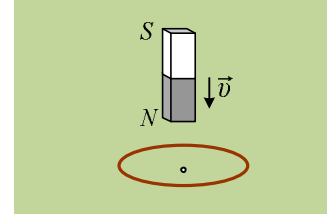


7.2. Ασκήσεις Ηλεκτρομαγνητισμού

21) Δυνάμεις και Ενέργειες κατά την πτώση του μαγνήτη

Ένας ραβδόμορφος μαγνήτης πέφτει κατακόρυφα πλησιάζοντας έναν κυκλικό αγωγό, ο οποίος συγκρατείται με το επίπεδό του οριζόντιο, όπως στο σχήμα.

Σε μια στιγμή ο μαγνήτης, με μάζα $m=0,1\text{kg}$, έχει ταχύτητα $v=2\text{m/s}$, ενώ ο κυκλικός αγωγός ο οποίος έχει αντίσταση $R=0,2\Omega$, διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I=1\text{A}$. Για την στιγμή αυτή:

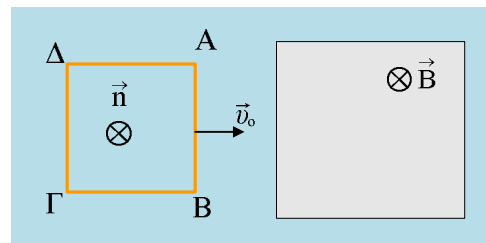


- Να σχεδιάσετε στο σχήμα την φορά της έντασης του ρεύματος, που διαρρέει τον αγωγό, δίνοντας και μια σύντομη ερμηνεία.
- Να βρεθεί ο ρυθμός μεταβολής της μαγνητικής ροής, η οποία διέρχεται από την επιφάνεια του κυκλικού αγωγού.
- Να υπολογιστεί ο ρυθμός με τον οποίο η μηχανική ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική στον αγωγό, καθώς και η δύναμη Laplace που ασκείται στον αγωγό από το μαγνητικό πεδίο του μαγνήτη.
- Να βρεθεί ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας του μαγνήτη.

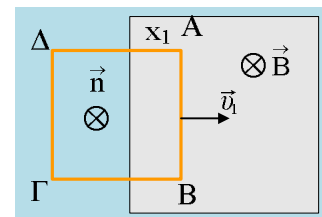
Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$

22) Όταν το πλαίσιο συναντά ένα μαγνητικό πεδίο

Το τετράγωνο μεταλλικό πλαίσιο $AB\Gamma\Delta$ μάζας $m=0,2\text{kg}$, πλευράς $a=0,5\text{m}$ και αντίστασης $R=1\Omega$, κινείται οριζόντια με σταθερή ταχύτητα $v_0=2\text{m/s}$, πάνω σε λείο μονωτικό οριζόντιο επίπεδο, με το επίπεδό του οριζόντιο και σε μια στιγμή συναντά μια περιοχή στην οποία υπάρχει ένα ομογενές κατακόρυφο μαγνητικό πεδίο έντασης $B=2\text{T}$, όπως στο σχήμα (κάτωψη), στην οποία εισέρχεται.



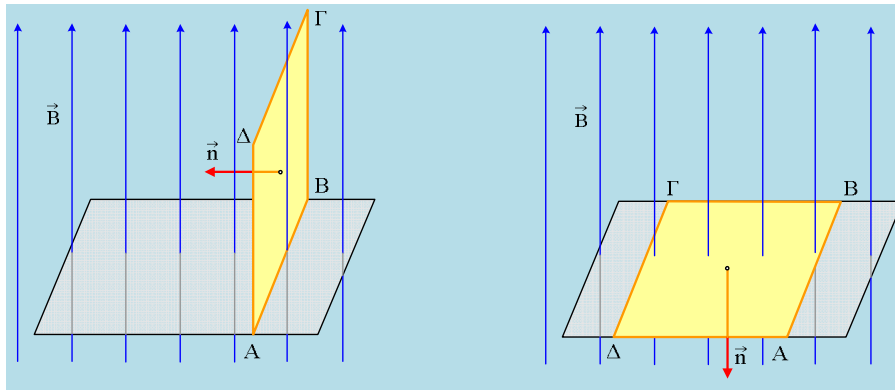
- Να βρεθεί η ηλεκτρεγερτική δύναμη που αναπτύσσεται στο πλαίσιο σε συνάρτηση με την ταχύτητά του, κατά την είσοδο του πλαισίου στο μαγνητικό πεδίο.
- Να βρεθεί η αρχική επιτάχυνση που θα αποκτήσει το πλαίσιο, αμέσως μετά την εισαγωγή της πλευράς AB στο μαγνητικό πεδίο.
- Σε μια στιγμή t_1 στο πεδίο έχει μπει τμήμα $x_1=0,2\text{m}$ της πλευράς ΔA , ενώ η ταχύτητα του πλαισίου έχει μειωθεί στην τιμή $v_1=1\text{m/s}$. Για τη στιγμή αυτή να υπολογιστούν:
 - Η μαγνητική ροή που διέρχεται από το πλαίσιο, καθώς και ο ρυθμός μεταβολής της.
 - Η δύναμη που δέχεται το πλαίσιο από το μαγνητικό πεδίο και η ισχύς της.



- γ) Ο ρυθμός με τον οποίο η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε θερμική στον αντιστάτη του πλαισίου.
 iv) Πόση θερμότητα αναπτύχθηκε στο πλαίσιο μέχρι τη στιγμή t_1 ;

23) Μια περιστροφή πλαισίου σε μαγνητικό πεδίο.

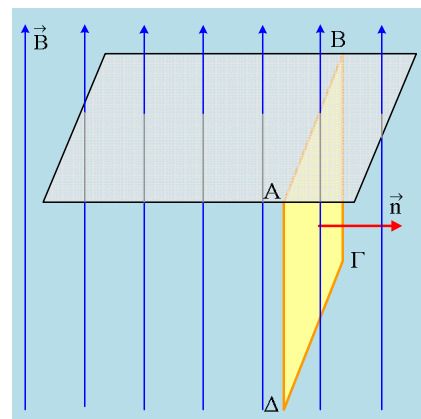
Ένα μεταλλικό ορθογώνιο πλαίσιο ΑΒΓΔ εμβαδού $A=0,4\text{m}^2$ και αντίστασης $R=0,2\Omega$, βρίσκεται μέσα σε ένα κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B=0,5\text{T}$, με το επίπεδό του κατακόρυφο, όπως φαίνεται στο πρώτο σχήμα, όπου έχει σχεδιαστεί και η κάθετος στο πλαίσιο.



- i) Στρέφουμε το πλαίσιο, γύρω από την πλευρά του ΑΒ, με σταθερή γωνιακή ταχύτητα. Αν σε χρόνο $t_1=\pi/4$ s το πλαίσιο γίνεται οριζόντιο, όπως στο δεύτερο σχήμα, να υπολογιστεί η μέση ηλεκτρεγερτική δύναμη που αναπτύσσεται στο πλαίσιο στο παραπάνω χρονικό διάστημα και η αντίστοιχη μέση τιμή της έντασης του ρεύματος, που διαρρέει το πλαίσιο.

- ii) Συνεχίζουμε την περιστροφή, για άλλες 90° , μέχρι να ξαναγίνει το πλαίσιο κατακόρυφο, ερχόμενο στη θέση που δείχνει το διπλανό σχήμα. Για την παραπάνω μετακίνηση να βρείτε ξανά την μέση ηλεκτρεγερτική δύναμη που θα αναπτυχθεί στο πλαίσιο, καθώς και την αντίστοιχη μέση ένταση του ρεύματος.

- iii) Αν μιλούσαμε για την μέση ΗΕΔ και την μέση ένταση το ρεύματος στο χρονικό διάστημα $0-2t_1$, ποια απάντηση θα παίρναμε; Να ερμηνεύσετε το αποτέλεσμα.



- iv) Ας μελετήσουμε τώρα τι συμβαίνει με τις αντίστοιχες στιγμιαίες τιμές κατά την περιστροφή του πλαισίου από $0-\pi/2$ s. Να βρεθούν για το διάστημα αυτό οι συναρτήσεις και να γίνουν οι γραφικές παραστάσεις:

- α) της μαγνητικής ροής που περνά από το πλαίσιο,
 β) της ηλεκτρεγερτικής δύναμης που αναπτύσσεται στο πλαίσιο και
 γ) της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο.
 σε συνάρτηση με το χρόνο.

- v) Σε ποια θέση, η πλευρά ΓΔ του πλαισίου δέχεται μεγαλύτερη δύναμη από το μαγνητικό πεδίο, στην αρχική κατακόρυφη θέση ή στην οριζόντια θέση του πλαισίου;

24) Μήκος σύρματος, μήκος σωληνοειδούς και ένα κόψιμο

Ένα σωληνοειδές έχει μήκος $l = 0,5m$ και η κυκλική διατομή του σύρματος που χρησιμοποιήσαμε, έχει διάμετρο $\delta = 0,5mm$. Η διάμετρος κάθε σπείρας του σωληνοειδούς είναι $\Delta = 2cm$ και όλες οι σπείρες τυλίγονται ώστε να εφάπτονται μεταξύ τους. Αν στα άκρα του σωληνοειδούς συνδέσουμε πηγή με ΗΕΔ $E = 45V$ και εσωτερική αντίσταση $r = 2\Omega$, στο κέντρο του η ένταση του μαγνητικού πεδίου έχει μέτρο $B = 2\pi \cdot 10^{-3}T$.



α) Πόσες σπείρες χρησιμοποιήσαμε;

β) Υπολογίστε την ειδική αντίσταση του υλικού του σύρματος.

γ) Αν κόψουμε το σωληνοειδές σε δύο κομμάτια, δημιουργώντας έτσι δυο νέα σωληνοειδή Σ_1 και Σ_2 , με μήκη l_1 και l_2 , όπου $\frac{l_1}{l_2} = 3$ και τα συνδέσουμε παράλληλα με τους πόλους της ίδιας πηγής,

γ1) βρείτε τις αντιστάσεις R_1 και R_2 των σωληνοειδών Σ_1 και Σ_2 .

γ2) υπολογίστε τις εντάσεις των ρευμάτων που θα διαρρέουν τα σωληνοειδή Σ_1 και Σ_2 .

γ3) ποιο θα είναι το πηλίκο $\frac{B_1}{B_2}$ των μέτρων των εντάσεων των μαγνητικών πεδίων στα κέντρα των δύο σωληνοειδών Σ_1 και Σ_2 αντίστοιχα;

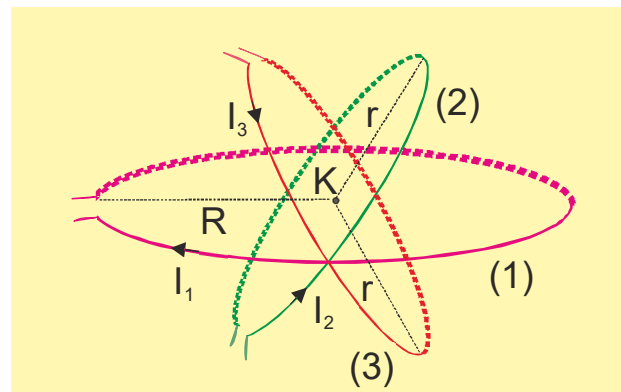
Το σύρμα που χρησιμοποιούμε έχει περασθεί με κατάλληλο μονωτικό βερνίκι και τα σωληνοειδή θεωρούνται μεγάλου μήκους.

25) Τρεις κυκλικοί ρευματοφόροι αγωγοί

Στο σχήμα βλέπουμε τρεις λεπτούς μονωμένους κυκλικούς αγωγούς με κοινό κέντρο Κ. Τα επίπεδα των αγωγών είναι κάθετα στη σελίδα και το επίπεδο του αγωγού (1) είναι οριζόντιο. Οι αγωγοί διαρρέονται από ίδιας έντασης ρεύματα $I_1 = I_2 = I_3 = I$, ο αγωγός (1) έχει ακτίνα R, οι αγωγοί (2), (3) έχουν ακτίνα

$r = \frac{R}{2}$ και οι σχεδιασμένες ακτίνες των αγωγών σχη-

ματίζουν ανά δύο γωνία 120° .



A. Να εξετάσετε αν η ένταση του μαγνητικού πεδίου κάθε αγωγού στο κέντρο του Κ είναι στο επίπεδο της σελίδας.

B. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο σημείο Κ:

α. είναι ίση με μηδέν

β. είναι κατακόρυφη προς τα πάνω με μέτρο $B = K_\mu \cdot \frac{2\pi \cdot I}{R}$

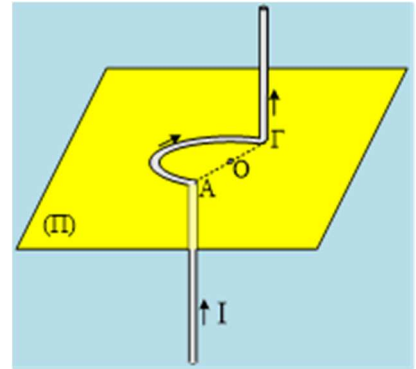
γ. είναι κατακόρυφη προς τα κάτω με μέτρο $B = K_\mu \cdot \frac{2\pi \cdot I}{R}$

δ. είναι οριζόντια με μέτρο $B = K_\mu \cdot \frac{4\pi \cdot I}{R}$

Δίνεται η μαγνητική σταθερά K_μ .

26) Βρες την ένταση, στο κέντρο του ημικυκλίου

Ένας κατακόρυφος αγωγός μεγάλου μήκους, διαρρέεται από ρεύμα έντασης I και φτάνοντας σε ένα οριζόντιο επίπεδο (Π) συνδέεται με ημικυκλικό αγωγό στο σημείο Α, ενώ στο αντιδιαμετρικό του σημείο Γ, συνδέεται άλλος κατακόρυφος ευθύγραμμος αγωγός, οπότε συνολικά έχουμε τον αγωγό του διπλανού σχήματος. Αν η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του ημικυκλίου, που δημιουργεί το πρώτο κατακόρυφο τμήμα το οποίο καταλήγει στο Α, έχει μέτρο $B_1=0,1\text{T}$:



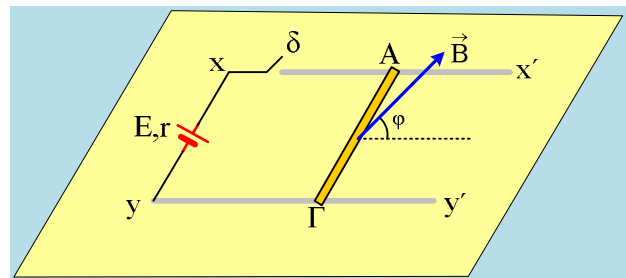
i) Η συνολική ένταση του μαγνητικού στο σημείο Ο, έχει διεύθυνση:

- α) κατακόρυφη με φορά προς τα πάνω.
- β) κατακόρυφη με φορά προς τα κάτω.
- γ) Οριζόντια κάθετη στην ΑΓ.
- δ) Πλάγια ως προς το επίπεδο (Π)

ii) Να βρεθεί η ένταση (μέτρο και κατεύθυνση) του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο Ο του ημικυκλίου.

27) Η δύναμη Laplace και η κίνηση

Ο αγωγός ΑΓ έχει μήκος 1m, μάζα 0,5kg, αντίσταση $R=3\Omega$ και μπορεί να ολισθαίνει σε επαφή με τους δύο οριζόντιους αγωγούς xx' και yy' με τους οποίους εμφανίζει συντελεστές τριβής $\mu=\mu_s=0,8$. Στα άκρα των δύο οριζοντίων αγωγών συνδέεται γεννήτρια ΗΕΔ $E=40\text{V}$ και $r=1\Omega$, ενώ το σύστημα βρίσκεται μέσα σε



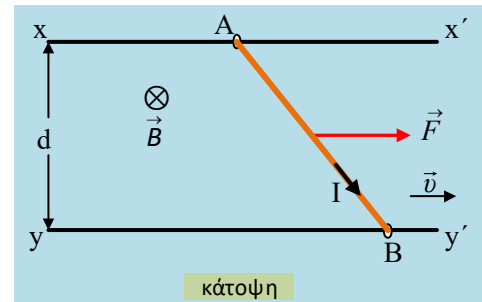
ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B=0,5\text{T}$, που οι δυναμικές του γραμμές είναι κάθετες στον ΑΓ και σχηματίζουν γωνία $\varphi=60^\circ$ με το οριζόντιο επίπεδο. Σε μια στιγμή κλείνουμε το διακόπτη δ.

- i) Να βρείτε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα.
- ii) Να βρεθεί η δύναμη Laplace (μέτρο και κατεύθυνση) που ασκείται στον αγωγό ΑΓ από το μαγνητικό πεδίο.
- iii) Θα κινηθεί ή όχι ο αγωγός ΑΓ; Να δικαιολογήστε την απάντησή σας.

Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$.

28) Η δύναμη Laplace και η ισχύς της.

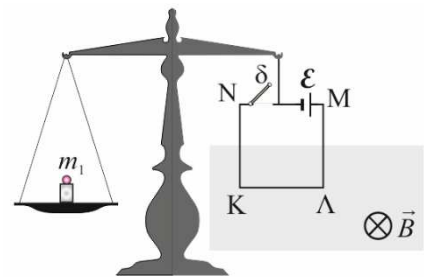
Στο σχήμα, μια ευθύγραμμη αγωγίμη ράβδος AB, μάζας $m=0,4\text{kg}$ και μήκους $\ell=1\text{m}$, μπορεί να κινείται οριζόντια, με τα άκρα της σε επαφή (μέσων δύο κρίκων), με δύο οριζόντιες παράλληλες σιδηροτροχιές οι οποίες απέχουν απόσταση $d=0,8\text{m}$, χωρίς τριβές, μέσα σε ένα κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο, έντασης $B=0,5\text{T}$. Σε μια στιγμή η ράβδος έχει ταχύτητα $v=2\text{m/s}$ και δέχεται την επίδραση οριζόντιας δύναμης με φορά προς τα δεξιά (ίδιας κατεύθυνσης με την ταχύτητα) με μέτρο $F=0,2\text{N}$, ενώ διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης $I=2\text{A}$, με φορά από το A στο B.



- Να σχεδιάσετε την δύναμη που δέχεται η ράβδος, από το μαγνητικό πεδίο, υπολογίζοντας και το μέτρο της.
- Να βρεθεί η επιτάχυνση της ράβδου.
- Να υπολογιστεί η ισχύς της δύναμης Laplace καθώς και η αντίστοιχη ισχύς της δύναμης F.
- Να υπολογιστεί ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας της ράβδου τη στιγμή αυτή.

29) Μέτρηση Δύναμης Laplace

Στο σχήμα φαίνεται ένας ζυγός που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση της έντασης μαγνητικών πεδίων. Το κάτω μέρος του συρματινού 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 $m_2 > m_1$.



- 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.
- 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:

$$B = \frac{(m_2 - m_1)g}{Il}$$

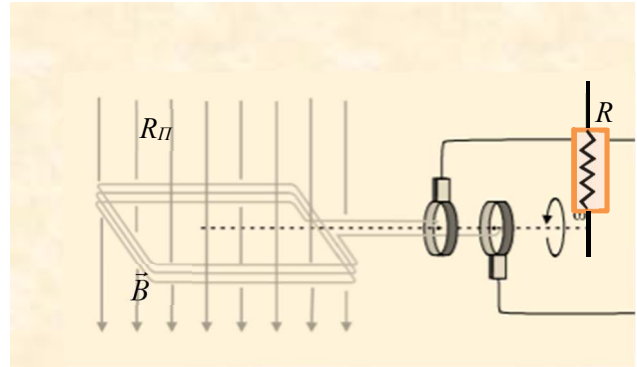
Έστω ότι ολόκληρος ο βρόχος είναι εντός του μαγνητικού πεδίου.

- 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.

30) Ο αγρότης που σπούδασε ...μηχανικός και η γεννήτρια

Ένας αγρότης - που σπούδασε μηχανικός - θέλει να θέσει σε λειτουργία μια γεννήτρια εναλλασσόμενου ρεύματος, για να φωτίσει μια αποθήκη στο χωριό. Η μέση ισχύς που θα καταναλώνεται στο εξωτερικό κύκλωμα είναι $\bar{P}_{εξ} = 2200\text{W}$ και η συνολική αντίσταση των λαμπτήρων του εξωτερικού κυκλώματος $R_{εξ} = 22\Omega$.

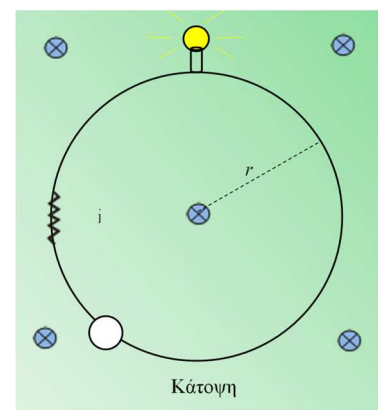
Η γεννήτρια περιέχει ένα τετράγωνο πλαίσιο με $N = 120$ σπείρες, πλευράς $a = 0,5\text{m}$, που βρίσκεται με το επίπεδό του κάθετο στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης μέτρου $B = 0,2\sqrt{2}\text{ T}$ και τη χρονική στιγμή $t = 0$ αρχίζει να στρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα μέτρου ω . Το σύρμα του πλαισίου παρουσιάζει αντίσταση $R_{\Pi} = 2\Omega$, ενώ τα καλώδια σύνδεσης που θα χρησιμοποιήσει έχουν αμελητέα αντίσταση.



- Ποιο πρέπει να είναι το πλάτος της εναλλασσόμενης ΗΕΔ από επαγωγή, που αναπτύσσεται στο πλαίσιο αν θέλουμε να λειτουργεί κανονικά η εγκατάσταση;
 - Ποιο πρέπει να είναι το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας περιστροφής του πλαισίου;
 - Ποια είναι η χρονική στιγμή η ΗΕΔ στο πλαίσιο έχει τιμή $E = E_{\max}/2$ για πρώτη φορά; Ποια είναι η αλγεβρική τιμή της μαγνητικής ροής που διέρχεται τότε από το πλαίσιο;
 - Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της έντασης του ρεύματος του κυκλώματος και να κάνετε την αντίστοιχη γραφική παράσταση για μια περίοδο, σε βαθμολογημένο σύστημα αξόνων.
 - Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της στιγμιαίας ισχύος που καταναλώνεται σε όλη τη διάταξη και να κάνετε την αντίστοιχη γραφική παράσταση για μια περίοδο. Τι μας δίνει το εμβαδόν μεταξύ της γραφικής παράστασης και του άξονα των χρόνων;
 - Αν για την κίνηση του πλαισίου ο μηχανικός εκμεταλλευτεί έναν μικρό καταρράκτη που περνάει από το χωράφι του με τη βοήθεια υδροστρόβιλου, ώστε η απόδοση της εγκατάστασης να είναι συνολικά 80%, ποια πρέπει να είναι η παροχή της υδατόπτωσης αν το νερό πέφτει από ύψος $h = 5\text{m}$;
- Δίνονται: η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10\text{m/s}^2$, η πυκνότητα του νερού $\rho = 10^3\text{kg/m}^3$ και θεωρούμε τη χρονική στιγμή $t = 0$ το εμβαδικό διάνυσμα $\vec{n}$ ομόρροπο με την ένταση $\vec{B}$.
- Επίσης θεωρούμε ότι μια στοιχειώδης μάζα νερού ξεκινά από ψηλά με αμελητέα ταχύτητα.

31) Μια αόρατη πηγή

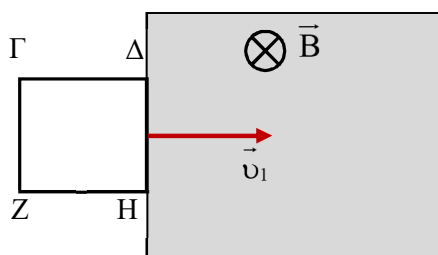
Μια μικρή λάμπα έχει στοιχεία κανονικής λειτουργίας 6W , 12V . Τη συνδέουμε σε σειρά όπως στο σχήμα, με ιδανικό αμπερόμετρο συνεχούς ρεύματος και κυκλικό αγωγό που έχει αντίσταση ανά μονάδα μήκους $R^* = 30/\pi\ \Omega/\text{m}$ και ακτίνα $r = 0,6\text{ m}$. Το επίπεδο του κυκλικού αγωγού είναι οριζόντιο και στο χώρο δημιουργούμε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο, με ένταση μεταβλητού μέτρου, που δίνεται από τη σχέση $B = B_0 + \alpha \cdot t$ (S.I.), όπου α μία θετική σταθερά σε T/s . Παρατηρούμε ότι η λάμπα φωτοβολεί, ενώ το αμπερόμετρο δείχνει ότι η λάμπα λειτουργεί κανονικά.



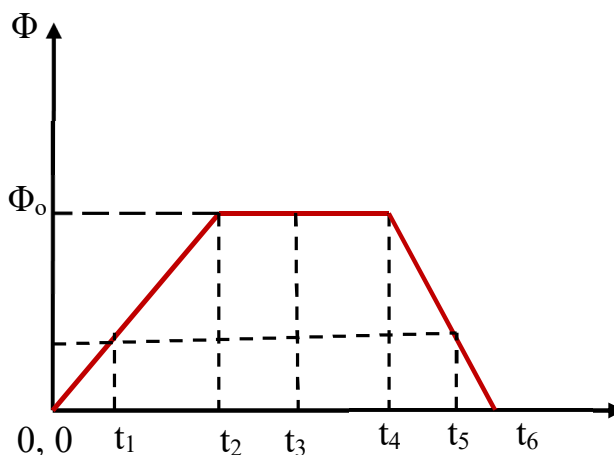
- Πως εξηγείται η φωτοβολία της λάμπας;

- β) Ποια είναι η ένδειξη του αμπερομέτρου και η αντίσταση της λάμπας;
 γ) Ποια είναι η ΗΕΔ του κυκλώματος;
 δ) Ποια είναι η τιμή της σταθεράς α ;
 ε) Σχεδιάστε στο σχήμα τη φορά του επαγωγικού ρεύματος, δικαιολογώντας την επιλογή σας.

32) Διέλευση πλαισίου από μαγνητικό πεδίο



Σχήμα 1



Σχήμα 2

Επίπεδο μεταλλικό πλαίσιο ΓΔΗΖ σχήματος τετραγώνου πλευράς a και ωμικής αντίστασης R , αρχίζει την χρονική στιγμή $t = 0$ να μπαίνει σε ομογενές μαγνητικό πεδίο περιορισμένης έκτασης που είναι κάθετο στο επίπεδό του και στην στιγμιαία ταχύτητά του $\vec{v}_1$ όπως στο σχήμα 1.

Το πλαίσιο κινείται πάντα στην ίδια διεύθυνση χωρίς τριβές μέχρι να βγει από το μαγνητικό πεδίο την χρονική στιγμή t_6 .

Στο σχήμα 2 δίνεται η γραφική παράσταση της μαγνητικής ροής που διέρχεται από το πλαίσιο σε συνάρτηση με το χρόνο όπου $t_4 = 2t_2$ και $t_6 = 2,5t_2$.

i. Αν p_1 το μέτρο της ορμής του πλαισίου την χρονική στιγμή t_1 και p_2 κατά την χρονική στιγμή t_5 θα ισχύει

α. $p_1 = p_2$, β. $p_1 = 2p_2$, γ. $p_2 = 2p_1$.

Να επιλέξετε τη σωστή σχέση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

ii. Αν F_1 το μέτρο της δύναμης Laplace που ασκείται στο πλαίσιο την χρονική στιγμή t_1 και F_2 τη χρονική στιγμή t_5 θα ισχύει ότι

α. $F_1 = F_2$, β. $F_1 = 2F_2$, γ. $F_2 = 2F_1$

Να επιλέξετε τη σωστή σχέση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας

iii. Αν I_1 η ένταση του ρεύματος την χρονική στιγμή t_1 και I_3 τη χρονική στιγμή t_3 τότε
 α. $I_1 = I_3$, β. $I_1 = 0$, γ. $I_3 = 0$

Να επιλέξετε τη σωστή σχέση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας

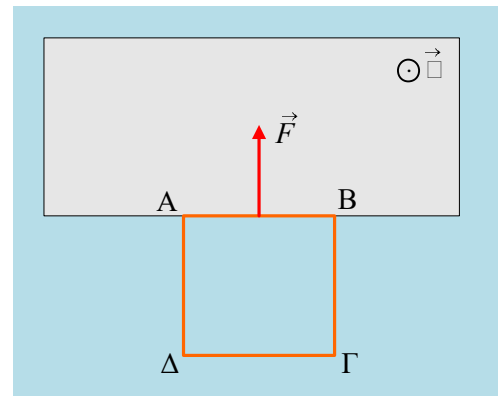
iv. Κατά την χρονική στιγμή t_1 η συμβατική φορά του επαγωγικού ρεύματος στην πλευρά ΔΗ είναι

- α. ίδια με τη συμβατική φορά στην ίδια πλευρά την χρονική στιγμή t_3
 β. από το Η προς το Δ
 γ. από Δ προς το Η

Να επιλέξετε τη σωστή πρόταση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας

33) Όταν το πλαίσιο αποκτά οριακή ταχύτητα

Το τετράγωνο μεταλλικό πλαίσιο ΑΒΓΔ με πλευρά $\ell = 0,4\text{m}$ και αντίσταση $R = 0,2\Omega$, ισορροπεί στη θέση που δείχνεται στο σχήμα, με την πάνω πλευρά του ΑΒ στα όρια ενός ομογενούς οριζόντιου μαγνητικού πεδίου έντασης $B = 2\text{T}$, κάθετης στο επίπεδο του πλαισίου, με την επίδραση μιας κατακόρυφης δύναμης F , μέτρου $F_0 = 2\text{N}$. Σε μια στιγμή αυξάνουμε το μέτρο της ασκούμενης δύναμης στην τιμή $F = 5\text{N}$, με αποτέλεσμα το πλαίσιο να αρχίσει να επιταχύνεται προς τα πάνω, μπαίνοντας στο μαγνητικό πεδίο.



- i) Να βρείτε την ηλεκτρεγερτική δύναμη που αναπτύσσεται στο πλαίσιο, σε συνάρτηση με την ταχύτητα του πλαισίου.
- ii) Σε μια στιγμή t_1 το πλαίσιο έχει ταχύτητα $v_1 = 0,5\text{m/s}$. Για τη στιγμή αυτή να βρεθούν:
 - α) Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο και η επιτάχυνσή του.
 - β) Η ισχύς κάθε δύναμης που ασκείται στο πλαίσιο.
 - γ) Η ηλεκτρική ισχύς που εμφανίζεται στο πλαίσιο, καθώς και οι ρυθμοί μεταβολής της κινητικής ενέργειας, της δυναμικής ενέργειας και της μηχανικής ενέργειας του πλαισίου.
- iii) Να αποδείξετε ότι το πλαίσιο θα αποκτήσει, μετά από λίγο, σταθερή (οριακή) ταχύτητα, την οποία και να υπολογίσετε, με δεδομένο ότι η απόκτηση της οριακής ταχύτητας αποκτάται, πριν την είσοδο της πλευράς ΓΔ στο πεδίο.

Δίνεται $g = 10\text{m/s}^2$.

1. Η διάμετρος του σύρματος, ο αριθμός των σπειρών και ο Lenz

Ένας κυκλικός αγωγός βρίσκεται γύρω από το κεντρικό τμήμα ενός πηνίου, με το επίπεδό του κάθετο στον άξονα του πηνίου. Το εμβαδό κάθε σπείρας του πηνίου είναι $S = 30\text{cm}^2$. Το πηνίο διαρρέεται από ρεύμα $I = 12\text{A}$ και είναι κατασκευασμένο από **μονωμένο** σύρμα, διαμέτρου $\delta = 2\text{mm}$, έτσι ώστε οι σπείρες του να **εφάπτονται**

μεταξύ τους. Ο κυκλικός αγωγός έχει ακτίνα $r=20\text{cm}$ και αποτελείται από χάλκινο σύρμα διατομής $\sigma=0,8\text{mm}^2$.

A) Να βρείτε την ένταση του μαγνητικού πεδίου στον άξονα και στο κέντρο του πηνίου

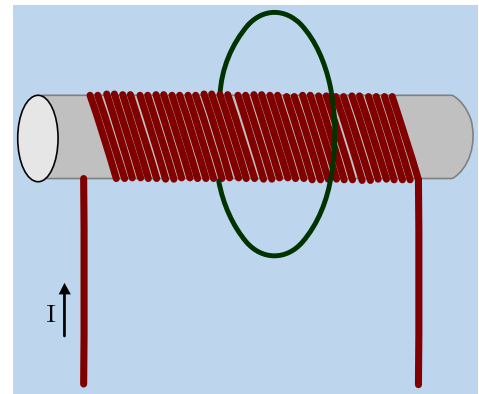
B) Να βρείτε τη μαγνητική ροή που διέρχεται από τον κυκλικό αγωγό, αγνοώντας τις δυναμικές γραμμές που βρίσκονται έξω από το εσωτερικό των σπειρών του πηνίου

Κάποια στιγμή διακόπτουμε το ρεύμα στο πηνίο

Γ) Να σχεδιάσετε τη φορά του ρεύματος στον κυκλικό αγωγό αμέσως μόλις διακοπεί το ρεύμα στο πηνίο, αιτιολογώντας

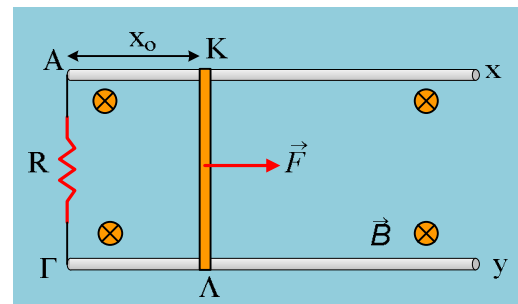
Δ) Να βρεθεί το φορτίο που θα περάσει από τον κυκλικό αγωγό, όταν διακόψουμε το ρεύμα που διαρρέει το πηνίο.

Δίνονται: ειδική αντίσταση χαλκού $\rho=1,6 \cdot 10^{-8}\Omega\text{m}$ $K_{\mu}=10^{-7}\text{N/A}^2$

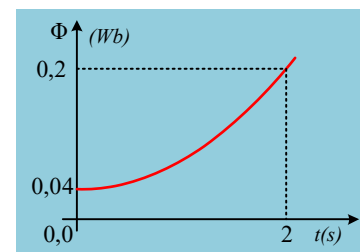


34) Η επαγωγή κατά μια επιταχυνόμενη κίνηση.

Ο αγωγός ΚΛ του σχήματος, μάζας $0,5\text{kg}$ και μήκους $\ell=1\text{m}$, μπορεί να κινείται οριζόντια, σε επαφή με δυο παράλληλους αγωγούς Αx και Γy χωρίς τριβές, μέσα σε ένα ομογενές κατακόρυφο μαγνητικό πεδίο έντασης B , το οποίο εκτείνεται στην περιοχή που ορίζεται από τους αγωγούς Αx και Γy. Ο αγωγός ΚΛ και οι δύο αγωγοί Αx και Γy δεν παρουσιάζουν αντίσταση, ενώ μεταξύ των άκρων Α και Γ συνδέεται αντιστάτης με αντίσταση $R=0,32\Omega$. Ο αγωγός ΚΛ βρίσκεται ακίνητος, όπως στο σχήμα απέχοντας κατά $(AK)=(\Gamma\Lambda)=x_0=0,2\text{m}$ από τα άκρα Α και Γ των παραλλήλων αγωγών.



Σε μια στιγμή $t=0$, ο αγωγός ΚΛ δέχεται την επίδραση κατάλληλης οριζόντιας (εξωτερικής) δύναμης F , κάθετης στον αγωγό, με αποτέλεσμα να αποκτήσει σταθερή επιτάχυνση και να κινείται προς τα δεξιά. Στο διάγραμμα φαίνεται η μαγνητική ροή που διέρχεται από την επιφάνεια του ορθογώνιου ΑΚΛΓ σε συνάρτηση με το χρόνο.



- Να βρεθεί η ένταση του μαγνητικού πεδίου B , καθώς και η απόσταση d του άκρου Κ του αγωγού ΚΛ από το σημείο Α τη στιγμή $t_1=2\text{s}$.
- Να αποδειχθεί ότι στο ορθογώνιο ΑΚΛΓ αναπτύσσεται ηλεκτρεγερτική δύναμη από επαγωγή, ανάλογη του χρόνου και να βρεθεί η τιμή της τη στιγμή t_1 .
- Να υπολογιστεί το συνολικό φορτίο που περνά από $0-t_1$ από μια διατομή του αγωγού ΚΛ.
- Να γίνουν οι γραφικές παραστάσεις σε συνάρτηση με το χρόνο, από $0-t_1$ των μεγεθών:
 - Της ΗΕΔ από επαγωγή,
 - Της έντασης του ρεύματος,

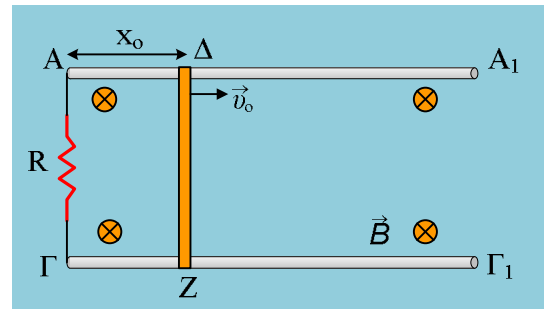
γ) Της δύναμη Laplace που ασκείται στον αγωγό ΚΛ.

δ) της ασκούμενης (εξωτερικής) δύναμης F.

Δίνεται ότι η προς τα δεξιά κατεύθυνση, θεωρείται θετική, όπως επίσης ότι η κάθετος στην επιφάνεια του ορθογωνίου ΑΚΛΓ έχει την κατεύθυνση της έντασης του μαγνητικού πεδίου

35) Η επιβράδυνση του αγωγού στο μαγνητικό πεδίο

Ο αγωγός ΔΖ μάζας $m=0,5\text{kg}$ και μήκους $\ell=1\text{m}$, κινείται οριζόντια σε επαφή με δυο παράλληλους αγωγούς AA_1 και $\Gamma\Gamma_1$ μήκους $d=5\text{m}$, χωρίς τριβές, μέσα σε ένα ομογενές κατακόρυφο μαγνητικό πεδίο έντασης $B=0,5\text{T}$, το οποίο εκτείνεται στην περιοχή που ορίζεται από τους αγωγούς AA_1 και $\Gamma\Gamma_1$. Ο αγωγός ΔΖ και οι δύο αγωγοί AA_1 και $\Gamma\Gamma_1$ δεν παρουσιάζουν αντίσταση, ενώ μεταξύ των άκρων Α και Γ συνδέεται αντιστά-



της με αντίσταση $R=0,5\Omega$. Σε μια στιγμή $t_0=0$, ο αγωγός ΔΖ απέχει κατά $x_0=0,5\text{m}$ από τα άκρα ΑΓ και έχει ταχύτητα $v_0=4\text{m/s}$ παράλληλη προς τον αγωγό AA_1 με φορά προς τα δεξιά. Η ταχύτητα αυτή είναι επίσης κάθετη στον αγωγό ΔΖ. Με την επίδραση κατάλληλης οριζόντιας δύναμης F, κάθετης προς τον ΔΖ, επιτυγχάνουμε ο αγωγός να επιβραδύνεται, έχοντας σταθερή επιτάχυνση, με φορά αντίθετη της ταχύτητας και μέτρο $a=2\text{m/s}^2$, μέχρι τη θέση που μηδενίζεται η ταχύτητά του, όπου και σταματά να ασκείται πάνω του και η δύναμη F.

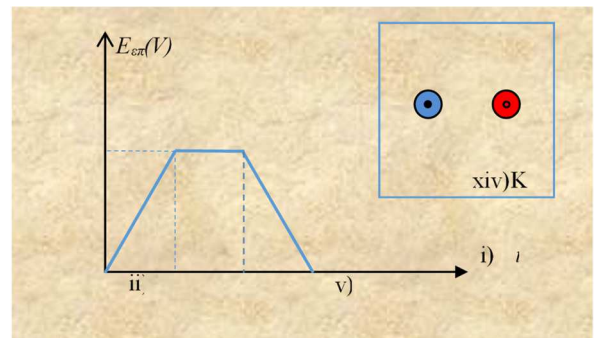
- Να υπολογιστεί η μέγιστη τιμή της μαγνητικής ροής που διέρχεται από το ορθογώνιο ΑΔΖΓ, θεωρώντας την κάθετη στην επιφάνεια να έχει την ίδια φορά με την ένταση του πεδίου.
- Να βρεθεί η συνάρτηση της μαγνητικής ροής που περνά από το παραπάνω ορθογώνιο, σε συνάρτηση με το χρόνο και να γίνει η γραφική της παράσταση.
- Να βρεθεί η εξίσωση της έντασης του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό ΔΖ, σε συνάρτηση με το χρόνο και να υπολογιστεί ο ρυθμός με τον οποίο παράγεται θερμότητα στον αντιστάτη τις χρονικές στιγμές:

$$\alpha) t_1=0,5\text{s}, \quad \beta) t_2=1\text{s} \quad \text{και} \quad \gamma) t_3=1,5\text{s}.$$

- Πόση είναι η ισχύς της δύναμης Laplace τις παραπάνω χρονικές στιγμές και ποια η αντίστοιχη ισχύς της δύναμης F;

36) Όταν η ΗΕΔ μεταβάλλεται με γνωστό τρόπο

Πάνω στον οριζόντιο πάγκο του εργαστηρίου βρίσκεται ένα τετράγωνο συρμάτινο πλαίσιο Π πλευράς $a = 1\text{m}$, που παρουσιάζει αντίσταση ανά μονάδα μήκους $R^*=0,5\Omega/\text{m}$. Στο χώρο έχουμε δημιουργήσει κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο, με φορά προς τα πάνω, η ένταση του οποίου έχει χρονικά μεταβλητή αλγεβρική τιμή, έτσι ώστε στο πλαίσιο να δημιουργείται επίσης χρονικά μεταβλητή ΗΕΔ επαγωγής, σύμφωνα



με το διπλανό διάγραμμα.

α) Να προσδιοριστεί η φορά του επαγωγικού ρεύματος, θεωρώντας ότι το εμβαδικό διάνυσμα $\vec{n}$ έχει φορά προς τα πάνω.

β) Βρείτε τη μέση ΗΕΔ που αναπτύσσεται στο πλαίσιο από 0 ως 12s.

γ) Πόσα ηλεκτρόνια πέρασαν από μια διατομή του πλαισίου από 0 ως 12s;

δ) Βρείτε τη συνάρτηση $E_{\text{επ}} = f(t)$.

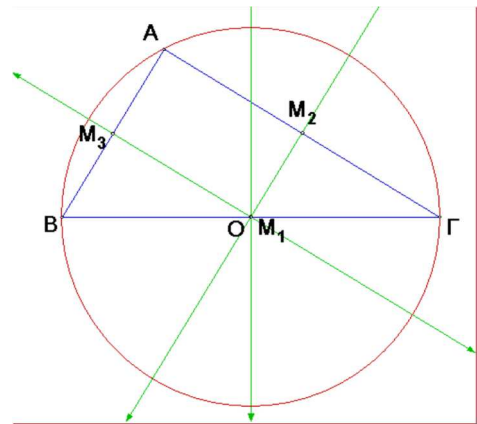
Δίνεται το φορτίο του ηλεκτρονίου $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

37) Περίκεντρο Ορθογωνίου τριγώνου και δύναμη Laplace

Σχετικά με το περίκεντρο

Περίκεντρο ονομάζεται η τομή των μεσοκαθέτων των πλευρών του τριγώνου

- Ισαπέχει από τις τρεις κορυφές του τριγώνου
- Είναι το κέντρο του περιγεγραμμένου στο τρίγωνο κύκλου
- Στα ορθογώνια τρίγωνα είναι το μέσο της υποτείνουσας



ΑΣΚΗΣΗ

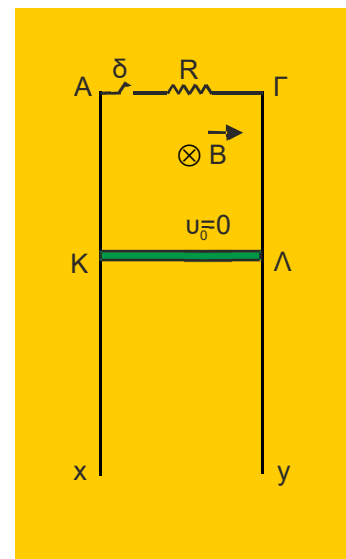
Μεταλλικό ορθογώνιο τρίγωνο διαρρέεται από ρεύμα έντασης I και βρίσκεται κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης B . Να υπολογιστεί η δύναμη που ασκείται στο τρίγωνο

38) Το κλείσιμο του διακόπτη μετά την εκκίνηση του αγωγού

Οι κατακόρυφοι αγωγοί Αx και Γy του σχήματος έχουν πολύ μεγάλο μήκος, ασήμαντη αντίσταση και τα άκρα τους Α και Γ συνδέονται μέσω ανοικτού διακόπτη δ με σύρμα αντίστασης $R = 40\Omega$. Επάνω στο επίπεδο των δύο αγωγών είναι τοποθετημένος κάθετα προς τη διεύθυνση τους άλλος ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ μήκους $\ell = 0,5\text{m}$, ο οποίος μπορεί να ολισθαίνει σε συνεχή επαφή με αυτούς χωρίς τριβές. Η μάζα του αγωγού ΚΛ είναι

$m = 0,01\text{kg}$ και η αντίσταση του ασήμαντη. Το σύστημα των τριών αγωγών βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο, του οποίου η μαγνητική επαγωγή (ένταση) $B = 1\text{T}$ είναι κάθετη στο επίπεδο των αγωγών. Την χρονική στιγμή $t_0 = 0$ αφήνουμε τον αγωγό ΚΛ να κινηθεί και τη στιγμή t_1 που έχει μετατοπιστεί κατά $\Delta y = 5\text{m}$ κλείνουμε απότομα τον διακόπτη. Να θεωρήσετε γνωστή τη σχέση, που δίνει την Η.Ε.Δ. από επαγωγή στα άκρα του αγωγού

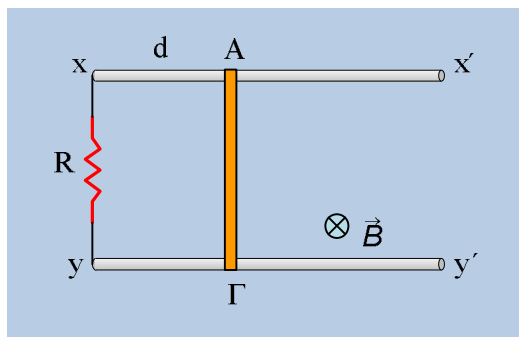
$E_{\text{επ}} = B \cdot v \cdot \ell$, όπου v το μέτρο της ταχύτητάς του και ότι το μέτρο της επιτάχυνσης βαρύτητας είναι $g = 10\text{m/s}^2$.



- α. Κάποιος ισχυρίζεται ότι από τη στιγμή $t_0 = 0$ έως τη στιγμή t_1 δεν εμφανίζεται Η.Ε.Δ. από επαγωγή στα άκρα του αγωγού ΚΛ. Να εξηγήσετε αν συμφωνείτε ή διαφωνείτε με τον ισχυρισμό αυτό.
- β. Να υπολογίσετε την απόλυτη τιμή της έντασης του ρεύματος τη στιγμή t_1 και να δικαιολογήσετε τη φορά του στο κύκλωμα.
- γ. Κάποιος ισχυρίζεται ότι αφού από τη στιγμή t_1 και μετά θα εμφανιστεί στον αγωγό δύναμη Laplace με κατεύθυνση προς τα πάνω, ο αγωγός θα αρχίσει να επιβραδύνεται. Να εξηγήσετε αν συμφωνείτε ή διαφωνείτε με τον ισχυρισμό αυτό.
- δ. Κάποια στιγμή t_2 ο αγωγός ΚΛ αποκτά σταθερή (οριακή ταχύτητα). Να εξηγήσετε γιατί θα συμβεί αυτό και να περιγράψετε τις ενεργειακές μετατροπές που λαμβάνουν χώρα κατά την κίνηση του αγωγού από τη στιγμή $t_0 = 0$ και μετά.
- ε. Να κάνετε ποιοτικό διάγραμμα:
- της απόλυτης τιμής της Η.Ε.Δ. από επαγωγή στα άκρα του αγωγού
 - της απόλυτης τιμής της έντασης του ρεύματος στο κύκλωμα

39) Οι δύο όψεις της επαγωγής

Η ράβδος ΑΓ μήκους $\ell=1\text{m}$ και μάζας $m=0,5\text{kg}$ μπορεί να κινείται χωρίς τριβές, σε επαφή με τους οριζόντιους αγωγούς xx' και yy' παραμένοντας συνεχώς κάθετη σε αυτούς. Τα άκρα x και y των αγωγών συνδέονται μέσω ενός αντιστάτη με αντίσταση $R=0,2\Omega$, ενώ η ράβδος και οι αγωγοί xx' και yy' δεν παρουσιάζουν αντίσταση. Κάποια στιγμή $t_0=0$ στον χώρο δημιουργείται ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$, με φορά όπως στο σχήμα, το μέτρο της οποίας μεταβάλλεται όπως στο δεύτερο σχήμα.

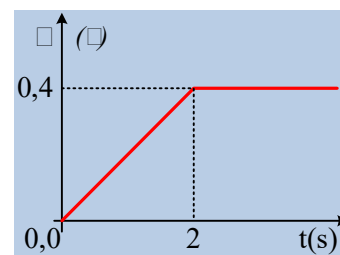


ι) Για το χρονικό διάστημα από 0 έως τη στιγμή $t_1=2,5\text{s}$, να υπολογιστούν:

α) Η απαραίτητη οριζόντια δύναμη F_1 που πρέπει να ασκούμε στην ράβδο ΑΓ, ώστε να μην μετακινηθεί, παραμένοντας στην θέση της, και να κάνετε τη γραφική της παράσταση σε συνάρτηση με το χρόνο, αν δίνεται η απόσταση $(xA)=d=0,8\text{m}$.

β) Η ενέργεια που μεταφέρεται στη ράβδο μέσω της παραπάνω δύναμης F_1 , καθώς και το αντίστοιχο έργο της ασκούμενης, από το μαγνητικό πεδίο στη ράβδο, δύναμης Laplace.

γ) Η ηλεκτρική ενέργεια που εμφανίζεται στο κύκλωμα.

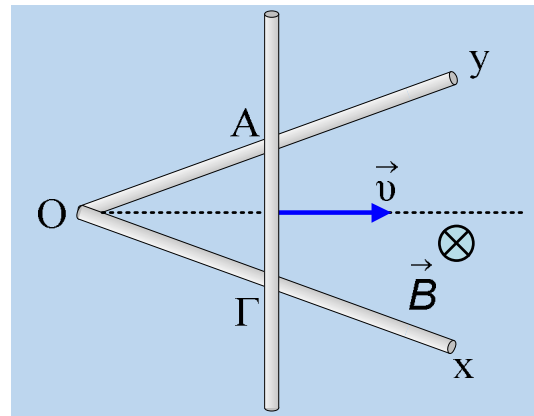


ii) Τη χρονική στιγμή t_1 ασκούμε στο μέσον της ράβδου μια σταθερή οριζόντια δύναμη με φορά προς τα δεξιά, μέτρου $F_2=2\text{N}$, με αποτέλεσμα μετά από λίγο, τη στιγμή t_2 η ράβδος να έχει ταχύτητα $v_2=2\text{m/s}$. Για τη στιγμή αυτή να υπολογιστούν:

- Ο ρυθμός με τον οποίο μεταφέρεται ενέργεια στη ράβδο, μέσω του έργου της δύναμης F_2 , καθώς και η αντίστοιχη ισχύς της δύναμης Laplace.
- Η ηλεκτρική ισχύς που εμφανίζεται στο κύκλωμα, καθώς και ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας της ράβδου.

40) Ηλεκτρομαγνητική Επαγωγή και Γεωμετρία

Ένα σύρμα το οποίο παρουσιάζει αντίσταση ανά μονάδα μήκους R^* , κάμπτεται σ' ένα σημείο O , έτσι ώστε τα δύο τμήματα που προκύπτουν Ox , Oy να σχηματίζουν γωνία $\varphi=60^\circ$ μεταξύ τους. Ένα άλλο σύρμα AG , όμοιο με το προηγούμενο, κινείται με σταθερή ταχύτητα v κατά τη διεύθυνση της διχοτόμου της γωνίας φ , έτσι ώστε να είναι πάντα κάθετο στη διχοτόμο και να βρίσκεται σε συνεχή επαφή με τα τμήματα Ox και Oy . Το σύστημα βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B , κάθετο στο επίπεδο xOy .



Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τα σύρματα:

- είναι σταθερή
- μειώνεται στη διάρκεια της κίνησης
- αυξάνεται στη διάρκεια της κίνησης

Επιλέξτε και αιτιολογείστε

Υλικό Φυσικής-Χημείας

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