

ΦΥΣΙΚΗ

Ασκήσεις Ηλεκτρομαγνητισμού

Η πλειοψηφία των ασκήσεων αλλά και των σχημάτων της συλλογής που ακολουθεί προέρχεται από το σύγγραμμα:

«PHYSICS FOR SCIENTISTS & ENGINEERS, Raymond A. Serway, 3rd and 6th edition».

Η συλλογή αυτή χρησιμοποιείται αποκλειστικά και μόνον για διδακτικούς σκοπούς και προς υποβοήθηση των φοιτητών που παρακολουθούν το αντίστοιχο μάθημα

Επιμέλεια-Σύνταξη: Γ. Χ. Ψαρράς

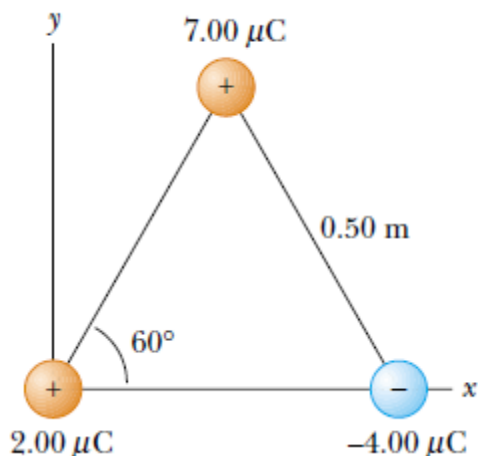
ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΥ

Μέρος Α

Κεφάλαιο 1^ο: Ηλεκτρικό Πεδίο

1). Ένα ηλεκτρικό φορτίο $1,3\mu\text{C}$ τοποθετείται πάνω στον άξονα x και στην θέση $x = -0,5\text{m}$, ένα δεύτερο φορτίο $3,2\mu\text{C}$ βρίσκεται στον άξονα x και στη θέση $x = 1,5\text{m}$ και τέλος ένα τρίτο φορτίο $2,5\mu\text{C}$ τοποθετείται στην αρχή του άξονα. Βρείτε την συνισταμένη δύναμη που ασκείται στο φορτίο $2,5\mu\text{C}$. Όλα τα ηλεκτρικά φορτία είναι θετικά.

2). Τρία ηλεκτρικά σημειακά φορτία $2\mu\text{C}$, $7\mu\text{C}$ και $-4\mu\text{C}$ βρίσκονται στις κορυφές ενός ισόπλευρου τριγώνου, όπως στο σχήμα. Υπολογίστε την συνισταμένη ηλεκτρική δύναμη στο φορτίο $7\mu\text{C}$.



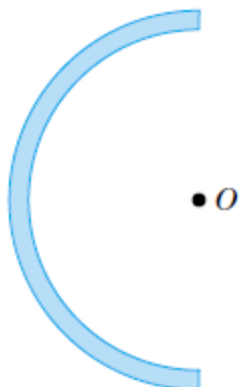
3). Ένα σημειακό φορτίο $-5,2\mu\text{C}$ βρίσκεται στην αρχή των συντεταγμένων. Βρείτε το ηλεκτρικό πεδίο (α) πάνω στον άξονα x , στο σημείο $x = 3\text{m}$, (β) στον άξονα y και στο σημείο $y = -4\text{m}$ και (γ) στο σημείο με συντεταγμένες $(2\text{m}, 2\text{m})$.

4). Μία ευθεία γραμμή φορτίων κείται κατά μήκος του άξονα x και εκτείνεται από το σημείο $x = +x_0$ μέχρι το θετικό άπειρο. Η γραμμή έχει σταθερή γραμμική πυκνότητα φορτίου λ_0 (φορτίο ανά μονάδα μήκους). Ποιο είναι το μέτρο και η κατεύθυνση του ηλεκτρικού πεδίου στην αρχή των συντεταγμένων;

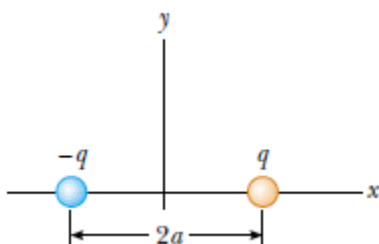
5). Ένας ομοιόμορφα φορτισμένος δακτύλιος ακτίνας 10cm έχει ολικό φορτίο $75\mu\text{C}$. Βρείτε το ηλεκτρικό πεδίο πάνω στον άξονα του δακτυλίου και σε απόσταση (α) 1cm , (β) 5cm , (γ) 30cm και (δ) 100cm από το κέντρο του δακτυλίου.

6). Μία σφαίρα ακτίνας 4cm έχει καθαρό φορτίο +39μC. (α) Αν το φορτίο είναι ομοιόμορφα κατανεμημένο σε ολόκληρο τον όγκο της σφαίρας, ποια είναι η χωρική πυκνότητα φορτίου; (β) Αν αυτό το φορτίο είναι ομοιόμορφα κατανεμημένο στην επιφάνεια της σφαίρας, ποια είναι η επιφανειακή πυκνότητα φορτίου;

7). Μια ομοιόμορφα φορτισμένη ράβδος από μονωτικό υλικό μήκους 14cm κάμπτεται σε σχήμα ημικυκλίου, όπως στο σχήμα. Αν η ράβδος έχει ολικό φορτίο -7,5μC, βρείτε το μέτρο και την κατεύθυνση του ηλεκτρικού πεδίου στο σημείο O, που είναι το κέντρο του ημικυκλίου.



8). Θεωρείστε το ηλεκτρικό δίπολο του σχήματος. Αποδείξτε ότι το ηλεκτρικό πεδίο σε ένα απομακρυσμένο σημείο κατά μήκος του άξονα x δίνεται από την σχέση $E_x \cong \frac{4kp}{x^3}$, όπου $p=2qa$ είναι η ροπή ηλεκτρικού διπόλου.



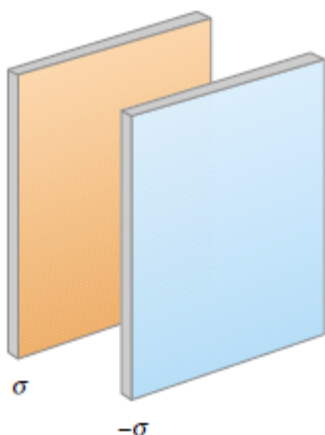
Κεφάλαιο 2°: Ο Νόμος του Gauss

9). Ομογενές ηλεκτρικό πεδίο εντάσεως $\vec{E} = \alpha\hat{i} + \beta\hat{j}$ τέμνει μία επιφάνεια εμβαδού A. Ποια είναι η ροή που διέρχεται από αυτήν την επιφάνεια, αν η επιφάνεια βρίσκεται (α) στο επίπεδο yz, (β) το επίπεδο xz, και (γ) στο επίπεδο xy.

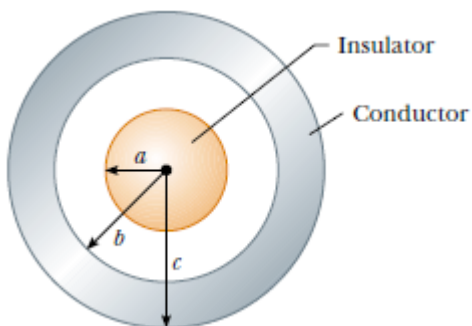
- 10). Μία στεφάνη διαμέτρου 40 cm περιστρέφεται μέσα σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο μέχρις ότου βρεθεί η θέση στην οποία διέρχεται από την επιφάνειά της η μέγιστη ηλεκτρική ροή. Η τιμή της ροής αυτής είναι ίση με $5,2 \times 10^5 \text{ Nm}^2/\text{C}$. Ποια είναι η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου;
- 11). Ένα σημειακό φορτίο $+5 \mu\text{C}$ βρίσκεται στο κέντρο σφαίρας ακτίνας 12 cm. Ποια είναι η ηλεκτρική ροή που διέρχεται από την επιφάνεια της σφαίρας;
- 12). Ένα σημειακό φορτίο $12 \mu\text{C}$ τοποθετείται στο κέντρο ενός σφαιρικού φλοιού (κελύφους) ακτίνας 22 cm. Ποια είναι η ολική ηλεκτρική ροή που διέρχεται από (α) την ολική επιφάνεια του φλοιού και (β) οποιαδήποτε ημισφαιρική επιφάνεια του φλοιού; (γ) Εξαρτώνται τα προηγούμενα αποτελέσματα από την ακτίνα; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.
- 13). Η ολική ηλεκτρική ροή που διέρχεται από μία κλειστή κυλινδρική επιφάνεια είναι $8,60 \times 10^4 \text{ Nm}^2/\text{C}$. (α) Ποιο είναι το καθαρό φορτίο μέσα στον κύλινδρο; (β) Τι μπορείτε να συμπεράνετε από τα δεδομένα για το φορτίο μέσα στον κύλινδρο; (γ) Πως θα μεταβληθούν οι απαντήσεις σας στα ερωτήματα (α) και (β) αν η ολική ηλεκτρική ροή ήταν $-8,60 \times 10^4 \text{ Nm}^2/\text{C}$;
- 14). Θεωρείστε έναν λεπτό σφαιρικό φλοιό ακτίνας 14 cm με καθαρό φορτίο $32 \mu\text{C}$ κατανομημένο ομοιόμορφα πάνω στην επιφάνειά του. Βρείτε το ηλεκτρικό πεδίο στις παρακάτω αποστάσεις από το κέντρο της κατανομής του φορτίου: (α) $r=10 \text{ cm}$ και (β) $r=20 \text{ cm}$.
- 15). Μία συμπαγής σφαίρα ακτίνας 40 cm έχει ολικό θετικό φορτίο $26 \mu\text{C}$, ομοιόμορφα κατανομημένο σε ολόκληρο τον όγκο της. Υπολογίστε την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στις παρακάτω αποστάσεις από το κέντρο της σφαίρας: (α) 0 cm, (β) 10 cm, (γ) 40 cm και (δ) 60 cm.
- 16). Θεωρείστε ότι μία κυλινδρική κατανομή φορτίου μεγάλου μήκους έχει ακτίνα R και σταθερή πυκνότητα φορτίου ίση με ρ . Βρείτε το ηλεκτρικό πεδίο σε απόσταση r από τον άξονα του κυλίνδρου, όπου $r < R$.
- 17). Μία μεταλλική ράβδος μεγάλου μήκους έχει διατομή ακτίνας 5 cm και φέρει φορτίο ανά μονάδα μήκους 30 nC/m . Βρείτε το ηλεκτρικό πεδίο στις ακόλουθες αποστάσεις από τον άξονα της ράβδου: (α) 3 cm, (β) 10 cm και (γ) 100 cm.
- 18). Μία συμπαγής σφαίρα από χαλκό ακτίνας 15 cm φέρει ολικό φορτίο 40 nC . Βρείτε το ηλεκτρικό πεδίο στις ακόλουθες αποστάσεις από το κέντρο της σφαίρας: (α) 12 cm, (β) 17 cm και (γ) 75 cm. (δ) Πως θα μεταβάλλονταν οι απαντήσεις σας αν η σφαίρα ήταν κοίλη;
- 19). Θεωρείστε ότι μία συμπαγής μονωτική σφαίρα έχει ακτίνα b με μεταβλητή πυκνότητα φορτίου $\rho = Cr$. Βρείτε το ηλεκτρικό φορτίο που εγκλωβίζεται στο εσωτερικό σφαίρας ακτίνας (α) $r < b$ και (β) $r > b$. Για τις ίδιες περιοχές του χώρου υπολογίστε την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου.
- 20). Μία μονωτική συμπαγής σφαίρα ακτίνας R έχει μεταβλητή πυκνότητα ηλεκτρικού φορτίου σύμφωνα με την σχέση $\rho = Ar^2$, όπου A είναι σταθερά και r απόσταση που μετράται

από το κέντρο της, για $r < R$. Βρείτε μία έκφραση για το ηλεκτρικό πεδίο (α) έξω από την σφαίρα ($r > R$) και (β) μέσα στην σφαίρα ($r < R$).

21). Δύο φορτισμένα μονωτικά φύλλα απείρων διαστάσεων είναι παράλληλα μεταξύ τους, όπως δείχνει το σχήμα. Το αριστερό φύλλο έχει σταθερή επιφανειακή πυκνότητα φορτίου $+\sigma$ και το δεξιό φύλλο $-\sigma$. υπολογίστε την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου σε σημεία που βρίσκονται (α) αριστερά των δύο φύλλων, (β) στην μεταξύ τους περιοχή και (γ) δεξιά από αυτά.



22). Μία συμπαγής μονωτική σφαίρα ακτίνας a έχει σταθερή πυκνότητα φορτίου ρ και ολικό φορτίο Q . Την σφαίρα περιβάλλει μία ομόκεντρη αφόρτιστη, αγωγίμη κοίλη σφαιρική επιφάνεια, εσωτερικής ακτίνας b και εξωτερικής c . (α) Βρείτε την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στις περιοχές $r < a$, $a < r < b$, $b < r < c$ και $r > c$. (β) Προσδιορίστε το εξ επαγωγής επιφανειακό φορτίο στην εσωτερική και εξωτερική επιφάνεια της κοίλης σφαίρας.



Κεφάλαιο 3^ο: Το Ηλεκτρικό Δυναμικό

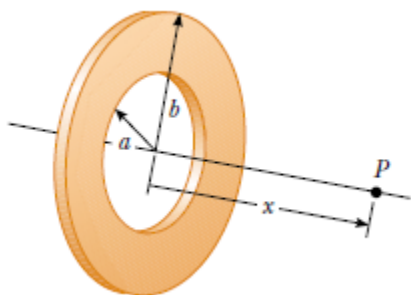
23). Ένα δευτερόνιο (πυρήνας που αποτελείται από ένα πρωτόνιο και ένα νετρόνιο) επιταχύνεται μέσω διαφοράς δυναμικού ίσης με 2,7 kV. (α) Πόση ενέργεια κερδίζει; (β) Ποια θα είναι η ταχύτητά του, αν ξεκινήσει από κατάσταση ηρεμίας;

24). Πόσο έργο παράγεται από μία πηγή ηλεκτρικής ενέργειας κατά την κίνηση ενός αριθμού ηλεκτρονίων ίσου με τον αριθμό του Avogadro, από το αρχικό σημείο όπου το ηλεκτρικό δυναμικό είναι 9 V σε σημείο όπου το δυναμικό είναι -5 V; Τα δυναμικά μετρώνται ως προς κοινό σημείο αναφοράς.

25). Το ηλεκτρικό πεδίο μεταξύ δύο φορτισμένων παράλληλων πλακών που απέχουν 1,8 cm έχει σταθερή τιμή ίση με $2,4 \times 10^4$ N/C. Βρείτε την διαφορά δυναμικού μεταξύ των πλακών. Πόση κινητική ενέργεια θα κερδίσει ένα δευτερόνιο αν επιταχυνθεί από την θετική ως την αρνητική πλάκα;

26). Θεωρείστε ότι ένας δακτύλιος έχει ακτίνα R, με ολικό φορτίο Q κατανεμημένο ομοιόμορφα κατά μήκος της περιφέρειάς του. Ποια είναι η διαφορά δυναμικού μεταξύ του κέντρου του δακτυλίου και ενός σημείου πάνω στον άξονα του δακτυλίου που απέχει από το κέντρο του κατά 2R;

27). Υπολογίστε το ηλεκτρικό δυναμικό στο σημείο P που βρίσκεται στον άξονα του φορτισμένου δακτυλίου του σχήματος. Ο δακτύλιος έχει σταθερή πυκνότητα φορτίου ίση με σ και η εσωτερική ακτίνα του είναι a και η εξωτερική b.



28). Δύο φορτισμένοι σφαιρικοί αγωγοί συνδέονται με ένα μακρύ αγώγιμο σύρμα. Ένα ολικό φορτίο $+20 \mu\text{C}$ τοποθετείται στον συνδυασμό των δύο σφαιρών. (α) Αν η μία σφαίρα έχει ακτίνα 4 cm και η άλλη ακτίνα 6 cm, ποιο είναι το ηλεκτρικό πεδίο κοντά στην επιφάνεια κάθε σφαίρας; (β) Ποιο είναι το δυναμικό κάθε σφαίρας;

Κεφάλαιο 4ο: Χωρητικότητα και Διηλεκτρικά

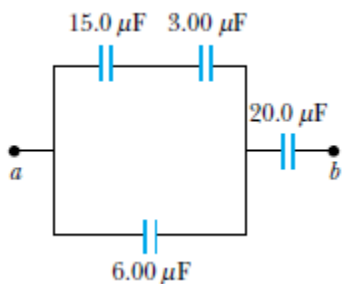
29). Δύο παράλληλα σύρματα είναι αναρτημένα σε κενό χώρο. Όταν η διαφορά δυναμικού μεταξύ των δύο συρμάτων είναι 52 V, κάθε σύρμα φέρει φορτίο ίσο με 73 pC (τα φορτία στα σύρματα έχουν αντίθετα πρόσημα). Υπολογίστε την χωρητικότητα του συστήματος των δύο συρμάτων.

30). Μία μονωμένη αγώγιμη σφαίρα που είναι φορτισμένη και έχει ακτίνα 12 cm δημιουργεί ηλεκτρικό πεδίο ίσο με $4,9 \times 10^4$ N/C σε απόσταση 21 cm από το κέντρο της. (α) Ποια είναι η επιφανειακή πυκνότητα φορτίου; (β) Ποια είναι η χωρητικότητά της;

31). Δύο σφαιρικοί αγωγοί ακτίνων R_1 και R_2 , αντίστοιχα, βρίσκονται σε μεγάλη απόσταση μεταξύ τους έτσι ώστε τα φαινόμενα εξ επαγωγής να είναι αμελητέα. Οι σφαίρες συνδέονται με ένα λεπτό αγωγίμο σύρμα και φορτίζονται ωσότου αποκτήσουν κοινό δυναμικό V ως προς το άπειρο $r = \infty$, όπου $V = 0$. (α) Προσδιορίστε την χωρητικότητα C του συστήματος, όπου $C = \frac{(Q_1 + Q_2)}{V}$. (β) Ποιος είναι ο λόγος των φορτίων Q_1/Q_2 ;

32). Η απόσταση των οπλισμών ενός επίπεδου πυκνωτή είναι $1,8 \text{ mm}$, το εμβαδόν κάθε οπλισμού είναι $7,6 \text{ cm}^2$ και στον μεταξύ τους χώρο υπάρχει αέρας. Όταν μεταξύ των οπλισμών εφαρμοστεί τάση ίση με 20 V , υπολογίστε (α) το ηλεκτρικό πεδίο μεταξύ των οπλισμών, (β) την επιφανειακή πυκνότητα φορτίου, (γ) την χωρητικότητα και (δ) το φορτίο σε κάθε οπλισμό.

33). Τέσσερεις πυκνωτές συνδέονται όπως δείχνει το σχήμα. (α) Βρείτε την ισοδύναμη χωρητικότητα μεταξύ των σημείων a και b . (β) Υπολογίστε το φορτίο κάθε πυκνωτή αν $V_{ab} = 15 \text{ V}$.



Κεφάλαιο 5^ο: Ηλεκτρικό Ρεύμα και Αντίσταση

34). Το ρεύμα I (σε A) που διαρρέει έναν αγωγό εξαρτάται από τον χρόνο σύμφωνα με την σχέση $I = 2t^2 - 3t + 7$, όπου το t εκφράζεται σε s . Πόσο φορτίο διέρχεται από μία διατομή του αγωγού κατά το χρονικό διάστημα από $t = 2 \text{ s}$ μέχρι $t = 4 \text{ s}$;

35). Μία χάλκινη ράβδος έχει διατομή διαστάσεων $5 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$ και διαρρέεται από ρεύμα πυκνότητας 2000 A/cm^2 . (α) ποιο είναι το ολικό ρεύμα στην ράβδο; (β) Πόσο φορτίο διέρχεται από ένα ορισμένο σημείο της ράβδου ανά ώρα;

36). Υποθέστε ότι ένα ομογενές σύρμα αντίστασης R υφίσταται εφελκυσμό μέχρις ότου το αρχικό του μήκος τριπλασιαστεί. Ποια θα είναι η νέα αντίσταση, αν υποθεθεί ότι η πυκνότητα και η ειδική αντίσταση του υλικού του σύρματος παραμένουν σταθερές;

37). Υποθέστε ότι πρόκειται να κατασκευάσετε ένα ομογενές σύρμα από 1 g χαλκού. Αν το σύρμα πρέπει να έχει αντίσταση $R = 0,5 \Omega$ και να χρησιμοποιηθεί όλη η ποσότητα του χαλκού, ποιο θα είναι (α) το μήκος του σύρματος και (β) η διάμετρός του;

38). Ηλεκτρική πηγή τάσης 22 V συνδέεται με μία αντίσταση 4,4 Ω που έχει σχήμα κυλίνδρου μήκους 2 cm και διαμέτρου 0,8 cm. Υπολογίστε (α) το ρεύμα στην αντίσταση και (β) το ηλεκτρικό πεδίο στο εσωτερικό της αντίστασης. (γ) Τι θα συμβεί στις δύο αυτές τιμές αν η αντίσταση των 4,4 Ω αντικατασταθεί με μία άλλη των 2,2 Ω με τις ίδιες όμως διαστάσεις;

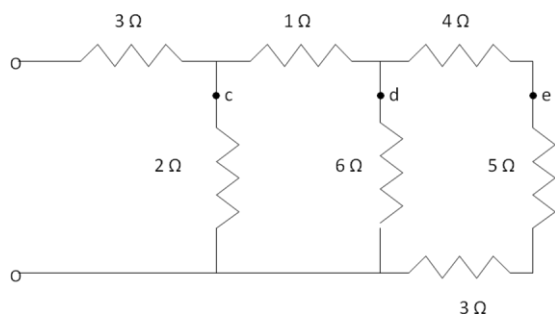
39). Η διαφορά δυναμικού στα άκρα του νήματος μιας λάμπας παραμένει σταθερή όταν η θερμοκρασία του νήματος έχει φτάσει στην θερμοκρασία ισορροπίας. Έχει παρατηρηθεί ότι το σταθερό ρεύμα της λάμπας είναι μόνο το ένα δέκατο του ρεύματος που διαρρέει την λάμπα όταν για πρώτη φορά ανοίξουμε τον διακόπτη. Αν ο θερμικός συντελεστής ειδικής αντίστασης του νήματος στους 20°C είναι $0,0045 \text{ (}^\circ\text{C)}^{-1}$ και αν η αντίσταση αυξάνεται γραμμικά με την αύξηση της θερμοκρασίας, ποια θα είναι η τελική θερμοκρασία λειτουργίας του νήματος;

40). Μία ηλεκτρική αντίσταση είναι κατασκευασμένη από υλικό ειδικής αντίστασης ρ σε σχήμα κοίλου κυλίνδρου μήκους L με εσωτερική ακτίνα r_a και εξωτερική r_b . Κατά την χρήση της αντίστασης εφαρμόζεται διαφορά δυναμικού μεταξύ των βάσεων του κυλίνδρου η οποία προκαλεί ρεύμα παράλληλο προς τον άξονα. Βρείτε μια γενική έκφραση της αντίστασης συναρτήσει των μεγεθών L , ρ , r_a και r_b .

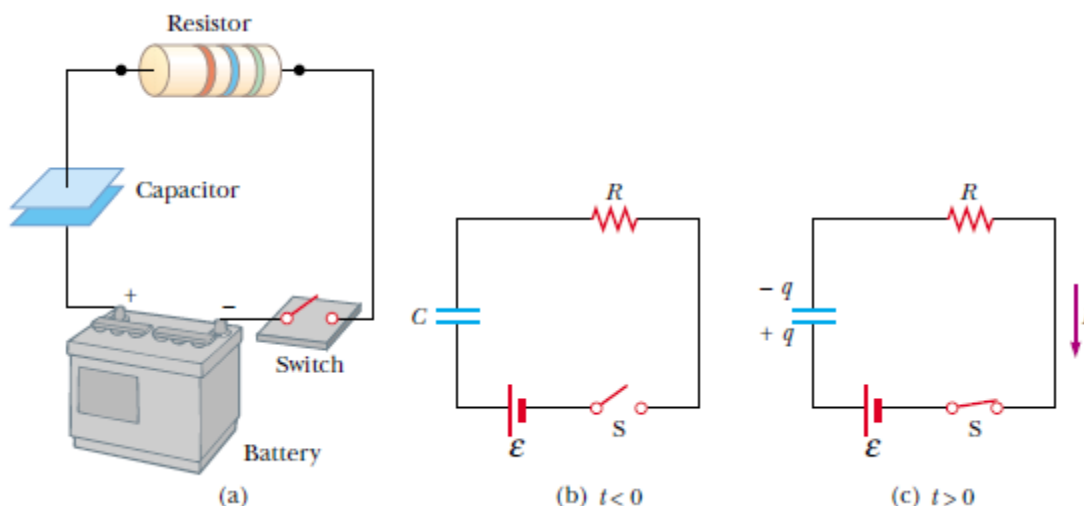
41). Ένας μηχανικός χρειάζεται μία αντίσταση η οποία να έχει ολικό θερμικό συντελεστή αντίστασης ίσο με μηδέν στους 20°C. Το σχέδιο της αντίστασης αποτελείται από δύο κυλίνδρους διαφορετικών υλικών. Ο λόγος των ειδικών αντιστάσεων των δύο υλικών είναι $\rho_1/\rho_2 = 3,2$ και ο λόγος των μηκών των αντίστοιχων τμημάτων $l_1/l_2 = 2,6$. Η ακτίνα r είναι σταθερή σε όλο το μήκος της αντίστασης. Εάν υποθεθεί ότι η θερμοκρασία των δύο τμημάτων είναι ίδια, υπολογίστε τον απαιτούμενο λόγο a_1/a_2 , όπου a_1 και a_2 είναι οι θερμικοί συντελεστές ειδικής αντίστασης των δύο υλικών. Υποθέστε πως η ολική (ή ισοδύναμη) αντίσταση δίνεται από την σχέση $R = R_1 + R_2$.

Κεφάλαιο 6^ο: Κυκλώματα συνεχούς Ρεύματος

42). Στο κύκλωμα του σήματος που ακολουθεί συνδέονται τα σημεία c, d και e με έναν αγωγό. Βρείτε την ισοδύναμη αντίσταση μεταξύ των σημείων a και b.

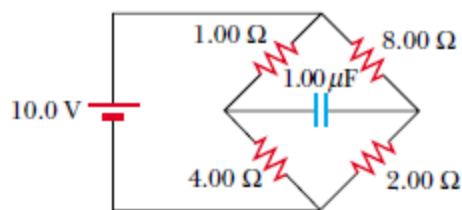


43). Θεωρήστε το κύκλωμα RC εν σειρά του σχήματος που ακολουθεί. Σε αυτό ο πυκνωτής φορτίζεται από μία μπαταρία συνδεδεμένη στο κύκλωμα. Μετά από 5 σταθερές χρόνου πόσο τοις εκατό του τελικού φορτίου έχει αποκτήσει ο πυκνωτής;



44). Μία αντίσταση $4 \text{ M}\Omega$ και ένας πυκνωτής $3 \mu\text{F}$ συνδέονται σε σειρά και τροφοδοτούνται από πηγή ΗΕΔ, $\mathcal{E} = 12 \text{ V}$. (α) Ποια είναι η σταθερά χρόνου του κυκλώματος; (β) Εκφράστε το ρεύμα του κυκλώματος και το φορτίο του πυκνωτή ως συναρτήσεις του χρόνου.

45). Το κύκλωμα του σχήματος που ακολουθεί είναι συνδεδεμένο πριν από «αρκετό» χρόνο. (α) Ποια είναι η τάση του πυκνωτή; (β) Αν η μπαταρία αποσυνδεθεί, μετά από πόσο χρόνο ο πυκνωτής θα έχει εκφορτιστεί ως το σημείο ώστε η τάση του να είναι ίση με το $1/10$ της αρχικής τιμής;



Μέρος Β'

Κεφάλαιο 7ο: Μαγνητικά Πεδία

46). Σωματίδιο α (το οποίο είναι πυρήνας του ατόμου του ηλίου) κινείται με ταχύτητα $3,8 \times 10^5 \text{ m/s}$ που έχει βόρεια κατεύθυνση, σε περιοχή στην οποία το μαγνητικό πεδίο είναι $1,9 \text{ T}$ και κατευθύνεται οριζόντια προς ανατολάς. Ποιο είναι το μέτρο και η κατεύθυνση της μαγνητικής δύναμης που ασκείται στο σωματίδιο α ;

47). Το μαγνητικό πεδίο σε μία ορισμένη περιοχή είναι $\vec{B} = (4\hat{i} - 11\hat{j})\text{T}$. Ένα ηλεκτρόνιο κινείται στο πεδίο με ταχύτητα $\vec{v} = (-2\hat{i} + 3\hat{j} - 7\hat{k})\text{m/s}$. Γράψτε με την μορφή μοναδιαίων διανυσμάτων την δύναμη που ασκείται στο ηλεκτρόνιο από το μαγνητικό πεδίο.

48). Ένα σύρμα με μάζα $0,5 \text{ g/cm}$ διαρρέεται από ρεύμα 2 A που είναι οριζόντιο με φορά προς το νότο. Ποια είναι η κατεύθυνση και το μέτρο του μαγνητικού πεδίου που απαιτείται για να ανυψώσει αυτό το σύρμα κατακόρυφα προς τα πάνω;

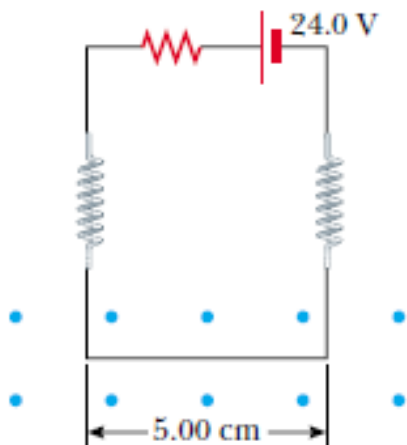
49). Ρεύμα $I = 15 \text{ A}$ έχει φορά κατά μήκος του θετικού άξονα x σε ένα σύρμα κάθετο σε μαγνητικό πεδίο. Στο ρεύμα ασκείται δύναμη από το μαγνητικό πεδίο ίση με $0,63 \text{ N/m}$ ανά μονάδα μήκους, στην κατεύθυνση του αρνητικού άξονα y . Υπολογίστε το μέτρο και την κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου στην περιοχή την οποία διαρρέει το ρεύμα.

50). Ένα μονοσθενές θετικό ιόν έχει μάζα $3,2 \times 10^{-26} \text{ kg}$. Αφού το ιόν επιταχυνθεί μέσω διαφοράς δυναμικού 833 V , εισέρχεται σε μαγνητικό πεδίο $0,92 \text{ T}$ με διεύθυνση κάθετη προς την κατεύθυνση του πεδίου. Υπολογίστε την ακτίνα της τροχιάς του ιόντος μέσα στο πεδίο.

51). Ένα πρωτόνιο, ένα δευτερόνιο και ένα σωματίδιο α (πυρήνας ${}^4_2\text{He}$), επιταχύνονται μέσω διαφοράς δυναμικού V . Τα σωματίδια εισέρχονται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο \vec{B} , με διεύθυνση κάθετη προς το \vec{B} . Το πρωτόνιο κινείται σε κυκλική τροχιά ακτίνας r_p . Βρείτε την τιμή των ακτίνων των τροχιών του δευτερονίου, r_d , και του σωματιδίου α , r_α , συναρτήσει της r_p .

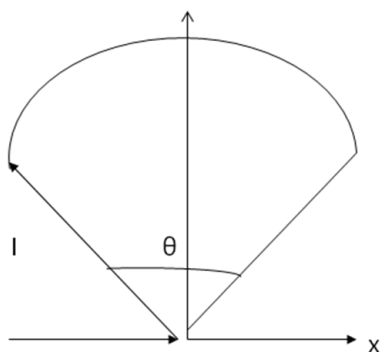
52). Ένα θετικό φορτίο $q = 3,2 \times 10^{-19} \text{ C}$ κινείται με ταχύτητα $\vec{v} = (2\hat{i} + 3\hat{j} - \hat{k})\text{m/s}$ μέσα σε περιοχή όπου υπάρχει ομογενές μαγνητικό και ομογενές ηλεκτρικό πεδίο, ταυτόχρονα. (α) Υπολογίστε την ολική δύναμη που ασκείται στο κινούμενο φορτίο (υπό μορφή μοναδιαίων διανυσμάτων), αν $\vec{B} = (2\hat{i} + 4\hat{j} + \hat{k})\text{T}$ και $\vec{E} = (4\hat{i} - \hat{j} - 2\hat{k})\text{V/m}$. (β) Ποια γωνία σχηματίζει το διάνυσμα της δύναμης ως προς τον θετικό άξονα x ;

53). Ένα ευθύγραμμο σύρμα μάζας 10 g και μήκους 5 cm αναρτάται από δύο όμοια ελατήρια τα οποία είναι τμήματα ενός κλειστού κυκλώματος (βλ. σχήμα που ακολουθεί). Τα ελατήρια επιμηκύνονται κατά 0,5 cm υπό την επίδραση του βάρους του σύρματος. Το κύκλωμα έχει ισοδύναμη αντίσταση 12 Ω. Όταν εφαρμοστεί μαγνητικό πεδίο με κατεύθυνση προς τα επάνω ως προς το επίπεδο της σελίδας του βιβλίου (φαίνεται με τις κουκίδες στο σχήμα), τα ελατήρια εκτείνονται επιπλέον κατά 0,3 cm. Βρείτε το μέτρο του μαγνητικού πεδίου. (Το άνω τμήμα του κυκλώματος θεωρείται σταθερό).



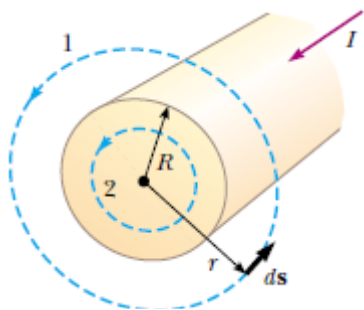
Κεφάλαιο 8^ο: Πηγές Μαγνητικού Πεδίου

54). Υπολογίστε το μαγνητικό πεδίο που δημιουργείται στον κλειστό βρόχο του σχήματος, όταν αυτός διαρρέεται από ρεύμα I . Ο βρόχος αποτελείται από δύο ευθύγραμμα μέρη και ένα τόξο κύκλου ακτίνας R και επίκεντρης γωνίας θ .

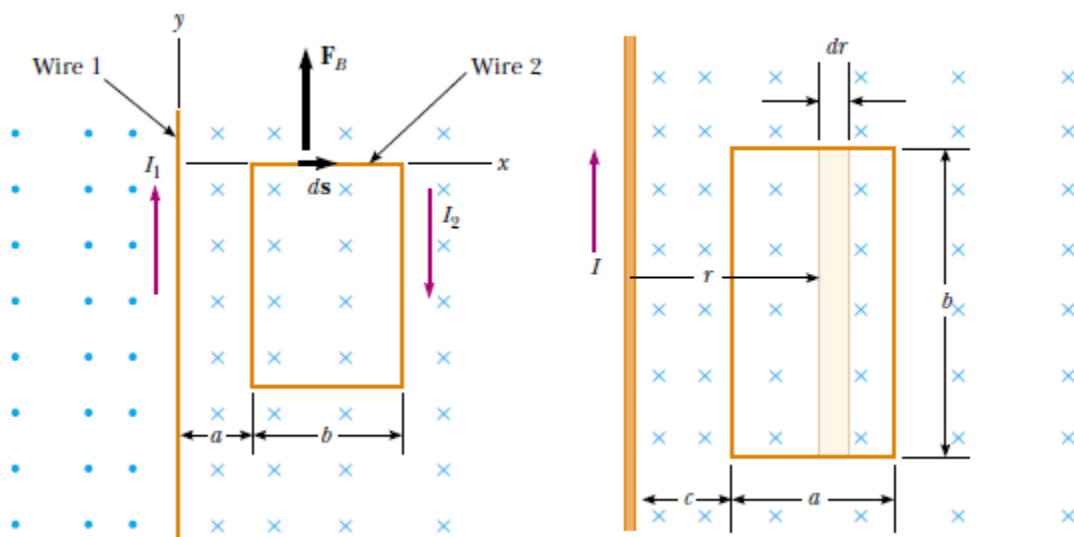


55). Κυκλικός βρόχος ρεύματος ακτίνας R διαρρέεται από ρεύμα I . Ποιο είναι το μαγνητικό πεδίο στο κέντρο του.

56). Ένα ευθύγραμμο σύρμα μεγάλου μήκους με ακτίνα διατομής a διαρρέεται από σταθερό ρεύμα I_0 που είναι ομοιόμορφα κατανεμημένο στην διατομή του σύρματος. Υπολογίστε το μαγνητικό πεδίο σε απόσταση r από το κέντρο του σύρματος για τις περιοχές $r \leq a$ και $r > a$.



57). Ένα μακρύ ευθύγραμμο σύρμα είναι παράλληλο προς τον άξονα y και διαρρέεται από σταθερό ρεύμα I_1 , όπως φαίνεται στο σχήμα. Κοντά του και δεξιά, υπάρχει ένα ορθογώνιο κύκλωμα που διαρρέεται από ρεύμα I_2 . Υπολογίστε την μαγνητική δύναμη στην οποία υπόκειται η πάνω πλευρά του ορθογωνίου κυκλώματος (η οποία είναι παράλληλη προς τον άξονα x) και αρχίζει στο $x = a$ και τελειώνει στο $x = a+b$.

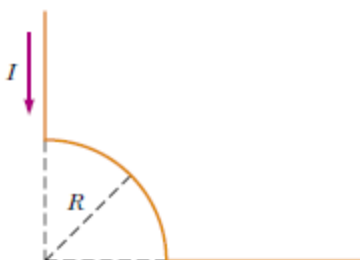


58). Ένας ορθογώνιος βρόχος πλάτους a και μήκους b βρίσκεται σε απόσταση c από ένα μεγάλο μήκους ευθύγραμμο σύρμα το οποίο διαρρέεται από ρεύμα I (σχήμα άνω β). Το σύρμα είναι παράλληλο προς την πλευρά μήκους b . Βρείτε την ολική ροή μαγνητικού πεδίου που διαπερνά τον βρόχο.

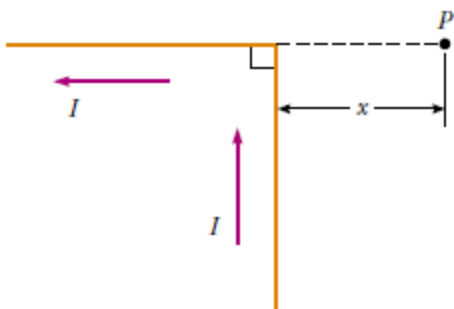
59). Ένας αγωγός αποτελείται από έναν κυκλικό βρόχο ακτίνας R και δύο ευθύγραμμα τμήματα όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Ο αγωγός κείται στο επίπεδο της σελίδας και διαρρέεται από ρεύμα I . Βρείτε το μαγνητικό πεδίο στο κέντρο του κυκλικού βρόχου.



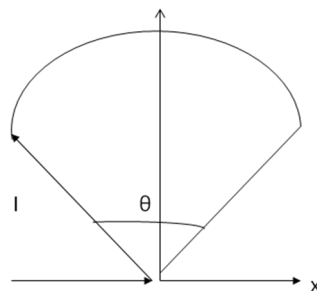
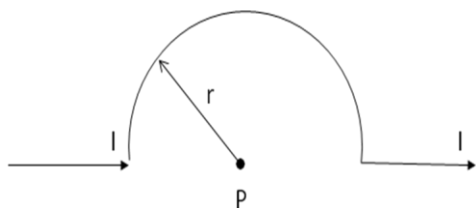
60). Ο αγωγός που απεικονίζεται στο σχήμα που ακολουθεί διαρρέεται από ρεύμα έντασεως $I = 5,00 \text{ A}$, ενώ η ακτίνα του κυκλικού τόξου είναι $R = 3,00 \text{ cm}$. Προσδιορίστε το μέγεθος και την κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου στην αρχή των αξόνων.



61). Προσδιορίστε το μαγνητικό πεδίο στο σημείο P που απέχει απόσταση x από την γωνία ενός απειρίοριστα μακρού σύρματος το οποίο έχει καμφθεί κατά ορθή γωνία, βλ. σχήμα, Το σύρμα διαρρέεται από σταθερό ρεύμα I .

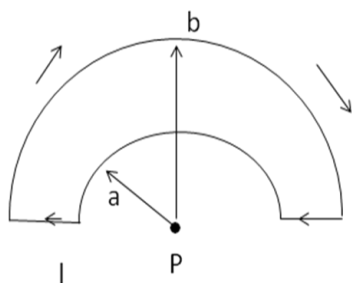


62). Ένα τμήμα σύρματος συνολικού μήκους $4r$ κάμπτεται και διαμορφώνεται όπως φαίνεται στο σχήμα. Το σύρμα διαρρέεται από ρεύμα $I = 6 \text{ A}$. Βρείτε το μέτρο και την κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου στο σημείο P , αν $r = 2\pi \text{ cm}$.

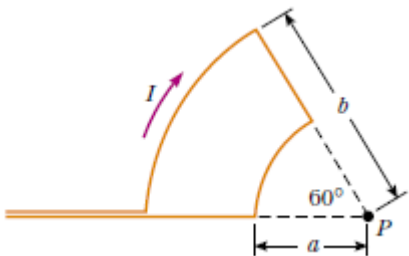


63). Μία κλειστή αγωγίμη διαδρομή η οποία έχει την μορφή που φαίνεται στο σχήμα πιο πάνω, παράγει μαγνητικό πεδίο στο σημείο P , το κέντρο του τόξου. Αν το τόξο αντιστοιχεί σε επίκεντρη γωνία 30° και το συνολικό μήκος του σύρματος της κλειστής διαδρομής είναι $1,2 \text{ m}$, ποιο είναι το μέτρο και η κατεύθυνση του πεδίου που παράγεται στο P , αν το ρεύμα στο σύρμα είναι 3 A ;

64). Χρησιμοποιείστε τον νόμο των Biot-Savart για να υπολογίσετε το μέτρο και την κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου στο σημείο P , το οποίο βρίσκεται στο κέντρο δύο ομόκεντρων ημικυκλίων ακτίνων $a = 5 \text{ cm}$ και $b = 8 \text{ cm}$, όταν το κύκλωμα του βρόχου διαρρέεται από ρεύμα $I = 2 \text{ A}$.

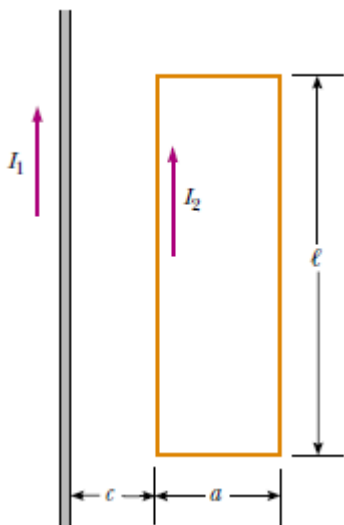


65). Θεωρείστε τον βρόχο του σχήματος που ακολουθεί. Αυτός διαρρέεται από ρεύμα εντάσεως I και αποτελείται από τόξα ακτίνων a , b και ευθύγραμμα ακτινικά τμήματα με κέντρο το σημείο P . Υπολογίστε το μέτρο και την κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου στο σημείο P .

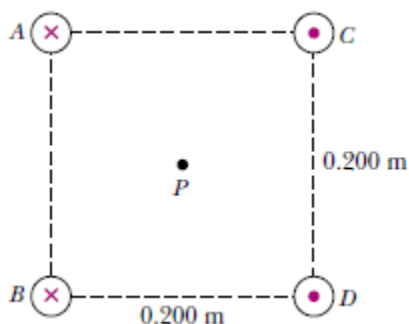


66). Δύο απεριόριστου μήκους (θεωρητικά απείρου μήκους) παράλληλοι αγωγοί απέχουν μεταξύ τους $a = 10 \text{ cm}$ και διαρρέονται από ομόρροπα ρεύματα. Αν $I_1 = 5 \text{ A}$ και $I_2 = 8 \text{ A}$, ποια είναι η δύναμη ανά μονάδα μήκους που ασκείται σε κάθε αγωγό από τον άλλο;

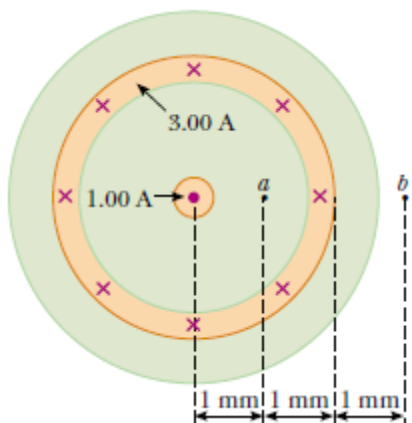
67). Στην διάταξη του σχήματος που ακολουθεί, το ρεύμα στον μεγάλο μήκους ευθύγραμμο αγωγό έχει τιμή $I_1 = 5 \text{ A}$ και βρίσκεται στο επίπεδο του ορθογωνίου βρόχου που διαρρέεται από ρεύμα $I_2 = 10 \text{ A}$. οι διαστάσεις είναι $c = 0,1 \text{ m}$, $a = 0,15 \text{ m}$ και $l = 0,45 \text{ m}$. Βρείτε το μέτρο και την κατεύθυνση της συνισταμένης δύναμης που ασκείται στον βρόχο από το μαγνητικό πεδίο το οποίο δημιουργείται από τον ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό.



68). Τέσσερις αγωγοί μεγάλου μήκους είναι παράλληλοι μεταξύ τους και διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα, $I = 5 \text{ A}$. Μία προβολή σε κάθετο επίπεδο προς τους αγωγούς φαίνεται στο σχήμα πιο κάτω. Η φορά των ρευμάτων στα σημεία A και B είναι προς τα επάνω της σελίδας και στα σημεία C και D προς τα κάτω της σελίδας. Υπολογίστε το μέτρο και την κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου στο σημείο P, που βρίσκεται στο κέντρο του τετραγώνου πλευράς $0,2 \text{ m}$.



69). Το σχήμα που ακολουθεί απεικονίζει την κάθετη διατομή ενός ομοαξονικού καλωδίου. Ο κεντρικός αγωγός περιβάλλεται από επικάλυψη ελαστικού, το οποίο με την σειρά του περιβάλλεται από τον εξωτερικό αγωγό. Τέλος, ο εξωτερικός αγωγός περιβάλλεται από μία άλλη επικάλυψη ελαστικού. Στην συγκεκριμένη εφαρμογή ο εσωτερικός αγωγός διαρρέεται από ρεύμα $1,0 \text{ A}$ με κατεύθυνση εξερχόμενη της σελίδας, ενώ το ρεύμα στο εξωτερικό αγωγό είναι $3,0 \text{ A}$ με κατεύθυνση εισερχόμενη της σελίδας. Προσδιορίστε το μέτρο και την κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου στα σημεία a και b.

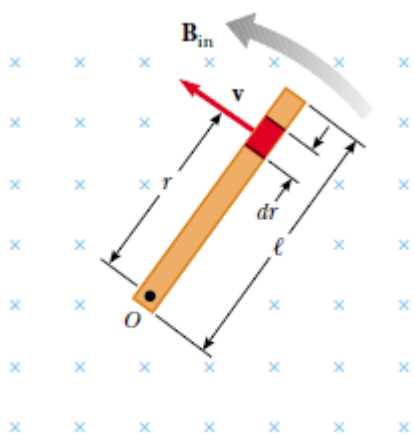


70). Μία δέσμη 100 ευθύγραμμων μονωμένων συρμάτων μεγάλου μήκους σχηματίζουν έναν κύλινδρο ακτίνας $R = 0,5 \text{ cm}$. (α) Αν κάθε σύρμα διαρρέεται από ρεύμα 2 A , ποιο είναι το μέτρο και η κατεύθυνση της μαγνητικής δύναμης ανά μονάδα μήκους η οποία ασκείται σε ένα σύρμα που βρίσκεται σε απόσταση $0,2 \text{ cm}$ από το κέντρο της δέσμης; (β) Ένα σύρμα που βρίσκεται στην εξωτερική επιφάνεια της δέσμης θα υφίσταται μεγαλύτερη ή μικρότερη δύναμη σε σύγκριση με εκείνην την οποία υφίσταται το σύρμα που βρίσκεται σε απόσταση $0,2 \text{ cm}$ από το κέντρο;

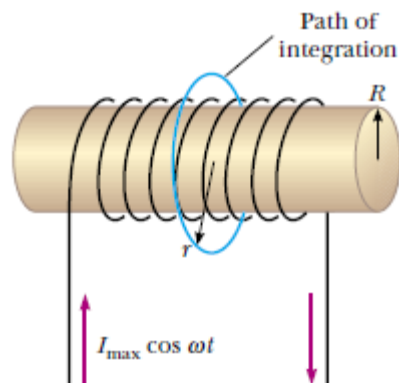
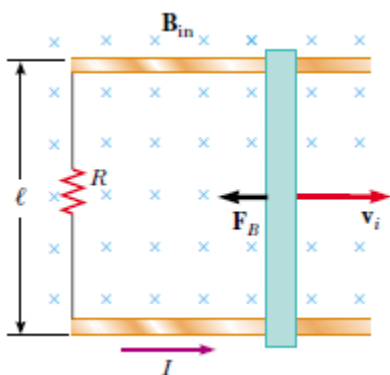
71). Η εφαρμοζόμενη τάση μεταξύ των οπλισμών πυκνωτή $4 \mu\text{F}$ μεταβάλλεται συναρτήσει του χρόνου σύμφωνα με την σχέση $V_{\text{appl}} = (8\text{V})(1 - e^{-t/4})$, όπου το t είναι σε s . Υπολογίστε (α) το ρεύμα μετατόπισης ως συνάρτηση του χρόνου και (β) την τιμή του ρεύματος κατά την χρονική στιγμή $t = 4 \text{ s}$.

Κεφάλαιο 9ο: Ο Νόμος του Faraday (Ηλεκτρομαγνητική Επαγωγή)

72). Αγώγιμη ράβδος, μήκους l , περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω γύρω από έναν άξονα που διέρχεται από το ένα άκρο της. Κάθετα στο επίπεδο της περιστροφής υφίσταται ομογενές μαγνητικό πεδίο B με κατεύθυνση κάθετη εισερχόμενη της σελίδας, όπως στο σχήμα που ακολουθεί. Υπολογίστε την ΗΕΔ που αναπτύσσεται ανάμεσα στα άκρα της ράβδου.



73). Ράβδος μήκους l και μάζας m ολισθαίνει πάνω σε δύο παράλληλες ράγες παρουσία ομογενούς μαγνητικού πεδίου B με κατεύθυνση κάθετη και προς τα κάτω της σελίδας (βλ. σχήμα). Η ράβδος σύρεται προς τα δεξιά με αρχική ταχύτητα u_0 και αμέσως αφήνεται να ολισθήσει χωρίς τριβές. Βρείτε την ταχύτητα της ράβδου συναρτήσει του χρόνου.



74). Ένα σωληνοειδές μεγάλου μήκους και ακτίνας R αποτελείται από n σπείρες ανά μονάδα μήκους και διαρρέεται από ρεύμα που μεταβάλλεται συναρτησί του χρόνου αρμονικά σύμφωνα με την εξίσωση $I = I_0 \cos(\omega t)$, όπου I_0 η μέγιστη τιμή του ρεύματος και ω η κυκλική συχνότητα της πηγής τροφοδοσίας (βλ. σχήμα άνω). (α) Υπολογίστε την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου έξω από το σωληνοειδές, σε απόσταση r από τον άξονά του. (β) Υπολογίστε το ηλεκτρικό πεδίο μέσα στο σωληνοειδές σε απόσταση r από τον άξονά του.

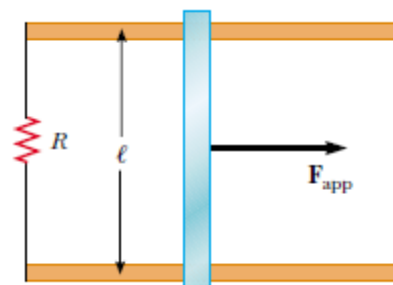
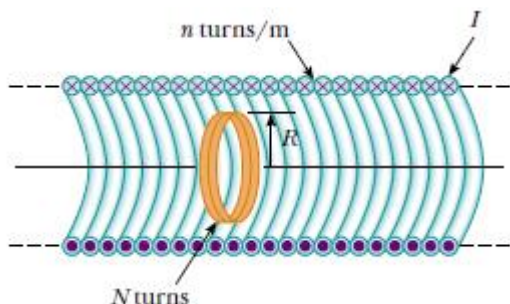
75). Ένας επίπεδος συμμάτινος βρόχος αποτελείται από μία μόνο σπείρα, εμβαδού διατομής 8 cm^2 , και είναι κάθετος σε μαγνητικό πεδίο που αυξάνεται σταθερά κατά μέτρο από $0,5 \text{ T}$ έως $2,5 \text{ T}$ σε χρόνο 1 s . Ποιο είναι το επαγόμενο ρεύμα, αν το πηνίο έχει ολική αντίσταση $2 \text{ } \Omega$;

76). Ένας ισχυρός ηλεκτρομαγνήτης παράγει μαγνητικό πεδίο $1,6 \text{ T}$ και έχει εμβαδόν διατομής $0,2 \text{ m}^2$. Αν τοποθετήσουμε ένα πηνίο 200 σπειρών και ολικής αντίστασης $20 \text{ } \Omega$ γύρω από τον ηλεκτρομαγνήτη και στην συνέχεια διακόψουμε το ρεύμα του ηλεκτρομαγνήτη σε χρόνο $0,02 \text{ s}$, ποιο θα είναι το ρεύμα που επάγεται στο πηνίο;

77). Ορθογώνιο πλαίσιο εμβαδού A τοποθετείται σε μία περιοχή όπου το μαγνητικό πεδίο είναι κάθετο στο επίπεδο του πλαισίου. Το μέτρο του πεδίου αρχίζει να μεταβάλλεται ως προς τον χρόνο σύμφωνα με την έκφραση $B = B_0 e^{-t/\tau}$, όπου B_0 και τ σταθερές. Το πεδίο έχει την τιμή B_0 όταν $t \leq 0$. (α) Χρησιμοποιώντας τον νόμο του Faraday να αποδείξετε ότι η εξ επαγωγής ΗΕΔ που αναπτύσσεται στο πλαίσιο είναι: $\mathcal{E} = \frac{AB_0}{\tau} e^{-t/\tau}$. (β) Υπολογίστε την

αριθμητική τιμή της \mathcal{E} σε χρόνο $t = 4 \text{ s}$, όταν $A = 0,16 \text{ m}^2$, $B_0 = 0,35 \text{ T}$ και $\tau = 2 \text{ s}$. (γ) Για τις τιμές των μεγεθών A , B_0 και τ που δόθηκαν στο ερώτημα (β) ποια είναι η μέγιστη τιμή της \mathcal{E} ;

78). Ένα μεγάλου μήκους σωληνοειδές έχει n σπείρες ανά μονάδα μήκους και διαρρέεται από ρεύμα $I = I_0(1 - e^{-\alpha t})$, με $I_0 = 30 \text{ A}$ και $\alpha = 1,6 \text{ s}^{-1}$. Στο εσωτερικό του σωληνοειδούς και ομοαξονικά με αυτό υπάρχει ένας βρόχος ακτίνας $R = 6 \text{ cm}$, που έχει συνολικά N σπείρες λεπτού σύρματος. Ποια είναι η επαγόμενη ΗΕΔ στον βρόχο λόγω της μεταβολής του ρεύματος; Θεωρείστε $n = 400$ σπείρες/m και $N = 250$ σπείρες (βλ. σχήμα που ακολουθεί).

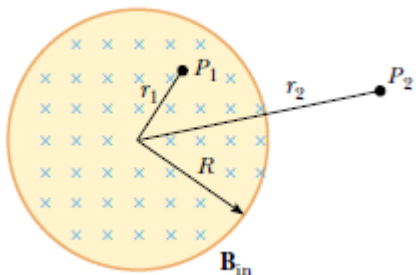


79). Θεωρήστε την διάταξη του άνω δεξιά σχήματος. Υποθέστε ότι $R = 6 \Omega$, $l = 1,2 \text{ m}$ και ότι ένα ομογενές μαγνητικό πεδίο κατευθύνεται προς τα κάτω της σελίδας με μέτρο $2,5 \text{ T}$. Με ποια ταχύτητα πρέπει να κινείται η ράβδος ώστε να παράγει επαγόμενο ρεύμα ίσο με $0,5 \text{ A}$ στην αντίσταση R ;

80). Στο σχήμα της προηγούμενης άσκησης, μία αγωγίμη ράβδος κινείται προς τα δεξιά ολισθαίνοντας πάνω στους δύο παράλληλους αγωγούς χωρίς τριβή. Οι αγωγοί συνδέονται στο ένα άκρο τους με αντίσταση ίση με 6Ω . Ένα μαγνητικό πεδίο $2,5 \text{ T}$ κατευθύνεται προς τα κάτω, κάθετα της σελίδας. Αν $l = 1,2 \text{ m}$ και η μάζα της ράβδου θεωρείται αμελητέα: (α) υπολογίστε την δύναμη που απαιτείται να εφαρμόζεται για την κίνηση της ράβδου προς τα δεξιά με σταθερή ταχύτητα 2 m/s , (β) με ποιο ρυθμό καταναλώνεται ενέργεια στην αντίσταση;

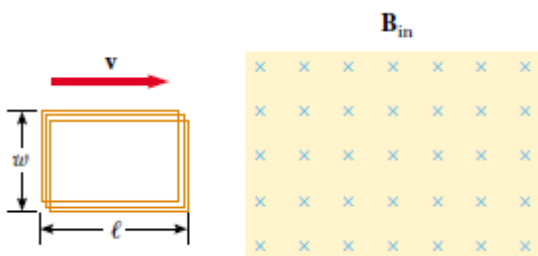
81). Στο ίδιο σχήμα με τις δύο προηγούμενες ασκήσεις. Μία αγωγίμη ράβδος μήκους l κινείται χωρίς τριβή κατά μήκος δύο οριζόντιων αγωγών. Αν μία σταθερή δύναμη 1 N κινεί την ράβδο με ταχύτητα 2 m/s στο εσωτερικό μαγνητικού πεδίου B που έχει κατεύθυνση κάθετη και προς τα κάτω της σελίδας: (α) ποιο είναι το ρεύμα που διαρρέει την αντίσταση $R = 8 \Omega$ και (β) ποιος είναι ο ρυθμός με τον οποίο η ενέργεια δαπανάται στην αντίσταση; (γ) Ποια είναι η μηχανική ισχύς που αποδίδει η δύναμη F ;

82). Ένα μαγνητικό πεδίο με κατεύθυνση κάθετη προς τα κάτω της σελίδας (βλ. σχήμα) μεταβάλλεται συναρτήσει του χρόνου σύμφωνα με την έκφραση $B = (0,03t^2 + 1,4) \text{ T}$, όπου το t μετράται σε s . Το πεδίο έχει κυκλική διατομή ακτίνας $R = 2,5 \text{ cm}$. Ποιο είναι το μέτρο και η κατεύθυνση του ηλεκτρικού πεδίου στο σημείο P_1 όταν $t = 3 \text{ s}$ και $r_1 = 0,02 \text{ m}$;

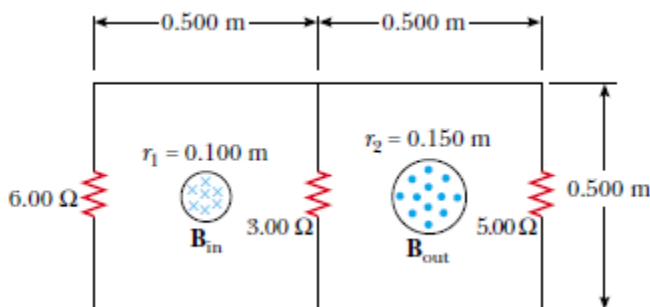


83). Στο σχήμα της προηγούμενης άσκησης το μαγνητικό πεδίο μεταβάλλεται σύμφωνα με την σχέση $B = (2t^3 - 4t^2 + 0,8) \text{ T}$ και $r_2 = 2R = 5 \text{ cm}$. (α) Υπολογίστε το μέτρο και την κατεύθυνση της δύναμης που ασκείται σε ένα ηλεκτρόνιο το οποίο βρίσκεται στο σημείο P_2 όταν $t = 2 \text{ s}$. (β) Σε πόσο χρόνο η δύναμη είναι ίση με το μηδέν;

84). Ένα ορθογώνιο πηνίο αντίστασης R έχει N σπείρες, που η καθεμία έχει μήκος l και πλάτος w , όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί. Το πηνίο κινείται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο B , με ταχύτητα u . Βρείτε το μέτρο και την κατεύθυνση της συνισταμένης δύναμης που ασκείται στο πηνίο (α) όταν εισέρχεται στο μαγνητικό πεδίο, (β) όταν κινείται μέσα στο μαγνητικό πεδίο και (γ) όταν εξέρχεται από το μαγνητικό πεδίο;



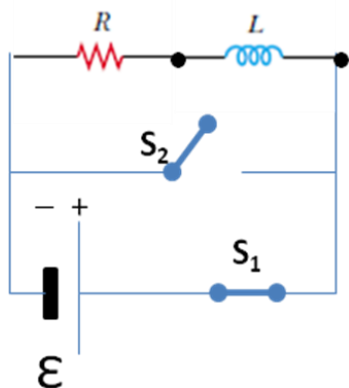
85). Δύο σωληνοειδή απείρου μήκους διαπερνούν ένα κύκλωμα, όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί (στο σχήμα απεικονίζονται οι διατομές των σωληνοειδών). Τα σωληνοειδή έχουν ακτίνες $0,1\text{ m}$ και $0,15\text{ m}$ αντίστοιχα. Το μέτρο του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό τους είναι το ίδιο και αυξάνεται με ρυθμό 100 T/s . Ποιο είναι το ρεύμα σε κάθε αντίσταση;



Κεφάλαιο 10°: Επαγωγή και Πηνία

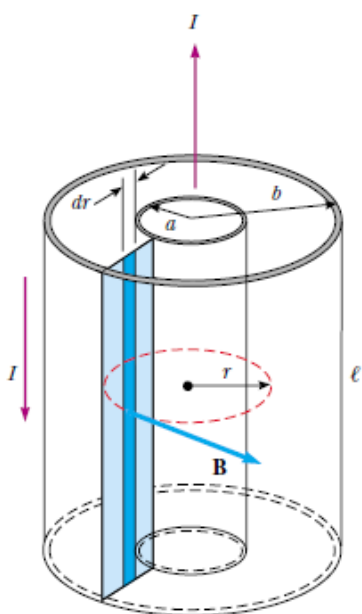
86). Υπολογίστε τον συντελεστή αυτεπαγωγής ενός σωληνοειδούς μήκους l , που αποτελείται από N το πλήθος ίσες σπείρες. Υποθέστε ότι το l είναι πολύ μεγαλύτερο από την ακτίνα των σπειρών και ότι το εσωτερικό του σωληνοειδούς καλύπτεται μόνο από αέρα.

87). Θεωρήστε το κύκλωμα RL του παρακάτω σχήματος, με δύο διακόπτες, τέτοιους ώστε όταν ο ένας είναι ανοικτός ο άλλος να είναι κλειστός και αντίστροφα. Υποθέστε ότι ο S_1 είναι κλειστός για αρκετό χρόνο, στην συνέχεια ανοίγουμε τον S_1 και κλείνουμε τον S_2 . Βρείτε το ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα.



88). Θεωρήστε το κύκλωμα της προηγούμενης άσκησης, την στιγμή $t = 0$ ανοίγει ο S_1 και κλείνει ο S_2 . Αποδείξτε ότι η ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στο πηνίο «χάνεται» ως θερμότητα Joule της αντίστασης.

89). Ένα μεγάλο ομοαξονικό καλώδιο μήκους l αποτελείται από δύο ομοαξονικούς κυλίνδρους ακτίνων a και b , αντίστοιχα (βλ. παρακάτω σχήμα). Υποθέτουμε ότι ο εσωτερικός αγωγός είναι ένα λεπτό κυλινδρικό κέλυφος. Οι δύο κύλινδροι είναι βραχυκυκλωμένοι στα δύο άκρα τους και διαρρέονται από ρεύμα I . (α) Υπολογίστε τον συντελεστή αυτεπαγωγής L του καλωδίου, (β) υπολογίστε την ολική ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στο μαγνητικό πεδίο του καλωδίου.



90). Το ρεύμα σε ένα πηνίο $0,02 \text{ H}$ μεταβάλλεται συναρτήσει του χρόνου σύμφωνα με την σχέση $I = 3t^2 - 4t$, όπου I είναι σε A και το t σε s . (α) Υπολογίστε το μέτρο της εξ αυτεπαγωγής ΗΕΔ σε χρόνο $t = 1 \text{ s}$ και $t = 5 \text{ s}$. (β) Σε ποια τιμή του χρόνου t η εξ αυτεπαγωγής ΗΕΔ είναι ίση με το μηδέν;

91). Ένα πηνίο με συντελεστή αυτεπαγωγής 10 mH διαρρέεται από ρεύμα $I = I_0 \sin \omega t$, με $I_0 = 5 \text{ A}$ και $\omega/2\pi = 60 \text{ Hz}$. Ποια είναι η εξ αυτεπαγωγής ΗΕΔ ως συνάρτηση του χρόνου;

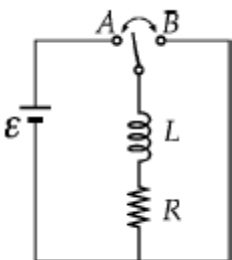
92). Δύο πηνία με συντελεστές αυτεπαγωγής L_1 και L_2 συνδέονται σε σειρά και απέχουν μεγάλη απόσταση μεταξύ τους. Βρείτε τον ισοδύναμο συντελεστή αυτεπαγωγής.

93). Δύο πηνία με συντελεστές αυτεπαγωγής L_1 και L_2 συνδέονται παράλληλα και χωρίζονται από μεγάλη απόσταση. Βρείτε τον ισοδύναμο συντελεστή αυτεπαγωγής.

94). Σωληνοειδής αυτεπαγωγής L αναπτύσσει χρονικά μεταβαλλόμενη ΗΕΔ σύμφωνα με την εξίσωση $\mathcal{E} = \mathcal{E}_0 e^{-kt}$. Βρείτε το συνολικό φορτίο που διέρχεται διαμέσου του σωληνοειδούς, θεωρώντας ότι το φορτίο είναι πεπερασμένο.

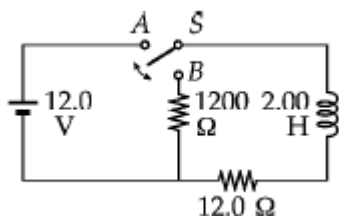
95). Μία μπαταρία 12 V συνδέεται με κύκλωμα που περιλαμβάνει μία αντίσταση $R = 10 \Omega$ και ένα πηνίο με συντελεστή αυτεπαγωγής $L = 2 \text{ H}$ σε σειρά. (α) Σε πόσο χρόνο το ρεύμα θα γίνει ίσο με το 50% της τελικής του τιμής; (β) Σε πόσο χρόνο θα γίνει ίσο με το 90% της τελικής του τιμής;

96). Ένα πηνίο με συντελεστή αυτεπαγωγής 140 mH και με αντίσταση $4,9 \Omega$ συνδέεται μέσω διακόπτη με μπαταρία 6 V , όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί. (α) Όταν ο διακόπτης βρίσκεται αριστερά (σύνδεση με την μπαταρία), πόσος χρόνος περνά μέχρις ότου το ρεύμα φτάσει τα 220 mA ; (β) Πόσο είναι το ρεύμα που διαρρέει το πηνίο σε 10 s μετά από το κλείσιμο του διακόπτη; (γ) Στην συνέχεια ο διακόπτης στρέφεται γρήγορα από το A στο B . Πόσος χρόνος περνά μέχρις ότου το ρεύμα ελαττωθεί στα 160 mA ;



97). Ένα πηνίο με συντελεστή αυτεπαγωγής 15 H και αντίσταση 30Ω συνδέεται στους πόλους μπαταρίας 100 V . (α) Ποιος είναι ο αρχικός ρυθμός αύξησης του ρεύματος στο κύκλωμα; (β) Με ποιο ρυθμό μεταβάλλεται το ρεύμα την χρονική στιγμή $t = 1,5 \text{ s}$;

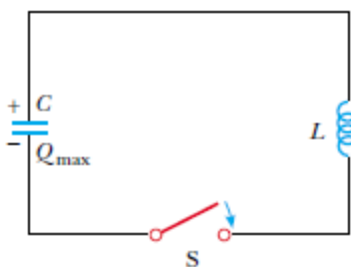
98). Μία εφαρμογή του κυκλώματος RL είναι η παραγωγή υψηλής εναλλασσόμενης τάσης από μία πηγή συνεχούς ρεύματος (dc) χαμηλής τάσης, όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί. (α) Ποιο είναι το ρεύμα στο κύκλωμα, αρκετό χρόνο μετά την τοποθέτηση του διακόπτη στην θέση A; (β) Στην συνέχεια ο διακόπτης στρέφεται γρήγορα από το A στο B. Προσδιορίστε την αρχική τάση κατά μήκος κάθε αντίστασης και του πηνίου. (γ) Πόσος χρόνος περνά ωστόσο η τάση στο πηνίο ελαττωθεί στα 12 V;



99). Ένας πυκνωτής $1,0 \mu\text{F}$ φορτίζεται από πηγή συνεχούς ρεύματος, τάσης 40 V. Ο πυκνωτής, αφού φορτίστηκε πλήρως, αρχίζει στην συνέχεια να εκφορτίζεται μέσω ενός πηνίου 10 mH. Βρείτε το μέγιστο ρεύμα που δημιουργείται κατά την διάρκεια της ηλεκτρικής ταλάντωσης που θα προκύψει.

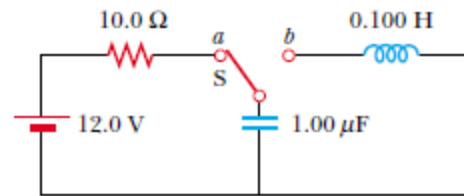
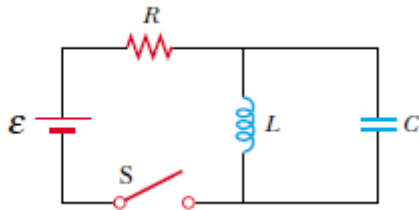
100). Ένα σταθερό πηνίο $L = 1,05 \mu\text{H}$ χρησιμοποιείται, συνδεδεμένο εν σειρά με έναν μεταβλητό πυκνωτή, στο κύκλωμα επιλογής σταθμών ενός ραδιοφώνου. Ποια πρέπει να είναι η χωρητικότητα του πυκνωτή ώστε το κύκλωμα να συντονίζεται με έναν σταθμό ο οποίος έχει συχνότητα εκπομπής 96,3 MHz;

101). Το LC κύκλωμα του παρακάτω σχήματος, αποτελείται από ένα πηνίο 82 mH και έναν πυκνωτή 17 μF , ο οποίος αρχικά φέρει φορτίο 180 μC . Ο διακόπτης κλείνεται την χρονική στιγμή $t = 0$. (α) Βρείτε την συχνότητα των ηλεκτρικών ταλαντώσεων. Την χρονική στιγμή $t = 1,0 \text{ ms}$, βρείτε (β) το φορτίο στον πυκνωτή και (γ) το ρεύμα στο κύκλωμα.



102). Ένα κύκλωμα LC αποτελείται από ένα πηνίο 3,3 H και έναν πυκνωτή 840 pF, ο οποίος αρχικά είναι φορτισμένος με φορτίο 105 μC . Κατά την χρονική στιγμή $t = 0$ ο διακόπτης (βλ. το σχήμα της προηγούμενης άσκησης) είναι κλειστός. Προσδιορίστε τις ακόλουθες ποσότητες κατά την χρονική στιγμή $t = 2,0 \text{ ms}$: (α) την αποθηκευμένη ενέργεια στον πυκνωτή, (β) την αποθηκευμένη ενέργεια στο πηνίο και (γ) την ολική ενέργεια του κυκλώματος.

103). Στο κύκλωμα του σχήματος που ακολουθεί είναι $\mathcal{E} = 50 \text{ V}$, $R = 250 \ \Omega$ και $C = 0,5 \ \mu\text{F}$. Ο διακόπτης S είναι κλειστός για μεγάλη χρονική περίοδο και δεν υπάρχει διαφορά δυναμικού στα άκρα του πυκνωτή. Αφού ανοίξει ο διακόπτης, η διαφορά δυναμικού στους οπλισμούς του πυκνωτή φτάνει την μέγιστη τιμή των 150 V . Ποια είναι η τιμή της αυτεπαγωγής;

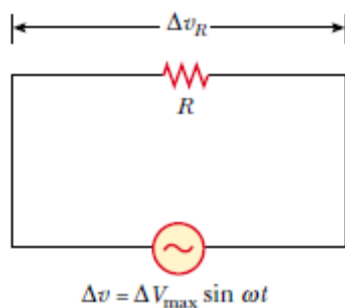


104). Στο κύκλωμα του άνω δεξιά σχήματος είναι $\mathcal{E} = 12 \text{ V}$, $R = 10 \ \Omega$, $C = 1 \ \mu\text{F}$ και $L = 0,1 \text{ H}$. Ο διακόπτης συνδέεται με το σημείο a για μεγάλο χρονικό διάστημα, στην συνέχεια ο διακόπτης συνδέεται στο σημείο b . (α) Ποια είναι η συχνότητα ταλάντωσης στο κύκλωμα LC, (β) ποιο είναι το μέγιστο φορτίο που αναπτύσσεται στον πυκνωτή, (γ) ποιο είναι το μέγιστο ρεύμα στο πηνίο και (δ) ποια είναι η συνολική ενέργεια την χρονική στιγμή $t = 3 \text{ s}$;

105). Πηνίο L και πυκνωτής C συνδέονται σε σειρά. Το ρεύμα στο κύκλωμα αυξάνει σύμφωνα με την σχέση $I(t) = kt$, όπου $k = \text{σταθερά}$. Ο πυκνωτής είναι αρχικά αφόρτιστος. Βρείτε την τάση στα άκρα (α) του πηνίου και (β) του πυκνωτή συναρτήσει του χρόνου. (γ) Βρείτε τον χρόνο t όπου η ενέργεια που αποθηκεύεται στον πυκνωτή υπερβαίνει για πρώτη φορά, εκείνην του πηνίου.

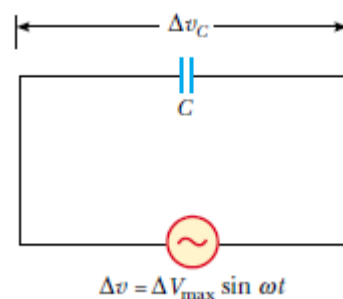
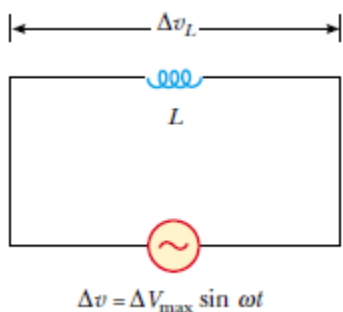
Κεφάλαιο 11^ο: Κυκλώματα Εναλλασσόμενου Ρεύματος

106). Στο κύκλωμα που ακολουθεί είναι $R = 70 \ \Omega$. (α) Αν $\Delta V_R = 0,25 V_{\text{max}}$, όταν $t = 0,01 \text{ s}$, ποια είναι η κυκλική συχνότητα του εναλλακτήρα; (β) Ποια θα είναι η επόμενη χρονική στιγμή t κατά την οποία η ΔV_R θα είναι ίση με $0,25 V_{\text{max}}$;



107). Το ρεύμα στο κύκλωμα της προηγούμενης άσκησης ισούται με το 60% της μέγιστης τιμής του ρεύματος, κατά την χρονική στιγμή $t = 0,007 \text{ s}$. Ποια είναι η μικρότερη τιμή της συχνότητας της γεννήτριας που παρέχει αυτό το ρεύμα;

108). Σε κύκλωμα με ιδανικό πηνίο, όπως στο σχήμα που ακολουθεί, $\Delta V_{\max} = 100 \text{ V}$. (α) Αν το πλάτος του ρεύματος είναι $7,5 \text{ A}$, σε συχνότητα 50 Hz , υπολογίστε τον συντελεστή αυτεπαγωγής L . (β) Σε ποια κυκλική συχνότητα ω το μέγιστο ρεύμα θα ελαττωθεί στα $2,5 \text{ A}$;



109). (α) Για ποιες συχνότητες ένας πυκνωτής $22 \mu\text{F}$ έχει χωρητική αντίσταση μικρότερη από 175Ω (σχήμα άνω δεξιά). (β) Στην ίδια περιοχή συχνοτήτων, ποια θα ήταν η χωρητική αντίσταση ενός πυκνωτή $44 \mu\text{F}$;

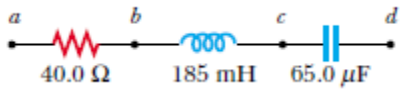
110). Ποιο είναι το πλάτος του ρεύματος που παρέχεται από έναν εναλλακτήρα (γεννήτρια εναλλασσομένου ρεύματος) με $V_{\max} = 48 \text{ V}$ και $f = 90 \text{ Hz}$, όταν συνδεθεί με πυκνωτή $3,7 \mu\text{F}$;

111). Ένα κύκλωμα εναλλασσομένου ρεύματος αποτελείται από τις ακόλουθες συνιστώσες: $R = 150 \Omega$, $L = 250 \text{ mH}$, $C = 2 \mu\text{F}$, καθώς και από έναν εναλλακτήρα με $V_{\max} = 210 \text{ V}$ που λειτουργεί στα 50 Hz . Υπολογίστε (α) την επαγωγική αντίσταση, (β) την χωρητική αντίσταση, (γ) την εμπέδηση (ή σύνθετη αντίσταση), (δ) το πλάτος του ρεύματος και (ε) την διαφορά φάσης μεταξύ του ρεύματος και της εφαρμοζόμενης τάσης.

112). Αρμονική τάση $V(t) = (40 \text{ V}) \cdot \sin(100t)$, εφαρμόζεται σε κύκλωμα RLC εν σειρά με $L = 160 \text{ mH}$, $C = 99 \mu\text{F}$ και $R = 68 \Omega$. (α) Ποια είναι η εμπέδηση του κυκλώματος; (β) Ποιο είναι το πλάτος του ρεύματος; (γ) Προσδιορίστε τις αριθμητικές τιμές για τα I_{\max} , ω και ϕ στην εξίσωση $I(t) = I_{\max} \sin(\omega t - \phi)$.

113). Ένα κύκλωμα RLC αποτελείται από αντίσταση 150Ω , πυκνωτή $21 \mu\text{F}$ και πηνίο 460 mH , που είναι συνδεδεμένα εν σειρά με πηγή εναλλασσομένου ρεύματος 120 V , 60 Hz . (α) Ποια είναι η διαφορά φάσης μεταξύ ρεύματος και της εφαρμοζόμενης τάσης; (β) Το ρεύμα ή η τάση αποκτά την μέγιστη τιμή του/της ενωρίτερα;

114). Μία γεννήτρια εναλλασσομένου ρεύματος με $V_m = 150 \text{ V}$ και $f = 50 \text{ Hz}$ συνδέεται μεταξύ των σημείων α και δ του πιο κάτω σχήματος. Υπολογίστε τα πλάτη των τάσεων μεταξύ των σημείων (α) α και β, (β) β και γ, (γ) γ και δ και (δ) β και δ.



115). Ένα πηνίο ($L = 400\ \text{mH}$), ένας πυκνωτής ($C = 4,43\ \mu\text{F}$) και μία αντίσταση ($R = 500\ \Omega$) συνδέονται εν σειρά. Ένας εναλλακτήρας $50\ \text{Hz}$ παράγει ρεύμα πλάτους $250\ \text{mA}$ στο κύκλωμα. (α) Υπολογίστε το πλάτος της απαιτούμενης τάσης V_m . (β) Προσδιορίστε την γωνία με την οποία το ρεύμα στο κύκλωμα προηγείται ή υστερεί της εφαρμοζόμενης τάσης.