

## Διαγώνισμα Φυσικής Γ

## Κεφάλαιο 4: Ηλεκτρομαγνητισμός

Διδάσκοντες: Τζιάμπος Χρίστος Β.Δ

Ονοματεπώνυμο:..... Ημερομηνία:...../...../24 Τμήμα: .....

Υπογραφή Κηδεμόνα: .....

Βαθμός: ...../28 =...../20

ΛΥΣΕΙΣ

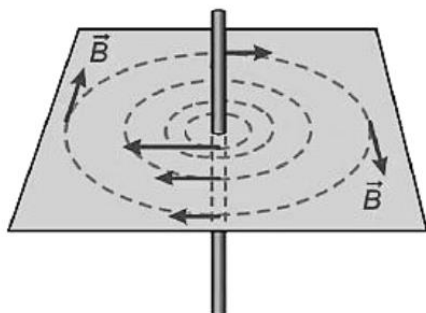
1. α. Να αναφέρετε δύο ιδιότητες των μαγνητικών δυναμικών γραμμών

(2 μονάδες)

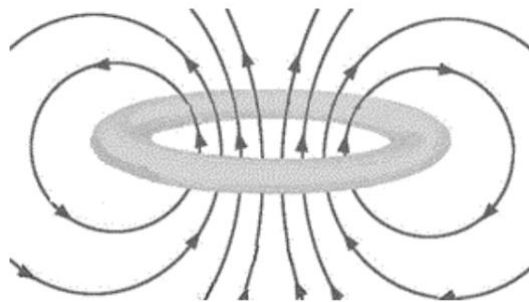
Λύση:

- Είναι κλειστές οι μαγνητικές γραμμές οι οποίες ξεκινούν από τον βόρειο πόλο κατευθύνονται στο νότιο πόλο και καταλήγουν στον βόρειο.
- Δεν τέμνονται

β. Στις εικόνες 1 και 2 παρουσιάζονται οι μαγνητικές δυναμικές γραμμές των μαγνητικών πεδίων που δημιουργούνται από ρεύματα που διαρρέουν αγωγούς



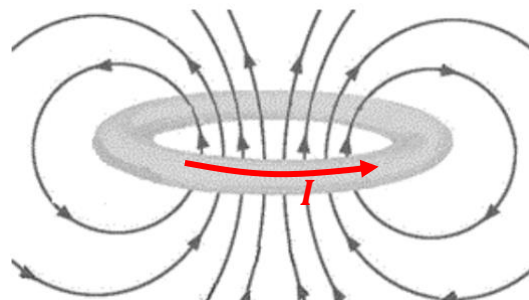
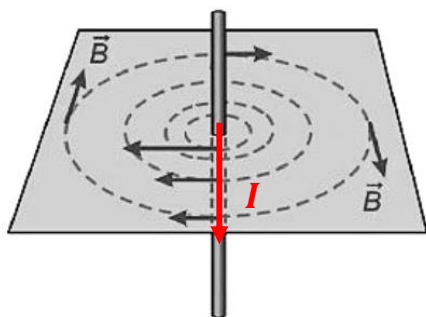
εικόνα 1



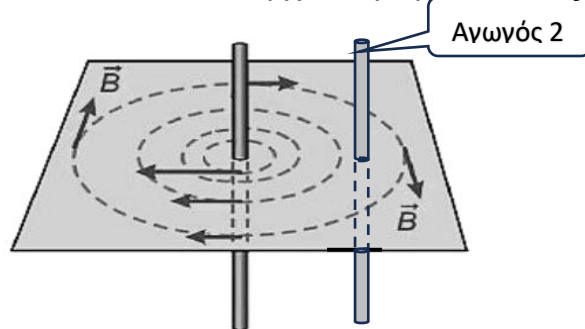
εικόνα 2

Να σχεδιάσετε σε κάθε εικόνα την συμβατική φορά της έντασης  $I$  του ηλεκτρικού ρεύματος που τους διαρρέει.

(μονάδες 2)

Λύση:

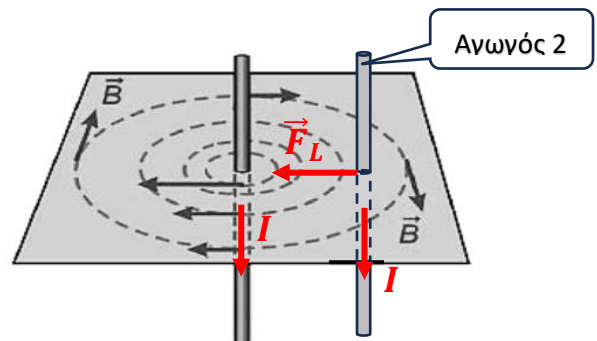
γ. Στη εικόνα 1 τοποθετούμε ένα δεύτερο αγωγό (2) παράλληλο με τον υφιστάμενο της εικόνας 1. Αν ο δεύτερος αγωγός διαρρέεται ρεύμα ίδιας φοράς με τον αρχικό αγωγό, να σχεδιάσετε την δύναμη που θα ασκείται σε αυτόν από τον αρχικό αγωγό, δίνοντας και την κατάλληλη εξήγηση.



(μονάδες 2)

**Το αρνητικό πρόσημο δικαιολογείτε Λύση:**

Αφού και ο αγωγός 2 διαρρέεται ρεύμα ίδιας φοράς με τον αγωγό 1 και βρίσκεται μέσα στο μαγνητικό πεδίο που προκαλεί ο αγωγός 1, με την βοήθεια του κανόνα της δεξιά παλάμης η φορά της μαγνητικής δύναμης είναι οριζόντια προς τα αριστερά



2. α. Να διατυπώσετε το νόμο του Faraday και να γράψετε την μαθηματική σχέση που ισχύει. Πως δικαιολογείται το αρνητικό πρόσημο;

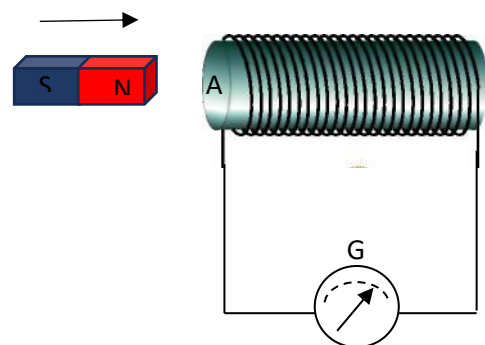
(μονάδες 3)

**Λύση:**

**Νόμος του faraday:** Κάθε μεταβολή της μαγνητικής ροής που διαπερνά ένα αγωγίμο βρόχο προκαλεί επαγωγική τάση η οποία είναι ανάλογη του ρυθμού μεταβολής της μαγνητικής ροής που διαπερνά την επιφάνεια που περικλείεται από τον βρόχο.

Ισχύει η σχέση  $\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ . Το αρνητικό πρόσημο δικαιολογείτε με τον κανόνα του Lenz.

β. Στην διάταξη του σχήματος ο μαγνήτης κινείται προς το πηνίο οπότε παρατηρείται απόκλιση του δείκτη του γαλβανόμετρου. Να δικαιολογήσετε την απόκλιση αυτή και προσδιορίσετε το είδος του μαγνητικού πόλου που δημιουργείται στην πλευρά Α του πηνίου δίνοντας και την κατάλληλη εξήγηση.

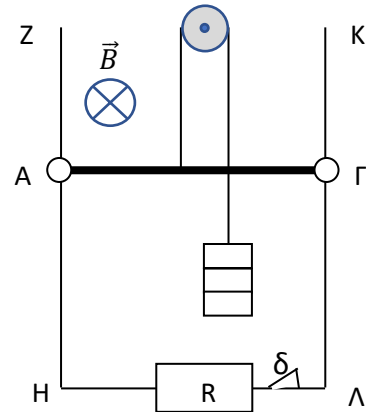


(μονάδες 2)

**Λύση:**

Στην πλευρά Α δημιουργείτε Βόρειος πόλος (N). Αυτό συμβαίνει γιατί πλησιάζοντας ο μαγνήτης προς το πηνίο αυξάνεται η μαγνητική ροή που διαπερνά το πηνίο δημιουργώντας έτσι επαγωγική τάση ( Νόμος του Faraday) και κατ'επέκταση επαγωγικό ρεύμα αφού το κύκλωμα είναι κλειστό. Η φορά του ρεύματος θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε το επαγόμενο μαγνητικό πεδίο να εμποδίζει την αύξηση της μαγνητικής ροής. Επομένως θα πρέπει να έχει αντίθετη φορά από αυτό του μαγνήτη.

3. Δύο κατακόρυφες μεταλλικές ράβδοι ΖΗ και ΚΛ έχουν τα άκρα τους Η και Λ ενωμένα με σύρμα μέσω της αντίστασης  $R=0,1\Omega$ . Η ράβδος ΑΓ μήκους  $L=0,2m$  και μάζας  $m_p=0,10kg$  του διπλανού σχήματος βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο μαγνητικής επαγωγής  $B=0,5T$ . Η ράβδος είναι δεμένη με αβαρές μη εκτατό νήμα, το οποίο διαμέσου αβαρούς τροχαλίας έχει αναρτημένα στο άλλο άκρο του σταθμά μάζας  $m=0,15kg$ . Η όλη διάταξη φαίνεται στα διπλανό σχήμα. Αρχικά ο αγωγός ΑΓ κρατείται σε σταθερή θέση ο διακόπτης δ είναι κλειστός και την χρονική στιγμή  $t=0s$  αφήνεται ελεύθερη.



(μονάδες 2)

### Λύση:

Πάνω στην ράβδο ασκούνται δύο δυνάμεις, η δύναμη από τα σταθμά και η δύναμη λόγω της βαρύτητας.

$$|\vec{B}_\rho| = m_p \cdot g = 0,10kg \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} = 0,98N \quad |\vec{B}| = m \cdot g = 0,15kg \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} = 1,47N$$

Παρατηρούμε ότι η δύναμη από τα σταθμά είναι μεγαλύτερη και επομένως η ράβδος θα κινηθεί προς τα πάνω.

β. Να εξηγήσετε κατά πόσο η ράβδος θα αποκτήσει σταθερή ταχύτητα και να την υπολογίσετε.

(μονάδες 3)

### Λύση:

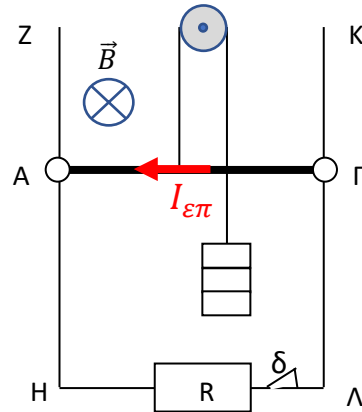
Η ράβδος θα αποκτήσει σταθερή ταχύτητα. Με την κίνηση της ράβδου μέσα στο μαγνητικό πεδίο δημιουργείται στα άκρα της επαγωγική τάση και επειδή το κύκλωμα είναι κλειστό δημιουργείται επαγωγικό ρεύμα. Το ρεύμα αυτό περνά μέσα από την ράβδο με αποτέλεσμα να ασκείται σε αυτή μαγνητική δύναμη αντίθετη στο αίτιο που το προκάλεσε ( κανόνας του lenz) που είναι η κίνηση της ράβδου προς τα πάνω. Η μαγνητική δύναμη συνεχώς αυξάνεται με αποτέλεσμα σε κάποια φάση ισχύει  $|\vec{B}_\rho| + |\vec{F}_L| = |\vec{B}|$  και η  $\Sigma \vec{F} = 0$ . Οπότε σύμφωνα με τον πρώτο νόμο του νεύτωνα η ράβδος θα κινείται με σταθερή ταχύτητα.

$$|\vec{B}_\rho| + |\vec{F}_L| = |\vec{B}| \rightarrow |\vec{F}_L| = |\vec{B}| - |\vec{B}_\rho| \rightarrow |B| \frac{E}{R} (AG) = |\vec{B}| - |\vec{B}_\rho|$$

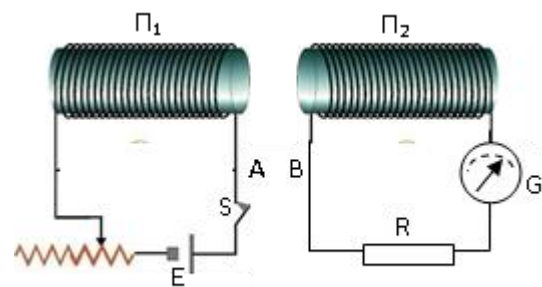
$$\rightarrow |B| \frac{|B|v(AG)}{R} (AG) = |\vec{B}| - |\vec{B}_\rho| \rightarrow v = \frac{(|\vec{B}| - |\vec{B}_\rho|)R}{|B|^2 \cdot (AG)^2} \rightarrow v = \frac{(1,47N - 0,98N) \cdot 0,1}{(0,5T)^2 \cdot (0,2m)^2} = 4,9 \frac{m}{s}$$

γ. Να σχεδιάσετε τη συμβατική φορά του επαγωγικού ρεύματος πάνω στον αγωγό ΑΓ.  
(μονάδα 1)

**Λύση:**



4. Τα δύο κυκλώματα Α και Β βρίσκονται πολύ κοντά το ένα στο άλλο. Τα δύο πηνία δεν περιέχουν αρχικά πυρήνα στο εσωτερικό τους. Όταν κλείσει ο διακόπτης S του κυκλώματος Α, τότε παρατηρείται στιγμιαία απόκλιση του γαλβανόμετρου G προς τα δεξιά.



α. Προσδιορίστε προς τα πού θα αποκλίνει το γαλβανόμετρο στη περίπτωση που μετακινούμε τον δρομέα του ροοστάτη προς τα δεξιά δίνοντας και την κατάλληλη εξήγηση.

(μονάδες 2)

**Λύση:**

Μετακινώντας τον δρομέα της ρυθμιστικής αντίστασης προς τα δεξιά η ένταση του ρεύματος αυξάνεται όπως ακριβώς συμβαίνει με το κλείσιμο του διακόπτη. Άρα το γαλβανόμετρο θα αποκλίνει προς τα δεξιά.

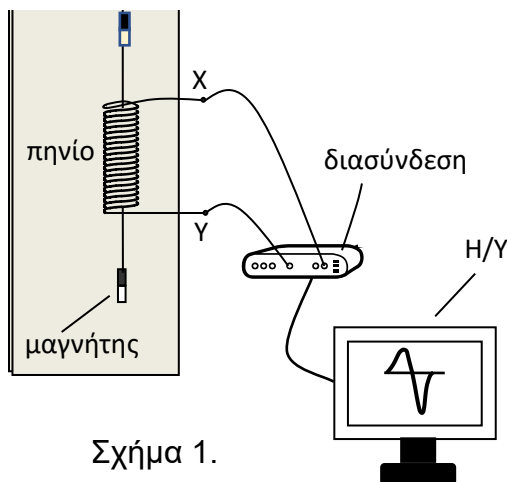
β. Να διατυπώσετε το φαινόμενο που παρατηρείτε στις πιο πάνω περιπτώσεις

(μονάδα 1)

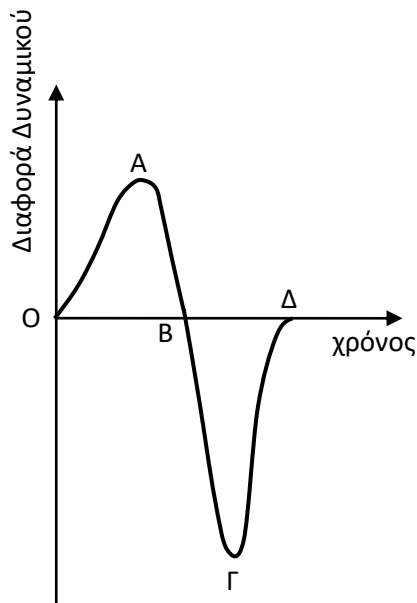
**Λύση:**

Το φαινόμενο το οποίο παρατηρείται είναι το φαινόμενο της αμοιβαίας επαγωγής. Σύμφωνα με το φαινόμενο δημιουργείται επαγωγική τάση σε ένα πηνίο όταν μεταβάλλεται η ένταση του ρεύματος σε ένα γειτονικό πηνίο όταν αυτά βρίσκονται σε επαγωγική σύζευξη.

5. α. Στο σχήμα 1 φαίνεται μια πειραματική διάταξη για τη μελέτη της επαγωγικής τάσης που παράγεται στα άκρα ενός πηνίου. Ο μαγνήτης αφήνεται από ύψος πάνω από το πηνίο έτσι ώστε να περνά μέσα από αυτόν. Στα άκρα X, Y του πηνίου συνδέεται το βολτόμετρο της διασύνδεσης το οποίο και καταγράφει τη διαφορά δυναμικού.



Σχήμα 1.



Σχήμα 2.

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 η απόλυτη τιμή της κορυφής Γ της τάσης είναι μεγαλύτερη από τη απόλυτη τιμή της κορυφής Α

(μονάδες 2)

**Λύση:**

Είναι μεγαλύτερη γιατί ο ρυθμός μεταβολής της μαγνητικής ροής κατά την έξοδο είναι μεγαλύτερος λόγω της επιταχυνόμενης κίνησης που εκτελεί ο μαγνήτης κατά την κίνηση του.

- ii. Να εξηγήσετε γιατί ο χρόνος εισόδου του μαγνήτη είναι μεγαλύτερος από το χρόνο εξόδου.

(μονάδα 1)

**Λύση:**

Λόγω της επιταχυνόμενης κίνησης ο μαγνήτης εξέρχεται από το πηνίο με μεγαλύτερη ταχύτητα. Οπότε χρειάζεται λιγότερο χρόνο για να εξέλθει από το πηνίο.

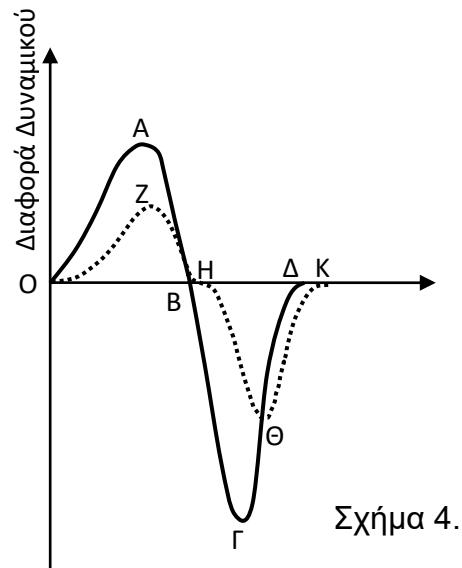
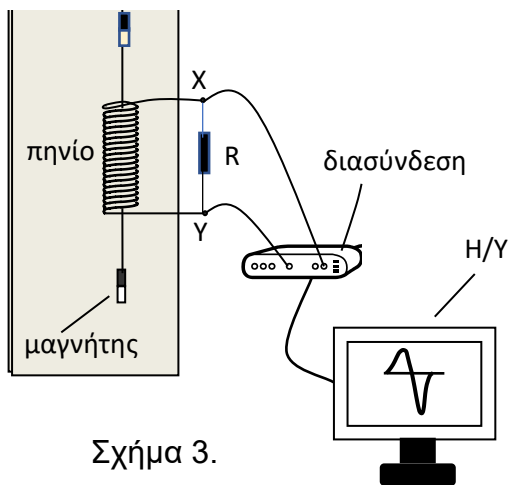
- iii. Να αναφέρετε δύο αλλαγές που μπορεί να γίνουν στην πειραματική διάταξη ώστε η μέγιστη τιμή της διαφοράς δυναμικού να γίνει μεγαλύτερη.

(μονάδες 2)

**Λύση:**

- Ο μαγνήτης να πέφτει από ψηλότερο σημείο
- Να χρησιμοποιηθεί μαγνήτης με περισσότερες σπείρες.

β. Στα άκρα X, Y του πηνίου συνδέεται αντίσταση R όπως δείχνει το σχήμα 3. Η νέα διαφορά δυναμικού στα άκρα X, Y του πηνίου φαίνεται από τη διακεκομμένη καμπύλη ΟΖΗΘΚ στο σχήμα 4.



- i. Να εξηγήσετε για πιο λόγο οι τιμές των κορυφών Ζ και Θ της νέας διαφοράς δυναμικού είναι μικρότερες από τις τιμές των κορυφών Α και Γ της τάσης που πήραμε χωρίς τη σύνδεση της αντίστασης.

(μονάδες 2)

#### Λύση:

Με την σύνδεση της αντίστασης στο πηνίο κλείσαμε κύκλωμα με αποτέλεσμα να δημιουργείται επαγωγικό ρεύμα στο πηνίο. Το ρεύμα θα έχει τέτοια φορά ώστε να αντιτίθεται στο αίτιο που το προκάλεσε ( κανόνας του Lenz). Στην περίπτωση μας είναι η πτώση του μαγνήτη, επομένως θα δημιουργεί ένα μαγνητικό πεδίο ώστε να εμποδίζει το μαγνήτη να εισέλθει στο πηνίο. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα ο ρυθμός μεταβολής της μαγνητικής ροής να είναι μικρότερος και κατ'επέκταση η επαγωγική τάση τόσο κατά την είσοδο όσο και κατά την έξοδο.

- ii. Ποιες μετατροπές ενέργειας συμβαίνουν στο πείραμα αυτό;

(μονάδες 1)

#### Λύση:

Ένα μέρος της βαρυτικής δυναμικής ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική και το άλλο μέρος σε ηλεκτρική. Ακολούθως η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε θερμική πάνω στην αντίσταση.

## Διαγώνισμα Φυσικής Γ

## Κεφάλαιο 4: Ηλεκτρομαγνητισμός

Διδάσκοντες: Τζιάμπος Χρίστος Β.Δ

Ονοματεπώνυμο:.....

Ημερομηνία: ....../....../23 Τμήμα:.....

Υπογραφή Κηδεμόνα: .....

Βαθμός:..... / 20

1. Οι οριζόντιες μεταλλικοί ράβδοι ΚΛ και ΜΝ απέχουν μεταξύ τους απόσταση 1m και έχουν αμελητέα ωμική αντίσταση. Ο αγωγός ΑΓ, μήκους  $L=1\text{m}$  και μάζας  $m=0.2\text{kg}$ , έχει τα άκρα του Α και Γ πάνω στις ράβδους ΚΛ και ΜΝ και είναι κάθετος σε αυτές.

Η όλη διάταξη βρίσκεται σε περιοχή που επικρατεί οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο μαγνητικής επαγωγής  $B=1\text{T}$  όπως φαίνεται στο σχήμα. Τα άκρα Λ και Ν των δύο οριζοντιων ράβδων συνδέονται με ωμική αντίσταση  $R=10\Omega$ . Αρχικά ο αγωγός ΑΓ είναι ακίνητος. Τη χρονική στιγμή  $t=0$  στον αγωγό ΑΓ ασκείται δύναμη  $\vec{F}$ , οπότε αρχίζει να κινείται ολισθαίνοντας χωρίς τριβές κατά μήκος των ράβδων.

α) Να σχεδιάσετε την φορά του επαγωγικού ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό ΑΓ και τη δύναμη Laplace που ασκείται σε αυτόν καθώς κινείται. (μ.2)

β) Μετά από κάποιο χρονικό διάστημα ο αγωγός αποκτά οριακή (σταθερή) ταχύτητα.,

Να εξηγήσετε γιατί αποκτάει σταθερή ταχύτητα η ράβδος. (μ.1)

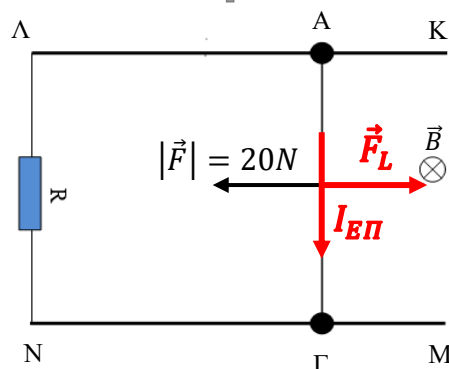
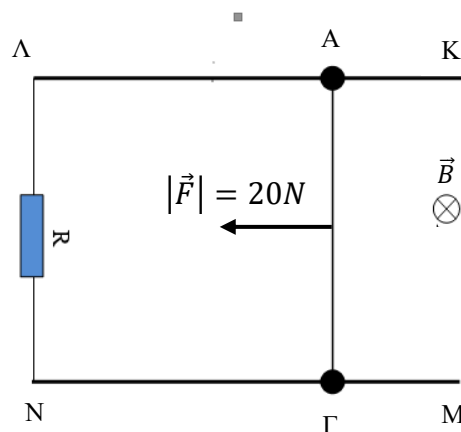
γ) Για το στάδιο της κίνησης με σταθερή ταχύτητα να:

i) Υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης Laplace που ασκείται σε αυτόν καθώς και την ένταση του επαγωγικού ρεύματος που το διαρρέει. (μ.3)

ii) Γράψετε ποιες μετατροπές ενέργειας συμβαίνουν. (μ.1)

Λύση

α) Η δύναμη Laplace έχει αντίθετη φορά από την εξωτερική δύναμη ώστε να αντιτίθεται στο αίτιο που την προκάλεσε ( κανόνας του Lenz) και η φορά του επαγωγικού ρεύματος προσδιορίζεται με τον κανόνα των τριών δακτύλων της δεξιάς παλάμης. Η φορά του ρεύματος είναι από το Α στο Γ.



β) Λόγω της εξωτερικής δύναμης η ράβδος εκτελεί επιταχυνόμενη κίνηση και η ταχύτητα της αυξάνεται με αποτέλεσμα να αυξάνεται και η επαγωγική τάση. Αυτό έχει σαν συνέπεια να αυξάνεται το επαγωγικό ρεύμα που δημιουργείται και κατ' επέκταση να αυξάνεται και η δύναμη Laplace. Σε κάποια φάση η δύναμη Laplace γίνεται ίση με την εξωτερική δύναμη και η συνισταμένη δύναμη γίνεται ίση με μηδέν. Σύμφωνα με τον πρώτο νόμο του Νεύτωνα η ράβδος θα κινείται με εκείνη την σταθερή ταχύτητα που απέκτησε.

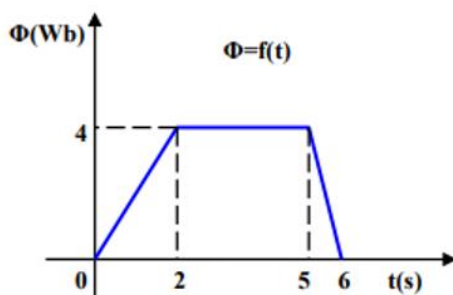
γ) Όπως έχουμε αναφέρει στο προηγούμενο ερώτημα η ράβδος κινείται με σταθερή ταχύτητα όταν η Laplace γίνει ίση με την εξωτερική δύναμη. Επομένως:

$$i) \quad |\vec{F}_L| = |\vec{F}| \rightarrow |\vec{F}_L| = 20N$$

$$|\vec{F}_L| = |\vec{F}| \rightarrow |\vec{B}| \cdot I \cdot L = |\vec{F}| \rightarrow I = \frac{|\vec{F}|}{|\vec{B}| \cdot L} = \frac{20N}{1T \cdot 1m} = 20A$$

ii) Η ενέργεια που προσφέρει η εξωτερική δύναμη μέσω του έργου της μετατρέπεται σε ηλεκτρική μέσω του έργου της δύναμης Laplace και ακολούθως σε θερμική πάνω στη αντίσταση.

2. Ορθογώνιο μεταλλικό πλαίσιο περνά μέσα από ομογενές μαγνητικό πεδίο μαγνητικής επαγωγής B, το οποίο είναι κάθετο στο επίπεδο και την ταχύτητα του πλαισίου. Το σχήμα δείχνει πως μεταβάλλεται η μαγνητική ροή Φ μέσα από το πλαίσιο σε σχέση με το χρόνο t. Να εξηγήσετε ποιες από τις ακόλουθες προτάσεις είναι ορθές και ποιες λανθασμένες.



α) Το πλαίσιο εισέρχεται στο μαγνητικό πεδίο με ταχύτητα μικρότερη από εκείνη με την οποία εξέρχεται από αυτό. (μ.1)

β) Η ένταση του επαγωγικού ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο είναι μέγιστη στο χρονικό διάστημα  $2s \leq t \leq 5s$ . (μ.1)

γ) Η ένταση του επαγωγικού ρεύματος είναι μεγαλύτερη κατά την έξοδο, από ότι κατά την είσοδο του πλαισίου στο μαγνητικό πεδίο. (μ.1)

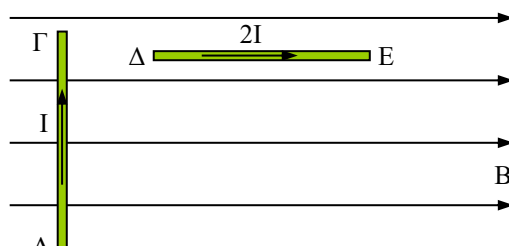
**Λύση**

α) Σωστό. Βλέπουμε ότι εισέρχεται του μαγνητικού πεδίου σε μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από ότι στην έξοδο που σημαίνει ότι το πλαίσιο κινείται με μικρότερη ταχύτητα από ότι κατά την έξοδο.

β) Λάθος. Σε αυτό το χρονικό διάστημα δεν μεταβάλλεται η μαγνητική ροή, οπότε δεν δημιουργείται επαγωγική τάση και κατ' επέκταση δεν δημιουργείται επαγωγικό ρεύμα.

γ) Σωστό. Από την κλίση ο ρυθμός μεταβολής της μαγνητικής ροής είναι μεγαλύτερος κατά την έξοδο και επομένως μεγαλύτερη είναι και η επαγωγική τάση. Άρα το επαγωγικό ρεύμα που δημιουργείται είναι μεγαλύτερης έντασης.

3. Οι δύο ευθύγραμμοι ρευματοφόροι αγωγοί ΑΓ και ΔΕ διαρρέονται αντίστοιχα με ρεύμα I και 2I, έχουν το ίδιο μήκος





ℓ και βρίσκονται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο μαγνητικής επαγωγής B. Ο αγωγός ΔΕ δέχεται μεγαλύτερη κατά μέτρο δύναμη Laplace. Συμφωνείτε με τη πρόταση αυτή; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας. (μ.1)

### Λύση:

Διαφωνώ με την άποψη αυτή γιατί η ένταση του ρεύματος είναι παράλληλη με την ένταση του μαγνητικού πεδίου, επομένως δεν ασκείται καμία δύναμη αφού η γωνία που σχηματίζουν είναι μηδέν και η δύναμη δίνεται από την σχέση  $|\vec{F}_L| = |\vec{B}| \cdot I \cdot L \cdot \eta \mu \varphi$ .

4. (α) Να διατυπώσετε τον κανόνα του Lenz και να αναφέρετε με ποια βασική αρχή της Φυσικής συσχετίζεται. (μ.1)

### Λύση

Τα εξ' επαγωγής ρεύματα και οι δυνάμεις Laplace που οφείλονται σε αυτά έχουν τέτοια φορά ώστε να αντιτίθενται στο αίτιο που τα προκαλεί.

Ο κανόνας του Lenz είναι αποτέλεσμα της αρχής διατήρησης της ενέργειας.

(β) Δύο μαγνήτες αφήνονται να πέσουν σε δύο χάλκινους κατακόρυφους κυλίνδρους. Ο ένας κύλινδρος έχει εγκοπή κατά μήκος της μιας πλευράς του έτσι ώστε η επιφάνεια του κυλίνδρου να διακόπτεται.

Παρατηρείται ότι ο ένας μαγνήτης καθυστερεί έναντι του άλλου να φτάσει στο άλλο άκρο του σωλήνα.

i. Να αναφέρετε σε ποιο σωλήνα καθυστερεί ο μαγνήτης να φτάσει στο άλλο άκρο. (μ.1)

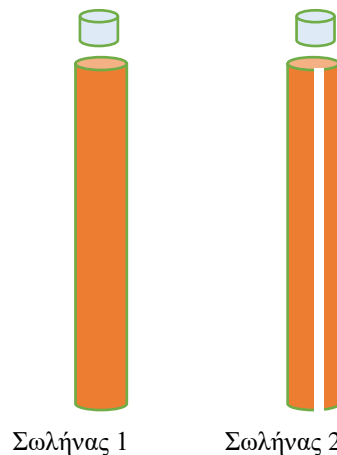
ii. Να εξηγήσετε τον λόγο που καθυστερεί ο μαγνήτης για να φτάσει στο άλλο άκρο του σωλήνα. (μ.1)

### Λύση

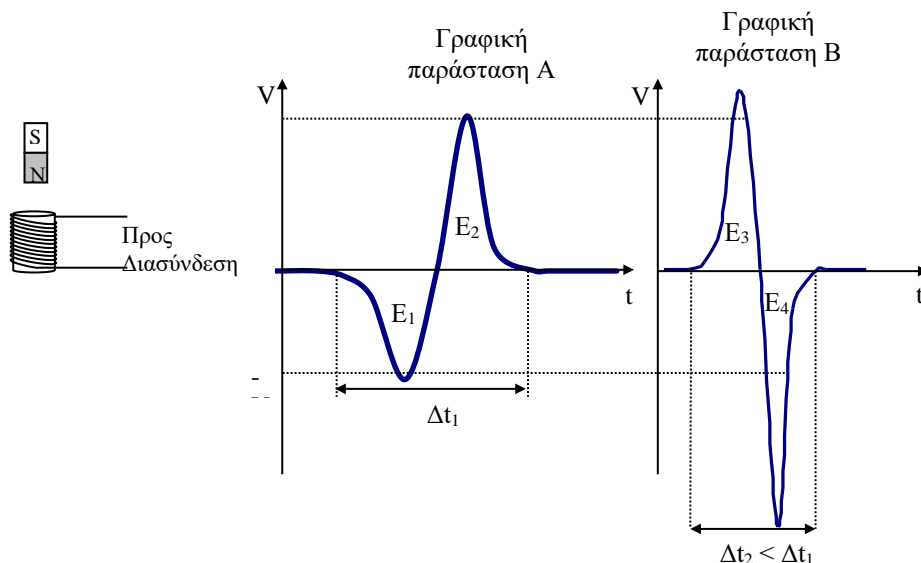
i) Στο σωλήνα 1

ii) Λόγω της κίνησης του μαγνήτη μέσα στο χάλκινο κύλινδρο δημιουργείται επαγωγική τάση, λόγω μεταβολής της μαγνητικής ροής (Faraday).

Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την δημιουργία επαγωγικών ρευμάτων τα οποία με την σειρά τους δημιουργούν ένα επαγόμενο μαγνητικό πεδίο το οποίο εμποδίζει την κίνηση του μαγνήτη ( κανόνας του Lenz), με αποτέλεσμα να καθυστερεί να εξέλθει του χάλκινου κυλίνδρου.



5. Ο Αλέξης αφήνει μαγνήτη να πέσει με το βόρειο πόλο σε πηνίο με διαστάσεις συγκρίσιμες με το μαγνήτη. Τα άκρα του πηνίου είναι συνδεδεμένα μέσω αισθητήρα τάσης με διασύνδεση. Στην οθόνη του υπολογιστή σχηματίστηκε η γραφική παράσταση Α. Να απαντήσετε στις πιο κάτω ερωτήσεις:



α. Γιατί η γραφική παράσταση παρουσιάζει εναλλασσόμενη μορφή; (μ.1)

**Λύση:**

Η εναλλασσόμενη μορφή οφείλεται στο γεγονός ότι η κίνηση είναι μεταβαλλόμενη και η μαγνητική ροή κατά την είσοδο αυξάνεται ενώ κατά την έξοδο μειώνεται. Αυτό σημαίνει ότι η επαγωγική τάση αλλάζει πολικότητα κατά την έξοδο αφού η μεταβολή της μαγνητικής ροής είναι αρνητική ενώ κατά την είσοδο είναι θετική.

β. Τι εκφράζουν τα εμβαδά  $E_1$  και  $E_2$ ; (μ.1)

**Λύση:**

Το εμβαδόν  $E_1$  εκφράζει την μεταβολή της μαγνητικής ροής κατά την είσοδο ενώ το εμβαδόν  $E_2$  την μεταβολή της μαγνητικής ροής κατά την έξοδο.

γ. Γιατί η απόλυτή τιμή της ελάχιστης αρνητικής τάσης  $|-V_1|$  είναι μικρότερη από την μέγιστη θετική τάση  $V_2$ ; (μ.2)

**Λύση:**

Όπως έχουμε αναφέρει η κίνηση είναι μεταβαλλόμενη και συγκεκριμένα επιταχυνόμενη. Επομένως η ταχύτητα του μαγνήτη συνεχώς αυξάνεται. Αυτό σημαίνει ότι η ταχύτητα με την οποία μεταβάλλεται η μαγνητική ροή κατά την είσοδο είναι μικρότερη από αυτή της εξόδου, κατ' επέκταση μικρότερη κατά απόλυτη τιμή θα είναι και η διαφορά δυναμικού που προκαλείται στο πηνίο κατά την είσοδο.

➤ Ο Αλέξης επανέλαβε το πείραμα με ακριβώς τα ίδια υλικά που είχε στο πρώτο πείραμα και κατέγραψε στην οθόνη τη γραφική παράσταση Β. Δίνονται:  $\Delta t_2 < \Delta t_1$ ,  $E_3 = E_1$  και  $E_4 = E_2$ .

δ. Τι αλλαγές έκανε στην εκτέλεση του πειράματος του; (μ.2)

**Λύση:**

Παρατηρώντας τις γραφικές διαπιστώνουμε ότι ο Αλέξης αντίστρεψε τους πόλους του μαγνήτη και τον άφησε από ψηλότερο σημείο ώστε να μπαίνει και να βγαίνει με μεγαλύτερη ταχύτητα στο πηνίο.

## Διαγώνισμα Φυσικής Γ' (Π.03)

## Κεφάλαιο 4: Ηλεκτρομαγνητισμός

Διδάσκοντες: Τζιάμπος Χρ., Αριστοδήμου Χρ., Φεραίος Ρ.

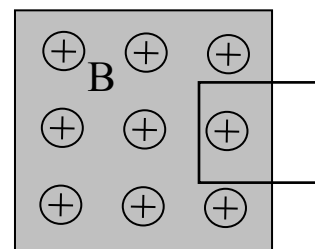
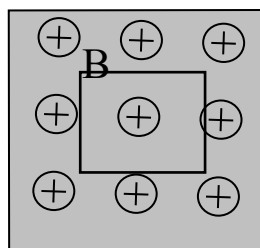
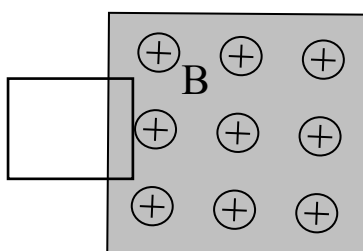
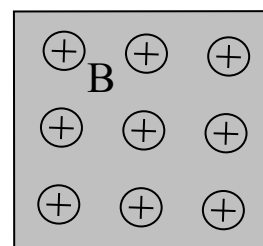
Ονοματεπώνυμο:.....

Ημερομηνία: 9/4/21 Τμήμα:.....

Υπογραφή Κηδεμόνα: .....

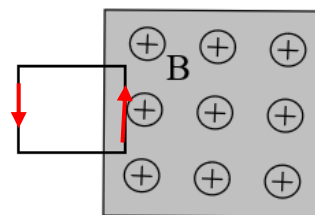
Βαθμός:..... / 80

1. Το μεταλλικό τετραγωνικό πλαίσιο ( $N = 1$ ) του διπλανού σχήματος εισέρχεται σε περιοχή ισχυρού μαγνητικού πεδίου με ταχύτητα μέτρου  $|\vec{v}|$  και εξέρχεται από αυτό μετά από χρόνο  $t$ . Να περιγράψετε την κίνηση του πλαισίου κατά την είσοδο, μέσα σε αυτό και κατά την έξοδο του από το πεδίο. Να δώσετε τις απαραίτητες εξηγήσεις αναφερόμενοι στο σχετικό νόμο και κανόνα και να σχεδιάσετε τη φορά του επαγωγικού ρεύματος στο δακτύλιο για τις τρεις προαναφερθείσες φάσεις της κίνησης του. (μ.20)



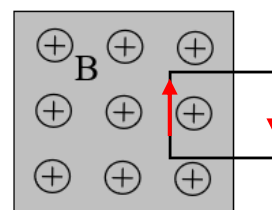
Λύση:

**Φάση εισόδου:** Κατά την είσοδο πάνω στο κατακόρυφο τμήμα του πλαισίου δημιουργείται επαγωγική τάση ( νόμος του Faraday) η οποία με την σειρά της προκαλεί επαγωγικό ρεύμα, επειδή είναι κλειστό κύκλωμα. Επομένως λόγω της κίνησης του μέσα σε μαγνητικό πεδίο ασκείται πάνω στον αγωγό μια δύναμη laplace η οποία εμποδίζει την κίνηση, άρα εκτελεί επιταχυνόμενη κίνηση με αρνητική επιτάχυνση.

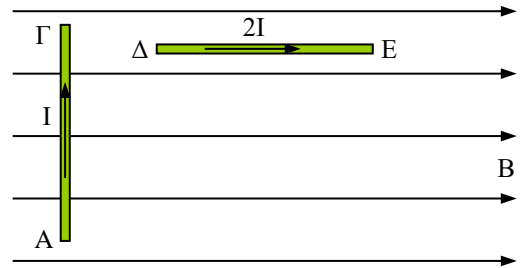


**Φάση εντός του πεδίου:** Κατά την κίνηση μέσα στο μαγνητικό πεδίο η μαγνητική ροή που διαπερνά το πλαίσιο είναι σταθερή οπότε δεν δημιουργείται επαγωγική τάση και κατ' επέκταση επαγωγικό ρεύμα. Επομένως δεν ασκείται δύναμη και το πλαίσιο κινείται με σταθερή ταχύτητα.

**Φάση εξόδου** Κατά την έξοδο πάνω στο κατακόρυφο τμήμα του πλαισίου δημιουργείται επαγωγική τάση ( νόμος του Faraday) η οποία με την σειρά της προκαλεί επαγωγικό ρεύμα, επειδή είναι κλειστό κύκλωμα . Επομένως λόγω της κίνησης του μέσα σε μαγνητικό πεδίο ασκείται πάνω στον αγωγό μια δύναμη laplace η οποία εμποδίζει την κίνηση. Επομένως θα εκτελεί επιταχυνόμενη κίνηση με αρνητική επιτάχυνση.



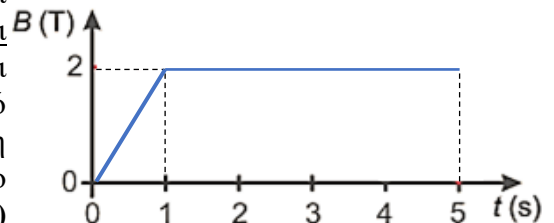
2. Οι δύο ευθύγραμμοι ρευματοφόροι αγωγοί ΑΓ και ΔΕ διαρρέονται αντίστοιχα με ρεύμα  $I$  και  $2I$ , έχουν το ίδιο μήκος  $\ell$  και βρίσκονται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο μαγνητικής επαγωγής  $\vec{B}$ . Ο αγωγός που δέχεται μεγαλύτερη κατά μέτρο δύναμη Laplace είναι ο ΔΕ. Συμφωνείτε με τη πρόταση αυτή; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας. (μ.5)



**Λύση:**

Διαφωνώ με την άποψη αυτή γιατί η ένταση του ρεύματος είναι παράλληλη με την ένταση του μαγνητικού πεδίου, επομένως δεν ασκείται καμία δύναμη αφού η γωνία που σχηματίζουν είναι μηδέν και η δύναμη δίνεται από την σχέση  $|\vec{F}_L| = |\vec{B}| \cdot I \cdot L \cdot \eta\mu\phi$ .

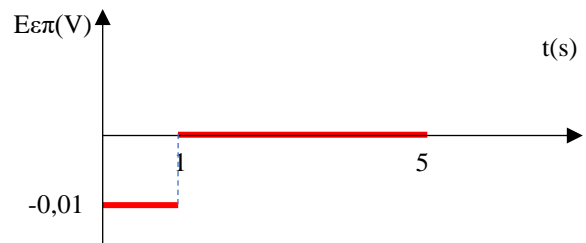
3. Το ορθογώνιο πλαίσιο αποτελείται από 5 σπείρες και βρίσκεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο το οποίο μεταβάλλεται σύμφωνα με τη γραφική παράσταση του σχήματος. Αν οι πλευρές  $\ell_1 = 5\text{cm}$  και  $\ell_2 = 2\text{cm}$ , να υπολογίσετε την ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στο πλαίσιο και να χαράξετε τη γραφική της παράσταση συνάρτησης του χρόνου, για το χρονικό διάστημα από 0 s μέχρι 5 s. (μ.15)



**Λύση:**

**Από την χρονική στιγμή t=0s μέχρι 1s**

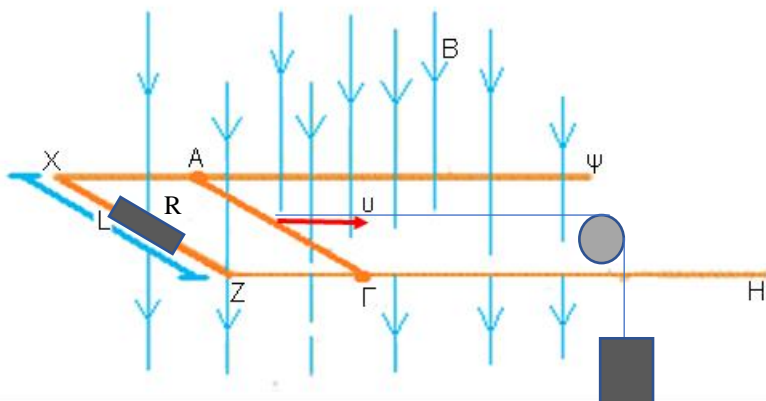
$$\begin{aligned} E_{\varepsilon\pi} &= -N \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot S = -5 \cdot \frac{2\text{T}}{1\text{s}} \cdot (10 \times 10^{-4} \text{m}^2) \\ &= -10 \times 10^{-3} \text{V} = -0,01 \text{V} \end{aligned}$$



**Από την χρονική στιγμή t=1s μέχρι 5s**

Η επαγωγική τάση είναι μηδέν αφού δεν μεταβάλλεται το μαγνητικό πεδίο.

4. Δύο οριζόντιες μεταλλικές ράβδοι ΖΗ και ΧΨ έχουν τα άκρα τους Χ και Ζ ενωμένα με σύρμα μέσω της αντίστασης  $R=0,1\Omega$ . Η ράβδος ΑΓ μήκους  $L=0,2m$  και μάζας  $m_P=0,1kg$  του διπλανού σχήματος βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο μαγνητικής επαγωγής  $B=0,5T$ . Η ράβδος είναι δεμένη με νήμα, όπου σε αυτό είναι αναρτημένα σταθμά μάζας  $m=0,15kg$ . Η όλη διάταξη φαίνεται στα διπλανό σχήμα. Αρχικά ο αγωγός ΑΓ κρατείται σε σταθερή θέση. Αφήνουμε ελεύθερα τα σταθμά οπότε η ράβδος αρχίζει να κινείται.



Α) Να περιγράψετε την κίνηση που θα εκτελέσει η ράβδος όταν αφήνουμε ελεύθερα τα σταθμά. (μ.5)

**Λύση:**

Αρχικά η ράβδος εκτελεί επιταχυνόμενη κίνηση. Πάνω στην ράβδο επιδρούν η δύναμη του βάρους των σταθμών και η δύναμη Laplace που δημιουργείται λόγω της κίνησης της ράβδου μέσα στο μαγνητικό πεδίο οπότε η συνισταμένη δύναμη δεν είναι ίση με μηδέν.  $|\Sigma \vec{F}| = |\vec{B}| - |\vec{F}_L| = m \cdot a$ . Η δύναμη Laplace συνεχώς αυξάνεται και σε κάποια φάση θα γίνει ίση με το βάρος με συνέπεια η ράβδος να κινείται σταθερά με εκείνη την ταχύτητα που απέκτησε.

Β) Να υπολογίσετε το επαγωγικό ρεύμα που δημιουργείται στο βρόγχο ΑΓΖΧ όταν η ράβδος αποκτήσει σταθερή ταχύτητα (οριακή ταχύτητα). (μ.10)

**Λύση:**

Όπως έχουμε αναφέρει στο προηγούμενο ερώτημα η ράβδος κινείται με σταθερή ταχύτητα όταν η Laplace γίνει ίση με το Βάρος. Επομένως:

$$|\vec{F}_L| = |\vec{B}| \rightarrow |\vec{B}| \cdot I \cdot L = m \cdot g \rightarrow I = \frac{m \cdot g}{|\vec{B}| \cdot L} = \frac{0,15kg \cdot 9,81 \frac{m}{s^2}}{0,5T \cdot 0,2m} = 14,7A$$

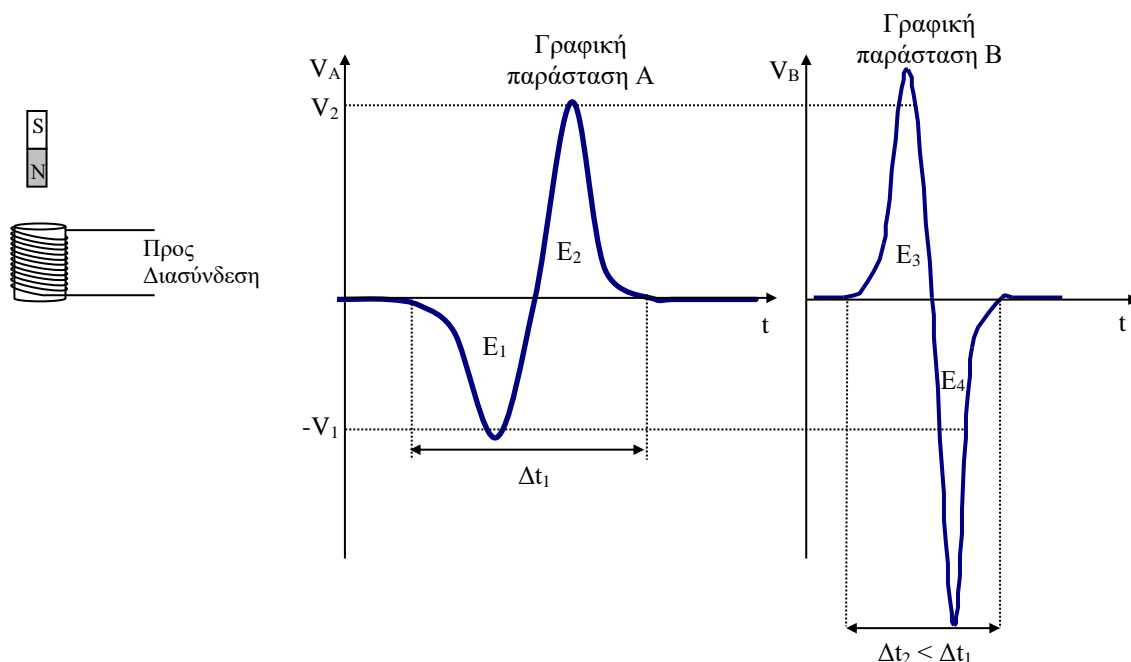
Γ) Να υπολογίσετε αυτή την μέγιστη ταχύτητα( οριακή ταχύτητα) που θα αποκτήσει η ράβδος. (μ.10)

**Λύση:**

Γνωρίζοντας το επαγωγικό ρεύμα μπορούμε να υπολογίσουμε την οριακή ταχύτητα:

$$E_{επ} = I \cdot R \rightarrow |\vec{B}| \cdot |\vec{v}| \cdot L = I \cdot R \rightarrow |\vec{v}| = \frac{I \cdot R}{|\vec{B}| \cdot L} = \frac{14,7A \cdot 0,1\Omega}{0,5T \cdot 0,2m} = 14,7 \frac{m}{s}$$

5. Α) Ο Αλέξης αφήνει μαγνήτη να πέσει με το βόρειο πόλο σε πηνίο με διαστάσεις συγκρίσιμες με το μαγνήτη. Τα άκρα του πηνίου είναι συνδεδεμένα μέσω αισθητήρα τάσης με την διασύνδεση. Στην οθόνη του υπολογιστή σχηματίζεται η γραφική παράσταση Α. Να απαντήσετε στις πιο κάτω ερωτήσεις:



α. Γιατί η γραφική παράσταση παρουσιάζει εναλλασσόμενη μορφή;

(μ.5)

Λύση:

Η εναλλασσόμενη μορφή οφείλεται στο γεγονός ότι η κίνηση είναι μεταβαλλόμενη και η μαγνητική ροή κατά την είσοδο αυξάνεται ενώ κατά την έξοδο μειώνεται. Αυτό σημαίνει ότι η επαγωγική τάση αλλάζει πολικότητα κατά την έξοδο αφού η μεταβολή της μαγνητικής ροής είναι αρνητική ενώ κατά την είσοδο είναι θετική.

β. Τι εκφράζουν τα εμβαδά  $E_1$  και  $E_2$ ;

(μ.5)

Λύση:

Το εμβαδόν  $E_1$  εκφράζει την μεταβολή της μαγνητικής ροής κατά την είσοδο ενώ το εμβαδόν  $E_2$  την μεταβολή της μαγνητικής ροής κατά την έξοδο.

γ. Γιατί η απόλυτή τιμή της ελάχιστης αρνητικής τάσης  $|-V_1|$  είναι μικρότερη από την μέγιστη θετική τάση  $V_2$ ;

(μ.10)

Λύση:

Όπως έχουμε αναφέρει η κίνηση είναι μεταβαλλόμενη και συγκεκριμένα επιταχυνόμενη. Επομένως η ταχύτητα του μαγνήτη συνεχώς αυξάνεται. Αυτό σημαίνει ότι η ταχύτητα με την οποία μεταβάλλεται η μαγνητική ροή κατά την είσοδο είναι μικρότερη από αυτή της εξόδου, κατ' επέκταση μικρότερη κατά απόλυτη τιμή θα είναι και η διαφορά δυναμικού που προκαλείται στο πηνίο κατά την είσοδο.

Β) Ο Αλέξης επανέλαβε το πείραμα με ακριβώς τα ίδια υλικά που είχε στο πρώτο πείραμα και κατέγραψε στην οθόνη τη γραφική παράσταση Β. Δίνονται:  $\Delta t_2 < \Delta t_1$ ,  $E_3 = E_1$  και  $E_4 = E_2$ . Παρατηρώντας τις γραφικές, τι αλλαγές έκανε στην εκτέλεση του πειράματος του;

(μ.10)

Λύση:

Παρατηρώντας τις γραφικές διαπιστώνουμε ότι ο Αλέξης αντίστρεψε τους πόλους του μαγνήτη και τον άφησε από ψηλότερο σημείο ώστε να μπαίνει και να βγαίνει με μεγαλύτερη ταχύτητα στο πηνίο.