

ΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

- 4.1 Συμπληρώστε τα κενά:
Ο νόμος των Biot και Savart δίνει το μαγνητικό πεδίο που δημιουργεί ένα
..... ρευματοφόρου αγωγού. Για να υπολογίσουμε το
μαγνητικό πεδίο που δημιουργεί ολόκληρος ο αγωγός σε κάποιο σημείο, πρέπει
να χωρίσουμε τον αγωγό σε πολύ μικρά τμήματα και στη συνέχεια να
..... τη συνεισφορά όλων των τμημάτων στα οποία χωρίσαμε τον
αγωγό.
- 4.2 Το μαγνητικό πεδίο $\Delta\mathbf{B}$ που δημιουργεί πολύ μικρό τμήμα Δl ρευματοφόρου
αγωγού σε κάποιο σημείο, το οποίο απέχει απόσταση r από το τμήμα Δl
- έχει τη διεύθυνση του \mathbf{r} .
 - έχει τη διεύθυνση του αγωγού.
 - έχει μέτρο αντίστροφα ανάλογο του r .
 - έχει μέτρο αντίστροφα ανάλογο του r^2 .
- 4.3 Ο νόμος των Biot και Savart, ισχύει:
- Για ευθύγραμμους αγωγούς
 - Για αγωγούς που έχουν γεωμετρικό σχήμα.
 - Για αγωγούς που το μήκος τους θεωρείται άπειρο.
 - Για κάθε αγωγό.
- Σημειώστε τη σωστή απάντηση.
- 4.4 Υπολογίστε το μαγνητικό πεδίο στο κέντρο ενός ημικυκλικού αγωγού που
διαρρέεται από ρεύμα έντασης I .
- α) Η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στο μέσο M του τμήματος AB είναι μηδέν.

Ο νόμος του Ampère

- 4.5 Συμπληρώστε τα κενά:
Σύμφωνα με το νόμο του Ampère το άθροισμα των γινομένων κατά μήκος μιας
κλειστής διαδρομής είναι ίσο με Ο νόμος του Ampère δίνει τη
δυνατότητα να υπολογίζουμε εύκολα το μαγνητικό πεδίο σε διατάξεις που
παρουσιάζουν
- 4.6 Ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές;
- Ο νόμος του Ampère ισχύει μόνο σε περιπτώσεις συμμετρικών
διατάξεων.
 - Για την εφαρμογή του νόμου του Ampère λαμβάνουμε υπόψη μόνο το
πεδίο που οφείλεται σε ρεύματα που περικλείονται στο βρόχο/
 - Ο νόμος του Ampère ισχύει μόνο αν τα ρεύματα που δημιουργούν το
μαγνητικό πεδίο είναι σταθερά.
 - Ο νόμος του Ampère εφαρμόζεται κατά μήκος κλειστής διαδρομής
οποιοδήποτε σχήματος.
- 4.7 Κατάλληλη κλειστή διαδρομή για την εφαρμογή του νόμου του Ampère είναι,
- A. σε ευθύγραμμο αγωγό απείρου μήκους,
- για μια κυκλική διαδρομή κάθετη στον αγωγό.
 - για μια κυκλική διαδρομή παράλληλη στον αγωγό.
 - για μια διαδρομή σχήματος ορθογωνίου με το
επίπεδο του κάθετο στον αγωγό.
 - για μια διαδρομή σχήματος ορθογωνίου με το
επίπεδο του παράλληλο στον αγωγό.

Β. σε σωληνοειδές,

- α) μια κυκλική διαδρομή κάθετη στον άξονα του σωληνοειδούς.
β) μια κυκλική διαδρομή σε επίπεδο παράλληλο στον άξονα του σωληνοειδούς.
γ) μια διαδρομή σχήματος ορθογωνίου με το επίπεδο του κάθετο στον άξονα του σωληνοειδούς.
δ) μια διαδρομή σχήματος ορθογωνίου με το επίπεδο του παράλληλο στον άξονα του σωληνοειδούς.

Σημειώστε τις σωστές απαντήσεις.

- 4.8 Δύο μονωμένοι αγωγοί τυλίγονται όπως στο σχήμα 4.31. Οι αγωγοί διαρρέονται από αντίρροπα ρεύματα της ίδιας έντασης. Εξηγήστε γιατί ένα τέτοιο σύστημα δε δημιουργεί γύρω του μαγνητικό πεδίο.



Σχ. 4.31

Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

- 4.9 Να αντιστοιχίσετε τα στοιχεία της αριστερής στήλης στα στοιχεία της δεξιάς.

- | | |
|-----------------------|----------------------------------|
| 1. Ευθύγραμμος αγωγός | A. $\mu_0 I \frac{N}{l}$ |
| 2. Κυκλικός αγωγός | B. $\frac{\mu_0 2I}{4\pi r}$ |
| 3. Σωληνοειδές | Γ. $\frac{\mu_0 2\pi I}{4\pi r}$ |
| | Δ. $\frac{\mu_0 I}{4\pi 2r}$ |

- 4.10 Το μαγνητικό πεδίο ευθύγραμμου ρευματοφόρου αγωγού πολύ μεγάλου μήκους παριστάνεται με δυναμικές γραμμές που
α) είναι παράλληλες και ισαπέχουσες.
β) έχουν την κατεύθυνση του αγωγού.
γ) είναι ομόκεντροι κύκλοι παράλληλοι στον αγωγό.
δ) είναι ομόκεντροι κύκλοι κάθετοι στον αγωγό με κέντρο τον αγωγό.

Ποια είναι η σωστή πρόταση;

- 4.11 Το μέτρο του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό σωληνοειδούς που διαρρέεται από ρεύμα είναι:
α) ανάλογο με το μήκος του σωληνοειδούς.
β) ανάλογο με την ένταση του ρεύματος που το διαρρέει.
γ) αντίστροφα ανάλογο του αριθμού των σπειρών του.
δ) Αντίστροφα ανάλογο της ακτίνας των σπειρών του.

Σημειώστε τη σωστή απάντηση.

Δύναμη σε κινούμενο ηλεκτρικό φορτίο

- 4.14 Μπορεί ένα ακίνητο πρωτόνιο να τεθεί σε κίνηση
α) από ένα μαγνητικό πεδίο;
β) από ένα ηλεκτρικό πεδίο;

4.15 Η δύναμη που ασκεί το μαγνητικό πεδίο σε κινούμενο ηλεκτρικό φορτίο έχει

- α) την κατεύθυνση των δυναμικών γραμμών αν πρόκειται για θετικό φορτίο και αντίθετη αν πρόκειται για αρνητικό.
- β) τη διεύθυνση της ταχύτητας.
- γ) διεύθυνση που σχηματίζει με τις δυναμικές γραμμές γωνία ϕ

$$\text{με } \eta\mu\phi = \frac{F}{Bqv}$$

- δ) διεύθυνση κάθετη στο επίπεδο που ορίζεται από το \mathbf{B} και την ταχύτητα.

Επιλέξτε τη σωστή απάντηση.

4.16 Η δύναμη που ασκεί το μαγνητικό πεδίο σε κινούμενο ηλεκτρικό φορτίο, εξαρτάται από:

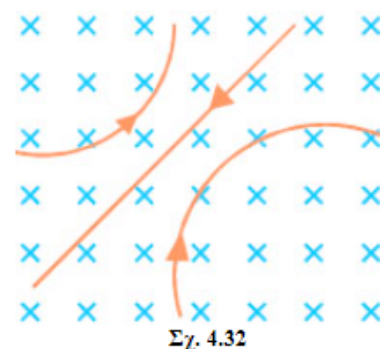
- α) το φορτίο του σωματιδίου.
- β) τη μάζα του.
- γ) τη διεύθυνση της ταχύτητας του.
- δ) την τιμή του πηλίκου q/m .

Επιλέξτε την ή τις σωστές απαντήσεις

4.17 Ένα ηλεκτρόνιο διέρχεται από κάποιο χώρο χωρίς να εκτραπεί από την πορεία του. Μπορούμε να συμπεράνουμε ότι δεν υπάρχει μαγνητικό πεδίο στο χώρο αυτό;

4.18 Στο σχ.4.32 βλέπουμε τις τροχιές τριών σωματιδίων μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Τι συμπέρασμα βγάζετε για το είδος του φορτίου κάθε σωματιδίου;

4.19 Ένα ηλεκτρόνιο εισέρχεται με ταχύτητα v σε ένα σωληνοειδές που διαρρέεται από ρεύμα. Να περιγράψετε τη κίνηση του ηλεκτρονίου, όσο χρόνο παραμένει μέσα στο σωληνοειδές, α) αν εισέρχεται παράλληλα με τον άξονα του σωληνοειδούς, β) αν εισέρχεται κάθετα στον άξονα του σωληνοειδούς

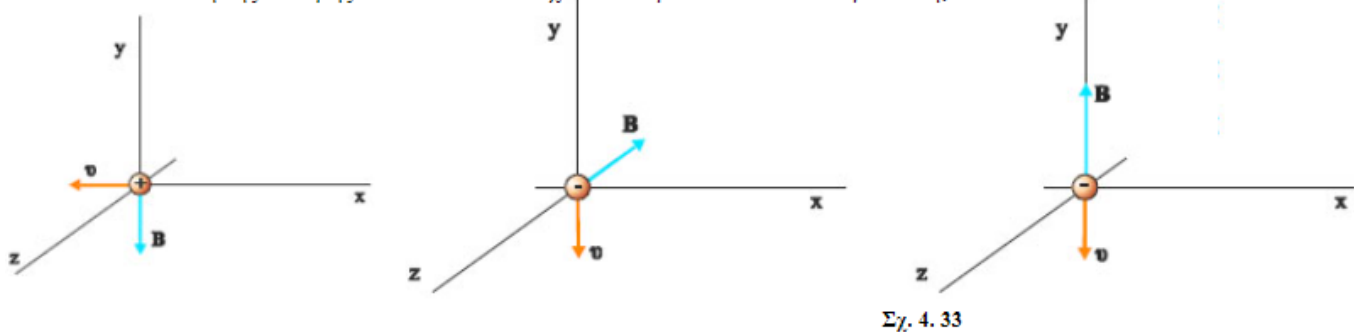


χρόνο παραμένει μέσα στο σωληνοειδές, α) αν εισέρχεται παράλληλα με τον άξονα του σωληνοειδούς, β) αν εισέρχεται κάθετα στον άξονα του σωληνοειδούς

4.20 Η ένταση της κοσμικής ακτινοβολίας (φορτισμένα σωματίδια προερχόμενα από το Διάστημα που κινούνται με πολύ μεγάλες ταχύτητες) στην Αλάσκα είναι πολύ μεγαλύτερη απ' όση στη χώρα μας. Πού νομίζετε ότι οφείλεται αυτό;

4.21 Γιατί χαλάει η εικόνα της τηλεόρασης εάν κοντά της τοποθετήσουμε ένα μαγνήτη;

4.22 Στο σχήμα 4.33 φαίνονται τρεις περιπτώσεις στις οποίες φορτισμένο σωματίδιο κινείται με ταχύτητα v μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο \mathbf{B} . Ποια είναι η κατεύθυνση της δύναμης Lorentz που θα δεχτεί το σωματίδιο σε κάθε περίπτωση;

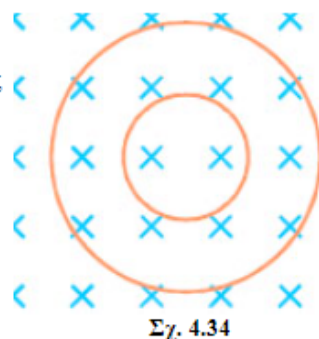


4.23 Δύο ηλεκτρόνια κινούνται κυκλικά, στο ίδιο μαγνητικό πεδίο, με ταχύτητες v_1 και v_2 για τις οποίες ισχύει $v_1 > v_2$. Ποιες από τις επόμενες προτάσεις είναι ορθές;

- A. Για τις ακτίνες περιστροφής τους ισχύει α) $R_1 = R_2$ β) $R_1 > R_2$ γ) $R_1 < R_2$.
- B. Για τις συχνότητες περιστροφής ισχύει α) $f_1 = f_2$ β) $f_1 > f_2$ γ) $f_1 < f_2$.

4.24 Στο σχήμα 4.34 φαίνονται οι τροχιές ενός πρωτονίου και ενός ηλεκτρονίου που κινούνται με ταχύτητα ίδιου μέτρου μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο \mathbf{B} .

- α) Ποιο από τα δύο σωματίδια αντιστοιχεί στην τροχιά μεγαλύτερης ακτίνας;
β) Ποια είναι η φορά της κίνησης κάθε σωματιδίου



Σχ. 4.34

4.25 Φορτισμένο σωματίδιο κινείται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο κάθετα στις δυναμικές γραμμές του.

Ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές;

- α) Το μαγνητικό πεδίο δε μεταβάλλει την ορμή του.
β) Το μαγνητικό πεδίο δεν επιταχύνει το σωματίδιο.
γ) Το μαγνητικό πεδίο δε μεταβάλλει την κινητική ενέργεια του σωματιδίου
δ) Η δύναμη του μαγνητικού πεδίου δεν παράγει έργο

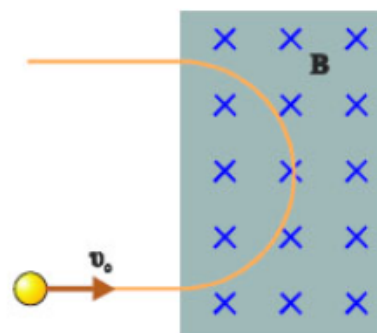
4.25 Φορτισμένο σωματίδιο κινείται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο κάθετα στις δυναμικές γραμμές του.

Ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές;

- α) Το μαγνητικό πεδίο δε μεταβάλλει την ορμή του.
β) Το μαγνητικό πεδίο δεν επιταχύνει το σωματίδιο.
γ) Το μαγνητικό πεδίο δε μεταβάλλει την κινητική ενέργεια του σωματιδίου
δ) Η δύναμη του μαγνητικού πεδίου δεν παράγει έργο

4.26 Ένα φορτισμένο σωματίδιο εισέρχεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με ταχύτητα v_0 κάθετη στις δυναμικές του γραμμές και αφού διαγράφει ημικύκλιο, όπως δείχνει το σχ. 4.35, εξέρχεται από αυτό σε χρόνο t_1 .

- A. Τι είδους φορτίο έχει το σωματίδιο;
B. Ένα δεύτερο όμοιο σωματίδιο μπαίνει στο μαγνητικό πεδίο με ταχύτητα $2v_0$.
Γ. i. Για το χρόνο t_2 παραμονής του δεύτερου σωματιδίου στο πεδίο ισχύει α) $t_1 = t_2$; β) $t_1 > t_2$; γ) $t_1 < t_2$;
ii. Για την ακτίνα της τροχιάς του δεύτερου σωματιδίου R_2 ισχύει α) $R_1 = R_2$; β) $R_1 > R_2$; γ) $R_1 < R_2$;

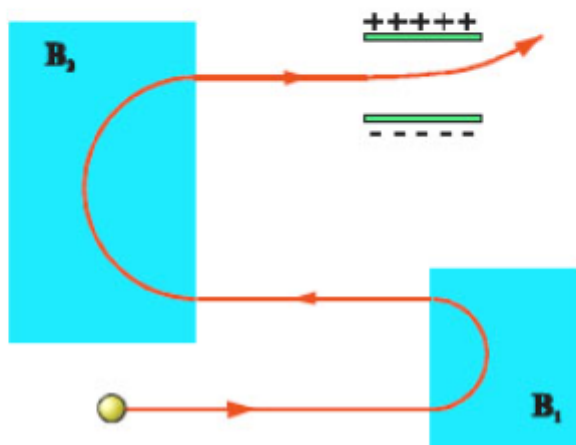


Σχ. 4.35

Σημειώστε τις σωστές απαντήσεις.

4.27 Στο σχήμα 4.36 η κόκκινη γραμμή δείχνει την τροχιά ενός φορτισμένου σωματιδίου. Το σωματίδιο κατά την κίνησή του περνάει από δύο μαγνητικά πεδία \mathbf{B}_1 και \mathbf{B}_2 (είναι οι γαλάζιες περιοχές του σχήματος) όπου διαγράφει ημικυκλικές τροχιές. Στη συνέχεια εισέρχεται στο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο, που δημιουργείται στο εσωτερικό φορτισμένου πυκνωτή.

- α) Τι είδους φορτίο φέρει το σωματίδιο;
β) Ποιες είναι οι κατευθύνσεις των δύο μαγνητικών πεδίων;
γ) Ποιο μαγνητικό πεδίο είναι πιο ισχυρό;
δ) Σε ποιο από τα δύο μαγνητικά πεδία το σωματίδιο παραμένει περισσότερο χρόνο;



Σχ. 4.36

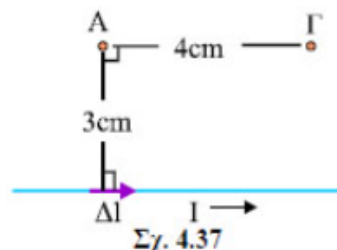
4.28 Τι κίνηση κάνει ένα φορτισμένο σωματίδιο που εισέρχεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με τυχαία γωνία ως προς τις δυναμικές γραμμές του; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

- 4.29 Συμπληρώστε τα κενά.
Ο φασματογράφος μάζας είναι μια διάταξη που μετράει το πηλίκο
προς ενός ιόντος. Χρησιμοποιείται για το διαχωρισμό
- 4.30 Να περιγραφούν τα βασικά μέρη από τα οποία αποτελείται ένας φασματογράφος μάζας και να εξηγηθεί η λειτουργία τους.
- 4.31 Με ποια διάταξη μπορούμε από μια δέσμη φορτισμένων σωματιδίων, με διαφορετικές ταχύτητες να πάρουμε δέσμη στην οποία όλα τα σωματίδια θα έχουν την ίδια ταχύτητα; Περιγράψτε τη διάταξη και τη λειτουργία της.

Δύναμη Laplace – μαγνητική δύναμη ανάμεσα σε παράλληλους αγωγούς

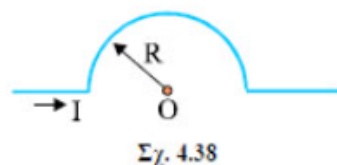
- 4.32 Περιγράψτε τρεις τρόπους με τους οποίους μπορούμε να διαπιστώσουμε την ύπαρξη μαγνητικού πεδίου.
- 4.33 Ευθύγραμμος αγωγός που διαρρέεται από ρεύμα βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Ποιος πρέπει να είναι ο προσανατολισμός του αγωγού ώστε η δύναμη που δέχεται από το μαγνητικό πεδίο να είναι η μέγιστη δυνατή;
- 4.34 Συμπληρώστε τα κενά:
Ευθύγραμμος αγωγός, που διαρρέεται από ρεύμα, βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Η δύναμη που δέχεται ο αγωγός είναι κάθετη στο επίπεδο που ορίζεται από και η φορά της δίνεται από
- 4.35 Συμπληρώστε τις επόμενες προτάσεις:
Δύο παράλληλοι αγωγοί πολύ μεγάλου μήκους που διαρρέονται από ρεύματα έλκονται, ενώ αν διαρρέονται από ρεύματα Η δύναμη που ασκεί ο ένας αγωγός σε μήκος l του άλλου είναι ανάλογη με το γινόμενο και με το μήκος l και αντίστροφα ανάλογη

ΑΣΚΗΣΕΙΣ



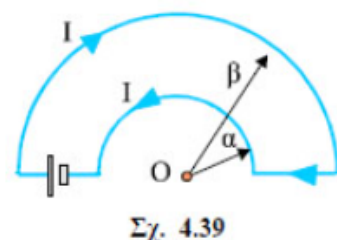
Νόμος των Biot και Savart

- 4.36 Ο ευθύγραμμος αγωγός του σχήματος 4.37 διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I=10\text{A}$. Υπολογίστε το μαγνητικό πεδίο \mathbf{B} που δημιουργεί τμήμα Δl , του αγωγού μήκους $\Delta l=0,2\text{cm}$ (το Δl να θεωρηθεί στοιχειώδες) στα σημεία A και Γ. Δίνεται: $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A}$.
[Απ: $0,22 \times 10^{-5} \text{ T}$]



- 4.37 Ο αγωγός του σχήματος 4.38 αποτελείται από δύο ευθύγραμμα τμήματα μεγάλου μήκους και ένα ημικυκλικό, ακτίνας R. Να υπολογιστεί το μαγνητικό πεδίο που δημιουργεί ο αγωγός στο σημείο O, κέντρο του ημικυκλίου, όταν διαρρέεται από ρεύμα έντασης I.

[Απ: $\frac{\mu_0 I}{4R}$]

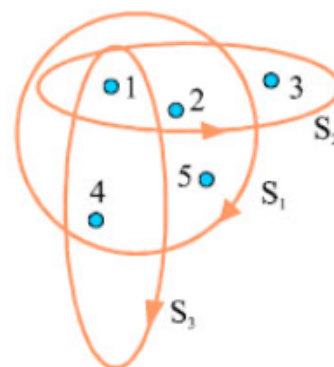


- 4.38 Ο αγωγός του σχήματος 4.39 διαρρέεται από ρεύμα έντασης I και αποτελείται από δύο ομόκεντρα ημικυκλικά τμήματα, ακτίνων α και β , που είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους με δύο ακτινικά ευθύγραμμα τμήματα. Να υπολογιστεί το μαγνητικό πεδίο στο κέντρο των ημικυκλικών τμημάτων.

[Απ: $\frac{\mu_0 I(\beta - \alpha)}{4\alpha\beta}$]

Αμπέρε - μαγνητική ροή - νόμος του Gauss στο μαγνητισμό

4.39 Πέντε σύρματα που διαρρέονται το καθένα από ρεύμα έντασης $I=10\text{A}$ κόβουν κάθετα τη σελίδα στα σημεία που φαίνονται στο σχήμα 4.40. Στα σύρματα με περιττό αριθμό τα ρεύματα έχουν φορά προς τον αναγνώστη ενώ στα σύρματα με άρτιο αριθμό, η φορά του ρεύματος είναι από τον αναγνώστη προς τη σελίδα. Υπολογίστε το άθροισμα των γινομένων $B \, dl \, \sin\theta$ πάνω σε κάθε κλειστή διαδρομή S_1, S_2, S_3 που φαίνονται στο σχήμα, με τη φορά που δείχνει το βέλος.



Σχ. 4.40

$$\text{Δίνεται: } \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A.}$$

$$[\text{Απ: } 0,4\pi \times 10^{-6} \text{ Tm, } 0]$$

4.40 Πηνίο αποτελείται από $N=400$ σπείρες και έχει μήκος $l=10\text{cm}$. Η κάθε σπείρα έχει διάμετρο $\Delta=2\text{cm}$. Το πηνίο διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I=10\text{A}$. Να υπολογιστεί η μαγνητική ροή που διέρχεται από κάθε σπείρα του πηνίου.

$$\text{Δίνεται: } \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A.}$$

$$[\text{Απ: } 16\pi^2 \times 10^{-7} \text{ Wb}]$$

Δύναμη που ασκεί το μαγνητικό πεδίο σε κινούμενο ηλεκτρικό φορτίο

4.41 Ηλεκτρόνιο βάλλεται με ταχύτητα $v=104 \text{ m/s}$, κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης $B=2 \times 10^{-2} \text{ T}$. Να υπολογιστεί η ακτίνα και η περίοδος περιστροφής του ηλεκτρονίου. Δίνονται το στοιχειώδες φορτίο $e=1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ και η μάζα του ηλεκτρονίου $m_e=9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

$$[\text{Απ: } 2,84 \times 10^{-6} \text{ m, } 17,86 \times 10^{-10} \text{ s}]$$

4.42 Φορτισμένο σωματίδιο διαγράφει κυκλική τροχιά ακτίνας $R=20\text{cm}$, μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με $B=2\text{T}$. Αν το φορτίο του σωματιδίου είναι $2 \times 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ να υπολογιστεί το μέτρο της ορμής του.

$$[\text{Απ: } 1,28 \times 10^{-19} \text{ kg m/s}]$$

4.43 Τι τιμή πρέπει να έχει ένα μαγνητικό πεδίο στο διάστημα, ώστε να αναγκάσει ένα πρωτόνιο που κινείται με ταχύτητα $v=107\text{m/s}$ κάθετα στις δυναμικές του γραμμές, να διαγράψει κυκλική τροχιά ακτίνας ίσης με την ακτίνα της Γης.

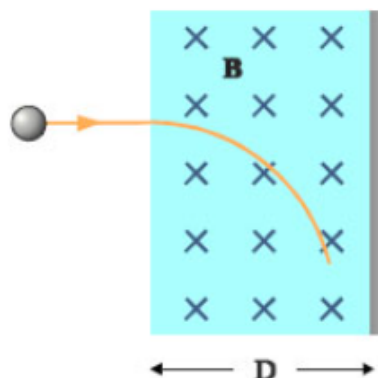
$$\text{Δίνονται } m_p=1,6 \cdot 10^{-27} \text{ kg } e=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C } \text{ και } R_\Gamma=6400\text{km}$$

$$[\text{Απ: } 15,6 \times 10^{-19} \text{ T}]$$

4.44 Ένα πρωτόνιο και ένα σωματίο α (πυρήνας του ηλίου ${}^4_2\text{He}$) έχουν ίσες κινητικές ενέργειες και μπαίνουν σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, κάθετα στις δυναμικές γραμμές. Αν η ακτίνα περιστροφής του πρωτονίου είναι $R_p=10\text{cm}$ να υπολογιστεί η ακτίνα περιστροφής του σωματιδίου α . Δίνεται ότι η μάζα του σωματιδίου α είναι τετραπλάσια της μάζας του πρωτονίου και ότι το φορτίο του α διπλάσιο του φορτίου του πρωτονίου.

$$[\text{Απ: } R_\alpha = 10 \text{ cm}]$$

4.46 Μια δέσμη από ηλεκτρόνια με κινητική ενέργεια K κατευθύνεται προς μεταλλική επιφάνεια που είναι τοποθετημένη κάθετα στη διεύθυνση της δέσμης. Μπροστά από τη μεταλλική επιφάνεια υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο με τις δυναμικές του γραμμές παράλληλες στην επιφάνεια. Το εύρος του μαγνητικού πεδίου είναι D (σχ. 4.41). Ποια είναι η ελάχιστη τιμή B του μαγνητικού πεδίου ώστε τα ηλεκτρόνια να μην πέφτουν πάνω στη μεταλλική επιφάνεια. Δίνονται: η μάζα του ηλεκτρονίου m_e και το στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο e .



Σχ. 4.41

$$[\text{Απ: } B = \sqrt{\frac{2m_e K}{e^2 D^2}}]$$

4.47 Ένα ηλεκτρόνιο το οποίο έχει κινητική ενέργεια $K=20\text{eV}$ ($1\text{eV}=1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$) μπαίνει σε περιοχή όπου υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο $B=5 \times 10^{-4} \text{ T}$. Αν η ταχύτητα του ηλεκτρονίου σχηματίζει γωνία $\phi=60^\circ$ με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου, βρείτε το βήμα της έλικας που θα διαγράψει.

$$\text{Δίνονται } m_e=9,1 \times 10^{-31} \text{ kg } \text{ και } e=1,6 \times 10^{-19} \text{ C.}$$

$$[\text{Απ: } 2 \times 10^{-8} \text{ C, } 3 \text{ m}]$$

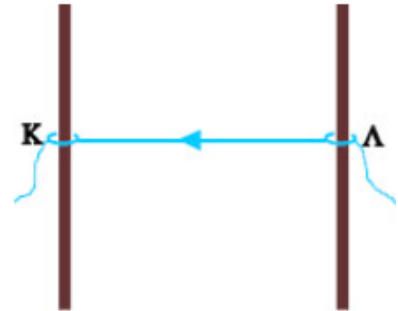
- 4.48 Ένα πρωτόνιο επιταχύνεται σε τάση $V=2000\text{V}$ και στη συνέχεια εισέρχεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο κάθετα στις δυναμικές γραμμές. Να υπολογιστεί η ακτίνα της τροχιάς που θα διαγράψει μέσα στο μαγνητικό πεδίο. Δίνονται το μαγνητικό πεδίο $B=2 \times 10^{-2}\text{T}$, το στοιχειώδες φορτίο $e=1,6 \times 10^{-19}\text{C}$ και η μάζα του πρωτονίου $m_p=1,6 \times 10^{-27}\text{kg}$.

[Απ: $0,316\text{ m}$]

Δύναμη Laplace

- 4.49 Αγωγός μήκους $l=40\text{cm}$ που διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I=8\text{A}$, βρίσκεται ανάμεσα στους πόλους ισχυρού ηλεκτρομαγνήτη που δημιουργεί μαγνητικό πεδίο $B=1,2\text{T}$. Να υπολογιστεί η δύναμη που δέχεται ο αγωγός,
 α) αν είναι κάθετος στις δυναμικές γραμμές του πεδίου, και
 β) αν σχηματίζει γωνία 30° , με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου.

[Απ: α) $3,84\text{ N}$, β) $1,92\text{ N}$]



Σχ. 4.42

- 4.50 Ο αγωγός ΚΛ (σχ. 4.42) έχει μάζα 40g και μήκος $l=0,5\text{m}$, είναι οριζόντιος και μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές πάνω σε δύο κατακόρυφους οδηγούς από μονωτικό υλικό. Τα άκρα Κ και Λ του αγωγού συνδέονται με πηγή, οπότε ο αγωγός διαρρέεται από ρεύμα έντασης 10A . Όλο το σύστημα βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο \mathbf{B} , κάθετο στο επίπεδο που ορίζεται από τον ΚΛ και τους κατακόρυφους οδηγούς.

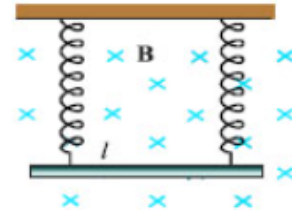
- α) Ποια είναι η φορά και το μέτρο του μαγνητικού πεδίου ώστε ο αγωγός ΚΛ να ισορροπεί;
 β) Ποιο πρέπει να είναι το μέτρο του μαγνητικού πεδίου \mathbf{B} ώστε ο αγωγός να κινείται προς τα κάτω με επιτάχυνση $a=2\text{m/s}^2$.

Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$.

[Απ: α) $8 \times 10^{-2}\text{ T}$ β) $6,4 \times 10^{-2}\text{ T}$]

- 4.51 Ο ευθύγραμμος αγωγός του σχήματος 4.43 έχει μάζα $m=10\text{gr}$, μήκος $l=1\text{m}$ και κρέμεται κατακόρυφα από δύο όμοια ελατήρια. Όλο το σύστημα βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο $B=0,2\text{T}$. Να σχεδιαστεί η φορά του ρεύματος που πρέπει να διαρρέει τον αγωγό και να υπολογιστεί η τιμή του ώστε αυτός να ισορροπεί χωρίς να δέχεται δύναμη από τα ελατήρια (τα ελατήρια να διατηρούν το φυσικό τους μήκος). Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$.

[Απ: $0,5\text{ A}$]



Σχ. 4.43

Δυνάμεις μεταξύ παράλληλων ρευμάτων

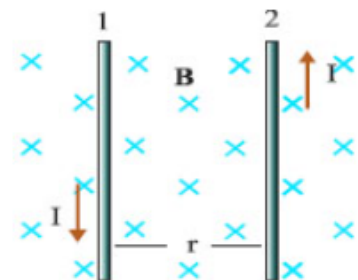
- 4.52 Δύο παράλληλοι αγωγοί, πολύ μεγάλου μήκους διαρρέονται από ομόρροπα ρεύματα $I_1=10\text{A}$ και $I_2=30\text{A}$. Οι αγωγοί απέχουν μεταξύ τους απόσταση $d=8\text{cm}$. Τρίτος αγωγός που διαρρέεται από ρεύμα $I_3=10\text{A}$ είναι παράλληλος με τους δύο πρώτους, βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο με αυτούς και στο μέσον της απόστασής τους. Αν το ρεύμα που διαρρέει τον τρίτο αγωγό έχει αντίθετη φορά από τα ρεύματα I_1 και I_2 , να υπολογιστεί η δύναμη που δέχεται ο τρίτος αγωγός, ανά μονάδα μήκους του, από τους άλλους δύο.

Δίνεται : $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\text{ Tm/A}$.

[Απ: 10^3 N/m]

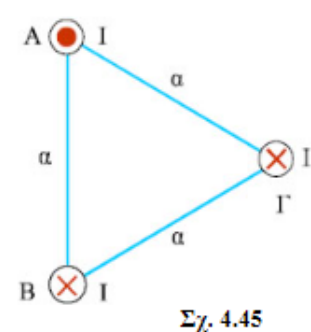
- 4.53 Δύο παράλληλοι αγωγοί μεγάλου μήκους διαρρέονται από αντίρροπα ρεύματα $I=10\text{A}$ και βρίσκονται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο $B=0,5 \times 10^{-4}\text{ T}$, με το επίπεδο που ορίζουν κάθετο στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου (σχ. 4.44). Ο αγωγός 1 είναι ακλόνητα στερεωμένος και ο αγωγός 2 ελεύθερος να κινηθεί. Να υπολογιστεί ποια πρέπει να είναι η μεταξύ τους απόσταση r ώστε ο αγωγός 2 να ισορροπεί. Δίνεται : $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\text{ Tm/A}$.

[Απ: 4cm]



Σχ. 4.44

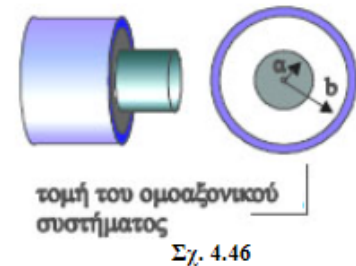
- 4.54 Τρεις παράλληλοι μεταλλικοί αγωγοί Α, Β, και Γ διαρρέονται από ρεύματα της ίδιας έντασης $I=50\text{A}$ και απέχουν ανά δύο απόσταση $a=30\text{cm}$. Στο σχήμα 4.45 παριστάνεται η τομή των τριών αγωγών με επίπεδο κάθετο σε αυτούς. Οι αγωγοί Β και Γ διαρρέονται από ομόρροπα ρεύματα ενώ οι αγωγοί Α και Β διαρρέονται με αντίρροπα ρεύματα. Να υπολογιστεί το μέτρο της δύναμης που δέχεται η μονάδα μήκους του αγωγού Γ από τους άλλους δύο αγωγούς.
 Δίνεται : $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A}$
 [Απ: $166,7 \times 10^{-5} \text{ N/m}$]



Σχ. 4.45

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

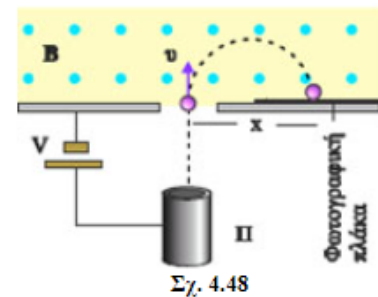
- 4.56 Ευθύγραμμο σύρμα που έχει διατομή ακτίνας a περιβάλλεται από λεπτό κυλινδρικό αγωγό κελύφους ακτίνας b . Ο άξονας του κελύφους συμπίπτει με τον άξονα του σύρματος (σχ. 4.46). Μεταξύ του σύρματος και του κελύφους υπάρχει μονωτικό υλικό. (Η διάταξη ονομάζεται ομοαξονικό σύστημα αγωγών ή ομοαξονικό καλώδιο). Οι δύο αγωγοί διαρρέονται από ρεύματα I_1 και I_2 αντίθετης φοράς. Υπολογίστε το μαγνητικό πεδίο σε ένα σημείο που απέχει απόσταση r από τον κοινό άξονα και βρίσκεται α) μεταξύ των δύο αγωγών ($a < r < b$) και β) έξω από το σύστημα των δύο αγωγών ($r > b$). Εξετάστε και την περίπτωση όπου $I_1=I_2$. Η μαγνητική διαπερατότητα του μονωτικού υλικού θα θεωρηθεί ίση με ένα.



Σχ. 4.46

[Απ: α) $B = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r}$, β) $B = \frac{\mu_0 |I_1 - I_2|}{2\pi r}$]

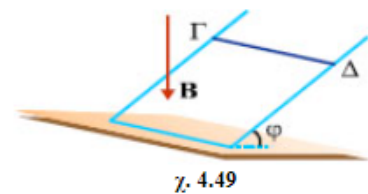
- 4.58 Στο σχήμα 4.48 παριστάνεται ένας φασματογράφος μάζας. Τα ιόντα που παράγονται από την πηγή Π αφού επιταχυνθούν από ηλεκτρικό πεδίο που δημιουργείται από τάση V , εισέρχονται σε περιοχή όπου υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο B , κάθετα στις δυναμικές γραμμές του. Εκεί, αφού διαγράφουν ημικυκλική τροχιά, πέφτουν σε φωτογραφική πλάκα όπου αποτυπώνεται το ίχνος τους. Γνωρίζοντας το φορτίο των ιόντων, την τάση V , το μαγνητικό πεδίο B και την απόσταση x , του ίχνους στη φωτογραφική πλάκα από το σημείο εισόδου, μπορούμε να υπολογίσουμε τη μάζα των ιόντων. Αν $V=95\text{V}$, $B=0,08\text{T}$ το φορτίο κάποιου ιόντος είναι $q=1,6 \times 10^{-19}\text{C}$ και η απόσταση x βρέθηκε $0,5\text{m}$ υπολογίστε τη μάζα του ιόντος.
 [Απ: $3,368 \times 10^{-25} \text{ kg}$]



Σχ. 4.48

- 4.59 Σε ομογενές μαγνητικό πεδίο $B=1\text{T}$ εισέρχεται ηλεκτρόνιο με ταχύτητα $v=10^7\text{m/s}$. Το διάνυσμα της ταχύτητας σχηματίζει γωνία $\varphi=60^\circ$ με τη διεύθυνση των δυναμικών γραμμών του πεδίου. Να υπολογιστεί πόσες κυκλικές περιφορές θα κάνει το ηλεκτρόνιο μέχρι να διατρέξει απόσταση $x=1\text{m}$ κατά τη διεύθυνση των δυναμικών γραμμών. Δίνονται $m_e=9,1 \times 10^{-31}\text{kg}$ και $e=1,6 \times 10^{-19}\text{C}$.
 [Απ: 5600 περιφορές]
- 4.60 Ηλεκτρόνιο μπαίνει σε χώρο δύο πεδίων, ενός ηλεκτρικού και ενός μαγνητικού, με δυναμικές γραμμές παράλληλες και αντίρροπες. Η ταχύτητα του ηλεκτρονίου είναι κάθετη στις δυναμικές γραμμές των πεδίων. Να μελετηθεί η κίνησή του.
- 4.61 Το γλώριο αποτελείται από δύο ισότοπα. Οι μάζες των ισωτόπων είναι $m_1=37 \times 1,673 \times 10^{-27} \text{ kg}$ και $m_2=35 \times 1,673 \times 10^{-27} \text{ kg}$. Μονοσθενή ιόντα γλωρίου επιταχύνονται από την ηρεμία με τάση $V=7 \text{ kV}$. Στη συνέχεια κινούνται μέσα στο ομογενές μαγνητικό πεδίο $B=0,5\text{T}$ ενός φασματογράφου μάζας και πέφτουν στη φωτογραφική πλάκα. Βρείτε πόσο θα απέχουν τα ίχνη των δύο ισωτόπων στη φωτογραφική πλάκα.
 [Απ: $8 \times 10^{-3} \text{ m}$]

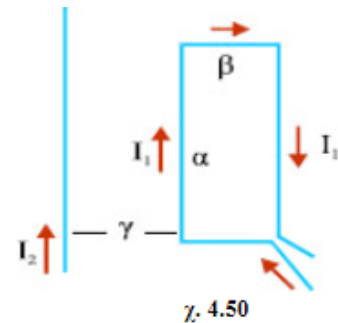
- 4.62 Αγωγός ΓΔ μάζας $m=60\text{gr}$ και μήκους $l=20\text{cm}$, μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές μένοντας συνεχώς οριζόντιος, πάνω σε δύο παράλληλες ράβδους από μονωτικό υλικό που σχηματίζουν γωνία $\varphi=30^\circ$ με την οριζόντια διεύθυνση. Το όλο σύστημα βρίσκεται μέσα σε ομογενές κατακόρυφο μαγνητικό πεδίο, $B=1\text{T}$ (σχ. 4.49) Να βρείτε τη φορά και την ένταση του ρεύματος που πρέπει να διαρρέει τον αγωγό ΓΔ ώστε να ισορροπεί.



Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$.

[Απ: $\sqrt{3}\text{A}$]

- 4.63 Ορθογώνιο πλαίσιο έχει πλευρές α και β και διαρρέεται από ρεύμα έντασης I_1 (σχ. 4.50). Ένας ευθύγραμμος αγωγός πολύ μεγάλου μήκους βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο με το πλαίσιο, διαρρέεται από ρεύμα I_2 , είναι παράλληλος με τις πλευρές του πλαισίου μήκους α και απέχει από την πιο κοντινή πλευρά απόσταση γ . Να υπολογιστεί η συνολική δύναμη που δέχεται το πλαίσιο από τον ευθύγραμμο αγωγό. Δίνονται τα μ_0 , I_1 , I_2 , α , β , γ .



[Απ: $F = \frac{\mu_0 I_1 I_2 \alpha \beta}{2\pi\gamma(\gamma + \beta)}$]

ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΠΑΓΩΓΗ

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

Νόμος της επαγωγής

- 5.1 Ένας κυκλικός βρόχος βρίσκεται μέσα στο ομογενές μαγνητικό πεδίο που δημιουργεί ένας ηλεκτρομαγνήτης. Βρείτε τι προσανατολισμό πρέπει να έχει ο βρόχος ώστε η μαγνητική ροή που τον διαπερνά να είναι

- α) μέγιστη,
β) ελάχιστη.

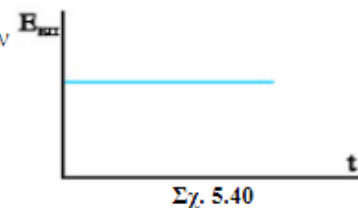
- 5.2 Συμπληρώστε τις προτάσεις:

Όταν πλησιάσουμε ένα ραβδόμορφο μαγνήτη σε ένα πηνίο, έτσι ώστε οι άξονες τους να συμπίπτουν, μεταβάλλεται που διέρχεται από τις σπείρες του πηνίου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να δημιουργηθεί στο πηνίο Το φαινόμενο ονομάζεται

- 5.3 Ένα συρμάτινο πλαίσιο βρίσκεται μέσα στο μαγνητικό πεδίο που δημιουργεί ένας ηλεκτρομαγνήτης. Να αναφέρετε δύο τρόπους με τους οποίους μπορεί να δημιουργηθεί ηλεκτρεγερτική δύναμη από επαγωγή στο πλαίσιο.

- 5.4 Αν η μαγνητική ροή που διέρχεται από την επιφάνεια που ορίζει ένας αγωγός αυξάνεται με σταθερό ρυθμό, η ηλεκτρεγερτική δύναμη που δημιουργείται στον αγωγό α) αυξάνεται; β) μειώνεται; ή γ) μένει σταθερή;

- 5.5 Στο διάγραμμα $\mathcal{E}_{\text{επ}} = f(t)$ του σχήματος 5.40 παριστάνεται γραφικά η ηλεκτρεγερτική δύναμη που επάγεται σε ένα κύκλωμα. Τι εκφράζει το εμβαδόν της επιφάνειας που περικλείεται ανάμεσα στη γραμμή του διαγράμματος και τον άξονα των χρόνων;

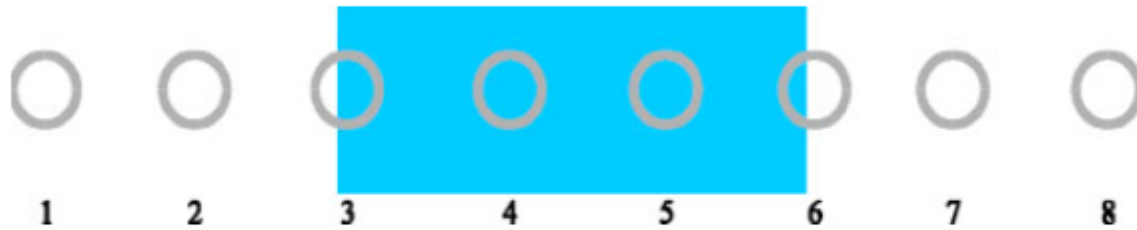


- 5.6 Το συνολικό φορτίο που μετακινείται σε κλειστό κύκλωμα, λόγω του φαινομένου της επαγωγής, εξαρτάται από

- α) τη χρονική διάρκεια του φαινομένου.
β) το ρυθμό με τον οποίο μεταβάλλεται η μαγνητική ροή.
γ) την ένταση του ρεύματος στο κύκλωμα.
δ) την ωμική αντίσταση που παρουσιάζει το κύκλωμα.

Επιλέξτε τη σωστή πρόταση.

- 5.7 Στο σχήμα 5.41 φαίνονται οι διαδοχικές θέσεις ενός μεταλλικού δακτυλίου. Ο δακτύλιος περνάει από ένα μαγνητικό πεδίο (η περιοχή με το γαλάζιο χρώμα) που οι δυναμικές του γραμμές είναι κάθετες στο επίπεδο του δακτυλίου. Σε ποια ή σε ποιες από τις οχτώ φάσεις της κίνησης, που παριστάνονται στο σχήμα αναπτύσσεται ηλεκτρεγερτική δύναμη από επαγωγή στο δακτύλιο;



Σχ. 5.41

- 5.8 Ακίνητος κυκλικός αγωγός βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με το επίπεδο του κάθετο στις δυναμικές γραμμές. Αν το μέτρο B του μαγνητικού πεδίου μειώνεται εκθετικά με το χρόνο, στον αγωγό
- δημιουργείται σταθερή ηλεκτρεγερτική δύναμη.
 - δημιουργείται ηλεκτρεγερτική δύναμη που μεταβάλλεται με το χρόνο.
 - δε δημιουργείται ηλεκτρεγερτική δύναμη.
- Ποια απάντηση είναι ορθή;

Το φαινόμενο της επαγωγής σε κινούμενο αγωγό

- 5.9 Πού οφείλεται το φαινόμενο της επαγωγής στην περίπτωση που ένας αγωγός κινείται μέσα σε σταθερό μαγνητικό πεδίο;

- 5.10 Ένας αγωγός αφήνεται να πέσει από ύψος h , σε περιοχή στην οποία υπάρχει οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο. Ο αγωγός, σε όλη τη διάρκεια της κίνησής του, παραμένει οριζόντιος και κάθετος στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Ποιο από τα παρακάτω διαγράμματα παριστάνει την τάση στα άκρα του στις διάφορες χρονικές στιγμές; (Ω χρονική στιγμή μηδέν θεωρείται η στιγμή που αφέθηκε ελεύθερος ο αγωγός).



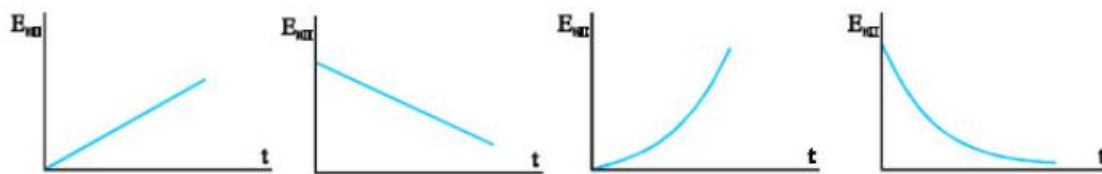
(α)

(β)

(γ)

Σχ. 5.42

- 5.11 Ακίνητος ευθύγραμμος αγωγός πολύ μεγάλου μήκους διαρρέεται από σταθερό ρεύμα έντασης I . Αγωγός AB είναι παράλληλος στον πρώτο και απομακρύνεται από αυτόν με σταθερή ταχύτητα v (σχ. 5.43). Ποιο από τα διαγράμματα στο σχήμα 5.44 παριστάνει την ηλεκτρεγερτική δύναμη που αναπτύσσεται στον αγωγό AB κατά την κίνησή του, σε συνάρτηση με το χρόνο;



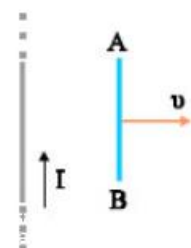
(α)

(β)

(γ)

(δ)

Σχ. 5.44



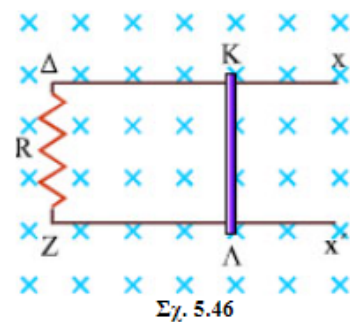
Σχ. 5.43

- 5.12 Ποιες από τις επόμενες προτάσεις είναι σωστές;

- Σε ακίνητο αγωγό μέσα σε σταθερό μαγνητικό πεδίο δεν αναπτύσσεται ηλεκτρεγερτική δύναμη.

- β) Δεν αναπτύσσεται ηλεκτρεγερτική δύναμη σε αγωγό που κινείται μέσα σε ανομοιογενές μαγνητικό πεδίο.
- γ) Σε αγωγό που κινείται παράλληλα στις δυναμικές γραμμές μαγνητικού πεδίου δεν αναπτύσσεται ηλεκτρεγερτική δύναμη.
- δ) Κατά την περιστροφή ενός αγωγού μέσα σε μαγνητικό πεδίο, ηλεκτρεγερτική δύναμη αναπτύσσεται στον αγωγό μόνο αν κατά την κίνηση του τέμνει τις δυναμικές γραμμές του πεδίου.

5.13 Η ράβδος ΚΛ του σχήματος 5.45 μπορεί να ολισθαίνει, χωρίς τριβές, στους οριζώντιους αγωγούς Δχ και Ζχ' παραμένοντας πάντα κάθετη σ' αυτούς. Τα άκρα Δ και Ζ των αγωγών συνδέονται με αντιστάτη R. Όλη η διάταξη βρίσκεται σε ομογενές κατακόρυφο μαγνητικό πεδίο. Δίνουμε στη ράβδο αρχική ταχύτητα υ παράλληλη στους αγωγούς και την αφήνουμε έλευθερη. Η κίνηση της ράβδου θα είναι

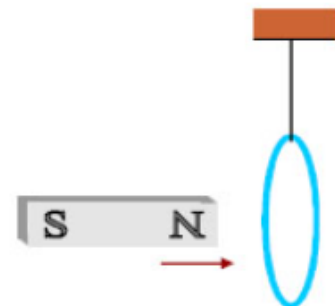


- α) ευθύγραμμη ομαλή.
 - β) ομαλά επιταχυνόμενη.
 - γ) επιταχυνόμενη μέχρις ότου η ταχύτητά της αποκτήσει μια οριακή τιμή (v_{op}).
 - δ) επιβραδυνόμενη.
- Σημειώστε τη σωστή απάντηση και αιτιολογήστε τη.

Ο κανόνας του Lenz

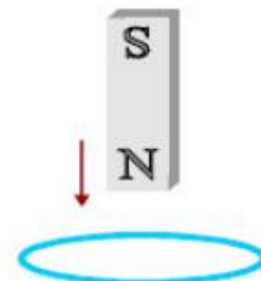
5.14 Να συμπληρωθούν τα κενά:
Ο κανόνας του Lenz είναι συνέπεια μιας γενικότερης αρχής της φυσικής, της αρχής Σύμφωνα με τον κανόνα του Lenz, το ρεύμα που δημιουργείται εξ αιτίας του φαινομένου της επαγωγής έχει τέτοια ώστε να αντιτίθεται στην αιτία που το προκάλεσε.

5.15 ένα λεπτό νήμα κρέμεται αβαρής μεταλλικός δακτύλιος. Εξηγήστε γιατί ο δακτύλιος θα εκτραπεί από τη θέση ισορροπίας του αν πλησιάσουμε σ' αυτόν ένα μαγνήτη, όπως δείχνει το σχήμα. 5.46.
Τι περιμένετε να συμβεί αν ο δακτύλιος έχει εγκοπή;



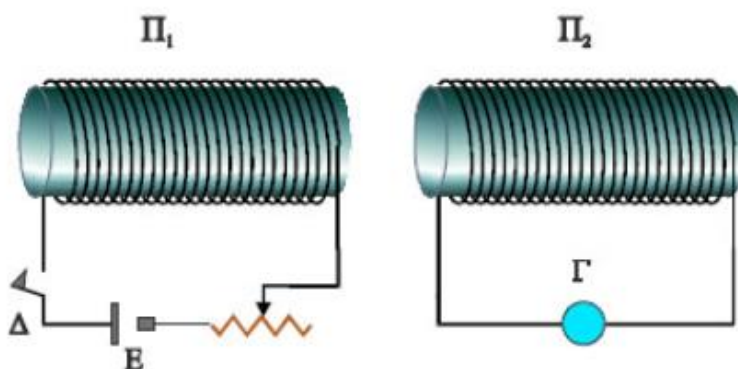
Σχ. 5.46

5.16 Αφήνουμε ένα μαγνήτη να πέσει κατακόρυφα. Κάτω από το μαγνήτη βρίσκεται οριζόντιος κυκλικός αγωγός (σχ. 5.47). Να συγκρίνετε την επιτάχυνση που έχει ο μαγνήτης στις διάφορες θέσεις του με την επιτάχυνση της βαρύτητας.



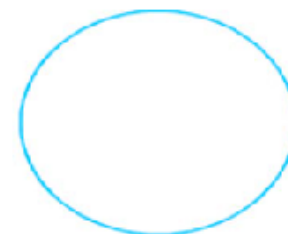
Σχ. 5.47

5.17 Βρείτε τη φορά του ρεύματος στο πηνίο Π_2 μόλις κλείσουμε το διακόπτη στο πηνίο Π_1 (σχ.5.48).



Σχ. 5.48

5.18 Ο δακτύλιος του σχήματος 5.49 βρίσκεται μέσα σε μεταβαλλόμενο ομογενές μαγνητικό πεδίο. Το επίπεδο του δακτυλίου είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Όταν το μαγνητικό πεδίο αυξάνεται, ο δακτύλιος διαρρέεται από ρεύμα που έχει τη φορά των δεικτών του ρολογιού. Ποια είναι η φορά των δυναμικών γραμμών του πεδίου;



Σχ. 5.49

Εναλλασσόμενη τάση – εναλλασσόμενο ρεύμα

- 5.19 Σε ποιο φυσικό φαινόμενο στηρίζεται η παραγωγή εναλλασσόμενης τάσης;
- 5.20 Εάν αυξηθεί η συχνότητα περιστροφής του ρότορα μιας ηλεκτρογεννήτριας τι θα συμβεί στην ενεργό τιμή της τάσης που παρέχει η ηλεκτρογεννήτρια;
- Θα παραμείνει ίδια;
 - Θα αυξηθεί;
 - Θα μειωθεί;
- Επιλέξτε το σωστό.
- 5.21 Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές;
- Η φορά του εναλλασσόμενου ρεύματος αλλάζει περιοδικά.
 - Η εναλλασσόμενη τάση στα άκρα ενός αντιστάτη και το ρεύμα που τον διαρρέει έχουν την ίδια συχνότητα και βρίσκονται σε φάση (παίρνουν ταυτόχρονα μέγιστη και ελάχιστη τιμή).
 - Η ενεργός τιμή του εναλλασσόμενου ρεύματος αποτελεί τη μέση τιμή της έντασής του.
 - Το αίτιο παραγωγής θερμότητας σε ένα αντιστάτη όταν διαρρέεται από ρεύμα είναι ίδιο, είτε πρόκειται για συνεχές είτε για εναλλασσόμενο ρεύμα
 - Το πλάτος του εναλλασσόμενου ρεύματος μεταβάλλεται ημιτονοειδώς με το χρόνο.
- 5.22 Οι λάμπες στο σπίτι μας τροφοδοτούνται με εναλλασσόμενη τάση ενεργού τιμής 220 V και συχνότητας 50 Hz. Αυτό σημαίνει ότι διαρρέονται από εναλλασσόμενο ρεύμα με την ίδια συχνότητα. Γιατί δεν παρατηρούνται αυξομειώσεις στην ένταση του φωτισμού.
- 5.23 Αν η ενεργός τιμή της έντασης του εναλλασσόμενου ρεύματος που διαρρέει έναν αντιστάτη διπλασιαστεί, ο ρυθμός με τον οποίο ο αντιστάτης αποδίδει θερμότητα στο περιβάλλον
- διπλασιάζεται. β) τριπλασιάζεται. γ) τετραπλασιάζεται.
 - παραμένει ίδιος.
- Επιλέξτε το σωστό.
- 5.24 Τα αμπερόμετρα και τα βολτόμετρα που χρησιμοποιούνται για μετρήσεις στο εναλλασσόμενο ρεύμα δίνουν
- την ενεργό τιμή των μεγεθών.
 - τη μέση τιμή.
 - το πλάτος.
 - τη στιγμιαία τιμή.
- Επιλέξτε το σωστό.
- 5.25 Συμπληρώστε τα κενά:
Μια ηλεκτρογεννήτρια μετατρέπει ενέργεια σε ενέργεια, ενώ ο ηλεκτρικός κινητήρας μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια σε

Αμοιβαία επαγωγή – αυτεπαγωγή

- 5.27 Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει ένα πηνίο μεταβάλλεται από την τιμή I στην τιμή $2I$. Η ηλεκτρεγερτική δύναμη από αυτεπαγωγή που αναπτύσσεται στο πηνίο
- είναι μεγαλύτερη αν η μεταβολή της έντασης του ρεύματος γίνει γρήγορα.
 - δεν εξαρτάται από το χρόνο στον οποίο γίνεται η μεταβολή αλλά μόνο από την αρχική και τελική τιμή της έντασης του ρεύματος.

- γ) εξαρτάται από την ωμική αντίσταση που υπάρχει στο κύκλωμα.
- δ) εξαρτάται από την πηγή που τροφοδοτεί το κύκλωμα. Ποιες από τις επόμενες προτάσεις είναι ορθές;

5.28 Ο συντελεστής αυτεπαγωγής ενός πηνίου εξαρτάται

- α) από το υλικό του σύρματος που έχει χρησιμοποιηθεί για να κατασκευαστεί το πηνίο.
- β) από την ένταση του ρεύματος που το διαρρέει.
- γ) από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του πηνίου
- δ) από το υλικό το οποίο βρίσκεται στο εσωτερικό του πηνίου (πυρήνας).

Επιλέξτε τα σωστά.

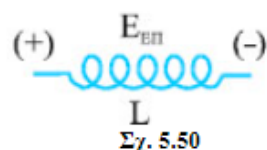
5.29 Η ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στο μαγνητικό πεδίο ενός πηνίου όταν διαρρέεται από ρεύμα έντασης I είναι $2J$. Αν διπλασιαστεί το ρεύμα που διαρρέει το πηνίο, η ενέργειά του θα είναι

- α) $1J$; β) $2J$; γ) $4J$; δ) $8J$;

5.30 Διαθέτουμε σύρμα μήκους $l=4m$ με το οποίο θέλουμε να κατασκευάσουμε ένα πηνίο με όσο το δυνατόν μεγαλύτερο συντελεστή αυτεπαγωγής. Είναι προτιμότερο:

- α) να τυλίξουμε το σύρμα έτσι, ώστε οι σπείρες να έχουν μικρή διάμετρο και επομένως ο αριθμός των σπειρών να είναι μεγάλος;
- β) να κατασκευάσουμε σπείρες με μεγάλη διάμετρο, οπότε αναγκαστικά θα μειωθεί ο αριθμός τους;
- γ) ο συντελεστής αυτεπαγωγής του πηνίου θα είναι ίδιος και στις δύο περιπτώσεις;

5.31 Στο πηνίο του σχήματος 5.50 αναπτύσσεται ηλεκτρεγερτική δύναμη από αυτεπαγωγή, με την πολικότητα που δείχνει το σχήμα. Το πηνίο διαρρέεται από ρεύμα που

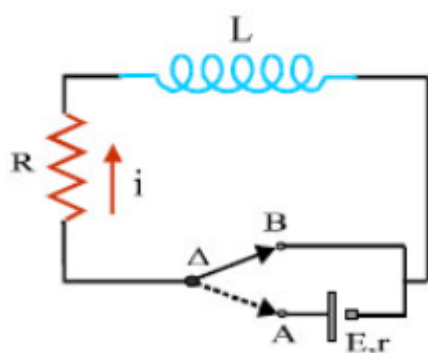


- α) έχει σταθερή ένταση και φορά προς τα δεξιά.
- β) έχει σταθερή ένταση και φορά προς τα αριστερά.
- γ) έχει φορά προς τα δεξιά και η ένταση του αυξάνεται.
- δ) έχει φορά προς τα δεξιά και η ένταση του ελαττώνεται.
- ε) έχει φορά προς τα αριστερά και η ένταση του αυξάνεται.
- στ) έχει φορά προς τα αριστερά και η ένταση του ελαττώνεται.

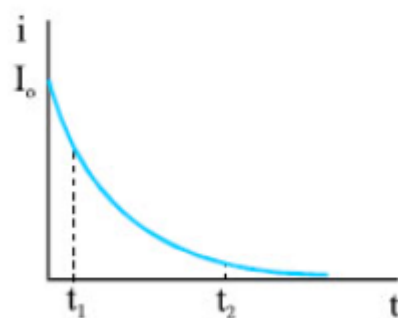
Επιλέξτε τα σωστά.

5.32 Στο σχήμα 5.51α, αρχικά ο μεταγωγός Δ είναι τοποθετημένος στη θέση Α και το πηνίο διαρρέεται από σταθερό ρεύμα. Τη στιγμή μηδέν ο αγωγός τοποθετείται στη θέση Β. Η ένταση του ρεύματος στο πηνίο, από τη στιγμή που ο μεταγωγός τοποθετήθηκε στο Β, σε συνάρτηση με το χρόνο δίνεται από το διάγραμμα στο σχήμα 5.51β.

- α) Η αποθηκευμένη ενέργεια στο πηνίο είναι μεγαλύτερη τη χρονική στιγμή t_1 ή τη στιγμή t_2 ;
- β) Η ηλεκτρεγερτική δύναμη στο πηνίο είναι μεγαλύτερη τη χρονική στιγμή t_1 ή τη χρονική στιγμή t_2 ;



(α)



(β)

Σχ. 5.51

5.33 Να αντιστοιχίσετε τα μεγέθη της πρώτης στήλης με τις μονάδες στη δεύτερη

- | | |
|-------------|----------|
| 1. Φ_B | α) rad/s |
| 2. $E_{ΕΠ}$ | β) Wb |
| 3. ω | γ) H |
| 4. M | δ) V |
| 5. L | ε) J |

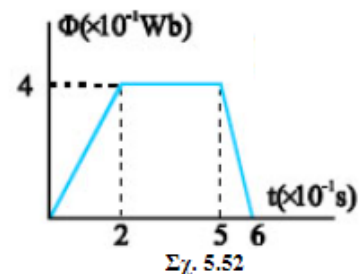
ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Νόμος της επαγωγής

- 5.34 Κυκλικός αγωγός εμβαδού $A = 10^{-1} \text{ m}^2$ τοποθετείται με το επίπεδό του κάθετο στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου $B = 0,2 \text{ T}$. Να βρεθεί η ηλεκτρεγερτική δύναμη από επαγωγή που δημιουργείται στον αγωγό αν, μέσα σε χρόνο $\Delta t = 10^{-2} \text{ s}$
- το πεδίο μηδενίζεται,
 - το πεδίο διπλασιάζεται,
 - η φορά του πεδίου αντιστρέφεται
 - το πεδίο παραμένει σταθερό και ο αγωγός στρέφεται κατά 90° ώστε να γίνει παράλληλος με τις δυναμικές γραμμές.
- [Απ: $2V, 2V, 4V, 2V$]

- 5.35 Κυκλικός αγωγός ακτίνας $r = 10/\sqrt{\pi} \text{ cm}$ έχει αντίσταση $R=2\Omega$. Ο αγωγός τοποθετείται με το επίπεδό του κάθετο σε ομογενές μαγνητικό πεδίο που αυξάνεται με σταθερό ρυθμό $\Delta B/\Delta t=0,2\text{T/s}$. Να βρείτε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον κυκλικό αγωγό και τη θερμική ισχύ που αναπτύσσεται σ' αυτόν
- [Απ: $10^{-3} \text{ A}, 2 \times 10^{-6} \text{ W}$]

- 5.36 Η μαγνητική ροή που διέρχεται από κλειστό κυρματινό πλαίσιο αντίστασης $R=10 \Omega$, μεταβάλλεται με το χρόνο όπως φαίνεται στο διάγραμμα του σχήματος 5.52. Να γίνουν, με την ίδια κλίμακα χρόνου, τα διαγράμματα:
- της ηλεκτρεγερτικής δύναμης από επαγωγή που αναπτύσσεται στο πλαίσιο.
 - της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο.

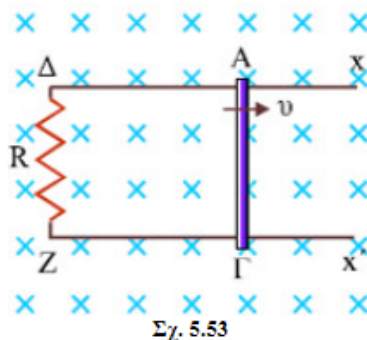


- 5.37 Κυκλικό πλαίσιο ακτίνας $r = 2\text{cm}$ με $N=100$ σπείρες έχει αντίσταση $R = 25\Omega$. Το πλαίσιο βρίσκεται ολόκληρο μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο που σχηματίζεται ανάμεσα στους πόλους ενός ηλεκτρομαγνήτη, με το επίπεδό των σπειρών του κάθετο στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Στα άκρα του πλαισίου συνδέεται βαλλιστικό γαλβανόμετρο. (Το βαλλιστικό γαλβανόμετρο είναι ένα ευαίσθητο όργανο που μετράει την ποσότητα του φορτίου που μετακινείται στους αγωγούς.) Το βαλλιστικό γαλβανόμετρο έχει αντίσταση $R_G = 45\Omega$. Απομακρύνουμε το πλαίσιο από το πεδίο και διαπιστώνουμε ότι στη διάρκεια της απομάκρυνσης κινήθηκε στο κύκλωμα φορτίο $183,4\mu\text{C}$. Να υπολογιστεί το μέτρο B του μαγνητικού πεδίου ανάμεσα στους πόλους του ηλεκτρομαγνήτη.
- [Απ: $10,22 \times 10^{-2} \text{ T}$]

- 5.38 Ένα μακρύ σωληνοειδές έχει 200 σπείρες/cm και διαρρέεται από ρεύμα $I=4\text{A}$. Στο εσωτερικό του υπάρχει κυκλικό πλαίσιο με 100 σπείρες και διάμετρο $d=2\text{cm}$. Το επίπεδο του κυκλικού πλαισίου είναι κάθετο στον άξονα του σωληνοειδούς. Το ρεύμα στο σωληνοειδές μηδενίζεται σε χρόνο $\Delta t = 0,02\text{s}$. Υπολογίστε τη μέση ηλεκτρεγερτική δύναμη που επάγεται στο κυκλικό πλαίσιο.
- Δίνονται : $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A}, \pi^2 = 10$.
- [Απ: $0,16\text{V}$]

Το φαινόμενο της επαγωγής σε κινούμενο αγωγό

5.39 Ο αγωγός ΑΓ, με μήκος $l=1\text{m}$ και αντίσταση $R_l=5\Omega$, κινείται, με ταχύτητα $v=10\text{m/s}$, χωρίς τριβές πάνω στους παράλληλους αγωγούς Δχ και Ζχ', μένοντας διαρκώς κάθετος και σε επαφή μ' αυτούς. Τα άκρα Δ και Ζ, των παράλληλων αγωγών συνδέονται μεταξύ τους με αντίσταση $R=5\Omega$. Η αντίσταση όλων των άλλων αγωγών είναι αμελητέα. Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο $B=2\text{T}$ κάθετο στο επίπεδο που ορίζουν οι αγωγοί.



Σχ. 5.53

Να υπολογιστούν:

- Η ένταση του ρεύματος στο κύκλωμα.
- Η τάση στα άκρα του αγωγού ΑΓ.
- Η θερμότητα που αποδίδει η αντίσταση R σε χρόνο $t=5\text{min}$.

[Απ: α) 2 A, β) 10 V, γ) $6 \times 10^3 \text{ J}$]

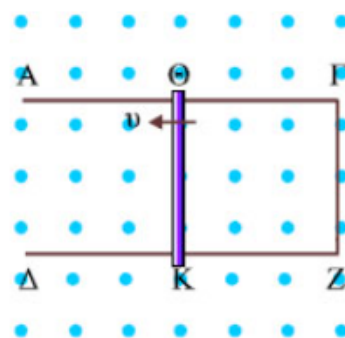
5.40 Συρμάτινο ορθογώνιο παραλληλόγραμμο πλαίσιο, η μικρότερη πλευρά του οποίου είναι $a = 20 \text{ cm}$, εισέρχεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο $B = 2 \text{ T}$ με το επίπεδό του κάθετο στις δυναμικές γραμμές. Η ταχύτητα του πλαισίου είναι παράλληλη στη μεγαλύτερη πλευρά του. Πόση δύναμη πρέπει να ασκήσουμε στο πλαίσιο για να μπαίνει στο μαγνητικό πεδίο με σταθερή ταχύτητα $v = 1,2 \text{ m/s}$.

Η αντίσταση του πλαισίου είναι $R = 0,8 \Omega$.

[Απ: 0,24 N]

5.41 Το σύρμα ΑΓΖΔ του σχήματος 5.54 έχει σταθερή διατομή. Οι πλευρές ΑΓ και ΔΖ είναι παράλληλες μεταξύ τους και κάθετες στη ΓΖ. Το επίπεδο του πλαισίου είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου. Το σύρμα ΘΚ, που έχει αμελητέα αντίσταση, κινείται με ταχύτητα $v = 1,2 \text{ m/s}$ έτσι ώστε να είναι συνέχεια σε επαφή με τα σύρματα ΑΓ και ΔΖ = 20 cm και $B = 2 \text{ T}$ κάθετο σ' αυτά. Αν και να υπολογιστεί η τάση $V_{ΓΖ}$ τη στιγμή που $ΓΘ = 20 \text{ cm}$.

[Απ: 1,6 V]



Σχ. 5.54

5.42 Δύο κατακόρυφα σύρματα αμελητέας αντίστασης ύψους $h = 10 \text{ m}$, απέχουν μεταξύ τους $l = 1 \text{ m}$. Οι πάνω άκρες τους συνδέονται με σύρμα αντίστασης $R=1\Omega$. Ένα τέταρτο σύρμα με μάζα $m = 0,04 \text{ kg}$ μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβή πάνω στα δύο προηγούμενα σύρματα μένοντας συνεχώς οριζόντιο. Τα σύρματα βρίσκονται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο $B = 0,2 \text{ T}$, κάθετο στο επίπεδο των συρμάτων. Κάποια στιγμή αφήνουμε το οριζόντιο σύρμα να πέσει, ξεκινώντας από τις πάνω άκρες των κατακόρυφων συρμάτων. Να υπολογιστεί:

α) Η οριακή (μέγιστη) ταχύτητα που θα αποκτήσει πέφτοντας. Δίνεται ότι τόσο τα κατακόρυφα σύρματα όσο και το σύρμα που ολισθαίνει παρουσιάζουν αμελητέα αντίσταση. Η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι $g=10\text{m/s}^2$

[Απ: 10 m/s,]

Το φαινόμενο της επαγωγής σε στρεφόμενο αγωγό

5.44 Αγωγήμη ράβδος ΑΓ μήκους στρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα γύρω από άξονα που διέρχεται από σημείο Ο της ράβδου και είναι κάθετος στη ράβδο. Το επίπεδο περιστροφής της ράβδου είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου. Η απόσταση του σημείου Ο από το άκρο Α της ράβδου είναι . Να βρεθεί η διαφορά δυναμικού που αναπτύσσεται λόγω επαγωγής μεταξύ των άκρων της ράβδου.

[Απ: 1V]

5.45 Χάλκινος δίσκος έχει ακτίνα 10 cm και στρέφεται γύρω από τον άξονά του με συχνότητα 1500 στροφές/min. Το επίπεδο του δίσκου είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου. Η τάση που αναπτύσσεται μεταξύ της περιφέρειας και του κέντρου του δίσκου έχει είναι - 0,628 V. Να σχεδιάσετε τη διάταξη και να υπολογίσετε το μέτρο B του μαγνητικού πεδίου

[Απ: 0,8 T]

Εναλλασσόμενη τάση - εναλλασσόμενο ρεύμα

- 5.46 Να υπολογιστεί η ενεργός τιμή της εναλλασσόμενης τάσης που επάγεται στα άκρα ορθογώνιου πλαισίου εμβαδού $A = 500 \text{ cm}^2$ και $N = 80$ σπειρών όταν περιστρέφεται με γωνιακή ταχύτητα $\omega = 48 \text{ rad/s}$ γύρω από άξονα που βρίσκεται στο επίπεδό του και είναι κάθετος στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου $B = 1,62 \text{ T}$. Αν το πλαίσιο έχει συνολική αντίσταση $R = 10 \Omega$ και στα άκρα του συνδεθεί εξωτερική αντίσταση $R_I = 100 \Omega$ να υπολογιστεί η μεγαλύτερη τιμή του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα.
[Απ: 220 V , $2\sqrt{2} \text{ A}$]
- 5.47 Εναλλακτήρας αποτελείται από ορθογώνιο πλαίσιο 100 σπειρών, διαστάσεων $50\text{cm} \times 20\text{cm}$, που στρέφεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο $B=0,02\text{T}$, με συχνότητα 900 στροφές/min, γύρω από άξονα που είναι κάθετος στις δυναμικές γραμμές. Ποια είναι η μέγιστη τιμή της τάσης που παράγει.
[Απ: $18,84 \text{ V}$]
- 5.48 Πηγή συνεχούς τάσης όταν συνδεθεί με αντιστάτη $V_{\Sigma} = 100 \text{ V}$ προκαλεί την ίδια θερμική ισχύ με πηγή εναλλασσόμενης τάσης συνδεδεμένη με αντιστάτη $2R$. Αν οι εσωτερικές αντιστάσεις των πηγών θεωρηθούν αμελητέες να υπολογίσετε το πλάτος της εναλλασσόμενης τάσης.
[Απ: 200 V]
- 5.49 Η εναλλασσόμενη τάση $V = 100\sqrt{2} \text{ ημ}100\pi t$, εφαρμόζεται στα άκρα αγωγού αντίστασης $R = 50 \Omega$. Να υπολογιστεί το ποσό θερμότητας που παράγεται στον αγωγό σε χρόνο $\Delta t = 1 \text{ min}$.
[Απ: $1,2 \times 10^4 \text{ J}$]
- 5.50 Αντίσταση R τροφοδοτείται με εναλλασσόμενο ρεύμα της μορφής $i = I_{\mu} 314 t$ και καταναλώνει μέση ισχύ 100 W .
- α) Να υπολογιστεί η στιγμιαία ισχύς που καταναλώνει η αντίσταση τη στιγμή $t_1 = 5 \times 10^{-3} \text{ s}$
- β) Αν $I_{\text{επ}} = 0,4 \text{ A}$ ποια η τιμή της τάσης τη χρονική στιγμή $t_2 = 2,5 \times 10^{-3} \text{ s}$;
[Απ: 200 W , 250 V]
- 5.51 Ηλεκτρική λάμπα που έχει αντίσταση $R=40\Omega$ τροφοδοτείται με εναλλασσόμενη τάση της μορφής $V = 80\sqrt{2} \text{ ημ}100\pi t$. Να υπολογιστεί η μέση ισχύς που καταναλώνει η λάμπα.
[Απ: 160 W]

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

- 5.58 Ένα κλειστό κυκλικό πλαίσιο με ακτίνα $r = 8 \text{ cm}$ και N σπείρες έχει κατασκευαστεί από γάλκνιο σύρμα διατομής $s = 0,1 \text{ cm}^2$. Το πλαίσιο βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο $B = 2 \times 10^{-5} \text{ T}$ με το επίπεδό του κάθετο στις δυναμικές γραμμές. Το πλαίσιο στρέφεται κατά 180° , με άξονα περιστροφής μια διάμετρό του. Να υπολογιστεί το φορτίο που θα περάσει από μία διατομή του σύρματος.
Δίνεται η ειδική αντίσταση του χαλκού $\rho = 1,6 \times 10^{-6} \Omega \text{ cm}$.
[Απ: 10^{-3} C]
- 5.59 Ορθογώνιο πλαίσιο αποτελείται από δύο σύρματα χρωμονικελίνης τα οποία είναι ακίνητα και απέχουν απόσταση $l=10\text{cm}$ και παρουσιάζουν αντίσταση $R^*=0,01\Omega/\text{cm}$. Τα άλλα δύο σύρματα είναι γάλκνινα και χωρίς αντίσταση. Το ένα

είναι ακίνητο και το άλλο μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές πάνω στα σύρματα χρωμονικελίνης. Το πλαίσιο βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο μαγνητικής επαγωγής $B=5 \times 10^{-2} \text{T}$ με το επίπεδό του κάθετο στις δυναμικές γραμμές. Το κινητό χάλκινο σύρμα κινείται με σταθερή ταχύτητα. Αν τη χρονική στιγμή μηδέν η απόσταση ανάμεσα στα χάλκινα σύρματα είναι αμελητέα,

- να βρεθεί σχέση που συνδέει την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο με το χρόνο.
- να υπολογιστεί η τιμή της έντασης του ρεύματος τη στιγμή $t=2\text{s}$.
- να γίνει γραφική παράσταση της έντασης του ρεύματος με το χρόνο.

[Απ: α) $\frac{2,5 \times 10^{-3}}{t} \text{ A}$ β) $1,25 \text{ mA}$]

5.60 Δύο παράλληλα, οριζόντια σύρματα, ΑΓ και Α'Γ', μεγάλου μήκους και αμελητέας αντίστασης συνδέονται στα άκρα τους Α και Α' με τρίτο σύρμα αντίστασης $R_1=0,1 \Omega$. Ένα τέταρτο σύρμα ΣΣ' με μάζα $m = 0,1 \text{ kg}$, μήκος $L=1\text{m}$ και αντίσταση $R_2=0,5 \Omega$ μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές, μένοντας κάθετο και σε επαφή, στα σημεία Σ και Σ', με τα σύρματα ΑΓ και Α'Γ'. Το σύστημα βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο $B = 0,2 \text{ T}$ κάθετο στο επίπεδο των συρμάτων

- Ασκούμε στο σύρμα ΣΣ', που αρχικά είναι ακίνητο, σταθερή δύναμη $F=1\text{N}$ παράλληλη στα ΑΓ και Α'Γ' οπότε η ταχύτητά του αποκτά κάποια σταθερή τιμή. Να υπολογιστεί η τάση στα άκρα του μετά τη σταθεροποίηση της ταχύτητας.
- Κάποια στιγμή παύει να ασκείται η δύναμη \mathbf{F} και η ταχύτητα του σύρματος ΣΣ' μετά από λίγο μηδενίζεται.
 - Να υπολογιστεί ο ρυθμός μεταβολής της ταχύτητας καθώς και ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας του σύρματος ΣΣ' τη χρονική στιγμή που η ταχύτητά του μικραίνοντας έγινε ίση με το μισό της μέγιστης τιμής της.
 - Να υπολογιστεί η θερμότητα που απέβαλε το κύκλωμα στο περιβάλλον κατά τη διάρκεια της επιβράδυνσης του σύρματος.

[Απ: α) $0,5\text{V}$, β) -5m/s^2 , $-3,75\text{W}$, $11,25\text{J}$]

5.62 Δύο παράλληλοι οριζόντιοι αγωγοί Αx και Α'x' με αμελητέα αντίσταση απέχουν μεταξύ τους $l=1\text{m}$ και τα άκρα τους Α και Α' συνδέονται με αγωγό αντίστασης $R=5\Omega$. Ένας άλλος αγωγός ΚΛ, με μάζα $m=0,5\text{kg}$, χωρίς αντίσταση, μπορεί και ολισθαίνει χωρίς τριβές μένοντας κάθετος και σε επαφή με τους παράλληλους αγωγούς Αx και Α'x'. Το σύστημα των τεσσάρων αγωγών βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο $B=0,5\text{T}$ κάθετο στο επίπεδό τους. Ο αγωγός ΚΛ είναι αρχικά ακίνητος. Τη χρονική στιγμή $t=0$ ασκείται στον αγωγό ΚΛ δύναμη \mathbf{F} , της ίδιας διεύθυνσης με αυτή των παράλληλων αγωγών, η οποία τον εξαναγκάζει να κινηθεί με σταθερή επιτάχυνση $a=2\text{m/s}^2$.

- Να γίνει το διάγραμμα $F=f(t)$
- Αν το έργο που παράγει η δύναμη \mathbf{F} από τη χρονική στιγμή $t=0$ μέχρι τη χρονική στιγμή $t=6\text{s}$ είναι $50,4\text{J}$ να υπολογιστεί η θερμότητα που παράχθηκε στην αντίσταση στο ίδιο χρονικό διάστημα.
- Να υπολογιστεί ο ρυθμός με τον οποίο αυξάνεται η κινητική ενέργεια του αγωγού τη χρονική στιγμή $t=6\text{s}$.

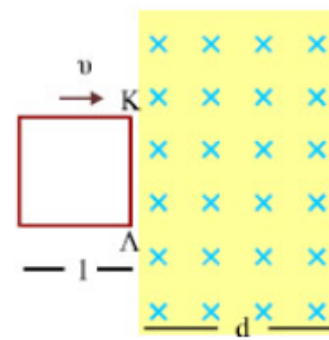
[Απ: β) $14,4 \text{ J}$, γ) 12 J/s]

5.66 Δύο παράλληλοι οριζόντιοι αγωγοί χωρίς αντίσταση, που απέχουν μεταξύ τους $l=0,5\text{m}$, συνδέονται στα άκρα τους με ιδανικό πηνίο συντελεστή αυτεπαγωγής $L=25 \times 10^{-3}\text{H}$. Ένας αγωγός ΑΓ, με μάζα $m=150\text{g}$ και αντίσταση $R=5 \times 10^{-2}\Omega$, μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές μένοντας κάθετος και σε επαφή με τους παράλληλους αγωγούς. Το σύστημα βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο $B = 0,1\text{ T}$. Ασκώντας στον αγωγό ΑΓ κάποια δύναμη \mathbf{F} , παράλληλη με τους οριζόντιους αγωγούς, τον κινούμε με τρόπο ώστε η ένταση του ρεύματος στο κύκλωμα να δίνεται από τη σχέση $I = 2t + 3$ (SI).

- Να υπολογιστεί η ηλεκτρεγερτική δύναμη από αυτεπαγωγή που δημιουργείται στο πηνίο κατά τη διάρκεια του φαινομένου.
- Να βρεθεί και να αποδοθεί γραφικά η σχέση που συνδέει την ταχύτητα του αγωγού ΑΓ με το χρόνο.
- Να υπολογιστεί ο ρυθμός $\Delta v / \Delta t$ με τον οποίο αυξάνεται η ταχύτητα του αγωγού κατά τη διάρκεια του φαινομένου.
- Να υπολογιστεί ο ρυθμός με τον οποίο προσφέρεται ενέργεια στο κύκλωμα μέσω του έργου της \mathbf{F} , τη χρονική στιγμή $t=4\text{s}$.

[Απ: α) $0,05\text{V}$ β) (SI) γ) 2m/s^2 δ) $10,2\text{ J/s}$]

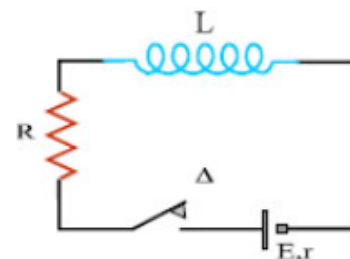
5.67 Το τετράγωνο συμμάτινο πλαίσιο του σχήματος έχει πλευρά $l=0,25\text{ m}$ και αντίσταση ανά μονάδα μήκους $R^*=1\Omega/\text{m}$. Το πλαίσιο μπαίνει με σταθερή ταχύτητα $v=0,05\text{m/s}$ σε ομογενές μαγνητικό πεδίο που έχει ένταση $B=0,4\text{T}$ και εύρος $d=40\text{cm}$ (σχ. 5.60) με το επίπεδό του κάθετο στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Να γίνει γραφική παράσταση των παρακάτω μεγεθών σε συνάρτηση με το χρόνο.



Σχ. 5.60

- Μαγνητική ροή που διέρχεται από το πλαίσιο.
- Ηλεκτρεγερτική δύναμη που δημιουργείται στο πλαίσιο.
- Ρεύμα που διαρρέει το πλαίσιο.
- Τάση ανάμεσα στα σημεία Κ και Α.
- Δύναμη Laplace που δέχεται το πλαίσιο

5.68 Το κύκλωμα του σχήματος 5.61 αποτελείται από πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης $E=40\text{V}$ και εσωτερικής αντίστασης $r=2\Omega$, ιδανικό πηνίο με συντελεστή αυτεπαγωγής $L=0,5\text{H}$ και αντιστάτη με αντίσταση $R=8\Omega$. Κάποια στιγμή κλείνουμε το διακόπτη του κυκλώματος.



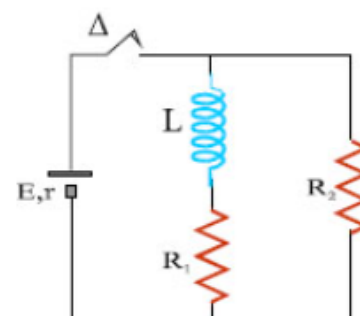
Σχ. 5.61

Να υπολογιστούν:

- Η τελική τιμή της έντασης του ρεύματος στο κύκλωμα
- Η ηλεκτρεγερτική δύναμη που αναπτύσσεται από αυτεπαγωγή στο πηνίο τη στιγμή κατά την οποία το ρεύμα στο κύκλωμα αυξάνεται με ρυθμό $di/dt = 6\text{A/s}$.
- Η ένταση του ρεύματος στο κύκλωμα και η ενέργεια που έχει αποθηκευτεί στο πηνίο την ίδια στιγμή.
- Ο ρυθμός με τον οποίο αποθηκεύεται ενέργεια στο μαγνητικό πεδίο του πηνίου την ίδια στιγμή.

[Απ: α) 4 A , β) 3 V , γ) $3,7\text{ A}$ $3,42\text{ J}$ δ) $11,1\text{ W}$]

5.69 Στο κύκλωμα του σχήματος είναι $E=12\text{V}$, $r=0$, $R_1=3\Omega$, $R_2=6\Omega$, $L=0,2\text{H}$. Αρχικά ο διακόπτης Δ είναι ανοιχτός και το κύκλωμα δε διαρρέεται από ρεύμα.



Σχ. 5.62

- Τη στιγμή μηδέν κλείνει ο διακόπτης. 1) Να υπολογιστούν τα ρεύματα στο κύκλωμα αμέσως μετά το κλείσιμο του διακόπτη και 2) μετά από αρκετό χρόνο, όταν θα έχουν αποκατασταθεί οι τελικές τιμές.
- Αφού αποκατασταθούν οι τελικές τιμές των ρευμάτων, ανοίγουμε το διακόπτη. 1) Να καθορίσετε ποιο κλάδο του κυκλώματος εξακολουθούν να διαρρέονται από ρεύμα και να σχεδιάσετε τη φορά του ρεύματος. 2) Να υπολογίσετε τη θερμότητα που θα παραχθεί στις αντιστάσεις από τη στιγμή που ανοίγουμε το διακόπτη μέχρι να μηδενιστεί το ρεύμα στο πηνίο.

[Απ: α) 1) 2 A , 0 2) 2 A , 4 A , β) $1,6\text{ J}$]

