

1. Μαγνητικό πεδίο

- ✓ Το μαγνητικό πεδίο δημιουργείται από το ηλεκτρικό ρεύμα (κινούμενο ηλεκτρικό φορτίο)
- ✓ Η μορφή του μαγνητικού πεδίου εξαρτάται από το σχήμα του ρευματοφόρου αγωγού.
- ✓ Χαρακτηριστικά του μαγνητικού πεδίου είναι η ένταση B (ή μαγνητική επαγωγή) και οι δυναμικές γραμμές

Μαγνητικό πεδίο ρευματοφόρων αγωγών

➤ Ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός

Ο αγωγός είναι απείρου μήκους. (αγωγός απείρου μήκους θεωρείται αυτός που η απόσταση που υπολογίζουμε την ένταση είναι πολύ μικρότερη από το μήκος του αγωγού και το σημείο που την υπολογίζουμε δεν είναι κοντά στα άκρα του)

- ✓ Ένταση B μαγνητικού πεδίου σε απόσταση r : $B = k_{\mu} \frac{2I}{r}$, όπου:
 - I η ένταση ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό
 - r η απόσταση του σημείου από τον αγωγό (το μήκος της καθέτου που φέρνουμε από το σημείο στον αγωγό)
 - η διεύθυνση του πεδίου είναι κάθετη στο επίπεδο που ορίζουν ο αγωγός και το σημείο που υπολογίζουμε την ένταση
 - η φορά της έντασης είναι ίδια με τη φορά των δυναμικών γραμμών (εφάπτεται στις δυναμικές γραμμές)
- ✓ Μορφή: οι δυναμικές γραμμές σε επίπεδο κάθετο στον αγωγό είναι ομόκεντροι κύκλοι με κέντρο το σημείο τομής του επιπέδου με τον αγωγό
 - η φορά των δυναμικών γραμμών καθορίζεται με τον κανόνα του δεξιού χεριού. Αν ο αντίχειρας δείχνει τη φορά του ρεύματος, τα υπόλοιπα δάχτυλα καθώς κλείνουν δείχνουν τη φορά των δυναμικών γραμμών
- ✓ Παρατηρήσεις:
 - πάνω στον αγωγό ή στην προέκτασή του η ένταση είναι μηδέν
 - η ένταση στο άκρο του αγωγού είναι ίση με το μισό αυτής που υπολογίζεται στα άλλα σημεία
 - αν έχουμε N σύρματα μαζί η ένταση υπολογίζεται από τη σχέση $B = k_{\mu} \frac{2I}{r} N$

➤ Κυκλικός ρευματοφόρος αγωγός ή πηνίο

- ✓ Ένταση B μαγνητικού πεδίου στο κέντρο κυκλικού ρευματοφόρου αγωγού ακτίνας r :

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

- I η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό
- r η ακτίνα του κυκλικού αγωγού
- ✓ Το διάνυσμα:
 - η διεύθυνση της έντασης είναι κάθετη στο επίπεδο του αγωγού στο κέντρο του
 - η φορά καθορίζεται από τον κανόνα του δεξιού χεριού. Αν κρατήσουμε τον αγωγό με την παλάμη του δεξιού χεριού ώστε τα δάχτυλα κλείνοντας να έχουν τη φορά του ρεύματος, ο αντίχειρας δείχνει τη φορά της έντασης
- ✓ Παρατηρήσεις:
 - αν ο κυκλικός αγωγός αποτελείται από N σπείρες (πηνίο χωρίς μήκος) τότε η ένταση υπολογίζεται από την σχέση $B = k_{\mu} \frac{2\pi I}{r} N$

- αν έχουμε κυκλικό τόξο ακτίνας r που αντιστοιχεί σε επίκεντρη γωνία ϕ (σε ακτίνια) τότε η ένταση υπολογίζεται από τη σχέση $B = k_{\mu} \frac{2\pi I}{r} \cdot \frac{\phi}{2\pi}$

➤ Μαγνητικό πεδίο σωληνοειδούς (πηνίο με μήκος)

- ✓ Ένταση B μαγνητικού πεδίου σωληνοειδούς: $B = k_{\mu} \frac{2\pi IN}{l}$ ή $B = k_{\mu} 4\pi I n$ όπου:
 - I η ένταση ρεύματος που διαρρέει το σωληνοειδές
 - N ο αριθμός σπειρών του σωληνοειδούς
 - l το μήκος του σωληνοειδούς
 - n (στη δεύτερη σχέση) οι σπείρες ανά μονάδα μήκους ($n = N/l$)
- ✓ Μορφή: το μαγνητικό πεδίο στο εσωτερικό σωληνοειδούς είναι ομογενές
 - η διεύθυνση της έντασης είναι ίδια με τη διεύθυνση του άξονα του σωληνοειδούς
 - η φορά καθορίζεται από τον κανόνα του δεξιού χεριού. Αν κρατήσουμε το σωληνοειδές με την παλάμη του δεξιού χεριού ώστε τα δάχτυλα κλείνοντας να έχουν τη φορά του ρεύματος ο αντίχειρας δείχνει τη φορά της έντασης
- ✓ Παρατηρήσεις:
 - το μαγνητικό πεδίο του σωληνοειδούς είναι όμοιο με το μαγνητικό πεδίο ραβδόμορφου μαγνήτη. Ο βόρειος πόλος (N) αντιστοιχεί στο άκρο που βγαίνουν οι δυναμικές γραμμές, ενώ ο νότιος (S) στο άκρο που μπαίνουν
 - στο κάθε άκρο του σωληνοειδούς η ένταση είναι ίση με το μισό αυτής στο κέντρο του.
Δηλαδή $B_A = \frac{B}{2}$

Ερωτήσεις Θεωρίας

A. Να χαρακτηρίσετε με Σ τις σωστές και με Λ τις λανθασμένες προτάσεις που ακολουθούν:

1. Γύρω από ρευματοφόρο αγωγό δημιουργείται μαγνητικό πεδίο.
2. Το μαγνητικό πεδίο στο εσωτερικό σωληνοειδούς που διαρρέεται από συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα είναι ανομοιογενές.
3. Οι δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου είναι πάντοτε κλειστές.
4. Ένας ρευματοφόρος αγωγός που είναι κάθετος στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου δεν δέχεται καμιά δύναμη από το μαγνητικό πεδίο.
5. Ένας ρευματοφόρος αγωγός αν έχει κατακόρυφη διεύθυνση δεν δημιουργεί μαγνητικό πεδίο.
6. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου B στο κέντρο κυκλικού αγωγού που διαρρέεται από ρεύμα έντασης I είναι μηδέν.
7. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου B στο εσωτερικό σωληνοειδούς (πηνίου) που διαρρέεται από ρεύμα είναι ανάλογη με την ένταση I του ρεύματος.
8. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου B ευθύγραμμου ρευματοφόρου αγωγού μεγάλου μήκους, σε απόσταση r από αυτόν, είναι αντιστρόφως ανάλογη της απόστασης r .

9. Οι δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός είναι ευθείες.

B. Να επιλέξετε τη σωστή πρόταση

1. Το Tesla είναι μονάδα μέτρησης της:

- α. έντασης ηλεκτρικού ρεύματος
- β. ισχύος ηλεκτρικού ρεύματος
- γ. έντασης ηλεκτρικού πεδίου
- δ. έντασης μαγνητικού πεδίου

2. Ένας μαγνήτης αλληλεπιδρά:

- α. με ακίνητα θετικά ηλεκτρικά φορτία
- β. με κινούμενα ηλεκτρικά φορτία
- γ. με ακίνητα αρνητικά ηλεκτρικά φορτία
- δ. μόνο με άλλους μαγνήτες

3. Μαγνητικό πεδίο υπάρχει:

- α. μόνο στο χώρο που περιβάλλει μαγνήτη
- β. στο εσωτερικό ρευματοφόρου αγωγού και στο χώρο που τον περιβάλλει
- γ. στο χώρο που περιβάλλει ένα ρευματοφόρο αγωγό ή ένα μαγνήτη αλλά και στο εσωτερικό του μαγνήτη

4. Η ένταση μαγνητικού πεδίου, όπως και κάθε άλλο πεδίο δυνάμεων, εκφράζει:

- α. το διερχόμενο φορτίο στη μονάδα του χρόνου
- β. τη δύναμη προς το υπόθεμα
- γ. τη δύναμη ανά μονάδα ρεύματος
- δ. τη δύναμη ανά μονάδα φορτίου

5. Η ένταση μαγνητικού πεδίου:

- α. είναι διανυσματικό μέγεθος και χαρακτηρίζει κάθε σημείο του πεδίου
- β. είναι μονόμετρο μέγεθος και μας πληροφορεί για το πόσο ισχυρό είναι το πεδίο σε κάθε σημείο του
- γ. είναι διανυσματικό μέγεθος με το διάνυσμά της κάθετο στις δυναμικές γραμμές
- δ. είναι διανυσματικό μέγεθος και το μέτρο της εξαρτάται από την αντίσταση του ρευματοφόρου αγωγού που το δημιουργεί

6. Στα ομογενή μαγνητικά πεδία:

- α. Το μέτρο της έντασης έχει την ίδια τιμή για όλα τα σημεία του πεδίου όχι όμως και η κατεύθυνσή της
- β. Οι δυναμικές γραμμές είναι παράλληλες και σε τυχαίες αποστάσεις
- γ. Η ένταση σε όλα τα σημεία του πεδίου είναι η ίδια όπως και η πυκνότητα των δυναμικών γραμμών οι οποίες είναι παράλληλες
- δ. Οι δυναμικές γραμμές είναι παράλληλες και ισαπέχουν, όμως η καθεμία έχει αντίθετη φορά από τη διπλανή της

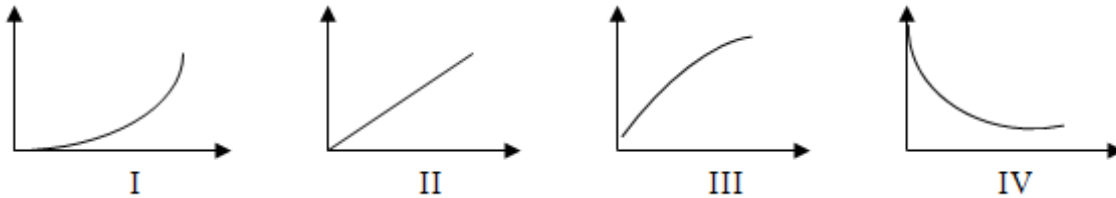
7. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου σε σημείο M που δημιουργείται από ρευματοφόρο αγωγό εξαρτάται:

- α. μόνο από την ένταση ρεύματος που τον διαρρέει
- β. μόνο από τη θέση του σημείου M
- γ. μόνο από το σχήμα του αγωγού
- δ. από όλα τα παραπάνω

8. Η ένταση μαγνητικού πεδίου σε σημεία γύρω από ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό μεγάλου μήκους:

- α. είναι ανάλογη της απόστασης των σημείων από τον αγωγό
- β. είναι διάνυσμα παράλληλο στον αγωγό
- γ. είναι διάνυσμα κάθετο στον αγωγό με τον φορέα του να τέμνει τον αγωγό
- δ. είναι διάνυσμα ασύμβατα κάθετα με τον αγωγό

9. Δίνονται τα παρακάτω διαγράμματα.



1. Ποιο από αυτά παριστάνει την ένταση του μαγνητικού πεδίου συναρτήσει της έντασης ρεύματος που τον διαρρέει;

- α. το I
- β. το II
- γ. το III
- δ. το IV

2. Ποιο από αυτά παριστάνει την ένταση του μαγνητικού πεδίου συναρτήσει του αντιστρόφου της απόστασης (δηλ του $(1/r)$)

- α. το I
- β. το II
- γ. το III
- δ. το IV

3. Ποιο από αυτά παριστάνει την ένταση του μαγνητικού πεδίου συναρτήσει της απόστασης από τον αγωγό

- α. το I
- β. το II
- γ. το III
- δ. το IV

10. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου σε απόσταση r από ευθύγραμμο αγωγό απείρου μήκους, που διαρρέεται από ρεύμα έντασης I , είναι B . Σε απόσταση $2r$ από τον ίδιο αγωγό, το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου είναι:

- α. B
- β. $2B$
- γ. $B/2$
- δ. $B/4$

11. Οι μαγνητικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου ρευματοφόρου ευθυγράμμου αγωγού απείρου μήκους είναι:

- α. ευθείες
- β. κύκλοι
- γ. ελλείψεις
- δ. υπερβολές

12. 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

13. Η ένταση \vec{B} σε κάποιο σημείο A του μαγνητικού πεδίου ρευματοφόρου αγωγού, δεν εξαρτάται από

- α. τη γεωμετρία του αγωγού.
- β. το υλικό του αγωγού.
- γ. την απόσταση του σημείου A από τον αγωγό.
- δ. τη φορά του ρεύματος.

14. Οι δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου ευθύγραμμου ρευματοφόρου αγωγού "απείρου μήκους"

- α. διέρχονται όλες από το εσωτερικό του αγωγού.
- β. είναι ευθείες παράλληλες με τον αγωγό και ομόρροπες με το ρεύμα.
- γ. είναι ομόκεντροι κύκλοι των οποίων τα επίπεδα είναι κάθετα στον αγωγό.

δ. είναι ομόκεντροι κύκλοι των οποίων τα επίπεδα είναι παράλληλα με τον αγωγό.

15. Το μαγνητικό πεδίο στο κέντρο κυκλικού ρευματοφόρου αγωγού είναι:

- α. ανάλογο της ακτίνας του αγωγού
- β. αντιστρόφως ανάλογο της ακτίνας του αγωγού
- γ. αντιστρόφως ανάλογο του τετραγώνου της ακτίνας του αγωγού
- δ. ανάλογο του τετραγώνου της έντασης του ρεύματος που τον διαρρέει

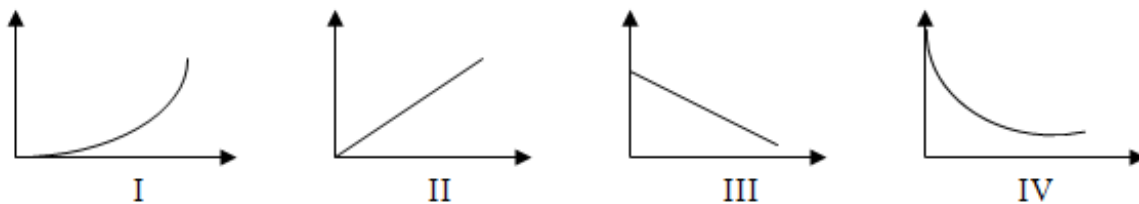
16. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο ενός κυκλικού αγωγού, που διαρρέεται από ρεύμα έντασης I και έχει ακτίνα r , δίνεται από τη σχέση:

α. $K_{\mu} \frac{2I}{r}$ β. $K_{\mu} \frac{I}{2r}$ γ. $K_{\mu} \frac{2\pi I}{r}$ δ. $K_{\mu} \frac{2r}{I}$

17. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό ενός ρευματοφόρου σωληνοειδούς:

- α. είναι κάθετη στον άξονά του
- β. είναι μηδέν
- γ. είναι παράλληλη στον άξονά του
- δ. σχηματίζει γωνία 45° με τον άξονά του.

18. Το διάγραμμα που παριστάνει την ένταση του μαγνητικού πεδίου κυκλικού ρευματοφόρου



αγωγού στο κέντρο του συναρτήσει της έντασης του ρεύματος που τον διαρρέει είναι :

- α. το I
- β. το II
- γ. το III
- δ. το IV

19. Ένας ευθύγραμμος και ένας κυκλικός αγωγός ακτίνας r διαρρέονται από ρεύματα ίσης έντασης.

- α. Τα δύο μαγνητικά πεδία είναι εξίσου ισχυρά
- β. Το μαγνητικό πεδίο στο κέντρο του κυκλικού αγωγού είναι ισχυρότερο από το μαγνητικό πεδίο σε απόσταση r από τον ευθύγραμμο αγωγό
- γ. Το μαγνητικό πεδίο του ευθύγραμμου αγωγού σε απόσταση r είναι ισχυρότερο από το μαγνητικό πεδίο του κυκλικού αγωγού στο κέντρο του
- δ. Δεν μπορούμε να γνωρίζουμε πιο πεδίο είναι ισχυρότερο

20. Δύο σωληνοειδή διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα, έχουν το ίδιο μήκος, τον ίδιο αριθμό σπειρών, αλλά διαφορετική ακτίνα. Συνεπώς δημιουργείται

- α. ισχυρότερο μαγνητικό πεδίο στο πηνίο μεγαλύτερης ακτίνας.
- β. ισχυρότερο μαγνητικό πεδίο στο πηνίο μικρότερης ακτίνας.
- γ. ισχυρότερο μαγνητικό πηνίο στο βαρύτερο σωληνοειδές.
- δ. μαγνητικό πεδίο ίδιας έντασης και στα δύο σωληνοειδή.

21. Οι μαγνητικές δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου ρευματοφόρου σωληνοειδούς:

- α. παντού είναι παράλληλες και ισαπέχουν
- β. είναι πυκνότερες μόνο στα άκρα του σωληνοειδούς
- γ. είναι ανοιχτές
- δ. είναι κλειστές

22. 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.

23. 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.

24. Αν αλλάξουμε μόνο τη φορά του ρεύματος που διαρρέει ένα σωληνοειδές:

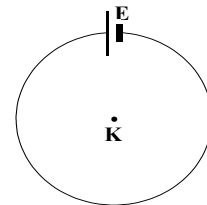
- α. Δεν αλλάζει η φορά των δυναμικών γραμμών
- β. Αλλάζει το μέτρο της έντασης
- γ. Τη θέση του νότιου πόλου την παίρνει ο βόρειος και αντίστροφα
- δ. Το σωληνοειδές καταστρέφεται

25. Αν διπλασιάσουμε τον αριθμό των σπειρών ανά μονάδα μήκους ενός σωληνοειδούς, τότε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του σωληνοειδούς

- α. υποδιπλασιάζεται
- β. παραμένει το ίδιο
- γ. διπλασιάζεται
- δ. τετραπλασιάζεται

26. Η ένταση \vec{B} του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο K του κυκλικού ρευματοφόρου αγωγού του σχήματος, έχει κατεύθυνση

- α. από το K προς την πηγή E .
- β. κάθετη στο επίπεδό του αγωγού με φορά προς τα έξω (προς τον αναγνώστη).
- γ. κάθετη στο επίπεδό του αγωγού με φορά προς τα μέσα.
- δ. διαφορετική από τις προηγούμενες.



27. Ευθύγραμμος αγωγός απείρου μήκους διαρρέεται από ρεύμα έντασης I . Αν τριπλασιάσουμε την ένταση του ρεύματος, τότε το B του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται σε ορισμένη απόσταση r από τον αγωγό:

- α. παραμένει σταθερό
- β. υποτριπλασιάζεται
- γ. τριπλασιάζεται
- δ. εννεαπλασιάζεται.

28. Αν διπλασιάσουμε τον αριθμό σπειρών ανά μονάδα μήκους ενός σωληνοειδούς, τότε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του σωληνοειδούς

- α. υποδιπλασιάζεται
- β. παραμένει το ίδιο
- γ. διπλασιάζεται
- δ. τετραπλασιάζεται.

29. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό ενός πηνίου έχει μέτρο B_0 . Αν στο εσωτερικό του πηνίου εισαχθεί υλικό με μαγνητική διαπερατότητα $\mu=3$, τότε η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του πηνίου έχει μέτρο:

- α. B_0 β. $B_0/3$ γ. $B_0/9$ δ. $3B_0$

30. Παραμαγνητικά υλικά χαρακτηρίζονται τα υλικά που:

- α. έχουν μαγνητική διαπερατότητα λίγο μεγαλύτερη της μονάδας
β. έχουν μαγνητική διαπερατότητα πολύ μεγαλύτερη της μονάδας
γ. έχουν μαγνητική διαπερατότητα μικρότερη της μονάδας
δ. όταν τοποθετηθούν σε ένα μαγνητικό πεδίο μηδενίζουν την έντασή του.

Γ. Να χαρακτηρίσετε με Σ τις σωστές και με Λ τις λανθασμένες προτάσεις που ακολουθούν

1. Ένας ρευματοφόρος αγωγός δημιουργεί γύρω του μαγνητικό πεδίο

- α. ανεξάρτητα από το αν είναι ευθύγραμμος ή κυκλικός.
β. του οποίου η ένταση \vec{B} εξαρτάται από την ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει.
γ. του οποίου η ένταση \vec{B} είναι ανεξάρτητη από τη γεωμετρία του αγωγού.

2. Κάθε ρευματοφόρος αγωγός δημιουργεί μαγνητικό πεδίο. Η ένταση B του πεδίου σε ένα σημείο εξαρτάται:

- α. από το υλικό του αγωγού
β. από τη θέση του σημείου σε σχέση με τον αγωγό
γ. από την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό
δ. από το εμβαδόν διατομής του αγωγού

3. Οι δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό απείρου μήκους:

- α. είναι ομόκεντρες περιφέρειες με κέντρο τα σημεία του αγωγού
β. είναι ευθείες παράλληλες προς τον αγωγό
γ. βρίσκονται σε επίπεδα που είναι κάθετα προς τον αγωγό
δ. έχουν φορά ίδια με τη φορά της έντασης του ρεύματος

4. Το μαγνητικό πεδίο ευθύγραμμου ρευματοφόρου αγωγού “απείρου μήκους” έχει τις εξής ιδιότητες:

- α. Οι δυναμικές του γραμμές είναι παράλληλες με τον αγωγό.
β. Η ένταση \vec{B} του πεδίου είναι ασύμβατα κάθετη με τον αγωγό.
γ. Το μέτρο της έντασης σε κάποιο σημείο του είναι ανάλογο με την απόσταση του σημείου αυτού από τον αγωγό.

5. Το μαγνητικό πεδίο

- α. δημιουργείται από ακίνητα ηλεκτρικά φορτία
β. δημιουργείται απόκινούμενα ηλεκτρικά φορτία
γ. είναι αποτέλεσμα μιας ποσότητας μαγνητισμού
δ. ασκεί δυνάμεις σε ρευματοφόρους αγωγούς

6. Από ένα σημείο ενός μαγνητικού πεδίου διέρχεται:

- α. μία μόνο δυναμική γραμμή
β. πολλές δυναμικές γραμμές
γ. τόσες δυναμικές γραμμές όση είναι και η ένταση του πεδίου στο σημείο

7. 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' ό,τι κοντά στον άξονα του σωληνοειδούς.
 - μέτρο ανάλογο με τον αριθμό των σπειρών ανά μονάδα μήκους.

8. Σωληνοειδές με N σπείρες και μήκος L διαρρέεται από ρεύμα έντασης I . Στο εσωτερικό του σωληνοειδούς το μαγνητικό πεδίο έχει ένταση που:

- το μέτρο της εξαρτάται από τη διάμετρο του σωληνοειδούς
- το μέτρο της δίνεται από τη σχέση $B=4\pi K_{\mu}IN/L$
- η διεύθυνσή της είναι παράλληλη στο επίπεδο των σπειρών
- η διεύθυνσή της είναι παράλληλη στον άξονα του σωληνοειδούς
- το μέτρο της είναι σταθερό στο εσωτερικό του
- η τιμή της υπολογίζεται μόνο στον άξονά του

Δ. Να επιλέξετε τη σωστή πρόταση αιτιολογώντας την επιλογή σας

1. 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

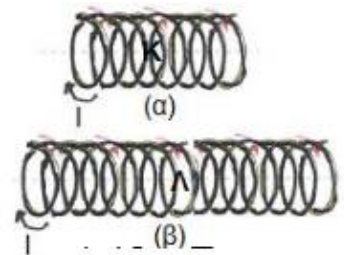
- μεγαλύτερη από την αρχική;
- μικρότερη από την αρχική;
- ίση με την αρχική;

2. Δίνεται κυκλικός αγωγός K ακτίνας a ο οποίος διαρρέεται από συνεχές ρεύμα σταθερής έντασης. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου του αγωγού στο κέντρο του K είναι B . Ευθύγραμμος αγωγός E απείρου μήκους διαρρέεται από συνεχές ρεύμα ίδιας σταθερής έντασης. Η απόσταση από τον αγωγό E στην οποία το μέτρο της έντασης του δικού του μαγνητικού πεδίου ισούται με B είναι:

- α/π
- $2\alpha/\pi$
- $\alpha/2\pi$

3. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο K του σωληνοειδούς του σχήματος (α) είναι $B=10\text{ mT}$ όταν αυτό διαρρέεται από σταθερό ρεύμα έντασης I . Αν τώρα στο τέλος του πρώτου συνδεθεί σε σειρά ένα άλλο όμοιο σωληνοειδές και το σύστημα διαρρέεται από το ίδιο ρεύμα, η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο Λ του νέου συστήματος του σχήματος (β) θα είναι:

- 4 mT ,
- 20 mT
- 5 mT
- $10\mu\text{T}$
- 10 mT



4. Σωληνοειδές μήκους L διαρρέεται από σταθερό ρεύμα και στο εσωτερικό του το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου είναι $B=30\text{ mT}$. Ενώνουμε το σωληνοειδές αυτό με ένα άλλο όμοιό του έτσι ώστε να έχουν κοινό άξονα, δημιουργώντας έτσι ένα νέο σωληνοειδές. Διαβιβάζουμε στο σύστημα ρεύμα ίδιας έντασης I . Το μαγνητικό πεδίο τώρα στο εσωτερικό του συστήματος θα έχει μέτρο

- 0
- 15 mT
- 30 mT
- 60 mT

Ασκήσεις

Σε όλες τις ασκήσεις δίνεται $K_{\mu}=10^{-7} \text{N/A}^2$

1. Να υπολογιστεί η ένταση μαγνητικού πεδίου που παράγεται από ευθύγραμμο σύρμα μεγάλου μήκους, όταν διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I=1\text{A}$, σε αποστάσεις $r_1=0,53 \cdot 10^{-10} \text{m}$ και $r_2=1\text{m}$.

Απ: $3,77 \cdot 10^3 \text{T}$, $2 \cdot 10^{-7} \text{T}$

2. Δύο ευθύγραμμοι ρευματοφόροι αγωγοί Α και Γ είναι παράλληλοι και θεωρούνται απείρου μήκους. Τα ρεύματα που τους διαρρέουν έχουν αντίστοιχα εντάσεις $I_1=6\text{A}$ και $I_2=3\text{A}$. Η απόσταση των αγωγών είναι $d=40\text{cm}$. Να υπολογιστεί η ένταση του σύνθετου πεδίου σε ένα σημείο Μ που βρίσκεται ανάμεσα στους αγωγούς και απέχει απόσταση $r_1=30\text{cm}$ από τον Α και $r_2=10\text{cm}$ από τον Γ, αν τα ρεύματα είναι:

Α. αντίρροπα

Β. ομόρροπα.

Απ: α. $10 \cdot 10^{-5} \text{T}$, β. $2 \cdot 10^{-6} \text{T}$

3. Δύο παράλληλοι αγωγοί «απείρου μήκους» απέχουν μεταξύ τους απόσταση 7cm και διαρρέονται από ρεύματα έντασης $I=100\text{A}$ ο καθένας. Να βρείτε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου σε ένα σημείο που απέχει $d_1=2\text{cm}$ από τον ένα και $d_2=5\text{cm}$ από τον άλλο, όταν τα ρεύματα είναι:

Α. ομόρροπα

Β. αντίρροπα.

Απ: α. $6 \cdot 10^{-4} \text{T}$, β. $14 \cdot 10^{-4} \text{T}$

4. Δύο σύρματα μεγάλου μήκους είναι παράλληλα και απέχουν απόσταση 2α . Αν τα σύρματα διαρρέονται από αντίρροπα ρεύματα ίσης έντασης I , να υπολογιστεί η ένταση του σύνθετου μαγνητικού πεδίου, στο επίπεδο των συρμάτων και σε σημείο:

α. που απέχει ίση απόσταση από τα δύο σύρματα

β. που απέχει απόσταση α από το ένα σύρμα και 3α από το άλλο σύρμα.

γ. να απαντήσετε στα προηγούμενα ερωτήματα αν τα ρεύματα είναι ομόρροπα.

Απ: α. $K_{\mu}4I/\alpha$, β. $K_{\mu}4I/3\alpha$, γ. 0, $K_{\mu}8I/3\alpha$

5. Δύο μεγάλου μήκους αγωγοί Α και Γ είναι παράλληλοι, απέχουν μεταξύ τους 10cm και διαρρέονται από ομόρροπα ρεύματα εντάσεων $I_1=3\text{A}$ και $I_2=2\text{A}$ αντίστοιχα. Να υπολογιστεί η ένταση του σύνθετου πεδίου σε σημείο Ρ έξω από το επίπεδο των δύο αγωγών που απέχει αποστάσεις $r_1=6\text{cm}$ και $r_2=8\text{cm}$ αντίστοιχα από τους αγωγούς.

Απ: $B=5\sqrt{5} \cdot 10^{-6} \text{T}$.

6. Δύο παράλληλοι αγωγοί απείρου μήκους απέχουν μεταξύ τους απόσταση 2α και διαρρέονται από αντίρροπα ρεύματα έντασης I . Να υπολογιστεί η ένταση του μαγνητικού πεδίου σε σημείο Ρ που βρίσκεται έξω από το επίπεδο των δύο αγωγών και απέχει από τον καθένα απόσταση r ($r>\alpha$).

Απ: $B=K_{\mu}4I\alpha/r^2$

7. Δύο αγωγοί Κ και Λ βρίσκονται σε επίπεδο και διαρρέονται από αντίρροπα ρεύματα εντάσεων $I_1=100\text{A}$ και $I_2=50\text{A}$ αντίστοιχα και απέχουν απόσταση $d=2\text{m}$. Να βρεθεί σε ποιο σημείο του επιπέδου η ένταση του σύνθετου μαγνητικού πεδίου είναι μηδέν

Απ: 2m από τον Λ εκτός των αγωγών

8. Δύο παράλληλοι και ευθύγραμμοι αγωγοί απείρου μήκους απέχουν $d=8\text{cm}$ και διαρρέονται από ρεύματα εντάσεων $I_1=2\text{A}$ και $I_2=3\text{A}$ αντίστοιχα. Να βρεθούν τα σημεία στα οποία η ένταση του σύνθετου πεδίου είναι μηδέν αν τα ρεύματα είναι:

- α. ομόρροπα
- β. αντίρροπα..

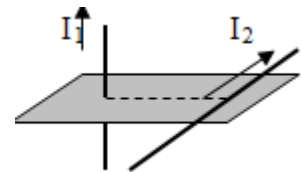
Απ: α. $\chi_1=3,2\text{cm}$ από το I_1 , β. $\chi_2=16\text{cm}$ από το I_1

9. Ευθύγραμμος αγωγός μεγάλου μήκους, που παρουσιάζει ωμική αντίσταση $R=2\Omega$, τροφοδοτείται από πηγή με ΗΕΔ $E=12\text{V}$ και εσωτερική αντίσταση $r=1\Omega$. Ποια είναι η τιμή της έντασης του μαγνητικού πεδίου που σχηματίζεται από τον αγωγό σε απόσταση $d=4\text{mm}$ απ' αυτόν;

Απ: $2 \cdot 10^{-4}\text{T}$

10. Δύο μεγάλου μήκους αγωγοί έχουν τέτοια θέση ώστε να ανήκουν σε κάθετα επίπεδα όπως στο σχήμα. Οι δύο αγωγοί διαρρέονται από ρεύματα έντασης $I_1=6\text{A}$ και $I_2=8\text{A}$ αντίστοιχα. Η απόσταση των αγωγών είναι $d=40\text{cm}$. Να προσδιοριστεί η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο μέσο της απόστασής τους

Απ: 10^{-4}T , $\epsilon\phi\phi=4/3$

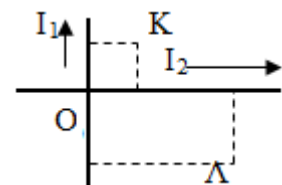


11. Δύο ευθύγραμμοι ρευματοφόροι αγωγοί μεγάλου μήκους είναι κάθετοι μεταξύ τους και περιβάλλονται από μονωτικό υλικό ώστε στο σημείο επαφής τους Ο, να μην βραχυκυκλώνουν. Οι αγωγοί διαρρέονται από ρεύματα εντάσεων $I_1=30\text{A}$ και $I_2=20\text{A}$. Να βρεθεί η ένταση του μαγνητικού πεδίου:

A. Σε σημείο Κ με συντεταγμένες $(2\text{m}, 2\text{m})$

B. Σε σημείο Λ με συντεταγμένες $(6\text{m}, -4\text{m})$ που φαίνονται στο σχήμα.

Απ: α. 10^{-6}T , β. $2 \cdot 10^{-6}\text{T}$

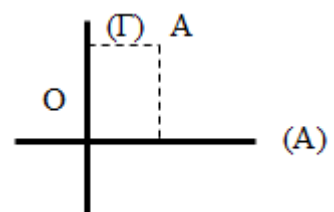


12. Δύο σύρματα Α και Γ είναι κάθετα μεταξύ τους και στο κοινό τους σημείο Ο μονωμένα. Διαρρέονται από ρεύματα εντάσεων $I_1=10\text{A}$ και $I_2=20\text{A}$ αντίστοιχα. Να υπολογιστεί η ένταση του μαγνητικού πεδίου σε σημείο Α που απέχει από τον Α $r_1=4\text{cm}$ και από τον Γ $r_2=2\text{cm}$, όταν:

A. Τα ρεύματα «έρχονται» στο Ο

B. Το I_1 «έρχεται» και το I_2 «απομακρύνεται»

Απ: α. $1,5 \cdot 10^{-4}\text{T}$, β. $2,5 \cdot 10^{-4}\text{T}$



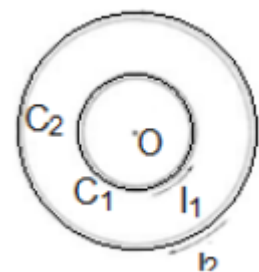
13. Πηνίο πυκνά τυλιγμένο με διάμετρο $0,4\text{m}$ διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I=2,5\text{A}$. Πόσες σπείρες έχει όταν στο κέντρο του η ένταση του δημιουργούμενου μαγνητικού πεδίου έχει τιμή $B=1,272 \cdot 10^{-4}\text{T}$;

Απ: $N=16$

14. Κυκλικός αγωγός ακτίνας R διαρρέεται από ρεύμα έντασης I. Με τον αγωγό κατασκευάζουμε πηνίο με 4 σπείρες που διαρρέεται από την ίδια ένταση I. Να βρεθεί ο λόγος των εντάσεων των μαγνητικών πεδίων στα κέντρα τους.

Απ: $B_1/B_2=1/16$

15. Οι ομόκεντροι κυκλικοί αγωγοί C_1 και C_2 του σχήματος έχουν ακτίνες $R_1=0,1\text{m}$ και $R_2=0,2\text{m}$ αντίστοιχα. Οι αγωγοί διαρρέονται από ρεύμα ίσης έντασης $I_1=I_2=10\text{A}$ (τα ρεύματα είναι αντίρροπα). Να

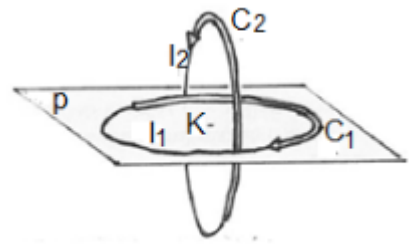


υπολογίσετε την ένταση B του μαγνητικού πεδίου στο κοινό κέντρο O των αγωγών

Απ: $10^{-5}T$

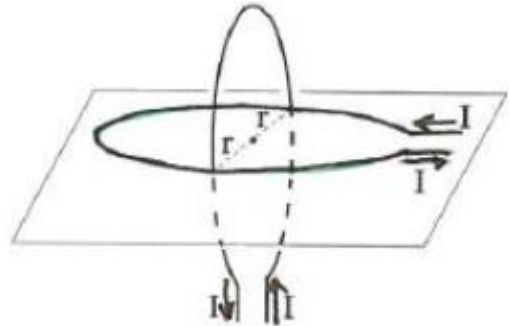
16. Οι κυκλικοί αγωγοί C_1 και C_2 του σχήματος έχουν κοινό κέντρο K και ίσες ακτίνες $R_1=R_2=0,1\pi$ m. Ο αγωγός C_1 βρίσκεται στο επίπεδο p ενώ ο C_2 είναι κέθετος σ' αυτό. Οι αγωγοί διαρέονται από ρεύματα I_1 και I_2 των οποίων η φορά σημειώνεται στο σχήμα και η ένταση είναι $I_1=I_2=10A$. Να υπολογίσετε την ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κοινό τους κέντρο K .

Απ: $2\sqrt{2} \cdot 10^{-5}T$ με γωνία 45°



17. Οι κυκλικοί αγωγοί του σχήματος έχουν ακτίνα $r=\pi\sqrt{2}cm$ ο καθένας και είναι τοποθετημένοι έτσι ώστε να έχουν κοινό κέντρο και τα επίπεδά τους να είναι κάθετα μεταξύ τους. Αν οι αγωγοί διαρέονται από ρεύματα ίδιας έντασης $I=10A$ να βρείτε την ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κοινό τους κέντρο.

Απ: $2 \cdot 10^{-4}T$



18. Κυκλικός αγωγός ακτίνας $\rho=0,5m$ είναι συνδεδεμένος με αντιστάτη αντίστασης $R=10\Omega$. Η αντίσταση του κυκλικού αγωγού είναι $R_{αγ}=9\Omega$. Το σύστημα είναι συνδεδεμένο με πηγή ΗΕΔ $E=40V$ και εσωτερικής αντίστασης $r=1\Omega$. Να υπολογιστεί η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του κυκλικού αγωγού.

Απ: $B=0,8 \cdot \pi \cdot 10^{-6}T$

19. Κυκλικό πλαίσιο $N=80$ σπειρών έχει διάμετρο $\delta=64cm$. Να βρεθεί η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που το διαρρέει αν το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του είναι $B=12 \cdot 10^{-4} T$.

Απ: $48/\pi A$

20. Κυκλικό πλαίσιο είναι φτιαγμένο από σύρμα και παρουσιάζει αντίσταση $0,1\Omega/m$. Το πλαίσιο έχει $N=100$ σπείρες διαμέτρου $\delta=3,14m$. Στα άκρα του πλαισίου εφαρμόζεται πηγή ΗΕΔ $E=404V$ και εσωτερικής αντίστασης $r=1\Omega$. Να υπολογιστεί η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του πλαισίου. Δίνεται $3,14^2=10$

Απ: $1,6 \cdot 10^{-6}T$

21. Στο άτομο του υδρογόνου το ηλεκτρόνιο περιστρέφεται γύρω από τον πυρήνα σε κυκλική τροχιά ακτίνας $r=5,1 \cdot 10^{-11}m$, με συχνότητα $f=6,8 \cdot 10^{15} Hz$.

A. Να υπολογιστεί η ένταση του ρεύματος με την οποία ισοδυναμεί η κίνηση του ηλεκτρονίου.

B. Να υπολογιστεί η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο της κυκλικής τροχιάς.

Δίνεται $e=1,6 \cdot 10^{-19}C$

Απ: A. $I=10,88 \cdot 10^{-4} A$, B. $B=13,4 T$

22. Το ηλεκτρόνιο στο άτομο του υδρογόνου περιστρέφεται γύρω από τον πυρήνα σε κυκλική τροχιά ακτίνας $r=0,5 \cdot 10^{-10}m$ με ταχύτητα μέτρου $u=2 \cdot 10^6 m/s$. Να υπολογιστεί το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο της κυκλικής τροχιάς. Δίνεται $e=1,6 \cdot 10^{-19}C$

Απ: $12,8T$

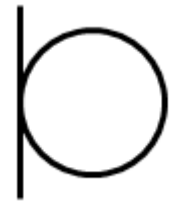
23. Κυκλικός αγωγός ακτίνας $r=3,14\text{cm}$ διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I_1=0,2\text{A}$. Με ποιο τρόπο και σε πόση απόσταση από το κέντρο του κυκλικού αγωγού πρέπει να τοποθετηθεί ευθύγραμμος αγωγός απείρου μήκους που διαρρέεται από την ίδια ένταση ρεύματος I , ώστε στο κέντρο του κυκλικού αγωγού η ένταση του μαγνητικού πεδίου να είναι μηδέν;

Απ: $\chi=1\text{cm}$

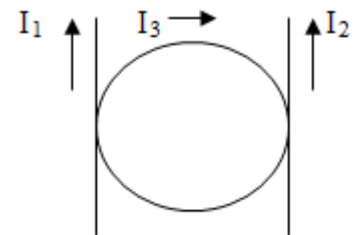
24. Να υπολογιστεί η ένταση του ρεύματος που πρέπει να διαρρέει τον ευθύγραμμο αγωγό, ώστε η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του κυκλικού αγωγού να είναι μηδέν. Οι δύο αγωγοί βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο, εφάπτονται και στο σημείο επαφής είναι μονωμένοι. Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον κυκλικό αγωγό έχει ένταση $I_2=\pi\text{A}$.

Δίνεται $\pi^2=10$

Απ: 10A



25. Δύο ευθύγραμμοι αγωγοί μεγάλου μήκους απέχουν μεταξύ τους $d=2\text{m}$. Μεταξύ αυτών και πάνω στο επίπεδό τους τοποθετείται κυκλικός αγωγός, μονωμένος ώστε να εφάπτεται στους δύο ευθύγραμμους αγωγούς. Οι δύο ευθύγραμμοι αγωγοί διαρρέονται από ρεύματα εντάσεων $I_1=5\text{A}$ και $I_2=8\text{A}$ αντίστοιχα και ο κυκλικός με ρεύμα έντασης $I_3=3,14\text{A}$, με φορές όπως στο σχήμα. Να υπολογιστεί η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του κυκλικού αγωγού.



Δίνεται $3,14^2=10$

Απ: $1,3 \cdot 10^{-6}\text{T}$

26. Σωληνοειδές έχει 200 σπείρες, μήκος 25cm και παρουσιάζει ωμική αντίσταση $R=1,5\Omega$. Τα άκρα του σωληνοειδούς συνδέονται με τους πόλους πηγής που έχει ΗΕΔ $E=12\text{V}$ και εσωτερική αντίσταση $r=0,5\Omega$. Να υπολογιστεί η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του σωληνοειδούς.

Απ: $B=6,028 \cdot 10^{-3}\text{T}$

27. Ένα σωληνοειδές έχει $N=1000$ σπείρες, μήκος $l=50\text{cm}$ και αντίσταση σύρματος $R_\pi=2\Omega$. Τα άκρα του σωληνοειδούς συνδέονται με πηγή ΗΕΔ $E=20\text{V}$. Να υπολογιστούν:

A. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του σωληνοειδούς

B. Στη συνέχεια τοποθετούμε στο εσωτερικό του πυρήνα σιδήρου μαγνητικής διαπερατότητας $\mu=500$. Πόση γίνεται η ένταση του πεδίου στο εσωτερικό του;

Απ: α. $0,8\pi \cdot 10^{-2}\text{T}$, β. $4\pi\text{T}$

28. Σωληνοειδές έχει $N=1000$ σπείρες και μήκος $l=20\text{cm}$. Τα άκρα του συνδέονται με πηγή ΗΕΔ $E=12\text{V}$ και εσωτερικής αντίστασης $r=2\Omega$. Το πεδίο που δημιουργείται στο εσωτερικό του έχει ένταση $B=2\pi \cdot 10^{-3}\text{T}$.

A. Να υπολογιστεί η ωμική αντίσταση του σωληνοειδούς.

B. Κόβουμε το σωληνοειδές στο μέσον και το τροφοδοτούμε με την ίδια πηγή. Να βρεθεί η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του

Απ: α. 10Ω , β. $1,7\pi \cdot 10^{-3}\text{T}$

29. Σωληνοειδές έχει μήκος $l_1=50\text{cm}$, $N_1=200$ σπείρες και διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I_1=25\text{A}$. Δεύτερο σωληνοειδές έχει $n=350$ σπείρες ανά μέτρο μήκους, βρίσκεται στο εσωτερικό του πρώτου ώστε οι άξονές τους να συμπίπτουν και διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I_2=15\text{A}$.

α. Να βρεθεί η ένταση του μαγνητικού πεδίου στον άξονά τους αν τα ρεύματα που τα διαρρέουν είναι ομόρροπα ή αντίρροπα

β. Ποια πρέπει να είναι η ένταση του ρεύματος στο δεύτερο σωληνοειδές ώστε η ένταση του μαγνητικού πεδίου στον άξονά τους να είναι μηδέν;
γ. Ποιος ο λόγος των εντάσεων ρεύματος που διαρρέουν τα δύο σωληνοειδή ώστε η ένταση του μαγνητικού πεδίου στον άξονά τους να είναι μηδέν;
Απ: α. $B=5,96 \cdot 10^{-3} \text{ T}$, $B=19,15 \cdot 10^{-3} \text{ T}$, β. $I_2=28,57 \text{ A}$, γ. $I_1/I_2=7/8$

30. Σωληνοειδές Α έχει μήκος $l_1=20\text{cm}$, $N_1=200$ σπείρες και διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I_1=10\text{A}$. Δεύτερο σωληνοειδές Γ έχει μήκος $l_2=40\text{cm}$, $N_2=400$ σπείρες και διαρρέεται από ρεύμα έντασης I_2 . Το σωληνοειδές Γ βρίσκεται στο εσωτερικό του Α και έχουν τον ίδιο άξονα. Να υπολογιστεί η ένταση του ρεύματος I_2 , ώστε η ένταση του σύνθετου μαγνητικού πεδίου στον κοινό τους άξονα:

Α. να είναι ίση με το μηδέν

Β. να είναι διπλάσια της έντασης του Α

Απ: α. 10A , β. 10A αντίρροπη της προηγούμενης

31. Σωληνοειδές μήκους $l=40\text{cm}$ έχει $N=500$ σπείρες και ωμική αντίσταση $R=18\Omega$. Τα άκρα του συνδέονται με πηγή ΗΕΔ $E=48\text{V}$ και εσωτερικής αντίστασης $r=6\Omega$. Στηρίζουμε το σωληνοειδές με τον άξονά του κατακόρυφο και πλησιάζουμε στο μέσον του ένα οριζόντιο αγωγό απείρου μήκους, έτσι ώστε μόλις να εφάπτεται εξωτερικά του σωληνοειδούς (στο σημείο επαφής οι αγωγοί είναι μονωμένοι). Αν ο ευθύγραμμος αγωγός διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I=100\text{A}$ και η ακτίνα των σπειρών του σωληνοειδούς είναι $\rho=2\text{cm}$, να υπολογιστεί η ένταση του μαγνητικού πεδίου πάνω στον άξονα του σωληνοειδούς και σε απόσταση από τον ευθύγραμμο αγωγό ίση με την ακτίνα της σπείρας.

Απ: $4,14 \cdot 10^{-3} \text{ T}$ ή $2,14 \cdot 10^{-3} \text{ T}$

32. Δύο ευθύγραμμοι και παράλληλοι αγωγοί απείρου μήκους απέχουν $d=2\text{cm}$ και διαρρέονται από ομόρροπα ρεύματα εντάσεων $I_1=24\text{A}$ και $I_2=12\text{A}$ αντίστοιχα. Σωληνοειδές που έχει $11/\pi$ σπείρες ανά cm τοποθετείται εκτός των αγωγών από το μέρος του I_1 και ο άξονάς του απέχει από το I_1 $l=6\text{cm}$. Ποια πρέπει να είναι η ένταση που διαρρέει το σωληνοειδές ώστε στο άξονά του η ένταση του σύνθετου πεδίου να είναι μηδέν;

Απ: $I=0,25\text{A}$

33. Ένα σωληνοειδές έχει στο μισό του μήκος n_1 σπείρες/ m και στο άλλο μισό n_2 σπείρες/ m . Το πηνίο διαρρέεται από ρεύμα έντασης I . Να υπολογιστεί η ένταση του μαγνητικού πεδίου στον άξονά του και στο μέσον του.

Απ: $B=K_{\mu} 2I(n_1+n_2)$

34. Κυκλικό πλαίσιο ακτίνας $r=0,314\text{m}$ έχει $N=10$ σπείρες και διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I_1=200\text{A}$. Σωληνοειδές με $n=200$ σπείρες/ m τοποθετείται κάθετα στο επίπεδο του πλαισίου ώστε ο άξονάς του να περνά από το κέντρο του πλαισίου, που είναι και μέσον του άξονα. Το σωληνοειδές διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I_2=3,14\text{A}$. Οι εντάσεις ρεύματος έχουν αντίθετες φορές. Να υπολογιστεί η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του κυκλικού πλαισίου.

Δίνεται $3,14^2=10$

Απ: $32 \cdot 10^{-4} \text{ T}$

35. Ένα σωληνοειδές αποτελείται από $N=1000$ σπείρες, έχει μήκος $L=1\text{m}$, εμβαδό διατομής $S=10^{-4} \text{ m}^2$ και διαρρέεται από συνεχές ρεύμα σταθερής έντασης $I=25\text{A}$. Να υπολογίσετε:

α. Το μέτρο B της έντασης του ομογενούς μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του σωληνοειδούς.

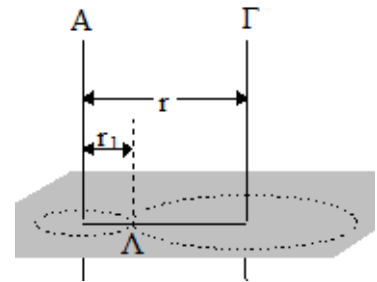
β. Τη μαγνητική ροή που διέρχεται από μια σπείρα του σωληνοειδούς, λόγω του μαγνητικού πεδίου του.

γ. Την ακτίνα κυκλικού αγωγού ο οποίος διαρρέεται από το ίδιο ρεύμα με το σωληνοειδές, αν το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του είναι ίσο με το 1/100 του μέτρου B της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του σωληνοειδούς.

Ασκήσεις Επανάληψης

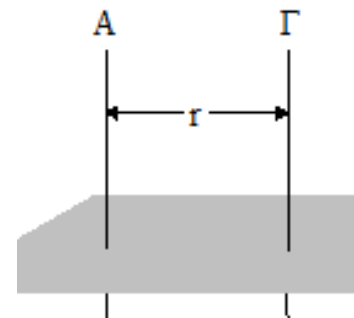
1. Δύο ευθύγραμμοι αγωγοί “απείρου μήκους” τέμνουν κάθετα ένα επίπεδο στα σημεία A και B. Αν τα ομόρροπα ρεύματά τους είναι $I_A = 30 \text{ A}$ και $I_B = 20 \text{ A}$ ενώ η απόσταση $AB = 20 \text{ cm}$, να βρείτε το σημείο ή τα σημεία της ευθείας AB στα οποία η ένταση του μαγνητικού πεδίου μηδενίζεται.
Απ. 8 cm από το B

2. 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.

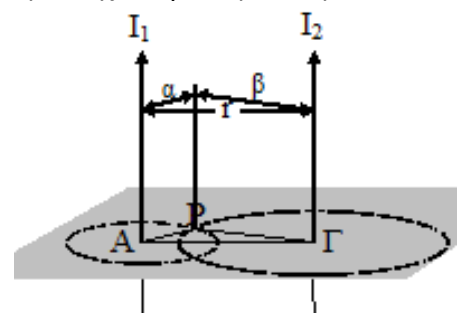


Απ. α. 10^{-5} T με κατεύθυνση του \vec{B}_1 , β. $3 \cdot 10^{-5} \text{ T}$ ομόρροπο με τα \vec{B}_1 και \vec{B}_2

3. 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

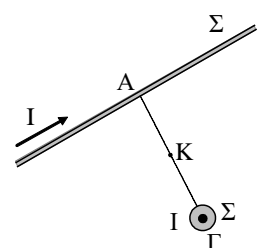


4. Δύο παράλληλοι ευθύγραμμοι αγωγοί A και Γ, μεγάλου μήκους, απέχουν μεταξύ τους $r = 13 \text{ cm}$ και διαρρέονται από ομόρροπα ρεύματα $I_1 = I_2 = 3 \text{ A}$. Να προσδιορίσετε την ένταση \vec{B} του μαγνητικού πεδίου στο σημείο P, που απέχει $\alpha = 5 \text{ cm}$ από τον αγωγό A και $\beta =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



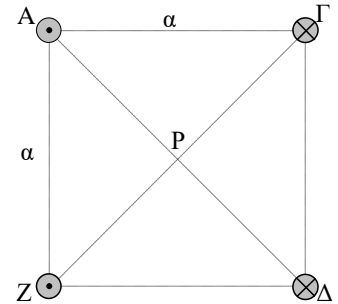
Απ. α. $12 \cdot 10^{-6} \text{ T}$ κατά την κατεύθυνση $\vec{P}\vec{\Gamma}$, β. $5 \cdot 10^{-6} \text{ T}$ κατά την κατεύθυνση $\vec{A}\vec{P}$, γ. $13 \cdot 10^{-6}$

5. Δύο ευθύγραμμα σύρματα, μεγάλου μήκους, βρίσκονται τοποθετημένα όπως στο σχήμα. Η απόσταση AG 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 μέσο K της AG, εξ αιτίας του ρεύματος που διαρρέει
Α. καθένα από τα σύρματα.
Β. και από τα δύο σύρματα.



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

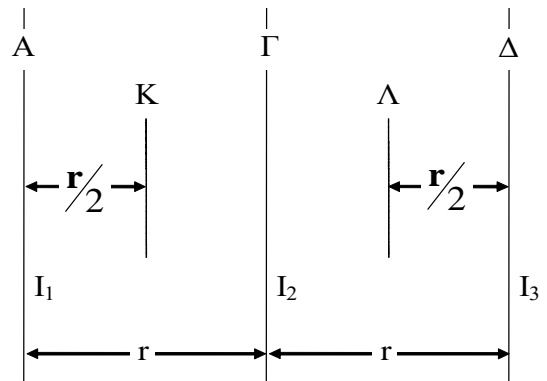
6. Τέσσερις μεγάλου μήκους ευθύγραμμοι αγωγοί A, Γ, Δ και Z είναι παράλληλοι μεταξύ τους και διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα, έντασης $I = 4 \text{ A}$. Η φορά των ρευμάτων στους αγωγούς αυτούς σημειώνεται στο σχήμα, ενώ η πλευρά του τετραγώνου ΑΓΔΖ έχει μήκος $a = 0,2 \text{ m}$. Να προσδιορίσετε την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



- A. τον αγωγό A
- B. 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 $\vec{P}\vec{\Gamma}$, β. $8\sqrt{2} \cdot 10^{-6} \text{ T}$ κατά την κατεύθυνση $\vec{P}\vec{\Gamma}$,
 Γ. $8\sqrt{2} \cdot 10^{-6} \text{ T}$ κατά την κατεύθυνση $\vec{P}\vec{A}$, δ. $16 \cdot 10^{-6} \text{ T}$ με κατεύθυνση που σχηματίζει γωνία 45° με τις PA, PΓ

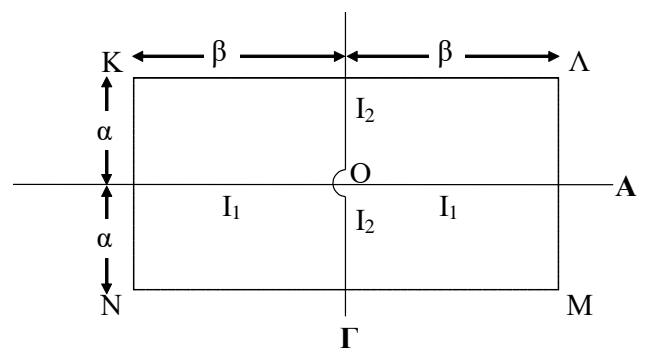
7. Τρεις παράλληλοι ευθύγραμμοι αγωγοί A, Γ και Δ βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο και διαρρέονται από ρεύματα ίδιας φοράς, των οποίων οι εντάσεις είναι $I_1 = 6 \text{ A}$, $I_2 = 7,5 \text{ A}$ και $I_3 = 9 \text{ A}$, αντίστοιχα. Ο μεσαίος αγωγός Γ απέχει από τους A και Δ αποστάσεις ίσες προς $r = 20 \text{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



- A. στο μέσο K της απόστασης των A και Γ.
- B. στο μέσο 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 τη σελίδα

8. Δύο ευθύγραμμοι αγωγοί A και Γ είναι κάθετοι μεταξύ τους και στο σημείο τομής τους O είναι μονωμένοι. Οι αγωγοί διαρρέονται από ρεύματα των οποίων οι εντάσεις είναι $I_1 = 4,5 \text{ A}$ και $I_2 = 3,5 \text{ A}$, αντίστοιχα. Να βρείτε την ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από τους δύο αγωγούς A και Γ στις τέσσερις κορυφές K, Λ, M, και N του ορθογωνίου του σχήματος, δεδομένου ότι $a = 5 \text{ cm}$ και $\beta = 10 \text{ cm}$.



Απ. α. $11 \cdot 10^{-6} \text{ T}$ με φορά προς τον αναγνώστη, β. $25 \cdot 10^{-6} \text{ T}$ με φορά προς τον αναγνώστη, γ. $11 \cdot 10^{-6} \text{ T}$ με φορά προς τη σελίδα, δ. $25 \cdot 10^{-6} \text{ T}$ με φορά προς τη σελίδα

9. 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

- A. την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το σωληνοειδές.
- B. το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του σωληνοειδούς.
- Γ. 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. $6,28 \text{ T}$

10. Το κύκλωμα του σχήματος (είναι όλα σε σειρά) αποτελείται από πηγή με ηλεκτρεγερτική δύναμη 20V και εσωτερική αντίσταση 2Ω , αντιστάτη αντίστασης 4Ω και σωληνοειδές που έχει μήκος $0,2\text{m}$ και 1000 σπείρες. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του σωληνοειδούς είναι $4\pi \cdot 10^{-3}\text{T}$.

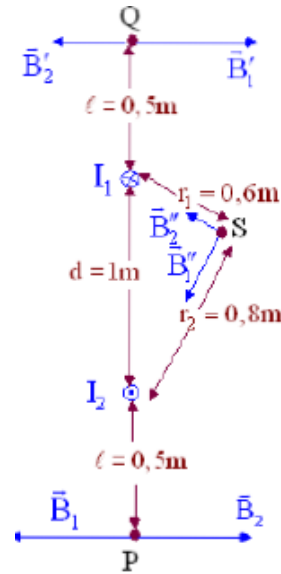
A. Να υπολογιστούν:

α. Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα.

β. Η αντίσταση του σωληνοειδούς R_s .

γ. Η ισχύς που καταναλώνεται στον αντιστάτη R.

B. Κόβουμε το σωληνοειδές στη μέση (500 σπείρες) και τοποθετούμε το ένα κομμάτι στη θέση του αρχικού. Να βρεθεί η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του σωληνοειδούς του νέου κυκλώματος.



11. Δυο ευθύγραμμα και μεγάλου μήκους παράλληλα σύρματα απέχουν μεταξύ του 1m . Η διεύθυνση των συρμάτων είναι κάθετη στο επίπεδο της σελίδας, όπως φαίνεται στο σχήμα. Το επάνω σύρμα διαρρέεται από ρεύμα $I_1 = 6\text{A}$ με φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.

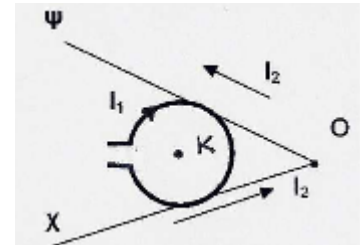
α. Ποιο πρέπει να είναι το I_2 σε μέτρο και φορά, ώστε το μαγνητικό πεδίο στο σημείο P να είναι μηδέν;

β. Πόσο είναι τότε το μαγνητικό πεδίο στο σημείο Q;

γ. Πόσο είναι τότε το μαγνητικό πεδίο στο σημείο S;

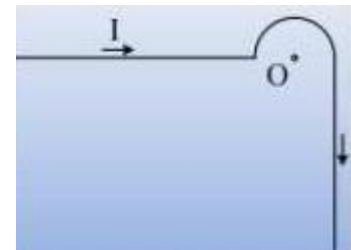
12. Κυκλικός αγωγός ακτίνας r διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I_1 = 20\text{A}$. Ευθύγραμμο σύρμα μεγάλου μήκους, που διαρρέεται από ρεύμα έντασης I_2 , το κάμπτουμε έτσι, ώστε να σχηματίζει γωνία ϕ και να εφάπτεται στον κυκλικό αγωγό, όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα. Πόση πρέπει να είναι η ένταση I_2 , ώστε η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο K του κυκλικού αγωγού να είναι μηδέν; (Η ακτίνα r είναι πολύ μικρή σε σχέση με το μήκος των Ox και Oy). $k_\mu = 10^{-7}\text{N/A}^2$

Απ.: $10\pi\text{A}$



13. Στο ακόλουθο σχήμα βλέπετε έναν αγωγό, το καμπύλο μέρος του οποίου είναι ημικύκλιο ακτίνας $r = 0,1\text{m}$ και διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I = 10\text{A}$. Να υπολογιστεί η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του ημικυκλίου. Δίνεται η σταθερά $k_\mu = 10^{-7}\text{T}\cdot\text{m/A}$.

Απ.: $(\pi + 1) \cdot 10^{-7}\text{T}$



2. Δύναμη Laplace σε ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό από ομογενές μαγνητικό πεδίο

- ✓ Μαθηματική έκφραση: $F_L = B \cdot I \cdot l \cdot \eta \mu \phi$ όπου:
 - B η ένταση του ομογενούς μαγνητικού πεδίου
 - I η ένταση ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό
 - l το μήκος του αγωγού που βρίσκεται μέσα στο πεδίο και διαρρέεται από ρεύμα
 - ϕ η γωνία που σχηματίζει ο αγωγός με τη διεύθυνση του πεδίου
- ✓ Το διάνυσμα της δύναμης:
 - Η διεύθυνση της δύναμης είναι κάθετη στο επίπεδο που ορίζεται από τον αγωγό και τη διεύθυνση του πεδίου
 - η φορά καθορίζεται από τον κανόνα του δεξιού χεριού. Αν σχηματίσουμε τρισσορθογώνιο σύστημα με τον αντίχειρα, το δείκτη και το μέσο και ο αντίχειρας δείχνει τη φορά του ρεύματος, ο δείκτης τη φορά της έντασης του πεδίου, τότε ο μέσος δείχνει τη φορά της δύναμης
 - σημείο εφαρμογής είναι το μέσο του αγωγού που βρίσκεται μέσα στο πεδίο
- ✓ Παρατηρήσεις:
 - αν ο αγωγός είναι παράλληλος προς τις δυναμικές γραμμές ($\phi = 0^\circ$ ή 180°) τότε η δύναμη είναι μηδέν
 - αν ο αγωγός είναι κάθετος προς τις δυναμικές γραμμές του πεδίου ($\phi = 90^\circ$) τότε η δύναμη έχει τη μέγιστη τιμή $F_L = Bi l$
 - Με τη βοήθεια της μέγιστης δύναμης δίνεται ο ορισμός της έντασης B του μαγνητικού πεδίου, χρησιμοποιώντας τη σχέση $B = \frac{F_L}{I \cdot l}$
 - Αν ένας αγωγός βρίσκεται σε μαγνητικό πεδίο και δεν δέχεται δύναμη τότε ή δεν διαρρέεται από ρεύμα ή είναι παράλληλος προς την ένταση του πεδίου

Δύναμη μεταξύ παραλλήλων ρευματοφόρων αγωγών

- **Μαγνητική διαπερατότητα υλικού (μ)**
 - ✓ Σχέση ορισμού: $\mu = \frac{B}{B_0}$ όπου:
 - B η ένταση του πεδίου με το υλικό
 - B_0 η ένταση του πεδίου χωρίς το υλικό
 - ✓ αν $\mu \gg 1$ τα υλικά λέγονται σιδηρομαγνητικά
 - ✓ αν $\mu > 1$ τα υλικά λέγονται παραμαγνητικά
 - ✓ αν $\mu < 1$ τα υλικά λέγονται διαμαγνητικά

Ερωτήσεις

1. Να χαρακτηρίσετε με Σ τις σωστές και με Λ τις λανθασμένες προτάσεις που ακολουθούν
 - 1.1. Η δύναμη Laplace που ασκείται σε ρευματοφόρο αγωγό, όταν είναι παράλληλος στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου, είναι μηδέν.
 - 1.2. Όταν διαμαγνητικό υλικό τοποθετείται μέσα σε μαγνητικό πεδίο τότε η ένταση του μαγνητικού πεδίου ελαττώνεται

2. Να επιλέξετε τη σωστή πρόταση

2.1. 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.

2.2. 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.

2.3. Το μέτρο της δύναμης Laplace, που ασκεί ομογενές μαγνητικό πεδίο σε ευθύγραμμο ρευματοφόροαγωγό, 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.

2.4. Ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Το μέτρο της δύναμης Laplace που ασκείται στον αγωγό γίνεται μέγιστο, όταν η γωνία μεταξύ του αγωγού και των γραμμών του μαγνητικού πεδίου είναι:

- α. 45°
- β. 60°
- γ. 90°
- δ. 180°

2.5. Ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Η δύναμη που δέχεται ο αγωγός από το πεδίο είναι μηδέν, όταν ο αγωγός σχηματίζει με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου γωνία:

- α. 0°
- β. 30°
- γ. 60°
- δ. 90°

2.6. Ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Η δύναμη που δέχεται ο αγωγός από το πεδίο είναι μέγιστη όταν ο αγωγός σχηματίζει με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου γωνία:

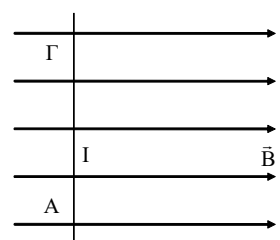
- α. 0°
- β. 45°
- γ. 90°
- δ. 180°

2.7. Η δύναμη Laplace που ασκείται σε ρευματοφόρο αγωγό από ομογενές μαγνητικό πεδίο δεν εξαρτάται από:

- α. το μήκος του αγωγού
- β. το βάρος του αγωγού
- γ. την ένταση του ομογενούς μαγνητικού πεδίου
- δ. την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος.

2.8. Ο ρευματοφόρος αγωγός ΑΓ και οι μαγνητικές δυναμικές γραμμές του σχήματος βρίσκονται στο επίπεδο της σελίδας. Αν το ρεύμα έχει τη φορά που φαίνεται στο σχήμα, τότε η μαγνητική δύναμη που δέχεται ο αγωγός είναι

- α. πάνω στο επίπεδο της σελίδας και κάθετη στον αγωγό.
- β. κάθετη στη σελίδα και προς τα έξω (προς τον αναγνώστη).
- γ. κάθετη στη σελίδα και προς τα μέσα.



δ. αδύνατον να προσδιορισθεί, διότι δεν δίνονται επαρκή στοιχεία.

2.9. 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

α. $F_L = I L B^2$

β. $F_L = I L^2 B \eta \mu \phi$

γ. $F_L = I L B \sigma \nu \eta \mu \phi$

δ. $F_L = I L B \eta \mu \phi$

2.10. Ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο κάθετα προς τις δυναμικές γραμμές του και δέχεται απ' αυτό δύναμη Laplace. Αντιστρέφουμε ταυτόχρονα τη φορά του ρεύματος και της έντασης B του πεδίου. Τότε η κατεύθυνση της δύναμης Laplace:

α. αντιστρέφεται

β. μένει αμετάβλητη

γ. στρέφεται κατά γωνία 90°

δ. γίνεται ίδια με την κατεύθυνση του ρεύματος

ε. γίνεται ίδια με την κατεύθυνση της έντασης του πεδίου

2.11. Ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Η κατεύθυνση της δύναμης Laplace που ασκείται πάνω του

α. είναι ανεξάρτητη από την ένταση του πεδίου.

β. είναι κάθετη στον αγωγό και την ένταση \vec{B} του πεδίου.

γ. προκύπτει από τον κανόνα του Maxwell.

δ. έχει την κατεύθυνση του αντίχειρα του δεξιού χεριού, όταν ο δείκτης δίνει τη φορά της έντασης του πεδίου και ο μέσος τη φορά του ρεύματος

2.12. Όταν ένα ρευματοφόρο πλαίσιο βρεθεί μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο τείνει να προσανατολιστεί με το επίπεδό του

α. κάθετο στις δυναμικές γραμμές του πεδίου και η όψη του που συμπεριφέρεται σαν βόρειος πόλος μαγνητικής βελόνας, είναι προς την κατεύθυνση του \vec{B} .

β. κάθετο στις δυναμικές γραμμές του πεδίου και η όψη του που συμπεριφέρεται σαν νότιος πόλος μαγνητικής βελόνας, είναι προς την κατεύθυνση του \vec{B} .

γ. παράλληλο στις δυναμικές γραμμές του πεδίου.

δ. να σχηματίζει γωνία 45° με την κατεύθυνση του \vec{B} .

2.13. Ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός βρίσκεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Η δύναμη Laplace που ασκείται στον αγωγό,

α. έχει την κατεύθυνση των δυναμικών γραμμών του πεδίου.

β. έχει τη διεύθυνση του αγωγού.

γ. σχηματίζει οξεία γωνία με την κατεύθυνση των δυναμικών γραμμών του πεδίου.

δ. είναι κάθετη στη διεύθυνση του αγωγού και στη διεύθυνση των δυναμικών γραμμών του πεδίου.

2.14. Ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο και δέχεται δύναμη Laplace. Αν αντιστρέψουμε τη φορά της έντασης του πεδίου καθώς και τη φορά του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό τότε

α. η κατεύθυνση της δεν θα αλλάξει.

β. η κατεύθυνση της θα αντιστραφεί.

γ. η θα μηδενιστεί.

δ. η κατεύθυνση της θα σχηματίσει γωνία 90° με την αρχική της κατεύθυνση.

2.15. Ο σίδηρος, το κοβάλτιο και το νικέλιο, σε θερμοκρασία μικρότερη από τη 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 τη μαγνήτισή τους.

2.16. Στο εσωτερικό ρευματοφόρου σωληνοειδούς τοποθετούμε μια ράβδο μαλακού σιδήρου. Συνεπώς, οι δυναμικές γραμμές στο εσωτερικό της

α. διατηρούν την αρχική τους μορφή.

β. αραιώνουν.

γ. πυκνώνουν.

δ. αντιστρέφουν τη φορά τους.

2.17. Η εισαγωγή διαμαγνητικού υλικού σ' ένα μαγνητικό πεδίο προκαλεί στο εσωτερικό του υλικού

α. μικρή ενίσχυση του πεδίου.

β. αντιστροφή της φοράς των δυναμικών γραμμών.

γ. μηδενισμό του μέτρου της έντασης του πεδίου.

δ. μικρή εξασθένιση του πεδίου.

2.18. Η μαγνητική διαπερατότητα των παραμαγνητικών υλικών είναι

α. $\mu \gg 1$

β. $\mu < 1$

γ. $\mu > 1$

δ. $\mu < 0$

2.19. Η μαγνητική διαπερατότητα ενός τεμαχίου νικελίου

α. είναι πολύ μεγαλύτερη από τη μονάδα.

β. είναι λίγο μεγαλύτερη από τη μονάδα.

γ. είναι λίγο μικρότερη από τη μονάδα.

δ. εξαρτάται από τις διαστάσεις του τεμαχίου.

3. Να χαρακτηρίσετε με Σ τις σωστές και με Λ τις λανθασμένες προτάσεις

3.1. Ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός μήκους l , βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, κάθετος στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Η διεύθυνση της δύναμης Laplace που δέχεται ο αγωγός είναι:

α. Κάθετη στον αγωγό

β. Κάθετη στο επίπεδο που ορίζουν ο αγωγός και η ένταση B του πεδίου

γ. Παράλληλη προς τις δυναμικές γραμμές του πεδίου

δ. Κάθετη στον αγωγό και παράλληλη προς τις δυναμικές γραμμές του πεδίου

3.2. Ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Η δύναμη Laplace που δέχεται ο αγωγός:

α. Είναι μηδέν όταν οι δυναμικές γραμμές του πεδίου είναι παράλληλες στον αγωγό

β. Εξαρτάται από τη γωνία που σχηματίζει ο αγωγός με τη γωνία

γ. Είναι ανάλογη της έντασης B του μαγνητικού πεδίου

δ. Είναι ανεξάρτητη από την ένταση B του πεδίου

3.3. Ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός μήκους l , διαρρέεται από ρεύμα έντασης I και είναι οριζόντιος μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Αν ο αγωγός σχηματίζει γωνία ϕ με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου, τότε η δύναμη Laplace που δέχεται:

- α. Έχει διεύθυνση κατακόρυφη
- β. Έχει διεύθυνση που σχηματίζει γωνία ϕ με το οριζόντιο επίπεδο
- γ. Έχει διεύθυνση κάθετη στον αγωγό και στην ένταση B του πεδίου
- δ. Έχει μέτρο $F=BI\eta\mu\phi$

3.4. Ένα ορθογώνιο ρευματοφόρο πλαίσιο μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο

- α. δέχεται τέσσερις δυνάμεις που πάντα αλληλοεξουδετερώνονται.
- β. δέχεται δυνάμεις των οποίων το μέτρο δεν εξαρτάται από τη φορά του ρεύματος.
- γ. δέχεται δυνάμεις με κατεύθυνση ίδια με την ένταση του μαγνητικού πεδίου.
- δ. δέχεται δυνάμεις μόνο αν οι πλευρές του είναι από σιδηρομαγνητικά υλικά.

3.5. Ένας ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο.

- α. Όταν ο ρευματοφόρος αγωγός είναι κατακόρυφος και το μαγνητικό πεδίο οριζόντιο, τότε η δύναμη Laplace έχει διεύθυνση οριζόντια.
- β. Όταν ο ρευματοφόρος αγωγός είναι οριζόντιος και σχηματίζει γωνία ϕ με το επίσης οριζόντιο μαγνητικό πεδίο, τότε η διεύθυνση της δύναμης Laplace είναι κατακόρυφη.
- γ. Όταν ο ρευματοφόρος αγωγός είναι οριζόντιος και το μαγνητικό πεδίο κατακόρυφο, τότε η διεύθυνση της δύναμης Laplace είναι οριζόντια.

3.6. Ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, Η κατεύθυνση της δύναμης Laplace που ασκείται πάνω του

- α. είναι ανεξάρτητη από την ένταση του πεδίου
- β. είναι κάθετη στον αγωγό και την ένταση του πεδίου
- γ. έχει την κατεύθυνση του αντίχειρα του δεξιού χεριού, όταν ο δείκτης δείχνει τη φορά της έντασης του πεδίου και ο μέσος τη φορά του ρεύματος

4. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση αιτιολογώντας την επιλογή σας

4.1. Αγωγό ΚΛ, μήκους l , διαρρέεται από ρεύμα έντασης I και κινείται κατά μήκος κεκλιμένου επιπέδου γωνίας κλίσης ϕ μέσα σε κατακόρυφο ομογενές πεδίο μαγνητικό πεδίο B . Το μέτρο της δύναμης Laplace που δέχεται ο αγωγός είναι:

- α. $FL=Bl$
- β. $FL=BI\eta\mu\phi$
- γ. $FL=Bl\sigma\mu\phi$

4.2. Ευθύγραμμος αγωγός μήκους l είναι κάθετος στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης μέτρου B . Ο αγωγός διαρρέεται από ρεύμα έντασης I . Σε ποια από τις παρακάτω περιπτώσεις διπλασιάζεται η δύναμη που δέχεται ο αγωγός:

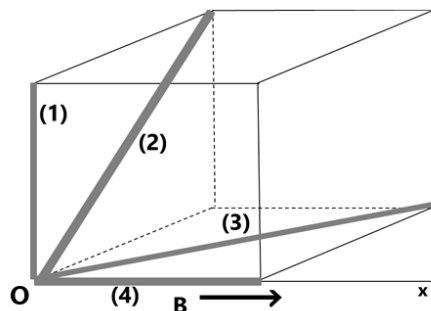
- α. Όταν τετραπλασιάζουμε την ένταση I του ρεύματος και συγχρόνως υποδιπλασιάζουμε την ένταση B του πεδίου.
- β. Όταν διπλασιάζουμε το μήκος l του αγωγού που βρίσκεται μέσα στο πεδίο και συγχρόνως υποτετραπλασιάζουμε την ένταση του ρεύματος

4.3. Ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός είναι κάθετος στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται στο εσωτερικό ενός σωληνοειδούς που διαρρέεται από ρεύμα. Αν αυξηθεί η ένταση του ρεύματος στο σωληνοειδές, η δύναμη που δέχεται ο ρευματοφόρος αγωγός:

- α. αυξάνεται
- β. ελαττώνεται
- γ. παραμένει η ίδια.

Ασκήσεις

1. Δίνονται οι αγωγοί 1, 2, 3 και 4 του σχήματος που διαρρέονται από ρεύμα έντασης I ο καθένας και καταλαμβάνουν τις θέσεις στον κύβο ακμής a . Αν η ένταση του ομογενούς πεδίου είναι B και έχει τη διεύθυνση του άξονα Ox , να υπολογιστεί το μέτρο της δύναμης που δέχεται καθένας αγωγός



2. Ένας αγωγός σχήματος ορθογωνίου ισοσκελούς τριγώνου KLM ($K=90^\circ$) με $KL=KM=a$, διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης I και βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B με τη διεύθυνση κάθετη στο επίπεδο του τριγώνου. Να υπολογιστεί η συνολική δύναμη Laplace που ασκείται στον αγωγό.

Απ: $F=0$

3. Ράβδος KL μήκους $l=1m$ και μάζας $m=1kg$ είναι οριζόντια και μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές πάνω σε δύο κατακόρυφα σύρματα. Ομογενές μαγνητικό πεδίο με ένταση $B=2T$, είναι κάθετο στο επίπεδο των αγωγών. Να υπολογιστεί η ένταση του ρεύματος ώστε η ράβδος:

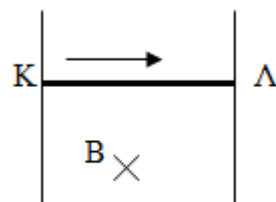
A. Να ανεβαίνει με σταθερή ταχύτητα

B. Να ανεβαίνει με σταθερή επιτάχυνση $a=6m/s^2$

Γ. Να κατεβαίνει με σταθερή επιτάχυνση $a=12m/s^2$

Δίνεται $g=10m/s^2$

Απ: α. $5A$, β. $8A$, γ. $1A$



4. Αγωγός σχήματος ημικυκλίου ακτίνας r που διαρρέεται από ρεύμα έντασης I , βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B , που έχει διεύθυνση κάθετη στο επίπεδο του αγωγού.

α. Να υπολογιστεί η δύναμη που ασκείται στον αγωγό.

β. Να υπολογιστεί η δύναμη αν η διεύθυνση του πεδίου είναι παράλληλη προς το επίπεδο του αγωγού και κάθετη στη διάμετρό του.

Απ: α. $F_1=2BIr$, β. $F_2=2BIr$

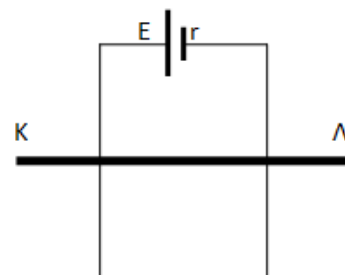
5. Πάνω σε δύο κατακόρυφους μεταλλικούς αγωγούς που απέχουν $d=1m$ και δεν παρουσιάζουν αντίσταση βρίσκεται μεταλλικός αγωγός KL μήκους $l=2m$ και αντίστασης $R=2\Omega$ όπως στο σχήμα. Τα πάνω άκρα των αγωγών συνδέονται με πηγή ΗΕΔ $E=10V$ και $r=1\Omega$. Κάθετα στο επίπεδο των αγωγών υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B=0,2T$. Αν η ράβδος ισορροπεί να βρεθούν:

α. Η φορά της έντασης του μαγνητικού πεδίου

β. Η μάζα της ράβδου.

Δίνεται $g=10m/s^2$.

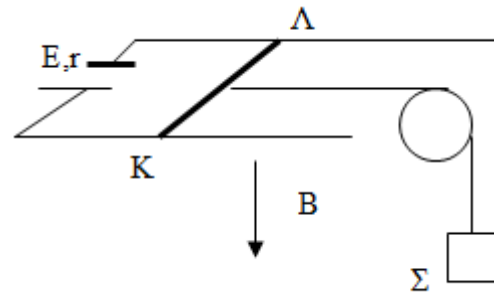
Απ: α. προς τα μέσα, β. $m=0,1 Kg$



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

Απ. $2 A$

7. Οι δύο παράλληλες σιδηροτροχιές δεν παρουσιάζουν ωμική αντίσταση και τα άκρα τους συνδέονται με πηγή ΗΕΔ $E=10\text{V}$ εσωτερικής αντίστασης $r=1\Omega$. Η αγώγιμη ράβδος ΚΛ έχει μήκος $l=0,1\text{m}$ αντίσταση $R=1\Omega$ και μπορεί να κινείται χωρίς τριβές. Να υπολογιστεί η μάζα του σώματος Σ ώστε η ράβδος να ισορροπεί. Κάθετα στις ράβδους υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B=0,2\text{T}$. Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$
Απ: $0,1\text{kg}$

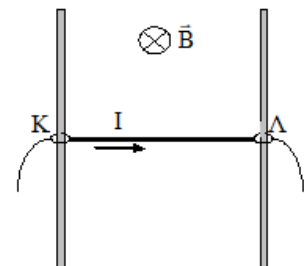


8. Ευθύγραμμος αγωγός μήκους 1 m φέρει ρεύμα 10 A και σχηματίζει γωνία 30° με ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $0,15\text{ T}$. Προσδιορίστε το μέτρο και την διεύθυνση της δύναμης πάνω στον αγωγό.
Απ. $0,75\text{ N}$

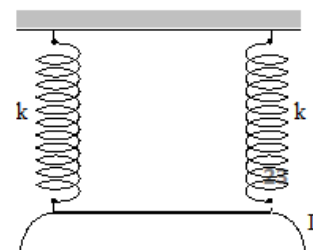
9. Σύρμα μήκους $L = 0,5\text{ m}$ βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 0,8\text{ T}$ και διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I = 5\text{ A}$. Να βρείτε τη δύναμη Laplace που ασκείται στο σύρμα εφόσον
α. είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές.
β. σχηματίζει γωνία 30° με την κατεύθυνση των δυναμικών γραμμών.
γ. είναι παράλληλο στις δυναμικές γραμμές.
Απ. α. 2 N , β. 1 N , (γ) 0

10. Για ένα μαγνητικό πεδίο η ένταση B αναλύεται σε δύο συνιστώσες, στην οριζόντια B_o , με μέτρο $B_o=4 \cdot 10^{-5}\text{T}$ και διεύθυνση τη διεύθυνση βορρά-νότου, και στην κατακόρυφη B_k , με μέτρο $B_k=3 \cdot 10^{-5}\text{T}$. Να βρείτε το μέτρο της δύναμης που δέχεται ένα ευθύγραμμο σύρμα μήκους $l=10\text{m}$, το οποίο διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I=4\text{A}$, όταν είναι:
α. κατακόρυφο,
β. οριζόντιο και έχει τη διεύθυνση βορρά-νότου,
γ. οριζόντιο και έχει τη διεύθυνση ανατολής-δύσης.

11. 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 στο 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. $0,8\text{ T}$, γ. $1,2\text{ T}$



12. 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 $\Delta L_1 = 0,4\text{ cm}$.

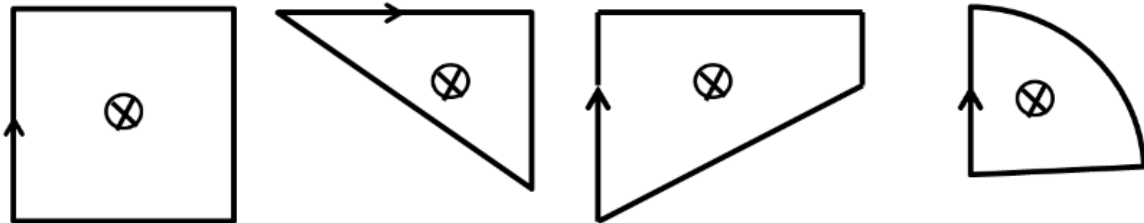


α. Να υπολογίσετε τη σταθερά k .

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. $0,5 \text{ T}$

13. Τα παρακάτω συρμάτινα πλαίσια βρίσκονται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B=0,01\text{T}$ κάθετα προς τις δυναμικές του γραμμές. Να βρείτε τη συνολική δύναμη που δέχεται καθένα από αυτά, όταν διαρρέονται από ρεύμα $I=2\text{A}$, όπως στο σχήμα.



3. Ηλεκτρομαγνητική επαγωγή

➤ Μαγνητική Ροή (Φ)

- ✓ Μαθηματική έκφραση: $\Phi = BS \cos \phi$
 - B η ένταση του μαγνητικού πεδίου
 - S το εμβαδόν της επιφάνειας
 - ϕ η γωνία που σχηματίζεται ανάμεσα στη διεύθυνση του πεδίου και την κάθετη στην επιφάνεια
- ✓ Η ροή είναι μέγεθος μονόμετρο και έχει μονάδα στο S.I το 1 Wb (Weber) με $1 \text{Wb} = 1 \text{T} \cdot \text{m}^2$
- ✓ αν $\phi = 90^\circ$ (η επιφάνεια παράλληλη προς τις δυναμικές γραμμές του πεδίου) τότε η ροή είναι μηδέν
- ✓ αν $\phi = 0^\circ$ ή 180° τότε η ροή έχει μέγιστη θετική ή αρνητική τιμή αντίστοιχα
- ✓ αν η επιφάνεια είναι κλειστή τότε η μαγνητική ροή που διέρχεται απ' αυτή είναι μηδέν

➤ Νόμος της επαγωγής

- ✓ Μαθηματική έκφραση: $E = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ ή $E = \frac{|\Delta \Phi|}{\Delta t}$
 - $\Delta \Phi$ η μεταβολή της ροής
 - Δt το χρονικό διάστημα που διαρκεί η μεταβολή της ροής
 - το « - » είναι συνέπεια του κανόνα του Lenz που αναφέρεται στη φορά του επαγωγικού ρεύματος ή την πολικότητα της δημιουργούμενης ΗΕΔ
- ✓ Ο αγωγός κατά τη διάρκεια μεταβολής της μαγνητικής ροής συμπεριφέρεται σαν πηγή ΗΕΔ E
- ✓ Στις εφαρμογές χρησιμοποιούμε τη δεύτερη σχέση και $|\Delta \Phi| = |\Phi_{\text{τελ}} - \Phi_{\text{αρχ}}| = \dots$

➤ Επαγωγικό ρεύμα

- Μαθηματική έκφραση: $I = \frac{E}{R_{\text{ολ}}}$
- I η ένταση του επαγωγικού ρεύματος που υπάρχει μόνο αν το κύκλωμα είναι κλειστό σε αντίθεση με την ΗΕΔ E που υπάρχει πάντα όταν μεταβάλλεται η ροή
- $R_{\text{ολ}}$ η συνολική αντίσταση του κυκλώματος που διαρρέεται από το επαγωγικό ρεύμα

➤ Ηλεκτρικό φορτίο (νόμος Newman)

- ✓ Αν το κύκλωμα είναι κλειστό τότε το ηλεκτρικό φορτίο που κινείται σε χρόνο Δt είναι ανεξάρτητο του χρόνου Δt και υπολογίζεται από τη σχέση $q = \frac{|\Delta \Phi|}{R_{\text{ολ}}} \cdot N$

➤ Κανόνας του Lenz

- ✓ Η φορά του επαγωγικού ρεύματος είναι τέτοια ώστε το μαγνητικό του πεδίο να αντιτίθεται στην αιτία που το προκάλεσε
- ✓ Ο κανόνας του Lenz είναι συνέπεια της αρχής διατήρησης της ενέργειας στο κύκλωμα
- ✓ Είναι φανερό ότι ο κανόνας αναφέρεται και στην πολικότητα της δημιουργούμενης ΗΕΔ η οποία δημιουργεί το επαγωγικό ρεύμα όταν το κύκλωμα είναι κλειστό ή θα το δημιουργούσε στις περιπτώσεις που το κύκλωμα είναι ανοιχτό

➤ Επαγωγική ΗΕΔ στα άκρα ευθύγραμμου αγωγού μήκους l που κινείται με ταχύτητα u

- ✓ Μαθηματική έκφραση: $E = B u l$
 - B η ένταση του μαγνητικού πεδίου που είναι κάθετη στο επίπεδο κίνησης του αγωγού
 - u η ταχύτητα του αγωγού που είναι κάθετη στον αγωγό

- I το μήκος του αγωγού
- ✓ Απόδειξη: $E = \frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t} = \frac{B\Delta S}{\Delta t} = \frac{B\Delta x}{\Delta t} = Bv$
- ✓ Παρατηρήσεις:
 - η σχέση εφαρμόζεται όταν η ταχύτητα είναι κάθετη στον αγωγό και η διεύθυνση του πεδίου κάθετη στο επίπεδο κίνησης του αγωγού.
 - όταν η διεύθυνση του πεδίου είναι παράλληλη προς το επίπεδο κίνησης του αγωγού, δεν μεταβάλλεται η ροή απ' αυτόν οπότε δεν εμφανίζεται ΗΕΔ από επαγωγή στα άκρα του
 - όταν η ένταση του πεδίου σχηματίζει γωνία με το επίπεδο κίνησης του αγωγού αναλύουμε την ένταση σε κάθετες συνιστώσες από τις οποίες η μία είναι κάθετη στο επίπεδο κίνησης και η άλλη παράλληλη, οπότε η ΗΕΔ οφείλεται στη συνιστώσα που είναι κάθετη στο επίπεδο κίνησης
 - όταν η ταχύτητα σχηματίζει γωνία με τον αγωγό την αναλύουμε σε κάθετες συνιστώσες από τις οποίες η μία είναι κάθετη στον αγωγό και η άλλη παράλληλη προς αυτόν, οπότε η ΗΕΔ οφείλεται στην συνιστώσα που είναι κάθετη προς τον αγωγό
 - η σχέση ισχύει και στην περίπτωση που η ταχύτητα του αγωγού μεταβάλλεται. Τότε η ΗΕΔ που υπολογίζεται είναι η στιγμιαία τιμή
 - αν ο κινούμενος αγωγός σχηματίζει κλειστό κύκλωμα τότε θα διαρρέεται από επαγωγικό ρεύμα και θα ασκείται σ' αυτόν δύναμη Laplace αντίθετη με τη φορά κίνησής του (κανόνας Lenz)

➤ Επαγωγική ΗΕΔ σε περιστρεφόμενο αγωγό

- ✓ Μαθηματική έκφραση: $E = \frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t} = \frac{B\Delta S}{\Delta t} = \frac{B\pi l^2}{T}$ ή $E = B\pi l^2 f$ ή $E = \frac{1}{2} \omega l^2$
- ✓ Παρατηρήσεις:
 - η τάση εμφανίζεται μεταξύ του άκρου και του σημείου περιστροφής
 - στην απόδειξη πήραμε για $\Delta t = T$ (περίοδος) $\Delta S = \pi l^2$ (εμβαδόν κύκλου) μια πλήρη περιστροφή
 - l είναι η απόσταση του άκρου από τον άξονα περιστροφής
 - f η συχνότητα περιστροφής με $f = 1/T$
 - η πολικότητα της δημιουργούμενης ΗΕΔ βρίσκεται με ανάλογο τρόπο με τη μεταφορική κίνηση του αγωγού
 - η σχέση που καταλήγουμε ισχύει όταν η διεύθυνση του πεδίου είναι κάθετη στο επίπεδο κίνησης του αγωγού

Ερωτήσεις

1. Να χαρακτηρίσετε με Σ τις σωστές και με Λ τις λανθασμένες προτάσεις που ακολουθούν:

- 1.1. Ο κανόνας του Lenz είναι αποτέλεσμα της αρχής διατήρησης της ενέργειας
- 1.2. Η φορά των επαγωγικών ρευμάτων καθορίζεται από τον κανόνα Lenz
- 1.3. Η ηλεκτρεγερτική δύναμη από επαγωγή είναι ανάλογη με τον ρυθμό μεταβολής της μαγνητικής ροής.
- 1.4. Ο κανόνας του Lenz είναι αποτέλεσμα της αρχής διατήρησης του φορτίου.
- 1.5. Τα επαγωγικά ρεύματα έχουν τέτοια φορά, ώστε να αντιτίθενται στο αίτιο που τα προκαλεί.

2. Να επιλέξετε τη σωστή πρόταση

2.1. Για να εμφανίσουμε επαγωγική Η.Ε.Δ. σε ένα πηνίο, πρέπει ωποσδήποτε:

- α. το κύκλωμα του πηνίου να είναι ωποσδήποτε κλειστό,
- β. να μετακινήσουμε τον επαγωγέα,
- γ. ο επαγωγέας να είναι μόνιμος μαγνήτης και όχι ηλεκτρομαγνήτης,
- δ. να μεταβληθεί η μαγνητική ροή που διέρχεται μέσα σε αυτό.

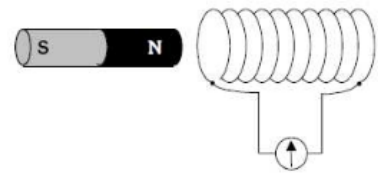
2.2. Η μονάδα μέτρησης της μαγνητικής ροής Φ στο S.I. είναι

- α. 1 V (Volt)
- β. 1 T (Tesla)
- γ. 1 Wb (Weber)
- δ. 1 N (Newton) .

2.3. Σε ποια βασική αρχή της Φυσικής στηρίζεται ο νόμος της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής:

- α. Στην αρχή διατήρησης του ηλεκτρικού φορτίου
- β. Στην αρχή διατήρησης της ενέργειας
- γ. Στην αρχή διατήρησης της μαγνητικής ροής
- δ. Στον τρίτο νόμο του Νεύτωνα (δράσης-αντίδρασης)

2.4. Στο ακόλουθο σχήμα ο ραβδόμορφος μαγνήτης βρίσκεται πολύ κοντά στο πηνίο και είναι ακίνητος ως προς αυτό. Το γαλβανόμετρο δεν δείχνει να διαρρέεται από ρεύμα διότι:



- α. ο ακίνητος μαγνήτης θα έπρεπε να είχε τοποθετηθεί μέσα στο πηνίο,
- β. το γαλβανόμετρο δεν μπορεί να ανιχνεύσει πολύ μικρά ρεύματα,
- γ. δεν έχουμε μεταβολή της ροής μέσα από τις σπείρες του πηνίου,
- δ. δεν διέρχεται μαγνητική ροή μέσα από τις σπείρες του πηνίου.

2.5. Η σχέση $\Phi=B \cdot S$ που δίνει την μαγνητική ροή που διέρχεται από ένα πλαίσιο εμβαδού S , ισχύει όταν:

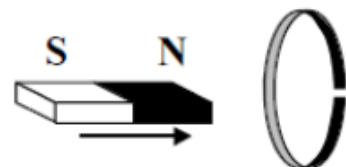
- α. Το πλαίσιο βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με οποιαδήποτε διεύθυνση
- β. Το πλαίσιο βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με το επίπεδό του παράλληλο προς τις δυναμικές γραμμές
- γ. Το πλαίσιο βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με το επίπεδό του κάθετο προς τις δυναμικές γραμμές
- δ. Το πλαίσιο βρίσκεται στο εσωτερικό ρευματοφόρου σωληνοειδούς παράλληλα προς τον άξονα του σωληνοειδούς

2.6. Το Weber (Wb) είναι μονάδα μέτρησης της:

- α. ισχύος ηλεκτρικού ρεύματος
- β. χωρητικότητας πυκνωτή
- γ. έντασης μαγνητικού πεδίου
- δ. μαγνητικής ροής.

2.7. Πλησιάζοντας απότομα τον μαγνήτη προς το κομμένο δαχτυλίδι,

- α. δεν θα περάσει ρεύμα μέσα από το δαχτυλίδι, διότι δεν θα περάσει ρεύμα μέσα από αυτό αφού δεν θα εμφανιστεί Η.Ε.Δ. στα άκρα του,
- β. θα περάσει ρεύμα του οποίου η φορά καθορίζεται από τον κανόνα του δεξιού χεριού,
- γ. εμφανίζεται Η.Ε.Δ. χωρίς μεταβολή της ροής όμως,
- δ. δεν θα περάσει ρεύμα διότι το κύκλωμα είναι ανοικτό.



2.8. Ο κανόνας του Lenz είναι συνέπεια της αρχής:

- α. διατήρησης της ορμής
- β. διατήρησης της ενέργειας
- γ. δράσης – αντίδρασης
- δ. διατήρησης της μάζας

2.9. Διαθέτουμε κατακόρυφο μαγνητικό πεδίο, του οποίου το μέτρο της έντασης μεταβάλλεται με το χρόνο. Ένα επίπεδο συρμάτινο αγωγίμο πλαίσιο βρίσκεται μέσα στο πεδίο. Σε ποιες από τις παρακάτω περιπτώσεις θα αναπτυχθεί στο πλαίσιο ΗΕΔ από επαγωγή;

- α. Όταν το πλαίσιο είναι κατακόρυφο
- β. Όταν το πλαίσιο είναι οριζόντιο
- γ. Όταν το πλαίσιο κινείται οριζόντια
- δ. Όταν το πλαίσιο είναι συνέχεια οριζόντιο και κινείται κατακόρυφα

2.10. Η ΗΕΔ από επαγωγή που δημιουργείται σε ένα πηνίο είναι:

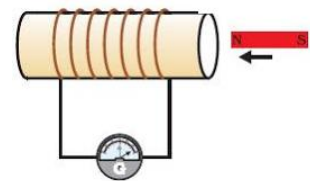
- α. Ανάλογη της μαγνητικής ροής που περνά από κάθε σπείρα του
- β. Ανάλογη του μέτρου της έντασης του μαγνητικού πεδίου μέσα στο οποίο βρίσκεται το πηνίο
- γ. Ανάλογη του ρυθμού με τον οποίο μεταβάλλεται η μαγνητική ροή από κάθε σπείρα του
- δ. Ανάλογη του αριθμού των σπειρών
- ε. Αντιστρόφως ανάλογη του χρόνου που διαρκεί η μεταβολή στην ροή που περνά από κάθε σπείρα του

2.11. Κλειστό ορθογώνιο αγωγίμο πλαίσιο κινείται με σταθερή ταχύτητα, έτσι ώστε το επίπεδό του να είναι κάθετο στις γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου. Στο παραπάνω πλαίσιο εμφανίζεται ρεύμα εξ επαγωγής:

- α. μόνο όσο διαρκεί η είσοδός του στο πεδίο
- β. μόνο όσο διαρκεί η έξοδός του από το πεδίο
- γ. όσο κινείται παραμένοντας εξ ολοκλήρου μέσα στο πεδίο
- δ. όσο διαρκεί η είσοδός του ή η έξοδός του από το πεδίο.

2.12. Στο παρακάτω σχήμα, αναπτύσσεται μεγαλύτερη ηλεκτρεγερτική δύναμη από επαγωγή στο πηνίο, όταν ο μαγνήτης

- α. πλησιάζει το πηνίο αργά.
- β. πλησιάζει το πηνίο γρήγορα.
- γ. είναι ακίνητος.
- δ. απομακρύνεται αργά.



4. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση αιτιολογώντας την επιλογή σας

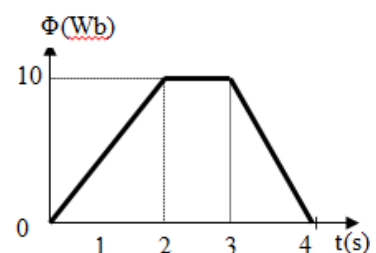
4.1. Μέσα σε μαγνητικό πεδίο τοποθετούμε μια σφαίρα. Η ολική μαγνητική ροή που θα περνάει μέσα από αυτή είναι:

- α. διάφορη του μηδενός
- β. ίση με μηδέν.

4.2. Ένα συρμάτινο πλαίσιο τοποθετείται κάθετα προς τις δυναμικές γραμμές ενός ομογενούς μαγνητικού πεδίου. Το πλαίσιο περιστρέφεται, ώστε να γίνει παράλληλο με τις δυναμικές γραμμές. Η επαγωγική τάση που αναπτύσσεται στο πλαίσιο είναι μεγαλύτερη (κατ' απόλυτο τιμή), όταν η περιστροφή γίνεται:

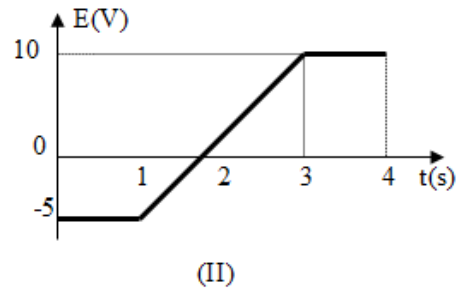
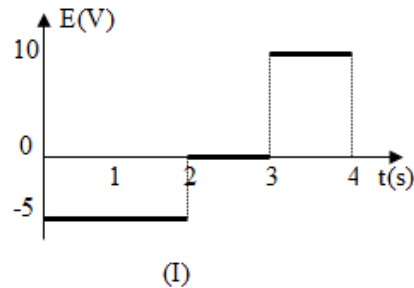
- α. αργά,
- β. γρήγορα

4.3. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται πώς μεταβάλλεται με το χρόνο t , η μαγνητική ροή Φ που διέρχεται από ένα πλαίσιο.



Ποιο σχήμα δίνει τη γραφική παράσταση της ηλεκτρεγερτικής δύναμης E που αναπτύσσεται στο πλαίσιο σε συνάρτηση με το χρόνο;

- α. Το σχήμα I.
- β. Το σχήμα II.
- γ. Κανένα από τα παραπάνω σχήματα.

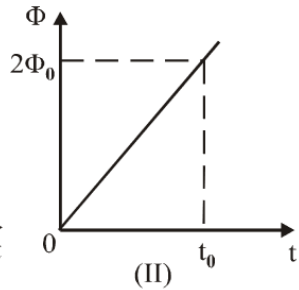
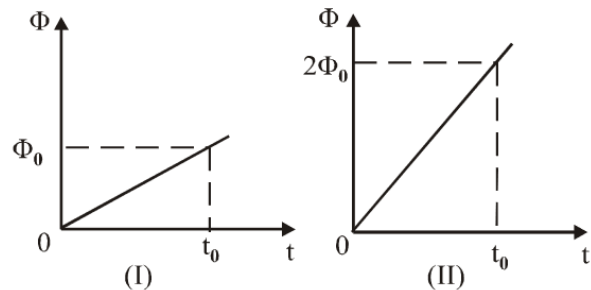


4.4. Συρμάτινο πλαίσιο αντίστασης R βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με το επίπεδό του κάθετο στις μαγνητικές γραμμές του πεδίου. Το πλαίσιο απομακρύνεται εκτός του μαγνητικού πεδίου σε χρόνο t διατηρώντας το επίπεδό του κάθετο στις μαγνητικές γραμμές του πεδίου, με αποτέλεσμα να μετακινηθεί φορτίο Q μέσα από τη διατομή του σύρματος.

Αν απομακρύνεται το πλαίσιο από το πεδίο με τον ίδιο τρόπο σε χρόνο $2t$ τότε το φορτίο που θα περάσει από τη διατομή του είναι:

- α. $Q/2$
- β. Q
- γ. $2Q$

4.5. Σε δύο διαφορετικά πειράματα, όπου χρησιμοποιείται το ίδιο αγώγιμο πλαίσιο, η μαγνητική ροή Φ που διέρχεται από το πλαίσιο σε συνάρτηση με το χρόνο t , παριστάνεται αντίστοιχα με τα δύο παρακάτω διαγράμματα: Σε ποια περίπτωση η ένταση του επαγωγικού ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο έχει μεγαλύτερη τιμή;



- α. στο διάγραμμα I
- β. στο διάγραμμα II

4.6. Αγωγός ΟΓ μήκους L , στρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω γύρω από άξονα που διέρχεται από το άκρο του Ο και είναι κάθετος στον αγωγό. Το επίπεδο περιστροφής του είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου B . Αν ελαττώσουμε τη γωνιακή ταχύτητα περιστροφής του, τότε η επαγωγική τάση στα άκρα του αγωγού:

- α. μειώνεται
- β. αυξάνεται
- γ. παραμένει σταθερή.

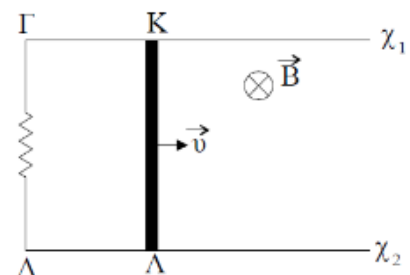
4.7. Αγωγός ΚΛ κινείται με σταθερή ταχύτητα v , χωρίς τριβές, πάνω στους παράλληλους αγωγούς $\Gamma\chi_1$ και $\Delta\chi_2$ μένοντας διαρκώς κάθετος και σε επαφή με αυτούς. Τα άκρα Γ και Δ συνδέονται μεταξύ τους με αγωγό $\Gamma\Delta$ ορισμένης ηλεκτρικής αντίστασης. Η όλη διάταξη βρίσκεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο κάθετο στο επίπεδο που ορίζουν οι αγωγοί και με φορά όπως φαίνεται στο σχήμα.

Α Η φορά του ρεύματος που θα διαρρέει το σύρμα $\Gamma\Delta$ είναι:

- α. από το Δ προς το Γ
- β. από το Γ προς το Δ

Β Χρειάζεται να ασκείται εξωτερική δύναμη στον αγωγό ΚΛ, ώστε να κινείται με σταθερή ταχύτητα;

- α. Ναι
- β. Όχι



4.8. Λεπτός αγωγίμος δίσκος στρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω , περί άξονα κάθετο στο επίπεδό του και διερχόμενο από το κέντρο του, μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Το επίπεδο του δίσκου είναι παράλληλο προς τις μαγνητικές γραμμές του πεδίου. Αν διπλασιάσουμε το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας του δίσκου, τότε η ΗΕΔ από επαγωγή ανάμεσα στο κέντρο και σε οποιοδήποτε σημείο της περιφέρειας του δίσκου θα:

- α. παραμείνει ίση με μηδέν
- β. διπλασιαστεί

Ασκήσεις

1, Να υπολογιστεί η μαγνητική ροή που περνά από πλαίσιο εμβαδού $S=100\text{cm}^2$, που βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με ένταση μέτρου $B=0,2\text{T}$, όταν το πλαίσιο σχηματίζει με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου γωνία:

- α. $\phi=0^\circ$
- β. $\phi=30^\circ$
- γ. $\phi=90^\circ$

Απ: α. 0, β. 10^{-3}Wb , γ. $2 \cdot 10^{-3}\text{Wb}$

2. Πηνίο που αποτελείται από $N=800$ σπείρες, έχει ακτίνα $r=0,1\text{m}$ και τοποθετείται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B=0,1\text{T}$ έτσι ώστε το επίπεδο της κάθε σπείρας να είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Να βρεθεί η μέση ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στο πηνίο αν σε χρόνο $\Delta t=0,1\text{s}$:

- α. Η ένταση του πεδίου μηδενίζεται
- β. Η ένταση του πεδίου διπλασιάζεται
- γ. Η φορά του πεδίου αντιστρέφεται

Απ: α. 25,12V, β. 25,12V, γ. 50,24V

3. Θεωρούμε μια σπείρα τοποθετημένη κάθετα προς τις δυναμικές γραμμές ομοιογενούς μαγνητικού πεδίου που το μέτρο της έντασης μεταβάλλεται γραμμικά με το χρόνο από την τιμή 0 σε 0,1 T σε χρόνο $\Delta t=0,1\text{s}$. Αν το εμβαδόν της σπείρας είναι $S=10\text{cm}^2$:

- α. Να βρεθεί η εξίσωση μεταβολής της έντασης B του μαγνητικού πεδίου και να παρασταθεί γραφικά
- β. Να βρεθεί η ΗΕΔ από επαγωγή στα άκρα της σπείρας αν είναι ανοιχτή
- γ. Αν η σπείρα είναι κλειστή και παρουσιάζει ωμική αντίσταση $R=0,5\Omega$, να υπολογιστεί η ένταση ρεύματος που τη διαρρέει.

Απ: α. $B=t$, β. $E=10^{-3}\text{V}$, γ. $I=2 \cdot 10^{-3}\text{A}$

4. Πηνίο που αποτελείται από 200 σπείρες ακτίνας $r=0,1\text{m}$, τοποθετείται κάθετα προς τις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης $B=0,2\text{T}$. Να βρεθεί η ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στο πηνίο αν σε χρόνο $\Delta t=0,1\text{s}$:

- α. Η ένταση του πεδίου διπλασιαστεί
- β. Η ένταση του πεδίου μηδενιστεί
- γ. Η φορά του πεδίου αντιστραφεί
- δ. Το πηνίο στραφεί κατά γωνία 90° γύρω από μία διάμετρό του
- ε. Το πηνίο στραφεί κατά 180° γύρω από μια διάμετρό του

Απ: α. 4π V, β. 4π V, γ. 8π V, δ. 4π V, ε. 8π V

5. Κυκλική σπείρα ακτίνας $r=4\text{cm}$ κινούμενη οριζόντια σε οριζόντιο επίπεδο εισέρχεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B=0,8\text{T}$ που είναι κάθετο προς το επίπεδο κίνησης του αγωγού. Αν ο χρόνος για την πλήρη είσοδο της σπείρας είναι $\Delta t=0,1\text{s}$, να υπολογιστούν:

- α. Η μέση ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στη σπείρα κατά την είσοδό της
- β. Η ΗΕΔ όταν η σπείρα κινείται μέσα στο πεδίο

Απ: $\alpha. 40,2 \cdot 10^{-3} \text{ V}$, $\beta. 0$

6. Πλαίσιο με $N=500$ σπείρες που η καθεμία έχει εμβαδόν $S=20\text{cm}^2$, τοποθετείται ανάμεσα στους πόλους πεταλοειδούς μαγνήτη κάθετα προς τις δυναμικές γραμμές του. Η ολική αντίσταση του κυκλώματος είναι $R_{\text{ολ}}=10\Omega$. Όταν απομακρύνουμε το πλαίσιο από το μαγνήτη, τότε ένα γαλβανόμετρο μετρά φορτίο $Q=5 \cdot 10^{-4}\text{C}$. Να βρεθεί η ένταση B του μαγνητικού πεδίου του μαγνήτη

Απ: $5 \cdot 10^{-3}\text{T}$

7. Δύο ομοαξονικά σωληνοειδή είναι ανεξάρτητα το ένα από το άλλο. Το εξωτερικό έχει $n_1=20$ σπείρες/cm και διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I_1=10\text{A}$. Το εσωτερικό έχει $N_2=50$ σπείρες, διατομής $S_2=100\text{cm}^2$ και αντίσταση $R_2=10\Omega$. Αν η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το εξωτερικό σωληνοειδές μειώνεται από 10A σε 0A σε χρόνο $\Delta t=5\text{s}$ ώστε $\Delta I/\Delta t$ να είναι σταθερό, να υπολογιστεί η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το εσωτερικό σωληνοειδές.

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

Απ: $I=2,5 \cdot 10^{-4}\text{A}$

8. Σωληνοειδές με μήκος $l=10\pi \text{ cm}$ έχει $N_1=500$ σπείρες με εμβαδόν $S=100 \text{ cm}^2$ η καθεμία. Πόσες σπείρες N_2 πρέπει να έχει δεύτερο σωληνοειδές που είναι τυλιγμένο πάνω στο πρώτο, ώστε η μέση ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται σ' αυτό να είναι $E=20\text{V}$, όταν η ένταση του ρεύματος στο πρώτο μεταβάλλεται από 0 σε 20A σε χρόνο $\Delta t=0,02\text{s}$; Δίνεται $K_{\mu}=10^{-7} \text{ N/A}^2$

Απ: 1000

9. Πηνίο με 1000 σπείρες διαμέτρου 10cm βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B=0,8 \text{ T}$ ώστε ο άξονάς του να είναι κάθετος προς τις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Σε χρόνο $\Delta t=0,1\text{s}$ στο πηνίο εισέρχεται πυρήνας μαγνητικής διαπερατότητας $\mu=1000$. Να βρεθεί η ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στο πηνίο.

Απ: $E=62737,2 \text{ V}$

10. Σωληνοειδές ακτίνας σπείρας $0,5\text{cm}$ φέρει 1000 σπείρες σε μήκος 1m , που διαρρέονται από ρεύμα έντασης 5A .

α. Να υπολογιστεί η ένταση του μαγνητικού πεδίου του σωληνοειδούς και η μαγνητική ροή που περνά απ' αυτό.

β. Στο εσωτερικό του σωληνοειδούς εισάγεται κύλινδρος μαλακού σιδήρου μαγνητικής διαπερατότητας $\mu=300$. Ποια η ένταση του μαγνητικού πεδίου και η μαγνητική ροή που περνά απ' αυτό;

γ. Το σωληνοειδές περιτυλίσσεται με 100 σπείρες σύρματος που αποτελεί κλειστό κύκλωμα αντίστασης 10Ω . Αν διακόψουμε το ρεύμα στο σωληνοειδές να βρεθεί η ΗΕΔ από επαγωγή και η ένταση του ρεύματος που το διαρρέει το εξωτερικό πηνίο όταν ο πυρήνας βρίσκεται στο εσωτερικό του και όταν δε βρίσκεται. Δίνεται $K_{\mu}=10^{-7} \text{ N/A}^2$.

Απ: α. $B=2\pi \cdot 10^{-3} \text{ T}$, $\Phi=5 \cdot 10^{-4}\text{Wb}$, β. $B'=0,6\pi \text{ T}$, $\Phi=0,15 \text{ Wb}$, γ. $E=0,5\text{V}$, $E'=150\text{V}$, $I=0,05 \text{ A}$, $I'=15 \text{ A}$

11. Πηνίο με $N=1000$ σπείρες διαμέτρου $\delta=10\text{cm}$ διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I=10\text{A}$ και έχει μήκος $l=1\text{m}$. Να υπολογιστεί η ΗΕΔ που αναπτύσσεται στο σωληνοειδές αν σε χρόνο $\Delta t=0,02\text{s}$ η ένταση του ρεύματος:

α. μηδενίζεται

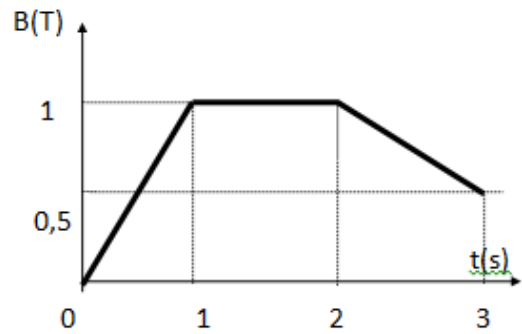
β. διπλασιάζεται

γ. αντιστρέφει φορά

Δίνεται $K_{\mu}=10^{-7}\text{N/A}^2$, $\pi^2=10$

Απ: α. $E=5\text{V}$, β. $E=-5\text{V}$, γ. $E=10\text{V}$

12. Ένα μεταλλικό πλαίσιο εμβαδού $S=20\text{cm}^2$ τοποθετείται μέσα σε ομοιογενές μαγνητικό πεδίο του οποίου η ένταση μεταβάλλεται με το χρόνο όπως δείχνει η γραφική παράσταση του σχήματος. Να υπολογιστεί και να παρασταθεί γραφικά συναρτήσει του χρόνου η ΗΕΔ από επαγωγή που εμφανίζεται στο πλαίσιο. Να παρασταθεί στο πλαίσιο η φορά της έντασης του ρεύματος για τα διάφορα χρονικά διαστήματα.



Απ: $0 \leq t < 1$ $E = -2 \cdot 10^{-3}$ V, $1 \leq t \leq 2$ $E = 0$, $2 < t \leq 3$ $E = 10^{-3}$ V

13. Η μαγνητική ροή που διέρχεται από ένα συρμάτινο πλαίσιο δίνεται από τη σχέση $\Phi = 2 \cdot t$ (t σε s, Φ σε Wb).

α. Να παρασταθεί γραφικά η συνάρτηση για χρονικό διάστημα 0 s-2 s.

β. Να υπολογιστεί η ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στο πλαίσιο.

γ. Ποια η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο αν η αντίστασή του είναι $R=10 \Omega$.

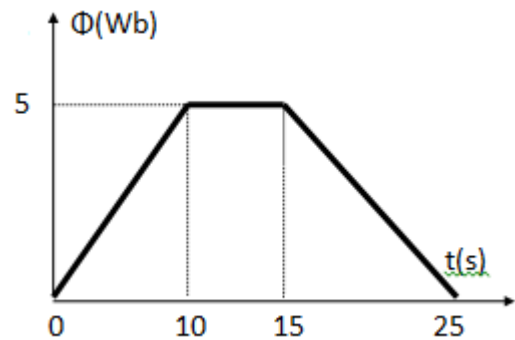
Απ.: β. 2 V, γ. 0,2 A

14. Η μαγνητική ροή που διαπερνά ένα κλειστό πλαίσιο μεταβάλλεται με το χρόνο όπως δείχνει η γραφική παράσταση του σχήματος.

α. Να γίνει η γραφική παράσταση της επαγόμενης ΗΕΔ συναρτήσει του χρόνου

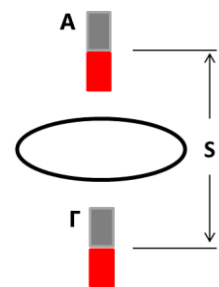
β. Αν η αντίσταση του πλαισίου είναι $R=10\Omega$, να παρασταθεί γραφικά η ένταση του ρεύματος που το διαρρέει συναρτήσει του χρόνου.

Απ: $0 < t < 10$ $E = -0,5$ V, $I = -0,05$ A, $10 \leq t \leq 15$ $E=0$, $I=0$, $15 < t < 25$ $E=0,5$ V, $I=0,05$ A



15. Ο μαγνήτης μάζας $m=0,5$ kg αφήνεται από την θέση Α και περνά μέσα από τον κυκλικό μεταλλικό δακτύλιο του ακόλουθου σχήματος. Αν ο μαγνήτης στη θέση Γ, που απέχει από την θέση Α κατά $s=1$ m, έχει ταχύτητα μέτρου $u=2$ m/s, να βρείτε τη θερμότητα που αναπτύχθηκε στον δακτύλιο λόγω του φαινομένου Joule στο διάστημα που ο μαγνήτης κινήθηκε από το Α στο Γ. Δίνεται $g=10$ m/s².

Απ.: 4 J



16. Ευθύγραμμος μεταλλικός αγωγός μήκους $l=0,6$ m και αντίστασης $R=10\Omega$ μπορεί να κινείται πάνω σε οριζόντιες και παράλληλες σιδηροτροχιές που δεν παρουσιάζουν αντίσταση, ώστε τα άκρα του να εφάπτονται συνεχώς σ' αυτές. Τα άκρα των σιδηροτροχιών συνδέονται με αμπερόμετρο αντίστασης $R_A=2\Omega$. Το όλο σύστημα βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B=0,2$ T. Ασκούμε στον αγωγό δύναμη και τον αναγκάζουμε να κινηθεί με σταθερή ταχύτητα $u=10$ m/s. Να βρεθούν:

α. Η ΗΕΔ από επαγωγή στα άκρα της ράβδου

β. Η ένδειξη του αμπερομέτρου

γ. Η δύναμη που ασκούμε για να κινηθεί ο αγωγός με σταθερή ταχύτητα

δ. Η διαφορά δυναμικού στα άκρα του αγωγού

ε. Η ηλεκτρική ισχύς στον αγωγό

Απ: α. $E=1,2$ V, β. $I=0,1$ A, γ. $F=0,012$ N, δ. $V=0,2$ V, ε. $P=0,1$ W

17. Δύο παράλληλες μεταλλικοί ράβδοι αμελητέας αντίστασης βρίσκονται σε οριζόντιο επίπεδο. Αγωγός αντίστασης $R=4\Omega$ συνδέει τα άκρα των ράβδων. Αγωγός μήκους $L=1\text{ m}$ και αντίστασης $R_{ag}=1\ \Omega$ κινείται με σταθερή ταχύτητα $v=10\text{ m/s}$, ώστε να εφάπτεται στις ράβδους, υπό την επίδραση σταθερής δύναμης $F=5\text{ N}$. Η όλη διάταξη βρίσκεται σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B=1\text{ T}$. Να βρεθούν:

- α. Η διαφορά δυναμικού στα άκρα της ράβδου
 - β. Η δυνάμεις που ασκούνται στον αγωγό και τα μέτρα τους
- Απ: α. $V=8\text{ V}$, β. $F=5\text{ N}$, $F_L=2\text{ N}$, $T=3\text{ N}$

18. Ευθύγραμμος αγωγός μήκους $l=1\text{ m}$ και αντίστασης $R_1=1\ \Omega$, τοποθετείται πάνω σε δύο παράλληλους οριζόντιους μεταλλικούς αγωγούς αμελητέας αντίστασης που στο ένα τους άκρο συνδέεται αντιστάτης $R_2=9\ \Omega$. Το όλο σύστημα βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B=2\text{ T}$. Ασκούμε στον αγωγό σταθερή οριζόντια δύναμη $F=1\text{ N}$ ώστε ο αγωγός κινούμενος να παραμένει κάθετος προς τους οδηγούς. Να υπολογιστούν:

- α. Η οριακή ταχύτητα που αποκτά ο αγωγός
 - β. Η ένταση του ρεύματος όταν ο αγωγός κινείται με την οριακή ταχύτητα
 - γ. Η διαφορά δυναμικού στα άκρα του αγωγού όταν κινείται με την οριακή ταχύτητα
 - δ. Η ένταση του ρεύματος και η διαφορά δυναμικού στα άκρα του όταν ο αγωγός κινείται με ταχύτητα ίση με το μισό της οριακής
- Απ: α. $v_0=2,5\text{ m/s}$, β. $I=0,5\text{ A}$, γ. $V=4,5\text{ V}$, δ. $I=0,25\text{ A}$, $V=2,25\text{ V}$

19. Ευθύγραμμος αγωγός μήκους $l=1\text{ m}$ κινείται με σταθερή ταχύτητα μέτρου $v=2\text{ m/s}$ που σχηματίζει γωνία $\phi=30^\circ$ με τον αγωγό, σε επίπεδο που είναι κάθετο προς τις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου $B=0,8\text{ T}$.

- α. Πόση ΗΕΔ από επαγωγή εμφανίζεται στα άκρα του αγωγού;
 - β. Αν ο κινούμενος αγωγός έχει αντίσταση $R_1=0,5\Omega$ και συνδέεται με εξωτερική ως προς το μαγνητικό πεδίο αντίσταση $R_2=1,5\Omega$ να βρείτε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό και τη διαφορά δυναμικού στα άκρα της εξωτερικής αντίστασης
- Απ: α. $0,8\text{ V}$, β. $0,4\text{ A}$, γ. $0,6\text{ V}$

20. Ευθύγραμμος αγωγός μήκους $l=0,6\text{ m}$ και αντίστασης $R=10\ \Omega$, μπορεί να κινείται πάνω σε παράλληλες σιδηροτροχιές, που απέχουν $0,6\text{ m}$ και δεν παρουσιάζουν αντίσταση, ώστε να εφάπτεται σ' αυτές. Τα άκρα των σιδηροτροχιών συνδέονται με αμπερόμετρο αντίστασης $R_A=2\Omega$. Το όλο σύστημα βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B=0,2\text{ T}$. Ασκούμε στον αγωγό δύναμη και τον αναγκάζουμε να κινηθεί με σταθερή ταχύτητα $v=10\text{ m/s}$. Να βρεθούν:

- α. Η ΗΕΔ από επαγωγή στα άκρα του αγωγού
 - β. Η ένδειξη του αμπερομέτρου
 - γ. Η δύναμη που ασκούμε για να κινηθεί ο αγωγός
 - δ. Η διαφορά δυναμικού στα άκρα του αγωγού
- Απ: α. $E=1,2\text{ V}$, β. $I=0,1\text{ A}$, γ. $F=0,012\text{ N}$, δ. $V=0,2\text{ V}$

21. Τα άκρα δύο παράλληλων και οριζόντιων μεταλλικών αγωγών που απέχουν $d=1\text{ m}$ και δεν παρουσιάζουν ωμική αντίσταση συνδέονται με αντίσταση $R=2\Omega$. Ομογενής αγωγός ΚΛ μήκους $l=1,5\text{ m}$ και αντίστασης $R_1=4,5\Omega$, μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές πάνω στους δύο αγωγούς παραμένοντας συνεχώς κάθετος προς αυτούς. Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικού πεδίο έντασης $B=0,5\text{ T}$. Με τη βοήθεια εξωτερικής δύναμης αναγκάζουμε τον αγωγό να κινηθεί με σταθερή ταχύτητα $v=10\text{ m/s}$. Να υπολογιστούν:

- α. Η ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται μεταξύ των σημείων που έρχονται σε επαφή με τις ράβδους

- β. Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό
 γ. Η διαφορά δυναμικού στα άκρα του αγωγού
 δ. Η εξωτερική δύναμη που ασκούμε ώστε ο αγωγός να κινείται με σταθερή ταχύτητα.
 Απ: α. $E=5V$, β. $I=1A$, γ. $V=2V$, δ. $F=0,5N$

22. Ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ μάζας $m=0,2Kg$ αντίστασης $R=3\Omega$ και μήκους L μπορεί να κινείται χωρίς τριβές πάνω σε δύο οριζόντιες μεταλλικές ράβδους Αχ και Γψ μεγάλου μήκους και αμελητέας αντίστασης που τα άκρα τους Α και Γ συνδέονται με αντιστάτη αντίστασης $R_1=7\Omega$. Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B με δυναμικές γραμμές κάθετες στο επίπεδο που δημιουργούν οι ράβδοι. Ασκούμε στον αγωγό ΚΛ σταθερή δύναμη $F=2N$ παράλληλη στις ράβδους Αχ και Γψ και ο αγωγός ξεκινά να κινείται. Μετά από ορισμένο διάστημα ο αγωγός αποκτά οριακή ταχύτητα $v_{op}=20m/s$. Να υπολογιστούν:

- α. Η ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσετε στη ράβδο ΚΛ
 β. Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τη ράβδο όταν κινείται με ταχύτητα μέτρου $v_1=v_o/2$
 γ. Η επιτάχυνση της ράβδου την παραπάνω χρονική στιγμή
 Απ: α. $20V$, β. $1A$, γ. $5m/s^2$

23. Σε χώρο που επικρατεί κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B=2T$, βρίσκονται δύο παράλληλες μεταλλικές ράβδοι Αχ και Γψ μεγάλου μήκους και αμελητέας αντίστασης που σχηματίζουν οριζόντιο επίπεδο. Οι ράβδοι απέχουν $L=0,5m$ και τα άκρα τους Α και Γ συνδέονται με αμπερόμετρο αντίστασης $R_A=1\Omega$.

Ευθύγραμμος αγωγός μήκους $L=0,5m$, μάζας $m=0,2Kg$ και αντίστασης $R=4\Omega$ μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές πάνω στις δύο ράβδους. Τη χρονική στιγμή $t=0$ εκτοξεύουμε τον αγωγό με ταχύτητα $v_o=20m/s$, παράλληλα με τις δύο ράβδους και ταυτόχρονα ασκούμε στον αγωγό σταθερή δύναμη $F=1N$ ίδιας κατεύθυνσης με αυτή της ταχύτητας. Ο αγωγός κινείται ώστε να απομακρύνεται από τα άκρα Α και Γ

- α. Να βρείτε την ένδειξη του αμπερομέτρου τη στιγμή εκτόξευσης της ράβδου
 β. Να εξετάσετε το είδος κίνησης της ράβδου και να αποδείξετε ότι κάποια στιγμή αποκτά οριακή ταχύτητα την οποία και να υπολογίσετε
 γ. Να υπολογίσετε το ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας της ράβδου τη στιγμή της εκτόξευσης και τη στιγμή που αποκτά οριακή ταχύτητα
 Απ: α. $4A$, β. $5m/s$, γ. $-60J/s$, 0

24. Ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ μήκους $l=0,5m$ και αντίστασης $R=4\Omega$ κινείται χωρίς τριβές με σταθερή ταχύτητα μέτρου $v=10m/s$, ώστε να είναι συνεχώς σε επαφή και κάθετος με τις οριζόντιες αγωγίμες ράβδους Αχ και Γψ μεγάλου μήκους, οι οποίες απέχουν μεταξύ τους απόσταση $l=0,5m$. Τα άκρα Α και Γ των δύο ράβδων είναι συνδεδεμένα με αντιστάτη που έχει αντίσταση $R_1=1\Omega$. Ολόκληρο το σύστημα των τριών αγωγών βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B=4T$. Οι ράβδοι Αχ και Γψ έχουν αμελητέα αντίσταση.

- α. Να σχεδιάσετε τη δύναμη Laplace που δέχεται ο αγωγός και να υπολογίσετε το μέτρο της, αφού πρώτα σχεδιάσετε την διάταξη.
 β. Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης που πρέπει να ασκούμε στον αγωγό ΚΛ παράλληλα στις δύο ράβδους Αχ και Γψ, έτσι ώστε ο αγωγός να κινείται με σταθερή ταχύτητα.
 γ. Να υπολογίσετε το φορτίο που διέρχεται από τη μια διατομή του αγωγού ΚΛ σε χρονική διάρκεια $\Delta t_1=10s$.
 δ. Να βρείτε τη θερμότητα που εκλύεται από τον αντιστάτη R_1 στη χρονική διάρκεια $\Delta t_2=15s$.
 Απ.: α. $8N$, β. $8N$, γ. $40C$, δ. $240J$

25. Αγωγίμο σύρμα μεγάλου μήκους, με αντίσταση ανά μονάδα μήκους $R^*=4\Omega/m$, κάμπτεται σχηματίζοντας οριζόντιο ανοικτό πλαίσιο ΑΓΔΖ, με τις πλευρές ΓΑ και ΔΖ παράλληλες μεταξύ τους και κάθετες στην πλευρά ΓΔ. Το μήκος του τμήματος ΓΔ ισούται με $l=0,5m$. Το επίπεδο του

πλασιού είναι κάθετο στις μαγνητικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης $B=2\text{ T}$. Ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ μήκους $l=0,5\text{ m}$ και αμελητέας αντίστασης κινείται με σταθερή ταχύτητα $u=10\text{ m/s}$, ώστε να είναι συνεχώς σε επαφή με τα σύρματα ΓΑ και ΔΖ και κάθετος σ'αυτά. Τη χρονική στιγμή $t=0$ ο αγωγός ΚΛ ταυτίζεται με την πλευρά ΓΔ. Να υπολογίσετε:

α. τη μαγνητική ροή που διέρχεται από το πλαίσιο ΚΓΔΛ σε συνάρτηση με το χρόνο,
 β. την ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στο κύκλωμα,
 γ. την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα σε συνάρτηση με το χρόνο.

(Απ.: α. $10 \cdot t$, β. 10 V , γ. $\frac{10}{2+80t}$)

26. Ασκούμε στον αρχικά ακίνητο αγωγό ΑΓ του ακόλουθου σχήματος δύναμη $F=5\text{ N}$ και τον αναγκάζουμε να ολισθήσει πάνω στις σιδηροτροχιές ΚΛ και ΜΝ με τις οποίες έχει τριβή ολίσθησης $T=1\text{ N}$.

α. Να περιγράψετε το φαινόμενο.

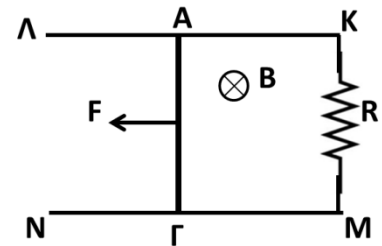
β. Τι νομίζετε ότι εκφράζει το έργο κάθε δύναμης;

γ. Να υπολογίσετε την μέγιστη (οριακή) ταχύτητα που θα αποκτήσει τελικά ο αγωγός ΑΓ.

δ. Να υπολογίσετε τον ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας του αγωγού την στιγμή που η ταχύτητα του αγωγού είναι 1 m/s .

Δίνονται $B=2\text{ T}$, $(ΑΓ)=1\text{ m}$ και $R=2\Omega$.

Απ.: γ. 2 m/s , δ. 2 J/s



27. Ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ μήκους $l=1\text{ m}$, αντίστασης $R=4\Omega$ και μάζας $m=0,5\text{ kg}$ είναι αρχικά ακίνητος και τα άκρα του Κ και Λ εφάπτονται σε δύο οριζόντιες αγώγιμες ράβδους Αχ και Γψ μεγάλου μήκους και αμελητέας αντίστασης. Τα άκρα Α και Γ των δύο ράβδων έχουν συνδεθεί μεταξύ τους με αντιστάτη που έχει αντίσταση $R_1=1\Omega$. Ολόκληρη η διάταξη βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B=1\text{ T}$. Από κάποια στιγμή και μετά ασκούμε στον αγωγό ΚΛ σταθερή εξωτερική δύναμη F , παράλληλη στις δύο ράβδους Αχ και Γψ, οπότε ο αγωγός ξεκινά να κινείται οριζόντια χωρίς τριβές. Κάποια στιγμή ο αγωγός αποκτά οριακή ταχύτητα $u_{op}=10\text{ m/s}$. Αφού σχεδιάσετε την διάταξη:

α. Να υπολογίσετε το μέτρο της σταθερής δύναμης F που ασκούμε στον αγωγό ΚΛ.

β. Τη χρονική στιγμή που το μέτρο της ταχύτητας του αγωγού ΚΛ ισούται με $u_1=u_{op}/2$, να υπολογίσετε:

i) το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της ορμής του αγωγού ΚΛ,

ii) τον ρυθμό με τον οποίο μεταβάλλεται η κινητική ενέργεια του αγωγού ΚΛ.

γ. Τη στιγμή που ο αγωγός ΚΛ αποκτά την οριακή του ταχύτητα, καταργούμε ακαριαία την εξωτερική δύναμη F . Να εξετάσετε το είδος της κίνησης που εκτελεί ο αγωγός από την στιγμή που καταργήσαμε τη δύναμη F μέχρι τη στιγμή που ο αγωγός ΚΛ ακινητοποιείται, και να υπολογίσετε τη θερμότητα $Joule$ που εκλύεται από το κύκλωμα κατά την διάρκεια της κίνησης αυτής.

Απ.: α. 2 N , β. 1 N , 5 J/s , γ. 25 J

28. Στο σχήμα που ακολουθεί ο αγωγός ΑΓ έχει μάζα 20 kg , και μήκος 1 m , μπορεί να κινείται χωρίς τριβές πάνω σε δύο οριζόντιες σιδηροτροχιές και την χρονική στιγμή $t_0=0$ εκτοξεύεται με αρχική ταχύτητα $u_0=10\text{ m/s}$. Αν $R=2\Omega$ και $B=2\text{ T}$ να βρεθούν:

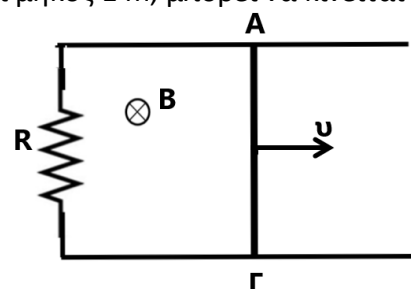
α. Η ένταση του ρεύματος που αρχικά διαρρέει το κύκλωμα.

β. Η αρχική επιτάχυνση του αγωγού.

γ. Την χρονική στιγμή t_1 ο αγωγός έχει ταχύτητα 4 m/s .

i) Ποια η ηλεκτρική ισχύς αυτή τη χρονική στιγμή;

ii) Ποιος ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας αυτή τη χρονική στιγμή;



iii) Πόση θερμότητα έχει παραχθεί στον αντιστάτη R από τη χρονική στιγμή t_0 ως τη χρονική στιγμή t_1 ;

δ. Πόση θερμότητα παράγεται συνολικά στον αντιστάτη R;

Απ.: α. 5 A, β. 0,5 m/s², γ. 32 W, -32 J/s, 840 J, δ. 1000 J

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

α. Να υπολογιστεί και να αποδοθεί γραφικά η ένταση του ρεύματος σε συνάρτηση με τον χρόνο.

β. Να βρεθεί το φορτίο που περνά από το αμπερόμετρο στα πρώτα 5 sec.

γ. Να υπολογιστεί ο ρυθμός $\Delta I/\Delta t$ με την οποία αυξάνεται η ένταση του ρεύματος.

δ. Να υπολογιστεί η δύναμη F κατά την χρονική στιγμή $t=5 \text{ s}$.

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

30. Ευθύγραμμος αγωγός με μάζα $m=50 \text{ g}$, μήκος $l=1 \text{ m}$ και αντίσταση $R_1=1 \Omega$ μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές με τα άκρα του πάνω σε δύο κατακόρυφα και παράλληλα χοντρά χάλκινα σύρματα που δεν παρουσιάζουν αντίσταση. Τα πάνω άκρα των χάλκινων συρμάτων συνδέονται με αγωγό αντίστασης $R=1 \Omega$. Το σύστημα των αγωγών βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B=0,5 \text{ T}$. Αφήνουμε τον αγωγό ελεύθερο να κινηθεί, να υπολογιστούν:

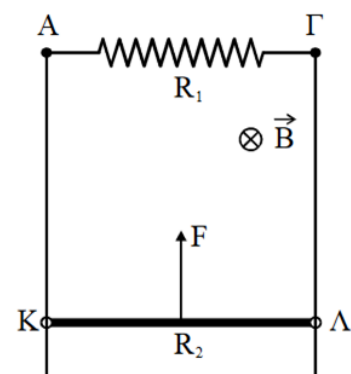
α. Η οριακή ταχύτητα που αποκτά ο αγωγός

β. Η ένταση του ρεύματος και διαφορά δυναμικού στα άκρα του αγωγού όταν κινείται με την οριακή ταχύτητα

Δίνεται $g=10 \text{ m/s}^2$.

Απ: α. $u_0=2 \text{ m/s}$, β. $I=0,5 \text{ A}$, $V=1 \text{ V}$

31. Οι κατακόρυφοι μεταλλικοί αγωγοί Αχ και Γψ έχουν μεγάλο μήκος, αμελητέα ωμική αντίσταση και απέχουν μεταξύ τους σταθερή απόσταση $l=1 \text{ m}$. Τα άκρα Α και Γ συνδέονται με αγωγό αντίστασης $R_1=0,8 \Omega$. Ο αγωγός ΚΛ μήκους $l=1 \text{ m}$, μάζας $m=0,8 \text{ kg}$ και ωμικής αντίστασης $R_2=0,2 \Omega$, έχει τα άκρα του Κ και Λ συνεχώς σε επαφή με τους κατακόρυφους αγωγούς Αχ και Γψ αντίστοιχα και κινείται προς τα πάνω με αμελητέες τριβές και σταθερή ταχύτητα $u=4 \text{ m/s}$ δεχόμενος την επίδραση σταθερής εξωτερικής δύναμης F, όπως στο σχήμα. Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο μέτρου $B=1 \text{ T}$, όπως στο σχήμα.



α. Να υπολογίσετε:

1. την ΗΕΔ από επαγωγή στα άκρα του αγωγού ΚΛ.

2. την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα.

β. Κάποια χρονική στιγμή η εξωτερική δύναμη F μηδενίζεται. Να υπολογίσετε:

1. την ένταση του ρεύματος στην αντίσταση R_1 κατά τη χρονική στιγμή που η δύναμη στον αγωγό από το πεδίο είναι $F_L=mg/4$, ενώ ο αγωγός εξακολουθεί να κινείται προς τα πάνω.

2. τη σταθερή ταχύτητα που αποκτά τελικά ο αγωγός, κατά την κάθοδό του.

Δίνεται $g=10 \text{ m/s}^2$.

Απ: α. 1. 4V, 2. 4A, β. 1. 2A, 2. 8m/s

32. Δύο κατακόρυφοι μεταλλικοί αγωγοί Αχ, Γψ πολύ μεγάλου μήκους έχουν αμελητέα αντίσταση και ενώνονται με αγωγό ΑΓ αντίστασης $R_1=1\Omega$. Το επίπεδο των αγωγών είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου $B=1T$. Μια λεπτή μεταλλική ράβδος μήκους $l=1m$, αντίστασης $R_2=2\Omega$ και μάζας $m=0,1kg$ αφήνεται να γλιστρίσει χωρίς τριβές, έχοντας τα άκρα της συνεχώς σε επαφή με τους αγωγούς Αχ, Γψ και κατά την πτώση της διατηρείται οριζόντια.

α. Να δείξετε ότι η ράβδος αποκτά σταθερή (οριακή) ταχύτητα και να την υπολογίσετε

β. Αν η ράβδος διανύει $h=4m$ μέχρι να αποκτήσει την οριακή ταχύτητα να βρεθεί η παραγόμενη ενέργεια σε Joule

γ. Να υπολογιστεί η παραγόμενη ενέργεια σε Joule σε χρόνο $\Delta t=0,1s$, αφού η ράβδος έχει αποκτήσει την οριακή ταχύτητα

δ. Να υπολογιστεί το φορτίο που περνά από μία διατομή της ράβδου, από τη στιγμή που αφήθηκε ελεύθερη μέχρι τη στιγμή που απέκτησε την οριακή ταχύτητα
Δίνεται $g=10m/s^2$

Απ: α. $3m/s$, β. $3,6J$, γ. $3J$, δ. $1,3C$

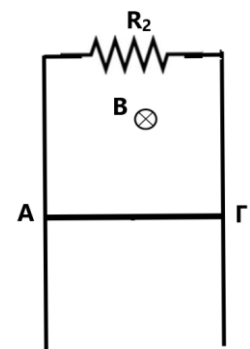
33. Ο αγωγός ΑΓ με μήκος $L=1m$, μάζα $m=1kg$ και αντίσταση $R_1=0,05\Omega$ μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές σε δύο κατακόρυφες σιδηροτροχιές. Αν ο αγωγός αφηθεί από την ηρεμία αποκτά σταθερή ταχύτητα (οριακή) μετά από διαδρομή $h=2m$. Να υπολογίσετε:

α. Την οριακή ταχύτητα του αγωγού.

β. Τον ρυθμό με τον οποίο αναπτύσσεται θερμότητα Joule σε κάθε μία αντίσταση, τη στιγμή που ο αγωγός αποκτά την v_{op} .

γ. Τη θερμότητα που παράχθηκε σε κάθε αντίσταση κατά την διαδρομή h .
Δίνονται $R_2=0,15\Omega$, $B=1T$, $g=10m/s^2$.

Απ.: α. $2m/s$, β. $5W$, $15W$, γ. $4,5J$, $13,5J$



34. Ο αγωγός ΑΓ του ακόλουθου σχήματος με μήκος $L=1m$, μάζα $m=0,1kg$ και αντίσταση $R_1=0,5\Omega$ μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές στις κατακόρυφες σιδηροτροχιές ΚΛ και ΜΝ, οι οποίες στο πάνω άκρο τους γεφυρώνονται με αντιστάτη αντίστασης $R_2=1,5\Omega$. Το όλο σύστημα βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο εντάσεως $B=1T$, του οποίου οι δυναμικές γραμμές είναι κάθετες στο επίπεδο της κίνησης του αγωγού. Αν ο αγωγός αφηθεί ελεύθερος να κινηθεί από την ηρεμία αποκτά σταθερή (οριακή) ταχύτητα μετά από κατακόρυφη διαδρομή $h=2m$.

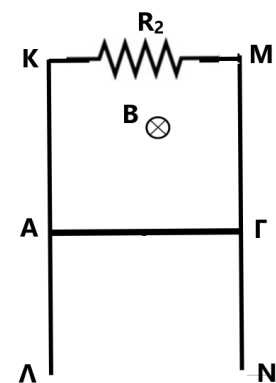
α. Να περιγράψετε (δικαιολογώντας) την κίνηση του αγωγού από την στιγμή που αφήνεται ελεύθερος μέχρι να αποκτήσει οριακή ταχύτητα και να βρείτε την τιμή αυτής της ταχύτητας.

β. Να κάνετε το ποιοτικό διάγραμμα της ταχύτητας του αγωγού σε συνάρτηση με τον χρόνο.

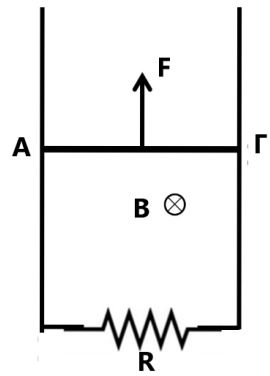
γ. Να βρείτε τον ρυθμό με τον οποίο παράγεται θερμότητα σε κάθε μία αντίσταση, τη στιγμή που ο αγωγός αποκτά την v_{op} .

δ. Να υπολογίσετε τη θερμότητα που παράγεται σε κάθε αντίσταση κατά την διαδρομή h .

Απ: α. $2m/s$, γ. $0,5J/s$, $1,5J/s$, δ. $0,45J$, $1,35J$



35. Με την επίδραση κατάλληλης δύναμης F , ο αγωγός ΑΓ που αρχικά ήταν ακίνητος, ανεβαίνει ολισθαίνοντας στις κατακόρυφες σιδηροτροχιές με σταθερή επιτάχυνση $a=2 \text{ m/s}^2$. Ο αγωγός έχει μήκος (ΑΓ)=1 m, μάζα $m=0,2 \text{ kg}$ και αντίσταση $r=2 \Omega$, ενώ η ένταση του μαγνητικού πεδίου είναι $B=1 \text{ T}$. Να υπολογίσετε:



α. το ηλεκτρικό φορτίο που θα περάσει από μια διατομή του κυκλώματος σε χρόνο $t=2 \text{ s}$.

β. τη δύναμη F και τη διαφορά δυναμικού $V_{ΑΓ}$ σε συνάρτηση με το χρόνο.

γ. το ρυθμό με τον οποίο προσφέρεται ενέργεια στο κύκλωμα και τον ρυθμό με τον οποίο αυτή μετατρέπεται σε θερμότητα Joule τη χρονική στιγμή $t=2 \text{ s}$.

Δίνονται $R=3 \Omega$, $g=10 \text{ m/s}^2$.

Απ.: α. $0,8 \text{ C}$, β. $F=2,4+0,4.t \text{ (S.I.)}$, $V=1,2.t \text{ (S.I.)}$, γ. $12,8 \text{ W}$, $3,2 \text{ W}$

36. Ευθύγραμμος αγωγός μήκους $l=1\text{m}$ στρέφεται με συχνότητα $f=50/\pi \text{ Hz}$ γύρω από κατακόρυφο άξονα που περνά από το ένα του άκρο, μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B=0,1\text{T}$. Αν η διεύθυνση του πεδίου είναι παράλληλη προς τον άξονα περιστροφής του αγωγού, να υπολογιστεί η ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στα άκρα της ράβδου.

Απ: $E=5\text{V}$

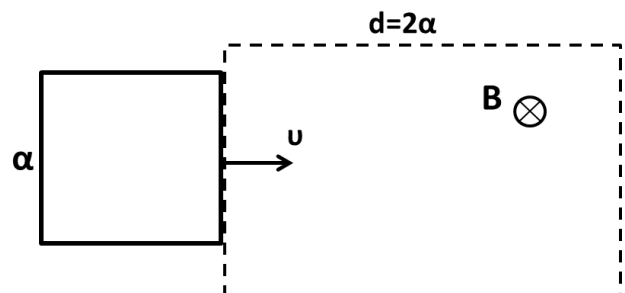
37. Ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ μήκους $l=1\text{m}$ στρέφεται γύρω από σημείο Ο στην προέκτασή του ώστε $OK=r=0,5\text{m}$ (το τμήμα ΟΚ δεν είναι αγωγίμο) με συχνότητα $f=50/\pi \text{ Hz}$. Ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B=1\text{T}$ είναι κάθετο στο επίπεδο που διαγράφει η ράβδος. Να υπολογιστεί η ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στα άκρα της ράβδου.

Απ: $E=100\text{V}$

38. Μεταλλική ράβδος ΑΓ με μήκος $l=1\text{m}$, περιστρέφεται με συχνότητα $f=50/\pi \text{ Hz}$ γύρω από κατακόρυφο άξονα που περνά από σημείο Ο ώστε $OA=l_1=0,4\text{m}$. Ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B=1\text{T}$ είναι κάθετο προς το επίπεδο κίνησης της ράβδου. Να υπολογιστεί η ΗΕΔ από επαγωγή στα άκρα της ράβδου.

Απ: $E=10\text{V}$

39. Τετράγωνο πλαίσιο πλευράς a και αντίστασης R κινούμενο με σταθερή ταχύτητα u εισέρχεται στο ομογενές μαγνητικό πεδίο του σχήματος πλάτους $d=2a$. Αν τη χρονική στιγμή $t=0$ βρίσκεται στο όριο του πεδίου να παρασταθούν γραφικά σε συνάρτηση με το χρόνο



α. η μαγνητική ροή που περνά από το πλαίσιο
β. η ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στο πλαίσιο

γ. η ένταση του επαγωγικού ρεύματος