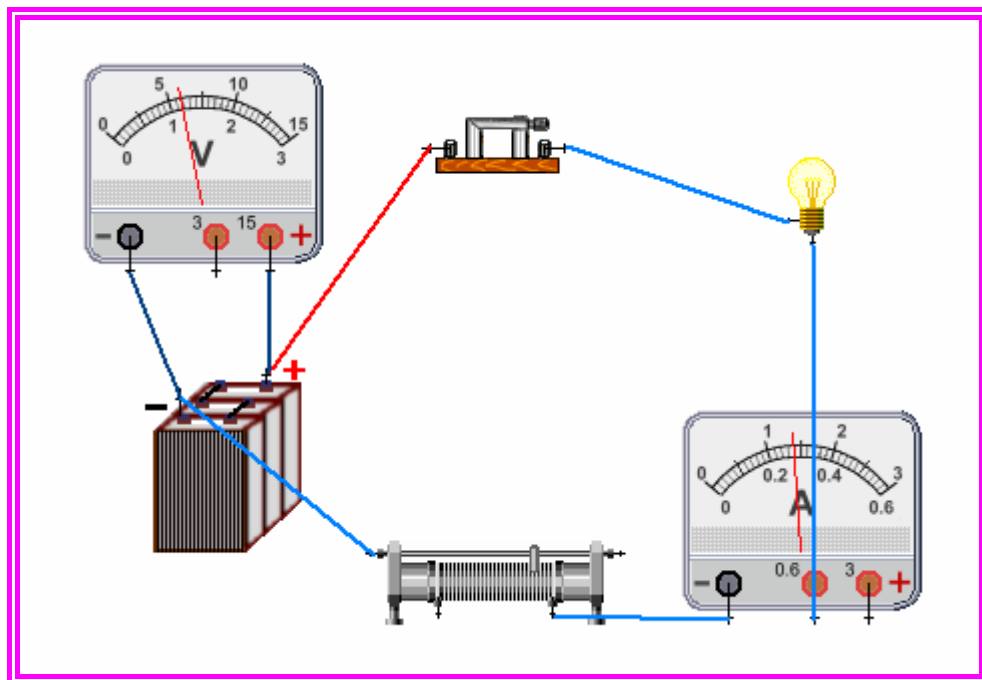


## Γούτσος Χαράλαμπος (0201035)

Μάθημα: «Η θέση των πειραμάτων στη διδασκαλία της Φυσικής»  
(ΔΦΜ 428)

Καθηγητές: Ε. Βιτωράτος, Σ. Σακκόπουλος

# Η θέση των πειραμάτων στη διδασκαλία της Φυσικής



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>1</b>	<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Η ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ</b> .....	<b>5</b>
2.1	ΤΙ ΕΙΝΑΙ Η ΦΥΣΙΚΗ .....	5
2.2	ΜΑΘΗΤΕΣ ΚΑΙ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ .....	7
2.3	ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ .....	8
<b>3</b>	<b>ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ</b> .....	<b>10</b>
3.1	Η ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ .....	10
3.2	ΠΕΙΡΑΜΑ ΚΑΙ ΜΑΘΗΤΕΣ .....	12
3.3	ΣΧΕΔΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ .....	13
3.3.1	Πείραμα 1: (Δυνάμεις) .....	13
3.3.2	Πείραμα 2: (Αέρας) .....	14
3.3.3	Πείραμα 3: (Ηλεκτρισμός).....	15
3.3.4	Πείραμα 4: (Θερμότητα) .....	16
3.3.5	Πείραμα 5: (Φως) .....	17
3.4	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΦΥΣΙΚΗΣ – ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ .....	18
<b>4</b>	<b>ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ</b> .....	<b>19</b>
4.1	ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ - ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑ – ΑΣΦΑΛΕΙΑ	19
4.1.1	Δημιουργία απλού ηλεκτρικού κυκλώματος .....	19
4.1.2	Βραχυκύκλωμα .....	22
4.1.3	Χρήση της ασφάλειας στο κύκλωμα .....	25
4.2	ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΘΕΩΡΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ .....	28
4.3	ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	32
<b>5</b>	<b>ΦΥΣΙΚΗΣ ΣΥΝΕΧΕΙΑ</b> .....	<b>33</b>
<b>6</b>	<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	<b>36</b>

## **1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

«**Ε**κείνο τον καιρό ο Ψαλλίδας είχε φέρει από την Ιταλία κάτι «όργανα» φυσικής, πειραματικής φυσικής καθώς έλεγαν τότε κι άρχισε να κάνει πειράματα μπροστά στους μαθητές του και να τους διδάσκει πάνω σ' αυτά.

Μαθεύτηκε τούτο το πράμα κι έξω από τη σχολή – τα παιδιά το είπανε θαυμάζοντας στο σπίτι τους – κι απ' όλη την πολιτεία τρέχανε οι γιαννιώτες να δούνε τα «θαύματα» που έκανε ο Σχολάρχης στη Σχολή του Καπλάνη. Ακόμα και οι δυο μπέηδες ήρθανε μια μέρα και κάθισαν να δούνε.

Ήταν ένα δωμάτιο δίπλα στο γραφείο του Σχολάρχη, αρκετά μεγάλο μ' ένα μεγάλο τραπέζι στη μέση, κι απάνω στο τραπέζι κάτι περίεργα μηχανήματα, κάτι σαν σκαλωσιές ξύλινες, με ρόδες και τροχαλίες, μικρές και μεγάλες, με ελατήρια, με λουριά, με σύρματα, με κάτι δίσκους μετάλλινους. Ο Ψαλλίδας στεκόταν εμπρός στο τραπέζι κι έκανε τα πειράματα, τα εξηγούσε. Οι πιο πολλοί δεν καταλάβαιναν κι έλεγαν «θαύμα είναι». Στριμώνονταν γύρω του, πίσω του, μπροστά του, δίπλα του, κι άνοιγαν κάτι μεγάλα μάτια, τρομαγμένα καμιά φορά, γιατί δεν ήταν όλοι τους σίγουροι για το τι μπορούσε να συμβεί. Στο κάτω της γραφής του «διαόλου σύνεργα» μοιάζανε όλα αυτά τα καμώματα ... » (Ιστοσελίδα 1).

Στα χρόνια του Αλή τα πειράματα ήταν για τους μαθητές αλλά και τον κόσμο «θαύματα», «διαόλου σύνεργα» και όλοι κοίταζαν τις περισσότερες φορές με τρόπο τις πρακτικές αποδείξεις της Φυσικής.

Σήμερα, μπορεί τα πράγματα να έχουν αλλάξει, μιας και πειράματα γίνονται πιο συχνά στα σχολεία. Μπορεί να μην προξενείται τρόμος στους μαθητές, όμως τις περισσότερες φορές συνεχίζουν να τα παρακολουθούν έκπληκτοι, με μεγάλα μάτια γεμάτα θαυμασμό.

Το πείραμα αποτελούσε από πολύ παλιά, και αυτό φαίνεται και στην παραπάνω αναφορά αλλά και στη συνέχεια της παρούσας εργασίας, μέσο, το καλύτερο ίσως, για τη μεταφορά των φυσικών φαινομένων, στο εργαστήριο και μ' αυτό τον τρόπο την καλύτερη κατανόησή τους από τους μαθητές.

Σήμερα το πείραμα κατέχει σημαντική θέση στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, τόσο με τον παραδοσιακό τρόπο, στο εργαστήριο, όσο και με τη δημιουργία λογισμικού για την εξομοίωση πειραμάτων στον ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Στην παρούσα εργασία εκτός των γενικών θεωρητικών εννοιών, θα προσπαθήσουμε να διερευνήσουμε τη σημασία των απόψεων των μαθητών για το μάθημα των Φυσικών Επιστημών και θα προτείνουμε γενικές αρχές για ένα μοντέλο διδασκαλίας του μαθήματος.

Κεντρικό στοιχείο στην εργασία μας αποτελεί το πείραμα. Αυτό αποτελεί το σημαντικότερο εργαλείο στα χέρια του εκπαιδευτικού για να πείσει πρώτ' απ' όλα τους μαθητές του, για την αναγκαιότητα μελέτης του ίδιου του μαθήματος της Φυσικής. Έτσι, θα αναπτύξουμε περιληπτικά τη θέση που πρέπει να έχουν τα πειράματα στη διδασκαλία του μαθήματος, πείθοντας για την αναγκαιότητά τους στην επίτευξη καλύτερων αποτελεσμάτων όσον αφορά στη μάθηση. Προσφέροντας υποδείγματα για την υποκίνηση του ενδιαφέροντος των μαθητών, θα αναφερθούμε ενδεικτικά σε κάποια πειράματα από κλάδους της Φυσικής.

Στη συνέχεια, θα αναφερθούμε εκτεταμένα σε τρία πειράματα ηλεκτρισμού και τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να εφαρμοστούν στην τάξη, με σκοπό να δώσουμε μια πιο αναλυτική προσέγγιση μιας συγκεκριμένης ενότητας των Φυσικών Επιστημών. Τα συγκεκριμένα πειράματα είναι συνεχόμενα και μπορούν να διδαχτούν μέσα σε μία εβδομάδα, στις τρεις διδακτικές ώρες που προβλέπει το πρόγραμμα για το μάθημα.

Τέλος θα αναφέρουμε χρήσιμες διευθύνσεις στο διαδίκτυο, βιβλία και λογισμικό, που μπορούν να προσφέρουν στους μαθητές περισσότερες γνώσεις στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών αλλά και ευκαιρίες για προσέγγισή του μέσω του παιχνιδιού.

Θα πρέπει να διευκρινιστεί από την αρχή ότι αναφερόμαστε πάντα σε μαθητές των δύο μεγαλύτερων τάξεων του Δημοτικού Σχολείου.

## 2 Η ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

### 2.1 Τι είναι η Φυσική

**Φ**υσική είναι μια ειδική ιχνηλασία αδιάκοπα συνεχιζόμενη, που αναζητεί τόσο το είναι και το γίνεσθαι της πραγματικότητας, είναι μια εννοιολογική σκέψη που μεσολαβεί ανάμεσα στο Σύμπαν και την ανθρώπινη συνείδηση. (Κασσέτας, 1996)

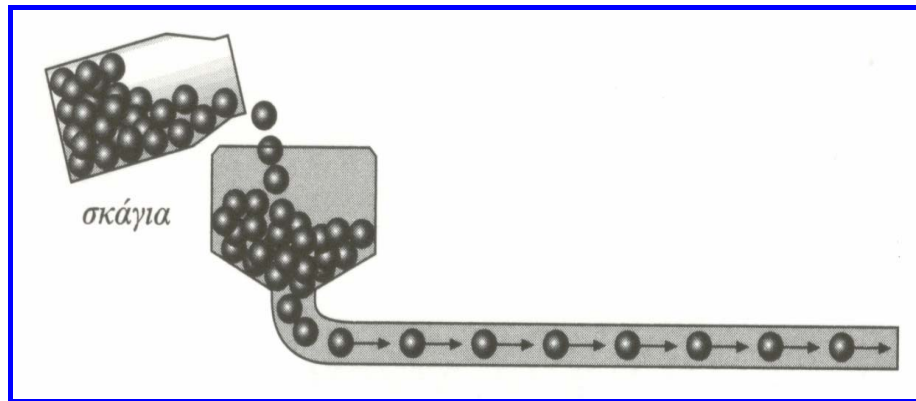
Η Φυσική είναι η επιστήμη που μελετά όλα τα φυσικά φαινόμενα της Φύσης. Σύμφωνα με αυτό τον ορισμό είναι και το παλαιότερο όνομα "Φυσική Φιλοσοφία", που ήταν σε χρήση μέχρι το δέκατο όγδοο αιώνα. Η Φυσική σκοπό έχει τη μελέτη των συνιστωσών της ύλης και των αλληλεπιδράσεών τους. Η μελέτη αυτή γίνεται με τις παρατηρήσεις των αντιστοίχων φαινομένων και με την επανάληψή τους σε κατάλληλες συνθήκες, δηλαδή με πειράματα.

Πείραμα είναι η ποσοτική παρατήρηση ενός φαινομένου κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες. Ο επιστήμονας ρυθμίζει τις συνθήκες αυτές στο εργαστήριο αποτιμώντας πώς αυτές επηρεάζουν το υπό μελέτη φαινόμενο.

Το πείραμα δεν είναι το μόνο εργαλείο του φυσικού. Βασιζόμενος σε γνωστές σχέσεις και στην επαγωγή, ο φυσικός μπορεί να διατυπώσει μια έννοια (βάρος, δύναμη κ.λπ.) και μια περιγραφή (μοντέλο) των φυσικών φαινομένων. Το μοντέλο αυτό μπορεί να οδηγήσει στην πρόβλεψη ενός νέου φαινομένου ή στην εύρεση σχέσεων μεταξύ διαφόρων γνωστών διαδικασιών. Η γνώση αυτή αποκτάται με τη θεωρητική έρευνα. Χρησιμοποιείται στη συνέχεια από άλλους επιστήμονες για καινούργια πειράματα τα οποία επαληθεύουν ή διαψεύδουν τα προτεινόμενα μοντέλα πλήρως ή εν μέρει. Ο θεωρητικός ερευνητής μπορεί να αναθεωρήσει το μοντέλο έτσι ώστε να υπάρχει πλήρης συμφωνία με τις πειραματικές πληροφορίες ή, αν αυτό δε γίνεται, να το απορρίψει.

Εκείνο που θα πρέπει να προσεχθεί είναι η διάκριση ανάμεσα στο μοντέλο και την πραγματικότητα.. Ενώ μια διαδικασία ή ένα σύστημα αποτελούν τμήμα της πραγματικότητας, το μοντέλο δεν είναι παρά ένα υποκατάστατο, συνήθως απλοποιημένο, της πραγματικότητας. (Σταυρίδου, 1995)

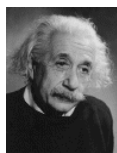
Ας πάρουμε για παράδειγμα ένα μοντέλο για τη ροή των ηλεκτρονίων όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα, το οποίο υπάρχει και σε κάποια βιβλία Φυσικής στο Δημοτικό Σχολείο.



Αυτό το μοντέλο ενώ δείχνει με πολύ καλό τρόπο την κίνηση των ηλεκτρονίων δεν μπορεί σε καμία περίπτωση αυτή η κίνηση να ταυτιστεί με την πραγματικότητα.

Η Φυσική κατέχει ιδιαίτερη θέση μεταξύ των Φυσικών Επιστημών όχι μόνο για ιστορικούς λόγους αλλά κυρίως λόγω του ότι παρέχει το εννοιολογικό και θεωρητικό υπόβαθρο πάνω στο οποίο βασίζονται οι άλλες επιστήμες. Παράλληλα, από καθαρά πρακτική σκοπιά, δεν υπάρχει σχεδόν καμιά επιστήμη που να μη χρησιμοποιεί τεχνικές της Φυσικής. Ας σημειωθεί ότι γενικότερα η σκέψη και η μεθοδολογία του φυσικού επιστήμονα συνεχίζει να αποτελεί μοντέλο οργάνωσης για κάθε ορθολογιστική λειτουργία του σύγχρονου ανθρώπου.

Η σύγχρονη φυσική επιστήμη προχωρά με τη συνεργασία και την αλληλεξάρτηση θεωρίας και πειράματος. Επιπλέον, θα πρέπει να σημειωθεί ότι η πρόοδος στη Φυσική είναι κατά κανόνα αποτέλεσμα ομαδικής εργασίας. Τα προβλήματα είναι τόσο σύνθετα ώστε για την επίλυσή τους να απαιτούνται οι κοινές προσπάθειες πολλών θεωρητικών και πειραματικών φυσικών. Η συνεργασία των φυσικών δεν απαιτεί πάντοτε συνεχή παρουσία στον ίδιο τόπο. Υπάρχουν σήμερα πολλά ερευνητικά προγράμματα στα οποία συμμετέχουν φυσικοί από πολλές διαφορετικές χώρες (Ιστοσελίδα 2).



*Ένα πείραμα που ενεργοποιεί τη σκέψη, αξίζει από μόνο του περισσότερο από ότι είκοσι τύποι που βγήκαν απ' το μυαλό μας.*

**Αϊνστάιν**

## **2.2 Μαθητές και διδασκαλία της Φυσικής**

Τα περισσότερα παιδιά έρχονται στην τάξη με ιδέες και ερμηνείες που αφορούν σε φαινόμενα τα οποία μελετούν, ακόμα και όταν δεν έχουν δεχτεί οποιαδήποτε συστηματική διδασκαλία αυτών των αντικειμένων. Τα παιδιά σχηματίζουν αυτές τις ιδέες και ερμηνείες ως αποτέλεσμα των καθημερινών εμπειριών από όλες τις πλευρές της ζωής τους: με τις πρακτικές σωματικές δραστηριότητες, από συζητήσεις με άλλους και από τα μέσα ενημέρωσης.

Οι έμπειροι δάσκαλοι συνειδητοποιούν ότι οι μαθητές έχουν τις δικές τους ιδέες, οι οποίες είναι **προσωπικές και σταθερές**, ενώ τις περισσότερες φορές μπορεί να **φαίνονται χωρίς συνοχή** (Driver κ.ά. 1993)

Το ότι οι ιδέες είναι προσωπικές μπορούμε να το διαπιστώσουμε εύκολα, αρκεί να αφήσουμε τα παιδιά να εξηγήσουν ένα πείραμα που είδαν σχετικά με μια άγνωστη έννοια. Εκεί θα διαπιστώσουμε ότι καθένα δίνει τη δική του εξήγηση.

Η ανάγκη για συνεκτικότητα των ιδεών και τα κριτήρια γι' αυτή τη συνεκτικότητα, όπως γίνονται αντιληπτά από το μαθητή, δεν είναι ίδια με εκείνα του επιστήμονα: ο μαθητής δεν κατέχει ένα ενιαίο μοντέλο που να ενοποιεί μια κατηγορία φαινομένων, τα οποία θεωρούνται από τον επιστήμονα ως ισοδύναμα. Π.χ. οι μαθητές δεν μπορούν να εξηγήσουν με τον ίδιο τρόπο το φαινόμενο του ρουφήγματος με το καλαμάκι και του κολλήματος της βεντούζας στον τοίχο, παρόλο που οφείλονται στο ίδιο φαινόμενο, τη διαφορά της ατμοσφαιρικής πίεσης.

Τέλος παρατηρούμε ότι οι ερμηνείες και οι αντιλήψεις των μαθητών μπορεί να είναι συχνά αντιφατικές αλλά όχι λιγότερο σταθερές. Οι μαθητές αγνοούν ή δεν ενδιαφέρονται καν για τα αντεπιχειρήματα του δασκάλου ή τα ερμηνεύουν σύμφωνα με τις πρότερες ιδέες τους.

Τα μυαλά των μαθητών δεν είναι λευκά χαρτιά, που μπορούν να δέχονται τη διδασκαλία κατά τρόπο ουδέτερο. Αντίθετα μάλιστα, οι μαθητές προσεγγίζουν τις εμπειρίες που παρουσιάζονται στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών με προηγουμένως αποκτηθείσες ιδέες και αυτές επηρεάζουν ό,τι μαθαίνεται από νέες εμπειρίες κατά διαφόρους τρόπους. Αυτοί οι τρόποι περιλαμβάνουν τις παρατηρήσεις των γεγονότων, τις ερμηνείες που δίνονται και τις στρατηγικές που χρησιμοποιούνται, συμπεριλαμβανομένων της ανάγνωσης κειμένων και του πειραματισμού.

### **2.3 Ανάπτυξη μοντέλου διδασκαλίας**

Το τι είναι τα παιδιά ικανά να μαθαίνουν εξαρτάται, τουλάχιστον εν μέρει, από το «τι έχουν στο κεφάλι τους», όπως επίσης και από το μαθησιακό πλαίσιο στο οποίο βρίσκονται.

Κάθε μοντέλο που προτείνεται για τη διδασκαλία των φυσικών φαινομένων πρέπει να ταιριάζει καλά με ό,τι τώρα γνωρίζουμε για την αλληλεπίδραση μεταξύ των διάφορων ιδεών του παιδιού και του τρόπου με τον οποίο αυτές οι ιδέες εξελίσσονται με τη διδασκαλία. Οι πληροφορίες που παίρνει ο μαθητής είναι αποθηκευμένες στη μνήμη με διάφορες μορφές. Καθετί που λέμε και κάνουμε εξαρτάται από τα στοιχεία ή τις ομάδες των στοιχείων αυτών των αποθηκευμένων πληροφοριών.

Αυτά τα στοιχεία ή ομάδες στοιχείων έχουν ονομαστεί σχήματα. Ένα σχήμα μπορεί να αφορά στη γνώση ενός ατόμου για ένα ειδικό φαινόμενο (π.χ. η αίσθηση του κρύου που μας δίνει ένα μεταλλικό αντικείμενο), ή μια περισσότερο σύνθετη συλλογιστική δομή (π.χ. η σύνδεση μιας μεταβλητής με μια άλλη που οδηγεί τα παιδιά στο να προβλέπουν ότι «όσο φωτεινότερη είναι μια λάμπα, τόσο μεγαλύτερη θα είναι η σκιά»). Έτσι ο όρος «σχήμα» δηλώνει τις ποικίλες γνώσεις και πληροφορίες που είναι αποθηκευμένες και αλληλένδετες στη μνήμη. Τα σχήματα επηρεάζουν επίσης τον τρόπο με τον οποίο ένα άτομο μπορεί να συμπεριφέρεται και να αλληλεπιδρά με το περιβάλλον και, αντίστροφα, μπορεί να επηρεάζεται με ανατροφοδότηση από το περιβάλλον.

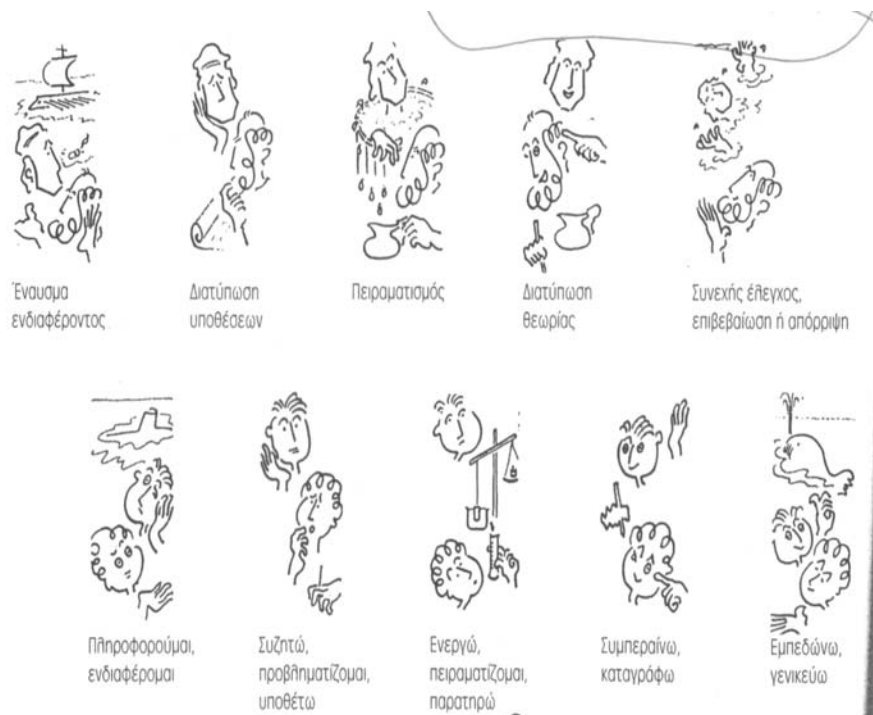
Αυτό είναι και ένα από τα βασικά στοιχεία που πρέπει να έχει ο δάσκαλος στο μυαλό του κατά το σχεδιασμό και την εκτέλεση μιας διδασκαλίας πάνω σε θέμα που αφορά στις Φυσικές Επιστήμες αλλά και ευρύτερα. Το να παίρνεις υπ'όψιν τις ιδέες των μαθητών είναι μια από τις στρατηγικές, αν και όχι βέβαια η μοναδική, που δίνει τη δυνατότητα να είναι καλύτερα προσαρμοσμένη η διδασκαλία στους μαθητές. Αυτό μπορεί να γίνει με διαφορετικούς τρόπους, όπως:

- Επιλέγοντας τις έννοιες που θα διδαχθούν (πολλές φορές πιστεύουμε ότι τα παιδιά γνωρίζουν απλές έννοιες, χωρίς αυτό να συμβαίνει)
- Επιλέγοντας τις μαθησιακές εμπειρίες (αν είναι γνωστές οι πρότερες ιδέες των μαθητών μπορούν να αμφισβητηθούν ευθέως με εμπειρίες που συγκρούονται με τις προβλέψεις τους, προκαλώντας τους έτσι να αναθεωρήσουν τις ιδέες τους.)

- Παρουσιάζοντας τους στόχους των προτεινόμενων δραστηριοτήτων (πρέπει να έχουμε υπ' όψιν μας ότι οι μαθητές ερμηνεύουν τους στόχους που έχουμε θέσει με τρόπο που αυτοί κατανοούν) (Driver κ.ά. 1993).

Στο ερευνητικά εξελισσόμενο μοντέλο ο δάσκαλος αναζητά εναύσματα προκαλώντας το ενδιαφέρον των μαθητών, προβληματίζει τους μαθητές προτρέποντάς τους να διατυπώσουν υποθέσεις, τους ενεργοποιεί στην εκτέλεση πειραμάτων και στην καταγραφή παρατηρήσεων, προκαλεί συζήτηση για τη διεύρυνση των παρατηρήσεων και την εξαγωγή συμπερασμάτων και εξασφαλίζει την εμπέδωση, οδηγώντας τους μαθητές σταδιακά στη γενίκευση, στη μεταφορά και εφαρμογή της γνώσης στα φαινόμενα της καθημερινής ζωής.

Η επιστημονική μέθοδος και η εκπαιδευτική της προσέγγιση με το ερευνητικά εξελισσόμενο μοντέλο διδασκαλίας σχηματοποιούνται αδρά στα παρακάτω βήματα:



### **3 ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ**

#### **3.1 Η αναγκαιότητα του πειράματος**

α παιδιά κάνουν καθημερινά δεκάδες ερωτήσεις. Αλλά και όλοι μας συνεχώς αναρωτιόμαστε π.χ. για τον κόσμο στον οποίο ζούμε. Το μάθημα των θετικών επιστημών στο δημοτικό σχολείο είναι η απάντηση μας στην ανάγκη κάθε παιδιού να μάθει για τον κόσμο που ζει.

Στην πρώτη εκπαιδευτική βαθμίδα σημειώνεται η πρώτη επαφή του μαθητή με το «οργανωμένο» μάθημα των θετικών επιστημών. Αυτό δε σημαίνει ότι ο μαθητής αντιμετωπίζει για πρώτη φορά τα φυσικά φαινόμενα. Ορθό είναι να ισχυριστεί κανείς ότι για πρώτη φορά οι πρώιμες αντιλήψεις του μαθητή δοκιμάζονται σε αντιδιαστολή με τις «φυσικές αλήθειες» του δασκάλου και του διδακτικού βιβλίου, καθώς και με τις πρώιμες αντιλήψεις των συμμαθητών.

Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με το γνωστικό δυναμικό των μαθητών που βρίσκονται στο στάδιο των συγκεκριμένων λογικών πράξεων (Παρασκευόπουλος 1985α: 42) καθορίζει τη βαρύτητα της διδασκαλίας στο παρατηρησιακό επίπεδο. Ο μαθητής δεν αντιμετωπίζει πια τα καθημερινά φυσικά φαινόμενα τυχαία, αλλά καλείται με μεθοδικό τρόπο να παρατηρήσει και να καταγράψει την εξέλιξη τους. Μαθαίνει να οργανώνει τις παρατηρήσεις του και να εκτελεί απλά πειράματα, που πολλές φορές δε διαφέρουν από τις καθημερινές δραστηριότητες ως προς το περιεχόμενο αλλά κυρίως ως προς τη μεθοδολογία. Όταν καλείται να πειραματιστεί, βράζοντας για παράδειγμα νερό, δεν κάνει τίποτα διαφορετικό ως προς το περιεχόμενο της εργασίας απ' όταν βράζει νερό για την εξυπηρέτηση των δικών του αναγκών. Αυτό που διαφέρει είναι ο στόχος της πράξης. Βράζει νερό παρατηρώντας κριτικά, για να μετρήσει τη θερμοκρασία βρασμού, να παρατηρήσει τις φυσαλίδες που δημιουργούνται κ.λπ.

Η έννοια του πειράματος δεν περιορίζεται στο σχολικό εργαστήριο. Πείραμα είναι και η κριτική παρατήρηση των καθημερινών φυσικών φαινομένων, όταν η αντιμετώπισή τους διέπεται από τη μεθοδολογική συνέπεια των θετικών επιστημών. Όταν για παράδειγμα ο μαθητής παρατηρεί την τραμπάλα στην παιδική χαρά δοκιμάζοντας με φίλους του διαφορετικής μάζας για να διαπιστώσει τη συνθήκη ισορροπίας, εκτελεί πείραμα. Με την

εισαγωγή της επιστημονικής μεθοδολογίας μπορεί ν' αξιοποιηθεί αποτελεσματικά μεγάλο πλήθος καθημερινών παρατηρήσεων.

Η επιλογή του «παρατηρησιακού επιπέδου διδασκαλίας» για την α' βαθμίδα εντοπίζει τη βαρύτητα της διδασκαλίας στην καλλιέργεια της μεθοδικότητας και στη συστηματική παρατήρηση των φαινομένων. Με αυτόνομη πειραματική παρατήρηση ο μαθητής καλείται να συνειδητοποιήσει ότι π.χ. τα στερεά διαστέλλονται όταν θερμαίνονται, ότι ο πάγος επιπλέει στο νερό, ότι ο λαμπτήρας ακτινοβολεί όταν το κύκλωμα είναι κλειστό και διαρρέεται από ρεύμα κ.λπ.

Η έμφαση στην παρατήρηση δεν πρέπει να αποκλείει μια πρώτη ερμηνευτική προσέγγιση, σε αναφορά πάντα με το γνωστικό επίπεδο των μαθητών. Η ερμηνεία δεν επιδιώκεται σ' αυτό το στάδιο, αν όμως η ενασχόληση του μαθητή με το φαινόμενο προκαλέσει την απορία του, ο δάσκαλος πρέπει να είναι έτοιμος να ικανοποιήσει τη γνωστική ανησυχία. Με την κάλυψη των θεματικών πεδίων της φυσικής στην α' βαθμίδα σε παρατηρησιακό επίπεδο ο μαθητής πρέπει:

- να έχει συστηματοποιήσει την εργασία σύμφωνα με τα μεθοδολογικά πρότυπα των θετικών επιστημών,
- να κάνει παρατηρήσεις,
- να διατυπώνει υποθέσεις,
- να τις ελέγχει με απλά πειράματα,
- να καταγράφει τις παρατηρήσεις του και να εξάγει ποιοτικά συμπεράσματα,
- να έχει παρατηρήσει συστηματικά τα φυσικά φαινόμενα, ώστε να μπορεί να τα ανακαλέσει αργότερα,
- να έχει συνδέσει τα αντίστοιχα καθημερινά φαινόμενα με τις παρατηρήσεις του σχολικού εργαστηρίου, ώστε να ανακαλεί το γνωστικό υλικό σε τυχαίες επαναλήψεις.

Οι ιδέες των μαθητών για τον κόσμο γύρω τους διαμορφώνονται πολλές φορές στα χρόνια της φοίτησής τους στο δημοτικό σχολείο, άσχετα από το αν διδάσκονται ή όχι θετικές επιστήμες. Χωρίς την υποβοήθηση της διαδικασίας αυτής από οργανωμένο μάθημα, που θα παράσχει το μεθοδολογικό εργαλείο της επιστημονικής προσέγγισης, είναι πολύ πιθανό η διαμόρφωση αυτή να είναι μη επιστημονική, με αποτέλεσμα την εδραίωση δομών που είναι αμφίβολο αν θα μπορούν να αρθούν αργότερα (ΟΕΔΒ 2002).

### **3.2 Πείραμα και μαθητές**

Ο δάσκαλος, έχοντας υπ' όψιν του όλα τα παραπάνω, θα πρέπει να εκμεταλλευτεί δύο πράγματα, για να μπορέσει να πείσει τους μαθητές του για την αναγκαιότητα του μαθήματος των Φυσικών Επιστημών, πράγμα πολύ σημαντικό σε κάθε διδασκόμενο μάθημα.

1. Την περιέργεια των παιδιών για καθετί καινούργιο και κυρίως εντυπωσιακό.
2. Την άμεση σύνδεση των πειραμάτων με φαινόμενα που οι μαθητές καθημερινά παρατηρούν γύρω τους.

Και τα δύο μπορεί να τα επιτύχει προετοιμάζοντας κατάλληλα πειράματα τα οποία να είναι εντυπωσιακά και ταυτόχρονα να εξηγούν φαινόμενα καθημερινής ζωής. Αυτό μάλιστα είναι ιδιαίτερα σημαντικό να μπορέσει να επιτευχθεί στα πρώτα μαθήματα.

Θα αναφέρω στη συνέχεια κάποια πειράματα τέτοιου τύπου, ένα από κάθε ενότητα, τα οποία και εύκολο είναι να προετοιμαστούν, να εκτελεστούν, να εντυπωσιάσουν, αλλά και να συνδεθούν με την καθημερινότητα (VanCleave 1995, Παπαζήσης 1996).

### **3.3 Σχέδια πειραμάτων**

#### **3.3.1 Πείραμα 1: (Δυνάμεις)**

##### **Υλικά**

1. Δυο ξύλινα κοντάρια (π.χ. από σκούπες)
2. Δυο ...δυνατούς φίλους
3. Ένα μακρύ σχοινί

##### **Εκτέλεση**

Δώσε στους φίλους σου να κρατάνε από ένα κοντάρι. Δέσε τη μια άκρη του σχοινοῦ στο ένα κοντάρι και τύλιξε το σχοινί γύρω απ' τα κοντάρια τέσσερις-πέντε φορές, ενώ αυτά τα κρατάνε οι φίλοι σου οριζόντια και σε απόσταση περίπου μισού μέτρου το ένα απ' το άλλο.

Πες στους φίλους σου να προσπαθήσουν να κρατήσουν τα κοντάρια στη θέση τους, ενώ εσύ θα τραβάς την ελεύθερη άκρη του σχοινοῦ.

##### **Αποτέλεσμα**

Παρόλο που είναι δύο και πιθανόν πιο δυνατοί από σένα, μπορείς να κάνεις τα κοντάρια να πλησιάσουν.

##### **Εξήγηση**

Τα κοντάρια και το σχοινί όπως είναι τυλιγμένο γύρω τους αποτελούν ένα σύστημα τροχαλιών, που «πολλαπλασιάζει» τη δύναμή σου.

Οι τροχαλίες ανήκουν στις απλές μηχανές που επινόησε ο άνθρωπος για να τον διευκολύνουν στις εργασίες του.

### **3.3.2 Πείραμα 2: (Αέρας)**

#### **Υλικά**

1. Ένα γυάλινο ποτήρι με νερό.
2. Μια κόλλα χαρτί.

#### **Εκτέλεση**

Γεμίζουμε το ποτήρι με νερό μέχρι ψηλά (λίγο πιο κάτω από το χείλος).

Βρέχουμε λίγο με το δάχτυλό μας το χείλος του ποτηριού και στη συνέχεια βάζουμε πάνω το χαρτί, προσέχοντας να «κολλήσει» γύρω γύρω.

Αναποδογυρίζουμε το ποτήρι με το νερό γρήγορα αλλά όχι απότομα.

#### **Αποτέλεσμα**

Το χαρτί στέκεται στο χείλος του ποτηριού, παρόλο που το βαραίνει το νερό.

#### **Εξήγηση**

Η ατμοσφαιρική πίεση που δέχεται το χαρτί εξωτερικά είναι ικανή να εξουδετερώσει την πίεση που δέχεται το χαρτί εσωτερικά από το νερό.

### **3.3.3 Πείραμα 3: (Ηλεκτρισμός)**

#### **Υλικά**

1. μπαλόνι
2. λάμπα φθορισμού

#### **Διαδικασία**

- Φουσκώστε και δέστε το μπαλόνι.
- Πλύνετε το εξωτερικό της λάμπας φθορισμού και στεγνώστε το πολύ προσεχτικά.
- Μέσα σε σκοτεινό δωμάτιο στηρίξτε το ένα άκρο του σωλήνα στο πάτωμα.
- Κρατήστε το σωλήνα όρθιο και τρίψτε πάνω του γρήγορα το μπαλόνι άνω κάτω.
- Κρατήστε το μπαλόνι κοντά στο σωλήνα της λάμπας.

#### **Αποτελέσματα**

Η λάμπα φθορισμού αρχίζει να φωτοβολεί και το φως ακολουθεί την κίνηση του μπαλονιού. Από τη στιγμή που άρχισε να φωτοβολεί η λάμπα, ακόμη και το πλησίασμα του μπαλονιού παράγει φως.

#### **Εξήγηση**

Όταν μια λάμπα φθορισμού συνδέεται με ηλεκτρικό ρεύμα οι χημικές ενώσεις που καλύπτουν τα λεπτά νήματα στο κάθε άκρο της λάμπας ελευθερώνουν ηλεκτρόνια. Τα ηλεκτρόνια πηδούν από το ένα άκρο της λάμπας στο άλλο, καθώς γίνονται 100 εκπομπές ηλεκτρονίων (εκκενώσεις) σε κάθε δευτερόλεπτο. Μια σταγόνα υδραργύρου που έχει εξατμιστεί μέσα στο σωλήνα τον έχει γεμίσει με άτομα υδραργύρου. Τα ηλεκτρόνια συγκρούονται με τα άτομα του υδραργύρου και έτσι παράγεται υπεριώδες φως. Το υπεριώδες φως που είναι αόρατο από το ανθρώπινο μάτι πέφτει στο φθορίζον επίστρωμα στην εσωτερική επιφάνεια του σωλήνα. Αυτό το επίστρωμα έχει την ιδιότητα να μετατρέπει το υπεριώδες φως σε ορατό. Τρίβοντας το μπαλόνι στο σωλήνα παράγονται σε μικρότερη κλίμακα τα ίδια φαινόμενα. Τα τρίψιμο με το μπαλόνι ηλεκτρίζει το σωλήνα και τον κάνει να έλκει ηλεκτρόνια από το εσωτερικό του τα οποία παράγουν στη συνέχεια τα ίδια φαινόμενα όπως όταν ο σωλήνας διαρέεται με ρεύμα.

### 3.3.4 Πείραμα 4: (Θερμότητα)

#### **Υλικά**

1. Ένα μικρό γυάλινο μπουκάλι (όσο μικρότερο τόσο καλύτερα)
2. Ένα καλαμάκι
3. Πλαστελίνη
4. Μπλε οινόπνευμα
5. Δοχείο με ζεστό νερό

#### **Εκτέλεση**

Γέμισε το μπουκάλι με οινόπνευμα.

Βύθισε μέσα το καλαμάκι και κλείσε με την πλαστελίνη το στόμιο του μπουκαλιού, βάζοντας την γύρω απ' το καλαμάκι. Το οινόπνευμα θα φτάνει μέχρι κάποιο ύψος στο καλαμάκι.

Το θερμόμετρο σου είναι έτοιμο.

Θέρμανε τώρα το μπουκαλάκι, βουτώντας το προσεκτικά στο ζεστό νερό.

#### **Αποτέλεσμα**

Το οινόπνευμα ανεβαίνει στο καλαμάκι.

#### **Εξήγηση**

Με τη θέρμανση το οινόπνευμα παθαίνει διαστολή κι έτσι ανεβαίνει στο καλαμάκι.

Μ' αυτόν τον τρόπο λειτουργούν τα θερμόμετρα υδραργύρου και οινοπνεύματος.

### 3.3.5 Πείραμα 5: (Φως)

#### **Υλικά**

1. Δυο μικρούς καθρέφτες
2. Δυο χοντρά βιβλία
3. Δυο λαστιχάκια
4. Ένα μολύβι

#### **Εκτέλεση**

Στερέωσε με τα λαστιχάκια τους καθρέφτες πάνω στα βιβλία.

Στήριξε τα βιβλία όρθια πάνω στο τραπέζι, ώστε οι καθρέφτες να είναι ο ένας απέναντι στον άλλο.

Βάλε το μολύβι στο τραπέζι μεταξύ των δύο καθρεφτών.

Κοίταξε στον έναν καθρέφτη.

#### **Αποτέλεσμα**

Μέσα στον καθρέφτη βλέπεις πάρα πολλά είδωλα του μολυβιού.

#### **Εξήγηση**

Οι φωτεινές ακτίνες απ' το μολύβι φτάνουν στο μάτι μας μετά από πολλές ανακλάσεις στους δυο καθρέφτες.

Το μάτι μας λοιπόν βλέπει ...πολλά μολύβια.

Το μολύβι σχηματίζει ένα είδωλο στον πρώτο καθρέφτη. Επομένως ο δεύτερος καθρέφτης έχει μπροστά του δύο μολύβια, το πραγματικό και το είδωλό του από τον πρώτο καθρέφτη. Σχηματίζονται λοιπόν στο δεύτερο καθρέφτη δύο είδωλα του μολυβιού. Τώρα όμως ο πρώτος καθρέφτης έχει μπροστά του τρία μολύβια, το πραγματικό και τα δύο είδωλά του στο δεύτερο καθρέφτη. Σχηματίζονται λοιπόν σ' αυτόν τρία είδωλα του μολυβιού κ.λπ.

### **3.4 Εργαστήριο Φυσικής – Ασφάλεια πειραμάτων**

Είναι γεγονός ότι ελάχιστα σχολεία διαθέτουν εργαστήριο φυσικής, κατάλληλα οργανωμένο για την εκτέλεση των απαραίτητων πειραμάτων. Είναι επίσης γεγονός ότι αυτή την έλλειψη εργαστηρίων την εκμεταλλεύονται πολλοί συνάδελφοι για να δικαιολογήσουν την παντελή έλλειψη απουσίας πειραμάτων από τα μαθήματά τους.

Προσωπικά πιστεύω ότι σε κάθε σχολείο μπορεί να βρεθεί ένας μικρός χώρος για να μεταμορφωθεί σε ένα υποτυπώδες εργαστήριο, το οποίο μπορεί να μην τηρεί τις προδιαγραφές ενός σύγχρονου εργαστηρίου, θα μπορεί όμως να καλύψει τις ανάγκες των πειραμάτων που μας χρειάζονται.

Για τη δημιουργία ενός τέτοιου εργαστηρίου, θα πρέπει να λάβουμε υπ' όψιν τις σχετικές εγκυκλίους για τις τεχνικές προδιαγραφές (Ιστοσελίδα 3), αλλά σε γενικές γραμμές αυτό που θα πρέπει πρώτιστα να προσέξουμε είναι η ασφάλεια των μαθητών κατά την εκτέλεση των πειραμάτων. Μεταξύ άλλων πρέπει να προσεχθούν τα ακόλουθα:

Σε κάθε περίπτωση τα πειράματα αρχικά πρέπει να εκτελούνται από τον ίδιο το δάσκαλο και στην περίπτωση που τα παιδιά επαναλαμβάνουν το πείραμα θα γίνεται πάντα υπό την επίβλεψή του.

Όταν χρησιμοποιείται ηλεκτρικό ρεύμα από τους μαθητές αυτό θα πρέπει να είναι χαμηλής τάσης.

Ο πάγκος εργασίας θα πρέπει να είναι σε τέτοια θέση ώστε να υπάρχει σωστή οπτική από όλους τους μαθητές.

Όταν τα πειράματα μεταφέρονται για εκτέλεση στην αίθουσα διδασκαλίας, πράγμα που θα πρέπει να αποφεύγεται, η προσοχή θα πρέπει να είναι ακόμα μεγαλύτερη.

Τέλος είναι νομίζω ανάγκη να επισημάνουμε ότι κάθε πείραμα θα πρέπει να δοκιμάζεται πριν από το μάθημα από το δάσκαλο. Έτσι και η επιτυχία του θα είναι εξασφαλισμένη και οι προδιαγραφές ασφαλείας μπορούν να ελεγχθούν.

## **4 ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ**

### **4.1 Δημιουργία κλειστού κυκλώματος - Βραχυκύκλωμα – Α-σφάλεια**

χεδόν σε κάθε εφαρμογή του ηλεκτρισμού παρακολουθούμε απλά ή σύνθετα κυκλώματα. Εμείς εδώ θα προσπαθήσουμε να κατασκευάσουμε ένα απλό κύκλωμα

Για διάφορους λόγους που εξηγούμε παρακάτω, σε κάθε κύκλωμα υπάρχει περίπτωση βραχυκυκλώματος. Το βραχυκύκλωμα είναι ένα θέμα, που μας απασχολεί όλους από την εποχή που άρχισε να χρησιμοποιείται πρακτικά ο ηλεκτρισμός στην καθημερινή μας ζωή.

Οι τρεις παραπάνω έννοιες θα διδαχτούν μέσα σε μία εβδομάδα, στις τρεις διδακτικές ώρες που προβλέπει το πρόγραμμα για το μάθημα της Φυσικής στις δύο μεγάλες τάξεις του Δημοτικού Σχολείου.

#### **4.1.1 Δημιουργία απλού ηλεκτρικού κυκλώματος**

##### **4.1.1.1 Στόχοι**

- Να μάθουν τα παιδιά πώς να δημιουργούν ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα.
- Να μπορούν να τοποθετούν αμπερόμετρο στο κύκλωμα και να διαβάζουν την ένδειξή του.
- Να κατανοήσουν την έννοια του ανοιχτού και κλειστού κυκλώματος.
- Να καταλάβουν που υπάρχουν ηλεκτρικά κυκλώματα γύρω μας.

##### **4.1.1.2 Φύλλο εργασίας 1 (δημιουργία απλού ηλεκτρικού κυκλώματος)**

Πρώτα φτιάχνουμε εμείς ένα κύκλωμα σαν αυτό που περιγράφεται παρακάτω δίνοντας στα παιδιά μερικές πληροφορίες π.χ. για το αμπερόμετρο, για τους τρόπους σύνδεσης των καλωδίων κ.λπ.

Στη συνέχεια δίνουμε στα παιδιά το παρακάτω φύλλο εργασίας και εξασφαλίζοντάς τους τα απαραίτητα υλικά παρακολουθούμε την εξέλιξη του πειράματος σε ομάδες. Οι μαθητές καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους.

Μπορούμε να εξηγήσουμε ταυτόχρονα με τη δική μας κατασκευή και τους ορισμούς του ανοιχτού και του κλειστού κυκλώματος ή τις ενδείξεις του αμπερόμετρου και να ελέγξουμε από τις απαντήσεις των παιδιών στο φύλλο εργασίας (Καριώτογλου κ.ά., 1989) την κατανόησή τους ή μπορούμε να δούμε πρώτα τις απαντήσεις τους (προτέρα γνώση) και να εξηγήσουμε μετά.

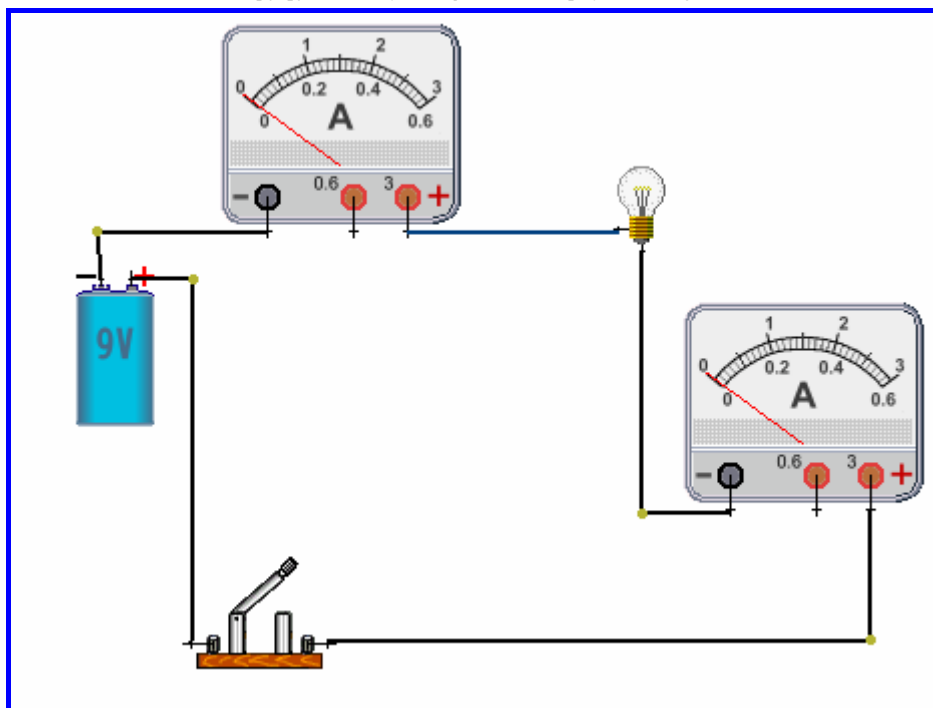
## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 1 (κατασκευή απλού ηλεκτρικού κυκλώματος)

Πάρε τα παρακάτω υλικά και φτιάξε ένα κύκλωμα όπως αυτό φαίνεται στα σχήματα 1 & 1<sup>α</sup>, ακολουθώντας και τις αντίστοιχες οδηγίες:

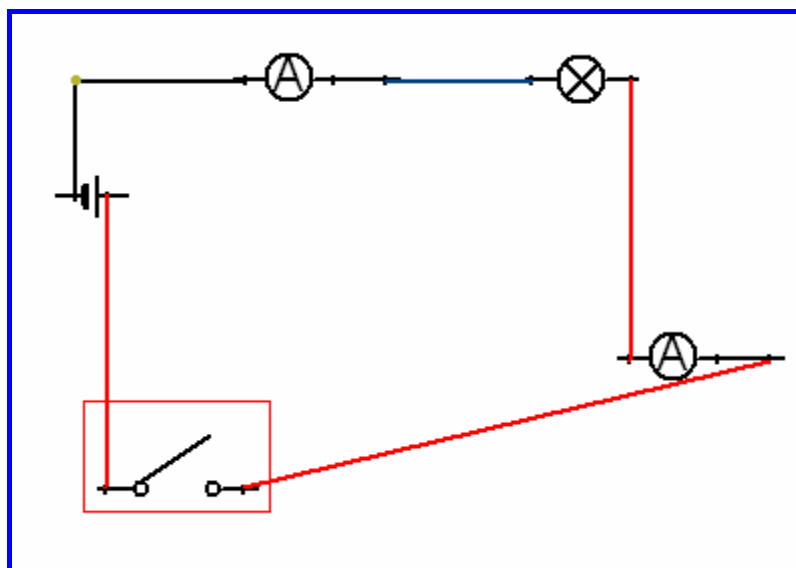
- 1 μπαταρία 9 V
- 1 λαμπάκι αντίστοιχο σε ντουί
- 2 αμπερόμετρα
- 1 διακόπτη μαχαιρωτό
- 4 καλώδια με «μπανάνες» στην άκρη
- μερικά «κροκοδειλάκια» που να επιδέχονται «μπανάνες»

1. Ένωσε τον αρνητικό πόλο (-) της μπαταρίας σου με τον αρνητικό ακροδέκτη (-) του ενός αμπερόμετρου (A1).
2. Ένωσε το θετικό ακροδέκτη (+) του αμπερόμετρου (A1) με τη μία άκρη από το λαμπάκι σου.
3. Ένωσε την άλλη άκρη από το λαμπάκι με τον αρνητικό ακροδέκτη του άλλου αμπερόμετρου (A2).
4. Ένωσε το θετικό ακροδέκτη του αμπερόμετρου (A2) με τη μία άκρη του διακόπτη. (ο διακόπτης να είναι σηκωμένος)
5. Ένωσε την άλλη άκρη του διακόπτη με το θετικό πόλο (+) της μπαταρίας σου.
6. Δες το λαμπάκι. Είναι αναμμένο; .....
7. Διάβασε την ένδειξη στο αμπερόμετρο A1. Τι γράφει: ..... A.
8. Διάβασε την ένδειξη στο αμπερόμετρο A2. Τι γράφει: ..... A.
9. Ο διακόπτης είναι σηκωμένος. Το κύκλωμα είναι ανοιχτό ή κλειστό; ..... Ο διακόπτης είναι ανοιχτός ή κλειστός; .....
10. Κατέβασε το διακόπτη.
11. Παρατήρησε το λαμπάκι. Είναι αναμμένο; .....
12. Διάβασε την ένδειξη στο αμπερόμετρο A1. Τι γράφει: ..... A.
13. Διάβασε την ένδειξη στο αμπερόμετρο A2. Τι γράφει: ..... A.
14. Ο διακόπτης είναι σηκωμένος. Το κύκλωμα είναι ανοιχτό ή κλειστό; ..... Ο διακόπτης είναι ανοιχτός ή κλειστός; .....
15. Κατέγραψε μερικά ηλεκτρικά κυκλώματα που υπάρχουν γύρω μας:  
.....  
.....  
.....

### Σχήματα για φύλλο εργασίας 1



Σχήμα 1



Σχήμα 1<sup>α</sup>

## **4.1.2 Βραχυκύκλωμα**

### **4.1.2.1 Στόχοι**

- Να μάθουν τα παιδιά τι σημαίνει και πότε συμβαίνει ένα βραχυκύκλωμα
- Να δουν τις μεταβολές της τιμής του ρεύματος όταν προξενείται βραχυκύκλωμα.
- Να καταλάβουν τις επιπτώσεις του βραχυκυκλώματος στην καθημερινή μας ζωή.

### **4.1.2.2 Φύλλο εργασίας 2 (Βραχυκύκλωμα)**

Πρώτα φτιάχνουμε ένα κύκλωμα σαν αυτό που περιγράφεται παραπάνω ή έχουμε έτοιμα κάποια κυκλώματα από το προηγούμενο μάθημα.

Στη συνέχεια δίνουμε στα παιδιά το παρακάτω φύλλο εργασίας 2 και παρακολουθούμε την εξέλιξη του πειράματος σε ομάδες. Οι μαθητές καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους. Τώρα οι μαθητές γνωρίζουν τις έννοιες του κλειστού και ανοιχτού διακόπτη και κυκλώματος.

Τη θεωρητική έννοια του βραχυκυκλώματος την εξηγούμε καλύτερα μετά το πείραμα.

Καλό είναι επίσης μετά το πείραμα να αναφερθούμε στο πότε μπορεί να συμβεί βραχυκύκλωμα στην καθημερινή μας ζωή. (βλέπε παρακάτω 4.2)

## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2

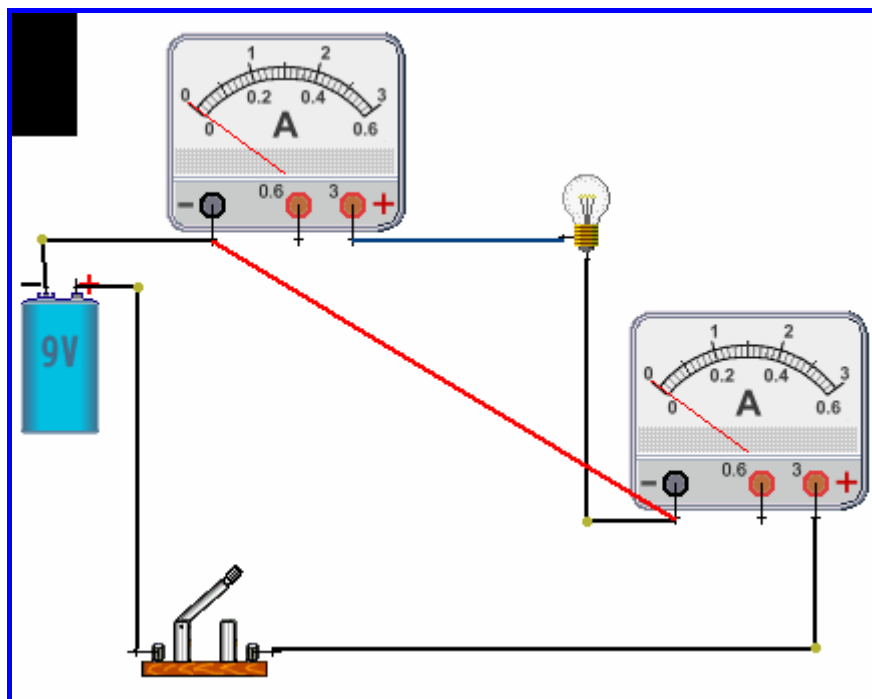
### (βραχυκύκλωμα)

#### Υλικά:

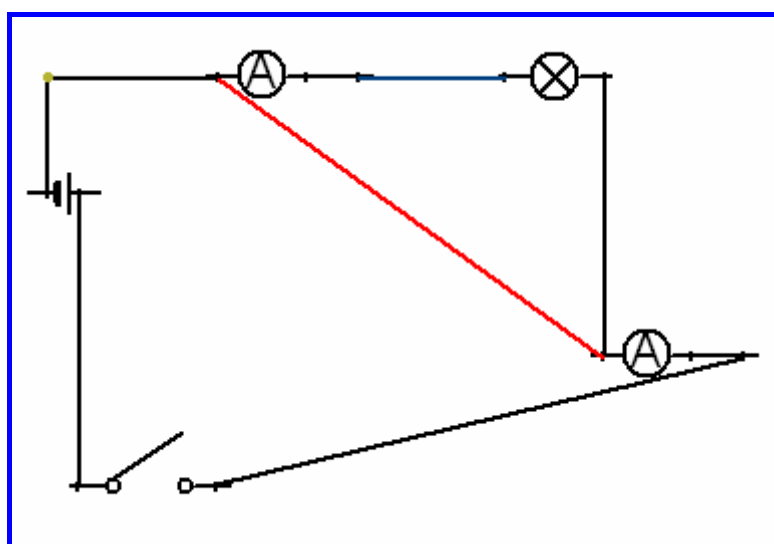
- \* Το κύκλωμα από το προηγούμενο μάθημα
- \* Ένα επιπλέον καλώδιο

1. Με κλειστό το διακόπτη το λαμπάκι είναι αναμμένο; .....
2. Με κλειστό το διακόπτη το αμπερόμετρο δείχνει; ..... Α.
3. Με ανοιχτό το διακόπτη το λαμπάκι είναι αναμμένο; .....
4. Με ανοιχτό το διακόπτη το αμπερόμετρο δείχνει; ..... Α.
5. Έχοντας το διακόπτη ανοιχτό, πάρε ένα επιπλέον καλώδιο και ένωσε τους αρνητικούς ακροδέκτες (-) των δύο αμπερόμετρων, όπως δείχνουν το παρακάτω σχήματα 2 & 2<sup>α</sup>.
6. Το λαμπάκι είναι αναμμένο τώρα; .....
7. Το αμπερόμετρο τι δείχνει; ..... Α
8. Κλείσε το διακόπτη και παρατήρησε:
9. Το λαμπάκι είναι αναμμένο; .....
10. Το αμπερόμετρο τι δείχνει τώρα; ..... Α

Σχήματα για φύλλο εργασίας 2



Σχήμα 2



Σχήμα 2<sup>α</sup>

### **4.1.3 Χρήση της ασφάλειας στο κύκλωμα**

#### **4.1.3.1 Στόχοι**

- Να μάθουν τη χρησιμότητα μια ασφάλειας στο κύκλωμα.
- Να δουν τη διαδικασία με την οποία καίγεται μια ασφάλεια και να μάθουν τον τρόπο λειτουργίας της.
- Να μάθουν γιατί πρέπει μια ασφάλεια να αντικαθιστάται με μία ίδιας κατηγορίας.

#### **4.1.3.2 Φύλλο εργασίας 3 (Χρήση της ασφάλειας στο κύκλωμα)**

Πρώτα φτιάχνουμε εμείς ένα κύκλωμα σαν αυτό που περιγράφεται παραπάνω (φύλλο εργασίας 1) ή έχουμε έτοιμα κάποια κυκλώματα από το προηγούμενο μάθημα.

Στη συνέχεια δίνουμε στα παιδιά το παρακάτω φύλλο εργασίας 3, τα επιπλέον υλικά που θα χρειαστούν και παρακολουθούμε την εξέλιξη του πειράματος σε ομάδες. Οι μαθητές καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους. Τώρα οι μαθητές γνωρίζουν τις έννοιες του κλειστού και ανοιχτού διακόπτη και κυκλώματος καθώς και του βραχυκυκλώματος.

Μπορούμε να εξηγήσουμε τώρα ή μετά το πείραμα την έννοια της ασφάλειας και τη χρησιμότητά της στο κύκλωμα.

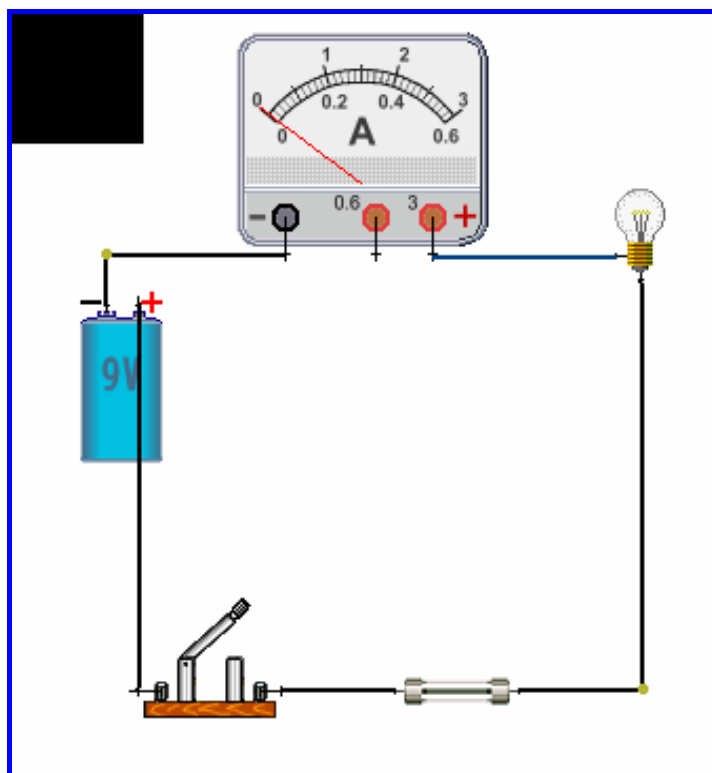
### ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 3

#### (χρήση της ασφάλειας στο κύκλωμα)

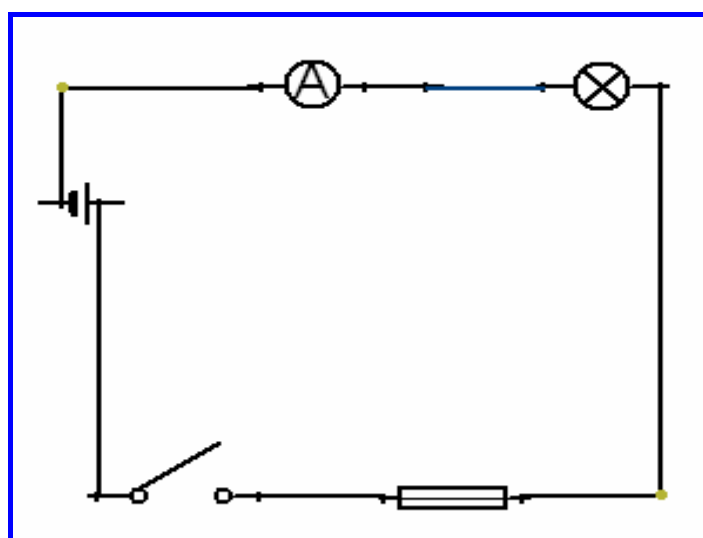
Επιπλέον των παραπάνω υλικών θα χρειαστείς μια ασφάλεια και λίγο ατσαλόμαλο.

1. Χρησιμοποίησε το κύκλωμα που φτιάξαμε με το φύλλο εργασίας 1.
2. Αντικατέστησε το δεύτερο αμπερόμετρο με μια ασφάλεια
3. Έχοντας το διακόπτη ανοιχτό το λαμπάκι ανάβει; .....
4. Έχοντας το διακόπτη ανοιχτό το αμπερόμετρο δείχνει; ..... A
5. Κλείσε το διακόπτη.
6. Το λαμπάκι ανάβει; .....
7. Τι βλέπεις να παθαίνει η ασφάλεια; .....
8. Το αμπερόμετρο τι δείχνει τώρα; ..... A
9. Άνοιξε το διακόπτη και αντικατέστησε το σύρμα της ασφάλειας με ατσαλόμαλο, που είναι πιο ψιλό από το σύρμα της ασφάλειας.
10. Κλείσε το διακόπτη.
11. Τι συμβαίνει τώρα στην ασφάλεια; .....
12. Τώρα η ασφάλεια γιατί συμπεριφέρεται διαφορετικά από πριν:  
.....
13. Τι δείχνει τώρα το αμπερόμετρο; ..... A
14. Όταν η ασφάλεια καίγεται το κύκλωμα τι παθαίνει; .....

### Σχήματα για το φύλλο εργασίας 3



Σχήμα 3



Σχήμα 3<sup>α</sup>

## 4.2 Πρόσθετα θεωρητικά στοιχεία

Όλα τα συστήματα υπόκεινται σε σφάλματα που προκαλούνται είτε από φυσικά αίτια, όπως οι υπερπηδήσεις ρεύματος ως προς τη γη, που συμβαίνουν λόγω της επιρροών με αλάτι κοντά χές, είτε από την πρό- τη διάρκεια καταγί- ζημιάς, όπως η κατα- καλωδίων από το βρα- λανθασμένου χειρι- σφάλμα είναι η πα- τος μεταξύ δύο αγω- γού και της γης (έδαφος).



καλύψεως των μονωτή- στις παραλιακές περιο- σπτωση κεραυνών κατά δων, είτε λόγω τυχαίας στροφή των εναέριων χίονα γερανού λόγω σμού. Ένα συνηθισμένο ρουσία βραχυκυκλώμα- γών ή μεταξύ ενός αγω-

Ο όρος βραχυκύκλωμα προέρχεται από τις λέξεις βραχύς και κύκλωμα και είναι η υπερβολική αύξηση του ηλεκτρικού ρεύματος που δημιουργείται όταν αυτό περνάει από αγωγό μικρής αντίστασης. Αυτό μπορεί να συμβεί αν λόγω της αντικανονικής ένωσης δύο γυμνών καλωδίων δημιουργηθεί διαδρομή με πολύ μικρή αντίσταση. Το ηλεκτρικό ρεύμα τότε αυξάνεται, τα καλώδια υπερθερμαίνονται λόγω του φαινομένου Joule και μπορεί να προκληθεί καταστροφή των καλωδίων ή και των ίδιων των συσκευών αφού δεν αντέχουν την αυξημένη ένταση.

Βραχυκύκλωμα δημιουργείται επίσης αν ο άνθρωπος πιάσει με τα χέρια του δύο απογυμνωμένα μέρη του αγωγού του κυκλώματος (καλώδιο κ.λπ.). Αν η ένταση του ρεύματος που θα δημιουργηθεί είναι μεταξύ 8mA και 15mA τότε προκαλεί μόνο σύσπαση των μυών στο σώμα του. Αν η ένταση του ρεύματος είναι μέχρι 50mA, προκαλεί παράλυση των μυών και ασφυξία, ενώ αν η ένταση είναι άνω των 100mA, επιφέρει τον θάνατο.

Για την αποφυγή λοιπόν ατυχημάτων και καταστροφών, λόγω βραχυκυκλώματος σ' ένα κύκλωμα, θα πρέπει αυτό να τεθεί όσο γίνεται πιο γρήγορα εκτός λειτουργίας. Αυτό επιτυγχάνεται αυτόματα με το σύστημα ασφαλείας.

Υπάρχουν διάφορες περιπτώσεις όπου το βραχυκύκλωμα εξαιτίας της μεγάλης ποσότητας θερμότητας που ελκύει χρησιμοποιείται για την επίτευξη χρήσιμων αποτελεσμάτων, όπως το άναμμα λυχνιών βολταϊκού τόξου, ηλεκτροσυγκόλληση των μετάλλων κ.λπ.

Η ηλεκτρική εγκατάσταση ενός σπιτιού οφείλει να τηρεί αυστηρά ορισμένες προδιαγραφές ασφαλείας. Σύμφωνα με τη νομοθεσία, η τιμή ρεύματος που διαρρέει κάθε αγωγό δεν πρέπει να υπερβαίνει την τιμή ορισμένων Αμπέρ ανά mm<sup>2</sup> της διατομής του αγωγού. Πέρα όμως από αυτό, τα ηλεκτρικά κυκλώματα προστατεύονται και με ασφάλειες η λειτουργία των οποίων βασίζεται στο φαινόμενο Joule. Κάθε ασφάλεια χαρακτηρίζεται από τη μέγιστη τιμή ρεύματος, η οποία δημιουργεί διακοπή της λειτουργίας του κυκλώματος.

Οι ασφάλειες και οι διακόπτες είναι συσκευές, οι οποίες εμποδίζουν τα υπερβολικά μεγάλα ρεύματα και τις τάσεις από την «υπερφόρτιση» και καταστροφή ενός ηλεκτρικού κυκλώματος. Οι ασφάλειες είναι κατάλληλες μόνο για μικρές βιομηχανικές και για οικιακές εφαρμογές, ενώ οι διακόπτες έχουν σχεδιαστεί, κυρίως, για να αντεπεξέλθουν σε μεγάλες βιομηχανικές απαιτήσεις ισχύος, όπως στους μηχανισμούς παρεμβολής και στους σταθμούς ισχύος. Χωρίς αυτές τις προστατευτικές συσκευές, τα υπερβολικά μεγάλα ρεύματα και οι τάσεις θα προκαλούσαν πυρκαγιές, εκρήξεις και ηλεκτροπληξίες. Υπάρχουν δύο είδη ασφαλειών: η τηκόμενη ασφάλεια και ο αυτόματος (διακόπτης).

Οι τηκόμενες ασφάλειες έχουν στο εσωτερικό τους ένα λεπτό σύρμα που, σε περίπτωση υπερεντάσεως, θερμαίνεται τόσο, ώστε να τήκεται (λιώνει) και έτσι να διακόπτεται το ρεύμα. Το σύρμα αυτό λέγεται «τηκτό». Για να διευκολυνθεί η διακοπή του τόξου που ακολουθεί αμέσως μετά την τήξη του τηκτού, αυτό βρίσκεται στο εσωτερικό ενός κυλίνδρου από πορσελάνη, ο οποίος είναι γεμάτος με ειδική ψιλή άμμο. Όταν το ρεύμα που διακόπτεται είναι μεγάλο, δημιουργείται έντονο τόξο. Τότε η άμμος λιώνει από τη θερμότητα του τόξου, παρεμβάλλεται στο διάκενο που δημιουργήθηκε από την τήξη και σβήνει το τόξο. Έτσι οι ασφάλειες έχουν την ικανότητα να διακόπτουν πολύ μεγάλα ρεύματα βραχυκυκλώματος.

Μια ασφάλεια αποτελείται από τη βάση και από το φυσίγγιο. Στις βιδωτές ασφάλειες υπάρχει επίσης το πάμα. Η βάση είναι το σταθερό μέρος, προς το οποίο συνδέονται οι αγωγοί του κυκλώματος. Το φυσίγγιο τοποθετείται στη βάση (στις βιδωτές ασφάλειες με τη βοήθεια του πάματος) και περιλαμβάνει τον κύλινδρο από πορσελάνη, το τηκτό, την άμμο και τα μεταλλικά μέρη που είναι αναγκαία για την επαφή προς τη βάση. Όταν λειτουργήσει η ασφάλεια, δηλαδή όταν προκληθεί η τήξη του τηκτού, το φυσίγγιο αχρηστεύεται και, όταν θέλουμε να ξανατροφοδοτήσουμε το κύκλωμα, τοποθετούμε στη βάση νέο φυσίγγιο. Την τήξη του τηκτού τη λέμε και

«κάψιμο» του φυσιγγίου. Καταλαβαίνουμε ότι ένα φυσιγγίο έχει καεί, όταν πέσει το «ενδεικτικό» του, δηλαδή όταν έχει απελευθερωθεί ένας μικρός ενδεικτικός έγχρωμος δίσκος που υπάρχει ακριβώς για αυτό το σκοπό και που συγκρατείται στη θέση του από το τηκτό. Ένα μικρό ελατήριο ωθεί το ενδεικτικό προς τα έξω και έτσι αυτό πέφτει μόλις δεν υπάρχει πια το τηκτό.

Ο αυτόματος διακόπτης είναι ένας διακόπτης που ανοίγει αυτομάτως (δηλαδή χωρίς ανθρώπινη ενέργεια), όταν το ρεύμα που περνά από αυτόν ξεπεράσει ένα προκαθορισμένο όριο. Φυσικά, ανοίγει και με χειρισμό. Όταν ανοίξει αυτομάτως ένας διακόπτης, παραμένει ανοικτός και μπορεί να κλείσει μόνο με χειρισμό. Επομένως ο αυτόματος διακόπτης είναι όργανο προστασίας, χωρίς να παύει να είναι και όργανο ελέγχου.

Εκτός από την υπερένταση, το άνοιγμα ενός αυτόματου διακόπτη μπορεί να προκαλείται και από άλλα αίτια (π.χ. για να προστατευτεί ένας κινητήρας, μπορεί να χρειάζεται ο αυτόματος διακόπτης του να ανοίγει και όταν η τάση, με την οποία τροφοδοτείται ο κινητήρας, γίνει πολύ χαμηλή, κατώτερη από ένα προκαθορισμένο όριο).

Το αυτόματο άνοιγμα ενός διακόπτη λέγεται και πτώση του. Η διάταξη πτώσεως ενός αυτόματου διακόπτη είναι το στοιχείο του που προκαλεί το άνοιγμά του, όταν το ρεύμα υπερβεί το προκαθορισμένο όριο. Το χρονικό διάστημα που παρεμβάλλεται ανάμεσα στη στιγμή που εμφανίστηκε η υπερένταση και στη στιγμή που ανοίγει ο διακόπτης, μπορεί να μην είναι σταθερό, αλλά αντίθετα να είναι τόσο συντομότερο όσο είναι μεγαλύτερη η υπερένταση.

Αλλά η ύπαρξη της διατάξεως πτώσεως δεν είναι η μόνη διαφορά των αυτομάτων από τους απλούς διακόπτες. Το άλλο σημαντικό στοιχείο είναι ότι οι αυτόματοι διακόπτες έχουν την ικανότητα να διακόπτουν όχι μόνο το ρεύμα του φορτίου αλλά και το ρεύμα βραχυκυκλώματος. Εκτός λοιπόν από το ονομαστικό ρεύμα, ένας αυτόματος διακόπτης χαρακτηρίζεται και από την ικανότητα διακοπής που εκφράζεται συνήθως σε kA.

Υπάρχουν αυτόματοι διακόπτες, στους οποίους μπορούμε να ρυθμίσουμε την τιμή του ρεύματος, πάνω από την οποία η διάταξη πτώσεως προκαλεί το άνοιγμα του διακόπτη. Στους διακόπτες αυτούς διακρίνουμε το ονομαστικό ρεύμα και το ρεύμα ρυθμίσεως. Το ονομαστικό ρεύμα αφορά στον κυρίως διακόπτη, και είναι το μεγαλύτερο ρεύμα που μπορεί να περνά από αυτόν, όταν είναι κλειστός, χωρίς να προκαλεί υπερθέρμανση στις επαφές και στα στοιχεία του. Το ρεύμα ρυθμίσεως είναι το ρεύμα, πάνω από

το οποίο προκαλείται η πτώση του διακόπτη. Η ρύθμιση γίνεται με το γύρισμα ενός κουμπιού ή κατ' άλλο ανάλογο τρόπο. Δίπλα στο στοιχείο που ρυθμίζουμε υπάρχει και μια βαθμονόμηση, που αναφέρει το ρεύμα ρυθμίσεως σε A ή σε ποσοστά του ονομαστικού ρεύματος. Σ' άλλους όμως διακόπτες το ρεύμα που προκαλεί την πτώση δεν είναι ρυθμίσιμο. Σ' αυτούς ονομάζουμε ονομαστικό ρεύμα το μεγαλύτερο ρεύμα που μπορεί να περνά συνεχώς, χωρίς να προκαλέσει την πτώση τους.

Για την προστασία των γραμμών στα σπίτια μας συνήθως χρησιμοποιούνται οι μικροαυτόματοι. Ο τύπος που χρησιμοποιείται πιο συχνά είναι κατάλληλος για τοποθέτηση στο εσωτερικό των πινάκων απ' όπου εξέρχει μόνο το εμπρόσθιο τμήμα που φέρει και το μοχλίσκο χειρισμού. Στο πίσω μέρος του είναι διαμορφωμένος έτσι ώστε να στερεώνεται σε "ράγα", όπως και οι απλοί διακόπτες (διακόπτες χειρισμού).

Οι μικροαυτόματοι δεν έχουν δυνατότητα ρυθμίσεως του ρεύματος πτώσεώς τους. Το ονομαστικό ρεύμα είναι επομένως το μεγαλύτερο που, αν διαρρέει το μικροαυτόματο συνεχώς, δεν πρόκειται να προκαλέσει την πτώση του (Ιστοσελίδα 2)

### **4.3 Γενικά συμπεράσματα**

Τα παραπάνω τρία πειράματα ηλεκτρισμού έχουν ορισμένα πλεονεκτήματα στην εφαρμογή τους, όπως:

1. Μπορούν κάλλιστα να γίνουν όχι μόνο στο εργαστήριο φυσικής αλλά και στην τάξη.
2. Μπορούν και πρέπει να διδαχτούν σε συνέχειες.
3. Τα φύλλα εργασίας είναι απαραίτητα κυρίως για την καταγραφή των παρατηρήσεων των μαθητών.
4. Τα υλικά για την κατασκευή τους υπάρχουν σε κάθε σχολείο και αν όχι είναι εύκολο να βρεθούν.
5. Μπορούν να εκτελεστούν από το δάσκαλο, από πολλούς μαθητές αλλά και από ομάδες μαθητών ταυτόχρονα.
6. Προσφέρουν την απαιτούμενη ασφάλεια, έτσι ώστε ο δάσκαλος να μπορεί να παρακολουθήσει πολλούς μαθητές ή ομάδες μαθητών ταυτόχρονα. Και σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει να τονίσουμε ότι είναι απαραίτητο να ελέγχεται από τον εκπαιδευτικό το κάθε κύκλωμα και κυρίως η πηγή ηλεκτρικού ρεύματος που χρησιμοποιείται.
7. Προξενούν το ενδιαφέρον των μαθητών, αφού από τη μια συνδέονται με την πραγματικότητα και από την άλλη είναι αρκετά, πιστεύουμε, ενδιαφέροντα και εντυπωσιακά.

## 5 ΦΥΣΙΚΗΣ ΣΥΝΕΧΕΙΑ ...


Ένας από τα σημαντικότερους στόχους που πρέπει να πετύχουμε με την εκτέλεση διάφορων πειραμάτων, όπως ήδη έχουμε πει, είναι η πρόκληση του ενδιαφέροντος των μαθητών. Από εκεί και πέρα όμως είναι αναγκαίο να δώσουμε στα παιδιά τα απαραίτητα εφόδια ώστε αυτό το ενδιαφέρον να μην εξαντληθεί με την περάτωση του μαθήματος.

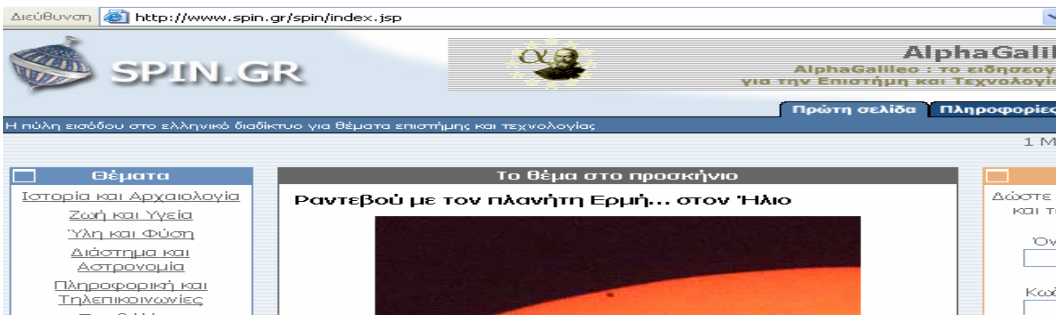
Δεκάδες βιβλία κυκλοφορούν στην ελληνική αγορά (βλέπε και βιβλιογραφία), τα οποία είναι κατάλληλα για την ηλικία των μαθητών μας, δίνοντάς τους παραπέρα πληροφόρηση. Μερικά από αυτά είναι:


- Κώστας Παπαζήσης. *Τα «έξυπνα» πειράματα*. Αθήνα: Σαββάλας.
- Μιούριελ Μάντελ. *Απλά πειράματα μετεωρολογίας με υλικά καθημερινής χρήσης*. Αθήνα: Πατάκης.
- Ισαάκ Ασίμωφ. *Πώς βρήκαμε τον Ηλεκτρισμό*. Αθήνα: Πανεπιστημιακός Τύπος.
- Paul G. Hewitt. *Οι έννοιες της Φυσικής*. Τόμοι 2. Ρέθυμνο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.

Επίσης είναι πολύ σημαντικό να κινητοποιήσουμε τα παιδιά προς τη χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών τόσο σε πηγές από το διαδίκτυο όσο και σε διάφορα εκπαιδευτικά προγράμματα που κυκλοφορούν στην αγορά.

Στο διαδίκτυο, εκτός από την θεωρητική υποστήριξη που μπορούν να αναζητήσουν, θα βρουν και πληθώρα έτοιμων πειραμάτων και μάλιστα πολλές φορές με κίνηση και πολύ ενδιαφέρουσες κατασκευές. Εδώ οι μικροί μας μαθητές χρειάζονται την καθοδήγησή μας για τον τρόπο αναζήτησης, δίνοντάς τους παράλληλα κάποιες ελεγμένες και ενδιαφέρουσες διευθύνσεις, όπως:

 <http://www.spin.gr>: πύλη εισόδου στο ελληνικό δίκτυο για θέματα επιστήμης και τεχνολογίας. Πολύ ενδιαφέρουσες εργασίες μαθητών και





 <http://www2.ellinogermaniki.gr/biblio/st/12.pdf>: εδώ υπάρχει το ένα από τα δύο βιβλία Φυσικής της Στ' τάξης σε ηλεκτρονική μορφή.


Διεύθυνση  <http://www2.ellinogermaniki.gr/biblio/>




The screenshot shows a website interface. On the left is a vertical sidebar with blue buttons containing the following text: 'Το βιβλίο για τον δάσκαλο Ε' Δημοτικού', 'Το βιβλίο για τον μαθητή Ε' Δημοτικού', 'Με μια ματιά Ε' Δημοτικού', 'Το βιβλίο για τον δάσκαλο ΣΤ' Δημοτικού', 'Το βιβλίο για τον μαθητή ΣΤ' Δημοτικού', 'Με μια ματιά ΣΤ' Δημοτικού', and 'Βίντεο πειραμάτων'. The main content area features a hand-drawn illustration titled 'Ερευνώ και ανακαλύπτω' by 'Α. Γούτσος'. The drawing depicts a red steam train on tracks, a purple airplane, a yellow bee, and a blue boat. Text at the bottom of the drawing reads 'ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ Παιδαγωγικό Ινστιτούτο'.


 [http://www.clab.edc.uoc.gr/physics/front\\_1.htm](http://www.clab.edc.uoc.gr/physics/front_1.htm): άκρως ενδιαφέρουσα τοποθεσία του Πανεπιστημίου Κρήτης, με πειράματα πάνω σε διάφορους κλάδους της Φυσικής, με κίνηση και ήχο.

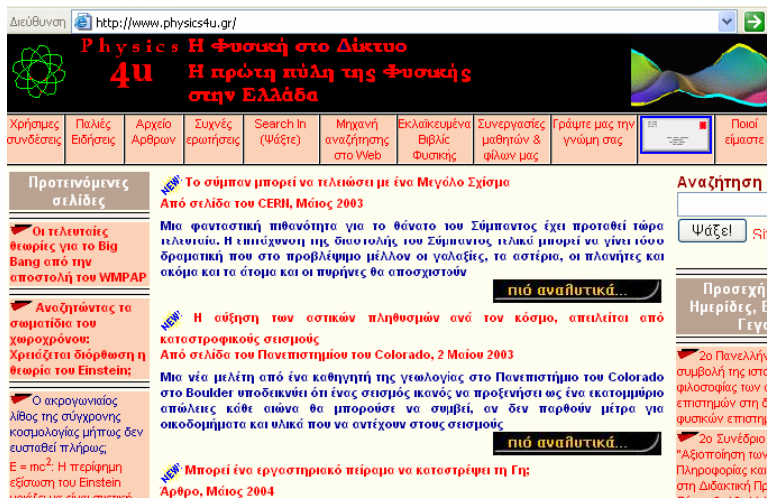
Διεύθυνση  [http://www.clab.edc.uoc.gr/physics/front\\_1.htm](http://www.clab.edc.uoc.gr/physics/front_1.htm)



The screenshot shows a website with a dark background. At the top, there is a circular logo of the University of Crete and a row of colorful icons representing different scientific fields. The main title is 'Γνωριμία με τις Φυσικές Επιστήμες' in large red letters. Below the title, there is a text box with the following content: 'Στις ιστοσελίδες μας θα βρείτε ενδιαφέροντα πειράματα και πληροφορίες από το μαγικό κόσμο των Φυσικών Επιστημών'. At the bottom, there is another text box: 'Το υλικό είναι βασισμένο στο βιβλίο "Γνωριμία με τις Φυσικές Επιστήμες" (1993) των Π.Μιχαηλίδη, Σ.Παπαγιαννάκη & Α.Τζανουδάκη. Εκδόσεις "Ελλην", Αθήνα.' On the left side, there is a small image of a book cover with the same title.


 <http://mip.berkeley.edu/physics/physics.html> ενδιαφέρουσα τοποθεσία για πειράματα και όχι μόνο. Απευθύνεται σε μαθητές λίγο μεγαλύτερους από την ηλικία του Δημοτικού και είναι στα Αγγλικά.


 <http://www.physics4u.gr> Ένα κυβερνοσχολείο φυσικής με πολλά links σε ενδιαφέροντα θέματα.




Όσον αφορά τώρα στα διάφορα εκπαιδευτικά προγράμματα (σε CD ROM) έχουμε να προτείνουμε τα εξής:

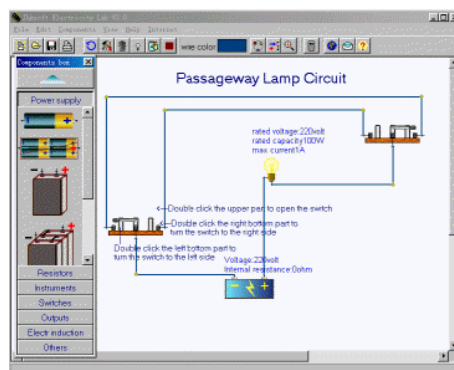
 **ΣΩΚΡΑΤΗΣ 103 ΑΝΑΚΑΛΥΨΕΙΣ CD-ROM** (ένα εργαστήριο Φυσικής).

 **ΕΡΕΥΝΩ ΚΑΙ ΑΝΑΚΑΛΥΠΤΩ ΤΗ ΦΥΣΙΚΗ** (μια περιήγηση στον κόσμο της Φυσικής μέσα από δραστηριότητες και πειράματα). Tessera Multimedia

 **ΦΥΣΙΚΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ** (αφηγήσεις, φωτογραφίες, γραφικά, κινούμενα σχέδια και βίντεο με πειράματα). Conceptum.

 **PHYSICUS** (ελληνικό adventure game στον κόσμο των Φυσικών Επιστημών). MLS Πληροφορική.

Ένα πολύ καλό πρόγραμμα για τον ηλεκτρισμό είναι το **Jhksoft Electricity Labs**, το οποίο αγοράζεται από το διαδίκτυο. Σου δίνει τη δυνατότητα να σχεδιάσεις ηλεκτρικά κυκλώματα, να τα βάλεις σε λειτουργία, να κάνεις μετρήσεις κ.λπ. Με αυτό το πρόγραμμα είναι σχεδιασμένα εξάλλου και τα σχήματα που περιλαμβάνονται στα παραπάνω φύλλα εργασίας.



## **6 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

Αποστολάκης Εμ., κ.λπ., 2002, Ερευνώ και ανακαλύπτω, Βιβλίο για το δάσκαλο. Αθήνα Ο.Ε.Δ.Β.

Ιστοσελίδα 1: <http://www.physics.uoi.gr/odsp/periexomena.html/>

Ιστοσελίδα 2: <http://www.spin.gr/static/sections/schools/mathites>

Ιστοσελίδα 3: <http://www.yperpth.gr/docs/ilektomhxanik.doc>

Καριώτογλου Π., Κολλιοπούλου Δ., Ψύλλου Δ., 1989. Το κυκλικό εργαστήριο. Αθήνα: Πνευματικός

Κασσέτας Α., 1996. Το μακρόν Φυσική προ του βραχέος διδάσκω. Αθήνα: Σαββάλας

Παπαζήσης Κ., 1996. *Τα «έξυπνα» πειράματα*. Αθήνα: Σαββάλας

Παρασκευόπουλος Ι, 1985. Εξελικτική Ψυχολογία. Αθήνα

Σταυρίδου Ε., 1995. Μοντέλα Φυσικών Επιστημών και διαδικασίες μάθησης. Αθήνα: Σαββάλας

Driver, Rosalind, Guesne, Edith και Andree Tiberghien 1993. *Οι ιδέες των παιδιών στις φυσικές επιστήμες*. Αθήνα: Ένωση Ελλήνων Φυσικών, Τροχαλία.

VanCleave, Janice 1995. *Φυσική για παιδιά.*, Αθήνα: Γ. Α. Πνευματικός.