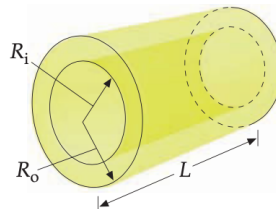
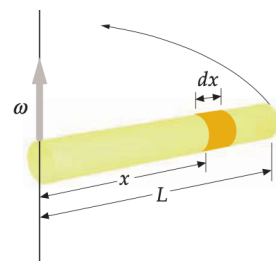


1. Δείξτε ότι η ακτίνα της τροχιάς ενός φορτισμένου σωματιδίου σε ένα κύκλοτρο είναι ανάλογη της τετραγωνικής ρίζας του αριθμού των περιστροφών που έχει πραγματοποιήσει το σωματίδιο.

2. Ένας ομοιόμορφα φορτισμένος μη αγώγιμος κυλινδρικός φλοιός όπως στο διπλανό σχήμα, έχει μήκος L και εσωτερική ακτίνα μήκους R_i και εξωτερική ακτίνα μήκους R_o αντίστοιχα ενώ η πυκνότητα φορτίου είναι ρ . Ο φλοιός περιστρέφεται με γωνιακή συχνότητα ω ως προς τον άξονά του. Βρείτε την μαγνητική ροπή του κυλινδρικού φλοιού.

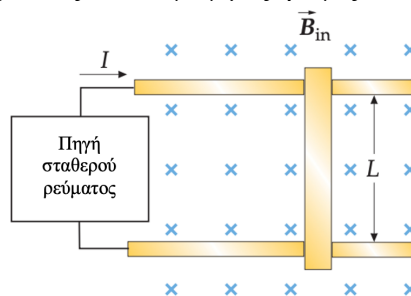


3. Μία ομογενής μη αγώγιμη ράβδος μάζας m και μήκους L είναι ομοιόμορφα φορτισμένη με πυκνότητα φορτίου λ και περιστρέφεται με γωνιακή ταχύτητα ω ως προς άξονα που περνά από το ένα άκρο της και είναι κάθετος στην ράβδο. (α) Θεωρήστε ένα μικρό τμήμα της ράβδου μήκους dx με φορτίο $dq = \lambda dr$ σε απόσταση r από τον άξονα περιστροφής, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Δείξτε ότι το μέσο ρεύμα που δημιουργείται από αυτό το ευθύγραμμο τμήμα ισούται με $\omega dq / (2\pi)$. Δείξτε επίσης ότι η μαγνητική ροπή αυτού του τμήματος δίνεται από τη σχέση $\frac{1}{2} \lambda \omega r^2 dx$. (β) Χρησιμοποιήστε το αποτέλεσμα αυτό για να δείξετε ότι η ολική μαγνητική ροπή της ράβδου ισούται με $\frac{1}{6} \lambda \omega L^3$. (γ) Δείξτε ότι η μαγνητική ροπή $\vec{\mu}$ και η στροφορμή \vec{L} της ράβδου σχετίζονται με τη σχέση $\vec{\mu} = \frac{1}{2} \frac{Q}{m} \vec{L}$, όπου Q είναι το ολικό φορτίο της ράβδου.



4. Ένας μακρόστενος ραβδόμορφος μαγνήτης έχει μαγνητική ροπή $\vec{\mu}$ παράλληλη με τον μακρύ άξονά του και αιωρείται κρεμασμένος από το μέσο του σαν μια μαγνητική βελόνα. Όταν ο μαγνήτης τοποθετείται σε περιοχή με οριζόντιο μαγνητικό πεδίο \vec{B} , τότε ευθυγραμμίζεται με το μαγνητικό πεδίο. Αν ο μαγνήτης εκτραπεί κατά μία γωνία θ , δείξτε ότι θα αρχίσει να ταλαντώνεται ως προς τη θέση ισορροπίας του με συχνότητα $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\mu B}{I}}$, όπου I είναι η ροπή αδράνειας του μαγνήτη ως προς το σημείο εξάρτησής της.

5. Μία μεταλλική ράβδος μάζας m κινείται σε παράλληλες λείες και αγώγιμες ράγες που βρίσκονται σε απόσταση L μεταξύ τους. Οι ράγες συνδέονται με μία πηγή παρέχει σταθερό ρεύμα I στο κύκλωμα όπως φαίνεται στο σχήμα. Το κύκλωμα βρίσκεται σε περιοχή ομογενούς μαγνητικού πεδίου \vec{B} η διεύθυνση του οποίου είναι κατακόρυφα προς τα κάτω (προς το εσωτερικό της σελίδας). Η ράβδος ξεκινά από την κατάσταση της ηρεμίας την χρονική στιγμή $t = 0$. (α) Προς ποια κατεύθυνση θα αρχίσει να κινείται η ράβδος; (β) Δείξτε ότι τη χρονική στιγμή t η ράβδος έχει αποκτήσει ταχύτητα $v = (BIL/m)t$. Υποθέστε τώρα ότι το σύστημα είναι κεκλιμένο προς τα πάνω ώστε να σχηματίζει γωνία θ με την οριζόντια διεύθυνση. Η πηγή του ρεύματος είναι συνδεδεμένη με το χαμηλότερο τμήμα των ραγών. Το μαγνητικό πεδίο εξακολουθεί να έχει κατεύθυνση κατακόρυφα προς τα κάτω. (γ)

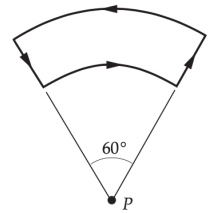


Ποια είναι η ελάχιστη τιμή του μαγνητικού πεδίου ώστε η ράβδος να μην κινηθεί προς το χαμηλότερο τμήμα της διάταξης; (δ) Ποια είναι η επιτάχυνση της ράβδου αν το μαγνητικό πεδίο είναι διπλάσιο της τιμής που βρήκατε στο υποερώτημα (γ);

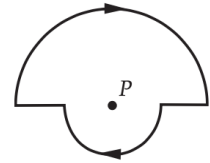
6. Ένα σωληνοειδές έχει n περιελίξεις ανά μονάδα μήκους, ακτίνα R και διαρρέεται από ρεύμα I . Ο άξονάς του συμπίπτει με τον z -άξονα, με το ένα άκρο του στη θέση $z = -l/2$ και το άλλο άκρο του στη θέση $z = +l/2$. Δείξτε ότι το μέτρο του μαγνητικού πεδίου σε ένα σημείο στον z -άξονα δίνεται από τη σχέση $B = \frac{1}{2} \mu_0 n I (\cos \theta_1 - \cos \theta_2)$, όπου οι γωνίες σχετίζονται με τη γεωμετρία μέσω των $\cos \theta_1 = \frac{(z + \frac{l}{2})}{\sqrt{(z + \frac{l}{2})^2 + R^2}}$ και $\cos \theta_2 = \frac{(z - \frac{l}{2})}{\sqrt{(z - \frac{l}{2})^2 + R^2}}$.

7. Ένας μακρύς κυλινδρικός φλοιός έχει εσωτερική ακτίνα a και εξωτερική ακτίνα b και διαρρέεται από ρεύμα I παράλληλο προς τον κεντρικό άξονα. Υποθέστε ότι η πυκνότητα ρεύματος είναι ομοιόμορφα κατανομημένη στο υλικό του φλοιού. Βρείτε την εξίσωση του μαγνητικού πεδίου για (α) $0 < R < a$ (β) $a < R < b$ και (γ) $R > b$.

8. Ο βρόχος του διπλανού σχήματος διαρρέεται από ρεύμα $I = 8.0 \text{ A}$ με φορά αντίθετη των δεικτών του ρολογιού. Η ακτίνα του εξωτερικού τόξου είναι 0.60 m και η ακτίνα του εσωτερικού τόξου είναι 0.40 m . Βρείτε το μαγνητικό πεδίο στο σημείο P .



9. Ένα κλειστό κύκλωμα αποτελείται από δύο ημικύκλια ακτίνας 40 cm και 20 cm αντίστοιχα τα οποία συνδέονται με ευθύγραμμα τμήματα όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Ένα ρεύμα έντασης 3.0 A διαρρέει το κύκλωμα και έχει φορά αυτή των δεικτών του ρολογιού. Βρείτε το μαγνητικό πεδίο στο σημείο P .



10. Ένα απείρου μήκους ευθύγραμμο σύρμα έχει διαμορφωθεί στη μορφή που φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Το κυκλικό τμήμα έχει ακτίνα 10.0 cm και το κέντρο του βρίσκεται σε απόσταση r από ευθύγραμμο τμήμα. Βρείτε τη τιμή της απόστασης r ώστε το μαγνητικό πεδίο στο κέντρο του κυκλικού τμήματος να είναι μηδέν.

