

Πειράματα με τη Θερμότητα, το Φως και τα Ηλεκτρικά Κυκλώματα

Οδηγίες για τους Εκπαιδευτικούς
Των Δημοτικών Σχολείων

Εκπαίδευση Μουσουλμανοπαίδων 2002-04
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

Πειράματα με τη Θερμότητα, το Φως και τα Ηλεκτρικά Κυκλώματα

Οδηγίες για τους Εκπαιδευτικούς
Των Δημοτικών Σχολείων

Μανώλης Πατσαδάκης και Κώστας Πιπίλης

Αθήνα 2004



ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΜΟΥΣΟΥΛΜΑΝΟΠΑΙΔΩΝ 2002 – 2004

ΕΠΕΑΕΚ ΙΙ ΜΕΤΡΟ 1.1 ΕΝΕΡΓΕΙΑ 1.1.1

**ΦΟΡΕΑΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ : ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
/ ΕΛΚΕ**

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΕΡΓΟΥ: ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ ΑΝΝΑ ΦΡΑΓΚΟΥΔΑΚΗ

**Η ΠΡΑΞΗ ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΚΟΙΝΟΤΙΚΟΥΣ ΠΟΡΟΥΣ (ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ
ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ) ΚΑΙ ΕΘΝΙΚΟΥΣ ΠΟΡΟΥΣ ΚΑΤΑ 75% ΚΑΙ 25% ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ,
ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ**

Δράση: ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ: Βασίλης Τσελφές

ΣΥΓΓΡΑΦΙΚΗ / ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΟΜΑΔΑ: Μανώλης Πατσαδάκης και Κώστας Πίπιλης.

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΕΞΩΦΥΛΛΟΥ: Είναι από έργα φοιτητριών του ΤΕΑΠΗ που πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο μαθήματος Θεάτρου Σκιών με διδάσκουσα την Αντιγόνη Παρούση

ISBN

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στο βιβλίο που έχετε στα χέρια σας θα βρείτε τρεις ομάδες διδακτικών δραστηριοτήτων, που είναι κατάλληλες για χρήση στη διδασκαλία των Μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών στο Δημοτικό Σχολείο. Οι δραστηριότητες αυτές αφορούν σε θέματα Θερμότητας, Οπτικής και Ηλεκτρισμού και είναι εργαστηριακής / πειραματικής φύσης. Απευθύνονται στους εκπαιδευτικούς των Δημοτικών σχολείων και σκοπός τους είναι να τους βοηθήσουν να φέρουν σε πέρας, με επιτυχία, το δύσκολο έργο της διδασκαλίας του γνωστικού αντικείμενου των Φυσικών Επιστημών (σύμφωνα με την Ύλη των Σχολικών Βιβλίων που διδάσκουν).

Περιεχόμενα

Στην πρώτη ομάδα δραστηριοτήτων θα βρείτε οδηγίες για 8 πειράματα και για ένα «μαγικό κόλπο» που μπορείτε να κάνετε οι ίδιοι στους μαθητές σας ή να τους μάθετε να το κάνουν αυτοί. Όλα αυτά έχουν σχέση με τη διδασκαλία των φαινομένων που περιγράφονται και ερμηνεύονται με τις έννοιες της Θερμότητας και της Θερμοκρασίας.

Στη δεύτερη ομάδα δραστηριοτήτων θα βρείτε οδηγίες για 7 πειράματα και μία κατασκευή (σκοτεινός θάλαμος), που αφορούν σε φαινόμενα του φωτός και στη διδασκαλία τους.

Στην τρίτη τέλος ομάδα δραστηριοτήτων περιλαμβάνονται οδηγίες για 5 πειράματα και μια κατασκευή (ενός ηλεκτροσκοπίου), που αφορούν σε ηλεκτρικά φαινόμενα.

Υλικά

Τα υλικά που χρειάζονται για τα πειράματα που σας προτείνουμε περιγράφονται στο κείμενο και οι σχετικές πειραματικές διατάξεις υπάρχουν σε φωτογραφίες. Πρόκειται για απλά υλικά που μπορούν να βρεθούν εύκολα ή για εργαστηριακά υλικά, που κατά κανόνα βρίσκονται στα σχολεία.

Οι Εναλλακτικές Ιδέες των παιδιών

Τα παιδιά έχουν ήδη εμπειρίες σχετικές με τα θερμικά, τα ηλεκτρικά φαινόμενα, καθώς και τα φαινόμενα που σχετίζονται με το φως, από την καθημερινή τους ζωή. Από τις εμπειρίες αυτές έχουν διαμορφώσει ιδέες και απόψεις για να τα περιγράψουν, να τα ερμηνεύουν και να τα διαχειρίζονται. Κάποιες από αυτές όμως τις ιδέες, εμποδίζουν την κατανόηση των επιστημονικών απόψεων που καλούνται να μάθουν στο σχολείο. Επιλέξαμε τα πειράματα που θα ακολουθήσουν, βασισμένοι ακριβώς σε αυτές τις

εναλλακτικές ιδέες-απόψεις που φαίνεται να έχουν οι μαθητές και οι μαθήτριες. Με τον τρόπο αυτό ελπίζουμε να δημιουργήσουμε «γνωστικές συγκρούσεις», οι οποίες θα βοηθήσουν στην κατανόηση κάποιων επιστημονικών προσεγγίσεων των φαινομένων.

Τρόπος διεξαγωγής των Πειραμάτων

Δεν είναι ανάγκη να αλλάξει κάποιος εκπαιδευτικός τον τρόπο διδασκαλίας του, ούτε να πραγματοποιήσει όλα τα πειράματα που προτείνονται. Φυσικά, κάποιος μπορεί να τα χρησιμοποιήσει με διαφορετικό τρόπο ή και να κάνει διαφορετικά πειράματα. Να έχετε όμως υπόψη σας, ότι η σύγχρονη Διδακτική βεβαιώνει: **Τις περισσότερες φορές τα πειράματα βοηθούν τα παιδιά να κατανοήσουν τις έννοιες της Φυσικής, μόνο αν αυτά πραγματοποιούνται στο πλαίσιο ενός διαλόγου μαζί τους.** Για το λόγο αυτό, τα πειράματα που προτείνουμε συνοδεύονται και από μια σειρά ερωτήσεων. Είναι καλό να χρησιμοποιήσετε κάποιες από τις ερωτήσεις αυτές (ή να επινοήσετε δικές σας) για να ανοίξετε σχετικά θέματα συζήτησης. Τα πειράματα δεν «μιλούν» από μόνα τους για τα φαινόμενα που αναπαριστούν! Εμείς μιλάμε γι αυτά. Γι αυτό αφήστε τα παιδιά να μιλήσουν, ακόμη και αν εκφράζουν απόψεις διαφορετικές από τις επιστημονικές. Όλοι μαθαίνουμε από τα λάθη μας. Και όλοι, όσο πιο πολύ μιλάμε, τόσο περισσότερα πράγματα μαθαίνουμε.

Τα πειράματα που προτείνουμε είναι κυρίως πειράματα επίδειξης αλλά μπορούν να γίνουν ή από τον ίδιο τον εκπαιδευτικό ή από κάποιο παιδί ή από ομάδες παιδιών με την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού.

Να θυμάστε ότι τα πειράματα απαιτούν έτσι και αλλιώς και τη δική σας προσοχή, επειδή μερικές φορές πραγματοποιούνται και με εύφλεκτα ή εύθραυστα υλικά.

Ευχαριστούμε και ευχόμαστε η προσπάθειά μας να σας φανεί χρήσιμη.

Οι συγγραφείς

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΜΕ ΤΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	11
ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΜΕ ΤΟ ΦΩΣ	35
ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΜΕ ΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ	59
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	77

Α΄ ΜΕΡΟΣ

«ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΜΕ ΤΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ»



I

I

1. Μέτρηση της Θερμοκρασίας

A. Τι επιδιώκουμε με το συγκεκριμένο πείραμα:

1. Να διαπιστώσουν οι μαθητές και οι μαθήτριες ότι η εκτίμηση της θερμοκρασίας ενός σώματος με τις αισθήσεις μας διαφέρει από την πραγματική θερμοκρασία του σώματος.
2. Να διαπιστώσουν ότι με το θερμόμετρο μετράμε τη θερμοκρασία των σωμάτων με έναν πιο «αντικειμενικό» τρόπο.

B. Συνηθισμένες Εναλλακτικές Ιδέες των παιδιών και Γνωστικές Δυσκολίες:

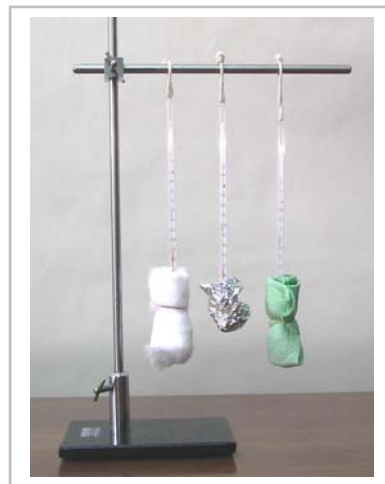
- ✓ Πολλοί μαθητές και μαθήτριες εξαιτίας των εμπειριών τους από την καθημερινή ζωή (αυτό είναι πιο ζεστό από το άλλο ή οι κουβέρτες είναι ζεστές κ.λ.π.) εκτιμούν τη θερμοκρασία των σωμάτων βασισμένοι μόνο στην αίσθηση της αφής. Δηλαδή πόσο «κρύο» ή «ζεστό» νιώθουν ένα σώμα όταν το αγγίζουν.
- ✓ Τα παιδιά είναι εξοικειωμένα με τα ιατρικά θερμόμετρα. Για να μετρήσουν τον πυρετό τους «βγάζουν» το θερμόμετρο. Γι αυτό, τα περισσότερα όταν έρθουν για πρώτη φορά σε επαφή με το εργαστηριακό θερμόμετρο, για να διαβάσουν τη θερμοκρασία το «βγάζουν» από το θερμομετρούμενο σώμα.
- ✓ Οι περισσότεροι μαθητές και μαθήτριες χρησιμοποιούν στις ερμηνείες τους την «ψυχρότητα» ή το «κρύο» σαν έννοια αντίθετη από τη «θερμότητα». Δηλαδή δεν αντιλαμβάνονται το κρύο ως έλλειψη θερμότητας αλλά του δίνουν ανεξάρτητη υπόσταση.

Γ. Υλικά και Περιγραφή Διάταξης:

1. Ένα θερμόμετρο οινόπνευματος.
2. Ένα κομμάτι μάλλινο ύφασμα.
3. Ένα κομμάτι αλουμινόχαρτο.
4. Ένα κομμάτι βαμβάκι.

Δ. Περιγραφή πειράματος:

1^ο Βήμα: Αφού αφήσουμε τα υλικά (μάλλινο ύφασμα, αλουμινόχαρτο, βαμβάκι) στο ίδιο μέρος για αρκετή ώρα, ώστε να αποκτήσουν την ίδια θερμοκρασία με τον περιβάλλοντα χώρο, λέμε στα παιδιά να τα πιάσουν και να πούνε πιο από αυτά είναι πιο κρύο ή πιο ζεστό.



2° Βήμα: Στη συνέχεια, τυλίγουμε την άκρη του θερμομέτρου με το μάλλινο ύφασμα, περιμένουμε λίγο και σημειώνουμε την ένδειξη που μας δείχνει τη θερμοκρασία του.

3° Βήμα: Μετά, τυλίγουμε την άκρη του θερμομέτρου με το αλουμινόχαρτο, περιμένουμε λίγο και σημειώνουμε την ένδειξη που μας δείχνει τη θερμοκρασία του.

4° Βήμα: Τέλος, τυλίγουμε την άκρη του θερμομέτρου με το βαμβάκι, περιμένουμε λίγο και σημειώνουμε την ένδειξη που μας δείχνει τη θερμοκρασία του.

Ε. Πρόταση για συζήτηση:

Η συζήτηση μπορεί να γίνει πριν κάνουμε το πείραμα με βάση την παρακάτω ερώτηση :

☞ Ποιο από τα τρία υλικά που βλέπετε (μάλλινο ύφασμα, αλουμινόχαρτο, βαμβάκι) νομίζετε ότι είναι πιο ζεστό ή κρύο και γιατί;

Κατόπιν αφού πραγματοποιηθεί το πείραμα και οι μαθητές έχουν σημειώσει μετά από κάθε βήμα την ένδειξη του θερμομέτρου για το καθένα από αυτά τα υλικά, μπορούν να γίνουν οι εξής ερωτήσεις :

☞ Γιατί τελικά και τα τρία υλικά έχουν την ίδια περίπου θερμοκρασία (αυτή που μετρήσαμε με το θερμομόμετρο);

☞ Γιατί τελικά με τις αισθήσεις μας δεν μπορούμε να αντιληφθούμε αντικειμενικά το κρύο και το ζεστό;

ΣΤ. Υπενθύμιση:

Τα μόρια των σωμάτων κινούνται συνεχώς. Όσο μεγαλύτερη και ταχύτερη είναι η κίνηση των μορίων τόσο μεγαλύτερη είναι η **θερμοκρασία** του. Από την άλλη μεριά η **θερμότητα** είναι η ενέργεια που μεταφέρεται από σώμα σε σώμα όταν υπάρχει διαφορά **θερμοκρασίας**. Η **θερμότητα** μεταφέρεται πάντα από το θερμότερο σώμα προς το ψυχρότερο γειτονικό του. Όταν ένα σώμα απορροφά **θερμότητα** αυξάνεται η κίνηση και η ταχύτητα των μορίων του, με αποτέλεσμα να αυξάνεται και η **θερμοκρασία** του. Όταν πάλι το σώμα αποβάλλει **θερμότητα** η κίνηση των μορίων του επιβραδύνεται και η **θερμοκρασία** του πέφτει.

Με την αφή μας δεν νιώθουμε τη θερμοκρασία. Νιώθουμε το πόσο γρήγορα φεύγουν ή μπαίνουν ποσά θερμότητας στα χέρια μας. Έτσι, όταν κρατάμε ένα αντικείμενο με πιο χαμηλή θερμοκρασία από το σώμα μας, νοιώθουμε να φεύγουν από τα χέρια μας διαφορετικά ποσά θερμότητας ανάλογα με το υλικό του αντικειμένου. Όταν το αντικείμενο αυτό είναι

κατασκευασμένο από θερμικά αγωγίμο υλικό (π.χ. μέταλλο ή μάρμαρο) νοιώθουμε να φεύγουν από τα χέρια μας μεγαλύτερα ποσά θερμότητας, ενώ όταν είναι κατασκευασμένο από θερμικά μονωτικό υλικό (π.χ. μαλλί ή ξύλο) νοιώθουμε να φεύγουν από τα χέρια μας μικρότερα ποσά θερμότητας. Το αποτέλεσμα είναι να νοιώθουμε το κομμάτι μέταλλο πιο κρύο από το κομμάτι μαλλί, ακόμη και αν αυτά έχουν την ίδια θερμοκρασία (μετρημένη με θερμόμετρο).

2. Διαφορά θερμοκρασίας και θερμότητας

A. Τι επιδιώκουμε με το συγκεκριμένο πείραμα:

1. Να καταλάβουν οι μαθητές και οι μαθήτριες ότι η θερμότητα και η θερμοκρασία είναι δυο διαφορετικά μεγέθη.
2. Να διαπιστώσουν πειραματικά ότι, συνήθως, όταν ένα σώμα απορροφά θερμότητα ανεβαίνει η θερμοκρασία του.
3. Να διαπιστώσουν, επίσης, πειραματικά ότι ένα σώμα μπορεί να απορροφά θερμότητα και **να μην να ανεβαίνει** η θερμοκρασία του.

B. Συνηθισμένες Εναλλακτικές Ιδέες των παιδιών και Γνωστικές Δυσκολίες:

- ✓ Πολλοί μαθητές και μαθήτριες μπερδεύουν τα μεγέθη «θερμοκρασία» και «θερμότητα».
- ✓ Άλλοι πάλι πιστεύουν ότι «θερμοκρασία» και «θερμότητα» είναι το ίδιο ακριβώς πράγμα.
- ✓ Αρκετοί πιστεύουν ότι όσο θερμαίνεται ένα σώμα (π.χ. το νερό) τόσο ανεβαίνει και η θερμοκρασία του. Με άλλα λόγια δεν αναγνωρίζουν ότι τα σώματα απορροφούν θερμότητα και για να αλλάξει η φυσική τους κατάσταση (από στερεό σε υγρό και από υγρό σε αέριο), χωρίς να αλλάξει η θερμοκρασία τους.

Εξαιτίας των παραπάνω, ο διαχωρισμός των εννοιών της «θερμοκρασίας» και της «θερμότητας» είναι συνήθως πολύ δύσκολος για τους μαθητές και τις μαθήτριες της ηλικίας αυτής (μεταξύ 10 και 12 ετών). Αξίζει όμως τον κόπο να τον επιχειρήσουμε.

Γ. Υλικά και Περιγραφή Διάταξης:

1. Ένα δοχείο από πυρίμαχο υλικό (π.χ. δοχείο Pyrex των 500ml).
2. Παγάκια.
3. Γκαζάκι.
4. Θερμόμετρο οινόπνευματος.

Δ. Περιγραφή πειράματος:

1^ο Βήμα: Τοποθετούμε το θερμόμετρο στο δοχείο και αφού το γεμίσουμε μέχρι τη μέση με παγάκια, το βάζουμε πάνω στο γκαζάκι και σημειώνουμε στον πίνακα τη



θερμοκρασία που δείχνει.

2° Βήμα: Ανάβουμε το γκαζάκι και παρατηρούμε την ένδειξη του θερμομέτρου που παραμένει σταθερή μέχρι να λιώσουν τα παγάκια.

3° Βήμα: Παρατηρούμε την ένδειξη του θερμομέτρου που αρχίζει να αλλάζει όταν λιώσουν τα παγάκια και τη σημειώνουμε στον πίνακα

4° Βήμα: Παρατηρούμε την αλλαγή της θερμοκρασίας μέχρι να αρχίσει το νερό να βράζει. Σημειώνουμε τη θερμοκρασία βρασμού στον πίνακα.

5° Βήμα: Παρατηρούμε τη θερμοκρασία που μένει σταθερή ενώ το νερό συνεχίζει να βράζει και αρχίζει να εξατμίζεται.

Ε. Πρόταση για συζήτηση:

Αφού πραγματοποιηθεί ολόκληρο το πείραμα συζητάμε με τους μαθητές και τις μαθήτριες για αυτά που παρατήρησαν, σε συνδυασμό με την ύλη του βιβλίου τους και τις θερμοκρασίες που σημειώσαμε στον πίνακα.

Για παράδειγμα μερικές ενδεικτικές ερωτήσεις που μπορεί να κάνει ο δάσκαλος είναι οι εξής:

- ☞ Γιατί νομίζετε ότι ενώ ζεσταίναμε τα παγάκια η **θερμοκρασία** έμεινε σταθερή;
- ☞ Τι γινόταν η **θερμότητα** που απορροφούσαν τα παγάκια;
- ☞ Σε ποια **θερμοκρασία** έλιωσαν τα παγάκια και άρχισε να ανεβαίνει η **θερμοκρασία** του νερού;
- ☞ Γιατί νομίζετε ότι ανέβαινε συνεχώς η **θερμοκρασία** του νερού όταν έλιωσαν τα παγάκια;
- ☞ Σε ποια **θερμοκρασία** άρχισε να βράζει το νερό;
- ☞ Ανέβαινε η **θερμοκρασία** του νερού όσο αυτό συνέχιζε να βράζει και να γίνεται ατμός;
- ☞ Τι γινόταν η **θερμότητα** που δίναμε με το γκαζάκι στο νερό, όταν συνέχιζε να βράζει και να εξατμίζεται χωρίς να ανεβαίνει η **θερμοκρασία** του;

ΣΤ. Υπενθύμιση:

Συνήθως όσο περισσότερη θερμότητα απορροφά ένα σώμα τόσο αυξάνει τη θερμοκρασία του και αντίθετα όσο περισσότερη θερμότητα χάνει (αποβάλλει) ένα σώμα τόσο ελαττώνεται και η θερμοκρασία του.

Το παραπάνω φαινόμενο, όμως, δεν συμβαίνει όταν το σώμα χρησιμοποιεί τη θερμότητα (λέγεται **λανθάνουσα θερμότητα**) για να αλλάξει φυσική κατάσταση. Δηλαδή, απορροφά θερμότητα για να μετατραπεί από στερεό σε

υγρό και από υγρό σε αέριο ή την αποβάλλει για να μετατραπεί από αέριο σε υγρό ή από υγρό σε στερεό.

Όταν ένα σώμα αλλάζει φυσική κατάσταση απορροφά ή αποβάλλει θερμότητα χωρίς να μεταβάλλεται η θερμοκρασία του επειδή: Η Θερμότητα (ενέργεια) αυτή χρησιμοποιείται για να «σπάσουν» ή να αποκατασταθούν οι δεσμοί μεταξύ των μορίων του και όχι για να αυξηθεί ή να μειωθεί η κινητική τους ενέργεια. Έτσι, για παράδειγμα, το νερό που βράζει στους 100°C και συνεχίζουμε να του προσφέρουμε θερμότητα δεν αυξάνει τη θερμοκρασία του, γιατί τα επιπλέον ποσά θερμότητας που δέχεται «καταναλώνονται» για να «σπάσουν» οι δεσμοί μεταξύ των μορίων του και να αλλάξει μορφή (δηλαδή να γίνει αέριο, ατμός).

3. Το φαινόμενο της Απόσταξης

A. Τι επιδιώκουμε με το συγκεκριμένο πείραμα:

Να διαπιστώσουν οι μαθητές και οι μαθήτριες με το πείραμα:

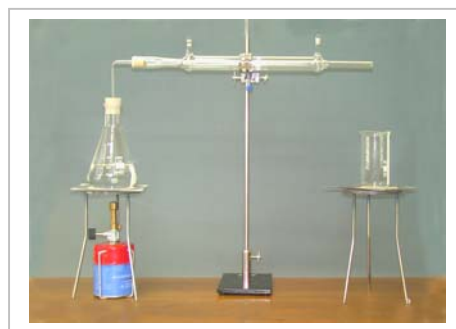
1. Ότι το νερό γίνεται από υγρό αέριο (δηλαδή, αλλάζει φυσική κατάσταση) σε μια συγκεκριμένη θερμοκρασία (περίπου 100°C).
2. Ότι κατά τη διάρκεια της αλλαγής αυτής το νερό απορροφά θερμότητα.
3. Ότι οι υδρατμοί γίνονται ξανά νερό (υγροποιούνται) αν χάσουν θερμότητα.

B. Συνηθισμένες Εναλλακτικές Ιδέες των παιδιών και Γνωστικές Δυσκολίες:

- ✓ Πολλοί μαθητές και μαθήτριες θεωρούν ότι η αλλαγή στη φυσική κατάσταση του νερού δεν συνδέεται με τη θερμότητα και τη θερμοκρασία.
- ✓ Αρκετοί μαθητές και μαθήτριες νομίζουν ότι το νερό που εξατμίζεται εξαφανίζεται ή πηγαίνει μέσα σε κάποιο άλλο μέρος, όπως ο αέρας, με αποτέλεσμα να δυσκολεύονται να κατανοήσουν την ιδέα της διατήρησης της ύλης.
- ✓ Επίσης αρκετοί θεωρούν, εξαιτίας των καθημερινών τους εμπειριών, ότι το «κρύο» είναι αυτό που μετατρέπει τους υδρατμούς σε νερό και όχι η απώλεια της θερμότητας.

Γ. Υλικά και Περιγραφή Διάταξης:

1. Δύο πυρίμαχες κωνικές φιάλες.
2. Λεπτός σωλήνας με πώμα. Ο λεπτός γυάλινος σωλήνας κάμπτεται αν το θερμάνουμε. Μπορεί, βέβαια, να χρησιμοποιηθεί και συσκευή απόσταξης, αν υπάρχει.
3. Βάση Θέρμανσης
4. Γκαζάκι
5. Νερό.
6. Θερμόμετρο.



Δ. Περιγραφή πειράματος:

1^ο Βήμα: Γεμίστε μέχρι τη μέση με νερό την κωνική φιάλη και θερμάνετε το νερό μέχρι να βράσει και να αρχίσει να γίνεται ατμός. Μετρήστε τη θερμοκρασία του κατά το βρασμό και σημειώστε την στον πίνακα.

2° Βήμα: Κλίνουμε το νερό που βράζει με το πώμα και το λεπτό σωλήνα, που καταλήγει στη δεύτερη κωνική φιάλη.

3° Βήμα: Συλλέγουμε το νερό που βγαίνει, μετράμε και σημειώνουμε τη θερμοκρασία του.

Ε. Πρόταση για συζήτηση:

Αφού πραγματοποιηθεί ολόκληρο το πείραμα συζητάμε με τους μαθητές και τις μαθήτριες για αυτά του παρατήρησαν σε συνδυασμό με τη ύλη του βιβλίου τους και τις θερμοκρασίες που σημειώσαμε στον πίνακα.

Για παράδειγμα μερικές ενδεικτικές ερωτήσεις που μπορεί να κάνει ο δάσκαλος είναι οι εξής:

- ☞ Γιατί νομίζετε ότι ενώ έβραζε το νερό η **θερμοκρασία του έμνε σταθερή**;
- ☞ Τι γινόταν με τη **θερμότητα που απορροφούσε** το νερό;
- ☞ Γιατί το νερό που πήραμε στο δεύτερο δοχείο έχει μικρότερη θερμοκρασία από αυτή που είχε το νερό που θερμάναμε;
- ☞ Γιατί οι υδρατμοί έγιναν ξανά νερό;
- ☞ Αν τυλίξουμε με μια παγοκύστη (σακούλα με παγάκια) το σωλήνα από τον οποίο βγαίνουν οι υδρατμοί νομίζετε ότι θα αλλάξει ο ρυθμός με τον οποίο υδροποιούνται;
- ☞ Χάθηκε καθόλου νερό στη διαδρομή ή όχι και γιατί;
- ☞ Πως μπορούμε να κάνουμε τον πάγο πρώτα νερό μετά υδρατμό και μετά πάλι πάγο;

ΣΤ. Υπενθύμιση:

Για να αυξηθεί η θερμοκρασία ενός σώματος πρέπει αυτό να απορροφήσει θερμότητα (θερμική ενέργεια) ενώ για να μειωθεί η θερμοκρασία του πρέπει να αποβάλλει / διώξει θερμότητα.

Όταν η θερμοκρασία φτάσει σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο (συνήθως διαφορετικό για κάθε σώμα) σταδιακά το σώμα αρχίζει να αλλάζει φυσική κατάσταση. Έτσι, για παράδειγμα το νερό, όταν με απορρόφηση θερμότητας φτάσει σε θερμοκρασία 100 °C βράζει και μετατρέπεται σιγά-σιγά σε ατμό. Όταν ο ατμός χάσει θερμότητα μετατρέπεται σε υγρό.

Όση ώρα διαρκεί η μεταβολή της φυσικής κατάστασης του σώματος η θερμοκρασία του σώματος παραμένει σταθερή.

4. Η Διαστολή των Στερεών

A. Τι επιδιώκουμε με το συγκεκριμένο πείραμα:

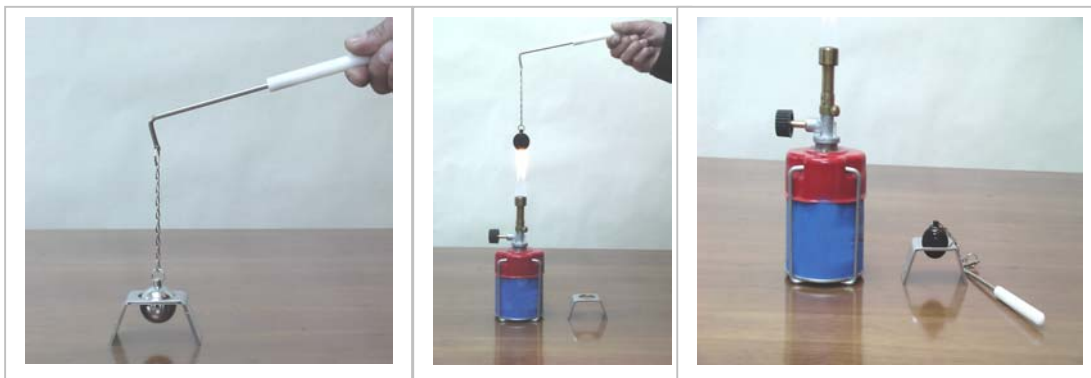
1. Να διαπιστώσουν οι μαθητές και οι μαθήτριες μέσα από το πείραμα ότι τα στερεά σώματα όταν θερμαίνονται διαστέλλονται και όταν ψύχονται συστέλλονται.

B. Συνηθισμένες Εναλλακτικές Ιδέες των παιδιών και Γνωστικές Δυσκολίες:

- ✓ Πολλοί μαθητές και μαθήτριες εξαιτίας των εμπειριών τους από την καθημερινή ζωή εκτιμούν ότι τα στερεά σώματα είναι συμπαγή και δεν επηρεάζονται από τη θερμότητα ή τις αλλαγές θερμοκρασίας.
- ✓ Επίσης, αν και μερικοί αναγνωρίζουν ότι με την θερμότητα τα στερεά διαστέλλονται, αποδίδουν τη συστολή τους στο «κρύο» και όχι στην απώλεια της θερμότητας.

Γ. Υλικά και Περιγραφή Διάταξης:

1. Συσκευή διαστολής του όγκου των στερεών (σφαίρα σε δακτύλιο).
2. Γκαζάκι.



Δ. Περιγραφή πειράματος:

- 1^ο Βήμα: Τοποθετούμε τη σφαίρα (σε θερμοκρασία δωματίου) μέσα στην τρύπα της βάσης και παρατηρούμε ότι αυτή περνά εύκολα από εκεί.
- 2^ο Βήμα: Θερμαίνουμε τη σφαίρα με το γκαζάκι και στη συνέχεια βλέπουμε ότι δεν μπορεί να περάσει από την τρύπα της βάσης.
- 3^ο Βήμα: Αφήνουμε τη σφαίρα πάνω στη βάση και μόλις αυτή κρυώσει περνά από την τρύπα της βάσης και πέφτει πάνω στο τραπέζι.

Ε. Πρόταση για συζήτηση:

Αφού πραγματοποιηθεί και το 2^ο Βήμα του πειράματος ρωτάμε τους μαθητές και τις μαθήτριες:

☞ Γιατί νομίζετε ότι η σφαίρα δεν μπορεί να περάσει τώρα από την τρύπα που πριν περνούσε με ευκολία;

Εστιάζουμε στο ότι όταν ένα στερεό σώμα θερμαίνεται (δηλαδή αυξάνεται τη θερμοκρασία του) τότε διαστέλλεται.

Στη συνέχεια αφού πραγματοποιήσουμε και το 3^ο Βήμα συζητάμε με τα παιδιά:

☞ Γιατί νομίζετε ότι τώρα πέρασε η σφαίρα μέσα από τη τρύπα;

☞ Τι έγινε η θερμότητα που είχαμε δώσει στη σφαίρα;

Τώρα εστιάζουμε στο ότι όταν ένα στερεό σώμα αποβάλλει θερμότητα και ψύχεται (δηλαδή ελαττώνεται η θερμοκρασία του), τότε συστέλλεται.

ΣΤ. Υπενθύμιση:

Τα στερεά σώματα όταν θερμαίνονται διαστέλλονται (δηλαδή αυξάνουν τον όγκο τους / τις διαστάσεις τους) ενώ όταν ψύχονται συστέλλονται (δηλαδή μικραίνει ο όγκος τους / οι διαστάσεις τους).

Ένα σώμα διαστέλλεται γιατί η αύξηση της θερμοκρασίας έχει ως συνέπεια την ταχύτερη κίνηση των μορίων. Οι μέσες θέσεις των μορίων απομακρύνονται περισσότερο μεταξύ τους και έτσι το σώμα συνολικά αυξάνει τις διαστάσεις του / διαστέλλεται. Το αντίθετο συμβαίνει όταν ένα σώμα ψύχεται.

Η μεταβολή των διαστάσεων κατά τη διαστολή ή τη συστολή δεν είναι ίδια για όλα τα στερεά σώματα. Εξαρτάται κυρίως από το υλικό που είναι κατασκευασμένα.

5. Η Διαστολή των υγρών

A. Τι επιδιώκουμε με το συγκεκριμένο πείραμα:

1. Να διαπιστώσουν πειραματικά οι μαθητές και οι μαθήτριες ότι τα υγρά διαστέλλονται όταν θερμαίνονται (παίρνουν θερμότητα και αυξάνουν τη θερμοκρασία τους).
2. Να διαπιστώσουν ότι τα υγρά συστέλλονται όταν ψύχονται.

B. Συνηθισμένες Εναλλακτικές Ιδέες των παιδιών και Γνωστικές Δυσκολίες:

- ✓ Πολλοί μαθητές και μαθήτριες εξαιτίας των εμπειριών τους από την καθημερινή ζωή εκτιμούν ότι τα υγρά σώματα παίρνουν το σχήμα του δοχείου που τα τοποθετούμε και δεν επηρεάζονται από την θερμότητα ή τις αλλαγές θερμοκρασίας (δηλαδή δεν διαστέλλονται ή συστέλλονται).
- ✓ Επίσης, αν και μερικοί αναγνωρίζουν ότι με την θερμότητα τα υγρά διαστέλλονται αποδίδουν τη συστολή τους στο «κρύο» και όχι στην απώλεια της θερμότητας.

Γ. Υλικά και Περιγραφή Διάταξης:

1. Ένα μικρό μπουκάλι.
2. Νερομπογιά (κόκκινη ή άλλου χρώματος)
3. Ένα λεπτό γυάλινο σωλήνα με φελλό.
4. Ένα μεγάλο δοχείο (δοχείο των 500 ml)
5. Νερό.
6. Γκαζάκι.
7. Δύο μαρκαδόρους οινόπνεύματος (κόκκινο και μαύρο).



Δ. Περιγραφή πειράματος:

- 1° Βήμα:** Γεμίζουμε τελείως (μέχρι επάνω) το μικρό μπουκάλι με χρωματισμένο νερό και το κλείνουμε με το φελλό και το σωληνάκι. Προσέχουμε να μη μείνει αέρας μέσα στο σωλήνα. Σημειώνουμε με το μαύρο μαρκαδόρο το ύψος που φθάνει το νερό στο σωληνάκι.
- 2° Βήμα:** Βάζουμε νερό στο μεγάλο δοχείο και το ζεσταίνουμε (όχι να βράσει).
- 3° Βήμα:** Βάζουμε το μπουκαλάκι με το χρωματισμένο νερό μέσα στο δοχείο με το ζεστό νερό και μετά από λίγο σημειώνουμε με τον κόκκινο μαρκαδόρο το ύψος που φθάνει τώρα το νερό.

4^ο Βήμα: Βγάζουμε το μπουκαλάκι με το χρωματισμένο νερό και το αφήνουμε να κρυώσει. Βλέπουμε ότι το ύψος του νερού θα πέσει (σιγά – σιγά) στο πρώτο σημάδι που βάλαμε.

Ε. Πρόταση για συζήτηση:

Αφού πραγματοποιηθεί και το 3^ο Βήμα του πειράματος ρωτάμε τους μαθητές και τις μαθήτριες:

☞ Γιατί νομίζετε ότι το χρωματισμένο νερό στο σωλήνα ανέβηκε πιο πάνω; Εστιάζουμε στο ότι όταν ένα υγρό σώμα θερμαίνεται, τότε διαστέλλεται. Στη συνέχεια αφού πραγματοποιήσουμε και το 4^ο Βήμα συζητάμε με τα παιδιά:

☞ Γιατί νομίζετε ότι τώρα το χρωματισμένο νερό γύρισε ξανά στην παλιά θέση του;

☞ Τι έγινε η θερμότητα που είχαμε δώσει στο χρωματιστό νερό; Τώρα εστιάζουμε στο ότι όταν ένα υγρό σώμα ψύχεται, τότε συστέλλεται.

☞ Τι λέτε να συμβεί αν τώρα τοποθετήσουμε το μπουκαλάκι με το χρωματιστό νερό μέσα σε παγάκια και γιατί;

ΣΤ. Υπενθύμιση:

Τα υγρά σώματα όταν θερμαίνονται διαστέλλονται (δηλαδή αυξάνουν τον όγκο τους) ενώ όταν ψύχονται συστέλλονται (δηλαδή μικραίνει ο όγκος τους). Έτσι ένα υγρό σώμα διαστέλλεται γιατί η αύξηση της θερμοκρασίας έχει ως συνέπεια την ταχύτερη κίνηση των μορίων οπότε τα μόρια απομακρύνονται περισσότερο μεταξύ τους και τελικά η ύλη διαστέλλεται. Το αντίθετο συμβαίνει όταν ένα υγρό σώμα ψύχεται.

Η μεταβολή του όγκου κατά τη διαστολή ή τη συστολή, δεν είναι ίδια για όλα τα υγρά σώματα. Τα υγρά, πάντως, διαστέλλονται και συστέλλονται περισσότερο από τα στερεά.

Για παράδειγμα : Το καλοκαίρι, εάν γεμίσει το ντεπόζιτο του αυτοκινήτου με κρύα βενζίνη, μπορεί με τη διαστολή να ξεχειλίσει.

6. Η Διαστολή των Αερίων

A. Τι επιδιώκουμε με το συγκεκριμένο πείραμα:

1. Να διαπιστώσουν οι μαθητές και οι μαθήτριες πειραματικά ότι ο αέρας διαστέλλεται όταν θερμαίνεται.
2. Να διαπιστώσουν ότι ο αέρας συστέλλεται όταν ψύχεται.

B. Συνηθισμένες Εναλλακτικές Ιδέες των παιδιών και Γνωστικές Δυσκολίες:

✓ Πολλοί μαθητές και μαθήτριες εξαιτίας των εμπειριών τους από την καθημερινή ζωή εκτιμούν ότι ο αέρας δεν επηρεάζεται από την θερμότητα ή τις μεταβολές της θερμοκρασίας (δηλαδή δεν διαστέλλεται ή συστέλλεται).

Γ. Υλικά και Περιγραφή Διάταξης:

1. Ένα μπουκάλι.
2. Ένα μπαλόνι που το έχουμε φουσκώσει και ξεφουσκώσει από πριν ώστε να είναι μαλακό.
3. Ένα γυάλινο δοχείο (δοχείο των 500 ml)
4. Νερό.
5. Γκαζάκι



Δ. Περιγραφή πειράματος:

1^ο Βήμα: Στο άνοιγμα του μπουκαλιού στερεώνουμε το μπαλόνι.

2^ο Βήμα: Ζεσταίνουμε νερό και το βάζουμε στο δοχείο. Τοποθετούμε το μπουκάλι μέσα στο δοχείο με το ζεστό νερό και βλέπουμε το μπαλόνι να φουσκώνει.

3^ο Βήμα: Βγάζουμε το μπουκάλι από το ζεστό νερό και παρακολουθούμε το μπαλόνι να ξεφουσκώνει και να παίρνει ύστερα από λίγο την αρχική του θέση.

Ε. Πρόταση για συζήτηση:

Αφού πραγματοποιηθεί και το 2^ο Βήμα του πειράματος ρωτάμε τους μαθητές και τις μαθήτριες:

☞ Γιατί νομίζετε ότι μπαλόνι φούσκωσε;

☞ Από πού πήρε τη θερμότητα;

☞ Τι παθαίνει ο αέρας όταν παίρνει θερμότητα / αυξάνει η θερμοκρασία του; Εστιάζουμε στο ότι όταν ο αέρας θερμαίνεται, τότε διαστέλλεται.

Στη συνέχεια αφού πραγματοποιήσουμε και το 3^ο Βήμα συζητάμε με τα παιδιά:

☞ Γιατί νομίζετε ότι τώρα το μπαλόνι ξεφούσκωσε;

☞ Τι έγινε η θερμότητα που είχαμε δώσει στον αέρα;

☞ Τι παθαίνει ο αέρας όταν χάνει θερμότητα / ελαττώνεται η θερμοκρασία του;

Τώρα, εστιάζουμε στο ότι όταν ο αέρας ψύχεται, τότε συστέλλεται.

☞ Τι λέτε να συμβεί αν τώρα τοποθετήσουμε το μπουκάλι με το μπαλόνι μέσα σε παγάκια και γιατί;

ΣΤ. Υπενθύμιση:

Τα αέρια σώματα όταν θερμαίνονται διαστέλλονται (δηλαδή αυξάνει ο όγκος τους) ενώ όταν ψύχονται συστέλλονται (δηλαδή μικραίνει ο όγκος τους).

Η περίπτωση όμως των αερίων είναι πιο πολύπλοκη από αυτή των στερεών και των υγρών. Τα αέρια είναι συμπιεστά σώματα. Ο όγκος τους έχει στενή σχέση με τις ιδιότητες του δοχείου που τα περιέχει. Έτσι, αν ένα αέριο περιέχεται μέσα σε ένα δοχείο με στερεά τοιχώματα, η μεταβολή της θερμοκρασίας του δεν θα συνοδεύεται από μια αναμενόμενη για αέριο διαστολή (θα διασταλεί όσο του επιτρέπει το στερεό δοχείο). Εδώ θα αυξηθεί η πίεση του αερίου (μια τρίτη μεταβλητή, που δεν είναι σημαντική στα στερεά και τα υγρά).

Από την άλλη μεριά η διαστολή ενός αερίου χωρίς δοχείο δεν είναι δυνατόν να παρατηρηθεί. Εξάλλου, στην περίπτωση αυτή το αέριο θα διαχέεται και θα καταλαμβάνει συνεχώς όλο και μεγαλύτερο όγκο.

Γι αυτό και στο πείραμα της διαστολής επιλέγουμε ένα «δοχείο» με ελαστικά τοιχώματα (το μπαλόνι). Έτσι, η διαστολή του αερίου γίνεται φανερή γιατί η αύξηση της θερμοκρασίας έχει ως συνέπεια την ταχύτερη κίνηση των μορίων

του. Τα μόρια χτυπούν με μεγαλύτερες ταχύτητες πάνω στα τοιχώματα του μπαλονιού και αυξάνουν τις διαστάσεις του. Το αντίθετο θα συμβεί όταν ψυχθεί το αέριο μέσα στο μπαλόνι.

Η μεταβολή του όγκου κατά τη διαστολή ή τη συστολή είναι περίπου ίδια για όλα τα αέρια σώματα. Και βέβαια, τα αέρια διαστέλλονται και συστέλλονται πολύ περισσότερο από τα στερεά και τα υγρά.

7. Πτώση θερμοκρασίας κατά την εξάτμιση

A. Τι επιδιώκουμε με το συγκεκριμένο πείραμα:

1. Να διαπιστώσουν οι μαθητές και οι μαθήτριες ότι κατά την εξάτμιση των υγρών αποβάλλεται θερμότητα και πέφτει η θερμοκρασία.

B. Συνηθισμένες Εναλλακτικές Ιδέες των παιδιών και Γνωστικές Δυσκολίες:

✓ Πολλοί μαθητές και μαθήτριες έχουν εμπειρίες από την καθημερινή τους ζωή σχετικές με την εξάτμιση του νερού και του οινόπνευματος (γνωρίζουν ότι με τη ζέστη το νερό εξατμίζεται ή για άλλους «εξαφανίζεται», αφού στεγνώνουν τα βρεγμένα ρούχα ή το βρεγμένο πάτωμα, καθώς επίσης και το ότι νιώθουμε κρύο όταν ρίχνουμε πάνω μας οινόπνευμα). Οι εμπειρίες αυτές ωστόσο τους εμποδίζουν να συνδέσουν την εξάτμιση με την απώλεια της θερμότητας και την πτώση της θερμοκρασίας του σώματος, που είναι σε επαφή με το υγρό που εξατμίζεται

✓ Επίσης αρκετά παιδιά και μεγαλύτερης ηλικίας, πιστεύουν ότι ένα υγρό που εξατμίζεται δεν έχει ανάγκη από θερμότητα για να αλλάξει τη φυσική του κατάσταση από υγρή σε αέρια.

Γ. Υλικά και Περιγραφή Διάταξης:

1. Ένα θερμόμετρο οινόπνευματος.
2. Ένα κομμάτι βαμβάκι.
3. Οινόπνευμα.

Δ. Περιγραφή πειράματος:

1^ο Βήμα: Τυλίγουμε το βαμβάκι στην άκρη του θερμομέτρου και σημειώνουμε τη θερμοκρασία του.

2^ο Βήμα: Ρίχνουμε τώρα στο βαμβάκι οινόπνευμα και μετά από λίγο σημειώνουμε τη νέα θερμοκρασία, που είναι μικρότερη.



Ε. Πρόταση για συζήτηση:

Αφού πραγματοποιηθεί όλο το πείραμα ρωτάμε τους μαθητές και τις μαθήτριες:

- ☞ Γιατί νομίζετε ότι **έπεσε η θερμοκρασία** από το βαμβάκι;
- ☞ **Τι απορρόφησε τη θερμότητα** από το βαμβάκι και έπεσε η θερμοκρασία του;
- ☞ Γιατί το οινόπνευμα **χρηιαζόταν τη θερμότητα**;
- ☞ Από πού **πήρε το οινόπνευμα τη θερμότητα** που χρειαζόταν για να εξατμιστεί (να γίνει αέριο);

ΣΤ. Υπενθύμιση:

Στα υγρά σώματα τα μόρια κινούνται τυχαία. Κάποια από αυτά τα μόρια κινούνται με μεγαλύτερη ταχύτητα. Όταν, τα γρήγορα αυτά μόρια φτάνουν στην επιφάνεια του υγρού έχουν μεγάλη πιθανότητα να ξεφύγουν με τη μορφή ατμού. Έτσι το υγρό μετατρέπεται σε αέριο χωρίς η θερμοκρασία του να έχει φτάσει στη θερμοκρασία βρασμού. Αυτή η αλλαγή κατάστασης, που συμβαίνει στην επιφάνεια του υγρού, λέγεται εξάτμιση.

Η εξάτμιση προκαλεί ψύξη γιατί μέρος της θερμότητας του σώματος (θερμικής ενέργειας) «χρησιμοποιείται» για τη διαφυγή των μορίων από το υγρό. Στην πραγματικότητα, αυτή την ενέργεια την «παίρνουν» μαζί τους τα μόρια που φεύγουν με μορφή αερίου. Έτσι στο υγρό μένει λιγότερη ενέργεια (θερμότητα) και τα πιο αργά μόρια, που δείχνουν και χαμηλότερη θερμοκρασία.

Παράδειγμα εξάτμισης : Όταν τρίβουμε τη πλάτη μας με οινόπνευμα λόγω της γρήγορης εξάτμισης του αισθανόμαστε τη πλάτη μας δροσερή.

8. Θερμική Ισορροπία

A. Τι επιδιώκουμε με το συγκεκριμένο πείραμα:

1. Να διαπιστώσουν οι μαθητές και οι μαθήτριες ότι η θερμότητα «ρέει» από το θερμότερο προς το ψυχρότερο σώμα.
2. Να διαπιστώσουν μέσα από το πείραμα ότι η θερμότητα μεταφέρεται από το ένα σώμα στο άλλο εξαιτίας της διαφοράς της θερμοκρασίας τους.

B. Συνηθισμένες Εναλλακτικές Ιδέες των παιδιών και Γνωστικές Δυσκολίες:

- ✓ Αρκετοί μαθητές και μαθήτριες θεωρούν, εξαιτίας των καθημερινών εμπειριών τους, ότι όταν δυο σώματα έρθουν σε επαφή μεταδίδεται το «κρύο» από το πιο ψυχρό σώμα στο πιο θερμό (κρυώνει το χέρι τους όταν αγγίζουν το μάρμαρο, το σίδερο ή τον πάγο).
- ✓ Δεν συσχετίζουν τη μάζα και το υλικό των σωμάτων με το ποσό της θερμότητας που λαμβάνει και τη θερμοκρασία του. Θεωρούν δηλαδή όταν σε δυο σώματα δώσουμε την ίδια θερμότητα στον ίδιο χρόνο θα αποκτήσουν και την ίδια θερμοκρασία.

Γ. Υλικά και Περιγραφή Διάταξης:

1. Ένα μεγάλο δοχείο (δοχείο των 500 ml).
2. Ένα πλαστικό ποτηράκι του κρασιού.
3. Δυο θερμόμετρα οινόπνεύματος.
4. Νερό.
5. Παγάκια.
6. Γκαζάκι.
7. Ρολόι.

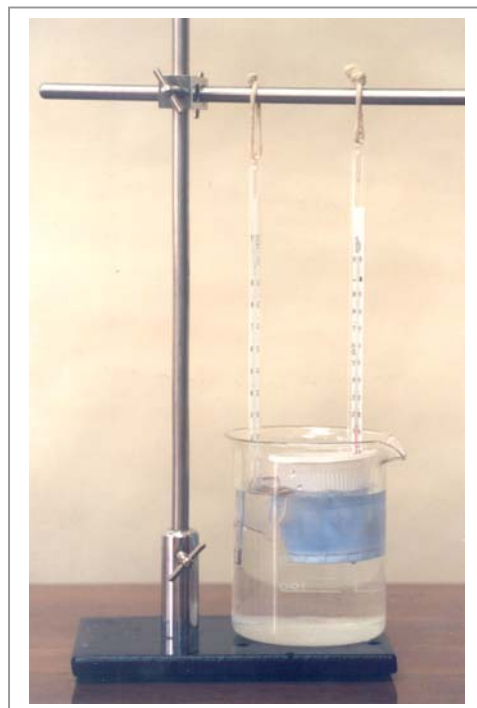
Δ. Περιγραφή πειράματος:

A' Μέρος:

1° Βήμα: Ζεσταίνουμε νερό στο δοχείο των 500 ml μέχρι τους 50° C περίπου και τοποθετούμε μέσα το ένα θερμόμετρο.

2° Βήμα: Βάζουμε μέσα στο ποτηράκι λίγο νερό και 2 παγάκια και το δεύτερο θερμόμετρο.

3° Βήμα: Τοποθετούμε το πλαστικό ποτηράκι με τα παγάκια μέσα στο ζεστό νερό και κάθε 1 λεπτό σημειώνουμε στον πίνακα σε μια στήλη τις



θερμοκρασίες που δείχνουν τα θερμόμετρα (τα οποία τα διαβάζουν οι μαθητές).

4^ο Βήμα: Γράφουμε συνολικά το χρόνο που χρειάστηκε να φθάσουν τα θερμόμετρα στην ίδια ένδειξη.

Β' Μέρος

1^ο Βήμα: Ζεσταίνουμε λίγο νερό μέχρι τους 50° C, περίπου και το τοποθετούμε στο ποτηράκι με το ένα θερμόμετρο.

2^ο Βήμα: Βάζουμε μέσα στο μεγάλο δοχείο νερό, 5 παγάκια και το δεύτερο θερμόμετρο.

3^ο Βήμα: Τοποθετούμε το πλαστικό ποτηράκι με το ζεστό νερό μέσα στο μεγάλο και κάθε 1 λεπτό σημειώνουμε στον πίνακα σε μια δεύτερη στήλη τις θερμοκρασίες που δείχνουν τα θερμόμετρα.

4^ο Βήμα: Γράφουμε συνολικά το χρόνο που χρειάστηκε τώρα να φθάσουν τα θερμόμετρα στην ίδια ένδειξη.

Ε. Πρόταση για συζήτηση:

Αφού πραγματοποιηθεί όλο το **Α' Μέρος** του πειράματος ρωτάμε τους μαθητές και τις μαθήτριες:

- ☞ Γιατί νομίζετε ότι **ανέβαινε η θερμοκρασία** στο πλαστικό ποτηράκι;
- ☞ Γιατί νομίζετε ότι **έπεφτε η θερμοκρασία** στο μεγάλο δοχείο;
- ☞ Τι συμβαίνει στο μεγάλο δοχείο που **δίνει θερμότητα**;
- ☞ Τι συμβαίνει στο μικρό δοχείο που **παίρνει θερμότητα**;
- ☞ **Από πού προς τα πού πήγαινε η θερμότητα**; Από το πιο ζεστό στο πιο κρύο ή από το πιο κρύο στο πιο ζεστό;

Αν προχωρήσουμε και στο **Β' Μέρος** του πειράματος τότε η συζήτηση μπορεί να γίνει κάπως έτσι:

- ☞ **Πότε άλλαξε πιο γρήγορα η θερμοκρασία** στα δυο θερμόμετρα όταν είχαμε περισσότερο ζεστό ή κρύο νερό;
- ☞ **Πότε έδειξαν πιο γρήγορα τα θερμόμετρα την ίδια θερμοκρασία** όταν είχαμε περισσότερο ζεστό και λιγότερο κρύο νερό ή μετά;
- ☞ Σε ποια **θερμοκρασία ισορρόπησαν** τελικά τα δυο θερμόμετρα στην κάθε περίπτωση;
- ☞ Τι θα συνέβαινε αν ζεσταίναμε περισσότερο το νερό π.χ. μέχρι τους 80° C;
- ☞ Τι θα συνέβαινε αν βάζαμε περισσότερα παγάκια;

ΣΤ. Υπενθύμιση:

Όταν δυο σώματα, που έχουν διαφορετική θερμοκρασία (ένα ψυχρό και ένα θερμό), έρθουν σε επαφή θα αποκτήσουν τελικά μια κοινή θερμοκρασία. Αυτό γίνεται γιατί μεταφέρεται θερμότητα (δηλαδή θερμική ενέργεια) από το θερμό σώμα στο ψυχρό οπότε η θερμοκρασία του ζεστού σώματος μειώνεται ενώ του κρύου αυξάνεται. Έτσι τα δυο σώματα αποκτούν τελικά την ίδια θερμοκρασία, έρχονται δηλαδή σε θερμική (θερμοκρασιακή) ισορροπία.

8. «Μαγικό» Κόλπο: *Βρες το σωστό νόμισμα!*

Πολλά ταχυδακτυλουργικά «κόλπα» βασίζονται σε ιδέες που ερμηνεύονται από την επιστήμη. Αυτό ισχύει και για το «κόλπο» που θα σας δείξουμε.

Παρακαλέστε μερικούς συμμαθητές σας ή τους συγγενείς σας να βάλουν διάφορα νομίσματα μέσα σε ένα κουτί. Κάποιος διαλέγει ένα από αυτά και το «σημαδεύει» με κάποιο τρόπο (π.χ. είναι το νόμισμα των 5 λεπτών ή το σημειώνει με ένα μαρκαδόρο σε μια γωνία ή με κάποιο άλλο τρόπο).

Μετά περνάει το νόμισμα που διάλεξε από χέρι σε χέρι. **Προσοχή όλοι πρέπει να κρατήσουν το νόμισμα για λίγο στην παλάμη τους σφιχτά** και να «συγκεντρώνουν τις σκέψεις τους» σ' αυτό. Όταν το κάνουν αυτό όλοι, το νόμισμα ξαναγυρίζει στο κουτί.

Τότε εσείς που δεν παρακολουθήσατε τι γινόταν (γιατί είχατε γυρισμένη την πλάτη ή είχατε βγει έξω από το δωμάτιο), με δεμένα τα μάτια και μόνο με το χέρι σας μπορείτε να βρείτε το νόμισμα και να το διαλέξετε μέσα από όλα τα άλλα!

Αν θέλετε να είστε ένας «αληθινός» μάγος... πρέπει να κάνετε ότι συγκεντρώνετε βαθιά και ότι προσπαθείτε να διαβάσετε τη σκέψη της συντροφιάς.

Μην καθυστερήσετε όμως πολύ ... Γιατί το μόνο που έχετε να κάνετε είναι να αγγίζετε ελαφρά τα νομίσματα και να διαλέξετε το πιο ζεστό. Όλα τα νομίσματα θα έχουν τη θερμοκρασία του δωματίου εκτός από αυτό που όλοι κράτησαν σφιχτά στην παλάμη τους.

Να λοιπόν που **το φαινόμενο της «θερμικής ισορροπίας»** σε βοήθησε να γίνεις έστω για λίγο ένας Χάρι Πότερ...

Β΄ ΜΕΡΟΣ

«ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΜΕ ΤΟ ΦΩΣ»



1. Ευθύγραμμη Διάδοση του Φωτός

A. Τι επιδιώκουμε με το συγκεκριμένο πείραμα:

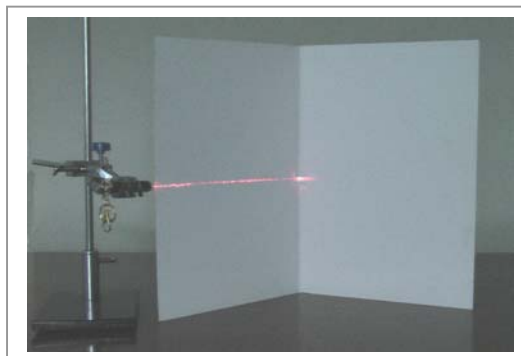
Να διαπιστώσουν οι μαθητές ότι το φως διαδίδεται ευθύγραμμα και με ακτίνες.

B. Συνηθισμένες Εναλλακτικές Ιδέες των παιδιών και Γνωστικές Δυσκολίες:

- ✓ Πολλοί μαθητές και μαθήτριες ταυτίζουν το φως με την πηγή ή με τα αποτελέσματά του. Αυτοί οι μαθητές και μαθήτριες δεν αναγνωρίζουν ότι το φως είναι κάτι (μια φυσική οντότητα) που υπάρχει στο χώρο μεταξύ της φωτεινής πηγής και του αντικείμενου που βλέπουν να φωτίζεται από αυτή.
- ✓ Αρκετοί μαθητές και μαθήτριες δεν αντιλαμβάνονται ότι το φως διαδίδεται με ακτίνες.
- ✓ Επειδή η διαδρομή του φωτός δεν φαίνεται από μόνη της, δημιουργεί δυσκολίες στους μαθητές και στις μαθήτριες στο να καταλάβουν την παρουσία του και στο να τη σχεδιάσουν.

Γ. Υλικά και Περιγραφή Διάταξης:

1. Πηγή ακτινών λέιζερ.
2. Δύο χαρτόνια.



Δ. Περιγραφή πειράματος:

1^ο Βήμα: Φωτίζουμε με την πηγή λέιζερ μόνο το απέναντι χαρτόνι και βλέπουμε το αποτέλεσμα (φωτεινή κηλίδα) και τη φωτεινή πηγή που το προκαλεί.

2^ο Βήμα: Τοποθετούμε και το δεύτερο χαρτόνι κάθετα στο πρώτο. Ανάβουμε την πηγή λέιζερ και προσέχουμε να εφάπτεται η ακτίνα ώστε να φαίνεται όλη η διαδρομή της μέχρι την φωτεινή κηλίδα, που σχηματίζεται στο απέναντι χαρτόνι.

Ε. Πρόταση για συζήτηση:

Μετά το 1^ο Βήμα μπορούμε να ρωτήσουμε τους μαθητές:

☞ Πως νομίζετε ότι έφθασε το φως από την πηγή λέιζερ στο χαρτόνι;

Αφού πραγματοποιηθεί και το 2^ο Βήμα του πειράματος επικεντρώνουμε τη συζήτηση στη διαδρομή του φωτός από την πηγή ως το αποτέλεσμα (φωτεινή κηλίδα στο χαρτόνι), με τις παρακάτω ερωτήσεις:

- ☞ Μπορείτε να περιγράψετε την διαδρομή του φωτός;
- ☞ Πως φθάνει τελικά το φως στο απέναντι χαρτόνι;
- ☞ Αν τώρα φωτίσω τον τοίχο μπορείτε να μου δείξετε τον δρόμο της ακτίνας;

ΣΤ. Υπενθύμιση:

Το φως διαδίδεται ευθύγραμμα και προς όλες τις κατευθύνσεις. Διαδίδεται με φωτεινές δέσμες που αποτελούνται από φωτεινές ακτίνες.

Το φως διαδίδεται με διαφορετική ταχύτητα στα διάφορα υλικά μέσα. Στο κενό διαδίδεται με 300.000 Km/s, με λίγο μικρότερη ταχύτητα διαδίδεται στον αέρα, στο νερό με τα 3/4 περίπου και στο γυαλί με τα 2/3 περίπου, αυτής της ταχύτητας.

Το φως θεωρείται ως «οντότητα» που υπάρχει σε ολόκληρο το χώρο ανάμεσα στη φωτεινή πηγή που το εκπέμπει και στα αποτελέσματα του (φωτεινή κηλίδα ή ανάκλαση από κάποιο σώμα).

Θεωρούμε ότι ισχύει η αρχή του ελαχίστου χρόνου. Σύμφωνα μ' αυτήν, από όλες τις δυνατές διαδρομές που θα μπορούσε να ακολουθήσει το φως για να μεταβεί από ένα σημείο σε κάποιο άλλο ακολουθεί εκείνη που απαιτεί το μικρότερο χρόνο.

2. Η σκιά των σωμάτων

A. Τι επιδιώκουμε με το συγκεκριμένο πείραμα:

4. Να καταλάβουν οι μαθητές ότι η δημιουργία της σκιάς οφείλεται στην ευθύγραμμη διάδοση του φωτός
5. Ότι το μέγεθος της σκιάς εξαρτάται από το πόσο απέχει το σώμα από τη φωτεινή πηγή.
6. Ότι το σχήμα της σκιάς εξαρτάται και από τη θέση του σώματος σε σχέση με τη φωτεινή πηγή.

B. Συνηθισμένες Εναλλακτικές Ιδέες των παιδιών και Γνωστικές Δυσκολίες:

- ✓ Οι μαθητές και οι μαθήτριες έχουν εμπειρία από την καθημερινή τους ζωή για τις σκιές και γνωρίζουν ότι το σχήμα και το μέγεθος της σκιάς εξαρτάται από το αντικείμενο που φωτίζεται.
- ✓ Αρκετοί όμως θεωρούν ότι η σκιά υπάρχει από μόνη της, δηλαδή κρύβεται πίσω από το αντικείμενο έως ότου το φως την σπρώξει μακριά από το αντικείμενο στον τοίχο ή το έδαφος. Άλλοι πάλι θεωρούν ότι η σκιά είναι ένα λιγότερο φωτεινό μέρος του αντικειμένου.
- ✓ Επίσης αρκετοί πιστεύουν ότι τα αντικείμενα κρύβουν το φως και έτσι δημιουργείται η σκιά (ταυτίζουν δηλαδή το φως με την φωτεινή πηγή).
- ✓ Δυσκολεύονται να εξηγήσουν πως δημιουργείται η σκιά και να τη συσχετίσουν με τη θέση της φωτεινής πηγής επειδή δεν θεωρούν τη σκιά ως αποτέλεσμα της ευθύγραμμης διάδοσης του φωτός.

Γ. Υλικά και Περιγραφή Διάταξης:

1. Φακός
2. Χαρτόνι ως οθόνη
3. Ένα σπιρτόκουτο ή κομμάτι ξύλου.
4. Μολύβι.



Δ. Περιγραφή πειράματος:

- 1° Βήμα:** Φωτίζουμε το ξύλο και σημειώνουμε τα άκρα της σκιάς στο χαρτόνι.
- 2° Βήμα:** Πλησιάζουμε το ξύλο πιο κοντά στο φακό και βλέπουμε ότι η σκιά του στο χαρτόνι μεγαλώνει.
- 3° Βήμα:** Πλησιάζουμε το ξύλο πιο κοντά στην οθόνη και βλέπουμε ότι η σκιά του μικραίνει.

4^ο Βήμα: Βγάζουμε το χαρτόνι και φωτίζουμε το ξύλο από διαφορετικές γωνίες (μετακινώντας το φακό) και παρατηρούμε ότι η θέση και το μέγεθος της σκιάς, πάνω στο τραπέζι, διαφέρει κάθε φορά.

5^ο Βήμα: Αν θέλουμε μπορούμε στη συνέχεια να φωτίζουμε διαφορετικά σώματα και να παρατηρούμε τις σκιές τους.

Ε. Πρόταση για συζήτηση:

Μετά το 1^ο Βήμα μπορούμε να ρωτήσουμε τους μαθητές:

☞ Γιατί νομίζετε ότι δημιουργήθηκε η σκιά πίσω από το ξύλο;

Αφού πραγματοποιηθεί το 2^ο και 3^ο Βήμα του πειράματος επικεντρώνουμε τη συζήτηση στη σχέση της σκιάς με την απόσταση του ξύλου από την φωτεινή πηγή:

☞ Τι έγινε όταν πλησιάσαμε το ξύλο κοντά στο φακό;

☞ Τι έγινε όταν απομακρύνουμε το ξύλο από το φακό;

☞ Πότε ήταν μεγαλύτερη η σκιά όταν ήταν κοντά ή μακριά στο φακό;

Πραγματοποιώντας το 4^ο Βήμα συζητάμε τη σχέση που έχουν η θέση της φωτεινής πηγής και του ξύλου για τη δημιουργία των σκιών (εδώ μπορούμε να συζητήσουμε και για τις σκιές που δημιουργούνται κατά την διάρκεια της ημέρας από τον ήλιο, δηλαδή γιατί έχουμε διαφορετικές σκιές το πρωί το μεσημέρι και το απόγευμα), με τις παρακάτω ερωτήσεις:

☞ Το ξύλο έχει πάντα την ίδια σκιά;

☞ Γιατί αλλάζει η σκιά του ξύλου όταν το φωτίζω από άλλο μέρος με τον φακό;

☞ Μπορείτε να μου πείτε που οφείλεται η δημιουργία της σκιάς;

☞ Την ημέρα ποιος είναι ο «μεγάλος φακός» που μας δίνει φως;

☞ Μπορείτε να πείτε πως η θέση του ήλιου αλλάζει τις σκιές των σωμάτων;

☞ Μπορείτε να ζωγραφίσετε ένα δέντρο με τον ίσκιο του το πρωί, το μεσημέρι και το απόγευμα;

ΣΤ. Υπενθύμιση:

Αποτέλεσμα της ευθύγραμμης διάδοσης του φωτός είναι και η δημιουργία της σκιάς.

Όταν ένα αδιαφανές σώμα παρεμβάλλεται στην ευθύγραμμη πορεία του φωτός τότε πίσω από το σώμα αυτό σχηματίζεται η σκιά.

Το σχήμα και το μέγεθος της σκιάς ενός σώματος εξαρτάται από τη σχετική θέση του αντικειμένου, της φωτεινής πηγής και του πετάσματος / οθόνης που πάνω του σχηματίζεται η σκιά.

3. Ανάκλαση του Φωτός

A. Τι επιδιώκουμε με το συγκεκριμένο πείραμα:

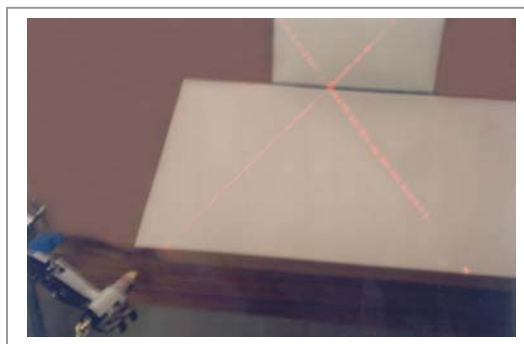
1. Να διαπιστώσουν οι μαθητές ότι το φως ανακλάται (αλλάζει πορεία) όταν πέφτει πάνω σε λείες επιφάνειες, όπως ο καθρέπτης.
2. Να διαπιστώσουν ότι η γωνία πρόσπτωσης (η γωνία που σχηματίζει η ακτίνα από την πηγή λέιζερ και τον καθρέπτη) είναι ίση με τη γωνία ανάκλασης (τη γωνία που σχηματίζει η ανακλώμενη ακτίνα με τον καθρέπτη).

B. Συνηθισμένες Εναλλακτικές Ιδέες των παιδιών και Γνωστικές Δυσκολίες:

- ✓ Πολλοί μαθητές και μαθήτριες θεωρούν ότι το φως παραμένει στον καθρέπτη κατά τη διάρκεια της ανάκλασης.
- ✓ Αρκετοί μαθητές και μαθήτριες δεν αντιλαμβάνονται τη διάδοση του φωτός με ακτίνες.

Γ. Υλικά και Περιγραφή Διάταξης:

1. Πηγή ακτινών λέιζερ.
2. Καθρέπτη, τύπου παραλληλόγραμμου
3. Χαρτόνι λευκό και μολύβι



Δ. Περιγραφή πειράματος:

- 1° Βήμα:** Φωτίζουμε με την πηγή λέιζερ από γωνία τον καθρέπτη. Προσέχουμε η ακτίνα να εφάπτεται με το χαρτόνι. Παρατηρούμε την ακτίνα που αντανάκλα ο καθρέπτης.
- 2° Βήμα:** Στη συνέχεια τραβάμε (οι ίδιοι ή κάποιος μαθητής ή μαθήτρια) γραμμές με το μολύβι μας που να δείχνουν τη διαδρομή της ακτίνας που πάει στον καθρέπτη και της ακτίνας που αντανάκλαται από τον καθρέπτη καθώς και τη θέση του καθρέπτη.
- 3° Βήμα:** Στο σχήμα που δημιουργήσαμε μετράμε τη γωνία πρόσπτωσης (η γωνία α που σχηματίζει η ακτίνα από την πηγή λέιζερ και τον καθρέπτη) και τη γωνία ανάκλασης (η γωνία β που σχηματίζει η ανακλώμενη ακτίνα με τον καθρέπτη) και βλέπουμε ότι είναι ίσες.
- 4° Βήμα:** Αν θέλουμε μεταξύ της γωνίας που σχηματίζει η προσπίπτουσα ακτίνα α και η ανακλώμενη β μπορούμε να φέρουμε την κάθετο προς τον

καθρέπτη και να προχωρήσουμε σε περισσότερους υπολογισμούς των γωνιών, που σχηματίζονται.

Ε. Πρόταση για συζήτηση:

Μετά το 1^ο Βήμα μπορούμε να συζητήσουμε με βάση τις παρακάτω ερωτήσεις:

- ☞ Τι νομίζετε ότι έκανε τη φωτεινή ακτίνα να αλλάξει κατεύθυνση;
- ☞ Η φωτεινή ακτίνα που φεύγει από τον καθρέπτη είναι η ίδια με αυτή που έπεσε πάνω του ή διαφορετική;
- ☞ Από πού ξεκινά και που καταλήγει η φωτεινή ακτίνα;

Αφού πραγματοποιηθεί και 2^ο Βήμα του πειράματος μπορούμε να επικεντρωθούμε στις γωνίες που σχηματίζονται με τις εξής ερωτήσεις:

- ☞ Από ποιες πλευρές σχηματίζεται η γωνία που τη λέμε **πρόσπτωσης** (η γωνία **α** που σχηματίζει η ακτίνα από την πηγή λείζερ και τον καθρέπτη);
- ☞ Από ποιες πλευρές σχηματίζεται η γωνία που τη λέμε **ανάκλασης** (η γωνία **β** που σχηματίζει η ανακλώμενη ακτίνα με τον καθρέπτη);
- ☞ Νομίζετε ότι οι γωνίες αυτές έχουν κάποια σχέση κι αν ναι ποια;

Αφού κάνουμε και το 3^ο Βήμα γενικεύουμε και μπορούμε να ρωτήσουμε:

- ☞ Αν φωτίζαμε από άλλη γωνία θα σχηματίζονταν οι ίδιες γωνίες;
- ☞ Τι θα ήταν μεταξύ τους οι γωνίες αυτές;
- ☞ Μπορεί κάποιος να μας κάνει το σχήμα που θα έχουν τώρα οι δυο γωνίες;
- ☞ Ποια **σχέση έχει πάντα** η γωνία πρόσπτωσης και η γωνία ανάκλασης μιας ακτίνας;

ΣΤ. Υπενθύμιση:

Ο **νόμος της ανάκλασης** διατυπώνεται ως εξής: Η γωνία πρόσπτωσης είναι ίση με τη γωνία ανάκλασης.

Ο νόμος της ανάκλασης εικονίζεται στην παρακάτω εικόνα, όπου τα βέλη παριστάνουν τις ακτίνες του φωτός.

Αντί να μετρούμε απευθείας τις γωνίες πρόσπτωσης και ανάκλασης των ακτινών με την επιφάνεια ανάκλασης, συνηθίζουμε να μετρούμε τις γωνίες που σχηματίζουν οι ακτίνες αυτές με την κάθετη ευθεία στο επίπεδο της

επιφάνειας ανάκλασης. Η προσπίπτουσα ακτίνα, η κάθετη ευθεία και η ανακλώμενη ακτίνα βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο.



Καλό είναι τέλος να έχουμε υπόψη μας ότι το φαινόμενο της ανάκλασης, αν και φαίνεται απλό είναι δύσκολο να ερμηνευθεί. Ερωτήσεις της μορφής: «Γιατί δεν ανακλούν όλες οι λείες επιφάνειες το φως;», «Γιατί οι επιφάνειες των διαφανών σωμάτων ανακλούν ένα μέρος του φωτός;», κ.ο.κ. είναι αναμενόμενες από τη μεριά των μαθητών. Οι ερωτήσεις αυτές όμως, απαιτούν ένα τελείως διαφορετικό θεωρητικό πλαίσιο (Κβαντική Ηλεκτροδυναμική) για να απαντηθούν. Το θεωρητικό αυτό πλαίσιο δεν διδάσκεται σήμερα ούτε στο Λύκειο.

4. Είδωλο σε επίπεδα κάτοπτρα

A. Τι επιδιώκουμε με το συγκεκριμένο πείραμα:

Να διαπιστώσουν οι μαθητές ότι το είδωλο σχηματίζεται πίσω και όχι μέσα στο επίπεδο κάτοπτρο.

B. Συνηθισμένες Εναλλακτικές Ιδέες των παιδιών και Γνωστικές Δυσκολίες:

✓ Αρκετοί μαθητές και μαθήτριες θεωρούν ότι το είδωλο βρίσκεται πάνω στον καθρέπτη και όχι πίσω από αυτόν με αποτέλεσμα να δυσκολεύονται να κατανοήσουν τα είδωλα στα επίπεδα κάτοπτρα.

✓ Επίσης αρκετοί πιστεύουν ότι το είδωλο ενός αντικειμένου αλλάζει θέση όταν αλλάζουν οι ίδιοι θέση (ως παρατηρητές). Ενισχύεται έτσι η αντίληψή τους ότι το ανθρώπινο μάτι είναι ενεργητικός παράγοντας.

Γ. Υλικά και Περιγραφή Διάταξης:

1. Ένας καθρέπτης.
2. Ένα κομμάτι τζάμι.
3. Δύο κεριά ίδιου μεγέθους αλλά διαφορετικού χρώματος (π.χ. άσπρο και κόκκινο). Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και 2 μικρά όμοια κεριά. Επίσης μπορούμε να βάλουμε το κερί που βρίσκεται πίσω από το τζάμι μέσα σε ένα ποτήρι γεμάτο νερό ...
4. Ένας χάρακας.



Δ. Περιγραφή πειράματος:

1° Βήμα: Τοποθετούμε το ένα κερί μπροστά από τον καθρέπτη και το ανάβουμε. Παρατηρούμε το είδωλο που σχηματίζεται.

2° Βήμα: Στη συνέχεια τοποθετούμε τα δυο κεριά σε ίση απόσταση από το τζάμι με αναμμένο το άσπρο κερί που είναι προς το μέρος των μαθητών. Τότε

το είδωλο της φλόγας στο τζάμι δημιουργεί την εντύπωση ότι και το κόκκινο κερί είναι αναμμένο. Η «οπτική άπατη» είναι πιο εμφανής όταν η διάταξη βρίσκεται σε σκοτεινό μέρος.

3^ο Βήμα: Καλούμε τους μαθητές και τις μαθήτριες να δουν από το πλάι και να παρατηρήσουν ότι το κόκκινο κερί παραμένει σβηστό.

Ε. Πρόταση για συζήτηση:

Μετά το 1^ο Βήμα μπορούμε να συζητήσουμε με τους μαθητές με βάση τις παρακάτω ερωτήσεις:

- ☞ Πως νομίζετε σχηματίστηκε το είδωλο του κεριού στον καθρέπτη;
- ☞ Που σχηματίζεται το είδωλο του κεριού στον καθρέπτη;
- ☞ Νομίζετε ότι αν αλλάξουμε τη θέση του κεριού θα αλλάξει το είδωλο του;
- ☞ Αν αλλάξετε θέση εσείς οι ίδιοι τι λέτε, θα δείτε διαφορετικό είδωλο του κεριού;

Αφού πραγματοποιηθεί και το 2^ο Βήμα του πειράματος επικεντρώνουμε τη συζήτηση στο πως είναι δυνατόν ανάβοντας μόνο το άσπρο κερί να φαίνεται ότι ανάβει και το κόκκινο (το είδωλο της αναμμένης φλόγας σχηματίζεται πίσω από το κάτοπτρο), με τις εξής ερωτήσεις:

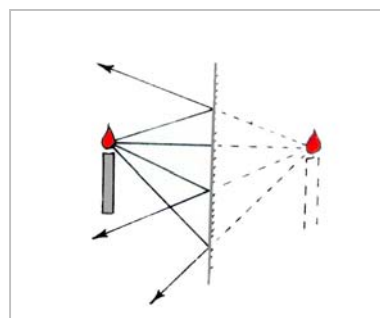
- ☞ Γιατί νομίζετε ότι φαίνεται σαν να είναι αναμμένο και το κόκκινο κερί;
- ☞ Το είδωλο της φλόγας του άσπρου κεριού που σχηματίζεται πάνω, μέσα ή πίσω από το τζάμι;

Μετά την πραγματοποίηση και του 3^{ου} Βήματος μπορούμε να συζητήσουμε γενικά για το σχηματισμό των ειδώλων στα επίπεδα κάτοπτρα:

- ☞ Αν δεν έχουν τα κεριά ίση απόσταση από το τζάμι, θα φαίνεται σαν να ανάβουν και τα δύο; Γιατί;
- ☞ Που ακριβώς σχηματίζονται τα είδωλα των αντικειμένων στα επίπεδα κάτοπτρα;

ΣΤ. Υπενθύμιση:

Υποθέτουμε ότι τοποθετούμε ένα αναμμένο κερί μπροστά σε επίπεδο κάτοπτρο. Οι φωτεινές ακτίνες του κεριού πάνε προς όλες τις κατευθύνσεις. Η διπλανή εικόνα δείχνει μόνο 4 από τις άπειρες φωτεινές ακτίνες, που ξεκινούν από τα άπειρα σημεία της φλόγας. Όταν οι 4 αυτές ακτίνες συναντήσουν το κάτοπτρο,



ανακλώνται κατά γωνίες ίσες με τις γωνίες πρόσπτωσης τους. Οι αποκλίνουσες ανακλώμενες ακτίνες φαίνονται σαν να έρχονται από το πίσω μέρος του καθρέπτη, από το σημείο που βρίσκεται στη θέση που συγκλίνουν οι προεκτάσεις τους (διακεκομμένες γραμμές). Ένας παρατηρητής βλέπει την εικόνα του κεριού στο σημείο που συγκλίνουν οι ακτίνες. Οι φωτεινές ακτίνες δεν βγαίνουν πραγματικά από το σημείο αυτό και γι' αυτό ό,τι βλέπουμε μέσα στο κάτοπτρο λέγεται φανταστικό είδωλο.

Το είδωλο που σχηματίζεται στο πίσω μέρος των επίπεδων κατόπτρων είναι φανταστικό και απέχει όσο και το αντικείμενο από το μπροστινό μέρος. Αντικείμενο και είδωλο έχουν ίσο μέγεθος. Όταν λοιπόν κοιτάξετε στον καθρέπτη, το μέγεθος του ειδώλου σας είναι το ίδιο με το μέγεθος που θα φαινόταν να έχει ο ολόιδιος με σας δίδυμός σας, αν στεκόταν πίσω από τον καθρέπτη σε ίση απόσταση με σας που στέκεστε μπροστά.

Καλό είναι τέλος να έχετε υπόψη σας το ρόλο που παίζουν τα μάτια μας στα φαινόμενα που σχετίζονται με τα είδωλα. Τα μάτια μας δεν βλέπουν τα αντικείμενα. Βλέπουν αντικείμενα στις θέσεις από όπου προέρχονται (ή δείχνουν ότι προέρχονται) οι φωτεινές ακτίνες που πέφτουν πάνω τους. Επιπλέον, ο τελικός «σταθμός» για ότι βλέπουμε είναι ο εγκέφαλος. Γι αυτό «βλέπουμε» και όνειρα.

5. Είδωλα σε δύο καθρέπτες

A. Τι επιδιώκουμε με το συγκεκριμένο πείραμα:

Να διαπιστώσουν οι μαθητές ότι το είδωλο ενός αντικειμένου σε επίπεδο καθρέπτη είναι φανταστικό και αντίστροφο του ίδιου του αντικειμένου (δηλαδή, το δεξί φαίνεται ως αριστερό και το αντίθετο).

B. Συνηθισμένες Εναλλακτικές Ιδέες των παιδιών και Γνωστικές Δυσκολίες:

- ✓ Αρκετοί μαθητές και μαθήτριες θεωρούν ότι το είδωλο είναι μια πραγματική εικόνα που σχηματίζεται μέσα στον καθρέπτη.
- ✓ Επίσης αρκετοί πιστεύουν ότι το είδωλο ενός αντικειμένου είναι ακριβώς ίδιο με το αντικείμενο και όχι αντίστροφο (το δεξί φαίνεται ως αριστερό και το αντίθετο).

Γ. Υλικά και Περιγραφή Διάταξης:

1. Δύο καθρέπτες.
2. Ένα νόμισμα.
3. Ένα φύλλο χαρτιού, όπου έχουμε γράψει με έντονο μαρκαδόρο μια μικρή λέξη (πχ. ένα).



Δ. Περιγραφή πειράματος:

1^ο Βήμα: Στήνουμε όρθιους τους δυο καθρέπτες με τις επιφάνειες τους παράλληλες. Βάζουμε μέσα ένα νόμισμα και βλέπουμε τις ανακλάσεις σε κάθε καθρέπτη.

2^ο Βήμα: Στήνουμε τώρα τους δυο καθρέπτες σε ορθή γωνία μεταξύ τους και βάζουμε ανάμεσα τους το νόμισμα. Θα δούμε 4 νομίσματα (3 είδωλα). Αλλάξτε τη γωνία των καθρεπτών και προσέξτε πόσες εικόνες του νομίσματος μπορείτε να δείτε.

3^ο Βήμα: Κρατήστε το φύλλο χαρτιού μπροστά στον ένα καθρέπτη και δείτε το είδωλο του, το οποίο είναι αντίστροφο της λέξης «ΕΝΑ».

4^ο Βήμα: Τοποθετήστε το δεύτερο καθρέπτη παράλληλα και απέναντι στον πρώτο. Μετακινήστε τον, μέχρι να σχηματιστεί σ' αυτόν το αντίστροφο είδωλο του πρώτου καθρέπτη. Το είδωλο της λέξης που σχηματίζεται τώρα, θα φαίνεται κανονικά στον δεύτερο καθρέπτη.

Ε. Πρόταση για συζήτηση:

Μετά το 1^ο Βήμα συζητάμε με τους μαθητές γιατί σχηματίζονται τόσα είδωλα από ένα αντικείμενο (πολλαπλές αντανάκλασεις του ειδώλου), με βάση τις εξής ερωτήσεις:

- ☞ Πόσα νομίσματα βλέπουμε στους καθρέπτες;
- ☞ Γιατί σχηματίστηκαν τόσα είδωλα του νομίσματος;

Αφού πραγματοποιηθεί και 2^ο Βήμα του πειράματος, συζητάμε για τη σχέση που έχει η δημιουργία των ειδώλων με τη θέση του αντικειμένου και των καθρεπτών:

- ☞ Όταν οι καθρέπτες είναι κάθετοι μεταξύ τους πόσα είδωλα σχηματίζονται; (μόνο 3)
- ☞ Αν η γωνία των καθρεπτών είναι μικρότερη από την ορθή σχηματίζονται περισσότερα ή λιγότερα είδωλα από 3;
- ☞ Αν η γωνία των καθρεπτών είναι μεγαλύτερη από την ορθή σχηματίζονται περισσότερα ή λιγότερα είδωλα από 3;
- ☞ Γιατί όταν βάλουμε τους καθρέπτες παράλληλα σχηματίζονται πάρα πολλά είδωλα; (συνεχείς αντανάκλασεις)

Μετά την πραγματοποίηση του 3^{ου} και 4^{ου} Βήματος συζητάμε για το πως αναστρέφεται το είδωλο και πως μπορούμε να το ξανα -αναστρέψουμε:

- ☞ Πως φαίνεται το είδωλο της λέξης μέσα στον καθρέπτη;
- ☞ Γιατί στον δεύτερο καθρέπτη βλέπουμε κανονικά τη λέξη γραμμένη, ενώ στον πρώτο αντίστροφα;
- ☞ Τι σχέση έχουν τα είδωλα που σχηματίζονται στα επίπεδα κάτοπτρα με το πραγματικό αντικείμενο;
- ☞ Αν σταθείς μπροστά σε έναν καθρέπτη και κλείσεις το αριστερό σου μάτι το είδωλο σου ποιο μάτι θα σου κλείσει;
- ☞ Μπορείς να εξηγήσεις τώρα γιατί τα ασθενοφόρα έχουν γραμμένη αντίστροφα τη λέξη «ΑΣΘΕΝΟΦΟΡΟ»;

☞ Όταν κοιτάξετε στο καθρέπτη και κουνάτε το δεξί σας χέρι, στο είδωλό σας κουνιέται το αριστερό. Γιατί τότε δεν κουνιούνται τα πόδια του ειδώλου σας, όταν εσείς κουνάτε το κεφάλι σας;

ΣΤ. Υπενθύμιση:

Το είδωλο που σχηματίζεται στα επίπεδα κάτοπτρα (καθρέπτες) είναι φανταστικό, δηλαδή δεν μπορεί να αποτυπωθεί σε κάποιο επίπεδο πίσω από το κάτοπτρο. Το φανταστικό αυτό είδωλο είναι αντίστροφο δηλαδή το είδωλο του δεξιού χεριού είναι στα δεξιά και του αριστερού στα αριστερά (οπτική αντιστροφή) αλλά όχι ανεστραμμένο δηλαδή το κεφάλι φαίνεται πάνω και τα πόδια κάτω.

6. Διάθλαση του Φωτός

A. Τι επιδιώκουμε με το συγκεκριμένο πείραμα:

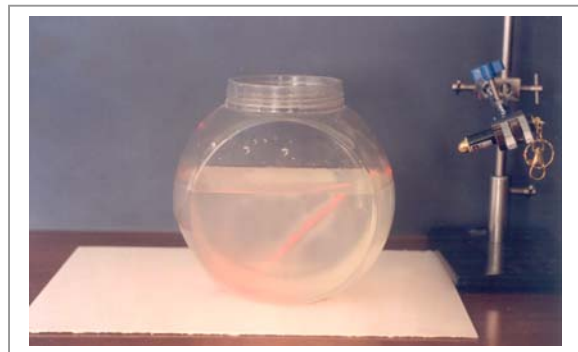
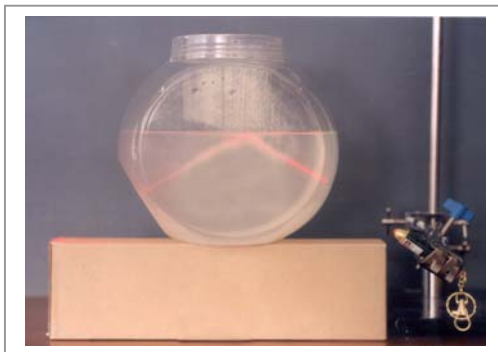
1. Να διαπιστώσουν οι μαθητές με πείραμα το φαινόμενο της διάθλασης του φωτός.
2. Να κατανοήσουν ότι η διάθλαση είναι η εκτροπή των φωτεινών ακτινών όταν αυτές περνούν από ένα διαφανές σώμα σε ένα άλλο.

B. Συνηθισμένες Εναλλακτικές Ιδέες των παιδιών και Γνωστικές Δυσκολίες:

✓ Αρκετοί μαθητές και μαθήτριες θεωρούν ότι η διάθλαση οφείλεται μόνο στο υλικό (το μολύβι φαίνεται ως σπασμένο εξαιτίας του νερού ή του γυαλιού) και όχι στο ότι το φως αλλάζει διεύθυνση όταν περνά από ένα διαφανές υλικό σε ένα άλλο.

Γ. Υλικά και Περιγραφή Διάταξης:

1. Μια γυάλινη λεκάνη.
2. Μια πηγή λέιζερ.
3. Νερό.
4. Οδοντόπαστα.
5. Ένα μολύβι.
6. Δυο στηρίγματα για την λεκάνη.



Δ. Περιγραφή πειράματος:

1^ο Βήμα: Βάζουμε το νερό στη λεκάνη, μέχρι λίγο πιο κάτω από το χείλος της. Διαλύουμε πολύ λίγη οδοντόπαστα στο νερό, για να γίνει φανερή η πορεία της ακτίνας. Ρίχνουμε πλάγια την ακτίνα λέιζερ και παρατηρούμε τη διάθλαση της ακτίνας.

2^ο Βήμα: Βυθίζουμε το μολύβι και παρατηρούμε το σπάσιμο που φαίνεται στο μέρος του μολυβιού που βυθίστηκε.

3^ο Βήμα: Αν θέλουμε προχωράμε και στο βήμα αυτό. Στήνουμε τη λεκάνη με το νερό πάνω στα στηρίγματα και ρίχνουμε την ακτίνα λέιζερ πλάγια από κάτω. Μετά από κάποια γωνία κλίσης (που λέγεται οριακή γωνία και για το νερό είναι περίπου 48°) θα παρατηρήσετε ότι η ακτίνα ανακλάται στην επιφάνεια του νερού και επιστρέφει. Αν συνεχίσετε να μικραίνετε τη γωνία θα δείτε η ακτίνα να δημιουργεί ένα ζικ – ζακ εγκλωβισμένη μέσα στο νερό. Το ζικ – ζακ θα είναι εντονότερο αν το ύψος του νερού μέσα στο δοχείο είναι μικρό.

Ε. Πρόταση για συζήτηση:

Μετά το 1^ο Βήμα συζητάμε με τους μαθητές γιατί άλλαξε κατεύθυνση η ακτίνα λέιζερ και για το που οφείλεται το φαινόμενο της διάθλασης του φωτός, με βοήθεια τις παρακάτω ερωτήσεις:

- ☞ Τι έπαθε η φωτεινή ακτίνα μόλις μπήκε στο νερό;
- ☞ Γιατί νομίζετε ότι άλλαξε πορεία η φωτεινή ακτίνα;

Αφού πραγματοποιηθεί και το 2^ο Βήμα του πειράματος συζητάμε με τους μαθητές και τις μαθήτριες που οφείλεται το «σπάσιμο» του μολυβιού και γενικεύουμε για τη διάθλαση:

- ☞ Το μολύβι «έσπασε» στ' αλήθεια μόλις μπήκε στο νερό;
- ☞ Τι είναι αυτό που αλλάζει όταν μπαίνει στο νερό και μας κάνει να βλέπουμε το μολύβι σαν να είναι «σπασμένο»;
- ☞ Τι είναι λοιπόν η διάθλαση του φωτός;

Αν πραγματοποιήσουμε και το 3^ο Βήμα μπορούμε να συζητούμε για τη σχέση μεταξύ ανάκλασης και διάθλασης που παρατηρήσαμε στο φαινόμενο της ολικής εσωτερικής ανάκλασης, με βάση τις ερωτήσεις:

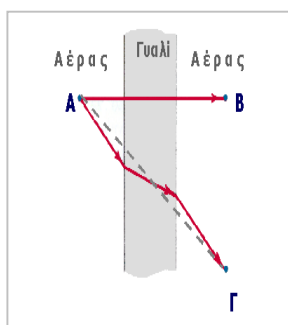
- ☞ Τι παθαίνει η ακτίνα λέιζερ μόλις μπει στο νερό;
- ☞ Τι παθαίνει στην πορεία της όταν συναντήσει την επιφάνεια του νερού;
- ☞ Τι παθαίνει όταν συναντήσει στην συνέχεια τον πάτο της λεκάνης;
- ☞ Αυτό το ζικ-ζακ γίνεται πάντα ή μόνο όταν έχουμε μια ορισμένη γωνία που πέφτει το φως στο νερό; (η οριακή γωνία για το νερό είναι 48°)

ΣΤ. Υπενθύμιση:

Το φως διαδίδεται με διαφορετική ταχύτητα στα διάφορα υλικά μέσα. Στο κενό διαδίδεται με 300.000 Km/s, με λίγο μικρότερη ταχύτητα διαδίδεται στον αέρα

και στο νερό με τα $3/4$ περίπου αυτής της ταχύτητας. Όταν το φως περνά με κλίση (κι όχι κάθετα) από ένα διαφανές μέσο σε κάποιο άλλο η πορεία του εκτρέπεται, εξαιτίας της διαφορετικής ταχύτητας που έχει στα μέσα αυτά. Αυτό το φαινόμενο ονομάζεται **διάθλαση**.

Αν και η διαδρομή που κάνει τότε το φως φαίνεται ότι είναι μεγαλύτερη σε μήκος, τελικά είναι η διαδρομή του ελαχίστου χρόνου. Μια ευθύγραμμη διαδρομή θα απαιτούσε περισσότερο χρόνο. Αυτό μπορούμε να το καταλάβουμε παρατηρώντας και την παρακάτω εικόνα που δείχνει τη διάθλαση μιας ακτίνας που περνά από γυαλί.

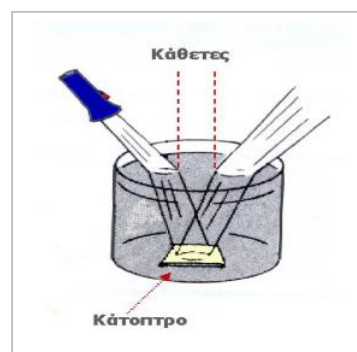


Όταν περνά φως μέσα από το χοντρό τζάμι από το σημείο A ως το B, πηγαίνει ευθύγραμμα. Το φως συναντά το γυαλί κάθετα και βλέπουμε πως η συντομότερη απόσταση μέσα στον αέρα και το γυαλί αντιστοιχεί και στον συντομότερο χρόνο.

Αλλά τι γίνεται με το φως που πάει από το σημείο A στο Γ; Θα πάει κατά την ευθεία πορεία, που δείχνει η διακεκομμένη γραμμή; Όχι γιατί τότε θα ξόδευε περισσότερο χρόνο μέσα στο γυαλί, όπου κινείται με μικρότερη ταχύτητα. Γι' αυτό θα ακολουθήσει πορεία με μικρότερη κλίση μέσα στο γυαλί. Ο χρόνος που κερδίζει ακολουθώντας αυτή τη διαδρομή μέσα στο γυαλί είναι μεγαλύτερος από τον πρόσθετο χρόνο που χρειάζεται το φως για να διανύσει τη μεγαλύτερη απόσταση στον αέρα (επειδή στον αέρα η ταχύτητά του είναι κατά πολύ μεγαλύτερη). **Η συνολική του διαδρομή αντιστοιχεί ακριβώς στον ελάχιστο χρόνο.**

Αν παρατηρήσουμε τη διπλανή εικόνα θα διαπιστώσουμε ότι:

Όταν η ταχύτητα του φωτός ελαττώνεται, καθώς μεταβαίνει σε πυκνότερο μέσο, η φωτεινή δέσμη εκτρέπεται προς την κάθετο. Όταν η ταχύτητα του φωτός αυξάνεται, καθώς μπαίνει σε πιο αραιό μέσο, η φωτεινή δέσμη απομακρύνεται από την κάθετο.



7. Φως και Χρώμα

A. Τι επιδιώκουμε με το συγκεκριμένο πείραμα:

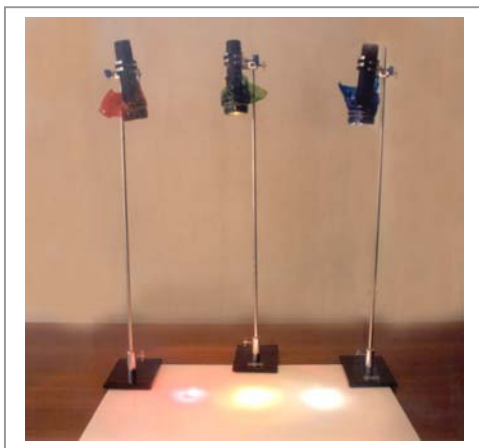
Να διαπιστώσουν πειραματικά οι μαθητές ότι το χρώμα των σωμάτων οφείλεται στο φως που διαχέουν / αντανακλούν.

B. Συνηθισμένες Εναλλακτικές Ιδέες των παιδιών και Γνωστικές Δυσκολίες:

- ✓ Πολλοί μαθητές και μαθήτριες πιστεύουν ότι βλέπουμε τα αντικείμενα επειδή φωτεινές ακτίνες ξεκινούν από αυτά και φθάνουν στα μάτια μας. Άλλοι πάλι πιστεύουν ότι οι φωτεινές ακτίνες ξεκινούν από τα μάτια μας και επιστρέφουν πάλι σ' αυτά. Γενικά δυσκολεύονται να καταλάβουν ότι το φως φθάνει στα μάτια μας επειδή τα αντικείμενα διαχέουν / αντανακλούν το φως που ακτινοβολούν οι φωτεινές πηγές.
- ✓ Επίσης αρκετοί είναι αυτοί που θεωρούν ότι το χρώμα των σωμάτων είναι μια ιδιότητα των ίδιων των σωμάτων και δεν το συσχετίζουν με το φως και την αντανάκλαση του. Δηλαδή θεωρούν ότι τα μάτια μας βλέπουν το χρώμα του αντικειμένου και όχι το χρώμα του ανακλώμενου φωτός.
- ✓ Αρκετοί είναι αυτοί που θεωρούν ότι το σκοτάδι είναι μια οντότητα και δεν τη συνδέουν με την έλλειψη του φωτός.
- ✓ Αρκετοί είναι και αυτοί που δεν αναγνωρίζουν διαφορές μεταξύ του φυσικού και τεχνικού (ηλεκτρικού) φωτός.
- ✓ Τέλος πολλοί μαθητές και μαθήτριες δεν κατανοούν τη σύνθεση των χρωμάτων ως αποτέλεσμα του φάσματος του φωτός.

Γ. Υλικά και Περιγραφή Διάταξης:

1. Τρεις φακοί.
2. Τρία διαφράγματα φακών (κόκκινο, πράσινο και μπλε).
3. Ένας μικρός άσπρος κύβος. Μπορούμε αντί για άσπρο κύβο να ρίχνουμε τις φωτεινές δέσμες σε χαρτόνι όπως στη φωτογραφία.



Δ. Περιγραφή πειράματος:

1^ο Βήμα: Παρατηρούμε τον άσπρο κύβο και συζητάμε γιατί βλέπουμε τα αντικείμενα. Επιδιώκουμε να ακουστεί ότι το βράδυ στο απόλυτο σκοτάδι δεν μπορούμε να δούμε τα αντικείμενα.

2^ο Βήμα: Φωτίζουμε τον άσπρο κύβο πρώτα μόνο με το φακό με το κόκκινο διάφραγμα (το βλέπουμε κόκκινο). Μετά με το φακό με το πράσινο διάφραγμα (το βλέπουμε πράσινο). Και τέλος με το φακό με το μπλε διάφραγμα (φαίνεται μπλε).

3^ο Βήμα: Φωτίζουμε ταυτόχρονα και με τους τρεις φακούς στην ίδια επιφάνεια του κύβου τότε ο άσπρος κύβος φαίνεται πάλι λευκός στο κέντρο και περιμετρικά του εμφανίζονται διάφορα χρώματα.

Ε. Πρόταση για συζήτηση:

Μετά το 1^ο Βήμα συζητάμε με τους μαθητές γιατί νομίζουν ότι βλέπουμε τα αντικείμενα και τα χρώματά τους μόνο όταν έχει φως. Μπορούμε να κάνουμε τις παρακάτω ερωτήσεις:

- ☞ Πότε μπορούμε να δούμε καλύτερα την ημέρα ή την νύχτα;
- ☞ Αν δεν έχει πολύ φως μπορούμε να διακρίνουμε τα χρώματα των πραγμάτων;
- ☞ Αν είμαστε σε ένα τελείως σκοτεινό δωμάτιο μπορούμε να δούμε τα αντικείμενα;
- ☞ Τι είναι αυτό που πέφτει στα πράγματα και μπορούμε να τα δούμε;

Αφού πραγματοποιηθεί 2^ο Βήμα του πειράματος συζητάμε γιατί ενώ ο κύβος ήταν και φαίνεται άσπρος στο φυσικό φως φαίνεται με διαφορετικό χρώμα ανάλογα με το φακό που το φωτίζουμε:

- ☞ Τι χρώμα έχει στο κανονικό φως ο κύβος;
- ☞ Τι χρώμα έχει όταν τον φωτίζουμε αντίστοιχα μια με τον πράσινο, μια με τον κόκκινο και μια με τον μπλε φακό;
- ☞ Γιατί μια τον βλέπουμε πράσινο, μια κόκκινο και μια μπλε;
- ☞ Αν φωτίσουμε τον κύβο με έναν κίτρινο φακό, τι χρώμα θα το δούμε να έχει;
- ☞ Τι είναι αυτό που μας κάνει να βλέπουμε χρωματιστά τα πράγματα;
- ☞ Αν δεν υπήρχε φως θα βλέπαμε τα χρώματα;

Τέλος μετά το 3^ο Βήμα συζητάμε γιατί τώρα ο κύβος φαίνεται πάλι λευκός σε κάποια σημεία του και μιλάμε για τη σύνθεση των χρωμάτων. Τα τρία βασικά χρώματα που χρησιμοποιήσαμε (κόκκινο, μπλε και πράσινο) δίνουν λευκό κατά τη σύνθεση τους. Οι ερωτήσεις που μπορούμε να κάνουμε είναι οι εξής:

- ☞ Γιατί όταν φωτίσουμε τον κύβο και με τους τρεις φακούς βλέπουμε άσπρα κάποια σημεία του και πολύχρωμα τα άλλα;
- ☞ Αν φωτίσω τον κύβο με τον πράσινο και κόκκινο φακό θα τον δω άσπρο;
- ☞ Αν φωτίσω τον κύβο με το κόκκινο και τον μπλε φακό θα τον δω άσπρο;
- ☞ Αν φωτίσω τον κύβο με το πράσινο και τον μπλε φακό θα τον δω άσπρο;
- ☞ Ποια χρώματα μαζί μας δίνουν λευκό φως;

ΣΤ. Υπενθύμιση:

Τα χρώματα που βλέπουμε εξαρτώνται από τη συχνότητα του φωτός που πέφτει στα μάτια μας. **Τις διαφορετικές συχνότητες φωτός τις αντιλαμβανόμαστε ως διαφορετικά χρώματα:** η μικρότερη συχνότητα (από αυτές που βλέπουμε) αντιστοιχεί στο κόκκινο, η μεγαλύτερη στο ιώδες και ανάμεσά τους τοποθετείται άπειρος αριθμός των αποχρώσεων, που αποτελούν το χρωματικό φάσμα του ουράνιου τόξου.

Τα περισσότερα αντικείμενα γύρω μας ανακλούν το φως παρά το εκπέμπουν. Ανακλούν όμως ένα τμήμα του φωτός που πέφτει πάνω τους, το τμήμα που τους δίνει το χρώμα που τα χαρακτηρίζει και το υπόλοιπο τμήμα το απορροφούν (εκλεκτική ανάκλαση).

Αν ένα αντικείμενο ανακλάσει όλο το φως που πέφτει πάνω του, το χρώμα του θα είναι ίδιο με το χρώμα του φωτός, που το φώτισε.

Για παράδειγμα:

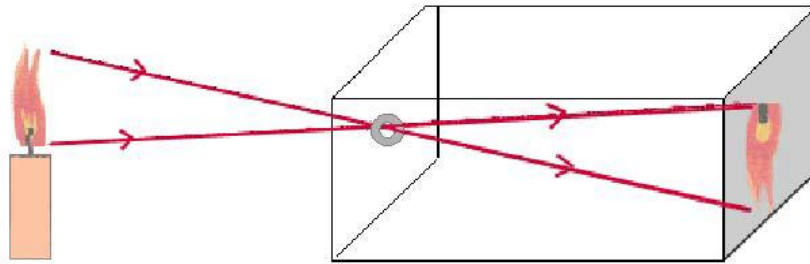
Ένα αντικείμενο που ανακλά όλο το φως της ημέρας θα φαίνεται λευκό. Ένα αντικείμενο που απορροφά όλο το φως που πέφτει πάνω του θα είναι μαύρο. Ένα αντικείμενο που απορροφά όλες τις άλλες συχνότητες και ανακλά την κόκκινη θα φαίνεται κόκκινο, κ.ο.κ.

Το λευκό φως μπορεί να παραχθεί και μόνο από την ανάμειξη του κόκκινου, του πράσινου και του μπλε (ιώδους). Προσθέτοντας διάφορες ποσότητες αυτών των χρωμάτων μπορούμε να δημιουργήσουμε οποιοδήποτε χρώμα του φάσματος. Γι' αυτό το λόγο τα τρία χρώματα αυτά λέγονται **προσθετικά βασικά χρώματα**.

8. Σκοτεινός Θάλαμος, μια απλή Φωτογραφική Μηχανή

Α. Τι επιδιώκουμε με τη συγκεκριμένη κατασκευή:

Να κατανοήσουν οι μαθητές τη λειτουργία της φωτογραφικής μηχανής και να ξαναθυμηθούν τη δημιουργία των ειδώλων μέσα από μια απλή κατασκευή.



Β. Υλικά και Περιγραφή Διάταξης:

1. Ένα μικρό χαρτονένιο κουτί.
2. Μια λεπτή χαρτοπετσέτα ή λαδόκολλα ή ριζόχαρτο (εμείς το προτιμήσαμε)
3. Ένα κερί.
4. Ψαλίδι.

Γ. Περιγραφή κατασκευής:

1^ο Βήμα: Κόβουμε την μια πλευρά του κουτιού και τη σκεπάζουμε με το ριζόχαρτο.

2^ο Βήμα: Κάνουμε με μια βελόνα μια τρυπούλα στην απέναντι πλευρά του κουτιού.

3^ο Βήμα: Τοποθετούμε το κουτί σε σκοτεινό δωμάτιο μπροστά σε φωτεινό αντικείμενο και θα δούμε το ανεστραμμένο είδωλο του πάνω στο ριζόχαρτο, που βρίσκεται απέναντι από την τρύπα.

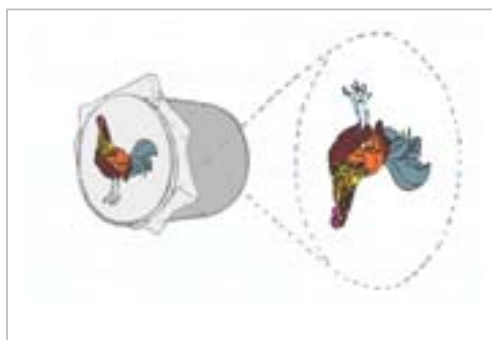
Δ. Πρόταση για συζήτηση:

Μπορούμε να τους δείξουμε το «σκοτεινό θάλαμο» που είναι κατασκευασμένος και να συζητήσουμε για την λειτουργία του. Ανάλογα δουλεύει και η φωτογραφική μηχανή μόνο που στη θέση του ριζόχαρτου έχει το φιλμ και στη θέση της τρύπας το φακό, που μας επιτρέπει να μικραίνουμε ή

να μεγαλώνουμε το μέγεθος της τρύπας ώστε να περνά περισσότερο ή λιγότερο φως.

Σημείωση: Μια πιο εύκολη κατασκευή που μπορούμε να ζητήσουμε να την κάνουν οι ίδιοι οι μαθητές και μαθήτριες είναι η εξής:

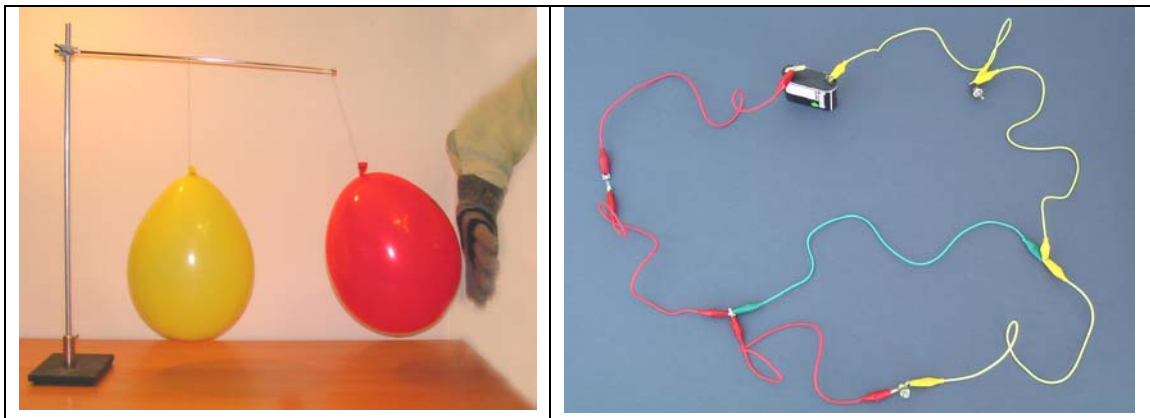
Θα χρειαστούν ένα τενεκεδένιο κουτί χωρίς καπάκι (π.χ. μεγάλο κουτί μαρμελάδας), ένα φύλλο λαδόκολλα ή ριζόχαρτου, ένα λάστιχο κι ένα κομμάτι μαύρο ύφασμα.



Από το τενεκεδένιο κουτί χωρίς καπάκι μπορούμε να κατασκευάσουμε ένα μικρό σκοτεινό θάλαμο. Τοποθετήστε, καλά τεντωμένο στο άνοιγμα του κουτιού το διαφανές χαρτί και στερεώστε το με το λάστιχο. Ανοίξτε μια μικρή τρύπα στον πάτο του κουτιού. Τοποθετήστε τώρα το κουτί μπροστά στο παράθυρο και κοιτάξτε ένα φωτεινό τοπίο π.χ. δρόμο, δέντρο, λουλούδια κλπ. Καλύψτε το κεφάλι σας με ένα μαύρο πανί ή κουβέρτα ώστε να μη περνά φως. Πλησιάζοντας τα μάτια σας σε μια απόσταση 30 με 45 εκατοστά από το χαρτί θα δείτε να προβάλλει πάνω του η εικόνα του έξω τοπίου, σε φυσικά χρώματα αλλά μικρότερη και αναποδογυρισμένη.

Γ' ΜΕΡΟΣ

«ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΜΕ ΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ»



1. Στατικός Ηλεκτρισμός – Ηλέκτριση με τριβή

A. Τι επιδιώκουμε με το συγκεκριμένο πείραμα:

Με το συγκεκριμένο πείραμα επιδιώκουμε να διαπιστώσουν οι μαθητές και οι μαθήτριες:

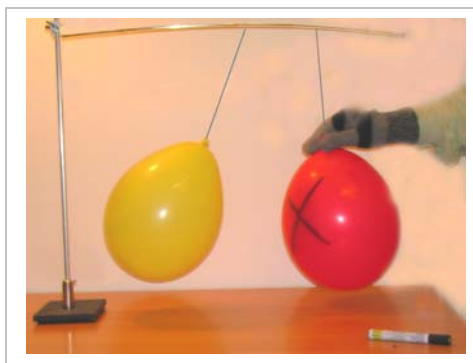
1. Ότι με την τριβή δημιουργείται στατικός ηλεκτρισμός.
2. Ότι το μπαλόνι, όταν τρίβεται με ένα μάλλινο ύφασμα (γάντι), φορτίζεται αρνητικά (έχει περισσότερα ηλεκτρόνια).
3. Ότι το μάλλινο ύφασμα (γάντι), όταν τρίβεται με το μπαλόνι, φορτίζεται θετικά (έχει λιγότερα ηλεκτρόνια).
4. Ότι τα σώματα που φορτίζονται με ομώνυμα (ίδια) φορτία απωθούνται ενώ αυτά που φορτίζονται με ετερόνυμα (αντίθετα) φορτία έλκονται.

B. Συνηθισμένες Εναλλακτικές Ιδέες των παιδιών και Γνωστικές Δυσκολίες:

- ✓ Πολλοί μαθητές και μαθήτριες εξαιτίας των εμπειριών τους από την καθημερινή ζωή (γνωρίζουν τον ηλεκτρισμό και το μαγνητισμό) εκτιμούν ότι τα φαινόμενα του στατικού ηλεκτρισμού σχετίζονται περισσότερο με το μαγνητισμό παρά με τον ηλεκτρισμό.
- ✓ Για να κατανοήσουν οι μαθητές τα ηλεκτρικά φαινόμενα πρέπει να συλλογίζονται και με την αφηρημένη έννοια του «φορτίου». Αρκετοί είναι οι μαθητές και οι μαθήτριες που δεν κατανοούν την έννοια του θετικού και αρνητικού φορτίου και τη σχέση του ηλεκτρικού φορτίου με το πλεόνασμα ή την έλλειψη των ηλεκτρονίων.

Γ. Υλικά και Περιγραφή Διάταξης:

1. Δύο μπαλόνια. (διαφορετικού χρώματος π.χ. κόκκινου και κίτρινου)
2. Ένα μάλλινο γάντι.
3. Κλωστή.
4. Μαύρος Μαρκαδόρος.



Δ. Περιγραφή πειράματος:

1^ο Βήμα: Φουσκώνουμε τα δυο μπαλόνια και τα δένουμε με ένα κομμάτι κλωστή σε έναν ορθοστάτη, σε απόσταση μεταξύ τους. Πλησιάζουμε το γάντι στα μπαλόνια και παρατηρούμε ότι δεν συμβαίνει κάτι το ιδιαίτερο. Τρίβουμε με το γάντι καλά το κόκκινο μπαλόνι και σημειώνουμε Χ στην πλευρά που το τρίψαμε, γιατί η εμφάνιση του ηλεκτρικού φορτίου είναι τοπική. Φοράμε το γάντι και πλησιάζοντας τα μπαλόνια παρατηρούμε ότι το κόκκινο έλκεται από το γάντι στην πλευρά που σημειώσαμε.

(**Σημείωση:** με την τριβή ηλεκτρόνια έφυγαν από το γάντι και πήγαν στο κόκκινο μπαλόνι, με αποτέλεσμα το γάντι να έχει θετικό ηλεκτρικό φορτίο και το μπαλόνι αρνητικό.)

2^ο Βήμα: Πλησιάζουμε τα δυο φουσκωμένα μπαλόνια κρατώντας το ένα με το χέρι μας (όπως στη φωτογραφία) και παρατηρούμε ότι δεν συμβαίνει κάτι ιδιαίτερο. Τρίβουμε καλά και τα δυο μπαλόνια σε όλη τους την επιφάνεια με το μάλλινο γάντι και πλησιάζουμε το ένα μπαλόνι, που κρατάμε στο χέρι, στο άλλο που κρέμεται. Τότε παρατηρούμε ότι τα μπαλόνια απωθούνται δηλαδή απομακρύνεται το ένα από το άλλο.

(**Σημείωση:** με την τριβή ηλεκτρόνια έφυγαν από το γάντι και πήγαν στα μπαλόνια με αποτέλεσμα να έχουν και τα δύο αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο).

Ε. Πρόταση για συζήτηση:

Η συζήτηση μπορεί να γίνει αφού κάνουμε το 1^ο βήμα του πειράματος με βάση τις παρακάτω ερωτήσεις:

- ☞ Γιατί πριν την τριβή δεν κολλούσε κανένα μπαλόνι στο γάντι;
- ☞ Τι νομίζετε ότι έγινε με την τριβή και τελικά το γάντι τραβά το κόκκινο μπαλόνι και όχι το μπλε;
- ☞ Γιατί έφυγαν ηλεκτρόνια από το γάντι;
- ☞ Πού πήγαν τα ηλεκτρόνια αυτά;
- ☞ Τι φορτίο έχει τώρα το γάντι, αφού έχασε ηλεκτρόνια;
- ☞ Τι φορτίο έχει τώρα το μπαλόνι που πήρε ηλεκτρόνια;
- ☞ Τι συμβαίνει όταν ένα σώμα με θετικό ηλεκτρικό φορτίο πλησιάζει σε ένα σώμα με αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο;

Αφού πραγματοποιηθεί και το 2^ο Βήμα του πειράματος, μπορούν να γίνουν οι εξής ερωτήσεις.

- ☞ Γιατί όταν πλησιάζαμε στην αρχή τα μπαλόνια δεν γινόταν τίποτα;
- ☞ Τι έγινε στα μπαλόνια όταν τα τρίψαμε με το γάντι;

- ☞ Γιατί τα δυο μπαλόνια όταν τα πλησιάζουμε μετά το τρίψιμο διώχνει το ένα το άλλο (απωθούνται);
- ☞ Τι συμβαίνει όταν ένα σώμα με αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο πλησιάζει ένα σώμα που έχει και αυτό αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο;
- ☞ Τι νομίζετε ότι θα συμβεί αν πλησιάσουν δυο σώματα που έχουν και τα δύο θετικό ηλεκτρικό φορτίο;

ΣΤ. Υπενθύμιση:

Όλα τα σώματα που υπάρχουν γύρω μας αποτελούνται από άτομα που δεν μπορούμε να δούμε. Το κάθε άτομο αποτελείται από τον πυρήνα και τα ηλεκτρόνια που γυρίζουν γύρω του. Στον πυρήνα υπάρχουν τα πρωτόνια με θετικό φορτίο (+) και τα νετρόνια που δεν έχουν φορτίο. Τα ηλεκτρόνια έχουν αρνητικό φορτίο (-) και είναι τόσα όσα και τα πρωτόνια.

Επειδή τα πρωτόνια είναι ίσα με τα ηλεκτρόνια τα διάφορα σώματα είναι συνήθως ηλεκτρικά ουδέτερα, δηλαδή το θετικό φορτίο είναι ίσο με το αρνητικό. Αν όμως ένα σώμα έχει άνισο αριθμό ηλεκτρονίων και πρωτονίων τότε είναι ηλεκτρικά φορτισμένο. Αν έχει περισσότερα ηλεκτρόνια παρά πρωτόνια είναι αρνητικά φορτισμένο. Αν όμως τα ηλεκτρόνια του είναι λιγότερα από τα πρωτόνια τότε είναι θετικά φορτισμένο.

Τα πρωτόνια του πυρήνα δεν μετακινούνται. Μερικά ηλεκτρόνια όμως μπορούν να μετακινηθούν από το ένα σώμα στο άλλο, όταν για παράδειγμα τα σώματα τριφτούν μεταξύ τους. Τότε το σώμα που έχασε ηλεκτρόνια είναι φορτισμένο θετικά ενώ το σώμα που πήρε ηλεκτρόνια είναι φορτισμένο αρνητικά. Το φαινόμενο αυτό το λέμε ηλεκτρίση με τριβή και εμφανίζεται τοπικά (δηλαδή μόνο στα σημεία των σωμάτων που τρίφτηκαν), όταν τα σώματα είναι μονωτικά.

Βλέπουμε λοιπόν ότι τα ηλεκτρόνια ούτε δημιουργούνται ούτε καταστρέφονται αλλά απλά μετακινούνται από το ένα υλικό σε κάποιο άλλο, για αυτό και μιλάμε για διατήρηση του φορτίου. Έχει βρεθεί ότι η αρχή της διατήρησης του φορτίου ισχύει παντού και δεν έχει παρατηρηθεί καμία περίπτωση δημιουργίας ή καταστροφής του.

Ζ. Εναλλακτικό πείραμα:

Ένα υλικό που ηλεκτρίζεται πολύ πιο εύκολα και συστηματικά από τα μπαλόνια είναι η «γαλακτούχος κολλητική ταινία». Με αυτό το υλικό μπορούν να πραγματοποιηθούν πιο εύκολα τα πειράματα που προαναφέρθηκαν.

Η φόρτιση ενός κομματιού από τη συγκεκριμένη κολλητική ταινία γίνεται ως εξής: Κόψτε ένα αρκετά μεγάλο κομμάτι της ταινίας και κολλήστε το πάνω σε

ένα τραπέζι ή θρανίο. Κρατήστε το κομμάτι της ταινίας και από τα δύο άκρα και ξεκολλήστε το απότομα. Η φόρτιση έχει πραγματοποιηθεί. Αν πλησιάσουμε τη φορτισμένη ταινία στο χέρι μας, σε ένα τοίχο ή γενικά σε ένα άλλο (σχετικά αγωγίμο) σώμα, παρατηρούμε έντονη έλξη.



Αν φορτίσουμε και μια δεύτερη ταινία και την πλησιάσουμε στην πρώτη, παρατηρούμε μια εξίσου έντονη απώθηση.

Οι ερωτήσεις και η συζήτηση μπορούν να τροποποιηθούν αναλόγως. Βέβαια, το μοντέλο της εξήγησης είναι στην πραγματικότητα πιο πολύπλοκο για την περίπτωση αυτή. Δεν φαίνεται, για παράδειγμα, εύκολα ούτε η αιτία της φόρτισης ούτε η αιτία της έλξης της ταινίας με το χέρι.

2. Η λειτουργία του Απλού Ηλεκτρικού Κυκλώματος

A. Τι επιδιώκουμε με το συγκεκριμένο πείραμα:

Να καταλάβουν οι μαθητές και οι μαθήτριες:

1. Ότι ένα απλό κύκλωμα αποτελείται τουλάχιστον από μια μπαταρία, ένα λαμπάκι, ένα διακόπτη και καλώδιο.
2. Να κατανοήσουν τη λειτουργία του κυκλώματος και τη σημασία του κάθε στοιχείου του κυκλώματος.
3. Να συσχετίσουν τα σύμβολα που αναφέρονται στο βιβλίο τους με τα αντίστοιχα στοιχεία του κυκλώματος.

B. Συνηθισμένες Εναλλακτικές Ιδέες των παιδιών και Γνωστικές Δυσκολίες:

✓ Πολλοί μαθητές και μαθήτριες αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην κατανόηση της μεταφοράς της ενέργειας από το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα κύκλωμα. Για να εξηγήσουν πως φθάνει το ρεύμα από την πηγή (μπαταρία) στον «καταναλωτή» (λαμπάκι) τα παιδιά πολλές φορές θεωρούν:

α) Ότι η μπαταρία έχει μόνο έναν πόλο και αρκεί ένα καλώδιο για να ανάψει το λαμπάκι (**μονοπολικό μοντέλο**).

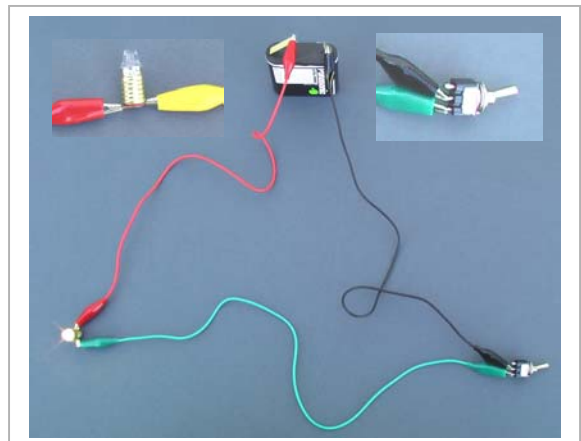
β) Ότι από τον κάθε πόλο της μπαταρίας ρέουν δυο διαφορετικές «ποσότητες ρεύματος», οι οποίες περνούν από τα καλώδια ενώνονται στο λαμπάκι και το κάνουν να ανάψει (**μοντέλο των συγκρουόμενων ρευμάτων**).

γ) Ότι το ρεύμα ρέει προς μια κατεύθυνση, καταναλώνεται στο λαμπάκι και επιστρέφει πάλι στη μπαταρία αλλά λιγότερο (**μοντέλο εξασθένησης του ρεύματος**).

✓ Αρκετοί μαθητές και μαθήτριες αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην κατανόηση της διατήρησης του φορτίου, αφού θεωρούν ότι το φορτίο χάνεται στη διαδρομή του μέσα στα καλώδια και το ρεύμα εξασθενεί ή τελειώνει.

Γ. Υλικά και Περιγραφή Διάταξης:

1. Ένα λαμπάκι με τη βάση του (4,5 V)
2. Μια μπαταρία πλακέ 4,5 V (επιλέγουμε το είδος αυτό της μπαταρίας γιατί έτσι φαίνονται πιο καθαρά οι δυο πόλοι)
3. Ένας διακόπτης.
4. Τρία Καλώδια (με κροκοδειλάκια)



Δ. Περιγραφή πειράματος:

1^ο Βήμα: Συνδέουμε τη μπαταρία και το λαμπάκι με τα καλώδια. Το λαμπάκι ανάβει.

2^ο Βήμα: Βγάζουμε το καλώδιο από τον ένα πόλο της μπαταρίας και το λαμπάκι σβήνει.

3^ο Βήμα: Συνδέουμε τη μπαταρία, το λαμπάκι και το διακόπτη με τα καλώδια.

4^ο Βήμα: Κλείνουμε το διακόπτη και το λαμπάκι ανάβει. Ανοίγουμε το διακόπτη και λαμπάκι σβήνει.

5^ο Βήμα: Σχεδιάζουμε στον πίνακα το κύκλωμα με τα σύμβολα των αντικειμένων που βρίσκονται στο βιβλίο.

Ε. Πρόταση για συζήτηση:

Αφού πραγματοποιηθεί ολόκληρο το πείραμα συζητάμε με τους μαθητές και τις μαθήτριες για αυτά του παρατήρησαν σε συνδυασμό με τη ύλη του βιβλίου τους. Για παράδειγμα μερικές ενδεικτικές ερωτήσεις που μπορεί να κάνει ο εκπαιδευτικός είναι οι εξής:

- ☞ Γιατί είναι απαραίτητα τα καλώδια;
- ☞ Γιατί πρέπει να συνδέσουμε και τους δυο πόλους της μπαταρίας για να ανάψει το λαμπάκι;
- ☞ Τι δουλειά κάνει ο διακόπτης;
- ☞ Πότε έχουμε ένα κύκλωμα, που μας είναι πιο χρήσιμο, όταν έχουμε διακόπτη ή όταν δεν έχουμε και γιατί;

Εστιάζουμε στα εξής σημεία:

α) για ένα απλό κύκλωμα είναι απαραίτητα μια πηγή, ένας καταναλωτής (πχ. λάμπα), ένας διακόπτης και καλώδια και

β) ο διακόπτης είναι αυτός που μας επιτρέπει να ανοίξουμε ή να κλείσουμε το κύκλωμα.

ΣΤ. Υπενθύμιση:

Κίνηση των ηλεκτρικών φορτίων στα κλειστά κυκλώματα: Η μικροσκοπική περιγραφή των φαινομένων του δυναμικού ηλεκτρισμού είναι εξαιρετικά πολύπλοκη. Οι περισσότερες από τις προσπάθειες απλοποίησης που γίνονται στα βιβλία του Δημοτικού Σχολείου απέχουν πολύ από τις επιστημονικές περιγραφές και ενισχύουν, παρά αποσταθεροποιούν, τις εναλλακτικές απόψεις των μαθητών μας. Για παράδειγμα, η αναπαράσταση του ηλεκτρικού ρεύματος ως ροής φορτίου (ελεύθερων ηλεκτρονίων στους μεταλλικούς αγωγούς), αφενός ενισχύει την άποψη ότι το φορτίο πηγαινει από

τον ένα πόλο της πηγής στον άλλο σχεδόν ακαριαία (αμέσως μόλις κλείσει ο διακόπτης) και αφετέρου, αφήνει «άφωνους» τους μαθητές μπροστά στο εναλλασσόμενο ρεύμα.

Από την άλλη μεριά τα λεγόμενα μηχανικά ή άλλα ανάλογα του ηλεκτρικού ρεύματος, βοηθούν μεν στην κατανόηση κάποιων από τα μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του αλλά αφήνουν σημαντικά επίσης κενά.

Έχοντας αυτό υπόψη μας, προτείνουμε ένα ανάλογο, που νομίζουμε ότι με τις ανθρωπομορφικές του διαστάσεις αφενός δεν θα επιτρέψει την ταύτιση μαζί του και αφετέρου, θα δώσει μια κατανοητή περιγραφή.

Το ανάλογο αυτό θα το λέμε «μοντέλο του χορού».

Φανταστείτε ανθρώπους που κρατιούνται έτοιμοι να ξεκινήσουν έναν κυκλικό χορό. Οι άνθρωποι αυτοί αναλογούν προς τα φορτία που παράγουν το ηλεκτρικό ρεύμα και είναι ακίνητοι (ή, καλύτερα, κάνουν ο καθένας τις δικές του κινήσεις) πριν αρχίσει η μουσική. Όταν αρχίζει η μουσική, όλοι οι χορευτές, ανεξάρτητα από τη θέση που κατέχουν στον κύκλο, ξεκινούν μια ομοιόμορφη κίνηση (που μπορεί να έχει μια κατεύθυνση αλλά μπορεί και να πηγαίνει «μπρος-πίσω»). Η κίνηση αυτή αναλογεί προς το ηλεκτρικό ρεύμα. Η μουσική αναλογεί προς την τάση (τη διαφορά δυναμικού). Ο ρυθμός της μουσικής αντιστοιχεί στην τιμή της τάσης. Όσο πιο έντονος ο ρυθμός, τόσο πιο γρήγορη είναι και η συντονισμένη κίνηση των χορευτών (και η ανάλογη με αυτή ένταση του ρεύματος).

Εκτιμούμε, ότι το ανάλογο αυτό είναι ικανοποιητικό για μια καλή εισαγωγή στη μικροσκοπική περιγραφή του ηλεκτρικού ρεύματος. Μετά από αυτή την εισαγωγή είναι καλύτερα να περιγράφει κανείς τα φορτία σαν ηλεκτρόνια και να ακολουθεί τις συνηθισμένες περιγραφές των βιβλίων.

Ηλεκτρικό κύκλωμα: Κάθε δρόμος στον οποίο μπορούν να κινηθούν τα ηλεκτρόνια ονομάζεται κύκλωμα. Για να ρέει το ρεύμα, το κύκλωμα δεν πρέπει να έχει κενά. Το κενό δημιουργείται συνήθως στα κυκλώματα με έναν ηλεκτρικό διακόπτη, που ανοίγοντας ή κλείνοντας διακόπτει ή επιτρέπει την εμφάνιση της τάσης. Το πιο απλό κύκλωμα αποτελείται από μια **μπαταρία** (πηγή), από ένα **διακόπτη**, από ένα **λαμπάκι** (αντίσταση) και από **καλώδια** (αγωγοί). Οποιαδήποτε διακοπή του κυκλώματος καθιστά αυτό ένα ανοικτό κύκλωμα, οπότε η ροή των ηλεκτρονίων σταματά. Αν καεί το νήμα της λάμπας ή απλά ανοίξει ο διακόπτης, έχουμε διακοπή.

3. Κύκλωμα σε σειρά

A. Τι επιδιώκουμε με το συγκεκριμένο πείραμα:

Να διαπιστώσουν οι μαθητές και οι μαθήτριες με το πείραμα:

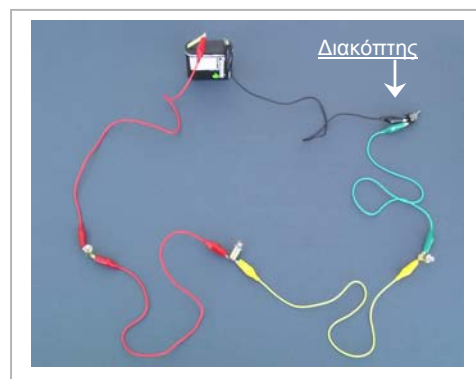
1. Ότι όταν κλείνει ο διακόπτης δημιουργείται ρεύμα ταυτόχρονα και στις τρεις λάμπες.
2. Ότι το ρεύμα δεν «συγκεντρώνεται» σε καμιά λάμπα αλλά ρέει μέσα από αυτήν.
3. Ότι οποιαδήποτε διακοπή του κυκλώματος κάνει το κύκλωμα ανοικτό με αποτέλεσμα η ροή των ηλεκτρονίων σταματά (αν καεί μια λάμπα ή ανοίξει ο διακόπτης έχουμε διακοπή).

B. Συνηθισμένες Εναλλακτικές Ιδέες των παιδιών και Γνωστικές Δυσκολίες:

- ✓ Αρκετά παιδιά πιστεύουν ότι η μπαταρία έχει μόνο έναν πόλο και αρκεί ένα καλώδιο για να ανάψει το λαμπάκι (**μονοπολικό μοντέλο**).
- ✓ Άλλοι πάλι θεωρούν ότι το ρεύμα «συγκεντρώνεται» στη λάμπα (**μοντέλο των συγκρουόμενων ρευμάτων**).
- ✓ Και άλλοι ότι το ρεύμα ρέει προς μια κατεύθυνση, καταναλώνεται στο λαμπάκι και επιστρέφει πάλι στη μπαταρία αλλά λιγότερο (**μοντέλο εξασθένησης του ρεύματος**).
- ✓ Τέλος αρκετοί μαθητές και μαθήτριες αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην κατανόηση της διατήρησης του φορτίου, αφού θεωρούν ότι το φορτίο χάνεται ή εξασθενεί στη διαδρομή του μέσα από τα καλώδια και τα λαμπάκια.

Γ. Υλικά και Περιγραφή Διάταξης:

1. Τρία λαμπάκια (1,5 V) με τη βάση τους.
2. Μια μπαταρία (4,5 V)
3. Ένα διακόπτη.
4. Πέντε καλώδια με κροκοδειλάκια.



Δ. Περιγραφή πειράματος:

- 1^ο Βήμα: Κατασκευάζουμε το κύκλωμα με τα τρία λαμπάκια στη σειρά.
- 2^ο Βήμα: Κλίνουμε το διακόπτη και βλέπουμε τα λαμπάκια να ανάβουν ταυτόχρονα και να φωτοβολούν το ίδιο.
- 3^ο Βήμα: Ανοίγουμε το διακόπτη και τα λαμπάκια σβήνουν. Κλίνουμε το διακόπτη και τα λαμπάκια ανάβουν.

4^ο Βήμα: Ξεβιδώνουμε ένα λαμπάκι κάθε φορά, ενώ ο διακόπτης είναι κλειστός και τα λαμπάκια αναμμένα. Παρατηρούμε ότι και τα άλλα δυο σβήνουν.

Ε. Πρόταση για συζήτηση:

Αφού πραγματοποιηθεί και το 3^ο Βήμα του πειράματος συζητάμε με τους μαθητές και τις μαθήτριες για αυτά του παρατήρησαν σε συνδυασμό με τη ύλη του βιβλίου τους.

Για παράδειγμα μερικές ενδεικτικές ερωτήσεις που μπορεί να κάνει ο δάσκαλος είναι οι εξής:

- ☞ Τα λαμπάκια άναψαν όλα μαζί ή ένα – ένα;
- ☞ Ποιο από τα λαμπάκια φωτοβολεί περισσότερο;
- ☞ Γιατί μόλις κλίνω το διακόπτη ανάβουν όλα τα λαμπάκια και μόλις τον ανοίγω σβήνουν όλα;
- ☞ Πως αλλιώς μπορώ να κάνουν τα λαμπάκια να σβήσουν χωρίς να πειράξω τον κλειστό διακόπτη; **(πιθανές απαντήσεις: να βγάλω το καλώδιο από κάποιον πόλο της μπαταρίας ή να βγάλω ένα λαμπάκι)**

Αφού πραγματοποιήσουμε και το 4^ο Βήμα του πειράματος, συνεχίζουμε:

- ☞ Τι έγινε όταν ξεβίδωσα το 1^ο λαμπάκι;
- ☞ Τι έγινε όταν ξεβίδωσα το 2^ο και το 3^ο λαμπάκι;
- ☞ Γιατί νομίζετε ότι σβήνουν και τα άλλα λαμπάκια μόλις ξεβιδώσω το ένα;
- ☞ Τι λέτε να συμβεί αν έχω 5 λαμπάκια στη σειρά και καεί το ένα από αυτά;
- ☞ Είναι εύκολο να καταλάβω ποιο κάηκε; Γιατί;
- ☞ Στο σπίτι μας αν καεί μια λάμπα δεν ανάβουν και οι άλλες;
- ☞ Τι λέτε στα σπίτια μας οι ηλεκτρικές συσκευές είναι συνδεδεμένες στη σειρά, όπως τα λαμπάκια; Τι θα γινόταν αν ήταν συνδεδεμένες στη σειρά;

ΣΤ. Υπενθύμιση:

Το κύκλωμα παρουσιάζει τα παρακάτω σημαντικά χαρακτηριστικά της σύνδεσης σε σειρά:

1. Το ηλεκτρικό ρεύμα έχει έναν μοναδικό δρόμο μέσα στο κύκλωμα, γι' αυτό είναι παντού το ίδιο ενώ περνά μέσα από τις αντιστάσεις (τα λαμπάκια) του κυκλώματος.

2. Το ρεύμα συναντά («βλέπει» ταυτόχρονα) και τις τρεις αντιστάσεις, οπότε η ολική αντίσταση στη ροή του ρεύματος είναι το άθροισμα των ξεχωριστών αντιστάσεων, που υπάρχουν στο κύκλωμα.
3. Η ένταση του ρεύματος που διατρέχει το κύκλωμα είναι ίση με την τάση της μπαταρίας δια της ολικής αντίστασης του κυκλώματος (συνέπεια του Νόμου του Ωμ)

Εύκολα καταλαβαίνουμε ποιο είναι το μεγαλύτερο μειονέκτημα του κυκλώματος σε σειρά. Όλες οι συσκευές πρέπει να λειτουργούν συγχρόνως. Τα περισσότερα κυκλώματα όμως, είναι κατασκευασμένα έτσι ώστε η κάθε ηλεκτρική συσκευή να λειτουργεί ανεξάρτητα από τις άλλες. Στα σπίτια για παράδειγμα μια λάμπα μπορεί να καεί ή να σβήσει χωρίς να επηρεάσει τις άλλες ηλεκτρικές συσκευές. Αυτό, βέβαια, συμβαίνει γιατί δεν συνδέονται σε σειρά αλλά παράλληλα.

4. Παράλληλο κύκλωμα

A. Τι επιδιώκουμε με το συγκεκριμένο πείραμα:

Να διαπιστώσουν οι μαθητές και οι μαθήτριες με το πείραμα:

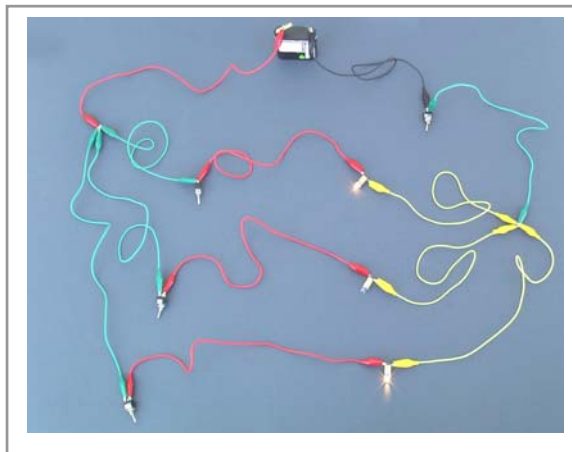
1. Ότι το ηλεκτρικό ρεύμα μπορεί να αποκατασταθεί (από το θετικό στον αρνητικό πόλο μιας μπαταρίας) περνώντας το νήμα μόνο μιας λάμπας.
2. Ότι στην περίπτωση αυτή το ρεύμα μπορεί να ακολουθήσει τρεις διαφορετικούς και ανεξάρτητους δρόμους στο κύκλωμα.
3. Ότι οποιαδήποτε διακοπή στον ένα δρόμο δεν σταματά τη ροή του ρεύματος στους άλλους δύο.
4. Ότι κάθε συσκευή λειτουργεί ανεξάρτητα από τις άλλες που συνδέονται στο ίδιο κύκλωμα.

B. Συνηθισμένες Εναλλακτικές Ιδέες των παιδιών και Γνωστικές Δυσκολίες:

- ✓ Αρκετά παιδιά πιστεύουν ότι η μπαταρία έχει μόνο έναν πόλο και αρκεί ένα καλώδιο για να ανάψει το λαμπάκι (**μονοπολικό μοντέλο**).
- ✓ Άλλοι πάλι θεωρούν ότι το ρεύμα «συγκεντρώνεται» στη λάμπα (**μοντέλο των συγκρουόμενων ρευμάτων**).
- ✓ Και άλλοι ότι το ρεύμα ρέει προς μια κατεύθυνση, καταναλώνεται στο λαμπάκι και επιστρέφει πάλι στη μπαταρία αλλά λιγότερο (**μοντέλο εξασθένησης του ρεύματος**).
- ✓ Αρκετοί μαθητές και μαθήτριες αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην κατανόηση της διατήρησης του φορτίου, αφού θεωρούν ότι το φορτίο χάνεται ή εξασθενεί στη διαδρομή του μέσα από τα καλώδια και τα λαμπάκια.
- ✓ Κυρίως όμως, οι μαθητές και οι μαθήτριες αδυνατούν να κατανοήσουν γιατί τρεις λάμπες παράλληλες εμφανίζουν μικρότερη αντίσταση από την οποιαδήποτε λάμπα μόνη της.

Γ. Υλικά και Περιγραφή Διάταξης:

1. Τρία λαμπάκια (4,5 V) με τη βάση τους.
2. Μια μπαταρία (4,5 V)
3. Τέσσερις διακόπτες.
4. Δώδεκα καλώδια με κροκοδειλάκια.



Δ. Περιγραφή πειράματος:

1^ο Βήμα: Κατασκευάζουμε το κύκλωμα με τα τρία λαμπάκια συνδεδεμένα παράλληλα, με ένα διακόπτη σε κάθε παράλληλη διαδρομή και έναν «κεντρικό διακόπτη» δίπλα από την μπαταρία που τον έχουμε κλειστό (βλέπε στο σχήμα).

2^ο Βήμα: Κλείνουμε τους διακόπτες έναν – έναν και βλέπουμε τα λαμπάκια να ανάβουν ένα – ένα. (ο «κεντρικός διακόπτης» είναι κλειστός).

3^ο Βήμα: Ανοίγουμε τους διακόπτες έναν – έναν και τα λαμπάκια σβήνουν ένα – ένα (ο «κεντρικός διακόπτης» είναι κλειστός).

4^ο Βήμα: Ξανακλείνουμε και ξαναανοίγουμε έναν – έναν τους διακόπτες και παρατηρούμε τα λαμπάκια («ο κεντρικός διακόπτης» είναι κλειστός).

5^ο Βήμα : Με κλειστούς τους διακόπτες και αναμμένα τα λαμπάκια ανοίγουμε τον κεντρικό διακόπτη και τα λαμπάκια σβήνουν ταυτόχρονα. Μόλις τον κλείσουμε ξαναανάβουν.

Ε. Πρόταση για συζήτηση:

Αφού πραγματοποιηθεί και το 4^ο Βήμα του πειράματος συζητάμε με τους μαθητές και τις μαθήτριες για αυτά που παρατήρησαν σε συνδυασμό με τη ύλη του βιβλίου τους.

Για παράδειγμα μερικές ενδεικτικές ερωτήσεις που μπορεί να κάνει ο δάσκαλος είναι οι εξής:

- ☞ Τα λαμπάκια τώρα πρέπει να ανάβουν όλα μαζί ή μπορώ να τα ανάψω ένα – ένα;
- ☞ Ποιο από τα λαμπάκια φωτοβολεί περισσότερο;
- ☞ Γιατί μόλις κλείνω ένα διακόπτη ανάβει μόνο το ένα λαμπάκι;
- ☞ Αν ξεβιδώσω ένα λαμπάκι ενώ είναι όλα αναμμένα θα σβήσουν και τα άλλα δύο; Γιατί;
- ☞ Πως μπορώ να σβήσω όλα μαζί τα λαμπάκια ενώ είναι αναμμένα χωρίς να πειράξω τους τρεις διακόπτες που έχουν δίπλα τους; **(πιθανές απαντήσεις: να βγάλω το καλώδιο από κάποιον πόλο της μπαταρίας ή να ανοίξω τον «κεντρικό διακόπτη»)**

Αφού πραγματοποιήσουμε και το 5^ο Βήμα του πειράματος, συνεχίζουμε:

- ☞ Τι έγινε μόλις άνοιξα τον «κεντρικό διακόπτη»;
- ☞ Γιατί τώρα δεν ανάβουν τα λαμπάκια;
- ☞ Τι λέτε να συμβεί αν έχω 5 λαμπάκια συνδεδεμένα παράλληλα και καεί το ένα από αυτά, Θα σβήσουν και τα υπόλοιπα; Γιατί;

- ☞ Είναι εύκολο να καταλάβω ποιο κάηκε; Γιατί;
- ☞ Στο σπίτι μας αν καεί μια λάμπα ανάβουν οι άλλες;
- ☞ Τι λέτε στα σπίτια μας οι ηλεκτρικές συσκευές είναι συνδεδεμένες στη σειρά, η παράλληλα; Τι θα γινόταν αν ήταν συνδεδεμένες στη σειρά;
- ☞ Ποίος είναι ο «κεντρικός διακόπτης» στο σπίτι μας; Γιατί μας χρειάζεται;

ΣΤ. Υπενθύμιση:

Το κύκλωμα παρουσιάζει τα παρακάτω σημαντικά χαρακτηριστικά των παράλληλων συνδέσεων:

1. Η τάση στα άκρα κάθε διατάξης του κυκλώματος είναι ίδια.
2. Το ολικό ρεύμα μοιράζεται στους παράλληλους κλάδους, ρέει ευκολότερα στις διατάξεις που έχουν μικρή αντίσταση και η ποσότητα του ρεύματος είναι αντιστρόφως ανάλογη με την αντίσταση του.
3. Το ολικό ρεύμα που διατρέχει το κύκλωμα ισούται με το άθροισμα των ρευμάτων που διατρέχουν τους παράλληλους κλάδους.
4. Όσο περισσότεροι είναι οι κλάδοι, τόσο ελαττώνεται η ολική αντίσταση του ρεύματος.

5. Βραχυκύκλωμα και χρήση ασφάλειας

A. Τι επιδιώκουμε με το συγκεκριμένο πείραμα:

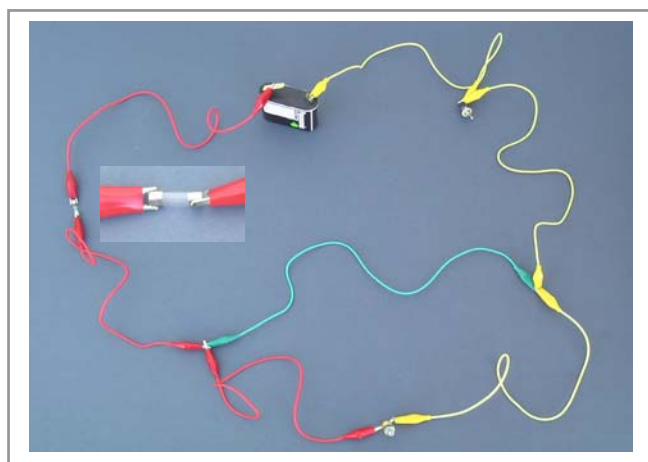
1. Να κατανοήσουν οι μαθητές τι σημαίνει βραχυκύκλωμα και τα αποτελέσματά του.
2. Να διαπιστώσουν ότι οι ασφάλειες προστατεύει τις συσκευές του κυκλώματος από το βραχυκύκλωμα.

B. Συνηθισμένες Εναλλακτικές Ιδέες των παιδιών και Γνωστικές Δυσκολίες:

✓ Πολλοί μαθητές και μαθήτριες εξαιτίας των εμπειριών τους από την καθημερινή ζωή γνωρίζουν ότι οι ασφάλειες είναι χρήσιμες για να προστατεύουν τον άνθρωπο από ηλεκτροπληξία ή από τον κίνδυνο της πυρκαγιάς αλλά δεν τις συνδέουν και με την προστασία των ηλεκτρικών συσκευών του κυκλώματος.

Γ. Υλικά και Περιγραφή Διάταξης:

1. Μια μπαταρία 4,5 V
2. Ένα λαμπάκι των 4,5 V
3. Ένας Διακόπτης.
4. Μια ασφάλεια με
συρματάκι 1 Ampere
5. Επτά καλώδια με
κροκοδειλάκια.



Δ. Περιγραφή πειράματος:

1° Βήμα: Δημιουργούμε ένα απλό κύκλωμα με μια λάμπα, διακόπτη, μπαταρία και καλώδια. Κλείνουμε το διακόπτη και η λάμπα ανάβει.

2° Βήμα: Σε κάποιο σημείο πριν την λάμπα ενώνουμε τα καλώδια έτσι ώστε να δημιουργηθεί βραχυκύκλωμα. Το λαμπάκι σβήνει.

3° Βήμα: Συνδέουμε την ασφάλεια πριν την λάμπα, κοντά στην μπαταρία. Κλείνουμε το κύκλωμα και το λαμπάκι ανάβει.

4° Βήμα: Δημιουργούμε ξανά βραχυκύκλωμα και βλέπουμε την ασφάλεια που κάηκε (το εσωτερικό σύρμα κόπηκε), με αποτέλεσμα να προστατεύει το λαμπάκι από το βραχυκύκλωμα.

Ε. Πρόταση για συζήτηση:

Αφού πραγματοποιηθεί και το 2^ο Βήμα του πειράματος ρωτάμε τους μαθητές και τις μαθήτριες:

- ☞ Γιατί νομίζετε ότι το λαμπάκι έσβησε;
- ☞ Τι είναι το βραχυκύκλωμα;
- ☞ Τι μπορεί να συμβεί από ένα βραχυκύκλωμα;
- ☞ Ακούσατε ποτέ κάτι που να μας προστατεύει από το βραχυκύκλωμα εμάς και τις ηλεκτρικές συσκευές μας;

Αφού πραγματοποιηθεί και το 4^ο Βήμα του πειράματος μπορούμε να ρωτήσουμε τα παιδιά:

- ☞ Γιατί νομίζετε ότι «κάηκε» η ασφάλεια;
- ☞ Τι μπορεί να πάθουν οι ηλεκτρικές συσκευές στο σπίτι μας αν είναι ανοιχτές και γίνει βραχυκύκλωμα;
- ☞ Τι μας προστατεύει από τα βραχυκυκλώματα.;
- ☞ Αν καίγεται στο σπίτι μας μια ασφάλεια συχνά τι λέτε πρέπει να την αλλάξουμε με μια μεγαλύτερη που αντέχει περισσότερο ή πρέπει να βρούμε γιατί καίγεται;

ΣΤ. Υπενθύμιση:

Συχνά συμβαίνει να καταστρέφεται η μόνωση που χωρίζει τα καλώδια. Τότε τα γυμνά σύρματα έρχονται σε επαφή, με αποτέλεσμα να μειώνεται ο δρόμος ροής των ηλεκτρονίων. Αυτό ονομάζεται **βραχυκύκλωμα**. Η ελάττωση της αντίστασης προκαλεί την αύξηση του ρεύματος με αποτέλεσμα την υπερθέρμανση του αγωγού και την πρόκληση ακόμη και πυρκαγιάς.

Για την προστασία μας από το βραχυκύκλωμα χρησιμοποιούμε την ασφάλεια. Η **ασφάλεια** αποτελείται από ένα λεπτό κομμάτι σύρμα, που έχει μεγαλύτερη αντίσταση από τα καλώδια και κυρίως έχει χαμηλό σημείο τήξης (δηλαδή λιώνει εύκολα). Αν το ρεύμα της γραμμής αυξηθεί επικίνδυνα, η ασφάλεια ζεσταίνεται και λιώνει οπότε το κύκλωμα διακόπτεται. Οι ασφάλειες τοποθετούνται κοντά στα καλώδια που φέρνουν το ρεύμα στο σπίτι μας (στον πίνακα διανομής) ώστε να διακόπτουν το κύκλωμα όσο το δυνατόν πιο κοντά στην πηγή του ρεύματος.

6. Κατασκευή ηλεκτροσκοπίου

Μπορείτε να δώσετε την παρακάτω εργασία στους μαθητές σας για να κατασκευάσουν ένα ηλεκτροσκόπιο στο σπίτι ή στο σχολείο.

Για να διαπιστώσουμε αν ένα σώμα είναι ηλεκτρικά φορτισμένο, χρησιμοποιούμε το ηλεκτροσκόπιο. Μπορούμε να κατασκευάσουμε ένα ηλεκτροσκόπιο και με τη βοήθεια του να διαπιστώσουμε ποια σώματα φορτίζονται ηλεκτρικά όταν τρίβονται.

Θα χρειαστούμε:

- ☞ Ένα άδειο διαφανές γυάλινο μπουκάλι
- ☞ Αλουμινόχαρτο
- ☞ Ψαλίδι
- ☞ Σύρμα από χαλκό
- ☞ Φελλό
- ☞ Χαρτομάντιλο
- ☞ Καλαμάκι

Κόβουμε δυο μικρά κομμάτια αλουμινόχαρτο και ανοίγουμε στη μια τους άκρη μια τρύπα.

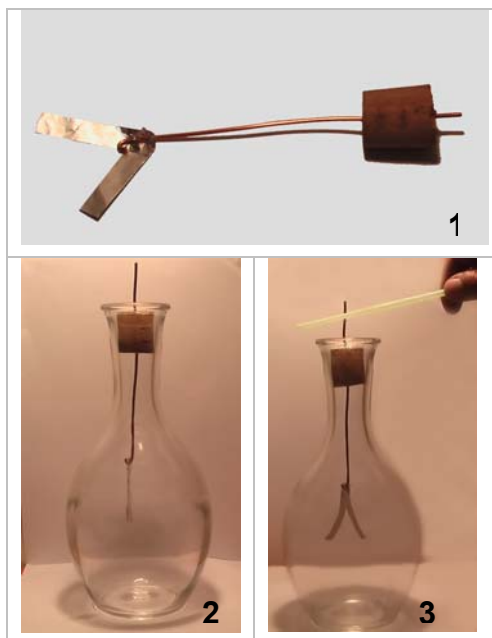
Λυγίζουμε τη μια άκρη του σύρματος και περνάμε εκεί τα δυο κομμάτια αλουμινόχαρτο (εικόνα 1).

Περνάμε το σύρμα από το φελλό και τον στερεώνουμε στο μπουκάλι (εικόνα 2).

Τρίβουμε τώρα το καλαμάκι με το χαρτομάντιλο και το πλησιάζουμε στο σύρμα που βγαίνει από το μπουκάλι.

Βλέπουμε ότι τα δυο κομμάτια του αλουμινόχαρτου απομακρύνονται.

Κάθε φορά λοιπόν που ένα ηλεκτρικά φορτισμένο σώμα πλησιάζει στο σύρμα τα φύλλα από το αλουμινόχαρτο θα ανοίγουν...



Σημείωση: Με το ηλεκτροσκόπιο μπορούμε να δοκιμάσουμε αν ηλεκτρίζονται διάφορα σώματα όταν τα τρίψουμε με χαρτομάντιλο ή μ' ένα κομμάτι μάλλινο ύφασμα.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Cobern, W. & Loving, C. (2001). Defining science in a multicultural world: Implications for science education. *Science Education*, 85(1), 50-67.
2. Driver, R., Guesne, E. and Tiberghien, A. (1985). *Children's ideas in science*. Milton Keynes: Open University Press.
3. Gergen, K.(1995). Social Construction and the Educational Process. In L. Steffe & J. Gale, (Eds), *Constructivism in Education*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates. pp.17-39.
4. Lewis, B. & Aikenhead, G. (2001). Shifting perspectives from universalism to cross-culturalism. *Science Education*, 85(1), 3-5.
5. Penick, J. (2002). A Strategy for Using Questions and Inquiry, presented in 2nd *International Conference on Science Education*, The Cyprus Pedagogical Institute, Nicosia
6. Καριώτογλου, Π., Κορομπίλης, Κ. & Κουμαράς, Π. (1997). Εξακολουθούν να είναι επίκαιρες οι ανακαλυπτικές μέθοδοι διδασκαλίας, *Σύγχρονη Εκπαίδευση*, 92, 52 - 61.
7. Ματσαγγούρας, Η. (1998). *Στρατηγικές Διδασκαλίας, Η κριτική σκέψη στη Διδακτική πράξη*, τόμος Β΄, σελ.499-526, Αθήνα, Gutenberg.
8. Τσελφές, Β. (2002). Διδακτικές πρακτικές και διδακτικές θεωρίες: Αναγνώριση μιας αμφίδρομης σχέσης, *Διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Έρευνα και Πράξη*, 1, 12-23.
9. Τσελφές, Β. (2002). *Δοκιμή και πλάνη: Το εργαστήριο στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*, Αθήνα: Νήσος.
10. Τσελφές, Β. (2003). *Φυσικές Επιστήμες: Διδασκαλία και Εκπαίδευση*, σειρά "Κλειδιά και Αντικλείδια", Αθήνα, ΥΠΕΠΘ - Πανεπιστήμιο Αθηνών.
11. Φραγκουδάκη Α. (2003). *Γλώσσα του σπιτιού και γλώσσα του σχολείου*, σειρά "Κλειδιά και αντικλείδια", Αθήνα, ΥΠΕΠΘ - Πανεπιστήμιο Αθηνών.
12. Ψύλλος, Δ., Κουμαράς, Π. & Καριώτογλου, Π. (1993). Εποικοδόμηση της γνώσης στην τάξη με συνέντευξη δάσκαλου και μαθητή. *Σύγχρονη Εκπαίδευση*, 70, 34 - 42.

Πλήρης αναφορά στο βιβλίο:

Πατσαδάκης Μ. και Πιπίλης, Κ. (2004). *Πειράματα με τη θερμότητα, το φως και τα ηλεκτρικά κυκλώματα: Οδηγίες για τους εκπαιδευτικούς των Δημοτικών Σχολείων*. Στο πλαίσιο του προγράμματος «Εκπαίδευση Μουσουλμανοπαίδων 2002-2004», Αθήνα, Ελληνικά Γράμματα.