

Μαγνητικό πεδίο

1. Τι είναι το μαγνητικό πεδίο, με ποιο μέγεθος περιγράφεται και πώς απεικονίζεται;

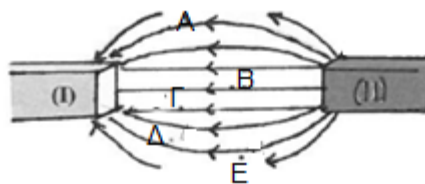
2. Στην εικόνα φαίνεται το μαγνητικό πεδίο που δημιουργούν δύο μαγνητικοί πόλοι.

Χαρακτηρίστε με το γράμμα (Σ) τις σωστές και με το γράμμα (Λ) τις λανθασμένες προτάσεις.

α. Ο πόλος (II) είναι ο νότιος (S) και (I) ο βόρειος (N).

β. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου είναι ίδια στα σημεία Β και Γ.

γ. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο σημείο Α είναι μεγαλύτερη από ότι στο σημείο Γ.



3. Να περιγράψετε το πείραμα του Oersted. Ποια συμπεράσματα εξάγονται από το πείραμα αυτό;

4. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις που αναφέρονται στο μαγνητικό πεδίο είναι σωστές.

α. Οι δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου ξεκινούν από το βόρειο πόλο ενός μαγνήτη και καταλήγουν στο νότιο πόλο.

β. Οι δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου ξεκινούν από το βόρειο πόλο ενός μαγνήτη και καταλήγουν στο άπειρο.

γ. Το μαγνητικό πεδίο δεν διαφέρει από το ηλεκτρικό πεδίο.

δ. Το μαγνητικό πεδίο είναι δύο διαστάσεων.

ε. Το μαγνητικό πεδίο δημιουργείται από κινούμενα φορτία.

5. Χαρακτηρίστε με το γράμμα (Σ) τις σωστές και με το γράμμα (Λ) τις λανθασμένες προτάσεις.

Το μαγνητικό πεδίο

α. δημιουργείται από ακίνητα ηλεκτρικά φορτία.

β. δημιουργείται από κινούμενα ηλεκτρικά φορτία.

γ. είναι αποτέλεσμα μιας ποσότητας μαγνητισμού.

δ. ασκεί δυνάμεις σε ακίνητα ηλεκτρικά φορτία.

ε. ασκεί δυνάμεις σε ρευματοφόρους αγωγούς και σε κινούμενα ηλεκτρικά φορτία.

6. Χαρακτηρίστε με το γράμμα (Σ) τις σωστές και με το γράμμα (Λ) τις λανθασμένες προτάσεις.

Από ένα σημείο ενός μαγνητικού πεδίου διέρχεται

α. μία μόνο δυναμική γραμμή.

β. πολλές δυναμικές γραμμές.

γ. τόσες δυναμικές γραμμές όση είναι η ένταση του πεδίου. '

7. Μεταξύ ομώνυμων πόλων δύο μαγνητών ασκείται δύναμη, ενώ μεταξύ ετερόνυμων μαγνητικών πόλων δύναμη.

8. Περιγράψτε τις διαφορές μεταξύ διαμαγνητικών, παραμαγνητικών και σιδηρομαγνητικών υλικών.

9. Η περιοχή του χώρου όπου εκδηλώνονται μαγνητικές δυνάμεις ονομάζεται

10. Χαρακτηρίστε με το γράμμα (Σ) τις σωστές και με το γράμμα (Λ) τις λανθασμένες προτάσεις.

Η ένταση του μαγνητικού πεδίου \vec{B}

α. είναι διανυσματικό μέγεθος.

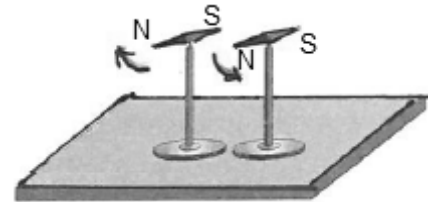
β. είναι μονόμετρο μέγεθος.

- γ. είναι εφαπτόμενη των μαγνητικών δυναμικών γραμμών.
 δ. εκφράζει το πόσο ισχυρό είναι το μαγνητικό πεδίο σε κάθε σημείο του.

11. Προσπαθήστε να σχεδιάσετε μια πειραματική διάταξη με την οποία μπορείτε να επιβεβαιώσετε το πείραμα του Oersted. Να περιγράψετε σύντομα τη διαδικασία εκτέλεσης αυτού του πειράματος.

12. Από το πείραμα του Oersted τι σας κάνει να πιστεύετε ότι γύρω από οποιοδήποτε ρευματοφόρο αγωγό δημιουργείται μαγνητικό πεδίο;

13. Δύο οριζόντιες μαγνητικές βελόνες μπορούν να περιστρέφονται γύρω από κατακόρυφους άξονες, όπως στο σχήμα. Αρχικά ισορροπούν με τους άξονές τους παράλληλους ώστε ο βόρειος πόλος της μιας να είναι απέναντι στο βόρειο πόλο της άλλης. Εκτρέπουμε κατά μικρή γωνία τις βελόνες σε αντίθετες κατευθύνσεις και τις αφήνουμε ελεύθερες. Υπό την επίδραση των δυνάμεων αλληλεπίδρασης οι βελόνες θα εκτελέσουν ταλαντώσεις. Από πού προήλθε η κινητική ενέργεια που αποκτούν οι δύο βελόνες καθώς περιστρέφονται;



Απ. Από την ενέργεια που προσφέραμε στις βελόνες με τα έργα των δυνάμεων που ασκήσαμε για να τις εκτρέψουμε.

Μαγνητικό πεδίο ευθύγραμμου αγωγού

14. Να γράψετε τη σχέση από την οποία υπολογίζεται η ένταση σε κάθε σημείο, του μαγνητικού πεδίου ευθύγραμμου ρευματοφόρου αγωγού μεγάλου μήκους και να εξηγήσετε τα μεγέθη που υπεισέρχονται σ' αυτή.

Να σχεδιάσετε τη φορά του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό και τη φορά των δυναμικών γραμμών του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται.

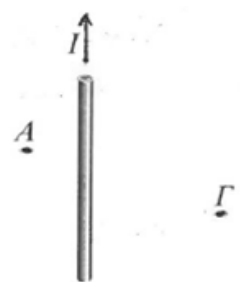
15. Οι δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται γύρω από ευθύγραμμο αγωγό

- α. είναι παράλληλες στον αγωγό.
- β. ξεκινούν από τον αγωγό και είναι κάθετες σε αυτόν.
- γ. είναι κύκλοι ομόκεντροι, με κέντρο πάνω στον αγωγό.

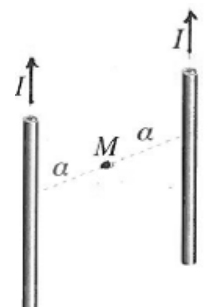
16. Για τον μεγάλο μήκους αγωγό του σχήματος να σχεδιάσετε μια μαγνητική δυναμική γραμμή που να διέρχεται από το Α, καθώς και την ένταση Β του μαγνητικού πεδίου στο Γ, που είναι σημεία του επιπέδου της σελίδας.

Ποια σχέση δίνει το μέτρο της έντασης Β του μαγνητικού πεδίου σε απόσταση r από τον αγωγό;

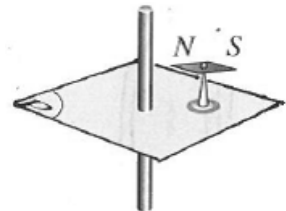
Αν $r_A < r_\Gamma$, πού είναι πιο ισχυρό το πεδίο, στο Α ή στο Γ;



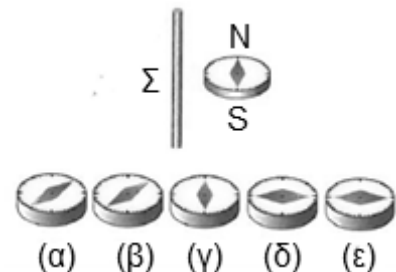
17. Το σημείο Μ του σχήματος απέχει ίσες αποστάσεις α από τους δύο ευθύγραμμους αγωγούς οι οποίοι διαρρέονται από ομόρροπα ρεύματα ίσης έντασης I. Χωρίς να κάνετε υπολογισμούς να προσδιορίσετε την ένταση Β του μαγνητικού πεδίου στο σημείο Μ.



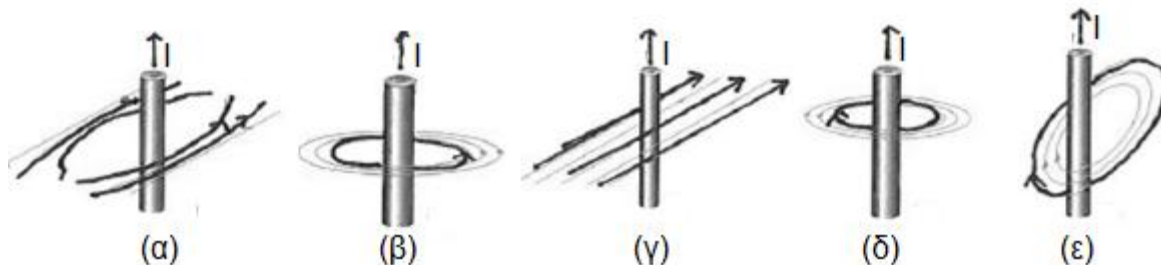
18. Το οριζόντιο επίπεδο ρ τέμνει κάθετα τον κατακόρυφο ευθύγραμμο αγωγό M . Η μαγνητική βελόνα που είναι τοποθετημένη πάνω στο επίπεδο ρ δείχνει τη διεύθυνση βορρά – νότου. Ποια θέση θα πάρει η βελόνα αν διοχετεύσουμε στον αγωγό ισχυρό ηλεκτρικό ρεύμα με φορά προς τα κάτω;



19. Στο πάνω τμήμα του σχήματος υπάρχει μια μικρή πυξίδα τοποθετημένη κοντά σε κατακόρυφο σύρμα Σ από το οποίο διέρχεται ισχυρό ηλεκτρικό ρεύμα με κατεύθυνση προς τα πάνω. Αν αντιστραφεί η φορά του ρεύματος και η έντασή του παραμείνει η ίδια, ποια από τις πυξίδες του κάτω τμήματος του σχήματος δείχνει τον σωστό προσανατολισμό της;

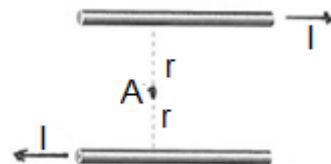


20. Ποιο από τα παρακάτω διαγράμματα παριστάνει το μαγνητικό πεδίο γύρω από ένα σύρμα από το οποίο περνά ηλεκτρικό ρεύμα με κατεύθυνση προς τα πάνω;

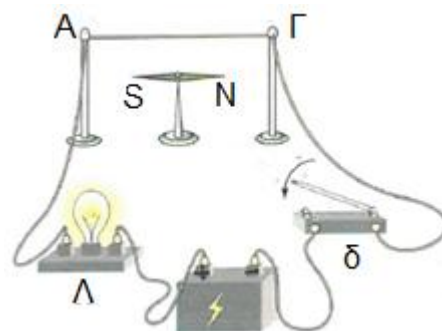


21. Το σημείο A απέχει ίσες αποστάσεις από τους παράλληλους αγωγούς του σχήματος. Παρατηρήστε προσεκτικά το σχήμα. Ποια από τις παρακάτω απαντήσεις δίνει το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο σημείο A ;

- α. $B = k_{\mu} \frac{8\pi I}{r}$
- β. $B = k_{\mu} \frac{4I}{r}$
- γ. $B = k_{\mu} \frac{8I}{r}$
- δ. $B = 0$
- ε. $B = k_{\mu} \frac{2I}{r}$



22. Ο διακόπτης δ του σχήματος είναι ανοικτός και η μαγνητική βελόνα είναι προσανατολισμένη στη διεύθυνση βορρά – νότου. Πώς θα στραφεί η μαγνητική βελόνα αν κλείσουμε το διακόπτη Δ ;



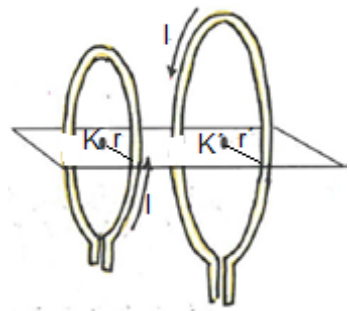
Μαγνητικό πεδίο κυκλικού αγωγού

23. Να γράψετε τη σχέση από την οποία υπολογίζεται η ένταση του πεδίου που δημιουργείται στο κέντρο κυκλικού ρευματοφόρου αγωγού και να εξηγήσετε τα μεγέθη που υπεισέρχονται σ' αυτή.

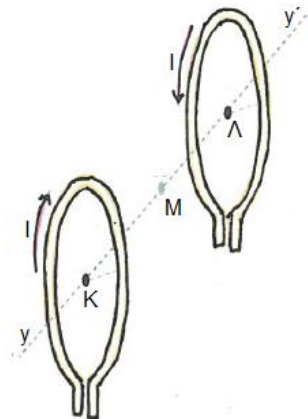
Να σχεδιάσετε τη φορά του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό και τη φορά της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του κυκλικού αγωγού.

24. Ποια σχέση δίνει το μέτρο της έντασης B του μαγνητικού πεδίου της B στο κέντρο κυκλικού πλαισίου ακτίνας R που διαρρέεται από ρεύμα έντασης I ;

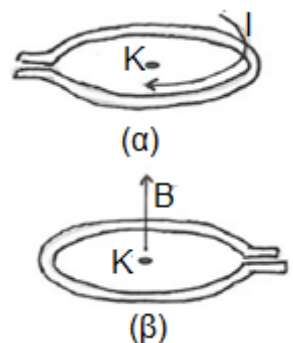
25. Οι κυκλικοί αγωγοί του σχήματος έχουν το επίπεδό τους κάθετο προς το επίπεδο που είναι κάθετο στο επίπεδο της σελίδας. Να σχεδιάσετε την ένταση του μαγνητικού πεδίου στα κέντρα τους K και K' .



26. Οι δύο κυκλικοί αγωγοί του σχήματος είναι τοποθετημένοι αντίστοιχα σε δύο παράλληλα μεταξύ τους επίπεδα, έχουν την ίδια ακτίνα και κοινό άξονα $y'y'$. Οι αγωγοί διαρρέονται από ρεύμα της ίδιας έντασης I . Ποια είναι η φορά της έντασης B του μαγνητικού πεδίου στο μέσο M της απόστασης KL των κέντρων των δύο κύκλων, για τις φορές των ρευμάτων που σημειώνονται στο σχήμα;



27. Στο σχήμα (α) να σημειώσετε το διάνυσμα της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο K του κυκλικού πλαισίου, ενώ στο σχήμα (β) να συμπληρώσετε τη φορά του ρεύματος που διαρρέει το κυκλικό πλαίσιο.



Μαγνητικό πεδίο σωληνοειδούς

28. Να γράψετε τη σχέση από την οποία υπολογίζεται η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο ρευματοφόρου σωληνοειδούς.

Να σχεδιάσετε τη φορά του ρεύματος που διαρρέει το σωληνοειδές και τη φορά των δυναμικών γραμμών του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται.

29. Πώς θα βρούμε τη φορά των δυναμικών γραμμών στο πεδίο ενός ρευματοφόρου σωληνοειδούς, καθώς επίσης και ποιος από τους πόλους του είναι ο βόρειος και ποιος ο νότιος; Παίζει κανένα ρόλο αν οι σπείρες του σωληνοειδούς έχουν τυλιχτεί δεξιόστροφα ή αριστερόστροφα;

30. Η πολικότητα ενός σωληνοειδούς εξαρτάται

α. από τη φορά του ρεύματος που το διαρρέει.

β. από τον τρόπο που είναι τυλιγμένες οι σπείρες, δηλαδή δεξιόστροφα ή αριστερόστροφα.

31. Στο μαγνητικό πεδίο σωληνοειδούς οι δυναμικές γραμμές

α. είναι παράλληλες μέσα και έξω από το πηνίο.

β. είναι παράλληλες μέσα στο σωληνοειδές και όχι κοντά στους πόλους του ή έξω από αυτό.

γ. είναι κλειστές.

δ. είναι ανοικτές.

ε. μπαίνουν από το άκρο που συμπεριφέρεται ως νότιος πόλος και βγαίνουν από το άκρο που συμπεριφέρεται ως βόρειος πόλος.

32. Όταν αλλάζουμε τη φορά του ρεύματος που διαρρέει ένα σωληνοειδές

α. δεν σημειώνεται καμία μεταβολή.

β. αλλάζει η φορά των μαγνητικών του γραμμών.

γ. δεν αλλάζει η φορά του πεδίου στο εσωτερικό του.

δ. τη θέση του βόρειου πόλου την πήρε ο νότιος και αντίστροφα.

33. Υστέρα από την εισαγωγή ενός κυλίνδρου από μαλακό σίδηρο μέσα σε ένα σωληνοειδές που διαρρέεται από σταθερό συνεχές ρεύμα

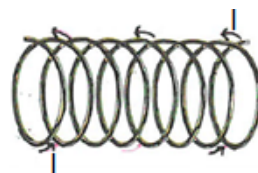
α. άλλαξε η διεύθυνση των μαγνητικών δυναμικών γραμμών.

β. αυξήθηκε η ένταση του ρεύματος στο σωληνοειδές.

γ. μεγάλωσε η πυκνότητα των μαγνητικών δυναμικών γραμμών.

δ. άλλαξαν οι πόλοι του πηνίου.

34. Να σχεδιάσετε μερικές μαγνητικές γραμμές στο εσωτερικό του σωληνοειδούς του σχήματος. Να προσδιορίσετε τη φορά τους, τη φορά της έντασης B του μαγνητικού πεδίου, καθώς και τη μαγνητική πολικότητα στα άκρα του σωληνοειδούς.

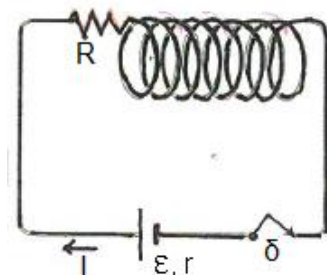


35. Να σχεδιάσετε μερικές μαγνητικές γραμμές στο εσωτερικό του σωληνοειδούς του σχήματος. Να προσδιορίσετε τη φορά τους, τη φορά της έντασης B του μαγνητικού πεδίου, καθώς και τη μαγνητική πολικότητα στα άκρα του σωληνοειδούς.



36. Ποια σχέση δίνει το μέτρο της έντασης B του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό ενός σωληνοειδούς με N σπείρες και πολύ μεγάλο μήκος L , όταν διαρρέεται από ρεύμα έντασης I ;

37. Το κύκλωμα του οχήματος αποτελείται από πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης \mathcal{E} , εσωτερικής αντίστασης r , αντιστάτη με αντίσταση R και σωληνοειδές με πυκνότητα σπειρών n και αμελητέα αντίσταση. Το ρεύμα στο κύκλωμα έχει σταθεροποιηθεί. Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης B του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του σωληνοειδούς.



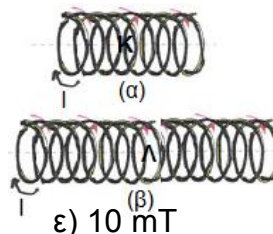
38. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο K του σωληνοειδούς του σχήματος (α) είναι $B=10 \text{ mT}$ όταν αυτό διαρρέεται από σταθερό ρεύμα έντασης I . Αν τώρα στο τέλος του πρώτου συνδεθεί σε σειρά ένα άλλο όμοιο σωληνοειδές και το σύστημα διαρρέεται από το ίδιο ρεύμα, η ένταση του μαγνητικού πεδίου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

α) 4 mT

β) 20 mT

γ) 5 mT

δ) $10 \mu\text{T}$



39. 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

α. μηδέν

β. 15 mT

γ. 30 mT

δ. 60 mT

Απ. (γ)

40. Ποια η μεταβολή της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό ενός σωληνοειδούς που διαρρέεται από ρεύμα I αν

α. διπλασιάσουμε τον αριθμό των σπειρών του κρατώντας σταθερό το μήκος του,

β. διπλασιάσουμε το μήκος του κρατώντας σταθερό τον αριθμό των σπειρών του.

Απ. α. $\Delta B=B$ β. $\Delta B=B/2$

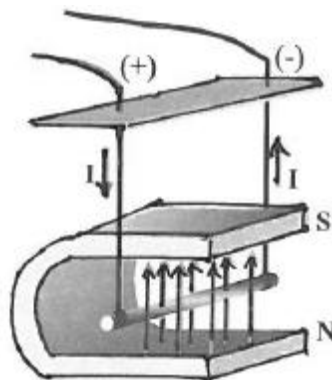
Δύναμη Laplace

41. Να γράψετε τη σχέση που δίνει το μέτρο της δύναμης που δέχεται ένας ρευματοφόρος αγωγός όταν βρίσκεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο.

Ποια είναι η μέγιστη τιμή της και τι γνωρίζετε για την κατεύθυνση της;

42. Να ορίσετε τη μονάδα της έντασης \vec{B} του μαγνητικού πεδίου με τη βοήθεια της δύναμης Laplace.

43. Να σχεδιάσετε τη δύναμη που δέχεται ο ρευματοφόρος αγωγός από το μαγνητικό πεδίο της εικόνας.



44. Ένα ρευματοφόρο πλαίσιο σχήματος ορθογωνίου παραλληλογράμμου βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Το πλαίσιο μπορεί να περιστρέφεται γύρω από έναν άξονα που περνά από το μέσον δύο απέναντι πλευρών του. Σχεδιάστε το πλαίσιο μέσα στο ΟΜΠ σε τέτοια θέση, ώστε αν το αφήσετε ελεύθερο να μην περιστραφεί.

45. Ένα ρευματοφόρο πλαίσιο είναι κάθετο σε ομογενές μαγνητικό πεδίο B .

α. Δεν δέχεται καμία δύναμη από το πεδίο και γι' αυτό δεν θα κινηθεί.

β. Δέχεται δυνάμεις, αλλά η ολική ροπή και η συνισταμένη όλων αυτών των δυνάμεων είναι μηδέν, συνεπώς δεν θα κινηθεί.

46. Στο πείραμα του Oersted είδαμε ότι ένας ρευματοφόρος αγωγός ασκεί δυνάμεις στην πυξίδα. Πιστεύετε ότι και η πυξίδα ασκεί δυνάμεις στον αγωγό; Εξηγήστε το θεωρητικά αλλά περιγράψτε και ένα πείραμα που να τεκμηριώνει, ακόμα καλύτερα όλα αυτά που θα αναφέρετε.

47. Δύο ευθύγραμμοι αγωγοί με μήκη L και $L/2$ διαρρέονται από ρεύματα I και $2I$ αντίστοιχα. Οι αγωγοί είναι κάθετοι στις μαγνητικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης B .

Να συγκρίνετε τα μέτρα των δυνάμεων που δέχονται οι δύο αγωγοί από το πεδίο.

48. Ένας ευθύγραμμος αγωγός έχει μήκος L , διαρρέεται από ρεύμα έντασης I , είναι οριζόντιος και βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} . Στη συνέχεια ο αγωγός κάμπτεται στη μέση του μέχρι να σχηματίσει ορθή γωνία, εξακολουθεί να είναι οριζόντιος και να διαρρέεται από το ίδιο ρεύμα.

Αν F_α η δύναμη Laplace που αναπτύσσεται στον αγωγό στην πρώτη περίπτωση και F_β η δύναμη Laplace που αναπτύσσεται στον αγωγό στη δεύτερη περίπτωση, ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι η σωστή.

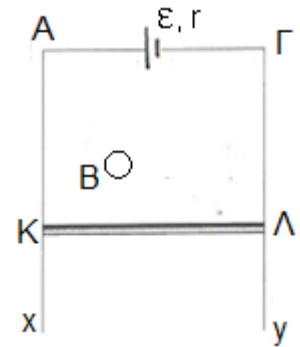
α. $F_\beta = 2F_\alpha$

β. $F_\beta = F_\alpha$

γ. $F_\beta = \frac{\sqrt{2}}{2}2F_\alpha$

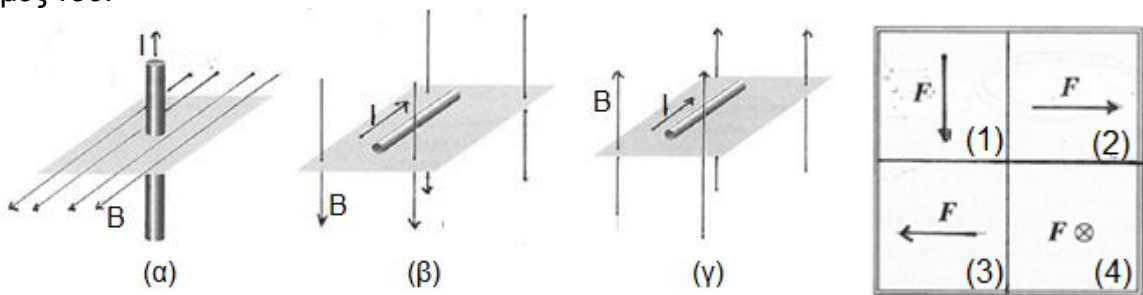
Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

49. Οι αγωγοί Αx και Γy είναι κατακόρυφοι, ο αγωγός ΚΛ είναι οριζόντιος και μπορεί να ολισθαίνει κατακόρυφα με τα άκρα του σε επαφή με τους αγωγούς Αx και Γy. Αρχικά ο ΚΛ ισορροπεί όπως φαίνεται στο σχήμα. Η διάταξη βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο που είναι κάθετο στο επίπεδό της. Να αιτιολογήσετε την ισορροπία του αγωγού ΚΛ και να σχεδιάσετε την ένταση B του πεδίου.



Κατά τη μελέτη σας αγνοήστε τις τριβές.

50. Να αντιστοιχίσετε κάθε ευθύγραμμο αγωγό του σχήματος με την κατάλληλη δύναμη την οποία δέχεται από το μαγνητικό πεδίο στο οποίο βρίσκεται κάθετα στις δυναμικές γραμμές του.



51. Το χάλκινο μονωμένο σύρμα σ του σχήματος διαρρέεται από ρεύμα έντασης I και είναι κάθετο στις μαγνητικές γραμμές του ομογενούς πεδίου που υπάρχει ανάμεσα στους δύο ετερόνυμους πόλους N και S. Η δύναμη που ασκείται πάνω στο σύρμα

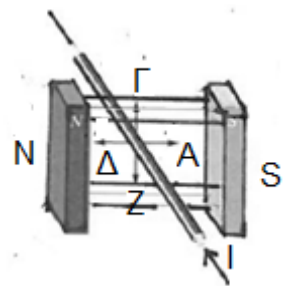
α. έχει φορά προς το Α.

β. έχει φορά προς το Γ.

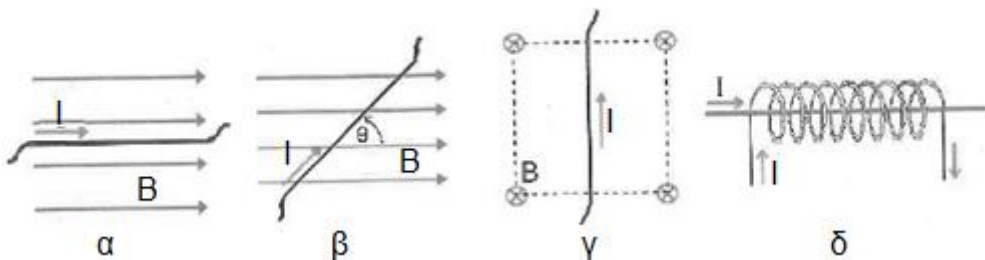
γ. έχει φορά προς το Δ.

δ. έχει φορά προς το Ζ.

ε. δεν εξασκείται καμιά δύναμη λόγω της μόνωσης του σύρματος.



52. Σε ποιες από τις παρακάτω περιπτώσεις ο ρευματοφόρος αγωγός δέχεται δύναμη Laplace.



Σημειώστε την κατεύθυνση της δύναμης.

Απ. στις (β) και (γ)

53. Ο ευθύγραμμος αγωγός και το ορθογώνιο πλαίσιο διαρρέονται από ρεύμα όπως στο

σχήμα.

Να σημειώσετε τις δυνάμεις που ασκούνται στις πλευρές του πλαισίου από το πεδίο του αγωγού.

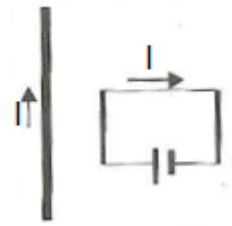
Να επιλέξετε από τις παρακάτω προτάσεις τη σωστή.

α. Το πλαίσιο τείνει να περιστραφεί.

β. Το πλαίσιο έλκεται από τον ευθύγραμμο αγωγό.

γ. Το πλαίσιο απωθείται από τον ευθύγραμμο αγωγό.

Απ. (β)



Μαγνητική ροή

54. Πως ορίζεται η μαγνητική ροή και ποια είναι η μονάδα μέτρησής της στο SI;

55. Πώς πρέπει να τοποθετηθεί μια επίπεδη επιφάνεια στο εσωτερικό ενός πηνίου που διαρρέεται από συνεχές ρεύμα, ώστε η μαγνητική ροή που θα διέρχεται από την επιφάνεια να είναι μέγιστη;

α. Να τοποθετηθεί κάθετα στον άξονα του πηνίου.

β. Να τοποθετηθεί παράλληλα στον άξονα του πηνίου.

γ. Να τοποθετηθεί έτσι ώστε η κάθετη στην επιφάνεια να σχηματίζει με τον άξονα γωνία ϕ .

56. Σχεδιάστε ένα μαγνητικό πεδίο και τοποθετήστε μέσα σ' αυτό έναν κυκλικό βρόχο (αγωγό) έτσι, ώστε να περνά μέσα από αυτόν μέγιστη μαγνητική ροή.

57. Ποιές οι διαφορές ανάμεσα στη μαγνητική ροή Φ και στο μαγνητικό πεδίο B ;

Νόμος Επαγωγής

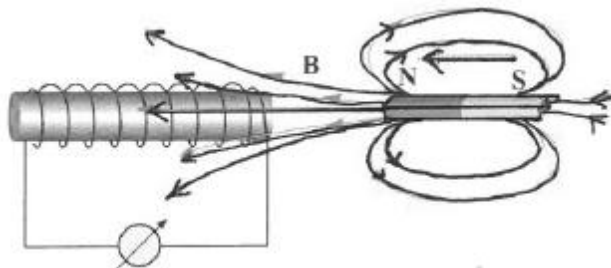
58. Να περιγράψετε το πείραμα του Faraday και να κάνετε ένα απλό σχέδιο της πειραματικής διάταξης που χρησιμοποίησε.

Να διατυπώσετε το νόμο της επαγωγής.

59. Να διατυπώσετε το νόμο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής και τον κανόνα του Lenz.

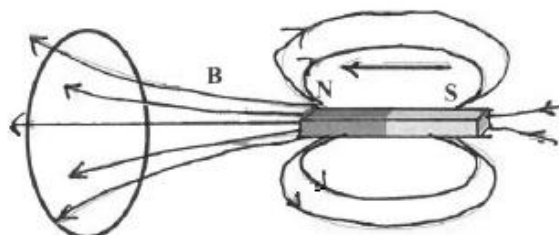
60. Να διατυπώσετε τον κανόνα του Lenz και να τον ερμηνεύσετε με βάση την αρχή διατήρησης της ενέργειας.

61. Ένας μαγνήτης πλησιάζει σε ένα πηνίο, όπως φαίνεται στην εικόνα.



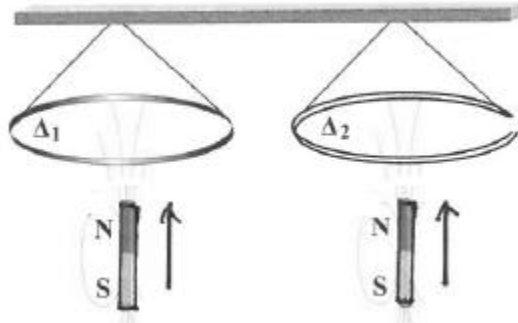
Να σχεδιάσετε τη φορά του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα του πηνίου.

62. Ένας ραβδόμορφος μαγνήτης πλησιάζει στο δακτύλιο, όπως φαίνεται στην εικόνα.



Ένας μαθητής ισχυρίζεται ότι ο μαγνήτης δέχεται απωστική δύναμη. Συμφωνείτε με αυτή την άποψη; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

63. Δύο δακτυλίδια εκ των οποίων το ένα είναι κομμένο, είναι κρεμασμένα με νήματα όπως φαίνεται στην εικόνα. Κάθετα στο επίπεδό τους πλησιάζουν δύο μαγνήτες.



Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι λανθασμένη.

- α. Και στα δύο δακτυλίδια αναπτύσσεται τάση από επαγωγή.
- β. Και τα δύο δακτυλίδια απωθούνται από τον μαγνήτη.
- γ. Το δακτυλίδι Δ_1 απωθείται, ενώ το δακτυλίδι Δ_2 δεν έλκεται και δεν απωθείται,
- δ. Από το δακτυλίδι Δ_2 δεν περνάει επαγωγικό ρεύμα.

64. Η ηλεκτρεγερτική δύναμη από επαγωγή στα άκρα ενός πηνίου είναι ανάλογη του ρυθμού μεταβολής της μαγνητικής ροής: $\mathcal{E}_{\text{επ}} = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} N$ όπου N ο αριθμός σπειρών του πηνίου.

Ποιες από τις ακόλουθες προτάσεις είναι λανθασμένες.

- α. Κάθε σπείρα δρα ως μία πηγή με ΗΕΔ $\mathcal{E}_{\text{επ}} = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$, άρα το πηνίο συμπεριφέρεται αντίστοιχα με N όμοιες πηγές συνδεδεμένες σε σειρά.
- β. Το αρνητικό πρόσημο (–) έχει σχέση με το ότι το φορτίο του ηλεκτρονίου είναι αρνητικό.
- γ. Το αρνητικό πρόσημο (–) έχει σχέση με τη διατήρηση του ηλεκτρικού φορτίου.

65. Να συμπληρωθούν τα παρακάτω κενά.

- α. Το επαγωγικό ρεύμα έχει τέτοια φορά, ώστε τα αποτελέσματά του (μαγνητικά πεδία και δυνάμεις) να αντιτίθενται στο που προκαλεί το φαινόμενο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής και τη της μαγνητικής ροής.
- β. Κάθε φορά που η μαγνητική ροή Φ μέσα από ένα πλαίσιο ή ένα πηνίο, δημιουργείται ηλεκτρεγερτική δύναμη από επαγωγή που δίδεται από τη σχέση

66. Ένας ραβδόμορφος μαγνήτης πλησιάζει σ' ένα πηνίο και εισέρχεται σε αυτό.

Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές.

- α. Στο πηνίο δημιουργείται ΗΕΔ από επαγωγή, μόνο αν τα δύο άκρα του σύρματος του πηνίου συνδέονται μεταξύ τους.
- β. ΗΕΔ από επαγωγή δημιουργείται όταν υπάρχει κίνηση του μαγνήτη ως προς το πηνίο ή κίνηση του πηνίου ως προς το μαγνήτη.
- γ. Η μαγνητική ροή που διέρχεται από το πηνίο δημιουργεί την ΗΕΔ από επαγωγή σε αυτό.
- δ. Μόνο όταν μεταβάλλεται η μαγνητική ροή που διέρχεται μέσα από το πηνίο δημιουργείται ΗΕΔ από επαγωγή σ' αυτό.

67. Άμεση συνέπεια του φαινομένου της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής είναι

- α. το επαγωγικό ρεύμα.
- β. η ΗΕΔ από επαγωγή.
- γ. η μεταβολή της μαγνητικής ροής που περνά από το κύκλωμα.
- δ. ο κανόνας του Lenz.

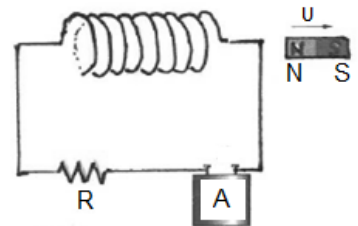
68. Εάν κινήσετε ένα μαγνήτη μπροστά από ένα σωληνοειδές, τότε στα άκρα του

σωληνοειδούς αναπτύσσεται ΗΕΔ. Αν όμως κινήσετε τον μαγνήτη όταν αυτός βρίσκεται στο εσωτερικό του σωληνοειδούς, θα συμβεί το ίδιο;

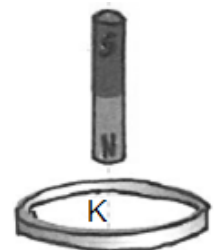
69. Διαθέτετε ένα συρμάτινο κυκλικό αγωγό και δύο ηλεκτρομαγνήτες. Τοποθετείτε τους ηλεκτρομαγνήτες έτσι, ώστε να δημιουργείται μεταξύ αυτών ομογενές μαγνητικό πεδίο. Περιγράψτε τρόπους με τους οποίους μπορείτε να δημιουργήσετε ΗΕΔ στον κυκλικό αγωγό.

70. Πάνω σε ένα τραπέζι βρίσκονται ένας ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός και ένα ορθογώνιο αγωγίμο πλαίσιο ΑΒΓΔ. Σπρώχνουμε το πλαίσιο προς τον ρευματοφόρο αγωγό, κρατώντας τις πλευρές του ΑΒ και ΓΔ παράλληλες προς αυτόν. Τι φορά θα έχει το ρεύμα που αναπτύσσεται εξ επαγωγής στο πλαίσιο;

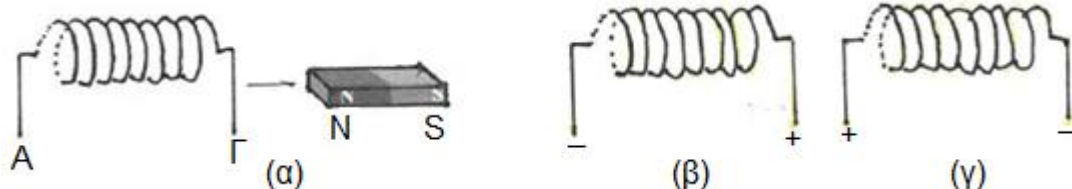
71. Ο ραβδόμορφος μαγνήτης απομακρύνεται από το σωληνοειδές με τον τρόπο που φαίνεται στο σχήμα. Να σχεδιάσετε τη φορά του ρεύματος που δημιουργείται εξ αιτίας της επαγωγής στο κύκλωμα του πηνίου καθώς και την πολικότητα της επαγωγικής τάσης στα άκρα του.



72. Ο ραβδόμορφος μαγνήτης του σχήματος αφήνεται ελεύθερος να πέσει. Πέφτοντας ο μαγνήτης διατηρεί τον κατακόρυφο προσανατολισμό του, περνάει από το κέντρο του κυκλικού πλαισίου και συνεχίζει την πτώση του. Να προσδιορίσετε τη φορά του ρεύματος που παράγεται από επαγωγή στο κυκλικό πλαίσιο κατά τη διάρκεια της πτώσης του μαγνήτη.



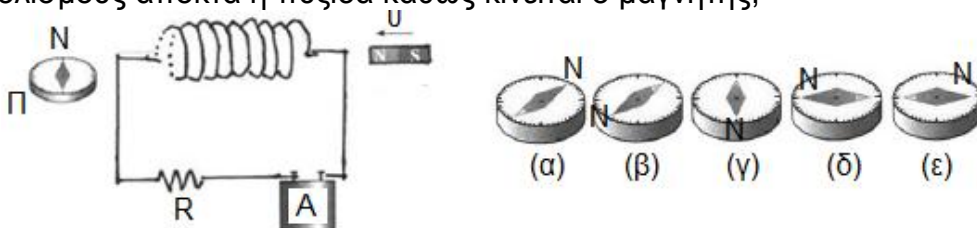
73. Στο σχήμα (α) ο μαγνήτης απομακρύνεται από το σωληνοειδές με τον τρόπο που φαίνεται. Να επιλέξετε ποια πολικότητα από αυτές που φαίνονται στα σχήματα (β) και (γ) και αντιστοιχεί στην τάση από επαγωγή που αναπτύσσεται στα άκρα του σωληνοειδούς.



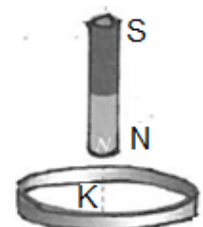
Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

74. Όταν ο μαγνήτης είναι ακίνητος η πυξίδα Π του σχήματος δείχνει το γεωγραφικό βορρά.

Κάποια στιγμή ο μαγνήτης αρχίζει να πλησιάζει το πηνίο. Ποιον από τους προσανατολισμούς αποκτά η πυξίδα καθώς κινείται ο μαγνήτης;



75. Ο ραβδόμορφος μαγνήτης του σχήματος έχει κατακόρυφη διάταξη και βρίσκεται ακριβώς πάνω από το κέντρο Κ του οριζόντιου κυκλικού πλαισίου. Αφήνουμε το μαγνήτη ελεύθερο, οπότε αυτός πέφτει προς το πλαίσιο με επιτάχυνση a διατηρώντας την κατακόρυφη διάταξή του. Αν g

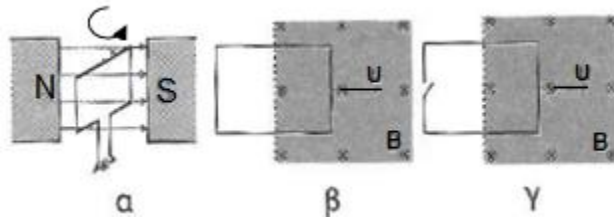


είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστή.

α) $\alpha < g$ β) $\alpha = g$ γ) $\alpha > g$

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

76. Σε ποια από τις παρακάτω περιπτώσεις το κύκλωμα του πλαισίου διαρρέεται από ρεύμα; Σημειώστε τη φορά του επαγωγικού ρεύματος.



Απ. (α) και (β)

77. Το φαινόμενο της επαγωγής συμβαίνει απαραίτητα όταν

α. μεταβάλλεται η μαγνητική ροή Φ που περνά μέσα από ένα ανοικτό κύκλωμα.

β. μεταβάλλεται το μαγνητικό πεδίο B .

γ. μεταβάλλεται το εμβαδόν ενός πλαισίου ή ενός πηνίου ανεξάρτητα αν είναι ή όχι μέσα σε μαγνητικό πεδίο.

δ. μεταβάλλεται η μαγνητική ροή Φ που περνά μέσα από ένα κλειστό κύκλωμα.

Απ. (α) και (δ)

Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής

78. Επιλέξτε τη σωστή πρόταση.

α. Το μαγνητικό πεδίο στο εσωτερικό του ρευματοφόρου σωληνοειδούς είναι ομογενές.

β. Το μαγνητικό πεδίο στο εσωτερικό του ρευματοφόρου σωληνοειδούς είναι ανομοιογενές.

γ. Στο εσωτερικό του ρευματοφόρου σωληνοειδούς δεν υπάρχει μαγνητικό πεδίο.

δ. Δεν γνωρίζουμε πώς είναι το μαγνητικό πεδίο στο εσωτερικό του ρευματοφόρου σωληνοειδούς.

79. Μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο βρίσκεται ένας ρευματοφόρος αγωγός. Αν αντιστρέψουμε ταυτόχρονα τη φορά του μαγνητικού πεδίου και τη φορά του ηλεκτρικού ρεύματος τότε

α. η κατεύθυνση της δύναμης Laplace είναι αντίθετη σε σχέση με πριν.

β. η κατεύθυνση της δύναμης Laplace είναι κάθετη σε σχέση με πριν.

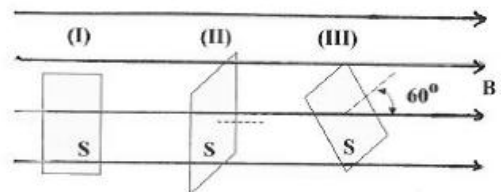
γ. η κατεύθυνση της δύναμης Laplace δεν αλλάζει.

80. Περισσότερη μαγνητική ροή διέρχεται από το πλαίσιο από τη θέση

α. (I)

β. (II)

γ. (III)



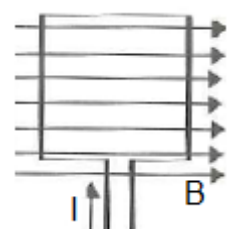
81. Το ρευματοφόρο τετράγωνο πλαίσιο του σχήματος βρίσκεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο και παράλληλα σε αυτό.

α. Δεν δέχεται καμία δύναμη, γιατί είναι παράλληλο στο πεδίο.

β. Δέχεται δυνάμεις και αν αφηθεί ελεύθερο θα περιστραφεί.

γ. Θα μεταφερθεί παράλληλα στο πεδίο.

δ. Η μαγνητική ροή που διέρχεται από αυτό είναι μέγιστη.



82. Δέχονται μαγνητικές επιδράσεις, όταν βρεθούν μέσα σε μαγνητικό πεδίο

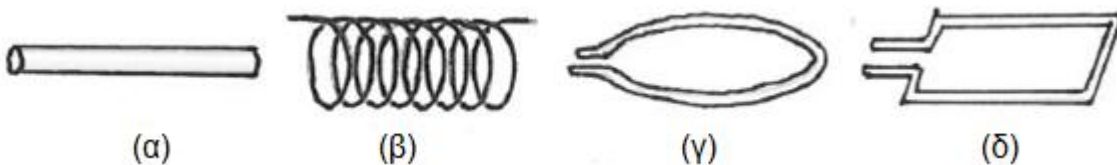
- α. όλα τα υλικά, περισσότερο ή λιγότερο έντονες.
- β. ορισμένα μόνο υλικά.
- γ. μόνο τα σιδηρομαγνητικά υλικά.
- δ. μόνο τα παραμαγνητικά υλικά.

83. Στο ομογενές μαγνητικό πεδίο

- α. η ένταση έχει σε όλα τα σημεία του πεδίου την ίδια τιμή.
- β. οι δυναμικές γραμμές είναι ευθείες παράλληλες ομόρροτες και ισαπέχουσες.
- γ. οι δυναμικές γραμμές είναι ευθείες και ξεκινούν από το νότιο πόλο και καταλήγουν στο βόρειο πόλο.
- δ. οι δυναμικές γραμμές είναι ευθείες τεμνόμενες.

Ερωτήσεις αντιστοίχισης

84. Να αντιστοιχίσετε τον κάθε ρευματοφόρο αγωγό του σχήματος με την κατάλληλη σχέση.



Σχέσεις:

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

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

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

Ερωτήσεις Σ – Λ

85. Χαρακτηρίστε με το γράμμα (Σ) τις σωστές και με το γράμμα (Λ) τις λανθασμένες προτάσεις.

- α. Το μαγνητικό πεδίο γύρω από ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό είναι ομογενές.
- β. Το μαγνητικό πεδίο στο εσωτερικό κυκλικού ρευματοφόρου αγωγού είναι ομογενές.
- γ. Η τιμή της έντασης του μαγνητικού πεδίου σε κάποιο σημείο του πεδίου που δημιουργεί ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός εξαρτάται μόνο από την απόσταση του σημείου από τον αγωγό.
- δ. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου είναι εφαπτόμενη σε κάθε σημείο των δυναμικών γραμμών.

86. Χαρακτηρίστε με το γράμμα (Σ) τις σωστές και με το γράμμα (Λ) τις λανθασμένες προτάσεις.

Η δύναμη Laplace που ασκείται σε ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό που βρίσκεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο

- α. έχει την κατεύθυνση των δυναμικών γραμμών.
- β. είναι κάθετη στον αγωγό, ακόμα κι αν ο αγωγός δεν είναι κάθετος στις δυναμικές γραμμές του πεδίου.
- γ. εξαρτάται από το υλικό του αγωγού.
- δ. εμφανίζει τη μεγαλύτερη τιμή της εφόσον ο αγωγός είναι παράλληλος με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου.

87. Πώς μπορούμε να ανιχνεύσουμε ένα μαγνητικό πεδίο;

- α) Τοποθετούμε μια μαγνητική βελόνα στο χώρο που θέλουμε να διαπιστώσουμε την ύπαρξη ή μη μαγνητικού πεδίου. Αν εκτραπεί από την κατεύθυνση βορράς – νότος τότε ο χώρος είναι ΜΠ. Μάλιστα δε όσο μεγαλύτερη και πιο απότομη είναι η εκτροπή της μαγνητικής βελόνας τόσο πιο ισχυρό θα είναι το μαγνητικό πεδίο. Η μαγνητική βελόνα λοιπόν αποτελεί έναν ιδιαίτερα ευαίσθητο ανιχνευτή.
- β) Τοποθετούμε στο χώρο ένα μικρό κομμάτι σιδήρου. Αν δεχθεί δύναμη τότε ο χώρος είναι ΜΠ.

γ) Τοποθετούμε, στο χώρο ένα ρευματοφόρο πηνίο. Γνωρίζουμε ότι το πηνίο όταν διαρρέεται από ρεύμα συμπεριφέρεται σαν μαγνήτης. Φυσικά η ανίχνευση γίνεται και με έναν φυσικό μαγνήτη.

δ) Τοποθετούμε στο χώρο αυτό έναν ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό. Μάλιστα δε για να σιγουρευτούμε για την ύπαρξη ή μη μαγνητικού πεδίου, αλλάζουμε διεύθυνση στον αγωγό. Θυμηθείτε, αν ο αγωγός είναι παράλληλος στο μαγνητικό πεδίο δεν δέχεται δύναμη Laplace.

ε) Αν τελικά δεν διαθέτουμε τίποτα από τα παραπάνω (ούτε μαγνήτη, ούτε μαγνητική βελόνα, ούτε πηγή, ούτε ένα κομμάτι σιδήρου) ας θυμηθούμε το φαινόμενο της επαγωγής και ας αυτοσχεδιάσουμε.

88. Η μεταβολή της μαγνητικής ροής που διέρχεται από την επιφάνεια ενός αγωγού μπορεί να οφείλεται

α. σε μεταβολή της μαγνητικής επαγωγής του μαγνητικού πεδίου B .

β. σε μεταβολή του εμβαδού S που περικλείεται από τον αγωγό.

γ. σε μεταβολή της γωνίας θ που σχηματίζει το κάθετο διάνυσμα στο επίπεδο του αγωγού, με το διάνυσμα B .

δ. σε ταυτόχρονη μεταβολή δύο εκ των μμεγεθών B , S και θ .

ε. σε κανένα από τους παραπάνω λόγους.

89. Ο κανόνας του Lenz στηρίζεται στην αρχή διατήρησης του φορτίου.

90. Ο κανόνας του Lenz είναι μια έκφραση της αρχής διατήρησης της ενέργειας στην επαγωγή.

91. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου είναι διανυσματικό μέγεθος και μετριέται σε Tesla.

92. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου είναι μονόμετρο μέγεθος και μετριέται σε Tesla.

93. Μαγνητικό φάσμα είναι ένας αριθμός που δίνει το πλήθος των δυναμικών γραμμών του μαγνητικού πεδίου.

94. Το μαγνητικό πεδίο δημιουργείται από ρεύματα δηλαδή κινούμενα φορτία.

95. Οι δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου είναι δυνατόν και να τέμνονται.

96. Οι δυναμικές γραμμές του ηλεκτροστατικού πεδίου, όπως και του μαγνητικού πεδίου, είναι κλειστές.

97. Στο ομογενές μαγνητικό πεδίο οι μαγνητικές δυναμικές γραμμές είναι ευθείες παράλληλες ομόρροπες και ισαπέχουσες, όπως και του ομογενούς ηλεκτροστατικού πεδίου.

98. Το 1 Ampere είναι θεμελιώδης μονάδα, όπως το m (μέτρο), το sec και το kg.

99. Ο χάλυβας χάνει τις μαγνητικές του ιδιότητες, όταν πάψει το αίτιο που τον μαγνήτισε, ενώ αντίθετα ο μαλακός σίδηρος τις διατηρεί.

100. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου ενός ευθύγραμμου αγωγού, σε ένα σημείο του πεδίου, είναι κάθετη στο επίπεδο που ορίζεται από τον αγωγό και το σημείο.

101. Σε ένα δεξιόστροφο σωληνοειδές, από εκεί που εισέρχεται το ρεύμα είναι ο νότιος πόλος και από εκεί που εξέρχεται είναι ο βόρειος πόλος του μαγνητικού του πεδίου.

102. Τα διαμαγνητικά υλικά απωθούνται ασθενώς από τους μαγνήτες.

103. Οι μαγνήτες έλκουν τα σιδηρομαγνητικά υλικά με μικρότερες δυνάμεις σε σύγκριση με τις δυνάμεις που δέχονται τα παραμαγνητικά.

104. Η σπουδαιότητα του πειράματος του Oersted έγκειται στο ότι ανακάλυψε το μαγνητισμό.

105. Ένας μαθητής έφτιαξε το μαγνητικό φάσμα ενός ευθύγραμμου αγωγού χρησιμοποιώντας αντί ρινισμάτων σιδήρου, ρινίσματα χαλκού.

106. Η μαγνητική διαπερατότητα μ δεν είναι καθαρός αριθμός, αλλά φυσικό μέγεθος με μονάδες.

107. Η μαγνητική ροή είναι διανυσματικό μέγεθος.

108. Η μονάδα της μαγνητικής ροής είναι το Tesla και της έντασης του μαγνητικού πεδίου το Weber.

109. Η μαγνητική ροή Φ εκφράζει το πλήθος των μαγνητικών δυναμικών γραμμών που περνούν μέσα από μια επιφάνεια A κάθετη στο πεδίο.

110. Λέγεται ότι τα clark στα λιμόνια, για να σηκώνουν βαριά σιδερένια αντικείμενα χρησιμοποιούν ηλεκτρομαγνήτες. Έτσι η μεταφορά τους γίνεται εύκολα, σίγουρα και χωρίς την ταλαιπωρία του δεσίματος – λυσίματος του αντικειμένου προς ανύψωση.

111. Την ίδια εποχή που ο Faraday ανακάλυπτε το φαινόμενο της επαγωγής, ο Ελβετός φυσικός Colladon καθοδηγούμενος από την ίδια ιδέα δούλευε προς την ίδια κατεύθυνση. Κινούσε έναν ισχυρό μαγνήτη μπροστά από ένα σωληνοειδές, που ήταν συνδεδεμένο με γαλβανόμετρο το οποίο όμως βρισκόταν στο διπλανό δωμάτιο. Έσπρωχνε το μαγνήτη στο σωληνοειδές και κατόπιν πήγαινε στο άλλο δωμάτιο για να πάρει την ένδειξη του γαλβανόμετρου. Έτσι ανακάλυψε και αυτός το φαινόμενο της επαγωγής.

112. Σημειώστε ποια μαγνητικά πεδία από τα παρακάτω είναι ομογενή.

α. Ενός ευθύγραμμου ρευματοφόρου αγωγού.

β. Ενός κυκλικού πλαισίου.

γ. Ενός δακτυλιοειδούς πηνίου.

δ. Στο εσωτερικό ενός σωληνοειδούς μεγάλου μήκους.

ε. Μεταξύ δύο πόλων ενός βόρειου και ενός νότιου δύο όμοιων μαγνητών ή ηλεκτρομαγνητών που βρίσκονται σε σχετικά μικρή απόσταση μεταξύ τους και ο ένας απέναντι στον άλλον.

113. Να χαρακτηρίσετε σωστή Σ ή λανθασμένη Λ κάθε μια από τις παρακάτω προτάσεις.

α) Το μαγνητικό πεδίο γύρω από ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό είναι ομογενές.

β) Το μαγνητικό πεδίο στο εσωτερικό ενός σωληνοειδούς μεγάλου μήκους είναι ομογενές.

γ) Στο εξωτερικό ενός σωληνοειδούς το μαγνητικό πεδίο είναι ισχυρότερο από αυτό στο εσωτερικό του.

δ) Στα άκρα ενός σωληνοειδούς που διαρρέεται από ρεύμα δημιουργούνται μαγνητικοί πόλοι.

ε) Το μαγνητικό πεδίο στο κέντρο κυκλικού ρευματοφόρου αγωγού δεν ορίζεται.

114. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι λανθασμένες;

α. Η μαγνητική ροή είναι διανυσματικό μέγεθος και μετριέται σε Wb.

β. Η μαγνητική ροή είναι μονόμετρο μέγεθος και μετριέται σε Wb.

- γ. Όταν ένας χάλκινος ρευματοφόρος αγωγός βρίσκεται τοποθετημένος κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου δέχεται δύναμη Laplace από το πεδίο.
- δ. Όταν ένας χάλκινος αγωγός βρίσκεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο παράλληλα προς τις δυναμικές γραμμές δέχεται δύναμη Laplace.
- ε. Η τάση από επαγωγή που αναπτύσσεται στα άκρα ενός αγωγίμου πλαισίου είναι ανάλογη προς τη μεταβολή της μαγνητικής ροής που διέρχεται μέσα από τις σπείρες του.

Ερωτήσεις συμπλήρωσης κενού

115. Να τοποθετήσετε τις λέξεις που λείπουν στη θέση που βρίσκονται οι τελείες.
 Η πολικότητα της επαγόμενης είναι τέτοια ώστε το πεδίο του ηλεκτρικού ρεύματος που δημιουργεί να την μεταβολή που την

116. Να τοποθετήσετε τις λέξεις που λείπουν στη θέση που βρίσκονται οι τελείες:
 Η από επαγωγή που εμφανίζεται στα άκρα ενός πλαισίου ή κυκλώματος είναι του ρυθμού μεταβολής της που διαπερνά το πλαίσιο ή το κύκλωμα.

117. Ο αγωγός ΚΛ του σχήματος, κινείται με σταθερή ταχύτητα u στο ΟΜΠ έντασης B .

α) Η συνάρτηση που δίνει τη μεταβολή της μαγνητικής ροής με το χρόνο είναι $\Delta\Phi = BLut$.

β) Στον αγωγό ΚΛ παράγεται ΗΕΔ από επαγωγή $E_{επ} = BuL$ με (+) το άκρο Λ.

γ) Η φορά της έντασης του ρεύματος είναι $A \rightarrow \Gamma$.

δ) Στον αγωγό ΚΛ ασκείται δύναμη Laplace $F_L = BIL$.

ε) Για να κινείται ο αγωγός ΚΛ με σταθερή ταχύτητα, απαιτείται να ασκούμε εξωτερική δύναμη \vec{F} με μέτρο $F > F_L$.

στ) Μέσω του έργου της \vec{F} μεταφέρεται ενέργεια στον αγωγό.

ζ) Μέσω του έργου της F_L αφαιρείται ενέργεια από τον αγωγό και η ενέργεια αυτή μετατρέπεται σε ηλεκτρική.

