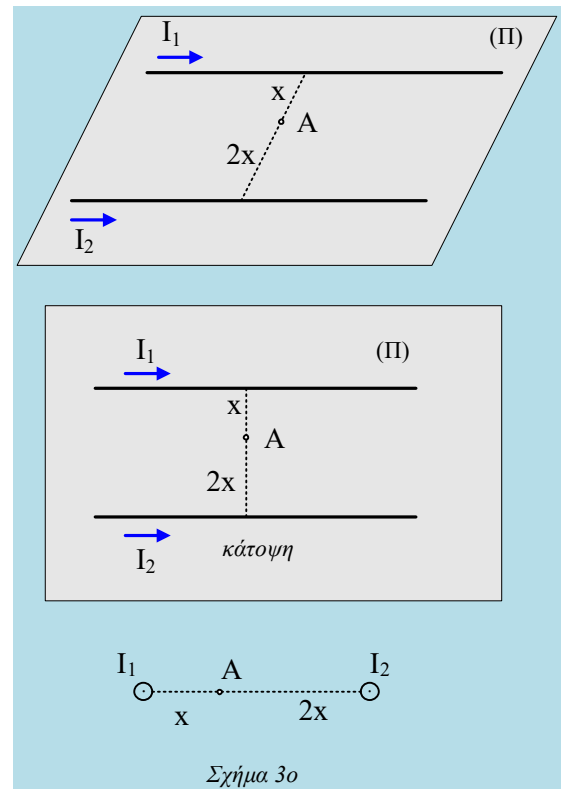


7.1. Ασκήσεις Ηλεκτρομαγνητισμού

1. Σχεδιάζοντας την ένταση του πεδίου δύο παραλλήλων αγωγών.

Σε οριζόντιο επίπεδο (Π) βρίσκονται δύο παράλληλοι αγωγοί οι οποίοι διαρρέονται από ρεύματα με την ίδια ένταση $I_1=I_2$, όπως στο σχήμα. Ένα σημείο Α του επιπέδου απέχει κατά x και $2x$, από τους δύο αγωγούς. Αν η ένταση στο Α εξαιτίας του πρώτου αγωγού έχει μέτρο $B_1=4 \cdot 10^{-4} \text{T}$:

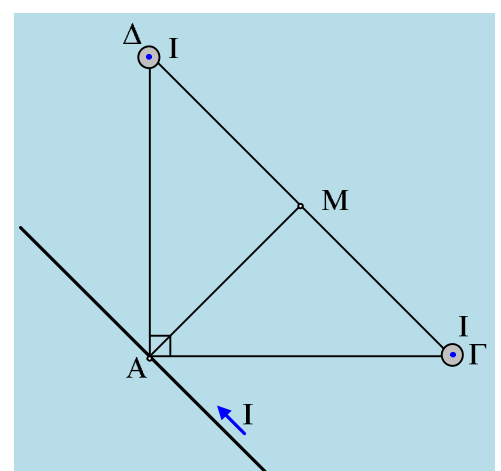
- Να σχεδιάσετε στο σημείο Α του σχήματος, τις εντάσεις B_1 και B_2 του μαγνητικού πεδίου εξαιτίας των δύο αγωγών, καθώς και την συνολική ένταση του μαγνητικού πεδίου. Ποιο το μέτρο της έντασης του πεδίου στο σημείο Α;
- Θα μπορούσαμε βέβαια να έχουμε την εικόνα σε κάτοψη, όπως στο δεύτερο σχήμα. Να σχεδιάσετε ξανά τα παραπάνω διανύσματα, στο σχήμα αυτό.
- Εναλλακτικά, μας βολεύει συνήθως να σχεδιάζουμε τους δύο αγωγούς κάθετους στο επίπεδο της σελίδας, όπως στο 3^ο σχήμα. Πώς αναπαριστάνονται στην περίπτωση αυτή τα αντίστοιχα διανύσματα που μας ενδιαφέρουν;



2. Μαγνητικό πεδίο τριών αγωγών

Στο σχήμα βλέπετε ένα ορθογώνιο και ισοσκελές τρίγωνο ΑΓΔ ($\hat{A}=90^\circ$), στο επίπεδο της σελίδας και τρεις αγωγούς, μεγάλου μήκους, που διαρρέονται από ρεύματα με την ίδια ένταση I , οι οποίοι περνούν από τις τρεις κορυφές του τριγώνου. Ο πρώτος αγωγός που περνά από την κορυφή Α, είναι παράλληλος στην πλευρά ΓΔ και δημιουργεί στο μέσον της Μ, μαγνητικό πεδίο έντασης $B_1=0,02 \text{T}$. Οι άλλοι δύο αγωγοί είναι κάθετοι στο επίπεδο της σελίδας και διαρρέονται από ρεύματα με φορά προς τα έξω, όπως στο σχήμα.

- Να σχεδιάσετε την ένταση B_1 του μαγνητικού πεδίου στο Μ, που οφείλεται στον πρώτο αγωγό.
- Να βρείτε την ένταση του μαγνητικού πεδίου (μέτρο και κατεύθυνση) στο σημείο Μ που οφείλεται στον αγωγό που περνά από την κορυφή Γ.



iii) Η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο Μ, που οφείλεται και στους τρεις αγωγούς:

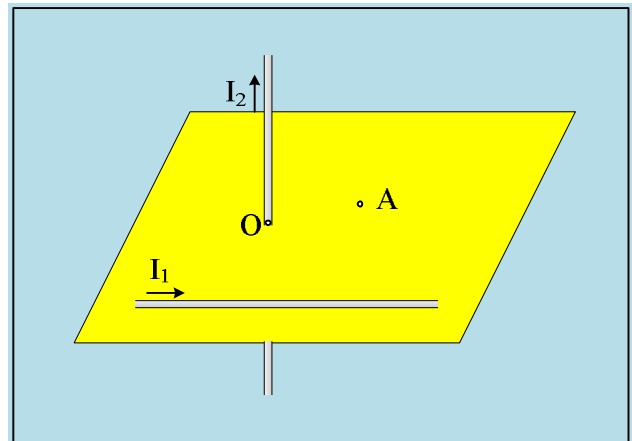
- α) Βρίσκεται στο επίπεδο της σελίδας.
- β) Είναι κάθετη στο επίπεδο της σελίδας.
- γ) Σχηματίζει γωνία με το επίπεδο που βλέπουμε στο σχήμα.

Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

iv) Να βρείτε την ένταση του μαγνητικού πεδίου (μέτρο και κατεύθυνση) στην κορυφή Α του τριγώνου, που οφείλεται στους δύο παράλληλους αγωγούς που περνούν από τις άλλες δύο κορυφές.

3. Μαγνητικό πεδίο ευθύγραμμων αγωγών.

Ένας ευθύγραμμος οριζόντιος αγωγός διαρρέεται από ρεύμα έντασης I_1 και ορίζει με ένα σημείο Α, που απέχει απ' αυτόν απόσταση 10cm, ένα οριζόντιο επίπεδο. Ένας δεύτερος ευθύγραμμος αγωγός είναι κατακόρυφος και διαρρέεται από ρεύμα έντασης I_2 . Η απόσταση του σημείου Α από τον δεύτερο αγωγό είναι $OA=5\text{cm}$.



i) Ποιες προτάσεις είναι σωστές και ποιες λάθος.

- α) Η ένταση του πεδίου που δημιουργεί ο οριζόντιος αγωγός, στο σημείο Α, είναι οριζόντια.
- β) Η ένταση του πεδίου που δημιουργεί ο οριζόντιος αγωγός, στο σημείο Α, είναι κατακόρυφη.
- γ) Η ένταση του πεδίου που δημιουργεί ο κατακόρυφος αγωγός, στο σημείο Α, είναι οριζόντια.
- δ) Η ένταση του πεδίου που δημιουργεί ο κατακόρυφος αγωγός, στο σημείο Α, είναι κατακόρυφη.

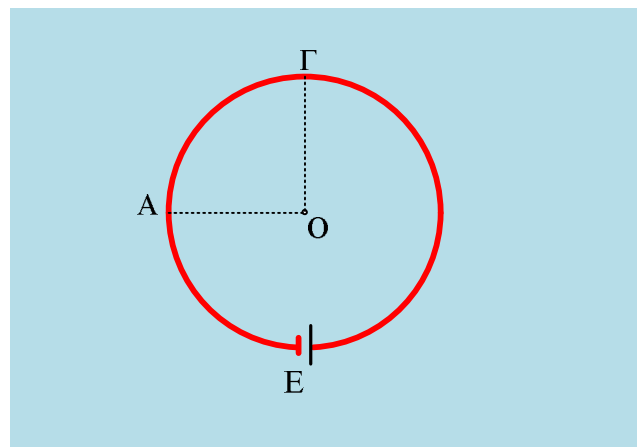
ii) Αν $I_1=I_2=10\text{ A}$, να υπολογιστεί η ένταση του πεδίου στο σημείο Α.

Δίνεται $K_\mu=10^{-7}\text{N/A}^2$.

4. Μαγνητικό πεδίο τμήματος κυκλικού αγωγού

Στο κέντρο Ο του κυκλικού αγωγού του σχήματος, η ένταση του μαγνητικού πεδίου, εξαιτίας του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό, έχει μέτρο $B_0=4\cdot 10^{-5}\text{ T}$. Το επίπεδο του κυκλικού αγωγού είναι πάνω στο επίπεδο της σελίδας.

- i) Να σχεδιάσετε το διάνυσμα της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο σημείο Ο.
- ii) Η ένταση στο κέντρο Ο του αγωγού, οφείλεται στο μαγνητικό πεδίο που δημιουργεί κάθε

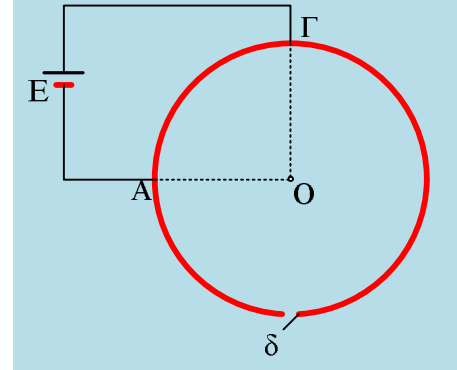


στοιχειώδες τόξο ds του κύκλου και μπορούμε να γράψουμε $dB = \lambda \cdot ds$.

α) Να βρεθεί ο συντελεστής αναλογίας λ .

β) Αφού αποδειχθεί ότι η ένταση που οφείλεται σε τόξο μήκους s , είναι ανάλογη του s , να υπολογίσετε την ένταση του μαγνητικού πεδίου, που οφείλεται στο τόξο ΑΓ, όπου η γωνία ΑΟΓ=90°.

iii) Ο ίδιος κυκλικός αγωγός συνδέεται με την ίδια γεννήτρια ΗΕΔ E και με μηδενική εσωτερική αντίσταση, με σύρματα χωρίς αντίσταση, στα σημεία Α και Γ, όπως στο διπλανό σχήμα. Αν ο διακόπτης δ είναι ανοικτός:



α. Βρείτε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο Ο του κύκλου και σχεδιάστε το διάνυσμά της στο σχήμα.

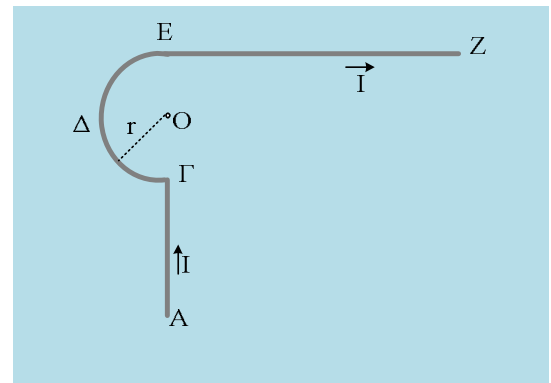
β. Σε μια στιγμή κλείνουμε το διακόπτη δ . Πόση είναι τώρα η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο Ο του κύκλου;

Εξάλλου στην προέκταση του αγωγού, στο σημείο Ε (δεξιά σχήμα), δεν δημιουργείται μαγνητικό πεδίο και έχουμε $B_E = 0$.

5. Ένας αγωγός από ευθύγραμμο και κυκλικά τμήματα!

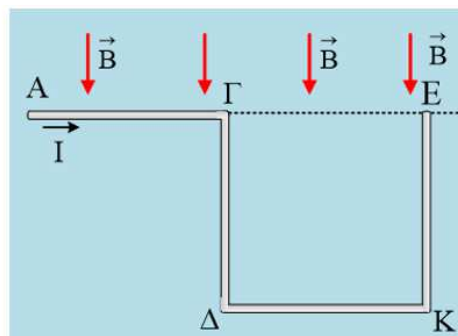
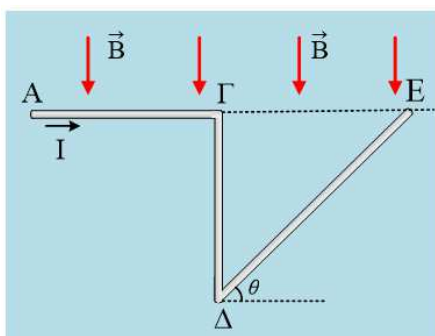
Στο σχήμα βλέπετε έναν αγωγό ΑΓΔΕΖ, το καμπύλο μέρος του οποίου (ΓΔΕ) είναι ημικύκλιο ακτίνας $r=0,2\text{m}$, ο οποίος διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I=10\text{A}$. Να υπολογιστεί η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο Ο του ημικυκλίου.

Δίνεται $K_\mu = 10^{-7} \text{N/A}^2$.



6. Δύναμη Laplace σε τμήματα αγωγού

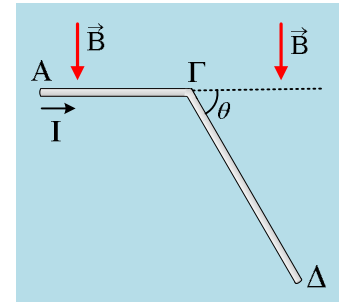
Ένας αγωγός ΑΓΔΕ ορίζει ένα κατακόρυφο επίπεδο, με το τμήμα ΑΓ μήκους $\ell=0,5\text{m}$ οριζόντιο και το ΓΔ, επίσης μήκους ℓ κατακόρυφο, ενώ το τρίτο τμήμα σχηματίζει με την οριζόντια διεύθυνση γωνία $\theta=45^\circ$. Στο χώρο υπάρχει ένα κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B=2\text{T}$. Αν ο αγωγός διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I=5\text{A}$, ζητούνται:



- i) Η δύναμη (μέτρο και κατεύθυνση) που ασκείται σε κάθε τμήμα του αγωγού.
- ii) Το μέτρο της συνολικής δύναμης που δέχεται ο αγωγός ΑΓΔΕ.
- ii) Αν αντικαταστήσουμε το τμήμα ΔΕ με το τμήμα ΔΚΕ, όπου το ΔΚ είναι οριζόντιο και το ΚΕ κατακόρυφο, με μήκη ℓ , πόσο θα είναι τώρα το μέτρο της συνολικής δύναμης που θα δέχεται ο αγωγός από το μαγνητικό πεδίο;

7. Η συνισταμένη δύναμη στον αγωγό.

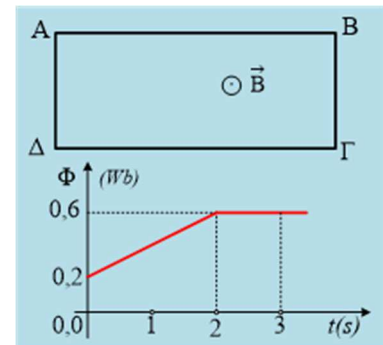
Ένας αγωγός ΑΓΔ, αποτελείται από δύο ευθύγραμμα τμήματα, το ΑΓ μήκους $\ell_1=1\text{m}$ και το ΓΔ μήκους $\ell_2=1,5\text{m}$ και διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I=4\text{ A}$. Το επίπεδο που ορίζει ο αγωγός είναι κατακόρυφο, με το τμήμα ΑΓ οριζόντιο, ενώ το ΓΔ σχηματίζει γωνία $\theta=60^\circ$, με την οριζόντια διεύθυνση. Ο αγωγός βρίσκεται μέσα σε ένα κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B=0,5\text{T}$.



- i) Να βρείτε τη δύναμη Laplace που δέχεται κάθε τμήμα του αγωγού.
- ii) Να βρεθεί η συνισταμένη δύναμη η οποία ασκείται στον αγωγό από το μαγνητικό πεδίο.

8. Η μαγνητική ροή και το επαγωγικό ρεύμα.

Ένα ορθογώνιο μεταλλικό πλαίσιο ΑΒΓΔ βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, με το επίπεδό του κάθετο στις δυναμικές γραμμές του. Το πλαίσιο, με πλευρές $(AB)=1\text{m}$ και $(B\Gamma)=0,4\text{m}$ έχει αντίσταση $R=0,5\Omega$. Κάποια στιγμή $t=0$, η ροή που διέρχεται από το πλαίσιο αρχίζει να μεταβάλλεται όπως στο σχήμα σε συνάρτηση με το χρόνο.

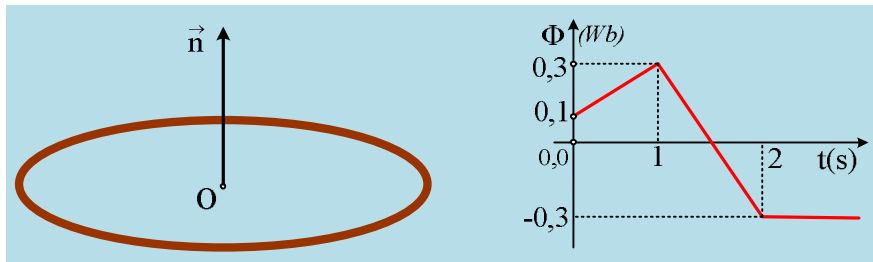


- i) Να σχεδιάσετε στο σχήμα την κάθετη στο πλαίσιο, δικαιολογώντας την κατεύθυνσή της.
- ii) Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λάθος:
 - α) Από 0-2s η Ηλεκτρεγερτική δύναμη που αναπτύσσεται στο πλαίσιο είναι σταθερή.
 - β) Τη χρονική στιγμή $t=1\text{s}$ το πλαίσιο διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, με φορά από το Α στο Β.
 - γ) Τη χρονική στιγμή $t=2,5\text{s}$ το κύκλωμα δεν διαρρέεται από ρεύμα.

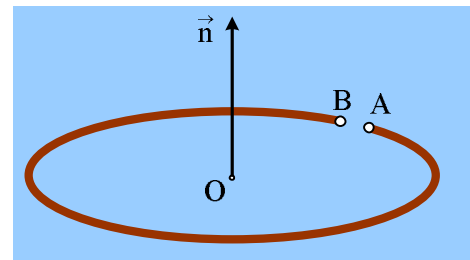
Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.
- iii) Να υπολογιστούν:
 - α) Η ένταση του μαγνητικού πεδίου τη στιγμή $t=2,2\text{s}$.
 - β) Η μέση ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στο πλαίσιο από 0-2s.
 - γ) Η δύναμη που ασκείται στην πλευρά ΒΓ τις χρονικές στιγμές $t_1=0,8\text{s}$ και $t_2=2,5\text{s}$.
 - δ) Η συνολική θερμότητα που εμφανίζεται στο πλαίσιο από 0-3s.

9. Η μαγνητική ροή και ο κυκλικός αγωγός

Στο σχήμα βλέπετε έναν οριζόντιο κυκλικό αγωγό (ένα κυκλικό πλαίσιο) με αντίσταση $R=2\Omega$ και την κάθετο στο επίπεδό του $\vec{n}$, στο κέντρο του O . Ο αγωγός αυτός βρίσκεται μέσα σε ένα κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B_0=0,5T$. Κάποια στιγμή ($t_0=0$) η ένταση του πεδίου αρχίζει να αλλάζει (ομοιόμορφα σε όλη την επιφάνεια του αγωγού), με αποτέλεσμα η μαγνητική ροή που διέρχεται από το πλαίσιο να μεταβάλλεται σε συνάρτηση με το χρόνο, όπως στο διπλανό διάγραμμα.



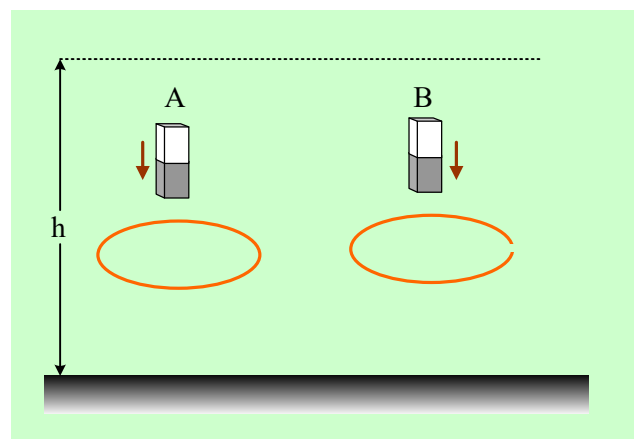
- Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου τις χρονικές στιγμές $t_1=0,5s$ και $t_2=1,8s$ και να σχεδιάσετε στο σχήμα το διάνυσμά της.
- Να βρεθεί η ηλεκτρεγερτική δύναμη από επαγωγή που αναπτύσσεται στο πλαίσιο τη χρονική στιγμή t_1 , καθώς και τη στιγμή που μηδενίζεται η ένταση του μαγνητικού πεδίου.
- Να κάνετε τη γραφική παράσταση της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο σε συνάρτηση με το χρόνο.
- Αν ο παραπάνω αγωγός είχε ένα άνοιγμα, όπως στο σχήμα, να κάνετε τη γραφική παράσταση της τάσης V_{AB} σε συνάρτηση με το χρόνο.



10. Η πτώση των μαγνητών

Δύο μικροί όμοιοι μαγνήτες αφήνονται ταυτόχρονα από ύψος h από το έδαφος, να πέσουν. Στην πορεία τους περνούν από δύο οριζόντιους σταθερούς κυκλικούς αγωγούς, όπου ο δεύτερος παρουσιάζει μια μικρή εγκοπή.

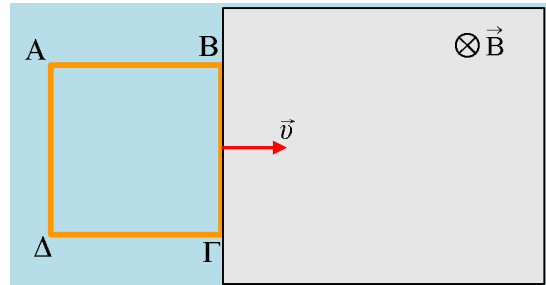
- Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες; Να δώσετε σύντομες δικαιολογήσεις:
 - Φαινόμενο επαγωγής εμφανίζεται μόνο κατά την πτώση του A μαγνήτη.
 - Μόνο ο B μαγνήτης εκτελεί ελεύθερη πτώση.
 - Πρώτος θα φτάσει στο έδαφος ο B μαγνήτης.



- ii) Αν η μάζα κάθε μαγνήτη είναι 200g και οι μαγνήτες φτάνουν στο έδαφος με ταχύτητες $v_1=4\text{m/s}$ και $v_2=4,2\text{m/s}$ αντίστοιχα, να υπολογιστεί η θερμότητα που εμφανίζεται στο πρώτο κυκλικό αγωγό, κατά το πέρασμα του μαγνήτη από το εσωτερικό του.

11. Ένα πλαίσιο μπαίνει σε μαγνητικό πεδίο

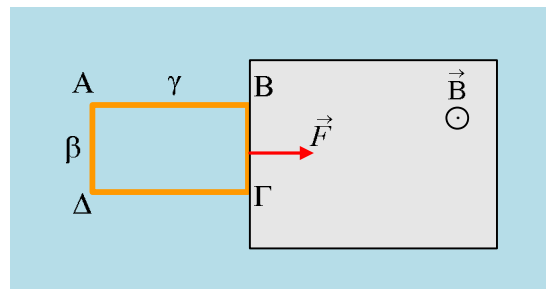
Το τετράγωνο άκαμπτο μεταλλικό πλαίσιο πλευράς $a=0,8\text{m}$ και αντίστασης $R=0,4\Omega$ κινείται οριζόντια με σταθερή ταχύτητα $v=1\text{m/s}$, σε όλη τη διάρκεια της μελέτης και τη στιγμή $t=0$, φτάνει στα όρια ενός κατακόρυφου ομογενούς μαγνητικού πεδίου με ένταση $B=1,5\text{T}$, όπως στο σχήμα (κάτοψη). Θεωρώντας την κάθετη στο πλαίσιο να έχει φορά ίδια με την ένταση του πεδίου, ζητούνται για το χρονικό διάστημα $0 \leq t \leq t_1$, όπου τη στιγμή $t_1=1,2\text{s}$, όλο το πλαίσιο βρίσκεται εντός του πεδίου:



- Η γραφική παράσταση της μαγνητικής ροής που διέρχεται από το πλαίσιο σε συνάρτηση με το χρόνο.
- Η ηλεκτρεγερτική δύναμη που αναπτύσσεται στο πλαίσιο
- Η γραφική παράσταση της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο.
- Η οριζόντια δύναμη F που είναι απαραίτητη να ασκούμε στο πλαίσιο για την κίνησή του.
- Η ισχύς της παραπάνω δύναμης τη στιγμή $t_2=0,6\text{s}$, καθώς και η ηλεκτρική ισχύς την ίδια στιγμή.
- Η συνολική θερμότητα που εμφανίζεται στο πλαίσιο και το αντίστοιχο έργο της F .

12. Μια είσοδος στο πεδίο με σταθερή επιτάχυνση

Το ορθογώνιο άκαμπτο μεταλλικό πλαίσιο ΑΒΓΔ, με πλευρές $\beta=0,5\text{m}$ και $\gamma=0,8\text{m}$, έχει αντίσταση $R=0,8\Omega$ και μάζα $m=0,75\text{kg}$, ηρεμεί δε, σε λείο μονωτικό οριζόντιο επίπεδο, με την πλευρά του ΒΓ σε επαφή με περιοχή που υπάρχει ένα ομογενές κατακόρυφο μαγνητικό πεδίο έντασης $B=2\text{T}$, όπως στο σχήμα (κάτοψη). Σε μια στιγμή $t=0$, ασκούμε στο μέσον της πλευράς ΒΓ μια μεταβλητού μέτρου, οριζόντια δύναμη F , κάθετη στην ΒΓ, με αποτέλεσμα το πλαίσιο να αποκτήσει μια σταθερή επιτάχυνση $a=0,4\text{m/s}^2$ και να αρχίσει την είσοδό του στο πεδίο.



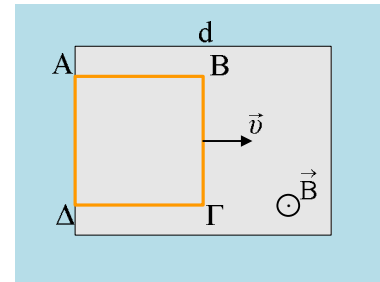
- Α) Θεωρώντας την κάθετη στο πλαίσιο να έχει φορά ίδια με την ένταση του πεδίου, ζητούνται για το χρονικό διάστημα $0 \leq t \leq 2,5\text{s}$, όπου τη στιγμή $t'=2,5\text{s}$, όλο το πλαίσιο βρίσκεται εντός του πεδίου, οι γραφικές παραστάσεις σε συνάρτηση με το χρόνο:
- Της μαγνητικής ροής που διέρχεται από το πλαίσιο.
 - Της ηλεκτρεγερτικής δύναμης που αναπτύσσεται στο πλαίσιο.
 - Της ηλεκτρικής ισχύος που εμφανίζεται στο πλαίσιο.

B) Για την χρονική στιγμή $t_1=1,5s$, να βρεθούν:

- ν) Η οριζόντια δύναμη F που είναι απαραίτητη να ασκούμε στο πλαίσιο για την κίνησή του, καθώς και η ισχύς της.
- ν) Η αντίστοιχη ισχύς της δύναμης Laplace που ασκείται στο πλαίσιο από το μαγνητικό πεδίο, καθώς και ισχύς της ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στο πλαίσιο.
- vi) Ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας του πλαισίου.

13. Μια έξοδος πλαισίου από μαγνητικό πεδίο

Το τετράγωνο μεταλλικό πλαίσιο ΑΒΓΔ πλευράς $a=0,5m$ και αντίστασης $R=5\Omega$ κινείται οριζόντια με σταθερή ταχύτητα $v=0,5m/s$, πάνω σε λείο μονωτικό οριζόντιο επίπεδο, με το επίπεδό του οριζόντιο και σε μια στιγμή συναντά μια περιοχή πλάτους $d=1m$, στην οποία υπάρχει ένα ομογενές κατακόρυφο μαγνητικό πεδίο έντασης $B=2T$, όπως στο σχήμα (κάτοψη), την οποία διαπερνά. Έστω $t=0$ η χρονική στιγμή που έχει ολοκληρωθεί η είσοδος του πλαισίου στο πεδίο.

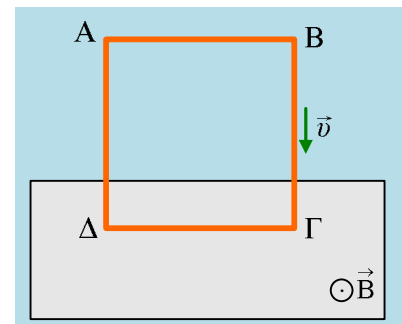


Θεωρώντας την κάθετη στο πλαίσιο να έχει την ίδια κατεύθυνση με την ένταση του πεδίου, να γίνουν οι γραφικές παραστάσεις σε συνάρτηση με το χρόνο από 0-3s των μεγεθών:

- i) Της μαγνητικής ροής που διέρχεται από το πλαίσιο.
- ii) Της ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στο πλαίσιο.
- iii) Της έντασης του ρεύματος.
- iv) Της δύναμης Laplace που δέχεται το πλαίσιο από το μαγνητικό πεδίο.
- v) Του μέτρου της δύναμης από το πεδίο, που ασκείται στην πλευρά ΑΒ.
- vi) Της ισχύος της εξωτερικής δύναμης F , την οποία πρέπει να ασκούμε πάνω στο πλαίσιο, για να μπορεί να κινείται ευθύγραμμα και ομαλά.

14. Η πτώση ενός τετράγωνου πλαισίου.

Ένα τετράγωνο πλαίσιο πλευράς $a=0,5m$ και αντίστασης $R=0,2\Omega$ αφήνεται να πέσει από ορισμένο ύψος, με το επίπεδό του κατακόρυφο. Σε μια στιγμή συναντά στην πορεία του ένα ομογενές οριζόντιο μαγνητικό πεδίο, με δυναμικές γραμμές κάθετες στο πλαίσιο, έντασης $B=0,4T$ και στο σχήμα φαίνεται η θέση του πλαισίου τη στιγμή t_1 , όπου η ταχύτητά του είναι $v=2m/s$. Για τη στιγμή αυτή ζητούνται:



- i) Η ΗΕΔ από επαγωγή που εμφανίζεται στο πλαίσιο και η ένταση του ρεύματος που το διαρρέει.
- ii) Η ηλεκτρική ισχύς που εμφανίζεται στο πλαίσιο, καθώς και η ισχύς της δύναμης Laplace που το μαγνητικό

πεδίο ασκεί στο πλαίσιο.

iii) Αν το πλαίσιο έχει μάζα $m=0,2\text{kg}$:

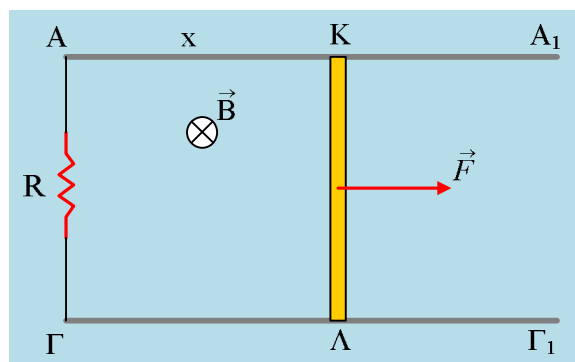
α) Ποια η επιτάχυνση του πλαισίου;

β) Ποιοι οι ρυθμοί μεταβολής της δυναμικής ενέργειας, της κινητικής ενέργειας και της μηχανικής ενέργειας του πλαισίου;

Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$.

15. Η επαγωγή σε επιταχυνόμενη ράβδο

Ο αγωγός ΚΛ μήκους $\ell=1\text{m}$, μάζας $0,4\text{kg}$ και με αντίσταση $r=1\Omega$, μπορεί να κινείται οριζόντια, μέσα σε ένα ομογενές κατακόρυφο μαγνητικό πεδίο έντασης $B=1\text{T}$, σε επαφή με δυο παράλληλους αγωγούς AA_1 και $\Gamma\Gamma_1$, οι οποίοι δεν παρουσιάζουν αντίσταση και απέχουν $d=1\text{m}$. Μεταξύ των άκρων Α και Γ συνδέεται αντιστάτης με αντίσταση $R=3\Omega$. Σε μια στιγμή ασκούμε στον αγωγό ΚΛ μια σταθερή οριζόντια δύναμη μέτρου $F=0,7\text{N}$ με αποτέλεσμα ο αγωγός να κινείται προς τα δεξιά.



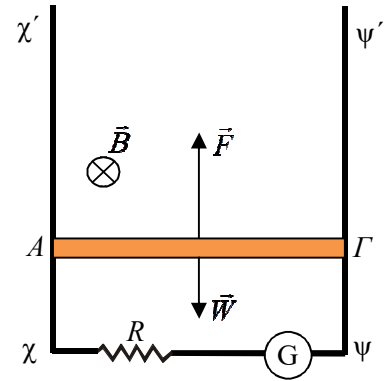
- Να βρείτε τη ροή που διέρχεται από το ορθογώνιο πλαίσιο ΑΚΛΓ σε συνάρτηση με την απόσταση $AK=x$ και να εξηγήσετε γιατί ο αγωγός ΚΛ διαρρέεται από ρεύμα.
- Να βρείτε τη φορά της έντασης του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη R .
- Για τη στιγμή t_1 που ο αγωγός έχει στιγμιαία ταχύτητα $v_1=2\text{m/s}$, να υπολογιστούν:
 - Η ΗΕΔ από επαγωγή που εμφανίζεται στο πλαίσιο.
 - Η τάση V_{KL} .
 - Η επιτάχυνση του αγωγού ΚΛ.
 - Ο ρυθμός με τον οποίο μεταφέρεται ενέργεια στον αγωγό ΚΛ, μέσω της δύναμης F και ο ρυθμός με τον οποίο η ενέργεια αυτή μετατρέπεται σε ηλεκτρική. Είναι ή όχι ίσοι οι δυο παραπάνω ρυθμοί; Να εξηγήσετε τις ενεργειακές μετατροπές που εμφανίζονται τη στιγμή αυτή στο πλαίσιο.

16. Επιταχύνοντας έναν αγωγό σε μαγνητικό πεδίο

Στο κύκλωμα του σχήματος η ράβδος ΑΓ 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 δυο κατακόρυφους (χωρίς αντίσταση) αγωγούς $\chi'\chi$ και $\psi'\psi$. Στο χώρο υπάρχει οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B=2\text{T}$, με φορά όπως στο σχήμα. Η αντίσταση του αγωγού $\chi\psi$ είναι $R=4\Omega$, ενώ $g=10\text{m/s}^2$. Τη χρονική στιγμή $t=0$, ασκούμε στη ράβδο εξωτερική δύναμη μέτρου $F>W$, κάθετα στη ράβδο, με κατακόρυφη διεύθυνση και φορά προς τα πάνω. Η διαφορά δυναμικού V_{AG} αυξάνεται διαρκώς και κάποια στιγμή σταθεροποιείται στην τιμή $V_{AG}=8\text{V}$.

- Να μελετήσετε ποιοτικά την κίνηση της ράβδου.

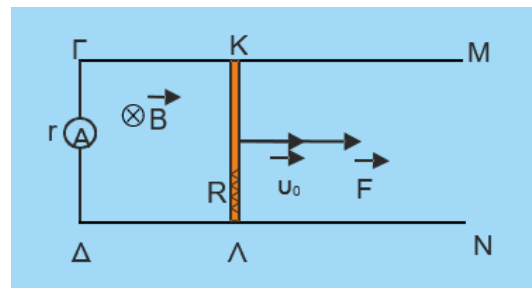
- β) Να υπολογίσετε την οριακή ταχύτητα που θα αποκτήσει η ράβδος.
 γ) Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης F .
 δ) Να βρείτε τη συνάρτηση επιτάχυνσης – ταχύτητας, κατά τη διάρκεια κίνησης της ράβδου, και να σχεδιάσετε τη γραφική της παράσταση σε βαθμολογημένους άξονες, μέχρι να αποκτήσει οριακή ταχύτητα ο αγωγός.
 ε) Αν το βαλλιστικό γαλβανόμετρο G δείξει τη διέλευση ηλεκτρικού φορτίου $q_{\text{επ}} = 5C$, μέχρι τη στιγμή που ο αγωγός αποκτά οριακή ταχύτητα,



- ε₁) Πόσο διάστημα θα έχει διανύσει ο αγωγός εκείνη τη στιγμή και
 ε₂) Σε πόσο χρόνο αποκτά ο αγωγός την οριακή του ταχύτητα;
 στ) Κάποια στιγμή που η ταχύτητα του αγωγού έχει μέτρο $v = 4\text{m/s}$ υπολογίστε:
 στ₁) το ρυθμό παραγωγής έργου της δύναμης F .
 στ₂) το ρυθμό μεταβολής της βαρυτικής δυναμικής ενέργειας.
 στ₃) το ρυθμό παραγωγής θερμικής ενέργειας λόγω φαινομένου Joule.
 στ₄) το ρυθμό παραγωγής έργου της δύναμης Laplace.
 στ₅) το ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας του αγωγού.

17. Ένας αγωγός επιταχύνεται ομαλά

Τα άκρα Γ και Δ δύο παράλληλων οριζόντιων αγωγών ΓM και ΔN , οι οποίοι δεν έχουν ωμική αντίσταση, συνδέονται με ένα αμπερόμετρο εσωτερικής αντίστασης $r=2\Omega$. Επάνω στο επίπεδο των δύο αγωγών είναι τοποθετημένος κάθετα προς τη διεύθυνση τους άλλος ευθύγραμμος αγωγός KL μήκους $\ell = 0,5\text{m}$, ο οποίος μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές. Η μάζα του



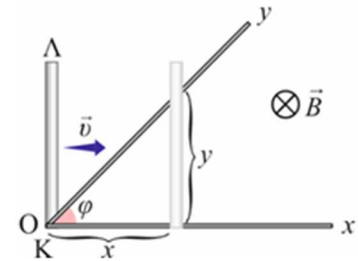
αγωγού KL είναι $m = 5\text{kg}$ και η αντίσταση του $R = 8\Omega$. Το σύστημα των τριών αγωγών βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο, του οποίου η μαγνητική επαγωγή (ένταση) $B = 2\text{T}$ είναι κάθετη στο επίπεδο των αγωγών. Κατά τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$, κατά την οποία ο αγωγός KL έχει ταχύτητα $u_0 = 12\text{m/s}$ παράλληλη προς τους αγωγούς ΓM και ΔN , ασκείται εξωτερική δύναμη $\vec{F}$ ομόρροπη με την ταχύτητα. Ο αγωγός KL αποκτά σταθερή επιτάχυνση μέτρου $a = 2\text{m/s}^2$ ομόρροπη με την ταχύτητα.

- α. να εξηγήσετε γιατί στα άκρα του αγωγού KL εμφανίζεται Η.Ε.Δ. από επαγωγή και να την εκφράσετε σε συνάρτηση με το χρόνο.
 β. να σημειώσετε την πολικότητα της Η.Ε.Δ. από επαγωγή στα άκρα του αγωγού KL και τη φορά του ρεύματος, που διαρρέει το αμπερόμετρο και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.
 γ. να βρείτε το φορτίο που περνά από το αμπερόμετρο στα πρώτα 5s της κίνησής του.
 δ. να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή $t = 5\text{s}$:

- i. την ισχύ της δύναμης $\vec{F}$
- ii. τη θερμική ισχύ στο κύκλωμα
- iii. το ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας του αγωγού ΚΛ

18. Ένας κινούμενος αγωγός

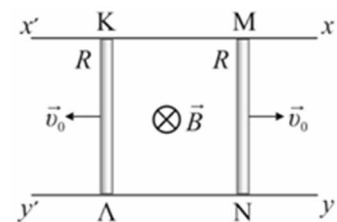
Στη διάταξη του σχήματος, ο αγωγός ΚΛ έχει μήκος $l = 1 \text{ m}$, αντίσταση ανά μονάδα μήκους $R^* = 5 \Omega/\text{m}$ και κινείται με σταθερή ταχύτητα μέτρου $v = 2 \text{ m/s}$. Το επίπεδο της κίνησης είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης μέτρου $B = 1 \text{ T}$. Το άκρο Κ του αγωγού συμπίπτει με το σημείο τομής Ο δύο αγωγών Οχ και Ογ, που σχηματίζουν μεταξύ τους γωνία $\varphi = 45^\circ$. Ο αγωγός Ογ έχει αμελητέα αντίσταση ενώ ο αγωγός Οχ έχει αντίσταση ανά μονάδα μήκους $R^* = 5 \Omega/\text{m}$. Βρείτε:



- α. Τη μαγνητική ροή που διέρχεται από τον βρόχο σαν συνάρτηση του χρόνου και κάντε τη γραφική της παράσταση.
- β. Την ΗΕΔ από επαγωγή στον βρόχο σαν συνάρτηση του χρόνου και κάντε τη γραφική της παράσταση.
- γ. Το επαγωγικό ρεύμα που διαρρέει τον βρόχο σαν συνάρτηση του χρόνου και κάντε τη γραφική του παράσταση.
- δ. Την εξωτερική δύναμη που πρέπει να ασκούμε στον κινούμενο αγωγό σαν συνάρτηση του χρόνου και κάντε τη γραφική της παράσταση.
- ε. Το επαγωγικό φορτίο που μετακινήθηκε στο κύκλωμα.

19. Δύο κινούμενοι αγωγοί και η ΑΔΟ

Δύο ευθύγραμμοι αγωγοί ΚΛ και ΜΝ, έχουν ο καθένας μήκος $l = 0,5 \text{ m}$, μάζα $m = 0,25 \text{ kg}$ 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 του την έκταση μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$. Δίνουμε στους δύο αγωγούς αντίθετες αρχικές ταχύτητες μέτρου v_0 , ώστε να απομακρύνονται ο ένας από τον άλλον. Βρείτε:

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

20. Πτώση πλαισίου.

Το τετράγωνο χάλκινο πλαίσιο ΑΓΔΖ του σχήματος, πλευράς ℓ , μάζας m και αντίστασης R , συγκρατείται ακίνητο με το επίπεδό του κατακόρυφο σε περιοχή όπου υπάρχει οριζόντιο μαγνητικό πεδίο, του οποίου οι μαγνητικές γραμμές είναι κάθετες στο επίπεδο του πλαισίου.

Η τιμή της μαγνητικής επαγωγής του πεδίου είναι ανάλογη στη τεταγμένη y και δίνεται από τη σχέση $B = ky$, όπου k θετική σταθερά και $y \geq 0$. Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας g .

A. Για το επαγωγικό ρεύμα στο πλαίσιο ΑΓΔΖ, ισχύει ότι

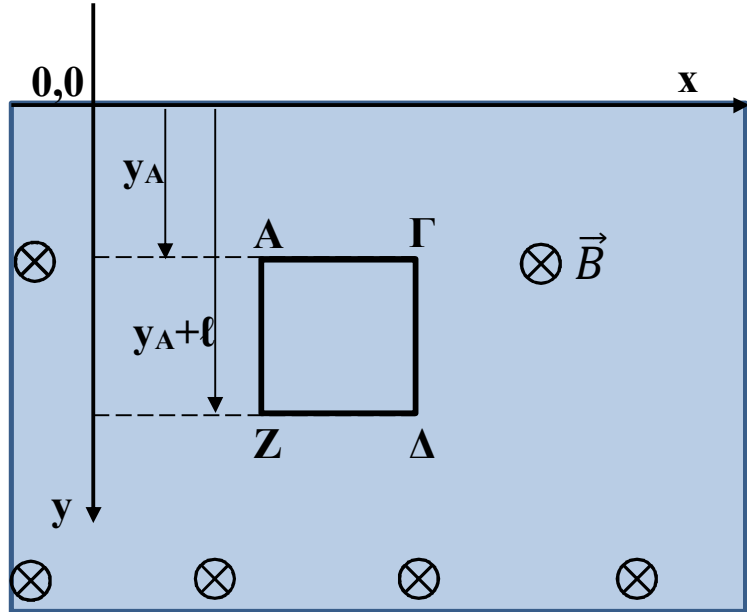
- i. έχει φορά ωρολογιακή (δεξιόστροφη – από το Α στο Γ).
- ii. έχει φορά αντιωρολογιακή (αριστερόστροφη – από το Ζ στο Δ).
- iii. η τιμή του είναι ίση με το μηδέν.

Να επιλέξετε το συμπλήρωμα ώστε να προκύψει σωστή πρόταση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

B. Η κίνηση του πλαισίου είναι

- i. ομαλή ($\vec{v} = \text{σταθ}$)
- ii. ομαλά επιταχυνόμενη με $\vec{a} = \vec{g}$, όπου g η επιτάχυνση της βαρύτητας.
- iii. αρχικά επιταχυνόμενη και μετά ομαλή.

Να επιλέξετε το συμπλήρωμα ώστε να προκύψει σωστή πρόταση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.



Υλικό Φυσικής-Χημείας

Γιατί το να μοιράζεσαι πράγματα, είναι καλό για όλους...