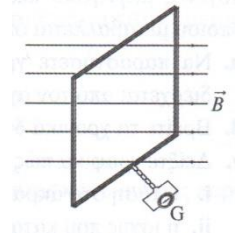


ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΡΟΗ- ΕΠΑΓΩΓΙΚΟ ΡΕΥΜΑ ΚΑΙ ΦΟΡΤΙΟ

ΘΕΜΑ Γ & Δ

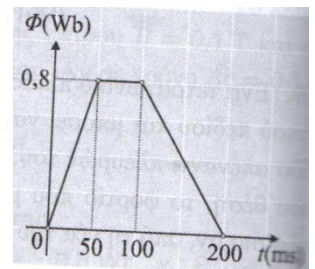
1. Αγώγιμο πλαίσιο αποτελείται από $N=20$ σπείρες εμβαδού $S=0,4\text{m}^2$. Το πλαίσιο βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B=0,1\text{ T}$ και οι σπείρες του είναι κάθετες στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Αν σε χρόνο $\Delta t=0,1\text{ s}$ η ένταση του μαγνητικού πεδίου μηδενίζεται, βρείτε:
- Την αρχική μαγνητική ροή που διέρχεται από το πλαίσιο.
 - Τη μεταβολή της μαγνητικής ροής στον χρόνο Δt .
 - Τη μέση ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στο πλαίσιο.
- (Απάντηση: α. $\Phi_{\text{αρχ}}=0,8\text{ Wb}$, β. $\Delta\Phi= -0,8\text{ Wb}$, γ. $\bar{E}\epsilon\pi=8\text{ V}$)**
2. Ένα κυκλικό πλαίσιο, ακτίνας $r=20\text{cm}$, αποτελείται από $N=20$ σπείρες και είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές ενός ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης μέτρου $B=2\text{ T}$. Να υπολογιστεί η μέση ΗΕΔ από επαγωγή που θα αναπτυχθεί στο πλαίσιο, όταν σε χρόνο $\Delta t= \pi/10\text{ s}$:
- Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου τετραπλασιαστεί.
 - Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου υποτετραπλασιαστεί.
 - Η φορά της έντασης του μαγνητικού πεδίου αντιστραφεί.
- (Απάντηση: α. $\bar{E}\epsilon\pi= -48\text{ V}$, β. $\bar{E}\epsilon\pi= 12\text{ V}$, γ. $\bar{E}\epsilon\pi= 32\text{ V}$)**
3. Ένα κυκλικό πλαίσιο περιέχει $N=20$ σπείρες, καθεμία από τις οποίες έχει εμβαδόν $S=0,2\text{ m}^2$ και αντίσταση $R=2\Omega$. Το πλαίσιο είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου και στα άκρα του έχει συνδεθεί γαλβανόμετρο αντίστασης $R_1=10\ \Omega$. Αν βγάλουμε απότομα το πλαίσιο από το μαγνητικό πεδίο, το γαλβανόμετρο δείχνει διέλευση ηλεκτρικού φορτίου $q=50\text{mC}$.
- Βρείτε τη μαγνητική ροή που διέρχεται αρχικά από το πλαίσιο.
 - Βρείτε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου.
 - Μπορεί το πλαίσιο να ονομαστεί πηνίο ανίχνευσης και τι είναι αυτό που ανιχνεύει;
- (Απάντηση: α. $\Phi_0= 0,125\text{ Wb}$, β. $B= 0,625\text{ T}$)**
4. Ένα κυκλικό πλαίσιο αποτελείται από $N=200$ σπείρες, έχει ακτίνα $a=10\text{cm}$, αντίσταση $R=4\pi\ \Omega$ και βρίσκεται σε περιοχή ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης μέτρου $B=4\cdot 10^{-4}\text{ T}$. Αρχικά το επίπεδο του πλαισίου είναι κάθετο στη διεύθυνση του πεδίου. Να υπολογίσετε το ηλεκτρικό φορτίο που θα αναπτυχθεί από επαγωγή στο πλαίσιο, αν αυτό περιστραφεί γύρω από μια διάμετρό του που είναι κάθετη στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου:
- κατά γωνία $\varphi_1=60^\circ$
 - κατά γωνία $\varphi_2=90^\circ$
 - κατά γωνία $\varphi_3=180^\circ$
- (Απάντηση: α. $|q_1|=10^{-4}\text{ C}$, β. $|q_2|=2\cdot 10^{-4}\text{ C}$, γ. $|q_3|=4\cdot 10^{-4}\text{ C}$)**
5. Ένα τετραγωνικό πλαίσιο είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου και μπορεί να περιστραφεί γύρω από άξονα που διέρχεται από τα μέσα δύο απέναντι πλευρών του. Όταν το πλαίσιο περιστρέφεται κατά 60° από την αρχική του θέση, το φορτίο που μετακινείται είναι $2\ \mu\text{C}$. Πόσο φορτίο θα μετακινηθεί στο πλαίσιο αν, από τη νέα του θέση, περιστραφεί επιπλέον κατά γωνία:
- 30°
 - 60°
- (Απάντηση: α. $q_1= 2\mu\text{C}$, β. $q_2= 1\mu\text{C}$)**
6. Η μαγνητική ροή που διέρχεται αρχικά από τις σπείρες ενός πηνίου είναι ίση με $\Phi_0=2\cdot 10^{-2}\text{ Wb}$. Τη χρονική στιγμή $t_0=0$ η μαγνητική ροή αρχίζει να μειώνεται με σταθερό ρυθμό και τη χρονική στιγμή $t_1=0,2\text{ s}$ μηδενίζεται. Το πηνίο έχει $N= 1000$ σπείρες και κάθε σπείρα έχει αντίσταση $R=0,02\ \Omega$.
- Δείξτε γραφικά πως μεταβάλλεται η μαγνητική ροή που διέρχεται από τις σπείρες του πηνίου.
 - Υπολογίστε την επαγωγική ΗΕΔ που αναπτύσσεται στο κύκλωμα.
 - Υπολογίστε την ενέργεια που προσφέρει η επαγωγική ΗΕΔ στο κύκλωμα και να τη συγκρίνετε με την ολική θερμότητα που αναπτύσσεται σε αυτό.
- (Απάντηση: β. $E\epsilon\pi=100\text{ V}$, γ. $E=100\text{ J}$, ίσες)**

7. Τετράγωνο πλαίσιο, πλευράς $a=50\text{cm}$ και αντίστασης $R=0,5\ \Omega$, περιέχει 10 σπείρες και είναι τοποθετημένο με το επίπεδο των σπειρών του κάθετο στις δυναμικές γραμμές ενός ομογενούς μαγνητικού πεδίου. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου μεταβάλλεται ως εξής: Στο χρονικό διάστημα από $t_0=0$ έως $t_1=2\text{s}$ αυξάνεται γραμμικά από την τιμή μηδέν μέχρι την τιμή $B_1=2\text{T}$, από $t_1=2\text{s}$ έως $t_2=4\text{s}$ παραμένει σταθερή και ίση με B_1 και από τη χρονική στιγμή t_2 και μετά, μειώνεται γραμμικά μέχρι τη χρονική στιγμή $t_3=6\text{s}$ οπότε μηδενίζεται.



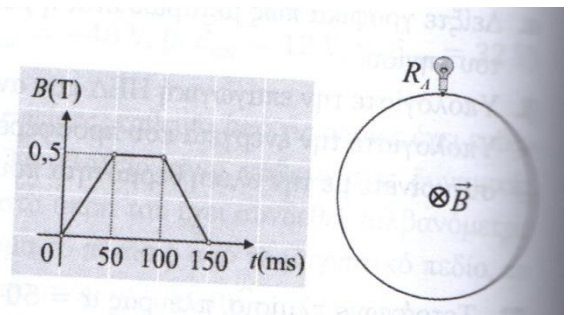
- α. Κάντε διαγράμματα: 1. $\Phi=f(t)$ και 2. $E_{\text{επ}}=f(t)$
 β. Υπολογίστε το φορτίο που διέρχεται από το γαλβανόμετρο.
 γ. Υπολογίστε τη θερμότητα που αναπτύσσεται στον αντιστάτη.
(Απάντηση: β. $|q|=2\mu\text{C}$, γ. $Q=0,5\text{J}$)

8. Ένα κλειστό κυρματίνο πλαίσιο αποτελείται από $N=100$ σπείρες, καθεμία από τις οποίες έχει αντίσταση $R=0,2\ \Omega$. Η μαγνητική ροή που διέρχεται από κάθε σπείρα σε συνάρτηση με το χρόνο φαίνεται στο διάγραμμα του διπλανού σχήματος.



- α. Να παραστήσετε γραφικά σε συνάρτηση με τον χρόνο:
 1. την ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στο πλαίσιο.
 2. την ένταση του ρεύματος που το διαρρέει.
 β. Να υπολογίσετε το ηλεκτρικό φορτίο που διέρχεται από μια διατομή του πλαισίου στο χρονικό διάστημα από $t_0=0$ έως $t_1=50\text{ms}$.
 γ. Πόση θερμότητα αναπτύχθηκε στο πλαίσιο σε όλη τη διάρκεια του φαινομένου, δηλαδή από $t_0=0$ έως $t_2=150\text{ms}$;
(Απάντηση: β. $|q|=4\text{C}$, γ. $Q=9,6\text{kJ}$)

9. Οριζόντιος κυκλικός αγωγός ακτίνας $a=2/\sqrt{\pi}\text{m}$ και αντίστασης $R=80\ \Omega$ είναι κομμένος σε κάποιο σημείο του και συνδέεται με λαμπτήρα που έχει στοιχεία λειτουργίας «5W και 20V». Κάθετα στο επίπεδο του κυκλικού αγωγού υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο, η ένταση του οποίου μεταβάλλεται όπως φαίνεται στο διάγραμμα του σχήματος.

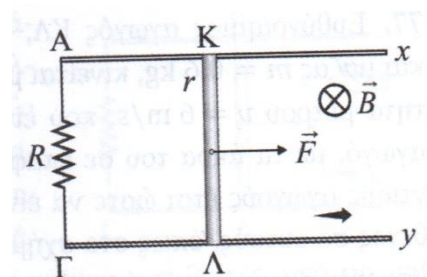


- α. Να παραστήσετε γραφικά σε συνάρτηση με τον χρόνο τη μαγνητική ροή που διέρχεται από τον αγωγό.
 β. Βρείτε τα χρονικά διαστήματα στα οποία ο λαμπτήρας λειτουργεί κανονικά.
 γ. Δείξτε γραφικά πως μεταβάλλεται:
 1. η τάση στα άκρα του λαμπτήρα.
 2. η ισχύς που καταναλώνει ο λαμπτήρας.

Δίνεται $\pi^2 \approx 10$

(Απάντηση: β. 0s έως 50 ms και 100 ms έως 150 ms)

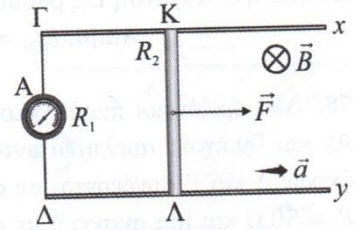
10. Στο κύκλωμα του σχήματος οι αγωγοί Αχ και Γγ έχουν αμελητέα αντίσταση ενώ ο αγωγός ΑΓ έχει αντίσταση $R=3\ \Omega$. Ο αγωγός ΚΛ έχει μήκος $l=2\text{m}$, αντίσταση $r=2\ \Omega$ και κινείται με σταθερή ταχύτητα μέτρου $u=5\text{m/s}$, υπό την επίδραση δύναμης \vec{F} η οποία είναι κάθετη στον αγωγό. Κάθετα στο επίπεδο της κίνησης υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B=1\text{T}$.



- α. Βρείτε το μέτρο της επαγωγικής ΗΕΔ που αναπτύσσεται στο κύκλωμα. Σε ποιο τμήμα του κυκλώματος εμφανίζεται;
 β. Βρείτε την ένταση του επαγωγικού ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα.
 γ. Σχεδιάστε τις δυνάμεις που ασκούνται στον αγωγό ΚΛ και υπολογίστε το μέτρο τους.
 δ. Βρείτε τη θερμότητα που αναπτύσσεται στο κύκλωμα σε χρόνο $\Delta t=2\text{s}$ και να τη συγκρίνετε με το έργο της δύναμης \vec{F} στον ίδιο χρόνο.

(Απάντηση: α. $E_{\text{επ}}=10\text{V}$, β. $I=2\text{A}$, γ. $F_L=4\text{N}$, ε. $F=4\text{N}$, ζ. $W_F=Q=40\text{J}$)

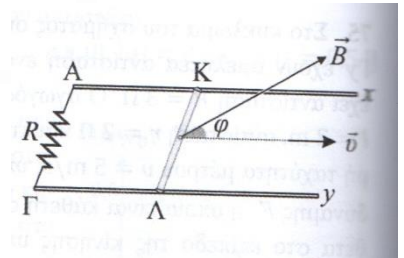
11. Ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ έχει μήκος $l=0,5\text{ m}$, αντίσταση $R_2=8\ \Omega$ και μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές πάνω σε δύο οριζόντιες ράγες αμελητέας αντίστασης, οι άκρες των οποίων έχουν συνδεθεί με αμπερόμετρο εσωτερικής αντίστασης $R_1=2\ \Omega$. Το σύστημα βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B=2\text{ T}$. Ο αγωγός ΚΛ κινείται με την επίδραση εξωτερικής δύναμης \vec{F} με σταθερή ταχύτητα μέτρου $u=5\text{ m/s}$. Να υπολογιστούν:



- Η ένδειξη του αμπερομέτρου.
- Η διαφορά δυναμικού μεταξύ των άκρων Κ και Λ.
- Το μέτρο της εξωτερικής δύναμης \vec{F} .
- Ο ρυθμός της προσφερόμενης ενέργειας στον αγωγό ΚΛ καθώς και ο ρυθμός παραγωγής θερμότητας στους αντιστάτες.

(Απάντηση: α. $I=0,5\text{ A}$, β. $V_{\text{ΚΛ}}=1\text{ V}$, γ. $F=0,5\text{ N}$, δ. $P\theta=2,5\text{ J/s}$)

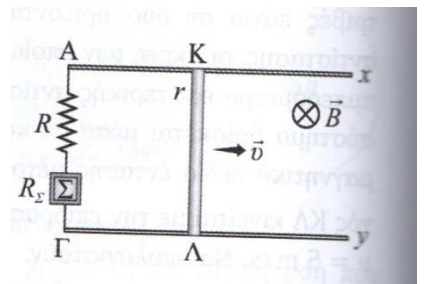
12. Ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ, μήκους $l=1\text{ m}$ και μάζας $m=0,6\text{ kg}$, κινείται με σταθερή ταχύτητα μέτρου $u=6\text{ m/s}$, που είναι κάθετη στον αγωγό, με τα άκρα του σε επαφή με δύο οριζόντιους αγωγούς έτσι ώστε να είναι συνέχεια κάθετος σε αυτούς, όπως στο σχήμα. Στην περιοχή υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B=2\text{ T}$, του οποίου οι δυναμικές γραμμές είναι κάθετες στον αγωγό ΚΛ και σχηματίζουν γωνία $\varphi=30^\circ$ με την ταχύτητα του αγωγού. Ο κινούμενος αγωγός έχει αντίσταση $r=0,5\ \Omega$ και συνδέεται με εξωτερική, ως προς το μαγνητικό πεδίο, αντίσταση $R=1,5\ \Omega$. Βρείτε:



- Την επαγωγική ΗΕΔ που αναπτύσσεται στο κύκλωμα.
- Την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα και την τάση στα άκρα της εξωτερικής αντίστασης.
- Τη φορά του ρεύματος στο κύκλωμα, αφού σχεδιάσετε τη δύναμη Laplace στον αγωγό.
- Το μέτρο της οριζόντιας δύναμης που είναι κάθετη στον αγωγό και ασκείται στο μέσον του. Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g=10\text{ m/s}^2$.

(Απάντηση: α. $\mathcal{E}_{\text{επ}}=6\text{ V}$, β. $I=3\text{ A}$, $V_R=4,5\text{ V}$, γ. $F_L=6\text{ N}$, δ. $F=3\text{ N}$)

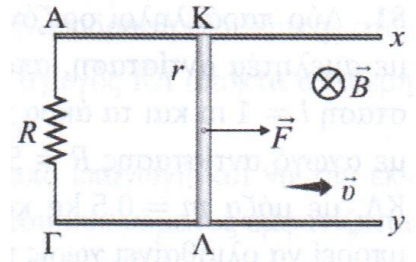
13. Δύο οριζόντιοι παράλληλοι μεταλλικοί αγωγοί Αχ και Γυ έχουν αμελητέα αντίσταση. Μεταξύ των άκρων Α και Γ συνδέονται σε σειρά με αντίσταση $R=50\ \Omega$ και μια συσκευή με στοιχείο λειτουργίας $P_k=50\text{ W}$ και $V_k=50\text{ V}$. Ένας ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ, μήκους $l=1\text{ m}$ και αντίστασης $r=10\ \Omega$, έχει τα άκρα του σε επαφή με τους μεταλλικούς αγωγούς και είναι συνέχεια κάθετος σε αυτούς. Η διάταξη βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B=5\text{ T}$.



- Με ποια ταχύτητα πρέπει να κινείται ο αγωγός ώστε η συσκευή να λειτουργεί κανονικά;
- Ποια είναι τότε η τάση στα άκρα του αγωγού;
- Ποια δύναμη πρέπει να ασκείται στον αγωγό ΚΛ;
- Να κάνετε το διάγραμμα μαγνητικής ροής-χρόνου, αν τη χρονική στιγμή $t=0$ ο αγωγός ΚΛ βρίσκεται πολύ κοντά στα άκρα Α και Γ.

(Απάντηση: α. $u=22\text{ m/s}$, β. $V_{\text{ΚΛ}}=100\text{ V}$, γ. $F=5\text{ N}$, δ. $\Phi=110t\text{ (SI)}$)

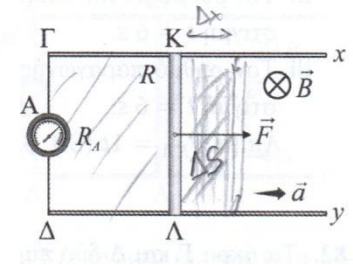
14. Δύο χάλκινα οριζόντια σύρματα Αχ και Γγ, μεγάλου μήκους και αμελητέας αντίστασης, είναι παράλληλα και απέχουν μεταξύ τους απόσταση $l=1\text{m}$. Τα άκρα τους, Α και Γ, ενώνονται μέσω αντιστάτη αντίστασης $R=5\Omega$. Αγωγός ΚΛ, με μήκος $l=1\text{m}$ και αντίσταση $r=3\Omega$, τοποθετείται με τον άξονά του κάθετο στα σύρματα και κινείται με σταθερή ταχύτητα μέτρου $u=8\text{m/s}$, υπό την επίδραση σταθερής δύναμης \vec{F} μέτρου $F=6\text{N}$, η οποία είναι ομόρροπη της ταχύτητας και κάθετη στον άξονα του αγωγού. Η διάταξη βρίσκεται σε περιοχή όπου επικρατεί ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B=2\text{T}$. Βρείτε:



- Τη διαφορά δυναμικού στα άκρα του αγωγού ΚΛ.
- Το μέτρο και την κατεύθυνση της δύναμης Laplace καθώς και της δύναμης τριβής, αν υπάρχει.
- Το κλάσμα της προσφερόμενης ενέργειας που γίνεται θερμότητα στον αντιστάτη αντίστασης R .
- Τον ρυθμό με τον οποίο μετατρέπεται ενέργεια σε θερμική ενέργεια.

(Απάντηση: α. $V_{\text{KL}}=10\text{V}$, β. $F_L=4\text{N}$, $T=2\text{N}$, γ. $\kappa=5/12$, δ. $dQ/dt=48\text{ J/s}$)

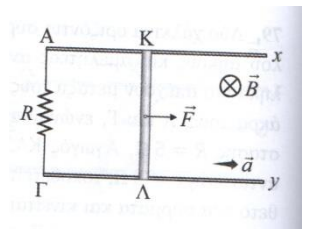
15. Ένας μεταλλικός αγωγός ΚΛ έχει αντίσταση $R=0,3\Omega$, μήκος $l=0,5\text{ m}$, μάζα $m=0,2\text{ kg}$ και μπορεί να κινείται χωρίς τριβές έχοντας τα άκρα του σε επαφή με δύο οριζόντιες μεταλλικές ράγες. Οι ράγες έχουν αμελητέα αντίσταση και τα άκρα τους συνδέονται με αμπερόμετρο που έχει εσωτερική αντίσταση $R_A=0,1\Omega$. Το σύστημα βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B=0,4\text{ T}$. Αρχικά ο αγωγός ΚΛ είναι ακίνητος. Με την επίδραση εξωτερικής δύναμης \vec{F} κάθετης στον αγωγό ΚΛ, αυτός αρχίζει να κινείται με σταθερή επιτάχυνση μέτρου a και τη χρονική στιγμή $t_1=2\text{s}$ η ένταση του ρεύματος στο κύκλωμα έχει τιμή $I_1=2\text{ A}$. Βρείτε:



- Την επιτάχυνση του αγωγού ΚΛ.
- Τη δύναμη F σαν συνάρτηση του χρόνου.
- Τη μεταβολή της μαγνητικής ροής μέχρι τη χρονική στιγμή t_1 .
- Το φορτίο που πέρασε από το αμπερόμετρο μέχρι τη χρονική στιγμή t_1 .

(Απάντηση: α. $a=2\text{m/s}^2$, β. $F=0,2t + 0,4\text{ (SI)}$, γ. $\Delta\Phi=0,8\text{ Wb}$, δ. $q=2\text{ C}$)

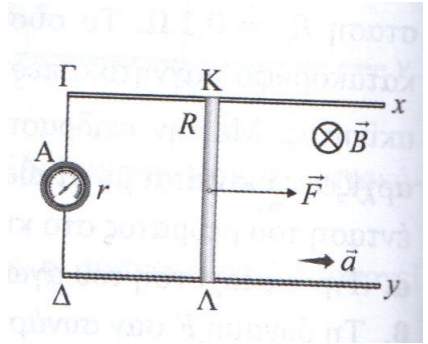
16. Δύο παράλληλοι οριζόντιοι αγωγοί Αχ και Γγ, με αμελητέα αντίσταση, απέχουν μεταξύ τους απόσταση $l=1\text{m}$ και τα άκρα τους Α και Γ συνδέονται με αγωγό αντίστασης $R=5\Omega$. Ένας άλλος αγωγός ΚΛ, με μάζα $m=0,5\text{ kg}$ και αμελητέα αντίσταση, μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές μένοντας κάθετος και σε επαφή με τους παράλληλους αγωγούς Αχ και Γγ. Το σύστημα των τεσσάρων αγωγών βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο που είναι κάθετο στο επίπεδό τους και έχει ένταση μέτρου $B=0,5\text{ T}$. Ο αγωγός ΚΛ είναι αρχικά ακίνητος. Τη χρονική στιγμή $t=0$ ασκείται στον αγωγό ΚΛ δύναμη \vec{F} , ίδιας διεύθυνσης με αυτή των παράλληλων αγωγών, η οποία τον αναγκάζει να κινηθεί με σταθερή επιτάχυνση μέτρου $a=2\text{ m/s}^2$. Βρείτε:



- Την τάση στα άκρα του αγωγού σαν συνάρτηση του χρόνου και κάντε τη γραφική παράσταση.
- Τη δύναμη που ασκείται στον αγωγό ΚΛ σε συνάρτηση με τον χρόνο.
- Αν το έργο που παράγει η δύναμη \vec{F} , από τη χρονική στιγμή $t=0$ μέχρι τη χρονική στιγμή $t=6\text{s}$, είναι $50,4\text{ J}$, βρείτε:
 - Τη θερμότητα που παράγεται στον αντιστάτη αντίστασης R στον ίδιο χρόνο.
 - Τον ρυθμό με τον οποίον αυξάνεται η κινητική ενέργεια του αγωγού τη χρονική στιγμή $t=6\text{s}$.
 - Τον ρυθμό παραγωγής θερμότητας στον αντιστάτη αντίστασης R τη χρονική στιγμή $t=6\text{s}$.

(Απάντηση: α. $V_{\text{KL}}=1t\text{ (SI)}$, β. $F=0,1t + 1\text{ (SI)}$, γ. 1. $Q=14,4\text{J}$, 2. $dK/dt=12\text{ J/s}$, 3. $dQ_R/dt=7,2\text{ J/s}$)

17. Τα άκρα Γ και Δ δύο παράλληλων οριζώντιων αγωγών Γχ και Δy, οι οποίοι δεν έχουν ωμική αντίσταση, συνδέονται με ένα αμπερόμετρο εσωτερικής αντίστασης $r=2\ \Omega$. Πάνω στο επίπεδο των δύο αγωγών είναι τοποθετημένος, κάθετα προς τη διεύθυνση τους, άλλος ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ, μήκους $l=0,5\ \text{m}$, ο οποίος μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές. Η μάζα του αγωγού ΚΛ είναι $m=5\ \text{kg}$ και η αντίστασή του είναι $R=8\ \Omega$. Το σύστημα των τριών αγωγών βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο, του οποίου η μαγνητική επαγωγή (ένταση) έχει μέτρο $B=2\ \text{T}$ και είναι κάθετη στο επίπεδο των αγωγών. Τη χρονική στιγμή $t_0=0$, ο αγωγός ΚΛ έχει ταχύτητα $u_0=12\ \text{m/s}$ που είναι παράλληλη στους αγωγούς ΓΜ και ΔΝ, και αρχίζει να δέχεται την επίδραση εξωτερικής σταθερής δύναμης \vec{F} , που είναι ομόρροπη στην ταχύτητα. Ο αγωγός ΚΛ αποκτά σταθερή επιτάχυνση μέτρου $a=2\ \text{m/s}^2$, ομόρροπη στην ταχύτητα.



α. Να εξηγήσετε γιατί στο κύκλωμα εμφανίζεται ΗΕΔ από επαγωγή και να την εκφράσετε σε συνάρτηση με τον χρόνο. Σε ποιο τμήμα του κυκλώματος εμφανίζεται η επαγωγική ΗΕΔ;

β. Να σημειώσετε τη φορά του ρεύματος που διαρρέει το αμπερόμετρο καθώς και την πολικότητα της επαγωγικής ΗΕΔ, με δεδομένο ότι αυτή εμφανίζεται στον κινούμενο αγωγό ΚΛ.

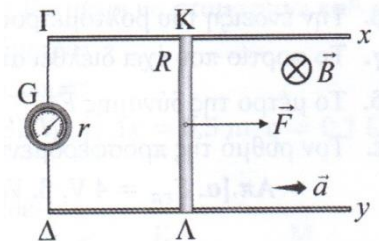
γ. Να βρείτε το φορτίο που περνά από το αμπερόμετρο στα πρώτα 5 s της κίνησης του αγωγού.

ε. Τη χρονική στιγμή $t=5\ \text{s}$ να υπολογίσετε:

1. την ισχύ της δύναμης \vec{F} .
2. τη θερμική ισχύ στο κύκλωμα.
3. τον ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας του αγωγού ΚΛ.

(Απάντηση: α. $E_{\text{επ}}=12+2t(\text{SI})$, γ. $I=1,2+0,2t(\text{SI})$, δ. $q=8,5C$, ε. 1. $P_F=268,4\ \text{W}$, 2. $P_R=48,4\ \text{W}$, 3. $dK/dt=220\ \text{W}$)

18. Οι αγωγοί Γχ και Δy του σχήματος είναι οριζόντιοι, παράλληλοι μεταξύ τους και έχουν αμελητέα αντίσταση. Τα άκρα τους Γ και Δ συνδέονται μέσω γαλβανόμετρου αντίστασης $r=2\ \Omega$. Η μεταλλική ράβδος ΚΛ, με μάζα $m=1\ \text{kg}$, μήκος $l=1\ \text{m}$ και αντίσταση $R=18\ \Omega$, κινείται χωρίς τριβές έτσι ώστε να είναι κάθετη στους παράλληλους αγωγούς, με τα άκρα της συνέχεια σε επαφή με αυτούς. Η ράβδος ΚΛ κινείται με ταχύτητα μέτρου $u_0=10\ \text{m/s}$, παράλληλη στους αγωγούς Γχ και Δy. Τη χρονική στιγμή $t=0$ μια εξωτερική δύναμη, παράλληλη στην ταχύτητα της ράβδου, επιταχύνει τη ράβδο με επιτάχυνση μέτρου $a=2\ \text{m/s}^2$, κατά τη φορά της ταχύτητας. Η διάταξη βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B=10^{-4}\ \text{T}$. Βρείτε:



α. Την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα σαν συνάρτηση του χρόνου.

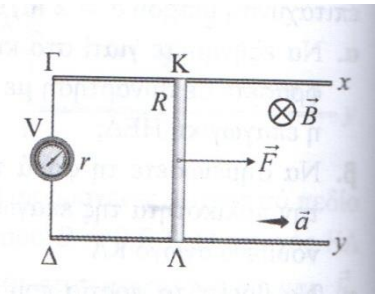
β. Το ηλεκτρικό φορτίο που μετακινείται στο γαλβανόμετρο στο τρίτο δευτερόλεπτο της κίνησης της ράβδου.

γ. Την τάση στα άκρα Κ και Λ της ράβδου σαν συνάρτηση του χρόνου και κάντε την αντίστοιχη γραφική παράσταση.

δ. Τον ρυθμό μεταβολής της ορμής της ράβδου ΚΛ.

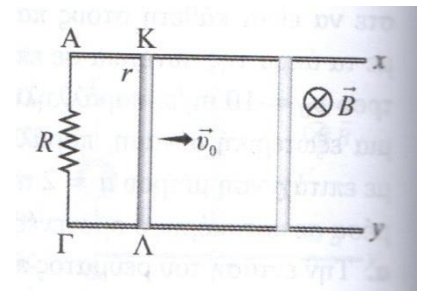
(Απάντηση: α. $I=10^{-5}(t+5)\ (\text{SI})$, β. $q=75\ \mu\text{C}$, γ. $V_{\text{ΚΛ}}=2\cdot 10^{-5}(t+5)\ (\text{SI})$, δ. $dp/dt=2\ \text{N}$)

19. Τα άκρα Γ και Δ δύο παράλληλων οριζόντιων αγωγών Γχ και Δυ, αμελητέας αντίστασης, συνδέονται με βολτόμετρο αντίστασης $R_V=2\Omega$. Στο επίπεδο των δύο αγωγών είναι τοποθετημένος κάθετα στη διεύθυνση τους, ένας άλλος ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ που έχει μήκος $l=1\text{m}$, μάζα $m=2\text{kg}$, αντίσταση $R=8\Omega$ και μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές έχοντας τα άκρα του σε επαφή με τους αγωγούς Γχ και Δυ. Το σύστημα των αγωγών βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B=1\text{T}$, 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 α. Κάποια χρονική στιγμή t ο ρυθμός αύξησης της κινητικής ενέργειας του αγωγού είναι 16J/s και την ίδια στιγμή ο ρυθμός παραγωγής θερμότητας στον αγωγό ΚΛ είναι $1,28\text{J/s}$. Τη χρονική στιγμή t βρείτε:



- Την επαγωγική ΗΕΔ που αναπτύσσεται στο κύκλωμα.
 - Την ένδειξη του βολτόμετρου.
 - Το φορτίο που έχει διέλθει από το βολτόμετρο.
 - Το μέτρο της δύναμης \vec{F} .
 - Τον ρυθμό της προσφερόμενης ενέργειας από τη δύναμη \vec{F} .
- (Απάντηση: α. $E_{ep}=4\text{V}$, β. $V_V=0,8\text{V}$, γ. $q=0,4\text{C}$, δ. $F=4,4\text{N}$, ε. $P_F=17,6\text{J/s}$)

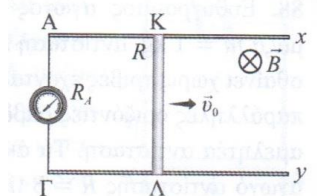
20. Ένας αγωγός σχήματος Π είναι οριζόντιος σε περιοχή όπου υπάρχει κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B=1\text{T}$. Οι αγωγοί Αχ και Γυ έχουν αμελητέα αντίσταση ενώ τα άκρα τους Α και Γ συνδέονται μέσω αντίστασης $R=8\Omega$. Ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ, μήκους $l=1\text{m}$, μάζας $m=1\text{kg}$ και αντίστασης $r=2\Omega$, μπορεί να ολισθαίνει πάνω στους αγωγούς Αχ και Γυ, παραμένοντας συνεχώς κάθετος σε αυτούς, με τα άκρα του πάνω στους αγωγούς. Δίνουμε στον αγωγό αρχική ταχύτητα $u_0=10\text{m/s}$ και παρατηρούμε ότι σταματά αφού διανύσει διάστημα χ . Η ολική θερμότητα που αναπτύσσεται στις αντιστάσεις λόγω φαινομένου Joule είναι 30J ενώ σε όλη τη διάρκεια της κίνησης υπάρχει σταθερή τριβή μέτρου $T=20\text{N}$. Να υπολογιστούν:



- Η αρχική επιβράδυνση του αγωγού ΚΛ.
- Το διάστημα χ .
- Το ολικό φορτίο που μετακινήθηκε στο κύκλωμα.

(Απάντηση: α. $a_0=-21\text{m/s}^2$, β. $\chi=1\text{m}$, γ. $|q|=0,1\text{C}$)

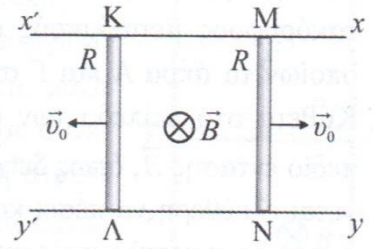
21. Ένας αγωγός σχήματος Π είναι οριζόντιος σε περιοχή που υπάρχει κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B=2\text{T}$. Οι αγωγοί Αχ και Γυ έχουν αμελητέα αντίσταση ενώ στα σημεία Α και Γ έχει συνδεθεί αμπερόμετρο αντίστασης $R_A=2\Omega$. Ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ, μήκους $l=1\text{m}$, μάζας $m=50\text{g}$ και αντίστασης $R=8\Omega$, μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές πάνω στους αγωγούς Αχ και Γυ, παραμένοντας συνεχώς κάθετος σε αυτούς, με τα άκρα του πάνω στους αγωγούς. Δίνουμε στον αγωγό αρχική ταχύτητα $u_0=4\text{m/s}$.



- Να αποδείξετε ότι η κίνηση είναι επιβραδυνόμενη και να βρείτε την επιτάχυνση σαν συνάρτηση της ταχύτητας.
- Να υπολογίσετε τον ρυθμό παραγωγής θερμότητας στο σύρμα ΑΓ όταν η ταχύτητα του αγωγού υποδιπλασιαστεί.
- Να υπολογίσετε το διάστημα που διανύει ο αγωγός ΚΛ μέχρι να σταματήσει καθώς και το συνολικό φορτίο που πέρασε από το αμπερόμετρο.
- Ποιες ενεργειακές μετατροπές συμβαίνουν στο κύκλωμα;

(Απάντηση: α. $a=-8u$ (SI), β. $P_R=0,32\text{W}$, γ. $\Delta x=0,5\text{m}$, $q=0,1\text{C}$)

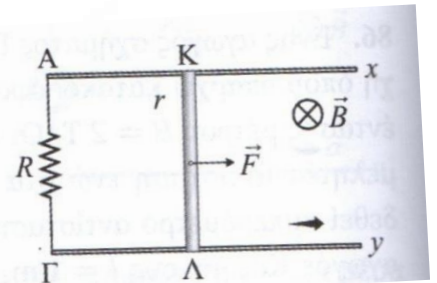
22. Δύο ευθύγραμμοι αγωγοί ΚΛ και ΜΝ, έχουν ο καθένας μήκος $l=0,5$ m, μάζα $m=0,25$ kg και αντίσταση $R=1\Omega$. Οι αγωγοί μπορούν να κινούνται πάνω σε δύο παράλληλα σύρματα $x'x$ και $y'y$, αμελητέας αντίστασης, που είναι οριζόντια, όπως φαίνεται στο σχήμα. Το επίπεδο των δύο συρμάτων είναι οριζόντιο και οι αγωγοί εφάπτονται διαρκώς στα σύρματα. Το σύστημα βρίσκεται σε όλη την έκταση μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} . Δίνουμε στους δύο αγωγούς αντίθετες αρχικές ταχύτητες μέτρου u_0 , ώστε να απομακρύνονται ο ένας από τον άλλον. Βρείτε:



- Την ένταση του ρεύματος που διαρρέει αρχικά το κύκλωμα.
 - Το μέτρο της αρχικής επιτάχυνσης κάθε αγωγού.
- Κάποια χρονική στιγμή t η ένταση του ρεύματος είναι ίση με το μισό της αρχικής της τιμής. Βρείτε:
- Την ταχύτητα κάθε αγωγού τη χρονική στιγμή t .
 - Το κλάσμα της αρχικής κινητικής ενέργειας που έγινε θερμότητα έως τη χρονική στιγμή t .

(Απάντηση: α. $I_0=Bu_0/R$, β. $a_0=-B^2u_0l^2/m$, γ. $u=u_0/2$, δ. $Q/K_0=3/4$)

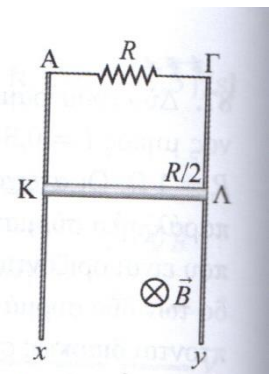
23. Ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ έχει μήκος $l=1$ m, μάζα $m=1$ kg, αντίσταση $r=2\Omega$ και μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές έχοντας τα άκρα του πάνω σε δύο παράλληλες οριζόντιες ράβδους Αχ και Γγ, που έχουν αμελητέα αντίσταση. Τα άκρα Α και Γ συνδέονται με αγωγό αντίστασης $R=3\Omega$. Η διάταξη βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B=1$ T. Ασκούμε στον αγωγό ΚΛ οριζόντια δύναμη μέτρου $F=4$ N, ενώ αυτός παραμένει κάθετος στις ράβδους Αχ και Γγ.



- Βρείτε την επιτάχυνση του αγωγού σαν συνάρτηση της ταχύτητάς του και εξηγήστε γιατί τελικά ο αγωγός αποκτά σταθερή ταχύτητα.
- Βρείτε την τελική σταθερή ταχύτητα που αποκτά ο αγωγός.
- Δείξτε γραφικά πως μεταβάλλεται με τον χρόνο η ταχύτητα του αγωγού.
- Γράψτε τις ενεργειακές μετατροπές που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της κίνησης του αγωγού.

(Απάντηση: α. $a=4-0,2u$ (SI), β. $u=20$ m/s)

24. Μια μεταλλική ράβδος ΚΛ, μάζας m , μήκους l και αντίστασης $R/2$, μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές πάνω σε δύο κατακόρυφους μεταλλικούς αγωγούς αμελητέας αντίστασης, των οποίων τα άκρα Α και Γ συνδέονται με σύρμα αντίστασης $R/2$. Κάθετα στο επίπεδο των αγωγών υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} , όπως δείχνει το διπλανό σχήμα. Η ράβδος αφήνεται ελεύθερη να πέσει κατακόρυφα, χωρίς να χάνει την επαφή της με τους μεταλλικούς αγωγούς.

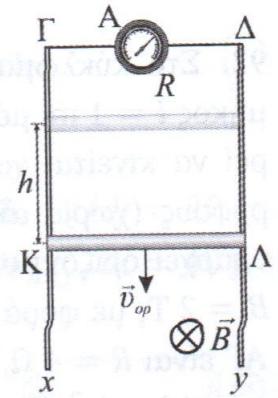


- Να σχεδιάσετε τη ράβδο ΚΛ κάποια τυχαία χρονική στιγμή που έχει ταχύτητα μέτρου u και να υπολογίσετε την επαγωγική ΗΕΔ στο κύκλωμα εκείνη τη στιγμή σαν συνάρτηση της ταχύτητας.
- Να σχεδιάσετε τη δύναμη Laplace που δέχεται η ράβδος ΚΛ και να δείξετε τη φορά του επαγωγικού ρεύματος που την διαρρέει καθώς αυτή πέφτει.
- Να εξηγήσετε γιατί η ράβδος, από κάποια στιγμή και μετά, κινείται με σταθερή ταχύτητα.
- Να υπολογίσετε την τελική (μέγιστη) ταχύτητα που αποκτά η ράβδος.

Να εκφράσετε τις απαντήσεις σας, όπου χρειάζεται, σαν συνάρτηση των γνωστών μεγεθών B , m , l , R και της επιτάχυνσης της βαρύτητας g .

(Απάντηση: α. $E_{επ}=Blu$, β. από το Κ προς το Λ, γ. $FL=B^2l^2u/R$, δ. $u_{op}=mgR/B^2l^2$)

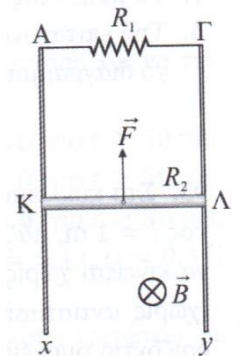
25. Δύο κατακόρυφα μεταλλικά σύρματα έχουν αμελητέα αντίσταση και τα πάνω άκρα τους συνδέονται μέσω αμπερομέτρου εσωτερικής αντίστασης $R=2\Omega$. Ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ, μάζας $m=500g$, μήκους $l=1m$ και αμελητέας αντίστασης, μπορεί να κινηθεί χωρίς τριβές με τα άκρα του σε επαφή με τα κατακόρυφα σύρματα. Η διάταξη βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B=1T$. Κάποια χρονική στιγμή ο αγωγός ΚΛ αφήνεται ελεύθερος. Μετά από διαδρομή $h=8m$, ο αγωγός ΚΛ αποκτά οριακή ταχύτητα. Να βρείτε:



- Την οριακή ταχύτητα που θα αποκτήσει ο αγωγός ΚΛ.
 - Τη θερμότητα που θα παραχθεί στην αντίσταση R .
 - Το φορτίο που θα διέλθει από το αμπερόμετρο μέχρις ότου ο αγωγός ΚΛ αποκτήσει οριακή ταχύτητα.
 - Τη μέγιστη ένδειξη του αμπερομέτρου.
- Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g=10m/s^2$.

(Απάντηση: α. $u_{op}=10m/s$, β. $Q=15 J$, γ. $q=4C$, δ. $I_{max}=5A$)

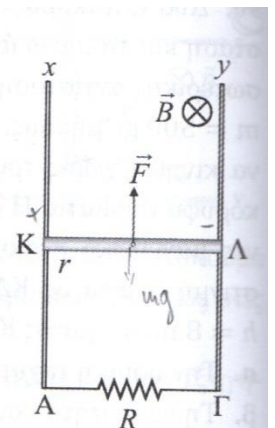
26. Οι κατακόρυφοι μεταλλικοί αγωγοί Αχ και Γγ έχουν μεγάλο μήκος, αμελητέα αντίσταση και απέχουν μεταξύ τους σταθερή απόσταση $l=1m$. Τα άκρα τους Α και Γ συνδέονται με αγωγό αντίστασης $R_1=0,8\Omega$. Ο αγωγός ΚΛ έχει μήκος $l=1m$, μάζα $m=0,8 kg$, αντίσταση $R_2=0,2 \Omega$ και έχει τα άκρα του σε συνεχή επαφή με τους αγωγούς Αχ και Γγ. Υπό την επίδραση σταθερής εξωτερικής δύναμης \vec{F} , ο αγωγός ΚΛ κινείται προς τα πάνω, χωρίς τριβές, με σταθερή ταχύτητα μέτρου $u=4m/s$. Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε ένα οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B=1T$. Βρείτε:



- Την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα.
 - Το μέτρο της δύναμης \vec{F} .
- Κάποια χρονική στιγμή η εξωτερική δύναμη καταργείται. Να εξηγήσετε γιατί κάποια στιγμή θα αλλάξει η φορά της κίνησης και να βρείτε:
- Τον ρυθμό μεταβολής της δυναμικής ενέργειας του αγωγού τη χρονική στιγμή που η δύναμη στον αγωγό από το μαγνητικό πεδίο έχει μέτρο $F_L=mg/4$.
 - Την τελική σταθερή ταχύτητα που αποκτά ο αγωγός κατά την κάθοδό του.
- Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g=10m/s^2$.

(Απάντηση: α. $I=4 A$, β. $F=12N$, γ. $dU/dt=\pm 16 J/s$, δ. $u_{op}=8m/s$)

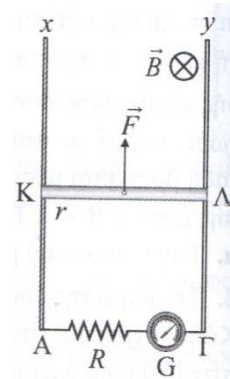
27. Στο κύκλωμα του διπλανού σχήματος η ράβδος ΚΛ, με μήκος $l=1m$, μάζα $m=0,4 kg$ και αντίσταση $r=1\Omega$, μπορεί να κινείται χωρίς τριβές σε επαφή με τους δύο κατακόρυφους (χωρίς αντίσταση) αγωγούς Αχ και Γγ. Στον χώρο υπάρχει οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B=2T$, με φορά όπως στο σχήμα. Η αντίσταση του αγωγού ΑΓ είναι $R=4\Omega$, ενώ η επιτάχυνση της βαρύτητας έχει μέτρο $g=10m/s^2$. Τη χρονική στιγμή $t=0$ ασκούμε στη ράβδο εξωτερική δύναμη \vec{F} , που έχει μέτρο μεγαλύτερο του βάρους της και ασκείται κάθετα στη ράβδο, με διεύθυνση κατακόρυφη και φορά προς τα πάνω. Η διαφορά δυναμικού $V_{ΚΛ}$ αυξάνεται διαρκώς και κάποια στιγμή σταθεροποιείται στην τιμή $V_{ΚΛ}=8 V$. Αφού εξηγήσετε γιατί ο αγωγός αποκτά τελική σταθερή ταχύτητα, βρείτε:



- Την οριακή ταχύτητα που αποκτά ο αγωγός.
- Τη δύναμη Laplace, όταν ο αγωγός αποκτά σταθερή ταχύτητα.
- Το μέτρο της δύναμης \vec{F} .
- Την επιτάχυνση του αγωγού σαν συνάρτηση της ταχύτητας και κάντε το αντίστοιχο διάγραμμα.

(Απάντηση: α. $u_{op}=5m$, β. $F_L=4N$, γ. $F=8N$, δ. $a=10-2u(SI)$)

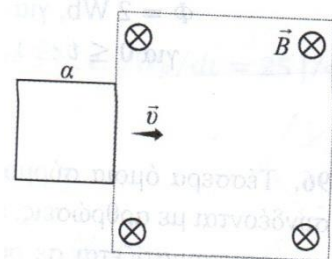
28. Στο κύκλωμα του σχήματος η αγώγιμη ράβδος ΚΛ, με μήκος $l=1\text{m}$, μάζα $m=0,4\text{kg}$ και αντίσταση $r=1\Omega$, μπορεί να κινείται χωρίς τριβές σε επαφή με τους δύο κατακόρυφους (χωρίς αντίσταση) αγωγούς Αχ και Γγ. Στον χώρο υπάρχει οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B=2\text{T}$, με φορά όπως στο σχήμα. Η αντίσταση του αγωγού ΑΓ είναι $R=4\Omega$, ενώ η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι $g=10\text{m/s}^2$. Τη χρονική στιγμή $t=0$ ασκούμε στη ράβδο εξωτερική δύναμη \vec{F} που έχει μέτρο $F=12\text{N}$ και δρα κάθετα στη ράβδο, με κατακόρυφη διεύθυνση και φορά προς τα πάνω. Το γαλβανόμετρο G δείχνει διέλευση ηλεκτρικού φορτίου $q=5\text{C}$, μέχρι τη χρονική στιγμή που ο αγωγός αποκτά οριακή ταχύτητα. Βρείτε:



- Τη μέγιστη ταχύτητα που αποκτά ο αγωγός.
 - Το διάστημα που θα έχει διανύσει ο αγωγός μέχρι εκείνη τη στιγμή.
- Κάποια χρονική στιγμή η ταχύτητα του αγωγού έχει μέτρο $u=5\text{m/s}$. Βρείτε:
- Τον ρυθμό παραγωγής έργου της δύναμης \vec{F} .
 - Τον ρυθμό παραγωγής θερμικής ενέργειας λόγω του φαινομένου Joule.
 - Τον ρυθμό μεταβολής της μηχανικής ενέργειας του αγωγού.
 - Να εξετάσετε αν ισχύει η αρχή διατήρησης της ενέργειας.

(Απάντηση: α. $u_{\text{op}}=10\text{m/s}$, β. $y=1,25\text{ m}$, γ. $dWF/dt=60\text{ J/s}$, δ. $dQ/dt=20\text{J/s}$, ε. $dE_{\text{μηχ}}/dt=40\text{ J/s}$)

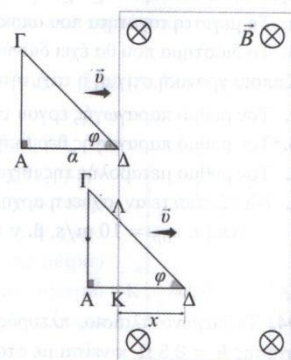
29. Τετράγωνο πλαίσιο, πλευράς $a=50\text{cm}$ και αντίστασης $R=0,5\ \Omega$, κινείται με σταθερή ταχύτητα μέτρου $u=10\text{m/s}$ πάνω σε λείο οριζόντιο τραπέζι. Τη χρονική στιγμή $t_0=0$ το πλαίσιο εισέρχεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B=0,4\text{ T}$, έτσι ώστε το επίπεδό του να είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Βρείτε:



- Τη μαγνητική ροή σαν συνάρτηση του χρόνου και κάντε τη γραφική παράσταση.
- Την επαγωγική ΗΕΔ και κάντε τη γραφική παράσταση.
- Τη δύναμη που πρέπει να ασκούμε στο πλαίσιο ώστε να κινείται με σταθερή ταχύτητα.
- Την ενέργεια που πρέπει να δαπανήσουμε για την είσοδο του πλαισίου και να την συγκρίνετε με τη θερμότητα που αναπτύσσεται.

(Απάντηση: α. $\Phi=2t$, για $0\leq t\leq 50\text{ms}$, $\Phi=0,1\text{ Wb}$, για $t\geq 50\text{ms}$, β. $E_{\text{επ}}=-2\text{V}$, για $0\leq t\leq 50\text{ms}$, $E_{\text{επ}}=0$, για $t\geq 50\text{ms}$, γ. $F=0,8\text{N}$, για $0\leq t\leq 50\text{ms}$, $F=0$, για $t\geq 50\text{ms}$, δ. $E_{\text{δαπ}}=0,4\text{ J}$, $Q=0,4\text{ J}$)

30. Ένα συρμάτινο πλαίσιο έχει σχήμα ορθογωνίου και ισοσκελούς τριγώνου με κάθετη πλευρά $a=2\text{m}$. Το πλαίσιο έχει αντίσταση $R=2\Omega$ και κινείται με ταχύτητα μέτρου $u=2\text{m/s}$, που είναι παράλληλη σε μια κάθετη πλευρά του. Τη χρονική στιγμή $t_0=0$ το πλαίσιο αρχίζει να μπαίνει σε περιοχή εύρους $2a$, στην οποία υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B=2\text{T}$. Το επίπεδο του πλαισίου είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές και η ταχύτητά του είναι κάθετη στην ευθεία οριακή γραμμή του πεδίου. Μέχρι τη στιγμή που το πλαίσιο έχει εισέλθει ολόκληρο εντός του μαγνητικού πεδίου, βρείτε:

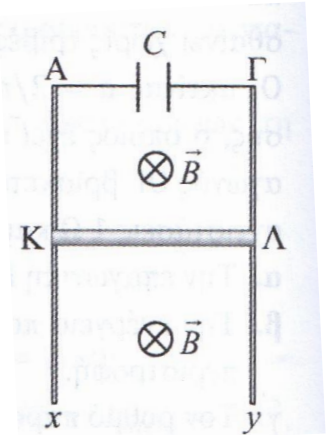


- Τη μαγνητική ροή που διέρχεται από την επιφάνεια που ορίζει το σύρμα και δείξτε γραφικά τη μεταβολή της με την πάροδο του χρόνου.
- Την επαγωγική ΗΕΔ που αναπτύσσεται στο πλαίσιο σε συνάρτηση με τον χρόνο και κάντε την αντίστοιχη γραφική παράσταση.
- Το συνολικό φορτίο που θα διέλθει από μια διατομή του πλαισίου κατά την είσοδό του.

Δίνεται για τις πράξεις $\sqrt{2}\approx 1,4$.

(Απάντηση: α. $\Phi=4t^2$, για $0\leq t\leq 1\text{s}$, $\Phi=2\text{Wb}$, για $t\geq 1\text{s}$, β. $E_{\text{επ}}=-8t$, $0\leq t\leq 1\text{s}$, $E_{\text{επ}}=0$, για $t\geq 1\text{s}$, γ. $q=-2\text{C}$)

31. (εκτός ύλης) Δύο κατακόρυφα και παράλληλα σύρματα Αχ και Γγ έχουν μηδενική αντίσταση και στα πάνω άκρα τους, Α και Γ, συνδέεται ένας επίπεδος πυκνωτής χωρητικότητας $C=400 \mu\text{F}$. Ένας ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ, που έχει μήκος $l=0,5 \text{ m}$, μάζα $m=10\text{g}$ και μηδενική αντίσταση, μπορεί να ολισθαίνει έτσι ώστε να είναι συνέχεια κάθετος στους αγωγούς Αχ και Γγ με τα άκρα του, Κ και Λ, σε συνεχή επαφή με αυτούς. Κάθετα στο επίπεδο των αγωγών υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B=10\text{T}$. Αρχικά ο αγωγός ΚΛ είναι ακίνητος, πολύ κοντά στον πυκνωτή και τη χρονική στιγμή $t_0=0$ αφήνεται ελεύθερος.



A. Εξηγήστε γιατί στο κύκλωμα αναπτύσσεται επαγωγική ΗΕΔ.

B. Με δεδομένο ότι η επαγωγική ΗΕΔ εμφανίζεται στον κινούμενο αγωγό ΚΛ, βρείτε:

α. Την πολικότητα της επαγωγικής ΗΕΔ.

β. Τη σχέση που συνδέει το φορτίο με την ταχύτητα του αγωγού.

γ. Τη σχέση που συνδέει τον ρυθμό μεταβολής του φορτίου του πυκνωτή με την επιτάχυνση του αγωγού.

Γ. Αποδείξτε ότι ο αγωγός κινείται με σταθερή επιτάχυνση μέτρου $a=5\text{m/s}^2$.

Δ. Δείξτε γραφικά πως μεταβάλλεται η μαγνητική ροή που διέρχεται από το κύκλωμα με την πάροδο του χρόνου έως τη χρονική στιγμή 2s .

Ε. Τη χρονική στιγμή 2s βρείτε:

α. Τον ρυθμό μεταβολής της μαγνητικής ροής.

β. Τον ρυθμό μεταβολής της δυναμικής ενέργειας του αγωγού ΚΛ.

γ. Τον ρυθμό αύξησης της ενέργειας του πυκνωτή.

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g=10\text{m/s}^2$.

(Απάντηση: B. α. Λ(+), β. $q=CBlv$, γ. $dq/dt=CBl a$, E. α. $d\Phi/dt=50 \text{ Wb/s}$, β. $dU/dt=-1 \text{ J/s}$, γ. $duE/dt=0,5 \text{ J/s}$)