

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

ΓΝΩΣΤΙΚΟ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ: ΦΥΣΙΚΗ

ΤΑΞΗ: Β' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΓΕΝΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ: ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΠΑΓΩΓΗ

ΘΕΜΑ: ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ ΕΠΑΓΩΓΗΣ – ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ FARADAY – ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ ΑΓΩΓΟΣ ΚΙΝΟΥΜΕΝΟΣ ΣΕ ΟΜΟΓΕΝΕΣ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ – Ο ΚΑΝΟΝΑΣ ΤΟΥ LENZ ΚΑΙ Η ΑΡΧΗ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΕΠΑΓΩΓΗΣ

ΔΙΔΑΣΚΩΝ: ΣΦΑΕΛΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

Γενικός Σκοπός: Πλήρης αντίληψη κατά το δυνατόν των μαθητών για το φαινόμενο της Ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής (Η/Μ) και του νόμου του Faraday.

Έννοιες και φυσικά μεγέθη, που χρησιμοποιούμε για την περιγραφή των φαινομένων της Η/Μ επαγωγής: **Μαγνητικό πεδίο, μαγνητική ροή, επαγωγική τάση, επαγωγικό ρεύμα και επαγωγικό ηλεκτρικό φορτίο.**

Εκτιμώμενη διάρκεια: 4 διδακτικές ώρες.

1. Διδακτικοί στόχοι:

Σύμφωνα με το πρόγραμμα σπουδών, η διδασκαλία αυτού του κεφαλαίου στοχεύει να καταστήσει ικανό το μαθητή:

- Να έχουν εμπειρίες από το φυσικό κόσμο.
- Να αναπτύξουν τις δεξιότητες σκέψης και επιστημονικής μεθόδου.
- Να περιγράψει απλές πειραματικές διατάξεις με τις οποίες εμφανίζονται επαγωγικά φαινόμενα.
- Να αποκτήσουν εννοιολογική κατανόηση για το φαινόμενο της επαγωγής.
- Να αντιληφθεί το ρόλο της μεταβολής της μαγνητικής ροής στα επαγωγικά φαινόμενα.
- Να διατυπώνει με λόγια και σε αυστηρά μαθηματική γλώσσα το νόμο του Faraday.
- Να υπολογίζει την ένταση του επαγωγικού ρεύματος που διαρρέει ένα συρμάτινο πλαίσιο και του ηλεκτρικού φορτίου που διέρχεται από μια τομή του σύρματος.
- Να αναφέρουν φαινόμενα από την καθημερινή ζωή, στα οποία η επαγωγή παίζει καθοριστικό ρόλο.

Ικανότητες μαθητών:

- α) Να αναγνωρίζουν και να συνδέουν τα όργανα και τις πειραματικές διατάξεις του μαθήματος της Φυσικής, με ευκολία.
- β) Να επεξεργάζονται τα πειραματικά συμπεράσματα.
- γ) Να μπορούν να χρησιμοποιούν εύκολα τα αντίστοιχα εκπαιδευτικά λογισμικά, που μπορούν να «κατεβάσουν» από το Διαδίκτυο.

Οι μαθητές πρέπει:

1. Να μπορούν να χρησιμοποιούν κατάλληλα ένα πηνίο, ένα μαγνήτη, και καλώδια έτσι ώστε να δημιουργείται ΗΕΔ από επαγωγή στο πηνίο και να χρησιμοποιούν ένα γαλβανόμετρο για την πιστοποίηση του επαγωγικού ρεύματος.
2. Να χρησιμοποιούν με κατάλληλο τρόπο ένα πηνίο που μαζί με ένα διακόπτη και καλώδια, αποτελούν ένα κύκλωμα και να παρατηρούν με τη βοήθεια γαλβανομέτρου, το επαγωγικό ρεύμα σε ένα άλλο γειτονικό πηνίο.
3. Να διατυπώνουν υποθέσεις για την ερμηνεία της δημιουργίας ρεύματος σε κυκλώματα που δεν περιέχουν μπαταρίες.
4. Να γνωρίζουν ότι η μεταβολή της μαγνητικής ροής σε ένα κλειστό συρμάτινο πλαίσιο, έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία ηλεκτρικού ρεύματος.
5. Να κατανοήσουν ότι η φορά των επαγωγικών ρευμάτων είναι τέτοια ώστε να αντιτίθενται στο αίτιο που τα προκαλεί (κανόνας Lenz) και ότι αυτός ο κανόνας, αποτελεί συνέπεια της αρχής διατήρησης της ενέργειας. Αυτό επιτυγχάνεται με την παρακολούθηση και εκτέλεση υπολογισμών που καθοδηγούνται από το διδάσκοντα, της κίνησης ευθύγραμμου αγωγού σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, σε προσομοίωση με τη βοήθεια του λογισμικού Interactive Physics.

2. Στάσεις:

- α) Ανάπτυξη θετικής στάσης απέναντι στην επιστήμη και τα επιτεύγματά της.
- β) Ευαισθητοποίηση στα θέματα προστασίας του περιβάλλοντος.
- γ) Ενίσχυση του πνεύματος συνεργασίας, ανταλλαγής απόψεων και αποδοχής ή απόρριψης των διαφορετικών αντιλήψεων των άλλων.

3. Προσπαιτούμενες θεωρητικές γνώσεις:

Οι μαθητές θα πρέπει να γνωρίζουν:

- Την έννοια του μαγνητικού πεδίου.
- Τον ορισμό της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος.
- Να εφαρμόζουν σε ένα κλειστό κύκλωμα το νόμο του Ohm και να υπολογίζουν τη θερμότητα λόγω φαινομένου Joule.
- Την ηλεκτρική δύναμη από ομογενές ηλεκτρικό πεδίο.
- Να εφαρμόζουν το 1^ο και το 2^ο νόμο του Newton.

4. Μέσα διδασκαλίας-υλικά:

- Βιντεοπροβολέας
- Οθόνη προβολής
- Υπολογιστής εφοδιασμένος με κατάλληλα λογισμικά
- Εικονικά πειράματα
- Προσομοιώσεις
- Γαλβανόμετρο, πηνία, μαγνήτης, καλώδια
- Φύλλα εργασίας

5. Εναλλακτικές ιδέες των μαθητών:

Οι μαθητές στη μεγάλη τους πλειοψηφία δυσκολεύονται να αποδεχτούν ότι είναι δυνατό να δημιουργηθεί ρεύμα σε ένα κύκλωμα χωρίς την ύπαρξη μπαταρίας. Επειδή έχουν συνηθίσει να αλλάζουν μπαταρίες στις συσκευές καθημερινής χρήσης, πιστεύουν ότι αυτές είναι και οι μοναδικές πηγές ηλεκτρικής ενέργειας, έστω αν υπάρχει και το ποδήλατο που είναι ηλεκτρικά αυτόνομο με τη βοήθεια του «δυναμό». Εδώ, η καθημερινή εμπειρία δημιουργεί σύγχυση και παρανοήσεις. Ακόμα και αν δουν το βασικό πείραμα δημιουργίας επαγωγικού ρεύματος εξακολουθούν να είναι επιφυλακτικοί.

6. Οργάνωση τάξης:

Ο διδάσκων θα οργανώσει τη παρουσίαση γύρω από τους μαθητές, οι οποίοι οδηγούνται να στοχαστούν πάνω στα φαινόμενα, που εκείνος προβάλλει με χρήση κατάλληλων εικόνων, προσομοιώσεων εικονικών πειραμάτων και πειραμάτων επίδειξης του φαινομένου. Το προβλεπόμενο διδακτικό μοντέλο είναι αυτό της καθοδηγούμενης διερευνητικής συνεργατικής μάθησης. Τέλος, οι μαθητές καλούνται να διαπραγματευθούν τα ερωτήματα των φύλλων εργασίας ώστε ο διδάσκων να αξιολογήσει τον βαθμό εμπέδωσης του μαθήματος που παρακολούθησαν.

7. Σύντομη περιγραφή του μαθήματος:

- Όταν η θέση ενός μαγνήτη σε σχέση με ένα πηνίο ή και αντίστροφα συνέχεια μεταβάλλεται, τότε στο πηνίο δημιουργείται τάση στα άκρα του. Αυτό αποδίδεται στη μεταβολή του αριθμού των δυναμικών γραμμών του μαγνητικού πεδίου που τέμνουν τις επιφάνειες των σπειρών του πηνίου. Δηλαδή στη μεταβολή της μαγνητικής ροής.
- Όταν το ηλεκτρικό ρεύμα που διαρρέει ένα πηνίο μεταβάλλεται, τότε σε ένα άλλο γειτονικό πηνίο που είναι μέρος κλειστού κυκλώματος, εμφανίζεται – επάγεται ρεύμα. Και στην περίπτωση αυτή το επαγόμενο ρεύμα αποδίδεται στη μεταβολή του αριθμού των δυναμικών γραμμών του μαγνητικού πεδίου.
- Με οποιονδήποτε τρόπο και αν μεταβάλλεται ο αριθμός των δυναμικών γραμμών που τέμνουν την επιφάνεια ενός κλειστού συρμάτινου πλαισίου, τότε το σύρμα διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα.
- Με την κίνηση ευθύγραμμου αγωγού σε ομογενές μαγνητικό πεδίο δημιουργείται τάση στα άκρα του.

8. Εναλλακτικές ιδέες των μαθητών:

Οι μαθητές στη μεγάλη τους πλειοψηφία δυσκολεύονται να αποδεχτούν ότι είναι δυνατό να δημιουργηθεί ρεύμα σε ένα κύκλωμα χωρίς την ύπαρξη μπαταρίας. Επειδή έχουν συνηθίσει να αλλάζουν μπαταρίες στις συσκευές καθημερινής χρήσης, πιστεύουν ότι αυτές είναι και οι μοναδικές πηγές ηλεκτρικής ενέργειας, έστω αν υπάρχει και το ποδήλατο που είναι ηλεκτρικά αυτόνομο με τη βοήθεια του «δυναμό». Εδώ, η καθημερινή εμπειρία δημιουργεί σύγχυση και παρανοήσεις. Ακόμα και αν δουν το βασικό πείραμα δημιουργίας επαγωγικού ρεύματος εξακολουθούν να είναι επιφυλακτικοί.

9. Διδακτικές προτάσεις :

Πιστεύουμε ότι για το συγκεκριμένο θέμα είναι σκόπιμο να ξεκινήσουμε με την πιο κάτω ερώτηση, που μπορεί να δημιουργήσει γνωστικές συγκρούσεις.:

«Πιστεύετε ότι είναι δυνατό ένα πηνίο ή μια μεταλλική ράβδος να λειτουργήσει σα μπαταρία, ώστε να ανάψει μια λάμπα;»

Βέβαια αμέσως μετά τις σχετικές απαντήσεις, πρέπει να γίνουν οι πιο κάτω δραστηριότητες ως πειράματα επίδειξης ή εναλλακτικά αξιοποιώντας την τεχνολογία, να χρησιμοποιήσουμε ειδικά λογισμικά στα οποία μέσα από κατάλληλες «εικόνες» - προσομοιώσεις και μοντελοποιήσεις- video στο Internet,

α. να προηγείται το ερώτημα και

β. να είναι εφικτή η αλληλεπίδραση του υλικού με τον διδασκόμενο και

γ. να μπορεί να αναζητηθεί η απάντηση.

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1

Χρησιμοποιούμε ένα πηνίο 300 σπειρών, ένα γαλβανόμετρο μηδενός και ένα ραβδόμορφο μαγνήτη όπως φαίνεται στο σχήμα.

Πλησιάζουμε απότομα το μαγνήτη με τον ένα πόλο του στο πηνίο έτσι ώστε οι άξονες πηνίου και σωληνοειδούς, περίπου να συμπίπτουν.

Όλοι οι μαθητές πρέπει να παρατηρήσουν την εκτροπή της βελόνας και να δώσουν μια εξήγηση σύμφωνα με τις γνώσεις που έχουν.

- Ρωτάμε τι θα συμβεί αν αφήσουμε ακίνητο το μαγνήτη μέσα στο πηνίο.

Παίρνουμε απαντήσεις και διαπιστώνουμε πειραματικά την ορθότητά τους.

Συμπληρώνουμε το φύλλο εργασίας.

- Ρωτάμε τι θα συμβεί αν απομακρύνουμε απότομα το μαγνήτη από το πηνίο.

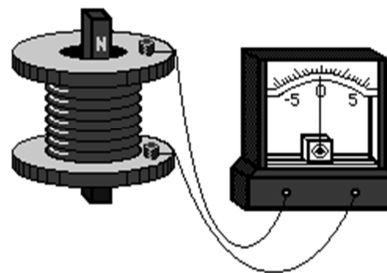
Παίρνουμε απαντήσεις και διαπιστώνουμε πειραματικά την ορθότητά τους.

Συμπληρώνουμε το φύλλο εργασίας.

Τώρα μπορούμε να διατυπώσουμε το εξής συμπέρασμα: «Όταν αλλάζει η θέση ενός μαγνήτη ως προς ένα πηνίο ή και αντίστροφα, τότε το πηνίο συμπεριφέρεται σαν μπαταρία». Συμπληρώνουμε το φύλλο εργασίας.

Στο σημείο αυτό πρέπει να πούμε ότι πολλές από τις μεγάλες ανακαλύψεις οφείλονται στη φυσική διαίσθηση των επιστημόνων, ρωτώντας τους μαθητές αν πιστεύουν ότι απλά ερωτήματα όπως : «Αφού το ηλεκτρικό ρεύμα δημιουργεί μαγνητικό πεδίο, γιατί και το μαγνητικό πεδίο να μη δημιουργεί ηλεκτρικό ρεύμα;» είναι δυνατό να οδηγήσουν σε μεγάλες ανακαλύψεις.

Στη συνέχεια θέτουμε το ερώτημα : «Αφού ένα ηλεκτρισμένο σώμα προκαλεί στατικό ηλεκτρισμό σε ένα γειτονικό αγωγό – επάγει αντίθετα φορτία στα άκρα του – γιατί και ο ηλεκτρισμός σε κίνηση (ρεύμα) σε ένα κύκλωμα, να μην επάγει ηλεκτρισμό σε κίνηση (ρεύμα) σε ένα άλλο γειτονικό κύκλωμα;» και ζητούμε να μας πουν αν πιστεύουν ότι μπορεί να συμβεί κάτι ανάλογο και πως θα το ελέγξουν. Παίρνουμε αρκετές απαντήσεις και εκτελούμε τη ακόλουθη δραστηριότητα.



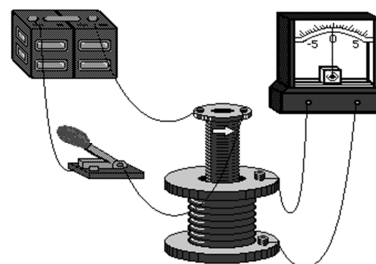
ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2

Χρησιμοποιούμε δύο κατάλληλα πηνία ώστε το ένα να χωράει μέσα στο άλλο όπως φαίνεται στο σχήμα. Πρώτα κλείνουμε και μετά ανοίγουμε το διακόπτη παρατηρώντας τις αποκλείσεις τις βελόνας του γαλβανόμετρου.

- Ρωτάμε τους μαθητές αν και πάλι το εξωτερικό πηνίο συμπεριφέρεται σαν μπαταρία και τότε συμβαίνει αυτό.

Συμπληρώνουμε το φύλλο εργασίας.

Η ερώτηση «Που μπορεί να οφείλεται το ρεύμα στο εξωτερικό πηνίο;» οδηγεί στην ταξινόμηση των παρατηρήσεων και στη συσχέτισή τους με το ερώτημα που είχαμε θέσει στο τέλος της δραστηριότητας 1. Συμπληρώνουμε το



φύλλο εργασίας.

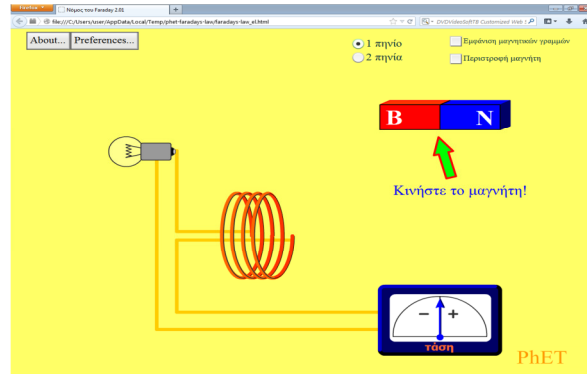
Κλείνουμε το διακόπτη και μετακινούμε το ένα πηνίο σε σχέση με το άλλο.

Παρατηρούμε την απόκλιση της βελόνας για την κατεύθυνση κάθε μετατόπισης και συμπληρώνουμε το φύλλο εργασίας.

Στο σημείο αυτό πρέπει να κάνουμε μια ομαδοποίηση των φαινομένων ανάλογων με αυτό της Δραστηριότητας 1 και των φαινομένων που είναι ανάλογα με αυτό της Δραστηριότητας 2. Ενώ το αποτέλεσμα είναι ίδιο – ρεύμα στο κύκλωμα πηνίο, γαλβανόμετρο – τα αίτια φαίνεται να διαφέρουν.

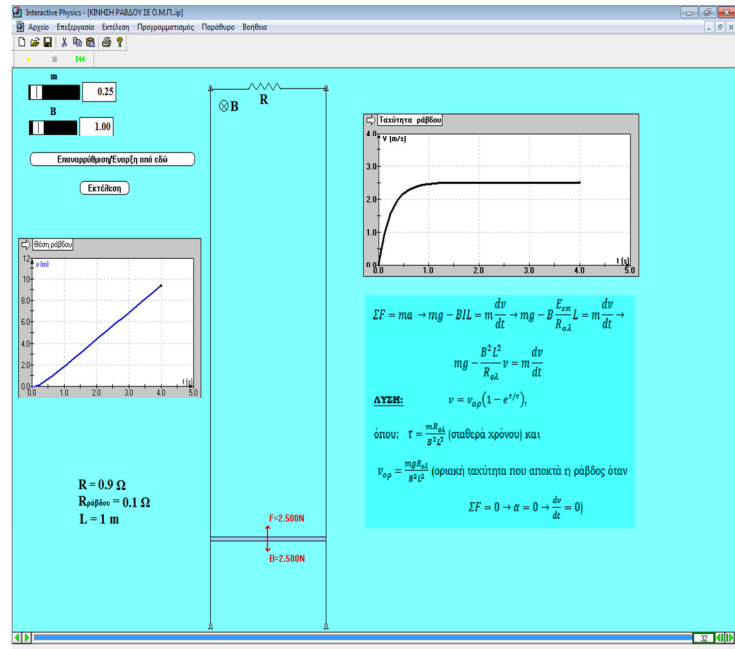
ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3

Εκτελέστε την εφαρμογή faradays-law_e1.jar. Με την εφαρμογή αυτή γίνεται εύκολα κατανοητή η σχέση στη μεταβολή του αριθμού των δυναμικών γραμμών του μαγνητικού πεδίου που τέμνουν τις επιφάνειες των σπειρών του πηνίου, δηλαδή στη μεταβολή της μαγνητικής ροής που έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία του επαγόμενου ρεύματος.



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 4

Εκτελέστε την προσομοίωση που είναι κατασκευασμένη με τη βοήθεια του λογισμικού Interactive Physics «ΚΙΝΗΣΗ ΡΑΒΔΟΥ ΣΕ Ο.Μ.Π. ip». Στη ράβδο παρατηρούμε ότι επενεργούν δύο δυνάμεις, το βάρος B και η δύναμη Laplace F . Η δύναμη F αυξάνεται με τη κίνηση και κάποια στιγμή γίνεται ίση με το βάρος B , οπότε η ράβδος αποκτά οριακή ταχύτητα. Από τα διαγράμματα $v-t$, $y-t$, ο διδάσκων προτρέπει τους μαθητές να υπολογίσουν την οριακή ταχύτητα και την απόσταση που διάνυσε η ράβδος ώστε να επαληθεύσουν την αρχή διατήρησης της ενέργειας.



Λεξιότητες - Στάσεις

Η μελέτη ενός φαινομένου όπως το προηγούμενο, προκαλεί τους μαθητές να ασκήσουν την ικανότητα συσχέτισμού, ταξινόμησης και αξιολόγησης γεγονότων κατά τη διάρκεια κάθε δραστηριότητας. Είναι επίσης σκόπιμο να προτρέψουμε τους μαθητές να μας προτείνουν δικούς τους τρόπους που θα οδηγούσαν στην μεταβολή της μαγνητικής ροής μέσα από συρμάτινα πλαίσια με σκοπό τη δημιουργία ηλεκτρικού ρεύματος. Επιπλέον η αναφορά στις κεφαλές κασετοφώνου και pick-up στις οποίες τα μικρά επαγωγικά ρεύματα που δημιουργούνται είναι ικανά να έχουν μετά την ενίσχυσή τους τα γνωστά ηχητικά αποτελέσματα, θα προκαλέσει θετική στάση προς τις Φυσικές επιστήμες και την Τεχνολογία.

Αναφορές στην ιστορία και την εξέλιξη της επιστήμης

Το πρώτο πείραμα και η πρώτη απόπειρα παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος από το μαγνητικό πεδίο, ιστορικά αποδίδεται στο Michael Faraday και το Joseph Henry και έγινε γύρω στο 1831. Το φαινόμενο της επαγωγής παρατηρήθηκε για πρώτη φορά στο εργαστήριο, αφού προηγουμένως και επί αρκετά χρόνια κυοφορήθηκε ως έμμονη ιδέα στη σκέψη των δύο ανθρώπων που δεν είχαν ποτέ συναντηθεί. Και η έμμονη ιδέα ήταν ότι «θα μπορούσαμε να δημιουργήσουμε ηλεκτρικό ρεύμα είτε με ένα άλλο ηλεκτρικό ρεύμα είτε με μαγνητισμό». Η πορεία προς τη μεγάλη ανακάλυψη, ήταν μακρόχρονη

βασανιστική. Ο Faraday χρησιμοποίησε ένα σιδερένιο δακτύλιο σε κάθε ημικύκλιο του οποίου ήταν τυλιγμένο από ένα κομμάτι χάλκινο σύρμα. Υπήρχαν δηλαδή δυο ανεξάρτητα πηνία πάνω στον ίδιο δακτύλιο. Σε κάθε αποκατάσταση ή διακοπή του ρεύματος στο ένα πηνίο, παρουσιαζόταν απόκλιση της βελόνας του γαλβανομέτρου που είχε συνδεθεί στο άλλο πηνίο, σε αντίθετες κατευθύνσεις. Ο Faraday δημιούργησε ηλεκτρικό ρεύμα και σε ένα περιστρεφόμενο μεταλλικό δίσκο του οποίου ένα μέρος της περιφέρειάς του έκοβε τις δυναμικές γραμμές ενός μαγνητικού πεδίου. Η ανακάλυψη και η εκμετάλλευσή του φαινομένου αυτού, έμελλε να είναι καθοριστική για τον πολιτισμό μας.

Μελετώντας κανείς τα ημερολόγια Faraday μπορεί να καταλήξει στο συμπέρασμα ότι -για το «δρομολόγιο» προς τη νέα ανακάλυψη- οι δρόμοι τους οποίους επέλεξε ήταν δύο. Ο ένας θεμελιωμένος πάνω σε μια λογική αναλογίας τη λογική του αντιστρόφου και ο άλλος σε μια λογική της αμοιβαιότητας.

Η λογική της αναλογίας. Ο Faraday είχε δείξει μεγάλο ενδιαφέρον για το φαινόμενο “ηλεκτροστατική επαγωγή” σύμφωνα με το οποίο η παρουσία ενός ηλεκτρισμένου σώματος προκαλεί σ’ ένα γειτονικό αμόρτιστο αγωγό την «εμφάνιση» ηλεκτρικών φορτίων, «επάγει», με άλλα λόγια, αντίθετα φορτία στα άκρα του. Βασιζόμενος σε μία λογική αναλογίας, ερεύνησε το ενδεχόμενο εάν ο «ηλεκτρισμός σε κίνηση» (το ρεύμα) θα μπορούσε να επάγει ηλεκτρισμό σε κίνηση (ρεύμα) σε κάποιο άλλο ηλεκτρικό κύκλωμα.

Η λογική της αμοιβαιότητας. Την ίδια περίπου εποχή ο Ampère είχε αποδείξει ότι κάθε σταθερό ηλεκτρικό ρεύμα δημιουργεί σταθερό μαγνητικό πεδίο, Κινούμενος πάνω σε μια λογική αμοιβαιότητας ο Faraday εκτίμησε ότι όφειλε να αναζητήσει το αντίστροφο φαινόμενο. Ερεύνησε, λοιπόν, εάν η παρουσία ενός μαγνήτη κοντά σε κλειστό κύκλωμα θα μπορούσε να δημιουργήσει ηλεκτρικό ρεύμα στο κύκλωμα αυτό.

Η ηλεκτρομαγνητική επαγωγή ως διδακτικό αντικείμενο

Ως διδακτικό αντικείμενο η ηλεκτρομαγνητική επαγωγή θεωρείται ένα από τα πλέον «σκληρά» κάθε Προγράμματος για τη διδασκαλία της Φυσικής στο Λύκειο. Και αυτό είναι δικαιολογημένο. Απαιτεί από τον διδασκόμενο να είναι σε θέση να κατανοεί μετασχηματισμούς των εμπειρικών δεδομένων σε θεωρητικό υλικό και σχέσεις αιτίας και αποτελέσματος να είναι σε θέση να φαντάζεται τα αόρατα γεωμετρικά αντικείμενα – γραμμές και επιφάνειες- και να χειρίζεται φυσικές έννοιες όπως η ηλεκτρεγερτική δύναμη και η μαγνητική ροή.

Εκατομύρια μαθητές στην προσπάθειά τους να το κατανοήσουν είτε απελπίζονται -συνήθως ανομολόγητα- και το εγκαταλείπουν είτε οδηγούνται στη «λύση» της αποστήθισης, σε μία δηλαδή - «δραματική» για την Ιστορία της εκπαίδευσης- εκφορά και γραφή λέξεων-σημαινόντων από ανθρώπους οι οποίοι από ελάχιστα έως καθόλου κατανοούν τα αντίστοιχα σημαινόμενα. Παρόλα αυτά διατηρείται σε όλα τα ευρωπαϊκά Προγράμματα Σπουδών –και όχι μόνο σε αυτά- αν και με διάφορους τρόπους παρουσίασης.

Οι βασικοί λόγοι για τους οποίους διατηρείται ως διδακτικό αντικείμενο είναι δύο. Ο ένας είναι ότι προσφέρεται για τον γενικό διδακτικό σκοπό «κατανόηση της διαπλοκής ανάμεσα σε ανθρώπινη εμπειρία και σε ανθρώπινη σκέψη, η οποία οδηγεί στην οικοδόμηση της Επιστήμης». Ο άλλος είναι η βαρύνουσα σημασία του για την επιστήμη και για την παραγωγή.

Μία ολοκληρωμένη πρόταση για τη διδασκαλία του φαινομένου πρέπει να συνδυάζει γεγονότα της άμεσης εργαστηριακής εμπειρίας και μεθοδική οικοδόμηση των θεωρητικών στοιχείων, ανάμεσα στα οποία πρωταγωνιστούν οι εικόνες των δυναμικών γραμμών. Η δυνατότητα του διδασκόμενου να εξοικειωθεί με τον αόρατο κόσμο των δυναμικών γραμμών μπορεί να ενθαρρυνθεί με τη βοήθεια ειδικών λογισμικών.

Φύλλο εργασίας 1

Στις ερωτήσεις 1-2, να βάλεις σε κύκλο το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

1. Αιτία του φαινομένου της επαγωγής είναι:

- A. Η μαγνητική ροή.
- B. Το επαγωγικό ρεύμα.
- Γ. Η μεταβολή της μαγνητικής ροής.
- Δ. Το επαγωγικό φορτίο.

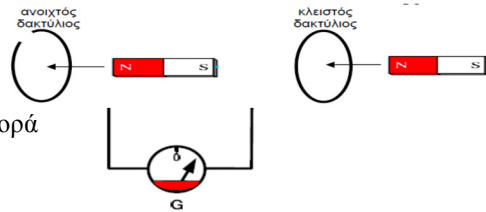
2. Το συνολικό φορτίο που μετακινείται σε κλειστό κύκλωμα λόγω του φαινομένου της επαγωγής, εξαρτάται από:

- A. Τη χρονική διάρκεια του φαινομένου.
- B. Το ρυθμό μεταβολής της μαγνητικής ροής.
- Γ. Την ένταση του ρεύματος στο κύκλωμα.
- Δ. Την ωμική αντίσταση που παρουσιάζει το κύκλωμα.

3. Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις με Σ αν είναι σωστές και Λ αν είναι λανθασμένες.

- A. Η ΗΕΔ από επαγωγή εμφανίζεται στα άκρα πηνίου σε κάθε περίπτωση που μεταβάλλεται η μαγνητική ροή, που διέρχεται από το πηνίο. (.....)
- B. Όσο πιο γρήγορα μεταβάλλεται η μαγνητική ροή που διέρχεται από ένα πηνίο, τόσο μεγαλύτερη είναι η ΗΕΔ από επαγωγή, σύμφωνα με το νόμο του Faraday. (.....)
- Γ. Ένα πηνίο διαρρέεται από επαγωγικό ρεύμα οποτεδήποτε μεταβάλλεται η μαγνητική ροή που διέρχεται μέσα από αυτό. (.....)
- Δ. Όταν ένας ραβδόμορφος μαγνήτης βρίσκεται ακίνητος στο εσωτερικό ενός πηνίου, η ΗΕΔ από επαγωγή στα άκρα του πηνίου είναι μέγιστη. (.....)

4. Ένας μαθητής κινεί ένα μαγνήτη, πρώτα προς έναν ανοιχτό και μετά προς έναν κλειστό μεταλλικό δακτύλιο.



α. i. Η κίνηση του μαγνήτη προκαλεί διαφορά δυναμικού, μόνο στο δακτύλιο Α, μόνο στο δακτύλιο Β ή και στους δύο;

ii. Σε ποιο φαινόμενο οφείλεται η εμφάνιση της διαφοράς δυναμικού;

β. Ποιος δακτύλιος θα διαρρέεται από ρεύμα;

3. Στο πηνίο του διπλανού σχήματος, το ρεύμα είναι συνεχές και σταθερό. Η ένδειξη του αμπερομέτρου είναι :

- A. Σταθερή (υπάρχει σταθερό ρεύμα στο δακτύλιο)
- B. Μηδενική (δεν υπάρχει ρεύμα στο δακτύλιο)
- Γ. Μεταβαλλόμενη (μεταβαλλόμενο ρεύμα στο δακτύλιο)

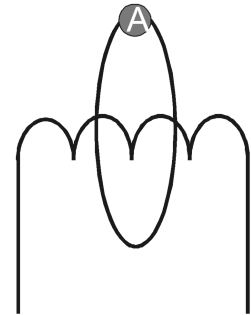
Κυκλώστε τη σωστή απάντηση.

Αν το ρεύμα στο πηνίο ήταν συνεχές αλλά μεταβλητής έντασης, ποια θα ήταν τότε η ένδειξη του αμπερομέτρου;

- A. B. Γ.

Κυκλώστε τη σωστή απάντηση.

Σε κάθε περίπτωση να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.



.....

.....

.....

.....

.....

.....

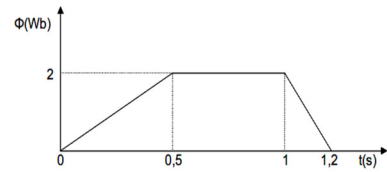
Εφαρμογή : Μέσα από πηνίο $N = 100$ σπειρών, που έχει ωμική αντίσταση $R = 10\Omega$, η μαγνητική ροή από κάθε σπείρα μεταβάλλεται όπως δείχνει το διάγραμμα του σχήματος.

Ζητούνται:

α. Η επαγωγική τάση που αναπτύσσεται στα άκρα του πηνίου τις χρονικές στιγμές $t_1 = 0,2s$, $t_2 = 0,8s$ και $t_3 = 1,1s$.

β. Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο τις χρονικές στιγμές t_1 , t_2 και t_3 .

γ. Το ηλεκτρικό φορτίο που διέρχεται από μια τομή του σύρματος για το χρονικό διάστημα από $0-0,5s$.



Φύλλο εργασίας 2

Στις ερωτήσεις 1,2 και 3, να βρείτε και να δικαιολογήσετε τις σωστές προτάσεις.

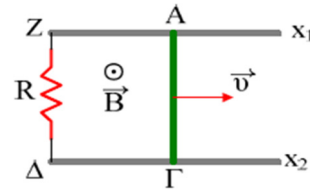
1. Ο αγωγός ΑΓ αντίστασης R_1 κινείται χωρίς τριβές πάνω στις αγωγίμες σιδηροτροχιές Zx_1 και Δx_2 σε περιοχή που επικρατεί ομογενές μαγνητικό πεδίο B , όπως στο σχήμα.

i) Δε χρειάζεται εξωτερική δύναμη για να κινείται ο αγωγός ΑΓ με σταθερή ταχύτητα.

ii) Είναι $E_{επ} = V_{ΑΓ}$.

iii) Η συμβατική φορά του ρεύματος στον αντιστάτη είναι από το Z στο Δ.

iv) Η συμβατική φορά του ρεύματος στον αγωγό είναι από το Α στο Γ.



2. Οι αγωγοί ΑΓ και ΔZ μπορούν να κινούνται σε επαφή με δύο οριζώντιους στύλους, μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο.

Ο αγωγός ΑΓ κινείται με ταχύτητα v , ενώ ο ΔZ είναι ακίνητος, όπως στο σχήμα. Σε μια στιγμή κλείνουμε το διακόπτη.

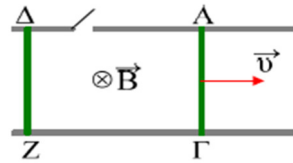
i) Στον ΑΓ αναπτύσσεται ΗΕΔ από επαγωγή, ανάλογη της ταχύτητας v .

ii) Αν δεν ασκούμε δύναμη στον ΑΓ, η ταχύτητά του θα μειωθεί.

iii) Ο ΔZ θα αποκτήσει επιτάχυνση προς τα δεξιά.

iv) Η αρχική επιτάχυνση του ΔZ είναι ανάλογη της ταχύτητας v του ΑΓ.

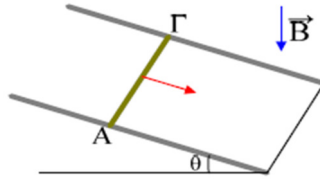
v) Αν θέλουμε να συνεχίσει ο ΑΓ να κινείται με σταθερή ταχύτητα, θα πρέπει να του ασκήσουμε σταθερή εξωτερική δύναμη, με φορά προς τα δεξιά.



3. Ο αγωγός ΑΓ αφήνεται να ολισθήσει σε επαφή με δύο αγωγούς που σχηματίζουν γωνία θ με τον ορίζοντα, τα κάτω άκρα των οποίων ενώνονται με ένα σύρμα.

i) Να βρείτε την πολικότητα της ΗΕΔ που αναπτύσσεται στον ΑΓ και να σχεδιάσετε τη φορά του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα.

ii) Να σχεδιάσετε την δύναμη Laplace που δέχεται ο αγωγός ΑΓ.



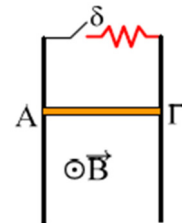
4) Ο αγωγός ΑΓ αφήνεται να κινηθεί κατακόρυφα, σε επαφή με δύο κατακόρυφους στύλους. Αν ο διακόπτης δ είναι ανοικτός, τότε ο ΑΓ φτάνει στο άκρο των στύλων με ταχύτητα 10m/s.

i) Διατηρείται η μηχανική ενέργεια κατά την πτώση του αγωγού;

ii) Αν κλείσουμε τον διακόπτη δ , τότε ο αγωγός θα φτάσει στην ίδια θέση με ταχύτητα

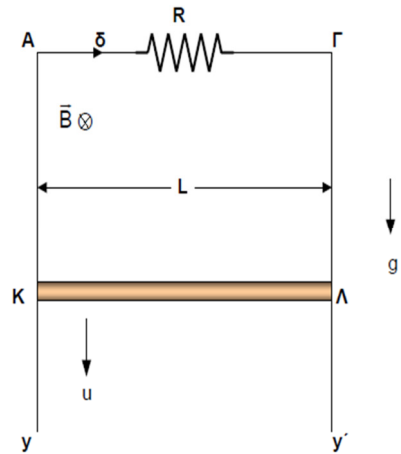
α) 6m/s, β) 10m/s, γ) 14m/s.

Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.



Εφαρμογή :

Η ευθύγραμμη μεταλλική ράβδος ΚΛ, του διπλανού σχήματος, έχει μήκος $L=1\text{m}$, μάζα $m=0,1\text{kg}$, αντίσταση $r=2\Omega$ και μπορεί να κινείται χωρίς τριβές, έχοντας τα άκρα της Κ και Λ σε συνεχή επαφή με δύο κατακόρυφα, παράλληλα σύρματα Αγ και Γγ' απεριόριστου μήκους, αμελητέας αντίστασης, με τα οποία διατηρείται συνεχώς κάθετη. Οι αγωγοί Αγ και Γγ' ενώνονται με αγωγό ΑΓ αμελητέας αντίστασης, που περιέχει διακόπτη δ και αντίσταση $R=1\Omega$. Η όλη διάταξη βρίσκεται εντός ομογενούς μαγνητικού πεδίου $B=1\text{T}$, οριζόντιας διεύθυνσης, κάθετης στο επίπεδο που ορίζουν τα κατακόρυφα σύρματα. Τη χρονική στιγμή $t=0$ κλείνει ο διακόπτης δ και η ράβδος αφήνεται να κινηθεί.



Α. Να δείξετε ότι η ράβδος αποκτά σταθερή οριακή ταχύτητα και να υπολογιστεί.

Β. Αν η ράβδος διανύσει $h=4\text{m}$ μέχρι να αποκτήσει οριακή ταχύτητα, να βρεθεί η παραγόμενη θερμότητα.

Γ. Να βρεθεί η παραγόμενη θερμότητα σε χρόνο $\Delta t=1\text{s}$, αφού η ράβδος έχει αποκτήσει την οριακή ταχύτητα.

Δ. Να υπολογιστεί το φορτίο που περνά από μια διατομή της ράβδου, από τη στιγμή που αφέθηκε, μέχρι τη στιγμή που απόκτησε την οριακή ταχύτητα.

Ε. Να βρεθούν οι ρυθμοί μεταβολής της βαρυτικής δυναμικής ενέργειας και της κινητικής ενέργειας της ράβδου τη στιγμή που αποκτά την οριακή ταχύτητα.

ΣΤ. Να βρεθεί ο ρυθμός παραγωγής θερμότητας στη ράβδο τη στιγμή που κινείται με το 50% της οριακής ταχύτητας.

Δίνονται: $g=10\text{m/s}^2$.