

ΕΝΟΤΗΤΑ 2 ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ

ΕΝΟΤΗΤΑ 2

Σχέδιο διδασκαλίας
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ
Κεφάλαιο 5 Ταλαντώσεις Σελίδες 142-160 (2 Διδακτικές ώρες) <ul style="list-style-type: none">• Περιοδική κίνηση και ταλάντωση• Μεγέθη που χαρακτηρίζουν μια ταλάντωση• Το απλό εκκρεμές
Κεφάλαιο 6 Μηχανικά κύματα Σελίδες 161-173 (2 διδακτικές ώρες) <ul style="list-style-type: none">• Μηχανικά κύματα• Χαρακτηριστικά μεγέθη του κύματος• Ήχος• Υποκειμενικά χαρακτηριστικά του ήχου

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

<http://www.cpsurf.cpom/sound-light>

<http://www.utopia.knoware.nl/users/eduhml/lveKlaas/index-eng.html>

<http://www.spin.gr/applets/pendulum/>

Ταλαντώσεις

4 Διδακτικές ώρες	
ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ - ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ	ΔΙΔΑΚΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ
<p>Μ.Ε Σύστημα ελατήριο- σώμα</p> <p>Μ.Ε. Απλό εκκρεμές</p> <p>Ε.Α. Μελέτη των νόμων του απλού εκκρεμούς</p>	
<p>Μ.Ε Το φίδι 1</p> <p>Μ.Ε Το φίδι 2</p> <p>Ε.Α. Μηχανικά Κύματα</p> <p>Π.Ε. Δημιουργία μηχανικών κυμάτων</p> <p>Μ.Ε. Το φίδι 3, Τ κύμα έχει ταχύτητα</p> <p>Μ.Ε. Παραγωγή ήχου</p> <p>Π.Ε. Παραγωγή απλών ήχων</p> <p>Μ.Ε. Μεταφορά ενέργειας</p>	<p>Δ (02-01): Κύματα</p> <p>Δ (02-01): Δημιουργία κυμάτων</p> <p>Δ (02-01): Διάδοση ήχου</p>

Γενική διάρθρωση του κεφαλαίου

Σε αυτό το κεφάλαιο μελετώνται οι βασικές έννοιες: Ταλάντωση, μηχανικό κύμα και τρόποι διάδοσης του, ήχος και τα υποκειμενικά χαρακτηριστικά του ύψος, ακουστότητα και χροιά.

Αρχικά ορίζεται η περιοδική κίνηση. Η ταλάντωση ορίζεται ως η περιοδική κίνηση μεταξύ δύο ακραίων θέσεων γύρω από μια θέση ισορροπίας. Εισάγονται τα χαρακτηριστικά φυσικά μεγέθη για τη μελέτη μιας ταλάντωσης, η περίοδος, η συχνότητα η απομάκρυνση και το πλάτος φέρνοντας σαν παραδείγματα ταλάντωσης τη κούνια και το εκκρεμές του ωρολογιού. Τέλος μελετάμε τις ενεργειακές μεταβολές που παρατηρούνται κατά την χρονική διάρκεια μιας περιόδου στην ταλάντωση.

Προκειμένου να μελετήσουν οι μαθητές τη ταλάντωση χρησιμοποιούμε την κίνηση του απλού εκκρεμούς. Εξετάζονται οι παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η περίοδος και προκύπτει η καταλληλότητα του για τη μέτρηση του χρόνου. Μελετώνται οι ενεργειακές μεταβολές κατά την διάρκεια μιας περιόδου στη κίνηση του εκκρεμούς και συνδέεται η ενέργεια με το πλάτος της ταλάντωσης.

Τα μηχανικά κύματα ορίζονται σαν μηχανισμός μεταφοράς μιας διαταραχής. Τονίζεται η μεταφορά ενέργειας και όχι μάζας κατά τη διάδοση της διαταραχής. Ορίζονται τα εγκάρσια, διαμήκη και τα κύματα επιφανείας και ερμηνεύεται μικροσκοπικά η διάδοση του κύματος. Μελετώνται ποιοτικά τα χαρακτηριστικά των μηχανικών κυμάτων με τη βοήθεια της λεκάνης κυματισμών και του ελατηρίου κυματισμών (Slinky) με πειράματα επίδειξης, σε μικρά εργαστήρια ή με τις εργαστηριακές ασκήσεις 11 και 12.

Ο ήχος ορίζεται σαν διάμηκες κύμα που διαδίδεται στον αέρα και δεν διαδίδεται στο κενό.

Ερμηνεύεται μικροσκοπικά ο τρόπος διάδοσης του ήχου. Ορίζονται τα υποκειμενικά χαρακτηριστικά του ήχου, ύψος, ακουστότητα και χροιά και συνδέονται με τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά μεγέθη του κύματος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. R. Driver, A. Squires, P. Rushworth, V. Wood-Robinson, "Οικοδομώντας τις έννοιες των φυσικών επιστημών- Μια παγκόσμια σύνοψη των ιδεών των μαθητών", Εκδόσεις Τυπωθήτω, Γιώργος Δάρδανος, Αθήνα 1998.

Εισαγωγή του μαθητή στην ταλάντωση



Η εισαγωγή στις ταλαντώσεις γίνεται με παραδείγματα περιοδικών κινήσεων που εμπίπτουν στην εμπειρία των μαθητών. Εισάγουμε την περιοδική κίνηση σαν την κίνηση του γιο-γιο, της κούνιας και γίνεται αναφορά στην κίνηση της Γης γύρω από τον Ήλιο. Τονίζοντας τη βασική διαφορά μεταξύ κυκλικών κινήσεων και της κίνησης του γιο-γιο ορίζουμε την ταλάντωση, σαν περιοδική κίνηση μεταξύ δύο ακραίων θέσεων γύρω από μια θέση ισορροπίας.

Προκειμένου να μελετήσουν οι μαθητές την ταλάντωση, μελετάμε την κίνηση του απλού εκκρεμούς. Εξετάζονται οι παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η περίοδος και προκύπτει η καταλληλότητά του για τη μέτρηση του χρόνου. Μελετώνται οι ενεργειακές μεταβολές κατά την διάρκεια μιας περιόδου στην κίνηση του εκκρεμούς και συνδέεται η ενέργεια με το πλάτος της ταλάντωσης.

& 5.1, 5.2 Περιοδική κίνηση, Μεγέθη που χαρακτηρίζουν μια ταλάντωση, Απλό εκκρεμές

Στόχοι

Ο μαθητής να αποκτήσει τη δυνατότητα:

- Να αναγνωρίζει τις περιοδικές κινήσεις.
- Να διακρίνει την ταλάντωση από άλλες περιοδικές κινήσεις.
- Να ορίζει τις έννοιες της περιόδου, της συχνότητας και του πλάτους σε μια ταλάντωση.

- Να εξοικειωθεί με τις παραπάνω έννοιες μέσα από τη μελέτη του απλού εκκρεμούς.
- Να περιγράφει τη διαδικασία της μετατροπής και της διατήρησης της ενέργειας σε μια ταλάντωση.

Διδασκαλία μερικών ενοτήτων

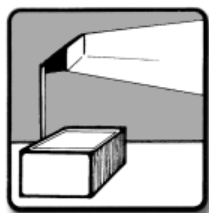
& 5.1



Ταλάντωση
ελατηρίου



Σύστημα ελατηρίου -
Σώμα



Ταλάντωση
και ενέργεια

Στην παράγραφο 5.1 οικοδομούμε τα φυσικά μεγέθη της περιόδου, της συχνότητας, της απομάκρυνσης και του πλάτους της ταλάντωσης. Η οικοδόμηση αυτών των εννοιών μπορεί να γίνει στη τάξη, με την ένταξη στη διδασκαλία πειραμάτων επίδειξης με το νήμα της στάθμης ή με την ταλάντωση του ελατηρίου (ΜΣ 250.0). Πρέπει να οριστεί με ακρίβεια και μέσω παραδειγμάτων, ο όρος «πλήρης αιώρηση».

Τονίστε στους μαθητές ότι για την ταλάντωση όπως και για τις ευθύγραμμες κινήσεις, που έχουν μελετηθεί σε προηγούμενα κεφάλαια, η αιτία είναι κοινή: η εξάσκηση μιας δύναμης, που έχει τις κατάλληλες ιδιότητες.

Με τη βοήθεια του νήματος της στάθμης μπορούμε να μελετήσουμε τις ενεργειακές μεταβολές κατά την περίοδο μιας ταλάντωσης.

Δεν χρειάζεται να αναφερθούμε στη αρμονική ταλάντωση. Υπάρχει αναφορά σε ένθετο «κατάδυση στη Φυσική». Αυτό που μπορούμε να κάνουμε είναι να γενικεύσουμε τις έννοιες της περιόδου και της συχνότητας για όλες τις περιοδικές κινήσεις. Ακόμα πραγματοποιώντας το μικρό εργαστήριο, μπορούμε να μιλήσουμε για φθίνουσες ταλαντώσεις και τη διατήρηση της ενέργειας σε αυτές. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε την εικόνα του βιβλίου ή σχετική

διαφάνεια για να κατανοήσουν οι μαθητές τη διατήρηση της ενέργειας στην αρμονική ταλάντωση. Στα «δείτε και αυτό» γίνεται αναφορά στη σταθερότητα της περιόδου και στις φθίνουσες ταλαντώσεις που αποτελεί το βασικό στοιχείο για την κατασκευή των πρώτων ρολογιών.

& 5.2



Απλό εκκρεμές

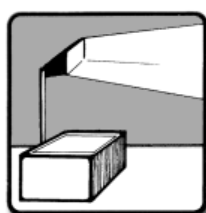


Απλό εκκρεμές

Στην παράγραφο 5.2 μελετάμε το απλό εκκρεμές. Προτείνουμε η μελέτη να γίνει με την διεξαγωγή της αντίστοιχης εργαστηριακής άσκησης. Η εργαστηριακή άσκηση κρίνεται αναγκαίο να γίνει με τη μορφή του μετωπικού εργαστηρίου. Αν δεν υπάρχουν οκτώ πειραματικές διατάξεις, είναι μικρό το κόστος τους, και μπορούν να αγοραστούν ή να κατασκευαστούν από τους μαθητές. Η άσκηση αυτή βοηθά στην ανάπτυξη της αναλογικής σκέψης των μαθητών για όλες τις φυσικές μεταβολές. Βασιζόμενοι στα αποτελέσματα της εργαστηριακής άσκησης να δώσετε έμφαση στην αξιοποίηση της ανεξαρτησίας της περιόδου από το πλάτος της ταλάντωσης, για την κατασκευή των πρώτων ρολογιών.

Τέλος, το μικρό εργαστήριο έχει σαν στόχο να διαπιστώσουν η μαθητές ότι μπορούμε να ανάγουμε τη μέτρηση του χρόνου στη μέτρηση του μήκους του εκκρεμούς και τον αριθμό των αιωρήσεών του.

Εισαγωγή των μαθητών στα μηχανικά κύματα



Η εισαγωγή των μαθητών στα μηχανικά κύματα, γίνεται με συζήτηση για τα κύματα της θάλασσας, πως δημιουργούνται, πως τα εκμεταλλεύονται οι αθλητές του σερφινγκ χωρίς πανί καθώς και με μια προσπάθεια για συσχέτιση των θαλασσίων κυμάτων με τα ηχητικά και σεισμικά κύματα καθώς και το φως.

& 6.1, 6.2 Μηχανικά κύματα, χαρακτηριστικά μεγέθη του κύματος

Στόχοι

- Να κατανοήσουν οι μαθητές ότι με το κύμα διαδίδεται ενέργεια.
- Να διακρίνουν τους δυο βασικούς τύπους κυμάτων.
- Να γνωρίσουν τα βασικά χαρακτηριστικά των κυμάτων.
- Να μάθουν το θεμελιώδη νόμο της κυματικής και να μπορούν να τον εφαρμόσουν σε απλές περιπτώσεις.

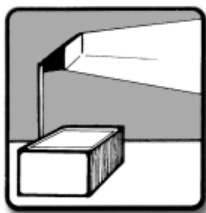


ΠΕ δημιουργία διαφόρων τύπων κυμάτων



Τα ελατήρια κυματισμών TA.020 (Slinky) και η λεκάνη κυματισμών TA.085, είναι ο ιδανικότερος τρόπος παρουσίασης των κυμάτων, μέσω πειραμάτων επίδειξης, καθώς και κατανόησης των χαρακτηριστικών φυσικών μεγεθών τους. Τα μηχανικά διαμήκη και εγκάρσια κύματα επιδεικνύονται με τη

χρήση των ελατηρίων κυματισμών (Slinky). Τα επιφανειακά κύματα, με τη χρήση της λεκάνης κυματισμών. Η δημιουργία των κυμάτων επιτυγχάνεται ή με τον ηλεκτρικό κινητήρα της διάταξης ή με τις σταγόνες, που πέφτουν από μια προχοειδα. Καλό είναι οι μαθητές να προσπαθήσουν να μετρήσουν το μήκος κύματος των κυμάτων με τη βοήθεια του χειροκίνητου στροβοσκοπίου της συσκευής ή ακόμα καλύτερα και ευκολότερα με ένα ηλεκτρονικό στροβοσκόπιο.



εικ. 6.5, 6.7

Να δοθεί έμφαση: α) Στη μικροσκοπική ερμηνεία διάδοσης των κυμάτων. β) Το κύμα όταν ταξιδεύει μεταφέρει ενέργεια από την πηγή. γ) Δεν συμβαίνει μεταφορά υλικών σωματιδίων του μέσου διάδοσης κατά τη διέλευση του κύματος απ' αυτό.



Μηχανικά κύματα

Στη σχετική εργαστηριακή άσκηση οι μαθητές, με τη βοήθεια των ελατηρίων κυματισμού, μελετούν τα χαρακτηριστικά μεγέθη των μηχανικών κυμάτων, καθώς και τους τρόπους διάδοσης τους. Παρατηρούν τα εγκάρσια και διαμήκη κύματα στο ελατήριο, την επίδραση του μήκους του ελατηρίου στην ταχύτητα διάδοσης, μετρούν τη συχνότητα, την περίοδο και το μήκος κύματος. Διαπιστώνουν ότι με τα κύματα δεν μεταφέρεται μάζα αλλά ενέργεια. Μελετούν την επίδραση του πλάτους στη συχνότητα και το μήκος κύματος κλπ. Η δυσκολία στη διεξαγωγή της εργαστηριακής άσκησης εντοπίζεται κυρίως στην προσπάθεια επιβολής συνθηκών ταυτόχρονης λειτουργίας πολλών ομάδων με τα ελατήρια. Αν αυτό μπορεί να επιτευχθεί προτείνουμε η διδασκαλία των δύο ενοτήτων να γίνει μέσα από την διεξαγωγή της εργαστηριακής άσκησης.



κύματα

Στην «κατάδυση στη Φυσική» οι μαθητές θα βρουν πληροφορίες για τα υλικά και ηλεκτρομαγνητικά κύματα, καθώς και για την ανάκλαση και διάθλαση των κυμάτων. Τα δυο αυτά κυματικά φαινόμενα είναι εύκολο να επιδειχθούν με τη λεκάνη κυματισμών. Μπορείτε να κάνετε με αυτό τον τρόπο αναφορά και στην κυματική συμπεριφορά του φωτός.

& 6.3, 6.4 Ήχος και υποκειμενικά χαρακτηριστικά του ήχου

Στόχοι

- Να κατανοήσει ο μαθητής το μηχανισμό παραγωγής και διάδοσης των ηχητικών κυμάτων.
- Να γνωρίσει τα υποκειμενικά χαρακτηριστικά του ήχου.

& 6.3

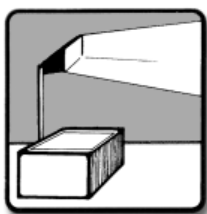


Παραγωγή ήχου



Ξεκινήστε τη διδασκαλία με το μικρό εργαστήριο “παραγωγή ήχου” για να συνδέσετε τη ταλάντωση του χάρακα με την παραγωγή του ήχου. Συνδέστε τη μεταφορά του ήχου μέσω των μορίων του αέρα μέχρι το αυτί μας, (αισθητήριο ακοής) με τη μεταφορά μέσω των μορίων του αρώματος των λουλουδιών στο αισθητήριο της οσμής (μύτη).

Συνδέστε το αίσθημα της ακοής με τη λειτουργία του εγκεφάλου.



Διάδοση του ήχου



Μεταφορά ενέργειας

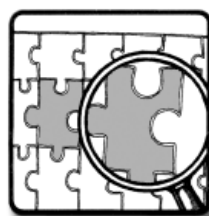
Με τη χρήση της σχετικής διαφάνειας εξηγήστε μικροσκοπικά το μηχανισμό διάδοσης των ηχητικών κυμάτων στον αέρα. Για την αύξηση της ταχύτητας του ήχου στα στερεά αναφέρθηκε στο παράδειγμα του τρόπου με τον οποίο οι Ινδιάνοι αντιλαμβάνονταν την προσέγγιση του τρένου. Το μικρό εργαστήριο, “Μεταφορά ενέργειας” έχει τον παραπάνω στόχο.



Ο ήχος δεν διαδίδεται στο κενό

Για τη μη διάδοση του ήχου στο κενό μπορείτε να επιδείξετε το πείραμα με το ηλεκτρικό κουδούνι μέσα στο γυάλινο κώδωνα, απ' όπου αφαιρείται ο αέρας με μια αντλία κενού.

& 6.3



ΠΕ Παραγωγή απλών ήχων

Υπενθυμίστε στους μαθητές τον μηχανισμό της ακοής.

Σε αυτή την ενότητα θα εισάγουμε τα υποκειμενικά χαρακτηριστικά του ήχου. Κύριος στόχος είναι οι μαθητές να μπορέσουν να αντιληφθούν τη σχέση των υποκειμενικών χαρακτηριστικών με τη συχνότητα του κύματος, την ενέργεια του κύματος και το είδος της ηχητικής πηγής.

Για τη σχέση (επίδραση) της συχνότητας στο ύψος του ήχου μπορείτε να χρησιμοποιήσετε την σειρήνα ή τον τροχό του Savart (TA.055.0). Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε και τον παλμογράφο, ώστε ταυτόχρονα οι μαθητές να διαπιστώνουν τη σχέση συχνότητας (αντικειμενικό χαρακτηριστικό) και ύψους (υποκειμενικό χαρακτηριστικό). Για την ακουστότητα και τη χροιά είναι καλό να τους φέρουμε να ακούσουν την ίδια νότα από δύο ή περισσότερα διαφορετικά μουσικά όργανα.

Τα δύο μικρά εργαστήρια θα βοηθήσουν τους μαθητές να αντιληφθούν το ρόλο της πηγής στην παραγωγή του ήχου, καθώς και στον τρόπο με τον οποίο διαδίδεται το ηχητικό κύμα.



Εναλλακτικές απόψεις των μαθητών για τον ήχο

Παραγωγή του ήχου: Πολλοί μαθητές αυτής της ηλικίας δεν συνδέουν αποκλειστικά τις δονήσεις της πηγής του ήχου με την παραγωγή του αλλά θεωρούν ότι η παραγωγή συνδέεται με ορισμένα φυσικά χαρακτηριστικά της πηγής. Πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι τα παιδιά αυτής της ηλικίας δεν έχουν διαμορφώσει μια ενιαία άποψη για την παραγωγή του ήχου και σχετικά μικρό ποσοστό (40%) αναφέρουν στη διαδικασία παραγωγής του ήχου την εμπλοκή του αέρα.

Διάδοση του ήχου: Οι αντιλήψεις των μαθητών μπορούν να ταξινομηθούν σε δυο κατηγορίες:

α) Μικροσκοπικού χαρακτήρα: Ο ήχος αντιμετωπίζεται ως οντότητα που μεταφέρεται από το ένα μόριο στο άλλο

β) Μακροσκοπικού χαρακτήρα: Ο ήχος είναι μια ουσία που ταξιδεύει – ρέει μέσω του αέρα.

Ακοή: Οι περισσότεροι μαθητές των τελευταίων τάξεων του γυμνασίου συνδέουν την ακοή με το μηχανισμό διάδοσης του ήχου στον αέρα και τις δονήσεις του τυμπάνου και ελάχιστοι αναφέρονται στο ρόλο του εγκεφάλου.

Χαρακτηριστικά του ήχου: Οι μαθητές συγχέουν την ταχύτητα διάδοσης του ήχου με το πλάτος των δονήσεων, μεγαλύτερο πλάτος θεωρούν ότι αντιστοιχεί σε μικρότερη ταχύτητα και κατά συνέπεια εμφανίζονται δυσκολίες στη συζήτηση για το ύψος και την ένταση του ήχου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 3

ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

ΕΝΟΤΗΤΑ 3

Προγραμματισμός	
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	
Κεφάλαιο 7	Το ηλεκτρικό ρεύμα Σελίδες 175-207 (7 Διδακτικές ώρες) <ul style="list-style-type: none">• Κίνηση φορτισμένου σωματιδίου σε ηλεκτρικό πεδίο – Η έννοια της διαφοράς δυναμικού• Το ηλεκτρικό ρεύμα • Ο νόμος του Ohm - Αντίσταση
Κεφάλαιο 8	Το ηλεκτρικό ρεύμα μεταφέρει ενέργεια Σελίδες 208-218 (6 Διδακτικές ώρες) <ul style="list-style-type: none">• Ο νόμος του Joule • Εφαρμογές του φαινομένου Joule
Κεφάλαιο 9	Ο νόμος του Laplace Σελίδες 219-230 (3 Διδακτικές ώρες) <ul style="list-style-type: none">• Εισαγωγή• Δύναμη Laplace

Ηλεκτρομαγνητισμός

Διδακτικές ώρες	
ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ - ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ	ΔΙΔΑΚΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ
<p>Π.Ε. Κίνηση φορτισμένου σωματιδίου σε ηλ. πεδίο</p> <p>Μ.Ε. Κύκλωμα με μπαταρία και λαμπάκι</p> <p>Μέτρηση της διαφοράς δυναμικού και της έντασης του ηλ. ρεύματος</p> <p>Ε.Α. Νόμος του Ohm</p> <p>Π.Ε. Σύνδεση αντιστατών</p>	<p>Εργαστηριακός εξοπλισμός για τη συναρμολόγηση των σχετικών πειραματικών διατάξεων</p> <p>Διαφάνειες</p>
<p>Π.Ε. Πειραματικός έλεγχος του νόμου του Joule</p> <p>Π.Ε. Κύκλωμα που περιλαμβάνει ηλ. πηγή και αποδέκτη</p>	<p>Εργαστηριακός εξοπλισμός για τη συναρμολόγηση των σχετικών διατάξεων</p>
<p>Π.Ε. Πείραμα του Oersted</p> <p>Π.Ε. Δράση δυνάμεων Laplace σε αγωγό μέσα σε μαγνητικό πεδίο</p>	<p>Κατάλληλος εργαστηριακός εξοπλισμός</p> <p>Διαφάνειες</p>

Προγραμματισμός	
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	
Κεφάλαιο 10	Το φαινόμενο της επαγωγής και το εναλλασσόμενο ρεύμα Σελίδες 231-251 (6 Διδακτικές ώρες)
	<ul style="list-style-type: none"> • Ηλεκτρομαγνητική επαγωγή • Το εναλλασσόμενο ρεύμα
Κεφάλαιο 11	Γεννήτριες και κινητήρες Σελίδες 252-257 (2 Διδακτικές ώρες)
	<ul style="list-style-type: none"> • Ηλεκτροκινητήρες • Γεννήτριες
Κεφάλαιο 12	Παραγωγή και μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας Σελίδες 258-262 (4 Διδακτικές ώρες)
	<ul style="list-style-type: none"> • Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας • Μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

1. Οι ιδέες των παιδιών στις Φυσικές Επιστήμες, Ένωση Ελλήνων Φυσικών, “Τροχαλία”.
2. Οικοδομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών, R. Driver, Διδακτική των Φυσικών Επιστημών.
3. Slater and Frank Electromagnetism Dover.
4. Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, Ζαβλανού, “Ίων”.
5. Η δομή των Επιστημονικών Επαναστάσεων, Zded Chicago Press 1970.
6. How to solve it, Polya, “Princeton”.
7. Φυσική PSSC.
8. Αντίληψη, Θεωρία και Δέσμευση, H. Brown, Παν. Εκδ. Κρήτης.

Διδακτικές ώρες	
ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ - ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ	ΔΙΔΑΚΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ
<p>Π.Ε. ή Ε.Α. Τρία πειράματα για την επίδειξη του φαινομένου της η/μ επαγωγής</p> <p>Π.Ε. ή Ε.Α. Μελέτη του εναλασσόμενου ρεύματος με τη βοήθεια παλμογράφου</p>	<p>Εργαστηριακός εξοπλισμός</p> <p>Διαφάνειες</p>
<p>Π.Ε. Επίδειξη της λειτουργίας κινητήρα και γεννήτριας εργαστηρίου</p>	<p>Εργαστηριακός εξοπλισμός</p> <p>Διαφάνειες</p>
	<p>Διαφάνειες</p> <p>Σχηματικές αναπαραστάσεις</p>

Γενική διάρθρωση της ενότητας

Στο κεφάλαιο του Ηλεκτρομαγνητισμού περιγράφονται και μελετώνται φαινόμενα που σχετίζονται με τη διέλευση ηλεκτρικού ρεύματος από μεταλλικούς αγωγούς. Στα κεφάλαια 7 και 8 εισάγονται τα βασικά μεγέθη και διερευνώνται τα ενεργειακά αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος. Στα 9 και 10 αναλύονται τα φαινόμενα της αλληλεπίδρασης ρευματοφόρων αγωγών με μαγνητικά πεδία, το φαινόμενο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής και τα βασικά χαρακτηριστικά του εναλλασσόμενου ρεύματος. Στα κεφάλαια 11 και 12 περιγράφονται μερικές από τις πλέον σημαντικές εφαρμογές του Ηλεκτρομαγνητισμού στο σύγχρονο πολιτισμό.

Κάθε ενότητα δομείται σύμφωνα με τη βασική φιλοσοφία που διατρέχει ολόκληρο το διδακτικό πακέτο

Η διάρθρωση των κεφαλαίων του Ηλεκτρομαγνητισμού έχει γίνει με τον ακόλουθο τρόπο:

Κεφάλαιο 7

- Γίνεται μια σύντομη ανασκόπηση της έννοιας του φορτίου και του ηλεκτρικού πεδίου. Υπενθυμίζονται οι ιδιότητες του φορτίου και η σχέση φορτίου – πεδίου. Χρησιμοποιείται πείραμα επίδειξης για ναδειχθεί η κίνηση φορτισμένου σωματιδίου μέσα σε ηλεκτρικό πεδίο. Γίνεται ενεργειακή μελέτη του φαινομένου με στόχο την εισαγωγή της έννοιας της διαφοράς δυναμικού ως μεγέθους που: (α) σχετίζεται με τη μεταβολή της δυναμικής και της κινητικής ενέργειας του φορτισμένου σωματιδίου και (β) είναι η αιτία της κίνησης φορτισμένων σωματιδίων που βρίσκονται μέσα σε ηλεκτρικό πεδίο.
- Εισάγεται η έννοια του ηλεκτρικού ρεύματος και ταξινομούνται τα φαινόμενα που προκαλεί. Γίνεται συζήτηση της σχέσης μεταξύ ηλεκτρικής τάσης - ηλεκτρικού ρεύματος και διατυπώνεται ο αιτιακός της χαρακτήρας. Ορίζεται η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος και συνδέεται με την ενέργεια που μεταφέρεται απ' αυτό.
- Διατυπώνεται ο νόμος του Ohm, ως φαινομενολογικός νόμος, που προκύπτει από συγκεκριμένη πειραματική διαδικασία (πείραμα επίδειξης ή εργαστηριακή άσκηση). Εξηγείται με χρήση του μικροσκοπικού μοντέλου η προέλευση της αντίστασης των μεταλλικών αγωγών. Περιγράφονται τα πειράματα που οδήγησαν στη διατύπωση της σχέσης που συνδέει την αντίσταση αγωγού με

τη θερμοκρασία, το μήκος, το εμβαδόν της διατομής του και το είδος του υλικού του. Περιγράφεται ο ροοστάτης, εξηγείται η λειτουργία του και γιατί χρησιμοποιείται. Εισάγεται η έννοια της ισοδύναμης αντίστασης μια συνδεσμολογίας αντιστατών. Μελετώνται η παράλληλη και η σε σειρά σύνδεση δύο αντιστατών.

Κεφάλαιο 8

- Περιγράφεται το φαινόμενο Joule και διατυπώνεται ο νόμος του Joule, ως φαινομενολογικός νόμος, που προκύπτει από συγκεκριμένη πειραματική διαδικασία (πείραμα επίδειξης). Το φαινόμενο Joule ερμηνεύεται με τη χρήση απλού μικροσκοπικού μοντέλου. Περιγράφονται συσκευές καθημερινής χρήσης, που λειτουργούν με βάση το φαινόμενο Joule και εξηγείται ο τρόπος λειτουργίας τους.
- Συζητείται το θέμα της μετατροπής της ηλεκτρικής ενέργειας σε ενέργεια άλλης μορφής από τις ηλεκτρικές συσκευές. Προσδιορίζονται οι συνθήκες κάτω από τις οποίες συμβαίνει αυτό και υπολογίζεται η ποσότητα της ηλεκτρικής ενέργειας που μετατρέπεται σε ενέργεια άλλων μορφών κατά τη λειτουργία μιας ηλεκτρικής συσκευής. Εισάγεται η έννοια της ισχύος μιας μηχανής.

Κεφάλαιο 9

- Γίνεται αναφορά στα μαγνητικά αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος, με περιγραφή και επίδειξη του πειράματος του Oersted. Διαπιστώνεται η ανάπτυξη μαγνητικών αλληλεπιδράσεων μεταξύ μαγνητών και ρευματοφόρων αγωγών. Ξεκινώντας από αυτή τη διαπίστωση, διατυπώνεται πρόβλεψη της ανάπτυξης μαγνητικής δύναμης σε ρευματοφόρο αγωγό που βρίσκεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο. Περιγράφεται πείραμα επίδειξης, από το οποίο προκύπτουν τα χαρακτηριστικά και οι ιδιότητες της μαγνητικής δύναμης (Laplace) που ασκείται σε ευθύγραμμο, ρευματοφόρο αγωγό από ομοιογενές μαγνητικό πεδίο.

Κεφάλαιο 10

- Με κέντρο το πείραμα του Oersted, αναπτύσσεται ένας προβληματισμός για τη σχέση μεταξύ ηλεκτρικών και μαγνητικών φαινομένων. Εκτίθεται ο τρόπος σκέψης του Faraday Περιγράφονται και αναλύονται μερικά πειράματα (επίδειξη ή εργαστηριακή δραστηριότητα των μαθητών), από τα οποία προκύπτει ο τρόπος παραγωγής επαγωγικής τάσης και επαγωγικού ρεύματος. Με βάση

τα πειραματικά δεδομένα συνάγονται οι πιο σημαντικές ιδιότητες της επαγωγικής τάσης και του επαγωγικού ρεύματος.

- Περιγράφονται πειράματα (επίδειξης) παραγωγής εναλλασσόμενου ρεύματος, στα οποία διαπιστώνεται η περιοδική μεταβολή της φοράς του. Γίνεται μελέτη της κυματομορφής μιας εναλλασσόμενης τάσης με τη χρήση του παλμογράφου. Μέσω αυτής εισάγονται τα μεγέθη που προσδιορίζουν μια εναλλασσόμενη τάση. Συζητούνται τα θερμικά φαινόμενα που προκαλεί το εναλλασσόμενο ρεύμα, όταν διαρρέει έναν αντιστάτη και εισάγονται οι έννοιες της ενεργού έντασης και ενεργού τάσης. Γίνεται μια συγκριτική μελέτη των θερμικών, των ηλεκτρομαγνητικών και των χημικών φαινομένων που προκαλούνται από το εναλλασσόμενο και από το συνεχές ρεύμα.

Κεφάλαιο 11

- Περιγράφεται ο τρόπος κατασκευής, η αρχή λειτουργίας, και η χρήση των ηλεκτρικών κινητήρων και των γεννητριών. Καθώς και οι μετατροπές της ενέργειας κατά τη λειτουργία τους.

Κεφάλαιο 12

- Περιγράφεται ο σύγχρονος ο τρόπος παραγωγής, μεταφοράς και κατανομής της ηλεκτρικής ενέργειας. Συζητείται κάτω από ποιες προϋποθέσεις μπορούμε να ελαχιστοποιήσουμε τις θερμικές απώλειες στις γραμμές μεταφοράς.

Το ηλεκτρικό ρεύμα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

(7 διδακτικές ώρες)

Διδακτικοί στόχοι

Ο μαθητής να αποκτήσει τις ακόλουθες ικανότητες:

- α) Σχετίζει, με σχέση αιτίου – αποτελέσματος, την έννοια της ηλεκτρικής τάσης με την κίνηση φορτισμένου σωματιδίου μεταξύ δύο σημείων ενός ηλεκτρικού πεδίου. Ορίζει την ηλεκτρική τάση μεταξύ δύο σημείων ηλεκτρικού πεδίου ως τη μεταβολή της δυναμικής ενέργειας μιας μονάδας ηλεκτρικού φορτίου, που κινείται από το ένα σημείο στο άλλο. Μετράει με τη βοήθεια βολτομέτρου, την ηλεκτρική τάση στους πόλους μιας ηλεκτρικής συσκευής. Εφαρμόζει τον ορισμό της ηλεκτρικής τάσης για να υπολογίζει πόσο μεταβάλλεται η δυναμική ενέργεια φορτισμένων σωματιδίων, που κινούνται από τον ένα πόλο μιας ηλεκτρικής πηγής σταθερής τάσης, στον άλλο.
- β) Ορίζει το ηλεκτρικό ρεύμα ως προσανατολισμένη κίνηση φορτισμένων σωματιδίων κατά μήκος ενός αγωγού. Προσδιορίζει ως αιτία της διέλευσης του ηλεκτρικού ρεύματος από μια ηλεκτρική συσκευή την ηλεκτρική τάση που εφαρμόζεται στα άκρα της. Περιγράφει ένα σύνολο συγκεκριμένων και διαφορετικών μεταξύ τους, φαινομένων που έχουν κοινή αιτία το ηλεκτρικό ρεύμα.
- γ) Συνδυάζει τη σχέση ηλεκτρικού ρεύματος – τάσης και τάσης – ηλεκτρικής ενέργειας και συμπεραίνει ότι το ηλεκτρικό ρεύμα μεταφέρει ενέργεια. Ορίζει την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος και τη συνδέει με την ενέργεια που μεταφέρεται απ' αυτό. Μετράει την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει μια συσκευή με ένα αμπερόμετρο.
- δ) Σχεδιάζει πειραματική διάταξη για την επιβεβαίωση του νόμου του Ohm. Διατυπώνει λεκτικά και με μαθηματικό συμβολισμό το νόμο του Ohm. Σχεδιάζει τη γραφική παράσταση έντασης – τάσης, για συγκεκριμένους αντιστάτες. Εφαρμόζει το νόμο του Ohm στην επίλυση προβλημάτων.
- ε) Χρησιμοποιεί απλό μικροσκοπικό μοντέλο για να ερμηνεύσει την προέλευση της αντίστασης των μεταλλικών αγωγών. Διατυπώνει, λεκτικά και με μαθημα-

τικά σύμβολα, τη σχέση της αντίστασης μεταλλικού σύρματος με το μήκος, το εμβαδόν της διατομής του και του υλικού κατασκευής του. Περιγράφει πειραματικές διαδικασίες με τις οποίες θα μπορούσε να την επιβεβαιώσει (ή να τη διαψεύσει). Περιγράφει τον ροοστάτη, εξηγεί τη λειτουργία του και τον τρόπο χρήσης του σε κύκλωμα ηλεκτρικού ρεύματος.

στ) Ορίζει την έννοια της ισοδύναμης αντίστασης ενός κυκλώματος που περιέχει πολλούς αντιστάτες, συνδεδεμένους μεταξύ τους. Σχεδιάζει κυκλώματα που περιέχουν ηλεκτρική πηγή και δύο αντιστάτες συνδεδεμένους παράλληλα ή σε σειρά. Σχετίζει τις τάσεις των άκρων τους με την τάση της πηγής και τις εντάσεις των ρευμάτων που τους διαρρέουν με την ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή. Εφαρμόζει τον ορισμό της ισοδύναμης αντίστασης, σε συνδυασμό με το νόμο του Ohm, και υπολογίζει την ισοδύναμη αντίσταση στις δύο περιπτώσεις.

Βασικά διδακτικά βήματα για την επίτευξη των στόχων

Στόχος α:



- Κάνω ανασκόπηση βασικών εννοιών του Ηλεκτρισμού, γνωστών από την προηγούμενη τάξη. Δίνω έμφαση στην έννοια του ηλεκτρικού φορτίου και των ιδιοτήτων του, στην έννοια του ηλεκτρικού πεδίου και στην αλληλεπίδρασή τους.
- Πραγματοποιώ το πείραμα επίδειξης που περιγράφεται στην παράγραφο 3.1.1. Καθοδηγώ τους μαθητές να ερμηνεύσουν την κίνηση του σωματιδίου, χρησιμοποιώντας την έννοια του ηλεκτρικού φορτίου και του πεδίου. Τους ζητώ να ανακαλύψουν την προέλευση της κινητικής ενέργειας του σωματιδίου. Από την αρχή διατήρησης της ενέργειας και τον ορισμό της δυναμικής ενέργειας, καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η κινητική ενέργεια του φορτισμένου σωματιδίου οφείλεται στη μεταβολή της δυναμικής του ενέργειας. Εισάγω την έννοια της διαφοράς δυναμικού (ηλεκτρικής τάσης) μεταξύ των δύο πόλων της ηλεκτροστατικής μηχανής ως την





αιτία αυτής της μεταβολής: Ηλεκτρική τάση είναι η αιτία που προκαλεί την μεταβολή της δυναμικής ενέργειας και την κίνηση του φορτισμένου σωματιδίου από τον έναν πόλο της μηχανής στον άλλο. Το μέτρο της είναι ίσο με τη μεταβολή της δυναμικής ενέργειας μιας μονάδας ηλεκτρικού φορτίου.

- Σχεδιάζω και συναρμολογώ κύκλωμα, που περιλαμβάνει μπαταρία και λαμπάκι. Υπενθυμίζω στους μαθητές ότι στα μέταλλα υπάρχουν φορτισμένα σωματίδια, που μπορούν να κινούνται ελεύθερα (τα ελεύθερα ηλεκτρόνια). Τους ζητώ (υποβοηθώντας τους με κατάλληλες ερωτήσεις) να χρησιμοποιήσουν τη νέα έννοια για να ερμηνεύσουν τις μετατροπές ενέργειας, που συμβαίνουν στο κύκλωμα. Τους δείχνω πώς να μετρούν με ένα βολτόμετρο την ηλεκτρική τάση μεταξύ δύο σημείων ενός κυκλώματος. Μετρώ την ηλεκτρική τάση στους πόλους της μπαταρίας του προηγούμενου κυκλώματος. Στη συνέχεια, τους ζητώ να εφαρμόσουν τον ορισμό της για να υπολογίσουν τη μεταβολή της δυναμικής ενέργειας ενός ηλεκτρονίου που μετακινήθηκε από τον ένα πόλο της μπαταρίας στον άλλο.



Στόχος β:

- Σχεδιάζω και συναρμολογώ κύκλωμα, που περιλαμβάνει μπαταρία και λαμπάκι. Καλώ τους μαθητές να ερμηνεύσουν τη λειτουργία του, ανατρέχοντας στη μικροσκοπική δομή του μεταλλικού σύρματος των καλωδίων, και χρησιμοποιώντας το εννοιολογικό πλαίσιο του Ηλεκτρισμού που ήδη γνωρίζουν. Εισάγω την έννοια του ηλεκτρικού ρεύματος ως προσανατολισμένη κίνηση φορτισμένων σωματιδίων. Από την ανάλυση του παραδείγματος καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η αιτία του ηλεκτρικού ρεύματος είναι η ηλεκτρική τάση.
- Ζητώ από τους μαθητές να αναφέρουν και να περιγράψουν φαινόμενα, που έχουν ως κοινή αιτία το ηλεκτρικό ρεύμα και να τα ταξινομήσουν.



Στόχος γ:

- Συνδέω ένα λαμπάκι διαδοχικά, με δύο μπαταρίες διαφορετικής πολικής τάσης. Αναζητώ μαζί με τους μαθητές



την ερμηνεία της διαφορετικής φωτοβολίας που παρατηρούν. Τους οδηγώ στο συμπέρασμα ότι το ηλεκτρικό ρεύμα μεταφέρει διαφορετική ενέργεια σε κάθε περίπτωση. Τους καλώ να ανακαλύψουν τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η ποσότητα της μεταφερόμενης από το ηλεκτρικό ρεύμα ενέργειας, σε ορισμένο χρόνο: ηλεκτρική τάση και αριθμός ηλεκτρονίων. Εισάγω την έννοια της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος.

- Δείχνω στους μαθητές πώς να μετρούν την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει ένα κύκλωμα. Χωρίζω τους μαθητές σε ομάδες. Ζητώ από κάθε ομάδα να συναρμολογήσει κύκλωμα που περιλαμβάνει λαμπάκι και μπαταρία και να μετρήσει με αμπερόμετρο την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που το διαρρέει.

Στόχος δ:



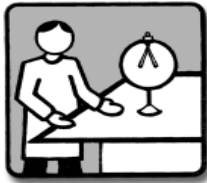
- Η διδασκαλία πραγματοποιείται στο εργαστήριο, ή μέσα στην τάξη με τους μαθητές χωρισμένους σε ομάδες, έτσι ώστε να μπορέσουν να διεξάγουν πειραματικές δραστηριότητες. Πριν από τη διεξαγωγή της δραστηριότητας τους υπενθυμίζω την αιτιακή σχέση μεταξύ της ηλεκτρικής τάσης στα άκρα αγωγού και του ρεύματος που τον διαρρέει. Τους καθοδηγώ, ώστε να καταλήξουν στην υπόθεση ότι και τα αντίστοιχα φυσικά μεγέθη, ηλεκτρική τάση και ένταση, συνδέονται με μια «ποσοτική σχέση». Τους εξηγώ, στη συνέχεια, τους στόχους της εργαστηριακής άσκησης και αναλύω τρόπο που θα τους επιτύχουμε.



- Μετά τη διεξαγωγή της πειραματικής δραστηριότητας, οι μαθητές επεξεργάζονται τα πειραματικά τους δεδομένα. Σχεδιάζουν τη γραφική παράσταση τάσης έντασης, που αντιστοιχεί σε αντιστάτη και σε κρυσταλλοδίοδο. Διατυπώνουν λεκτικά και με μαθηματικό συμβολισμό το νόμο του Ohm. Επισημαίνουν ότι ο νόμος του Ohm δεν είναι γενικός νόμος της φύσης. Εισάγω την έννοια του αντιστάτη και της αντίστασης. Ζητώ από τους

μαθητές να εφαρμόσουν το νόμο του Ohm σε συγκεκριμένα αριθμητικά παραδείγματα.

Στόχος ε:



- Εφαρμόζω σε δύο διαφορετικούς αντιστάτες την ίδια τάση και μετρώ την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που τους διαρρέει, ή την υπολογίζω μέσω του νόμου του Ohm. Οι μαθητές διαπιστώνουν ότι η αντίσταση αγωγού είναι ένα μέτρο της «δυσκολίας» που συναντά το ηλεκτρικό ρεύμα όταν διέρχεται μέσα απ' αυτόν. Τους υποβοηθώ να ερμηνεύσουν την προέλευση της αντίστασης αγωγού, ανατρέχοντας στη μικροσκοπική δομή των μετάλλων.



- Μέσω πειράματος επίδειξης, οι μαθητές καθοδηγούνται στη διατύπωση του φαινομενολογικού νόμου της αντίστασης συρμάτινου αγωγού, ως συνάρτηση του εμβαδού της διατομής του, του μήκους και του υλικού του. Περιγράφω το ροοστάτη, ως συσκευή μεταβλητής αντίστασης, της οποίας η λειτουργία στηρίζεται στον προηγούμενο νόμο. Συναρμολογώ κύκλωμα με μπαταρία, λαμπτήρα, αμπερόμετρο και ροοστάτη, σε σειρά. Επιδεικνύω τον τρόπο σύνδεσης του ροοστάτη στο κύκλωμα και τις μεταβολές που επιφέρει στην ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος, η μετακίνηση του δρομέα.

Στόχος στ:



- Εισάγω την έννοια της ισοδύναμης αντίστασης μιας συνδεσμολογίας αντιστατών, πραγματοποιώντας πείραμα επίδειξης.
- Σχεδιάζω κύκλωμα με δύο αντιστάτες στη σειρά, καθώς και το ισοδύναμό του. Με τη βοήθεια αμπερομέτρων και βολτομέτρου, δείχνω τη σχέση των τάσεων και των ρευμάτων του κυκλώματος και οδηγώ τους μαθητές στη διατύπωση των αντιστοίχων συμπερασμάτων. Ζητώ από τους μαθητές να σχεδιάσουν τα κυκλώματα στο τετράδιό τους. Τους υποβοηθώ να εφαρμόσουν το νόμο του Ohm σε συνδυασμό με τα συμπεράσματα που προ-



έκυψαν από το πείραμα επίδειξης, για να υπολογίσουν την αντίσταση του ισοδύναμου αντιστάτη.

- Ακολουθώ παρόμοια διαδικασία για τον υπολογισμό της ισοδύναμης αντίστασης δύο αντιστατών συνδεδεμένων παράλληλα.

Το ηλεκτρικό ρεύμα μεταφέρει ενέργεια

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

(6 διδακτικές ώρες)

Διδακτικοί στόχοι

Ο μαθητής να αποκτήσει τις ακόλουθες ικανότητες:

- α) Περιγράφει πειραματική διαδικασία και σχεδιάζει την αντίστοιχη διάταξη, με την οποία μπορεί να μετρηθεί το ποσό της θερμότητας που μεταφέρεται από ρευματοφόρο αντιστάτη στο περιβάλλον του. Εξηγεί πώς βρίσκουμε πειραματικά τη σχέση της μεταφερόμενης θερμότητας με καθένα από τα μεγέθη: χρόνος διέλευσης του ηλεκτρικού ρεύματος, αντίσταση του αντιστάτη, ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος. Διατυπώνει λεκτικά και στη γλώσσα των μαθηματικών συμβόλων το νόμο του Joule.
- β) Ερμηνεύει θεωρητικά το φαινόμενο Joule, συνδυάζοντας το, ήδη γνωστό του, μικροσκοπικό μοντέλο της δομής του μεταλλικού αγωγού, τη μικροσκοπική προέλευση της θερμοκρασίας και του ηλεκτρικού ρεύματος.
- γ) Περιγράφει και εξηγεί τη λειτουργία ηλεκτρικών συσκευών – εφαρμογών του φαινομένου Joule. Εφαρμόζει το νόμο του Joule στην επίλυση απλών προβλημάτων, που σχετίζονται με θερμικά φαινόμενα, προκαλούμενα από το ηλεκτρικό ρεύμα.
- δ) Περιγράφει τις μετατροπές ενέργειας που συμβαίνουν σε γνωστές από την καθημερινή ή σχολική εμπειρία του, ηλεκτρικές συσκευές. Προσδιορίζει τα κοινά χαρακτηριστικά τους και τις προϋποθέσεις λειτουργίας τους. Σχεδιάζει και συναρμολογεί κύκλωμα, που περιλαμβάνει μπαταρία και ηλεκτρική συσκευή (για παράδειγμα, κινητήρα), ώστε η συσκευή να λειτουργήσει. Τοποθετεί στο κύκλωμα αμπερόμετρο και βολτόμετρο, ώστε να μπορεί να μετρά την ηλεκτρική τάση στα άκρα της συσκευής και την ένταση του ρεύματος που τη διαρρέει.
- ε) Σε κύκλωμα, όπως αυτό που περιγράφεται στο στόχο (δ), εφαρμόζει τις σχέσεις μεταξύ των μεγεθών: Ηλεκτρική ενέργεια που μεταφέρει το ηλεκτρικό

ρεύμα στη συσκευή, διαφορά δυναμικού μεταξύ των πόλων της, φορτίο που μεταφέρεται σε ορισμένο χρόνο από τον έναν πόλο της, στον άλλο, ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τη συσκευή. Αποδεικνύει και διατυπώνει τη σχέση της ενέργειας που μεταφέρει το ηλεκτρικό ρεύμα στην ηλεκτρική συσκευή, σε συνάρτηση με την έντάσή του, το χρόνο λειτουργίας και την ηλεκτρική τάση των πόλων της συσκευής. Εφαρμόζει τη σχέση αυτή στην επίλυση απλών προβλημάτων.

στ) Ορίζει και υπολογίζει την ισχύ μιας ηλεκτρικής μηχανής. Διακρίνει, αναφέροντας παραδείγματα, τις έννοιες «ισχύς» και «ενέργεια».

Βασικά διδακτικά βήματα για την επίτευξη των στόχων



Στόχος α:

- Με τη βοήθεια πειραμάτων επίδειξης (κύκλωμα που περιλαμβάνει ηλεκτρικό λαμπτήρα ή ηλεκτρικό βραστήρα) και αναφορές στην καθημερινή εμπειρία, κατευθύνω τους μαθητές στο συμπέρασμα ότι «αν ένας αντιστάτης διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, τότε μεταφέρεται από αυτόν προς το περιβάλλον του θερμότητα». Αναζητώ μαζί με τους μαθητές τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται το ποσόν της ηλεκτρικής ενέργειας που μετατρέπεται από έναν αντιστάτη σε ισοδύναμο ποσό θερμότητας. Τους καθοδηγώ, ώστε να διαμορφώσουν υποθέσεις και να αναρωτηθούν για τη μορφή του φυσικού νόμου που μπορεί να ισχύει μεταξύ της ηλεκτρικής ενέργειας που μετατρέπεται σε θερμότητα από έναν αντιστάτη αντίστασης R , όταν διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης I , για ορισμένο χρονικό διάστημα t .



- Εξηγώ με ποιο τρόπο μπορούμε να ελέγξουμε πειραματικά τις υποθέσεις μας και να «εξαναγκάσουμε» τη φύση να μας αποκαλύψει τα μυστικά της. Θέτω στους μαθητές το ερώτημα: «Πώς μπορώ να βρω πειραματικά ένα φυσικό νόμο, όταν υποψιάζομαι ότι κάποιο φυσικό



μέγεθος εξαρτάται από τη μεταβολή δύο ή περισσότερων άλλων μεγεθών, όπως συμβαίνει στην προκειμένη περίπτωση;». Τους υποβοηθώ, ώστε να διαμορφώσουν μόνοι τους την απάντηση: «Κατά την πειραματική διαδικασία φροντίζω να μεταβάλλω κάθε φορά ένα φυσικό μέγεθος, διατηρώντας όλα τα άλλα σταθερά».

- Εφαρμόζω το γενικό αυτό κανόνα για την πειραματική επιβεβαίωση του νόμου του Joule.

Ζητώ από τους μαθητές να προτείνουν τρόπους μέτρησης καθενός από τα μεγέθη που θέλουμε να συσχετίσουμε, με βάση τις μέχρι τώρα γνώσεις τους από τη θερμότητα και τον ηλεκτρισμό.

Σχεδιάζω και συναρμολογώ πειραματική διάταξη, σύμφωνα με τις τελικές προτάσεις και τους στόχους που διαμορφώθηκαν από τη συζήτηση που προηγήθηκε με τους μαθητές. Πραγματοποιώ τα σχετικά πειράματα και ζητώ από τους μαθητές να καταγράψουν τα πειραματικά δεδομένα. Ακολουθεί επεξεργασία των πειραματικών δεδομένων, σχεδιασμός των αντίστοιχων γραφημάτων και συναγωγή συμπερασμάτων.

Υποβοηθώ τους μαθητές να κάνουν γενίκευση των πειραματικών αποτελεσμάτων και να διατυπώσουν λεκτικά και με μαθηματική μορφή το νόμο του Joule.



Στόχος β:

- Ζητώ από τους μαθητές να ανατρέξουν στη μικροσκοπική δομή των μεταλλικών αγωγών για να ερμηνεύσουν το φαινόμενο Joule. Τους υπενθυμίζω τη σχέση θερμοκρασίας – κινητικής ενέργειας των δομικών λίθων ενός υλικού και την έννοια της θερμικής ενέργειας σώματος. Τους υποβοηθώ να συνδυάσουν τις εμπλεκόμενες μικροσκοπικές διαδικασίες (κίνηση ελεύθερων ηλεκτρονίων μέσα σε ηλεκτρικό πεδίο, σύγκρουση ελεύθερων ηλεκτρονίων και ιόντων του μεταλλικού πλέγματος, κλπ), ώστε να μπορέσουν να περιγράψουν το μικροσκοπικό μηχανισμό αύξησης της θερμοκρασίας μεταλλικού αγωγού, που διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα.



Στόχος γ:

- Ζητώ από τους μαθητές να αναφέρουν συσκευές, γνωστές από την καθημερινή ζωή, των οποίων η λειτουργία στηρίζεται στο φαινόμενο Joule. Να τις περιγράψουν και να τις σχεδιάσουν σχηματικά. Τους ζητώ να αναλύσουν τον τρόπο λειτουργίας αυτών των συσκευών, σύμφωνα με τις γνώσεις που απέκτησαν σχετικά με το φαινόμενο Joule.
- Υποβοηθώ τους μαθητές να επιλύσουν απλά προβλήματα, που σχετίζονται με το νόμο του Joule. Προσδιορίζω σαφώς τα δεδομένα και τα ζητούμενα κάθε προβλήματος, καθώς και τα βήματα της διαδικασίας επίλυσης. Κάθε μαθητής εργάζεται μόνος του. Απαντώ στις απορίες που αναδύονται κατά τη διάρκεια της εργασίας κάθε μαθητή.

Στόχος δ:



- Ζητώ από τους μαθητές να αναφέρουν ηλεκτρικές συσκευές από την καθημερινή τους εμπειρία και να περιγράψουν τις μετατροπές ενέργειας που συμβαίνουν κατά τη λειτουργία τους. Τους κατευθύνω να προσδιορίσουν τα κοινά χαρακτηριστικά όλων αυτών των ηλεκτρικών συσκευών: α) Έχουν δύο πόλους, β) στους πόλους τους εφαρμόζεται ηλεκτρική τάση, γ) διαρρέονται από ηλεκτρικό ρεύμα, δ) μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια σε ενέργεια άλλης μορφής.



- Συναρμολογώ κύκλωμα που περιλαμβάνει ηλεκτρική πηγή, ροοστάτη, κινητήρα αμπερόμετρο και βολτόμετρο. Ο κινητήρας μπορεί να ανυψώνει μικρό βάρος, με τη βοήθεια νήματος. Με το αμπερόμετρο μετρώ την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον κινητήρα και με το βολτόμετρο, την τάση στα άκρα του. Ζητώ από τους μαθητές να περιγράψουν τις μετατροπές ενέργειας κατά τη λειτουργία του κινητήρα. Αλλάζω την ένταση του ρεύματος και την τάση στα άκρα του και ζητώ από τους μαθητές να διαμορφώσουν υποθέσεις για να εξηγήσουν, στη γλώσσα της ενέργειας, τις παρατηρούμενες μεταβολές.



Στόχος ε:

- Σχεδιάζω στον πίνακα και ζητώ από τους μαθητές να αντιγράψουν στο τετράδιό τους, κύκλωμα που περιλαμβάνει ηλεκτρική πηγή, ηλεκτρική συσκευή, αμπερόμετρο και βολτόμετρο, συνδεδεμένο στα άκρα της συσκευής. Υποβοηθώ τους μαθητές να συνδυάσουν τις, ήδη γνωστές τους, σχέσεις μεταξύ των εννοιών: ηλεκτρική ενέργεια – ηλεκτρική τάση – ηλεκτρικό φορτίο – ένταση ηλεκτρικού ρεύματος, και να υπολογίσει την ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνει η ηλεκτρική συσκευή.
- Υποβοηθώ τους μαθητές στην επίλυση σχετικών προβλημάτων, με τον τρόπο που αναφέρθηκε στην ανάλυση του στόχου γ.



Στόχος στ:

- Συναρμολογώ πάλι τη διάταξη, που ανέφερα στην ανάλυση του στόχου δ. Τροφοδοτώ τον ηλεκτρικό κινητήρα με διαφορετικές τάσεις και ηλεκτρικά ρεύματα. Ζητώ από τους μαθητές να συγκρίνουν την ενέργεια και τους χρόνους που απαιτούνται για την ανύψωση του βάρους σε κάθε περίπτωση και να διακρίνουν την ενέργεια από την ισχύ της συσκευής.
- Υποβοηθώ τους μαθητές να εφαρμόσουν τον ορισμό της ισχύος και να υπολογίσουν την ηλεκτρική ισχύ που καταναλώνει ο κινητήρας σε συνάρτηση με την τάση των πόλων του και την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που τον διαρρέει.

Ο νόμος του Laplace

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

(3 διδακτικές ώρες)

Διδακτικοί στόχοι

Ο μαθητής να αποκτήσει τις ακόλουθες ικανότητες:

- α) Περιγράφει και συναρμολογεί πειραματική διάταξη με την οποία δείχνει ότι το ηλεκτρικό ρεύμα δημιουργεί μαγνητικό πεδίο (πείραμα Oersted).
- β) Περιγράφει και συναρμολογεί πειραματική διάταξη με την οποία δείχνει ότι ένα μαγνητικό πεδίο ασκεί μαγνητική δύναμη (Laplace) σε ρευματοφόρο αγωγό, που βρίσκεται μέσα σ' αυτό.
- γ) Σχεδιάζει τη δύναμη Laplace, που ασκείται σε ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό, τοποθετημένο μέσα σε ομοιογενές μαγνητικό πεδίο. Διατυπώνει λεκτικά τη σχέση του μέτρου της μαγνητικής δύναμης με τον προσανατολισμό του αγωγού ως προς τις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Στην περίπτωση που ο αγωγός είναι κάθετος στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου, διατυπώνει λεκτικά και στη γλώσσα των μαθηματικών τη σχέση του μέτρου της μαγνητικής δύναμης με την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό, το μήκος του και το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου. Ορίζει, με βάση τη σχέση αυτή, τη μονάδα έντασης του μαγνητικού πεδίου. Εφαρμόζει τις παραπάνω σχέσεις στην επίλυση απλών προβλημάτων.

Βασικά διδακτικά βήματα για την επίτευξη των στόχων



Στόχος α:

- Ζητώ από τους μαθητές να ανακαλέσουν στη μνήμη τους τα μαγνητικά φαινόμενα που προκαλεί το ηλεκτρικό ρεύμα. Σχεδιάζω και συναρμολογώ πειραματική διάταξη με την οποία επιδεικνύω τη δημιουργία μαγνητικού πεδίου από ηλεκτρικό ρεύμα. Επισημαίνω τη μεταβολή του προσανατολισμού των δυναμικών γραμμών του μαγνητικού πεδίου, όταν αντιστρέφεται η φορά του ηλεκτρικού ρεύματος.
- Τονίζω ότι οι μαγνητικές δυνάμεις που αναπτύσσονται στα μαγνητισμένα σώματα, ασκούνται από τα μαγνητικά πεδία που αναπτύσσουν αυτά στο χώρο, γύρω τους. Τα μαγνητισμένα σώματα αλληλεπιδρούν μέσω των μαγνητικών πεδίων που παράγουν.



Στόχος β:

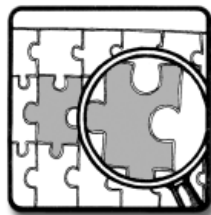
- Με βάση τα πειραματικά αποτελέσματα του πειράματος του Oersted και τον τρόπο ανάπτυξης των μαγνητικών αλληλεπιδράσεων, κατευθύνω τους μαθητές να προβλέψουν ότι ένα μαγνητικό πεδίο ασκεί μαγνητική δύναμη σε ρευματοφόρο αγωγό που τοποθετείται μέσα σ' αυτό.
- Σχεδιάζω και συναρμολογώ πειραματική διάταξη για να επιβεβαιώσουν (ή να διαψεύσουν) τις προβλέψεις τους. Πραγματοποιώ το αντίστοιχο πείραμα επίδειξης. Μεταβάλλω τη φορά και την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό. Καλώ τους μαθητές να επισημάνουν την ύπαρξη σχέσης μεταξύ της μαγνητικής δύναμης και της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό.





Στόχος γ:

- Συζητώ με τους μαθητές πώς να σχεδιάσουμε πειράματα για να ανιχνεύσουμε τις σχέσεις που συνδέουν τα χαρακτηριστικά της μαγνητικής δύναμης με τον προσανατολισμό και το μήκος του αγωγού, την ένταση και φορά του ηλεκτρικού ρεύματος που τον διαρρέει και την ένταση του μαγνητικού πεδίου.
- Συνοψίζω τις ιδιότητες της μαγνητικής δύναμης που ασκείται σε ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό, τοποθετημένου μέσα σε ομοιογενές μαγνητικό πεδίο. Δίνω έμφαση στις περιπτώσεις που ο αγωγός είναι παράλληλος και κάθετος στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Ζητώ από τους μαθητές να σχεδιάσουν την ένταση του μαγνητικού πεδίου, το ρευματοφόρο αγωγό και τη μαγνητική δύναμη, σε ποικίλες περιπτώσεις, εναλλάσσοντας τα δεδομένα και τα ζητούμενα.
- Τους κατευθύνω να περιγράψουν τρόπο μέτρησης της έντασης του ομοιογενούς μαγνητικού πεδίου, στηριζόμενοι στις ιδιότητες της δύναμης Laplace. Από την προκύπτουσα διαδικασία οδηγούνται και στον ορισμό της μονάδας έντασης στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων.
- Υποβοηθώ τους μαθητές στην επίλυση απλών σχετικών προβλημάτων (σύμφωνα με τα λεχθέντα στην ανάλυση του στόχου γ της ενότητας 3.2).



Το φαινόμενο της επαγωγής και το εναλλασσόμενο ρεύμα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

(6 διδακτικές ώρες)

Διδακτικοί στόχοι

Ο μαθητής να αποκτήσει τις ακόλουθες ικανότητες:

- α) Σχεδιάζει και συναρμολογεί πειραματικές διατάξεις με τις οποίες παράγει επαγωγική τάση και ανιχνεύει το επαγωγικό ρεύμα που αναπτύσσεται σε κλειστό κύκλωμα: 1) Κατά τη σχετική κίνηση φυσικού μαγνήτη και πηνίου, 2) Κατά την περιστροφή πηνίου μέσα σε μαγνητικό πεδίο και 3) Κατά τη μεταβολή του ηλεκτρικού ρεύματος σε παρακείμενο συζευγμένο κύκλωμα.
- β) Στα πειράματα που αναφέρονται στο στόχο α: Σχετίζει με σχέση αιτίου – αποτελέσματος τη σχετική κίνηση πηνίου – μαγνήτη ή τη μεταβολή της έντασης του μαγνητικού πεδίου και την ανάπτυξη επαγωγικής τάσης σε πηνίο. Ερμηνεύει το παρατηρούμενο επαγωγικό ρεύμα ως αποτέλεσμα της επαγωγικής τάσης και του γεγονότος ότι το κύκλωμα, στο οποίο αναπτύσσεται, είναι κλειστό. Επισημαίνει μερικές βασικές ιδιότητες της επαγωγικής τάσης, που προκύπτουν από την πειραματική διαδικασία.
- γ) Περιγράφει τις μετατροπές ενέργειας που συμβαίνουν στα πειράματα που αναφέρονται στο στόχο α.
- δ) Χρησιμοποιεί παλμογράφο για την πειραματική μελέτη της συνεχούς και της εναλλασσόμενης τάσης. Βαθμονομεί τον παλμογράφο, και μετρά στις παρατηρούμενες κυματομορφές ηλεκτρικές τάσεις. Από την παρατήρηση της κυματομορφής ή του γραφήματος εναλλασσόμενης τάσης υπολογίζει το πλάτος, την περίοδο και τη συχνότητά της.
- ε) Περιγράφει πειραματική διαδικασία και σχεδιάζει την αντίστοιχη διάταξη, με την οποία μπορεί να μετρηθεί η ποσότητα της ηλεκτρικής ενέργειας που μετατρέπεται σε θερμική, σε αντιστάτη που διαρρέεται από εναλλασσόμενο ρεύμα. Συγκρίνει το φαινόμενο αυτό με το φαινόμενο Joule και εισάγει την έννοια της ενεργού έντασης και της ενεργού τάσης εναλλασσόμενου ρεύματος.
- στ) Περιγράφει και ερμηνεύει θερμικά, ηλεκτρομαγνητικά και χημικά φαινόμενα που προκαλούνται από το εναλλασσόμενο ρεύμα.

Βασικά διδακτικά βήματα για την επίτευξη των στόχων



Στόχος α:

- Υπενθυμίζω τη σχέση ηλεκτρικών και μαγνητικών φαινομένων στο πείραμα του Oersted. Προτρέπω τους μαθητές να διατυπώσουν αντίστροφο, ως προς τη σειρά αιτίου – αποτελέσματος πείραμα και τους καθοδηγώ στον προβληματισμό και τον επακόλουθο πειραματικό σχεδιασμό του Faraday.
- Συναρμολογώ διαδοχικά τρεις πειραματικές διατάξεις για την ανίχνευση επαγωγικού ρεύματος σε κλειστό κύκλωμα, που περιέχει πηνίο, το οποίο: 1) κινείται ως προς φυσικό μαγνήτη 2) περιστρέφεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο και 3) είναι συζευγμένο με πηνίο παρακειμένου κυκλώματος, στο οποίο μπορώ να μεταβάλλω μέσω ροοστάτη και διακόπτη, το ηλεκτρικό ρεύμα. Πραγματοποιώ τα αντίστοιχα πειράματα επίδειξης. Δείχνω την εξάρτηση της έντασης και της φοράς του παραγόμενου επαγωγικού ρεύματος από την ταχύτητα της σχετικής κίνησης πηνίου - μαγνήτη ή από το ρυθμό μεταβολής της έντασης του ρεύματος του συζευγμένου κυκλώματος.



Στόχος β:

- Υποβοηθώ τους μαθητές να αναλύσουν τα φαινόμενα που παρατηρούν κατά τη διεξαγωγή των πειραμάτων στη γλώσσα του ηλεκτρομαγνητισμού, που έχουν ήδη μάθει. Τους προτρέπω να κάνουν υποθέσεις για να ερμηνεύσουν τα παρατηρούμενα φαινόμενα και να τα συνδέσουν μεταξύ τους με σχέσεις αιτίου – αποτελέσματος, ώστε να καταλήξουν στην υπόθεση της δημιουργίας της επαγωγικής τάσης.
- Ζητώ από τους μαθητές, με βάση τις πειραματικές διαπιστώσεις τους, να αποφανθούν για τις προϋποθέσεις κάτω από τις οποίες εμφανίζεται η επαγωγική τάση και να επισημάνουν μερικές βασικές ιδιότητές της, αναφορικά με το μέγεθος και την πολικότητά της.





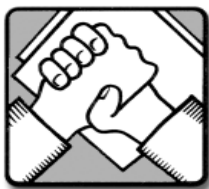
Στόχος γ:

- Υπενθυμίζω στους μαθητές ότι το μαγνητικό πεδίο έχει ενέργεια, πραγματοποιώντας το σχετικό πείραμα επίδειξης, που περιγράφεται στον εργαστηριακό οδηγό και βιβλίο Φυσικής της Β' Γυμνασίου. Καλώ να περιγράψουν τις μετατροπές ενέργειας που συμβαίνουν κατά τη διεξαγωγή των τριών πειραμάτων του Faraday. Τους υποβοηθώ να ανακαλύψουν τις σχέσεις αίτιου – αποτελέσματος των διαδοχικών φαινομένων που παρατηρούν ή υποθέτουν ότι συμβαίνουν σ' αυτά και τους κατευθύνω να επιβεβαιώσουν τη διατήρηση της ενέργειας.



Στόχος δ:

- Παράγω εναλλασσόμενο ρεύμα με χειροκίνητη γεννήτρια ή αιωρούμενο πηνίο και το ανιχνεύω με γαλβανόμετρο. Καλώ τους μαθητές να εξηγήσουν την περιοδική κίνηση του δείκτη του γαλβανομέτρου, συνδυάζοντας το φαινόμενο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής και τον τρόπο λειτουργίας του οργάνου. Καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι το ηλεκτρικό ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα αντιστοιχεί σε περιοδική κίνηση των ελεύθερων ηλεκτρονίων των μεταλλικών αγωγών του κυκλώματος. Εισάγω την έννοια του εναλλασσόμενου ρεύματος και το αντιδιαστέλλω με το συνεχές.
- Εξηγώ πολύ απλά τη λειτουργία του παλμογράφου και τη χρήση του. Χρησιμοποιώ τροφοδοτικό ή μπαταρίες και βολτόμετρο για να επιδείξω την κυματομορφή της συνεχούς τάσης και να βαθμονομήσω τον παλμογράφο. Ζητώ από τους μαθητές να μετρήσουν διάφορες τάσεις με το βαθμονομημένο παλμογράφο και με βολτόμετρο, και να συγκρίνουν τα αποτελέσματα.
- Συνδέω στην είσοδο του παλμογράφου εναλλασσόμενη τάση και επιδεικνύω την κυματομορφή της. Καλώ τους μαθητές να σχεδιάσουν ένα παρόμοιο γράφημα στο τετράδιό τους, χρησιμοποιώντας κατάλληλα ονοματισμένο και βαθμολογημένο σύστημα ορθογωνίων αξόνων. Με τη βοήθεια του γραφήματος και της κυμα-



τομορφής εισάγω την έννοια του πλάτους, της περιόδου και της συχνότητας της εναλλασσόμενης τάσης.



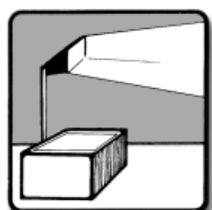
Στόχος ε:

- Υποβοηθώ από τους μαθητές να ερμηνεύσουν τη μετατροπή της ενέργειας του εναλλασσόμενου ρεύματος σε θερμική ενέργεια του αντιστάτη που διαρρέει, με τρόπο ανάλογο της ερμηνείας του φαινομένου Joule. Εξηγώ γιατί δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το νόμο του Joule για τον υπολογισμό της ηλεκτρικής ενέργειας στην προκειμένη περίπτωση. Σχεδιάζω πειραματική διάταξη, με την οποία μπορεί να μετρηθεί η ηλεκτρική ενέργεια που μετατρέπεται σε θερμική από έναν αντιστάτη, είτε το ρεύμα που τον διαρρέει είναι συνεχές είτε εναλλασσόμενο. Εξηγώ πώς μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τη διάταξη αυτή για υπολογίζουμε την ενέργεια που μεταφέρει το εναλλασσόμενο ρεύμα στον αντιστάτη που διαρρέει, εισάγοντας την έννοια της ενεργού έντασης. Εισάγω την έννοια της ενεργού τάσης και τη συνδέω για την περίπτωση του αντιστάτη με το νόμο του Ohm.



Στόχος στ:

- Παρουσιάζω μέσω πειραμάτων επίδειξης ή περιγράψω με τη βοήθεια εικόνων ή διαφανειών: 1) Τα θερμικά φαινόμενα που προκαλεί εναλλασσόμενο ρεύμα που διαρρέει αντιστάτη. 2) Την αλληλεπίδραση μαγνητικής βελόνας με το μαγνητικό πεδίο σύρματος που διαρρέεται από εναλλασσόμενο ρεύμα. 3) Τα χημικά φαινόμενα που προκαλεί το εναλλασσόμενο όταν διαρρέει ηλεκτρολυτικό διάλυμα. Καλώ τους μαθητές να τα συγκρίνουν με τα αντίστοιχα φαινόμενα που προκαλεί το συνεχές ρεύμα και να τα ερμηνεύσουν, χρησιμοποιώντας την επιστημονική γλώσσα της Φυσικής.



Γεννήτριες και κινητήρες

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11

(2 διδακτικές ώρες)

Διδακτικοί στόχοι

Ο μαθητής να αποκτήσει τις ακόλουθες ικανότητες:

- Περιγράφει τα βασικά μέρη από τα οποία αποτελείται ένας ηλεκτροκινητήρας και μια γεννήτρια. Σχεδιάζει τη σχηματική αναπαράσταση ηλεκτροκινητήρα και γεννήτριας, όπου διακρίνει τα διάφορα μέρη τους.
- Εξηγεί την αρχή λειτουργίας του ηλεκτροκινητήρα και γεννήτριας, αναλύοντας τα αντίστοιχα φαινόμενα του ηλεκτρομαγνητισμού.
- Περιγράφει τις μετατροπές ενέργειας που συμβαίνουν κατά τη λειτουργία του ηλεκτροκινητήρα και της γεννήτριας.

Βασικά διδακτικά βήματα για την επίτευξη των στόχων



Στόχος α:

- Ζητώ από τους μαθητές να αναφέρουν μηχανές, γνωστές από την καθημερινή τους εμπειρία, που χρησιμοποιούν κατά τη λειτουργία τους ηλεκτροκινητήρα. Σε κάθε παράδειγμα αναζητούμε το ρόλο του ηλεκτροκινητήρα και τη βασική μετατροπή ενέργειας που επιτυγχάνουμε κατά τη λειτουργίας του.
- Επιδεικνύω έναν εργαστηριακό ηλεκτροκινητήρα (ή

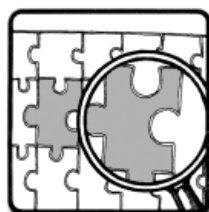
έναν ηλεκτροκινητήρα του εμπορίου, τον οποίο έχω λύσει ώστε να διακρίνονται τα διάφορα μέρη του, ή, ακόμα, την εικόνα τομής ηλεκτροκινητήρα). Προτρέπω τους μαθητές να διακρίνουν τα βασικά μέρη από τα οποία αποτελείται και τα κατονομάζω.

Στόχος β:



- Θέτω σε λειτουργία τον ηλεκτροκινητήρα. Ζητώ από τους μαθητές να χρησιμοποιήσουν τις γνώσεις τους από τον ηλεκτρομαγνητισμό και να εξηγήσουν πώς λειτουργεί. Τους υποβοηθώ να επισημάνουν το ρόλο των βασικών τμημάτων του ηλεκτροκινητήρα στη λειτουργία του.

Στόχος γ:



- Ζητώ από τους μαθητές να περιγράψουν τις μετατροπές ενέργειας που συμβαίνουν κατά τη λειτουργία του ηλεκτροκινητήρα και με ποιο μηχανισμό συμβαίνει η κάθε μετατροπή. (Η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται, μέσω του μηχανικού έργου των δυνάμεων Laplace, σε κινητική ενέργεια του ρότορα κοκ. Επίσης μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας μετατρέπεται σε θερμική στα καλώδια του ρότορα, που μεταφέρεται με τη μορφή θερμότητας προς το περιβάλλον κοκ). Επαναλαμβάνω εντελώς αντίστοιχα βήματα κατά τη διδασκαλία των γεννητριών (2η διδακτική ώρα).

Παραγωγή και μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12

(1 διδακτική ώρα)

Διδακτικοί στόχοι

Ο μαθητής να αποκτήσει τις ακόλουθες ικανότητες:

- Αξιολογεί και συγκρίνει την ηλεκτρική ενέργεια, ως προς τις εφαρμογές της στη σύγχρονη κοινωνία, σε σχέση με τις άλλες μορφές ενέργειας. Επισημαίνει τα βασικότερα χαρακτηριστικά της, που της προσδίδουν ιδιαίτερη σημασία στο σύγχρονο πολιτισμό.
- Περιγράφει με σχηματικό τρόπο την οργάνωση των εργοστασίων παραγωγής της ηλεκτρικής ισχύος και τις μετατροπές ενέργειας που συμβαίνουν σ' αυτά.
- Περιγράφει με σχηματικό τρόπο τον τρόπο μεταφοράς της ηλεκτρικής ισχύος από τον τόπο παραγωγής της στους τόπους κατανάλωσης. Εξηγεί πώς μπορούμε να ελαχιστοποιήσουμε τις απώλειες, λόγω του φαινομένου Joule, στις γραμμές μεταφοράς και το συνακόλουθο πλεονέκτημα που παρουσιάζει το εναλλασσόμενο ρεύμα έναντι του συνεχούς.

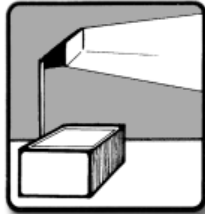
Βασικά διδακτικά βήματα για την επίτευξη των στόχων



Στόχος α:

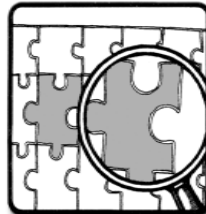
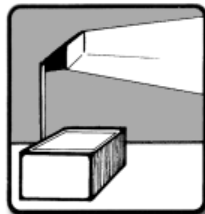
- Χρησιμοποιώ συγκριτικά παραδείγματα χρήσης, παραγωγής, μεταφοράς και μετατροπής διαφόρων μορφών ενέργειας στην καθημερινή ζωή, για να αναδείξω τα πλεονεκτήματα της ηλεκτρικής ενέργειας, σ' αυτούς τους τομείς. Καλώ τους μαθητές να αναλογιστούν τις κοινωνικές συνέπειες ενός παρατεταμένου black out της ηλεκτρικής ισχύος.

Στόχος β:



- Δείχνω εικόνες εργοστασίων παραγωγής ηλεκτρικής ισχύος και καλώ τους μαθητές να διακρίνουν τα διάφορα τμήματά τους. Ζητώ από τους μαθητές να περιγράψουν τις μετατροπές ενέργειας που συμβαίνουν στα υδροηλεκτρικά, στα θερμοηλεκτρικά, στα πυρηνικά και στα αιολικά εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ισχύος.

Στόχος γ:



- Δείχνω στους μαθητές εικόνες δικτύου μεταφοράς της ηλεκτρικής ισχύος. Κατευθύνω τους μαθητές να επισημάνουν ότι η μεταφορά πραγματοποιείται μέσω μεταλλικών συρμάτων. Τους ζητώ να διερευνήσουν αν ολόκληρη η παραγόμενη ηλεκτρική ισχύς φτάνει στον τόπο κατανάλωσης.

Τους υποβοηθώ να εξετάσουν πώς μπορούμε να μειώσουμε τις απώλειες ισχύος, λόγω του φαινομένου Joule, στις γραμμές μεταφοράς. Τους υπενθυμίζω και τους υποβοηθώ να συνδυάσουν: 1) Το νόμο του Joule, 2) Η ολική ηλεκτρική ισχύς που προσφέρεται στο δίκτυο είναι $P=V \cdot I$, όπου V η τάση στα άκρα της γραμμής μεταφοράς και I η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που τη διαρρέει. 3) Η μέγιστη ηλεκτρική ισχύς (P) που μπορεί να παράγει ένα εργοστάσιο ηλεκτροπαραγωγής είναι σταθερή.



- Αφού οι μαθητές οδηγηθούν στο συμπέρασμα ότι οι θερμικές απώλειες ελαχιστοποιούνται όταν η ηλεκτρική ισχύς μεταφέρεται με πολύ υψηλή τάση, κάνω μια γενική αναφορά στους μετασχηματιστές και τη χρησιμότητά τους. Τονίζω ότι η λειτουργία των μετασχηματιστών στηρίζεται στο φαινόμενο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής και

γι' αυτό μπορούν να μετασχηματίσουν μόνον μεταβαλλόμενες τάσεις. Μια συνεχής – σταθερή τάση δεν μπορεί να μεταβληθεί από το μετασχηματιστή.

ΕΝΟΤΗΤΑ 4
ΣΤΟΙΧΕΙΑ
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ

ΕΝΟΤΗΤΑ 4

Προγραμματισμός
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ
Κεφάλαιο 13 Ημιαγωγοί και εφαρμογές τους Σελίδες 254-269 (3 Διδακτικές ώρες) <ul style="list-style-type: none">• Μικροσκοπική δομή των ημιαγωγών• Κρυσταλλοδίοδος
Κεφάλαιο 14 Απλές λογικές πύλες Σελίδες 208-218 (3 Διδακτικές ώρες) <ul style="list-style-type: none">• Λογικές πύλες και λογικά κυκλώματα

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

Βλέπε την αντίστοιχη βιβλιογραφία της ενότητας 3, “Ηλεκτρομαγνητισμός”

Στοιχεία ηλεκτρονικής

Διδακτικές ώρες	
ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ - ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ	ΔΙΔΑΚΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ
Π.Ε. Κύκλωμα ημιανόρθωσης εναλλασσόμενης τάσης	Διαφάνειες Εργαστηριακός εξοπλισμός
Μ.Ε. Συναρμολόγηση λογικών κυκλωμάτων με διακόπτες και λαμπάκια	Διαφάνειες Εργαστηριακός εξοπλισμός

Γενική διάρθρωση της ενότητας

Στο κεφάλαιο 13 της Ηλεκτρονικής περιγράφεται και ερμηνεύεται, με τη βοήθεια απλού μικροσκοπικού μοντέλου, η ηλεκτρική συμπεριφορά των ημιαγωγών. Στο 14 γίνεται εισαγωγή στις λογικές πύλες και στα λογικά κυκλώματα και παρουσιάζονται απλές εφαρμογές τους.

- Γίνεται μια σύντομη περιγραφή του αντικείμενου της Ηλεκτρονικής και των εξαιρετικής σημασίας εφαρμογών της στο σύγχρονο κόσμο.
- Εισάγεται απλό μοντέλο της μικροσκοπικής δομής των ημιαγωγών πυριτίου και γερμανίου και ερμηνεύεται η παρατηρούμενη αύξηση της αγωγιμότητάς τους σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία τους. Εισάγεται η έννοια της θετικής οπής και αναλύεται ο μηχανισμός ζευγών θετικών οπών – ελεύθερων ηλεκτρονίων σε υψηλές θερμοκρασίες.
- Περιγράφεται η μικροσκοπική δομή και ο τρόπος κατασκευής των ημιαγωγών τύπου p και τύπου n.
- Περιγράφεται ο τρόπος κατασκευής της κρυσταλλοδιόδου και μελετάται η ηλεκτρική της συμπεριφορά. Εξετάζεται η εφαρμογή των ηλεκτρικών ιδιοτήτων της κρυσταλλοδιόδου σε απλό κύκλωμα ημιανόρθωσης της εναλλασσόμενης τάσης.
- Εισάγονται οι βασικές λογικές συναρτήσεις και οι πίνακες αληθείας που αντιστοιχούν σ' αυτές.
- Γίνεται αντιστοίχιση των λογικών συναρτήσεων με κυκλώματα διακοπών και λαμπτήρων και με λογικές πύλες. Παρουσιάζονται απλές εφαρμογές των λογικών πυλών και σχεδιάζονται απλά λογικά κυκλώματα.

Ημιαγωγοί και εφαρμογές τους

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13

(3 διδακτικές ώρες)

Διδακτικοί στόχοι

Ο μαθητής να αποκτήσει τις ακόλουθες ικανότητες:

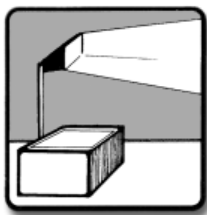
- Παρουσιάζει τα βασικά χαρακτηριστικά απλού μοντέλου της μικροσκοπικής δομής των ημιαγωγών πυριτίου και γερμανίου. Με τη βοήθεια του μοντέλου περιγράφει το μηχανισμό σχηματισμού ζευγών ελεύθερων ηλεκτρονίων – θετικών οπών, όταν αυξάνεται η θερμοκρασία του ημιαγωγού. Ερμηνεύει την αύξηση της αγωγιμότητας των ημιαγωγών με τη θερμοκρασία τους.
- Περιγράφει τους ημιαγωγούς προσμίξεων, τύπου n και τύπου p. Ερμηνεύει την ηλεκτρική συμπεριφορά τους και το μηχανισμό δημιουργίας πλεονάσματος ελεύθερων ηλεκτρονίων και θετικών οπών, αντίστοιχα.
- Περιγράφει την κρυσταλλοδίοδο και την ηλεκτρική της συμπεριφορά. Σχεδιάζει και συναρμολογεί κύκλωμα, με το οποίο επιβεβαιώνει τη λειτουργία της δίοδου ως ανοικτός και ως κλειστός διακόπτης. Σχεδιάζει κύκλωμα ημιανόρθωσης της εναλλασσόμενης τάσης και εξηγεί τη λειτουργία του.

Βασικά διδακτικά βήματα για την επίτευξη των στόχων



Στόχος α:

- Καλώ τους μαθητές να αναφέρουν ηλεκτρονικές συσκευές. Συζητάμε την ενδεχόμενη δομή των θεμελιωδών στοιχείων, από τα οποία αποτελούνται. Κάνω μια σύντομη ανασκόπηση της ιστορίας της Ηλεκτρονικής. Εισάγω την κατηγορία των ημιαγωγών και αναφέρω παραδείγματα στοιχείων που ανήκουν σ' αυτήν.
- Αναφέρω τα πειραματικά δεδομένα σχετικά με την αγω-



γιμότητα που εμφανίζουν οι ημιαγωγοί και πώς μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία. Αντιδιαστέλλω τις αντίστοιχες ιδιότητες των μεταλλικών αγωγών.

- Υποβοηθούμενος από εικόνες και σχηματικές αναπαραστάσεις, εξηγώ στους μαθητές πώς συνδέονται τα άτομα των ημιαγωγών ή των μονωτών μεταξύ τους και σχηματίζουν κρυσταλλικές μικροσκοπικές δομές. Περιγράφω την μικροσκοπική δομή του πυριτίου. Αντιδιαστέλλω τη μικροσκοπική δομή των ημιαγωγών με αυτή των μετάλλων και εξηγώ τη σχεδόν μηδενική αγωγιμότητα των ημιαγωγών σε χαμηλές θερμοκρασίες.



- Υποβοηθώ τους μαθητές να συνδυάσουν τη μικροσκοπική δομή του πυριτίου, τη σχέση θερμοκρασίας – κινητικής ενέργειας των δομικών λίθων του υλικού και τους κατευθύνω να προβλέψουν την πιθανότητα απόδρασης ηλεκτρονίων από της κρυσταλλικής τους θέσεις, όταν η θερμοκρασία αυξάνεται. Με βάση την αρχική ηλεκτρική ουδετερότητα του κρυσταλλικού πλέγματος, οδηγώ τους μαθητές στο συμπέρασμα ότι στο σημείο από το οποίο απέδρασε ένα ηλεκτρόνιο δημιουργείται πλεόνασμα θετικού φορτίου, μια «θετική οπή».
- Προτρέπω τους μαθητές να περιγράψουν πώς μπορεί να μετακινηθεί μια θετική οπή, αν μεταπηδήσει στη θέση της ένα ηλεκτρόνιο από γειτονική πλεγματική θέση. Οδηγώ τους μαθητές στο συμπέρασμα ότι η αγωγιμότητα των ημιαγωγών οφείλεται στη μετακίνηση ελεύθερων ηλεκτρονίων και θετικών οπών.



Στόχος β:

- Χρησιμοποιώ σχηματικές αναπαραστάσεις του μοντέλου της μικροσκοπικής δομής του πυριτίου και αναζητώ με τους μαθητές τι θα συμβεί αν μερικά άτομα του κρυστάλλου αντικαθιστούν με άτομα αρσενικού, που έχει πέντε ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στοιβάδα. Ερμηνεύω το πλεόνασμα των ελεύθερων ηλεκτρονίων που θα προκύψει και τονίζω τις νέες ιδιότητες της αγωγιμότητας.

τητας του νέου ημιαγωγού τύπου n , που προέκυψε (αύξηση και ρύθμιση της αγωγιμότητας, σημαντική απεξάρτησή της από τη θερμοκρασία).

- Επαναλαμβάνω την ίδια διαδικασία για τους ημιαγωγούς τύπου p .

Στόχος γ:



- Δείχνω στους μαθητές κρυσταλλοδίοδο του εμπορίου και τους εξηγώ ότι είναι διάταξη που προέκυψε από την κατάλληλη συγκόλληση ενός ημιαγωγού τύπου n και ενός τύπου p . Σχεδιάζω και συναρμολογώ κύκλωμα που περιέχει μπαταρία, κρυσταλλοδίοδο και λαμπάκι σε σειρά. Επιδεικνύω την ορθή και την ανάστροφη πόλωση της κρυσταλλοδιόδου, δηλαδή τη λειτουργία της ως κλειστός και ανοικτός διακόπτης, αντίστοιχα.
- Σχεδιάζω και συναρμολογώ κύκλωμα ημιανόρθωσης εναλλασσόμενης τάσης. Ζητώ από τους μαθητές να το σχεδιάσουν στο τετράδιό τους την εναλλασσόμενη τάση και να προβλέψουν την μορφή της τάσης που θα προκύψει στη έξοδο του κυκλώματος. Χρησιμοποιώ παλμογράφο και παρουσιάζω την κυματομορφή της εναλλασσόμενης τάσης και της τάσης εξόδου. Καλώ τους μαθητές να συγκρίνουν τα γραφήματά τους με τις δύο κυματομορφές.

Διδακτικοί στόχοι

Ο μαθητής να αποκτήσει τις ακόλουθες ικανότητες:

- Ορίζει τις λογικές προτάσεις, ως αυτές που μπορεί να είναι είτε αληθείς είτε ψευδείς. Συνδέει λογικές προτάσεις με τις λογικές συναρτήσεις NOT, AND, OR, εκφέροντας συγκεκριμένα παραδείγματα. Συμπληρώνει τους πίνακες αλήθειας που αντιστοιχούν σε κάθε λογική συνάρτηση.
- Σχεδιάζει και συναρμολογεί κυκλώματα που περιέχουν πηγή, διακόπτες και λαμπάκια, τα οποία αντιστοιχούν στις λογικές συναρτήσεις NOT, AND, OR.
- Παριστάνει συμβολικά τις λογικές πύλες που αντιστοιχούν στις λογικές συναρτήσεις NOT, AND, OR και συμπληρώνει τους πίνακες αλήθειας που αντιστοιχούν σ' αυτές. Σχεδιάζει λογικά κυκλώματα που επιτελούν απλές λειτουργίες.

Βασικά διδακτικά βήματα για την επίτευξη των στόχων



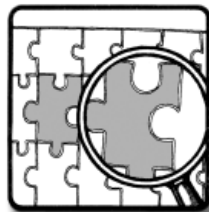
Στόχος α:

- Ορίζω τις λογικές προτάσεις ως αυτές που μπορεί να είναι είτε αληθείς είτε ψευδείς και ζητώ από τους μαθητές να εκφέρουν παραδείγματα. Αναζητώ μαζί με τους μαθητές σύνθετες προτάσεις που αντιστοιχούν στις λογικές συναρτήσεις της ταυτότητας, άρνησης σύζευξης και διάζευξης.
- Υποβοηθώ τους μαθητές να κατασκευάσουν και να συμπληρώσουν τους πίνακες αλήθειας που αντιστοιχούν σ' αυτές τις λογικές συναρτήσεις. Τονίζω ότι σε κάθε λογική συνάρτηση αντιστοιχεί ένας και μοναδικός πίνακας αλήθειας.



Στόχος β:

- Χωρίζω τους μαθητές σε ομάδες, μοιράζω σε κάθε ομάδα δύο διακόπτες, λαμπάκι, καλώδια και μπαταρία. Ζητώ να σχεδιάσουν και να συναρμολογήσουν δύο κυκλώματα: Στο πρώτο, το λαμπάκι να ανάβει όταν ο ένας ή ο άλλος διακόπτης είναι κλειστός. Στο δεύτερο, το λαμπάκι να ανάβει όταν ΚΑΙ οι δύο διακόπτες είναι κλειστοί.
- Καλώ τους μαθητές να αντιστοιχίσουν στις δύο καταστάσεις κάθε στοιχείου (διακόπτη και λαμπάκι) το λογικό 1 και το λογικό 0 (ΝΑΙ - ΟΧΙ) και να κατασκευάσουν πίνακες που να περιγράφουν όλες τις δυνατές καταστάσεις κάθε κυκλώματος. Τους ζητώ να συγκρίνουν τους πίνακες αυτούς με τους πίνακες αλήθειας των λογικών συναρτήσεων AND και OR, και να εκφέρουν τα συμπεράσματά τους.
- Επαναλαμβάνω τα ίδια με τη συναρμολόγηση του κυκλώματος που αντιστοιχεί στη λογική συνάρτηση NOT.



Στόχος γ:

- Εξηγώ μέσω παραδειγμάτων τις λειτουργίες που μπορούν να επιτελέσουν τα λογικά κυκλώματα. Υποβοηθώ τους μαθητές να σχεδιάσουν, χρησιμοποιώντας απλές λογικές πύλες, λογικά κυκλώματα που επιτελούν συγκεκριμένες λογικές λειτουργίες σε διατάξεις ή συσκευές γνωστές από την καθημερινή ζωή (ρύθμιση της λειτουργίας του ηλεκτρικού πλυντηρίου, ηλεκτρικού ψυγείου κλπ).

ΕΝΟΤΗΤΑ 5
ΣΤΟΙΧΕΙΑ
ΔΟΜΗΣ ΤΗΣ ΥΛΗΣ

ΕΝΟΤΗΤΑ 5

Σχέδιο διδασκαλίας	
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	
Κεφάλαιο 15	Πυρήνας και πυρηνικά φαινόμενα
	Σελίδες 278-302
	(2 Διδακτικές ώρες)
	<ul style="list-style-type: none">• Περιγραφή του πυρήνα• Ραδιενέργεια• Πυρηνικές αντιδράσεις
Κεφάλαιο 16	Στοιχειώδη σωματίδια
	Σελίδες 303-315
	(2 διδακτικές ώρες)
	<ul style="list-style-type: none">• Στοιχειώδη σωματίδια• Θεμελιώδεις αλληλεπιδράσεις• Δημιουργία σύμπαντος

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Το κβαντικό σύμπαν T. Hey and P. Walters Ελληνική έκδοση, Κάτοπτρο 1990
2. The quark and the jaguar M. Gell-Mann Ed. W.H. Freeman, New York, 1994
3. The end of the Science J. Horgan Ed. Addison-Wesley, 1996
4. Les constantes universelles G. Gohén-Tannoudji Ed. Hachette, Paris 1991, Ελληνική έκδοση Κάτοπτρο 1993
5. La révolution des quanta V. Weisskopf Ed. Hachette, Paris 1989, Ελληνική έκδοση Κάτοπτρο 1994.

Στοιχεία δομής της ύλης

4 Διδακτικές ώρες	
ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ - ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ	ΔΙΔΑΚΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ
Μ.Ε Παρατήρηση της ακτινοβολίας υποβάθρου	Διαφάνειες, εικόνες
	Διαφάνειες, εικόνες

Γενική διάρθρωση της ενότητας

Σ' αυτή την ενότητα μελετώνται η δομή της ύλης σε πυρηνικό και υποπυρηνικό επίπεδο, οι πυρηνικές αντιδράσεις και οι θεμελιώδεις αλληλεπιδράσεις σε συνδυασμό με τα στάδια δημιουργίας του σύμπαντος. Αρχικά αναφέρονται τα πρωτόνια και τα νετρόνια ως συστατικά του πυρήνα, εισάγεται ο ατομικός και μαζικός αριθμός και ορίζονται τα ισότοπα. Συγχρόνως εισάγεται η ισχυρή πυρηνική δύναμη ως υπεύθυνη για τη σταθερότητα του πυρήνα και περιγράφονται ποιοτικά κάποια χαρακτηριστικά της.

Στη συνέχεια μελετάται το φαινόμενο της ραδιενέργειας. Δίνεται μια ποιοτική ερμηνεία της αστάθειας των πυρήνων, γίνεται διάκριση των ακτινοβολιών α , β , γ ανάλογα με τον διαφορετικό βαθμό απορρόφησης τους από την ύλη, καθορίζεται η φύση τους, επισημαίνεται ότι οι διασπάσεις α και β προκαλούν μεταστοιχείωση και εξετάζεται συνοπτικά η βιολογική δράση της ακτινοβολίας (σωματιδιακή και ηλεκτρομαγνητική).

Οι πυρηνικές αντιδράσεις συνδέονται με την δυναμική ενέργεια μεταξύ των νουκλεονίων που ονομάζεται πυρηνική ενέργεια και με το έλλειμμα μάζας στους πυρήνες μέσω της εξίσωσης του Einstein. Με αυτό τον τρόπο γίνεται μια σύγκριση μεταξύ των ενεργειών σε μια χημική και σε μια πυρηνική αντίδραση, ώστε να γίνει κατανοητή η προέλευση του τεράστιου ποσότητας ενέργειας που εκλύεται σε μια πυρηνική αντίδραση. Ακολούθως γίνεται μελέτη της πυρηνικής σχάσης και της πυρηνικής σύντηξης με επισήμανση τόσο των καταστροφικών συνεπειών των πυρηνικών όπλων όσο και των θετικών προοπτικών κυρίως της πυρηνικής σύντηξης για την αντιμετώπιση των ενεργειακών αναγκών της ανθρωπότητας.

Στο δεύτερο μέρος της ενότητας γίνεται μια συνοπτική αναφορά στα στοιχειώδη σωματίδια, κουάρκ και λεπτόνια, ως τα δομικά συστατικά της ύλης, στις τέσσερες θεμελιώδεις αλληλεπιδράσεις σε σχέση με τα σωματίδια στα οποία εκδηλώνονται, τη σχετική ισχύ, την εμβέλεια τους και τον τρόπο εκδήλωσης τους. Επίσης γίνεται συνοπτική περιγραφή των βασικών σταδίων εξέλιξης του σύμπαντος, που βασίζεται στη θεωρία της μεγάλης έκρηξης και της διαστολής του σύμπαντος με έμφαση στο διαχωρισμό των αλληλεπιδράσεων και τη δημιουργία διαδοχικά πιο σύνθετων συσσωματωμάτων ύλης.

Εισαγωγικό σημείωμα

Ιστορική προσέγγιση

Η αναζήτηση λύσεων στα θεμελιώδη προβλήματα της φυσικής Επιστήμης που συνδέονται με την μικροσκοπική δομή της ύλης και την σχέση της με τις βασικές δυνάμεις (ηλεκτρομαγνητικές, πυρηνικές και βαρυτικές), έχει βασισθεί, τα τελευταία 100 χρόνια, σε μια σειρά σημαντικών ανακαλύψεων που έγιναν στο τέλος του 19ου και στο πρώτο ήμισυ του 20ου αιώνα. Η σημερινή πλούσια γνώση που έχουμε για την δομή και τη λειτουργία του μικρόκοσμου (Ατομική, Πυρηνική, Σωματιδιακή Φυσική) καθώς και την σχέση του με τη θερμική ιστορία του σύμπαντος (Κοσμολογία) οφείλεται κυρίως στους ακόλουθους μεγάλους σταθμούς της επιστημονικής έρευνας, με χρονολογική σειρά:

- 1895:** ανακάλυψη ακτίνων X από τον Rontgen
- 1896:** ανακάλυψη της ραδιενέργειας του Ουρανίου από τον Becquerel
- 1897:** ανακάλυψη του ηλεκτρονίου από τον J.J. Thomson
- 1900:** διατύπωση του νόμου της ακτινοβολίας του μέλανος σώματος από τον Plank
- 1905:** διατύπωση της ειδικής θεωρίας της σχετικότητας από τον Einstein.
- 1911:** ανακάλυψη του ατομικού πυρήνα από τον Rutherford
- 1913:** διατύπωση της θεωρίας του Bohr για το άτομο του υδρογόνου.
- 1915:** διατύπωση της γενικής θεωρίας της σχετικότητας από τον Einstein.
- 1920:** Ανακάλυψη της διαστολής του σύμπαντος από τον Hubble
- 1923-1930:** διατύπωση κι ανάπτυξη της κβαντικής Μηχανικής κυρίως από τους επιστήμονες: De Broglie, Schrodinger, Heisenberg και Dirac.
- 1935:** διατύπωση της θεωρίας Yukawa για τον φορέα των ισχυρών πυρηνικών δυνάμεων (meson theory).
- 1946:** ανακάλυψη του π-μεσονίου από τον Powell και τους συνεργάτες του.

Παρόλο που το πορτραίτο της σημερινής επιστήμης, στις αρχές του 21ου αιώνα, χαρακτηρίζεται από ένα μεγάλο πλούτο νέων ιδεών και μια αξιοθαύμαστη τεχνολογία, οι πρώτες αρχές στις οποίες βασίζεται όλη αυτή η πρόοδος ενυπάρχουν στις παραπάνω μεγάλες, επιστημονικές ανακαλύψεις. Έτσι, στην διατύπωση του σύγχρονου παραδειγματικού προτύπου για την δομή της ύλης (standard model) καθώς και στην πειραματική του επαλήθευση, κυριαρχούν στοιχεία από την καθιερω-

θείσα Φυσική κατά το πρώτο ήμισυ του εικοστού αιώνα: Το πείραμα του Rutherford για παράδειγμα, συνεχίζεται ακόμη και σήμερα, ως βασική μεθοδολογία, στους μεγάλους επιταχυντές, όπου με πειράματα συγκρούσεων σε υψηλές ενέργειες επιτυγχάνεται η διεύθυνση σε κλίμακες οργάνωσης της ύλης μέχρι 10-20 m! Εξ άλλου στο επίπεδο της θεωρίας, το κβαντικό πρότυπο του ηλεκτρονίου, όπως περιγράφεται από τη εξίσωση του Dirac, επεκτείνεται όχι μόνο στα υπόλοιπα λεπτόνια του καθιερωμένου προτύπου αλλά και στα quark τα οποία είναι και αυτά σωματίδια χωρίς δομή με spin $\frac{1}{2}$, όπως τα ηλεκτρόνια. Τέλος η έννοια των σωματιδίων - φορέων των αλληλεπιδράσεων ενυπάρχει τόσο στην Κβαντική Μηχανική του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου (φωτόνιο) όσο και στην υπόθεση Yukawa για το πεδίο των ισχυρών πυρηνικών δυνάμεων (μεσόνιο). Η αποδεκτή σήμερα λύση στο πρόβλημα αυτό συνδέεται με την σημαντική θεωρητική ανακάλυψη των τελευταίων χρόνων, σύμφωνα με την οποία τα σωματίδια – φορείς οφείλουν την ύπαρξη τους στη λεγόμενη συμμετρία βαθμίδας (gauge symmetry). Μια αρχή που ικανοποιούν οι βασικές δυνάμεις στην φύση και σύμφωνα με την οποία τα σωματίδια αυτά έχουν spin 1 (διανυσματικά σωματίδια). Αξίζει να τονισθεί στο σημείο αυτό ότι από τους απλούς κανόνες των θεωριών βαθμίδας εξαιρείται η βαρύτητα για την οποία δεν υπάρχει ακόμη μια συνεπής κβαντική θεωρία. Το παραπάνω κριτήριο των διανυσματικών σωματιδίων ικανοποιείται από το φωτόνιο που μεταφέρει τις ηλεκτρομαγνητικές δυνάμεις καθώς και από τα βαρέα μποζόνια (W^\pm , Z^0) που σχετίζονται με τις ασθενείς πυρηνικές δυνάμεις. Δεν ικανοποιείται όμως από τα αρχικά σωματίδια του Yukawa τα οποία είναι βαθμωτά (έχουν spin 0) και δεν μπορούν, σύμφωνα με την αρχή της συμμετρίας βαθμίδας, να είναι φορείς θεμελιωδών δυνάμεων στην φύση. Αντί αυτών, τις ισχυρές πυρηνικές δυνάμεις έχουν αναλάβει να μεταφέρουν, στο επίπεδο της ύλης quark, τα γλοιόνια (gluons) τα οποία είναι διανυσματικά σωματίδια και εκπορεύονται από μια θεμελιώδη θεωρία βαθμίδας των ισχυρών αλληλεπιδράσεων, την λεγόμενη κβαντική χρωμοδυναμική (QCD). Παρόλα αυτά η τοπική αλληλεπίδραση Yukawa βαθμωτών σωματιδίων με σωματίδια ύλης (quarks, leptons) έχει θεμελιώδη σημασία στην διατύπωση των σύγχρονων θεωριών δεδομένου ότι ορισμένα βαθμωτά σωματίδια παίζουν βασικό ρόλο στη συγκρότηση της πρώτης ύλης του σύμπαντος, ως συστατικά του κενού (σωματίδια τύπου Higgs). Αξίζει να σημειωθεί ότι η πειραματική ανακάλυψη βαθμωτών σωματιδίων Higgs (από το όνομα του Σκωτσέζου θεωρητικού φυσικού P. Higgs) αποτελεί την πρώτη και υψηλή προτεραιότητα στα σύγχρονα πειράματα, στους μεγάλους επιταχυντές που λειτουργούν ήδη (LEP) ή κατασκευάζονται (LHC). Η πειραματική ανακάλυψη του σωματιδίου Higgs θα έχει μεγάλη σημασία για την επιστήμη διότι θα λυθεί αυτομάτως το πρόβλημα της μά-

ζας των σωματιδίων, με άλλους λόγους θα ανακαλυφθεί ο μηχανισμός με τον οποίο απονέμεται η μάζα στην πρώτη ύλη του σύμπαντος. Τότε μόνον θα έχει ολοκληρωθεί η μεγάλη επιστημονική επανάσταση που άρχισε με τον Γαλιλαίο και την ανακάλυψη της αδράνειας ως βασικής ιδιότητας της ύλης πριν από τέσσερις αιώνες.

Από την ιστορική και επιστημολογική αναδρομή που επιχειρήθηκε στα προηγούμενα προκύπτει ότι οι σημερινές αντιλήψεις για τη μικροσκοπική δομή της ύλης αποτελούν ένα πολύ προχωρημένο στάδιο ωρίμανσης και εκλέπτυνσης της κβαντικής θεωρίας όπως αυτή αναπτύχθηκε, σε συνδυασμό με τη θεωρία της σχετικότητας, το πρώτο ήμισυ του εικοστού αιώνα. Το ερώτημα που τίθεται συχνά είναι μήπως έχει φθάσει το τέλος της «φυσικής επιστήμης» με την έννοια ότι οι μεγάλες ανακαλύψεις του εικοστού αιώνα έχουν αποκαλύψει όλες τις βασικές αρχές της δομής και της λειτουργίας του σύμπαντος (πρώτες αρχές). Εάν η απάντηση είναι καταφατική τότε, για την συνέχεια, μας απομένει μια αργόσυρτη διαδικασία σύνθεσης που έχει περισσότερο τον χαρακτήρα μιας εξεζητημένης φαινομενολογίας παρά μιας αναζήτησης νέων αρχών όπως συνέβη με την θεωρία της σχετικότητας και την κβαντική μηχανική. Οι επιστήμονες απορρίπτουν την θεωρία του τέλους της επιστήμης ως ανιστόρητης ενώ συγχρόνως, νέοι δρόμοι της φυσικής επιστήμης έχουν ήδη ξεκινήσει. Θα αναφέρουμε έναν από αυτούς που έχει κατεύθυνση την διατύπωση της κβαντικής μηχανικής των ανοιχτών συστημάτων.

Η Κβαντική Μηχανική, όπως συμπυκνώνεται στην εξίσωση του Σρέντινγκερ, αφορά φυσικά συστήματα που δεν αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον και αποτελεί πολύ καλή προσέγγιση για την κατανόηση της μικροσκοπικής προέλευσης της ενέργειας καθώς και των μηχανισμών διαχείρισής της από την ύλη. Με άλλους λόγους η Κβαντική Μηχανική των κλειστών συστημάτων απευθύνεται στην ύλη χωρίς ζωή και παρέχει τους μηχανισμούς με τους οποίους η ύλη αυτή κινείται, μετασχηματίζεται, αλληλεπιδρά, διασπάται και συντίθεται. Η εικασία είναι ότι η κβαντική μηχανική των ανοικτών συστημάτων θα μπορούσε να ερμηνεύσει την προέλευση και τη διαχείριση από την ύλη, όχι μόνο της ενέργειας αλλά και της πληροφορίας ως φυσικού μεγέθους, συνδεδεμένου μάλιστα πού στενά με την λειτουργία της ζωής. Η νέα φυσική καλείται με άλλους λόγους, να συναντηθεί με την βιολογία για την ανακάλυψη των θεμελιωδών μηχανισμών με τους οποίους η ύλη προσαρμόζεται, αυτό-οργανώνεται, δημιουργεί, αποφασίζει και συνειδητοποιεί. Καλείται επομένως, η επιστήμη της τρίτης χιλιετίας να θεμελιώσει σε πρώτες αρχές (όχι κατ' ανάγκη σε μικροσκοπικό επίπεδο) τη συμπεριφορά της έμβιας ύλης, γενικεύοντας κατάλληλα ή και ανατρέποντας τις αντιλήψεις της φυσικής επιστήμης του εικοστού αιώνα.

Με το παράδειγμα αυτό μπορούμε, τελειώνοντας, να συνοψίσουμε τα σημαντικά, ανοικτά προβλήματα που καλείται η φυσική επιστήμη να αντιμετωπίσει τον αιώνα που άρχισε. Τα προβλήματα αυτά είναι:

- α) η διατύπωση μιας συνεπούς κβαντικής θεωρίας των ανοικτών συστημάτων.
- β) η διατύπωση μιας πλήρους θεωρίας ενοποίησης των δυνάμεων, στο αρχικό, θερμό σύμπαν.
- γ) η προέλευση, ρύθμιση και αλληλεξάρτηση των παγκόσμιων σταθερών της φυσικής.
- δ) η ερμηνεία από πρώτες αρχές του δεύτερου νόμου της θερμοδυναμικής
- ε) η διατύπωση μιας συνεπούς κβαντικής θεωρίας βαρύτητας
- στ) η εξιχνίαση των μηχανισμών αλλαγής φάσης από την ύλη quark στην συμβατική ύλη του σημερινού σύμπαντος.
- ζ) η ερμηνεία επικράτησης της ύλης έναντι της αντιύλης στο διαστελλόμενο σύμπαν
- η) η προέλευση της μάζας των σωματιδίων της πρωτογενούς ύλης (μηχανισμός Higgs).
- θ) η ύπαρξη και προέλευση της σκοτεινής ύλης (dark matter) στο σύμπαν.
- ι) η διατύπωση μιας συνεπούς κβαντικής θεωρίας της πολυπλοκότητας (κβαντικό χάος).

Ορισμένα από τα προβλήματα αυτά είναι αλληλένδετα, άλλα βρίσκονται κοντά στη λύση τους, άλλα είναι πολύ απομακρυσμένα από αυτή. Το βέβαιο είναι ότι τα όρια και οι ορίζοντες της Επιστήμης διευρύνονται συνεχώς, παρασύροντας μαζί τους τα όρια και τους ορίζοντες του πολιτισμού.

Εναλλακτικές απόψεις των μαθητών για τη δομή της ύλης

Οι μαθητές συχνά πιστεύουν ότι τα άτομα εξαφανίζονται ως αποτέλεσμα ραδιενεργών διασπάσεων.

Οι μαθητές δεν αντιλαμβάνονται την ραδιενεργό διάσπαση ως πιθανή αυθόρμητη διαδικασία, αλλά θεωρούν ότι προκαλείται από ανθρώπινη παρέμβαση.

Η ενέργεια σύνδεσης και το έλλειμμα μάζας αποτελούν ιδιαίτερα δύσκολες έννοιες για τους μαθητές, ειδικά όταν δεν είναι εξοικειωμένοι με την ειδική θεωρία της σχετικότητας.

Πυρήνας και πυρηνικά φαινόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 15

Εισαγωγή του μαθητή στο κόσμο των πυρηνικών φαινομένων

Στην εισαγωγική συζήτηση του κεφαλαίου μπορείτε να προκαλέσετε το ενδιαφέρον των μαθητών για το γνωστικό αντικείμενο, συζητώντας για τις χρήσεις της πυρηνικής ενέργειας και ζητώντας τους να εκφράσουν τη δική τους άποψη. Αφορμή για τη συζήτηση μπορεί να αποτελέσουν οι εισαγωγική εικόνα του κεφαλαίου, ή διαφάνεια, ένα σχετικό κείμενο από εφημερίδα ή περιοδικό. Επίσης μπορείτε να τους ρωτήσετε αν γνωρίζουν επιστήμονες που συνεισέφεραν στη πρόοδο της επιστήμης στο συγκεκριμένο τομέα (πχ τι γνωρίζουν για τον Πέτρο και τη Μαρία Κιουρί).

& 15.1, 15.2, 15.3 Περιγραφή του πυρήνα - ραδιενέργεια - πυρηνικές αντιδράσεις

Στόχοι

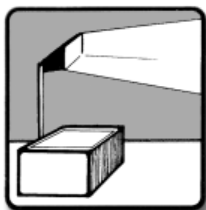
Ο μαθητής να:

- γνωρίσει τα πρωτόνια και τα νετρόνια ως συστατικά του πυρήνα και να ορίζουν τον ατομικό και μαζικό αριθμό.
- ορίζει τα ισότοπα ενός στοιχείου και να υπολογίζει τον αριθμό των πρωτονίων, των ηλεκτρονίων και των νετρονίων ενός ισότοπου.
- αναγνωρίσει:
το ρόλο και τη φύση της ισχυρής πυρηνικής δύναμης,
τον αυθόρμητο χαρακτήρα της ραδιενεργού διάσπασης.
- περιγράφει τα τρία διαφορετικά είδη ραδιενεργών διασπάσεων, διακρίνοντας τις "ακτινοβολίες" α, β, γ.

- γνωρίζει κάποια στοιχεία για την βιολογική δράση της ακτινοβολίας.
- προσεγγίζει την πυρηνική ενέργεια ως δυναμική ενέργεια σύνδεσης των νουκλεονίων του πυρήνα και να τη συνδέσει με το έλλειμμα μάζας στους πυρήνες.
- συσχετίζει την ενέργεια που απελευθερώνεται σε μια πυρηνική αντίδραση με τη μεταβολή της ενέργειας σύνδεσης.
- ορίζει την πυρηνική σχάση και την έννοια της αλυσιδωτής αντίδρασης.
- κατανοήσει την προέλευση της ενέργειας στη σχάση.
- γνωρίζει εφαρμογές της πυρηνικής σχάσης (πολεμικές και ειρηνικές).
- περιγράφει την πυρηνική σύντηξη και τον σχηματισμό του στοιχείου ήλιο, στον Ήλιο.
- κατανοήσει την προέλευση της ηλιακής ενέργειας.
- γνωρίζει τα πλεονεκτήματα από την ελεγχόμενη πυρηνική σύντηξη.

Διδασκαλία μερικών ενοτήτων

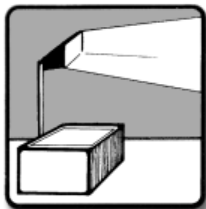
& 15.1



Ο Δημόκριτος πίστευε ότι τα άτομα είναι αδιαίρετα. Με τα πειράματα του Rutherford αποδείχθηκε ότι το άτομο έχει εσωτερική δομή και αναδείχθηκε η ύπαρξη του θετικά φορτισμένου πυρήνα. Ρωτήστε τους μαθητές αν πιστεύουν ότι ο πυρήνας είναι συμπαγής ή αποτελείται από μικρότερα σωματίδια.

Επειδή δεν υπάρχουν πειραματικά ή εμπειρικά δεδομένα σ' αυτή την κλίμακα αξιοποιήστε όσο το δυνατόν περισσότερο εποπτικό υλικό (εικόνες, διαφάνειες, λογισμικό).

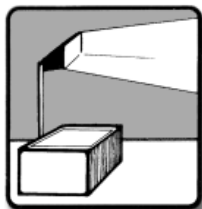
Τονίστε ότι πρωτόνια και νετρόνια έχουν σχεδόν ίδια μάζα αλλά διαφορετικό ηλεκτρικό φορτίο. Επίσης ότι ο αριθμός των ηλεκτρονίων είναι ίσος με τον αριθμό των πρωτονίων.



Διαφάνειες 503, 504

Δείξτε στους μαθητές διαφάνειες με τις σχηματικές αναπαραστάσεις ατόμων συγκεκριμένων στοιχείων και ζητήστε τους να δουλέψουν σε ομάδες και να καθορίσουν τον ατομικό και μαζικό αριθμό τους. Να προσδιορίσουν τον αριθμό των νετρονίων και να γράψουν συμβολικά τα

ισότοπα. Αποκαλύψτε σταδιακά τις διαφάνειες έτσι ώστε να μπορούν οι μαθητές να ελέγχουν και την ορθότητα των απαντήσεων τους. Τονίστε τους ότι ο αριθμός των νετρονίων ισούται με τη διαφορά: Μαζικός αριθμός - ατομικός αριθμός.



Η εικόνα του βιβλίου σε σχέση με ισχυρή πυρηνική δύναμη



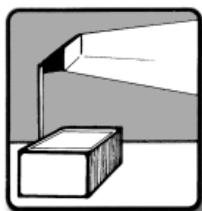
Με τη βοήθεια σχετικής διαφάνειας, προβληματίστε

τους μαθητές για τη δύναμη που συγκρατεί τα πρωτόνια στον πυρήνα, τονίζοντας ότι το μέγεθος του πυρήνα είναι πολύ μικρό (10-15 m). Τονίστε τους ότι:

- αν μεταξύ των συστατικών του πυρήνα (πρωτονίων) ασκούνται μόνο η ηλεκτροστατική δύναμη ο πυρήνας θα διαλύονταν.

- η ισχυρή πυρηνική δύναμη ασκείται όταν τα σωματίδια βρίσκονται σε απόσταση μικρότερη από 10-15m.

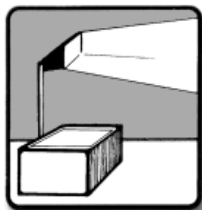
& 15.2



Εικόνα με ερμηνεία πυρηνικής δύναμης (να δείχνει τη δύναμη μεταξύ πρωτονίων σε μικρό και μεγάλο πυρήνα)

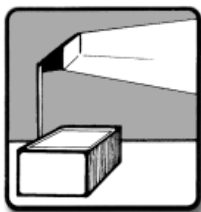
Με τη βοήθεια της διαφάνειας εξηγήστε γιατί κάποιοι πυρήνες διασπώνται αυθόρμητα, χωρίς ανθρώπινη - εξωτερική παρέμβαση.

Ορίστε έτσι τα ραδιενεργά στοιχεία και συνδέστε την ενέργεια που εκλύεται κατά τη διάσπαση τους με τις ακτινοβολίες (ραδιενέργεια).



Διαφάνεια 508 (εικόνα 15.9, 15.18)

Χρησιμοποιώντας τις αντίστοιχες εικόνες του βιβλίου ή σχετικές διαφάνειες προκαλέστε συζήτηση. Προσδιορίστε τις ιδιότητες των ακτινοβολιών με βάση τη διαφορετική συμπεριφορά τους στο ηλεκτρικό πεδίο ή μαγνητικό πεδίο και το διαφορετικό βαθμό απορρόφησης τους από την ύλη. Ζητήστε, για παράδειγμα, τους μαθητές να προσδιορίσουν από την αντίστοιχη εικόνα ποιες από τις ακτινοβολίες αποτελούνται από φορτισμένα σωματίδια. Καθορίστε έτσι τα διαφορετικά είδη ακτινοβολίας α, β, γ.



Διαφάνεια ερμηνεία
ακτινοβολίας α,β



Με βάση τις σχετικές διαφάνειες ή τις αντίστοιχες εικόνες του βιβλίου θα μπορούσατε να συζητήσετε για τις ραδιενεργές διασπάσεις α και β και να ζητήσετε από τους μαθητές σας να υπολογίσουν τον μαζικό και ατομικό αριθμό των θυγατρικών πυρήνων. Στη συνέχεια τονίστε τους ότι σε αυτές τις δια-

σπάσεις έχουμε μεταβολή του ατομικού αριθμού του μητρικού πυρήνα με αποτέλεσμα ο θυγατρικός πυρήνας να ανήκει σε διαφορετικό στοιχείο δηλαδή έχουμε μεταστοιχείωση. Τονίστε τους ότι η μεταβολή του ατομικού και του μαζικού αριθμού σε μια διάσπαση α ή β εκφράζει τη διατήρηση μάζας (προσεγγιστικά) και του ηλεκτρικού φορτίου.



Ακτινοβολία
υποβάθρου

Το ΜΕ «ακτινοβολία υποβάθρου» αποτελεί μοναδική ευκαιρία πειραματικής μελέτης της ακτινοβολίας που μας κατακλύζει χωρίς να προέρχεται από συγκεκριμένη ραδιενεργό πηγή.

Επειδή οι μετρήσεις έχουν στατιστικό χαρακτήρα θα πρέπει να περιμένουμε μια ώρα ή περισσότερο για να διαπιστώσουμε αν υπάρχει διαφορά. Η ακτινοβολία υποβάθρου αποτελείται κυρίως από ακτίνες γ.



Βιολογικά
αποτελέσματα

Χρησιμοποιήστε τους σχετικούς πίνακες του βιβλίου ή την αντίστοιχη διαφάνεια και επισημάνετε ότι η βιολογική δράση της ακτινοβολίας εξαρτάται από το είδος της ακτινοβολίας και από την ενέργεια που απορροφάται. Επίσης ότι όλοι οι άνθρωποι προσλαμβάνουν ακτινοβολία που προέρχεται από φυσικές πηγές.



Βιολογικές επιδράσεις
της ακτινοβολίας

Οι μαθητές που θα εκδηλώσουν το σχετικό ενδιαφέρον μπορούν να αναλάβουν σχετική εργασία με βάση τα «δείτε και αυτό», σχετικά με τις πηγές ραδιενέργειας, τις απορροφούμενες ποσότητες από τον ανθρώπινο οργανισμό, τις επιπτώσεις και τα μέτρα προστασίας. Αφού ολοκληρώσουν την εργασία τους μπορούν να την παρουσιάσουν στη τάξη και να επακολουθήσει σχετική συζήτηση.

& 15.3



Υπενθυμίστε στους μαθητές την έννοια της δυναμικής ενέργειας.



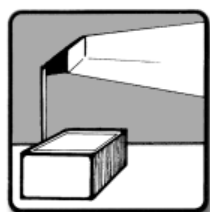
Σ' ένα άτομο τα αρνητικά ηλεκτρόνια έλκονται με ηλεκτρικές δυνάμεις από το θετικά φορτισμένο πυρήνα. Τα ηλεκτρόνια έχουν δυναμική ενέργεια. Στο εσωτερικό του πυρήνα εκδηλώνονται μεταξύ πρωτο-

νίων και νετρονίων οι ισχυρές πυρηνικές δυνάμεις. Τα πρωτόνια και τα νετρόνια έχουν δυναμική ενέργεια. Επειδή οι ισχυρές πυρηνικές δυνάμεις είναι πολύ ισχυρότερες από τις ηλεκτρομαγνητικές οι δυναμική ενέργεια σύνδεσης των ηλεκτρονίων στον πυρήνα είναι περίπου 1000 φορές μεγαλύτερη από τη δυναμική ενέργεια των ηλεκτρονίων στο άτομο. Γι αυτό το λόγο και στις πυρηνικές αντιδράσεις εκλύεται πολύ μεγαλύτερη ενέργεια συγκριτικά με τις ατομικές (χημικές) αντιδράσεις.



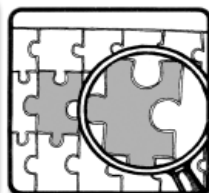
Έλλειμμα μάζας

Χρησιμοποιώντας τη σχετική διαφάνεια ή την αντίστοιχη εικόνα του βιβλίου επισημάνετε την ισοδυναμία μεταξύ μάζας και ενέργειας. Τονίστε ότι σε μια πυρηνική αντίδραση, όπως και σε κάθε αντίδραση η συνολική ενέργεια διατηρείται. Υπενθυμίστε στους μαθητές την αντιστοιχία με τις χημικές αντιδράσεις και επισημάνετε την διαφορά στην κλίμακα όσο αφορά την παραγόμενη ενέργεια.



Πυρηνική σχάση

Εξηγήστε στους μαθητές το μηχανισμό της πυρηνικής σχάσης με βάση την διαφάνεια και ζητήστε τους να θυμηθούν το έλλειμμα μάζας. Ρωτήστε τους από που θεωρούν ότι προέρχεται η ενέργεια που εκλύεται κατά τη σχάση του . Επισημάνετε ότι κατά τις πυρηνικές αντιδράσεις έχουμε διατήρηση του αριθμού των νουκλεονίων και του ηλεκτρικού φορτίου και με βάση αυτό ζητήστε τους να υπολογίσουν των ατομικό και μαζικό αριθμό ενός από τους δυο θυγατρικούς πυρήνες.



Τονίστε στους μαθητές ότι η αντίδραση σχάσης μπορεί να πραγματοποιηθεί σε αρκετούς διαφορετικούς συνδυασμούς. Έτσι κατά τη σχάση του ουρανίου - 235

δεν προκύπτουν πάντοτε βάριο και κρυπτό, αλλά υπάρχουν περίπου 25 διαφορετικές δυάδες θραυσμάτων.

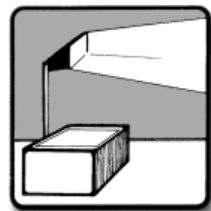
Αν κάποιος μαθητής ρωτήσει από που προέρχεται το νετρόνιο που απαιτείται για να ξεκινήσει μια αλυσιδωτή αντίδραση εξηγήστε ότι υπάρχει μια εξωτερική πη-

γή νετρονίων, συνήθως ένα στοιχείο που διασπάται με εκπομπή νετρονίων, όπως το Βηρύλλιο (Be) όταν βομβαρδίζεται με σωμάτια α.



ΠΕ αλυσιδωτή
αντίδραση

Στηρίξτε ένα ντόμινο και τοποθετείστε άλλα δυο πίσω του έτσι ώστε όταν το πρώτο ντόμινο πέσει να ρίξει συγχρόνως τα άλλα δυο. Μετά τοποθετείστε τα 4 ντόμινο πίσω από τα δυο, 8 πίσω από τα 4 και κ.ο.κ. Διατάξτε τα ντόμινο με τέτοιο τρόπο ώστε να πέσουν όλα διαδοχικά αφού χτυπήσετε το πρώτο.



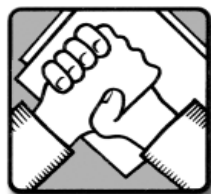
Πυρηνική σύντηξη

Τονίστε τον αντίστροφο χαρακτήρα της σύντηξης σε σχέση με τη σχάση. Επισημάνετε όμως ότι και στις δυο, η μάζα των προϊόντων είναι μικρότερο από την μάζα των αρχικών πυρήνων. Η διαφορά μαζών εκφράζει το έλλειμμα μάζας και αντιστοιχεί στην κινητική ενέργεια των προϊόντων της αντίδρασης.

Τονίστε ότι η ηλιακή ενέργεια προέρχεται από πυρηνική σύντηξη. Στον Ήλιο ένα πρωτόνιο μετατρέπεται σε νετρόνιο με εκπομπή ενός ποζιτρονίου και ενός αντινετρίνου. Τελικά από δυο πρωτόνια έχουμε την παραγωγή ενός πυρήνα δευτερίου.

Επισημάνετε:

- ότι η πυρηνική σύντηξη απαιτεί τεράστιες θερμοκρασίες. Στο γεγονός αυτό οφείλεται η δυσκολία επίτευξης της ελεγχόμενης πυρηνικής σύντηξης.
- τα θετικά αποτελέσματα από τη χρήση της πυρηνικής ενέργειας. Προς αυτή τη κατεύθυνση μπορείτε να αξιοποιήσετε τα παρακάτω στοιχεία:
 - ✓ ένας σταθμός πυρηνικής ενέργειας ισχύος 1000 MW χρησιμοποιεί 25 τόνους καυσίμου το χρόνο και παράγει 25 τόνους καταλοίπων.



- ✓ ένας θερμοηλεκτρικός σταθμός ίδιας ισχύος χρησιμοποιεί 2.500.000 τόνους άνθρακα και παράγει 6.500.000 τόνους CO₂, 9.000.000 τόνους SO₂ και 4.500 τόνους NO_x.

Ομάδες μαθητών μπορούν να διερευ-

νήσουν τις οικονομικές, τεχνολογικές και περιβαλλοντικές διαδικασίες και επιπτώσεις από τη χρήση ορυκτών καυσίμων, πυρηνικής και ηλιακής ενέργειας για την εξυπηρέτηση των αναγκών των σύγχρονων κοινωνιών. Υποδείξτε στις ομάδες να

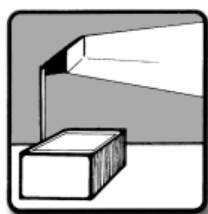


διερευνήσουν τα θέματα συστηματικά και σφαιρικά πριν καταλήξουν σε συμπεράσματα. Μπορείτε να οργανώσετε μια συζήτηση μεταξύ των ομάδων μετά την ολοκλήρωση της έρευνας.

Ρωτήστε τους μαθητές ποιές είναι οι ομοιότητες και οι διαφορές ανάμεσα στη διάσπαση α και την πυρηνική σχάση (και στις δυο περιπτώσεις ένας πυρήνας διασπάται). Η διάσπαση α όμως γίνεται συνήθως αυθόρμητα και προκύπτουν δυο πυρήνες με μεγάλη διαφορά στη μάζα ενώ η σχάση γίνεται με βομβαρδισμό από νετρόνια και οδηγεί σε δυο θραύσματα σχεδόν ίσης μάζας.

Συζητήστε με τους μαθητές πως οι δυο αρχές διατήρησης μάζας και ενέργειας συνδυάζονται σε μια ενιαία αρχή διατήρησης της μάζας και της ενέργειας, μέσω της εξίσωσης $E=mc^2$.

Δομή της ύλης - Στοιχειώδη σωμάτια



Εισαγωγική διαφάνεια

& 16.1, 16.2, 16.3 Στοιχειώδη σωματίδια - Θεμελιώδεις αλληλεπιδράσεις - δημιουργία του σύμπαντος

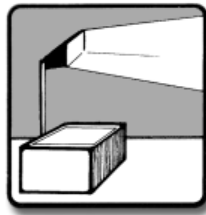
Στόχοι

Ο μαθητής να:

- γνωρίζει σε πολύ γενικές γραμμές το ρόλο των επιταχυντών και των ανιχνευτών στη μελέτη της δομής της ύλης.
- ορίζει τις δυο οικογένειες των στοιχειωδών σωματιδίων.
- γνωρίζει τις τέσσερις θεμελιώδεις αλληλεπιδράσεις.
- γνωρίζει ότι σήμερα οι φυσικοί θεωρούν ότι οι αλληλεπιδράσεις πραγματοποιούνται μέσω της ανταλλαγής σωματιδίων - φορέων της αλληλεπίδρασης.
- γνωρίζει τη θεωρία της μεγάλης έκρηξης και τη διαδικασία της σταδιακής διαφοροποίησης των αλληλεπιδράσεων από μια αρχικά ενιαία αλληλεπίδραση.
- γνωρίζει τα διαδοχικά στάδια σχηματισμού των δομών της ύλης, από τις απλούστερες στις πιο σύνθετες.

Διδασκαλία μερικών ενοτήτων

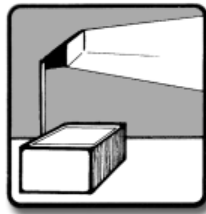
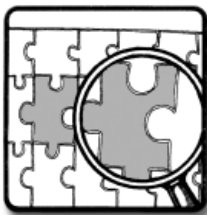
& 16.1



Επιταχυντές

Υπενθυμίστε στους μαθητές το πείραμα του Rutherford και ρωτήστε τους πως θα μπορούσαμε να διερευνήσουμε το εσωτερικό του πυρήνα. (Χρησιμοποιώντας βλήματα μεγαλύτερης ενέργειας από τα σωματίδια α του Rutherford).

Επισημάνετε ότι στους επιταχυντές χρησιμοποιούνται ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία για την παραγωγή σωματιδίων με πολύ μεγάλη ταχύτητα (ενέργεια), ενώ οι ανιχνευτές καταγράφουν τα νέα σωματίδια που προκύπτουν από τις αντιδράσεις μεταξύ των συστατικών του πυρήνα.

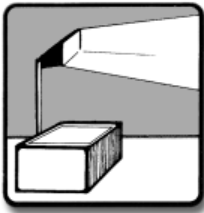


Δομή της ύλης
και κλίμακα

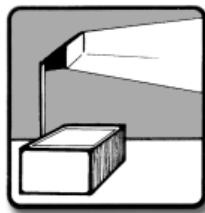
Υπενθυμίστε στους μαθητές τη ραδιενεργό διάσπαση β και τονίστε τους ότι τα πρωτόνια και τα νετρόνια δεν είναι στοιχειώδη σωματίδια αλλά αποτελούνται από κουάρκ. Αντίθετα το ηλεκτρόνιο θεωρείται στοιχειώδες.

Με χρήση της εικόνας του βιβλίου να επισημάνετε στους μαθητές ότι τα στοιχειώδη σωματίδια ομαδοποιούνται σε δυο οικογένειες: τα κουάρκ και τα λεπτόνια (οι μαθητές δεν χρειάζεται να απομνημονεύσουν τον πίνακα των στοιχειωδών σωματιδίων).

& 16.2



Δομή της ύλης και
αλληλεπιδράσεις



Οι αλληλεπιδρά-
σεις και οι φορείς
τους

• Επισημάνετε ότι όλες οι αλληλεπιδράσεις που εμφανίζονται στο σύμπαν ανάγονται σε τέσσερις θεμελιώδεις αλληλεπιδράσεις

Δείξτε με εποπτικό τρόπο ότι:

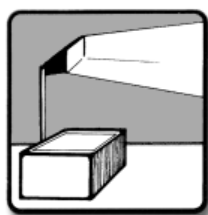
• δυο φορτισμένα σωματίδια αλληλεπιδρούν ανταλλάσσοντας φωτόνια.

• Τα κουάρκ σχηματίζουν πρωτόνια και νετρόνια, καθώς αλληλεπιδρούν ισχυρά ανταλλάσσοντας γλουόνια.

Μπορείτε να εισάγετε την έννοια της εμβέλειας της αλληλεπίδρασης λέγοντας ότι τα φορτία όσο μακριά και αν βρεθούν μπορούν να ανταλλάσσουν φωτόνια, και έτσι αλληλεπιδρούν: Οι ηλεκτρομαγνητικές δυνάμεις έχουν άπειρη εμβέλεια. Τα κουάρκ ανταλλάσσουν γλουόνια και αλληλεπιδρούν μόνον όταν βρίσκονται στο εσωτερικό των πρωτονίων και νετρονίων. Οι ισχυρές δυνάμεις έχουν πολύ μικρή εμβέλεια: όσο είναι οι διαστάσεις των νουκλεονίων.

Με τη βοήθεια του πίνακα επιδείξτε στους μαθητές τους φορείς, την εμβέλεια και τη σχετική ισχύ των αλληλεπιδράσεων. Βεβαίως δεν υπάρχει λόγος οι μαθητές να απομνημονεύσουν το σχετικό πίνακα.

& 16.3



Η εξέλιξη
του σύμπαντος



Οι αλληλεπιδρά-
σεις και οι φορείς
τους

- Επισημάνετε ότι η απομάκρυνση των γαλαξιών αποτελεί ισχυρή ένδειξη ότι το σύμπαν διαστέλλεται.

Με τη βοήθεια της εικόνας δείξτε τα διαδοχικά στάδια εξέλιξης του σύμπαντος από τη στιγμή της μεγάλης έκρηξης (Big Bang). Επισημάνετε ότι η χρονική εξέλιξη χαρακτηρίζεται από τη διαστολή του σύμπαντος με σύγχρονη ψύξη, αποσύζευξη των αλληλεπιδράσεων και διαδοχική δημιουργία συνθετότερων δομών ύλης. Φυσικά δεν απαιτείται οι μαθητές να απομνημονεύσουν τα διαδοχικά στάδια.

Ρωτήστε τους μαθητές γιατί στη σύγχρονη εποχή η μελέτη των στοιχειωδών σωματιδίων συνδέεται με τη δημιουργία του σύμπαντος.

Γιατί σύμφωνα με τη θεωρία της μεγάλης έκρηξης, τα πρώτα δευτερόλεπτα μετά τη δημιουργία του, το σύμπαν αποτελείτο από σωματίδια που είχαν πολύ υψηλές ενέργειες και ήταν αντίστοιχα με τα σωματίδια που παράγονται κατά τις συγκρούσεις στους επιταχυντές ή προβλέπονται από τις θεωρίες των στοιχειωδών σωματιδίων.



Συμπληρωματική γνώση

Τα λεπτόνια είναι σημειακά σωματίδια μεταξύ των οποίων ασκούνται βαρυτικές, ηλεκτρομαγνητικές και ασθενείς αλληλεπιδράσεις αλλά δεν ασκούνται ισχυρές.

Μεταξύ των κουάρκ ασκούνται και οι τέσσερις θεμελιώδεις αλληλεπιδράσεις αλλά τα κουάρκ δεν εμφανίζονται ελεύθερα όπως τα λεπτόνια. Τα σωματίδια, όπως τα νουκλεόνια τα οποία συμμετέχουν σε ισχυρές αλληλεπιδράσεις ονομάζονται αδρόνια. Τα αδρόνια διακρίνονται σε βαρυόνια και μεσόνια. Τα βαρυόνια, όπως το πρωτόνιο και το νετρόνιο αποτελούνται από τρία κουάρκ ενώ τα μεσόνια, όπως τα πιόνια και τα καόνια αποτελούνται από ένα κουάρκ και ένα αντικουάρκ. Όλα τα αδρόνια, ακόμη και το πρωτόνιο, είναι ασταθή δηλαδή διασπώνται σε άλλα απλούστερα σωματίδια.

