

ΔΥΝΑΜΗ LAPLACE

ΘΕΜΑ Γ&Δ

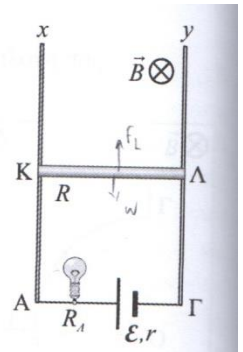
1. Σύρμα μήκους $l=0,5$ m βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B=1$ T και διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I=4$ A. Να βρείτε το μέτρο της δύναμης Laplace που ασκείται στο σύρμα, αν αυτό:
- είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές.
 - σηματίζει γωνία $\varphi=30^\circ$ με την κατεύθυνση των δυναμικών γραμμών.
 - είναι παράλληλο στις δυναμικές γραμμές.

(Απάντηση: α. $F_L=2$ N, β. $F_L=1$ N, γ. $F_L=0$ N)

2. Ευθύγραμμος αγωγός μήκους $l=1$ m διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I=4$ A και βρίσκεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου B , έτσι ώστε να σχηματίζει γωνία 30° με τις δυναμικές γραμμές. Αν τοποθετήσουμε τον αγωγό έτσι ώστε να σχηματίζει γωνία 90° με τις δυναμικές γραμμές, παρατηρούμε ότι το μέτρο της δύναμης μεταβάλλεται κατά 2 N.
- Σχεδιάστε τη δύναμη που δέχεται ο αγωγός στην αρχική και στην τελική θέση.
 - Υπολογίστε το μέτρο της δύναμης που δέχεται αρχικά ο αγωγός από το μαγνητικό πεδίο.
 - Υπολογίστε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου.

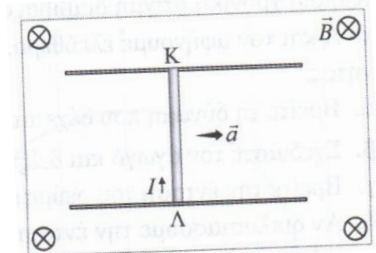
(Απάντηση: β. $F_L=2$ N γ. $B=1$ T)

3. Στο κύκλωμα του διπλανού σχήματος ο ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ έχει μήκος $l=1$ m και αντίσταση $R=1\Omega$, η πηγή έχει ΗΕΔ $E=12$ V και εσωτερική αντίσταση $r=1\Omega$, ενώ η αντίσταση του λαμπτήρα είναι $R_L=2\Omega$. Στην περιοχή επικρατεί ομογενές μαγνητικό πεδίο, έντασης μέτρου $B=2$ T, οι δυναμικές γραμμές του οποίου είναι οριζόντιες και κάθετες στον αγωγό ΚΛ.
- Βρείτε την κατεύθυνση της δύναμης Laplace που δέχεται ο αγωγός ΚΛ και υπολογίστε το μέτρο της.
 - Αν αποσυνδέσουμε τον λαμπτήρα, πόσο θα μεταβληθεί η δύναμη που δέχεται ο αγωγός από το μαγνητικό πεδίο;
 - Αν ο αγωγός έχει μάζα $m=0,8$ kg προς ποια κατεύθυνση θα κινηθεί, στις συνθήκες α. και β. ; ($g=10$ m/s²)



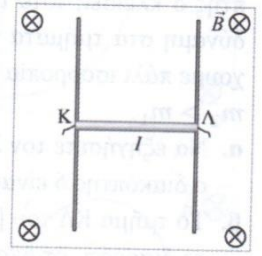
(Απάντηση: α. προς τα πάνω, $F_L=6$ N, β. $F_L=12$ T)

4. Ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ, μήκους $l=1$ m και μάζας $m=2$ kg, είναι αρχικά ακίνητος. Ο αγωγός μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές πάνω σε δύο οριζόντιους οδηγούς, ώστε να είναι πάντα κάθετος σε αυτούς. Στην περιοχή υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B=1$ T, που είναι κάθετο στο επίπεδο των οδηγών. Τη χρονική στιγμή $t_0=0$ διαβιβάζουμε στον αγωγό ΚΛ ρεύμα έντασης $I=2$ A και διαπιστώνουμε ότι ο αγωγός αποκτά σταθερή επιτάχυνση, η οποία έχει μέτρο $a=4$ m/s² και κατεύθυνση αντίθετη προς αυτήν της δύναμης Laplace. Θεωρώντας ότι η ένταση του ρεύματος μένει σταθερή, βρείτε:
- Τη δύναμη Laplace που δέχεται ο αγωγός ΚΛ.
 - Αν ασκείται και άλλη κάθετη δύναμη στο μέσον του αγωγού και αν ναι, υπολογίστε το μέτρο της.
 - Την ενέργεια που προσφέρθηκε στον αγωγό σε χρόνο $t=1$ s.
 - Τον ρυθμό της προσφερόμενης ενέργειας τη χρονική στιγμή $t=1$ s.



(Απάντηση: α. $F_L=2$ N β. $F=10$ N γ. $W=20$)

5. Ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός, μήκους $l=20\text{cm}$ και μάζας $m=0,1\text{ kg}$, μπορεί να μετακινείται πάνω σε δύο κατακόρυφους μονωτικούς αγωγούς χωρίς τριβές. Το σύστημα βρίσκεται μέσα σε ομογενές οριζόντιο μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B=2\text{T}$. Να υπολογιστεί η ένταση του ρεύματος που πρέπει να διαρρέει τον αγωγό ώστε αυτός:



- να κατεβαίνει με σταθερή ταχύτητα.
- να αποκτήσει κάποια στιγμή σταθερή επιτάχυνση $g/3$, με φορά προς τα κάτω.
- να αποκτήσει κάποια στιγμή σταθερή επιτάχυνση $g/4$, με φορά προς τα πάνω.

Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$

(Απάντηση: α. $I=2,5\text{ A}$, β. $I=5/3\text{ A}$, γ. $I=25/8\text{ A}$)

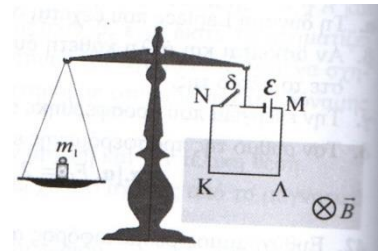
6. Ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ έχει μήκος $l=0,5\text{ m}$, μάζα $m=0,2\text{ kg}$ είναι οριζόντιος και μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές με τα άκρα του σε επαφή με δύο κατακόρυφους οδηγούς. Στην περιοχή υπάρχει οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B=0,5\text{T}$, του οποίου οι δυναμικές γραμμές είναι κάθετες στον αγωγό. Αρχικά ο αγωγός δε διαρρέεται από ρεύμα και συγκρατείται ακίνητος υπό την επίδραση κατακόρυφης δύναμης $F=2\text{N}$, που δρα στο μέσον του. Κάποια χρονική στιγμή διαβιβάζουμε ρεύμα στον αγωγό που έχει φορά από το Κ προς το Λ και τον αφήνουμε ελεύθερο. Παρατηρούμε ότι και πάλι ο αγωγός παραμένει ακίνητος.

- Βρείτε τη δύναμη που δέχεται αρχικά ο αγωγός από το μαγνητικό πεδίο.
- Σχεδιάστε τον αγωγό και δείξτε την κατεύθυνση του διανύσματος \vec{B} .
- Βρείτε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό.
- Αν διπλασιάσουμε την ένταση του ρεύματος, με ποια επιτάχυνση θα αρχίσει να κινείται ο αγωγός;

Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$

(Απάντηση: α. $F_L=2\text{N}$, β. \vec{B} . γ. $I=8\text{ A}$, δ. $a=10\text{ m/s}^2$, προς τα πάνω)

7. Στο σχήμα φαίνεται ένας ζυγός που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση της έντασης μαγνητικών πεδίων. Το κάτω μέρος του συρμάτινου βρόχου ΚΛΜΝ βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Όταν ο διακόπτης δ είναι ανοικτός, ο ζυγός ισορροπεί αν τοποθετήσουμε σε αυτόν ένα βαρίδι μάζας m_1 . Όταν ο διακόπτης δ κλείσει, τότε το μαγνητικό πεδίο ασκεί δύναμη στα τμήματα του βρόχου που βρίσκονται εντός του πεδίου και για να πετύχουμε πάλι ισορροπία του ζυγού, πρέπει να τοποθετήσουμε σε αυτόν ένα βαρίδι μάζας $m_2 > m_1$.



α. να εξηγήσετε τον λόγο για τον οποίο για να πετύχουμε ισορροπία του ζυγού, όταν ο διακόπτης δ είναι κλειστός, πρέπει να τοποθετήσουμε βαρίδι μεγαλύτερης μάζας.

β. Το τμήμα ΚΛ του βρόχου έχει μήκος l και η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που το διαρρέει, όταν ο διακόπτης είναι κλειστός, είναι I . Η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι g . Δείξτε ότι το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου είναι: $B = \frac{(m_2 - m_1)g}{Il}$

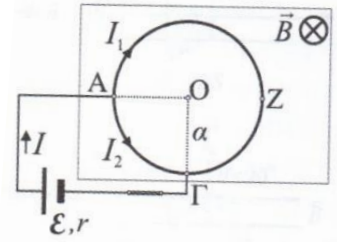
Έστω ότι ολόκληρος ο βρόχος είναι εντός του μαγνητικού πεδίου.

- Βρείτε ποια βαρίδια θα χρησιμοποιήσουμε ώστε να πετύχουμε ισορροπία όταν ο διακόπτης είναι κλειστός.
- Να εξηγήσετε γιατί το πλαίσιο δε θα περιστραφεί όταν κλείσουμε τον διακόπτη.

(Απάντηση: γ. m_1)

8. (εκτός ύλης) Ο κυκλικός αγωγός που φαίνεται στο διπλανό σχήμα έχει ακτίνα $a=0,5$ m και αντίσταση ανά μονάδα μήκους $R^*=4/\pi$ Ω/m . Τα σημεία A και Γ του κυκλικού αγωγού συνδέονται με τους πόλους ηλεκτρικής πηγής ΗΕΔ $E=10$ V και εσωτερικής αντίστασης $r=0,25$ Ω . Ο αγωγός είναι τοποθετημένος έτσι ώστε το επίπεδό του να είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές ενός ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης μέτρου B. Το μικρότερο τμήμα ΑΓ δέχεται από το μαγνητικό πεδίο δύναμη μέτρου $F_2=5\sqrt{2}$ N. Βρείτε:

- Την ένταση του ομογενούς μαγνητικού πεδίου.
- Τη δύναμη που δέχεται το τμήμα ΑΖΓ.
- Τη συνισταμένη δύναμη που δέχεται ο κυκλικός αγωγός.



(Απάντηση: α. $B=4/3$ T, β. $F_{AZ\Gamma}=5\sqrt{2}/3$ N, $\theta=45^\circ$, γ. $F=10\sqrt{2}/3$ N, $\vec{F}\uparrow\vec{F}_{AZ\Gamma}$)

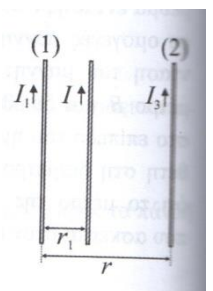
9. Δύο κατακόρυφοι αγωγοί (1) και (2) έχουν πολύ μεγάλο μήκος και απέχουν μεταξύ τους απόσταση $r=12$ cm. Οι αγωγοί διαρρέονται από ομόρροπα ρεύματα που έχουν εντάσεις $I_1=6$ A και $I_2=9$ A. Ένας τρίτος αγωγός βρίσκεται μεταξύ των δύο αγωγών (1) και (2), είναι παράλληλος σε αυτούς και στο ίδιο επίπεδο, σε απόσταση $r_1=3$ cm από τον αγωγό (1). Ο αγωγός αυτός διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I=5$ A, ομόρροπο των ρευμάτων των αγωγών (1) και (2).

- Βρείτε τη δύναμη ανά μονάδα μήκους που ασκείται στον τρίτο αγωγό.
- Αν αντιστρέψουμε τη φορά του ρεύματος στον αγωγό (2), βρείτε τη δύναμη ανά μονάδα μήκους που ασκείται στον τρίτο αγωγό.

Δίνεται $\kappa_\mu=10^{-7}$ N/A².

(Απάντηση: $F_{L/l}=10^{-4}$ N/m, β. $F_{L/l}=3\cdot 10^{-4}$ N)

10. Ένα τετράγωνο πλαίσιο με πλευρά μήκους $a=50$ cm, αντίσταση $R^*=0,1$ Ω/m και $N=10$ σπείρες, είναι τοποθετημένο με το επίπεδο του κάθετο στις δυναμικές γραμμές εξωτερικού μαγνητικού πεδίου. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου τη χρονική στιγμή $t_0=0$ έχει τιμή $B_0=0,4$ T και αρχίζει να μειώνεται με σταθερό ρυθμό $dB/dt=20$ T/s, μέχρι να μηδενιστεί. Βρείτε:



- Τη μαγνητική ροή που διέρχεται από κάθε σπείρα του πλαισίου σαν συνάρτηση του χρόνου και να την αναπαραστήσετε γραφικά.
- Την επαγωγική ΗΕΔ που αναπτύσσεται στο πλαίσιο.
- Την ενέργεια που προσφέρει η επαγωγική ΗΕΔ στο κύκλωμα. Σε τι μετατρέπεται τελικά αυτή η ενέργεια;
- Τον ρυθμό παραγωγής θερμότητας στο κύκλωμα.

11. Τετράγωνο πλαίσιο έχει $N=5$ σπείρες, πλευρά $a=50$ cm και η ολική αντίσταση $R=2$ Ω. Το πλαίσιο περιστρέφεται με σταθερή συχνότητα $f=50$ Hz μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B=0,4$ T, γύρω από άξονα $\chi\chi'$. Ο άξονας διέρχεται από τα μέσα δύο απέναντι πλευρών του και είναι κάθετος στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου. Τη χρονική στιγμή $t_0=0$ το πλαίσιο είναι παράλληλο στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου και ο ρυθμός μεταβολής της μαγνητικής ροής είναι 157 Wb/s. Βρείτε:

α. Τη μαγνητική ροή που διέρχεται από το πλαίσιο σαν συνάρτηση του χρόνου και κάντε το διάγραμμα $\Phi=f(t)$.

β. Τη στιγμιαία επαγωγική ΗΕΔ τη χρονική στιγμή $t_0=0$.

γ. Τη μέση επαγωγική ΗΕΔ:

1. από τη χρονική στιγμή $t_0=0$ έως τη χρονική στιγμή t_1 που το πλαίσιο έχει περιστραφεί κατά 30° .

2. από τη χρονική στιγμή t_1 έως τη χρονική στιγμή t_2 που το πλαίσιο γίνεται κάθετο στις δυναμικές γραμμές για πρώτη φορά.

3. από τη χρονική στιγμή t_0 έως τη χρονική στιγμή t_3 που η μαγνητική ροή γίνεται ξανά μηδέν.

δ. Το φορτίο που μετακινήθηκε στο κύκλωμα:

1. από τη χρονική στιγμή t_0 έως τη χρονική στιγμή t_1 .

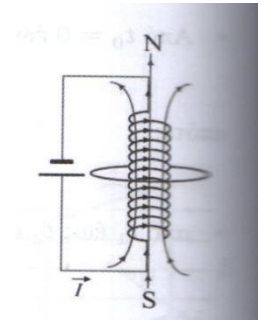
2. από τη χρονική στιγμή t_1 έως τη χρονική στιγμή t_2 .

3. από τη χρονική στιγμή t_2 έως τη χρονική στιγμή t_3 .

12. Το σωληνοειδές πηνίο του διπλανού σχήματος έχει μήκος $l=40$ cm και αριθμό σπειρών $N=400$, με ακτίνα κάθε σπείρας ίση με $a=20$ cm. Το σωληνοειδές διαρρέεται από ρεύμα σταθερής φοράς και μεταβλητής έντασης για την οποία ισχύει:

$$I = \begin{cases} 250t, & \text{όταν } 0 \leq t \leq 0,4\text{s} \\ 100, & \text{όταν } t \geq 0,4\text{s} \end{cases} \text{ SI}$$

Στο κέντρο του σωληνοειδούς τοποθετείται δακτύλιος διαμέτρου $\delta_1=50$ cm, που είναι ομόκεντρος και ομοεπίπεδος με μια σπείρα του πηνίου και έχει ωμική αντίσταση $R^*=1/25\pi$ Ω/m.



α. Να βρείτε πως μεταβάλλεται με τον χρόνο η μαγνητική ροή που διέρχεται από τον δακτύλιο και να κάνετε τη γραφική της παράσταση.

β. Να δείξετε στο σχήμα τη φορά του ρεύματος που διαρρέει τον δακτύλιο και να κάνετε τη γραφική παράσταση έντασης ρεύματος-χρόνου.

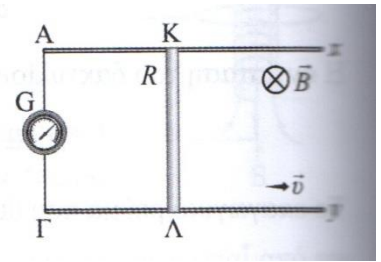
γ. Να υπολογίσετε το συνολικό φορτίο που μετατοπίστηκε μέσα στον δακτύλιο κατά τη διάρκεια του φαινομένου.

δ. Δεύτερος δακτύλιος από το ίδιο σύρμα, με ακτίνα 16 cm, είναι ομόκεντρος και ομοεπίπεδος με τον πρώτο.

Κατά τη διάρκεια της μεταβολής της μαγνητικής ροής, να βρείτε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον δεύτερο δακτύλιο.

Δίνονται: $\kappa_\mu=10^{-7}$ N/A² και $\pi \approx 10$. Θεωρήστε ασήμαντο το μαγνητικό πεδίο εξωτερικά της κεντρικής του σωληνοειδούς.

13. Αγωγός ΚΛ, μήκους l και αντίστασης R , ολισθαίνει χωρίς τριβή με σταθερή ταχύτητα μέτρου u πάνω σε δύο μεταλλικές ράβδους. Οι δύο ράβδοι συνδέονται στα άκρα τους Α και Γ με γαλβανόμετρο αμελητέας αντίστασης. Στην περιοχή υπάρχει κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} , κάθετο στο επίπεδο των ράβδων.



α. Υπολογίστε την επαγωγική ΗΕΔ στο κύκλωμα.

β. Σημειώστε στο σχήμα την πολικότητα της επαγωγικής ΗΕΔ λαμβάνοντας υπόψη πως αυτή εμφανίζεται στον αγωγό ΚΛ.

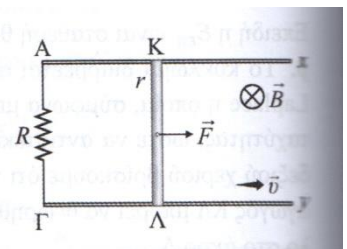
γ. Βρείτε το φορτίο που διέρχεται από το γαλβανόμετρο ανά δευτερόλεπτο.

δ. Αν στον αγωγό ΚΛ ασκείται μια ακόμη δύναμη F , να την σχεδιάσετε και να υπολογίσετε το μέτρο της.

ε. Με ποιον ρυθμό πρέπει να προσφέρουμε ενέργεια στον αγωγό ΚΛ και ποιος είναι ο ρυθμός παραγωγής θερμότητας;

Να εκφράσετε τις απαντήσεις σαν συνάρτηση των γνωστών μεγεθών B, l, u, R .

14. Τα άκρα Α και Γ δύο παράλληλων και οριζόντιων σιδηροτροχιών Αχ και Γγ έχουν αμελητέα αντίσταση και τα άκρα τους Α και Γ συνδέονται μέσω αντίστασης $R=8\Omega$. Στην περιοχή υπάρχει κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B=2T$. Ένας ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ, με μήκος $l=1m$ και αντίσταση $r=2\Omega$, μπορεί να ολισθαίνει πάνω στις σιδηροτροχιές παραμένοντας συνεχώς κάθετος σε αυτές, με τα άκρα του πάνω σε αυτές. Υπό την επίδραση σταθερής δύναμης $F=10N$, ο αγωγός κινείται με σταθερή ταχύτητα μέτρου $u=10m/s$.



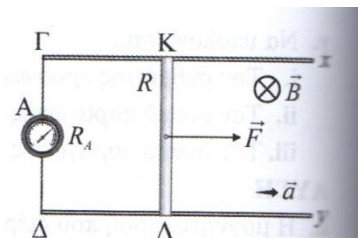
α. Να υπολογίσετε την τάση στα άκρα του αγωγού.

β. Να αποδείξετε ότι στον αγωγό ΚΛ ασκείται δύναμη τριβής και να υπολογίσετε το μέτρο της.

γ. να υπολογίσετε:

1. Τον ρυθμό της προσφερόμενης ενέργειας.
2. Τον ρυθμό παραγωγής θερμότητας λόγω φαινομένου Joule στις αντιστάσεις.
3. Τον ρυθμό παραγωγής θερμότητας λόγω τριβών.

15. Τα άκρα Γ και Δ δύο παράλληλων και οριζόντιων αγωγών Γχ και Δγ, αμελητέας αντίστασης, συνδέονται με αμπερόμετρο που έχει αντίσταση $R_A=2\Omega$. Στο εσωτερικό των αγωγών αυτών είναι τοποθετημένος κάθετα στη διεύθυνσή τους, ένας άλλος ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ που έχει μήκος $l=0,5m$, μάζα $m=1kg$, αντίσταση $R=8\Omega$ και μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές έχοντας τα άκρα του σε επαφή με τους αγωγούς Γχ και Δγ. Το σύστημα των αγωγών βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B=2T$, που είναι κάθετο στο επίπεδο των αγωγών. Τη χρονική στιγμή $t=0$, που ο αγωγός ΚΛ είναι ακίνητος, ασκείται σε αυτόν εξωτερική δύναμη \vec{F} , όπως φαίνεται στο σχήμα. Ο αγωγός ΚΛ αποκτά σταθερή επιτάχυνση μέτρου $a=2m/s^2$.



α. Να βρείτε την επαγωγική ΗΕΔ που αναπτύσσεται στο κύκλωμα σαν συνάρτηση του χρόνου.

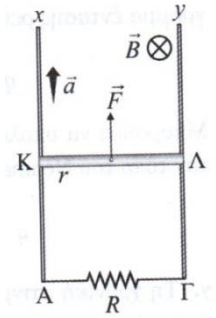
β. Δείξτε γραφικά πως μεταβάλλεται η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα.

γ. Ποια χρονική στιγμή η τάση στα άκρα του αμπερομέτρου είναι $1,2V$;

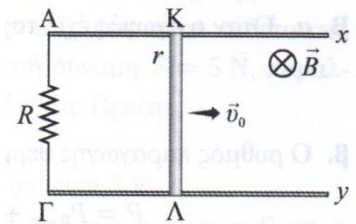
δ. Πόσο φορτίο διέρχεται από το αμπερόμετρο σε χρόνο $t=5s$;

ε. Βρείτε τη δύναμη F σαν συνάρτηση του χρόνου και κάντε τη γραφική παράσταση.

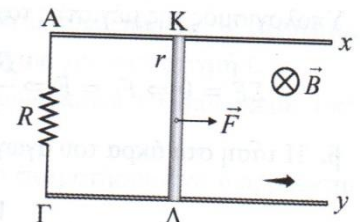
16. Δύο κατακόρυφοι μεταλλικοί αγωγοί Αχ και Γγ έχουν αμελητέα αντίσταση ενώ τα άκρα τους Α και Γ συνδέονται μέσω σύρματος αντίστασης $R=3\Omega$. Ο αγωγός ΚΛ, μήκους $l=1\text{m}$, μάζας $m=0,1\text{ kg}$ και αντίστασης $r=1\ \Omega$, μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές πάνω στους αγωγούς Αχ και Γγ, παραμένοντας συνεχώς οριζόντιος, με τα άκρα του πάνω στους αγωγούς. Το επίπεδο των αγωγών είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης μέτρου $B=1\text{ T}$. Αρχικά ο αγωγός ΚΛ είναι ακίνητος. Με την επίδραση κατακόρυφης δύναμης \vec{F} , που έχει φορά προς τα πάνω, ο αγωγός ΚΛ αρχίζει να επιταχύνεται με σταθερή επιτάχυνση $\alpha=2\text{m/s}^2$. Να υπολογιστούν:



- Η ένταση του ρεύματος I που διαρρέει το κύκλωμα σαν συνάρτηση του χρόνου και να κάνετε τη γραφική παράσταση $I=f(t)$.
 - Το ηλεκτρικό φορτίο που διέρχεται από μια διατομή του αγωγού μέχρι τη χρονική στιγμή $t=2\text{s}$.
 - Η τάση στα άκρα Κ και Λ του αγωγού τη χρονική στιγμή $t=2\text{s}$.
 - Η ενέργεια που προσφέρθηκε στον αγωγό ΚΛ από τη δύναμη \vec{F} σε χρόνο $t=2\text{s}$, αν στον ίδιο χρόνο η θερμότητα που αναπτύχθηκε στις αντιστάσεις είναι $2,6\text{ J}$.
 - Ο ρυθμός της προσφερόμενης ενέργειας τη χρονική στιγμή $t=2\text{ s}$ και ο ρυθμός μεταβολής της μηχανικής του ενέργειας. Εξηγήστε ότι ισχύει η αρχή διατήρησης της ενέργειας. Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g=10\text{m/s}^2$.
17. Ένας αγωγός σχήματος Π βρίσκεται οριζόντιος σε περιοχή όπου υπάρχει κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B=1\text{ T}$. Οι αγωγοί Αχ και Γγ έχουν αμελητέα αντίσταση, ενώ το σύρμα ΑΓ έχει αντίσταση $R=8\Omega$. Ένας ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ, με μήκος $l=1\text{m}$, μάζα $m=1\text{kg}$ και αντίσταση $r=2\Omega$, μπορεί να ολισθαίνει πάνω σε δύο μεταλλικούς αγωγούς Αχ και Γγ, παραμένοντας συνεχώς κάθετος σε αυτούς, με τα άκρα του πάνω στους αγωγούς. Δίνουμε στον αγωγό αρχική ταχύτητα $u_0=20\text{m/s}$ και τον αφήνουμε ελεύθερο, οπότε ο αγωγός σταματά αφού διανύσει διάστημα $\chi=25\text{ m}$. Κατά τη διάρκεια της κίνησης, η δύναμη τριβής που δέχεται ο κινούμενος αγωγός από κάθε οδηγό είναι σταθερή και έχει μέτρο 2 N .

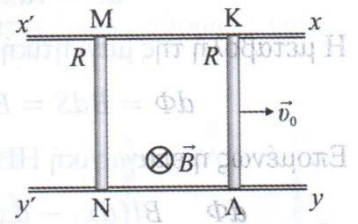


- Ποιο είναι το μέτρο της αρχικής επιτάχυνσης του αγωγού ΚΛ;
 - Όταν ο αγωγός έχει ταχύτητα μέτρου $u_{0/2}$, βρείτε:
 - την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα.
 - τον ρυθμό παραγωγής θερμότητας.
 - Ποιο είναι το ποσοστό της κινητικής ενέργειας που εμφανίζεται σαν θερμότητα στις αντιστάσεις;
 - Ποια είναι η αρχική τιμή του ρυθμού μεταβολής της κινητικής ενέργειας του αγωγού;
18. Δύο παράλληλα οριζόντια σύρματα Αχ και Γγ, πολύ μεγάλου μήκους και αμελητέας αντίστασης, συνδέονται στα άκρα τους Α και Γ με τρίτο σύρμα αντίστασης $R=1,5\ \Omega$. Ένας ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ με μάζα $m=0,1\text{ kg}$, μήκος $l=0,5\text{ m}$ και αντίσταση $r=0,5\ \Omega$, είναι αρχικά ακίνητος και μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές, μένοντας σε επαφή με τα σύρματα Αχ και Γγ ώστε να είναι συνεχώς κάθετος σε αυτά. Το σύστημα βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B=2\text{ T}$, που είναι κάθετο στο επίπεδο συρμάτων. Ασκούμε στον αγωγό ΚΛ σταθερή δύναμη $F=5\text{ N}$, παράλληλη στα σύρματα Αχ και Γγ, οπότε η ταχύτητα του αυξάνεται. Βρείτε:



- Τη μέγιστη ταχύτητα που αποκτά ο αγωγός ΚΛ.
- Την ταχύτητα του αγωγού ΚΛ όταν η τάση στα άκρα του είναι 3 V .
- Όταν η ταχύτητα του αγωγού γίνει μέγιστη, παύει να ασκείται η δύναμη F και η ταχύτητα του αγωγού ΚΛ μετά από λίγο μηδενίζεται. Βρείτε:
 - Την τάση στα άκρα της αντίστασης R όταν ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας γίνει -2J/s .
 - Τη θερμότητα Joule στον αγωγό ΚΛ σε όλη τη διάρκεια της επιβραδυνόμενης κίνησης.

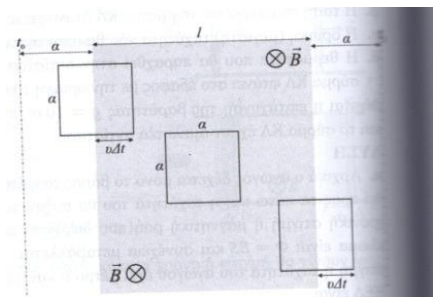
19. Δύο οριζόντιοι αγωγοί $x'x$ και $y'y$ είναι παράλληλοι μεταξύ τους και έχουν μεγάλο μήκος και αμελητέα αντίσταση. Οι μεταλλικοί αγωγοί ΚΛ και ΜΝ έχουν μήκος $l=1\text{m}$, μάζα $m=0,2\text{ kg}$ και αντίσταση $R=1\Omega$, ο καθένας και μπορούν να ολισθαίνουν χωρίς τριβές με τα άκρα τους σε επαφή με τους αγωγούς $x'x$ και $y'y$. Η διάταξη των αγωγών βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B=1\text{T}$. Τη χρονική στιγμή $t_0=0$ δίνουμε στον αγωγό ΚΛ αρχική ταχύτητα $u_0=20\text{ m/s}$, όπως στο σχήμα.



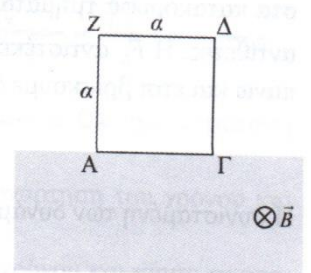
- Εξηγήστε γιατί θα κινηθεί ο αγωγός ΜΝ και προς τα πού θα πάει.
 - Βρείτε τη σχέση που συνδέει την επαγωγική ΗΕΔ στο κύκλωμα με τις ταχύτητες u_1 και u_2 που έχουν οι αγωγοί ΚΛ και ΜΝ κάποια τυχαία χρονική στιγμή t .
 - Εξηγήστε γιατί μετά από κάποιο χρόνο, το κύκλωμα παύει να διαρρέεται από ρεύμα.
 - Βρείτε τις ταχύτητες των αγωγών ΚΛ και ΜΝ όταν σταματήσουν να διαρρέονται από ρεύμα.
 - Βρείτε τη συνολική θερμότητα Joule στο κύκλωμα.
20. Δύο κατακόρυφα σύρματα ύψους $h=10\text{m}$ απέχουν μεταξύ τους $l=1\text{m}$. Τα πάνω άκρα των συρμάτων συνδέονται με σύρμα αντίστασης $R=1\Omega$. Ένα τέταρτο σύρμα ΚΛ, με μάζα $m=0,04\text{ kg}$, μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές πάνω στα κατακόρυφα σύρματα, μένοντας συνεχώς οριζόντιο. Η διάταξη βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B=0,2\text{ T}$, που είναι κάθετο στο επίπεδο των αγωγών. Κάποια χρονική στιγμή αφήνουμε το οριζόντιο σύρμα ΚΛ να πέσει, ξεκινώντας από τα πάνω άκρα των κατακόρυφων αγωγών. Να υπολογιστούν:
- Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το σύρμα ΚΛ σαν συνάρτηση της ταχύτητάς του.
 - Η τάση στα άκρα του σύρματος ΚΛ όταν έχει αποκτήσει ταχύτητα $u=5\text{m/s}$.
 - Η οριακή (μέγιστη) ταχύτητα που θα αποκτήσει το σύρμα ΚΛ.
 - Η θερμότητα που θα παραχθεί στην αντίσταση μέχρι τη στιγμή που το σύρμα ΚΛ φτάνει στο έδαφος με την οριακή του ταχύτητα.

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g=10\text{m/s}^2$. Τα κατακόρυφα σύρματα καθώς και το σύρμα ΚΛ έχουν αμελητέα αντίσταση.

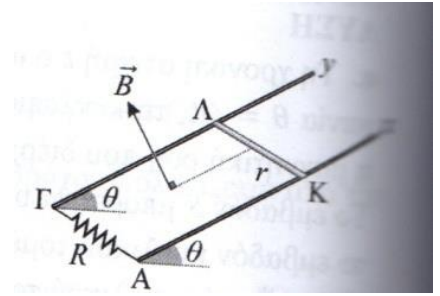
21. Ένα τετράγωνο πλαίσιο με πλευρά μήκους $a=1\text{m}$ διέρχεται με σταθερή ταχύτητα μέτρου $u=5\text{m/s}$ από μια περιοχή όπου υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B=0,4\text{ T}$, που είναι κάθετο στο επίπεδο και στην ταχύτητα του πλαισίου. Αν το πεδίο έχει εύρος $l=3a$ και το πλαίσιο έχει αντίσταση $R=\Omega$, να υπολογίσετε και να παραστήσετε γραφικά με τον χρόνο:
- Τη μαγνητική ροή που διέρχεται από το πλαίσιο.
 - Την ΗΕΔ από επαγωγή στο πλαίσιο.
 - Το επαγωγικό ρεύμα που διαρρέει το πλαίσιο.
 - Τη θερμική ισχύ λόγω φαινομένου Joule στο πλαίσιο.



22. Ένα τετράγωνο πλαίσιο πλευράς $a=2\text{ m}$ αφήνεται να πέσει ελεύθερα μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B=1\text{T}$, που είναι κάθετο στο επίπεδο του πλαισίου. Το πλαίσιο έχει μάζα $m=0,2\text{ kg}$ και αντίσταση $R=2\Omega$. Τη χρονική στιγμή $t=0$ το πλαίσιο αφήνεται ελεύθερο με την κάτω πλευρά του στο όριο του μαγνητικού πεδίου. Το πλαίσιο αποκτά οριακή ταχύτητα τη χρονική στιγμή που διέρχεται από αυτό μαγνητική ροή ίση με το μισό της μέγιστης τιμής της.
- Βρείτε την οριακή ταχύτητα και τον ρυθμό μεταβολής της μαγνητικής ροής εκείνη τη χρονική στιγμή.
 - Πόση θερμότητα αναπτύχθηκε στο πλαίσιο μέχρι εκείνη τη χρονική στιγμή;
 - Τον ρυθμό μεταβολής της δυναμικής ενέργειας του πλαισίου.
 - Τον ρυθμό παραγωγής θερμότητας στο πλαίσιο.
- Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g=10\text{m/s}^2$.



23. Δύο παράλληλοι αγωγοί Αχ και Γγ έχουν αμελητέα αντίσταση και σχηματίζουν γωνία $\theta=30^\circ$ με το οριζόντιο επίπεδο. Τα άκρα τους Α και Γ συνδέονται με οριζόντιο σύρμα αντίστασης $R=4\Omega$. Ένας αγωγός ΚΛ, μάζας $m=0,2\text{ kg}$, αντίστασης $r=2\Omega$ και μήκους $l=1\text{ m}$, είναι τοποθετημένος έτσι ώστε να είναι κάθετος στους αγωγούς Αχ και Γγ, με τα άκρα του σε επαφή με αυτούς και κρατείται ακίνητος. Η διάταξη βρίσκεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B=1\text{ T}$ του οποίου οι δυναμικές γραμμές είναι κάθετες στο κεκλιμένο επίπεδο που ορίζουν οι Αχ και Γγ. Κάποια χρονική στιγμή αφήνουμε ελεύθερο τον αγωγό ΚΛ να κινηθεί χωρίς τριβές.



α. Εξηγήστε γιατί στο κύκλωμα αναπτύσσεται επαγωγική ΗΕΔ.

β. Βρείτε τη σχέση που συνδέει το μέτρο της επαγωγικής ΗΕΔ με το μέτρο της ταχύτητας u που αποκτά ο αγωγός ΚΛ.

γ. Σχεδιάστε τη δύναμη Laplace που δέχεται ο αγωγός και βρείτε την πολικότητα της επαγωγικής ΗΕΔ, θεωρώντας ότι εμφανίζεται στον κινούμενο αγωγό ΚΛ.

δ. Εξηγήστε γιατί ο αγωγός θα αποκτήσει μέγιστη ταχύτητα, την οποία και να υπολογίσετε.

ε. Βρείτε τον ρυθμό μεταβολής της δυναμικής ενέργειας του αγωγού ΚΛ όταν η ταχύτητα του είναι ίση με τη μέγιστη τιμή της.

ζ. Βρείτε τον ρυθμό μεταβολής της μαγνητικής ροής όταν ο αγωγός ΚΛ έχει αποκτήσει ταχύτητα μέτρου $u=2\text{ m/s}$.