 60 \Omega$ και $R_2 = 20 \Omega$ συνδέονται παράλληλα με αντιστάτη R_3 για να σχηματίσουν αντιστάτη με ισοδύναμη αντίσταση $R = 6 \Omega$. Να υπολογίσετε την τιμή της αντίστασης R_3 .

- Γ.** Το σωληνοειδές συνδέεται σε σειρά με το σύστημα των τριών αντιστατών R_1 , R_2 και R_3 του ερωτήματος (B) και το δίπολο που προκύπτει συνδέεται με τους πόλους ηλεκτρικής πηγής η οποία έχει ΗΕΔ $E = 72 \text{ V}$ και εσωτερική αντίσταση $r = 2 \Omega$. Να υπολογίσετε

- την ολική αντίσταση του κυκλώματος.
- την ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή.

- γ. την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το σωληνοειδές και καθένα από τους αντιστάτες R_1 , R_2 και R_3 .
 δ. το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του σωληνοειδούς.
 ε. την ενέργεια που μεταβιβάζεται στο σύστημα των αντιστατών R_1 , R_2 και R_3 σε χρόνο $t = 100$ s.

[Απ. (Α) 250 m, (Β) 10 Ω, (α) 12 Ω, (β) 6 A, (γ) 6 A, 0,6 A, 1,8 A, 3,6 A, (δ) $6,28 \cdot 10^{-3}$ T, (ε) 21.600 J]

- 20.** Σωληνοειδές το οποίο έχει $n = 1000$ σπείρες, μήκος $L = 1$ m και αντίσταση $R_2 = 2$ Ω, συνδέεται σε σειρά με αντιστάτη $R = 4$ Ω. Τα άκρα του δίπολου που σχηματίζεται, συνδέονται με τους πόλους ηλεκτρικής πηγής ΗΕΔ $E = 8$ V και $r = 2$ Ω. Να υπολογίσετε
 α. την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το σωληνοειδές.
 β. την πολική τάση της στήλης.
 γ. την ένταση του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του σωληνοειδούς.
 δ. την θερμότητα που μεταβιβάζει το σωληνοειδές στο περιβάλλον του σε χρόνο $t = 200$ s, αν η θερμοκρασία του διατηρείται σταθερή.

[Απ. (α) 1 A, (β) 6 V, (γ) $12,56 \cdot 10^{-4}$ T, (δ) 400 J]

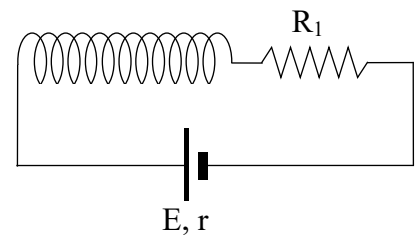
- 21.** Σωληνοειδές το οποίο έχει $N = 1000$ σπείρες, μήκος $L = 1$ m και αντίσταση $R_2 = 4$ Ω συνδέεται σε σειρά με αντιστάτη $R = 5,5$ Ω. Τα άκρα του δίπολου που σχηματίζεται συνδέονται με τους πόλους της ηλεκτρικής πηγής ΗΕΔ E και εσωτερικής αντίστασης $r = 0,5$ Ω. Με ειδικό μαγνητόμετρο διαπιστώνουμε ότι η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του σωληνοειδούς είναι $B = 12,56 \cdot 10^{-4}$ T. Να υπολογίσετε
 α. την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το σωληνοειδές.
 β. την ΗΕΔ E της πηγής.
 γ. την ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή.
 δ. την πολική τάση της πηγής.
 ε. την ισχύ που προσφέρει η πηγή στο εξωτερικό κύκλωμα.

[Απ. (α) 1A, (β) 10 V, (γ) 1 A, (δ) 9,5 V, (ε) 9,5 W]

- 22. Α.** Αντιστάτης αποτελείται από σύρμα κωνσταντάνης, διαμέτρου 1 mm και μήκους 16π m. Η ειδική αντίσταση της κωνσταντάνης είναι $50 \cdot 10^{-8}$ Ω·m. Ποια είναι η τιμή της αντίστασης του αντιστάτη;
Β. Το σύρμα του ερωτήματος (Α) περιελίσσεται σε σπείρωμα γύρω από σωλήνα από μονωτική ύλη, που έχει εξωτερική διάμετρο 4 cm. Η μόνωση του σύρματος έχει αμελητέο πάχος, ώστε σε κάθε 1 mm μήκους του σωλήνα να αντιστοιχεί μια σπείρα. Να βρείτε τον αριθμό των σπειρών καθώς και το μήκος του σωληνοειδούς που κατασκευάσθηκε.
Γ. Το σωληνοειδές συνδέεται σε σειρά με αντιστάτη $R_1 = 16$ Ω και το δίπολο που προκύπτει συνδέεται με τους πόλους ηλεκτρικής πηγής η οποία έχει στοιχεία ταυτότητας $E = 50$ V και $r = 2$ Ω.
 α. Πόση είναι η ολική αντίσταση του κυκλώματος;
 β. Πόση είναι η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το σωληνοειδές;
 γ. Πόση είναι η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του σωληνοειδούς;
 δ. Ο σωλήνας του μονωτικού υλικού αντικαθίσταται από κύλινδρο από χυτοσίδηρο της ίδιας διαμέτρου και μαγνητικής διαπερατότητας $\mu = 100$. Ποια είναι η τιμή της έντασης του μαγνητικού πεδίου στον πυρήνα από χυτοσίδηρο;

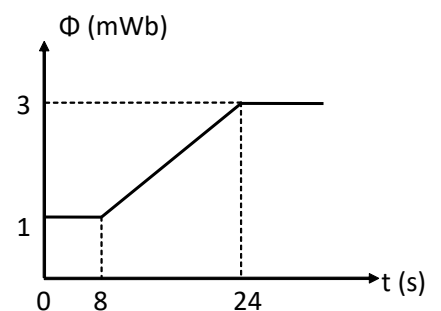
[Απ. (Α) 32 Ω, (Β) 400, 40cm, (α) 50 Ω, (β) 1 A, (γ) $4\pi \cdot 10^{-4}$ T, (δ) $4\pi \cdot 10^{-2}$ T]

- 23.** Σωληνοειδές Σ το οποίο έχει $n = 400$ σπείρες, μήκος $L = 40$ cm και αντίσταση $R_2 = 6 \Omega$, συνδέεται σε σειρά με αντιστάτη $R_1 = 12 \Omega$. Το δίπολο που σχηματίζεται συνδέεται με τους πόλους ηλεκτρικής πηγής η οποία έχει ΗΕΔ $E = 10$ V και εσωτερική αντίσταση $r = 2 \Omega$.



- A.** Να βρείτε την ένταση του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του σωληνοειδούς.
B. Να υπολογίσετε την ισχύ που καταναλώνει i) ο αντιστάτης ii) το σωληνοειδές.
Γ. Παράλληλα με τον αντιστάτη συνδέουμε έναν άλλο αντιστάτη $R_2 = 2,4 \Omega$.
α. Πόση είναι η συνολική αντίσταση του κυκλώματος;
β. Ποια είναι η νέα τιμή της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του σωληνοειδούς;
γ. Πόση είναι η ολική ηλεκτρική ισχύς του κυκλώματος;
 [Απ. (A) $6,28 \cdot 10^{-4}$ T, (B) 3 W, 1,5 W, (α) 10 Ω , (β) $12,56 \cdot 10^{-4}$ T, (γ) 10 W]
- 24.** Για να βάλουμε ένα μαγνήτη σ' ένα πηνίο 1200 σπειρών, χρειάστηκε χρόνος 0,2 s. Αν η μέση ΗΕΔ που αναπτύχθηκε στο πηνίο είναι 0,6 V, να βρείτε
α. πόση είναι η μεταβολή της ροής από κάθε σπείρα του πηνίου.
β. πόση είναι η μέση ένταση του ρεύματος που κυκλοφορεί στο πηνίο αν η αντίστασή του είναι 2 Ω .
 [Απ. (α) 10^{-4} Wb, (β) 0,3 A]
- 25.** Η ένταση του γήινου μαγνητικού πεδίου σ' ένα τόπο είναι $4 \cdot 10^{-5}$ T. Να βρείτε
α. πόση μαγνητική ροή περνάει από επιφάνεια εμβαδού 0,5 m², που είναι τοποθετημένη κάθετα προς τις γραμμές του πεδίου.
β. πόση μεταβολή ροής προκαλείται, όταν η επιφάνεια γίνει παράλληλη προς τις γραμμές του πεδίου.
 [Απ. (α) $2 \cdot 10^{-5}$ Wb, (β) $-2 \cdot 10^{-5}$ Wb]
- 26.** Ένα συμμάτινο πλαίσιο μιας σπείρας έχει αντίσταση 2 Ω . Να βρείτε
α. με ποιο ρυθμό πρέπει να μεταβάλλεται η μαγνητική ροή που διέρχεται από το πλαίσιο, ώστε η επαγωγική ΗΕΔ που αναπτύσσεται σ' αυτό να είναι 0,02 V.
β. αν ο ρυθμός μεταβολής της μαγνητικής ροής μέσα από το πλαίσιο είναι 0,04 Wb/s, πόση είναι η ένταση του ρεύματος που το διαρρέει;
γ. αν ο ρυθμός μεταβολής της μαγνητικής ροής μέσα από το πλαίσιο είναι 0,04 Wb/s, πόσος είναι ο ρυθμός παραγωγής θερμότητας σ' αυτό;
 [Απ. (α) 0,02 Wb/s, (β) 20 mA, (γ) $8 \cdot 10^{-4}$ J/s]

- 27.** Η μαγνητική ροή που διέρχεται από κάθε σπείρα ενός πηνίου 300 σπειρών μεταβάλλεται με τον χρόνο όπως φαίνεται στο πλαίσιο σχήμα.



- α.** Να βρείτε τον ρυθμό μεταβολής της μαγνητικής ροής μέσα από κάθε σπείρα του πηνίου, κατά τα χρονικά διαστήματα από 0 έως 8 s και από 8 s έως 24 s.
β. Να σχεδιάσετε την γραφική παράσταση (συναρτήση του χρόνου) της επαγωγικής ΗΕΔ που αναπτύσσεται στο πηνίο, κατά το χρονικό διαστήματα από 0 έως 24 s.

[Απ. (α) 0, $1,25 \cdot 10^{-4}$ Wb/s, (β) 0, 37,5 mV (απόλυτη τιμή)]

- 28.** Ένα πηνίο 1200 σπειρών έχει αμελητέα εσωτερική αντίσταση. Τα άκρα του πηνίου συνδέονται με λαμπτήρα, του οποίου τα χαρακτηριστικά κανονικής λειτουργίας είναι 12 V και 60 W. Να βρείτε
α. με ποιο ρυθμό πρέπει να μεταβάλλεται η μαγνητική ροή που διέρχεται από κάθε σπείρα του πηνίου,

ώστε ο λαμπτήρας να λειτουργεί κανονικά.

β. πόσο φορτίο διέρχεται από μια διατομή του σύρματος του πηνίου εντός 30 min.

[Απ. (α) 0,01 Wb/s, (β) 9000 C]

29. Η εξίσωση της εναλλασσόμενης τάσης που τροφοδοτεί τις οικιακές μας συσκευές είναι $V = 308\eta\mu 314t$ (σε μονάδες SI).

α. Πόση είναι η συχνότητα και η ενεργός ένταση του ρεύματος που διαρρέει έναν λαμπτήρα ο οποίος καταναλώνει 22 W, όταν στα άκρα του εφαρμόζεται η τάση αυτή; Να θεωρήσετε ότι $\sqrt{2} = 1,4$

β. Πόσος χρόνος μεσολαβεί μεταξύ δύο διαδοχικών μηδενισμών της έντασης του ρεύματος;

[Απ. (α) 50 Hz, 0,1 A, (β) 0,01 s]

30. Ευθύγραμμος αγωγός μήκους $L = 1$ m κινείται με σταθερή ταχύτητα $u = 2$ m/s μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 0,8$ T. Η κίνηση γίνεται έτσι ώστε η ταχύτητα του αγωγού να σχηματίζει γωνία $\phi = 30^\circ$ με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Δίνεται ακόμη ότι η ένταση του μαγνητικού πεδίου \vec{B} και η ταχύτητα \vec{u} είναι κάθετες στον αγωγό.

α. Πόση είναι η ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στον αγωγό;

β. Αν ο κινούμενος αγωγός έχει αντίσταση $R_1 = 0,5 \Omega$ και συνδεθεί με εξωτερικό ως προς το μαγνητικό πεδίο αντιστάτη $R_2 = 1,5 \Omega$, να βρείτε

i) Την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα.

ii) Την τάση στα άκρα του εξωτερικού αντιστάτη.

[Απ. (α) $E = 0,8$ V, (β) i) $I = 0,4$ A, ii) $V_{R2} = 0,6$ V]

31. Ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ, μάζας $m = 0,4$ kg και μήκους $L = 1$ m, μπορεί να ολισθαίνει, ευρισκόμενος συνέχεια σε οριζόντια θέση, χωρίς τριβές, πάνω σε δύο κατακόρυφα χάλκινα σύρματα μεγάλου μήκους. Τα πάνω άκρα των κατακόρυφων συρμάτων είναι ενωμένα με άλλο χάλκινο σύρμα. Η κίνηση του αγωγού γίνεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο κάθετο στο επίπεδο των συρμάτων έντασης $B = 1$ T. Η αντίσταση του αγωγού ΚΛ είναι $R = 1 \Omega$ ενώ των χάλκινων συρμάτων αμελητέα. Την χρονική στιγμή $t_0 = 0$ αφήνουμε τον αγωγό ελεύθερο να κινηθεί, ενώ την χρονική στιγμή που αποκτά την οριακή του ταχύτητα έρχεται σ' επαφή με την μια άκρη κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου, του οποίου η άλλη άκρη είναι ακλόνητα στερεωμένη. Την στιγμή αυτή, ακριβώς, ανοίγουμε ένα διακόπτη που υπάρχει σ' ένα από τα δύο κατακόρυφα σύρματα. Η μέγιστη συμπίεση του ελατηρίου είναι $x = 0,2$ m και $g = 10$ m/s².

α. Να βρείτε την σταθερά του ελατηρίου.

β. Να περιγράψετε όλες τις ενεργειακές μετατροπές από την στιγμή που αφήνουμε τον αγωγό ελεύθερο μέχρι την στιγμή της μέγιστης συμπίεσης του ελατηρίου.

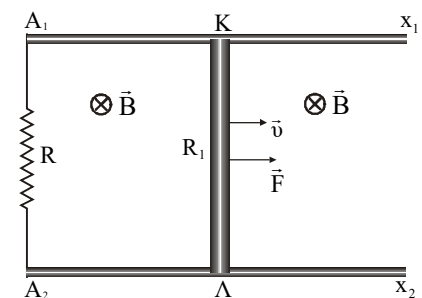
[Απ. (α) 200 N/m]

32. Δύο χάλκινα οριζόντια σύρματα A_1x_1 και A_2x_2 μεγάλου μήκους και αμελητέας αντίστασης είναι παράλληλα και απέχουν μεταξύ τους απόσταση $L = 1$ m. Τα άκρα τους A_1, A_2 ενώνονται μέσω αντιστάτη $R = 5 \Omega$. Αγωγός ΚΛ, μήκους $L = 1$ m και αντίστασης $R_1 = 3 \Omega$ τοποθετείται με τον άξονά του κάθετο στα σύρματα και κινείται με σταθερή ταχύτητα $u = 8$ m/s με την επίδραση σταθερής δύναμης \vec{F} μέτρου $F = 6$ N, η οποία είναι ομόρροπη της ταχύτητας και κάθετη στον άξονα του αγωγού. Η διάταξη βρίσκεται σε περιοχή που επικρατεί ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 2$ T.

α. Πόση ΗΕΔ αναπτύσσεται στον αγωγό ΚΛ;

β. Πόση είναι η διαφορά δυναμικού V_{KL} ;

γ. Εκτός από την δύναμη \vec{F} ποιες άλλες δυνάμεις ενεργούν πάνω στον αγωγό ΚΛ κατά την διεύθυνση της



κίνησης και πόσο είναι το μέτρο κάθε μιας;

δ. Με ποιον ρυθμό μεταφέρεται ενέργεια στον αγωγό ΚΛ μέσω του έργου της \vec{F} ;

ε. Με ποιον ρυθμό μετατρέπεται ενέργεια σε θερμική, λόγω φαινομένου Joule;

στ. Με ποιον ρυθμό μετατρέπεται ενέργεια σε θερμική ενέργεια;

[Απ. (α) 16 V, (β) 10 V, (γ) $F_L = 4$ N, $T = 2$ N, (δ) 48 W, (ε) 32 W, (στ) 48 W]

33. Τα άκρα Γ και Δ δύο παράλληλων οριζόντιων αγωγών ΓΜ και ΔΝ, οι οποίοι δεν έχουν ωμική αντίσταση, συνδέονται με ένα αμπερόμετρο εσωτερικής αντίστασης $r = 2 \Omega$. Επάνω στο επίπεδο των δύο αγωγών είναι τοποθετημένος, κάθετα προς την διεύθυνσή τους, άλλος ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ μήκους $L = 0,5$ m, ο οποίος μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές. Η μάζα του αγωγού ΚΛ είναι $m = 5$ kg και η αντίστασή του $R = 8 \Omega$. Το σύστημα των τριών αγωγών βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο του οποίου η ένταση $B = 2$ T είναι κάθετη στο επίπεδο των δύο αγωγών. Από την χρονική στιγμή $t_0 = 0$, κατά την οποία ο αγωγός ΚΛ έχει ταχύτητα $u_0 = 12$ m/s παράλληλη προς τους αγωγούς ΓΜ και ΔΝ, ασκείται εξωτερική δύναμη \vec{F} ομόρροπη προς την ταχύτητα. Ο αγωγός ΚΛ αποκτά σταθερή επιτάχυνση $a = 2$ m/s² ομόρροπη προς την ταχύτητα.

α. Να υπολογίσετε και να αποδώσετε γραφικά την ένταση του ρεύματος σε συνάρτηση με τον χρόνο.

β. Να βρείτε το φορτίο που περνάει από το αμπερόμετρο κατά τα 5 πρώτα δευτερόλεπτα.

γ. Να υπολογίσετε τον ρυθμό με τον οποίο αυξάνεται η ένταση του ρεύματος.

δ. Να υπολογίσετε την εξωτερική δύναμη \vec{F} κατά την χρονική στιγμή $t = 5$ s.

[Απ. (α) $I = 1,2 + 0,2 t$ (SI), (β) 8,5 C, (γ) 0,2 A/s, (δ) 12,2 N]

34. Τα άκρα Γ και Δ δύο παράλληλων οριζόντιων σιδηροτροχιών Γx_1 και Δx_2 , οι οποίες έχουν αμελητέα ωμική αντίσταση, συνδέονται με ένα αμπερόμετρο εσωτερικής αντίστασης $r = 2 \Omega$. Επάνω στο επίπεδο των δύο σιδηροτροχιών ηρεμεί, τοποθετημένος κάθετα προς την διεύθυνσή τους, άλλος ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ μήκους $L = 1$ m, ο οποίος μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές. Ο αγωγός ΚΛ έχει αντίσταση $R = 2 \Omega$ και μάζα $m = 2$ kg. Την χρονική στιγμή $t_0 = 0$ αρχίζει να ενεργεί στο μέσο του αγωγού ΚΛ εξωτερική δύναμη \vec{F} , κάθετη στον άξονά του, παράλληλη στην διεύθυνση των σιδηροτροχιών κατά την κατεύθυνση Γx_1 . Ο αγωγός κινείται με σταθερή επιτάχυνση $a = 2$ m/s². Το σύστημα των σιδηροτροχιών και του αγωγού βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο του οποίου η ένταση $B = 1$ T είναι κάθετη στο επίπεδο των σιδηροτροχιών.

α. Να βρείτε τις εξισώσεις από τις οποίες είναι δυνατό να υπολογιστούν κάθε στιγμή

i) η ένταση του ρεύματος.

ii) η αλγεβρική τιμή της εξωτερικής δύναμης \vec{F} .

β. Να υπολογίσετε το φορτίο που περνάει από το αμπερόμετρο κατά την διάρκεια του 3ου δευτερολέπτου.

γ. Την χρονική στιγμή $t_2 = 4$ s να υπολογίσετε την ορμή του αγωγού και τον ρυθμό μεταβολής της κινητικής του ενέργειας.

δ. Αν η θερμότητα που παράγεται στους αντιστάτες από $t_1 = 2$ s μέχρι $t_2 = 4$ s είναι $Q = 56/3$ J να υπολογίσετε το έργο της εξωτερικής δύναμης στο ίδιο χρονικό διάστημα.

[Απ. (α) $I = 0,5 t$ (SI), $F = 4 + 0,5 t$ (SI), (β) 1,25 C, (γ) 16 kg·m/s, 32 J/s, (δ) 200/3 J]

35. Τα άκρα ευθύγραμμου αγωγού ο οποίος έχει μήκος $L = 1$ m, μάζα $m = 1$ kg και αντίσταση $R_1 = 0,05 \Omega$, μπορούν να ολισθαίνουν χωρίς τριβές πάνω σε δύο κατακόρυφους μεταλλικούς στύλους μηδενικής αντίστασης. Οι δύο στύλοι ενώνονται στο πάνω μέρος με σύρμα ωμικής αντίστασης $R_2 = 0,15 \Omega$. Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 1$ T, το οποίο είναι κάθετο στο επίπεδο που ορίζουν ο αγωγός και η ταχύτητά του. Αρχικά ο αγωγός είναι ακίνητος. Κάποια στιγμή αφήνεται να ολισθήσει και αποκτά σταθερή (οριακή) ταχύτητα αφού πέσει κατά $h = 2$ m. Να βρείτε

α. την σταθερή ταχύτητα που αποκτά ο αγωγός.

β. τον ρυθμό με τον οποίο αναπτύσσεται θερμότητα Joule σε καθένα από τους αντιστάτες R_1 και R_2 , κατά την

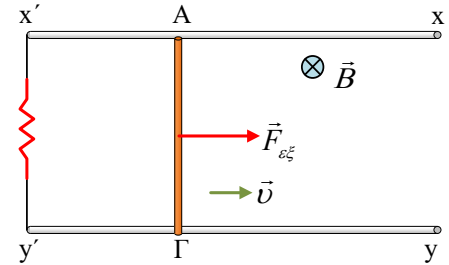
χρονική στιγμή που ο αγωγός αποκτά σταθερή ταχύτητα.

γ. την θερμότητα Joule που αναπτύχθηκε σε καθένα από τους αντιστάτες R_1 και R_2 στο χρονικό διάστημα κατά το οποίο κινήθηκε ο αγωγός, από την αρχική του θέση μέχρι την θέση που θα αποκτήσει σταθερή ταχύτητα.

Δίνεται $g = 10 \text{ m/s}^2$.

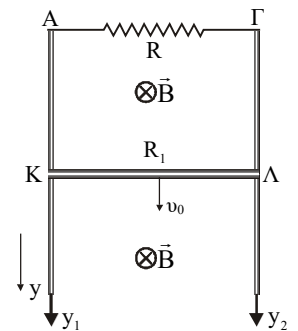
[Απ. (α) 2 m/s , (β) 5 W , 15 W , (γ) $Q_{R1} = 4,5 \text{ J}$, $Q_{R2} = 13,5 \text{ J}$]

36. Δυο οριζόντιοι παράλληλοι αγωγοί $x'x$ και $y'y$, δεν εμφανίζουν αντίσταση, ενώ απέχουν απόσταση $d = 1 \text{ m}$. Στα άκρα τους x', y' συνδέεται ένας αντιστάτης με αντίσταση $R = 3 \Omega$. Ένας ευθύγραμμος ομογενής αγωγός $ΑΓ$, μήκους $L = 1 \text{ m}$, μάζας $m = 0,5 \text{ kg}$ και αντίστασης $R_1 = 2 \Omega$, κινείται σε επαφή με τους αγωγούς $x'x$ και $y'y$, με τους οποίους δεν παρουσιάζει τριβές, με σταθερή ταχύτητα $u = 2 \text{ m/s}$, με την επίδραση κατάλληλης σταθερής εξωτερικής δύναμης $F_{εξ}$, παράλληλης στην $x'x$. Το όλο σύστημα βρίσκεται μέσα σε ένα ομογενές κατακόρυφο μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 0,5 \text{ T}$, όπως στο σχήμα, ενώ την στιγμή $t_0 = 0$ η απόσταση του αγωγού $ΑΓ$ από τα άκρα $x'y'$ είναι $d_1 = (x'A) = 0,8 \text{ m}$. Θεωρώντας την κάθετη στην επιφάνεια $x'ΑΓy'$ να έχει την κατεύθυνση της έντασης του μαγνητικού πεδίου, να βρεθούν:



- A.** Η μαγνητική ροή που διέρχεται από την επιφάνεια $ΑΓy'x'$, σε συνάρτηση με τον χρόνο και να γίνει η γραφική της παράσταση μέχρι την χρονική στιγμή $t_1 = 2 \text{ s}$.
- B.** Η ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στον αγωγό $ΑΓ$, καθώς και η ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει.
- Γ.** Το μέτρο της δύναμης Laplace, σε συνάρτηση με τον χρόνο και να γίνει η γραφική της παράσταση, η οποία ασκεύεται:
 - α.** στον αγωγό $ΑΓ$.
 - β.** στον αγωγό $x'x$.
- Δ.** Αν η εξωτερική δύναμη καταργηθεί την χρονική στιγμή t_1 , να υπολογιστούν τα ολικά έργα των παραπάνω δυνάμεων Laplace οι οποίες ασκούνται στους αγωγούς $ΑΓ$ και $x'x$, μέχρι να σταματήσει η κίνηση του $ΑΓ$.

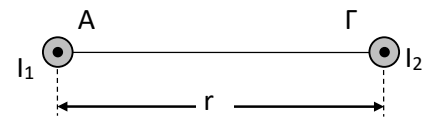
37. Οι κατακόρυφοι μεταλλικοί αγωγοί $Αy_1$ και $Γy_2$ απέχουν μεταξύ τους σταθερή απόσταση $L = 1 \text{ m}$ και έχουν αμελητέα ωμική αντίσταση. Τα άκρα $A, Γ$ συνδέονται με αντιστάτη $R = 2 \Omega$. Αγωγός $ΚΛ$ μήκους $L = 1 \text{ m}$, μάζας $m = 0,2 \text{ kg}$ και ωμικής αντίστασης $R_1 = 6 \Omega$ έχει τα άκρα του $K, Λ$ πάνω στους κατακόρυφους αγωγούς $Αy_1$ και $Γy_2$ και είναι κάθετος σ' αυτούς. Η όλη διάταξη βρίσκεται σε περιοχή που επικρατεί οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 2 \text{ T}$ το οποίο είναι κάθετο στο επίπεδο των αγωγών $Αy_1$ και $Γy_2$. Αρχικά ο αγωγός $ΚΛ$ είναι ακίνητος και είναι δυνατόν να ολισθαίνει κατά μήκος των αγωγών χωρίς τριβές. Την χρονική στιγμή $t = 0$ εκτοξεύουμε τον αγωγό $ΚΛ$ κατακόρυφα προς τα κάτω, κατά μήκος των αγωγών $Αy_1$ και $Γy_2$, με αρχική ταχύτητα $u_0 = 12 \text{ m/s}$ και μετά από λίγο αποκτά σταθερή (οριακή) ταχύτητα.



- A.** Να βρείτε την συνισταμένη δύναμη που ασκείται στον αγωγό $ΚΛ$ αμέσως μετά την εκτόξευσή του. Ποιο θα είναι το αποτέλεσμα της συνισταμένης δύναμης που θα ασκείται στην συνέχεια στον αγωγό $ΚΛ$;
- B.** Να βρείτε το μέτρο της οριακής ταχύτητας που αποκτά ο αγωγός.
- Γ.** Πόση είναι η διαφορά δυναμικού $V_{ΚΛ}$ όταν ο αγωγός κινείται με την οριακή του ταχύτητα;
- Δ.** Ποιες μετατροπές ενέργειας πραγματοποιούνται από την στιγμή που εκτοξεύεται ο αγωγός μέχρι την στιγμή που αποκτά την οριακή του ταχύτητα; ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

[Απ. (α) $- 4 \text{ N}$, επιβράδυνση του αγωγού, (β) 4 m/s , (γ) $- 2 \text{ V}$]

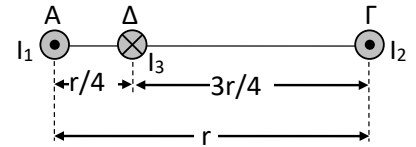
38. Δύο παράλληλα σύρματα Α και Γ, μεγάλου μήκους, απέχουν μεταξύ τους $r = 0,2 \text{ m}$ και διαρρέονται από ομόρροπα ρεύματα $I_1 = 15 \text{ A}$ και $I_2 = 5 \text{ A}$ όπως στο σχήμα.



A. Να υπολογίσετε την ένταση του μαγνητικού πεδίου (μέτρο και κατεύθυνση) που παράγεται από τους δύο ρευματοφόρους αγωγούς στο μέσον της απόστασής τους.

B. Σε πόση απόσταση από το σημείο Α η ένταση του μαγνητικού πεδίου που παράγεται από τους δύο ρευματοφόρους αγωγούς μηδενίζεται;

Ένα τρίτο σύρμα Δ τοποθετείται ανάμεσα στα Α και Γ, είναι παράλληλο τους αυτά και η απόστασή του από το σύρμα Α είναι $r/4$. Το σύρμα Δ διαρρέεται από ρεύμα έντασης I_3 , αντίρροπο τους τα δύο άλλα, τους στο σχήμα.

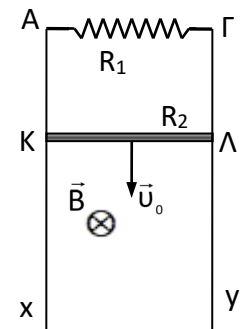


Γ. Να υπολογίσετε τον λόγο των δυνάμεων F_1/F_2 που δέχεται το σύρμα στο σημείο Δ από τους ρευματοφόρους αγωγούς στα Α και Γ αντίστοιχα.

Δ. Πόση πρέπει να είναι η ένταση του ρεύματος I_3 που διαρρέει το σύρμα στην θέση Δ, ώστε η ένταση του μαγνητικού πεδίου και από τους τρεις αγωγούς, να μηδενίζεται στο μέσον του τμήματος ΑΓ;

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

39. Δύο χάλκινα κατακόρυφα σύρματα Αx και Γy, αμελητέας αντίστασης, απέχουν μεταξύ τους απόσταση $L = 0,5 \text{ m}$. Τα άκρα Α, Γ συνδέονται με αντιστάτη αντίστασης $R_1 = 3 \Omega$. Ο αγωγός ΚΛ έχει αντίσταση $R_2 = 2 \Omega$ και μπορεί να κινείται έχοντας τον άξονά του διαρκώς κάθετο στα σύρματα Αx και Γy. Ο αγωγός ΚΛ έχει μάζα $m = 0,1 \text{ kg}$ και μήκος $L = 0,5 \text{ m}$. Ο αγωγός ΚΛ εφάπτεται στα σύρματα Αx και Γy στα σημεία Κ, Λ χωρίς τριβές. Στον χώρο υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 2 \text{ T}$, με τις δυναμικές γραμμές του κάθετες στο επίπεδο που ορίζουν τα σύρματα Αx και Γy και με φορά προς το επίπεδο αυτό, όπως φαίνεται στο σχήμα. Την χρονική στιγμή $t_0 = 0$ εκτοξεύουμε τον αγωγό ΚΛ κατακόρυφα προς τα κάτω με ταχύτητα $u_0 = 10 \text{ m/s}$.



A. Την χρονική στιγμή $t_0 = 0$:

Να υπολογίσετε με χρήση του νόμου Faraday το μέτρο της επαγωγικής ΗΕΔ που αναπτύσσεται στον αγωγό ΚΛ και να δικαιολογήσετε την πολικότητά της. Να υπολογίσετε την διαφορά δυναμικού $V_{ΚΛ}$.

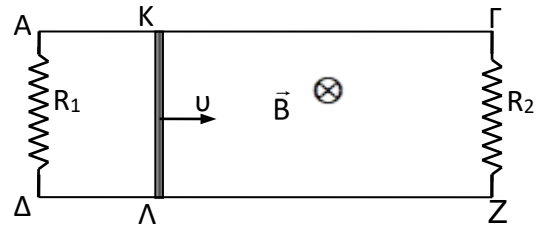
B. Να περιγράψετε το είδος της κίνησης του αγωγού μέχρι να αποκτήσει σταθερή ταχύτητα. Ποια η τιμή της τελικής - σταθερής ταχύτητας u_{op} ; Αν γνωρίζετε ότι η διάρκεια της κίνησης από την εκτόξευση έως ότου ο αγωγός πρακτικά αποκτήσει σταθερή ταχύτητα είναι $\Delta t = 1 \text{ s}$, να σχεδιάσετε ένα ποιοτικό διάγραμμα ταχύτητας - χρόνου.

Γ. Αν δίνεται ότι ο αγωγός μετατοπίστηκε προς τα κάτω κατά $h = 7,5 \text{ m}$ έως ότου αποκτήσει σταθερή ταχύτητα, να υπολογίσετε το επαγωγικό φορτίο $q_{επ}$ που πέρασε από μια διατομή του αγωγού και την θερμότητα που αναπτύχθηκε στους αντιστάτες. Αν πρακτικά η διάρκεια της κίνησης από την εκτόξευση είναι $\Delta t = 1 \text{ s}$ να υπολογίσετε την μέση Η.Ε.Δ. από επαγωγή στον αγωγό ΚΛ.

Δ. Την χρονική στιγμή που η ταχύτητα του αγωγού είναι ίση με $u = \frac{u_0 + u_{op}}{2}$ να υπολογίσετε τον ρυθμό μεταβολής της ταχύτητας του αγωγού, τον ρυθμό έκλυσης θερμικής ενέργειας στους αντιστάτες, την ισχύ της δύναμης Laplace, τον ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας του αγωγού και τον ρυθμό μεταβολής της δυναμικής ενέργειας του αγωγού.

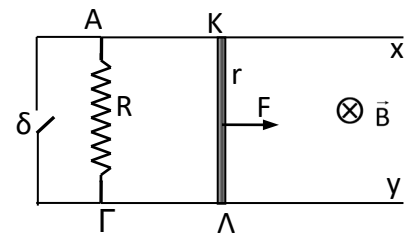
Δίνεται $g = 10 \text{ m/s}^2$. Θεωρήστε το μήκος των αγωγών ΑΓ, ΔΖ ικανά μεγάλο, ώστε να είναι δυνατή η παραπάνω μελέτη της κίνησης.

- 40.** Δύο χάλκινα **οριζόντια** σύρματα ΑΓ και ΔΖ, αμελητέας αντίστασης, απέχουν μεταξύ τους απόσταση $L = 0,5 \text{ m}$. Τα άκρα Α, Δ συνδέονται με αντιστάτη αντίστασης $R_1 = 12 \ \Omega$, ενώ τα άκρα Γ, Ζ με αντιστάτη αντίστασης $R_2 = 6 \ \Omega$. Αγωγός ΚΛ, με μήκος $L = 0,5 \text{ m}$, έχει αντίσταση $R = 4 \ \Omega$ και κινείται με σταθερή ταχύτητα $u = 12 \text{ m/s}$, έχοντας τον άξονά του διαρκώς κάθετο στα σύρματα ΑΓ και ΔΖ. Ο αγωγός ΚΛ εφάπτεται στα σύρματα ΑΓ και ΔΖ στα σημεία Κ, Λ. Στο χώρο υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 2 \text{ T}$, με τις δυναμικές γραμμές του κάθετες στο επίπεδο που ορίζουν τα σύρματα ΑΓ και ΔΖ και με φορά προς το επίπεδο αυτό.



- A.** Να υπολογίσετε με χρήση του νόμου της επαγωγής (των Faraday – Neumann) το μέτρο της επαγωγικής ΗΕΔ που αναπτύσσεται στον αγωγό ΚΛ και να δικαιολογήσετε την πολικότητά της.
- B.** Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης που πρέπει να ασκούμε στον αγωγό ΚΛ, ώστε αυτός να κινείται με σταθερή ταχύτητα.
- Γ.** Να υπολογίσετε την τάση $V_{ΚΛ}$, στα σημεία Κ, Λ του αγωγού ΚΛ καθώς και την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τους αντιστάτες R_1, R_2 .
- Δ.** Ποιο κλάσμα της προσφερόμενης ενέργειας στην διάταξη καταναλώνεται ως θερμική στους αντιστάτες R_1, R_2 .
- Αν μεταβάλλουμε το μέτρο της ασκούμενης δύναμης σε $F = 3 \text{ N}$:
- Ε.** Να περιγράψετε το είδος της κίνησης του αγωγού μέχρι να αποκτήσει σταθερή ταχύτητα ξανά. Ποια η τιμή της τελικής-σταθερής ταχύτητας u_{op} ;
- Στ.** Την στιγμή που η ταχύτητα έχει γίνει ίση με $u = \frac{5u_{op}}{6}$ να υπολογίσετε τον ρυθμό μεταβολής της ταχύτητας του αγωγού, τον ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας του αγωγού, τον ρυθμό έκλυσης θερμικής ενέργειας στους αντιστάτες, την ισχύ της δύναμης Laplace και τον ρυθμό προσφοράς ενέργειας στην διάταξη. Δίνεται η μάζα του αγωγού $m = 0,2 \text{ kg}$.
- Θεωρείστε το μήκος των αγωγών ΑΓ, ΔΖ ικανά μεγάλο, ώστε να είναι δυνατή η παραπάνω μελέτη της κίνησης.

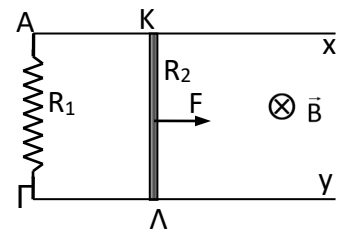
- 41.** Οι οριζόντιοι παράλληλοι αγωγοί Αχ και Γγ, με αμελητέα αντίσταση, απέχουν 1 m και ορίζουν ένα οριζόντιο επίπεδο, το οποίο βρίσκεται μέσα σε ένα κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 1 \text{ T}$. Μια αντίσταση $R = 1,5 \ \Omega$ συνδέεται στα άκρα Α και Γ των αγωγών, όπως στο σχήμα, ενώ μια μεταλλική ράβδος ΚΛ μάζας $m = 0,5 \text{ kg}$, αντίστασης $r = 0,5 \ \Omega$ και μήκους $L = 1 \text{ m}$, ισορροπεί σε επαφή με τους παράλληλους αγωγούς. Την χρονική στιγμή $t_0 = 0$, η ράβδος τίθεται σε κίνηση με σταθερή επιτάχυνση $\alpha = 0,4 \text{ m/s}^2$, με την επίδραση κατάλληλης οριζόντιας δύναμης F . Στην διάρκεια της κίνησης αυτής, η ράβδος παραμένει διαρκώς κάθετη στους αγωγούς Αχ και Γγ, με τους οποίους δεν εμφανίζει τριβές. Την χρονική στιγμή $t_1 = 5 \text{ s}$ κλείνουμε τον διακόπτη δ βραχυκυκλώνοντας την αντίσταση R , ενώ η κίνηση της ράβδου συνεχίζεται με την ίδια επιτάχυνση μέχρι την στιγμή $t_2 = 6 \text{ s}$.



- A.** Να βρεθούν την χρονική στιγμή $t_1 = 5 \text{ s}$, ελάχιστα πριν το κλείσιμο του διακόπτη (t_1^-):
- α.** Ο ρυθμός μεταβολής της μαγνητικής ροής που διέρχεται από το ορθογώνιο ΑΓΛΚ, θεωρώντας ότι η κάθετη στην επιφάνεια έχει την κατεύθυνση του Β.
- β.** Η ισχύς της δύναμης F .
- γ.** Ο ρυθμός με τον οποίο παράγεται θερμότητα στις αντιστάσεις R και r .
- δ.** Ο ρυθμός μεταβολής της κινητική ενέργειας της ράβδου ΚΛ.
- B.** Ποιες οι αντίστοιχες απαντήσεις στα προηγούμενα ερωτήματα, αμέσως μετά το κλείσιμο του διακόπτη (t_1^+).
- Γ.** Να κάνετε την γραφική παράσταση της τάσης $V_{ΚΛ}$ στα άκρα της ράβδου σε συνάρτηση με τον χρόνο,

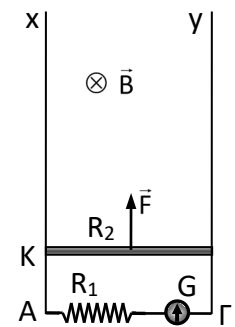
μέχρι την στιγμή t_2 .

- 42.** Ράβδος ΚΛ μήκους $L = 1\text{ m}$, αντίστασης $R_2 = 2\ \Omega$ και μάζας $m = 0,2\text{ kg}$ μπορεί να κινείται χωρίς τριβές σε παράλληλους αγωγούς Αx και Γy αμελητέας αντίστασης. Τα άκρα Α και Γ συνδέονται με αντίσταση $R_1 = 2\ \Omega$, ενώ το όλο οριζόντιο επίπεδο σύστημα βρίσκεται σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 2\text{ T}$. Ξεκινώντας από την ηρεμία ο αγωγός δέχεται σταθερή δύναμη $F = 10\text{ N}$ μέχρι να αποκτήσει σταθερή ταχύτητα, που επιτυγχάνεται την χρονική στιγμή t_1 και μετά από μετατόπιση $\Delta x_1 = 2\text{ m}$. Μετά η δύναμη παύει να ασκείται.



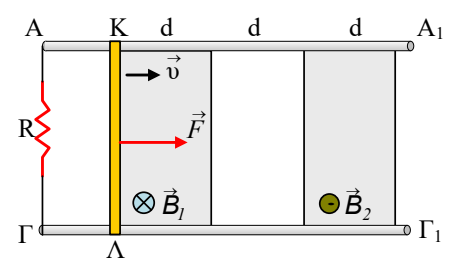
- A. Να υπολογίσετε την οριακή ταχύτητα του αγωγού.
- B. Την στιγμή που η ταχύτητα του αγωγού είναι $v_{op}/2$ να υπολογίσετε τους ρυθμούς μεταβολής της ορμής, της κινητικής ενέργειας και της παραγόμενης θερμότητας στις αντιστάσεις.
- Γ. Να υπολογίσετε την θερμότητα που αναπτύχθηκε στις αντιστάσεις από $t_0 = 0$ έως t_1 .
- Δ. Να εξηγήσετε το είδος της κίνησης της ράβδου μετά την χρονική στιγμή t_1 .
- Ε. Αν η ράβδος σταματάει την χρονική στιγμή t_2 και στην χρονική διάρκεια από t_1 έως t_2 διέρχεται από την αντίσταση R φορτίο $q = 4\text{ C}$ να υπολογίσετε την μετατόπιση Δx_2 της ράβδου σε αυτό το χρονικό διάστημα.

- 43.** Δύο χάλκινα κατακόρυφα σύρματα Αx και Γy, αμελητέας αντίστασης, απέχουν μεταξύ τους απόσταση $L = 1\text{ m}$. Τα άκρα Α, Γ συνδέονται με αντιστάτη αντίστασης $R_1 = 4\ \Omega$. Ο αγωγός ΚΛ έχει αντίσταση $R_2 = 1\ \Omega$, μάζα $m = 0,4\text{ kg}$, μήκος $L = 1\text{ m}$ και μπορεί να κινείται έχοντας τον άξονά του διαρκώς κάθετο στα σύρματα Αx και Γy. Ο αγωγός ΚΛ εφάπτεται στα σύρματα Αx και Γy στα σημεία Κ, Λ χωρίς τριβές. Στον χώρο υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 2\text{ T}$, με τις δυναμικές γραμμές του κάθετες στο επίπεδο που ορίζουν τα σύρματα Αx και Γy και με φορά προς το επίπεδο αυτό, όπως φαίνεται στο σχήμα. Την χρονική στιγμή $t_0 = 0$ ασκούμε στον αρχικά ακίνητο αγωγό ΚΛ σταθερή δύναμη με μέτρο $F = 12\text{ N}$, όπως στο σχήμα. Το γαλβανόμετρο G μετράει διέλευση φορτίου $q = 5\text{ C}$ μέχρι την χρονική στιγμή t_1 που ο αγωγός αποκτά την οριακή του ταχύτητα.



- A. Να υπολογίσετε την οριακή ταχύτητα v_{op} του αγωγού.
 - B. Να υπολογίσετε την μετατόπιση του αγωγού μέχρι την χρονική στιγμή t_1 .
- Κάποια χρονική στιγμή $t_2 < t_1$ ο αγωγός έχει ταχύτητα 5 m/s . Για την χρονική στιγμή t_2 να υπολογίσετε:
- Γ. Τον ρυθμό μεταβολής της μαγνητικής ροής που διέρχεται από το κύκλωμα.
 - Δ. Τον ρυθμό παραγωγής έργου της δύναμης F.
 - Ε. Τον ρυθμό παραγωγής θερμικής ενέργειας λόγω φαινομένου Joule.
- Στ.** Τον ρυθμό μεταβολής της μηχανικής ενέργειας του αγωγού.
 Δίνεται $g = 10\text{ m/s}^2$. Θεωρήστε το μήκος των αγωγών Αx, Γy ικανά μεγάλο, ώστε να είναι δυνατή η παραπάνω μελέτη της κίνησης.

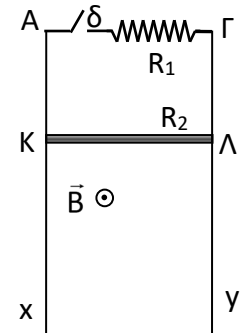
- 44.** Ο αγωγός ΚΛ μήκους $L = 1\text{ m}$, μπορεί να κινείται οριζόντια, με σταθερή ταχύτητα $v = 2\text{ m/s}$, με την επίδραση κατάλληλης οριζόντιας δύναμης F, σε επαφή με δυο παράλληλους αγωγούς ΑΑ₁ και ΓΓ₁ χωρίς τριβές. Την $t_0 = 0$, ο αγωγός ΚΛ εισέρχεται σε μια περιοχή πλάτους $d = 0,4\text{ m}$, στην οποία υπάρχει ένα κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B_1 = 0,5\text{ T}$, με φορά προς τα κάτω, όπως στο σχήμα. Συνεχίζει σε μια περιοχή πλάτους επίσης d, στην οποία δεν υπάρχει μαγνητικό πεδίο για να φτάσει σε ένα δεύτερο ομογενές μαγνητικό πεδίο, του ίδιου πλάτους με ένταση $B_2 = 0,5\text{ T}$, αντίθετης κατεύθυνσης από το προηγούμενο. Ο αγωγός ΚΛ και οι δύο αγωγοί ΑΑ₁ και ΓΓ₁ δεν παρουσιάζουν αντίσταση, ενώ μεταξύ των άκρων Α και Γ συνδέεται αντιστάτης με αντίσταση



$R = 0,5 \Omega$. Θεωρώντας την κάθετη στην επιφάνεια που ορίζουν οι αγωγοί να έχει φορά προς τα κάτω, ίδια με την ένταση B_1 , να βρεθούν οι συναρτήσεις και να γίνουν οι γραφικές παραστάσεις σε συνάρτηση με τον χρόνο:

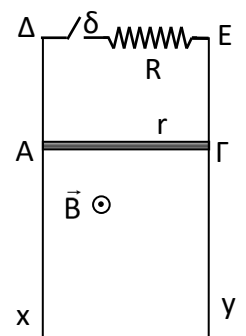
- A. της μαγνητικής ροής που διέρχεται από το ορθογώνιο ΑΚΛΓ.
- B. της ΗΕΔ που αναπτύσσεται πάνω στον κινούμενο αγωγό ΚΛ.
- Γ. της έντασης του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη.
- Δ. της δύναμης Laplace που ασκείται στον ΚΛ
- Ε. της απαραίτητης δύναμης F για την παραπάνω κίνηση της ράβδου.

45. Οι κατακόρυφοι αγωγοί Αx και Γy του σχήματος έχουν πολύ μεγάλο μήκος, ασήμαντη αντίσταση και τα άκρα τους Α και Γ συνδέονται μέσω ανοικτού διακόπτη δ με σύρμα αντίστασης $R_1 = 3 \Omega$. Επάνω στο επίπεδο των δύο αγωγών είναι τοποθετημένος κάθετα προς τη διεύθυνση τους άλλος ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ με μήκος $L = 1 \text{ m}$, ο οποίος μπορεί να ολισθαίνει σε συνεχή επαφή με αυτούς χωρίς τριβές. Η μάζα του αγωγού ΚΛ είναι $m = 0,4 \text{ kg}$ και η αντίσταση του είναι $R_2 = 2 \Omega$. Το σύστημα των τριών αγωγών βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο, του οποίου η ένταση $B = 2 \text{ T}$ είναι κάθετη στο επίπεδο των αγωγών. Την χρονική στιγμή $t_0 = 0$ αφήνουμε τον αγωγό ΚΛ να κινηθεί και τη στιγμή $t_1 = 1 \text{ s}$ κλείνουμε απότομα τον διακόπτη δ. Δίνεται $g = 10 \text{ m/s}^2$.



- A. Να υπολογιστεί η ΗΕΔ από επαγωγή την χρονική στιγμή t_1 και η τάση $V_{ΚΛ}$ ελάχιστα πριν κλείσει ο διακόπτης δ και ελάχιστα μετά το κλείσιμο του διακόπτη δ.
- B. Να υπολογίσετε την στιγμή t_1 την επιτάχυνση του αγωγού ΚΛ.
- Γ. Να εξηγήσετε το είδος της κίνησης του αγωγού ΚΛ μετά την χρονική στιγμή t_1 . Κάποια χρονική στιγμή t_2 ο αγωγός ΚΛ αποκτά σταθερή (οριακή ταχύτητα). Να υπολογίσετε την οριακή ταχύτητα του αγωγού.
- Δ. Να υπολογίσετε για την χρονική διάρκεια από t_1 έως t_2 την θερμότητα Q που παράγεται από τις αντιστάσεις του κυκλώματος και το φορτίο q που διέρχεται στο κύκλωμα, αν στο παραπάνω χρονικό διάστημα η ράβδος έπεσε κατά ύψος $h = 10 \text{ m}$.
- Ε. Να υπολογιστούν οι ρυθμοί μεταβολής της κινητικής, της δυναμικής και της μηχανικής ενέργειας καθώς και ο ρυθμός παραγωγής θερμότητας στις αντιστάσεις την χρονική στιγμή που η ταχύτητα της ράβδου είναι $v_2 = 7,5 \text{ m/s}$.

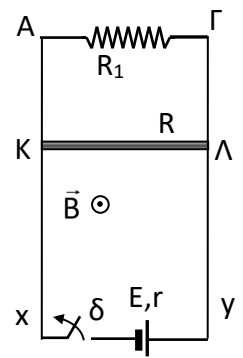
46. Στο διπλανό σχήμα ο αγωγός ΑΓ, μήκους $L = 1 \text{ m}$, μάζας $m = 0,3 \text{ kg}$ και αντίστασης $r = 1 \Omega$, μπορεί να κινείται σε επαφή με δύο κατακόρυφους αγωγούς, Δx και Εy οι οποίοι δεν εμφανίζουν αντίσταση. Μια αντίσταση $R = 3 \Omega$ συνδέεται μεταξύ Δ και Ε, ενώ παρεμβάλλεται ένας ανοικτός διακόπτης δ. Την χρονική στιγμή $t_0 = 0$, αφήνουμε τον αγωγό ΑΓ να κινηθεί ελεύθερα, ενώ την χρονική στιγμή $t_1 = 0,5 \text{ s}$ κλείνουμε τον διακόπτη δ. Στον χώρο υπάρχει ένα οριζόντιο μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 2 \text{ T}$, κάθετο στο επίπεδο των αγωγών, όπως στο σχήμα.



- Δίνεται $g = 10 \text{ m/s}^2$.
- A. Για την χρονική στιγμή t_1 , ελάχιστα πριν το κλείσιμο του διακόπτη δ, να υπολογιστούν η τάση $V_{ΑΓ}$ καθώς και οι ρυθμοί μεταβολής της κινητικής και της δυναμικής ενέργειας του αγωγού.
 - B. Αμέσως μετά το κλείσιμο του διακόπτη να υπολογιστούν ξανά η τάση $V_{ΑΓ}$ καθώς και ο ρυθμός μεταβολής της δυναμικής ενέργειας, ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας και η ηλεκτρική ισχύς που εμφανίζεται στο κύκλωμα.
 - Γ. Την ίδια χρονική στιγμή t_1 αμέσως μετά το κλείσιμο του διακόπτη να υπολογιστεί η ισχύς κάθε δύναμης που ασκείται στον αγωγό.
 - Δ. Αφού αποδείξετε ότι ο αγωγός ΑΓ θα αποκτήσει οριακή ταχύτητα (πριν φτάσει στο τέλος των κατακόρυφων αγωγών), να υπολογίσετε την τιμή της και να κάνετε ένα ποιοτικό διάγραμμα της ταχύτητας του αγωγού σε συνάρτηση με τον χρόνο, από την χρονική στιγμή t_0 , μέχρι την απόκτηση της οριακής

ταχύτητας.

- 47.** Στο κλειστό κύκλωμα του σχήματος ο διακόπτης δ είναι κλειστός. Τα A, Γ συνδέονται με αντίστατη αντίστασης $R_1 = 2 \Omega$. Οι αγωγοί Ax και Γγ είναι κατακόρυφοι, μεγάλου μήκους και δεν έχουν ωμική αντίσταση. Ο αγωγός ΚΛ έχει μήκος $L = 1 \text{ m}$, αντίσταση $R = 3 \Omega$, μάζα $m = 0,3 \text{ kg}$ και μπορεί να ολισθαίνει σε συνεχή επαφή με τους κατακόρυφους αγωγούς χωρίς τριβές, παραμένοντας συνεχώς οριζόντιος. Η ηλεκτρική πηγή έχει ΗΕΔ 15 V και αντίσταση $r = 0,8 \Omega$. Στον χώρο υπάρχει ένα οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B , κάθετο στο επίπεδο των αγωγών, όπως στο σχήμα. Δίνεται $g = 10 \text{ m/s}^2$.



- A.** Ο αγωγός ΚΛ αρχικά ισορροπεί οριζόντιος. Να υπολογίσετε την ηλεκτρική ισχύ που καταναλώνεται στην αντίσταση R του αγωγού και την ένταση του μαγνητικού πεδίου B .

Την χρονική στιγμή $t_0 = 0$ ανοίγουμε τον διακόπτη δ .

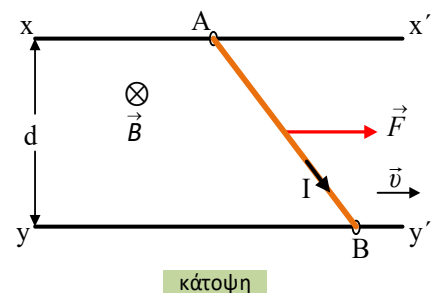
- B.** Να υπολογίσετε την τιμή της οριακής ταχύτητας που θα αποκτήσει ο αγωγός και να κάνετε ένα ποιοτικό διάγραμμα της ταχύτητας του αγωγού σε συνάρτηση με τον χρόνο.

- Γ.** Την χρονική στιγμή που ο αγωγός κινείται με ταχύτητα $v = \frac{v_{op}}{2}$ να υπολογίσετε την επιτάχυνσή του.

- Δ.** Όταν ο αγωγός κινείται με την οριακή ταχύτητα να υπολογίσετε τον ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας, τον ρυθμό μεταβολής της βαρυτικής δυναμικής ενέργειας και τον ρυθμό παραγωγής θερμότητας στους αντιστάτες.

- Ε.** Να υπολογίσετε τον ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας σε συνάρτηση με την ένταση του ρεύματος και να κατασκευάσετε την αντίστοιχη γραφική παράσταση.

- 48.** Στο σχήμα, μια ευθύγραμμη αγωγιμη ράβδος AB, μάζας $m = 0,4 \text{ kg}$ και μήκους $L = 1 \text{ m}$, μπορεί να κινείται οριζόντια, με τα άκρα της σε επαφή (μέσων δύο κρίκων), με δύο οριζόντιες παράλληλες σιδηροτροχιές οι οποίες απέχουν απόσταση $d = 0,8 \text{ m}$, χωρίς τριβές, μέσα σε ένα κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο, έντασης $B = 0,5 \text{ T}$. Σε μια στιγμή η ράβδος έχει ταχύτητα $v = 2 \text{ m/s}$ και δέχεται την επίδραση οριζόντιας δύναμης με φορά προς τα δεξιά (ίδιας κατεύθυνσης με την ταχύτητα) με μέτρο $F = 0,2 \text{ N}$, ενώ διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης $I = 2 \text{ A}$, με φορά από το A στο B.



- A.** Να σχεδιάσετε την δύναμη που δέχεται η ράβδος, από το μαγνητικό πεδίο, υπολογίζοντας και το μέτρο της.

- B.** Να βρεθεί η επιτάχυνση της ράβδου.

- Γ.** Να υπολογιστεί η ισχύς της δύναμης Laplace καθώς και η αντίστοιχη ισχύς της δύναμης F .

- Δ.** Να υπολογιστεί ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας της ράβδου την στιγμή αυτή.

Δίνεται ότι οι κρίκοι συγκρατούν την ράβδο σε επαφή με τις σιδηροτροχιές, χωρίς να ασκούν δυνάμεις παράλληλες με την ταχύτητα της ράβδου.

- 49.** Τα άκρα ευθύγραμμου αγωγού ο οποίος έχει μήκος $L = 1 \text{ m}$, μάζα $m = 1 \text{ kg}$ και αντίσταση $R_1 = 0,1 \Omega$, μπορούν να ολισθαίνουν χωρίς τριβές πάνω σε δύο **κατακόρυφους** μεταλλικούς στύλους μηδενικής αντίστασης. Οι δύο στύλοι ενώνονται στο πάνω μέρος με σύρμα ωμικής αντίστασης $R_2 = 0,3 \Omega$. Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 1 \text{ T}$, το οποίο είναι κάθετο στο επίπεδο που ορίζουν ο αγωγός και η ταχύτητά του. Αρχικά ο αγωγός είναι ακίνητος. Την χρονική στιγμή $t_0 = 0$ αφήνεται να ολισθήσει και αποκτά σταθερή (οριακή) ταχύτητα αφού πέσει κατά $h = 2 \text{ m}$.

- A.** Να υπολογίσετε την σταθερή ταχύτητα που αποκτά ο αγωγός.

- B.** Να υπολογίσετε τον ρυθμό με τον οποίο αναπτύσσεται θερμότητα Joule σε καθένα από τους αντιστάτες

R_1 και R_2 , κατά την χρονική στιγμή που ο αγωγός αποκτά σταθερή ταχύτητα και την θερμότητα Joule που αναπτύχθηκε στους αντιστάτες R_1 και R_2 στο χρονικό διάστημα κατά το οποίο κινήθηκε ο αγωγός, από την αρχική του θέση μέχρι την θέση που θα αποκτήσει σταθερή ταχύτητα.

Γ. Να υπολογίσετε το επαγωγικό φορτίο που πέρασε από μία διατομή του αγωγού από την χρονική στιγμή $t_0 = 0$ έως την χρονική στιγμή που ο αγωγός απέκτησε την οριακή ταχύτητα.

Δ. Να υπολογίσετε την μέση Η.Ε.Δ. από επαγωγή που αναπτύχθηκε στον αγωγό από την χρονική στιγμή $t_0 = 0$ έως την χρονική στιγμή t_1 που απέκτησε την οριακή ταχύτητα, αν δίνεται ότι $t_1 = 2,5$ s.

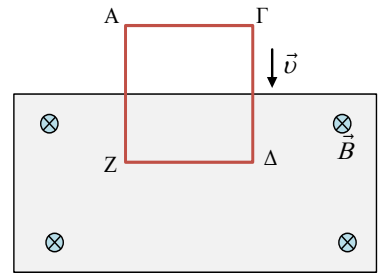
Ε. Όταν ο αγωγός κινείται με ταχύτητα $v = \frac{3v_{op}}{4}$ να υπολογίσετε τον ρυθμό μεταβολής της ταχύτητας,

τον ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας, τον ρυθμό παραγωγής θερμότητας στους αντιστάτες, την ισχύ της δύναμης Laplace και την ισχύ του βάρους του αγωγού.

Στ. Την χρονική στιγμή $t_2 = 3$ s, ο αγωγός δεν έχει φθάσει ακόμη στο έδαφος. Να υπολογίσετε την ισχύ του βάρους και την ισχύ της F_L την χρονική στιγμή t_2 . Επίσης για την χρονική διάρκεια από t_1 έως t_2 να υπολογίσετε την μεταβολή της μαγνητικής ροής $\Delta\Phi$, την μέση Η.Ε.Δ. από επαγωγή \bar{E} και το επαγωγικό φορτίο q που πέρασε από μία διατομή του αγωγού.

Δίνεται $g = 10$ m/s².

50. Ένα τετράγωνο μεταλλικό πλαίσιο αφήνεται να πέσει από ορισμένο ύψος, με το επίπεδό του κατακόρυφο και την πλευρά ΑΓ οριζόντια. Σε μια στιγμή συναντά στην πορεία του ένα ομογενές οριζόντιο μαγνητικό πεδίο, έντασης $B = 0,5$ T, με δυναμικές γραμμές κάθετες στο πλαίσιο. Στο σχήμα φαίνεται η θέση του πλαισίου την στιγμή, όπου μέσα στο πεδίο βρίσκεται το μισό, έχοντας ταχύτητα $v = 4$ m/s. Το πλαίσιο έχει μάζα $m = 0,4$ kg, πλευρά $L = 1$ m και αντίσταση $R = 0,2$ Ω. Δίνεται $g = 10$ m/s². Να βρεθούν για την παραπάνω θέση:



Α. Η μαγνητική ροή που διέρχεται από το πλαίσιο, καθώς και ο ρυθμός μεταβολής της, με δεδομένο ότι η κάθετη στο πλαίσιο έχει την κατεύθυνση της έντασης B του πεδίου.

Β. Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο, καθώς και η διαφορά δυναμικού $V_{ΑΓ}$.

Γ. Η δύναμη Laplace που ασκείται συνολικά στο πλαίσιο, η ισχύς της και η επιτάχυνση του πλαισίου.

Δ. Οι ρυθμοί μεταβολής της κινητικής ενέργειας και της δυναμικής ενέργειας του πλαισίου. Πώς συνδέονται οι παραπάνω ρυθμοί με την ηλεκτρική ισχύ που εμφανίζεται στο πλαίσιο με την μορφή της θερμότητας;

51. Κυκλικό πλαίσιο ακτίνας $a = 0,1$ m αποτελείται από $N = 200$ σπείρες έχει αντίσταση $R = 4\pi$ Ω και βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 4 \cdot 10^{-4}$ T. Το επίπεδο του πλαισίου είναι αρχικά κάθετο στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Να υπολογίσετε το φορτίο που θα περάσει από μια διατομή του σύρματος του πλαισίου λόγω του φαινομένου της επαγωγής, αν το πλαίσιο στραφεί γύρω από μια διάμετρό του

- α. κατά γωνία $\phi_1 = 90^\circ$
- β. κατά γωνία $\phi_2 = 180^\circ$

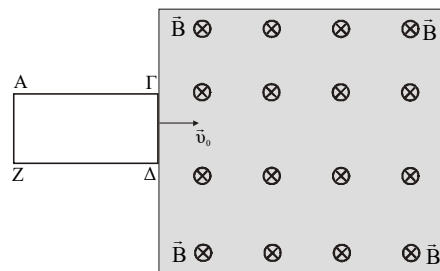
[Απ. (α) $2 \cdot 10^{-4}$ C, (β) $4 \cdot 10^{-4}$ C]

52. Κυκλικό πλαίσιο ακτίνας $a = 0,1$ m αποτελείται από $N = 200$ σπείρες έχει αντίσταση $R_1 = \pi$ Ω και βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 0,2$ T. Το επίπεδο του πλαισίου είναι αρχικά κάθετο στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Οι δύο άκρες του πλαισίου συνδέονται με βαλλιστικό γαλβανόμετρο το οποίο έχει ωμική αντίσταση $R_2 = \pi$ Ω. Να βρείτε την ένδειξη του βαλλιστικού γαλβανόμετρου όταν το πλαίσιο στρέφεται απότομα, γύρω από μια διάμετρό του, κατά γωνία

- α. $\frac{\pi}{2}$,
- β. π ,
- γ. 2π .

[Απ. α. 0,2 C, β. 0,4 C, γ. 0]

- 53.** Το χάλκινο πλαίσιο ΑΓΔΖ έχει μάζα $m = 0,02 \text{ kg}$ και την χρονική στιγμή $t_0 = 0$ αρχίζει να μπαίνει με την πλευρά ΓΔ σε περιοχή που επικρατεί ομογενές μαγνητικό πεδίο \vec{B} , το οποίο είναι κάθετο στο επίπεδο και την ταχύτητά του πλαισίου. Την χρονική στιγμή $t_0 = 0$ το πλαίσιο έχει ταχύτητα $v_0 = 20 \text{ m/s}$ και η ένταση του επαγωγικού ρεύματος που αρχίζει να κυκλοφορεί σ' αυτό είναι $I_0 = 0,05 \text{ A}$. Από την στιγμή $t_0 = 0$, μέχρι λίγο πριν μπει στο μαγνητικό πεδίο η πλευρά ΑΖ, η θερμική ενέργεια του πλαισίου αυξήθηκε κατά $Q_{\theta} = 1,44 \text{ J}$. Δεχόμαστε ότι η μόνη δύναμη που ενεργεί στο πλαίσιο είναι η δύναμη Laplace.



- α.** Χρησιμοποιείστε το θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας και υπολογίστε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο λίγο πριν μπει στο πεδίο η πλευρά ΑΖ.
β. Να δικαιολογήσετε τον ισχυρισμό: «Από την στιγμή που θα μπει στο πεδίο και η πλευρά ΑΖ, η κίνηση του πλαισίου είναι ευθύγραμμη ομαλή».

[Απ. (α) 0,04 A]

- 54.** Κυκλικός συρμάτινος βρόχος έχει αντίσταση $R = 10 \Omega$ και είναι τοποθετημένος με το επίπεδό του κάθετο στις δυναμικές γραμμές χρονικά μεταβαλλόμενου μαγνητικού πεδίου. Η μαγνητική ροή που διέρχεται από τον βρόχο μεταβάλλεται σύμφωνα με το νόμο.

$$\Phi = \begin{cases} 10t & 0 \leq t \leq 2s \\ 30 - 5t & 2s \leq t \leq 10s \\ -120 + 10t & 10s \leq t \leq 15s \\ 30 & 15s \leq t \end{cases} \quad (\Phi \text{ σε Wb, } t \text{ σε } s)$$

- α.** Να παραστήσετε γραφικά την συνάρτηση $\Phi = f(t)$ σε βαθμολογημένους άξονες.
β. Να βρείτε τις εξισώσεις που περιγράφουν σε συνάρτηση με τον χρόνο.
 i) Την ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στον βρόχο.
 ii) Την ένταση του επαγωγικού ρεύματος που διαρρέει τον βρόχο.
γ. Να παραστήσετε γραφικά τις συναρτήσεις $E_{\text{επ}} = f(t)$, $i = f(t)$ σε βαθμολογημένους άξονες.
δ. Πόσο φορτίο πέρασε από μια διατομή του σύρματος στο διάστημα (2 s, 10 s);
ε. Πόση είναι η μέση τιμή της έντασης του ρεύματος στο χρονικό διάστημα (0, 15 s)

[Απ. (δ) 4 C, (ε) - 0,2 A]

- 55.** Ένα σύρμα διαρρέεται από εναλλασσόμενο ρεύμα του οποίου η ένταση δίνεται από την εξίσωση $i = 2\eta\mu(100\pi t + \frac{\pi}{4})$ (SI).

- α.** Να παραστήσετε γραφικά την ένταση i σε συνάρτηση με τον χρόνο.
β. Πόσο φορτίο περνάει από μια διατομή του σύρματος σε χρόνο μιας περιόδου;
γ. Να βρείτε τις χρονικές στιγμές, σε διάστημα μιας περιόδου, κατά τις οποίες η στιγμιαία τιμή της έντασης γίνεται ίση με $\sqrt{2} \text{ A}$.

[Απ. (β) $q = 0$, (γ) 0 s , $\frac{1}{200} \text{ s}$]

- 56.** Σε ένα σύρμα ωμικής αντίστασης $R = 100 \Omega$ διαβιβάζονται ταυτόχρονα δύο εναλλασσόμενα ρεύματα των οποίων οι εντάσεις δίνονται από τις εξισώσεις $i_1 = \sqrt{3} \eta\mu 100\pi t$ και $i_2 = \sqrt{3} \eta\mu(100\pi t + \frac{\pi}{3})$ (SI)

- α.** Να γράψετε την εξίσωση της έντασης του συνολικού ρεύματος σε συνάρτηση με τον χρόνο.
β. Να βρείτε την ενεργό ένταση του συνολικού ρεύματος.
γ. Ποια είναι η μέγιστη και ποια η ελάχιστη τιμή της ισχύος που καταναλώνεται στο σύρμα;

δ. Ποια είναι η μέση ισχύς που καταναλώνεται στο σύρμα;

ε. Να γράψετε την εξίσωση της τάσης στα άκρα του σύρματος σε συνάρτηση με τον χρόνο.

$$[\text{Απ. (α)} i = 3\eta\mu(100\pi t + \frac{\pi}{6}) \text{ (SI)}, \quad (\beta) \frac{3\sqrt{2}}{2} \text{ A}, \quad (\gamma) P_{\max} = 900 \text{ W}, P_{\min} = 0,$$

$$(\delta) \bar{P} = 450 \text{ W}, \quad (\epsilon) v = 300\eta\mu(100\pi t + \frac{\pi}{6}) \text{ (SI)}]$$

57. Σύρμα διαρρέεται από περιοδικά μεταβαλλόμενο ρεύμα, του οποίου η ένταση στη διάρκεια μιας περιόδου T μεταβάλλεται σύμφωνα με τον νόμο

$$i = \begin{cases} 4 \text{ A} & 0 \leq t \leq \frac{T}{4} & -3 \text{ A} & \frac{T}{2} \leq t \leq \frac{3T}{4} \\ 0 & \frac{T}{4} \leq t \leq \frac{T}{2} & 0 & \frac{3T}{4} \leq t \leq T \end{cases}$$

α. Να παραστήσετε γραφικά την ένταση του ρεύματος σε συνάρτηση με τον χρόνο.

β. Να βρείτε την ενεργό ένταση αυτού του ρεύματος.

γ. Πόσο φορτίο περνάει από μια διατομή του σύρματος στην διάρκεια μιας περιόδου αν είναι $T = 0,1 \text{ s}$;
[Απ. (β) 2,5 A, (γ) $2,5 \cdot 10^{-2} \text{ C}$]

58. Ηλεκτρικός λαμπτήρας με ονομαστικά στοιχεία 40 V/20 W συνδέεται σε σειρά με αντιστάτη αντίστασης R_x . Το δίπολο που σχηματίζεται τροφοδοτείται με εναλλασσόμενη τάση $v = 100\sqrt{2} \eta\mu 100\pi t$ (SI).

α. Να βρείτε την τιμή της αντίστασης R_x ώστε ο λαμπτήρας να λειτουργεί κανονικά.

β. Να γράψετε τις εξισώσεις σε συνάρτηση με τον χρόνο

i. για την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα.

ii. για την τάση στα άκρα του λαμπτήρα.

iii. για την τάση στα άκρα του αντιστάτη.

γ. Να υπολογίσετε την μέση ισχύ που δαπανάται στο κύκλωμα.

$$[\text{Απ. (α)} 120 \Omega, \quad (\beta) \text{ i) } i = \frac{\sqrt{2}}{2} \eta\mu 100\pi t, \text{ ii) } v_{\lambda} = 40\sqrt{2} \eta\mu 100\pi t \text{ (SI), iii) } v_x = 60\sqrt{2} \eta\mu 100\pi t \text{ (SI), (γ) } 50 \text{ W}]$$

59. Ένα σύρμα έχει ωμική αντίσταση $R = 50 \Omega$ και διαρρέεται από ημιτονοειδές εναλλασσόμενο ρεύμα. Την χρονική στιγμή $t_0 = 0$ είναι $i = I$ ενώ την χρονική στιγμή $t_1 = \frac{1}{200} \text{ s}$ γίνεται $i = \frac{I}{\sqrt{2}}$ για πρώτη φορά. Σε

χρονικό διάστημα $\Delta t = 2 \text{ min}$ στο σύρμα μεταβιβάζεται ηλεκτρική ενέργεια 48 kJ.

α. Να γράψετε την εξίσωση της έντασης του ρεύματος σε συνάρτηση με τον χρόνο.

β. Ποια είναι η μέγιστη και ποια η ελάχιστη τιμή της ισχύος που καταναλώνεται στο σύρμα;

$$[\text{Απ. (α)} i = 4\eta\mu(50\pi t + \frac{\pi}{2}) \text{ SI}, \quad (\beta) 800 \text{ W}, 0]$$