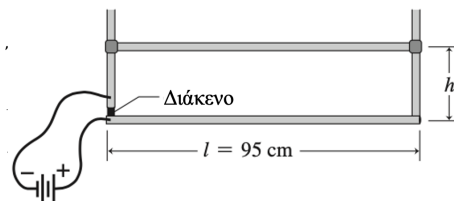
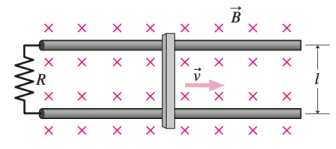


1. Η διάταξη στο διπλανό σχήμα αποτελείται από αγωγίμες ράβδους. Η πάνω οριζόντια ράβδος έχει μήκος 95cm και μάζα 27gr και μπορεί να κινείται στην κατακόρυφη διεύθυνση κρατώντας ηλεκτρική επαφή με τις κακόνυφες ράβδους. Μια μπαταρία συνδέεται με την διάταξη στους ακροδέκτες που βρίσκονται στο μονωτικό διάκενο στο κάτω μέρος της μιας κατακόρυφης ράβδου όπως φαίνεται στο σχήμα. Η μπαταρία προκαλεί ρεύμα 67A στη διάταξη. Σε ποιο ύψος h η πάνω οριζόντια ράβδος θα βρεθεί σε ισορροπία;



2. Επιστήμονες της NASA αναπτύσσουν μια τεχνική για τον προσανατολισμό ενός τηλεσκοπίου σε τροχιά. Το σύστημα χρησιμοποιεί 3 κάθετα σωληνοειδή στα οποία αναπτύσσονται ροπές εξαιτίας του μαγνητικού πεδίου της γης όταν διαρρέονται από ρεύμα. Επειδή υπάρχουν περιορισμοί στο βάρος της διάταξης, μπορούν να χρησιμοποιήσουν σύρμα μήκους l για κάθε σωληνοειδές. Ένας από τους επιστήμονες της ομάδας ισχυρίζεται ότι η μέγιστη διπολική ροπή και επομένως μέγιστη ροπή μπορεί να επιτευχθεί χρησιμοποιώντας πηνία με πολλές σπείρες. Ωστόσο ένας άλλος επιστήμονας ισχυρίζεται ότι πηνίο μιας και μόνο σπείρας επιφέρει καλύτερα αποτελέσματα.
3. Θεωρήστε ένα τετραγωνικό πλαίσιο πλευράς a το οποίο βρίσκεται στο επίπεδο $z = 0$ με το κέντρο του στην αρχή του συστήματος συντεταγμένων. Το πλαίσιο διαρρέεται από ρεύμα έντασης I . (α) Υπολογίστε το μαγνητικό πεδίο σε οποιαδήποτε σημείο του z -άξονα. (β) Δείξτε ότι για z πολύ μεγαλύτερο από το μήκος της πλευράς του πλαισίου ($z \gg a$), το αποτέλεσμα που βρήκατε στο (α) υποερώτημα δίνεται ως $B \approx \mu_0 / (2\pi z^3)$ όπου μ είναι το μέτρο της μαγνητικής διπολικής ροπής του πλαισίου.
4. Ο συγγατοικός σας έπεσε θύμα της θεραπείας των μικρομαγνητών σύμφωνα με την οποία χρησιμοποιούνται πολλοί μικροί ραβδόμορφοι μαγνήτες σε διάφορα σημεία του σώματος. Επειδή σας φαίνεται λίγο περίεργο ζητάτε από τον συγγατοικό σας να σας εξηγήσει περίπου τον τρόπο λειτουργίας της θεραπείας και σας αναφέρει κάτι περί φαινομένου Hall το οποίο, όπως ισχυρίζονται αυτοί που επινόησαν τη θεραπεία, προκαλεί την αύξηση της ταχύτητας ροής του αίματος. Μετά από κάποια σκέψη, υπολογίζετε τη διαφορά δυναμικού Hall που προκαλεί ένας ραβδόμορφος μαγνήτης έντασης 100G σε ερυθρά αιμοσφαίρια που υποθέτετε ότι μεταφέρουν φορτίο $2pC$ κινούμενα με ταχύτητα 15cm/s μέσα σε ένα αγγείο διαμέτρου 3.0mm το οποίο περιέχει 5 δισεκατομμύρια ερυθρά αιμοσφαίρια αν $1\text{ml} = 10^{-6}\text{m}^3$. Για να δείξετε ότι το δυναμικό Hall στην περίπτωση αυτή είναι αμελητέο, συγκρίνετε το αποτέλεσμά σας με το δυναμικό των αρκετών δεκάδων mV που προκαλείται σε μια τυπική βιοηλεκτρική δραστηριότητα. Πώς συγκρίνονται οι δύο τιμές δυναμικού που λαμβάνετε;
5. Ένα ομοιόμορφο μαγνητικό πεδίο B μεταβάλλεται συναρτήσει του χρόνου σύμφωνα με την εξίσωση $\vec{B} = bt\hat{k}$, όπου $b = 0.36\text{T/s}$. Βρείτε το επαγόμενο ρεύμα σε έναν αγωγίμο βρόχο εμβαδού 200cm^2 και αντίστασης 0.3Ω που βρίσκεται στο x - y επίπεδο. Ποια η κατεύθυνση του επαγόμενου ρεύματος, όπως φαίνεται από τον θετικό z -άξονα;

6. Το διπλανό σχήμα δείχνει δύο παράλληλες μεταξύ τους αγωγίμες ράγες οι οποίες βρίσκονται σε απόσταση l μεταξύ τους μέσα σε ένα ομοιόμορφο μαγνητικό πεδίο \vec{B} . Ένας αντιστάτης αντίστασης R είναι συνδεδεμένος στα άκρα των δύο ραγών, ενώ μια αγωγή ράβδος αμελητέας αντίστασης κινείται πάνω στις ράγες προς τα δεξιά με σταθερή ταχύτητα \vec{v} υπό την επίδραση μιας εξωτερικής δύναμης. (α) Ποια η κατεύθυνση του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη; (β) Ποιος είναι ο ρυθμός παραγωγής έργου από την εξωτερική δύναμη;
- 
7. Σε συνέχεια του προηγούμενου προβλήματος, θεωρήστε ότι συνδέετε τώρα μια μπαταρία ηλεκτρεργετικής δύναμης \mathcal{E} σε σειρά με τον αντιστάτη και με τέτοιο τρόπο ώστε ο θετικός πόλος της μπαταρίας να συνδέεται με την πάνω οριζόντια ράγα. Η ράβδος είναι αρχικά ακίνητη και καμία εξωτερική δύναμη δεν ασκείται πάνω της. (α) Περιγράψτε την κίνηση της ράβδου τη στιγμή που αφήνεται ελεύθερη να κινηθεί. (β) Εξηγήστε γιατί η ράβδος αποκτά σταθερή ταχύτητα μετά από κάποιο χρονικό διάστημα. (γ) Ποιο το μέτρο της ταχύτητας αυτής συναρτήσει του μαγνητικού πεδίου B , της ηλεκτρεργετικής δύναμης \mathcal{E} και του μήκους της ράβδου l . Εξηγήστε κατά πόσο η αντίσταση R επηρεάζει την τιμή της τελικής ταχύτητας και αν όχι το ρόλο της.
8. Θεωρώντας και πάλι το πρόβλημα 6, υποθέστε ότι η ράβδος έχει μάζα m και είναι αρχικά ακίνητη. Μια σταθερή δύναμη \vec{F} ασκείται στη ράβδο με κατεύθυνση προς τα δεξιά. Τροποποιήστε κατάλληλα τον δεύτερο νόμο του Newton ώστε να υπολογίσετε την ταχύτητα της ράβδου συναρτήσει του χρόνου.
9. Ένα σύρμα είναι λυγισμένο σε μορφή κυκλικού βρόχου ακτίνας a και παρουσιάζει αντίσταση R . Ο βρόχος σύρεται με σταθερή ταχύτητα v , μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο B . Το επίπεδο του βρόχου είναι κάθετο στο πεδίο και ξεκινά να εισέρχεται στο μαγνητικό πεδίο τη χρονική στιγμή $t = 0$. Βρείτε την εξίσωση του ρεύματος που διαρρέει τον βρόχο από την στιγμή $t = 0$ έως τη στιγμή που ο βρόχος εισέρχεται πλήρως μέσα στο μαγνητικό πεδίο.
10. Μια αγωγή ράβδος μήκους l περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω ως προς το ένα άκρο της δημιουργώντας ένα επίπεδο το οποίο είναι κάθετο σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B , όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. (α) Δείξτε ότι η διαφορά δυναμικού μεταξύ των άκρων της ράβδου δίνεται από τη σχέση $\frac{1}{2} B \omega l^2$. (β) Υποθέστε ότι η γωνία θ μεταξύ της ράβδου και της οριζόντιας διεύθυνσης δίνεται από τη σχέση $\theta = \omega t$. Δείξτε ότι το εμβαδό της επιφάνειας που σαρώνεται από την ράβδο σε χρόνο t δίνεται από τη σχέση $\frac{1}{2} \theta l^2$. (γ) Υπολογίστε τη μαγνητική ροή, Φ_m , που διαπερνά την επιφάνεια αυτή και εφαρμόζοντας τον νόμο του Faraday ($\mathcal{E} = -\frac{d\Phi_m}{dt}$) δείξτε ότι η κινητική ηλεκτρεγερτική δύναμη επαγωγής δίνεται από τη σχέση $\frac{1}{2} B \omega l^2$.