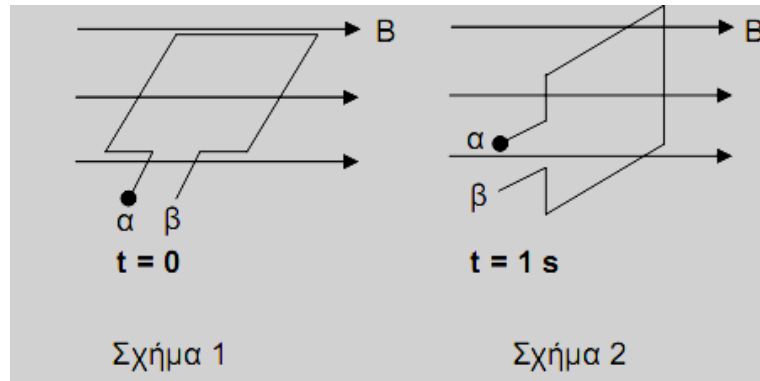


Προβλήματα

Ηλεκτρομαγνητισμός

1. α. Ένα ορθογώνιο πλαίσιο με 100 σπείρες και εμβαδόν $0,02 \text{ m}^2$ περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο μαγνητικής επαγωγής $0,2 \text{ T}$.

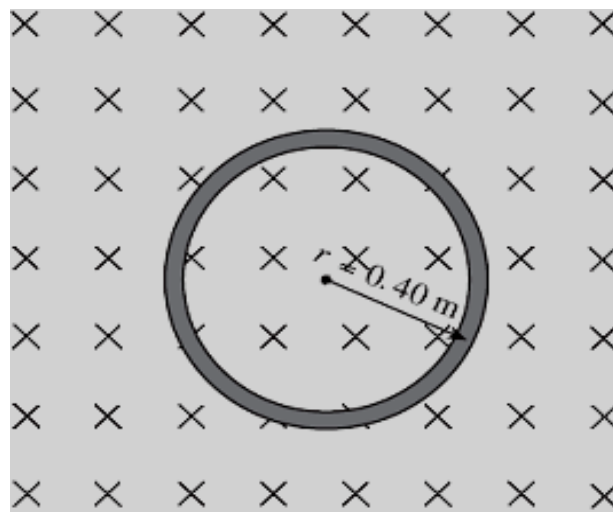
Το σχήμα 2 δείχνει το πλαίσιο το οποίο έχει στραφεί κατά γωνία $\frac{\pi}{2}$ σε σχέση με τη θέση του στο σχήμα 1.



Ζητούνται:

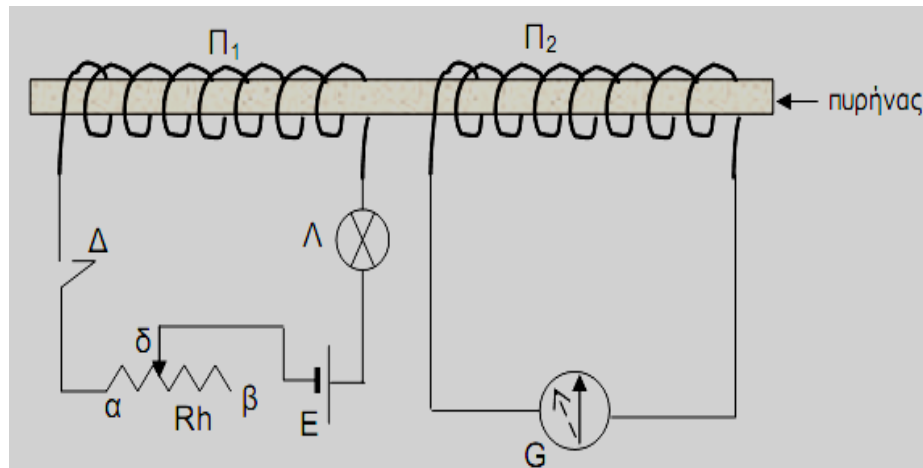
- Η γωνιακή ταχύτητα περιστροφής του πλαισίου.
- Η μαγνητική ροή που περνά από το πλαίσιο τη χρονική στιγμή $t=0$.
- Η σχέση που δίνει την επαγωγική ηλεκτρεγερτική δύναμη ($\mathcal{E}_{\text{επ}}$) που παράγεται στα άκρα του πλαισίου, σε συνάρτηση με το χρόνο.
- Η γραφική παράσταση $\mathcal{E}_{\text{επ}}=f(t)$ σε βαθμολογημένους άξονες.

β. Ένα αγωγίμο κυκλικό πηνίο αποτελούμενο από 50 σπείρες βρίσκεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο μαγνητικής επαγωγής $0,20 \text{ T}$, με την επιφάνειά του κάθετη στις μαγνητικές γραμμές. Η ακτίνα του πηνίου είναι $0,40 \text{ m}$ και η ωμική αντίστασή του είναι 5Ω .



- i. Να υπολογίσετε τη μέση τιμή της έντασης του επαγωγικού ρεύματος που διαρρέει το πηνίο αν σε χρόνο 2 s η τιμή της μαγνητικής επαγωγής B αυξηθεί από 0,2 T σε 0,4 T.
- ii. Να υπολογίσετε τη μέση τιμή της έντασης του επαγωγικού ρεύματος που διαρρέει το πηνίο αν σε χρόνο 2 s η φορά των μαγνητικών γραμμών αντιστραφεί χωρίς να αλλάξει η τιμή της μαγνητικής επαγωγής.
- iii. Να σημειώσετε σε κατάλληλο σχήμα τη φορά του επαγωγικού ρεύματος στην περίπτωση (ii). Εξηγήστε.

Υ.

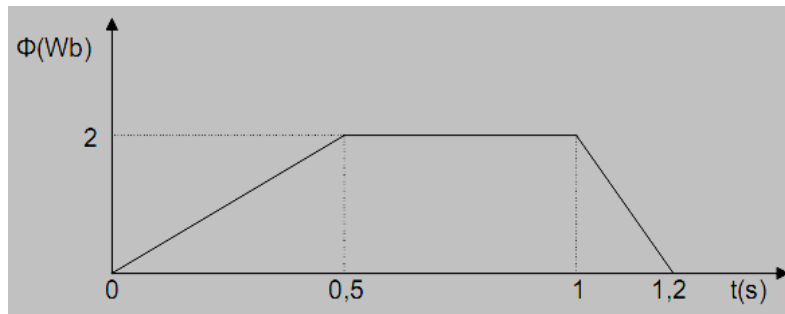


Τα πηνία Π_1 και Π_2 αποτελούνται από ένα μεγάλο αριθμό σπειρών. Όταν κλείσουμε το διακόπτη Δ , παρατηρείται μια σταδιακή αύξηση της φωτοβολίας του λαμπτήρα Λ για πολύ μικρό χρονικό διάστημα και στη συνέχεια σταθεροποιείται. Ταυτόχρονα παρατηρείται απόκλιση του δείκτη του γαλβανόμετρου G προς τα αριστερά, ο οποίος στη συνέχεια επανέρχεται στη μηδενική ένδειξη.

- i. Εξηγήστε τις πιο πάνω παρατηρήσεις.
- ii. Με κλειστό το διακόπτη να εξηγήσετε ένα τρόπο με τον οποίο ο δείκτης του γαλβανόμετρου να αποκλίνει προς τα δεξιά.

2006

2. α. Να διατυπώσετε το νόμο της Ηλεκτρομαγνητικής Επαγωγής του Faraday.
- β. Να εξηγήσετε πώς με τη χρήση ενός πηνίου, ενός μαγνήτη και ενός γαλβανόμετρου θα ανακαλύψετε πειραματικά ότι η μεταβολή της μαγνητικής ροής έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση Η.Ε.Δ.
- γ. Στο πιο κάτω σχήμα δίνεται το διάγραμμα της μαγνητικής ροής σε συνάρτηση με το χρόνο, $\Phi = f(t)$, που περνά μέσα από ένα πηνίο αμελητέας αντίστασης.

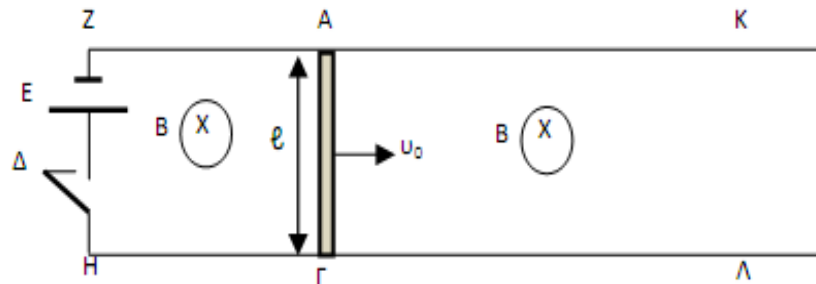


Ζητούνται:

- i. Το διάγραμμα της επαγωγικής τάσης που αναπτύσσεται στα άκρα του πηνίου σε συνάρτηση με το χρόνο, $E_{\text{επ}}=f(t)$.
- ii. Το διάγραμμα της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο σε συνάρτηση με το χρόνο, $I_{\text{επ}}=f(t)$ όταν συνδέσουμε στα άκρα του πηνίου ωμική αντίσταση $R = 5\Omega$.

2007

3. Δύο παράλληλοι οριζόντιοι μεταλλικοί αγωγοί ΖΚ και ΗΛ με πολύ μεγάλο μήκος έχουν αμελητέα ωμική αντίσταση και απέχουν μεταξύ τους απόσταση $\ell = 2 \text{ m}$. Τα άκρα Ζ και Η συνδέονται με πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης $E = 6 \text{ V}$ και αμελητέας εσωτερικής αντίστασης.



Ένας αγωγός ΑΓ, ωμικής αντίστασης 5Ω , έχει συνεχώς τα άκρα του σε επαφή με τους οριζόντιους μεταλλικούς αγωγούς ΖΚ και ΗΛ. Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο, όπως φαίνεται στο σχήμα, σταθερής μαγνητικής επαγωγής $B = 2 \text{ T}$.

Αρχικά ο διακόπτης Δ είναι ανοικτός και ο αγωγός κινείται χωρίς τριβές με σταθερή ταχύτητα $u_0 = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ προς τα δεξιά, και είναι συνεχώς παράλληλος με την πλευρά ΖΗ. (Τα φαινόμενα αυτεπαγωγής είναι αμελητέα).

- α. Να διατυπώσετε το νόμο του Faraday για την ηλεκτρομαγνητική επαγωγή.
- β. Να εξηγήσετε την εμφάνιση επαγωγικής τάσης στα άκρα του αγωγού ΑΓ.

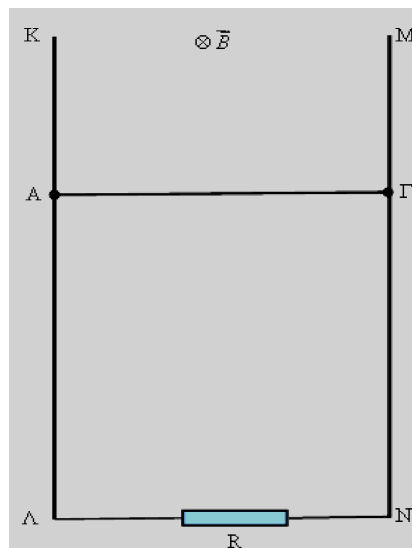
- γ. i. Να αποδείξετε τη σχέση που δίνει την επαγωγική τάση στα άκρα του αγωγού ΑΓ και να την υπολογίσετε.
- ii. Να σημειώσετε σε κατάλληλο σχήμα την πολικότητα της επαγωγικής τάσης στα άκρα Α και Γ.

Σε κάποια στιγμή κλείνουμε το διακόπτη Δ .

- δ. Να υπολογίσετε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το βρόχο ΑΓΗΖΑ, αμέσως μετά το κλείσιμο του διακόπτη Δ.
- ε. Να σχεδιάσετε σε κατάλληλο σχήμα τη δύναμη που ασκείται στον αγωγό ΑΓ αμέσως μετά το κλείσιμο του διακόπτη και να υπολογίσετε το μέτρο της.
- στ. Να περιγράψετε, ποιοτικά, την κίνηση του αγωγού μετά το κλείσιμο του διακόπτη.
- ζ. Να υπολογίσετε την οριακή (σταθερή) ταχύτητα που αποκτά ο αγωγός μετά το κλείσιμο του διακόπτη.

2008

4. Οι κατακόρυφες μεταλλικές ράβδοι ΚΛ και ΜΝ απέχουν μεταξύ τους σταθερή απόσταση 1 m και έχουν αμελητέα ωμική αντίσταση. Ο αγωγός ΑΓ, μήκους $l = 1$ m και μάζας $m = 0,2$ kg έχει τα άκρα του Α και Γ πάνω στις ράβδους ΚΛ και ΜΝ και είναι κάθετος σ' αυτές. Η όλη διάταξη βρίσκεται σε περιοχή που επικρατεί οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο μαγνητικής επαγωγής $B = 1$ T, όπως φαίνεται στο σχήμα. Τα άκρα Λ και Ν των δύο κατακόρυφων ράβδων συνδέονται με ωμική αντίσταση $R = 10 \Omega$. Αρχικά ο αγωγός ΑΓ είναι



ακίνητος. Τη χρονική στιγμή $t = 0$, ο αγωγός ΑΓ αφήνεται να πέσει ολισθαίνοντας χωρίς τριβές κατά μήκος των ράβδων.

α. Αφού αντιγράψετε το σχήμα στο τετράδιο απαντήσεών σας να σχεδιάσετε τη φορά του επαγωγικού ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό ΑΓ και τη δύναμη Λαπλάν (Laplace) που ασκείται σ' αυτόν καθώς κινείται.

β. Μετά από κάποιο χρονικό διάστημα ο αγωγός αποκτά οριακή (σταθερή) ταχύτητα. Γι' αυτό το στάδιο της κίνησης,

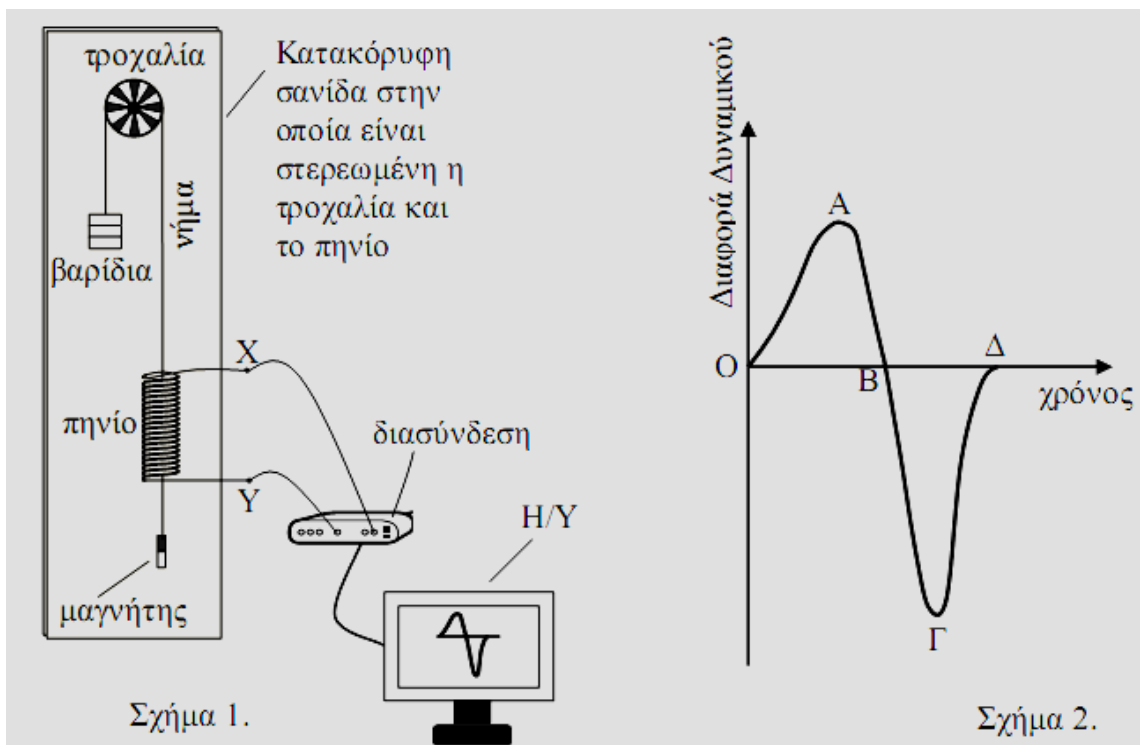
i. να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης Λαπλάν (Laplace) που ασκείται σ' αυτόν.

ii. να υπολογίσετε την ένταση του επαγωγικού ρεύματος που τον διαρρέει.

iii. να γράψετε ποιες μετατροπές ενέργειας συμβαίνουν κατά την πτώση του αγωγού.

ΤΣ 2008

5. Στο σχήμα 1 φαίνεται μια πειραματική διάταξη για τη μελέτη της επαγωγικής τάσης που παράγεται στα άκρα ενός πηνίου. Τα βαρίδια όταν αφεθούν ελεύθερα ανυψώνουν το μαγνήτη ο οποίος περνά μέσα από το πηνίο. Στα άκρα Χ, Υ του πηνίου συνδέεται το βολτόμετρο της διασύνδεσης το οποίο και καταγράφει τη διαφορά δυναμικού.



α. Η μεταβολή της τάσης στα άκρα του πηνίου καθώς ο μαγνήτης περνά μέσα από αυτό, φαίνεται στην οθόνη του Ηλεκτρονικού Υπολογιστή (Η/Υ) όπως δείχνει σε μεγέθυνση το σχήμα 2.

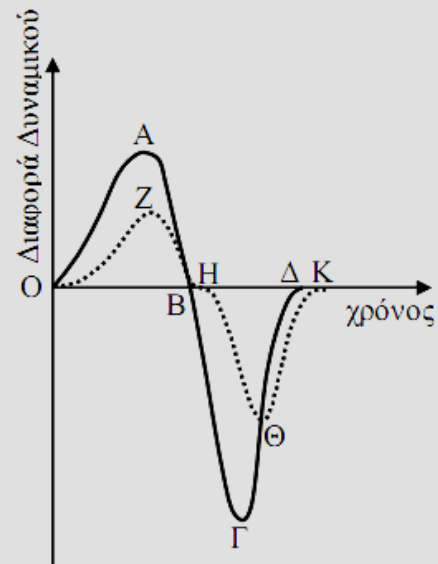
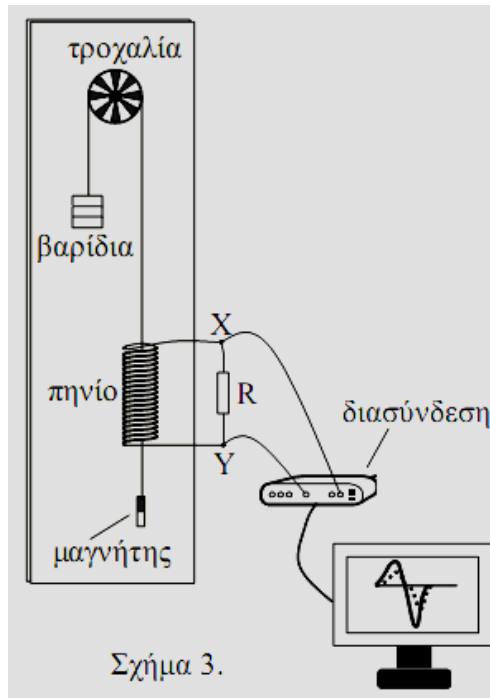
i. Να εξηγήσετε γιατί δημιουργείται διαφορά δυναμικού στα άκρα του πηνίου.

ii. Να εξηγήσετε γιατί η τιμή της κορυφής Γ της τάσης είναι μεγαλύτερη από την τιμή της κορυφής Α.

iii. Να αναφέρετε δύο αλλαγές που μπορεί να γίνουν στην πειραματική διάταξη ώστε η μέγιστη τιμή της διαφοράς δυναμικού να γίνει μεγαλύτερη.

iv. Να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση της μαγνητικής ροής που περνά μέσα από το πηνίο σε συνάρτηση με το χρόνο, καθώς ο μαγνήτης διέρχεται μέσα από το πηνίο.

β. Στα άκρα Χ, Υ του πηνίου συνδέεται αντίσταση $R = 75 \, \Omega$ όπως δείχνει το σχήμα 3. Η νέα διαφορά δυναμικού στα άκρα Χ, Υ του πηνίου φαίνεται από τη διακεκομμένη καμπύλη ΟΖΗΟΚ στο σχήμα 4.

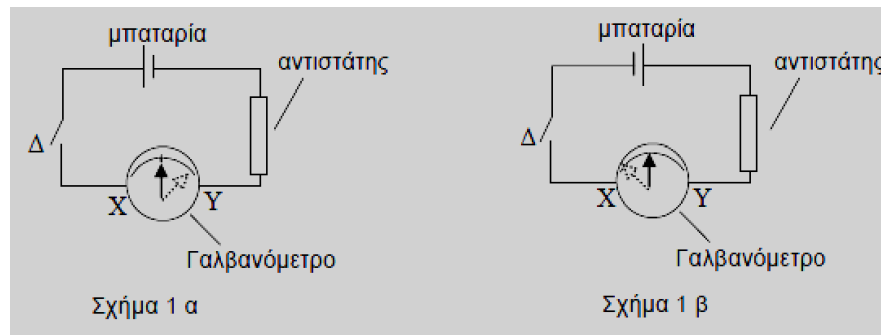


i. Σύμφωνα με τη διακεκομμένη καμπύλη ΟΖΗΟΚ η χρονική διάρκεια διέλευσης του μαγνήτη μέσα από το πηνίο είναι μεγαλύτερη όταν συνδέεται αντίσταση στο πηνίο. Να εξηγήσετε γιατί παρατηρείται αύξηση του χρόνου διέλευσης.

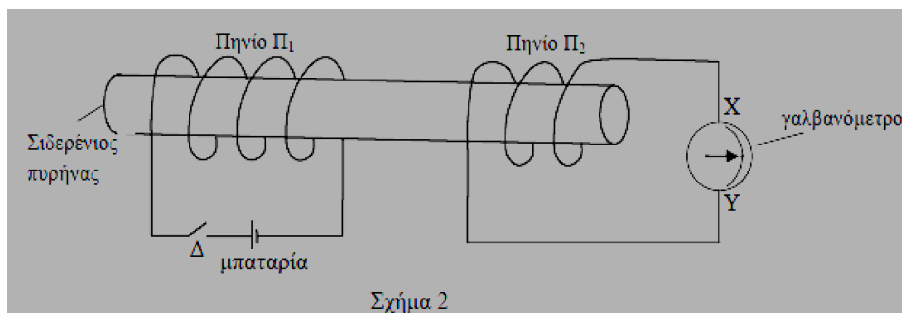
- ii. Να δώσετε ένα λόγο για τον οποίο οι τιμές των κορυφών Z και O της νέας διαφοράς δυναμικού είναι μικρότερες από τις τιμές των κορυφών A και Γ της τάσης που πήραμε χωρίς τη σύνδεση της αντίστασης.
- iii. Η αντίσταση του πηνίου είναι 80Ω . Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος στο κύκλωμα, όταν είναι συνδεδεμένη η αντίσταση R είναι $I=6,25 \cdot 10^{-3}\text{A}$. Να υπολογίσετε την ισχύ που καταναλώνεται στο κύκλωμα.
- iv. Ποιες μετατροπές ενέργειας συμβαίνουν στο πείραμα αυτό;

2009

6. Μια ομάδα μαθητών επιχειρεί να κατανοήσει καλύτερα το νόμο του Lenz πραγματοποιώντας πειράματα στο εργαστήριο της Φυσικής. Σε πρώτο στάδιο ελέγχουν τη λειτουργία του γαλβανόμετρου τους με τα δύο απλά πειράματα που φαίνονται στο σχήμα 1.



Παρατηρούν ότι με το κλείσιμο του διακόπτη Δ (σχήμα 1α), ο δείκτης του γαλβανόμετρου αποκλίνει προς τα δεξιά. Αντιστρέφοντας την πολικότητα της μπαταρίας (σχήμα 1β) παρατηρούν ότι ο δείκτης του γαλβανόμετρου αποκλίνει προς τα αριστερά. Στη συνέχεια στήνουν την παρακάτω πειραματική διάταξη.

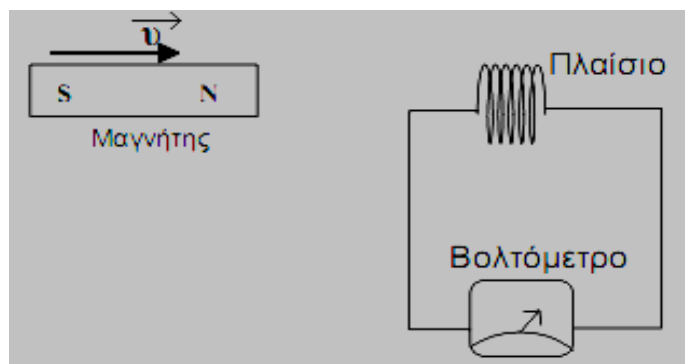


Αρχικά ο διακόπτης Δ της διάταξης είναι ανοικτός. Προσπαθώντας να προβλέψουν την απόκλιση του δείκτη του γαλβανόμετρου κατά το κλείσιμο του διακόπτη Δ, οι μαθητές έχουν τέσσερις διαφορετικές απόψεις:

- Α. Ο δείκτης θα αποκλίνει στιγμιαία προς το Χ.
 Β. Ο δείκτης θα αποκλίνει στιγμιαία προς το Υ.
 Γ. Ο δείκτης θα αποκλίνει συνεχώς προς το Χ.
 Δ. Ο δείκτης θα αποκλίνει συνεχώς προς το Υ.
 α. Ποια από τις πιο πάνω απόψεις των μαθητών είναι ορθή;
 β. Να εξηγήσετε με βάση τον κανόνα του Lenz την απάντηση που δώσατε στο ερώτημα (α).
 γ. Πώς ονομάζεται το φαινόμενο στο οποίο οφείλεται η ροή ηλεκτρικού ρεύματος στο πηνίο Π₂;
 δ. Να γράψετε το όνομα μιας συσκευής που λειτουργεί με βάση το φαινόμενο αυτό και να αναφέρετε μια εφαρμογή της.
 ε. Να περιγράψετε ένα άλλο πείραμα, εκτός από αυτό που δείχνει το σχήμα 2, με το οποίο οι μαθητές θα μπορούσαν να μελετήσουν στο εργαστήριο Φυσικής τον κανόνα του Lenz.

2010

7. Α. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται ένας μαγνήτης ο οποίος πλησιάζει ένα κυκλικό πλαίσιο.

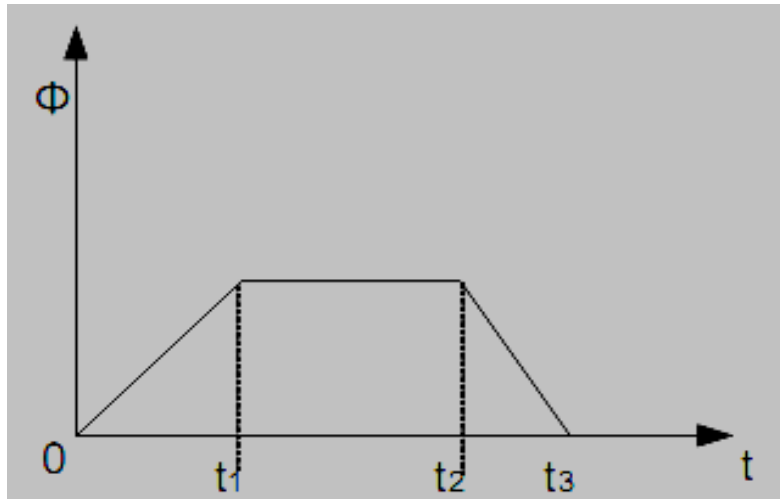


- α. Ο αριθμός των σπειρών του πλαισίου είναι $N = 5$. Σε μια χρονική στιγμή ο ρυθμός μεταβολής της μαγνητικής ροής που περνά μέσα από κάθε σπείρα του πλαισίου είναι $\frac{d\Phi}{dt} = 0,1 \frac{Wb}{s}$.

Να υπολογίσετε την επαγωγική τάση που εμφανίζεται στα άκρα του πλαισίου τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή.

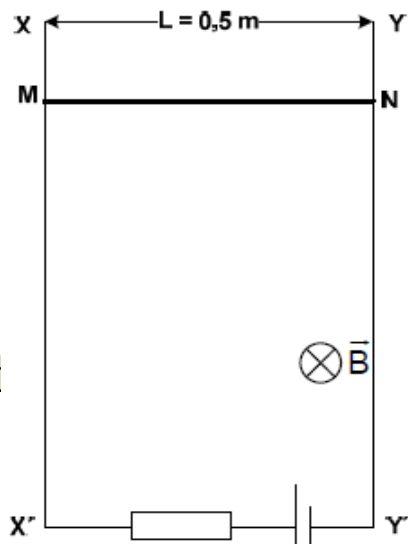
- β. Επαναλαμβάνουμε το πείραμα και πλησιάζουμε το μαγνήτη προς το πλαίσιο με μεγαλύτερη ταχύτητα. Να αναφέρετε αν οι ενδείξεις του βολτομέτρου θα είναι μεγαλύτερες ή μικρότερες από τις ενδείξεις του βολτομέτρου στο αρχικό πείραμα.

Β. Η γραφική παράσταση του σχήματος δείχνει τη μαγνητική ροή Φ που περνά μέσα από κάθε σπείρα ενός πηνίου, σε συνάρτηση με το χρόνο t . Σε ποιο ή ποια χρονικά διαστήματα ($0 - t_1$, $t_1 - t_2$, $t_2 - t_3$) η επαγωγική τάση που εμφανίζεται στα άκρα του πηνίου είναι μηδέν;

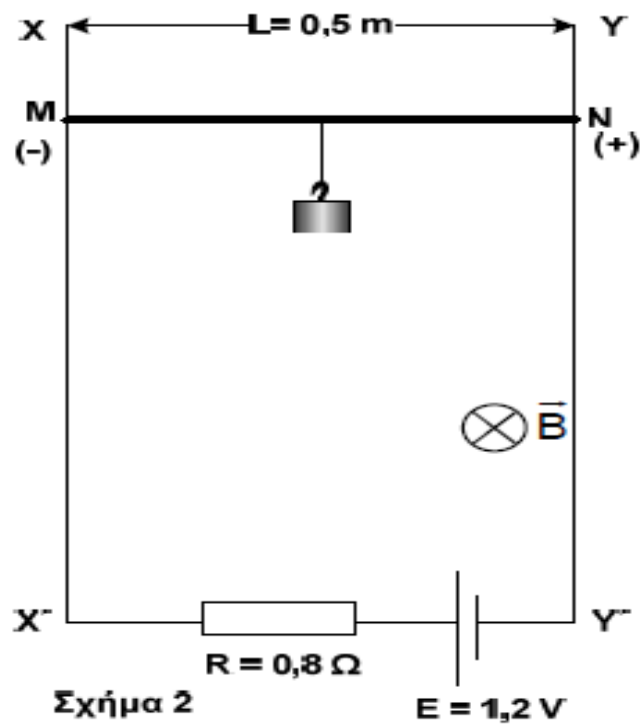


ΤΣ 2010

8. Α. Οι κατακόρυφοι μεταλλικοί αγωγοί XX' και YY' , απέχουν μεταξύ τους απόσταση $L = 0,5 \text{ m}$ και συνδέονται, μέσω ενός αντιστάτη ωμικής αντίστασης $R = 0,8 \Omega$, με πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης $E = 1,2 \text{ V}$. Η μεταλλική ράβδος MN , μάζας $m = 0,15 \text{ Kg}$, μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές πάνω στους αγωγούς XX' και YY' , μένοντας συνεχώς οριζόντια και σε επαφή με αυτούς. Όλη η διάταξη βρίσκεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο μαγνητικής επαγωγής μέτρου $B = 2 \text{ T}$, κάθετο στο επίπεδο των αγωγών, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1. Το μόνο τμήμα της διάταξης που παρουσιάζει ωμική αντίσταση είναι ο αντιστάτης. Η ράβδος, παρόλο που βρίσκεται στο πεδίο βαρύτητας, ισορροπεί.



- α. Να υπολογίσετε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τη ράβδο.
- β. Να υπολογίσετε τη δύναμη Laplace που ασκείται στη ράβδο και να εξηγήσετε γιατί η ράβδος ισορροπεί.
- β. Στη συνέχεια κρεμάμε στη ράβδο ένα βαράκι, οπότε χαλάει η ισορροπία και η ράβδος αρχίζει να ολισθαίνει προς τα κάτω. Στα άκρα της αρχίζει να εμφανίζεται ΗΕΔ από επαγωγή με την πολικότητα που φαίνεται στο Σχήμα 2.



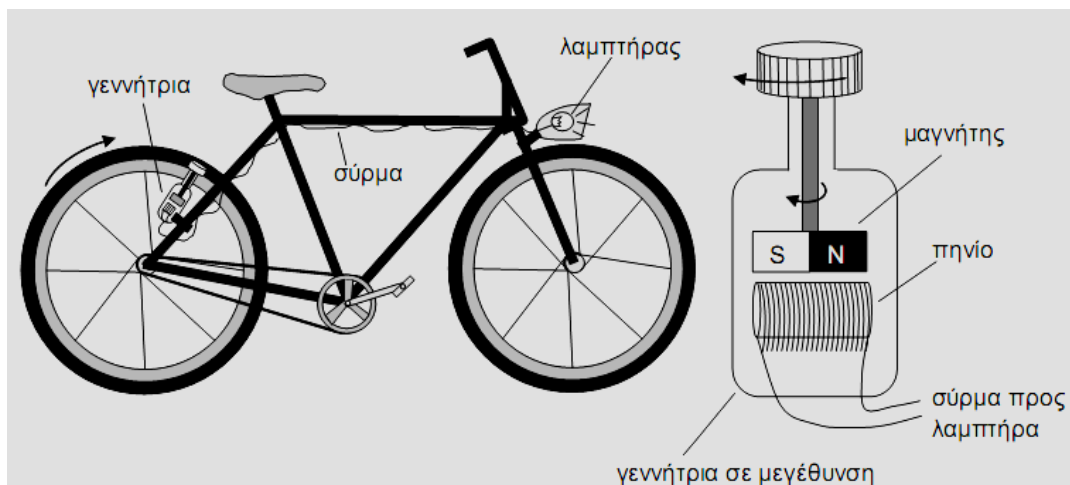
- α. Να εξηγήσετε πώς μεταβάλλεται η ΗΕΔ από επαγωγή στα άκρα της ράβδου καθώς αυξάνεται το μέτρο της ταχύτητας της ράβδου.

β. Καθώς αυξάνεται το μέτρο της ταχύτητας της ράβδου αυξάνεται και η ένταση του ρεύματος που τη διαρρέει. Να εξηγήσετε πώς μεταβάλλεται η δύναμη Laplace που ασκείται στη ράβδο.

γ. Τελικά η ράβδος αποκτά οριακή προς τα κάτω ταχύτητα, v_{op} . Να εξηγήσετε γιατί η ράβδος αποκτά οριακή ταχύτητα.

2011

9. Σε ένα ποδήλατο τοποθετείται σύστημα φωτισμού, κυρίως για λόγους ασφάλειας. Το σύστημα αυτό αποτελείται από ένα λαμπτήρα και μια ηλεκτρική γεννήτρια. Η γεννήτρια, όπως φαίνεται στη μεγέθυνση, αποτελείται από ένα μαγνήτη πάνω από ένα πηνίο. Ο μαγνήτης περιστρέφεται λόγω της περιστροφής του τροχού και ο λαμπτήρας φωτοβολεί.



Ο λαμπτήρας φωτοβολεί καθώς ο μαγνήτης περιστρέφεται γιατί στα άκρα του πηνίου δημιουργείται διαφορά δυναμικού.

α. Να γράψετε τις μετατροπές ενέργειας που παρατηρούνται στο σύστημα φωτισμού του ποδηλάτου.

β. Να αναφέρετε το φαινόμενο στο οποίο οφείλεται η δημιουργία της διαφοράς δυναμικού στα άκρα του πηνίου.

γ. Να διατυπώσετε το νόμο που διέπει το φαινόμενο.

δ. Να εξηγήσετε γιατί δημιουργείται διαφορά δυναμικού στα άκρα του πηνίου.

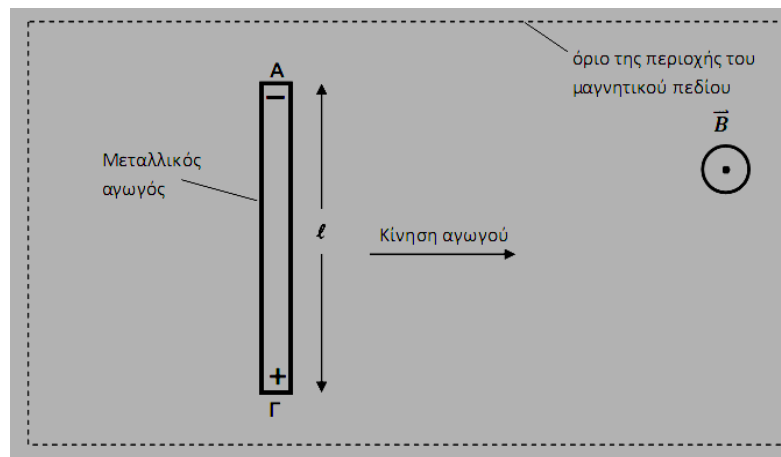
Να θεωρήσετε ότι η διαφορά δυναμικού στα άκρα του πηνίου όταν το ποδήλατο κινείται με σταθερή ταχύτητα δίνεται από τη σχέση $V = N \cdot B \cdot S \cdot \omega \cdot \eta \mu(\omega t)$. Τα σύμβολα έχουν τη συνήθη σημασία τους. Με βάση τη σχέση αυτή:

- ε. Να εξηγήσετε γιατί η τάση στο σύστημα φωτισμού του ποδηλάτου είναι εναλλασσόμενη.
- στ. Να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το λαμπτήρα σε συνάρτηση με το χρόνο, καθώς το ποδήλατο κινείται με σταθερή ταχύτητα.
- ζ. Να περιγράψετε τι θα παρατηρήσετε στη φωτοβολία του λαμπτήρα καθώς η ταχύτητα του ποδηλάτου:

- i. αυξάνεται στις κατηφόρες.
- ii. μειώνεται πολύ στις ανηφόρες.

2012

10. Ένας ευθύγραμμος μεταλλικός αγωγός μήκους l κινείται με σταθερή ταχύτητα u , «κόβοντας» κάθετα τις μαγνητικές δυναμικές γραμμές ενός ομογενούς μαγνητικού πεδίου, μαγνητικής επαγωγής B .



α. Στο άκρο A του αγωγού δημιουργείται πλεόνασμα ηλεκτρονίων ενώ στο άκρο Γ δημιουργείται έλλειμμα ηλεκτρονίων με αποτέλεσμα να εμφανίζεται επαγωγική τάση στα δύο άκρα.

Να εξηγήσετε γιατί δημιουργείται το πλεόνασμα των ηλεκτρονίων στο άκρο A όταν ο αγωγός κινείται.

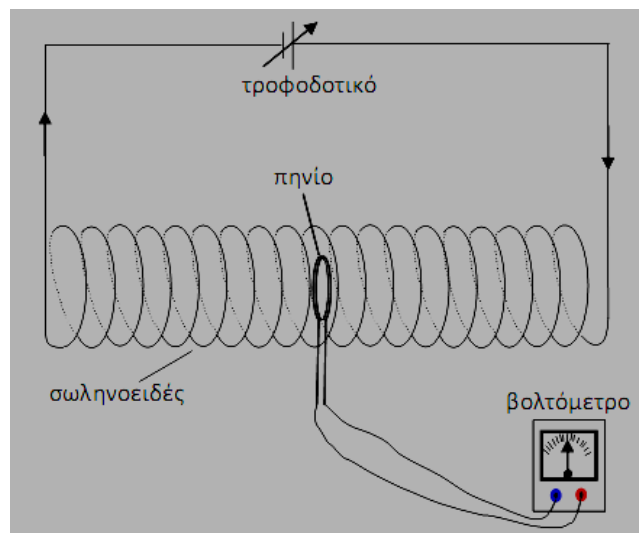
β. Η επαγωγική τάση $E_{\text{επ}}$ στα άκρα του αγωγού δίνεται από τη σχέση $E_{\text{επ}} = B \cdot u \cdot l$. Να εξηγήσετε ποιες αλλαγές θα παρατηρηθούν στην επαγωγική τάση σε κάθε μια από τις πιο κάτω περιπτώσεις:

- i. Η ταχύτητα του αγωγού αυξάνεται.
- ii. Ο αγωγός κινείται με ταχύτητα μέτρου v αλλά αντίθετης φοράς.
- iii. Ο αγωγός σταματά να κινείται.
- γ. Η μαγνητική επαγωγή είναι $B = 0,05 \text{ T}$ και η ταχύτητα με την οποία κινείται ο αγωγός είναι $v = 2 \text{ m/s}$. Το μήκος του αγωγού είναι $\ell = 1,5 \text{ m}$. Να χρησιμοποιήσετε τη μαθηματική σχέση που δίνεται στο ερώτημα (β) για να υπολογίσετε την επαγωγική τάση στα άκρα του αγωγού.

ΤΣ 2012

11. α. Να διατυπώσετε το νόμο του Faraday για την Ηλεκτρομαγνητική Επαγωγή.

β. Στο εργαστήριο Φυσικής έχει στηθεί η διάταξη που φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα. Το σωληνοειδές συνδέεται με τροφοδοτικό το οποίο μπορεί να παρέχει μεταβλητή τάση. Μέσα στο σωληνοειδές έχει τοποθετηθεί ένα κυκλικό πηνίο, τα άκρα του οποίου συνδέονται με βολτόμετρο.

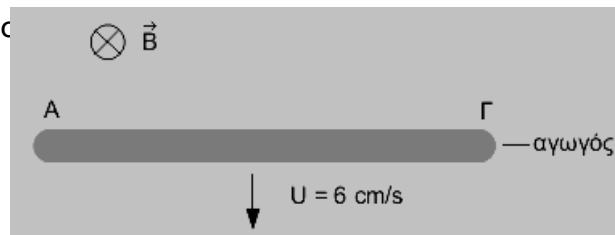


Η μαγνητική επαγωγή στο σωληνοειδές είναι ευθέως ανάλογη της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος που το διαρρέει.

- i. Όταν η ένταση του ρεύματος που παρέχει το τροφοδοτικό στο σωληνοειδές μειώνεται, το βολτόμετρο καταγράφει διαφορά δυναμικού στα άκρα του πηνίου. Να εξηγήσετε γιατί δημιουργείται διαφορά δυναμικού στα άκρα του πηνίου.
- ii. Ο αριθμός των σπειρών του πηνίου είναι 1500 και το εμβαδόν της διατομής του είναι $6 \times 10^{-4} \text{ m}^2$. Αρχικά η μαγνητική επαγωγή στο κέντρο του σωληνοειδούς είναι $5,9 \times 10^{-2} \text{ T}$. Η ένταση του ρεύματος μέσα από το σωληνοειδές μηδενίζεται με σταθερό ρυθμό σε χρόνο 0,50 s. Να δείξετε ότι η τάση που θα καταγράψει το βολτόμετρο όταν οι μαγνητικές δυναμικές γραμμές είναι κάθετες στο επίπεδο των σπειρών του πηνίου, είναι 106 mV.

ΤΣ 2012

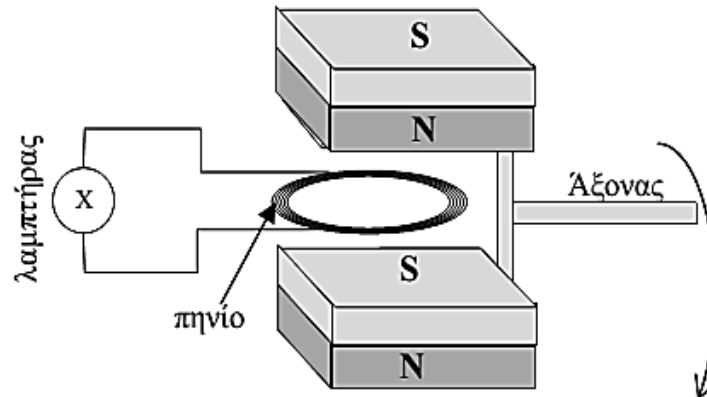
12. Ένας ευθύγραμμος αγωγός κινείται με ταχύτητα $u = 6 \text{ cm/s}$ μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο μαγνητικής επαγωγής $B = 2 \times 10^{-2} \text{ T}$. Το μήκος του αγωγού μέσα στο μαγνητικό πεδίο είναι 5 cm



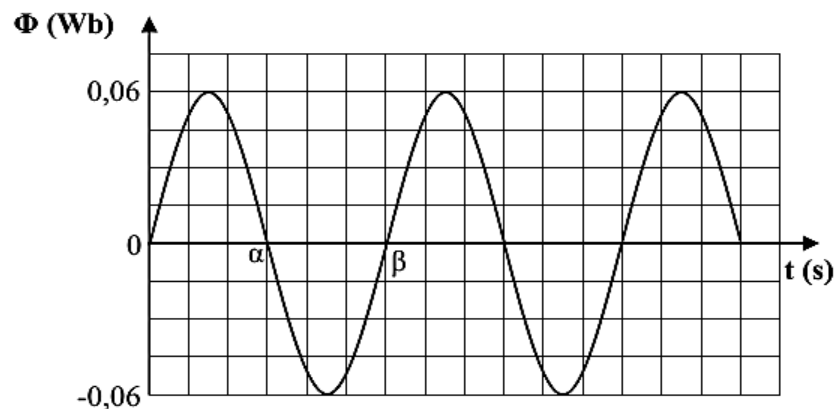
- α. Στα άκρα του αγωγού παράγεται επαγωγική τάση. Να σχεδιάσετε τον αγωγό στο τετράδιο σας και να σημειώσετε την πολικότητα της επαγωγικής τάσης.
- β. Να υπολογίσετε την τιμή της επαγωγικής τάσης στα άκρα του αγωγού.
- γ. Στα άκρα του πιο πάνω αγωγού συνδέεται ένας λαμπτήρας πυράκτωσης με χαρακτηριστικά (3V, 0,3 A).
- i. Να υπολογίσετε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που θα διαρρέει τον λαμπτήρα.
- ii. Να αναφέρετε αν ο λαμπτήρας θα φωτοβολεί.
- δ. Να περιγράψετε ένα πείραμα με το οποίο θα επιβεβαιώσετε ότι στα άκρα του πιο πάνω ευθύγραμμου αγωγού παράγεται επαγωγική τάση. Στην περιγραφή σας να σχεδιάσετε την πειραματική διάταξη και να ονομάσετε τα όργανα και τις συσκευές που θα χρησιμοποιήσετε.

ΤΣ 2013

13. Ένα κυκλικό πηνίο τοποθετείται μεταξύ δύο μαγνητών οι οποίοι μπορούν να περιστρέφονται γύρω από ένα άξονα όπως δείχνει το σχήμα. Το μαγνητικό πεδίο που δημιουργείται μεταξύ των δύο μαγνητών είναι ομογενές.



Το σύστημα των μαγνητών τίθεται σε περιστροφή με 2 στροφές το δευτερόλεπτο. Η μαγνητική ροή μέσα από το πηνίο μεταβάλλεται με τον χρόνο όπως δείχνει η πιο κάτω γραφική παράσταση.

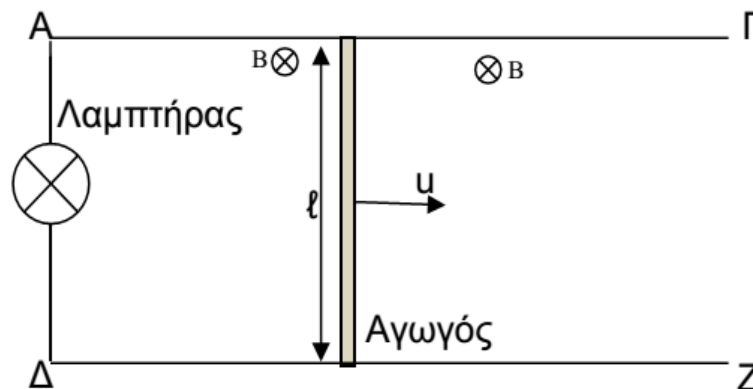


- α. Να προσδιορίσετε πόσο είναι το χρονικό διάστημα μεταξύ των σημείων α και β της γραφικής παράστασης.
- β. Το κυκλικό πηνίο αποτελείται από 1000 σπείρες και η ακτίνα του είναι 1,0 cm. Να χρησιμοποιήσετε την πιο πάνω γραφική παράσταση, για να υπολογίσετε τη μαγνητική επαγωγή του ομογενούς μαγνητικού πεδίου, μέσα στο οποίο βρίσκεται το πηνίο.
- γ. Ο λαμπτήρας του κυκλώματος ανάβει και σβήνει κατά την περιστροφή των μαγνητών. Να εξηγήσετε την παρατήρηση αυτή, αφού αναφερθείτε στον σχετικό νόμο που διέπει το φαινόμενο αυτό.

δ. Αν το πηνίο αντικατασταθεί με άλλο το οποίο έχει διπλάσιο αριθμό σπειρών, να εξηγήσετε αν θα υπάρξει αλλαγή στη φωτοβολία του λαμπτήρα.

2015

14. Το σχήμα δείχνει την κίνηση ενός αγωγού με σταθερή ταχύτητα μέτρου $u = 25 \text{ m/s}$ μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Ο αγωγός κινείται και τα άκρα του είναι συνεχώς σε επαφή με τους οριζόντιους αγωγούς ΑΓ και ΔΖ. Τα άκρα Α και Δ συνδέονται με λαμπτήρα. Το μήκος του αγωγού είναι $\ell = 0,2 \text{ m}$, η ένταση του μαγνητικού πεδίου είναι και ο λαμπτήρας έχει ωμική αντίσταση την οποία θεωρήστε σταθερή και τη μόνη ηλεκτρική αντίσταση στο κύκλωμα.



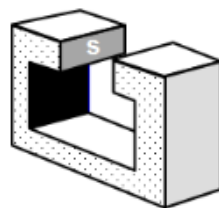
Κατά την κίνηση του αγωγού ο λαμπτήρας διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα και φωτοβολεί. Το ηλεκτρικό ρεύμα είναι αποτέλεσμα της επαγωγικής τάσης που δημιουργείται στα άκρα του αγωγού, όσο διαρκεί η κίνηση του και το ρεύμα που προκαλείται στο κλειστό κύκλωμα ονομάζεται επαγωγικό ρεύμα. Η επαγωγική τάση $E_{\text{επ}} = Bu\ell$ δίνεται από τη σχέση.

- Να εξηγήσετε την εμφάνιση της επαγωγικής τάσης στα άκρα του αγωγού.
- Να υπολογίσετε την τιμή της επαγωγικής τάσης και την τιμή του επαγωγικού ρεύματος.
- Να προσδιορίσετε τη φορά του επαγωγικού ρεύματος στον κλάδο ΑΔ.
- Να εξηγήσετε τι θα συμβεί ως προς τη φωτοβολία του λαμπτήρα αν

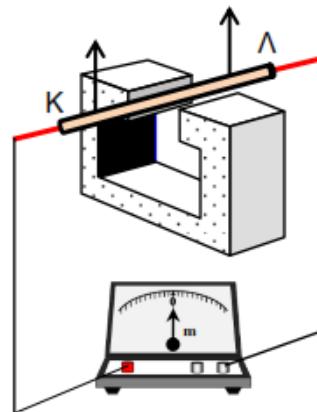
- i. αυξηθεί η ταχύτητα με την οποία ο αγωγός κινείται και
- ii. αν ο αγωγός σταματήσει να κινείται.

Τ.Σ. 2015

15. Μια ομάδα μαθητών μελετά το φαινόμενο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής χρησιμοποιώντας τον πεταλοειδή μαγνήτη του σχήματος 1. Η μαγνητική επαγωγή B , του ομογενούς μαγνητικού πεδίου, μεταξύ των πόλων του μαγνήτη είναι 78 mT. Το μαγνητικό πεδίο εκτός των πόλων του μαγνήτη είναι αμελητέο. Οι μαθητές τοποθέτησαν ένα άκαμπτο χάλκινο κυλινδρικό αγωγό ΚΛ αντίστασης $R = 0,20 \, \Omega$ κάθετα στις μαγνητικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου του μαγνήτη, όπως φαίνεται στο σχήμα 2. Ο αγωγός ΚΛ είναι συνδεδεμένος με ιδανικό μιλιαμπερόμετρο μέσω συρμάτων αμελητέας αντίστασης.



Σχήμα 1



Σχήμα 2

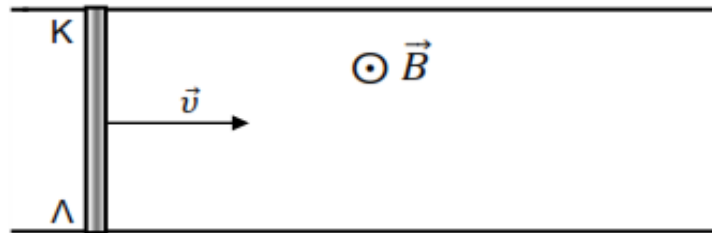
Οι απαντήσεις σας να δοθούν με το σωστό αριθμό σημαντικών ψηφίων.

- α. Αν οι ορθογώνιοι πόλοι του μαγνήτη έχουν διαστάσεις $6,0 \times 2,6 \, \text{cm}$, να δείξετε ότι η μαγνητική ροή μεταξύ των πόλων του μαγνήτη είναι $1,2 \cdot 10^{-4} \, \text{Wb}$.
- β. Οι μαθητές μετακινούν τον αγωγό ΚΛ κατακόρυφα προς τα πάνω με σταθερή ταχύτητα $1,4 \, \text{m/s}$.
 - i. Να εξηγήσετε γιατί αναπτύσσεται επαγωγική τάση στα άκρα του αγωγού ΚΛ.

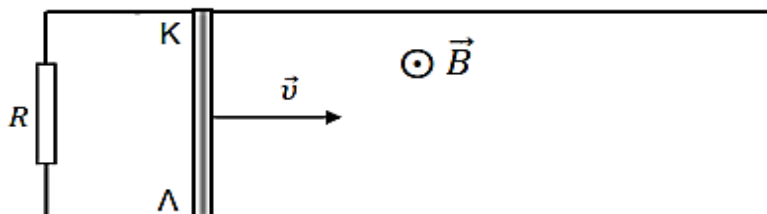
- ii. Να αποδείξετε τη σχέση που δίνει την επαγωγική τάση στα άκρα του αγωγού ΚΛ και να την υπολογίσετε.
- iii. Να σχεδιάσετε στο τετράδιο απαντήσεών σας τον αγωγό ΚΛ, να δείξετε τη φορά του επαγωγικού ρεύματος που τον διαρρέει και να υπολογίσετε την τιμή του.
- γ. Σύμφωνα με τον κανόνα του Lenz μια δύναμη αντιτίθεται στην κίνηση του αγωγού. Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης αυτής και να εξηγήσετε γιατί δεν γίνεται αντιληπτή.

2016

16. Στο σχήμα φαίνεται μια μεταλλική ράβδος ΚΛ, μήκους L η οποία βρίσκεται πάνω σε δύο μεταλλικούς αγωγούς μεγάλου μήκους. Η ράβδος βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο μαγνητικής επαγωγής $\vec{B}$ και κινείται με σταθερή ταχύτητα $\vec{v}$ κάθετα στις μαγνητικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου. Η ράβδος ολισθαίνει πάνω στους δύο αγωγούς χωρίς τριβές.



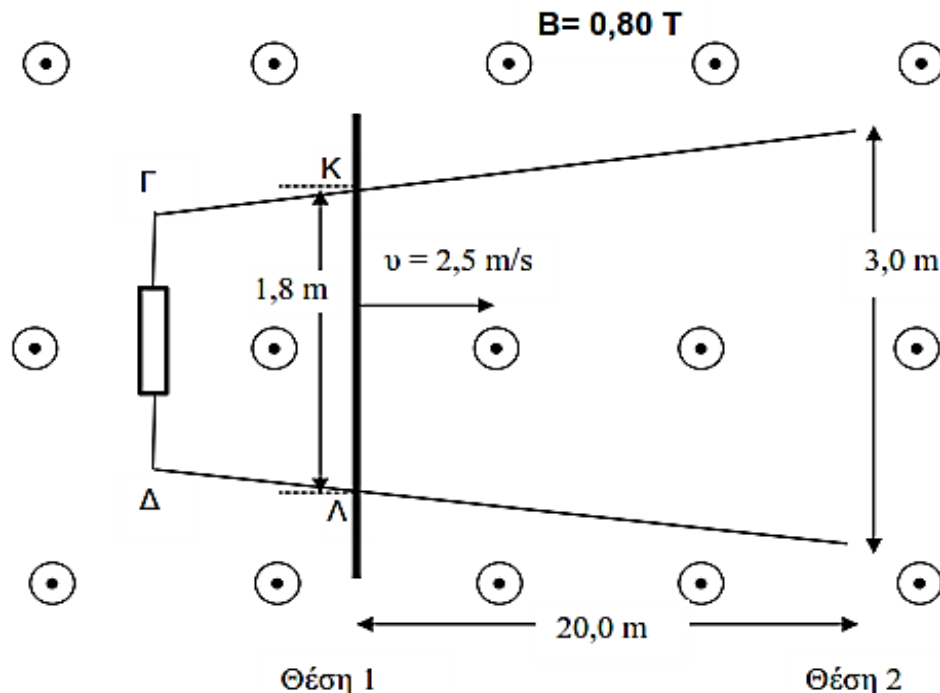
- α. Να εξηγήσετε γιατί αναπτύσσεται επαγωγική τάση στα άκρα της ράβδου ΚΛ.
- β. Να αποδείξετε ότι η επαγωγική τάση που αναπτύσσεται στα άκρα της ράβδου ΚΛ δίνεται από τη σχέση $E_{\text{επ}} = BvL$.
- γ. Να υπολογίσετε την επαγωγική τάση που αναπτύσσεται στα άκρα της ράβδου ΚΛ αν το μήκος της ράβδου είναι 0,2 m, η μαγνητική επαγωγή είναι 2 T και η ταχύτητα της ράβδου είναι 3 m/s.
- δ. Καθώς η ράβδος κινείται με την σταθερή ταχύτητα, οι δύο αγωγοί συνδέονται με μια αντίσταση R , όπως δείχνει το πιο κάτω σχήμα.



Να εξηγήσετε αν η ράβδος θα συνεχίσει να κινείται με την ίδια σταθερή ταχύτητα ή αν θα σταματήσει.

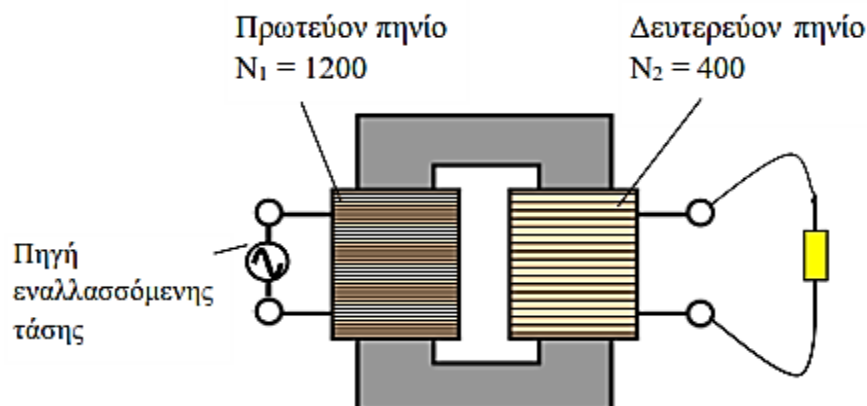
ΤΣ 2016

17. Α. Μια αγώγιμη ράβδος κινείται σε οριζόντιο επίπεδο με σταθερή οριζόντια ταχύτητα πάνω σε μη παράλληλες αγώγιμες ράγες όπως φαίνεται στο σχήμα. Η όλη διάταξη βρίσκεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο $B = 0,80 \text{ T}$, το οποίο είναι κάθετο στο οριζόντιο επίπεδο και με φορά που φαίνεται στο σχήμα. Οι δύο ράγες συνδέονται στο ένα άκρο τους με αντιστάτη. Οι ράγες και η ράβδος έχουν αμελητέα ωμική αντίσταση. Το σχήμα δεν είναι υπό κλίμακα.



- α. Να προσδιορίσετε τα σημεία επαφής της ράβδου με τις ράγες, και να εξηγήσετε πως φτάσατε στην απάντησή σας.
- β. Η ράβδος κινείται με σταθερή ταχύτητα $2,5 \text{ m/s}$. Να εξηγήσετε γιατί η επαγωγική τάση $V_{\text{κλ}}$ αυξάνεται.
- γ. Τη χρονική στιγμή $t = 0 \text{ s}$ η ράβδος βρίσκεται στη θέση 1. Να υπολογίσετε τη μέση τιμή της επαγωγικής τάσης για τη μετατόπιση της ράβδου κατά $20,0 \text{ m}$ από τη θέση 1 στη θέση 2.

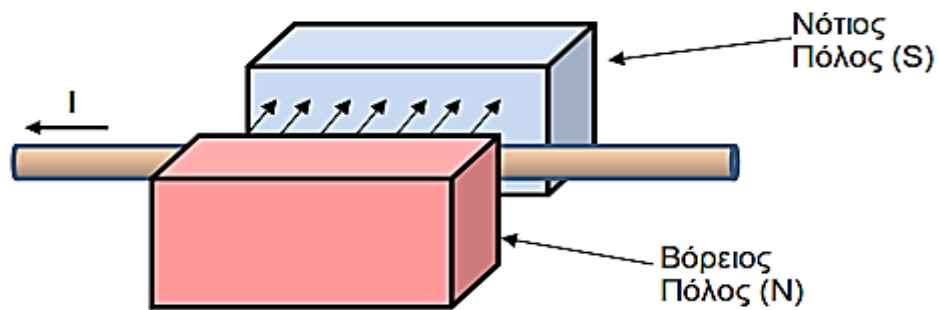
Β. Στο πιο κάτω σχήμα φαίνεται ένας μετασχηματιστής.



- α. Να αναφέρετε σε ποιο φαινόμενο στηρίζεται η λειτουργία του μετασχηματιστή.
 β. Να αναφέρετε αν αυτός ο μετασχηματιστής ανυψώνει ή υποβιβάζει την τάση.
 γ. Η πηγή εναλλασσόμενης τάσης αντικαθίσταται με μπαταρία συνεχούς τάσης. Να εξηγήσετε κατά πόσο ο μετασχηματιστής θα λειτουργεί ή όχι.

2017

18. Στο σχήμα φαίνεται ένας οριζόντιος ρευματοφόρος αγωγός ο οποίος βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Ο αγωγός είναι κάθετος στο μαγνητικό πεδίο.

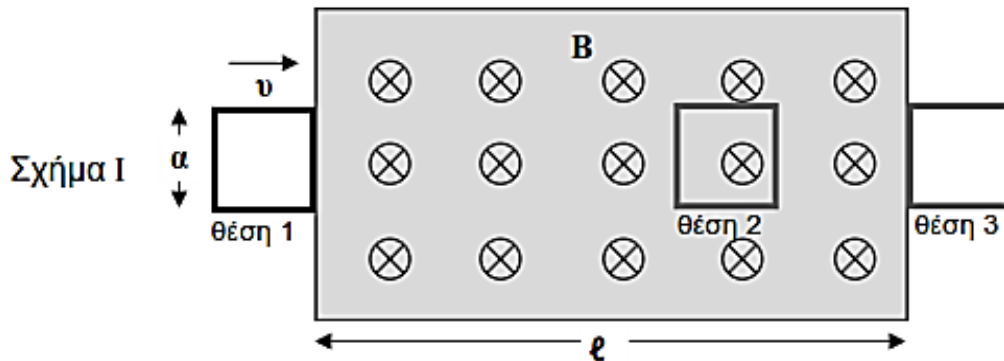


- α. Να επιλέξετε, από τις πιο κάτω, την ορθή κατεύθυνση της δύναμης Laplace που ασκείται στον αγωγό.
1. Από τον βόρειο πόλο προς το νότιο.
 2. Από τον νότιο πόλο προς το βόρειο.
 3. Κατακόρυφα προς τα κάτω.
 4. Κατακόρυφα προς τα πάνω.
- β. Το μήκος του αγωγού που βρίσκεται μέσα στο μαγνητικό πεδίο είναι 0,1 m. Ο αγωγός διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης 5 A. Η μαγνητική επαγωγή του πεδίου είναι 1 mT (0,001 T). Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης Laplace.
- γ. Η φορά του ηλεκτρικού ρεύματος αντιστρέφεται και η τιμή της έντασής του διπλασιάζεται. Να εξηγήσετε πως θα μεταβληθεί η δύναμη Laplace (μέτρο και κατεύθυνση).

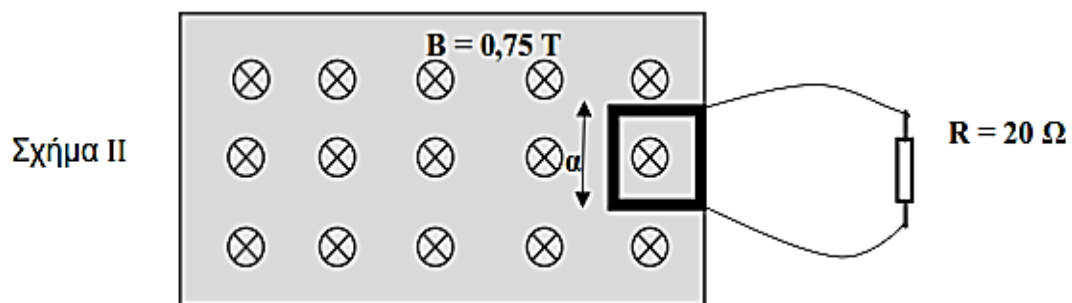
ΤΣ 2017

19. α. Να διατυπώσετε το νόμο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής (νόμος Faraday).

β. Ένα τετράγωνο χάλκινο πλαίσιο πλευράς a κινείται με σταθερή ταχύτητα μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο από τη θέση 1 προς τη θέση 3 όπως φαίνεται στο σχήμα I, όπου $\ell = 6a$.



- Να εξηγήσετε γιατί δεν παρατηρείται επαγωγική τάση στο πλαίσιο όταν αυτό βρίσκεται στις θέσεις 1, 2 και 3.
- Να σχεδιάσετε τη μορφή της γραφικής παράστασης της επαγωγικής τάσης σε σχέση με το χρόνο που αναπτύσσεται στο πλαίσιο καθώς κινείται από τη θέση 1 προς τη θέση 3.
- Ένα τετράγωνο πηνίο με 300 σπείρες και πλευράς $a = 0,12 \text{ m}$ τοποθετείται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο μαγνητικής επαγωγής $0,75 \text{ T}$. Το πηνίο έχει αμελητέα αντίσταση και συνδέεται με ωμικό αντιστάτη αντίστασης 20Ω , όπως φαίνεται στο σχήμα II. Για να εξέλθει το πηνίο πλήρως από το μαγνητικό πεδίο απαιτείται χρονικό διάστημα $\Delta t = 0,27 \text{ s}$.

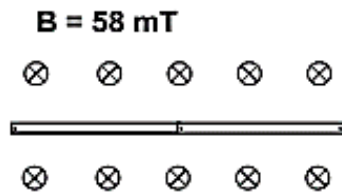


Για το πιο πάνω χρονικό διάστημα να υπολογίσετε:

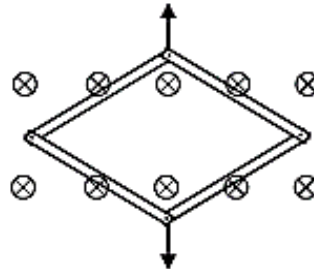
- τη μέση τιμή της επαγωγικής τάσης που αναπτύσσεται στο πηνίο,
- τη μέση τιμή του επαγωγικού ρεύματος που διαρρέει την αντίσταση R .

ΤΣ 2017

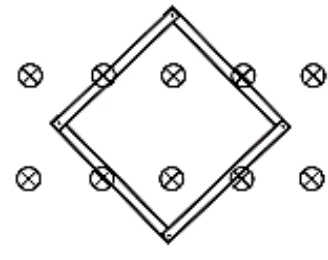
20. Αρθρωτό αγωγίμο πλαίσιο είναι κάθετα τοποθετημένο σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Αρχικά το πλαίσιο είναι κλειστό (Σχήμα 1). Στη συνέχεια το πλαίσιο αλλάζει σχήμα και μετατρέπεται σε τετράγωνο (Σχήματα 2 και 3), διατηρώντας το επίπεδό του συνεχώς κάθετο στο μαγνητικό πεδίο.



Σχήμα 1



Σχήμα 2



Σχήμα 3

α. Να εξηγήσετε γιατί δημιουργείται ΗΕΔ στο πλαίσιο, καθώς αυτό μετατρέπεται από την αρχική του μορφή σε τετράγωνο.

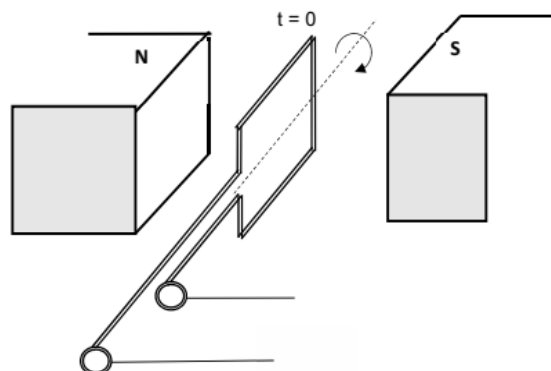
β. Να γράψετε αν η φορά του ηλεκτρικού ρεύματος στο πλαίσιο, κατά την ανάπτυξή του σε τετράγωνο, είναι αριστερόστροφη ή δεξιόστροφη. Να εξηγήσετε την απάντησή σας.

γ. Το πλαίσιο μετατρέπεται από τη μορφή που είχε στο σχήμα 1 στη μορφή που έχει στο Σχήμα 3 σε χρονικό διάστημα $\Delta t = 63 \text{ ms}$. Η μαγνητική επαγωγή του πεδίου έχει μέτρο $|\vec{B}| = 58 \text{ mT}$. Η αντίσταση του πλαισίου είναι $R = 0,44 \Omega$ και το μήκος κάθε πλευράς του είναι 12 cm . Να θεωρήσετε το πάχος των πλευρών του πλαισίου αμελητέο.

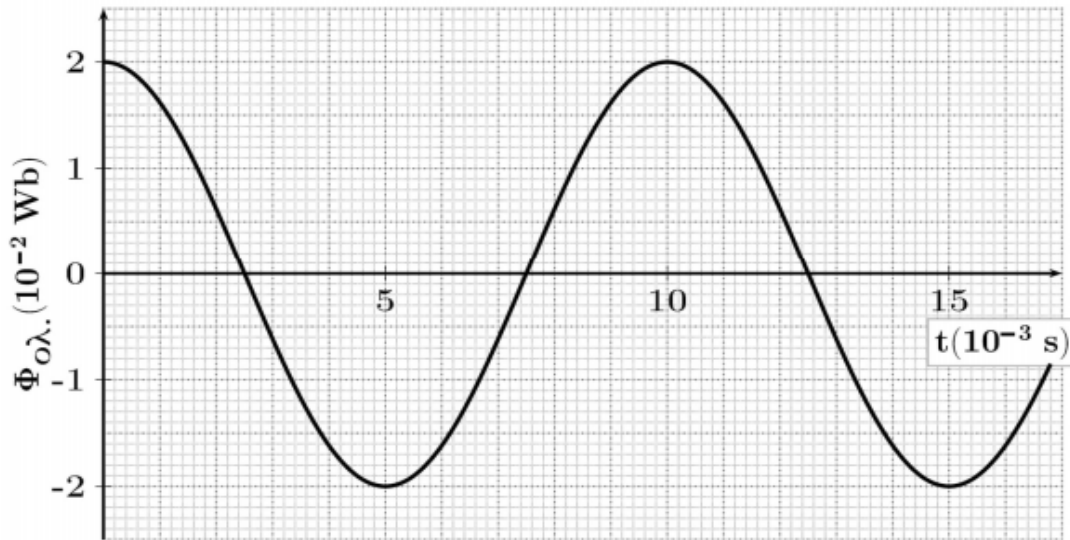
Να υπολογίσετε τη μέση ένταση του ρεύματος, που διαρρέει το πλαίσιο κατά τη διάρκεια αυτής της μετατροπής.

2018

21. Το διάγραμμα δείχνει μια ηλεκτρική γεννήτρια, η οποία αποτελείται από ένα επίπεδο πηνίο, που μπορεί να περιστρέφεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Το πηνίο έχει 500 σπείρες. Κάθε σπείρα έχει εμβαδόν $2,5 \times 10^{-3} \text{ m}^2$. Τη χρονική στιγμή $t = 0$ το πηνίο είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου.



Κατά την περιστροφή του πηνίου, η συνολική μαγνητική ροή μέσα από το πηνίο μεταβάλλεται με τον χρόνο όπως δείχνει η πιο κάτω γραφική παράσταση.

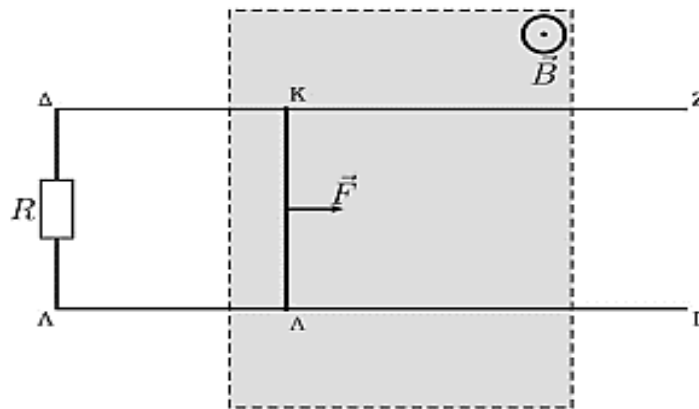


- α. Να χρησιμοποιήσετε τη γραφική παράσταση για να υπολογίσετε:
 - i. τη συχνότητα περιστροφής του πηνίου.
 - ii. τη μαγνητική επαγωγή του ομογενούς μαγνητικού πεδίου, μέσα στο οποίο βρίσκεται το πηνίο.
- β. Να εξηγήσετε γιατί αναπτύσσεται ηλεκτρεγερτική δύναμη (ΗΕΔ) στα άκρα του πηνίου.
- γ. Να διατυπώσετε τον νόμο που διέπει το φαινόμενο.
- δ. Να υπολογίσετε τη μέγιστη ΗΕΔ που αναπτύσσεται στα άκρα του πηνίου.
- ε. Να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση της ΗΕΔ στο πηνίο για το χρονικό διάστημα $0 - 15 \times 10^{-3} \text{ s}$.

2018

22. Αγωγή ράβδος ΚΛ είναι τοποθετημένη πάνω σε δύο αγωγούς ΑΓ και ΔΖ μεγάλου μήκους, πάνω στους οποίους μπορεί να κινείται χωρίς τριβές. Τα άκρα Α και Δ συνδέονται με ωμική αντίσταση $R = 10\Omega$ με αγωγή καλώδια, όπως δείχνει το σχήμα. Οι αγωγοί απέχουν απόσταση $l = 0,5\text{m}$ μεταξύ τους. Η ράβδος και οι αγωγοί έχουν αμελητέα ωμική αντίσταση. Το σύστημα των αγωγών και της ράβδου είναι οριζόντιο και τμήμα του βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο μαγνητικής επαγωγής $B = 0,4\text{T}$. Η ράβδος ΚΛ

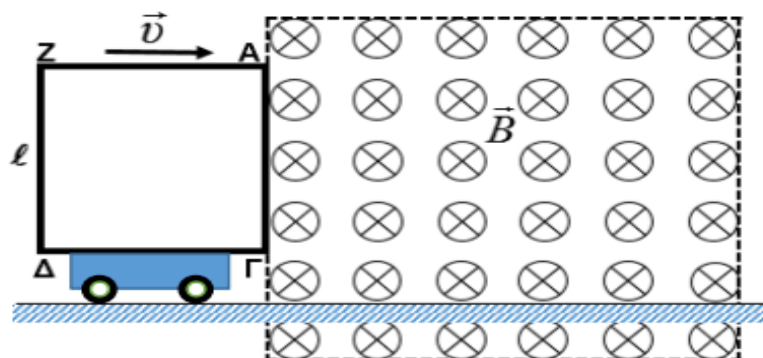
βρίσκεται στο μαγνητικό πεδίο και κινείται προς τα δεξιά με σταθερή ταχύτητα $v = 0,5 \text{ m/s}$, υπό την επίδραση σταθερής εξωτερικής δύναμης $\vec{F}$.



- α. Να προσδιορίσετε την πολικότητα της επαγωγικής τάσης στα άκρα της ράβδου ΚΛ.
- β. Να υπολογίσετε την τιμή της επαγωγικής τάσης που αναπτύσσεται στα άκρα της ράβδου ΚΛ.
- γ. Να υπολογίσετε την ένταση του επαγωγικού ρεύματος που διαρρέει την αντίσταση R .
- δ. Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης Laplace, που ασκείται στη ράβδο ΚΛ.
- ε. Να προσδιορίσετε το μέτρο της εξωτερικής δύναμης $\vec{F}$.
- στ. Όταν η ράβδος ΚΛ εξέλθει από το μαγνητικό πεδίο η σταθερή εξωτερική δύναμη παύει να ασκείται. Να περιγράψετε την κίνηση της ράβδου μετά την έξοδό της από το μαγνητικό πεδίο.

ΤΣ 2018

23. Τετράγωνο συρμάτινο πλαίσιο ΑΓΔΖ, πλευράς $\ell = 0,50 \text{ m}$ και συνολικής αντίστασης $R_{\text{ολ}} = 0,50 \Omega$, είναι στερεωμένο κατακόρυφα σε πλαστικό αμαξάκι και εισέρχεται με σταθερή ταχύτητα, μέτρου $|\vec{v}| = 1,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $|\vec{B}| = 0,50 \text{ T}$, το οποίο είναι κάθετο στο επίπεδο του πλαισίου και στην ταχύτητα $\vec{v}$. Το πλαίσιο αρχίζει να εισέρχεται στο μαγνητικό πεδίο τη χρονική στιγμή $t = 0$.



α. Για το χρονικό διάστημα που διαρκεί η είσοδος του πλαισίου στο μαγνητικό πεδίο:

i. Να υπολογίσετε την ηλεκτρεγερτική δύναμη (Η.Ε.Δ.) από επαγωγή που δημιουργείται στο πλαίσιο.

ii. Να υπολογίσετε την ένταση του επαγωγικού ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο.

iii. Να προσδιορίσετε τη φορά του επαγωγικού ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο.

β. Να εξηγήσετε γιατί θα πρέπει να ασκείται εξωτερική δύναμη στο πλαίσιο, παράλληλα προς την ταχύτητά του, έτσι ώστε το πλαίσιο να διατηρεί σταθερή ταχύτητα καθώς εισέρχεται στο μαγνητικό πεδίο.

γ. Να εξηγήσετε εάν θα πρέπει να ασκείται εξωτερική δύναμη στο πλαίσιο, παράλληλα προς την ταχύτητά του, έτσι ώστε αυτό να συνεχίσει να κινείται με σταθερή ταχύτητα, καθώς βρίσκεται ολόκληρο μέσα στο μαγνητικό πεδίο.

2019

24. Α. Ένα αγώγιμο τετραγωνικό πλαίσιο, εμβαδού $S = 0,1 \text{ m}^2$, τοποθετείται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Η μαγνητική επαγωγή του πεδίου έχει μέτρο $|\vec{B}| = 0,2 \text{ T}$. Το πλαίσιο είναι τοποθετημένο ολόκληρο μέσα στο πεδίο, με τέτοιο τρόπο ώστε οι μαγνητικές δυναμικές γραμμές να σχηματίζουν γωνία $\varphi = 30^\circ$ με το επίπεδο του πλαισίου, όπως φαίνεται στο σχήμα.



Να υπολογίσετε τη μαγνητική ροή που διαπερνά το πλαίσιο.

Β. Στη συνέχεια το πλαίσιο τοποθετείται μέσα στο μαγνητικό πεδίο με τέτοιο τρόπο ώστε οι μαγνητικές δυναμικές γραμμές να είναι κάθετες προς το πλαίσιο, όπως φαίνεται στο πιο

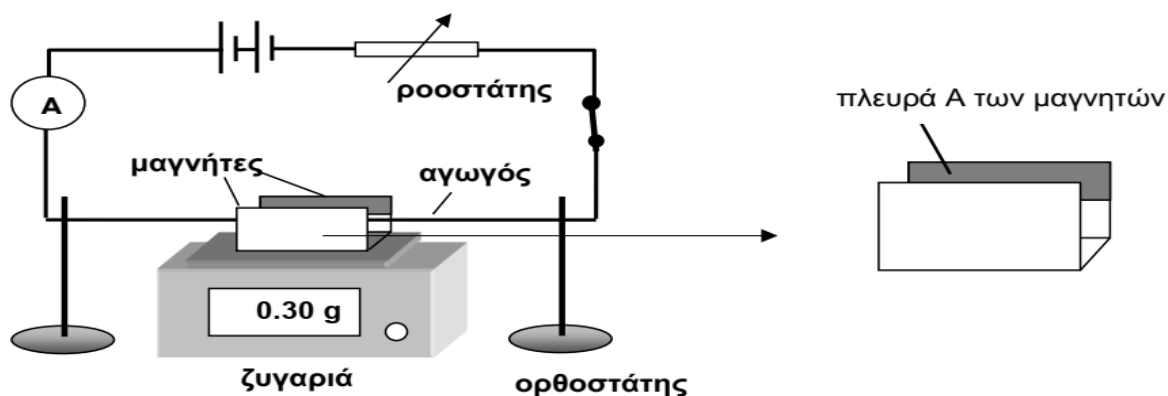
κάτω σχήμα. Το μαγνητικό πεδίο μεταβάλλεται με τον χρόνο, σύμφωνα με την παρακάτω γραφική παράσταση μαγνητικής επαγωγής - χρόνου, $B = f(t)$.

- α. Να κατονομάσετε το φαινόμενο, που θα παρατηρηθεί κατά τη διάρκεια της μεταβολής του μαγνητικού πεδίου.
- β. Για το χρονικό διάστημα που μεταβάλλεται το μαγνητικό πεδίο, να υπολογίσετε:
 - i. τη μεταβολή της μαγνητικής ροής που διαπερνά το πλαίσιο.
 - ii. την επαγωγική τάση που επάγεται στα άκρα του πλαισίου.
- γ. Να χαράξετε τη γραφική παράσταση της επαγόμενης τάσης σε συνάρτηση με τον χρόνο, για το χρονικό διάστημα που μεταβάλλεται το μαγνητικό πεδίο, σε βαθμολογημένους άξονες.

ΤΣ 2020

25. Ομάδα μαθητών ήθελε να καθορίσει πειραματικά την ένταση του ομογενούς μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από μια διάταξη μαγνητών. Στο πείραμά τους τοποθέτησαν έναν ευθύγραμμο οριζόντιο αγωγό ανάμεσα στους αντίθετους πόλους των μαγνητών όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα.

Το μήκος του τμήματος του αγωγού που βρισκόταν κάθετα μέσα στο μαγνητικό πεδίο ήταν 20,0 cm και διαρρεόταν από ρεύμα το οποίο ρυθμιζόταν από ροοστάτη. Η ένδειξη της ζυγαριάς μηδενίζεται όταν ο αγωγός δεν διαρρέεται από ρεύμα.



α. Όταν ο αγωγός διαρρέεται από ρεύμα ασκείται μια δύναμη στη διάταξη των μαγνητών, κατακόρυφα προς τα κάτω, το μέτρο της οποίας υπολογίζεται από τις τιμές που κατέγραφε η ψηφιακή ζυγαριά ακριβείας. Να καθορίσετε την πολικότητα των μαγνητών στην πλευρά Α της διάταξης (σχήμα διάταξης μαγνητών σε μεγέθυνση). Να εξηγήσετε την επιλογή σας.

β. Τα πειραματικά αποτελέσματα των μαθητών φαίνονται στον πιο κάτω πίνακα:

Ένταση ρεύματος (A)	Ένδειξη Ζυγαριάς (g)	Δύναμη (N)
0,00	0,00	0,0
0,94	0,31	
1,81	0,70	$6,9 \times 10^{-3}$
2,67	0,90	
3,66	1,30	$1,27 \times 10^{-2}$

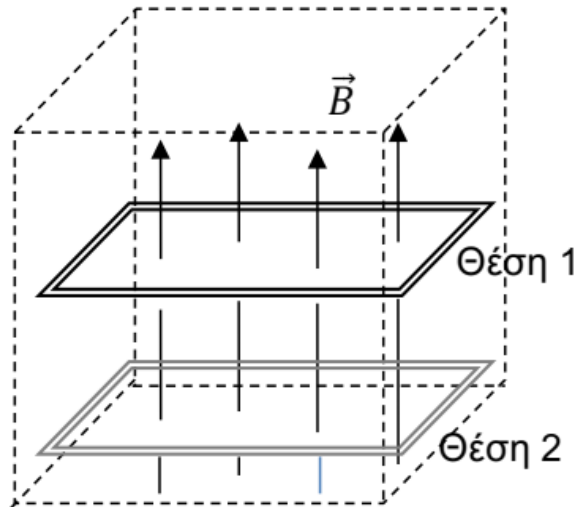
- Να αντιγράψετε την τελευταία στήλη του πίνακα στο τετράδιο σας και να συμπληρώσετε τις τιμές που λείπουν, εκφρασμένες με τον σωστό αριθμό σημαντικών ψηφίων.
- Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα του πίνακα να σχεδιάσετε την γραφική παράσταση του μέτρου της δύναμης που ασκείται στον αγωγό σε σχέση με την ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει, στο τετραγωνισμένο χαρτί.
- Να υπολογίσετε την κλίση της γραφικής παράστασης και χρησιμοποιώντας την, να καθορίσετε την πειραματική τιμή της έντασης του μαγνητικού πεδίου.

2021

26. Α. Να διατυπώσετε το νόμο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής του Φάραντεϊ (Faraday).

Β. Ένα τετράγωνο συμμάτινο πλαίσιο μιας σπείρας, εμβαδού $A = 0,01 \text{ m}^2$, είναι τοποθετημένο οριζόντια, σ' ένα κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο.

Η μαγνητική επαγωγή του πεδίου είναι $\vec{B} = 2 \times 10^{-2} \text{ T}$.

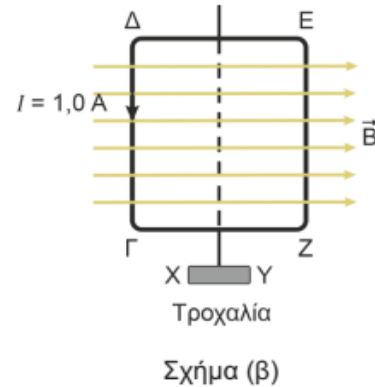
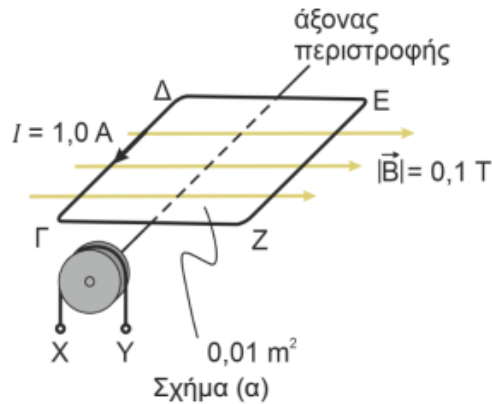


- α. Να υπολογίσετε τη μαγνητική ροή μέσα από το πλαίσιο.
- Β. Ενώ το πλαίσιο βρίσκεται ακίνητο στη θέση 1, η μαγνητική επαγωγή του πεδίου μηδενίζεται σε χρονικό διάστημα $\Delta t = 0,5 \text{ s}$.
 - i. Να υπολογίσετε πόση θα είναι μεταβολή στη μαγνητική ροή στο χρονικό διάστημα $\Delta t = 0,5 \text{ s}$.
 - ii. Να υπολογίσετε τη μέση τιμή της επαγωγικής τάσης που αναπτύσσεται στο πλαίσιο, σε αυτό το χρονικό διάστημα.
 - iii. Να αναφέρετε τη φορά του επαγωγικού ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
- γ. Να αναφέρετε δύο αλλαγές που θα μπορούσατε να κάνετε στη διάταξη ώστε να αυξηθεί η επαγωγική τάση που αναπτύσσεται στο πηνίο στο χρονικό διάστημα Δt .

ΤΣ 2021

27. Το τετραγωνικό πλαίσιο του σχήματος (α) αποτελεί το απλοποιημένο διάγραμμα ενός ηλεκτρικού κινητήρα. Το πλαίσιο αποτελείται από N σπείρες εμβαδού $A = 0,01 \text{ m}^2$ και μπορεί να περιστρέφεται γύρω από οριζόντιο άξονα, ο οποίος διέρχεται από το κέντρο του. Το πλαίσιο είναι αρχικά οριζόντιο και διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I = 1,0 \text{ A}$. Ο άξονας περιστροφής του πλαισίου συνδέεται με τροχαλία ακτίνας $R = 10 \text{ cm}$, στην οποία μπορούν να κρεμαστούν βαρίδια σε κάθε πλευρά της, στο σημείο X ή στο σημείο Y . Με κατάλληλη διάταξη

μπορούμε να εφαρμόσουμε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $|\vec{B}| = 0,1 \text{ T}$ με οριζόντιες δυναμικές γραμμές. Στο σχήμα (β) φαίνεται η κάτοψη του πλαισίου. Να αγνοήσετε όλες τις τριβές.



α. Τη χρονική στιγμή $t = 0$ εφαρμόζεται το μαγνητικό πεδίο. Να μεταφέρετε το σχήμα (β) στο τετράδιο απαντήσεων, να αναφέρετε σε ποιες πλευρές του πλαισίου ασκούνται ηλεκτρομαγνητικές δυνάμεις και να τις σχεδιάσετε ποιοτικά.

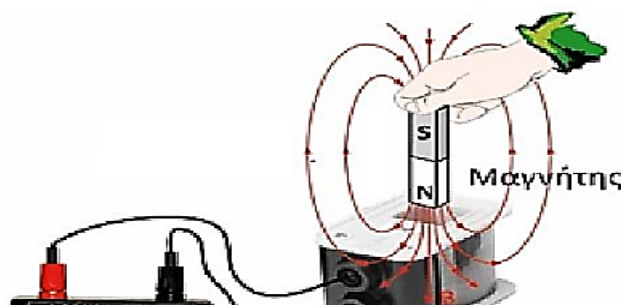
β. Να εξηγήσετε σε ποιο από τα σημεία X ή Y θα πρέπει να κρεμαστεί ένα κατάλληλο βαρίδιο, προκειμένου να αποφευχθεί η περιστροφή του πλαισίου όταν εφαρμοστεί το μαγνητικό πεδίο τη χρονική στιγμή $t = 0$.

γ. Να υπολογίσετε το μέτρο της ροπής του βάρους ενός βαριδίου μάζας $m = 0,102 \text{ kg}$, ως προς το κέντρο της τροχαλίας, όταν αυτό κρεμαστεί είτε στο σημείο X είτε στο σημείο Y.

δ. Κρατάμε ακίνητο το σύστημα πλαισίου-τροχαλίας-βαριδίου του υποερωτήματος (γ) με το πλαίσιο σε οριζόντια θέση. Να υπολογίσετε τον αριθμό N των σπειρών του πλαισίου, ώστε όταν εφαρμοστεί το μαγνητικό πεδίο και αφήσουμε το σύστημα να κινηθεί αυτό να παραμένει ακίνητο. Να δώσετε την απάντησή σας στον πλησιέστερο ακέραιο αριθμό.

2022

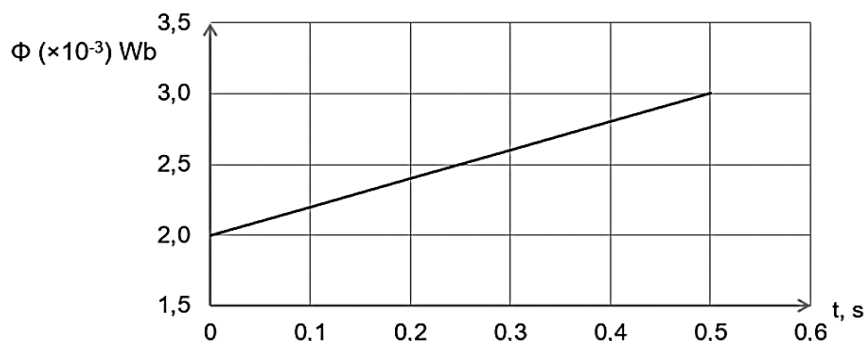
28. Μια ομάδα μαθητών εκτελεί ένα πείραμα ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής. Οι μαθητές συνδέουν ένα πηνίο με γαλβανόμετρο και κρατούν τον βόρειο πόλο ενός ραβδόμορφου μαγνήτη ακίνητο πάνω από το πηνίο, όπως φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί.



α. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του πηνίου είναι $2 \times 10^{-2} \text{ T}$ και το εμβαδόν του πηνίου είναι $4 \times 10^{-4} \text{ m}^2$.

Να υπολογίσετε τη μαγνητική ροή Φ μέσα από το πηνίο, αν το πηνίο έχει 200 σπείρες.

β. Ένας μαθητής κινεί τον μαγνήτη προς το πηνίο και η μαγνητική ροή μέσα από το πηνίο αυξάνεται. Η γραφική παράσταση που ακολουθεί δείχνει, κατά προσέγγιση, τη μαγνητική ροή σε συνάρτηση με τον χρόνο μέσα από το πηνίο.



i. Να υπολογίσετε τη μεταβολή της μαγνητικής ροής μέσα από το πηνίο για το χρονικό διάστημα από 0 - 0,5 s.

ii. Να περιγράψετε τι θα παρατηρήσουν οι μαθητές στο γαλβανόμετρο, όσο χρονικό διάστημα ο μαθητής κινεί τον μαγνήτη προς το πηνίο.

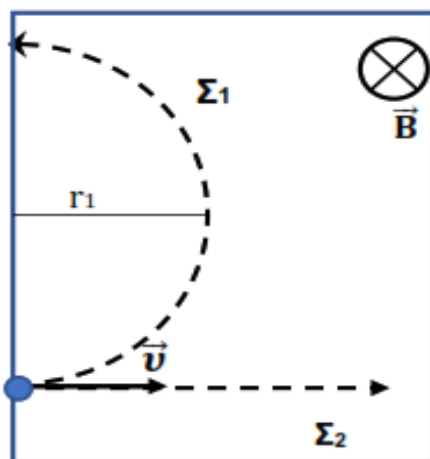
γ. Οι μαθητές αντικαθιστούν το γαλβανόμετρο με μια λάμπα και επαναλαμβάνουν την ίδια διαδικασία. Παρατηρούν ότι όσο κινούν τον μαγνήτη η λάμπα φωτοβολεί.

i. Να υπολογίσετε την επαγωγική τάση που αναπτύσσεται στα άκρα της λάμπας, σύμφωνα με τα δεδομένα της γραφικής παράστασης του ερωτήματος (β).

ii. Να αναφέρετε δύο αλλαγές που μπορούν να κάνουν οι μαθητές στην πειραματική διάταξη ώστε μια λάμπα που λειτουργεί με μεγαλύτερη τάση να φωτοβολεί κανονικά.

ΤΣ 2022

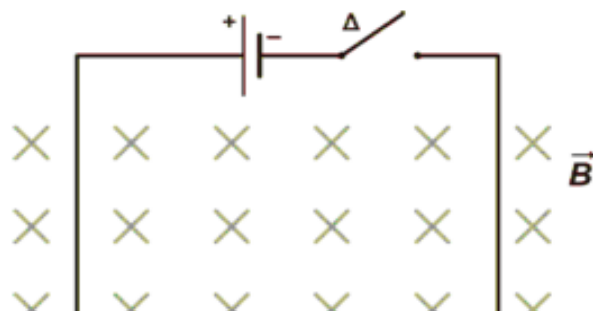
29. Δύο σωματίδια Σ_1 και Σ_2 εισέρχονται κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης μέτρου $|\vec{B}| = 0,5 \text{ T}$ με την ίδια αρχική ταχύτητα μέτρου $|\vec{v}| = 4,0 \times 10 \text{ m/s}$, του πιο κάτω σχήματος. Οι τροχιές τους φαίνονται στο σχήμα με διακεκομμένες γραμμές. Η επίδραση της βαρύτητας θεωρείται αμελητέα.



- Να μεταφέρετε το σχήμα στο τετράδιο απαντήσεων και να σχεδιάσετε σε αυτό τη μαγνητική δύναμη που ασκείται στο σωματίδιο Σ_1 , τη στιγμή της εισόδου του στο μαγνητικό πεδίο.
- Να προσδιορίσετε το είδος του φορτίου του σωματιδίου Σ_1 .
- Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης που δέχεται το σωματίδιο Σ_1 από το μαγνητικό πεδίο, αν έχει φορτίο $|q| = 5,0 \times 10^{-8} \text{ C}$.
- Να αναφέρετε αν το σωματίδιο Σ_2 είναι φορτισμένο ή αφόρτιστο.

ΤΣ 2023

30. Ο αγωγός ΑΓ είναι τοποθετημένος κάθετα στις γραμμές ενός ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης, $\vec{B}$, όπως φαίνεται στο σχήμα.



Όταν ο διακόπτης Δ κλείσει, ο αγωγός διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης I και ασκείται σ' αυτόν μαγνητική δύναμη Λαπλάς (Laplace) από το μαγνητικό πεδίο.

α. Να μεταφέρετε το σχήμα στο τετράδιο απαντήσεων και να σχεδιάσετε τη δύναμη που δέχεται ο αγωγός από το μαγνητικό πεδίο.

β. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου είναι $|\vec{B}| = 0,2 \text{ T}$, η ένταση του ρεύματος είναι $I = 2,5 \text{ A}$ και το μήκος του αγωγού είναι $L = 0,8 \text{ m}$. Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης Λαπλάς (Laplace) που ασκείται στον αγωγό.

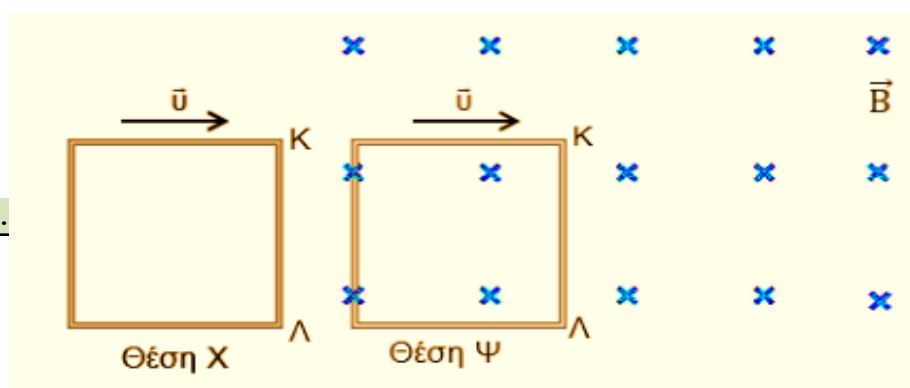
γ. Να αναφέρετε έναν τρόπο με τον οποίο μπορούμε να αντιστρέψουμε τη φορά της δύναμης Λαπλάς (Laplace) που δέχεται ο αγωγός.

δ. Να αναφέρετε έναν τρόπο με τον οποίο μπορούμε να διπλασιάσουμε το μέτρο της δύναμης Λαπλάς (Laplace) που δέχεται ο αγωγός ΑΓ.

ΤΣ 2023

31. Α. Να διατυπώσετε τον νόμο του Φάραντεϊ (Faraday).

Β. Ένα τετράγωνο μεταλλικό πλαίσιο πλευράς $L = 0,2 \text{ m}$, κινείται με σταθερή οριζόντια ταχύτητα μέτρου $|\vec{v}| = 0,3 \text{ m/s}$ από τη θέση Χ στη θέση Ψ, εισερχόμενο σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $|\vec{B}| = 0,04 \text{ T}$. Στη θέση Χ το πλαίσιο βρίσκεται έξω από το μαγνητικό πεδίο ενώ στη θέση Ψ το πλαίσιο βρίσκεται ολόκληρο μέσα στο μαγνητικό πεδίο.

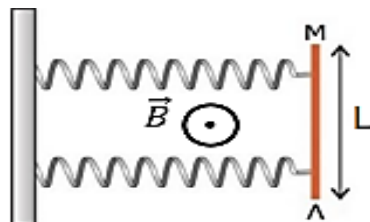


- α. Να δείξετε ότι η μεταβολή της μαγνητικής ροής μέσα από το πλαίσιο, όταν αυτό κινείται από τη θέση Χ στη θέση Ψ, είναι $1,6 \times 10^{-3} \text{ Wb}$.
- β. Κατά τη διάρκεια της εισόδου του πλαισίου στο μαγνητικό πεδίο:
- Να δείξετε ότι η τάση από επαγωγή που εμφανίζεται στα άκρα του τμήματος ΚΛ του πλαισίου είναι $E_{\text{επ.}} = 2,4 \times 10^{-3} \text{ V}$.
 - Να προσδιορίσετε την πολικότητα στα άκρα του τμήματος ΚΛ του πλαισίου.
 - Να σχεδιάσετε το πλαίσιο στο τετράδιο απαντήσεων και να σημειώσετε σε αυτό τη φορά του επαγωγικού ρεύματος που το διαρρέει.
 - Να υπολογίσετε το επαγωγικό ρεύμα που διαρρέει το πλαίσιο, αν η αντίσταση του πλαισίου είναι $R = 4 \Omega$.

ΤΣ 2023

32. Στο σχήμα 1 φαίνεται μια ομογενής, λεπτή, αγωγίμη ράβδος ΛΜ, που καλύπτεται από μονωτικό υλικό, με μάζα $m = 400 \text{ g}$ και μήκος $L = 30 \text{ cm}$. Η ράβδος βρίσκεται πάνω σε λείο, οριζόντιο, δάπεδο και συνδέεται με δύο όμοια, οριζόντια ελατήρια σταθεράς $k = 20 \text{ N/m}$. Τα ελατήρια είναι συνδεδεμένα σε σημεία που ισαπέχουν από το κέντρο της ράβδου. Το σύστημα ράβδος - ελατήρια βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με κατακόρυφες γραμμές, οι οποίες έχουν τη φορά που φαίνεται στο σχήμα 1. Η ένταση $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου έχει μέτρο $0,10 \text{ T}$. Αρχικά η ράβδος ισορροπεί. Απομακρύνουμε τη ράβδο, προς τα δεξιά, κατά $d = 8 \text{ cm}$ (σχήμα 2) και την αφήνουμε ελεύθερη τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$, οπότε η ράβδος αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση κατά μήκος του άξονα Οχ. (Θεωρούμε αμελητέες όλες τις δυνάμεις που ασκούνται στη ράβδο κατά μήκος του άξονα Οχ εκτός από τις δυνάμεις των ελατηρίων).

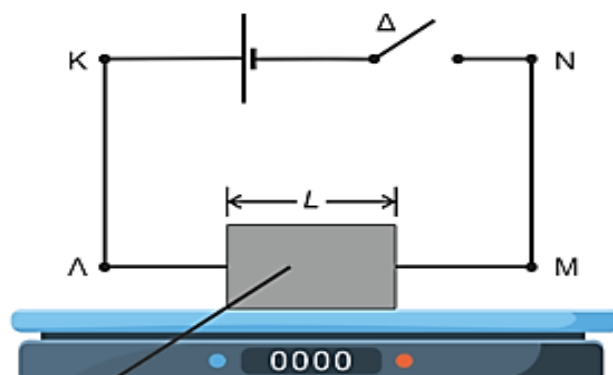
Να θεωρήσετε ως θετική, τη φορά προς τα δεξιά και ως $x = 0$ την αρχική θέση ισορροπίας της ράβδου.



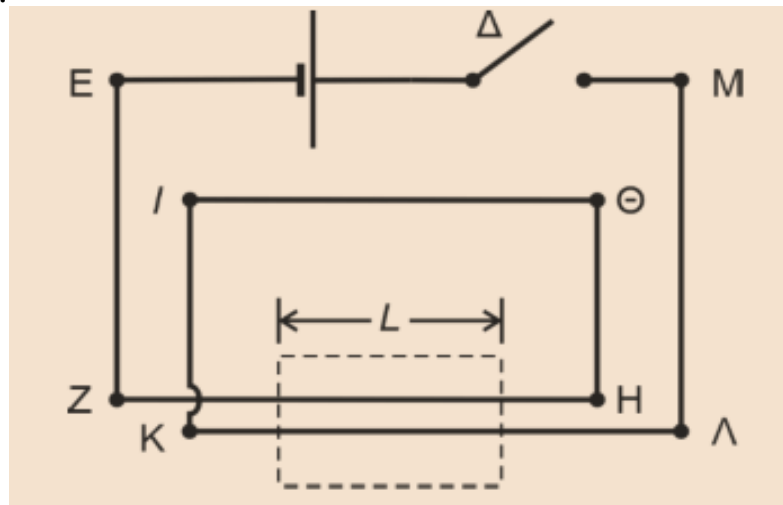
- α. Να υπολογίσετε την περίοδο της απλής αρμονικής ταλάντωσης.
- β. Να γράψετε την εξίσωση που περιγράφει την ταχύτητα της ράβδου σε συνάρτηση με τον χρόνο.
- γ. Να υπολογίσετε την απόλυτη τιμή της ΗΕΔ που επάγεται στα άκρα της ράβδου τη χρονική στιγμή που η ράβδος διέρχεται από τη θέση ισορροπίας της για πρώτη φορά.
- δ. Να αναφέρετε την πολικότητα της ΗΕΔ τη χρονική στιγμή που η ράβδος διέρχεται από τη θέση ισορροπίας της για πρώτη φορά.
- ε. Να εξηγήσετε πώς θα μεταβληθεί η απόλυτη τιμή της ΗΕΔ τη χρονική στιγμή που η ράβδος διέρχεται από τη θέση ισορροπίας της για πρώτη φορά, αν διπλασιαστεί η σταθερά των δύο ελατηρίων και επαναληφθεί η πιο πάνω κίνηση.

2023

33. Α. α. Να διατυπώσετε τον κανόνα του Lenz.
- β. Να αναφέρετε με ποια βασική Αρχή της Φυσικής συσχετίζεται ο κανόνας του Lenz.
- Β. Στη ζυγαριά της εικόνας είναι τοποθετημένο ένα ορθογώνιο, σιδερένιο πλαίσιο, μήκους L , στο εσωτερικό του οποίου δημιουργείται, με κατάλληλη διάταξη μαγνητών, ομογενές μαγνητικό πεδίο με διεύθυνση κάθετη στο επίπεδο της σελίδας. Μέσα από το πλαίσιο και κάθετα στο μαγνητικό πεδίο διέρχεται ο αγωγός ΛΜ, ο οποίος είναι συνδεδεμένος στο κύκλωμα ΚΛΜΝΚ, όπως φαίνεται στην εικόνα. Η ζυγαριά είναι μηδενισμένη και όταν ο διακόπτης Δ κλείσει, αυτή μπορεί να καταγράψει είτε θετική είτε αρνητική ένδειξη.



- α. Όταν ο διακόπτης Δ κλείσει, η ζυγαριά καταγράφει θετική ένδειξη.
- i. Να προσδιορίσετε την κατεύθυνση της δύναμης Laplace που ασκεί το μαγνητικό πεδίο στον αγωγό.
- ii. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.
- iii. Να προσδιορίσετε την κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου.
- β. Αν η ένδειξη της ζυγαριάς είναι $0,13 \text{ g}$ να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης Laplace που ασκεί το μαγνητικό πεδίο στον αγωγό.
- γ. Αντικαθιστούμε το κύκλωμα ΚΛΜΝΚ της διάταξης με το κύκλωμα ΕΖΗΘΙΚΛΜΕ, το οποίο φαίνεται πιο κάτω, έτσι ώστε μέσα από το ομογενές μαγνητικό πεδίο να διέρχονται οι αγωγοί ΖΗ και ΚΛ. Η ένταση του ρεύματος στο κύκλωμα (όταν κλείσει ο διακόπτης), η ένταση του μαγνητικού πεδίου και το μήκος L της διάταξης του ομογενούς μαγνητικού πεδίου παραμένουν τα ίδια.

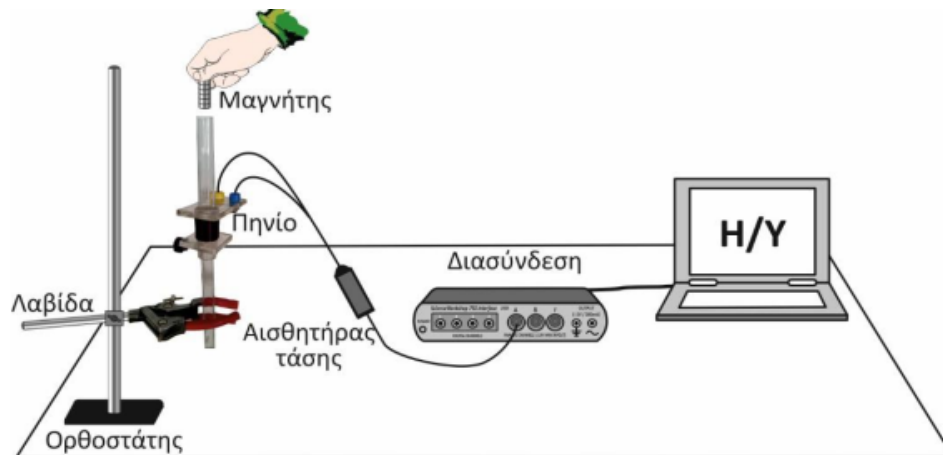


Να υπολογίσετε τη νέα ένδειξη της ζυγαριάς, όταν κλείσει ο διακόπτης.

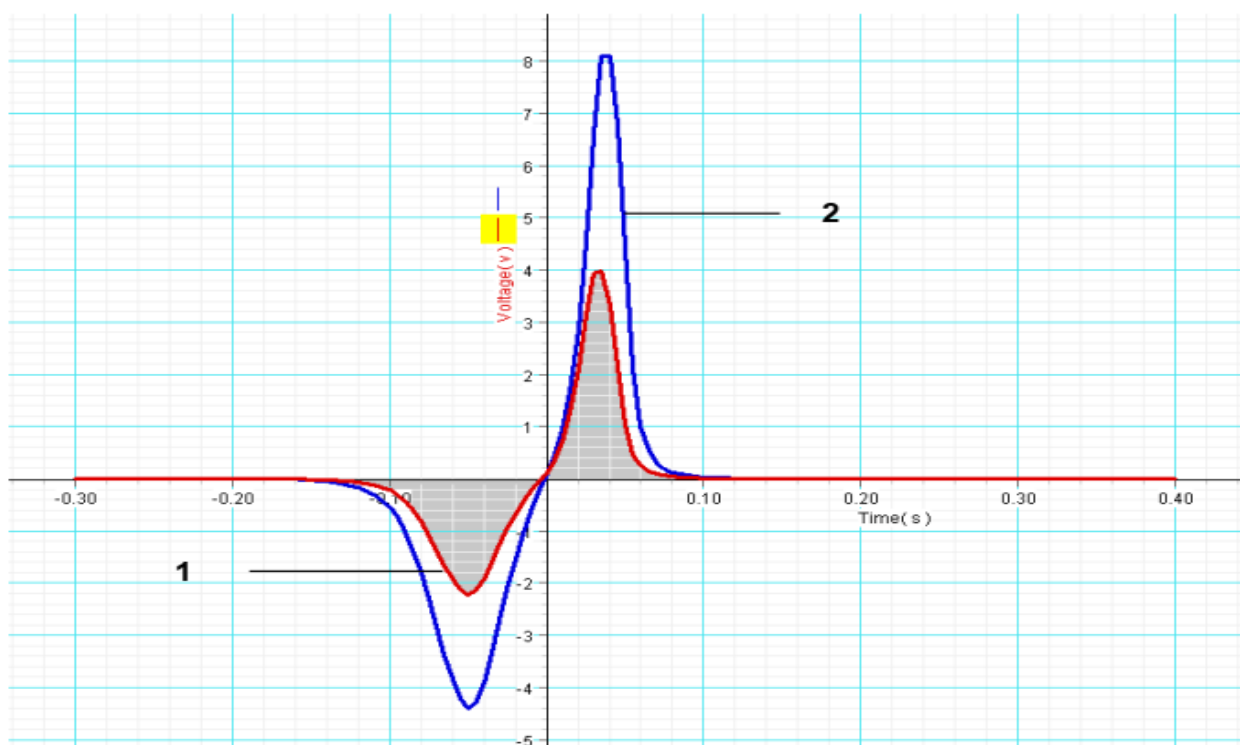
2023

34. Α. Σε πειραματική μελέτη του φαινομένου της επαγωγής, με τη χρήση αισθητήρα τάσης και διασύνδεσης, χρησιμοποιήθηκε η πιο κάτω πειραματική διάταξη όπου ένας

μαγνήτης αφήνεται να πέσει από κάποιο ύψος και να περάσει μέσα από πηνίο, το οποίο είναι συνδεδεμένο με τον αισθητήρα τάσης.

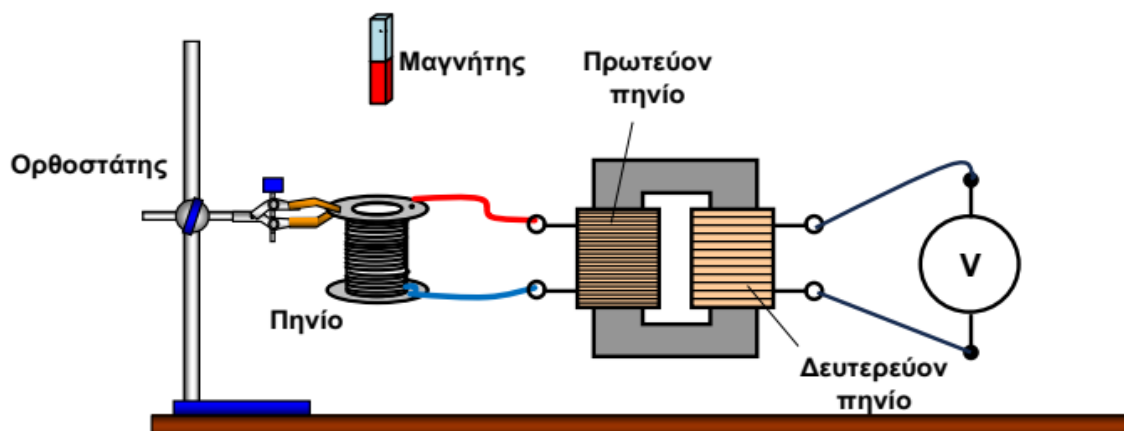


Στην οθόνη του υπολογιστή λήφθηκαν οι πιο κάτω γραφικές παραστάσεις, 1 και 2, που αντιστοιχούν σε δύο διαφορετικές εκτελέσεις του πειράματος. Οι γραφικές παραστάσεις δίνουν την επαγόμενη τάση σε σχέση με το χρόνο, όταν αφήνουμε τον μαγνήτη να πέσει ελεύθερα και να περάσει μέσα από το πηνίο.



- α. Να εξηγήσετε γιατί επάγεται τάση στα άκρα του πηνίου, αναφέροντας και τον σχετικό νόμο.
- β. Να αναφέρετε ποιο φυσικό μέγεθος εκφράζει το εμβαδόν της σκιασμένης περιοχής στη γραφική παράσταση 1.
- γ. Τα εμβαδά των σκιασμένων περιοχών στις δύο πλευρές του κατακόρυφου άξονα είναι ίσα κατ' απόλυτη τιμή. Να εξηγήσετε γιατί ισχύει αυτή η διαπίστωση.
- δ. Να γράψετε δύο πιθανές αλλαγές που έγιναν στην πειραματική διαδικασία σε σχέση με την εκτέλεση 1 για να ληφθεί η γραφική παράσταση 2.

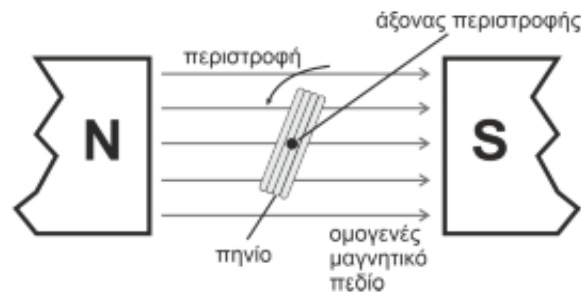
Β. Σε ένα δεύτερο πείραμα, αποσυνδέουμε τον αισθητήρα τάσης και συνδέουμε στα άκρα του πηνίου την πιο κάτω διάταξη, η οποία αποτελείται από δύο άλλα πηνία συζευγμένα μεταξύ τους, όπως φαίνεται στο σχήμα. Το πρωτεύον πηνίο έχει περισσότερες σπείρες από ότι το δευτερεύον.



- α. Να αναφέρετε το φαινόμενο που συμβαίνει στην διάταξη με το πρωτεύον και το δευτερεύον πηνίο κατά την διέλευση του μαγνήτη μέσα από το πηνίο.
- β. Να εξηγήσετε κατά πόσο η μέγιστη τιμή της τάσης που θα έχουμε στο δευτερεύον πηνίο θα είναι μεγαλύτερη, μικρότερη ή ίση με τη μέγιστη τάση εισόδου στο πρωτεύον πηνίο κατά την διέλευση του μαγνήτη μέσα από το πηνίο.
- γ. Να γράψετε τι θα παρατηρήσουμε στην ένδειξη του βολτομέτρου, αν αντικαταστήσουμε την τάση εισόδου στο πρωτεύον πηνίο με πηγή συνεχούς τάσης.

2024

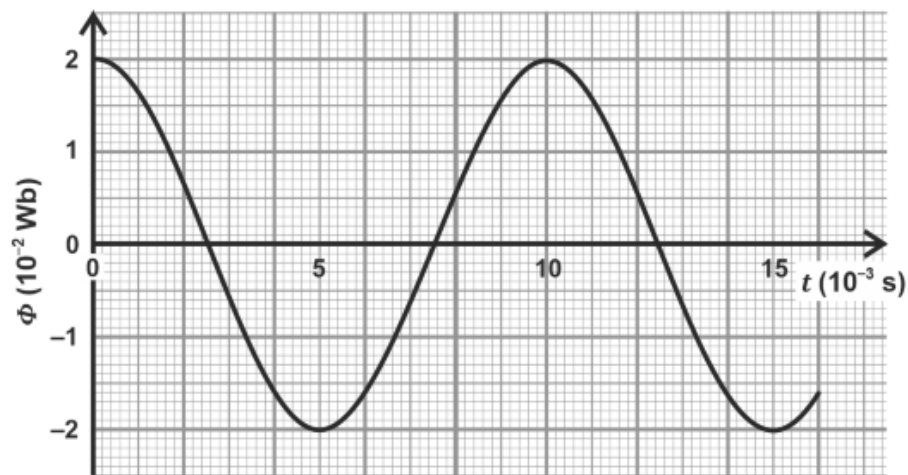
35. Ένα πηνίο περιστρέφεται με σταθερή συχνότητα μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, ως προς άξονα που είναι κάθετος στη σελίδα, όπως φαίνεται στην Εικόνα 15.1.



Εικόνα 15.1

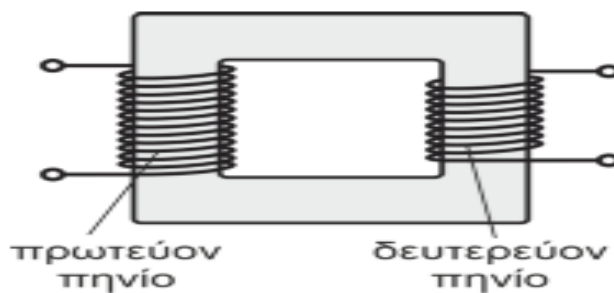
Το πηνίο αποτελείται από 500 σπείρες, καθεμία από τις οποίες έχει εμβαδόν $2,5 \times 10^{-3} \text{ m}^2$.

Η Γραφική Παράσταση 15.1 παρουσιάζει πώς μεταβάλλεται η μαγνητική ροή στο εσωτερικό του πηνίου με τον χρόνο.



Γραφική Παράσταση 15.1

- α. Να υπολογίσετε τον αριθμό των περιστροφών ανά λεπτό που κάνει το πηνίο.
- β. Να προσδιορίσετε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου.
- γ.
 - i. Να υπολογίσετε τη μέγιστη τιμή της επαγόμενης ηλεκτρεγερτικής δύναμης (ΗΕΔ) που δημιουργείται από την περιστροφή του πηνίου.
 - ii. Να σχεδιάσετε, για το χρονικό διάστημα $0 \leq t \leq 10 \times 10^{-3} \text{ s}$, το γράφημα της επαγόμενης ΗΕΔ σε συνάρτηση με τον χρόνο.
- δ. Η επαγόμενη ΗΕΔ του Ερωτήματος (γ) εφαρμόζεται στο πρωτεύον κύκλωμα του μετασχηματιστή της Εικόνας 15.2.

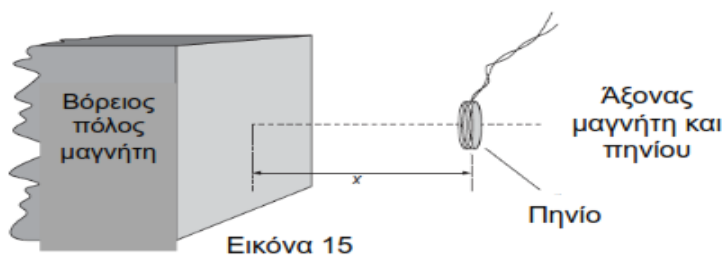


Εικόνα 15.2

Να συγκρίνετε τη μέγιστη ΗΕΔ στο πρωτεύον με τη μέγιστη ΗΕΔ που εμφανίζεται στο δευτερεύον πηνίο του μετασχηματιστή.

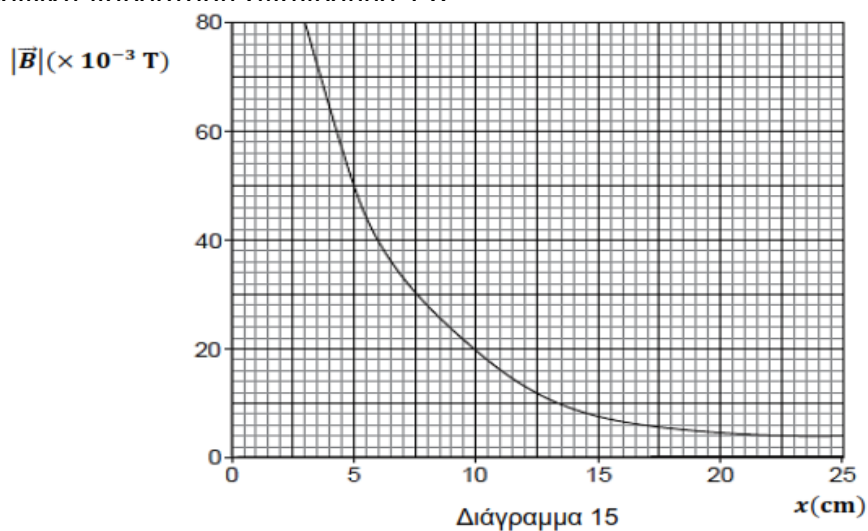
2025

36. Α. Να διατυπώσετε το νόμο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής (νόμος του Faraday).
 Β. Ένα πηνίο μικρού μήκους τοποθετείται μπροστά από το βόρειο πόλο ενός ραβδόμορφου μαγνήτη, με τον άξονά του να διέρχεται από το κέντρο του μαγνήτη (Εικόνα 15). Το εμβαδόν του πηνίου είναι $A = 4 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ και αποτελείται από $N = 5$ σπείρες αμελητέας αντίστασης.



Εικόνα 15

Το μέτρο της έντασης $|\vec{B}|$ του μαγνητικού πεδίου κατά μήκος του άξονα του πηνίου, μεταβάλλεται σε συνάρτηση με την απόσταση x του πηνίου από τον μαγνήτη, όπως δείχνει η πιο κάτω γραφική παράσταση (Διάγραμμα 15).



- α. Το πηνίο βρίσκεται αρχικά σε απόσταση $x = 5,0 \text{ cm}$ από το μαγνήτη. Στη θέση αυτή:
- Να προσδιορίσετε το μέτρο της έντασης $|\vec{B}|$ του μαγνητικού πεδίου.
 - Να υπολογίσετε τη μαγνητική ροή Φ που διέρχεται μέσα από κάθε σπείρα του πηνίου.
- β. Το πηνίο κινείται κατά μήκος του άξονά του από τα $5,0 \text{ cm}$ στα $10,0 \text{ cm}$ μακριά από το μαγνήτη. Ο χρόνος για τη μετακίνηση αυτή ήταν $0,25 \text{ s}$.
- Να υπολογίσετε τη μεταβολή της μαγνητικής ροής $\Delta\Phi$ που διέρχεται μέσα από κάθε σπείρα του πηνίου.
 - Να υπολογίσετε τη μέση τιμή του επαγωγικού ρεύματος $I_{\text{επ}}$, αν τα άκρα του πηνίου συνδεθούν με αντίσταση $R = 2 \Omega$.
- γ. Στη συνέχεια μετακινούμε ταυτόχρονα τον μαγνήτη και το πηνίο προς τα δεξιά και με την ίδια κατά μέτρο ταχύτητα. Να εξηγήσετε γιατί στη διάρκεια αυτής της μετακίνησης δεν θα εμφανιστεί επαγωγική τάση στα άκρα του πηνίου.

ΤΣ 2025