Ενότητα 2η Νόμος των Biot και Savart-Εφαρμογές του νόμου των Biot και Savart

Θέματα για απάντηση

Α. Θέματα πολλαπλής επιλογής

*Για τα θέματα **1 - 37** να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της πρότασης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη φράση η οποία συμπληρώνει σωστά την ημιτελή πρόταση.*

Νόμος των Biot και Savart

1. Αν αντιστραφεί η φορά του ρεύματος που διαρρέει έναν αγωγό:

α. Το μέτρο και η φορά της έντασης του μαγνητικού πεδίου σε κάθε σημείο γύρω από τον αγωγό μεταβάλλονται.

β. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου σε κάθε σημείο γύρω από τον αγωγό μεταβάλλεται, χωρίς μεταβολή της κατεύθυνσής της.

γ. Η φορά της έντασης του μαγνητικού πεδίου σε κάθε σημείο γύρω από τον αγωγό αντιστρέφεται, χωρίς μεταβολή του μέτρου της έντασης.

δ. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου σε κάθε σημείο γύρω από τον αγωγό δεν μεταβάλλεται.

2. Ο νόμος των Biot και Savart:

α. Εφαρμόζεται μόνο σε ευθύγραμμους ρευματοφόρους αγωγούς.

β. Εφαρμόζεται μόνο σε κυκλικούς ρευματοφόρους αγωγούς.

γ. Εφαρμόζεται μόνο σε ρευματοφόρους αγωγούς πολύ μεγάλου μήκους.

δ. Αποτελεί θεμελιώδη νόμο για τον μαγνητισμό.

3. Ένα πολύ μικρό τμήμα ενός αγωγού τον οποίο διαρρέει ρεύμα έντασης I δημιουργεί σε ένα σημείο Α που απέχει απόσταση r από το τμήμα αυτό μαγνητικό πεδίο έντασης $\Delta\vec{B}$ με μέτρο:

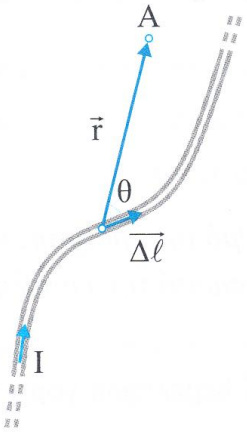
α. Ανάλογο με την απόσταση r.

β. Αντιστρόφως ανάλογο με την απόσταση r.

γ. Ανάλογο με την ένταση I του ρεύματος.

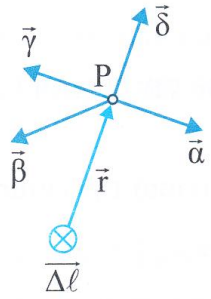
δ. Ανεξάρτητο από την ένταση I του ρεύματος.

4. Ένα πολύ μικρό τμήμα $\overrightarrow{\Delta\ell}$ ενός ρευματοφόρου αγωγού δημιουργεί σε ένα σημείο Α που απέχει απόσταση r από το τμήμα αυτό μαγνητικό πεδίο έντασης $\Delta\vec{B}$, όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα. Αν η γωνία μεταξύ των διανυσμάτων $\overrightarrow{\Delta\ell}$ και $\vec{r}$ είναι θ, τότε το μέτρο της έντασης $\Delta\vec{B}$ είναι:



α. Ανάλογο του ημθ.
β. Ανάλογο του συνθ.
γ. Ανάλογο της εφθ.
δ. Ανεξάρτητο της γωνίας θ.

5. Ρεύμα έντασης I διαρρέει στοιχειώδες τμήμα $\overrightarrow{\Delta\ell}$ ευθύγραμμου αγωγού, όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα.



Σε σημείο P το οποίο βρίσκεται επάνω στο επίπεδο του στοιχειώδους τμήματος δημιουργείται από το τμήμα αυτό μαγνητικό πεδίο με ένταση η οποία απεικονίζεται ορθά με:

α. Το διάνυσμα $\vec{\alpha}$. **β.** Το διάνυσμα $\vec{\beta}$.
γ. Το διάνυσμα $\vec{\gamma}$. **δ.** Το διάνυσμα $\vec{\delta}$.

6. Το μαγνητικό πεδίο που δημιουργεί σε ένα σημείο Σ στοιχειώδες τμήμα ρευματοφόρου αγωγού έχει μέγιστο μέτρο, όταν η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ του διανύσματος $\overrightarrow{\Delta\ell}$ του στοιχειώδους τμήματος και του διανύσματος (θέσης) $\vec{r}$ του σημείου Σ είναι ίση με:

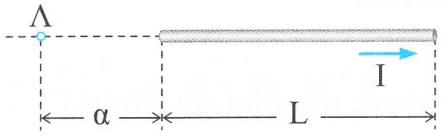
α. 0°. **β.** 45°. **γ.** 90°. **δ.** 180°.

7. Το μέτρο της έντασης σε σημείο Σ μαγνητικού πεδίου το οποίο δημιουργείται γύρω από ρευματοφόρο αγωγό **δεν** εξαρτάται από:

α. Τον ρυθμό διέλευσης φορτίου από μια εγκάρσια διατομή του αγωγού.
β. Την πυκνότητα του υλικού του αγωγού.
γ. Την απόσταση του σημείου Σ από τον αγωγό.
δ. Τη γεωμετρία του αγωγού.

Μαγνητικό πεδίο ευθύγραμμου ρευματοφόρου αγωγού

8. Ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός μήκους L δημιουργεί γύρω του μαγνητικό πεδίο.



Σε σημείο Λ, το οποίο βρίσκεται επάνω στη διεύθυνση του αγωγού και σε απόσταση α από το πλησιέστερο σε αυτό άκρο του αγωγού, όπως απεικονίζεται στο σχήμα, το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου είναι:

α. $B = 0$. **β.** $B = \frac{\mu_o}{4\pi}\frac{I}{\alpha}$.

γ. $B = \frac{\mu_o}{4\pi}\frac{I}{L+\alpha}$. **δ.** $B = \frac{\mu_o}{4\pi}\frac{I}{|L-\alpha|}$.

9. Το μέτρο της έντασης σε σημείο μαγνητικού πεδίου το οποίο δημιουργείται γύρω από ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό απείρου μήκους είναι:

α. Ανάλογο της έντασης του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό.

β. Ανάλογο της απόστασης του σημείου από τον αγωγό.

γ. Αντιστρόφως ανάλογο του τετραγώνου της απόστασης του σημείου από τον αγωγό.

δ. Αντιστρόφως ανάλογο του τετραγώνου της έντασης του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό.

10. Εάν η ένταση του ρεύματος που διαρρέει ευθύγραμμο αγωγό απείρου μήκους διπλασιαστεί, τότε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από τον αγωγό σε κάθε σημείο γύρω του:

α. Υποδιπλασιάζεται.

β. Διπλασιάζεται.

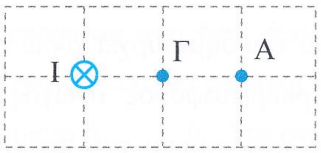
γ. Υποτετραπλασιάζεται.

δ. Τετραπλασιάζεται.

11. 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 4r από τον ίδιο αγωγό το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου είναι:

α. B. **β.** 2B. **γ.** $\frac{B}{2}$. **δ.** $\frac{B}{4}$.

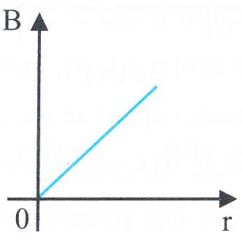
12. Ο ευθύγραμμος αγωγός του ακόλουθου σχήματος έχει μεγάλο μήκος και διαρρέεται από ρεύμα εντάσεως I.



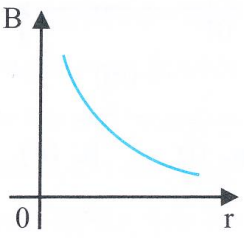
Εάν στο σημείο A το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από τον ρευματοφόρο αγωγό είναι B, στο σημείο Γ θα είναι:

α. 4B. **β.** 2B. **γ.** $\frac{B}{2}$. **δ.** $\frac{B}{4}$.

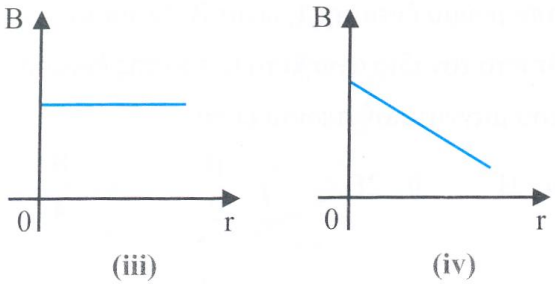
13. Ευθύγραμμος αγωγός πολύ μεγάλου μήκους διαρρέεται από ρεύμα έντασης I. Το μέτρο B της έντασης του μαγνητικού πεδίου γύρω από τον ρευματοφόρο αγωγό σε συνάρτηση με την απόσταση r από αυτόν απεικονίζεται ορθά στο διάγραμμα:



(i)

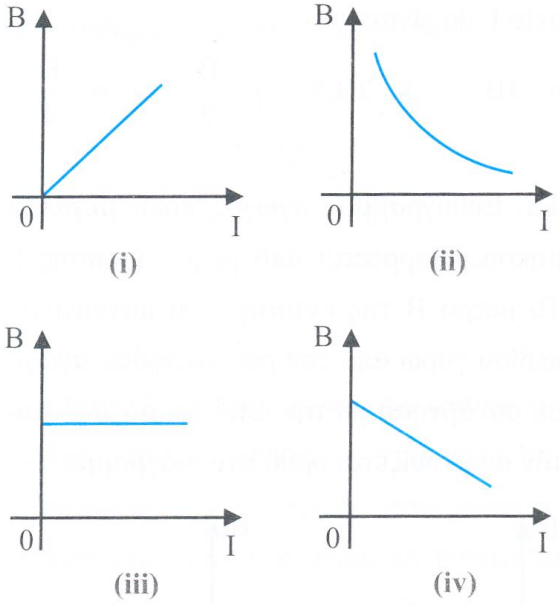


(ii)



α. (i). **β.** (ii). **γ.** (iii). **δ.** (iv).

14. Το μέτρο B της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί γύρω του ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός απείρου μήκους σε ένα σημείο του πεδίου σε συνάρτηση με την ένταση I του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό απεικονίζεται ορθά στο διάγραμμα:



α. (i). **β.** (ii). **γ.** (iii). **δ.** (iv).

15. Ρεύμα έντασης I διαρρέει ευθύγραμμο αγωγό πολύ μεγάλου μήκους. Σε απόσταση r απ' αυτόν το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου είναι B. Αν διπλασιάσουμε την ένταση του ρεύματος στον αγωγό ($I' = 2I$), τότε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού του πεδίου σε διπλάσια απόσταση ($r' = 2r$) από αυτόν θα είναι:

α. 2B. **β.** $\frac{B}{2}$. **γ.** B. **δ.** 4B.

16. Οι δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου ευθύγραμμου ρευματοφόρου αγωγού απείρου μήκους είναι:

α. Ευθείες. **β.** Κύκλοι.
γ. Ελλείψεις. **δ.** Υπερβολές.

17. Ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός πολύ μεγάλου μήκους δημιουργεί γύρω του μαγνητικό πεδίο του οποίου η ένταση σ' ένα σημείο του είναι $\vec{B}_1$. Αν αντιστρέψουμε τη φορά του ρεύματος στον αγωγό, η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο ίδιο σημείο γίνεται $\vec{B}_2$. Οι εντάσεις $\vec{B}_1$ και $\vec{B}_2$:

α. Έχουν διαφορετικά μέτρα ($B_1 \neq B_2$) και αντίθετες κατευθύνσεις.

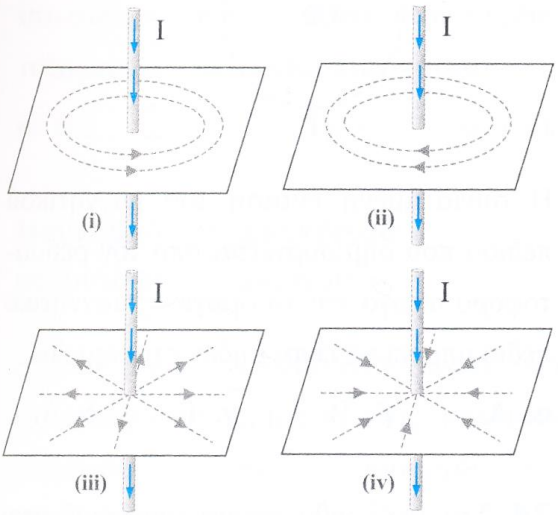
β. Έχουν διαφορετικά μέτρα ($B_1 \neq B_2$) και ίδιες κατευθύνσεις.

γ. Έχουν ίσα μέτρα ($B_1 = B_2$) και ίδιες κατευθύνσεις.

δ. Έχουν ίσα μέτρα ($B_1 = B_2$) και αντίθετες κατευθύνσεις.

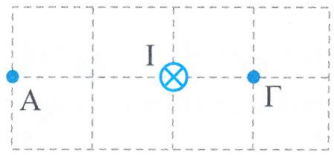
18. Ρεύμα έντασης I διαρρέει κατακόρυφο αγωγό πολύ μεγάλου μήκους.
Οι δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πε-

δίου που δημιουργείται γύρω από τον ρευματοφόρο αγωγό απεικονίζονται ορθά στο σχήμα:



α. (i). **β.** (ii). **γ.** (iii). **δ.** (iv).

19. Ο ευθύγραμμος αγωγός του ακόλουθου σχήματος έχει πολύ μεγάλο μήκος και διαρρέεται από ρεύμα έντασης I.

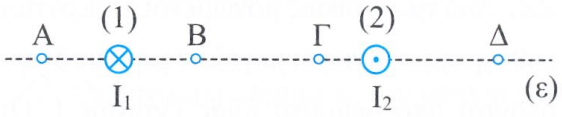


Αν στο σημείο Α η ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από τον ρευματοφόρο αγωγό είναι $\vec{B}_1$, στο σημείο Γ θα είναι:

α. $\vec{B}_2 = \frac{1}{2}\vec{B}_1$. **β.** $\vec{B}_2 = -\frac{1}{2}\vec{B}_1$.

γ. $\vec{B}_2 = -2\vec{B}_1$. **δ.** $\vec{B}_2 = 2\vec{B}_1$.

20. Δύο κατακόρυφοι ευθύγραμμοι αγωγοί (1) και (2) έχουν πολύ μεγάλο μήκος και διαρρέονται από ρεύματα έντασης I_1 και I_2 αντίστοιχα, με $I_2 > I_1$, όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα.

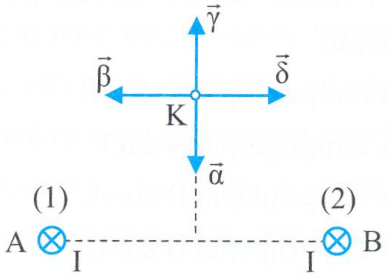


Κατά μήκος οριζόντιας ευθείας (ε) η οποία διέρχεται από τους δύο αγωγούς, η συνισταμένη ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από τους δύο ρευματοφόρους αγωγούς μπορεί να είναι μηδενική:

α. Στο σημείο Α. **β.** Στο σημείο Β.

γ. Στο σημείο Γ. **δ.** Στο σημείο Δ.

21. Ρεύματα ίδιας έντασης I διαρρέουν δύο ευθύγραμμους κατακόρυφους αγωγούς (1) και (2) απείρου μήκους, όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα.

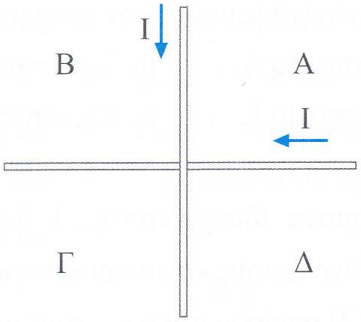


Οι αγωγοί (1) και (2) διέρχονται από τα σημεία Α και Β αντίστοιχα οριζόντιου επιπέδου (p). Σημείο Κ του επιπέδου (p) βρίσκεται επί της μεσοκαθέτου του ευθύγραμμου τμήματος ΑΒ. Στο σημείο Κ η συνισταμένη ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από του δύο ρευματοφόρους αγωγούς απεικονίζεται ορθά με:

α. Το διάνυσμα $\vec{\alpha}$. **β.** Το διάνυσμα $\vec{\beta}$.

γ. Το διάνυσμα $\vec{\gamma}$. **δ.** Το διάνυσμα $\vec{\delta}$.

22. Δύο ηλεκτρικώς μονωμένοι, οριζόντιοι ευθύγραμμοι αγωγοί μεγάλου μήκους διαρρέονται από ρεύματα ίδιας έντασης I. Οι αγωγοί είναι κάθετα τοποθετημένοι μεταξύ τους χωρίζοντας το οριζόντιο επίπεδο σε τέσσερα τεταρτημόρια Α, Β, Γ και Δ, όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα.



Σημεία στα οποία η συνισταμένη ένταση του μαγνητικού πεδίου ισούται με μηδέν βρίσκονται:

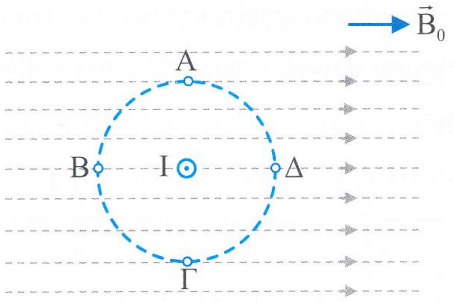
α. Στα τεταρτημόρια Α και Β.

β. Στα τεταρτημόρια Α και Γ.

γ. Στα τεταρτημόρια Β και Δ.

δ. Στα τεταρτημόρια Β και Γ.

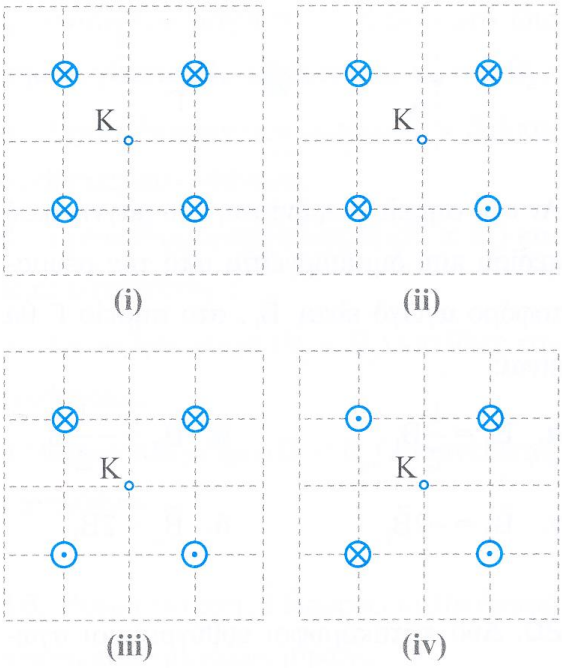
23. Κατακόρυφος ευθύγραμμος αγωγός μεγάλου μήκους διαρρέεται από ρεύμα έντασης I και βρίσκεται εντός οριζόντιου, ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης $\vec{B}_0$. Τα σημεία Α, Β, Γ και Δ που απεικονίζονται στο ακόλουθο σχήμα βρίσκονται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο και ισαπέχουν από τον αγωγό.



Η συνισταμένη ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από τον ρευματοφόρο αγωγό και το ομογενές μαγνητικό πεδίο μπορεί να είναι μηδέν στο σημείο:

α. Α. **β.** Β. **γ.** Γ. **δ.** Δ.

24. Στο ακόλουθο σχήμα απεικονίζονται κατόψεις τεσσάρων τετραγωνικών διατάξεων σε καθεμία από τις οποίες τέσσερις κατακόρυφοι ευθύγραμμοι αγωγοί μεγάλου μήκους διαρρέονται από ρεύματα ίδιας έντασης I.



Το μέτρο της συνισταμένης έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν οι τέσσερις ρευματοφόροι αγωγοί είναι μέγιστο στο κέντρο Κ του τετραγώνου της διάταξης που απεικονίζεται στην κάτοψη:

α. (i). **β.** (ii). **γ.** (iii). **δ.** (iv).

Μαγνητικό πεδίο κυκλικού ρευματοφόρου αγωγού

25. Με βάση τον νόμο Biot-Savart, όλα τα στοιχειώδη τμήματα ενός κυκλικού ρευματοφόρου αγωγού δημιουργούν στο κέντρο του αγωγού:

α. Στοιχειώδεις ομόρροπες εντάσεις μαγνητικού πεδίου οι οποίες είναι κάθετες στο επίπεδο του αγωγού.

β. Στοιχειώδεις εντάσεις μαγνητικού πεδίου οι οποίες αλληλοαναιρούνται μεταξύ τους, με αποτέλεσμα η συνολική ένταση στο κέντρο του αγωγού να είναι μηδενική.

γ. Στοιχειώδεις εντάσεις μαγνητικού πεδίου οι οποίες είναι ομοεπίπεδες με τον κυκλικό αγωγό και έχουν ακτινική συμμετρία.

δ. Στοιχειώδεις ομόρροπες εντάσεις μαγνητικού πεδίου που, εάν αθροιστούν, μας δίνουν μια ολική ένταση στο ίδιο επίπεδο με τον αγωγό.

26. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο κυκλικού τμήματος ρευματοφόρου αγωγού μήκους s είναι:

α. Ανάλογη του μήκους s.

β. Αντιστρόφως ανάλογη του μήκους s.

γ. Ανεξάρτητη του μήκους s.

δ. Ανάλογη του τετραγώνου του μήκους s.

27. Οι δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται γύρω από κυκλικό ρευματοφόρο αγωγό είναι:

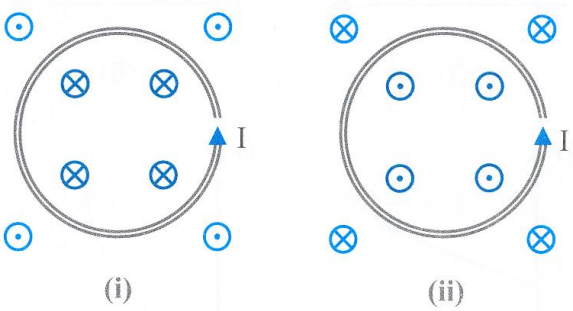
α. Ευθείες παράλληλες στο επίπεδο του κυκλικού αγωγού.

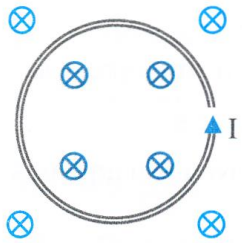
β. Ευθείες κάθετες στο επίπεδο του κυκλικού αγωγού.

γ. Ομόκεντροι κύκλοι των οποίων το κέντρο ταυτίζεται με το κέντρο του αγωγού.

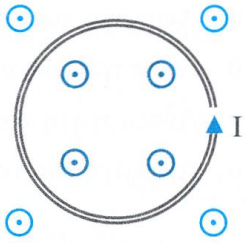
δ. Κοντά στον αγωγό, κύκλοι από τα κέντρα των οποίων διέρχεται ο αγωγός και το επίπεδό τους είναι κάθετο στο επίπεδο του αγωγού.

28. Κατακόρυφος κυκλικός αγωγός διαρρέεται από ρεύμα έντασης I με φορά αντίθετη από τη φορά περιστροφής των δεικτών του ρολογιού. Το σχήμα που απεικονίζει ορθά το μαγνητικό πεδίο που έχει δημιουργηθεί γύρω από τον αγωγό είναι το:





(iii)



(iv)

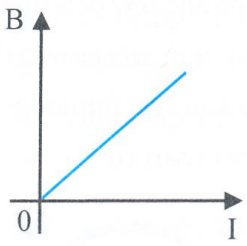
α. (i). **β.** (ii). **γ.** (iii). **δ.** (iv).

29. Στο κέντρο κυκλικού ρευματοφόρου αγωγού η ένταση του μαγνητικού πεδίου είναι $\vec{B}_1$. Εάν αντιστρέψουμε τη φορά του ρεύματος στον αγωγό, η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο ίδιο σημείο γίνεται:

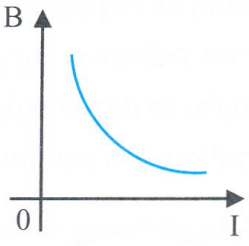
α. $\vec{B}_2 = \vec{B}_1$. **β.** $\vec{B}_2 = -\vec{B}_1$.

γ. $\vec{B}_2 = -2\vec{B}_1$. **δ.** $\vec{B}_2 = 2\vec{B}_1$.

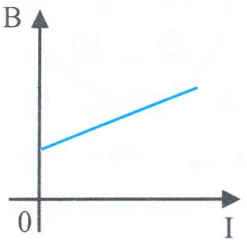
30. Το διάγραμμα που απεικονίζει ορθά το μέτρο Β της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο κυκλικού αγωγού σε συνάρτηση με την ένταση I του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό είναι το:



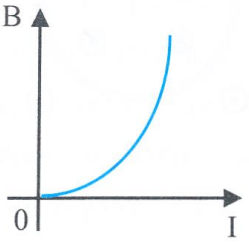
(i)



(ii)



(iii)



(iv)

α. (i). **β.** (ii). **γ.** (iii). **δ.** (iv).

31. Εάν διπλασιάσουμε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει έναν κυκλικό αγωγό, το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του αγωγού:

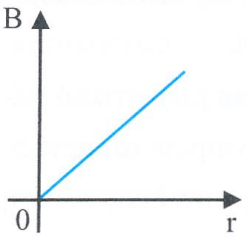
α. Δεν μεταβάλλεται.

β. Υποδιπλασιάζεται.

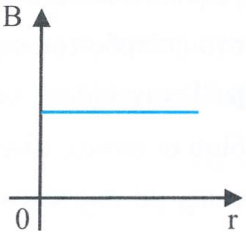
γ. Διπλασιάζεται.

δ. Τετραπλασιάζεται.

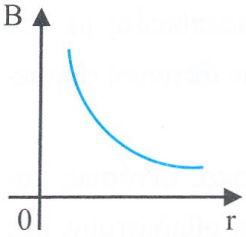
32. Το διάγραμμα που απεικονίζει ορθά το μέτρο Β της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο κυκλικού αγωγού σε συνάρτηση με την ακτίνα r του αγωγού είναι το:



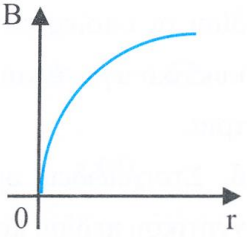
(i)



(ii)



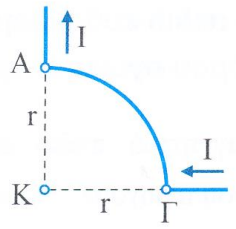
(iii)



(iv)

α. (i). **β.** (ii). **γ.** (iii). **δ.** (iv).

33. Το αγώγιμο τεταρτοκύκλιο ΑΓ που απεικονίζεται στο επόμενο σχήμα έχει ακτίνα r και διαρρέεται από ρεύμα έντασης I.



Εάν μ_o είναι η μαγνητική διαπερατότητα του κενού, το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο σημείο Κ είναι:

α. $B=\frac{\mu_o}{4\pi}\frac{\pi I}{r}$. **β.** $B=\frac{\mu_o}{4\pi}\frac{\pi I}{4r}$.

γ. $B=\frac{\mu_o}{4\pi}\frac{\pi I}{2r}$. **δ.** $B=\frac{\mu_o}{4\pi}\frac{2\pi I}{r}$.

34. Ν όμοιοι ομοεπίπεδοι και ομόκεντροι κυκλικοί αγωγοί διαρρέονται από ομόρροπα ρεύματα ίδιας έντασης Ι. Εάν η ακτίνα των αγωγών είναι r και μ_o η μαγνητική διαπερατότητα του κενού, το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο των αγωγών δίνεται από τη σχέση:

α. $B=\frac{\mu_o}{4\pi}\frac{2\pi I}{r}N$. **β.** $B=\frac{\mu_o}{4\pi}\frac{2\pi I}{Nr}$.

γ. $B=\frac{\mu_o}{4\pi}\frac{\pi I}{Nr}$. **δ.** $B=\frac{\mu_o}{4\pi}\frac{\pi I}{r}N$.

35. Τα άκρα κυκλικού αγωγού ωμικής αντίστασης R συνδέονται με ιδανική πηγή. Αποτέλεσμα αυτού είναι η δημιουργία μαγνητικού πεδίου στον χώρο γύρω από τον αγωγό. Εάν σε σειρά με τον κυκλικό αγωγό συνδέσουμε αντιστάτη ωμικής αντίστασης R, το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του κυκλικού αγωγού:

α. Δεν θα μεταβληθεί.
β. Θα διπλασιαστεί.
γ. Θα υποδιπλασιαστεί.
δ. Θα υποτετραπλασιαστεί.

36. Κάμπτουμε κατάλληλα ευθύγραμμο σύρμα προκειμένου να κατασκευάσουμε κυκλικό αγωγό. Στη συνέχεια, τροφοδοτούμε τον κυκλικό αγωγό με ηλεκτρικό ρεύμα. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ο ρευματοφόρος κυκλικός αγωγός στο κέντρο του είναι:

α. Ανάλογο του μήκους του σύρματος.
β. Αντιστρόφως ανάλογο του μήκους του σύρματος.
γ. Ανεξάρτητο του μήκους του σύρματος.

37. Δύο ομοεπίπεδοι κυκλικοί αγωγοί (1) και (2) έχουν κοινό κέντρο και ακτίνες r και 0,5r αντίστοιχα. Οι αγωγοί (1) και (2) διαρρέονται από ρεύματα έντασης I_1 και I_2 αντίστοιχα. Εάν η συνισταμένη ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν οι δύο κυκλικοί ρευματοφόροι αγωγοί στο κοινό κέντρο τους ισούται με μηδέν, ισχύει η σχέση:

α. $\frac{I_1}{I_2}=\frac{1}{4}$. **β.** $\frac{I_1}{I_2}=\frac{1}{2}$.

γ. $\frac{I_1}{I_2}=1$. **δ.** $\frac{I_1}{I_2}=2$.

Β. Θέματα του τύπου Σωστό/Λάθος

*Να χαρακτηρίσετε κάθε πρόταση από τα θέματα **38 - 42** με το γράμμα **Σ**, εάν είναι σωστή, ή με το γράμμα **Λ**, εάν είναι λανθασμένη.*

Νόμος των Biot και Savart

38. Σε σημείο Α μαγνητικού πεδίου γύρω από ρευματοφόρο αγωγό πεπερασμένου μήκους:

α. Το διάνυσμα της έντασης του μαγνητικού πεδίου έχει μέτρο ανάλογο της απόστασης του σημείου από κάθε στοιχειώδες τμήμα του αγωγού.

β. Το διάνυσμα της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί κάθε στοιχειώδες τμήμα του αγωγού είναι κάθετο στο επίπεδο που ορίζουν ο αγωγός και το σημείο.

γ. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί στοιχειώδες τμήμα του αγωγού είναι ίσο με το αντίστοιχο μέτρο σε κάθε σημείο το οποίο απέχει από το τμήμα όσο απέχει το σημείο Α από το τμήμα αυτό.

δ. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου είναι ανάλογο της έντασης του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό.

ε. Όλα τα στοιχειώδη τμήματα του αγωγού δημιουργούν μαγνητικό πεδίο ίδιας έντασης.

Μαγνητικό πεδίο ευθύγραμμου ρευματοφόρου αγωγού

39. Στο μαγνητικό πεδίο ευθύγραμμου ρευματοφόρου αγωγού:

α. Οι μαγνητικές γραμμές είναι ευθείες παράλληλες στον αγωγό.

β. Το διάνυσμα της έντασης του μαγνητικού πεδίου έχει το ίδιο μέτρο σε όλα τα σημεία της ίδιας μαγνητικής γραμμής.

γ. Οι μαγνητικές γραμμές είναι ισόπυκνες γύρω από τον αγωγό.

δ. Η φορά των δυναμικών γραμμών αντιστρέφεται, αν αντιστραφεί η φορά του ρεύματος στον αγωγό.

ε. Οι μαγνητικές γραμμές βρίσκονται σε επίπεδα κάθετα στον αγωγό.

40. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται γύρω από κατακόρυφο ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό ορισμένης αντίστασης και μεγάλου μήκους:

α. Είναι ανάλογο της έντασης του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό.

β. Είναι αντιστρόφως ανάλογο της απόστασης από τον αγωγό.

γ. Εξαρτάται από το υλικό που είναι κατασκευασμένος ο αγωγός.

δ. Εξαρτάται από το εμβαδόν διατομής του αγωγού.

Μαγνητικό πεδίο κυκλικού ρευματοφόρου αγωγού

41. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται στο κέντρο κυκλικού ρευματοφόρου αγωγού:

α. Έχει διεύθυνση κάθετη στο επίπεδο του κυκλικού αγωγού και φορά που προσδιορίζεται με τον κανόνα του δεξιού χεριού.

β. Έχει μέτρο το οποίο είναι ανεξάρτητο της διαμέτρου του κυκλικού αγωγού.

γ. Είναι ίση με την ένταση του μαγνητικού πεδίου σε κάθε σημείο που βρίσκεται στο εσωτερικό του κυκλικού αγωγού.

δ. Αντιστρέφεται, εάν αντιστραφεί η φορά του ρεύματος στον αγωγό.

42. Γύρω από κυκλικό ρευματοφόρο αγωγό, ο οποίος αποτελείται από Ν σπείρες, δημιουργείται μαγνητικό πεδίο.

α. Το πεδίο είναι ανομοιογενές.

β. Οι δυναμικές γραμμές του πεδίου διασχίζουν κάθετα το επίπεδο του αγωγού.

γ. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του αγωγού είναι αντιστρόφως ανάλογο του πλήθους Ν των σπειρών.

δ. Το πεδίο ομοιάζει με το πεδίο ενός μαγνητικού δίπολου.

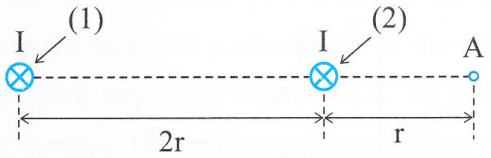
ε. Η κεντρική δυναμική γραμμή του πεδίου συμπίπτει με τον άξονα του κυκλικού αγωγού.

Γ. Θέματα πολλαπλής επιλογής με αιτιολόγηση

*Σε καθένα από τα θέματα **43 - 66** να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.*

Μαγνητικό πεδίο ευθύγραμμου ρευματοφόρου αγωγού

43. Δύο κατακόρυφοι ευθύγραμμοι αγωγοί (1) και (2) απείρου μήκους διαρρέονται από ομόρροπα ρεύματα ίσης έντασης I, όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα.



Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί κάθε αγωγός ξεχωριστά σε απόσταση r από αυτόν είναι B_0. Το μέτρο της συνισταμένης έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν οι δύο ρευματοφόροι αγωγοί στο σημείο Α είναι:

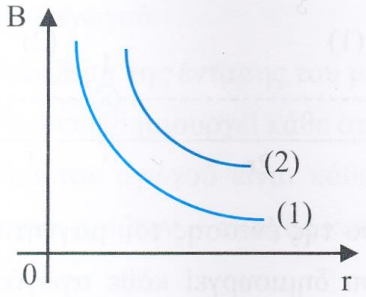
α. $\frac{4B_0}{3}$. **β.** $\frac{2B_0}{3}$. **γ.** $4B_0$.

44. Δύο παράλληλοι, ευθύγραμμοι ρευματοφόροι αγωγοί μεγάλου μήκους βρίσκονται σε απόσταση d μεταξύ τους και διαρρέονται από αντίρροπα ρεύματα ίδιας έντασης I. Εάν μ_0 είναι η μαγνητική διαπερατότητα του κενού, το μέτρο της συνισταμένης έντασης του μαγνητικού πεδίου που

δημιουργούν οι δύο ρευματοφόροι αγωγοί στο μέσον Μ της μεταξύ τους απόστασης είναι:

α. $B = 0$. **β.** $B = \frac{\mu_o}{4\pi}\frac{4I}{d}$. **γ.** $B = \frac{\mu_o}{4\pi}\frac{8I}{d}$.

45. Δύο ευθύγραμμοι αγωγοί (1) και (2) διαρρέονται από ρεύματα έντασης I_1 και I_2 αντίστοιχα. Το μέτρο Β της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί γύρω του κάθε αγωγός ξεχωριστά σε συνάρτηση με την απόσταση r από αυτόν απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα.



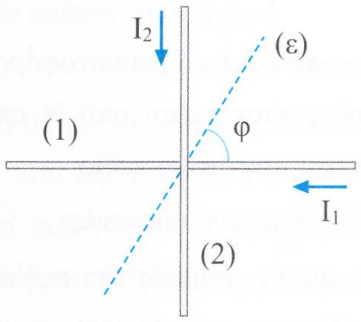
Για τις εντάσεις των ρευμάτων που διαρρέουν τους δύο αγωγούς ισχύει:

α. $I_1 > I_2$. **β.** $I_1 = I_2$. **γ.** $I_1 < I_2$.

46. Δύο παράλληλοι, ευθύγραμμοι ρευματοφόροι αγωγοί (1) και (2) απείρου μήκους βρίσκονται σε απόσταση d μεταξύ τους και διαρρέονται από ομόρροπα ρεύματα έντασης I_1 και I_2 αντίστοιχα, με $I_2 = 3I_1$. Σημείο Λ ανήκει σε ευθεία κάθετη στους δύο αγωγούς. Εάν η συνισταμένη ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν οι δύο ρευματοφόροι αγωγοί στο σημείο Λ ισούται με μηδέν, τότε η απόσταση d_1 του σημείου Λ από τον αγωγό (1) είναι:

α. $d_1 = \frac{3d}{4}$. **β.** $d_1 = \frac{d}{4}$. **γ.** $d_1 = \frac{d}{3}$.

47. Δύο οριζόντιοι ευθύγραμμοι αγωγοί (1) και (2) μεγάλου μήκους διαρρέονται από ρεύματα έντασης I_1 και I_2 αντίστοιχα. Οι δύο αγωγοί είναι ηλεκτρικά μονωμένοι και τοποθετημένοι κάθετα μεταξύ τους. Ο γεωμετρικός τόπος των σημείων όπου η ολική ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν οι δύο ρευματοφόροι αγωγοί είναι μηδενική είναι μία ευθεία (ε) η οποία σχηματίζει γωνία $\varphi = 60^o$ με τον αγωγό (1), όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα.



Ο λόγος των εντάσεων των ρευμάτων που διαρρέουν τους αγωγούς (1) και (2) είναι:

α. $\frac{I_1}{I_2} = \frac{\sqrt{3}}{3}$. **β.** $\frac{I_1}{I_2} = \sqrt{3}$.

γ. $\frac{I_1}{I_2} = 2\sqrt{3}$.

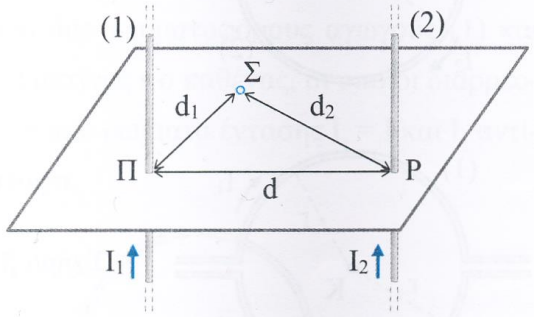
48. Δύο παράλληλοι, ευθύγραμμοι ρευματοφόροι αγωγοί (1) και (2) μεγάλου μήκους βρίσκονται σε απόσταση d μεταξύ τους και

διαρρέονται από ρεύματα έντασης I_1 και I_2 αντίστοιχα, με $I_2 = 4I_1$. Σε ευθεία η οποία διέρχεται από τους δύο αγωγούς και είναι κάθετη σε αυτούς, η συνισταμένη ένταση του μαγνητικού πεδίου ισούται με μηδέν σε σημείο Κ, εάν τα ρεύματα που διαρρέουν τους αγωγούς είναι ομόρροπα, και σε σημείο Λ, εάν τα ρεύματα που διαρρέουν τους αγωγούς είναι αντίρροπα. Ισχύει η σχέση:

α. $(K\Lambda) = \frac{8d}{15}$. **β.** $(K\Lambda) = \frac{2d}{15}$.

γ. $(K\Lambda) = \frac{6d}{15}$.

49. Δύο κατακόρυφοι ευθύγραμμοι αγωγοί (1) και (2) μεγάλου μήκους βρίσκονται σε απόσταση d μεταξύ τους και διαρρέονται από ρεύματα έντασης $I_1 = I$ και $I_2 = 3I$ αντίστοιχα. Σημείο Σ βρίσκεται σε απόσταση $d_1 = 0,5d$ και $d_2 = 0,5\sqrt{3}\,d$ από τους αγωγούς (1) και (2) αντίστοιχα, όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα.



Εάν μ_o είναι η μαγνητική διαπερατότητα του κενού, στο σημείο Σ το μέτρο της συνισταμένης έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν οι δύο ρευματοφόροι αγωγοί είναι:

α. $B = \frac{\mu_o}{4\pi}\frac{2I}{d}$. **β.** $B = \frac{\mu_o}{4\pi}\frac{4I}{d}$.

γ. $B = \frac{\mu_o}{4\pi}\frac{8I}{d}$.

50. Καλώδιο πολύ μεγάλου μήκους έχει τη διεύθυνση του άξονα x΄Ox. Το καλώδιο αποτελείται από 25 λεπτούς, ευθύγραμμους, ηλεκτρικά μονωμένους αγωγούς. Κάθε αγωγός διαρρέεται από ρεύμα έντασης Ι. Οι δεκατέσσερις (14) αγωγοί διαρρέονται από ρεύματα τα οποία κατευθύνονται προς τη θετική φορά του άξονα x΄Ox, ενώ οι υπόλοιποι έντεκα (11) διαρρέονται από ρεύματα τα οποία κατευθύνονται προς την αρνητική φορά του άξονα x΄Ox. Το μέτρο της έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί το καλώδιο σε απόσταση r από αυτό είναι:

α. $B = 25\frac{\mu_o}{4\pi}\frac{2I}{r}$. **β.** $B = 3\frac{\mu_o}{4\pi}\frac{2I}{r}$.

γ. $B = 14\frac{\mu_o}{4\pi}\frac{2I}{r}$.

Μαγνητικό πεδίο κυκλικού ρευματοφόρου αγωγού

51. Δύο ομόκεντροι και ομοεπίπεδοι κυκλικοί αγωγοί (1) και (2) με ακτίνες $r_1 = r$ και $r_2 = 2r$ διαρρέονται από ρεύματα έντασης I_1 και I_2 αντίστοιχα. Το μέτρο της συνισταμένης έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν οι δύο αγωγοί στο κοινό κέντρο τους Κ ισούται με μηδέν. Εάν η

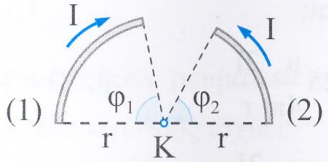
φορά του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό (1) αντιστραφεί, το μέτρο της συνισταμένης έντασης του μαγνητικού πεδίου των δύο ρευματοφόρων αγωγών στο κοινό κέντρο τους Κ θα είναι:

α. $B=\frac{\mu_o}{4\pi}\frac{\pi I_1}{2r}$. **β.** $B=\frac{\mu_o}{4\pi}\frac{2\pi I_1}{r}$.

γ. $B=\frac{\mu_o}{4\pi}\frac{4\pi I_1}{r}$.

Δίνεται η μαγνητική διαπερατότητα του κενού μ_o.

52. Δύο ομοεπίπεδοι ρευματοφόροι αγωγοί (1), (2) διαρρέονται από ρεύμα έντασης Ι, έχουν σχήμα τόξου κύκλου, ακτίνας r ο καθένας, και σε αυτούς βαίνουν επίκεντρες γωνίες φ_1 και $\varphi_2 < \varphi_1$ αντίστοιχα, όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα.

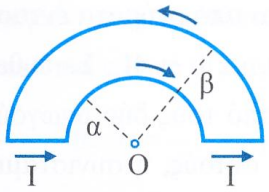


Η συνολική ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν τα δύο τόξα κύκλου στο κοινό κέντρο Κ των αγωγών έχει μέτρο:

α. $B=\frac{\mu_o}{4\pi}\frac{I}{r}(\varphi_1+\varphi_2)$. **β.** $B=\frac{\mu_o}{4\pi}\frac{I}{r}(\varphi_1-\varphi_2)$.

γ. $B=\frac{\mu_o}{2\pi}\frac{I}{r}(\varphi_1-\varphi_2)$.

53. Η διάταξη του ακόλουθου σχήματος αποτελείται από δύο αγώγιμα ημικύκλια με ακτίνες α = r και β = 2r και διαρρέεται από ρεύμα έντασης Ι.

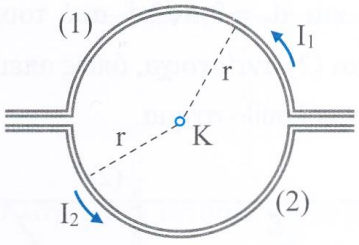


Αν μ_o είναι η μαγνητική διαπερατότητα του κενού, το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί η ρευματοφόρος διάταξη στο σημείο Ο είναι:

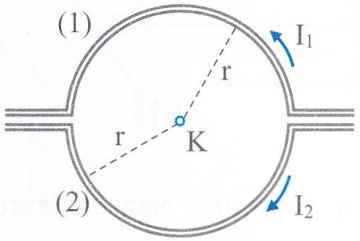
α. $B=\frac{\mu_o}{4\pi}\frac{\pi I}{2r}$. **β.** $B=\frac{\mu_o}{4\pi}\frac{2\pi I}{r}$.

γ. $B=\frac{\mu_o}{4\pi}\frac{3\pi I}{2r}$.

54. Η διάταξη του ακόλουθου σχήματος αποτελείται από δύο μεταλλικά ημικύκλια (1) και (2) ακτίνας r το καθένα, τα οποία διαρρέονται από ρεύματα έντασης I_1 και I_2 αντίστοιχα.



Σχήμα **α**



Σχήμα **β**

Όταν τα ρεύματα που διαρρέουν τα ημικύκλια έχουν τη φορά που φαίνεται στο σχήμα **α**, το μέτρο της συνισταμένης έντασης

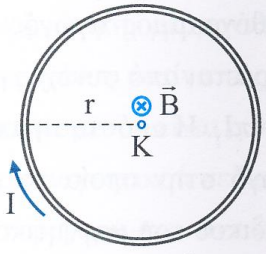
του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν τα δύο ρευματοφόρα ημικύκλια στο κέντρο Κ της διάταξης είναι $B_K = \frac{\mu_o}{4\pi}(3\pi I_1/r)$. Εάν αντιστραφεί η φορά του ρεύματος που διαρρέει το ημικύκλιο (2), όπως φαίνεται στο σχήμα **β**, το μέτρο της συνισταμένης έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν τα δύο ρευματοφόρα ημικύκλια στο κέντρο Κ της διάταξης θα γίνει:

α. $B'_K = \frac{\mu_o}{4\pi}\frac{2\pi I_1}{r}$. **β.** $B'_K = \frac{\mu_o}{4\pi}\frac{\pi I_1}{r}$.

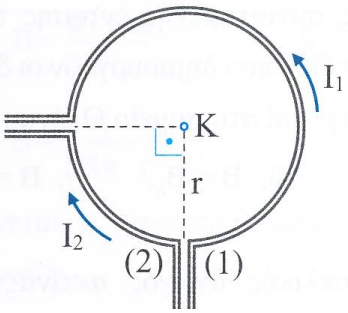
γ. $B'_K = 0$.

Δίνεται η μαγνητική διαπερατότητα του κένου μ_o.

55. Κυκλικός αγωγός ακτίνας r διαρρέεται από ρεύμα έντασης I. Το διάνυσμα της έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ο κυκλικός ρευματοφόρος αγωγός στο κέντρο του Κ απεικονίζεται στο σχήμα **α**. Η διάταξη του σχήματος **β** αποτελείται από δύο ρευματοφόρους αγωγούς (1) και (2) ακτίνας r ο καθένας, οι οποίοι διαρρέονται από ρεύματα έντασης $I_1 = I$ και I_2 αντίστοιχα.



Σχήμα **α**

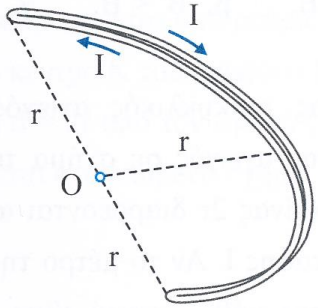


Σχήμα **β**

Η συνισταμένη ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν οι αγωγοί (1) και (2) στο κέντρο Κ της διάταξης είναι μηδενική. Εάν αντιστραφεί η φορά του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό (2), το μέτρο της συνισταμένης έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν τώρα οι αγωγοί (1) και (2) στο κέντρο Κ της διάταξης θα γίνει:

α. $B_K = \frac{3}{2}B$. **β.** $B_K = \frac{1}{3}B$. **γ.** $B_K = B$.

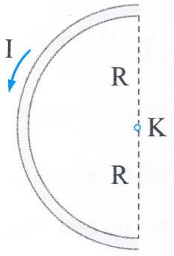
56. Στο κέντρο Ο λεπτού κυκλικού ρευματοφόρου αγωγού ακτίνας r το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου είναι B_0. Διπλώνουμε τον αγωγό σχηματίζοντας δύο όμοιους ημικυκλικούς αγωγούς ακτίνας r τα επίπεδα των οποίων ταυτίζονται, όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα.



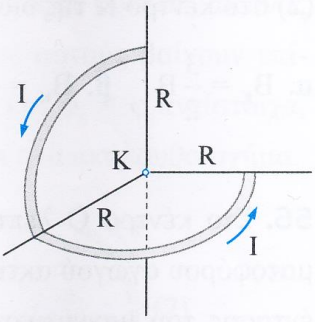
Το μέτρο της συνισταμένης έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν οι δύο ημικυκλικοί αγωγοί στο σημείο Ο είναι:

α. $B = 2B_0$. **β.** $B = B_0$. **γ.** $B = 0$.

57. Ο ημικυκλικός αγωγός ακτίνας R του ακόλουθου σχήματος **α** διαρρέεται από ρεύμα έντασης Ι. Στο κέντρο Κ του αγωγού το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου είναι Β. Κάμπτουμε τον αγωγό σχηματίζοντας δύο όμοιους αγωγούς σχήματος τεταρτοκυκλίου τα επίπεδα των οποίων είναι κάθετα μεταξύ τους, όπως απεικονίζεται στο σχήμα **β**.



Σχήμα **α**



Σχήμα **β**

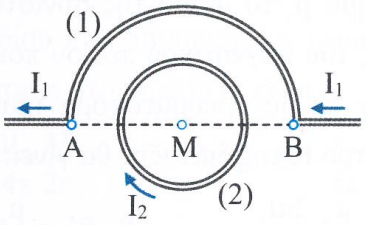
Τότε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο Κ του αγωγού γίνεται Β′. Ισχύει:

α. $B' > B$. **β.** $B' < B$. **γ.** $B' = B$.

58. Ένας ημικυκλικός αγωγός ακτίνας r και ένας αγωγός σε σχήμα τεταρτοκυκλίου ακτίνας 2r διαρρέονται από ρεύμα ίδιας έντασης Ι. Αν το μέτρο της έντασης στο κέντρο κάθε αγωγού είναι B_1 και B_2 αντίστοιχα, ισχύει:

α. $B_2 = \frac{B_1}{4}$. **β.** $B_2 = \frac{B_1}{2}$. **γ.** $B_2 = B_1$.

59. Ο ημικυκλικός αγωγός (1) του ακόλουθου σχήματος έχει μήκος L_1 και διαρρέεται από ρεύμα έντασης I_1.



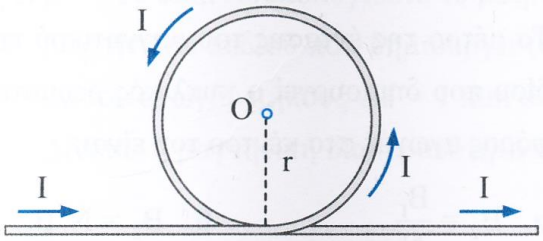
Το μέσον Μ της διαμέτρου ΑΒ του αγωγού (1) ταυτίζεται με το κέντρο κυκλικού ρευματοφόρου αγωγού (2), μήκους L_2, ο οποίος διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I_2 = I_1/8$. Οι αγωγοί (1) και (2) βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο. Εάν στο σημείο Μ η συνισταμένη ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν οι δύο ρευματοφόροι αγωγοί ισούται με μηδέν, ισχύει η σχέση:

α. $\frac{L_1}{L_2} = 8$. **β.** $\frac{L_1}{L_2} = 4$. **γ.** $\frac{L_1}{L_2} = 2$.

60. Κυκλικός αγωγός ακτίνας r διαρρέεται από συνεχές ρεύμα έντασης I_1. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ο κυκλικός αγωγός στο κέντρο του είναι Β. Ευθύγραμμος αγωγός απείρου μήκους διαρρέεται από συνεχές ρεύμα έντασης I_2, με $I_2 = \pi I_1$. Η απόσταση από τον ευθύγραμμο αγωγό στην οποία το μέτρο της έντασης του δικού του μαγνητικού πεδίου ισούται με Β είναι:

α. r. **β.** 2r. **γ.** $\frac{r}{\pi}$.

61. Συρμάτινος αγωγός κάμπτεται με τον τρόπο που απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα και τροφοδοτείται με ρεύμα έντασης I. Το κυκλικό τμήμα του αγωγού, ακτίνας r, καθώς και το ευθύγραμμο τμήμα θεωρούμε ότι βρίσκονται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο, χωρίς να έρχονται σε επαφή μεταξύ τους.



Εάν μ_o είναι η μαγνητική διαπερατότητα του κενού, το μέτρο της συνισταμένης έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν το κυκλικό και το ευθύγραμμο τμήμα του αγωγού στο κέντρο O του κυκλικού τμήματος είναι:

α. $B = 2\frac{\mu_o}{4\pi}\frac{\pi-1}{r}I$. **β.** $B = 2\frac{\mu_o}{4\pi}\frac{\pi+1}{r}I$.

γ. $B = 2\frac{\mu_o}{4\pi}\frac{\pi+1}{\pi r}I$.

62. Σημειακό αντικείμενο είναι θετικά φορτισμένο με φορτίο q και εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση με γωνιακή ταχύτητα μέτρου ω. Εάν η ακτίνα της κυκλική τροχιάς του αντικειμένου είναι r, το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου, που οφείλεται στην περιφορά του αντικειμένου, στο κέντρο K της κυκλικής τροχιάς του είναι:

α. $B = \frac{\mu_o}{4\pi}\frac{\omega q}{r}$. **β.** $B = \frac{\mu_o}{4\pi}\frac{\omega q}{2r}$.

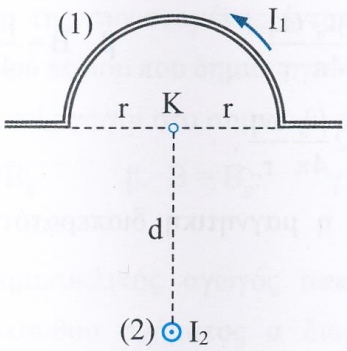
γ. $B = 2\frac{\mu_o}{4\pi}\frac{\omega q}{r}$.

Δίνεται η μαγνητική διαπερατότητα του κενού μ_o.

63. Κυκλικός μεταλλικός αγωγός ακτίνας r διαρρέεται από ρεύμα έντασης I. Στο κέντρο του αγωγού το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου είναι B_0. Διπλώνοντας τον αγωγό σχηματίζουμε δύο κυκλικούς, ομοεπίπεδους και ομόκεντρους αγωγούς ακτίνας r΄ ο καθένας. Στο κέντρο των αγωγών το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου είναι τώρα:

α. $B = 4B_0$. **β.** $B = 2B_0$. **γ.** $B = \frac{B_0}{2}$.

64. Η διάταξη του επόμενου σχήματος αποτελείται από δύο ρευματοφόρους αγωγούς (1) και (2). Ο αγωγός (1) είναι ημικυκλικός με ακτίνα r και διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I_1 = (6/\pi)I$. Ο αγωγός (2) είναι ευθύγραμμος, πολύ μεγάλου μήκους, με διεύθυνση κάθετη στο επίπεδο του αγωγού (1) και διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I_2 = 8I$. Το κέντρο K του αγωγού (1) απέχει απόσταση $d = 2r$ από τον αγωγό (2), όπως απεικονίζεται στο επόμενο σχήμα.



Το μέτρο της συνισταμένης έντασης του μαγνητικού πεδίου των δύο ρευματοφόρων αγωγών στο σημείο Κ είναι:

α. $B = 14\frac{\mu_o}{4\pi}\frac{I}{r}$. **β.** $B = 2\frac{\mu_o}{4\pi}\frac{I}{r}$.

γ. $B = 10\frac{\mu_o}{4\pi}\frac{I}{r}$.

Δίνεται η μαγνητική διαπερατότητα του κενού μ_o.

65. Από χάλκινο σύρμα που εμφανίζει αντίσταση ανά μονάδα μήκους R^* κατασκευάζουμε δύο κυκλικούς αγωγούς (1) και (2) με ακτίνες r και 2r αντίστοιχα. Συνδέουμε τα άκρα κάθε αγωγού με πηγές ίσης ηλεκτρεγερτικής δύναμης και μηδενικής εσωτερικής αντίστασης. Ο λόγος των μέτρων των εντάσεων $\vec{B}_1$ και $\vec{B}_2$ των μαγνητικών πεδίων που δημιουργούν οι αγωγοί (1) και (2) αντίστοιχα στο κέντρο τους είναι:

α. $\frac{B_1}{B_2} = 4$. **β.** $\frac{B_1}{B_2} = \frac{1}{4}$. **γ.** $\frac{B_1}{B_2} = 2$.

66. Κυκλικό συρμάτινο πλαίσιο αποτελείται από Ν σπείρες και διαρρέεται από ρεύμα έντασης Ι. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί το ρευματοφόρο πλαίσιο στο κέντρο του είναι B_1. Ξετυλίγουμε το πλαίσιο και με το σύρμα κατασκευάζουμε έναν κυκλικό αγωγό τον οποίο τροφοδοτούμε με ρεύμα έντασης Ι. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ο κυκλικός ρευματοφόρος αγωγός στο κέντρο του είναι:

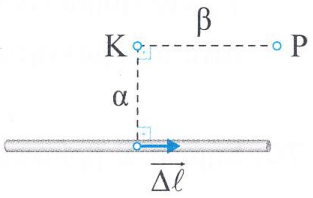
α. $B_2 = \frac{B_1}{N}$. **β.** $B_2 = N^2 B_1$.

γ. $B_2 = \frac{B_1}{N^2}$.

Ασκήσεις προς λύση

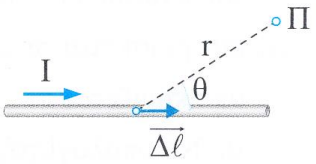
Νόμος των Biot και Savart

67. Ο ευθύγραμμος αγωγός του διπλανού σχήματος διαρρέεται από ρεύμα έντασης I = 5 A. Αν α = 3 cm και $\beta = 3\sqrt{3}$ cm, να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί (στοιχειώδες) τμήμα του αγωγού μήκους $\Delta\ell$ = 1 mm στα σημεία Κ και Ρ.



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

68. Στοιχειώδες τμήμα μήκους $\Delta\ell$ = 0,5 mm ενός ευθύγραμμου αγωγού διαρρέεται από ρεύμα έντασης I = 1 A, όπως απεικονίζεται στο διπλανό σχήμα. Η ένταση $\Delta\vec{B}_{\Pi}$ του μαγνητικού πεδίου σε σημείο Π το οποίο απέχει από το στοιχειώδες τμήμα απόσταση r = 2 cm έχει μέτρο $\Delta B_{\Pi} = 0{,}625 \cdot 10^{-7}$ T.



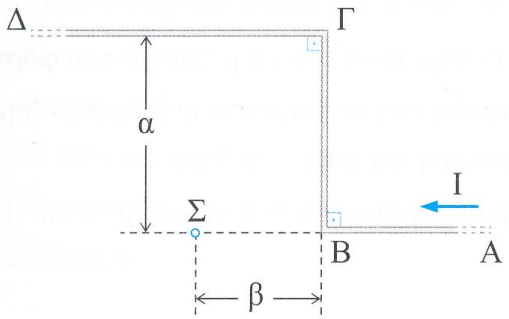
Να υπολογίσετε:

α. Τη γωνία θ.

β. Το μέτρο της μέγιστης έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί το στοιχειώδες τμήμα σε απόσταση r από αυτό.

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

69. Ο αγωγός του ακόλουθου σχήματος διαρρέεται από ρεύμα έντασης I = 1 A, όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα.



Αν α = 6 cm και β = 3 cm, να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται στο σημείο Σ από στοιχειώδες τμήμα του αγωγού μήκους $\Delta\ell$ = 0,2 mm το οποίο βρίσκεται:

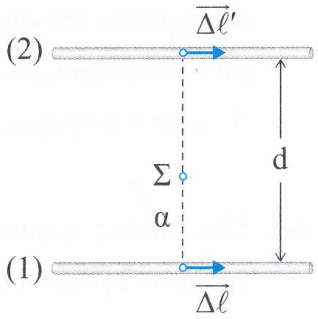
α. Στο τμήμα ΑΒ του αγωγού.

β. Στο μέσον του τμήματος ΒΓ του αγωγού.

γ. Στο τμήμα ΓΔ και σε απόσταση α από το σημείο Γ.

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

70. Σημείο Σ βρίσκεται ανάμεσα δύο παράλληλους ρευματοφόρους αγωγούς (1), (2), επάνω στο επίπεδο που αυτοί ορίζουν. Οι αγωγοί διαρρέονται από ομόρροπα ρεύματα ίδιας έντασης I = 1 A. Το πλησιέστερο τμήμα T_1 του αγωγού (1) στο σημείο Σ έχει μήκος $\Delta\ell$ = 0,4 mm και βρίσκεται σε απόσταση α = 2 cm από αυτό, όπως απεικονίζεται στο διπλανό σχήμα.



α. Να υπολογίστε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί στο σημείο Σ το τμήμα T_1.

Αντίστοιχα, το πλησιέστερο τμήμα T_2 του αγωγού (2) έχει μήκος $\Delta\ell'$ = 0,3 mm και στο σημείο Σ δημιουργεί μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $\Delta B' = \frac{4}{3}\cdot 10^{-7}$ T.

β. Να υπολογίσετε την απόσταση d των δύο αγωγών.

71. Ηλεκτρικό φορτίο q = +2 nC κινείται με σταθερή ταχύτητα μέτρου $\upsilon = 2 \cdot 10^7$ m/s επάνω σε επίπεδο xOy. Η τροχιά του φορτίου είναι παράλληλη προς τον άξονα x΄x. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ κατά την οποία το φορτίο διέρχεται από τον άξονα y΄y το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται στην αρχή O(0, 0) των αξόνων είναι ίσο με $4 \cdot 10^{-5}$ T. Να υπολογίσετε:

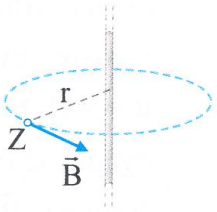
α. Την απόσταση του σημείου Ο από την τροχιά του φορτίου.

β. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται στην αρχή Ο των αξόνων τη χρονική στιγμή t_1 = 0,5 ns.

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

Μαγνητικό πεδίο ευθύγραμμου ρευματοφόρου αγωγού

72. Ευθύγραμμος κατακόρυφος αγωγός μεγάλου μήκους διαρρέεται από ρεύμα έντασης I = 1 A. Η ένταση $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου σε σημείο Z που απέχει από τον αγωγό απόσταση r έχει μέτρο $0,5 \cdot 10^{-5}$ T και κατεύθυνση που απεικονίζεται στο διπλανό σχήμα.

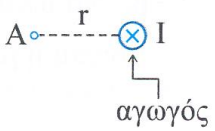


α. Να σχεδιάσετε τη φορά του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό.

β. Να υπολογίσετε την απόσταση r.

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

73. Στο διπλανό σχήμα απεικονίζεται η οριζόντια τομή ευθύγραμμου κατακόρυφου αγωγού μεγάλου μήκους ο οποίος διαρρέεται από ρεύμα έντασης I με φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα. Το μέτρο της έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου σε σημείο Α το οποίο απέχει από τον αγωγό απόσταση r = 10 cm είναι $1 \cdot 10^{-6}$ T.



α. Να σχεδιάσετε στο σχήμα που σας δόθηκε τις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί γύρω του ο ρευματοφόρος αγωγός καθώς και το διάνυσμα της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο σημείο Α.

β. Να υπολογίσετε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό.

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

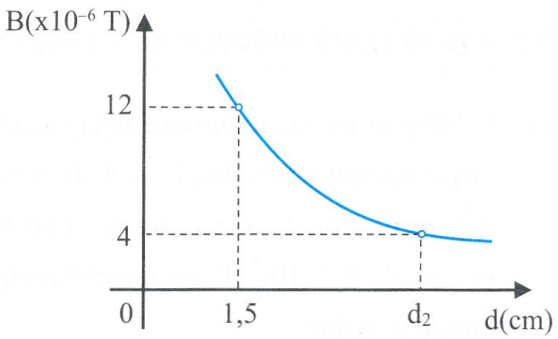
74. Ευθύγραμμος αγωγός μεγάλου μήκους αποτελείται από δέσμη 6 ευθύγραμμων συρμάτων το καθένα εκ των οποίων διαρρέεται από ρεύμα έντασης I = 3 A.

α. Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ο ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός σε σημείο Z, το οποίο απέχει απόσταση $r_1 = 3$ cm από αυτόν.

β. Εάν το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου του αγωγού σε σημείο Η είναι μικρότερο κατά 75% από το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου του αγωγού στο σημείο Z, να υπολογίσετε την απόσταση r_2 του σημείου Η από τον αγωγό.

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

75. Τα άκρα ευθύγραμμου αγωγού μεγάλου μήκους συνδέονται με ηλεκτρική πηγή εσωτερικής αντίστασης r = 1 Ω. Η ωμική αντίσταση του αγωγού είναι R = 9 Ω. Στο διάγραμμα του διπλανού σχήματος απεικονίζεται το μέτρο της έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ο ευθύγραμμος αγωγός γύρω του σε συνάρτηση με την απόσταση d από αυτόν.

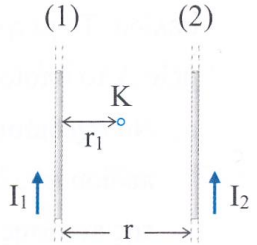


α. Να υπολογίσετε την απόσταση d_2 που απέχει από τον αγωγό ένα σημείο Α στο οποίο το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου είναι $B_2 = 4 \cdot 10^{-6}$ T.

β. Να υπολογίσετε την ηλεκτρεγερτική δύναμη Ε της πηγής.

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

76. Οι ευθύγραμμοι παράλληλοι αγωγοί (1) και (2) που απεικονίζονται στο διπλανό σχήμα έχουν μεγάλο μήκος, απέχουν μεταξύ τους απόσταση r = 10 cm και διαρρέονται από ομόρροπα ρεύματα έντασης $I_1 = 4$ A και $I_2 = 6$ A αντίστοιχα. Σημείο Κ ανήκει στο επίπεδο των δύο αγωγών, βρίσκεται μεταξύ αυτών και απέχει από τον αγωγό (1) απόσταση $r_1 = 4$ cm.

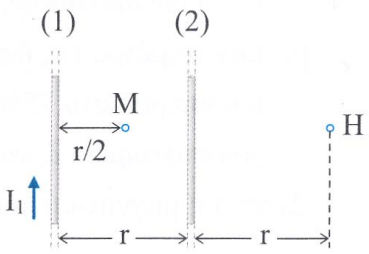


α. Να υπολογίσετε το μέτρο της ολικής έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν οι δύο ρευματοφόροι αγωγοί στο σημείο Κ.

β. Εάν αντιστραφεί η φορά του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό (1), να σχεδιάσετε το διάνυσμα της ολικής έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν οι δύο ρευματοφόροι αγωγοί στο σημείο Κ και να υπολογίσετε το μέτρο του.

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

77. Δύο παράλληλοι ευθύγραμμοι αγωγοί (1) και (2) μεγάλου μήκους απέχουν μεταξύ τους απόσταση r = 10 cm και διαρρέονται από ρεύματα έντασης $I_1 = 7$ A και I_2 αντίστοιχα. Σημείο Η βρίσκεται επί του επιπέδου που ορίζουν οι δύο αγωγοί, δεξιά του αγωγού (2) και απέχει από τον τελευταίο απόσταση r, όπως απεικονίζεται στο διπλανό σχήμα.



Το διάνυσμα της συνισταμένης έντασης $\vec{B}_H$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν οι δύο αγωγοί στο σημείο Η έχει μέτρο $11 \cdot 10^{-6}$ Τ, διεύθυνση κάθετη στο επίπεδο που ορίζουν οι δύο αγωγοί και κατεύθυνση από τη σελίδα προς τον αναγνώστη.

α. Να προσδιορίσετε τη φορά του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό (2) και στη συνέχεια να υπολογίσετε την έντασή του I_2.

β. Να υπολογίσετε το μέτρο της συνισταμένης έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν οι δύο αγωγοί στο μέσον Μ της μεταξύ τους απόστασης.

Δίνεται η μαγνητική διαπερατότητα του κενού: $\mu_o = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Τ · m/A.

78. Λεπτή δέσμη πρωτονίων κινείται ευθύγραμμα με ταχύτητα σταθερού μέτρου $\upsilon = 2 \cdot 10^6$ m/s. Η δέσμη αποτελείται από $5 \cdot 10^9$ πρωτόνια ανά χιλιοστόμετρο μήκους της.

α. Να υπολογίσετε την ένταση του ρεύματος που αντιστοιχεί στην κίνηση των πρωτονίων της δέσμης.

β. Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που οφείλεται στην κίνηση των πρωτονίων της δέσμης σε απόσταση r = 1,6 cm από τη δέσμη.

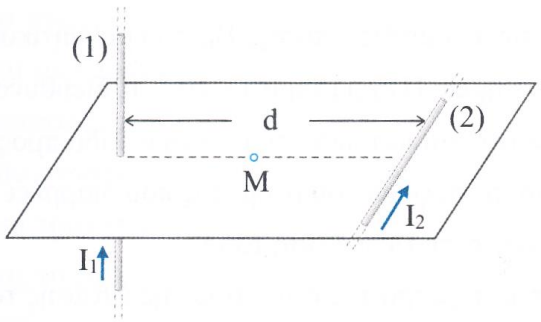
Δίνονται: Το στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C και η μαγνητική διαπερατότητα του κενού: $\mu_o = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Τ · m/A.

79. Δύο ευθύγραμμοι και παράλληλοι αγωγοί (1) και (2) μεγάλου μήκους απέχουν μεταξύ τους απόσταση d = 15 cm. Ο αγωγός (1) διαρρέεται από ρεύμα έντασης I_1, ενώ ο αγωγός (2) διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I_2 = I_1/4$. Να προσδιορίσετε τη θέση του σημείου του επιπέδου των δύο αγωγών στο οποίο η συνισταμένη ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν οι δύο αγωγοί ισούται με μηδέν στις ακόλουθες δύο περιπτώσεις:

α. Εάν τα ρεύματα είναι ομόρροπα.

β. Εάν τα ρεύματα είναι αντίρροπα.

80. Δύο ευθύγραμμοι ασυμβάτως κάθετοι μεταξύ τους αγωγοί (1) και (2) μεγάλου μήκους διαρρέονται από ρεύματα έντασης $I_1 = 3$ A και I_2 αντίστοιχα, όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα.



Η απόσταση μεταξύ των δύο αγωγών είναι d = 20 cm. Η συνισταμένη ένταση $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν οι δύο ρευματοφόροι αγωγοί στο μέσον Μ της μεταξύ τους απόστασης έχει μέτρο $10 \cdot 10^{-6}$ T.

α. Να υπολογίσετε την ένταση I_2 του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό (2).

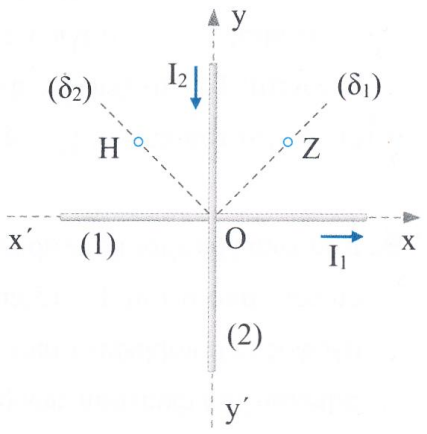
β. Να προσδιορίσετε τη διεύθυνση της συνισταμένης έντασης $\vec{B}$.

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

Για τις πράξεις θεωρήστε: $\varepsilon\varphi 53^o = 4/3$.

24

81. Δύο ευθύγραμμοι αγωγοί (1) και (2) έχουν μεγάλο μήκος και ορίζουν το ορθογώνιο σύστημα αξόνων xOy. Ο αγωγός (1) έχει τη διεύθυνση του άξονα x΄Ox και διαρρέεται προς τη θετική φορά του άξονα από ρεύμα έντασης $I_1 = 4$ A. Ο αγωγός (2) έχει τη διεύθυνση του άξονα y΄Oy και διαρρέεται προς την αρνητική φορά του άξονα από ρεύμα έντασης $I_2 = I_1$. Δύο σημεία Z και H βρίσκονται επί των διχοτόμων (δ_1) και (δ_2) των γωνιών $x\hat{O}y$ και $x'\hat{O}y$ αντίστοιχα,



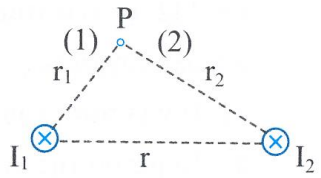
όπως απεικονίζεται στο διπλανό σχήμα. Εάν είναι (OZ) = (OH) = d = $4\sqrt{2}$ cm, να υπολογίσετε το μέτρο της ολικής έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν οι δύο ρευματοφόροι αγωγοί:

α. Στο σημείο Z.

β. Στο σημείο Η.

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

82. Στο διπλανό σχήμα απεικονίζεται η οριζόντια τομή δύο κατακόρυφων ευθύγραμμων αγωγών (1) και (2) μεγάλου μήκους, οι οποίοι διαρρέονται από ομόρροπα ρεύματα με αντίστοιχες εντάσεις $I_1 = 9$ A και $I_2 = 16$ A.



Οι δύο αγωγοί απέχουν μεταξύ τους απόσταση r = 10 cm. Σημείο P απέχει από τον αγωγό (1) απόσταση $r_1 = 6$ cm και από τον αγωγό (2) απόσταση $r_2 = 8$ cm.

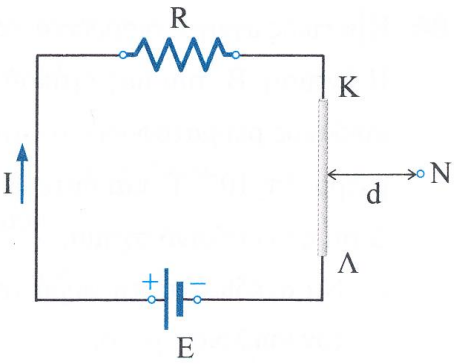
α. Να σχεδιάσετε το διάνυσμα της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ο κάθε ευθύγραμμος αγωγός χωριστά στο σημείο P. Στη συνέχεια, να υπολογίσετε το μέτρο των διανυσμάτων αυτών.

β. Να υπολογίσετε το μέτρο της συνισταμένης έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν οι δύο ρευματοφόροι αγωγοί στο σημείο P. Έπειτα, να προσδιορίσετε τη διεύθυνση του διανύσματος $\vec{B}$.

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

Για τις πράξεις θεωρήστε: $\varepsilon\varphi 53^o = 4/3$.

83. Ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ μεγάλου μήκους έχει αντίσταση $R_1 = 5\ \Omega$ και είναι συνδεδεμένος με ιδανική ηλεκτρική πηγή, όπως απεικονίζεται στο διπλανό σχήμα. Ο αντιστάτης του κυκλώματος έχει αντίσταση $R = 15\ \Omega$ και η ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ο ρευματοφόρος αγωγός σε σημείο N, το οποίο απέχει από αυτόν απόσταση d = 20 cm, έχει μέτρο $B = 5 \cdot 10^{-6}$ T. Να υπολογίσετε:



α. Την ηλεκτρεγερτική δύναμη E της πηγής.

β. Τον ρυθμό με τον οποίο εκλύεται θερμότητα στο περιβάλλον μέσω του ευθύγραμμου αγωγού ΚΛ.

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

Μαγνητικό πεδίο κυκλικού ρευματοφόρου αγωγού

84. Τα άκρα ενός ημικυκλικού αγωγού ακτίνας ρ = 5 cm συνδέονται με τους πόλους μιας ηλεκτρικής πηγής με ηλεκτρεγερτική δύναμη E = 30 V και εσωτερική αντίσταση

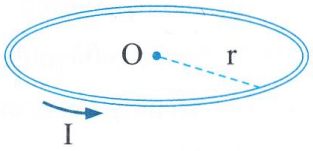
r = 2 Ω. Η αντίσταση του αγωγού ανά μονάδα μήκους είναι $R^* = (2/\pi)$ Ω/cm.
Να υπολογίσετε:

α. Την ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή.

β. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του αγωγού.

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

85. Κυκλικός αγωγός ακτίνας r = 2π cm διαρρέεται από ρεύμα έντασης I = 7 A, όπως απεικονίζεται στο διπλανό σχήμα.

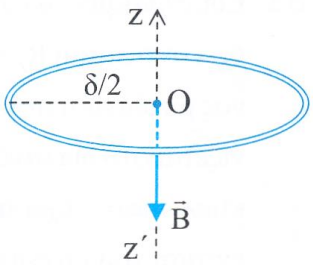


α. Να σχεδιάσετε το διάνυσμα της έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ο κυκλικός ρευματοφόρος αγωγός στο κέντρο του O.

β. Να υπολογίσετε το μέτρο του διανύσματος $\vec{B}$.

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

86. Κυκλικός αγωγός διαρρέεται από ρεύμα έντασης I = 3 A. Η ένταση $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ο κυκλικός ρευματοφόρος αγωγός στο κέντρο του O έχει μέτρο $5\pi \cdot 10^{-6}$ T και κατεύθυνση αυτήν που απεικονίζεται στο διπλανό σχήμα.



α. Να σχεδιάσετε τη φορά του ρεύματος που διαρρέει τον κυκλικό αγωγό.

β. Να υπολογίσετε τη διάμετρο δ του κυκλικού αγωγού.

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

87. Στα άκρα κυκλικού αγωγού ακτίνας r = π cm εφαρμόζουμε συνεχή τάση V = 40 V. Το μέτρο της έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ο κυκλικός ρευματοφόρος αγωγός στο κέντρο του K είναι $8 \cdot 10^{-6}$ T. Να υπολογίσετε:

α. Την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον κυκλικό αγωγό.

β. Την ωμική αντίσταση του κυκλικού αγωγού.

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

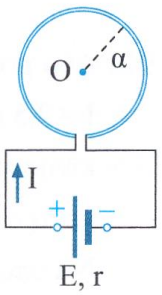
88. Άτομο υδρογόνου βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση. Η ακτίνα της κυκλικής τροχιάς του ηλεκτρονίου του ατόμου είναι $r = 0,53 \cdot 10^{-10}$ m. Εάν το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας με την οποία περιφέρεται το ηλεκτρόνιο είναι $\omega = 1,25\pi \cdot 10^{16}$ rad/s, να υπολογίσετε:

α. Την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που αντιστοιχεί στην κίνηση του ηλεκτρονίου.

β. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί η κίνηση του ηλεκτρονίου στην περιοχή του πυρήνα του ατόμου.

Δίνονται: Η μαγνητική διαπερατότητα του κενού: $\mu_o = 4\pi \cdot 10^{-7}$ T · m/A και το στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C. Για τις πράξεις θεωρήστε: $\pi = 3,14$.

89. Το κυκλικό πλαίσιο του διπλανού σχήματος αποτελείται από N = 4 σπείρες, οι οποίες έχουν την ίδια ακτίνα $\alpha = \pi$ cm.



Τα άκρα του πλαισίου συνδέονται με ηλεκτρική πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης E = 26 V και εσωτερικής αντίστασης r = 2 Ω. Το μέτρο της έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ο κυκλικός ρευματοφόρος αγωγός στο κέντρο του O είναι $4 \cdot 10^{-5}$ T.

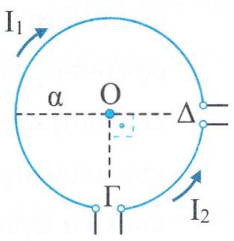
Να υπολογίσετε:

α. Την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο.

β. Την ωμική αντίσταση κάθε σπείρας του πλαισίου.

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

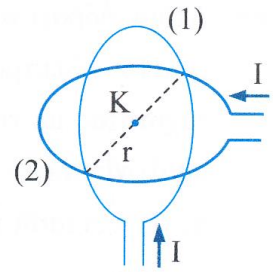
90. Κυκλικός αγωγός κέντρου O και ακτίνας α = 20 cm κόβεται σε δύο σημεία του Γ και Δ, έτσι ώστε η γωνία $\Gamma\hat{O}\Delta$ να ισούται με 90°. Εφαρμόζουμε στα άκρα κάθε τμήματος του κυκλικού αγωγού κατάλληλη διαφορά δυναμικού, τέτοια ώστε τα δύο τμήματα να διαρρέονται από ρεύματα που έχουν ένταση $I_1 = 5$ A και $I_2 = 19$ A και φορά αυτήν που απεικονίζεται στο διπλανό σχήμα.



Να υπολογίσετε το μέτρο της συνισταμένης έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου που οφείλεται στα δύο ρευματοφόρα τμήματα του κυκλικού αγωγού στο κέντρο αυτού O και να σχεδιάσετε το διάνυσμά της.

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

91. Δύο ηλεκτρικά μονωμένοι κυκλικοί αγωγοί (1) και (2) έχουν την ίδια ακτίνα r = 2π cm, κοινό κέντρο K και τοποθετούνται με τέτοιον τρόπο, ώστε τα επίπεδά τους να είναι κάθετα μεταξύ τους, όπως απεικονίζεται στο διπλανό σχήμα.



Οι δύο αγωγοί τροφοδοτούνται με ρεύματα ίδιας έντασης I = 7 A.

α. Να υπολογίσετε το μέτρο της συνισταμένης έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου που οφείλεται στους δύο κυκλικούς ρευματοφόρους αγωγούς στο κοινό τους κέντρο K.

β. Να προσδιορίσετε τη διεύθυνση της συνισταμένης έντασης $\vec{B}$.

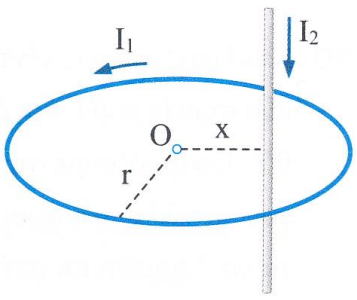
Δίνεται η μαγνητική διαπερατότητα του κενού: $\mu_o = 4\pi \cdot 10^{-7}$ T · m/A.

92. Δύο μονωμένοι κυκλικοί αγωγοί (1) και (2) διαρρέονται από ρεύματα ίσης έντασης I = 2,5 A. Η φορά του ρεύματος που διαρρέει κάθε αγωγό είναι αντίθετη από τη φορά κίνησης των δεικτών του ρολογιού. Οι δύο αγωγοί έχουν ίσες ακτίνες r = 5π cm, κοινό κέντρο K και τα επίπεδά τους σχηματίζουν γωνία θ = 60°.

Να υπολογίσετε το μέτρο της συνισταμένης έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου που οφείλεται στους δύο κυκλικούς ρευματοφόρους αγωγούς στο κοινό τους κέντρο K (δύο περιπτώσεις).

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

93. Στο διπλανό σχήμα απεικονίζονται ένας κατακόρυφος ευθύγραμμος αγωγός μεγάλου μήκους και ένας οριζόντιος κυκλικός αγωγός ακτίνας r = 4 cm.



Ο ευθύγραμμος αγωγός απέχει από το κέντρο O του κυκλικού αγωγού απόσταση x. Τροφοδοτούμε τον κυκλικό αγωγού με ρεύμα έντασης $I_1 = (2/\pi)$ A και τον ευθύγραμμο αγωγό με ρεύμα έντασης $I_2 = 2$ A.

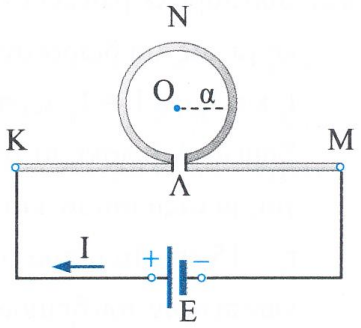
Οι φορές των ρευμάτων είναι αυτές που απεικονίζονται στο σχήμα. Το μέτρο της συνισταμένης έντασης $\vec{B}$ που δημιουργούν οι δύο ρευματοφόροι αγωγοί στο κέντρο O του κυκλικού αγωγού είναι $\sqrt{5} \cdot 10^{-5}$ T.

α. Να υπολογίσετε την απόσταση x.

β. Να προσδιορίσετε τη γωνία που σχηματίζει το διάνυσμα της συνισταμένης έντασης $\vec{B}$ με το επίπεδο του κυκλικού αγωγού.

Δίνεται η μαγνητική διαπερατότητα του κενού: $\mu_o = 4\pi \cdot 10^{-7}\ T \cdot m/A$. Για τις πράξεις θεωρήστε: $\varepsilon\varphi 27^o = 0{,}5$.

94. Λεπτό αγώγιμο σύρμα ΚΜ κάμπτεται στο σημείο Λ, ώστε να σχηματίσει κύκλο κέντρου Ο και ακτίνας $\alpha = 20$ cm, όπως δείχνει το διπλανό σχήμα.



Το ευθύγραμμο τμήμα του σύρματος βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο με το κυκλικό τμήμα και έχει μήκος τετραπλάσιο της περιμέτρου του κυκλικού τμήματος. Τα άκρα Κ και Μ του σύρματος συνδέονται, με αγωγούς αμελητέας αντίστασης, με τους πόλους ιδανικής ηλεκτρικής πηγής ηλεκτρεγερτικής δύναμης $E = 40$ V. Η συνισταμένη ένταση $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από το ευθύγραμμο και το κυκλικό τμήμα του σύρματος στο κέντρο Ο του κυκλικού τμήματος έχει μέτρο $(\pi - 1)\cdot 10^{-5}$ T. Να υπολογίσετε:

α. Την ένταση Ι του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα.

β. Την ωμική αντίσταση ανά μονάδα μήκους του σύρματος.

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

95. Τα άκρα ηλεκτρικά μονωμένου ευθύγραμμου σύρματος μήκους $L = 6\pi^2$ m συνδέονται στους πόλους ηλεκτρικής πηγής Π, η οποία έχει ηλεκτρεγερτική δύναμη $E = 30$ V και εσωτερική αντίσταση $r = 1\ \Omega$. Το μέτρο της έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από τον ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό σε απόσταση $d = 2$ cm από αυτόν είναι $0{,}5\cdot 10^{-5}$ T.

α. Να υπολογίσετε την αντίσταση R του ευθύγραμμου σύρματος.

Αποσυνδέουμε το ευθύγραμμο σύρμα από την πηγή, το καμπυλώνουμε, ώστε να σχηματίσουμε κυκλικό πλαίσιο $N = 6$ πυκνών σπειρών και στη συνέχεια συνδέουμε τα άκρα του κυκλικού πλαισίου στους πόλους της ηλεκτρικής πηγής Π.

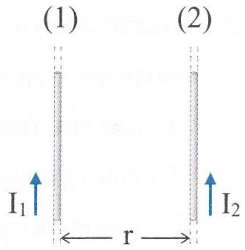
β. Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης $\vec{B}'$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί το κυκλικό πλαίσιο στο κέντρο του.

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

Προβλήματα προς λύση

Μαγνητικό πεδίο ευθύγραμμου ρευματοφόρου αγωγού

96. Δύο παράλληλοι ευθύγραμμοι αγωγοί (1) και (2) έχουν μεγάλο μήκος και διαρρέονται από ομόρροπα ρεύματα εντάσεων I_1 και I_2, με $I_2 = I_1/3$, όπως απεικονίζεται στο διπλανό σχήμα. Σημείο Α βρίσκεται στο επίπεδο που ορίζουν οι δύο αγωγοί, μεταξύ αυτών και απέχει από τον αγωγό (1) απόσταση $r_1 = 15$ cm. Τα μέτρα των εντάσεων $\vec{B}_1$ και $\vec{B}_2$ των μαγνητικών πεδίων που δημιουργούν αντίστοιχα οι ρευματοφόροι αγωγοί (1) και (2) διακριτά ο καθένας στο σημείο Α συνδέονται με τη σχέση $B_1 = B_2/2$. Να υπολογίσετε:



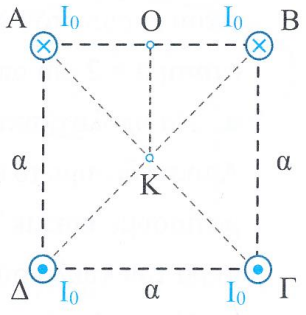
α. Την απόσταση r που απέχουν μεταξύ τους οι δύο αγωγοί.

Σημείο Γ ανήκει στο επίπεδο που ορίζουν οι δύο αγωγοί, βρίσκεται δεξιά του αγωγού (2) και απέχει απόσταση r_2' από αυτόν. Τα μέτρα των εντάσεων $\vec{B}_1'$ και $\vec{B}_2'$ των μαγνητικών πεδίων που δημιουργούν αντίστοιχα οι ρευματοφόροι αγωγοί (1) και (2) διακριτά ο καθένας στο σημείο Γ συνδέονται με τη σχέση $B_1' = B_2'/2$.

β. Να υπολογίσετε την απόσταση r_2'.

γ. Να προσδιορίσετε τον λόγο των μέτρων των συνισταμένων εντάσεων $\vec{B}_A$ και $\vec{B}_\Gamma$ των μαγνητικών πεδίων που δημιουργούν οι δύο ρευματοφόροι αγωγοί στα σημεία Α και Γ αντίστοιχα.

97. Στις κορυφές Α, Β, Γ και Δ τετραγώνου ΑΒΓΔ πλευράς $\alpha = 10\sqrt{2}$ cm τοποθετούνται τέσσερις, παράλληλοι μεταξύ τους, ευθύγραμμοι αγωγοί μεγάλου μήκους, οι οποίοι διαρρέονται από ρεύματα ίσης έντασης $I_0 = 2$ A. Οι αγωγοί που βρίσκονται στις κορυφές Α και Β διαρρέονται από ρεύματα με φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα. Οι αγωγοί που βρίσκονται στις κορυφές Γ και Δ διαρρέονται από ρεύματα με φορά από τη σελίδα προς τον αναγνώστη. Στο διπλανό σχήμα απεικονίζεται μια οριζόντια τομή των αγωγών καθώς και η φορά του ρεύματος που διαρρέει κάθε αγωγό.



α. Να υπολογίσετε το μέτρο και να προσδιορίσετε τη διεύθυνση της συνισταμένης έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν οι τέσσερις αγωγοί στο κέντρο Κ του τετραγώνου.

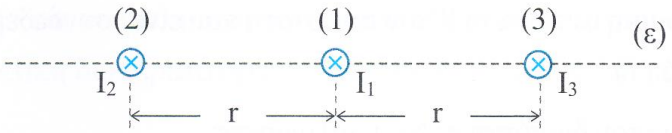
Στο μέσον Ο της πλευράς ΑΒ του τετραγώνου τοποθετούμε πέμπτο ευθύγραμμο αγωγό μεγάλου μήκους, παράλληλο προς τους τέσσερις προηγούμενους, ο οποίος διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I = 2t + 1$ (S.I.).

β. Να προσδιορίσετε τη φορά του ρεύματος που διαρρέει τον πέμπτο αγωγό, προκειμένου κάποια χρονική στιγμή t_1 η συνισταμένη ένταση $\vec{B}'$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν και οι πέντε ρευματοφόροι αγωγοί στο κέντρο Κ του τετραγώνου να μηδενιστεί.

γ. Να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή t_1.

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

98. Τρεις ευθύγραμμοι παράλληλοι αγωγοί (1), (2) και (3) μεγάλου μήκους διαρρέονται από ρεύματα $I_1 = 2$ A, $I_2 = 2$ A και $I_3 = 5$ A αντίστοιχα. Στο ακόλουθο σχήμα απεικονίζεται η εγκάρσια τομή των τριών αγωγών καθώς και η φορά του ρεύματος που διαρρέει τον καθένα από αυτούς.



Ο αγωγός (1) απέχει εξίσου απόσταση r από τους αγωγούς (2) και (3). Η ένταση $\vec{B}_{1,2}$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν οι αγωγοί (1) και (2) στη θέση του αγωγού (3) έχει μέτρο $(2/3)\cdot 10^{-5}$ T. Να υπολογίσετε:

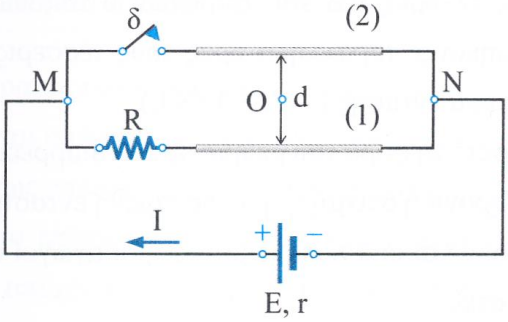
α. Την απόσταση r.

β. Να εξετάσετε σε ποια τμήματα της ευθείας (ε) που διέρχεται από τους τρεις αγωγούς βρίσκονται σημεία στα οποία η συνισταμένη ένταση $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν οι τρεις αγωγοί ισούται με μηδέν.

γ. Να προσδιορίσετε τη θέση των παραπάνω σημείων σχετικά με τη θέση του ρευματοφόρου αγωγού (1).

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

99. Οι λεπτοί, ευθύγραμμοι παράλληλοι αγωγοί (1) και (2) του ακόλουθου σχήματος έχουν μεγάλο μήκος, απέχουν μεταξύ τους απόσταση d = 20 cm και παρουσιάζουν ωμική αντίσταση $R_1 = 5\ \Omega$ και $R_2 = 2{,}5\ \Omega$ αντίστοιχα.



Οι δύο αγωγοί είναι συνδεδεμένοι με πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης E = 24 V και εσωτερικής αντίστασης r = 2 Ω.

Α. Αρχικά ο διακόπτης δ είναι ανοιχτός. Το μέτρο της έντασης $\vec{B}_1$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ο ρευματοφόρος αγωγός (1) στο μέσον Ο της απόστασης των δύο αγωγών είναι $4 \cdot 10^{-6}$ T. Να υπολογίσετε:

α. Τη θερμότητα Joule που εκλύεται στο περιβάλλον μέσω του αγωγού (1) σε χρόνο Δt = 5 min.

β. Την ωμική αντίσταση R του αντιστάτη που είναι συνδεδεμένος σε σειρά με τον αγωγό (1).

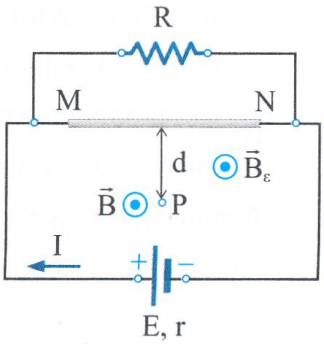
Β. Κλείνουμε τον διακόπτη δ. Να υπολογίσετε:

α. Την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τώρα τον αγωγό (1).

β. Το μέτρο της συνισταμένης έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν οι δύο ρευματοφόροι αγωγοί στο σημείο Ο.

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

100. Οριζόντιος ευθύγραμμος αγωγός ΜΝ με ωμική αντίσταση $R_1 = 3\ \Omega$ και πολύ μεγάλο μήκος είναι συνδεδεμένος με ηλεκτρική πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης Ε και εσωτερικής αντίστασης r = 1 Ω, όπως απεικονίζεται στο διπλανό σχήμα. Στα άκρα του αγωγού ΜΝ έχουμε συνδέσει αντιστάτη ωμικής αντίστασης R = 6 Ω. Το ηλεκτρικό κύκλωμα βρίσκεται εντός με-



γάλης έκτασης κατακόρυφου εξωτερικού μαγνητικού πεδίου έντασης $\vec{B}_\varepsilon$, μέτρου $12 \cdot 10^{-6}$ T και φοράς προς τα επάνω (από τη σελίδα προς τον αναγνώστη), όπως φαίνεται στο προηγούμενο σχήμα. Σημείο Ρ απέχει από τον ευθύγραμμο αγωγό ΜΝ απόσταση d = 8 cm και ανήκει στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο με αυτόν.

Η συνισταμένη ένταση $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από το εξωτερικό μαγνητικό πεδίο και τον ρευματοφόρο αγωγό ΜΝ στο σημείο Ρ έχει μέτρο $7 \cdot 10^{-6}$ T και το διάνυσμά της είναι ομόρροπο του διανύσματος της έντασης $\vec{B}_\varepsilon$ του εξωτερικού μαγνητικού πεδίου.

Α. Να υπολογίσετε:

α. Την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό ΜΝ.

β. Την ηλεκτρική ισχύ που παρέχει η πηγή στο εξωτερικό κύκλωμα.

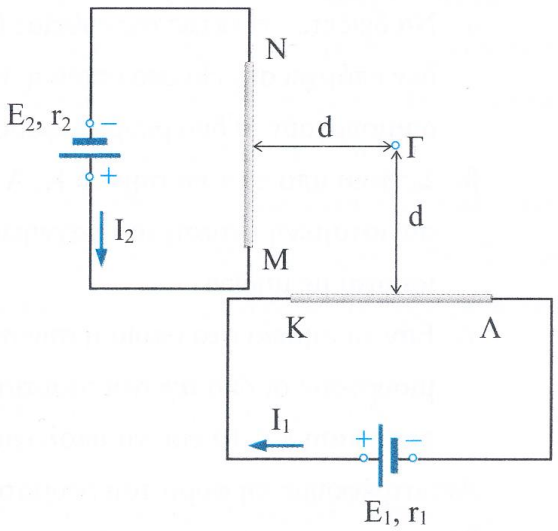
Β. Αφαιρούμε τον αντιστάτη αντίστασης R από το ηλεκτρικό κύκλωμα.

α. Να υπολογίσετε τη μεταβολή του μέτρου της συνισταμένης έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από το εξωτερικό μαγνητικό πεδίο και τον ρευματοφόρο αγωγό ΜΝ στο σημείο Ρ.

β. Να προσδιορίσετε τον γεωμετρικό τόπο των σημείων στα οποία η συνισταμένη ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από το εξωτερικό μαγνητικό πεδίο και τον ρευματοφόρο αγωγό ΜΝ ισούται με μηδέν.

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

101. Ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ μεγάλου μήκους και αντίστασης $R_1 = 9\ \Omega$ είναι συνδεδεμένος με πηγή Π_1 ηλεκτρεγερτικής δύναμης $E_1 = 30$ V και εσωτερικής αντίστασης $r_1 = 1\ \Omega$. Δεύτερος ευθύγραμμος αγωγός ΜΝ μεγάλου μήκους και αντίστασης $R_2 = 13\ \Omega$ είναι συνδεδεμένος με πηγή Π_2 ηλεκτρεγερτικής δύναμης E_2 και εσωτερικής αντίστασης $r_2 = 2\ \Omega$, όπως απεικονίζεται στο διπλανό σχήμα. Οι δύο αγωγοί ανήκουν στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο και οι προεκτάσεις τους τέμνονται



κάθετα. Σημείο Γ του επιπέδου των δύο αγωγών απέχει εξίσου απόσταση d = 10 cm από κάθε αγωγό. Η συνισταμένη ένταση $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν οι δύο αγωγοί στο σημείο Γ ισούται με μηδέν.

Να υπολογίσετε:

α. Την ένταση I_1 του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό ΚΛ.

β. Την ένταση I_2 του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό ΜΝ.

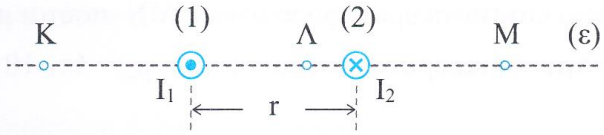
γ. Την ηλεκτρεγερτική δύναμη E_2 της πηγής $Π_2$.

Αντικαθιστούμε την πηγή $Π_2$ με άλλη ιδανική πηγή $Π_3$ ηλεκτρεγερτικής δύναμης E_3 = 39 V και συνδέουμε τον θετικό πόλο της με το άκρο Ν του αγωγού ΜΝ, ενώ τον αρνητικό πόλο της με το άκρο Μ του εν λόγω αγωγού.

δ. Να υπολογίσετε το μέτρο της συνισταμένης έντασης $\vec{B}'$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν οι δύο αγωγοί στο σημείο Γ.

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

102. Δύο λεπτοί, ευθύγραμμοι κατακόρυφοι αγωγοί (1) και (2) έχουν μεγάλο μήκος και διαρρέονται από αντίρροπα ρεύματα I_1 και I_2 αντίστοιχα, με $I_2 = 0{,}5I_1 = 7$ A. Στο ακόλουθο σχήμα απεικονίζεται η εγκάρσια τομή των δύο αγωγών.



α. Να δείξετε ότι εκτός της ευθείας (ε), η οποία συνδέει τις τομές των δύο αγωγών, δεν υπάρχει σημείο στο οποίο η συνισταμένη ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν οι δύο ρευματοφόροι αγωγοί να ισούται με μηδέν.

β. Σε ποιο από τα τρία σημεία Κ, Λ και Μ (βλέπε σχήμα) της ευθείας (ε) μπορεί η συνισταμένη ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν οι δύο αγωγοί να ισούται με μηδέν;

γ. Εάν το σημείο στο οποίο η συνισταμένη ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν οι δύο αγωγοί ισούται με μηδέν απέχει από τον πλησιέστερο αγωγό απόσταση x = 10 cm, να υπολογίσετε την απόσταση r μεταξύ των δύο αγωγών.

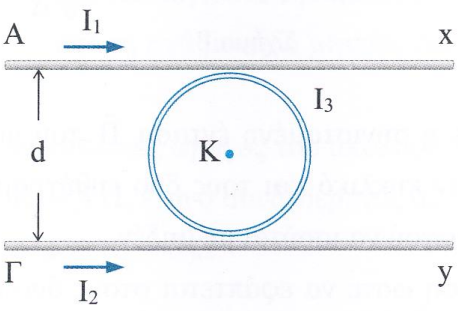
Αντιστρέφουμε τη φορά του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό (2), χωρίς να μεταβάλουμε την τιμή της έντασής του.

δ. Να υπολογίσετε το μέτρο της συνισταμένης έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν οι δύο αγωγοί στο σημείο το οποίο πρωτύτερα (βλ. ερώτημα β), η συνισταμένη ένταση του μαγνητικού πεδίου ήταν ίση με μηδέν.

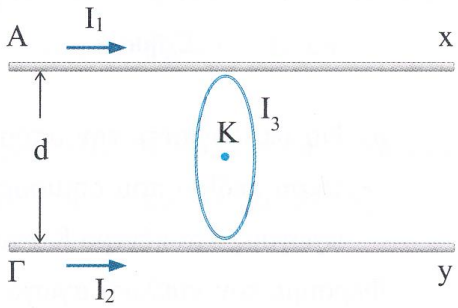
Δίνεται η μαγνητική διαπερατότητα του κενού: $\mu_o = 4\pi \cdot 10^{-7}\ T \cdot m/A$.

Μαγνητικό πεδίο κυκλικού ρευματοφόρου αγωγού

103. Δύο οριζόντιοι, παράλληλοι ευθύγραμμοι αγωγοί Αx και Γy μεγάλου μήκους απέχουν μεταξύ τους απόσταση d = 20 cm και διαρρέονται από ομόρροπα ρεύματα έντασης $I_1 = 4$ A και $I_2 = 1$ A αντίστοιχα, όπως απεικονίζεται στο σχήμα **α**.



Σχήμα **α**



Σχήμα **β**

Κυκλικός αγωγός, ο οποίος βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο με τους δύο ευθύγραμμους αγωγούς, σχεδόν εφάπτεται σε αυτούς και διαρρέεται από ρεύμα έντασης I_3.

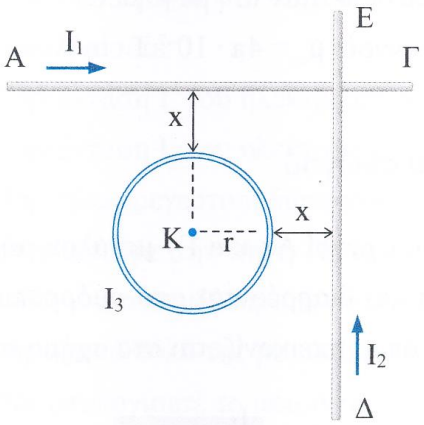
α. Εάν η συνισταμένη ένταση $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από τον κυκλικό αγωγό και τους δύο ευθύγραμμους αγωγούς στο κέντρο Κ του κυκλικού αγωγού ισούται με μηδέν, να προσδιορίσετε τη φορά του ρεύματος που διαρρέει τον κυκλικό αγωγό και να υπολογίσετε την τιμή της έντασής του I_3.

β. Εάν ο κυκλικός αγωγός στραφεί κατά 90° γύρω από μία διάμετρό του, όπως δείχνει το σχήμα **β**, να υπολογίσετε το μέτρο της συνισταμένης έντασης $\vec{B}'$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από τους τρεις αγωγούς στο κέντρο Κ του κυκλικού αγωγού.

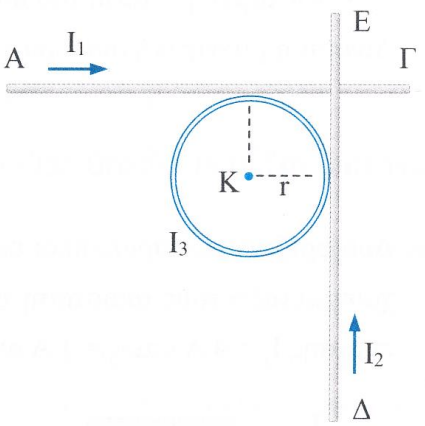
Δίνεται η μαγνητική διαπερατότητα του κενού: $\mu_o = 4\pi \cdot 10^{-7}\ T \cdot m/A$.

104. Δύο μονωμένοι ευθύγραμμοι αγωγοί μεγάλου μήκους ΑΓ και ΔΕ, κάθετοι μεταξύ τους, διαρρέονται από ρεύματα έντασης $I_1 = 10$ A και $I_2 = 6$ A αντίστοιχα. Στο επίπεδο που ορίζουν οι δύο ευθύγραμμοι αγωγοί και σε απόσταση x από τον καθένα,

όπως απεικονίζεται στο σχήμα **α**, βρίσκεται μονωμένος κυκλικός αγωγός ακτίνας r = 1 m, ο οποίος διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I_3 = (2/\pi)$ A.



Σχήμα **α**



Σχήμα **β**

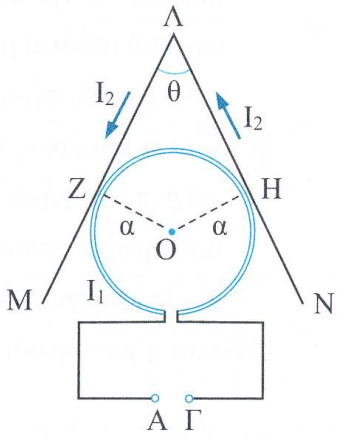
α. Να υπολογίσετε την απόσταση x, ώστε η συνισταμένη ένταση $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από τον κυκλικό και τους δύο ευθύγραμμους αγωγούς στο κέντρο K του κυκλικού αγωγού να ισούται με μηδέν.

Φέρουμε τον κυκλικό αγωγό σε τέτοια θέση ώστε να εφάπτεται στους δύο ευθύγραμμους αγωγούς, όπως φαίνεται στο σχήμα **β**.

β. Να υπολογίσετε το μέτρο της συνισταμένης έντασης $\vec{B}'$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από τους τρεις αγωγούς στο κέντρο K του κυκλικού αγωγού.

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

105. Μονωμένος, οριζόντιος κυκλικός αγωγός έχει κέντρο O και ακτίνα α = 10 cm. Λεπτό μονωμένο ευθύγραμμο σύρμα ΜΝ κάμπτεται σε σημείο Λ, ώστε τα ευθύγραμμα τμήματα ΛΜ και ΛΝ που προκύπτουν να σχηματίζουν μεταξύ τους γωνία θ και να εφάπτονται στον κυκλικό αγωγό στα σημεία Z και H αντίστοιχα, όπως απεικονίζεται στο διπλανό σχήμα.



Τροφοδοτούμε το σύρμα ΜΝ με ρεύμα έντασης I_2 = 3 A, του οποίου η φορά είναι από το σημείο N προς το σημείο M. Μέσω αγωγών αμελητέας ωμικής αντίστασης, οι οποίοι καταλήγουν στα σημεία Α και Γ, συνδέουμε τα άκρα του κυ-

κλικού αγωγού με ηλεκτρική πηγή Π, με αποτέλεσμα ο κυκλικός αγωγός να διαρρέεται από ρεύμα έντασης I_1.

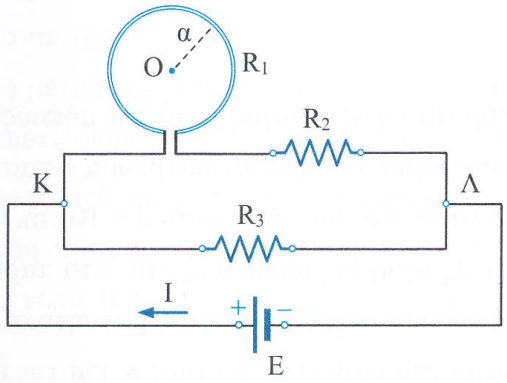
Η συνισταμένη ένταση $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου που οφείλεται στα ευθύγραμμα σύρματα ΛΜ και ΛΝ και στον κυκλικό αγωγό στο κέντρο του Ο έχει μέτρο τριπλάσιο του μέτρου της έντασης $\vec{B}_2$ του μαγνητικού πεδίου που οφείλεται στο ευθύγραμμο τμήμα ΛΜ στο κέντρο Ο του κυκλικού αγωγού και κατεύθυνση ίδια με την κατεύθυνση της έντασης $\vec{B}_2$.

α. Να διερευνήσετε εάν στο σημείο Α είναι συνδεδεμένος ο θετικός ή ο αρνητικός πόλος της ηλεκτρικής πηγής Π.

β. Να υπολογίσετε την ένταση I_1 του ρεύματος που διαρρέει τον κυκλικό αγωγό.

γ. Να υπολογίσετε την πολική τάση της πηγής Π, εάν γνωρίζετε ότι η ωμική αντίσταση ανά μονάδα μήκους του κυκλικού αγωγού είναι $R^* = 0,5\ \Omega/cm$.

106. Ο κυκλικός αγωγός του ακόλουθου σχήματος έχει ακτίνα α = 10 cm και αντίσταση $R_1 = 4\ \Omega$, ενώ ο συνδεδεμένος σε σειρά αντιστάτης με τον κυκλικό αγωγό έχει αντίσταση $R_2 = 6\ \Omega$.



Παράλληλα στο σύστημα αντιστάτης αντίστασης R_2 – κυκλικός αγωγός έχει συνδεθεί αντιστάτης αντίστασης $R_3 = 10\ \Omega$. Η διάταξη των τριών αγωγών τροφοδοτείται από ιδανική ηλεκτρική πηγή Π, η οποία είναι συνδεδεμένη στα σημεία Κ και Λ. Η ένταση $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από τον κυκλικό ρευματοφόρο αγωγό στο κέντρο του Ο έχει μέτρο $2\pi \cdot 10^{-5}\ T$.

α. Να υπολογίσετε την ηλεκτρεγερτική δύναμη Ε της πηγής.

β. Να υπολογίσετε τον ρυθμό με τον οποίο η πηγή παρέχει ενέργεια στο κύκλωμα.

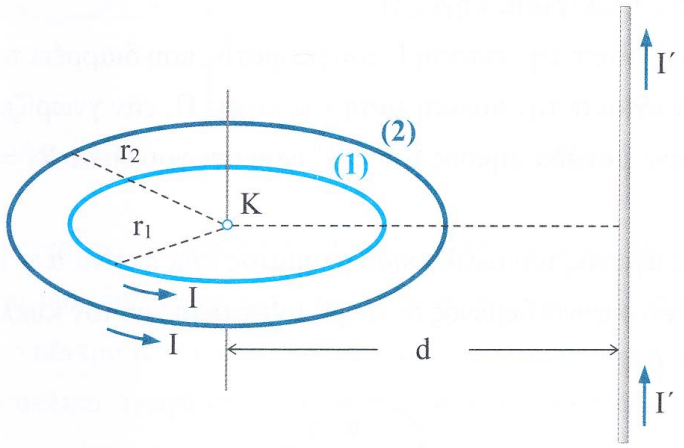
Αντικαθιστούμε τον αντιστάτη αντίστασης R_2 με άλλον αντιστάτη αντίστασης R_2', ώστε η τιμή της έντασης του μαγνητικού πεδίου που οφείλεται στον κυκλικό

ρευματοφόρο αγωγό στο κέντρο του Ο να διπλασιαστεί σε σχέση με την αρχική τιμή της.

γ. Να υπολογίσετε την αντίσταση R_2'.

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

107. Οι οριζόντιοι ομόκεντροι κυκλικοί αγωγοί (1) και (2) του ακόλουθου σχήματος έχουν ακτίνες $r_1 = 2{,}5$ cm και $r_2 = 5$ cm αντίστοιχα και διαρρέονται από ομόρροπα ρεύματα ίσης έντασης $I = 10$ A.



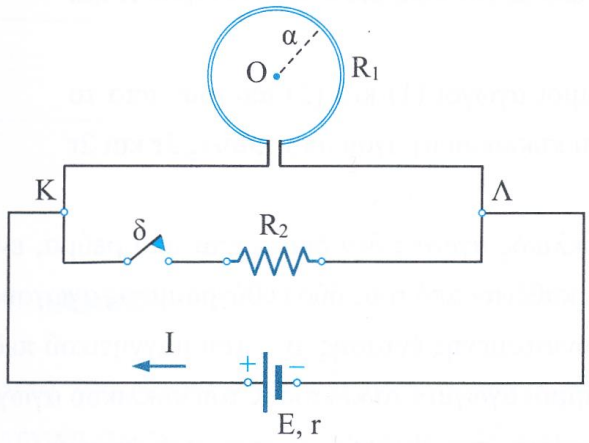
Ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός μεγάλου μήκους είναι κάθετος στο επίπεδο των δύο κυκλικών αγωγών, διαρρέεται από ρεύμα έντασης I΄ και απέχει από το κοινό κέντρο Κ των κυκλικών αγωγών απόσταση $d = 10$ cm. Οι φορές των ρευμάτων που διαρρέουν τους τρεις αγωγούς απεικονίζονται στο παραπάνω σχήμα. Ο λόγος των μέτρων της συνισταμένης έντασης $\vec{B}_{1,2}$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν οι δύο κυκλικοί αγωγοί στο κοινό κέντρο τους Κ και της έντασης $\vec{B}_3$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ξεχωριστά ο ευθύγραμμος αγωγός στο κοινό κέντρο Κ των δύο κυκλικών αγωγών είναι $\frac{B_{1,2}}{B_3} = \frac{12}{5}$. Να υπολογίσετε:

α. Την ένταση I΄ του ρεύματος που διαρρέει τον ευθύγραμμο αγωγό.

β. Το μέτρο της συνισταμένης έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν οι τρεις αγωγοί στο κοινό κέντρο Κ των δύο κυκλικών αγωγών.

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

108. Στο ακόλουθο σχήμα ο κυκλικός αγωγός αντίστασης $R_1 = 40\ \Omega$ και ακτίνας $\alpha = 4\pi$ cm έχει συνδεθεί παράλληλα με αντιστάτη αντίστασης $R_2 = 40\ \Omega$, ο οποίος μπορεί να συνδέεται ή να αποσυνδέεται στο κύκλωμα με τη βοήθεια διακόπτη δ.



Τα άκρα Κ και Λ του συστήματος των δύο αγωγών είναι συνδεδεμένα με ηλεκτρική πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης $E = 90$ V και εσωτερικής αντίστασης r.

Α. Αρχικά ο διακόπτης δ είναι ανοιχτός. Η ενέργεια που παρέχει η πηγή σε ολόκληρο το κύκλωμα σε χρόνο $\Delta t = 5$ s είναι $W_{\Pi} = 900$ J.
Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ο κυκλικός ρευματοφόρος αγωγός στο κέντρο του Ο.

Β. Κλείνουμε τον διακόπτη δ και διαπιστώνουμε ότι το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ο κυκλικός ρευματοφόρος αγωγός στο κέντρο του Ο ελαττώθηκε κατά 10% συγκριτικά με την αρχική τιμή του. Να υπολογίσετε:

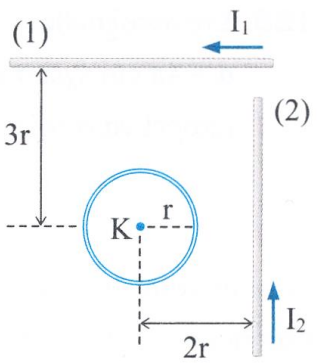
α. Την ένταση I′ του ρεύματος που διαρρέει την ηλεκτρική πηγή.

β. Την ηλεκτρική ισχύ που καταναλώνεται στον κυκλικό αγωγό.

γ. Την εσωτερική αντίσταση της ηλεκτρικής πηγής.

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

109. Στο διπλανό σχήμα οι ευθύγραμμοι αγωγοί (1) και (2) έχουν μεγάλο μήκος, διαρρέονται από ρεύματα έντασης $I_1 = 6$ A και $I_2 = 2$ A αντίστοιχα και βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο με τον κυκλικό αγωγό κέντρου Κ και ακτίνας r.



Οι ευθύγραμμοι αγωγοί (1) και (2) απέχουν από το κέντρο Κ του κυκλικού αγωγού αποστάσεις 3r και 2r αντίστοιχα.

Αρχικά ο κυκλικός αγωγός δεν διαρρέεται από ρεύμα, ενώ η φορά του ρεύματος που διαρρέει καθέναν από τους δύο ευθύγραμμους αγωγούς φαίνεται στο σχήμα. Το μέτρο της συνισταμένης έντασης $\vec{B}_{1,2}$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν οι δύο ευθύγραμμοι αγωγοί στο κέντρο Κ του κυκλικού αγωγού έχει μέτρο $1 \cdot 10^{-5}$ T.

α. Να υπολογίσετε την ακτίνα r του κυκλικού αγωγού.

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ ο κυκλικός αγωγός αρχίζει να διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I_3 = \dfrac{20 - t}{\pi}$ (S.I.) με φορά αντίθετη από τη φορά περιστροφής των δεικτών του ρολογιού.

β. Να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή κατά την οποία η συνισταμένη ένταση $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από τους τρεις αγωγούς στο κέντρο Κ του κυκλικού αγωγού μηδενίζεται.

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

Ενότητα 3η Ο νόμος του Ampere-Εφαρμογές του νόμου Ampere

Α. Θέματα πολλαπλής επιλογής

*Για τα θέματα **1 - 23** να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της πρότασης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη φράση η οποία συμπληρώνει σωστά την ημιτελή πρόταση.*

Ο νόμος του Ampère

1. Ο νόμος του Ampère είναι μια γενική σχέση:
α. Ανάμεσα στο βαρυτικό πεδίο και στις πηγές του.
β. Ανάμεσα στο ηλεκτρικό πεδίο και στις πηγές του.
γ. Ανάμεσα στο μαγνητικό πεδίο και στις πηγές του.
δ. Για τη δύναμη που ασκεί μαγνητικό πεδίο σε φορτίο που κινείται εντός του.

2. Ο νόμος του Ampère ισχύει:
α. Μόνο σε ευθύγραμμους ρευματοφόρους αγωγούς.
β. Μόνο σε σωληνοειδή απείρου μήκους.
γ. Μόνο σε ρευματοφόρους αγωγούς πολύ μεγάλου μήκους.
δ. Σε όλους τους αγωγούς, ανεξάρτητα από το σχήμα τους.

3. Ο βρόχος στον οποίο εφαρμόζουμε τον νόμο του Ampère:
α. Πρέπει να είναι κλειστός, αλλά μπορεί να έχει οποιαδήποτε σχήμα.
β. Πρέπει να είναι κλειστός και το σχήμα του να είναι οπωσδήποτε κυκλικό.
γ. Πρέπει να είναι κλειστός, αλλά πρέπει οπωσδήποτε από την επιφάνεια που περιβάλλει να διέρχονται ρευματοφόροι αγωγοί.
δ. Μπορεί να είναι ανοικτός.

4. Σε έναν βρόχο στον οποίο εφαρμόζουμε τον νόμο του Ampère (αμπεριανός βρόχος) τη θετική φορά του ρεύματος:
α. Δείχνει ο αντίχειρας του δεξιού χεριού, όταν τα δάκτυλα του δεξιού χεριού δείχνουν τη φορά κίνησης στον βρόχο.
β. Δείχνουν τα δάκτυλα του δεξιού χεριού, όταν ο αντίχειρας δείχνει τη φορά του διανύσματος του στοιχειώδους τμήματος $\overrightarrow{\Delta\ell}$.
γ. Δείχνει ο αντίχειρας του δεξιού χεριού, όταν ο δείκτης δείχνει τη φορά του διανύσματος της έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου.
δ. Δείχνει ο αντίχειρας του αριστερού χεριού, όταν τα δάκτυλα του αριστερού χεριού δείχνουν τη φορά κίνησης στον βρόχο.

5. Σύμφωνα με τον νόμο του Ampère, κατά μήκος μιας κλειστής διαδρομής το άθροισμα $\sum B \cdot \Delta\ell \cdot \text{συνθ}$ είναι:

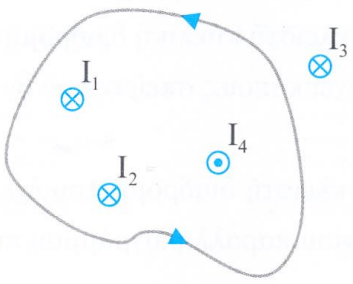
α. Ανάλογο του αλγεβρικού αθροίσματος των ρευμάτων που διέρχονται από την επιφάνεια η οποία περιβάλλεται από αυτήν την κλειστή διαδρομή.

β. Αντιστρόφως ανάλογο του αλγεβρικού αθροίσματος των ρευμάτων που διέρχονται από την επιφάνεια η οποία περιβάλλεται από αυτήν την κλειστή διαδρομή.

γ. Ανάλογο του τετραγώνου του αλγεβρικού αθροίσματος των ρευμάτων που διέρχονται από την επιφάνεια η οποία περιβάλλεται από αυτήν την κλειστή διαδρομή.

δ. Ανεξάρτητο των ρευμάτων που διέρχονται από την επιφάνεια η οποία περιβάλλεται από αυτήν την κλειστή διαδρομή.

6. Οι αγωγοί (1), (2), (3) και (4) του σχήματος διαρρέονται από ρεύματα εντάσεων I_1, I_2, I_3 και I_4 αντίστοιχα. Αν μ_o είναι η μαγνητική διαπερατότητα του κενού, τότε στην κλειστή διαδρομή που απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα το άθροισμα των γινομένων $B\cdot\Delta\ell\cdot$συνθ, όπου B το μέτρο της έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου στη θέση των στοιχειωδών τμημάτων μήκους $\Delta\ell$ της διαδρομής και θ η γωνία που σχηματίζει κάθε τέτοιο τμήμα με το διάνυσμα της έντασης $\vec{B}$, ισούται με:



α. $\mu_o(I_4-I_2-I_1)$. **β.** $\mu_o(I_4-I_2-I_1-I_3)$.
γ. $\mu_o(I_2+I_1+I_3-I_4)$. **δ.** $\mu_o I_3$.

7. Όταν το ρεύμα που διέρχεται από την επιφάνεια την οποία περιβάλλει ένας αμπεριανός βρόχος είναι I, τότε το άθροισμα $\sum B\cdot\Delta\ell\cdot$συνθ είναι ίσο με λ. Εάν το ρεύμα που διέρχεται από την επιφάνεια διπλασιαστεί, τότε το παραπάνω άθροισμα θα γίνει ίσο με:

α. λ. **β.** 2λ. **γ.** λ/2. **δ.** 0.

8. Ο νόμος του Ampère ισχύει:

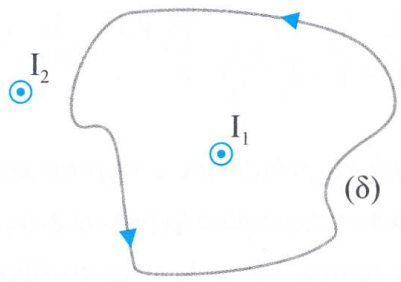
α. Μόνο για σταθερά ρεύματα και για μεταβλητά μαγνητικά πεδία.

β. Μόνο για μεταβλητά ρεύματα και για σταθερά μαγνητικά πεδία.

γ. Μόνο για μεταβλητά ρεύματα και για μεταβλητά μαγνητικά πεδία.

δ. Μόνο για σταθερά ρεύματα και για σταθερά μαγνητικά πεδία.

9. Δύο παράλληλοι ρευματοφόροι αγωγοί (1) και (2) διαρρέονται από ρεύματα εντάσεων I_1 και I_2 τα οποία δημιουργούν σε κάθε σημείο γύρω τους μαγνητικά πεδία εντάσεων $\vec{B}_1$ και $\vec{B}_2$ αντίστοιχα. Αν μ_o είναι η μαγνητική διαπερατότητα του κενού, $\Delta\ell$ το μήκος των στοιχειωδών τμημάτων κλειστής διαδρομής (δ) και θ η γωνία που σχηματίζει κάθε τέτοιο τμήμα με το διάνυσμα της έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου, ο νόμος του Ampère στη διαδρομή (δ) γράφεται:



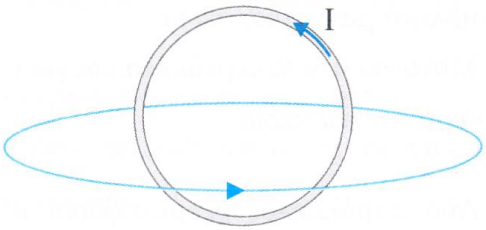
α. $\sum\left|\vec{B}_1\right|\cdot\Delta\ell\cdot\text{συν}\theta=\mu_o\left(I_1+I_2\right)$.

β. $\sum\left|\vec{B}_1\right|\cdot\Delta\ell\cdot\text{συν}\theta=\mu_o I_1$.

γ. $\sum\left|\vec{B}_1+\vec{B}_2\right|\cdot\Delta\ell\cdot\text{συν}\theta=\mu_o\left(I_1+I_2\right)$.

δ. $\sum\left|\vec{B}_1+\vec{B}_2\right|\cdot\Delta\ell\cdot\text{συν}\theta=\mu_o I_1$.

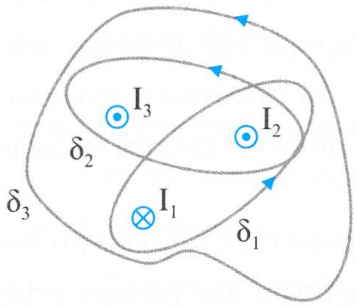
10. Το ηλεκτρικό ρεύμα έντασης I που διαρρέει τον κυκλικό αγωγό του ακόλουθου σχήματος δημιουργεί γύρω από αυτόν μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$.



Αν η μαγνητική διαπερατότητα του κενού είναι μ_o, στην κυκλική διαδρομή που απεικονίζεται στο σχήμα το άθροισμα των γινομένων $\sum B\cdot\Delta\ell\cdot\text{συν}\theta$, όπου θ η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ των στοιχειωδών τμημάτων μήκους $\Delta\ell$ της διαδρομής και του διανύσματος της έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου, ισούται με:

α. $2\mu_o I$. **β.** $\mu_o I$. **γ.** 0. **δ.** $-2\mu_o I$.

11. Στο ακόλουθο σχήμα απεικονίζονται τρεις αγωγοί (1), (2) και (3) οι οποίοι διαρρέονται από ρεύματα εντάσεων $I_1 = 2$ A, $I_2 = 1$ A και $I_3 = 0{,}5$ A αντίστοιχα και τρεις κλειστές διαδρομές δ_1, δ_2 και δ_3. Το άθροισμα των γινομένων $\sum B\cdot\Delta\ell\cdot\text{συν}\theta$, όπου B το μέτρο της έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου στη θέση των στοιχειωδών τμημάτων μήκους $\Delta\ell$ της κάθε διαδρομής και θ η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ κάθε τμήματος και του διανύσματος της έντασης $\vec{B}$:



α. Είναι μεγαλύτερο στη διαδρομή δ_1.
β. Είναι μεγαλύτερο στη διαδρομή δ_2.
γ. Είναι μεγαλύτερο στη διαδρομή δ_3.
δ. Είναι ίδιο στις διαδρομές δ_1, δ_2 και δ_3.

12. Όταν εφαρμόζουμε τον νόμο του Ampère σε σωληνοειδές απείρου μήκους, για να υπολογίσουμε την ένταση στο εσωτερικό του, επιλέγουμε να χρησιμοποιήσουμε ως αμπεριανό βρόχο:

α. Μια κλειστή κυκλική διαδρομή που περιλαμβάνει κάποιες σπείρες του σωληνοειδούς.

β. Μια κλειστή διαδρομή που έχει σχήμα ορθογωνίου παραλληλογράμμου και η μία

πλευρά της βρίσκεται έξω από το σωληνοειδές.

γ. Μια κλειστή διαδρομή που έχει σχήμα ορθογωνίου παραλληλογράμμου και βρίσκεται ολόκληρη μέσα στο σωληνοειδές.

δ. Μια κλειστή διαδρομή που έχει σχήμα ορθογωνίου παραλληλογράμμου και βρίσκεται ολόκληρη έξω από το σωληνοειδές.

Εφαρμογές του νόμου Ampère

13. Το φάσμα του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται στο εσωτερικό ενός ρευματοφόρου σωληνοειδούς:

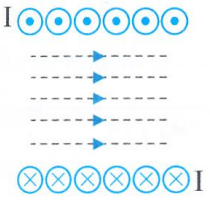
α. Αποτελείται από κύκλους με τον άξονα του σωληνοειδούς να είναι κάθετος στο επίπεδό τους και να διέρχεται από τα κέντρα τους.

β. Αποτελείται από ευθείες κάθετες στον άξονα του σωληνοειδούς.

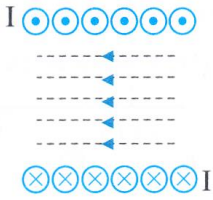
γ. Εξαιρώντας τα άκρα του σωληνοειδούς, αποτελείται από ευθείες ισαπέχουσες, παράλληλες στον άξονα του σωληνοειδούς.

δ. Δεν περιλαμβάνει καμία δυναμική γραμμή.

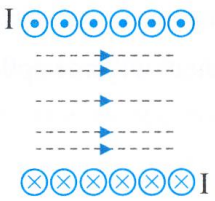
14. Το μαγνητικό φάσμα στο εσωτερικό ενός ρευματοφόρου σωληνοειδούς απεικονίζεται ορθά στο σχήμα:



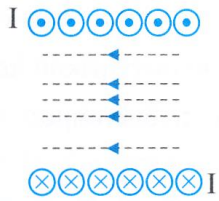
α.



β.



γ.



δ.

15. Το μέτρο της έντασης του ομογενούς μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό σωληνοειδούς που διαρρέεται από ρεύμα σταθερής έντασης I εξαρτάται από:

α. Το εμβαδόν της εγκάρσιας διατομής του σύρματος από το οποίο είναι κατασκευασμένο το σωληνοειδές.

β. Το μήκος του σωληνοειδούς.

γ. Την ακτίνα των σπειρών του σωληνοειδούς.

δ. Την πυκνότητα του υλικού του σύρματος που είναι κατασκευασμένο το σωληνοειδές.

16. Εάν διπλασιάσουμε τον αριθμό των σπειρών ανά μονάδα μήκους ενός σωληνοειδούς που διαρρέεται από ρεύμα σταθερής έντασης I, το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του σωληνοειδούς:

α. Υποδιπλασιάζεται.

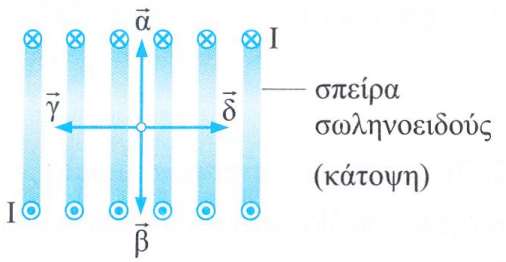
β. Δεν μεταβάλλεται.

γ. Διπλασιάζεται.

δ. Τετραπλασιάζεται.

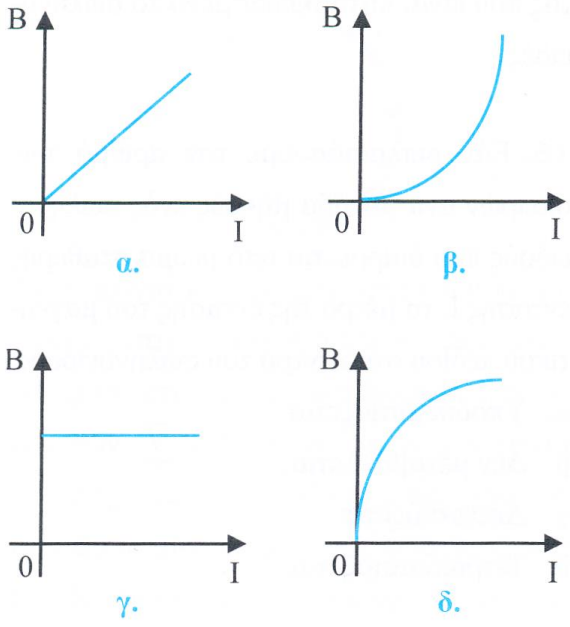
17. Ρεύμα έντασης I διαρρέει σωληνοειδές, όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα.

Στο κέντρο του σωληνοειδούς, η ένταση του μαγνητικού πεδίου απεικονίζεται ορθά με το διάνυσμα:



α. $\vec{\alpha}$. **β.** $\vec{\beta}$. **γ.** $\vec{\gamma}$. **δ.** $\vec{\delta}$.

18. Το διάγραμμα που απεικονίζει ορθά το μέτρο Β της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο ρευματοφόρου σωληνοειδούς σε συνάρτηση με την ένταση του ρεύματος Ι που διαρρέει το σωληνοειδές είναι το:



19. Σωληνοειδές με αριθμό σπειρών ανά μονάδα μήκους n διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης Ι. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στα άκρα του σωληνοειδούς δίνεται από τον τύπο:

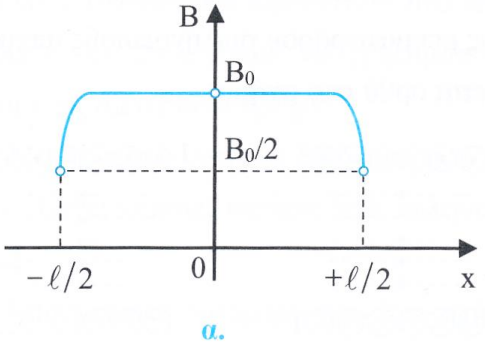
α. $B' = \mu_o In$. **β.** $B' = \frac{\mu_o}{2}\frac{I}{n}$.

γ. $B' = \frac{\mu_o}{2} In^2$. **δ.** $B' = \frac{\mu_o}{2} In$.

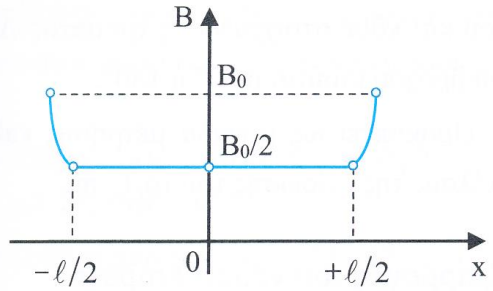
20. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο ρευματοφόρου σωληνοειδούς είναι Β. Αν διπλασιάσουμε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το σωληνοειδές, το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στα άκρα του σωληνοειδούς γίνεται ίσο με:

α. 0,5Β. **β.** Β. **γ.** 2Β. **δ.** 4Β.

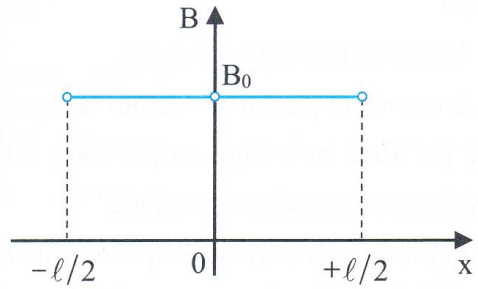
21. Σωληνοειδές μεγάλου μήκους ℓ διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα. Ο άξονας του σωληνοειδούς ταυτίζεται με τον άξονα x΄Ox. Το σημείο O(x = 0) βρίσκεται στο μέσον του σωληνοειδούς. Το ποιοτικό διάγραμμα που απεικονίζει ορθά το μέτρο Β της έντασης του μαγνητικού πεδίου κατά μήκος του άξονα x΄Ox είναι το:



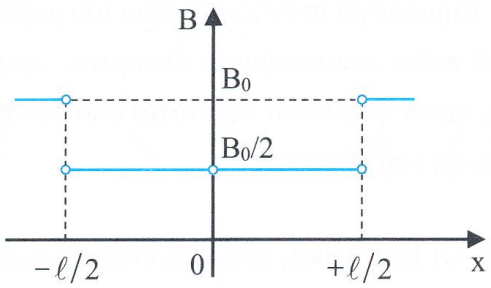
α.



β.



γ.



δ.

22. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο ρευματοφόρου σωληνοειδούς είναι Β. Εάν αραιώσουμε τις σπείρες του σωληνοειδούς, ώστε η μεταξύ τους απόσταση να διπλασιαστεί, το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του σωληνοειδούς θα γίνει:

α. 0,5Β. **β.** 0,25Β. **γ.** 2Β. **δ.** 4Β.

23. Ρεύμα έντασης Ι διαρρέει δύο όμοια σωληνοειδή Σ_1 και Σ_2. Στο κέντρο κάθε σωληνοειδούς το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου είναι Β. Συνδέουμε το ένα άκρο του σωληνοειδούς Σ_1 με το ένα άκρο του σωληνοειδούς Σ_2, ώστε τα δύο σωληνοειδή να αποτελέσουν ένα νέο σωληνοειδές και διαβιβάζουμε σ' αυτό ρεύμα έντασης Ι. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του νέου σωληνοειδούς είναι ίσο με:

α. Μηδέν. **β.** 0,5Β. **γ.** 2Β. **δ.** Β.

Β. Θέματα του τύπου Σωστό/Λάθος

*Να χαρακτηρίσετε κάθε πρόταση από τα θέματα **24 - 27** με το γράμμα **Σ**, εάν είναι σωστή, ή με το γράμμα **Λ**, εάν είναι λανθασμένη.*

Ο νόμος του Ampère

24. Ο νόμος του Ampère:

α. Ισχύει μόνο για συμμετρικές διατάξεις ρευματοφόρων αγωγών.

β. Εφαρμόζεται ευκολότερα σε συμμετρικές διατάξεις ρευματοφόρων αγωγών όπως στην περίπτωση ενός ευθύγραμμου ρευματοφόρου αγωγού όπου ο (αμπεριανός) βρόχος συμπίπτει με δυναμική γραμμή του πεδίου που δημιουργείται γύρω από τον αγωγό.

γ. Μας βοηθά να υπολογίζουμε την ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο κυκλικού ρευματοφόρου αγωγού.

δ. Μας επιτρέπει να υπολογίζουμε την ένταση του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό ιδανικού σωληνοειδούς.

ε. Ισχύει μόνο για τα στοιχειώδη τμήματα που απαρτίζουν έναν αγωγό και όχι για ολόκληρο τον αγωγό.

25. Εφαρμόζοντας τον νόμο του Ampère:

α. Σε κλειστή διαδρομή το διάνυσμα της έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου είναι πάντοτε ομόρροπο κάθε στοιχειώδους τμήματος $\overrightarrow{\Delta\ell}$ της διαδρομής.

β. Εάν σε κάποιο μέρος κλειστής διαδρομής το διάνυσμα της έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου είναι κάθετο σε κάθε στοιχειώδες της τμήμα $\overrightarrow{\Delta\ell}$, τότε το άθροισμα των γινομένων $B \cdot \Delta\ell \cdot \text{συνθ}$ στο μέρος αυτό της διαδρομής ισούται με μηδέν.

γ. Σε κυκλικό αμπεριανό βρόχο ο οποίος συμπίπτει με δυναμική γραμμή του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται γύρω από ευθύγραμμο αγωγό απείρου μήκους η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ του διανύσματος της έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου και κάθε στοιχειώδους τμήματος $\overrightarrow{\Delta\ell}$ του βρόχου είναι ορθή.

δ. Σε κυκλικό αμπεριανό βρόχο ο οποίος συμπίπτει με δυναμική γραμμή του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται γύρω από ευθύγραμμο αγωγό απείρου μήκους, η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ του διανύσματος της έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου και κάθε στοιχειώδους τμήματος $\overrightarrow{\Delta\ell}$ του βρόχου ισούται με 0° ή 180°.

ε. Προκύπτει ως μονάδα μέτρησης κάθε σκέλους της εξίσωσής του το $T \cdot m$.

Εφαρμογές του νόμου Ampère

26. Ένα σωληνοειδές που διαρρέεται από ρεύμα:

α. Αποτελεί μαγνητικό δίπολο.

β. Δημιουργεί μαγνητικό πεδίο ίδιας μορφής με αυτό που δημιουργεί ένας ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός.

γ. Δημιουργεί ισχυρό μαγνητικό πεδίο στο εσωτερικό του και ασθενέστερο στον χώρο εκτός αυτού.

δ. Δημιουργεί στον χώρο γύρω του μαγνητικό πεδίο του οποίου οι δυναμικές γραμμές έχουν φορά που εξαρτάται από την περιέλιξη του σύρματος.

27. Οι μαγνητικές γραμμές ενός ρευματοφόρου σωληνοειδούς:

α. Στο εσωτερικό του σωληνοειδούς και στην περιοχή κοντά στο κέντρο του είναι ισόπυκνες, ευθείες παράλληλες στον άξονά του.

β. Είναι ανοικτές.

γ. Στο εσωτερικό του σωληνοειδούς έχουν φορά από τον βόρειο προς τον νότιο πόλο.

δ. Είναι πυκνότερες στο εσωτερικό τού σωληνοειδούς συγκριτικά με τον χώρο εκτός αυτού.

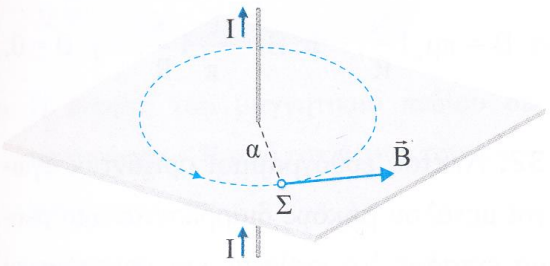
ε. Εξέρχονται από τον βόρειο και εισέρχονται στον νότιο πόλο του σωληνοειδούς.

Γ. Θέματα πολλαπλής επιλογής με αιτιολόγηση

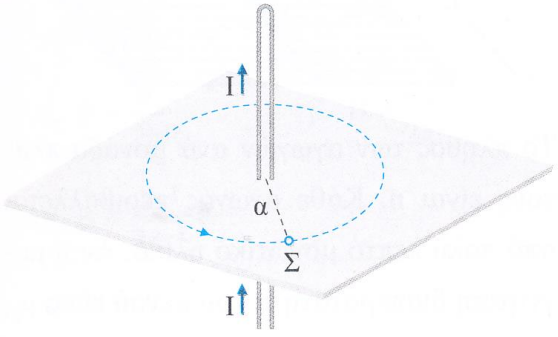
*Σε καθένα από τα θέματα **28 - 48** να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.*

Ο νόμος του Ampère

28. Ευθύγραμμος, συρμάτινος κατακόρυφος αγωγός απείρου μήκους διαρρέεται από ρεύμα έντασης I και δημιουργεί σε ένα σημείο Σ που απέχει απόσταση α από αυτόν μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου B.



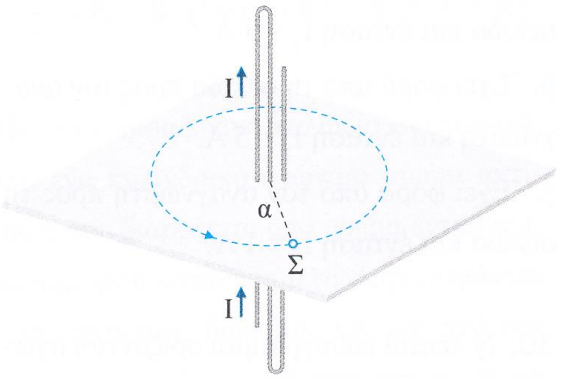
A. Διπλώνουμε το σύρμα του αγωγού, όπως απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα, με τέτοιον τρόπο, ώστε τα δύο κατακόρυφα τμήματά του να βρίσκονται σε πολύ μικρή απόσταση μεταξύ τους.



Η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο σημείο Σ έχει μέτρο:

α. Μηδενικό. **β.** B. **γ.** 2B.

B. Αναδιπλώνουμε εκ νέου το σύρμα του αγωγού, όπως απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα, με τέτοιο τρόπο, ώστε τα τρία πλέον κατακόρυφα τμήματά του να βρίσκονται σε πολύ μικρή απόσταση μεταξύ τους.

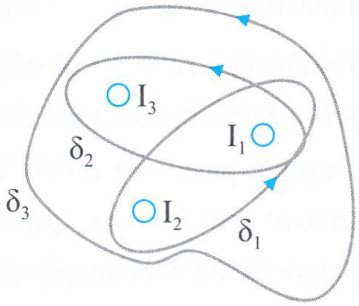


Η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο σημείο Σ έχει τώρα μέτρο:

α. Μηδενικό. **β.** B. **γ.** 3B.

29. Οι αγωγοί (1), (2) και (3) του ακόλουθου σχήματος διαρρέονται από ρεύματα εντάσεων I_1, I_2 και I_3 αντίστοιχα. Η μαγνητική διαπερατότητα του κενού είναι μ_o και στις κλειστές διαδρομές δ_1, δ_2, δ_3 που απεικονίζονται στο σχήμα τα αθροίσματα των γινομένων $B \cdot \Delta\ell \cdot \text{συνθ}$, όπου B το μέτρο της έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου στη θέση των στοιχειωδών τμημάτων μήκους $\Delta\ell$ της κάθε διαδρομής και θ η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ κάθε στοιχειώδους τμήματος $\Delta\ell$ και του διανύσματος της

έντασης $\vec{B}$, ισούται στο S.I. με $2\mu_o$, $4\mu_o$ και μ_o αντίστοιχα. Το ρεύμα στον αγωγό (1):

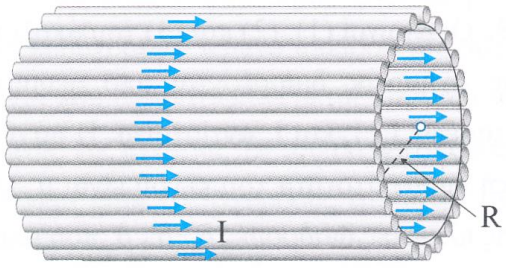


α. Έχει φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα και ένταση $I_1 = 3$ A.

β. Έχει φορά από τη σελίδα προς τον αναγνώστη και ένταση $I_1 = 5$ A.

γ. Έχει φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα και ένταση $I_1 = 1$ A.

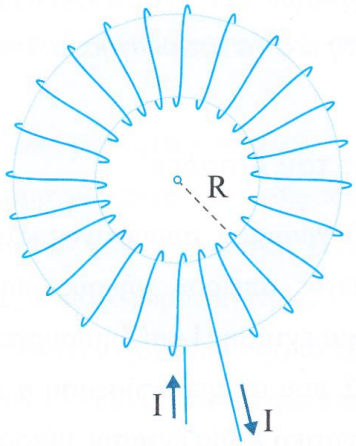
30. Ν λεπτοί ευθύγραμμοι οριζόντιοι αγωγοί διαρρέονται από ρεύμα έντασης Ι ο καθένας και σχηματίζουν κυλινδρική επιφάνεια ακτίνας R, όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα.



Κάθε αγωγός περιβάλλεται από πολύ λεπτό μονωτικό υλικό. Αν η μαγνητική διαπερατότητα του κενού είναι μ_o, στο εσωτερικό της κυλινδρικής επιφάνειας η ένταση του μαγνητικού πεδίου είναι:

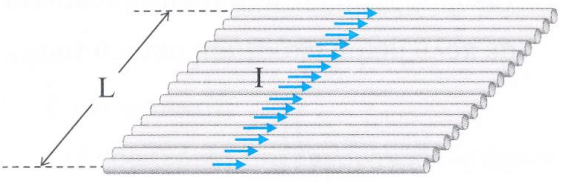
α. $B = \mu_o I\frac{N}{R}$. **β.** $B = 0$. **γ.** $B = \mu_o I\frac{N}{\pi R}$.

31. Δακτυλιοειδές πηνίο εσωτερικής ακτίνας R με Ν σπείρες διαρρέεται από ρεύμα έντασης Ι. Αν η μαγνητική διαπερατότητα του κενού είναι μ_o, το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου σε απόσταση $r < R$ από το κέντρο του δακτυλίου είναι:



α. $B = \pi\mu_o I\frac{N}{R}$. **β.** $B = \frac{\mu_o}{\pi} I\frac{N}{R}$. **γ.** $B = 0$.

32. Λεπτοί, ευθύγραμμοι οριζόντιοι αγωγοί μεγάλου μήκους διαρρέονται από ρεύμα έντασης Ι ο καθένας και εφαπτόμενοι μεταξύ τους σχηματίζουν επίπεδη επιφάνεια πολύ μεγάλου πλάτους L, όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα.

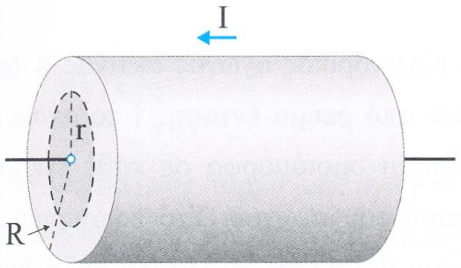


Το πλήθος των αγωγών ανά μονάδα πλάτους είναι n. Κάθε αγωγός περιβάλλεται από πολύ λεπτό μονωτικό υλικό. Αν η μαγνητική διαπερατότητα του κενού είναι μ_o,

η ένταση του μαγνητικού πεδίου πολύ μακριά από την επίπεδη επιφάνεια είναι:

α. $B = 0$. **β.** $B = \mu_o In$. **γ.** $B = \frac{\mu_0}{2} In$.

33. Κυλινδρικός μεταλλικός αγωγός ακτίνας R διαρρέεται από ρεύμα έντασης I, όπως απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα. Τα κινούμενα ηλεκτρόνια μετατοπίζονται παράλληλα στον άξονα του αγωγού και είναι ομοιόμορφα κατανεμημένα στο εσωτερικό του.



Α. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου σε απόσταση $r < R$ από τον άξονα του αγωγού έχει μέτρο:

α. $B = \frac{\mu_o I}{2\pi R^2} r$. **β.** $B = \frac{\mu_o I}{2\pi R}$.

γ. $B = \frac{\mu_o I}{2\pi r}$.

Β. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου σε απόσταση $r > R$ από τον άξονα του αγωγού έχει μέτρο:

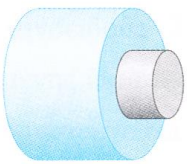
α. $B = \frac{\mu_o I}{2\pi R}$. **β.** $B = \frac{\mu_o I}{2\pi r}$.

γ. $B = \frac{\mu_o I}{2\pi r^2} R$.

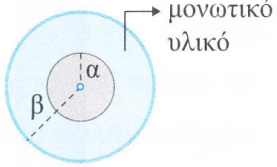
34. Κυλινδρικός αγωγός ακτίνας R διαρρέεται ομοιόμορφα σε κάθε εγκάρσια διατομή του από ρεύμα έντασης I το οποίο δημιουργεί μαγνητικό πεδίο. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου σε δύο σημεία, ένα εντός και ένα εκτός του αγωγού, είναι ίδιο. Τα δύο σημεία απέχουν από τον άξονα του αγωγού αποστάσεις r_1 και r_2 αντίστοιχα. Ισχύει:

α. $\frac{r_1^2}{r_2} = R$. **β.** $r_1^2 + r_2^2 = R^2$. **γ.** $r_1 \cdot r_2 = R^2$.

35. Ένα ομοαξονικό καλώδιο αποτελείται από ένα κυλινδρικό αγώγιμο σύρμα ακτίνας α που διαρρέεται από ρεύμα έντασης I_1 ομοιόμορφα κατανεμημένο στην επιφάνεια κάθε εγκάρσιας διατομής του και από ένα κυλινδρικό αγώγιμο κέλυφος ακτίνας β, με $\beta > \alpha$, που διαρρέεται από ρεύμα ομοιόμορφα κατανεμημένο στη επιφάνειά του έντασης $I_2 < I_1$. Μεταξύ των δύο αγώγιμων μερών του καλωδίου παρεμβάλλεται μονωτικό υλικό με (σχετική) μαγνητική διαπερατότητα ίση με τη μονάδα. Τα ρεύματα που διαρρέουν τους δύο αγωγούς είναι αντίρροπα. Στα ακόλουθα σχήματα απεικονίζεται το ομοαξονικό καλώδιο (σχήμα **α**) και μια εγκάρσια διατομή του (σχήμα **β**).



Σχήμα **α**



Σχήμα **β**

Α. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου σε ένα σημείο το οποίο απέχει απόσταση r από τον κοινό άξονα των δύο αγωγών και βρίσκεται ανάμεσά τους ($\alpha < r < \beta$) είναι:

α. $B = \frac{\mu_o I_1}{2\pi r}$. **β.** $B = \frac{\mu_o I_1}{\pi r}$.

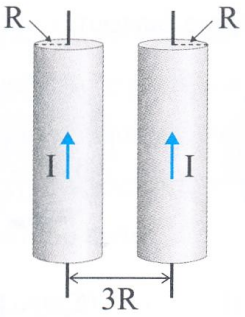
γ. $B = \frac{2\mu_o I_1}{\pi r}$.

Β. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου σε ένα σημείο που απέχει απόσταση r από τον κοινό άξονα των δύο αγωγών και βρίσκεται εξωτερικά των δύο αγωγών είναι:

α. $B = \frac{\mu_o (I_1 - I_2)}{2\pi r}$. **β.** $B = \frac{\mu_o (I_1 + I_2)}{2\pi r}$.

γ. $B = \frac{\mu_o (I_1 - I_2)}{\pi r}$.

36. Δύο παράλληλα κυλινδρικά αγώγιμα σύρματα ακτίνας R το καθένα διαρρέονται από ομόρροπα ρεύματα τα οποία κατανέμονται ομοιόμορφα στην επιφάνεια κάθε εγκάρσιας διατομής τού κάθε σύρματος. Οι άξονες συμμετρίας των δύο συρμάτων απέχουν μεταξύ τους απόσταση ίση με 3R, όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα.



Α. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του δεξιού ρευματοφόρου σύρματος είναι:

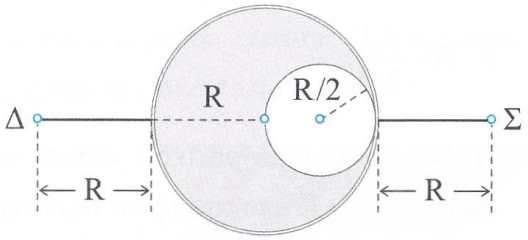
α. $B = \frac{\mu_o I}{6\pi R}$. **β.** $B = \frac{\mu_o I}{2\pi R}$.

γ. $B = \frac{\mu_o I}{3\pi R}$.

Β. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο μέσον της απόστασης μεταξύ των δύο ρευματοφόρων συρμάτων είναι:

α. 0. **β.** $B = \frac{\mu_o I}{2\pi R}$. **γ.** $B = \frac{\mu_o I}{3\pi R}$.

37. Κυλινδρικός αγωγός ακτίνας R διαρρέεται από ρεύμα έντασης I το οποίο κατανέμεται ομοιόμορφα σε κάθε εγκάρσια διατομή του αγωγού. Στο εσωτερικό του αγωγού βρίσκεται κοιλότητα κυλινδρικού σχήματος και ακτίνας R/2. Ο άξονας του αγωγού βρίσκεται στην επιφάνεια της κοιλότητας και είναι παράλληλος με τον άξονά της, όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα.



Α. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ο αγωγός σε σημείο Σ το οποίο βρίσκεται στο επίπεδο που ορίζουν οι άξονες του αγωγού και της κοιλότητας και απέχει από αυτούς αποστάσεις 2R και 3R/2 αντίστοιχα είναι:

α. $B_\Sigma = \frac{\mu_o I}{9\pi R}$. β. $B_\Sigma = \frac{2\mu_o I}{9\pi R}$.

γ. $B_\Sigma = \frac{2\mu_o I}{7\pi R}$.

Β. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ο αγωγός σε σημείο Δ το οποίο βρίσκεται στο επίπεδο που ορίζουν οι άξονες του αγωγού και της κοιλότητας και απέχει από αυτούς αποστάσεις 2R και 5R/2 αντίστοιχα είναι:

α. $B_\Delta = \frac{2\mu_o I}{15\pi R}$. β. $B_\Delta = \frac{2\mu_o I}{9\pi R}$.

γ. $B_\Delta = \frac{4\mu_o I}{15\pi R}$.

38. Στα άκρα ενός συμπαγούς αγωγού κυλινδρικού σχήματος με ακτίνα R και μήκος L εφαρμόζεται διαφορά δυναμικού V. Το ρεύμα που διαρρέει τον αγωγό έχει σταθερή κατανομή στην επιφάνεια κάθε εγκάρσιας διατομής του αγωγού και (συνολική) ένταση I.

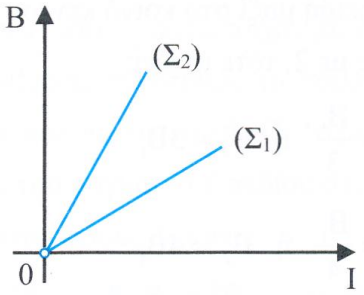
Σε ένα σημείο Σ που απέχει από τον άξονα του αγωγού απόσταση 2R δημιουργείται ένταση μαγνητικού πεδίου με μέτρο B. Από τον αγωγό αφαιρούμε ένα κυλινδρικό τμήμα του με ακτίνα R/2, μήκος L και άξονα που συμπίπτει με τον άξονα του συμπαγούς αγωγού. Εφαρμόζοντας στα άκρα του κοίλου πλέον αγωγού διαφορά δυναμικού V, η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο σημείο Σ είναι B′.

Ο λόγος των εντάσεων $\frac{B}{B'}$ είναι:

α. $\frac{B}{B'} = \frac{5}{4}$. β. $\frac{B}{B'} = \frac{2}{3}$. γ. $\frac{B}{B'} = \frac{4}{3}$.

Εφαρμογές του νόμου Ampère

39. Δύο σωληνοειδή Σ_1 και Σ_2 έχουν πλήθος σπειρών ανά μονάδα μήκους n_1 και n_2 αντίστοιχα. Το μέτρο B της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται στο κέντρο κάθε σωληνοειδούς σε συνάρτηση με την ένταση I του ρεύματος που το διαρρέει απεικονίζεται στο διάγραμμα του ακόλουθου σχήματος.



Ισχύει η σχέση:

α. $n_1 = n_2$. β. $n_1 > n_2$. γ. $n_1 < n_2$.

40. Δύο ομοαξονικά σωληνοειδή (1) και (2) έχουν πλήθος σπειρών ανά μονάδα μήκους n_1 και n_2 και διαρρέονται από ρεύματα έντασης I_1 και I_2 αντίστοιχα. Εάν το σωληνοειδές (1) βρίσκεται εντός του σωληνοειδούς (2) και το μέτρο της συνισταμένης έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από τα δύο σωληνοειδή μαζί στο κοινό κέντρο τους Κ ισούται με μηδέν, ισχύει η σχέση:

α. $\frac{I_1}{I_2}=\frac{n_1}{n_2}$. β. $\frac{I_1}{I_2}=\frac{n_2}{n_1}$. γ. $\frac{I_1}{I_2}=\frac{n_1^2}{n_2^2}$.

41. Στο κέντρο ρευματοφόρων σωληνοειδών (1) και (2) το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου είναι B_1 και B_2 αντίστοιχα. Το σωληνοειδές (2) τοποθετείται εντός του σωληνοειδούς (1), ώστε να συμπίπτουν οι άξονες και τα κέντρα των δύο σωληνοειδών. Εάν ο λόγος του μέτρου της μέγιστης συνισταμένης έντασης προς το μέτρο της ελάχιστης συνισταμένης έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν τα δύο σωληνοειδή μαζί στο κοινό κέντρο τους είναι ίσος με 2, τότε ισχύει:

α. $B_2=\frac{B_1}{3}$ ή $B_2=3B_1$.

β. $B_2=\frac{B_1}{4}$ ή $B_2=4B_1$.

γ. $B_2=\frac{B_1}{2}$ ή $B_2=2B_1$.

42. Ρευματοφόρο σωληνοειδές βρίσκεται εντός ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης μέτρου B_0 και οριζόντιας διεύθυνσης. Τοποθετώντας κατάλληλα το σωληνοειδές, επιτυγχάνεται μηδενισμός της συνισταμένης έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από το ομογενές μαγνητικό πεδίο και το ρευματοφόρο σωληνοειδές στο κέντρο Κ του τελευταίου. Εάν το σωληνοειδές τοποθετηθεί με τον άξονά του κατακόρυφο, το μέτρο της συνισταμένης έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο Κ του σωληνοειδούς γίνεται:

α. $2B_0$. β. $\sqrt{3}B_0$. γ. $\sqrt{2}B_0$.

43. Κυκλικό πλαίσιο αποτελείται από Ν σπείρες, ακτίνας r η καθεμιά, και διαρρέεται από ρεύμα έντασης Ι. Σωληνοειδές μήκους ℓ αποτελείται από Ν΄ σπείρες και διαρρέεται από ρεύμα έντασης Ι΄. Το σωληνοειδές τοποθετείται κάθετα στο επίπεδο του κυκλικού πλαισίου, εσωτερικά του τελευταίου και με τέτοιον τρόπο, ώστε οι δύο αγωγοί (σωληνοειδές και κυκλικό πλαίσιο) να έχουν κοινό άξονα και κοινό κέντρο. Η συνισταμένη ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν οι δύο αγωγοί στο κοινό κέντρο τους Κ ισούται με μηδέν.
Εάν η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το σωληνοειδές διπλασιαστεί, προκειμένου να μην παρατηρηθεί μεταβολή στη συνισταμένη ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κοινό κέντρο Κ των δύο αγωγών, θα πρέπει στο πλαίσιο να προστεθούν, όμοιες με τις υπάρχουσες:

α. Ν/2 σπείρες. β. Ν σπείρες.
γ. 2Ν σπείρες.

44. Δύο ομοαξονικά με ίδια περιέλιξη σωληνοειδή (1) και (2) και αριθμό σπειρών ανά μονάδα μήκους n_1 και n_2 αντίστοιχα, με $n_2 = 1{,}5n_1$, έχουν κοινό κέντρο Κ και είναι τυλιγμένα το ένα γύρω από το άλλο. Τα σωληνοειδή (1) και (2) διαρρέονται από ομόρ-

ροπα ρεύματα έντασης I_1 και I_2 αντίστοιχα. Το μέτρο της συνισταμένης έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου στο σημείο Κ είναι $B = 2{,}5\mu_o I_1 n_1$, όπου μ_o η μαγνητική διαπερατότητα του κενού.

Α. Για τις εντάσεις των ρευμάτων που διαρρέουν τα σωληνοειδή (1) και (2) ισχύει η σχέση:

α. $I_1 = I_2$. **β.** $I_1 = 2I_2$. **γ.** $I_2 = 2I_1$.

Β. Εάν η φορά του ρεύματος στο σωληνοειδές (1) αντιστραφεί, τότε το ποσοστό μεταβολής του μέτρου της συνισταμένης έντασης του μαγνητικού πεδίου στο σημείο Κ είναι:

α. –40%. **β.** –75%. **γ.** –80%.

45. Δύο ομοαξονικά σωληνοειδή (1) και (2) μεγάλου μήκους έχουν προκύψει με αντίθετη περιέλιξη του σύρματος. Τα σωληνοειδή συνδέονται μεταξύ τους σε σειρά, ώστε το δεξιό άκρο του σωληνοειδούς (1) να συμπίπτει με το αριστερό άκρο του σωληνοειδούς (2). Το πλήθος των σπειρών ανά μονάδα μήκους των σωληνοειδών (1) και (2) είναι n_1 και n_2 αντίστοιχα. Η διάταξη των δύο σωληνοειδών συνδέεται με πηγή συνεχούς ρεύματος.

Εάν το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που οφείλεται στο ρευματοφόρο σωληνοειδές (1) στο κέντρο του είναι B_1 και το μέτρο της συνισταμένης έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από τα δύο σωληνοειδή μαζί στο κοινό άκρο τους είναι $(3/2)B_1$, ισχύει η σχέση:

α. $\frac{n_2}{n_1} = 2$. **β.** $\frac{n_2}{n_1} = 4$. **γ.** $\frac{n_2}{n_1} = 3$.

46. Σωληνοειδές Σ μήκους ℓ εμφανίζει ωμική αντίσταση R και συνδέεται με ιδανική ηλεκτρική πηγή Π. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από το ρευματοφόρο σωληνοειδές στο κέντρο του είναι Β. Απομακρύνουμε το σωληνοειδές Σ από το κύκλωμα και το κόβουμε σε δύο τμήματα, ώστε να δημιουργηθούν δύο νέα σωληνοειδή Σ_1 και Σ_2 με μήκη ℓ_1 και ℓ_2 αντίστοιχα, με $\ell_2 = 2\ell_1$. Στη συνέχεια, συνδέουμε το σωληνοειδές Σ_1 στους πόλους της πηγής Π. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του σωληνοειδούς Σ_1 είναι:

α. $B_1 = 2B$. **β.** $B_1 = 3B$. **γ.** $B_1 = 4B$.

47. Δύο σωληνοειδή Σ_1 και Σ_2 έχουν κατασκευαστεί από το ίδιο ομογενές και ισοπαχές σύρμα. Τα σωληνοειδή, τα οποία έχουν τον ίδιο αριθμό σπειρών και το ίδιο μήκος, είναι συνδεδεμένα το καθένα ξεχωριστά με ιδανικές πηγές οι οποίες έχουν ίσες ηλεκτρεγερτικές δυνάμεις. Η ακτίνα κάθε σπείρας του σωληνοειδούς Σ_2 είναι διπλάσια από την ακτίνα κάθε σπείρας του σωληνοειδούς Σ_1.

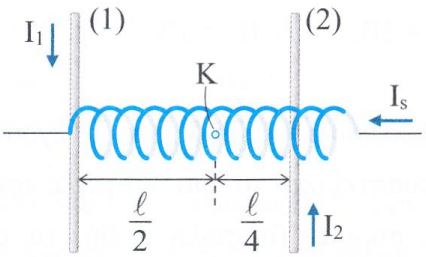
Εάν το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του σωληνοειδούς Σ_1

είναι B_1, το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του σωληνοειδούς Σ_2 θα είναι:

α. $B_2 = 0{,}5B_1$. **β.** $B_2 = 0{,}25B$.

γ. $B_2 = 2B$.

48. Σωληνοειδές έχει N = (1000/π) σπείρες, μήκος ℓ και διαρρέεται από ρεύμα έντασης I_s. Δύο κατακόρυφοι, λεπτοί ευθύγραμμοι αγωγοί (1) και (2) τέμνουν κάθετα τον οριζόντιο άξονα του σωληνοειδούς και διαρρέονται από ρεύματα έντασης I_1 και I_2 αντίστοιχα, με $I_2 = 0{,}5I_1$. Τα σημεία τομής των δύο ευθύγραμμων αγωγών με τον άξονα του σωληνοειδούς καθώς και η φορά των ρευμάτων που διαρρέουν τους δύο ευθύγραμμους αγωγούς και το σωληνοειδές απεικονίζονται στο ακόλουθο σχήμα.



Εάν το μέτρο της συνισταμένης έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από το σωληνοειδές και τους δύο ευθύγραμμους αγωγούς στο κέντρο K του σωληνοειδούς είναι $B = 1000\sqrt{2}\,\frac{\mu_o}{\pi}\frac{I_s}{\ell}$, οι εντάσεις των ρευμάτων που διαρρέουν τον ευθύγραμμο αγωγό (1) και το σωληνοειδές ικανοποιούν τη σχέση:

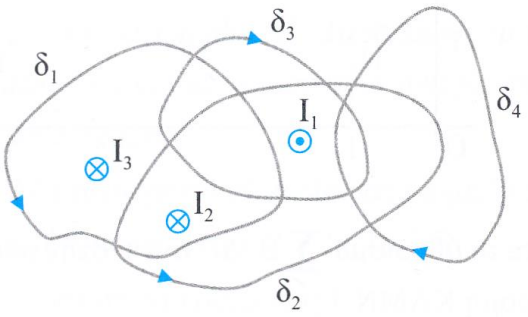
α. $\frac{I_1}{I_s} = 1000$. **β.** $\frac{I_1}{I_s} = 100\sqrt{2}$.

γ. $\frac{I_1}{I_s} = 500$.

Ασκήσεις προς λύση

Ο νόμος του Ampère

49. Τρεις ρευματοφόροι αγωγοί α_1, α_2 και α_3 διαρρέονται από ρεύματα εντάσεων $I_1 = 2$ A, $I_2 = 9$ A και $I_3 = 7$ A αντίστοιχα, όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα. Γύρω από τους αγωγούς δημιουργείται μαγνητικό πεδίο.



Να υπολογίσετε το άθροισμα $\sum B \cdot \Delta\ell \cdot \text{συνθ}$:

α. Στη διαδρομή δ_1.

β. Στη διαδρομή δ_2.

γ. Στη διαδρομή δ_3.

δ. Στη διαδρομή δ_4.

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

50. Από το κέντρο μιας κλειστής τετράγωνης διαδρομής διέρχεται ευθύγραμμος αγωγός ο οποίος διαρρέεται από ρεύμα έντασης I = 0,5 A. Ο αγωγός είναι κάθετος στην επιφάνεια που περιβάλλει η κλειστή διαδρομή. Να υπολογίσετε:

α. Το άθροισμα $\sum B \cdot \Delta\ell \cdot \text{συνθ}$, όπου B το μέτρο της έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου στη θέση των στοιχειωδών τμημάτων μήκους $\Delta\ell$ της κλειστής διαδρομής και θ η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ κάθε στοιχειώδους τμήματος $\Delta\ell$ και του διανύσματος της έντασης $\vec{B}$.

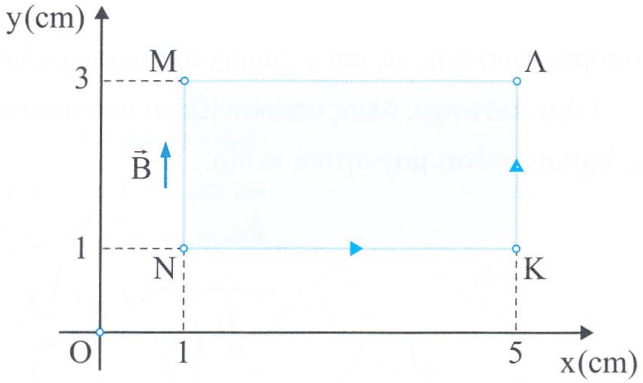
β. Το άθροισμα $\sum B \cdot \Delta\ell \cdot \text{συνθ}$ σε μία πλευρά της τετράγωνης διαδρομής.

Αντιστρέφουμε τη φορά του ρεύματος στον αγωγό.

γ. Να υπολογίσετε το άθροισμα $\sum B \cdot \Delta\ell \cdot \text{συνθ}$ στην τετράγωνη διαδρομή μετά την αντιστροφή της φοράς του ρεύματος στον αγωγό.

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

51. Η ένταση $\vec{B}$ ενός ομογενούς μαγνητικού πεδίου έχει μέτρο 1 T και κατευθύνεται προς τη θετική φορά του άξονα y΄y ενός ορθογώνιου συστήματος αξόνων xOy, όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα.

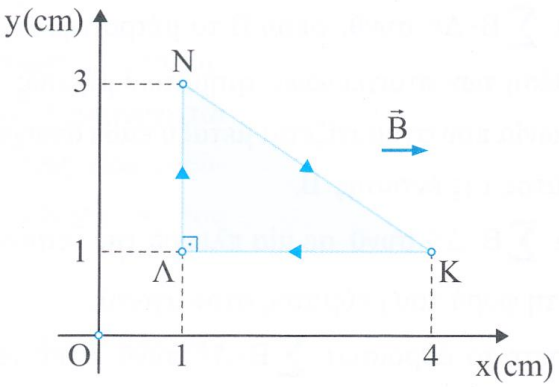


α. Να υπολογίσετε το άθροισμα $\sum B \cdot \Delta\ell \cdot \text{συνθ}$ στην πλευρά ΚΛ της κλειστής ορθογώνιας διαδρομή ΚΛΜΝ.

β. Να υπολογίσετε το άθροισμα $\sum B \cdot \Delta\ell \cdot \text{συνθ}$ στην κλειστή ορθογώνια διαδρομή ΚΛΜΝ.

γ. Να υπολογίσετε το αλγεβρικό άθροισμα των ρευμάτων $I_{\varepsilon\gamma\kappa}$ τα οποία διέρχονται από την κλειστή ορθογώνια διαδρομή ΚΛΜΝ.

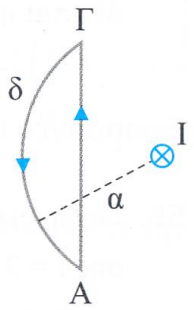
52. Οι δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης $\vec{B}$ με μέτρο 2 mT είναι παράλληλες με τον άξονα x΄x ενός ορθογώνιου συστήματος αξόνων xOy, όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα.



α. Να υπολογίσετε το άθροισμα $\sum B \cdot \Delta\ell \cdot \text{συν}\theta$ στην κλειστή τριγωνική διαδρομή ΚΛΝ $\left(\hat{\Lambda} = 90°\right)$.

β. Να υπολογίσετε το αλγεβρικό άθροισμα των ρευμάτων $I_{εγκ}$ τα οποία διέρχονται από την κλειστή τριγωνική διαδρομή ΚΛΝ.

53. Ευθύγραμμος κατακόρυφος αγωγός διαρρέεται από ρεύμα έντασης Ι. Μια κλειστή οριζόντια διαδρομή (δ) αποτελείται από τμήμα κύκλου ακτίνας α = 1 cm και χορδή ΑΓ. Το κυκλικό τμήμα της διαδρομής έχει μήκος s = 2 cm με κέντρο στον αγωγό, όπως απεικονίζεται στο διπλανό σχήμα.



Το μέτρο της έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου στα σημεία του κυκλικού τμήματος της διαδρομής είναι $B = 2\pi \cdot 10^{-5}$ T.

α. Να υπολογίσετε την ένταση του ρεύματος Ι.

β. Για τη χορδή ΑΓ να υπολογίσετε το άθροισμα των γινομένων $\sum B \cdot \Delta\ell \cdot \text{συν}\theta$, όπου Β το μέτρο της έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου στη θέση των στοιχειωδών τμημάτων μήκους $\Delta\ell$ της χορδής ΑΓ και θ η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ κάθε στοιχειώδους τμήματος $\Delta\ell$ και του διανύσματος της έντασης $\vec{B}$.

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

54. Κυλινδρικός αγωγός ακτίνας R = 1 cm διαρρέεται από ρεύμα έντασης I = 1 A το οποίο ισοκατανέμεται σε κάθε εγκάρσια διατομή του αγωγού.

α. Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ο αγωγός σε ένα σημείο Σ που απέχει από τον άξονα του αγωγού απόσταση $r_1 = 0{,}5$ cm.

Σε ένα σημείο Z το οποίο βρίσκεται εξωτερικά του αγωγού το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου είναι ίσο με το αντίστοιχο μέτρο του μαγνητικού πεδίου στο σημείο Σ.

β. Να υπολογίσετε την απόσταση r_2 του σημείου Z από τον άξονα του αγωγού.

γ. Να σχεδιάσετε σε σύστημα βαθμολογημένων αξόνων τη γραφική παράσταση του μέτρου της έντασης του μαγνητικού πεδίου σε συνάρτηση με την απόσταση

r από τον άξονα του αγωγού τόσο για σημεία εντός όσο και για σημεία εκτός του αγωγού.

δ. Εάν από τον αγωγό αφαιρέσουμε κυλινδρικό τμήμα ακτίνας ρ = 0,5 cm του οποίου ο άξονας συμπίπτει με αυτόν του αγωγού, να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται στο σημείο Σ από τον εναπομείναντα ρευματοφόρο αγωγό.

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

Εφαρμογές του νόμου Ampère

55. Σωληνοειδές μεγάλου μήκους έχει N = 1000 σπείρες και διαρρέεται από ρεύμα έντασης I = 2 A. Το μέτρο της έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του σωληνοειδούς είναι $2\pi \cdot 10^{-3}$ T.

α. Να υπολογίσετε το μήκος του σωληνοειδούς.

Επιμηκύνουμε το σωληνοειδές, ώστε το μήκος του να διπλασιαστεί, και το τροφοδοτούμε με ρεύμα διπλάσιας έντασης σχετικά με την ένταση του ρεύματος που αρχικά το διέρρεε.

β. Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης $\vec{B}_1$ του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του σωληνοειδούς.

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

56. Σωληνοειδές έχει N = 100 σπείρες και μήκος ℓ = 10 cm. Στα άκρα του σωληνοειδούς εφαρμόζεται τάση V = 40 V. Το μέτρο της έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του σωληνοειδούς είναι $1,6\pi \cdot 10^{-3}$ T. Να υπολογίσετε:

α. Την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το σωληνοειδές.

β. Την ωμική αντίσταση του σωληνοειδούς.

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

57. Με εύκαμπτο σύρμα μήκους L = 12π m κατασκευάζουμε σωληνοειδές μήκους ℓ = 20 cm. Η ακτίνα κάθε σπείρας του σωληνοειδούς είναι α = 3 cm. Συνδέουμε τα άκρα του σωληνοειδούς με ηλεκτρική πηγή, με συνέπεια το σωληνοειδές να διαρρέεται από ρεύμα έντασης I = 15 A. Να υπολογίσετε:

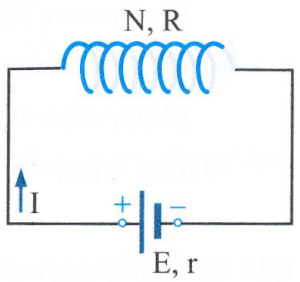
α. Τον αριθμό των σπειρών του σωληνοειδούς.

β. Το μέτρο της έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του σωληνοειδούς.

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

58. Το σωληνοειδές που απεικονίζεται στο διπλανό σχήμα έχει μήκος $\ell = 50$ cm, N = 1000 σπείρες και είναι κατασκευασμένο από χάλκινο σύρμα μήκους L = 500 m και εμβαδού διατομής $S = 2\ mm^2$.

Συνδέουμε τα άκρα του σωληνοειδούς με ηλεκτρική πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης E = 30 V και εσωτερικής αντίστασης r = 1,75 Ω.



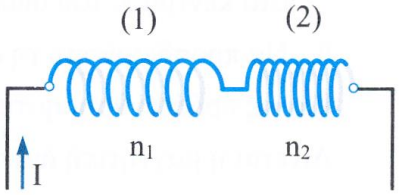
α. Εάν η ειδική αντίσταση του χαλκού είναι $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8}\ \Omega \cdot m$, να υπολογίσετε την ωμική αντίσταση R του σωληνοειδούς.

β. Να σχεδιάσετε το διάνυσμα της έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του σωληνοειδούς και να υπολογίσετε το μέτρο του.

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

60

59. Δύο σωληνοειδή (1) και (2) μεγάλου μήκους με αριθμό σπειρών ανά μονάδα μήκους $n_1 = 20$ σπείρες/cm και $n_2 = 10$ σπείρες/cm αντίστοιχα συνδέονται με τέτοιον τρόπο, ώστε να αποτελούν ένα σωληνοειδές, όπως απεικονίζεται στο διπλανό σχήμα.



Τα σωληνοειδή τροφοδοτούνται με ρεύμα έντασης I = 10 A. Να υπολογίσετε:

α. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο κάθε σωληνοειδούς.

β. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο σημείο σύνδεσης των δύο σωληνοειδών.

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

60. Δύο σωληνοειδή Σ_1 και Σ_2 με αριθμό σπειρών ανά μονάδα μήκους $n_1 = 200$ σπείρες/m και $n_2 = 400$ σπείρες/m αντίστοιχα έχουν κοινό άξονα και κοινό κέντρο. Το σωληνοειδές Σ_1 διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I_1 = 5$ A, ενώ το σωληνοειδές Σ_2, το οποίο περιβάλλει το σωληνοειδές Σ_1, διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I_2 = 10$ A.

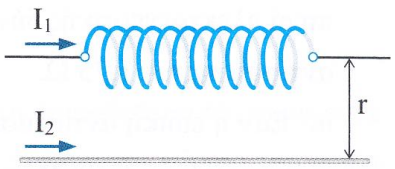
Να υπολογίσετε το μέτρο της συνισταμένης έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από τα δύο σωληνοειδή στο κοινό κέντρο τους Κ:

α. Όταν τα ρεύματα που διαρρέουν τα δύο σωληνοειδή είναι μεταξύ τους ομόρροπα (διαρρέουν τις σπείρες των σωληνοειδών με την ίδια φορά).

β. Όταν τα ρεύματα που διαρρέουν τα δύο σωληνοειδή είναι μεταξύ τους αντίρροπα (διαρρέουν τις σπείρες των σωληνοειδών με αντίθετη φορά).

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

61. Το σωληνοειδές του διπλανού σχήματος έχει N = 100 σπείρες, μήκος $\ell = 50$ cm και διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I_1 = 0{,}5$ A.



Παράλληλα προς τον άξονα του σωληνοειδούς και σε απόσταση r = 2 cm από αυτόν τοποθετείται ευθύγραμμος αγωγός μεγάλου μήκους, ο οποίος διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I_2 = 3\pi$ A.

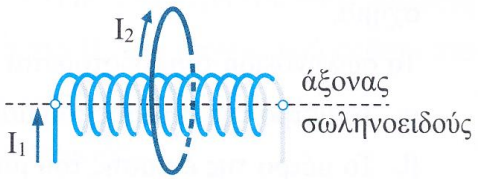
α. Να υπολογίσετε το μέτρο της συνισταμένης έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από το σωληνοειδές και τον ρευματοφόρο ευθύγραμμο αγωγό στο κέντρο Κ του σωληνοειδούς.

β. Να προσδιορίσετε τη διεύθυνση της συνισταμένης έντασης $\vec{B}$.

Για τις πράξεις θεωρήστε: $\varepsilon\varphi 37^o = 3/4$.

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

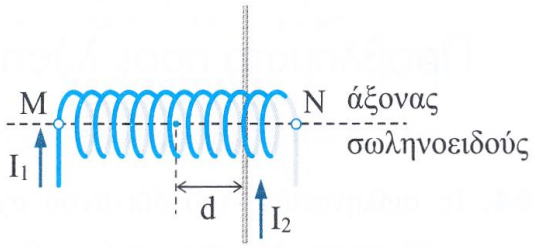
62. Σωληνοειδές έχει n = 500 σπείρες/m και διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I_1 = 1$ A. Ο άξονας του σωληνοειδούς είναι οριζόντιος, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα.



Κυκλικός αγωγός ακτίνας r = 20 cm αποτελούμενος από N = 5 σπείρες περιβάλλει το σωληνοειδές. Το επίπεδο του κυκλικού αγωγού είναι κάθετο στον άξονα του σωληνοειδούς και το κέντρο του ταυτίζεται με το κέντρο του σωληνοειδούς. Η συνισταμένη ένταση $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν το σωληνοειδές και ο κυκλικός αγωγός στο κέντρο Κ του κυκλικού αγωγού έχει μέτρο $0{,}5\pi \cdot 10^{-4}$ T, φορέα τον άξονα του σωληνοειδούς και φορά προς τα δεξιά. Να υπολογίσετε την ένταση I_2 του ρεύματος που διαρρέει τον κυκλικό αγωγό.

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

63. Σωληνοειδές έχει N = 100 σπείρες, μήκος ℓ = 1 m και διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I_1 = (0{,}2/\pi)$ A. Ευθύγραμμος αγωγός μεγάλου μήκους τέμνει κάθετα τον άξονα του σωληνοειδούς, απέχει από το κέντρο του σωληνοειδούς απόσταση d = 25 cm, όπως απεικονίζεται στο διπλανό σχήμα και διαρρέεται από ρεύμα έντασης I_2 = 15 A.



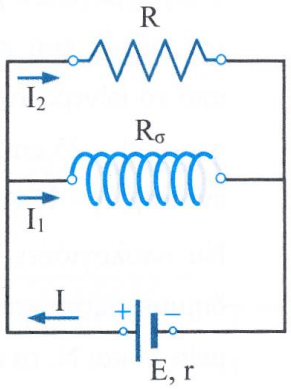
Να υπολογίσετε το μέτρο της συνισταμένης έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από το σωληνοειδές και τον ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό στα σημεία Μ και Ν, τα οποία βρίσκονται επάνω στον άξονα του σωληνοειδούς, στο αριστερό και δεξιό άκρο του αντίστοιχα.

Για τις πράξεις θεωρήστε: $\sqrt{10} = \pi$.

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

Προβλήματα προς λύση

64. Το σωληνοειδές του διπλανού σχήματος έχει μήκος $\ell = 0{,}4$ m και N = 500 σπείρες, διαμέτρου $\Delta = 10$ cm η καθεμία.



Το σύρμα από το οποίο είναι κατασκευασμένο το σωληνοειδές έχει διάμετρο δ = 1 mm, ενώ η ειδική αντίσταση του υλικού του σύρματος είναι $\rho = 1{,}8 \cdot 10^{-8}\ \Omega \cdot \text{m}$. Παράλληλα στο σωληνοειδές συνδέεται αντιστάτης αντίστασης R = 3,6 Ω και ηλεκτρική πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης E = 40 V και εσωτερικής αντίστασης r = 0,2 Ω. Να υπολογίσετε:

α. Την ισοδύναμη αντίσταση του εξωτερικού κυκλώματος.

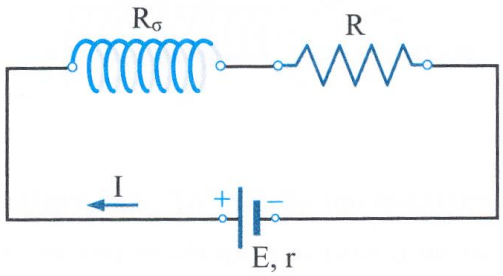
β. Την ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή.

γ. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του σωληνοειδούς.

δ. Πόσο τοις εκατό (%) μεταβάλλεται το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του σωληνοειδούς, εάν αντικαταστήσουμε την ηλεκτρική πηγή με άλλη πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης E΄ = 18 V και μηδενικής εσωτερικής αντίστασης;

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

65. Το κύκλωμα του διπλανού σχήματος αποτελείται από ηλεκτρική πηγή με ηλεκτρεγερτική δύναμη E = 10 V και εσωτερική αντίσταση r = 2 Ω, αντιστάτη αντίστασης R = 12 Ω και σωληνοειδές το οποίο έχει αντίσταση $R_σ$ = 6 Ω, μήκος $\ell = 0{,}4$ m και N = 400 σπείρες.



Α. Να υπολογίσετε:

α. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του σωληνοειδούς.

β. Την ισχύ που καταναλώνει το σωληνοειδές.

Β. Κόβουμε το σωληνοειδές στη μέση και τοποθετούμε το ένα τμήμα του στη θέση του αρχικού. Να υπολογίσετε:

α. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του σωληνοειδούς του νέου κυκλώματος.

β. Το ηλεκτρικό φορτίο που διέρχεται από μία διατομή του κυκλώματος σε χρόνο $\Delta t = 17$ s.

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

66. Μεταλλικό σύρμα μήκους $L = 20\pi$ m και αντίστασης $R_\sigma = 2\ \Omega$ έχει ακτίνα διατομής $\alpha = 0{,}4$ mm. Με το σύρμα αυτό κατασκευάζουμε σωληνοειδές Σ με N σπείρες ακτίνας $r_\sigma = 4$ cm η καθεμία. Οι σπείρες του σωληνοειδούς εφάπτονται μη αγώγιμα μεταξύ τους. Παράλληλα με το σωληνοειδές συνδέουμε αντιστάτη αντίστασης $R_1 = 3\ \Omega$ και το σύστημά τους τροφοδοτείται με ηλεκτρικό ρεύμα από ηλεκτρική πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης $E = 10$ V και εσωτερικής αντίστασης $r = 0{,}8\ \Omega$.

α. Να προσδιορίσετε το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένο το σύρμα.

β. Να υπολογίσετε τον αριθμό N των σπειρών και το μήκος ℓ του σωληνοειδούς Σ.

γ. Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί το ρευματοφόρο σωληνοειδές Σ στο κέντρο του.

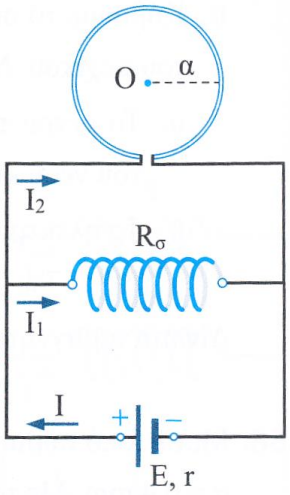
Απομακρύνουμε το σωληνοειδές Σ από το κύκλωμα, το κόβουμε σε δύο τμήματα, ώστε να δημιουργηθούν δύο νέα σωληνοειδή Σ_1 και Σ_2, και συνδέουμε το σωληνοειδές Σ_2 στη θέση που κατείχε το σωληνοειδές Σ στο κύκλωμα.

δ. Η ένταση $\vec{B}_2$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από το ρευματοφόρο σωληνοειδές Σ_2 στο κέντρο του είναι διαφορετική από την ένταση $\vec{B}$; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Δίνονται οι ειδικές αντιστάσεις του αργύρου, του χαλκού και του σιδήρου αντίστοιχα: $\rho_{Ag} = 1{,}6 \cdot 10^{-8}\ \Omega \cdot m$, $\rho_{Cu} = 1{,}7 \cdot 10^{-8}\ \Omega \cdot m$ και $\rho_{Fe} = 9{,}5 \cdot 10^{-8}\ \Omega \cdot m$.
Δίνεται η μαγνητική διαπερατότητα του κενού: $\mu_o = 4\pi \cdot 10^{-7}\ T \cdot m/A$.

67. Κυκλικός αγωγός ακτίνας $\alpha = (7{,}5/\pi)$ cm και αντίστασης ανά μονάδα μήκους $R^* = 1\ \Omega/cm$ συνδέεται παράλληλα με σωληνοειδές το οποίο έχει μήκος $\ell = 30$ cm και N = 100 σπείρες, διαμέτρου $\Delta = 6$ cm η καθεμία. Το σύρμα από το οποίο είναι κατασκευασμένο το σωληνοειδές έχει διάμετρο $\delta = 2$ mm και ειδική αντίσταση

$\rho = 5 \cdot 10^{-6}\ \Omega \cdot m$. Το σύστημα κυκλικός αγωγός – σωληνοειδές συνδέεται με ηλεκτρική πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης E = 33 V και εσωτερικής αντίστασης r = 1 Ω, όπως απεικονίζεται στο διπλανό σχήμα.



Να υπολογίσετε:

α. Την ισοδύναμη αντίσταση του εξωτερικού κυκλώματος.

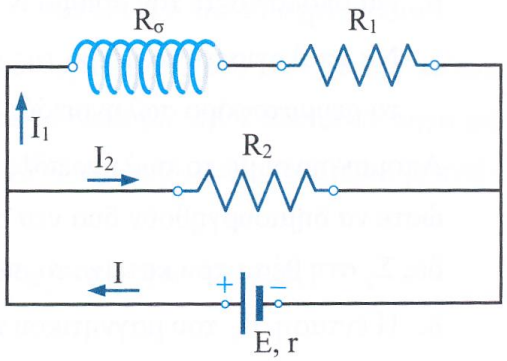
β. Το μέτρο της έντασης $\vec{B}_O$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ο ρευματοφόρος κυκλικός αγωγός στο κέντρο του.

γ. Το μέτρο της έντασης $\vec{B}'$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί το ρευματοφόρο σωληνοειδές κοντά στα άκρα του.

Για τις πράξεις θεωρήστε: $\pi^2 = 10$.

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

68. Σωληνοειδές μήκους $\ell = 10\pi$ cm και αντίστασης $R_\sigma = 12\ \Omega$ έχει N = 300 σπείρες και συνδέεται σε σειρά με αντιστάτη αντίστασης $R_1 = 8\ \Omega$. Παράλληλα με το σύστημα των δύο ηλεκτρικών στοιχείων συνδέουμε αντιστάτη αντίστασης $R_2 = 20\ \Omega$, όπως απεικονίζεται στο διπλανό σχήμα.



Τα άκρα της συνδεσμολογίας συνδέονται με τους πόλους ηλεκτρικής πηγής ηλεκτρεγερτικής δύναμης E = 24 V και εσωτερικής αντίστασης r = 2 Ω. Να υπολογίσετε:

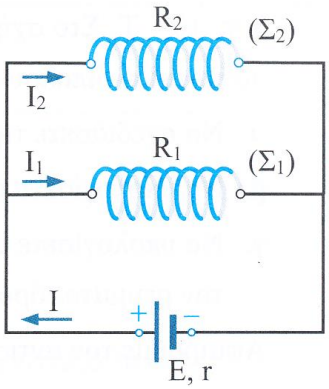
α. Την πολική τάση V_Π της πηγής.

β. Το μέτρο της έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί το ρευματοφόρο σωληνοειδές στο κέντρο του.

γ. Τη θερμότητα Q που απελευθερώνεται στο περιβάλλον από το εξωτερικό κύκλωμα σε χρόνο $\Delta t = 1$ h.

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

69. Σωληνοειδές Σ_1 με $n_1 = 500$ σπείρες/m συνδέεται παράλληλα με σωληνοειδές Σ_2 αντίστασης $R_2 = 40\ \Omega$, το οποίο έχει $n_2 = 1000$ σπείρες/m. Το σύστημα των δύο σωληνοειδών συνδέεται με ηλεκτρική πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης Ε και εσωτερικής αντίστασης $r = 0{,}5\ \Omega$, όπως απεικονίζεται στο διπλανό σχήμα.



Το μέτρο της έντασης $\vec{B}_1$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από το ρευματοφόρο σωληνοειδές Σ_1 στο κέντρο του είναι $40\pi \cdot 10^{-5}$ T. Η ηλεκτρική ισχύς που καταναλώνει το σωληνοειδές Σ_2 είναι $P_2 = 40$ W.

Να υπολογίσετε:

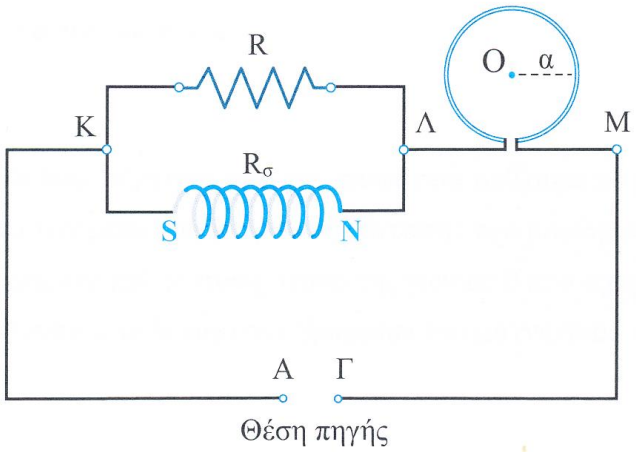
α. Το μέτρο της έντασης $\vec{B}_2'$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από το ρευματοφόρο σωληνοειδές Σ_2 στα άκρα του.

β. Την ωμική αντίσταση R_1 του σωληνοειδούς Σ_1.

γ. Την ηλεκτρεγερτική δύναμη Ε της πηγής.

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

70. Στο κύκλωμα του ακόλουθου σχήματος ο κυκλικός αγωγός έχει ωμική αντίσταση $R' = 7\ \Omega$ και ακτίνα $\alpha = 4$ cm, το σωληνοειδές έχει $n = 500$ σπείρες/m και αντίσταση $R_\sigma = 3\ \Omega$ και ο αντιστάτης έχει αντίσταση $R = 9\ \Omega$.



Θέση πηγής

Τροφοδοτούμε με ρεύμα το κύκλωμα συνδέοντας στα άκρα Α και Γ του συστήματος ιδανική ηλεκτρική πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης Ε. Η ένταση $\vec{B}'$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί το ρευματοφόρο σωληνοειδές κοντά στα άκρα του έχει μέτρο

$30\pi \cdot 10^{-5}$ T. Στο σχήμα δηλώνονται ο βόρειος πόλος (N) και ο νότιος πόλος (S) του μαγνητικού δίπολου με το οποίο ισοδυναμεί το μαγνητικό πεδίο του σωληνοειδούς.

α. Να σχεδιάσετε την ηλεκτρική πηγή τοποθετώντας σωστά τους πόλους της.

β. Να υπολογίσετε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει την ηλεκτρική πηγή.

γ. Να υπολογίσετε το μέτρο $\vec{B}_O$ της έντασης του μαγνητικού που δημιουργείται από τον ρευματοφόρο κυκλικό αγωγό στο κέντρο του Ο.

Αφαιρούμε τον αντιστάτη από το κύκλωμα.

δ. Να υπολογίσετε την επί τοις εκατό (%) μεταβολή του μέτρου της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ο ρευματοφόρος κυκλικός αγωγός στο κέντρο του Ο.

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

Ενότητα 4η Μαγνητική ροή

Α. Θέματα πολλαπλής επιλογής

*Για τα θέματα **1 - 14** να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της πρότασης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη φράση η οποία συμπληρώνει σωστά την ημιτελή πρόταση.*

1. Το φυσικό μέγεθος το οποίο εκφράζει το πλήθος των μαγνητικών γραμμών που διέρχονται από μια επιφάνεια ονομάζεται:

α. Ένταση μαγνητικού πεδίου.

β. Ένταση ηλεκτρικού πεδίου.

γ. Μαγνητική ροή.

δ. Πυκνότητα δυναμικών γραμμών.

2. Στο S.I., η μονάδα μέτρησης της μαγνητικής ροής είναι το:

α. 1 T. **β.** 1 Wb. **γ.** $1\,\frac{\text{Wb}}{\text{m}^2}$. **δ.** 1 A.

3. Το διάνυσμα $\vec{A}$ που προσανατολίζει μια επιφάνεια η οποία βρίσκεται εντός ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης $\vec{B}$ σχηματίζει γωνία θ με την κατεύθυνση των δυναμικών γραμμών του πεδίου. Η μαγνητική ροή Φ που διέρχεται από την επιφάνεια υπολογίζεται από τη σχέση:

α. $\Phi = BA\sigma\upsilon\nu\theta$. **β.** $\Phi = BA\eta\mu\theta$.

γ. $\Phi = BA\varepsilon\varphi\theta$. **δ.** $\Phi = \frac{BA}{\sigma\upsilon\nu\theta}$.

4. Η μονάδα μέτρησης της μαγνητικής ροής στο S.I. (1 Wb) ισούται με:

α. $1\,\frac{\text{T}}{\text{N}}$. **β.** $1\,\text{T}\cdot\text{s}$.

γ. $1\,\text{T}\cdot\text{m}^2$. **δ.** $1\,\frac{\text{T}}{\text{m}^2}$.

5. Η μαγνητική ροή που διέρχεται από μια επιφάνεια, η οποία βρίσκεται εντός ομογενούς μαγνητικού πεδίου, είναι ελάχιστη (κατ' απόλυτη τιμή), όταν η επιφάνεια τοποθετηθεί:

α. Κάθετα στις δυναμικές γραμμές του πεδίου.

β. Με τέτοιον τρόπο, ώστε να σχηματίζει γωνία 30° με την κατεύθυνση των δυναμικών γραμμών του πεδίου.

γ. Με τέτοιον τρόπο, ώστε να σχηματίζει γωνία 45° με την κατεύθυνση των δυναμικών γραμμών του πεδίου.

δ. Παράλληλα προς τις δυναμικές γραμμές του πεδίου.

6. Η μαγνητική ροή που διέρχεται από μια επιφάνεια είναι Φ. Εάν η ένταση του μαγνητικού πεδίου διπλασιαστεί, η μαγνητική ροή που διέρχεται από την επιφάνεια θα γίνει:

α. 2Φ. **β.** $\frac{\Phi}{2}$. **γ.** 4Φ. **δ.** $\frac{\Phi}{4}$.

7. Λεπτός κυκλικός δακτύλιος βρίσκεται κάθετα τοποθετημένος μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Η μαγνητική ροή που διέρχεται από τον δακτύλιο είναι 10 Wb. Εάν το επίπεδο του δακτυλίου στραφεί κατά γωνία 90° γύρω από μια διάμετρό του, η μεταβολή της μαγνητικής ροής που διέρχεται από τον δακτύλιο θα είναι:

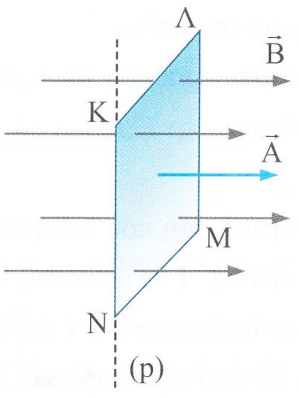
α. 20 Wb. **β.** 0.

γ. –5 Wb. **δ.** –10 Wb.

8. Η μαγνητική ροή που διέρχεται από μια επιφάνεια είναι Φ. Εάν η φορά των δυναμικών γραμμών του μαγνητικού πεδίου αντιστραφεί, η μαγνητική ροή που διέρχεται από την επιφάνεια θα γίνει:

α. $\frac{\Phi}{2}$. **β.** -2Φ. **γ.** 0. **δ.** $-\Phi$.

9. Το τετράγωνο πλαίσιο ΚΛΜΝ είναι κάθετα τοποθετημένο στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης $\vec{B}$, όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα.



Εάν το πλαίσιο στραφεί κατά γωνία $\theta = 60^\circ$ γύρω από άξονα (p), ο οποίος διέρχεται από την πλευρά ΚΝ του πλαισίου, η μαγνητική ροή που διέρχεται από το πλαίσιο, συγκριτικά με την αρχική τιμή της:

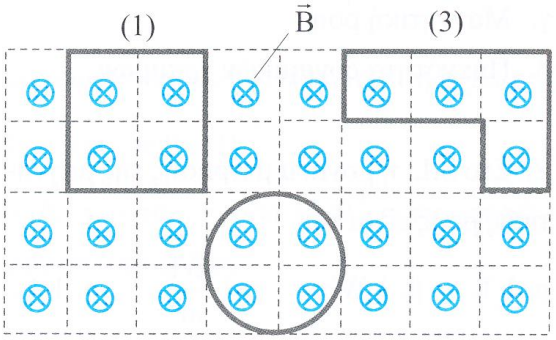
α. Θα υποδιπλασιαστεί.

β. Θα διπλασιαστεί.

γ. Θα μηδενιστεί.

δ. Δεν θα μεταβληθεί.

10. Τρεις επιφάνειες (1), (2) και (3) είναι κάθετα τοποθετημένες εντός ομογενούς μαγνητικού πεδίου, όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα.



Για τις μαγνητικές ροές Φ_1, Φ_2 και Φ_3 που διέρχονται από τις επιφάνειες (1), (2) και (3) αντίστοιχα ισχύει:

α. $\Phi_1 > \Phi_2 > \Phi_3$. **β.** $\Phi_2 > \Phi_1 = \Phi_2$.

γ. $\Phi_1 = \Phi_3 > \Phi_2$. **δ.** $\Phi_2 < \Phi_3 < \Phi_1$.

11. Οριζόντιο τετράγωνο πλαίσιο βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο. Εάν το πλαίσιο αρχίσει να στρέφεται επιταχυνόμενα γύρω από κατακόρυφο άξονα που διέρχεται από το κέντρο του, η μαγνητική ροή που διέρχεται από την επιφάνεια του πλαισίου:

α. Θα αυξάνεται διαρκώς έως μια χρονική στιγμή όπου θα γίνει άπειρη.

β. Δεν θα μεταβληθεί.

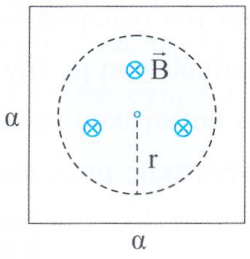
γ. Θα ελαττώνεται διαρκώς έως μια χρονική στιγμή όπου θα μηδενιστεί.

12. Σφαίρα ακτίνας r βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$. Η μαγνητική ροή που διέρχεται από την επιφάνεια της σφαίρας είναι:

α. $\Phi = B\pi r^2$. **β.** $\Phi = 0$.

γ. $\Phi = 4B\pi r^2$. **δ.** $\Phi = 2B\pi r^2$.

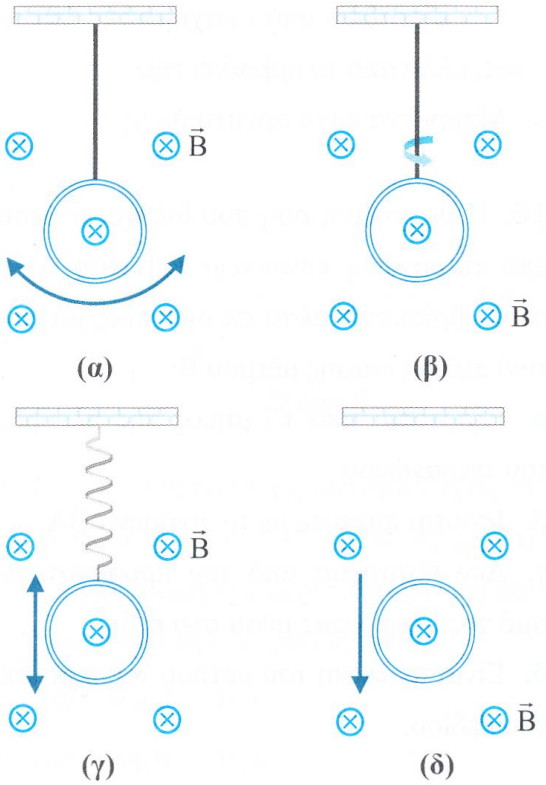
13. Οριζόντιο πλαίσιο σχήματος τετραγώνου πλευράς α περιβάλλει κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου Β. Οι δυναμικές γραμμές του πεδίου, στο επίπεδο του πλαισίου, διέρχονται από κυκλικό δίσκο ακτίνας r, όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα. Η μαγνητική ροή που διέρχεται από την επιφάνεια του πλαισίου είναι:



α. $\Phi = B\alpha^2$. **β.** $\Phi = B(\alpha^2 + \pi r^2)$.

γ. $\Phi = B\pi r^2$. **δ.** $\Phi = B(\alpha^2 - \pi r^2)$.

14. Δακτύλιος βρίσκεται εντός μεγάλης έκτασης ομογενούς μαγνητικού πεδίου εκτελώντας τις κινήσεις που απεικονίζονται στα ακόλουθα σχήματα.



Η μαγνητική ροή που διέρχεται από τον δακτύλιο μεταβάλλεται στην περίπτωση της κίνησης που απεικονίζεται στο:

α. Σχήμα α. **β.** Σχήμα β.

γ. Σχήμα γ. **δ.** Σχήμα δ.

Β. Θέματα του τύπου Σωστό/Λάθος

*Να χαρακτηρίσετε κάθε πρόταση από τα θέματα **15 - 16** με το γράμμα **Σ**, εάν είναι σωστή, ή με το γράμμα **Λ**, εάν είναι λανθασμένη.*

15. Η μαγνητική ροή που διέρχεται μέσα από μία επιφάνεια:

α. Είναι διανυσματικό μέγεθος.

β. Εκφράζει το πλήθος των μαγνητικών γραμμών που διέρχονται μέσα από αυτήν.

γ. Δεν εξαρτάται από το σχήμα της επιφάνειας, αλλά από το εμβαδόν της.

δ. Μπορεί να είναι αρνητική.

16. Η μαγνητική ροή που διέρχεται μέσα από τετράγωνη επιφάνεια εμβαδού Α, η οποία βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου Β:

α. Εξαρτάται από το μήκος της πλευράς του τετραγώνου.

β. Ισούται πάντοτε με το γινόμενο ΒΑ.

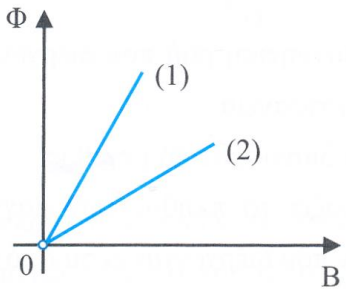
γ. Δεν εξαρτάται από τον προσανατολισμό της επιφάνειας μέσα στο πεδίο.

δ. Είναι ανάλογη του μέτρου της έντασης του πεδίου.

Γ. Θέματα πολλαπλής επιλογής με αιτιολόγηση

*Σε καθένα από τα θέματα **17 - 24** να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.*

17. Στο παρακάτω διάγραμμα απεικονίζεται η μαγνητική ροή Φ σε συνάρτηση με το μέτρο Β της έντασης μαγνητικού πεδίου για δύο επιφάνειες (1) και (2), οι οποίες είναι κάθετα τοποθετημένες στις δυναμικές γραμμές του πεδίου.



α. Η επιφάνεια (1) έχει μεγαλύτερο εμβαδόν από την επιφάνεια (2).

β. Η επιφάνεια (2) έχει μεγαλύτερο εμβαδόν από την επιφάνεια (1).

γ. Οι δύο επιφάνειες έχουν ίδιο εμβαδόν.

18. Το ομογενές μαγνητικό πεδίο στο εσωτερικό ρευματοφόρου σωληνοειδούς έχει ένταση $\vec{B}_0$. Το επίπεδο κάθε σπείρας του σωληνοειδούς είναι παράλληλο στις δυναμικές γραμμές δεύτερου ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης $\vec{B}'_0$, μέτρου $2B_0$. Η επιφάνεια που ορίζει κάθε σπείρα έχει εμβαδόν Α.

Α. Η μαγνητική ροή που διέρχεται από τη σπείρα του σωληνοειδούς που βρίσκεται στο μέσον του είναι:

α. $\Phi = B_0 A$. β. $\Phi = 2B_0 A$.

γ. $\Phi = 3B_0 A$.

Β. Στρέφουμε το σωληνοειδές κατά 90°, ώστε η ένταση $\vec{B}_0$ του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του σωληνοειδούς να αποκτήσει ίδια κατεύθυνση με την ένταση $\vec{B}'_0$ του δεύτερου μαγνητικού πεδίου. Η μεταβολή της μαγνητικής ροής που διέρχεται από τη μεσαία σπείρα του σωληνοειδούς είναι:

α. $\Delta\Phi = B_0 A$. β. $\Delta\Phi = 2B_0 A$.

γ. $\Delta\Phi = 3B_0 A$.

19. Συρμάτινο ισόπλευρο τρίγωνο πλευράς α βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$, κάθετα στις δυναμι-

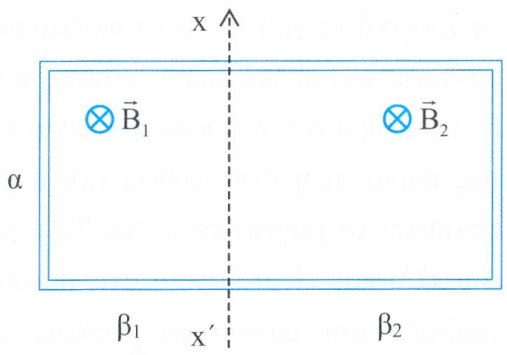
κές γραμμές του πεδίου. Μετασχηματίζουμε το συρμάτινο τρίγωνο σε κύκλο, το επίπεδο του οποίου είναι κάθετο στις μαγνητικές γραμμές. Η μεταβολή της μαγνητικής ροής που παρατηρείται κατά τον μετασχηματισμό του συρμάτινου τριγώνου σε κύκλο είναι:

α. $\Delta\Phi = \frac{B\alpha^2}{2}\left(\frac{9}{2\pi} - \sqrt{3}\right)$.

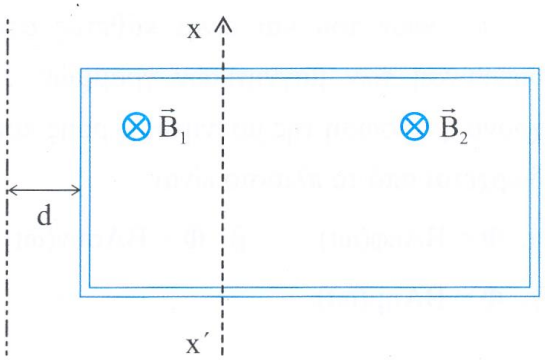
β. $\Delta\Phi = \frac{B\alpha^2}{4}\left(\frac{9}{\pi} - \sqrt{3}\right)$.

γ. $\Delta\Phi = \frac{B\alpha^2}{4}\left(\frac{9}{\pi} - \frac{\sqrt{3}}{2}\right)$.

20. Ορθογώνια επιφάνεια με πλευρές α και β, με β > α, βρίσκεται οριζόντια τοποθετημένη στις κατακόρυφες δυναμικές γραμμές δύο μαγνητικών πεδίων εντάσεων $\vec{B}_1$ και $\vec{B}_2$, όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα. Από το όριο των δύο μαγνητικών πεδίων διέρχεται οριζόντιος άξονας x΄x, ο οποίος τέμνει κάθετα τις πλευρές μήκους β, διαχωρίζοντάς τες σε τμήματα μήκους β_1 και β_2 (βλέπε σχήμα **α**).



Σχήμα **α**



Σχήμα **β**

Α. Εάν η επιφάνεια μετακινηθεί προς τα δεξιά κατά d, με d < β_1 (βλέπε σχήμα **β**), τότε η μεταβολή της μαγνητικής ροής που διέρχεται από την επιφάνεια είναι:

α. $\Delta\Phi = \alpha d(B_2 - B_1)$.

β. $\Delta\Phi = \beta d(B_2 + B_1)/2$.

γ. $\Delta\Phi = \alpha d(B_2 - B_1)/2$.

Β. Εάν αντιστραφεί η φορά των δυναμικών γραμμών του μαγνητικού πεδίου έντασης $\vec{B}_1$, τότε η μεταβολή της μαγνητικής ροής που διέρχεται από την επιφάνεια (κατά απόλυτη τιμή) είναι:

α. $|\Delta\Phi| = 0$. **β.** $|\Delta\Phi| = 2B_1\alpha\beta_1$.

γ. $|\Delta\Phi| = B_1\alpha\beta$.

21. Τετράγωνο πλαίσιο ΑΒΓΔ εμβαδού Α είναι παράλληλα τοποθετημένο στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης $\vec{B}$. Τη χρονική στιγμή t = 0 το πλαίσιο αρχίζει να στρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα $\vec{\omega}$ γύρω από άξονα που διέρχεται από τα μέσα των δύο απέναντι

ντι πλευρών του και είναι κάθετος στη διεύθυνση των μαγνητικών γραμμών. Η χρονική εξίσωση της μαγνητικής ροής που διέρχεται από το πλαίσιο είναι:

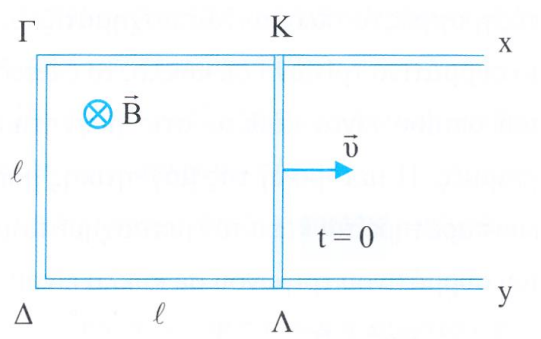
α. $\Phi = BA\varepsilon\varphi(\omega t)$. **β.** $\Phi = BA\sigma\upsilon\nu(\omega t)$.

γ. $\Phi = BA\eta\mu(\omega t)$.

22. Τετράγωνο πλαίσιο πλευράς α είναι κατασκευασμένο από χάλκινο σύρμα και το επίπεδο του είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου. Με το χάλκινο σύρμα του τετράγωνου πλαισίου κατασκευάζουμε άλλο τετράγωνο πλαίσιο αποτελούμενο από Ν σπείρες. Το νέο πλαίσιο τοποθετείται κάθετα στις δυναμικές γραμμές του πεδίου και παρατηρούμε ότι η (ολική) μαγνητική ροή που διέρχεται από τις σπείρες του υποτετραπλασιάζεται. Το πλήθος των σπειρών του πλαισίου είναι:

α. 8. **β.** 2. **γ.** 4.

23. Τα άκρα αγωγού ΚΛ μήκους ℓ εφάπτονται σε παράλληλους αγωγούς Γx και Δy. Τα άκρα Γ και Δ των δύο αγωγών συνδέονται μεταξύ τους με ακλόνητο αγωγό μήκους ℓ, κάθετο στους αγωγούς Γx και Δy. Η όλη διάταξη βρίσκεται εντός ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης $\vec{B}$, της οποίας η διεύθυνση είναι κάθετη στο επίπεδο που ορίζουν οι αγωγοί, όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα.

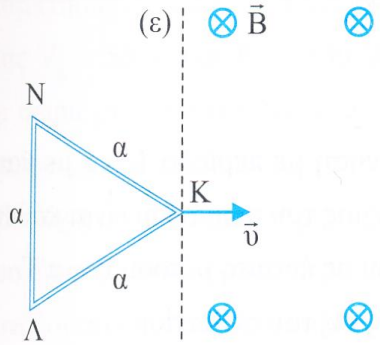


Τη χρονική στιγμή t = 0 η απόσταση που απέχουν μεταξύ τους οι αγωγοί ΓΔ και ΚΛ είναι ℓ και ο αγωγός ΚΛ αρχίζει να κινείται με σταθερή ταχύτητα $\vec{\upsilon}$, χωρίς τριβές, πάνω στους αγωγούς Γx και Δy μένοντας διαρκώς κάθετος, σε επαφή με αυτούς και απομακρυνόμενος από τον αγωγό ΓΔ. Η μαγνητική ροή που διέρχεται από το πλαίσιο ΚΛΔΓ μεταβάλλεται σε συνάρτηση με τον χρόνο σύμφωνα με τη σχέση:

α. $\Phi = B\ell\upsilon t$. **β.** $\Phi = B\ell\left(\ell + \frac{\upsilon}{2}t\right)$.

γ. $\Phi = B\ell(\ell + \upsilon t)$.

24. Συρμάτινο πλαίσιο ΚΛΝ σχήματος ισόπλευρου τριγώνου πλευράς α κινείται με σταθερή ταχύτητα μέτρου υ και αρχίζει τη χρονική στιγμή t = 0 να εισέρχεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου Β. Η πλευρά ΛΝ του πλαισίου είναι συνεχώς παράλληλη στην ευθεία (ε), η οποία οριοθετεί το μαγνητικό πεδίο. Το επίπεδο του πλαισίου είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου, όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα.



t = 0

Η χρονική εξίσωση της μαγνητικής ροής που διέρχεται από το πλαίσιο κατά τη φάση εισόδου του στο πεδίο δίνεται από τη σχέση:

α. $\Phi = \frac{\sqrt{3}}{3} B\upsilon^2 t^2, \quad 0 \le t \le \frac{\alpha\sqrt{3}}{2\upsilon}$.

β. $\Phi = \frac{\sqrt{3}}{3} B\upsilon^2 t^2, \quad 0 \le t \le \frac{\alpha}{2\upsilon}$.

γ. $\Phi = B\upsilon^2 t^2, \quad 0 \le t \le \frac{\alpha\sqrt{3}}{2\upsilon}$.

Ασκήσεις προς λύση

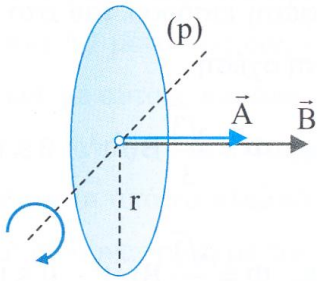
25. Φορτισμένο σωμάτιο εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση με περίοδο $T = 1\ \mu s$ και ταχύτητα $\vec{u}$, μέτρου $2\pi \cdot 10^5\ m/s$. Το επίπεδο της τροχιάς του σωματίου είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου με ένταση μέτρου $B = \pi\ T$.

α. Να υπολογίσετε την ακτίνα της κυκλικής τροχιάς του σωματίου.

β. Πόση είναι η μαγνητική ροή που διέρχεται από την επιφάνεια του κύκλου τον οποίο διαγράφει το σωμάτιο και οφείλεται στο ομογενές μαγνητικό πεδίο;

Δίνεται για τις πράξεις: $\pi^2 = 10$.

26. Το κατακόρυφο κυκλικό πλαίσιο του διπλανού σχήματος έχει ακτίνα $r = 20\ cm$ και βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$, μέτρου $1\ T$. Οι δυναμικές γραμμές του πεδίου είναι κάθετες στο επίπεδο του πλαισίου.



α. Να υπολογίσετε τη μαγνητική ροή που διέρχεται από το πλαίσιο.

Στρέφουμε το πλαίσιο κατά γωνία $\alpha = 60^o$ γύρω από άξονα (p), ο οποίος διέρχεται από την οριζόντια διάμετρο του πλαισίου.

β. Να υπολογίσετε κατά πόσο μεταβλήθηκε η μαγνητική ροή που διέρχεται από το πλαίσιο, εξαιτίας αυτής της περιστροφής.

27. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο ρευματοφόρου σωληνοειδούς έχει μέτρο $B = \pi \cdot 10^{-4}\ T$. Ο άξονας του σωληνοειδούς είναι οριζόντιος και η ακτίνα κάθε σπείρας του σωληνοειδούς είναι $r = 20\ cm$. Δύο ομοεπίπεδοι ομόκεντροι κυκλικοί αγωγοί (1) και (2) με ακτίνες $r_1 = 10\ cm$ και $r_2 = 25\ cm$ αντίστοιχα έχουν το κοινό κέντρο τους επί του άξονα του σωληνοειδούς, το επίπεδό τους κάθετο στον άξονα του σωληνοειδούς και βρίσκονται στο μέσον του σωληνοειδούς.

Να υπολογίσετε τη μαγνητική ροή που διέρχεται από την επιφάνεια:

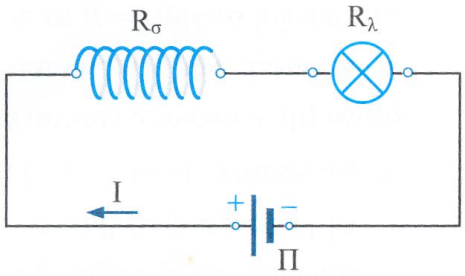
α. Της σπείρας του σωληνοειδούς που βρίσκεται στο μέσον του.

β. Του κυκλικού αγωγού (1).

γ. Του κυκλικού αγωγού (2).

Δίνεται για τις πράξεις: $\pi^2 = 10$.

λαμπτήρας με ενδείξεις κανονικής λειτουρ-ίας $V_κ = 50$ V και $P_κ = 100$ W συνδέεται σε σειρά με σωληνοειδές του οποίου κάθε σπείρα έχει διάμετρο $δ = 20$ cm. Το σωληνο-ειδές έχει $n = 100$ σπείρες/cm. Τα άκρα του συστήματος των δύο ηλεκτρικών στοιχείων συνδέονται στους πόλους ηλεκτρικής πηγής Π, όπως απεικονίζεται στο διπλανό σχήμα και ο λαμπτήρας λειτουργεί κανονικά.



α. Να υπολογίσετε την ωμική αντίσταση του λαμπτήρα.

β. Να υπολογίσετε τη μαγνητική ροή που διέρχεται από μία σπείρα στο μέσον και από μία σπείρα στο ένα από τα δύο άκρα του σωληνοειδούς.

γ. Εάν ο ρυθμός με τον οποίο καταναλώνει ηλεκτρική ενέργεια το σωληνοειδές είναι διπλάσιος από τον ρυθμό με τον οποίο καταναλώνει ηλεκτρική ενέργεια ο λαμπτήρας, να υπολογίσετε την ωμική αντίσταση του σωληνοειδούς.

Δίνεται η μαγνητική διαπερατότητα του κενού: $μ_o = 4π \cdot 10^{-7}$ T · m/A.

Για τις πράξεις θεωρήστε: $π^2 = 10$.

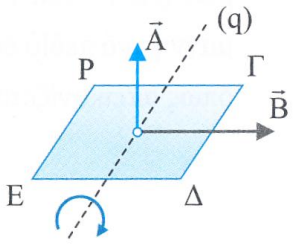
). Τετράγωνο πλαίσιο ακτίνας $α = 20$ cm είναι τοποθετημένο μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$, μέτρου 2 T, με το επίπεδό του κάθετο στις μαγνητικές γραμμές. Να υπολογίσετε τη μεταβολή της ροής που διέρχεται από την επιφάνεια του πλαισίου, όταν:

α. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου διπλασιαστεί.

β. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου υποτετραπλασιαστεί.

γ. Η κατεύθυνση της έντασης του μαγνητικού πεδίου αντιστραφεί.

30. Τετράγωνο χάλκινο πλαίσιο ΡΓΔΕ με εμβαδόν $A = 0,4$ m^2 βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$, μέτρου 1,5 T. Το πλαίσιο είναι τοποθετημένο παράλληλα στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου, όπως απεικονίζεται στο διπλανό σχήμα.

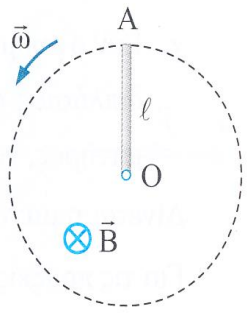


Τη χρονική στιγμή t = 0 το πλαίσιο αρχίζει να περιστρέφεται σύμφωνα με τη φορά περιστροφής των δεικτών του ρολογιού με σταθερή συχνότητα f = 1 Hz γύρω από άξονα (q), ο οποίος διέρχεται από τα μέσα των πλευρών του ΡΓ και ΔΕ.

α. Να γράψετε τη μαγνητική ροή Φ που διέρχεται από το πλαίσιο σε συνάρτηση με τη γωνία θ που σχηματίζει η επιφάνεια του πλαισίου με το διάνυσμα της έντασης του μαγνητικού πεδίου. Στη συνέχεια, να παραστήσετε γραφικά σε σύστημα βαθμολογημένων αξόνων τη σχέση $\Phi = f(\theta)$, για $0 \le \theta \le 2\pi$ rad.

β. Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της μαγνητικής ροής που διέρχεται από το πλαίσιο και να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση $\Phi = f(t)$, για $0 \le t \le 1$ s.

31. Η αγώγιμη ράβδος ΟΑ του διπλανού σχήματος έχει μήκος $\ell = 0{,}8$ m και μπορεί να περιστρέφεται επί οριζόντιας επιφάνειας γύρω από κατακόρυφο άξονα που διέρχεται από το άκρο της Ο και είναι κάθετος σε αυτήν.

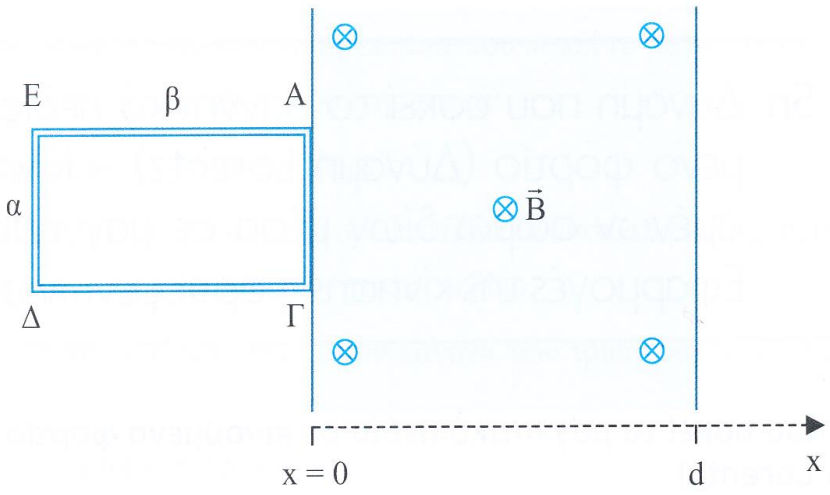


$t_0 = 0$

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ η ράβδος αρχίζει να περιστρέφεται αντίθετα από τη φορά περιστροφής των δεικτών του ρολογιού με σταθερή γωνιακή ταχύτητα $\vec{\omega}$, μέτρου (π/2) rad/s. Η περιστροφή της ράβδου πραγματοποιείται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$, μέτρου 0,5π Τ, οι δυναμικές γραμμές του οποίου είναι κατακόρυφες με φορά προς τα κάτω. Να υπολογίσετε τη μαγνητική ροή που διέρχεται από την επιφάνεια που διαγράφει η ράβδος από τη χρονική στιγμή $t_1 = 1$ s έως τη χρονική στιγμή $t_2 = 2{,}5$ s.

Δίνεται για τις πράξεις: $\pi^2 = 10$.

32. Συρμάτινο πλαίσιο ΑΓΔΕ σχήματος ορθογώνιου παραλληλογράμμου με μήκη πλευρών (ΑΓ) = (ΔΕ) = α = 0,2 m και (ΓΔ) = (ΕΑ) = β = 0,3 m διέρχεται από ομογενές μαγνητικό πεδίο εύρους d = 0,4 m με το επίπεδό του κάθετο στις μαγνητικές γραμμές, όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα.



Η ένταση $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου έχει μέτρο 1 Τ. Να γράψετε τη μαγνητική ροή Φ που διέρχεται από την επιφάνεια του πλαισίου σε συνάρτηση με τη μετατόπιση x του πλαισίου.

Ενότητα 5η Δύναμη που ασκεί το μαγνητικό πεδίο σε κινούμενο φορτίο(Δύναμη Lorentz)-Κίνηση φορτισμένων σωματιδίων μέσα σε μανητικό πεδίο-Εφαρμογές της κίνησης φορτισμένων σωματιδίων.

Α. Θέματα πολλαπλής επιλογής

*Για τα θέματα **1 - 65** να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της πρότασης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη φράση η οποία συμπληρώνει σωστά την ημιτελή πρόταση.*

Δύναμη που ασκεί το μαγνητικό πεδίο σε κινούμενο φορτίο (Δύναμη Lorentz)

1. Δύναμη Lorentz ονομάζεται η δύναμη που ασκεί:
α. Το μαγνητικό πεδίο σε ραβδόμορφο μαγνήτη.
β. Το βαρυτικό πεδίο σε υλικό σημείο.
γ. Το μαγνητικό πεδίο σε κινούμενο ηλεκτρικό φορτίο.
δ. Το ηλεκτρικό πεδίο σε ακίνητο ηλεκτρικό φορτίο.

2. Φορτισμένο σωματίδιο αφήνεται χωρίς ταχύτητα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Το σωματίδιο:
α. Θα παραμείνει ακίνητο.
β. Θα εκτελέσει κυκλική κίνηση.
γ. Θα εκτελέσει ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση.
δ. Θα κινηθεί σε ελλειπτική τροχιά.

3. Φορτισμένο σωματίδιο κινείται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο και η ταχύτητά του σχηματίζει γωνία $\theta \neq 90^\circ$ με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Η δύναμη Lorentz που δέχεται:
α. Έχει μέτρο ανεξάρτητο της ταχύτητας του σωματιδίου.
β. Έχει την ίδια διεύθυνση με την ταχύτητα του σωματιδίου.
γ. Έχει μέτρο το οποίο είναι ανάλογο της κάθετης συνιστώσας της ταχύτητας στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου.
δ. Είναι μηδενική, όταν η ταχύτητα του σωματιδίου είναι κάθετη στις δυναμικές γραμμές του πεδίου.

4. Η δύναμη Lorentz που ασκείται σε φορτισμένο σωματίδιο το οποίο εισέρχεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο δεν εξαρτάται από:
α. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου.
β. Την ταχύτητα του σωματιδίου.
γ. Το φορτίο του σωματιδίου.
δ. Τη μάζα του σωματιδίου.

5. Αν φορτισμένο σωματίδιο κινείται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, παράλληλα με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου, η δύναμη Lorentz που ασκεί το μαγνητικό πεδίο στο σωματίδιο είναι:
α. Ομόρροπη της ταχύτητας.

β. Αντίρροπη της ταχύτητας.
γ. Μηδενική.
δ. Κάθετη στην ταχύτητα.

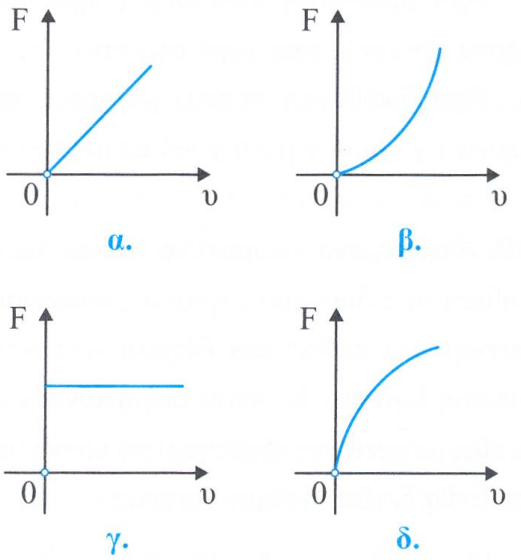
6. Ηλεκτρικό φορτίο κινείται εντός ομογενούς μαγνητικού πεδίου και η κατεύθυνση της ταχύτητάς του σχηματίζει γωνία θ με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Το μέτρο της δύναμης Lorentz που ασκείται στο φορτίο είναι:

α. Μηδενικό, όταν θ = 0°, και μέγιστο, όταν θ = 90°.
β. Μηδενικό, όταν θ = 90°, και μέγιστο, όταν θ = 0°.
γ. Μηδενικό, όταν θ = 0°, και ίσο με το μισό της μέγιστης τιμής του, όταν θ = 60°.
δ. Μηδενικό, όταν θ = 0° και θ = 90°.

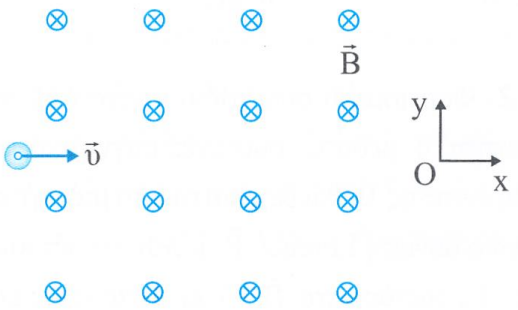
7. Εάν κατά την κίνηση ενός ηλεκτρικού φορτίου μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο η μέγιστη τιμή της δύναμης Lorentz που μπορεί να δεχθεί το φορτίο από το πεδίο είναι F_{max}, τότε για να είναι το μέτρο της δύναμης αυτής ίσο με $F_{max}/2$, θα πρέπει η γωνία θ που σχηματίζει η ταχύτητα του φορτίου με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου να είναι:

α. θ = 0°. β. θ = 30°.
γ. θ = 60°. δ. θ = 90°.

8. Ηλεκτρόνιο βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, κινούμενο κάθετα στις δυναμικές γραμμές του. Το διάγραμμα που απεικονίζει ορθά το μέτρο F της δύναμης Lorentz που ασκείται στο σωματίδιο σε συνάρτηση με το μέτρο υ της ταχύτητάς του είναι το:



9. Ένα πρωτόνιο κινείται κατά τη θετική φορά του άξονα x′x ενός ορθοκανονικού συστήματος αξόνων xOy και εισέρχεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Οι δυναμικές γραμμές του πεδίου είναι κάθετες στο επίπεδο του συστήματος αξόνων και έχουν τη φορά που απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα.



Η δύναμη Lorentz που δέχεται το πρωτόνιο από το μαγνητικό πεδίο:

α. Είναι μηδενική.

β. Έχει διεύθυνση κάθετη στο σύστημα των αξόνων xOy.

γ. Έχει διεύθυνση παράλληλη προς τον άξονα y′y και θετική φορά σε αυτόν.

δ. Έχει διεύθυνση παράλληλη προς τον άξονα y′y και αρνητική φορά σε αυτόν.

10. Φορτισμένο σωματίδιο εκτοξεύεται κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου και δέχεται από αυτό δύναμη Lorentz $\vec{F}$. Αν το σωματίδιο εκτοξευθεί με αντίθετη ταχύτητα στο μαγνητικό πεδίο θα δεχθεί δύναμη Lorentz:

α. $\vec{F}' = -\frac{1}{2}\vec{F}$. **β.** $\vec{F}' = \vec{F}$.

γ. $\vec{F}' = -\vec{F}$. **δ.** $\vec{F}' = 2\vec{F}$.

11. Σωματίδιο με φορτίο $q > 0$ κατά την κίνησή του σε ομογενές μαγνητικό πεδίο δέχεται δύναμη Lorentz μέτρου F. Αν το φορτίο του σωματιδίου ήταν 2q, θα δεχόταν δύναμη Lorentz μέτρου:

α. F/2. **β.** 2F.

γ. 4F. **δ.** 8F.

12. Φορτισμένο σωματίδιο κινείται με ταχύτητα $\vec{υ}$ μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$ και δέχεται από το μαγνητικό πεδίο δύναμη Lorentz $\vec{F}$ μέγιστου μέτρου.

α. Τα διανύσματα $\vec{B}$, $\vec{υ}$ είναι πάντοτε κάθετα μεταξύ τους, ενώ τα διανύσματα $\vec{B}$, $\vec{F}$ πάντοτε παράλληλα μεταξύ τους.

β. Τα διανύσματα $\vec{B}$, $\vec{υ}$ είναι πάντοτε κάθετα μεταξύ τους και τα διανύσματα $\vec{B}$, $\vec{F}$ πάντοτε κάθετα μεταξύ τους.

γ. Τα διανύσματα $\vec{B}$, $\vec{υ}$ είναι πάντοτε κάθετα μεταξύ τους, ενώ τα διανύσματα $\vec{υ}$, $\vec{F}$ πάντοτε παράλληλα μεταξύ τους.

δ. Τα διανύσματα $\vec{υ}$, $\vec{F}$, $\vec{B}$ είναι πάντοτε κάθετα ανά δύο μεταξύ τους.

13. Με βάση των κανόνα των τριών δακτύλων του δεξιού χεριού, εάν ο αντίχειρας δείχνει:

α. Την κατεύθυνση κίνησης θετικού φορτίου και ο δείκτης τη φορά των δυναμικών γραμμών του μαγνητικού πεδίου, τότε ο μέσος δείχνει την κατεύθυνση της δύναμης Lorentz.

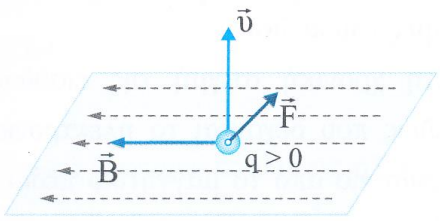
β. Την κατεύθυνση κίνησης θετικού φορτίου και ο δείκτης την κατεύθυνση της δύναμης Lorentz, τότε ο μέσος δείχνει τη φορά των δυναμικών γραμμών του μαγνητικού πεδίου.

γ. Την κατεύθυνση κίνησης αρνητικού φορτίου και ο δείκτης τη φορά των δυναμικών γραμμών του μαγνητικού πεδίου, τότε ο μέσος δείχνει την κατεύθυνση της δύναμης Lorentz.

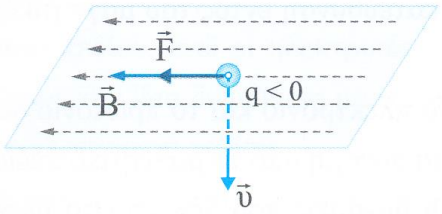
δ. Τη φορά των δυναμικών γραμμών του μαγνητικού πεδίου και ο δείκτης την κατεύθυνση κίνησης θετικού φορτίου, τότε ο μέσος δείχνει την κατεύθυνση της δύναμης Lorentz.

14. Φορτισμένο σωματίδιο εκτοξεύεται με ταχύτητα $\vec{\upsilon}$, κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης $\vec{B}$ και δέχεται από αυτό δύναμη Lorentz $\vec{F}$. Η δύναμη Lorentz $\vec{F}$ που ασκείται στο σωματίδιο από το μαγνητικό πεδίο έχει σχεδιαστεί σωστά στο σχήμα:

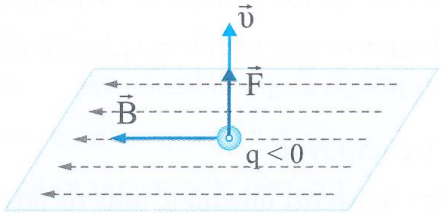
α.



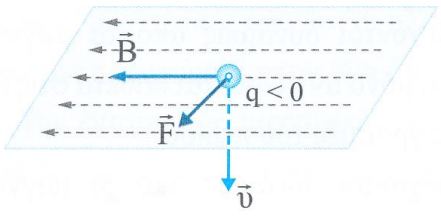
β.



γ.



δ.



15. Ένα ηλεκτρόνιο και ένα πρωτόνιο εκτοξεύονται παράλληλα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης $\vec{B}$ με ταχύτητα ίδιου μέτρου.

α. Οι δυνάμεις που δέχονται από το μαγνητικό πεδίο το ηλεκτρόνιο και το πρωτόνιο είναι αντίθετες.

β. Το ηλεκτρόνιο και το πρωτόνιο αποκλίνουν από την αρχική τροχιά τους σε αντίθετες κατευθύνσεις.

γ. Το ηλεκτρόνιο και το πρωτόνιο κινούνται ανεπηρέαστα από το μαγνητικό πεδίο.

δ. Το μέτρο της δύναμης που δέχεται το ηλεκτρόνιο από το πεδίο είναι μέγιστο και μηδενικό για το πρωτόνιο.

16. Δύο όμοια φορτισμένα σωματίδια Α, Γ εκτοξεύονται κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου. Το σωματίδιο Α έχει διπλάσια ταχύτητα σε σχέση με το σωματίδιο Γ. Το μέτρο της δύναμης Lorentz που ασκείται στο σωματίδιο Α από το μαγνητικό πεδίο:

α. Είναι διπλάσιο σε σχέση με το αντίστοιχο μέτρο στο σωματίδιο Γ.

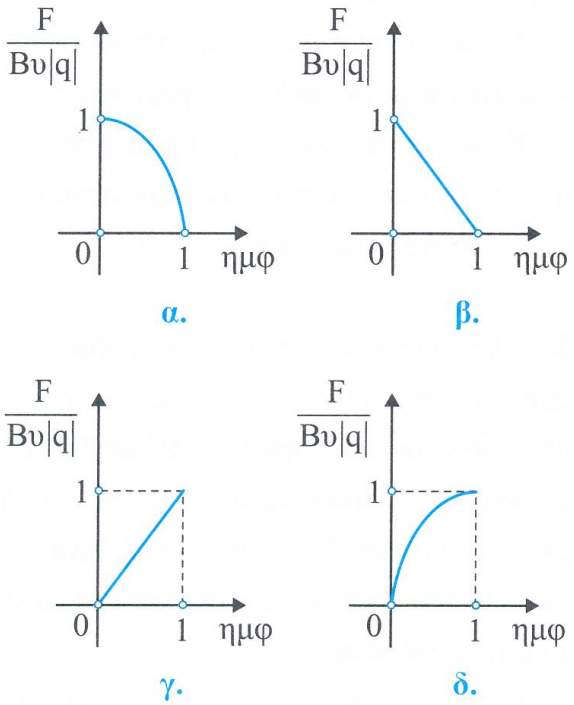
β. Είναι υποδιπλάσιο σε σχέση με το αντίστοιχο μέτρο στο σωματίδιο Γ.

γ. Είναι διάφορο του μηδενός και ίσο με το αντίστοιχο μέτρο στο σωματίδιο Γ.

δ. Είναι μηδενικό και για τα δύο σωματίδια.

17. Σωματίδιο μάζας m και φορτίου q εισέρχεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο

έντασης μέτρου Β. Η ταχύτητα εισόδου στο μαγνητικό πεδίο έχει μέτρο υ και σχηματίζει γωνία φ με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Το σωματίδιο δέχεται από το μαγνητικό πεδίο δύναμη Lorentz. Το διάγραμμα που απεικονίζει ορθά τον τρόπο με τον οποίο μεταβάλλεται το πηλίκο $F/B\upsilon|q|$ σε συνάρτηση με το ημίτονο της γωνίας φ είναι το:



α. β. γ. δ.

18. Φορτισμένο σωματίδιο εισέρχεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, κάθετα στις δυναμικές γραμμές του πεδίου, και δέχεται δύναμη Lorentz μέτρου F. Εάν το σωματίδιο είχε εισέλθει στο πεδίο υπό γωνία φ = 60° ως προς τις δυναμικές γραμμές του πεδίου, τότε θα είχε δεχθεί δύναμη Lorentz μέτρου:

α. $F' = \frac{F}{2}$. **β.** $F' = F$.

γ. $F' = \frac{\sqrt{3}F}{2}$. **δ.** $F' = 0$.

19. Ένα ηλεκτρόνιο και ένα πρωτόνιο εισέρχονται με ίσες ταχύτητες σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, κάθετα στις δυναμικές γραμμές του πεδίου.

α. Στη χρονική στιγμή της εισόδου, οι δυνάμεις που δέχονται το ηλεκτρόνιο και το πρωτόνιο από το μαγνητικό πεδίο είναι αντίρροπες.

β. Το ηλεκτρόνιο και το πρωτόνιο αποκλίνουν από την αρχική τροχιά τους προς την ίδια κατεύθυνση εντός του μαγνητικού πεδίου.

γ. Το ηλεκτρόνιο και το πρωτόνιο δεν δέχονται δύναμη από το μαγνητικό πεδίο.

δ. Οι δυνάμεις που δέχονται το ηλεκτρόνιο και το πρωτόνιο από το μαγνητικό πεδίο είναι συνεχώς αντίθετες μεταξύ τους.

20. Τα νετρόνια:

α. Δεν δέχονται δυνάμεις από τα μαγνητικά πεδία, σε κάθε περίπτωση.

β. Δεν δέχονται δυνάμεις από τα μαγνητικά πεδία, μόνο αν είναι ακίνητα μέσα σε αυτά.

γ. Δέχονται δυνάμεις από τα μαγνητικά πεδία, μόνο αν κινούνται κάθετα στις δυναμικές γραμμές του πεδίου.

δ. Δέχονται δυνάμεις από τα μαγνητικά πεδία, χωρίς να μεταβάλλεται η κινητική τους ενέργεια.

21. Σωματίδια δεν δέχονται δυνάμεις Lorentz από μαγνητικό πεδίο:

α. Μόνο εάν είναι ακίνητα μέσα σε αυτό.

β. Μόνο εάν είναι ηλεκτρικά αφόρτιστα.

γ. Μόνο εάν η ταχύτητά τους είναι παράλληλη με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου.

δ. Αν ηρεμούν ή αν είναι αφόρτιστα ή αν κινούνται παράλληλα με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου.

22. Για τις μαγνητικές και τις ηλεκτρικές δυνάμεις που ασκούνται σε ηλεκτρικό φορτίο ισχύει ότι:

α. Οι μαγνητικές δυνάμεις ασκούνται σε διευθύνσεις κάθετες στην ένταση του μαγνητικού πεδίου, ενώ οι ηλεκτρικές δυνάμεις έχουν την ίδια διεύθυνση με την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου.

β. Οι μαγνητικές δυνάμεις έχουν την ίδια διεύθυνση με την ένταση του μαγνητικού πεδίου, ενώ οι ηλεκτρικές δυνάμεις ασκούνται σε κάθετη διεύθυνση σε σχέση με την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου.

γ. Τόσο οι μαγνητικές όσο και οι ηλεκτρικές δυνάμεις ασκούνται σε διευθύνσεις κάθετες στην ένταση του μαγνητικού και στην ένταση του ηλεκτρικού πεδίου αντίστοιχα.

δ. Τόσο οι μαγνητικές όσο και οι ηλεκτρικές δυνάμεις ασκούνται στην ίδια διεύθυνση με την ένταση του μαγνητικού και την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου αντίστοιχα.

23. Ηλεκτρικό φορτίο εκτοξεύεται αρχικά σε ομογενές μαγνητικό πεδίο και στη συνέχεια σε ένα ομογενές ηλεκτρικό πεδίο.

α. Το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης εξαρτάται από την διεύθυνση εκτόξευσης του φορτίου, ενώ το μέτρο της μαγνητικής δύναμης όχι.

β. Το μέτρο της μαγνητικής δύναμης εξαρτάται από τη διεύθυνση εκτόξευσης του φορτίου, ενώ το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης όχι.

γ. Το μέτρο της ηλεκτρικής και της μαγνητικής δύναμης εξαρτώνται από τη διεύθυνση εκτόξευσης του φορτίου.

δ. Το μέτρο της ηλεκτρικής και της μαγνητικής δύναμης δεν εξαρτώνται από τη διεύθυνση εκτόξευσης του φορτίου.

Κίνηση φορτισμένων σωματιδίων μέσα σε μαγνητικό πεδίο

24. Φορτισμένο σωματίδιο εκτοξεύεται κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου. Αν διπλασιάσουμε την ταχύτητα εκτόξευσης του σωματιδίου:

α. Η ακτίνα της κυκλικής τροχιάς του σωματιδίου τετραπλασιάζεται.

β. Η περίοδος περιστροφής του σωματιδίου δεν μεταβάλλεται.

γ. Το μέτρο της δύναμης Lorentz υποδιπλασιάζεται.

δ. Το πλήθος των περιστροφών ανά δευτερόλεπτο διπλασιάζεται.

25. Όταν ένα φορτισμένο σωματίδιο εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, τότε η δύναμη Lorentz:

α. Δρα ως κεντρομόλος δύναμη.

β. Είναι ομόρροπη με την ταχύτητα του σωματιδίου.

γ. Είναι ομόρροπη με την ένταση του μαγνητικού πεδίου.

δ. Παράγει έργο στο σωματίδιο.

26. Το έργο της δύναμης Lorentz σε κινούμενο ηλεκτρικό φορτίο εντός ομογενούς μαγνητικού πεδίου:

α. Είναι πάντοτε θετικό.

β. Είναι πάντοτε αρνητικό.

γ. Μπορεί να είναι είτε θετικό είτε αρνητικό, ανάλογα με την κατεύθυνση κίνησης του ηλεκτρικού φορτίου.

δ. Είναι πάντοτε μηδενικό.

27. Φορτισμένο σωματίδιο εκτοξεύεται κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου. Η δύναμη Lorentz που δέχεται το σωματίδιο από το πεδίο μεταβάλλει:

α. Το μέτρο της ταχύτητας και το μέτρο της ορμής που σωματιδίου.

β. Την κινητική ενέργεια και την ορμή του σωματιδίου.

γ. Την ταχύτητα και το μέτρο της ορμής του σωματιδίου.

δ. Την ταχύτητα και την ορμή του σωματιδίου.

28. Φορτισμένο σωματίδιο εκτοξεύεται κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου. Σε όλη τη διάρκεια της κίνησης του σωματιδίου στο πεδίο παραμένουν σταθερές:

α. Η ορμή και η κινητική ενέργεια του σωματιδίου.

β. Η κεντρομόλος δύναμη και η ταχύτητα του σωματιδίου.

γ. Η ταχύτητα και η περίοδος περιστροφής του σωματιδίου.

δ. Η κινητική ενέργεια και η συχνότητα περιστροφής του σωματιδίου.

29. Παράλληλα προς τις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου εκτοξεύουμε ένα πρωτόνιο, ένα ηλεκτρόνιο και ένα νετρόνιο. Τα σωματίδια εισέρχονται στο πεδίο με ταχύτητες ίδιου μέτρου. Αγνοώντας τις βαρυτικές δυνάμεις, σε ορισμένο χρονικό διάστημα:

α. Η μετατόπιση του πρωτονίου είναι μεγαλύτερη από τις αντίστοιχες μετατοπίσεις του ηλεκτρονίου και του νετρονίου.

β. Η μετατόπιση του ηλεκτρονίου είναι μεγαλύτερη από τις αντίστοιχες μετατοπίσεις του πρωτονίου και του νετρονίου.

γ. Η μετατόπιση του νετρονίου είναι μεγαλύτερη από τις αντίστοιχες μετατοπίσεις του ηλεκτρονίου και του πρωτονίου.

δ. Οι μετατοπίσεις των τριών σωματιδίων είναι ίσες.

30. Ένα πρωτόνιο, ένα ηλεκτρόνιο και ένα νετρόνιο εισέρχονται από ίδιο σημείο σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, κάθετα στις δυναμικές γραμμές του. Εντός του μαγνητικού πεδίου:

α. Το πρωτόνιο και το ηλεκτρόνιο αποκλίνουν σε αντίθετες κατευθύνσεις, ενώ το νετρόνιο δεν αποκλίνει καθόλου.

β. Το πρωτόνιο και το ηλεκτρόνιο αποκλίνουν προς την ίδια κατεύθυνση, ενώ το νετρόνιο δεν αποκλίνει καθόλου.

γ. Το πρωτόνιο και το νετρόνιο αποκλίνουν προς την ίδια κατεύθυνση, ενώ το ηλεκτρόνιο σε αντίθετη κατεύθυνση από αυτά.

δ. Το ηλεκτρόνιο και το νετρόνιο αποκλίνουν προς την ίδια κατεύθυνση, ενώ το πρωτόνιο σε αντίθετη κατεύθυνση από αυτά.

31. Πρωτόνια (m, +e) και σωμάτια α (4m, +2e) κινούνται σε κυκλικές τροχιές σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Η συχνότητα περιστροφής των πρωτονίων είναι:

α. Ίση με τη συχνότητα περιστροφής των σωματίων α.

β. Διπλάσια από τη συχνότητα περιστροφής των σωματίων α.

γ. Τετραπλάσια από τη συχνότητα περιστροφής των σωματίων α.

δ. Μικρότερη από τη συχνότητα περιστροφής των σωματίων α.

32. Ηλεκτρικά φορτισμένο σωματίδιο εκτοξεύεται παράλληλα με τις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου. Αν θεωρήσουμε τη δύναμη της βαρύτητάς του αμελητέα, η κίνηση του σωματιδίου είναι:

α. Ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.

β. Ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση.

γ. Ομαλά επιβραδυνόμενη κίνηση.

δ. Σύνθετη ελικοειδής κίνηση.

33. Ηλεκτρικά φορτισμένο σωματίδιο εκτοξεύεται κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου. Αν θεωρήσουμε τη δύναμη της βαρύτητάς του αμελητέα, τότε η κίνηση του σωματιδίου είναι:

α. Ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.

β. Ομαλή κυκλική κίνηση.

γ. Οριζόντια βολή.

δ. Σύνθετη ελικοειδής κίνηση.

34. Σωματίδιο μάζας m και φορτίου q εκτοξεύεται με ταχύτητα μέτρου υ κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού έντασης μέτρου B. Η ακτίνα της κυκλικής τροχιάς του σωματιδίου δίνεται από τη σχέση:

α. $R = \frac{m\upsilon}{B|q|}$. **β.** $R = \frac{m\upsilon^2}{B|q|}$.

γ. $R = \frac{B\upsilon}{m|q|}$. **δ.** $R = \frac{m\upsilon|q|}{B}$.

35. Φορτισμένο σωματίδιο εκτοξεύεται κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου. Η ακτίνα της κυκλικής τροχιάς του σωματιδίου είναι:

α. Ανεξάρτητη της έντασης του μαγνητικού πεδίου.
β. Ανάλογη της έντασης του μαγνητικού πεδίου.
γ. Αντιστρόφως ανάλογη της έντασης του μαγνητικού πεδίου.
δ. Αντιστρόφως ανάλογη του τετραγώνου της έντασης του μαγνητικού πεδίου.

36. Φορτισμένο σωματίδιο με ορμή μέτρου P κινείται σε κυκλική τροχιά ακτίνας R εντός ομογενούς μαγνητικού πεδίου, κάθετα στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Αν το μέτρο της ορμής του σωματιδίου διπλασιαστεί (P′ = 2P), η ακτίνα της κυκλικής του τροχιάς θα γίνει:
α. R/4. **β.** 2R.
γ. R/2. **δ.** 4R.

37. Εκτοξεύουμε δύο όμοια σωματίδια κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου. Το ένα σωματίδιο έχει ταχύτητα μεγαλύτερου μέτρου σε σχέση με το άλλο. Τότε:
α. Το σωματίδιο με την ταχύτητα μεγαλύτερου μέτρου θα κινηθεί σε κυκλική τροχιά μεγαλύτερης ακτίνας σε σχέση με το άλλο.
β. Το σωματίδιο με την ταχύτητα μεγαλύτερου μέτρου θα κινηθεί σε κυκλική τροχιά μικρότερης ακτίνας σε σχέση με το άλλο.
γ. Τα δύο σωματίδια θα κινηθούν σε κυκλικές τροχιές ίδιας ακτίνας.
δ. Το σωματίδιο με την ταχύτητα μεγαλύτερου μέτρου θα κινηθεί σε ευθύγραμμη τροχιά ενώ το άλλο σε κυκλική τροχιά.

38. Δύο φορτισμένα σωματίδια Α, Γ εκτοξεύονται κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου με ορμές ίσου μέτρου. Το φορτίο του σωματιδίου Α είναι διπλάσιο σε σχέση με το φορτίο του σωματιδίου Γ. Η ακτίνα της κυκλικής τροχιάς του σωματιδίου Α είναι:
α. Διπλάσια σε σχέση με την ακτίνα της κυκλικής τροχιάς του σωματιδίου Γ.
β. Ίση με την ακτίνα της κυκλικής τροχιάς του σωματιδίου Γ.
γ. Υποδιπλάσια σε σχέση με την ακτίνα της κυκλικής τροχιάς του σωματιδίου Γ.
δ. Τετραπλάσια σε σχέση με την ακτίνα της κυκλικής τροχιάς του σωματιδίου Γ.

39. Όταν ένα φορτισμένο σωματίδιο εκτοξεύεται κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου, τότε το χρονικό διάστημα που χρειάζεται για να διαγράψει μία πλήρη περιστροφή εξαρτάται:
α. Μόνο από τη μάζα του σωματιδίου.
β. Μόνο από το φορτίο του σωματιδίου.
γ. Από την αρχική ταχύτητα εκτόξευσης του σωματιδίου.
δ. Από το είδος του σωματιδίου.

40. Εκτοξεύουμε ένα φορτισμένο σωματίδιο με ταχύτητα μέτρου υ κάθετα στις

δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου. Το χρονικό διάστημα που απαιτείται για να εκτελέσει το φορτισμένο σωματίδιο δέκα (10) πλήρεις περιστροφές είναι Δt. Αν είχαμε εκτοξεύσει το σωματίδιο με ταχύτητα μέτρου υ/2, το αντίστοιχο χρονικό διάστημα για να εκτελέσει το σωματίδιο τον ίδιο αριθμό περιστροφών θα ήταν:

α. Δt. **β.** 2Δt.

γ. Δt/2. **δ.** 10Δt.

41. Η γωνιακή ταχύτητα περιστροφής ενός φορτισμένου σωματιδίου που εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο:

α. Είναι διάνυσμα με διεύθυνση επάνω στο επίπεδο της τροχιάς του σωματιδίου.

β. Είναι ανεξάρτητη της έντασης του μαγνητικού πεδίου.

γ. Έχει μέτρο το οποίο εξαρτάται από τη μάζα και το φορτίο του σωματιδίου.

δ. Είναι πάντοτε ομόρροπη της έντασης του μαγνητικού πεδίου.

42. Το μέτρο $\alpha_κ$ της κεντρομόλου επιτάχυνσης ενός φορτισμένου σωματιδίου με κινητική ενέργεια K, μάζα m, το οποίο κινείται σε κυκλική τροχιά ακτίνας R μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο είναι:

α. $\alpha_κ = \frac{K}{mR}$. **β.** $\alpha_κ = \frac{K}{2mR}$.

γ. $\alpha_κ = \frac{2K}{mR}$. **δ.** $\alpha_κ = \frac{3K}{mR}$.

43. Όμοια φορτισμένα σωματίδια ξεκινούν ταυτόχρονα από σημείο ομογενούς μαγνητικού πεδίου με ταχύτητες κάθετες στις δυναμικές γραμμές του πεδίου διαφόρων διευθύνσεων και τιμών. Τα σωματίδια που ξεκινούν με ταχύτητες μεγαλύτερου μέτρου:

α. Θα κινηθούν σε κυκλικές τροχιές ίσης ακτίνας με τα σωματίδια που ξεκινούν με ταχύτητες μικρότερου μέτρου.

β. Θα κινηθούν σε κυκλικές τροχιές μικρότερης ακτίνας συγκριτικά με τα σωματίδια που ξεκινούν με ταχύτητες μικρότερου μέτρου.

γ. Θα επιστρέψουν στο σημείο εκκίνησης νωρίτερα από τα σωματίδια που ξεκινούν με ταχύτητες μικρότερου μέτρου.

δ. Θα επιστρέψουν στο σημείο εκκίνησης ταυτόχρονα με τα σωματίδια που ξεκινούν με ταχύτητες μικρότερου μέτρου.

44. Θετικά φορτισμένο σωματίδιο μάζας m και φορτίου q εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με ένταση μέτρου B. Ο αριθμός των κυκλικών περιφορών του σωματιδίου ανά δευτερόλεπτο είναι:

α. $\frac{Bq}{πm}$. **β.** $\frac{Bq}{2πm}$.

γ. $\frac{2Bq}{πm}$. **δ.** $\frac{Bq}{2m}$.

45. Ηλεκτρικά φορτισμένο σωματίδιο εκτοξεύεται με ταχύτητα της οποίας η κατεύθυνση σχηματίζει γωνία φ ($0° < φ < 90°$) με τις

δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου. Θεωρώντας αμελητέα τη δύναμη της βαρύτητας του σωματιδίου, η κίνησή του είναι:

α. Ευθύγραμμη ομαλή σε επίπεδο κάθετο στην ταχύτητα εκτόξευσής του.

β. Μεταβαλλόμενη σε άξονα που συμπίπτει με την κατεύθυνση των δυναμικών γραμμών του μαγνητικού πεδίου.

γ. Ομαλή κυκλική στο ίδιο επίπεδο με τις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου.

δ. Σύνθετη, ευθύγραμμη ομαλή στη διεύθυνση των δυναμικών γραμμών του μαγνητικού πεδίου και ομαλή κυκλική σε επίπεδο κάθετο στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου.

46. Ελικοειδής κίνηση μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο προκύπτει, αν η ταχύτητα εκτόξευσης του σωματιδίου σχηματίζει με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου γωνία φ. Η γωνία φ μπορεί να είναι ίση με:

α. 0°. **β.** 45°.

γ. 90°. **δ.** 180°.

47. Σωματίδιο εκτελεί ελικοειδή κίνηση σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, όταν:

α. Ηλεκτρόνιο εκτοξεύεται με ταχύτητα κάθετη στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου.

β. Πρωτόνιο εκτοξεύεται με ταχύτητα που σχηματίζει γωνία 120° με τις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου.

γ. Νετρόνιο εκτοξεύεται με ταχύτητα που σχηματίζει γωνία 120° με τις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου.

δ. Ηλεκτρόνιο εκτοξεύεται με ταχύτητα παράλληλη προς τις δυναμικές γραμμές του πεδίου.

48. Βήμα της ελικοειδούς κίνησης ενός φορτισμένου σωματιδίου μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο ονομάζουμε:

α. Τη συνολική απόσταση που διανύει το σωματίδιο κατά μήκος των δυναμικών γραμμών του πεδίου σε όλη τη χρονική διάρκεια της κίνησής του μέσα στο πεδίο.

β. Την απόσταση που διανύει το σωματίδιο κατά μήκος των δυναμικών γραμμών του πεδίου σε χρονικό διάστημα ίσο με μία περίοδο της κυκλικής του κίνησης.

γ. Το μήκος της τροχιάς που διανύει το σωματίδιο σε όλη τη χρονική διάρκεια της κίνησής του μέσα στο πεδίο.

δ. Την απόσταση $2\pi R$, όπου R είναι η ακτίνα της κυκλικής κίνησης του σωματιδίου.

49. Φορτισμένο σωματίδιο διαγράφει ελικοειδή κίνηση N περιστροφών, ακτίνας R μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Εάν s είναι το μήκος της τροχιάς του σωματιδίου και β το βήμα της έλικάς του, τότε ισχύει:

α. $s = N\beta$. **β.** $s = 2\pi R$.

γ. $s = \nu(\beta + 2\pi R)$. **δ.** $s > N\beta$.

50. Φορτισμένο σωματίδιο διαγράφει ελικοειδή κίνηση Ν περιστροφών μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, όταν η αρχική ταχύτητα εκτόξευσής του σχηματίζει γωνία φ με τις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου. Εάν β είναι το βήμα της έλικας του σωματιδίου, τότε για το μήκος της τροχιάς s του σωματιδίου ισχύει:

α. $s = N\frac{\beta}{\sigma\upsilon\nu\varphi}$. **β.** $s = N\frac{\beta}{\eta\mu\varphi}$.

γ. $s = N\frac{\beta}{\varepsilon\varphi\varphi}$. **δ.** $s = N\beta\cdot\sigma\upsilon\nu\varphi$.

51. Φορτισμένο σωματίδιο κινείται σε ελικοειδή τροχιά εντός ομογενούς μαγνητικού πεδίου, αν εκτοξευτεί υπό γωνία ως προς τις δυναμικές γραμμές του πεδίου με ταχύτητα μέτρου υ. Εάν η μετατόπιση του σωματιδίου κατά μήκος των δυναμικών γραμμών του πεδίου σε ορισμένο χρονικό διάστημα είναι ίση με x και η παράλληλη και η κάθετη συνιστώσα της ταχύτητας στις δυναμικές γραμμές του πεδίου είναι υ_π και υ_κ αντίστοιχα, τότε το μήκος της τροχιάς s που διαγράφει το σωματίδιο σε αυτό το χρονικό διάστημα είναι:

α. $s = \frac{\upsilon}{\upsilon_\kappa}x$. **β.** $s = \frac{\upsilon_\kappa}{\upsilon_\pi}x$.

γ. $s = \frac{\upsilon}{\upsilon_\pi}x$. **δ.** $s = \frac{\upsilon_\pi}{\upsilon}x$.

52. Σωματίδιο μάζας m και φορτίου q εκτοξεύεται με ταχύτητα μέτρου υ η κατεύθυνση της οποίας σχηματίζει γωνία φ με τις δυναμικές γραμμές του ομογενούς μαγνητικού πεδίου. Το βήμα της ελικοειδούς κίνησης εντός του μαγνητικού πεδίου δίνεται από την εξίσωση:

α. $\beta = \frac{2\pi m}{B|q|}\upsilon\cdot\eta\mu\varphi$.

β. $\beta = \frac{\pi m}{B|q|}\upsilon\cdot\eta\mu\varphi$.

γ. $\beta = \frac{\pi m}{2B|q|}\upsilon\cdot\sigma\upsilon\nu\varphi$.

δ. $\beta = \frac{2\pi m}{B|q|}\upsilon\cdot\sigma\upsilon\nu\varphi$.

53. Εάν ένα σωματίδιο μάζας m και φορτίου q εκτοξευθεί σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου B με ταχύτητα μέτρου υ η οποία σχηματίζει γωνία φ με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου, τότε η ακτίνα R της ελικοειδούς κίνησης του σωματιδίου είναι ίση με:

α. $R = \frac{m\upsilon}{B|q|}$.

β. $R = \frac{m\upsilon}{B|q|}\sigma\upsilon\nu\varphi$.

γ. $R = \frac{m\upsilon}{B|q|}\eta\mu\varphi$.

δ. $R = \frac{m\upsilon}{B|q|}\varepsilon\varphi\varphi$.

54. Φορτισμένο σωματίδιο διαγράφει ελικοειδή κίνηση μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, όταν εκτοξεύεται με ταχύτητα η κατεύθυνση της οποίας σχηματίζει γωνία φ με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Εάν το μήκος

της τροχιάς που διαγράφει το σωματίδιο σε ορισμένο χρονικό διάστημα είναι s, τότε για τη μετατόπιση Δx του σωματιδίου κατά μήκος των δυναμικών γραμμών του πεδίου στο ίδιο χρονικό διάστημα ισχύει:

α. $\Delta x = s$. **β.** $\Delta x = s \cdot \text{εφφ}$.

γ. $\Delta x = s \cdot \text{ημφ}$. **δ.** $\Delta x = s \cdot \text{συνφ}$.

55. Φορτισμένο σωματίδιο εκτοξεύεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με ταχύτητα η κατεύθυνση της οποίας σχηματίζει γωνία 45° με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Στην περίπτωση αυτήν:

α. Το μέτρο της συνιστώσας της ταχύτητας του σωματιδίου κατά μήκος των δυναμικών γραμμών του πεδίου είναι μεγαλύτερο από το μέτρο της συνιστώσας της ταχύτητας η οποία είναι κάθετη στις δυναμικές γραμμές του πεδίου.

β. Το μέτρο της συνιστώσας της ταχύτητας του σωματιδίου κατά μήκος των δυναμικών γραμμών του πεδίου είναι μικρότερο από το μέτρο της συνιστώσας της ταχύτητας η οποία είναι κάθετη στις δυναμικές γραμμές του πεδίου.

γ. Το μήκος της τροχιάς του σωματιδίου σε ορισμένο χρονικό διάστημα είναι μεγαλύτερο από την οριζόντια μετατόπιση του σωματιδίου κατά μήκος των δυναμικών γραμμών του πεδίου στο ίδιο χρονικό διάστημα.

δ. Το μήκος της τροχιάς του σωματιδίου σε κάποιο χρονικό διάστημα είναι ίσο με την οριζόντια μετατόπιση του σωματιδίου κατά μήκος των δυναμικών γραμμών του πεδίου στο ίδιο χρονικό διάστημα.

56. Φορτισμένο σωματίδιο εκτοξεύεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με ταχύτητα η κατεύθυνση της οποίας σχηματίζει οξεία γωνία με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου και αρχίζει να κινείται σε ελικοειδή τροχιά. Αν μειωθεί, χωρίς να μηδενιστεί, η γωνία μεταξύ ταχύτητας εκτόξευσης και δυναμικών γραμμών του πεδίου, τότε:

α. Θα μειωθεί το βήμα της έλικας και θα αυξηθεί η ακτίνα της τροχιάς του σωματιδίου.

β. Θα αυξηθεί το βήμα της έλικας, ενώ η περίοδος της κίνησης του σωματιδίου θα διατηρηθεί.

γ. Θα μείνει σταθερή η ακτίνα της τροχιάς του σωματιδίου ενώ η συχνότητα της κίνησης του σωματιδίου θα μειωθεί.

δ. Θα αυξηθεί το βήμα της έλικας, ενώ η συχνότητα της κίνησης του σωματιδίου θα μειωθεί.

Επιλογέας ταχυτήτων – Φασματογράφος μάζας

57. Ο επιλογέας ή φίλτρο ταχυτήτων είναι μία διάταξη δύο:

α. Ομογενών μαγνητικών πεδίων με δυναμικές γραμμές κάθετες μεταξύ τους.

β. Ομογενών ηλεκτρικών πεδίων με δυναμικές γραμμές κάθετες μεταξύ τους.

γ. Ομογενών πεδίων, ενός ηλεκτρικού και ενός μαγνητικού, με δυναμικές γραμμές ίδιας φοράς.

δ. Ομογενών πεδίων, ενός ηλεκτρικού και ενός μαγνητικού, με δυναμικές γραμμές κάθετες μεταξύ τους.

58. Με τον όρο φίλτρο ή επιλογέα ταχυτήτων εννοούμε μία πειραματική διάταξη με τη βοήθεια της οποίας:

α. Υπολογίζουμε τη μάζα των ιόντων.

β. Υπολογίζουμε το φορτίο των σωματιδίων.

γ. Υπολογίζουμε το ειδικό φορτίο q/m των σωματιδίων.

δ. Επιτρέπουμε σε σωματίδια μιας δέσμης τα οποία κινούνται με καθορισμένη ταχύτητα να διέλθουν από αυτήν διαχωρίζοντάς τα από τα υπόλοιπα σωματίδια της δέσμης.

59. Η ταχύτητα των σωματιδίων που διέρχονται χωρίς να αποκλίνουν από έναν επιλογέα ταχυτήτων είναι:

α. Κάθετη στις εντάσεις του ηλεκτρικού και του μαγνητικού πεδίου.

β. Κάθετη στην ένταση του ηλεκτρικού και παράλληλη προς την ένταση του μαγνητικού πεδίου.

γ. Κάθετη στην ένταση του μαγνητικού και παράλληλη προς την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου.

δ. Παράλληλη στις εντάσεις του ηλεκτρικού και του μαγνητικού πεδίου.

60. Ένας επιλογέας ταχυτήτων χρησιμοποιεί ηλεκτρικό πεδίο έντασης μέτρου E και μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου B. Το μέτρο υ της ταχύτητας των σωματιδίων που κινούνται ευθύγραμμα μέσα στον επιλογέα είναι:

α. $\upsilon = E \cdot B$. β. $\upsilon = E/B$.

γ. $\upsilon = B/E$. δ. $\upsilon = E^2/B$.

61. Με το πείραμα του Thomson αποδείχθηκε ότι:

α. Η ύλη αποτελείται από άτομα.

β. Τα πρωτόνια είναι συστατικό της ύλης.

γ. Τα ηλεκτρόνια είναι συστατικό της ύλης.

δ. Τα πρωτόνια είναι θετικά φορτισμένα.

62. Στο πείραμα του Thomson τα ηλεκτρόνια με μάζα m και (απόλυτο) φορτίο e επιταχύνονται υπό τάση V και αποκτούν ταχύτητα μέτρου υ που δίνεται από τη σχέση:

α. $\upsilon = \sqrt{\frac{eV}{2m}}$. β. $\upsilon = 2\sqrt{\frac{eV}{m}}$.

γ. $\upsilon = \sqrt{\frac{eV}{m}}$. δ. $\upsilon = \sqrt{\frac{2eV}{m}}$.

63. Στη διάταξη που χρησιμοποίησε ο Thomson στο πείραμά του, τα ηλεκτρόνια:

α. Κινούνται από την κάθοδο προς την άνοδο στο ηλεκτρικό πεδίο.

β. Διέρχονται ανεπηρέαστα από τον επιλογέα ταχυτήτων ανεξάρτητα της κινητικής τους ενέργειας.

γ. Μετά το ηλεκτρικό πεδίο προσπίπτουν επάνω στην οθόνη χωρίς να περάσουν από τον επιλογέα ταχυτήτων.

δ. Διέρχονται πρώτα από τον επιλογέα ταχυτήτων, στη συνέχεια από το ηλεκτρικό πεδίο και καταλήγουν στην οθόνη.

64. Στο πείραμα του Thomson τα ηλεκτρόνια με μάζα m και (απόλυτο) φορτίο e επιταχύνονται υπό τάση V. Το πηλίκο $\frac{E}{B}$ του μέτρου της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου προς το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου του επιλογέα ταχυτήτων της πειραματικής διάταξης του Thomson είναι ίσο με:

α. $\frac{E}{B}=\frac{1}{2}\sqrt{V\frac{e}{m}}$. **β.** $\frac{E}{B}=2\sqrt{V\frac{e}{m}}$.

γ. $\frac{E}{B}=\sqrt{V\frac{e}{m}}$. **δ.** $\frac{E}{B}=\sqrt{2V\frac{e}{m}}$.

65. Ο φασματογράφος μάζας χρησιμοποιεί:
α. Ένα ηλεκτρικό και ένα μαγνητικό πεδίο.
β. Δύο ηλεκτρικά και ένα μαγνητικό πεδίο.
γ. Ένα ηλεκτρικό και δύο μαγνητικά πεδία.
δ. Δύο ηλεκτρικά και δύο μαγνητικά πεδία.

Β. Θέματα του τύπου Σωστό / Λάθος

*Να χαρακτηρίσετε κάθε πρόταση από τα θέματα **66 – 71** με το γράμμα **Σ**, αν είναι σωστή, ή με το γράμμα **Λ**, αν είναι λανθασμένη.*

66. Η δύναμη Lorentz:
α. Είναι η δύναμη που ασκεί το ηλεκτρικό πεδίο σε φορτισμένα σωματίδια που κινούνται μέσα σε αυτό.
β. Έχει διεύθυνση κάθετη στο επίπεδο που ορίζουν η ταχύτητα με τις δυναμικές γραμμές του ομογενούς μαγνητικού πεδίου.
γ. Έχει μέτρο το οποίο δεν εξαρτάται από τη διεύθυνση εισόδου του φορτισμένου σωματιδίου μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο.
δ. Δεν παράγει ποτέ έργο πάνω στο φορτισμένο σωματίδιο, ανεξάρτητα από τη γωνία υπό την οποία αυτό εισέρχεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο.
ε. Είναι ομοεπίπεδη με την ταχύτητα του φορτισμένου σωματιδίου και την ένταση του ομογενούς μαγνητικού πεδίου.

67. Φορτισμένο σωματίδιο εισέρχεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο υπό γωνία φ σε σχέση με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου.
α. Για φ = 0° το σωματίδιο εκτελεί ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση
β. Για φ = 30° το σωματίδιο κινείται σε ελικοειδή τροχιά.
γ. Για φ = 90° το σωματίδιο εκτελεί επιταχυνόμενη κίνηση.
δ. Για φ = 180° το σωματίδιο κινείται με σταθερή ταχύτητα.
ε. Για φ = 60° το σωματίδιο κινείται ισοταχώς, χωρίς να δέχεται δύναμη από το πεδίο.

68. Η ελικοειδής κίνηση ενός φορτισμένου σωματιδίου σε ομογενές μαγνητικό πεδίο:
α. Είναι σύνθετη κίνηση, μια ευθύγραμμη ομαλή και μια ομαλή κυκλική κίνηση.

β. Είναι σύνθετη κίνηση, μια ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη και μία ομαλή κυκλική κίνηση.

γ. Έχει βήμα που εξαρτάται από τη γωνία εισόδου του σωματιδίου μέσα στο μαγνητικό πεδίο.

δ. Είναι μια κίνηση όπου το σωματίδιο κινείται σε δύο διαστάσεις.

ε. Είναι μια κίνηση στην οποία το μέτρο της ταχύτητας του σωματιδίου αυξάνεται.

69. Φορτισμένο σωματίδιο εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο.

α. Η δύναμη Lorentz δρα ως κεντρομόλος δύναμη.

β. Η αρχική ταχύτητα του σωματιδίου τη χρονική στιγμή εισόδου του στο πεδίο σχημάτιζε οξεία γωνία με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου.

γ. Ανάλογα με το είδος του φορτίου, το σωματίδιο κινείται μέσα στο μαγνητικό πεδίο είτε ομόρροπα με τη φορά περιστροφής των δεικτών του ρολογιού είτε αντίρροπα.

δ. Στη διάρκεια της κυκλικής κίνησης διατηρούνται σταθερές τόσο η ταχύτητα όσο και η κινητική ενέργεια του σωματιδίου, γιατί η δύναμη Lorentz δεν παράγει έργο.

ε. Εφόσον η δύναμη Lorentz δεν παράγει έργο, διατηρείται η ορμή του σωματιδίου κατά την κίνησή του μέσα στο μαγνητικό πεδίο.

70. Ηλεκτρικά φορτισμένο σωματίδιο εισέρχεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με ταχύτητα μέτρου υ η οποία σχηματίζει γωνία 30° με τις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου.

α. Το σωματίδιο θα εκτελέσει ομαλή κυκλική κίνηση.

β. Η δύναμη Lorentz στην περίπτωση αυτή παράγει έργο, διότι το σωματίδιο κινείται κατά μήκος των δυναμικών γραμμών του μαγνητικού πεδίου.

γ. Σε επίπεδο κάθετο στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου το σωματίδιο εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση.

δ. Το βήμα της ελικοειδούς κίνησης του σωματιδίου αυξάνεται σε συνάρτηση με τον χρόνο.

ε. Το μήκος s της τροχιάς του σωματιδίου σε ορισμένο χρονικό διάστημα Δt δίνεται από τη σχέση: $s = \upsilon \cdot \Delta t$.

71. Με τον φασματογράφο μάζας:

α. Διαχωρίζουμε ιόντα με διαφορετικό πηλίκο μάζας – φορτίου.

β. Διαχωρίζουμε φορτισμένα σωματίδια μιας δέσμης τα οποία κινούνται με ορισμένη ταχύτητα από άλλα σωματίδια της δέσμης τα οποία κινούνται με διαφορετικές ταχύτητες.

γ. Υπολογίζουμε τη μάζα ισοτόπων ενός δεδομένου ιόντος, αν γνωρίζουμε το φορτίο.

δ. Υπολογίζουμε τον λόγο μαζών ισοτόπων του ίδιου ιόντος του οποίου το φορτίο δεν είναι γνωστό.

ε. Υπολογίστηκε για πρώτη φορά το φορτίο του ηλεκτρονίου.

Γ. Θέματα πολλαπλής επιλογής με αιτιολόγηση

*Στα θέματα **72 - 92** να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.*

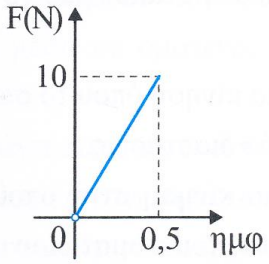
Δύναμη Lorentz

72. Δύο σωματίδια (1), (2) εισέρχονται σε ομογενή μαγνητικά πεδία. Το σωματίδιο (1) φορτίου q εισέρχεται σε μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου B, η ταχύτητά του έχει μέτρο υ και αρχικά η κατεύθυνσή της σχηματίζει γωνία 30° με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Το σωματίδιο (2) φορτίου 2q εισέρχεται σε μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου 2B, η ταχύτητά του έχει μέτρου 2υ και αρχικά η κατεύθυνσή της σχηματίζει γωνία 60° με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Για τα μέτρα των δυνάμεων $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ που δέχονται τα σωματίδια (1), (2) αντίστοιχα από τα μαγνητικά πεδία ισχύει η σχέση:

α. $F_2 = 8\sqrt{3}F_1$. **β.** $F_2 = \sqrt{3}F_1$.

γ. $F_2 = 2\sqrt{3}F_1$.

73. Ηλεκτρικό φορτίο $q = -10^{-6}$ C εισέρχεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου B = 1 T και δέχεται από το πεδίο δύναμη Lorentz. Η γραφική παράσταση του μέτρου F της δύναμης Lorentz σε συνάρτηση με το ημίτονο της γωνίας που σχηματίζει η κατεύθυνσης της ταχύτητας του φορτίου με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα.



Το μέτρο της ταχύτητας του σωματιδίου είναι:

α. $\upsilon = 10^7$ m/s. **β.** $\upsilon = 2 \cdot 10^7$ m/s.

γ. $\upsilon = 3 \cdot 10^7$ m/s.

74. Η μέγιστη τιμή της δύναμης Lorentz που μπορεί να δεχθεί ηλεκτρικό φορτίο από ομογενές μαγνητικό πεδίο είναι F_{max}. Για να δεχθεί το ίδιο φορτίο, κινούμενο με την ίδια ταχύτητα εντός του ίδιου μαγνητικού πεδίου, δύναμη μέτρου $\frac{F_{max}\sqrt{3}}{2}$, θα πρέπει η γωνία θ που σχηματίζει το διάνυσμα της ταχύτητάς του με το διάνυσμα της έντασης του μαγνητικού πεδίου να είναι:

α. θ = 30°. **β.** θ = 60°. **γ.** θ = 45°.

75. Δύο όμοια ηλεκτρικά φορτισμένα σωματίδια (1), (2) εκτοξεύονται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Αρχικά οι κατευθύνσεις των ταχυτήτων των δύο φορτισμένων σωματιδίων σχηματίζουν την ίδια γωνία θ με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου.

Εάν το μέτρο της ορμής του σωματιδίου (1) είναι τετραπλάσιο σε σχέση με το μέτρο της ορμής του σωματιδίου (2), τότε για τα μέτρα F_1 και F_2 των δυνάμεων Lorentz που ασκούνται στα σωματίδια (1) και (2) αντίστοιχα από το μαγνητικό πεδίο ισχύει:

α. $F_2 = F_1$. **β.** $F_2 = 2F_1$. **γ.** $F_2 = F_1/4$.

76. Δύο σημειακά ηλεκτρικά φορτισμένα σωματίδια (1), (2) ίδιας μάζας και ίδιου, κατ' απόλυτη τιμή, φορτίου κινούνται στην ίδια κυκλική τροχιά εντός ομογενούς μαγνητικού πεδίου, κάθετα στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Το σωματίδιο (1) έχει στροφορμή διπλάσιου μέτρου συγκριτικά με τη στροφορμή του σωματιδίου (2).

Α. Για τα μέτρα F_1 και F_2 των δυνάμεων Lorentz που ασκούνται στα σωματίδια (1) και (2) αντίστοιχα από το μαγνητικό πεδίο ισχύει η σχέση:

α. $F_2 = F_1/2$. **β.** $F_2 = F_1/4$.

γ. $F_2 = 4F_1/3$.

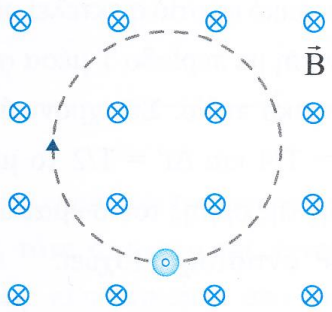
Β. Αν τα δύο φορτισμένα σωματίδια είναι ετερόσημα, κινούνται αντίρροπα στην ίδια κυκλική τροχιά και συγκρούονται μεταξύ τους κεντρικά και ελαστικά, για τα μέτρα των δυνάμεων Lorentz F_1' και $\vec{F}_2'$ που ασκούνται στα σωματίδια (1) και (2) αντίστοιχα από το μαγνητικό πεδίο αμέσως μετά την κρούση ισχύει:

α. $F_2' = \frac{F_1'}{2}$. **β.** $F_2' = 2F_1'$.

γ. $F_2' = F_1'$.

Κίνηση φορτισμένων σωματιδίων μέσα σε μαγνητικό πεδίο

77. Στο ακόλουθο σχήμα απεικονίζεται η τροχιά ενός σωματιδίου εντός ομογενούς μαγνητικού πεδίου.

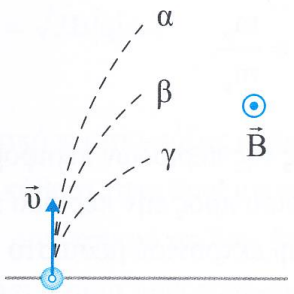


Το σωματίδιο που θα μπορούσε να κινηθεί σε αυτήν την τροχιά είναι:

α. Πρωτόνιο. **β.** Νετρόνιο.

γ. Ηλεκτρόνιο.

78. Δύο φορτισμένα σωματίδια (1), (2) με ίσες μάζες ($m_1 = m_2$) και θετικά φορτία q_1, q_2, με $q_2 > q_1$, εκτοξεύονται από το ίδιο σημείο με ταχύτητες ίσου μέτρου μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, κάθετα στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Στο ακόλουθο σχήμα απεικονίζονται τρεις πιθανές τροχιές α, β και γ των δύο σωματιδίων.



Αν το σωματίδιο (1) κινηθεί στην τροχιά β, τότε το σωματίδιο (2) θα κινηθεί:

α. Στην τροχιά α.

β. Στην τροχιά β, επίσης.

γ. Στην τροχιά γ.

79. Ηλεκτρικό φορτίο q εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση με περίοδο T μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Στα χρονικά διαστήματα $\Delta t = T/4$ και $\Delta t' = T/2$ το μέτρο της μεταβολής της ορμής του σωματιδίου είναι ΔP και ΔP′ αντίστοιχα. Ισχύει:

α. $\frac{\Delta P}{\Delta P'} = 1.$ β. $\frac{\Delta P}{\Delta P'} = \frac{\sqrt{2}}{2}.$

γ. $\frac{\Delta P}{\Delta P'} = \frac{1}{2}.$

80. Ηλεκτρόνιο μάζας m_e και πρωτόνιο μάζας m_p εκτελούν ομαλή κυκλική κίνηση σε ομογενές μαγνητικό πεδίο κινούμενα με ταχύτητα ίδιου μέτρου.

Α. Ο λόγος της ακτίνας περιφοράς R_p του πρωτονίου προς την ακτίνα περιφοράς R_e του ηλεκτρονίου μέσα στο μαγνητικό πεδίο είναι:

α. $\frac{R_p}{R_e} = 1.$ β. $\frac{R_p}{R_e} = \frac{m_e}{m_p}.$

γ. $\frac{R_p}{R_e} = \frac{m_p}{m_e}.$

Β. Ο λόγος της περιόδων περιφοράς T_p του πρωτονίου προς την περίοδο περιφοράς T_e του ηλεκτρονίου μέσα στο μαγνητικό πεδίο είναι:

α. $\frac{T_p}{T_e} = \frac{m_p}{m_e}.$ β. $\frac{T_p}{T_e} = \frac{m_e}{m_p}.$

γ. $\frac{T_p}{T_e} = 1.$

81. Δύο ακίνητα σωματίδια (1), (2) ίδιου φορτίου και μάζας m_1, m_2 αντίστοιχα επιταχύνονται υπό την ίδια διαφορά δυναμικού και στη συνέχεια εισέρχονται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, κάθετα στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Εντός του πεδίου τα σωματίδια (1), (2) διαγράφουν κυκλικές τροχιές ακτίνων R_1 και R_2 αντίστοιχα. Ο λόγος των μαζών $\frac{m_1}{m_2}$ των δύο σωματιδίων είναι:

α. $\frac{m_1}{m_2} = \frac{R_1}{R_2}.$ β. $\frac{m_1}{m_2} = \sqrt{\frac{R_1}{R_2}}.$

γ. $\frac{m_1}{m_2} = \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2.$

82. Θετικό ηλεκτρικό φορτίο q, μάζας m εισέρχεται με κινητική ενέργεια K σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, κάθετα στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Το φορτίο κινείται σε κυκλική τροχιά ακτίνας R. Το μέτρο B της έντασης του μαγνητικού πεδίου είναι:

α. $B = \frac{1}{Rq}\sqrt{2Km}.$ β. $B = \frac{2}{Rq}\sqrt{Km}.$

γ. $B = \frac{1}{Rq}\sqrt{Km}.$

83. Με τη βοήθεια ενός σωματιδίου μάζας m και φορτίου q εκτελούμε δύο πειράματα. Στο πρώτο πείραμα, το σωματίδιο επιταχύνεται υπό τάση V, εισέρχεται κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης $\vec{B}$ και αρχίζει να κινείται κυκλικά με ακτίνα R_1. Στο δεύτερο πείραμα το σωματίδιο εισάγεται ξανά κάθετα στις δυναμικές γραμμές του ίδιου πεδίου, έχοντας επιταχυνθεί υπό τάση 4V και αρχίζει να κινείται κυκλικά με ακτίνα R_2. Για τις δύο ακτίνες περιστροφής του σωματιδίου ισχύει η σχέση:

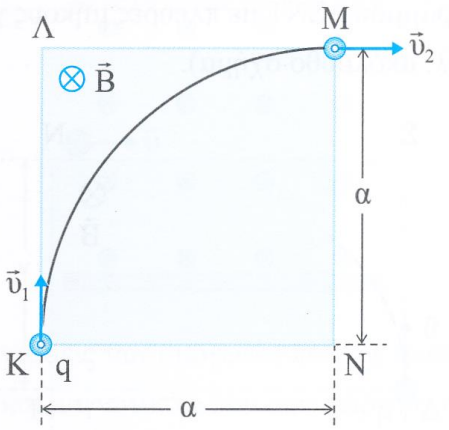
α. $R_2 = R_1$. **β.** $R_2 = 2R_1$. **γ.** $R_2 = 4R_1$.

84. Πρωτόνιο (m, +e) και σωμάτιο α (4m, +2e) κινούνται σε κυκλικές τροχιές ίσων ακτίνων σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με κινητικές ενέργειες K_p και K_α αντίστοιχα. Ισχύει:

α. $K_p = 2K_\alpha$. **β.** $K_p = (1/2)K_\alpha$.

γ. $K_p = K_\alpha$.

85. Η οριζόντια τομή ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης $\vec{B}$ με κατακόρυφες δυναμικές γραμμές έχει το σχήμα του τετραγώνου ΚΛΜΝ, όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα. Αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο q, μάζας m κινείται οριζόντια, κατά τη διεύθυνση της πλευράς ΚΛ και εισέρχεται στο μαγνητικό πεδίο από την κορυφή Κ. Το σωματίδιο φθάνοντας στην κορυφή Μ εγκαταλείπει το μαγνητικό πεδίο.



Α. Εάν η πλευρά του τετραγώνου έχει μήκος α, τότε το μέτρο της κεντρομόλου δύναμης που ασκείται στο φορτίο σε όλη τη διάρκεια της κίνησής του μέσα στο μαγνητικό πεδίο είναι:

α. $F_\kappa = \alpha\dfrac{B^2q^2}{m}$.

β. $F_\kappa = 2\alpha\dfrac{B^2q^2}{m}$.

γ. $F_\kappa = \alpha\dfrac{B^2q^2}{2m}$.

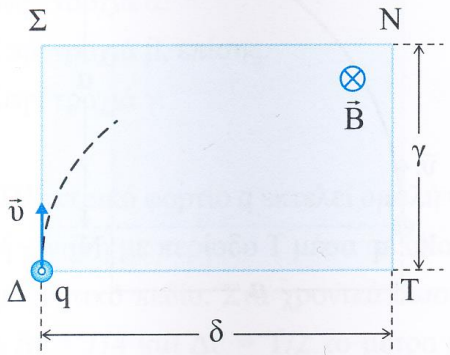
Β. Το μέτρο της μεταβολής της στροφορμής του φορτίου μεταξύ του σημείου εισόδου και του σημείου εξόδου του από το μαγνητικό πεδίο είναι:

α. $|\Delta\vec{L}| = 0$. **β.** $|\Delta\vec{L}| = 2B|q|\alpha^2$.

γ. $|\Delta\vec{L}| = \sqrt{2}B|q|\alpha^2$.

86. Αρνητικό φορτίο μάζας m και φορτίου q κινείται κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης $\vec{B}$. Το πεδίο έχει σχήμα ορθογωνίου παραλλη-

λογράμμου ΔΣΝΤ με πλευρές μήκους γ και δ (βλ. ακόλουθο σχήμα).



Α. Αν το φορτίο εισέρχεται στο πεδίο από την κορυφή Δ και εξέρχεται από την κορυφή Τ, τότε το μέτρο της μεταβολής της κεντρομόλου επιτάχυνσης του φορτίου ανάμεσα στα σημεία Δ και Τ είναι:

α. $|\Delta\vec{\alpha}_\kappa| = \delta\dfrac{B^2q^2}{2m^2}$.

β. $|\Delta\vec{\alpha}_\kappa| = 2\delta\dfrac{B^2q^2}{m^2}$.

γ. $|\Delta\vec{\alpha}_\kappa| = \delta\dfrac{B^2q^2}{m^2}$.

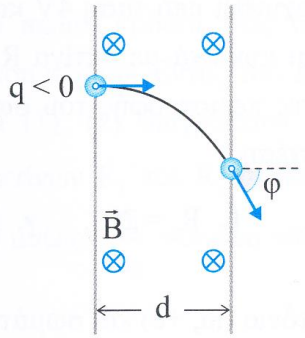
Β. Η μέγιστη τιμή που πρέπει να λάβει η κινητική ενέργεια του φορτίου, ώστε αυτό να μην εξέρχεται από την πλευρά ΣΝ του μαγνητικού πεδίου είναι:

α. $K_{max} = \gamma^2\dfrac{B^2q^2}{m}$.

β. $K_{max} = \gamma^2\dfrac{B^2q^2}{2m}$.

γ. $K_{max} = 2\gamma^2\dfrac{B^2q^2}{2m}$.

87. Αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο q, μάζας m εισέρχεται με ταχύτητα μέτρου υ κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης $\vec{B}$ και εύρους d. Το φορτίο εισέρχεται κάθετα στη μία πλευρά του πεδίου και όταν εξέρχεται από την άλλη πλευρά του πεδίου έχει εκτραπεί κατά γωνία φ, όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα.



Α. Για τη γωνιακή εκτροπή ισχύει:

α. $\eta\mu\varphi = \dfrac{2B|q|}{m\upsilon}d$.

β. $\eta\mu\varphi = \dfrac{B|q|}{2m\upsilon}d$.

γ. $\eta\mu\varphi = \dfrac{B|q|}{m\upsilon}d$.

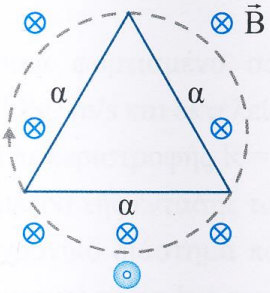
Β. Το χρονικό διάστημα κίνησης του φορτίου μέσα στο μαγνητικό πεδίο είναι:

α. $\Delta t = \varphi\dfrac{m}{B|q|}$.

β. $\Delta t = 2\varphi\dfrac{m}{B|q|}$.

γ. $\Delta t = \varphi\dfrac{m}{2B|q|}$.

88. Γύρω από ισόπλευρο τρίγωνο πλευράς α εκτείνεται ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$, κάθετης διεύθυνσης στο επίπεδο του τριγώνου. Αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο q, μάζας m κινείται κυκλικά μέσα στο μαγνητικό πεδίο με ταχύτητα σταθερού μέτρου υ και διέρχεται οριακά από τις κορυφές του τριγώνου, όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα.



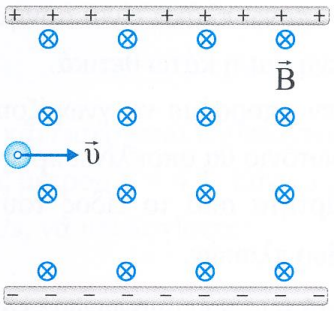
Το ειδικό φορτίο $\frac{|q|}{m}$ είναι:

α. $\frac{|q|}{m} = \sqrt{2}\frac{\upsilon}{B\alpha}$. **β.** $\frac{|q|}{m} = \sqrt{3}\frac{\upsilon}{B\alpha}$.

γ. $\frac{|q|}{m} = \frac{\sqrt{3}}{3}\frac{\upsilon}{B\alpha}$.

Επιλογέας ταχυτήτων – Φασματογράφος μάζας

89. Ηλεκτρόνιο κινείται με ταχύτητα μέτρου $\upsilon = 2 \cdot 10^6$ m/s και εισέρχεται σε επιλογέα ταχυτήτων, όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα.



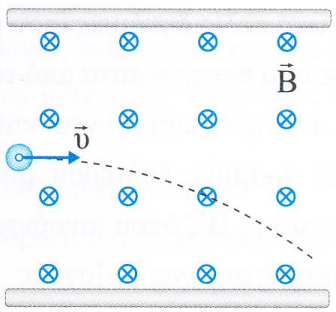
Οι εντάσεις των ομογενών πεδίων, ηλεκτρικού και μαγνητικού, που συνυπάρχουν στον επιλογέα έχουν μέτρο $E = 4 \cdot 10^3$ V/m και $B = 2 \cdot 10^{-3}$ T αντίστοιχα. Το ηλεκτρόνιο:

α. Θα αποκλίνει προς τη θετική πλάκα, στον πυκνωτή του επιλογέα.

β. Θα εκτελέσει ευθύγραμμη ομαλή κίνηση μέσα στον επιλογέα.

γ. Θα αποκλίνει προς την αρνητική πλάκα, στον πυκνωτή του επιλογέα.

90. Πρωτόνιο εισέρχεται με ταχύτητα μέτρου $\upsilon = 8 \cdot 10^5$ m/s σε επιλογέα ταχυτήτων και αποκλίνει προς τα κάτω, όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα.



Α. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις περιγράφει ορθά το είδος του φορτίου στις δύο μεταλλικές πλάκες της διάταξης;

α. Η επάνω πλάκα είναι θετικά φορτισμένη και η κάτω αρνητικά.

β. Η επάνω πλάκα είναι αρνητικά φορτισμένη και η κάτω θετικά.

γ. Δεν μπορούμε να γνωρίζουμε, γιατί το πρωτόνιο θα αποκλίνει προς τα κάτω, ανεξάρτητα από το είδος του φορτίου των δύο πλακών.

Β. Οι εντάσεις των ομογενών πεδίων, ηλεκτρικού και μαγνητικού, τα οποία συνυπάρχουν στον επιλογέα έχουν μέτρο $E = 4 \cdot 10^3$ V/m και $B = 4 \cdot 10^{-3}$ T αντίστοιχα. Για να διέλθει το πρωτόνιο κινούμενο ευθύγραμμα και ομαλά από τον επιλογέα, πρέπει το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου να:

α. Μειωθεί κατά 10%.

β. Αυξηθεί κατά 20%.

γ. Αυξηθεί κατά 25%.

91. Δέσμη φορτισμένων σωματιδίων εισέρχεται σε επιλογέα ταχυτήτων με εντάσεις ηλεκτρικού και μαγνητικού πεδίου $\vec{E}$ και $\vec{B}$ αντίστοιχα. Ορισμένα σωματίδια της δέσμης δέχονται από το ηλεκτρικό και το μαγνητικό πεδίο δυνάμεις ίσου μέτρου F και διέρχονται ανεπηρέαστα από τον επιλογέα. Στη συνέχεια, εισέρχονται κάθετα στις δυναμικές γραμμές δεύτερου μαγνητικού πεδίου έντασης $\vec{B}'$, όπου κινούνται σε κυκλικές τροχιές ακτίνας R. Ισχύει:

α. $R = \dfrac{4mF}{B'Bq^2}$. β. $R = \dfrac{mF}{B'Bq^2}$.

γ. $R = \dfrac{mF}{2B'Bq^2}$.

92. Για τον διαχωρισμό μιας δέσμης αποτελούμενης από ισότοπους πυρήνες υδρογόνου ${}_1^1H$, ${}_1^2H$, ${}_1^3H$ χρησιμοποιούμε φασματογράφο μάζας. Τα ίχνη των ισότοπων πυρήνων ${}_1^1H$, ${}_1^2H$ επάνω στη φωτογραφική πλάκα απέχουν μεταξύ τους απόσταση d, ενώ εκείνα των πυρήνων ${}_1^1H$, ${}_1^3H$ απέχουν μεταξύ τους απόσταση d′. Ισχύει:

α. $d' = 2d$. β. $d' = 3d$. γ. $d' = 4d$.

Ασκήσεις προς λύση

93. Ηλεκτρικό φορτίο $q = 10^{-6}$ C έχει μάζα $m = 10^{-8}$ kg και εισέρχεται κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης μέτρου $B = 4$ T. Εάν το μέτρο της ταχύτητας του ηλεκτρικού φορτίου είναι $\upsilon = 10^2$ m/s, να υπολογίσετε:

α. Την ακτίνα της κυκλικής κίνησης του φορτίου.

β. Το χρονικό διάστημα που απαιτείται για να ολοκληρώσει το φορτίο μία πλήρη περιστροφή μέσα στο μαγνητικό πεδίο.

γ. Το μέτρο της δύναμης Lorentz που ασκείται στο φορτίο από το μαγνητικό πεδίο.

δ. Το μέτρο της κεντρομόλου επιτάχυνσης του φορτίου.

94. Ηλεκτρικά φορτισμένο σωματίδιο έχει φορτίο $q = -2 \cdot 10^{-4}$ C, ορμή μέτρου $P = 10^{-5}$ kg · m/s και εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με ακτίνα περιστροφής $R = 1$ m. Να υπολογίσετε:

α. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου.

β. Το χρονικό διάστημα που απαιτείται ώστε το σωματίδιο να διαγράψει μέσα στο μαγνητικό πεδίο ένα τεταρτοκύκλιο, εάν η μάζα του σωματιδίου είναι $m = 10^{-10}$ kg.

γ. Το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της ορμής του σωματιδίου.

δ. Το μέτρο της στροφορμής του σωματιδίου.

95. Ηλεκτρόνιο εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 0{,}91$ T. Να υπολογίσετε:

α. Το χρονικό διάστημα που απαιτείται ώστε η επιβατική ακτίνα του ηλεκτρονίου να στραφεί κατά γωνία $\Delta\theta = 30°$.

β. Το μήκος της τροχιάς που διαγράφει το ηλεκτρόνιο, όταν ολοκληρώνει δέκα (10) περιστροφές μέσα στο μαγνητικό πεδίο, εάν το μέτρο της ταχύτητάς του είναι $\upsilon = 1{,}6 \cdot 10^7$ m/s.

γ. Το πλήθος των περιστροφών του ηλεκτρονίου ανά δευτερόλεπτο.

δ. Το ηλεκτρικό ρεύμα που αντιστοιχεί στην περιφορά του ηλεκτρονίου στο ομογενές μαγνητικό πεδίο.

Δίνονται το φορτίο και η μάζα του ηλεκτρονίου: $e = -1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C, $m_e = 9{,}1 \cdot 10^{-31}$ kg αντίστοιχα.

96. Σωματίδιο μάζας $m = 10^{-10}$ kg και φορτίου $q = 4 \cdot 10^{-6}$ C έχει κινητική ενέργεια $K = 2 \cdot 10^{-2}$ J και εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 1$ T. Να υπολογίσετε:

α. Το μέτρο της ταχύτητας του σωματιδίου.

β. Την ακτίνα περιστροφής του μέσα στο μαγνητικό πεδίο.

γ. Το μέτρο της κεντρομόλου δύναμης που ασκείται στο σωματίδιο κατά την κίνησή του στο μαγνητικό πεδίο.

δ. Το ελάχιστο χρονικό διάστημα που απαιτείται, ώστε το μέτρο της μεταβολής της ορμής του σωματιδίου να γίνει διπλάσιο από το μέτρο της ορμής του.

97. Θετικά φορτισμένο σωματίδιο έχει ταχύτητα μέτρου $\upsilon = 100$ m/s και κινείται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$, μέτρου 2 T. Όταν το διάνυσμα της ταχύτητας σχηματίζει γωνία 30° με τη διεύθυνση των δυναμικών γραμμών του πεδίου, τότε το μέτρο της δύναμης που δέχεται το σωματίδιο από το πεδίο είναι $F = 10^{-4}$ N.

α. Να υπολογίσετε το ηλεκτρικό φορτίο του σωματιδίου.

Όταν το σωματίδιο εισέρχεται στο ίδιο μαγνητικό πεδίο με ταχύτητα ίδιου μέτρου, κάθετα στις δυναμικές γραμμές του πεδίου, να υπολογίσετε:

β. Τη μάζα του σωματιδίου, εάν η ακτίνα περιστροφής του είναι $R = 2$ m.

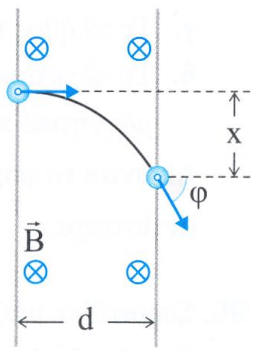
γ. Τη γωνία κατά την οποία περιστρέφεται η επιβατική ακτίνα του σωματιδίου σε χρονικό διάστημα $\Delta t = 10\pi$ ms.

Εάν το σωματίδιο εισέλθει με ταχύτητα ίδιου μέτρου, κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίο έντασης $\vec{B}'$, μέτρου 1 T, να υπολογίσετε:

δ. i. Το επί τοις εκατό (%) ποσοστό της μεταβολής της ακτίνας του σωματιδίου σε σχέση με την ακτίνα της ομαλής κυκλικής κίνησης που εκτελούσε στο πεδίο έντασης $\vec{B}$.

ii. Το επί τοις εκατό (%) ποσοστό της μεταβολής της περιόδου περιστροφής του σωματιδίου σε σχέση με την περίοδο περιστροφής της ομαλής κυκλικής κίνησης που εκτελούσε στο πεδίο έντασης $\vec{B}$.

98. Αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο $q = -2 \cdot 10^{-6}$ C και μάζας $m = 5 \cdot 10^{-7}$ g εισέρχεται κάθετα στον χώρο ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης μέτρου B = 0,2 T, εύρους d και μεγάλου μήκους. Κατά την είσοδό του στο πεδίο η ταχύτητα του φορτίου έχει μέτρο $\upsilon = 800$ m/s και είναι κάθετη στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου. Το φορτίο εκτρέπεται από την αρχική του πορεία και όταν εξέρχεται από το πεδίο, η διεύθυνση της ταχύτητας σχηματίζει γωνία $\varphi = 60°$ με τη διεύθυνση της ταχύτητας εισόδου του στο πεδίο, όπως απεικονίζεται στο διπλανό σχήμα.



Να υπολογίσετε:

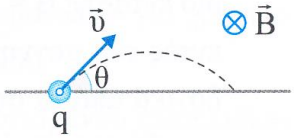
α. Την ακτίνα R της κυκλικής τροχιάς του φορτίου και το εύρος d του μαγνητικού πεδίου.

β. Την κατακόρυφη απόκλιση x του φορτίου.

γ. Το χρονικό διάστημα Δt της κίνησης του φορτίου και το μήκος s της τροχιάς του εντός του μαγνητικού πεδίου.

δ. Το μέτρο της μεταβολής της ορμής του φορτίου κατά τη διέλευσή του από το μαγνητικό πεδίο.

99. Φορτισμένο σωματίδιο μάζας $m = 10^{-11}$ kg και φορτίου $q = -10^{-6}$ C κινείται οριζόντια με ταχύτητα μέτρου $υ = 10^6$ m/s και εισέρχεται σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$ υπό γωνία $θ = 45°$, όπως απεικονίζεται στο διπλανό σχήμα. Το σωματίδιο παραμένει εντός του μαγνητικού πεδίου για χρονικό διάστημα $Δt = (π/10^6)$ s και εξέρχεται από αυτό.



Να υπολογίσετε:

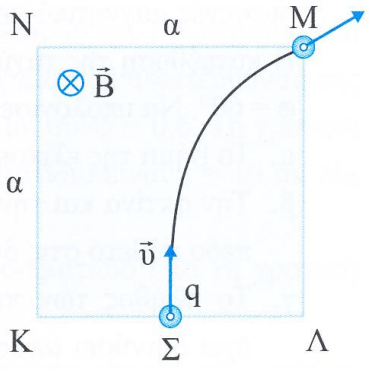
α. Το μέτρο της έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου.

β. Το μήκος της κυκλικής τροχιάς του φορτισμένου σωματιδίου εντός του μαγνητικού πεδίου.

γ. Τη μετατόπιση του φορτισμένου σωματιδίου στο χρονικό διάστημα Δt.

δ. Τη γωνία θ′ υπό την οποία θα έπρεπε να εισέλθει το σωματίδιο στο μαγνητικό πεδίο, ώστε να κινηθεί σε αυτό για χρονικό διάστημα $Δt' = 3Δt$.

100. Οι δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης $\vec{B}$ είναι κατακόρυφες με φορά προς τα κάτω. Η ένταση του πεδίου έχει μέτρο $B = 4 \cdot 10^{-3}$ T και κάθε εγκάρσια διατομή του έχει σχήμα τετραγώνου ΚΛΜΝ με πλευρά $α = 0{,}4$ m. Σωματίδιο με μάζα $m = 10^{-12}$ kg και φορτίο q κινείται οριζόντια, εισέρχεται στο πεδίο από το μέσον Σ της πλευράς ΚΛ με ταχύτητα $\vec{υ}$, μέτρου 10^4 m/s, κάθετη στην πλευρά της διατομής του, και εξέρχεται από την κορυφή Μ, όπως απεικονίζεται στο διπλανό σχήμα.



Να υπολογίσετε:

α. Την ακτίνα της κυκλικής κίνησης που εκτελεί το σωματίδιο.

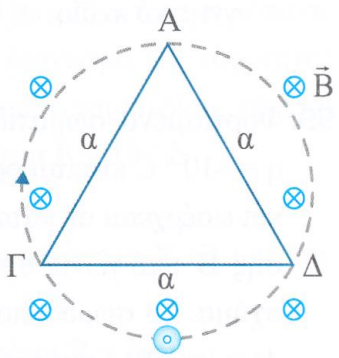
β. Το φορτίο q του σωματιδίου.

γ. Το χρονικό διάστημα της κίνησης του σωματιδίου εντός του μαγνητικού πεδίου.

δ. Το έργο της δύναμης Lorentz που ασκείται στο σωματίδιο από το μαγνητικό πεδίο.

Δίνεται: ημ(3π/10) = 0,8.

101. Αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο q, μάζας m = 1 g, εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B = 1 T. Κατά τη διάρκεια της κίνησής του εντός του μαγνητικού πεδίου το φορτίο διέρχεται διαδοχικά από τα σημεία Α, Δ και Γ, που απέχουν ανά δύο μεταξύ τους απόσταση $\alpha = \sqrt{3}$ m, με ταχύτητα μέτρου υ = 100 m/s.



Να υπολογίσετε:

α. Την ακτίνα και την περίοδο περιστροφής του φορτίου μέσα στο μαγνητικό πεδίο.

β. Το ειδικό φορτίο $\frac{|q|}{m}$.

γ. Το ελάχιστο χρονικό διάστημα που απαιτείται για να μεταβεί το φορτίο από το σημείο Α στο Γ και από το σημείο Γ στο Α κατά τη φορά κίνησης του φορτίου.

δ. Το μέτρο της δύναμης Lorentz που ασκείται στο φορτίο από το μαγνητικό πεδίο.

102. Θετικό ηλεκτρικό φορτίο έχει μάζα $m = 10^{-10}$ kg, φορτίο $q = 10^{-6}$ C και εισέρχεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου B = 1 T με ταχύτητα μέτρου $\upsilon = 10^4$ m/s. Η κατεύθυνση της ταχύτητας σχηματίζει με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου γωνία φ = 60°. Να υπολογίσετε:

α. Το βήμα της ελικοειδούς κίνησης που εκτελεί το φορτίο.

β. Την ακτίνα και την περίοδο της κυκλικής κίνησης που εκτελεί το φορτίο σε επίπεδο κάθετο στις δυναμικές γραμμές του πεδίου.

γ. Το πλήθος των περιστροφών και το μήκος της τροχιάς του φορτίου, όταν έχει διανύσει απόσταση d =100π m κατά μήκος των δυναμικών γραμμών του πεδίου.

δ. Το μέτρο της δύναμης Lorentz που ασκείται στο φορτίο από το μαγνητικό πεδίο.

103. Σωματίδιο μάζας $m = 10^{-12}$ kg και φορτίου $q = -4 \cdot 10^{-6}$ C εισέρχεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = (\pi/4)$ T κινούμενο με ταχύτητα μέτρου $\upsilon = 10^5$ m/s. Το διάνυσμα της ταχύτητας σχηματίζει γωνία φ με τη διεύθυνση των δυναμικών γραμμών του πεδίου.

Α. Εάν το βήμα της έλικας είναι $\beta = 10$ cm, να υπολογίσετε:

α. Τη γωνία φ.

β. Το χρονικό διάστημα που απαιτείται για μία πλήρη περιστροφή του φορτισμένου σωματιδίου μέσα στο μαγνητικό πεδίο.

γ. Το πλήθος των περιστροφών, τη μετατόπιση κατά μήκος των δυναμικών γραμμών του πεδίου και το μήκος της τροχιάς του σωματιδίου για χρονικό διάστημα κίνησης $\Delta t = 10^{-4}$ s εντός του μαγνητικού πεδίου.

Β. Εάν διπλασιαστεί το μέτρο της ταχύτητας εισόδου του φορτισμένου σωματιδίου στο μαγνητικό πεδίο, χωρίς να μεταβληθεί η γωνία φ, να υπολογίσετε το επί τοις εκατό (%) ποσοστό της μεταβολής του βήματος της ελικοειδούς τροχιάς του σωματιδίου.

Γ. Εάν υποδιπλασιαστεί η γωνία εισόδου ($\varphi' = \varphi/2$) του φορτισμένου σωματιδίου στο μαγνητικό πεδίο, χωρίς να μεταβληθεί το μέτρο της ταχύτητάς του, να προσδιορίσετε τον λόγο του βήματος της έλικας πριν από τον υποδιπλασιασμό της γωνίας εισόδου προς το βήμα της έλικας μετά τον υποδιπλασιασμό της γωνίας εισόδου.

104. Θετικά φορτισμένο σωματίδιο κινείται με ταχύτητα μέτρου $\upsilon = 10^3$ m/s ελικοειδώς μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 0{,}1\pi$ T. Το βήμα της ελικοειδούς τροχιάς του σωματιδίου είναι $\beta = 20$ cm. Κατά την είσοδο του σωματιδίου στο μαγνητικό πεδίο, τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$, η γωνία που σχηματίζει η κατεύθυνση της ταχύτητας με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου είναι φ, με $\sigma\upsilon\nu\varphi = 0{,}6$. Τη χρονική στιγμή t_1 το μήκος της τροχιάς που έχει διανύσει το σωματίδιο είναι $s = 10$ m. Να υπολογίσετε:

α. Το πλήθος των περιστροφών που έχει εκτελέσει το σωματίδιο από τη χρονική στιγμή t_0 έως τη χρονική στιγμή t_1.

β. Τη χρονική στιγμή t_1 και την περίοδο της ομαλής κυκλικής κίνησης που εκτελεί το σωματίδιο σε επίπεδο κάθετο στις δυναμικές γραμμές του πεδίου.

γ. Το ειδικό φορτίο $\frac{|q|}{m}$ και την ακτίνα περιστροφής του σωματιδίου.

Εάν διπλασιαστεί το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου, χωρίς μεταβολή της ταχύτητας εισόδου (κατά μέτρο και κατεύθυνση) του σωματιδίου στο πεδίο, να υπολογίσετε:

δ. Τον λόγο της συχνότητας περιστροφής του σωματιδίου μέσα στο μαγνητικό πεδίο πριν από τον διπλασιασμό του μέτρου της έντασης του μαγνητικού πεδίου προς τη συχνότητα περιστροφής του μετά τον διπλασιασμό αυτόν.

105. Ένα ηλεκτρόνιο (e) και ένα πρωτόνιο (p) κινούνται με ίσες ταχύτητες και εισέρχονται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου B υπό γωνία φ ως προς τις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Τα δύο σωματίδια κινούνται σε ελικοειδείς τροχιές μέσα στο μαγνητικό πεδίο. Να προσδιορίσετε:

α. Τον λόγο των ακτινών $\frac{R_p}{R_e}$ και των περιόδων περιφοράς $\frac{T_p}{T_e}$ των δύο σωματιδίων.

β. Τον λόγο των βημάτων $\frac{\beta_p}{\beta_e}$ των ελικοειδών κινήσεων των δύο σωματιδίων.

γ. Τον λόγο του πλήθους των περιστροφών $\frac{N_p}{N_e}$ που εκτελούν τα δύο σωματίδια στην ίδια μετατόπιση κατά μήκος των δυναμικών γραμμών του πεδίου.

δ. Τον λόγο των μηκών της τροχιάς $\frac{s_p}{s_e}$ των δύο σωματιδίων για την ίδια οριζόντια μετατόπιση κατά μήκος των δυναμικών γραμμών του πεδίου.

Δίνεται πως το πρωτόνιο και το ηλεκτρόνιο έχουν, κατά απόλυτη τιμή, ίσα ηλεκτρικά φορτία $\left(q_p = |q_e|\right)$ και για τις αντίστοιχες μάζες τους ισχύει: $m_p = 1836 m_e$.

Προβλήματα προς λύση

106. Δύο όμοια φορτισμένα σωματίδια Α και Β με μάζα $m = 10^{-7}$ kg και φορτίο $q = +1$ μC το καθένα εκτοξεύονται τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ με ταχύτητα ίδιου μέτρου $\upsilon = 2\pi$ m/s από το ίδιο σημείο ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης μέτρου $B = 0{,}2$ T. Το σωματίδιο Α εκτοξεύεται κάθετα στις δυναμικές γραμμές του πεδίου, ενώ το σωματίδιο Β υπό γωνία $\theta = 30°$ ως προς αυτές.

α. Να προσδιορίσετε το είδος της κίνησης που θα εκτελέσει κάθε σωματίδιο.

β. Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης Lorentz που θα ασκηθεί σε καθένα από τα δύο σωματίδια από το μαγνητικό πεδίο.

γ. Να υπολογίσετε την ακτίνα και την περίοδο της κίνησης του σωματιδίου που θα κινηθεί σε κυκλική τροχιά.

δ. Να υπολογίσετε την απόσταση των δύο σωματιδίων τη χρονική στιγμή $t_1 = 2\pi$ s.

ε. Να δείξετε ότι τα δύο σωματίδια σε ορισμένο χρονικό διάστημα διανύουν το ίδιο μήκος τροχιάς.

108

107. Πρωτόνιο (p), νετρόνιο (n) και ηλεκτρόνιο (e) ηρεμούν εντός ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης μέτρου $B = 0{,}2\pi$ T, πολύ μεγάλης έκτασης. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ εκτοξεύουμε ταυτόχρονα τα τρία σωματίδια από το ίδιο σημείο και προς την ίδια κατεύθυνση, κάθετα στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου. Τα μέτρα των ταχυτήτων του ηλεκτρονίου και του πρωτονίου είναι ίσα μεταξύ τους ($\upsilon_p = \upsilon_e$), ενώ για το μέτρο υ_n της ταχύτητας του νετρονίου ισχύει: $\upsilon_n = \frac{\sqrt{2}}{2\pi}\upsilon_p$.

α. Να προσδιορίσετε τον λόγο της ακτίνας περιστροφής του πρωτονίου προς την ακτίνα περιστροφής του ηλεκτρονίου.

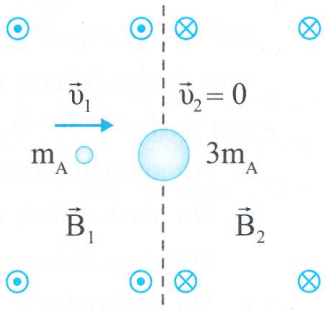
β. Να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή t_1 στην οποία η απόσταση ανάμεσα στο πρωτόνιο και το ηλεκτρόνιο μηδενίζεται για πρώτη φορά μετά την εκτόξευση των σωματιδίων, εάν το μέτρο της ταχύτητας του νετρονίου είναι $\upsilon_n = 2 \cdot 10^6$ m/s.

γ. Να υπολογίσετε την απόσταση ανάμεσα στο πρωτόνιο και το νετρόνιο τη χρονική στιγμή t_2 στην οποία η ορμή του πρωτονίου είναι αντίθετη της ορμής του τη χρονική στιγμή t_0 για πρώτη φορά.

δ. Να υπολογίσετε το πλήθος των περιστροφών που έχει εκτελέσει το ηλεκτρόνιο στο χρονικό διάστημα από τη χρονική στιγμή t_0 έως τη χρονική στιγμή t_2.

Δίνονται: η μάζα του πρωτονίου $m_p = 1{,}6 \cdot 10^{-27}$ kg, το φορτίο του πρωτονίου και (κατά απόλυτη τιμή) του ηλεκτρονίου $q_p = |q_e| = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C και η σχέση των μαζών πρωτονίου, νετρονίου και ηλεκτρονίου $m_p = m_n = 1836 m_e$.
Να θεωρηθούν αμελητέες οι βαρυτικές δυνάμεις και σημειακά τα σωματίδια.

108. Ηλεκτρικά ουδέτερο σωματίδιο Α, μάζας $m_A = 10^{-8}$ kg, κινείται ευθύγραμμα και ομαλά με ταχύτητα μέτρου $\upsilon_1 = 1000$ m/s μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}_1$, μέτρου 0,5 T, πολύ μεγάλης έκτασης. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$, το σωματίδιο συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με αρχικά ακίνητο, θετικά φορτισμένο σωματίδιο Β, μάζας $m_B = 3m_A$ και φορτίου $q = 3 \cdot 10^{-5}$ C. Αμέσως μετά την κρούση το σωματίδιο Β εγκαταλείπει το πεδίο έντασης $\vec{B}_1$ και εισέρχεται σε δεύτερο ομογενές μαγνητικό πεδίο πολύ μεγάλης έκτασης και έντασης $\vec{B}_2$, μέτρου 1 T, κάθετα στις δυναμικές γραμμές του.



Να υπολογίσετε:

α. Τις αλγεβρικές τιμές των ταχυτήτων των δύο σωματιδίων αμέσως μετά την κρούση.

Μετά την κρούση το σωματίδιο Β αρχίζει να κινείται εναλλάξ στα δύο μαγνητικά πεδία, σε ημικυκλικές τροχιές. Εάν R_1, R_2 και Δt_1, Δt_2 είναι οι ακτίνες και οι ημιπερίοδοι της κίνησης του σωματιδίου Β στα πεδία εντάσεων $\vec{B}_1$, $\vec{B}_2$ αντίστοιχα:

β. Να προσδιορίσετε τους λόγους $\frac{R_1}{R_2}$ και $\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}$.

Από τη χρονική στιγμή $t = 0$ έως τη χρονική στιγμή $t' = \Delta t_1 + \Delta t_2$ τα σωματίδια Α και Β έχουν διανύσει διαστήματα s_A και s_B αντίστοιχα.

γ. Να προσδιορίσετε τον λόγο $\frac{s_A}{s_B}$.

δ. Να υπολογίσετε την απόσταση των σωματιδίων Α και Β τη χρονική στιγμή t'.

Δίνονται για τις πράξεις: $\pi^2 = 10$ και $\sqrt{14} = 3{,}74$.
Θεωρήστε αμελητέα τη δύναμη της βαρύτητας στα δύο σωματίδια και θετική φορά τη φορά κίνησης του σωματιδίου Α πριν από την κρούση.

109. Σωματίδιο μάζας $m = 2 \cdot 10^{-18}$ kg και φορτίου $q > 0$ επιταχύνεται από την ηρεμία υπό τάση $V = 10^4$ V. Το σωματίδιο αποκτά κινητική ενέργεια $K = 10^{-8}$ J και εισέρχεται κάθετα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$, μέτρου $B = (1/\pi)$ T. Εντός του

μαγνητικού πεδίου το σωματίδιο κινείται σε τεταρτοκύκλιο, κάθετα στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Αφού εγκαταλείψει το μαγνητικό πεδίο, το σωματίδιο εισέρχεται αμέσως σε επιλογέα ταχυτήτων, κάθετα στις δυναμικές γραμμές τόσο του ηλεκτρικού όσο και του μαγνητικού του πεδίου. Στον επιλογέα η ένταση $\vec{B}'$ του μαγνητικού πεδίου έχει μέτρο $B' = 0{,}1$ T και η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου έχει μέτρο $E' = 10^3$ V/m. Να υπολογίσετε:

α. Το φορτίο q του σωματιδίου.

β. Το μήκος της τροχιάς που διαγράφει το σωματίδιο στο μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$.

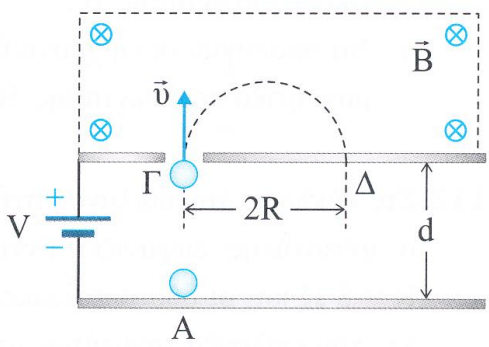
γ. Το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της ταχύτητας του σωματιδίου τη χρονική στιγμή της εισόδου του στον επιλογέα ταχυτήτων.

δ. Τη μεταβολή του μέτρου της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου του επιλογέα ταχυτήτων, προκειμένου το σωματίδιο να διέρχεται από αυτόν εκτελώντας ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.

Να θεωρηθούν αμελητέες οι βαρυτικές δυνάμεις. Δίνεται: $\pi^2 = 10$.

110

110. Αρνητικό φορτίο $q = -10^{-4}$ C, μάζας m επιταχύνεται από την ηρεμία σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο που δημιουργείται ανάμεσα σε δύο μεταλλικές πλάκες που απέχουν μεταξύ τους απόσταση $d = 0{,}2$ m και εμφανίζουν διαφορά δυναμικού $V = 1000$ V. Το φορτίο αποκτά ταχύτητα μέτρου υ και εισέρχεται κάθετα σε χώρο ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης μέτρου $B = 1$ T, με ταχύτητα κάθετης διεύθυνσης στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Το φορτίο διαγράφει στο μαγνητικό πεδίο ημικυκλική τροχιά και τελικά προσπίπτει κάθετα σε φωτογραφική πλάκα όπου αφήνει ίχνος. Η επιτάχυνση του φορτίου μέσα στο ηλεκτρικό πεδίο έχει μέτρο $\alpha = 25 \cdot 10^5$ m/s^2.



Να υπολογίσετε:

α. Τη μάζα m του φορτίου.

β. Την ακτίνα της κυκλικής κίνησης που εκτελεί το φορτίο μέσα στο μαγνητικό πεδίο.

γ. Τον λόγο του χρονικού διαστήματος κίνησης του φορτίου στο μαγνητικό πεδίο προς το χρονικό διάστημα κίνησής του στο ηλεκτρικό πεδίο.

δ. Το μέτρο της δύναμης Lorentz που ασκείται στο φορτίο από το μαγνητικό πεδίο.

111. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ φορτισμένο σωματίδιο μάζας $m = 10^{-12}$ g και φορτίου $q = -2$ μC εισέρχεται με οριζόντια ταχύτητα σε χώρο μήκους $d = 10$ cm όπου συνυπάρχουν δύο ομογενή πεδία, ένα κατακόρυφο ηλεκτρικό με φορά δυναμικών γραμμών προς τα κάτω και ένα μαγνητικό πεδίο. Οι εντάσεις $\vec{E}$, $\vec{B}$ των δύο πεδίων έχουν μέτρα $E = 5 \cdot 10^3$ N/C και $B = 10^{-2}$ T αντίστοιχα. Το σωματίδιο εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση στον χώρο των δύο πεδίων, τον εγκαταλείπει και αμέσως εισέρχεται σε δεύτερο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}'$, μέτρου $B' = \pi \cdot 10^{-2}$ T, όπου κινείται σε ημικυκλική τροχιά. Τελικά, το σωματίδιο εγκαταλείπει το μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}'$ τη χρονική στιγμή t_1.

α. Να απεικονίσετε σε σχήμα την τροχιά του φορτισμένου σωματιδίου κατά τη διέλευσή του από όλα τα πεδία.

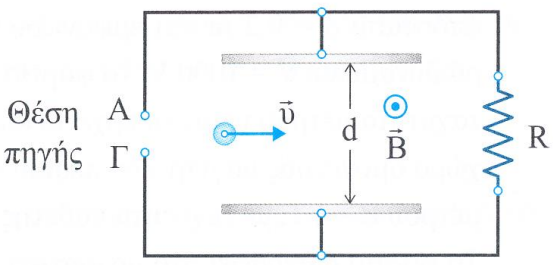
β. Να παραστήσετε γραφικά σε σύστημα βαθμολογημένων αξόνων τη χρονική εξίσωση της μετατόπισης του σωματιδίου στον χώρο όπου συνυπάρχουν το ηλεκτρικό και το μαγνητικό πεδίο.

γ. Να υπολογίσετε την ακτίνα της ημικυκλικής τροχιάς του σωματιδίου στο μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}'$.

δ. Να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή t_1 στην οποία το σωματίδιο εγκαταλείπει το μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}'$.

111

112. Στο κύκλωμα του διπλανού σχήματος ο αντιστάτης εμφανίζει αντίσταση $R = 8\ \Omega$ και οι δύο μεταλλικές πλάκες τού επιλογέα ταχυτήτων απέχουν απόσταση $d = 4$ cm μεταξύ τους. Οι δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου τού επιλογέα είναι κάθετες στη σελίδα, με φορά προς τον αναγνώστη. Τροφοδοτούμε με ρεύμα το κύκλωμα συνδέοντας στα άκρα Α και Γ του συστήματος ηλεκτρική πηγή με ηλεκτρεγερτική δύναμη $E = 50$ V και εσωτερική αντίσταση $r = 2\ \Omega$. Θετικά ιόντα μιας δέσμης εισέρχονται με ταχύτητα $\vec{\upsilon}$, μέτρου 10^5 m/s στον επιλογέα ταχυτήτων και διέρχονται ανεπηρέαστα από αυτόν.



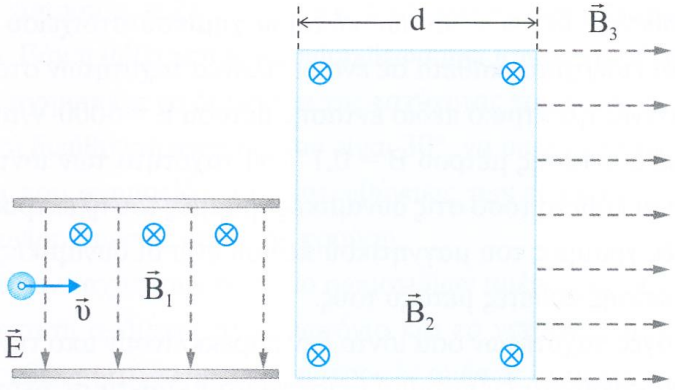
α. Να σχεδιάσετε την ηλεκτρική πηγή τοποθετώντας σωστά τους πόλους της στα σημεία Α, Γ του κυκλώματος.

β. Να υπολογίσετε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή.

γ. Να υπολογίσετε την ένταση του μαγνητικού πεδίου του επιλογέα ταχυτήτων.

δ. Αν αντικαταστήσουμε τον αντιστάτη αντίστασης R με αντιστάτη αντίστασης $R' < R$ προς ποια μεταλλική πλάκα του επιλογέα ταχυτήτων θα αποκλίνουν τα ιόντα της δέσμης;

113. Θετικό ηλεκτρικό σωματίδιο φορτίου $q = 4 \cdot 10^{-6}$ C και μάζας $m = 10^{-9}$ kg εισέρχεται με ταχύτητα μέτρου $\upsilon = 4 \cdot 10^{3}$ m/s σε χώρο όπου συνυπάρχουν ένα ομογενές ηλεκτρικό πεδίο έντασης $\vec{E}$ και ένα ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}_1$, μέτρου $B_1 = 0{,}25$ T. Το σωματίδιο διέρχεται ανεπηρέαστο από τον χώρο των δύο πεδίων και στη συνέχεια εισέρχεται κάθετα σε δεύτερο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}_2$, μέτρου $B_2 = 0{,}5$ T και εύρους $d = \sqrt{3}$ m. Το σωματίδιο κινείται κάθετα στις δυναμικές γραμμές του δεύτερου μαγνητικού πεδίου, εκτρέπεται από αυτό κατά γωνία φ και το εγκαταλείπει. Αμέσως μετά εισέρχεται σε τρίτο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}_3$, μέτρου $B_3 = 0{,}5\pi$ T, υπό γωνία φ ως προς τις δυναμικές γραμμές του.



Να υπολογίσετε:

α. Το μέτρο της έντασης $\vec{E}$ του ηλεκτρικού πεδίου.

β. Την ακτίνα περιστροφής του σωματιδίου, τη γωνία εκτροπής του φ και την κατακόρυφη απόκλισή του y στο μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}_2$.

γ. Το χρονικό διάστημα της κίνησης του σωματιδίου στο μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}_2$.

δ. Το βήμα της ελικοειδούς κίνησης του σωματιδίου στο μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}_3$.

ε. Το πλήθος των περιστροφών και το μήκος της τροχιάς που διανύει το σωματίδιο, όταν μετατοπίζεται κατά μήκος των δυναμικών γραμμών του μαγνητικού πεδίου έντασης $\vec{B}_3$ κατά $x = 6$ m.

Η δύναμη της βαρύτητας στο σωματίδιο να θεωρηθεί αμελητέα σε όλη τη διάρκεια της κίνησης.

114. Θετικά φορτισμένο σωματίδιο φορτίου $q = 10^{-12}$ C και μάζας $m = 10^{-17}$ kg εκτοξεύεται τη χρονική στιγμή t_0 με ταχύτητα $\vec{\upsilon}_0$, μέτρου $\upsilon_0 = 40$ m/s, σε χώρο όπου συνυπάρχουν ένα ομογενές ηλεκτρικό πεδίο και ένα ομογενές μαγνητικό πεδίο με εντάσεις ίδιας φοράς και μέτρα $E = 1$ V/m και $B = 2{,}5 \cdot 10^{-2}$ T αντίστοιχα. Οι δυναμικές γραμμές των δύο πεδίων είναι παράλληλες και έχουν την ίδια φορά. Η διεύθυνση της ταχύτητας $\vec{\upsilon}_0$ είναι κάθετη στις δυναμικές γραμμές των δύο πεδίων.

α. Να υπολογίσετε το μέτρο α της επιτάχυνσης του σωματιδίου τη χρονική στιγμή t_0.

β. Να υπολογίσετε την ακτίνα R της ομαλής κυκλικής κίνησης που εκτελεί το σωματίδιο σε επίπεδο κάθετο στις δυναμικές γραμμές των δύο πεδίων.

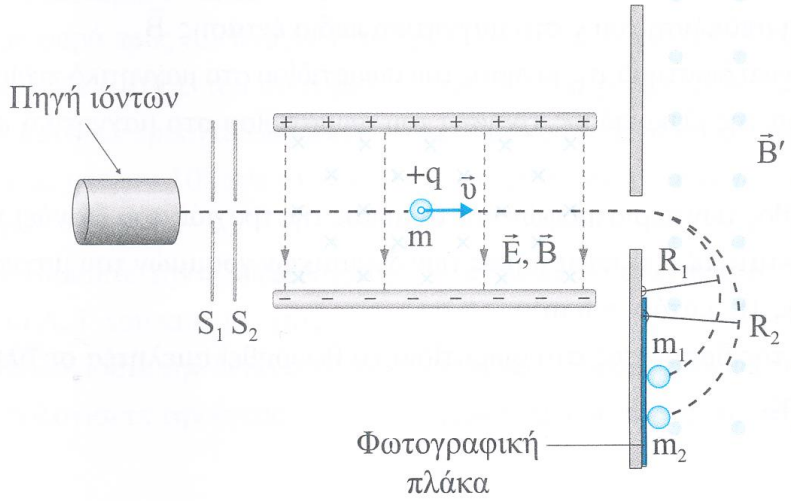
γ. Να υπολογίσετε το βήμα β_1 της πρώτης έλικας της τροχιάς του σωματιδίου.

δ. Να γράψετε τη σχέση υπολογισμού του νιοστού βήματος β_ν της έλικας της τροχιάς του σωματιδίου.

Θεωρήστε ότι: $\nu \leq 10$. Δίνεται: $\pi^2 = 10$.

115. Δέσμη μονοσθενών θετικών ιόντων κάποιου χημικού στοιχείου επιταχύνεται από την ηρεμία και εισέρχεται κάθετα σε έναν επιλογέα ταχυτήτων στον οποίο συνυπάρχουν ένα ομογενές ηλεκτρικό πεδίο έντασης μέτρου $E = 5000$ V/m και ένα ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 0{,}1$ T. Η ταχύτητα των ιόντων στον επιλογέα ταχυτήτων είναι κάθετη τόσο στις δυναμικές γραμμές του ηλεκτρικού πεδίου όσο και στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου ενώ οι δυναμικές γραμμές των δύο πεδίων είναι επίσης κάθετες μεταξύ τους.

Από τον επιλογέα ταχυτήτων όσα ιόντα δεν παρεκκλίνουν από την πορεία τους αλλά συνεχίζουν να κινούνται ευθύγραμμα εισέρχονται κάθετα σε δεύτερο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B' = 0{,}5$ T, με αποτέλεσμα να διαγράφουν ημικυκλικές τροχιές και να προσπίπτουν πάνω σε φωτογραφική πλάκα με τα ίχνη τους πάνω σε αυτή να βρίσκονται σε απόσταση $d = 6$ mm μεταξύ τους.



Να υπολογίσετε:

α. Το μέτρο της ταχύτητας των ιόντων που δεν παρεκκλίνουν μέσα στον επιλογέα ταχυτήτων.

β. Τη διαφορά μάζας στα δύο είδη ιόντων του χημικού στοιχείου.

γ. Τη διαφορά του αριθμού των νετρονίων στα δύο είδη ιόντων του χημικού στοιχείου.

δ. Τη χρονική διαφορά με την οποία προσπίπτουν στη φωτογραφική πλάκα τα δύο είδη ιόντων.

Δίνονται: η μάζα του νετρονίου $m = 1,6 \cdot 10^{-27}$ kg και το φορτίο του ηλεκτρονίου $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

116. Πρωτόνιο μάζας m_p βρίσκεται αρχικά ακίνητο μέσα σε μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = \pi$ T πολύ μεγάλης έκτασης. Οι δυναμικές γραμμές του πεδίου είναι κάθετες στη σελίδα με φορά προς τα έξω. Ένα νετρόνιο ξεκινά από πολύ μεγάλη απόσταση με ταχύτητα μέτρου $\upsilon_n = 2\pi \cdot 10^6$ m/s και «συγκρούεται» έκκεντρα και ελαστικά με το πρωτόνιο. Εάν η μάζα του πρωτονίου θεωρηθεί ίση με τη μάζα του νετρονίου και η γωνία που σχηματίζει το διάνυσμα της ταχύτητας του νετρονίου μετά την κρούση με την αρχική διεύθυνση κίνησής του είναι 30°, να υπολογίσετε:

α. Τη γωνία που σχηματίζουν οι κατευθύνσεις των ταχυτήτων του πρωτονίου και του νετρονίου αμέσως μετά την κρούση.

β. Τα μέτρα των ταχυτήτων των δύο σωματιδίων αμέσως μετά την κρούση.

γ. Την απόσταση ανάμεσα στο πρωτόνιο και το νετρόνιο, όταν το πρωτόνιο έχει διαγράψει δέκα (10) πλήρεις περιστροφές αμέσως μετά την κρούση.

δ. Το πλήθος των περιστροφών του πρωτονίου, όταν το νετρόνιο έχει διανύσει απόσταση $s = \pi\sqrt{3}$ m μετά την κρούση.

Δίνονται: η μάζα του πρωτονίου και του νετρονίου $m_p = m_n = 1,6 \cdot 10^{-27}$ kg, το φορτίο του πρωτονίου $q_p = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

Ενότητα 6η Δύναμη Laplace-Μαγνητική δύναμη ανάμεσα σε δύο παράλληλους ρευματοφόρους αγωγού

Α. Θέματα πολλαπλής επιλογής

Για τα θέματα 1 - 21 να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της πρότασης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη φράση η οποία συμπληρώνει σωστά την ημιτελή πρόταση.

1. Δύναμη Laplace ονομάζεται η δύναμη που ασκεί:

α. Το μαγνητικό πεδίο σε ραβδόμορφο μαγνήτη.

β. Το ηλεκτρικό πεδίο σε ρευματοφόρο αγωγό.

γ. Το μαγνητικό πεδίο σε ακίνητο ηλεκτρικό φορτίο.

δ. Το μαγνητικό πεδίο σε ρευματοφόρο αγωγό.

2. Το μέτρο της δύναμης Laplace που ασκείται σε ρευματοφόρο αγωγό από ομογενές μαγνητικό πεδίο είναι:

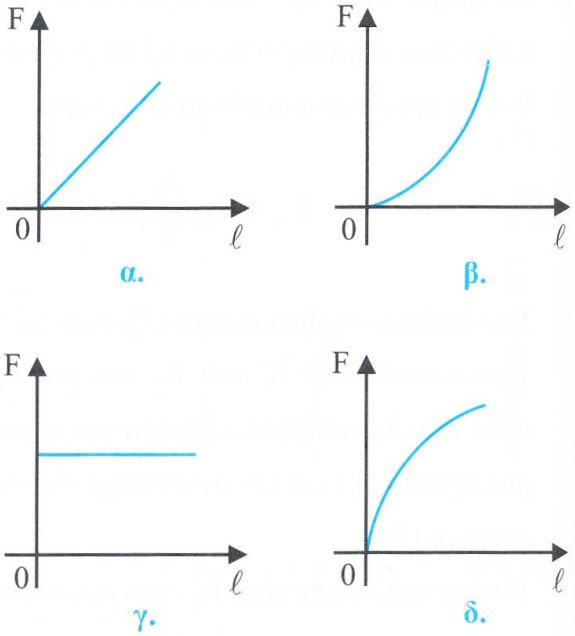
α. Ανάλογο του τετραγώνου του μήκους του αγωγού.

β. Αντιστρόφως ανάλογο της έντασης του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό.

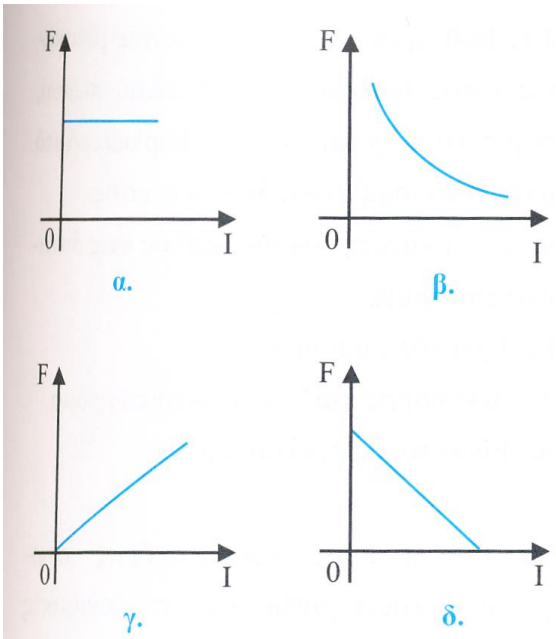
γ. Ανάλογο του μέτρου της έντασης του μαγνητικού πεδίου.

δ. Ανεξάρτητο του προσανατολισμού του αγωγού εντός του μαγνητικού πεδίου.

3. Ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με τις δυναμικές γραμμές του οποίου σχηματίζει γωνία θ, με $\theta \neq 0^o$. Το διάγραμμα που απεικονίζει ορθά το μέτρο F της δύναμης Laplace που ασκείται στον αγωγό σε συνάρτηση με το μήκος ℓ του αγωγού είναι το:



4. Το διάγραμμα που απεικονίζει ορθά το μέτρο F της δύναμης Laplace που ασκείται σε ρευματοφόρο αγωγό, κάθετα τοποθετημένο στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου, σε συνάρτηση με την ένταση του ρεύματος I που διαρρέει τον αγωγό είναι το:



5. Το μέτρο της δύναμης Laplace που ασκείται σε ρευματοφόρο αγωγό ο οποίος βρίσκεται εντός ομογενούς μαγνητικού πεδίου εξαρτάται από:

α. Το υλικό κατασκευής του αγωγού.

β. Τη μάζα του αγωγού.

γ. Τη γωνία που σχηματίζει ο αγωγός με τη διεύθυνση των δυναμικών γραμμών του πεδίου.

δ. Το εμβαδόν διατομής του αγωγού.

6. Ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, τοποθετημένος κάθετα στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Το μέτρο της δύναμης Laplace που ασκείται στον αγωγό είναι F. Εάν ο αγωγός στραφεί έτσι, ώστε να σχηματίζει γωνία $\varphi = 30^o$ με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου, το μέτρο της δύναμης Laplace F′ που ασκείται στον αγωγό γίνεται ίσο με:

α. $F' = 4F$.

β. $F' = 2F$.

γ. $F' = \frac{\sqrt{3}F}{2}$.

δ. $F' = \frac{F}{2}$.

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 μαγνητικού πεδίου.

δ. Την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό.

8. Ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο και δέχεται από αυτό δύναμη Laplace $\vec{F}$. Αντιστρέφουμε τη φορά του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό. Η δύναμη Laplace $\vec{F}'$ που δέχεται τώρα ο αγωγός από το πεδίο είναι:

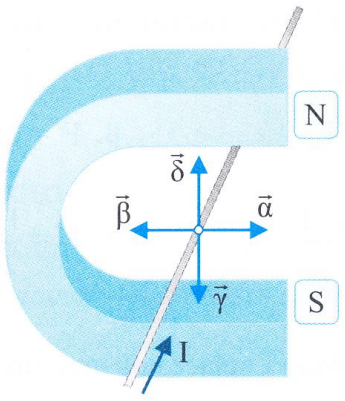
α. $\vec{F}' = -\frac{1}{2}\vec{F}$.

β. $\vec{F}' = \vec{F}$.

γ. $\vec{F}' = -2\vec{F}$.

δ. $\vec{F}' = -\vec{F}$.

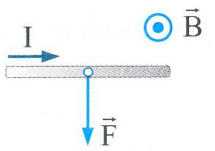
9. Εντός του ομογενούς μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί κατακόρυφος πεταλοειδής μαγνήτης βρίσκεται οριζόντιος ευθύγραμμος αγωγός. Ο αγωγός διαρρέεται από ρεύμα έντασης I, η φορά του οποίου απεικονίζεται στο επόμενο σχήμα.



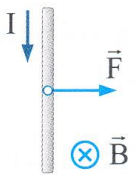
Το διάνυσμα το οποίο παριστάνει ορθά τη δύναμη Laplace που ασκείται στον αγωγό είναι:

α. Το $\vec{\alpha}$. **β.** Το $\vec{\beta}$. **γ.** Το $\vec{\gamma}$. **δ.** Το $\vec{\delta}$.

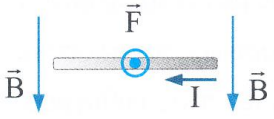
10. Ευθύγραμμος αγωγός διαρρέεται από ρεύμα έντασης I και βρίσκεται εντός ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης $\vec{B}$. Η δύναμη Laplace $\vec{F}$ που ασκείται στον αγωγό από το μαγνητικό πεδίο δεν έχει σχεδιαστεί σωστά στο σχήμα:



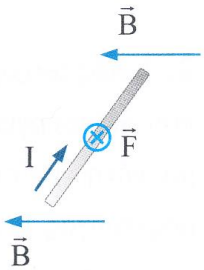
α.



β.



γ.



δ.

11. Ευθύγραμμος λεπτός αγωγός βρίσκεται εντός ομογενούς μαγνητικού πεδίου, χωρίς να δέχεται δύναμη Laplace. Αυτό μπορεί να συμβαίνει, διότι ο αγωγός:

α. Είναι κάθετα τοποθετημένος στις δυναμικές γραμμές.

β. Έχει πολύ μικρή μάζα.

γ. Δεν διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα.

δ. Είναι πολύ μεγάλου μήκους.

12. Ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός σχηματίζει γωνία φ με τις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου. Το μέτρο της δύναμης Laplace που ασκείται στον αγωγό γίνεται μέγιστο, όταν η γωνία φ είναι:

α. $\varphi = 0^o$. **β.** $\varphi = 45^o$.

γ. $\varphi = 90^o$. **δ.** $\varphi = 180^o$.

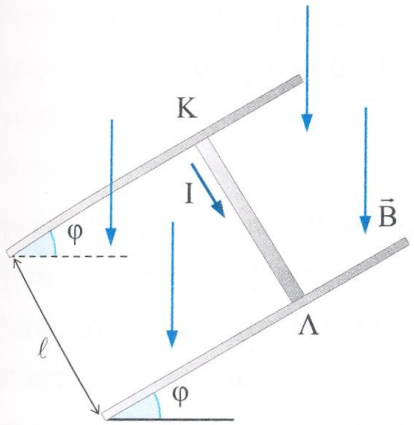
13. Η μονάδα μέτρησης της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο σύστημα S.I., το 1 T (1 Tesla), ισούται με:

α. $1\ \mathrm{N \cdot A \cdot m}$. **β.** $1\ \frac{\mathrm{A \cdot m}}{\mathrm{N}}$.

γ. $1\ \frac{\mathrm{A \cdot N}}{\mathrm{m}}$. **δ.** $1\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{A \cdot m}}$.

14. Ευθύγραμμος οριζόντιος αγωγός ΚΛ τοποθετείται κάθετα σε δύο ράβδους από μονωτικό υλικό, οι οποίες απέχουν μεταξύ τους απόσταση ℓ και σχηματίζουν πλάγιο επίπεδο γωνίας κλίσης φ. Η διάταξη βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μα-

γνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$, οι δυναμικές γραμμές του οποίου απεικονίζονται στο ακόλουθο σχήμα.



Ο αγωγός ΚΛ διαρρέεται από ρεύμα σταθερής έντασης I και κινείται ανερχόμενος κατά μήκος του πλάγιου επιπέδου. Η δύναμη Laplace που ασκείται στον αγωγό από το μαγνητικό πεδίο:

α. Έχει διεύθυνση κατακόρυφη και μέτρο $F = BI\ell$.

β. Έχει διεύθυνση παράλληλη στο πλάγιο επίπεδο και μέτρο $F = BI\ell\eta\mu\varphi$.

γ. Έχει διεύθυνση οριζόντια και μέτρο $F = BI\ell\sigma\upsilon\nu\varphi$.

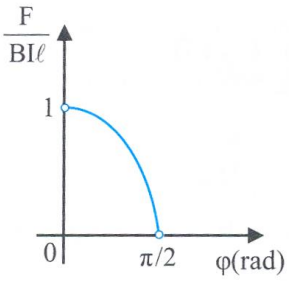
δ. Έχει διεύθυνση οριζόντια και μέτρο $F = BI\ell$.

15. Κυκλικός ρευματοφόρος αγωγός ακτίνας r διαρρέεται από ρεύμα έντασης I και βρίσκεται εντός ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης $\vec{B}$. Οι δυναμικές γραμμές του πεδίου είναι παράλληλες στο επίπεδο του αγωγού. Το μέτρο της δύναμης Laplace που ασκείται στον αγωγό από το πεδίο είναι:

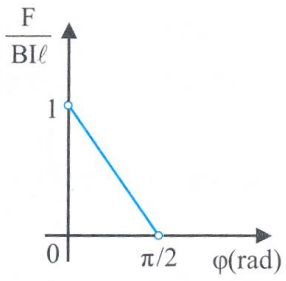
α. $F = 0$. **β.** $F = BIr$.

γ. $F = 2BIr$. **δ.** $F = 2\pi BIr$.

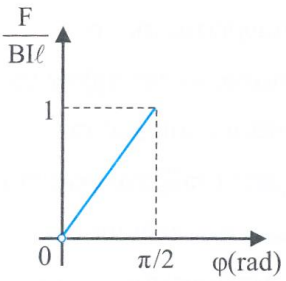
16. Ευθύγραμμος αγωγός μήκους ℓ βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$, διαρρέεται από ρεύμα έντασης I και σχηματίζει γωνία φ με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Ο αγωγός δέχεται από το μαγνητικό πεδίο δύναμη Laplace $\vec{F}$. Το διάγραμμα που απεικονίζει ορθά τον τρόπο με τον οποίο μεταβάλλεται το πηλίκο $F/BI\ell$ σε συνάρτηση με τη γωνία φ είναι το:



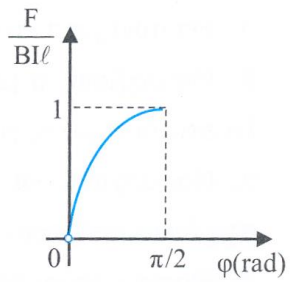
α.



β.



γ.

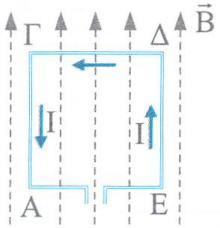


δ.

17. Η διεύθυνση της δύναμης Laplace που αναπτύσσεται μεταξύ δύο παράλληλων ρευματοφόρων αγωγών μεγάλου μήκους είναι:

α. Κάθετη στους αγωγούς και κάθετη στο επίπεδο που αυτοί ορίζουν.
β. Κάθετη στους αγωγούς και παράλληλη προς το επίπεδο που ορίζουν οι αγωγοί.
γ. Παράλληλη με τους αγωγούς.
δ. Κάθετη στους αγωγούς, σχηματίζοντας γωνία 45° με το επίπεδο που ορίζουν οι αγωγοί.

18. Το τετράγωνο αβαρές πλαίσιο ΑΓΔΕ του ακόλουθου σχήματος αιωρείται ακίνητο μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$ με το επίπεδό του παράλληλο στις δυναμικές γραμμές του πεδίου.



Εάν διαβιβάσουμε ρεύμα στο πλαίσιο, τότε αυτό:
α. Θα συνεχίσει να αιωρείται ακίνητο.
β. Θα αρχίσει να μετατοπίζεται παράλληλα στις δυναμικές γραμμές του πεδίου.
γ. Θα αρχίσει να μετατοπίζεται κάθετα στις δυναμικές γραμμές του πεδίου.
δ. Θα αρχίσει να περιστρέφεται.

19. Οι δυνάμεις οι οποίες αναπτύσσονται μεταξύ δύο ευθύγραμμων παράλληλων ρευματοφόρων αγωγών μεγάλου μήκους που βρίσκονται σε μικρή απόσταση μεταξύ τους:
α. Είναι ελκτικές, εάν οι αγωγοί διαρρέονται από ομόρροπα ρεύματα.
β. Είναι απωστικές, εάν οι αγωγοί διαρρέονται από ομόρροπα ρεύματα.
γ. Είναι κάθετες μεταξύ τους.
δ. Είναι ίσες.

20. Δύο ευθύγραμμοι παράλληλοι αγωγοί μεγάλου μήκους βρίσκονται σε μικρή απόσταση μεταξύ τους και διαρρέονται από ρεύματα ίσων εντάσεων. Προκειμένου να διπλασιαστεί το μέτρο της δύναμης ανά μονάδα μήκους που ασκεί ο ένας αγωγός στον άλλον, πρέπει:
α. Να διπλασιαστεί η ένταση του ρεύματος που διαρρέει κάθε αγωγό.
β. Να υποδιπλασιαστεί η απόσταση μεταξύ των αγωγών.
γ. Να διπλασιαστεί η ένταση του ρεύματος που διαρρέει έναν από τους δύο αγωγούς και ταυτόχρονα η απόσταση μεταξύ των δύο αγωγών.
δ. Να αντιστραφεί η φορά του ρεύματος που διαρρέει έναν από τους δύο αγωγούς.

21. Ομόρροπα ρεύματα διαρρέουν δύο ευθύγραμμους παράλληλους ρευματοφόρους αγωγούς μεγάλου μήκους. Οι αγωγοί αλληλεπιδρούν μεταξύ τους μέσω των μαγνητικών πεδίων τους. Αν το ρεύμα σε έναν από τους δύο αγωγούς αντιστραφεί, χωρίς μεταβολή της έντασής του, τότε:

α. Οι αγωγοί έλκονται, χωρίς μεταβολή του μέτρου των δυνάμεων με τις οποίες αυτοί αλληλεπιδρούν.

β. Οι αγωγοί απωθούνται, χωρίς μεταβολή του μέτρου των δυνάμεων με τις οποίες αυτοί αλληλεπιδρούν.

γ. Οι δυνάμεις αλληλεπίδρασης των αγωγών μηδενίζονται.

δ. Δεν παρατηρείται καμία μεταβολή στις δυνάμεις αλληλεπίδρασης των αγωγών.

Β. Θέματα του τύπου Σωστό/Λάθος

*Να χαρακτηρίσετε κάθε πρόταση από τα θέματα **22 - 24** με το γράμμα **Σ**, εάν είναι σωστή, ή με το γράμμα **Λ**, εάν είναι λανθασμένη.*

22. Η δύναμη Laplace που ασκείται σε κατακόρυφο ρευματοφόρο αγωγό απείρου μήκους, ο οποίος είναι τοποθετημένος σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο, αντιστρέφεται αν:

α. Ο αγωγός στραφεί κατά 90°, ώστε να γίνει οριζόντιος και κάθετος στις δυναμικές γραμμές του πεδίου.

β. Αντιστραφεί η φορά των δυναμικών γραμμών του πεδίου.

γ. Αντιστραφεί η φορά του ρεύματος και των δυναμικών γραμμών του πεδίου.

δ. Αντιστραφεί η φορά του ρεύματος.

ε. Η διεύθυνση των δυναμικών γραμμών γίνει κατακόρυφη.

23. Ευθύγραμμος αγωγός βρίσκεται εντός μαγνητικού πεδίου. Ο αγωγός δεν δέχεται δύναμη από το πεδίο, εάν:

α. Δεν διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα.

β. Η γωνία που σχηματίζει με τις δυναμικές γραμμές ισούται με μηδέν.

γ. Το πεδίο είναι ανομοιογενές.

δ. Ο αγωγός έχει πολύ μεγάλο μήκος.

24. Οι δυνάμεις αλληλεπίδρασης ανά μονάδα μήκους μεταξύ δύο παράλληλων ρευματοφόρων αγωγών μεγάλου μήκους:

α. Είναι πάντα ελκτικές.

β. Είναι πάντοτε αντίθετες.

γ. Έχουν μέτρο ανάλογο του γινομένου των ρευμάτων που διαρρέουν τους αγωγούς.

δ. Έχουν διευθύνσεις κάθετες στο επίπεδο των αγωγών.

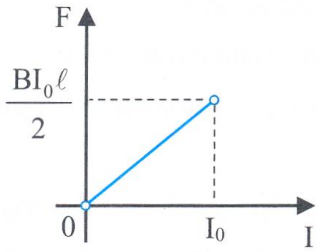
ε. Έχουν μέτρο αντιστρόφως ανάλογο της απόστασης μεταξύ των αγωγών.

Γ. Θέματα πολλαπλής επιλογής με αιτιολόγηση

*Σε καθένα από τα θέματα **25 - 47** να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.*

25. Ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός μήκους ℓ βρίσκεται εντός ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης $\vec{B}$. Το μέτρο F

της δύναμης Laplace που ασκείται στον αγωγό από το μαγνητικό πεδίο σε συνάρτηση με την ένταση I του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό απεικονίζεται στο διάγραμμα του ακόλουθου σχήματος.



Η γωνία φ που σχηματίζει ο αγωγός με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου είναι:

α. $\varphi = 90^o$. **β.** $\varphi = 60^o$. **γ.** $\varphi = 30^o$.

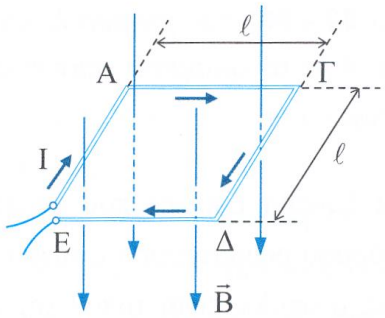
26. Λεπτός ευθύγραμμος αγωγός ορισμένου μήκους είναι οριζόντιος, διαρρέεται από ρεύμα και βρίσκεται εντός κατακόρυφου ομογενούς μαγνητικού πεδίου. Το μέτρο της δύναμης Laplace που ασκείται από το πεδίο στον αγωγό είναι F. Ο αγωγός κάμπτεται στη μέση με τέτοιον τρόπο, ώστε να προκύψουν δύο οριζόντια τμήματα που να σχηματίζουν μεταξύ τους ορθή γωνία. Εάν η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό δεν μεταβάλλεται, το μέτρο της δύναμης Laplace που ασκείται τώρα στον αγωγό από το μαγνητικό πεδίο είναι:

α. F. **β.** $\frac{F}{2}$. **γ.** $\frac{\sqrt{2}F}{2}$.

27. Ημικυκλικός αγωγός ακτίνας r διαρρέεται από ρεύμα έντασης I. Το επίπεδο του αγωγού είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης $\vec{B}$. Το μέτρο της δύναμης Laplace που ασκείται στον αγωγό από το ομογενές μαγνητικό πεδίο είναι:

α. 2BIr. **β.** BIr. **γ.** πBIr.

28. Τετράγωνο συρμάτινο πλαίσιο ΑΓΔΕ πλευράς ℓ διαρρέεται από ρεύμα έντασης I και βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$. Το επίπεδο του πλαισίου είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές του πεδίου, όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα.



Η δύναμη Laplace που ασκείται από το μαγνητικό πεδίο στο πλαίσιο έχει μέτρο:

α. F = 0. **β.** $F = 4BI\ell$.

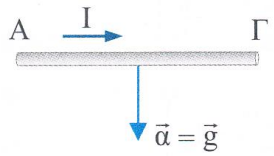
γ. $F = \frac{BI\ell}{4}$.

29. Σε μια δέσμη ηλεκτρονίων κάθε ηλεκτρόνιο κινείται με σταθερή ταχύτητα μέτρου υ. Το πλήθος των ηλεκτρονίων της δέσμης ανά μονάδα μήκους είναι n. Με κατάλληλο μηχανισμό εξαναγκάζουμε τα ηλεκτρόνια να κινηθούν σε ευθεία τροχιά,

κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης μέτρου Β. Εάν το στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο είναι e, το μέτρο της δύναμης που ασκείται στη δέσμη από το μαγνητικό πεδίο ανά μονάδα μετατόπισης των ηλεκτρονίων είναι:

α. $\frac{Bnev}{2}$. **β.** Bnev. **γ.** 2Bnev.

30. Ο ευθύγραμμος οριζόντιος αγωγός ΑΓ του ακόλουθου σχήματος κινείται κατακόρυφα προς τα κάτω με επιτάχυνση ίση με την επιτάχυνση της βαρύτητας ($\vec{\alpha} = \vec{g}$).



Ο αγωγός βρίσκεται εντός ομογενούς μαγνητικού πεδίου και διαρρέεται από ρεύμα με φορά από το άκρο Α προς το άκρο Γ. Οι δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου είναι:

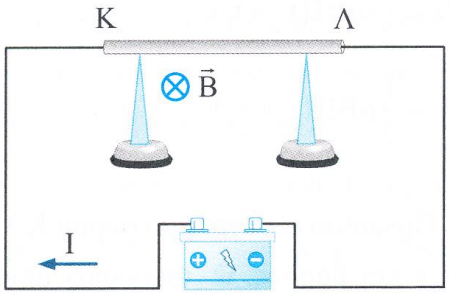
α. Κατακόρυφες με φορά προς τα επάνω.
β. Οριζόντιες, κάθετες στον αγωγό.
γ. Οριζόντιες, παράλληλες στον αγωγό.

31. Η απόσταση μεταξύ δύο κατακόρυφων ευθύγραμμων και μονωτικών στύλων είναι ℓ. Το επίπεδο των στύλων είναι κάθετο σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου Β. Κατά μήκος των δύο στύλων μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές ευθύγραμμος οριζόντιος αγωγός ΑΓ. Ο αγωγός διαρρέεται από ρεύμα σταθερής έντασης I, τα άκρα του είναι διαρκώς σε επαφή με τους στύλους και ανέρχεται με επιτάχυνση μέτρου g/2, όπου g το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας. Η μάζα του αγωγού ΑΓ είναι:

α. $m = \frac{3BI\ell}{2g}$. **β.** $m = \frac{2BI\ell}{3g}$.

γ. $m = \frac{BI\ell}{3g}$.

32. Ομογενής και ισοπαχής οριζόντιος αγωγός ΚΛ μάζας m και μήκους ℓ βρίσκεται εντός οριζόντιου ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης $\vec{B}$. Ηλεκτρική πηγή τροφοδοτεί τον αγωγό με ρεύμα έντασης I και αυτός μόλις που εφάπτεται σε δύο κατακόρυφους μονωτικούς στύλους, όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα.



Εάν το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας είναι g, τότε:

Α. Για το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου ισχύει:

α. $B = \frac{mg}{I\ell}$. **β.** $B = \frac{2mg}{I\ell}$.

γ. $B = \frac{mg}{2I\ell}$.

Β. Προκειμένου ο αγωγός ΚΛ να κινηθεί προς τα επάνω με επιτάχυνση μέτρου $\alpha = g$, θα πρέπει η ένταση του ρεύματος να γίνει:

α. $I' = 4I$. **β.** $I' = 2I$. **γ.** $I' = 0$.

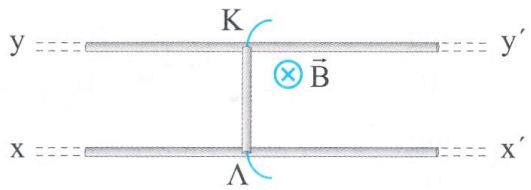
33. Οριζόντιος ευθύγραμμος αγωγός μήκους ℓ ηρεμεί επάνω σε λείο οριζόντιο δάπεδο. Ο αγωγός βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$, του οποίου οι δυναμικές γραμμές είναι κατακόρυφες. Τη χρονική στιγμή $t = 0$ τροφοδοτούμε τον αγωγό με ρεύμα σταθερής έντασης I, οπότε αρχίζει να επιταχύνεται από τη θέση $x = 0$ με σταθερή επιτάχυνση $\vec{\alpha}$. Η μέση ισχύς της δύναμης Laplace που ασκείται στον αγωγό από το πεδίο από τη χρονική στιγμή t_1 έως τη χρονική στιγμή t_2 είναι:

α. $\overline{P}_F = \alpha BI\ell(t_1 + t_2)$.

β. $\overline{P}_F = \frac{1}{2}\alpha BI\ell(t_2 - t_1)$.

γ. $\overline{P}_F = \frac{1}{2}\alpha BI\ell(t_1 + t_2)$.

34. Οριζόντιο ευθύγραμμο σύρμα ΚΛ μήκους ℓ και βάρους $\vec{w}$ ισορροπεί ακίνητο έχοντας τα άκρα του διαρκώς σε επαφή με δύο ευθύγραμμους οριζόντιους οδηγούς xx' και yy', όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα.



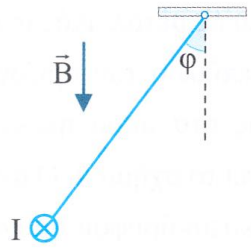
Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$. Τη χρονική στιγμή $t = 0$ το σύρμα ΚΛ αρχίζει να διαρρέεται από ρεύμα μεταβλητής έντασης $I = I_0 + \alpha t$ (S.I.), όπου I_0 και α θετικές σταθερές. Εάν ο συντελεστής στατικής τριβής μεταξύ του σύρματος ΚΛ και των οδηγών είναι μ_s, η χρονική στιγμή στην οποία το σύρμα θα αρχίσει να ολισθαίνει επί των οδηγών είναι η:

α. $t = \frac{2}{\alpha}\left(\frac{\mu_s w}{B\ell} - I_0\right)$.

β. $t = \frac{1}{\alpha}\left(\frac{\mu_s w}{B\ell} - \frac{I_0}{2}\right)$.

γ. $t = \frac{1}{\alpha}\left(\frac{\mu_s w}{B\ell} - I_0\right)$.

35. Οριζόντιος αγωγός μήκους ℓ βρίσκεται εντός ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης $\vec{B}$. Οι δυναμικές γραμμές του πεδίου έχουν διεύθυνση κατακόρυφη και φορά προς τα κάτω. Ο αγωγός διαρρέεται από ρεύμα έντασης I και ισορροπεί ακίνητος με τη βοήθεια δύο τεντωμένων μονωτικών νημάτων. Τα νήματα είναι ακλόνητα στερεωμένα σε σημεία της οροφής και σχηματίζουν γωνία φ με την κατακόρυφο. Εγκάρσια τομή του αγωγού απεικονίζεται στο επόμενο σχήμα.

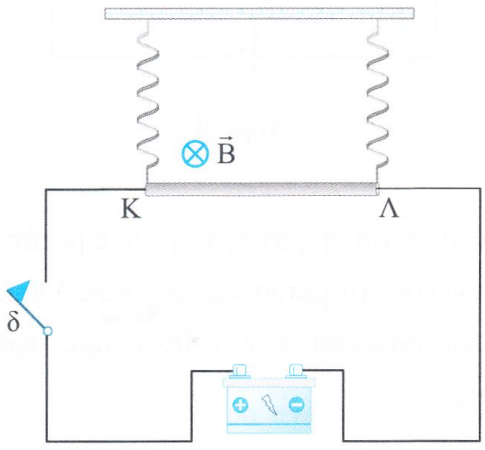


Για τη γωνία φ ισχύει:

α. $\varepsilon\varphi\varphi = \frac{BI\ell}{2mg}$. β. $\varepsilon\varphi\varphi = \frac{BI\ell}{mg}$.

γ. $\varepsilon\varphi\varphi = \frac{2BI\ell}{mg}$.

36. Τα άκρα Κ και Λ οριζόντιου ομογενούς και ισοπαχούς αγωγού βάρους $\vec{w}$ και μήκους ℓ είναι προσδεδεμένα στα ηλεκτρικώς μονωμένα κάτω άκρα δύο όμοιων κατακόρυφων ιδανικών ελατηρίων, τα άνω άκρα των οποίων είναι ακλόνητα στερεωμένα σε σημεία της οροφής. Ο αγωγός ΚΛ ισορροπεί ακίνητος, κάθετα τοποθετημένος στις δυναμικές γραμμές οριζόντιου μαγνητικού πεδίου έντασης $\vec{B}$. Τα άκρα του αγωγού συνδέονται μέσω διακόπτη δ με τους πόλους ηλεκτρικής πηγής, όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα.



Κλείνοντας τον διακόπτη δ, ο αγωγός ισορροπεί ακίνητος σε νέα θέση όπου η δυναμική ενέργεια των ελατηρίων δεν παρουσιάζει μεταβολή συγκριτικά με τη δυναμική ενέργεια που αυτά είχαν όταν ο διακόπτης ήταν ανοικτός. Για την ένταση I του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό ισχύει η σχέση:

α. $I = \frac{w}{2B\ell}$. β. $I = \frac{w}{B\ell}$. γ. $I = \frac{2w}{B\ell}$.

37. Οριζόντιος ευθύγραμμος αγωγός είναι τοποθετημένος κάθετα στις δυναμικές γραμμές κατακόρυφου ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης $\vec{B}_1$. Ο αγωγός διαρρέεται από ρεύμα έντασης I και δέχεται από το μαγνητικό πεδίο δύναμη Laplace μέτρου F_1. Εάν εκτός του πεδίου έντασης $\vec{B}_1$ συνυπήρχε και δεύτερο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}_2$, οριζόντιας διεύθυνσης με δυναμικές γραμμές κάθετες στον αγωγό, ο τελευταίος θα δεχόταν από τα δύο πεδία μαζί δύναμη Laplace μέτρου $5\sqrt{2}F_1$. Για τα μέτρα των εντάσεων $\vec{B}_1$ και $\vec{B}_2$ ισχύει:

α. $B_2 = 5\sqrt{2}B_1$. β. $B_2 = 7B_1$.

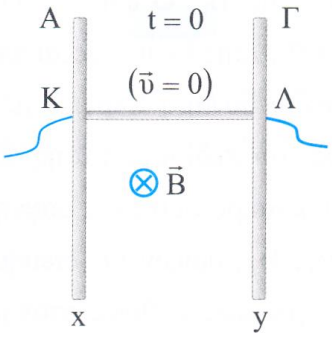
γ. $B_2 = 5B_1$.

38. Οριζόντιο ημικυκλικό μεταλλικό σύρμα διαρρέεται από ρεύμα και βρίσκεται εντός κατακόρυφου ομογενούς μαγνητικού πεδίου. Ευθυγραμμίζουμε το σύρμα χωρίς μεταβολή της έντασης του ρεύματος που

το διαρρέει. Το ποσοστό μεταβολής του μέτρου της δύναμης Laplace που ασκείται στο σύρμα από το μαγνητικό πεδίο είναι:

α. 0%. **β.** 25(π – 1)%. **γ.** 50(π – 2)%.

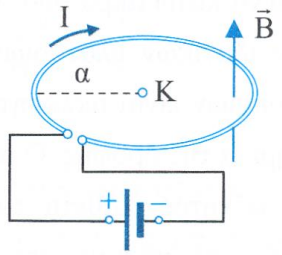
39. Ο ευθύγραμμος οριζόντιος αγωγός ΚΛ του ακόλουθου σχήματος συγκρατείται ακίνητος έχοντας τα άκρα του σε επαφή με τους κατακόρυφους μονωτικούς στύλους Αx και Γy. Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο μαγνητικό πεδίο, οι δυναμικές γραμμές του οποίου είναι κάθετες στο επίπεδο που ορίζουν οι δύο στύλοι.



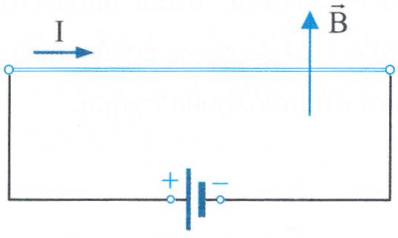
Τη χρονική στιγμή t = 0 αφήνουμε τον αγωγό ΚΛ ελεύθερο να κινηθεί, χωρίς να του προσδώσουμε αρχική ταχύτητα, και ταυτόχρονα τον τροφοδοτούμε με ρεύμα σταθερής έντασης. Ο αγωγός αρχίζει να επιταχύνεται προς τα κάτω επενεργώντας σε αυτόν δύναμη Laplace διπλάσια του βάρους του $\left(\vec{F} = 2m\vec{g}\right)$. Ο ρυθμός με τον οποίο η δύναμη Laplace προσφέρει ενέργεια στον αγωγό σε συνάρτηση με τον χρόνο είναι:

α. $2mg^2t$. **β.** $3mg^2t$. **γ.** $6mg^2t$.

40. Κυκλικός μεταλλικός αγωγός ακτίνας α έχει το επίπεδό του οριζόντιο και είναι συνδεμένος στα άκρα ηλεκτρικής πηγής, όπως δείχνει το σχήμα **α**. Ο αγωγός βρίσκεται εντός κατακόρυφου ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης $\vec{B}$. Η συνισταμένη ένταση του μαγνητικού πεδίου που οφείλεται στο ομογενές μαγνητικό πεδίο και στο μαγνητικό πεδίο του κυκλικού ρευματοφόρου αγωγού στο κέντρο του τελευταίου ισούται με μηδέν. Ευθυγραμμίζουμε τον μεταλλικό αγωγό διατηρώντας τον οριζόντιο και συνδεδεμένο με την ηλεκτρική πηγή (σχήμα **β**).



Σχήμα **α**



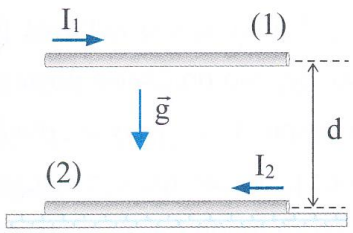
Σχήμα **β**

Εάν μ_o είναι η μαγνητική διαπερατότητα του κενού, το μέτρο της δύναμης Laplace $\vec{F}$ που ασκείται στον ευθύγραμμο αγωγό είναι:

α. $F=\dfrac{B^2\alpha^2}{(\mu_o/4\pi)}$. β. $F=\dfrac{B^2\alpha^2}{2(\mu_o/4\pi)}$.

γ. $F=\dfrac{B^2\alpha^2}{4(\mu_o/4\pi)}$.

41. Δύο όμοιοι, παράλληλοι ομογενείς και ισοπαχείς οριζόντιοι αγωγοί (1) και (2) μεγάλου μήκους ηρεμούν στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο και διαρρέονται από αντίρροπα ρεύματα εντάσεων I_1 και I_2, με $I_2=2I_1$ αντίστοιχα. Ο αγωγός (2) βρίσκεται επάνω σε μονωτικό οριζόντιο δάπεδο και σε απόσταση d επάνω από αυτόν βρίσκεται ο αγωγός (1), όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα.



Εάν το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας είναι g και η μαγνητική διαπερατότητα του κενού είναι μ_o, η μάζα κάθε αγωγού ανά μονάδα μήκους είναι:

α. $\dfrac{m}{\ell}=2\dfrac{\mu_o}{4\pi}\dfrac{I_1^2}{dg}$. β. $\dfrac{m}{\ell}=8\dfrac{\mu_o}{4\pi}\dfrac{I_1^2}{dg}$.

γ. $\dfrac{m}{\ell}=4\dfrac{\mu_o}{4\pi}\dfrac{I_1^2}{dg}$.

42. Δύο παράλληλοι αγωγοί (1) και (2) διαρρέονται από ομόρροπα ρεύματα I_1 και I_2 αντίστοιχα. Οι δύο αγωγοί συγκρατούνται ακίνητοι επί λείου οριζόντιου επιπέδου σε απόσταση r μεταξύ τους. Ρευματοφόρος αγωγός (3), αμελητέας μάζας και μεγάλου μήκους και αυτός, ισορροπεί ακίνητος σε απόσταση r/3 από τον αγωγό (1), είναι παράλληλος προς τους αγωγούς (1) και (2) και ανήκει στο επίπεδό τους. Για τις εντάσεις των ρευμάτων I_1 και I_2 ισχύει:

α. $I_2=3I_1$. β. $I_2=2I_1$. γ. $I_2=\dfrac{I_1}{2}$.

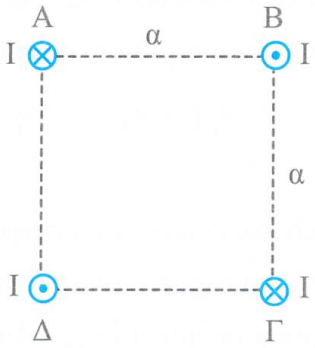
43. Δύο κατακόρυφοι ρευματοφόροι αγωγοί (1) και (2) μεγάλου μήκους διαρρέονται από ομόρροπα ρεύματα ίσης έντασης I και απέχουν μεταξύ τους απόσταση 2d. Καθένας από τους δύο αγωγούς απέχει από κατακόρυφο αγωγό (3) μεγάλου μήκους απόσταση $d\sqrt{2}$. Εάν ο αγωγός (3) διαρρέεται από ρεύμα έντασης I, το μέτρο της συνισταμένης δύναμης Laplace ανά μονάδα μήκους που δέχεται ο αγωγός (3) από τους αγωγούς (1) και (2) είναι ίσο με:

α. $2\dfrac{\mu_o}{4\pi}\dfrac{I^2}{d}$. β. $2\sqrt{2}\dfrac{\mu_o}{4\pi}\dfrac{I^2}{d}$. γ. $\sqrt{2}\dfrac{\mu_o}{4\pi}\dfrac{I^2}{d}$.

Δίνεται η μαγνητική διαπερατότητα του κενού μ_o.

44. Από τις κορυφές Α, Β, Γ και Δ οριζόντιου τετραγώνου πλευράς α διέρχονται τέσσερις (4) κατακόρυφοι ευθύγραμμοι αγωγοί μεγάλου μήκους, οι οποίοι διαρρέονται από ρεύματα ίσης έντασης I. Οι αγωγοί που διέρχονται από τις κορυφές Α και Γ του τετραγώνου διαρρέονται από ρεύματα

τα οποία έχουν φορά προς τα κάτω, ενώ οι αγωγοί που διέρχονται από τις κορυφές Β και Δ διαρρέονται από ρεύματα τα οποία έχουν φορά προς τα επάνω. Στο ακόλουθο σχήμα απεικονίζεται μια οριζόντια τομή των αγωγών.



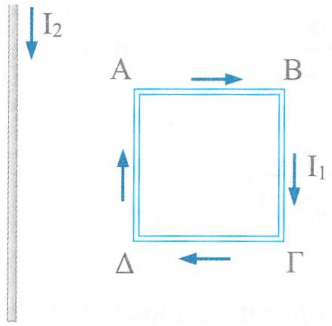
Το μέτρο της συνισταμένης δύναμης Laplace ανά μονάδα μήκους που ασκείται σε κάθε αγωγό από τους υπόλοιπους είναι ίση με:

α. $2\sqrt{2}\dfrac{(\mu_o/4\pi)I^2}{\alpha}$. **β.** $\sqrt{2}\dfrac{(\mu_o/4\pi)I^2}{\alpha}$.

γ. $\dfrac{\sqrt{2}}{2}\dfrac{(\mu_o/4\pi)I^2}{\alpha}$.

Δίνεται η μαγνητική διαπερατότητα του κενού μ_o.

45. Τετράγωνο αβαρές πλαίσιο ΑΒΓΔ διαρρέεται από ρεύμα και τοποθετείται πολύ κοντά σε ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό, ο οποίος είναι ακλόνητα στερεωμένος. Το πλαίσιο και ο αγωγός βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο, όπως απεικονίζεται στο επόμενο σχήμα.



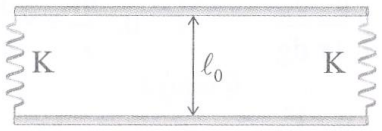
Αν το πλαίσιο αφεθεί ελεύθερο, χωρίς να του προσδώσουμε αρχική ταχύτητα, τότε:

α. Θα παραμείνει ακίνητο.

β. Θα αρχίσει να επιταχύνεται πλησιάζοντας προς τον αγωγό.

γ. Θα αρχίσει να επιταχύνεται απομακρυνόμενο από τον αγωγό.

46. Δύο παράλληλοι, ευθύγραμμοι μεταλλικοί αγωγοί μήκους ℓ ο καθένας βρίσκονται επάνω σε λείο οριζόντιο μονωτικό δάπεδο. Τα άκρα των αγωγών συνδέονται μεταξύ τους με όμοια ηλεκτρικώς μονωμένα ελατήρια τα οποία έχουν το φυσικό τους μήκος ℓ_0, με $\ell_0 << \ell$, και σταθερά Κ το καθένα. Η διάταξη των αγωγών και των ελατηρίων απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα.



Τροφοδοτούμε ταυτόχρονα τους μεταλλικούς αγωγούς με ομόρροπα ρεύματα ίσης έντασης I και διαπιστώνουμε ότι οι αγωγοί ισορροπούν ακίνητοι παραμορφώνοντας τα

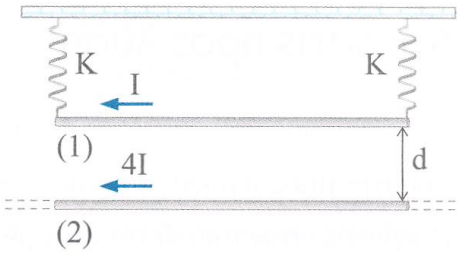
ελατήρια κατά $\ell_0/5$. Εάν μ_o είναι η μαγνητική διαπερατότητα του κενού, η ένταση I του ρεύματος είναι:

α. $I=\dfrac{\ell_0}{5}\sqrt{\dfrac{K}{(\mu_o/4\pi)\ell}}$.

β. $I=\dfrac{2\ell_0}{5}\sqrt{\dfrac{K}{(\mu_o/4\pi)\ell}}$.

γ. $I=\dfrac{\ell_0}{5}\sqrt{\dfrac{2K}{(\mu_o/4\pi)\ell}}$.

47. Ευθύγραμμος, οριζόντιος, ομογενής και ισοπαχής αγωγός (1) έχει μήκος ℓ και ηρεμεί εξαρτημένος στα ηλεκτρικά μονωμένα άκρα δύο όμοιων κατακόρυφων ιδανικών ελατηρίων σταθεράς K το καθένα. Τα άλλα άκρα των ελατηρίων είναι ακλόνητα στερεωμένα σε σημεία της οροφής. Δεύτερος αγωγός (2), μεγάλου μήκους, είναι παράλληλος με τον αγωγό (1). Οι αγωγοί (1) και (2) βρίσκονται στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο, σε απόσταση d μεταξύ τους, και διαρρέονται από ρεύματα έντασης I και 4I αντίστοιχα. Αρχικά τα ρεύματα στους δύο αγωγούς είναι ομόρροπα και τα ελατήρια επιμηκυμένα κατά $\Delta\ell = 4d$. Στη συνέχεια, η φορά του ρεύματος στον αγωγό (2) αντιστρέφεται (χωρίς μεταβολή της έντασης) και ο αγωγός (1) ηρεμεί σε νέα θέση όπου τα ελατήρια είναι συσπειρωμένα κατά $\Delta\ell$.



Εάν μ_o είναι η μαγνητική διαπερατότητα του κενού, ικανοποιείται η σχέση:

α. $d=2I\sqrt{\dfrac{(\mu_o/4\pi)\ell}{3K}}$.

β. $d=\dfrac{I}{3}\sqrt{\dfrac{(\mu_o/4\pi)\ell}{K}}$.

γ. $d=\dfrac{I}{3}\sqrt{\dfrac{5(\mu_o/4\pi)\ell}{K}}$.

Ασκήσεις προς λύση

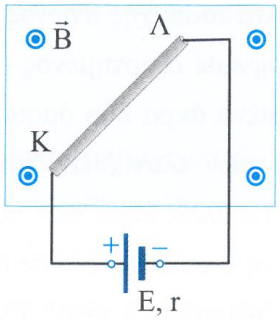
48. Ευθύγραμμος αγωγός μήκους $\ell = 0{,}4$ m διαρρέεται από ρεύμα έντασης I = 2 A. Ο αγωγός είναι τοποθετημένος μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$. Εάν η μέγιστη τιμή της δύναμης Laplace που δέχεται ο αγωγός από το μαγνητικό πεδίο είναι $F_{max} = 1{,}2$ N, να υπολογίσετε:

α. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου.

β. Τη γωνία που πρέπει να σχηματίζει ο αγωγός με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου, ώστε το μέτρο της δύναμης Laplace που δέχεται από αυτό να γίνει:

i. $F_1 = F_{max}/2$. **ii.** $F_2 = 0$.

49. Ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ έχει μήκος $\ell = 40$ cm, ωμική αντίσταση R = 4 Ω και είναι τοποθετημένος κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου. Η ένταση $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου έχει μέτρο 2 T και φορά που απεικονίζεται στο διπλανό σχήμα.



Ο αγωγός είναι συνδεδεμένος στους πόλους ηλεκτρικής πηγής ηλεκτρεγερτικής δύναμης E = 50 V και εσωτερικής αντίστασης r = 1 Ω.

α. Να σχεδιάσετε τη δύναμη Laplace που ασκείται στον αγωγό ΚΛ από το μαγνητικό πεδίο και στη συνέχεια να υπολογίσετε το μέτρο της.

β. Πόση είναι η μεταβολή που υφίσταται η δύναμη Laplace, εάν αντιστρέψουμε ταυτόχρονα την πολικότητα της πηγής και την κατεύθυνση της έντασης του μαγνητικού πεδίου;

γ. Να γράψετε το μέτρο F της δύναμης Laplace που δέχεται ο αγωγός σε συνάρτηση με την ένταση I του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό. Έπειτα, να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση F = f(I) για την περιοχή τιμών [0, 10 A].

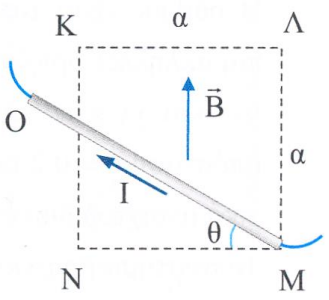
50. Ευθύγραμμος αγωγός μήκους $\ell = 0{,}5$ m συνδέεται στους πόλους ηλεκτρικής πηγής ηλεκτρεγερτικής δύναμης E = 60 V και στη συνέχεια εισάγεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Ο ρυθμός με τον οποίο η πηγή τροφοδοτεί με ηλεκτρική ενέργεια το κύκλωμα είναι 60 J/s.

α. Να υπολογίσετε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό.

β. Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου, εάν γνωρίζετε ότι ο αγωγός δέχεται δύναμη Laplace μέτρου $F_1 = 0,5$ N, όταν σχηματίζει γωνία $\varphi_1 = 30^o$ με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου.

γ. Στρέφουμε τον αγωγό έτσι, ώστε να σχηματίζει με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου γωνία $\varphi_2 = 2\varphi_1$. Το μέτρο της δύναμης Laplace που δέχεται τώρα ο αγωγός θα είναι $F_2 = 2F_1$; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

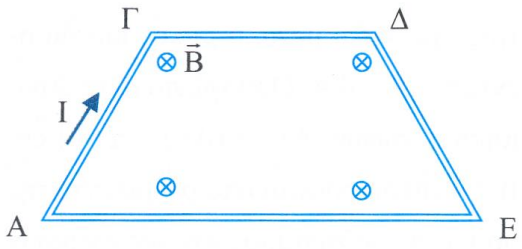
51. Ευθύγραμμος οριζόντιος αγωγός ΜΟ έχει μήκος $\ell = 0,5\sqrt{2}$ m, διαρρέεται από ρεύμα σταθερής έντασης I = 4 A και είναι τοποθετημένος μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο. Το πεδίο έχει ένταση $\vec{B}$, μέτρου 1,5 T, και εκτείνεται σε περιοχή σχήματος τετραγώνου ΚΛΜΝ πλευράς α = 0,5 m, όπως απεικονίζεται στο διπλανό σχήμα.



Ο αγωγός μπορεί να περιστρέφεται σε οριζόντιο επίπεδο γύρω από κατακόρυφο άξονα ο οποίος διέρχεται από το άκρο Μ του αγωγού. Εάν θ είναι η γωνία που σχηματίζει ο αγωγός ΜΟ με την πλευρά ΜΝ του τετραγώνου, να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης Laplace που ασκείται από το μαγνητικό πεδίο στον αγωγό, όταν είναι:

α. θ = 0°. **β.** θ = 45°. **γ.** θ = 60°. **δ.** θ = 90°.

52. Το αγώγιμο πλαίσιο ΑΓΔΕ σχήματος ισοσκελούς τραπεζίου που απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα έχει πλευρές (ΑΓ) = (ΓΔ) = (ΔΕ) = α = 0,4 m και (ΑΕ) = 2α.

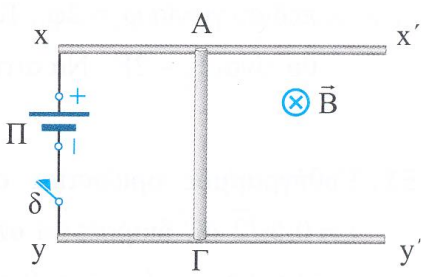


Το πλαίσιο διαρρέεται από ρεύμα έντασης I = 5 A και βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$, μέτρου 0,8 T, οι δυναμικές γραμμές του οποίου είναι κάθετες στο επίπεδο του πλαισίου. Να υπολογίσετε:

α. Το μέτρο της δύναμης Laplace που ασκείται από το μαγνητικό πεδίο σε κάθε πλευρά του πλαισίου.

β. Το μέτρο της συνισταμένης δύναμης που ασκείται από το μαγνητικό πεδίο στο πλαίσιο.

53. Η οριζόντια αγώγιμη κυλινδρική ράβδος ΑΓ του διπλανού σχήματος έχει μάζα m = 0,3 kg και μήκος ℓ = 0,2 m.



Η ράβδος είναι τοποθετημένη επάνω σε δύο παράλληλες οριζόντιες λείες σιδηροτροχιές xx΄ και yy΄, οι οποίες απέχουν μεταξύ τους απόσταση ℓ = 0,2 m και συνδέονται μέσω αρχικά ανοιχτού διακόπτη δ με ηλεκτρική πηγή Π.

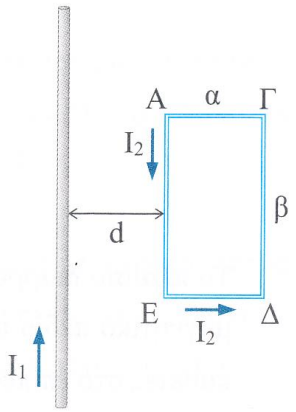
Το σύστημα βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$, μέτρου 1,5 T. Οι δυναμικές γραμμές του πεδίου είναι κατακόρυφες με φορά προς τα κάτω. Τη χρονική στιγμή t = 0 κλείνουμε τον διακόπτη δ και διαπιστώνουμε ότι η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα είναι I = 10 A.

α. Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης Laplace που δέχεται η ράβδος ΑΓ από το ομογενές μαγνητικό πεδίο τη χρονική στιγμή t = 0. Έπειτα, να σχεδιάσετε το διάνυσμα που αναπαριστά τη δύναμη Laplace τη χρονική στιγμή t = 0.

β. Ποια κλίση πρέπει να δώσουμε στις σιδηροτροχιές, προκειμένου η ράβδος να παραμείνει ακίνητη;

Δίνεται το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας: g = 10 m/s^2.

54. Ευθύγραμμος αγωγός έχει πολύ μεγάλο μήκος και διαρρέεται από ρεύμα έντασης I_1 = 4 A. Ορθογώνιο μεταλλικό πλαίσιο ΑΓΔΕ με μήκη πλευρών (ΑΓ) = (ΔΕ) = α = 4 cm και (ΓΔ) = (ΕΑ) = β = 9 cm διαρρέεται από ρεύμα έντασης I_2 = 2 A. Το πλαίσιο και ο ευθύγραμμος αγωγός ανήκουν στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο και απέχουν μεταξύ τους απόσταση d = 2 cm. Οι φορές των ρευμάτων που διαρρέουν τον αγωγό και το πλαίσιο απεικονίζονται στο διπλανό σχήμα.

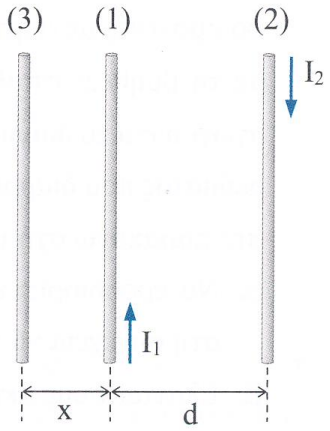


Να υπολογίσετε το μέτρο της συνισταμένης δύναμης Laplace $\vec{F}$ που ασκείται στο πλαίσιο από το μαγνητικό πεδίο του ευθύγραμμου αγωγού και να προσδιορίσετε την κατεύθυνσή της.

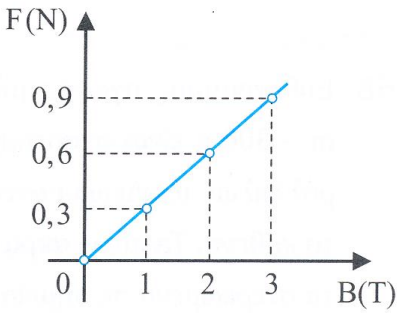
Δίνεται η μαγνητική διαπερατότητα του κενού: $\mu_o = 4\pi \cdot 10^{-7}\ T \cdot m/A$.

55. Οι παράλληλοι ευθύγραμμοι αγωγοί (1) και (2) του διπλανού σχήματος απέχουν μεταξύ τους απόσταση d = 40 cm και διαρρέονται από αντίρροπα ρεύματα έντασης $I_1 = 3$ A και $I_2 = 9$ A αντίστοιχα.

Σε πόση απόσταση x από τον αγωγό (1) και παράλληλα προς αυτόν πρέπει να τοποθετήσουμε τρίτο αγωγό (3), προκειμένου ο τελευταίος να δέχεται συνισταμένη δύναμη Laplace από τους άλλους δύο αγωγούς ίση με μηδέν;



56. Ευθύγραμμος αγωγός μάζας m = 1 kg συγκρατείται ακίνητος επάνω σε λείο οριζόντιο δάπεδο. Ο αγωγός διαρρέεται από ρεύμα σταθερής έντασης I = 3 A και βρίσκεται μέσα σε μεγάλης έκτασης μαγνητικό πεδίο. Ο αγωγός και η ένταση του μαγνητικού πεδίου ανήκουν στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο και οι διευθύνσεις τους σχηματίζουν γωνία φ = 30°. Στο διάγραμμα του διπλανού σχήματος απεικονίζεται το μέτρο F της δύναμης Laplace που δέχεται ο αγωγός από το μαγνητικό πεδίο σε συνάρτηση με το μέτρο B της έντασης του πεδίου.

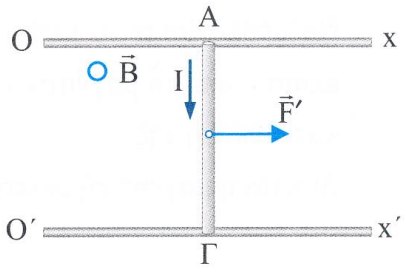


α. Να υπολογίσετε το μήκος ℓ του αγωγού.

Σταθεροποιούμε την τιμή της έντασης του μαγνητικού πεδίου στα 3 T και τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ εκτοξεύουμε τον αγωγό με ταχύτητα $\vec{\upsilon}_0$, το διάνυσμα της οποίας έχει μέτρο 2 m/s και κατεύθυνση αντίθετη από την κατεύθυνση του διανύσματος της δύναμης Laplace που ασκείται στον αγωγό από το μαγνητικό πεδίο.

β. Να υπολογίσετε το έργο της δύναμης Laplace από τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ έως τη χρονική στιγμή t_1 στην οποία ο αγωγός ακινητοποιείται στιγμιαία.

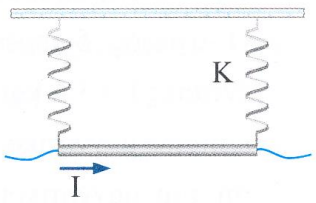
57. Οριζόντιος ευθύγραμμος αγωγός ΑΓ έχει μήκος $\ell = 0{,}5$ m και διαρρέεται από ρεύμα έντασης I = 2 A έχοντας τα άκρα του σε επαφή με δύο λείες μεταλλικές ράγες Ox και O′x′ οι οποίες ορίζουν οριζόντιο επίπεδο. Το σύστημα αγωγός – ράγες είναι τοποθετημένο μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$, μέτρου 1 T. Ο αγωγός ισορροπεί ακίνητος με τη βοήθεια σταθερής οριζόντιας δύναμης $\vec{F}'$, η οποία ασκείται στο μέσον του αγωγού και το διάνυσμά της είναι παράλληλο προς τις μεταλλικές ράγες. Η φορά του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό καθώς και η φορά της δύναμης $\vec{F}'$ απεικονίζονται στο παραπάνω σχήμα.



α. Να προσδιορίσετε τη φορά των δυναμικών γραμμών του μαγνητικού πεδίου και στη συνέχεια να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης $\vec{F}'$.

β. Ελαττώνουμε ακαριαία την ένταση του ρεύματος στο μισό και διατηρούμε σταθερή την τιμή της. Να υπολογίσετε το μέτρο της μεταβολής της ορμής του αγωγού σε χρόνο Δt = 5 s.

58. Ευθύγραμμος αγωγός μήκους $\ell = 0{,}2$ m και μάζας m = 300 g είναι αναρτημένος στα κάτω άκρα δύο παράλληλων ιδανικών ελατηρίων σταθεράς K = 50 N/m το καθένα. Τα πάνω άκρα των ελατηρίων είναι ακλόνητα στερεωμένα σε σημεία της οροφής.



α. Να υπολογίσετε την επιμήκυνση $\Delta\ell$ κάθε ελατηρίου.

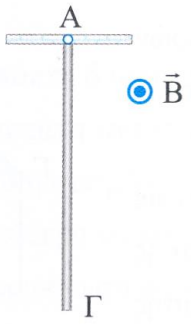
Διαβιβάζουμε ρεύμα έντασης I = 2,5 A στον αγωγό με τη φορά που φαίνεται στο παραπάνω σχήμα και τοποθετούμε το σύστημα ελατήρια – αγωγός μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο.

Οι δυναμικές γραμμές του πεδίου είναι κάθετες στο επίπεδο που ορίζουν τα ελατήρια. Διαπιστώνουμε ότι τα ελατήρια επιμηκύνονται επιπλέον κατά y = 1 cm.

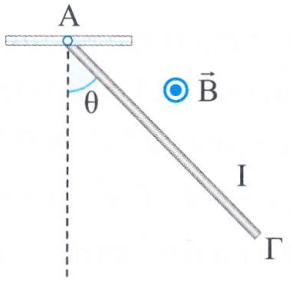
β. Να προσδιορίσετε τη φορά της έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου και στη συνέχεια να υπολογίσετε το μέτρο της.

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

59. Ευθύγραμμη μεταλλική ράβδος ΑΓ έχει μήκος $\ell = \sqrt{2}$ m, μάζα m = 1 kg και ισορροπεί ακίνητη, αναρτημένη από το άκρο της Α μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$ (βλέπε σχήμα **α**).



Σχήμα **α**



Σχήμα **β**

Η ράβδος μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές σε κατακόρυφο επίπεδο γύρω από οριζόντιο άξονα που διέρχεται από το άκρο της Α και είναι κάθετος σε αυτήν. Όταν διαβιβάσουμε στη ράβδο ρεύμα έντασης I = 10 A, αυτή εκτρέπεται από την αρχική θέση ισορροπίας της και ισορροπεί ακίνητη σε νέα θέση που σχηματίζει με την κατακόρυφο γωνία θ = 45° (βλέπε σχήμα **β**). Η δύναμη $\vec{F}_{αξ}$ που ασκεί ο άξονας στη ράβδο έχει ίδια διεύθυνση με τη διεύθυνση της ράβδου.

α. Να προσδιορίσετε τη φορά του ρεύματος που διαρρέει τη ράβδο.

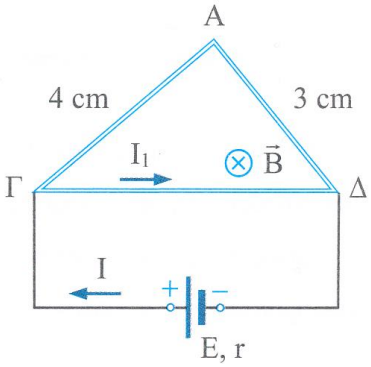
β. Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου.

γ. Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης που δέχεται η ράβδος από τον άξονα.

Δίνεται το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας: g = 10 m / s^2.

Προβλήματα προς λύση

60. Το οριζόντιο, ορθογώνιο τριγωνικό πλαίσιο ΑΓΔ του διπλανού σχήματος, με μήκος πλευρών (ΑΓ) = 4 cm και (ΑΔ) = 3 cm, εμφανίζει αντίσταση ανά μονάδα μήκους $R^* = 4{,}8\ \Omega/cm$.



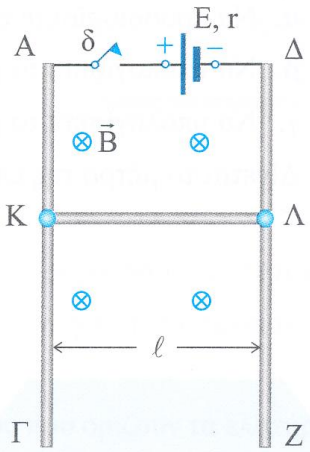
Συνδέουμε τις κορυφές Γ και Δ του πλαισίου με τους πόλους ηλεκτρικής πηγής ηλεκτρεγερτικής δύναμης E = 72 V και εσωτερικής αντίστασης r = 1 Ω. Να υπολογίσετε:

α. Την ισοδύναμη αντίσταση της συνδεσμολογίας.

β. Την ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πλευρά ΓΔ του πλαισίου.

γ. Εάν στον χώρο του πλαισίου υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$, μέτρου 2 T, με δυναμικές γραμμές κατακόρυφες και φορά προς τα κάτω, να υπολογίσετε τη δύναμη Laplace που ασκείται από το ομογενές μαγνητικό πεδίο στην πλευρά ΓΔ του πλαισίου.

61. Δύο ευθύγραμμοι, κατακόρυφοι και μηδενικής ωμικής αντίστασης μεταλλικοί στύλοι ΑΓ και ΔΖ απέχουν μεταξύ τους απόσταση ℓ. Τα άνω άκρα Α και Δ των δύο στύλων είναι συνδεδεμένα μέσω διακόπτη δ, αρχικά ανοιχτού, με ηλεκτρική πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης E = 40 V και εσωτερικής αντίστασης r = 2 Ω, όπως απεικονίζεται στο διπλανό σχήμα.



Ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ μήκους ℓ, μάζας m = 0,15 kg και αντίστασης $R_1 = 18\ \Omega$, παραμένοντας διαρκώς οριζόντιος μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές εφαπτόμενος στους δύο κατακόρυφους στύλους. Η διάταξη εδράζεται σε οριζόντια βάση από μονωτικό υλικό και βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$, μέτρου 1,5 T. Οι δυναμικές γραμμές του πεδίου είναι κάθετες στο επίπεδο που ορίζουν οι δύο μεταλλικοί στύλοι.

Α. Κλείνουμε τον διακόπτη δ και διαπιστώνουμε ότι ο αγωγός ισορροπεί ακίνητος. Να υπολογίσετε:

α. Την ένταση I του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό.

β. Την απόσταση ℓ που απέχουν μεταξύ τους οι δύο κατακόρυφοι μεταλλικοί στύλοι.

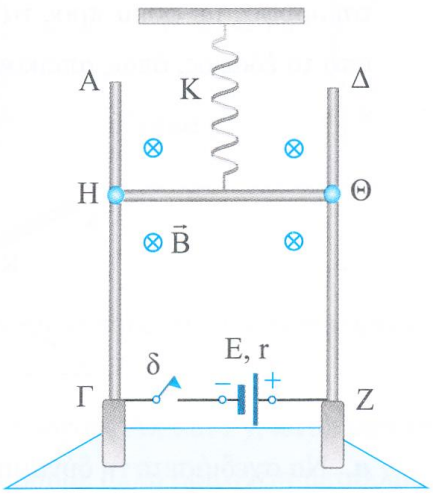
Β. Έχοντας τον διακόπτη δ ανοικτό, συγκρατούμε τον αγωγό ΚΛ ακίνητο και γεφυρώνουμε με αντιστάτη αντίστασης $R_2 = 9\ \Omega$ τα άνω άκρα των δύο μεταλλικών στύλων. Τη χρονική στιγμή t = 0 κλείνουμε τον διακόπτη και ταυτόχρονα αφήνουμε τον αγωγό ελεύθερο να κινηθεί, χωρίς να του προσδώσουμε αρχική ταχύτητα.

α. Προς ποια κατεύθυνση θα κινηθεί ο αγωγός;

β. Να υπολογίσετε το μέτρο της επιτάχυνσης του αγωγού τη χρονική στιγμή t = 0.

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

62. Οριζόντιος ευθύγραμμος αγωγός ΗΘ μήκους $\ell = 50$ cm και μάζας m = 2 kg μπορεί να ολισθαίνει επάνω σε δύο λείες, κατακόρυφες μεταλλικές ράβδους ΑΓ και ΔΖ με τα άκρα του να εφάπτονται σε αυτές. Οι ράβδοι δεν εμφανίζουν ωμική αντίσταση και τα κάτω άκρα τους Γ και Ζ συνδέονται, μέσω διακόπτη δ, με πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης E = 45 V και εσωτερικής αντίστασης r = 1 Ω. Το σύστημα των δύο κατακόρυφων ράβδων και του οριζόντιου αγωγού στηρίζεται σε μονωτική βάση και είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης $\vec{B}$, μέτρου 2 T. Στον μέσον του αγωγού ΗΘ είναι στερεωμένο το κάτω άκρο ιδανικού μονωτικού ελατηρίου σταθεράς K = 200 N/m. Το άνω άκρο του ελατηρίου είναι ακλόνητα στερεωμένο σε οροφή, όπως απεικονίζεται στο παραπάνω σχήμα.



Όταν ο διακόπτης δ είναι ανοικτός, ο αγωγός ΗΘ ισορροπεί ακίνητος με το ελατήριο να είναι επιμηκυμένο κατά $\Delta\ell$. Όταν κλείσουμε τον διακόπτη, ο αγωγός ΗΘ ισορροπεί ακίνητος σε νέα θέση και η επιμήκυνση του ελατηρίου είναι αυξημένη κατά 25% συγκριτικά με την αρχική τιμή της. Να υπολογίσετε:

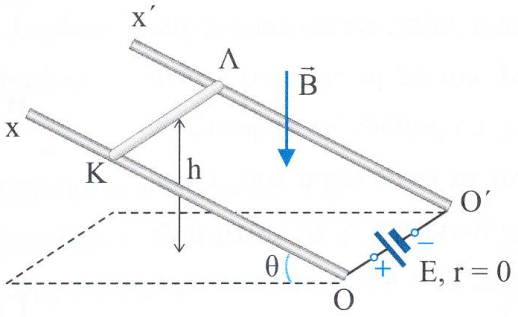
α. Την ωμική αντίσταση R του αγωγού ΗΘ.

β. Εάν αντιστρέψουμε την πολικότητα της πηγής, ο αγωγός ΗΘ ισορροπεί ακίνητος σε άλλη θέση. Ποια είναι τώρα η παραμόρφωση του ελατηρίου;

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

63. Δύο ευθύγραμμες, παράλληλες λείες ράβδοι Ox και O΄x΄ παρουσιάζουν αντίσταση ανά μονάδα μήκους $R^* = 40\ \Omega/m$ και σχηματίζουν πλάγιο επίπεδο γωνίας κλίσης θ, με ημθ = 0,6 και συνθ = 0,8. Τα κάτω άκρα Ο και Ο΄ των δύο ράβδων συνδέονται με ιδανική ηλεκτρική πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης E = 90 V.

Ευθύγραμμος οριζόντιος αγωγός ΚΛ μάζας m = 0,4 kg, μήκους $\ell = 0,5$ m και αντίστασης $R_1 = 5\ \Omega$ τοποθετείται κάθετα στις ράβδους με τα άκρα του να εφάπτονται σε αυτές. Το σύστημα των δύο ράβδων και του αγωγού βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$, μέτρου 3 Τ. Οι δυναμικές γραμμές του πεδίου είναι κατακόρυφες με φορά προς τα κάτω. Ο αγωγός ισορροπεί ακίνητος σε ύψος h επάνω από το έδαφος, όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα.



α. Να σχεδιάσετε τη δύναμη Laplace $\vec{F}$ που ασκείται στον αγωγό ΚΛ από το μαγνητικό πεδίο και στη συνέχεια να υπολογίσετε το μέτρο της.

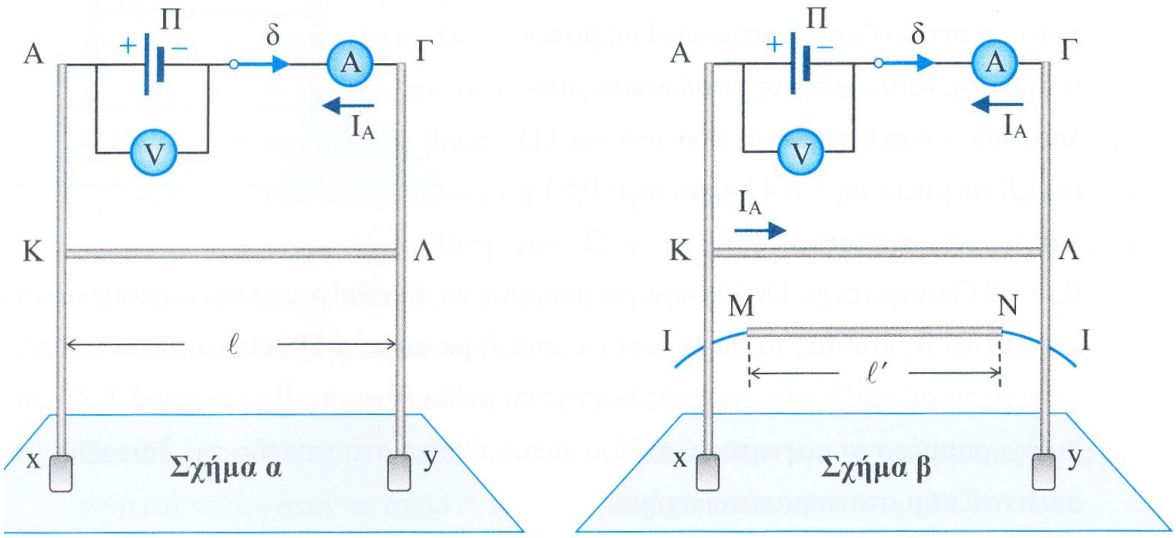
β. Να υπολογίσετε την ένταση I του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα.

γ. Να υπολογίσετε το ύψος h επάνω από το δάπεδο στο οποίο βρίσκεται ο αγωγός.

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

64. Οι κατακόρυφοι μεταλλικοί αγωγοί Αx και Γy του ακόλουθου σχήματος έχουν αμελητέα αντίσταση και στερεώνονται σε οριζόντια μονωτική βάση. Ο θετικός πόλος ηλεκτρικής πηγής Π συνδέεται με το άκρο Α του αγωγού Αx, ενώ ο αρνητικός πόλος της πηγής Π συνδέεται μέσω διακόπτη δ και αμπερομέτρου αμελητέας εσωτερικής

αντίστασης με το άκρο Γ του αγωγού Γy. Η πηγή Π έχει ηλεκτρεγερτική δύναμη $E = 60$ V και εσωτερική αντίσταση $r = 1\ \Omega$. Στους δύο κατακόρυφους αγωγούς στερεώνουμε τα άκρα οριζόντιας μεταλλικής ράβδου ΚΛ, η οποία παρουσιάζει ωμική αντίσταση ανά μονάδα μήκους $R^* = 2\ \Omega/\text{m}$. Όταν ο διακόπτης είναι κλειστός (βλέπε σχήμα **α**), η ένδειξη ιδανικού βολτομέτρου συνδεδεμένου στα άκρα της πηγής είναι $V = 40$ V.



α. Ποια είναι η ένδειξη του αμπερομέτρου;

β. Να υπολογίσετε την απόσταση που απέχουν μεταξύ τους οι δύο κατακόρυφοι αγωγοί.

Στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο με τους μεταλλικούς αγωγούς Αx και Γy, κάτω από τη ράβδο ΚΛ και σε απόσταση $x = 2$ cm από αυτήν, φέρουμε άλλη οριζόντια μεταλλική ράβδο ΜΝ, μάζας $m = 0{,}7$ g και μήκους $\ell' = 0{,}7$ m (βλέπε σχήμα **β**).

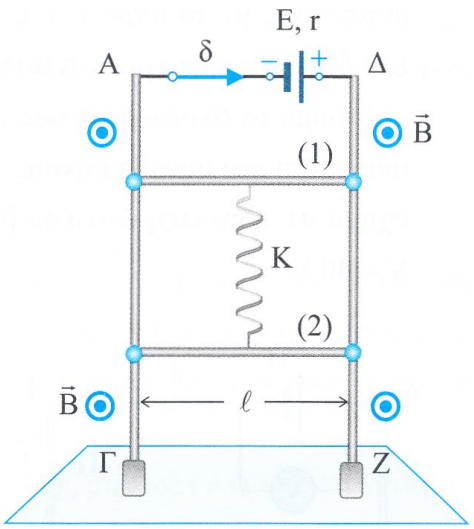
γ. Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί η ρευματοφόρος ράβδος ΚΛ στα σημεία της ράβδου ΜΝ.

Διαβιβάζουμε ρεύμα έντασης Ι στη ράβδο ΜΝ και την αφήνουμε ελεύθερη.

δ. Να προσδιορίσετε τη φορά του ρεύματος που πρέπει να διαρρέει τη ράβδο ΜΝ και στη συνέχεια να υπολογίσετε την τιμή της έντασής του Ι, προκειμένου η ράβδος ΜΝ να αιωρείται ακίνητη.

Δίνονται η μαγνητική διαπερατότητα του κενού: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\ \text{T} \cdot \text{m/A}$ και το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας: $g = 10\ \text{m/s}^2$.

65. Δύο κατακόρυφοι, λείοι μεταλλικοί στύλοι ΑΓ και ΔΖ έχουν αμελητέα ωμική αντίσταση και απέχουν μεταξύ τους απόσταση $\ell = 0{,}5$ m. Τα άνω άκρα των δύο στύλων συνδέονται, μέσω διακόπτη δ, με πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης $E = 48$ V και εσωτερικής αντίστασης $r = 2\ \Omega$. Τα κάτω άκρα των δύο στύλων έχουν στερεωθεί σε μονωτική βάση. Κάθετα στους μεταλλικούς στύλους είναι τοποθετημένοι δύο αγωγοί (1) και (2) με μάζες $m_1 = 0{,}4$ kg και $m_2 = 0{,}5$ kg και ωμικές αντιστάσεις $R_1 = 9\ \Omega$ και $R_2 = 18\ \Omega$ αντίστοιχα. Οι δύο αγωγοί μπορούν να ολισθαίνουν επάνω στους μεταλλικούς στύλους έχοντας τα άκρα τους σε επαφή με αυτούς. Η διάταξη είναι τοποθετημένη μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$, μέτρου 3 T. Οι δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου είναι κάθετες στο επίπεδο της διάταξης, όπως απεικονίζεται στο παραπάνω σχήμα.



Οι αγωγοί (1) και (2) συνδέονται με ιδανικό ελατήριο κατασκευασμένο από μονωτικό υλικό σταθεράς $K = 20$ N/m.

Α. Όταν ο διακόπτης είναι κλειστός, οι δύο αγωγοί ισορροπούν ακίνητοι. Να υπολογίσετε:

α. Την ένταση του ρεύματος που διαρρέει καθέναν από τους δύο αγωγούς.

β. Τη δυναμική ενέργεια παραμόρφωσης του ελατηρίου.

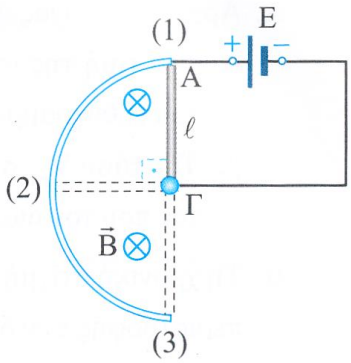
Β. Τη χρονική στιγμή t_0 ανοίγουμε τον διακόπτη. Να υπολογίσετε την επιτάχυνση με την οποία θα αρχίσει να κινείται κάθε αγωγός την παραπάνω χρονική στιγμή.

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

Θεωρήστε αμελητέας έντασης τα μαγνητικά πεδία που δημιουργούν οι ρευματοφόροι αγωγοί και στύλοι.

66. Ευθύγραμμος αγωγός ΑΓ μήκους $\ell = 0{,}8$ m έχει το άκρο του Α σε επαφή με σύρμα σχήματος ημικυκλίου ακτίνας $r = \ell$. Το άλλο άκρο Γ του ευθύγραμμου αγωγού ταυτίζεται με το κέντρο του ημικυκλίου. Ο αγωγός και το σύρμα βρίσκονται επάνω στην ίδια, λεία οριζόντια και μονωτική επιφάνεια. Η διάταξη τοποθετείται εντός κατακόρυφου

ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης $\vec{B}$, μέτρου 1,25 T. Ο αγωγός ΑΓ μπορεί να στρέφεται επί της επιφάνειας, με το άκρο του Α διαρκώς σε επαφή με το ημικυκλικό σύρμα, γύρω από λείο κατακόρυφο άξονα που διέρχεται από το άκρο του Γ.



Το άκρο Γ του αγωγού συνδέεται με τον αρνητικό πόλο ιδανικής πηγής ηλεκτρεγερτικής δύναμης E = 36 V. Ο θετικός πόλος της πηγής συνδέεται μόνιμα στο ένα άκρο του ημικυκλίου, όπως απεικονίζεται στο διπλανό σχήμα.

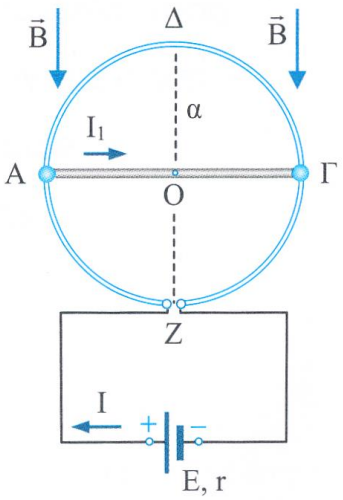
Όταν το άκρο Α του αγωγού βρίσκεται στη θέση (1), η δύναμη Laplace που δέχεται ο αγωγός από το ομογενές μαγνητικό πεδίο έχει μέτρο $F_1 = 3,6$ N, ενώ όταν το άκρο Α του αγωγού βρίσκεται στη θέση (2), το μέτρο της δύναμης Laplace που δέχεται ο αγωγός από το πεδίο γίνεται $F_2 = F_1/3$. Να υπολογίσετε:

α. Την τιμή της ωμικής αντίστασης R του αγωγού.

β. Την τιμή της ωμικής αντίστασης R_1 του ημικυκλίου.

γ. Το μέτρο της δύναμης Laplace $\vec{F}_3$ που ασκείται στον αγωγό από το ομογενές μαγνητικό πεδίο, όταν το άκρο Α του αγωγού βρίσκεται στη θέση (3).

67. Ομογενής κυκλικός αγωγός κέντρου Ο, ακτίνας α = 10 cm και ωμικής αντίστασης R = 30 Ω έχει το επίπεδό του κατακόρυφο. Σε μικρό διάκενο στο κάτω μέρος του κυκλικού αγωγού συνδέουμε τους πόλους ηλεκτρικής πηγής ηλεκτρεγερτικής δύναμης E = 200 V και εσωτερικής αντίστασης r = 2,5 Ω.



Ευθύγραμμος αγωγός ΑΓ, του οποίου το μέσον ταυτίζεται με το κέντρο Ο του κυκλικού αγωγού, έχει ωμική αντίσταση $R_1 = 15$ Ω και μπορεί να περιστρέφεται σε κατακόρυφο επίπεδο γύρω από λείο οριζόντιο άξονα που διέρχεται από το μέσον του, έχοντας τα άκρα του διαρκώς σε επαφή με τον κυκλικό αγωγό. Η διάταξη βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$, μέτρου 1,5 T. Οι δυναμικές γραμμές του πεδίου είναι κατακόρυφες με φορά προς τα κάτω, όπως ακριβώς φαίνεται στο παραπάνω σχήμα.

Α. Αρχικά ο αγωγός ΑΓ είναι οριζόντιος. Να υπολογίσετε:

α. Την τιμή της ισοδύναμης ωμικής αντίστασης της διάταξης του κυκλικού και του ευθύγραμμου αγωγού.

β. Την τάση $V_{ΑΓ}$ στα άκρα του αγωγού ΑΓ και την τιμή της έντασης I_1 του ρεύματος που τον διαρρέει.

Β. Τη χρονική στιγμή t = 0 αρχίζουμε να περιστρέφουμε τον αγωγό ΑΓ κατά τη φορά περιστροφής των δεικτών του ρολογιού με σταθερή γωνιακή ταχύτητα $\vec{\omega}$, μέτρου (π/8) rad/s.

α. Να γράψετε τη χρονική εξίσωση του μέτρου της δύναμης Laplace $\vec{F}$ που ασκείται στον αγωγό ΑΓ από το ομογενές μαγνητικό πεδίο για το χρονικό διάστημα από τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ έως τη χρονική στιγμή t_1 στην οποία ο αγωγός ΑΓ γίνεται για πρώτη φορά κατακόρυφος.

β. Να σχεδιάσετε σε ορθογώνιο σύστημα βαθμολογημένων αξόνων τη σχέση F = f(t) που γράψατε στο προηγούμενο ερώτημα.