

**Βασικές ιδέες μαθητών για τον ηλεκτρισμό και τα απλά ηλεκτρικά κυκλώματα:
Εντοπισμός γενικών χαρακτηριστικών των αντιλήψεων των μαθητών
και σχεδιασμός διαδικασιών γνωστικής σύγκρουσης¹**

Νίκος Σ. Αρβανίτης

Εισαγωγή

Η αξιοποίηση των αντιλήψεων των μαθητών συνιστά στοιχείο των εποικοδομητικών παρεμβάσεων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (Φ.Ε.), καθώς προσφέρει στον εκπαιδευτικό τα ερμηνευτικά σχήματα, που υπό μορφή *νοητικών μοντέλων* (Χρηστίδου, 2011) αξιοποιούν οι μαθητές για να κατανοήσουν τον κόσμο τους, επιτρέποντας έτσι την αποτελεσματικότερη παρέμβαση για την αναδόμησή τους.

Στην εργασία αυτή διερευνούμε δύο βασικές αντιλήψεις στον τομέα του ηλεκτρισμού που αφορούν α) τη θεώρηση της μπαταρίας ως *μονοπολικού δότη ηλεκτρισμού* και β) το σχήμα *λαμπτήρα-καταναλωτή και μπαταρίας- αποθήκης* ηλεκτρικού ρεύματος. Ο στόχος αυτός εξειδικεύεται:

- i. Στην αναζήτηση των γενικών χαρακτηριστικών των αντιλήψεων που ενυπάρχουν στις δύο παραπάνω αντιλήψεις.
- ii. Στο σχεδιασμό διαδικασιών γνωστικής σύγκρουσης για την αναδόμηση των αντιλήψεων, σε συμφωνία με τις προϋποθέσεις γνωστικής σύγκρουσης των Hewson & Hewson (1984).

Η γνώση των γενικών και των ειδικών χαρακτηριστικών των αντιλήψεων επιτρέπει το σχεδιασμό αποτελεσματικότερης διδακτικής παρέμβασης, που λαμβάνοντας υπόψη τα γνωστικά χαρακτηριστικά των μαθητών, σύμφωνα με το στάδιο της γνωστικής τους ανάπτυξης αλλά και τις στοχεύσεις του Αναλυτικού Προγράμματος, θα επιδιώκει την αναδόμηση των αντιλήψεων, καθιστώντας τες περισσότερο έγκυρες και εγγύτερες στην επιστημονική εκδοχή της γνώσης.

Στο πρώτο κεφάλαιο εκτίθεται το θεωρητικό πλαίσιο για τις στρατηγικές αντιμετώπισης των αντιλήψεων και τα γενικά χαρακτηριστικά αυτών. Στο δεύτερο επι-

¹ Το παρόν κείμενο αποτελεί σχέδιασμα (draft only) σειράς εργασιών που εκπονήθηκαν στο πλαίσιο μεταπτυχιακών σπουδών στο ΕΑΠ για την ενότητα ΕΚΠ63.

χειρείται η μεθοδολογική προσέγγιση και η ανάδειξη των γενικών χαρακτηριστικών των επιλεχθεισών αντιλήψεων, ενώ στο τρίτο παρουσιάζεται μια διδακτική πρόταση που λειτουργεί «μαζί και ενάντια» στις αντιλήψεις (Κουλαϊδής & Χατζηνικήτα, 2001) με στόχο την αναδόμησή τους, ενώ παρατίθενται ορισμένοι περιορισμοί και οι συνθήκες πλήρωσης των τιθέμενων από τους Hewson & Hewson προϋποθέσεων. Τα τέταρτο κεφάλαιο ολοκληρώνει την εργασία με την παράθεση των συμπερασμάτων αυτής.

1 Θεωρητική πλαισίωση

1.1 Στρατηγικές αντιμετώπισης των αντιλήψεων των μαθητών

Η πρακτικο-βιωματική γνώση οδηγεί στην ανάπτυξη αντιλήψεων για τη λειτουργία του φυσικού κόσμου, προτού οι μαθητές ενταχθούν στο σχολικό πλαίσιο (Driver et al., 2000). Η αντιμετώπιση των αντιλήψεων κατά τη διδασκαλία των Φ.Ε. υιοθετεί αδρομερώς δυο θέσεις (Κουλαϊδής & Χατζηνικήτα, 2001):

- i. Την *αγνόηση ή την αποφυγή* τους με το αιτιολογικό πως είναι πολύπλοκες και συνιστούν δυσλειτουργικά στοιχεία της διαδικασίας μάθησης.
- ii. Τη *γνώση και την αξιοποίησή* τους στη διδακτική διαδικασία, λειτουργώντας:
 - a. «*μαζί*» με τις αντιλήψεις, αναγνωρίζοντας τη συνέχεια πρακτικο-βιωματικής και σχολικής γνώσης.
 - b. «*ενάντια*» σε αυτές, επιδιώκοντας την εξάλειψη/περιορισμό τους καθώς αντίκεινται στην επιστημονική εκδοχή της γνώσης.
 - c. «*μαζί και ενάντια*» σε αυτές, υπό την έννοια πως συνιστούν στοιχεία στη βάση των οποίων οι μαθητές δομούν την εικόνα της πραγματικότητας, τα οποία πρέπει να ελεγχθούν ως προς τη λειτουργικότητα και την εγκυρότητά τους και ενδεχομένως να αναδομηθούν.

1.2 Γενικά χαρακτηριστικά των αντιλήψεων των μαθητών

Ανεξάρτητα από τα πεδία του φυσικού κόσμου (π.χ. ζωή & διαδικασίες, υλικά & ιδιότητες), οι αντιλήψεις των μαθητών εμφανίζουν κοινά γενικά χαρακτηριστικά, η γνώση των οποίων είναι χρήσιμη, όταν επιχειρείται μέσω διδακτικής παρέμβασης η αναδόμησή τους. Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι τα ακόλουθα (Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001):

- i. Κυριαρχία της σκέψης από τα αντιληπτικά δεδομένα, δηλαδή από τα παρατηρήσιμα στοιχεία που προσφέρουν οι αισθήσεις και υπαγορεύουν οι περιορισμοί των, κατά Piaget, σταδίων νοητικής ανάπτυξης (Παρασκευόπουλος, 1985).
- ii. Περιορισμένη εστίαση στα εξέχοντα-λαμπρά χαρακτηριστικά, με έμφαση στις συνθήκες μεταβολής έναντι των συνθηκών σταθερότητας κάθε κατάστασης.
- iii. Ενεργοποίηση διαφορετικών αντιλήψεων για την ερμηνεία ισοδύναμων καταστάσεων και εξάρτησή τους από τα χαρακτηριστικά του πλαισίου χρήσης, όπως ο τύπος της κατάστασης ή ο βαθμός εξοικείωσης με αυτήν.
- iv. Μη διαχωρισμό των εννοιών, κυρίως λόγω συμφυρμού του περιεχομένου των σημασιών που αποδίδονται σε αυτές στην καθημερινή γλώσσα, έναντι της φυσικο-επιστημονικής χρήσης αυτής.
- v. Γραμμικό-αιτιακό συλλογισμό στη βάση χρονικών ή αιτιακών αλυσίδων γεγονότων που απορρέουν από την περιορισμένη ικανότητα εστίασης και την αδυναμία ολικής θεώρησης της εξεταζόμενης κατάστασης.
- vi. Σταθερότητα των αντιλήψεων και ανθεκτικότητα στην αλλαγή, ακόμα και όταν έχουν αποτελέσει αντικείμενο εξειδικευμένης διδακτικής παρέμβασης.

2 Μεθοδολογική προσέγγιση

Η προσέγγιση είναι εποικοδομητική, μαθητοκεντρικά προσανατολισμένη, υιοθετώντας τη στρατηγική «μαζί και ενάντια» στις αντιλήψεις. Τα εργαλεία που θα αξιοποιηθούν είναι ερωτήσεις, λύση προβλημάτων, γνωστική σύγκρουση και λογισμικό προσομοίωσης (Driver et al., 2000). Η παρέμβαση θα γίνει σε ατομικό και ομαδικό επίπεδο, επιδιώκοντας την κατευθυνόμενη ανακάλυψη μέσω δραστηριοτήτων σε Φύλλα Εργασίας (Φ.Ε.) και διαδικασιών ερωταποκρίσεων και εκτέλεσης πειραμάτων. Η παρέμβαση αφορά μαθητές Ε τάξης δημοτικού που για πρώτη φορά διδάσκονται αναλυτικά την έννοια του ηλεκτρισμού και ειδικότερα τις ενότητες για το ηλεκτρικό κύ-

κλωμα και τις ηλεκτρικές πηγές (Υπουργείο Εθνικής Παιδείας & Θρησκευμάτων, 2003).

2.1 Αντίληψη Α: Η μπαταρία ως μονοπολικός δότης ηλεκτρισμού

Οι μαθητές αντιμετωπίζουν συχνά τη μπαταρία ως «ένα μονοπολικό “δότη” ηλεκτρισμού» (Driver et al., 2000, σ. 226). Στην αντίληψη αυτή ενυπάρχουν δύο στοιχεία, η μονοπολική φύση της μπαταρίας και η ιδιότητά της ως «δότη», δηλαδή πηγής ηλεκτρισμού. Το πρώτο στοιχείο συνδέεται άμεσα με το μονοπολικό νοητικό μοντέλο των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα (Driver et al., 2000· Χρηστίδου, 2011), σύμφωνα με το οποίο απαιτείται μόνο ένας αγωγός για τη σύνδεση πηγής- καταναλωτή. Το δεύτερο στοιχείο προκύπτει από τη θεώρηση της μπαταρίας ως δοχείου «που έχει αποθηκευμένο ηλεκτρισμό ή ηλεκτρικό ρεύμα» (Χρηστίδου, 2011, σ. 82).

Ως προς τα γενικά χαρακτηριστικά που ενυπάρχουν στην αντίληψη αυτή διαπιστώνουμε πως είναι ανθεκτική στην αλλαγή, καθώς παρατηρείται ακόμη και σε μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης όπου έχει προηγηθεί εξειδικευμένη διδακτική παρέμβαση (Driver et al., 2000· Χρηστίδου, 2011). Η αντίληψη είναι επίσης λειτουργική και επηρεάζεται από τον αυξημένο βαθμό εξοικείωσης των μαθητών με συσκευές που λειτουργούν με μπαταρίες, που τους οδηγεί συχνά σε ένα γραμμικό συλλογισμό της μορφής *σύνδεση-αποτέλεσμα*, καθώς οι μπαταρίες στις περισσότερες από τις συσκευές που αξιοποιούν οι μαθητές τοποθετούνται σε προκαθορισμένες θέσεις, ενώ συχνά η κατασκευή τους επιτρέπει μόνο τον ορθό τρόπο τοποθέτησης-σύνδεσης με μικροσκοπικούς ακροδέκτες (π.χ. μπαταρίες κινητών τηλεφώνων) που δεν ευνοούν τη διάκριση της διπολικής τους φύσης. Έτσι ο συλλογισμός *σύνδεση της μπαταρίας-λειτουργία της συσκευής* γίνεται αυτόματα, ενισχύοντας τη μονοπολική της ιδιότητα, ιδιαίτερα για τις μπαταρίες κυλινδρικού τύπου όπου οι μαθητές εντοπίζουν εύκολα τον ένα πόλο (+), εξαιτίας της περιορισμένης εστίασης σε αυτόν ως εξέχον χαρακτηριστικό.

2.2 Αντίληψη Β: Η μπαταρία «δίνει» ηλεκτρικό ρεύμα και η λάμπα «παίρνει»

Σε ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα με μπαταρία, καλώδια και λαμπτήρα, εντοπίζεται μεταξύ άλλων η αντίληψη πως το ηλεκτρικό ρεύμα αποθηκεύεται στη μπαταρία και καταναλώνεται από το λαμπτήρα. Αυτή η αντίληψη ερμηνεύεται στη βάση ενός σχήματος «μεταφοράς» (Σκουμιάς, 2012) όπου υπάρχουν δυο παράγοντες, ο *δότης-*

μπαταρία ως ηλεκτρική πηγή και ο δέκτης-λαμπτήρας, ως καταναλωτής. Ανάλογα με το αν οι μαθητές προσπαθούν να ερμηνεύσουν τη λειτουργία του κυκλώματος με κανόνες ποσοτικούς (π.χ. αριθμός μπαταριών ή λαμπτήρων) ή με όρους που περιλαμβάνουν καταστάσεις με διάρκεια και εξέλιξη στο χρόνο (π.χ. διάστημα φωτοβολίας λαμπτήρα), ενεργοποιούνται διαφορετικά μοντέλα ερμηνείας (Χρηστίδου, 2011) που διαφοροποιούνται ως προς τον προσδιορισμό του «ενεργού» παράγοντα. Στο κύκλωμα με μπαταρία και ένα λαμπτήρα ο ενεργός παράγοντας είναι η μπαταρία-δότης, υπό την έννοια πως καθορίζει τη διαμεσολαβούσα οντότητα (ρεύμα) που «μεταβιβάζεται» στο δέκτη. Αυτό το σχήμα βασίζεται στην αντίληψη πως η μπαταρία «δίνει» και ο λαμπτήρας «παίρνει» (σχήμα «ΔΙΝΩ»). Στην περίπτωση σύνδεσης εν σειρά δύο λαμπτήρων και εκτίμησης του χρόνου φωτοβολίας τους οι μαθητές θέτουν ως ενεργό παράγοντα τους λαμπτήρες, υπό την έννοια πως αυτοί καθορίζουν την ποσότητα της διαμεσολαβούσας οντότητας που «αφαιρείται» από το δότη (σχήμα «ΠΑΙΡΝΩ»). Και στις δύο περιπτώσεις όμως οι αντιλήψεις για τη λειτουργία μπαταρίας και λαμπτήρα είναι οι ίδιες, ως δότης και καταναλωτής αντίστοιχα.

Στην αντίληψη αυτή υπάρχουν έννοιες που δε διαχωρίζονται και τις οποίες οι μαθητές αξιοποιούν εναλλακτικά και λανθασμένα, αποδίδοντάς τους ιδιότητες κίνησης, αποθήκευσης ή κατανάλωσης, όπως «ρεύμα», «ηλεκτρισμός», «τάση», «ηλεκτρική ενέργεια» (Driver et al., 2000, σ. 231· Χρηστίδου, 2011, σ. 84). Είναι επίσης ανθεκτική στην αλλαγή, καθώς παρατηρείται ακόμη και σε μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης που έχουν διδαχθεί σύνθετα ηλεκτρικά φαινόμενα (Χρηστίδου, 2011). Τα αντιληπτικά δεδομένα κυριαρχούν επί της σκέψης των παιδιών, καθώς, αν τροποποιηθούν τα στοιχεία του κυκλώματος (π.χ. σύνδεση σε σειρά περισσότερων λαμπτήρων, τοποθέτηση μεγαλύτερης σε μέγεθος μπαταρίας χωρίς να εκτιμηθεί η χωρητικότητα αυτής), οι μαθητές προβλέπουν πως η μπαταρία θα «τελειώσει» γρηγορότερα με τους πολλούς λαμπτήρες ή αργότερα αν είναι μεγαλύτερη σε μέγεθος. Σε αυτήν την αντίληψη εντοπίζεται επίσης περιορισμένη εστίαση των μαθητών επί των εξεχόντων-λαμπρών χαρακτηριστικών της κατάστασης (π.χ. αριθμός λαμπτήρων, μέγεθος μπαταρίας). Τέλος ενσωματώνει χαρακτηριστικά γραμμικού-αιτιακού συλλογισμού, καθώς οι μαθητές θεωρούν πως το κύκλωμα «αποτελεί μια διαδοχή γεγονότων», περιλαμβάνοντας την έννοια της «διαδοχικής ροής» του ηλεκτρισμού που αφήνει τη μπαταρία, ταξιδεύει στα διάφορα μέρη του κυκλώματος και επιστρέφει σε αυτήν (Driver et al., 2000, σ. 228).

3 Σχεδιασμός διαδικασιών γνωστικής σύγκρουσης

Η γνωστική σύγκρουση ως διδακτικό εργαλείο αναφέρεται στη διευθέτηση εκπαιδευτικού υλικού, πειραματικών διατάξεων και δραστηριοτήτων με στόχο τη δημιουργία αντιπαράθεσης μεταξύ των προβλέψεων που οι μαθητές κάνουν στη βάση των προϋπαρχουσών για αυτούς αντιλήψεων και των διαπιστώσεων που προκύπτουν από τα αντιληπτικά δεδομένα των πειραματικών διατάξεων (Ραβανής, 2001). Αποσαφηνίζοντας έτσι τις αντιλήψεις τους, οι μαθητές, μέσω της αντιπαράθεσής τους με τα κυρίαρχα αντιληπτικά δεδομένα, θα οδηγηθούν είτε στην επιβεβαίωσή τους είτε στη γνωστική σύγκρουση που θα οδηγήσει μέσω μιας καθοδηγούμενης ανακαλυπτικής προσέγγισης στη αναδόμηση και την αντικατάσταση των πρότερων εσφαλμένων αντιλήψεων με αυτό που οι ίδιοι ανακάλυψαν και είναι πλησιέστερο προς το σώμα της επιστημονικής γνώσης (Κόκκοτας, 2001).

Η διδακτική παρέμβαση θεμελιώνεται στο διάλογο *πραγματικότητας* (πείραμα με απλά υλικά) και *μοντέλου* (προσομοίωση στο εικονικό εργαστήριο). Προτεραιότητα δίδεται ωστόσο στη διάσταση της πραγματικότητας, καθώς παρά την αναμφισβήτητη σπουδαιότητα των προσομοιώσεων, στην περίπτωση του απλού ηλεκτρικού κύκλωματος και του ρόλο της μπαταρίας έχει επιτευχθεί μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα μέσω πραγματικών πειραμάτων (Κώτσης & Ευαγγέλου, 2010). Οι μαθητές θα εργαστούν σε ομάδες προς επίτευξη τόσο των οφελών των ομαδοσυνεργατικών μοντέλων μάθησης όσο και των διαδικασιών κοινωνικογνωστικής σύγκρουσης. Η διαδικασία θα είναι κατευθυνόμενη μέσω Φ.Ε.

3.1 Ανάδειξη-αναδόμηση των αντιλήψεων ως προς τη μονοπολική φύση της μπαταρίας

1^ο στάδιο-Ανάδειξη ατομικών αντιλήψεων: Οι μαθητές είναι χωρισμένοι σε ομάδες των 3-4 ατόμων. Σε κάθε μαθητή δίνεται το Φ.Ε. Α1, μέσω του οποίου επιδιώκεται η ανάδειξη των αντιλήψεών τους. Με τη Δραστηριότητα 1 επιδιώκεται η ανάδειξη του κυρίαρχου για κάθε μαθητή εννοιολογικού μοντέλου για τον τρόπο σύνδεσης σε απλό ηλεκτρικό κύκλωμα (Driver et al., 2000· Χρηστίδου, 2011). Προσδοκείται πως οι μαθητές θα απεικονίσουν τοπολογικά το κύκλωμα σε όλες τις δυνατές του περιπτώσεις κατά τη σύνδεση μπαταρίας-λαμπτήρα, δηλαδή «μονοπολικό», «μονοπολικό-διπολικό» και «διπολικό». Η ερμηνεία τους για το επιλεγόμενο μοντέλο καταγράφεται στη Δραστηριότητα 2. Με τη Δραστηριότητα 3 επιζητείται η προσοχή των μαθητών στην ύπαρξη των δύο διακριτών ακροδεκτών σε μπαταρία και λαμπτήρα. Για το

λόγο αυτό επιλέχθηκαν εικόνες που τονίζουν την ύπαρξη των ακροδεκτών αυτών, όπως στη μπαταρία των 4,5 V και στο λαμπτήρα τύπου GU10.

2^ο στάδιο-Έλεγχος & σύνθεση αντιλήψεων- κοινωνικογνωστική σύγκρουση: Ακολουθώντας οι μαθητές, στο πλαίσιο της ομάδας, αναζητούν ομοιότητες και διαφορές στις απαντήσεις που έχουν δώσει, επιχειρώντας τη σύνθεση των απόψεών τους και τη δόμηση της απάντησης της ομάδας στο Φ.Ε. Α2. Έτσι επιτυγχάνεται καταρχάς η κοινωνικογνωστική σύγκρουση, καθώς ελέγχουν τις αντιλήψεις τους ως προς τις αντιλήψεις των συμμαθητών τους, οδηγούμενοι πιθανόν στην αλλαγή αυτών (Ραβανής, 2001). Η σύγκρουση είναι ενδοατομική, αφού κάθε μαθητής συνειδητοποιώντας την ενδεχόμενη διαφορετική δική του απάντηση προτρέπεται να την αμφισβητήσει, όσο και κοινωνική στο επίπεδο της κοινωνικής αλληλεπίδρασής του με τους συμμαθητές του (Σκουμιάς, 2012β). Οι απαντήσεις κάθε ομάδας παρουσιάζονται ενώπιον των υπόλοιπων ομάδων της τάξης, γενικεύοντας έτσι τη φάση της κοινωνικογνωστικής σύγκρουσης.

3^ο στάδιο-Πειραματικός έλεγχος: Εδώ παρέχονται σε επίπεδο ομάδας μαθητών τα απαραίτητα υλικά (μπαταρία, λαμπτήρας, καλώδια με ακροδέκτες) για να ελέγξουν την ορθότητα των αντιλήψεών τους. Κατά την εκτέλεση του πειράματος οι μαθητές γίνονται γνωστικά δραστήριοι και ενεργοποιούνται εκ νέου οι διαδικασίες ενδοατομικής και κοινωνικής σύγκρουσης. Δοκιμάζοντας καταρχάς το μοντέλο σύνδεσης που έχουν επιλέξει διαπιστώνουν την ενδεχόμενη διάσταση μεταξύ αναμενόμενου και πειραματικού αποτελέσματος. Η ανακαλυπτική προσέγγιση γίνεται σχεδιασμένα (Φ.Ε. Α3) και οι μαθητές ελέγχουν τις υποθέσεις τους χρησιμοποιώντας τις διαδικασίες της επιστημονικής μεθόδου (Κόκκοτας, 2001).

4^ο στάδιο-Εφαρμογή: Στο στάδιο αυτό επιχειρείται ο συσχετισμός αυτού που έμαθαν οι μαθητές με τις εμπειρίες της καθημερινής ζωής. Ο εκπαιδευτικός παρουσιάζει μπαταρίες διάφορων τύπων στις οποίες οι μαθητές εντοπίζουν τους διακριτούς πόλους (+ & -) και προτείνουν κατάλληλους τύπους σύνδεσης. Χρήσιμη είναι η αξιοποίηση αντικειμένων από την εμπειρία των μαθητών, π.χ. ραδιοκασετοφώνων, φακών, ηλεκτρονικών παιχνιδιών, κινητών τηλεφώνων² κ.λπ., που οι ακροδέκτες τους ποικίλουν στη μορφή. Η σύνδεση νέας γνώσης και προσωπικών εμπειριών οδηγεί τους μαθητές

² Στην περίπτωση μπαταριών όπως στα κινητά τηλέφωνα πρέπει να επισημανθεί εκ των προτέρων στους μαθητές πως υπάρχει και τρίτος (πιθανά και τέταρτος) ακροδέκτης που αφορά διαδικασίες ελέγχου της φόρτισης και της λειτουργίας των μπαταριών και δεν αφορά τη λειτουργία του κυκλώματος.

να εκτιμήσουν την αξία της γνώσης και τις δεξιότητες που απέκτησαν (Κόκκοτας, 2001). Η εφαρμογή και η επέκταση της γνώσης επιτυγχάνεται με το Φ.Ε. Α4 που ζητά το σχεδιασμό ορθής συνδεσμολογίας μπαταρίας-λαμπτήρα σε διάφορους τύπους αυτών.

3.2 Ανάδειξη-αναδόμηση των αντιλήψεων ως προς το ρόλο μπαταρίας-δότη και λαμπτήρα-καταναλωτή

Στο σχολικό εγχειρίδιο η μπαταρία προσδιορίζεται ως «πηγή» που «αναγκάζει τα ηλεκτρόνια να κινούνται» ("Φυσικά" Ε' Δημοτικού: Ερευνώ και ανακαλύπτω- Βιβλίο μαθητή, χ.χ. σ. 59). Η αξιοποίηση του όρου «πηγή» δημιουργεί συνάψεις με την έννοια της δημιουργίας ή της προέλευσης, ωσάν το ηλεκτρικό ρεύμα να δημιουργείται ή να πηγάζει από τη μπαταρία, οδηγώντας έτσι σε αντιλήψεις της μορφής ότι η μπαταρία είναι «δότης ηλεκτρισμού» (Χρησιτίδου, 2011, σ. 82). Σε αυτό συμβάλλει η καθημερινή χρήση της γλώσσας με εκφράσεις όπως «η μπαταρία άδειασε» ή η πολύ συνηθισμένη διαδικασία φόρτισης επαναφορτιζόμενων μπαταριών που ενισχύει την αντίληψη της μπαταρίας-δοχείου, που όταν «αδειάσει» τη συνδέουμε στο φορτιστή για «να γεμίσει» ξανά. Είναι επίσης συχνή η αντίληψη πως το ρεύμα «καταναλώνεται» καθώς τα ηλεκτρικά φορτία «χρησιμοποιούνται» από τους λαμπτήρες. Αυτά παγιώνουν την εσφαλμένη αντίληψη του *λαμπτήρα-καταναλωτή* και της *μπαταρίας- αποθήκης* ηλεκτρικού ρεύματος.

Στη βάση αυτών των αντιλήψεων, αν συνδεθούν σε μια μπαταρία περισσότεροι λαμπτήρες η διάρκεια φωτοβολίας τους θα μειωθεί, καθώς όσο περισσότεροι είναι οι «καταναλωτές» τόσο μεγαλύτερη είναι και η δράση, με αποτέλεσμα να «αδειάσει» γρηγορότερα η μπαταρία. Προκειμένου να προκληθεί γνωστική σύγκρουση υιοθετούμε την ίδια ακολουθία σταδίων που αξιοποιήσαμε και στην αντίληψη της μονοπολικότητας της μπαταρίας με το ίδιο μοντέλο οργάνωσης της τάξης.

1^ο στάδιο-Ανάδειξη ατομικών αντιλήψεων: Σε κάθε μαθητή δίνεται το Φ.Ε. Β1, μέσω του οποίου επιδιώκεται η ανάδειξη των αντιλήψεών του. Με τη Δραστηριότητα 1 επιδιώκεται η πρόβλεψη της διάρκειας φωτοβολίας των λαμπτήρων σε κάθε περίπτωση. Καθώς η αντίληψη των μαθητών κυριαρχείται από το σχήμα *λαμπτήρα-καταναλωτή* και *μπαταρίας- αποθήκης* προσδοκείται πως στις απαντήσεις τους θα δώσουν μικρότερο χρόνο φωτοβολίας στην περίπτωση της μπαταρίας 2, αφού το φορτίο της «αποθήκης» θα μοιραστεί σε δύο «καταναλωτές», άρα θα «εξαντληθεί»

γρηγορότερα. Με τη Δραστηριότητα 2 επιδιώκεται η αποσαφήνιση της αντίληψης των μαθητών για το ρόλο μπαταρίας και λαμπτήρα.

Εφόσον στην αντίληψη των μαθητών είναι κυρίαρχο το σχήμα *λαμπτήρα-καταναλωτή* και *μπαταρίας- αποθήκης*, η απάντηση στο πρώτο ερώτημα της Δραστηριότητας 3 προσδοκείται πως θα είναι ότι στην περίπτωση της μπαταρίας Α θα φωτοβολήσει ο λαμπτήρας, ενώ στην περίπτωση της μπαταρίας Β δε θα συμβεί τίποτα. Είναι ενδεχόμενο ένας μικρός αριθμός μαθητών στη δεύτερη περίπτωση να αναφέρει πως η μπαταρία θα χαλάσει λόγω βραχυκυκλώματος (Κουμαράς, 2000). Με το δεύτερο ερώτημα της δραστηριότητας αυτής ζητείται η πρόβλεψη των μαθητών για το ποια μπαταρία θα «τελειώσει» γρηγορότερα. Η συνηθισμένη πρόβλεψη των μαθητών είναι πως η μπαταρία Β θα τελειώσει αργότερα ή δεν θα τελειώσει ποτέ. Η πρόβλεψη αυτή βασίζεται στην κυρίαρχη αντίληψη του σχήματος *λαμπτήρα-καταναλωτή* και *μπαταρίας- αποθήκης*, οπότε αφού απουσιάζει ο παράγοντας *καταναλωτής* δεν υφίσταται δράση, άρα η μπαταρία δε θα «δώσει» ηλεκτρισμό, συνεπώς η «αποθήκη» δε θα «αδειάσει».

2^ο στάδιο-Έλεγχος & σύνθεση αντιλήψεων- κοινωνικογνωστική σύγκρουση: Το στάδιο αυτό περιλαμβάνει την εκτέλεση των ίδιων δραστηριοτήτων σε επίπεδο ομάδας. Οι στόχοι και οι διαδικασίες είναι οι ίδιες που περιγράφονται και στο αντίστοιχο στάδιο της αντίληψης για τη μονοπολικότητα της μπαταρίας. Οι μαθητές εργάζονται στο Φ.Ε. Β2.

3^ο στάδιο-Πειραματικός έλεγχος: Εδώ παρέχονται σε επίπεδο ομάδας τα απαραίτητα υλικά (μπαταρίες, λαμπτήρας, καλώδια με ακροδέκτες) για να ελέγξουν την ορθότητα των αντιλήψεών τους. Επιθυμητό είναι οι μπαταρίες να είναι καινούριες στη συσκευασία τους, ώστε να μη δημιουργηθούν αμφιβολίες στους μαθητές για το αν η μια εξ αυτών είναι περισσότερο «γεμάτη» από την άλλη. Κατά την εκτέλεση του πειράματος ισχύουν οι ίδιες επισημάνσεις για το αντίστοιχο στάδιο της προηγούμενης αντίληψης.

Η εκτέλεση του πειράματος οδηγεί τους μαθητές σε γνωστική σύγκρουση, καθώς δεν μπορούν να ερμηνεύσουν στη βάση των υπαρχουσών αντιλήψεων τη μειωμένη φωτοβολία ή την πλήρη απουσία της στην περίπτωση της δεύτερης μπαταρίας της πειραματικής διάταξης της Δραστηριότητας 2. Εφόσον στην αντίληψη των μαθητών ο λαμπτήρας είναι «καταναλωτής», η απουσία του στην περίπτωση της δεύτερης

μπαταρίας δεν πρέπει να επιφέρει καμιά αλλαγή στον «ηλεκτρισμό» που αυτή «περιέχει». Με τη Δραστηριότητα 3 οι μαθητές συγκρίνουν το αναμενόμενο και το πειραματικό αποτέλεσμα, διαπιστώνοντας την απόκλισή τους. Ο εκπαιδευτικός καθοδηγεί με ερωτήσεις τους μαθητές να προσδιορίσουν και να επαναπροσδιορίσουν το σχήμα *λαμπτήρας-καταναλωτής* και *μπαταρία- αποθήκη*. Ζητείται από τους μαθητές να αναλογιστούν την προτεραιότητα αντίληψη, τι ήταν αυτό που τους οδηγούσε στην πρόβλεψη πως η μπαταρία Α θα «τελείωνε» γρηγορότερα και τι ήταν αυτό που τους βοήθησε να καταλάβουν την ορθή απάντηση.

4^ο στάδιο-Εφαρμογή, επέκταση: Με το Φ.Ε. Β4 επιχειρείται η εφαρμογή-επέκταση της υπό διαμόρφωση νέας αντίληψης σε ένα νέο πρόβλημα υπό μορφή πειραματικής διάταξης. Η φωτοβολία των λαμπτήρων σε κάθε περίπτωση λειτουργεί για τους μαθητές ως ένδειξη του ρεύματος που ρέει στο κύκλωμα, καθώς δεν αξιοποιούνται όργανα μέτρησης ή μαθηματικοί τύποι. Στο σημείο αυτό εισάγεται από τον εκπαιδευτικό η έννοια της αντίστασης και ο ρόλος του λαμπτήρα ως *αντίσταση* και όχι ως *καταναλωτή*. Επίσης γίνεται αναφορά στην έννοια της έντασης του ρεύματος η οποία για τους μαθητές οπτικοποιείται από το μέτρο της φωτοβολίας του λαμπτήρα. Έτσι επιτυγχάνεται σύνδεση «καταναλισκόμενης» ενέργειας και αντίστασης κυκλώματος, αφού όσο μεγαλύτερη είναι η αντίσταση (δύο λαμπτήρες σε σειρά) τόσο μικρότερη είναι η ένταση (φωτοβολία λαμπτήρων), άρα μικρότερη αναμένεται και η «κατανάλωση» ρεύματος στο κύκλωμα.

3.2.1 Περιορισμοί της παρέμβασης

Η αξιοποίηση πραγματικού πειράματος επιτρέπει την άμεση εμπλοκή των μαθητών με τα υλικά του ηλεκτρικού κυκλώματος και εξασφαλίζει την αρχή της εποπτείας, ωστόσο απαιτείται χρόνος για την παρατήρηση του φαινομένου και των αποτελεσμάτων του, ενώ αυξάνει και το κόστος υλοποίησης των δραστηριοτήτων. Για το λόγο αυτό στη φάση της εφαρμογής μπορεί να αξιοποιηθεί συμπληρωματικά ένα εικονικό εργαστηριακό περιβάλλον, μέσω του λογισμικού προσομοίωσης Phet που διαθέτει κατάλληλη προσομοίωση για τη λειτουργία των απλών ηλεκτρικών κυκλωμάτων.³ Το εικονικό περιβάλλον επιτρέπει τη γρήγορη χρονική προβολή του φαινομένου της εξάντλησης της μπαταρίας καθώς και τη διερεύνηση και άλλων δυνατών τρόπος σύνδεσης των λαμπτήρων (π.χ. παράλληλα) και των αποτελεσμάτων που προκύπτουν κάθε φορά.

³ <https://phet.colorado.edu/el/simulation/circuit-construction-kit-dc>

3.3 Προϋποθέσεις αναγνώρισης γνωστικών συγκρούσεων

Για τους Hewson & Hewson (1984), προκειμένου να επιτευχθεί εννοιολογική αλλαγή μέσω της γνωστικής σύγκρουσης απαιτείται οι μαθητές να κατανοούν πλήρως τις δυο διακριτές αντιλήψεις. Οι πρότερες αντιλήψεις είναι εύλογα κατανοητές από τους μαθητές, αφού εδράζονται σε νοητικά σχήματα που επί μακρόν συνιστούν για αυτούς τον τρόπο αποκωδικοποίησης και ερμηνείας της πραγματικότητας. Η εκτέλεση των πειραματικών διατάξεων δημιουργεί νέα δεδομένα για αυτούς, καθώς αδυνατούν αφενός να θέσουν σε λειτουργία το κύκλωμα, στηριζόμενοι στη μονοπολικότητα της μπαταρίας, αφετέρου αδυνατούν να ερμηνεύσουν γιατί η μπαταρία «αδειάζει» χωρίς να υπάρχει «καταναλωτής» ή γιατί όταν αυξάνονται οι «καταναλωτές» η διάρκειά της δεν περιορίζεται.

Υπό την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού, και αφού διέλθουν τις διαδικασίες ενδοατομικής και κοινωνικογνωστικής σύγκρουσης, οι μαθητές αναμένεται να αναγνωρίσουν την αδυναμία των πρότερων αντιλήψεων να ερμηνεύσουν τα εμπειρικά δεδομένα, τα οποία άλλωστε είναι κυρίαρχα και αδιαμφισβήτητα με βάση το στάδιο της γνωστικής τους ανάπτυξης. Ευρισκόμενοι στην περίοδο των «λογικών νοητικών πράξεων» (Παρασκευόπουλος, 1985, σ. 42) οι μαθητές αυτής της ηλικίας έχουν συγκροτήσει στη σκέψη τους τις αναγκαίες γνωστικές παραμέτρους που επιτρέπουν την εσωτερίκευση και την πνευματική αναπαράσταση των εξωτερικών δράσεων, δηλαδή των αποτελεσμάτων των πειραματικών διατάξεων. Το νέο πλαίσιο ερμηνείας αρχικά μπορεί να οδηγήσει σε μια «διαμερισματοποίηση» (compartmentalization) (Hewson & Hewson, 1984, σ. 8) της γνώσης τους, ωστόσο αυτό θα είναι απλώς το ενδιάμεσο στάδιο μέχρι να δομήσουν μια νέα «εννοιολογική οικολογία» (conceptual ecology) με εσωτερική συνοχή και συνέπεια, όπου η επιλογή της μιας αντίληψης θα οδηγεί εύλογα στην απόρριψη της άλλης. Η εφαρμογή και η επέκταση των δραστηριοτήτων που προτείνονται με άμεση σύνδεση με εμπειρίες της καθημερινής ζωής εκτιμάται πως θα συντελέσει στην ενδυνάμωση και την παγίωση της νέας γνώσης.

4 Συμπεράσματα

Οι εποικοδομητικές παρεμβάσεις στη διδακτική των Φ.Ε. αξιοποιούν τις ιδέες των μαθητών, επιδιώκοντας την αναδόμησή τους, ώστε να καταστούν εγκυρότερες και εγγύτερες στην επιστημονική εκδοχή της γνώσης. Στο γνωστικό πεδίο του ηλεκτρισμού οι συγκεκριμένες αντιλήψεις διαπιστώσαμε πως εμφανίζουν αρκετά από τα γενικά χαρακτηριστικά των αντιλήψεων των μαθητών. Και οι δυο αντιλήψεις εμφανί-

ζουν ανθεκτικότητα στην αλλαγή, ενώ η *μονοπολική* φύση της μπαταρίας διακρίνεται για τη λειτουργικότητα και την επιρροή από το βαθμό εξοικείωσης καθώς και την περιορισμένη εστίαση, ενώ στο σχήμα *μπαταρίας-δοχείου* και *λαμπτήρα-καταναλωτή* υπάρχει σύγχυση εννοιών που δε διαχωρίζονται, κυριαρχία αντιληπτικών δεδομένων, περιορισμένη εστίαση και γραμμικός-αιτιακός συλλογισμός.

Οι προτεινόμενες διαδικασίες γνωστικής σύγκρουσης αξιοποίησαν διδακτικά εργαλεία και μέσα, σύμφωνα με το ΑΠ σπουδών και τα γνωστικά χαρακτηριστικά των μαθητών. Μέσω εκτέλεσης πειραματικών διατάξεων και μια ακολουθίας σταδίων διδακτικής παρέμβασης εποικοδομητικού τύπου, επιδιώχθηκε η εννοιολογική αλλαγή και η αναδόμηση των αντιλήψεων των μαθητών υπό το πλαίσιο των προϋποθέσεων που θέτουν οι Hewson & Hewson (1984). Στο επίπεδο της θεωρητικής τεκμηρίωσης των προτεινόμενων δραστηριοτήτων θεωρούμε πως υπήρξε καταλληλότητα σχεδιασμού και επάρκεια μέσων και διαδικασιών για την επίτευξη των στόχων μας. Η κυρίαρχη στόχευση για αναδόμηση των αντιλήψεων θεωρητικά επιτεύχθηκε, ωστόσο το αποτέλεσμα αυτό μπορεί να κριθεί οριστικά μόνο μετά από την επιτυχή του αξιοποίηση σε ποικιλία πλαισίων χρήσης και κυρίως στο εύρος του χρόνου, καθώς κοινός και κυρίαρχος τόπος των συγκεκριμένων αντιλήψεων είναι η αντίστασή τους στην αλλαγή.

Παράρτημα

Φύλλο Εργασίας Α1

Δραστηριότητα 1: Η παρακάτω εικόνα απεικονίζει μια μπαταρία και ένα λαμπτήρα. Σύνδεσε τη μπαταρία με το λαμπτήρα, σχεδιάζοντας με το μολύβι σου τον αγωγό (καλώδιο) ή τους αγωγούς (καλώδια) που χρειάζεται, έτσι ώστε ο λαμπτήρας να ανάψει.



Δραστηριότητα 2: Αιτιολόγησε την απάντησή σου. Γιατί ανάβει ο λαμπτήρας;

Δραστηριότητα 3: Πρόσεξε τους ακροδέκτες της μπαταρίας και του λαμπτήρα. Τι παρατηρείς;

Φύλλο Εργασίας Α2

Δραστηριότητα 1: Η παρακάτω εικόνα απεικονίζει μια μπαταρία και ένα λαμπτήρα. Συνδέστε τη μπαταρία με το λαμπτήρα, σχεδιάζοντας με το μολύβι σας τον αγωγό (καλώδιο) ή τους αγωγούς (καλώδια) που χρειάζεται, έτσι ώστε ο λαμπτήρας να ανάψει.



Δραστηριότητα 2: Αιτιολογήστε την απάντησή σας. Γιατί ανάβει ο λαμπτήρας;

Δραστηριότητα 3: Προσέξτε τους ακροδέκτες της μπαταρίας και του λαμπτήρα. Τι παρατηρείτε;

Φύλλο Εργασίας Α3

Χρησιμοποιώντας κατάλληλα τα υλικά που διατίθενται (μπαταρία, λαμπτήρας, καλώδια με ακροδέκτες) επιχειρήστε μια συνδεσμολογία αντίστοιχη με το σχέδιο που πρότεινε η ομάδα σας στο Φ.Ε.2, έτσι ώστε να ανάψει ο λαμπτήρας. Προτού προχωρήσετε στο πείραμα, σχεδιάστε την έρευνά σας, απαντώντας στις ακόλουθες ερωτήσεις;

1. Τι θέλετε να ερευνήσετε; _____

2. Τι θα κάνετε για να το ερευνήσετε; _____

Στη συνέχεια εκτελέστε τη συνδεσμολογία που έχει προτείνει η ομάδα σας. Το αποτέλεσμα του πειράματος επιβεβαίωσε αυτό που περιμένατε; Συμπληρώστε όποια από τις παρακάτω προτάσεις ταιριάζει στη περίπτωσή σας:

Ναι, ο λαμπτήρας άναψε, γιατί _____

Όχι, ο λαμπτήρας δεν άναψε, γιατί _____

Στην περίπτωση που ο λαμπτήρας δεν άναψε, δοκιμάστε διαφορετικούς τρόπους σύνδεσης, έτσι ώστε να ανάψει.

Ποια είναι η σωστή συνδεσμολογία για να ανάψει ο λαμπτήρας; _____

Στο παρακάτω διάγραμμα σχεδιάστε την ορθή συνδεσμολογία του κυκλώματος με την οποία πετύχατε να ανάψει ο λαμπτήρας.



Φύλλο Εργασίας Α4

Οι παρακάτω εικόνες απεικονίζουν ζεύγη μπαταρίας-λαμπτήρα διάφορων τύπων. Εφαρμόζοντας αυτά που μάθατε για τη διπολική φύση της μπαταρίας και του λαμπτήρα, συνδέστε κάθε μπαταρία με τον πλησιέστερο λαμπτήρα, σχεδιάζοντας με το μολύβι σας τους αγωγούς (καλώδια) που χρειάζεται, έτσι ώστε ο λαμπτήρας να ανάψει.



Φύλλο Εργασίας Β1

Σε όλα τα παρακάτω ηλεκτρικά κυκλώματα οι μπαταρίες είναι ακριβώς ίδιες όπως και οι λαμπτήρες.

Δραστηριότητα 1: Σε ποια περίπτωση από τις παρακάτω θεωρείς πως θα σταματήσει νωρίτερα η φωτοβολία του λαμπτήρα (ή των λαμπτήρων); Στην περίπτωση της μπαταρίας 1 ή στην περίπτωση της μπαταρίας 2;



Αιτιολόγησε την απάντησή σου, συμπληρώνοντας την ακόλουθη πρόταση:

Θα σταματήσει νωρίτερα η φωτοβολία τ _____ λαμπτήρ _____ στην περίπτωση της μπαταρίας _____, γιατί _____

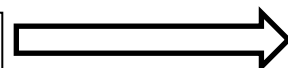
Δραστηριότητα 2: Ποιος είναι ο ρόλος (τι κάνει) του καθενός από τα ακόλουθα στοιχεία του κυκλώματος; Συμπλήρωσε τις ακόλουθες προτάσεις:

Η μπαταρία _____

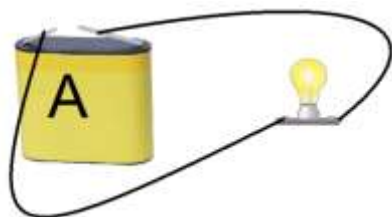
Ο λαμπτήρας _____

Οι αγωγοί (καλώδια) _____

Συνέχεια στην πίσω σελίδα



Δραστηριότητα 3: Συνδέσαμε τις μπαταρίες Α και Β κατά τον παρακάτω τρόπο. Τι νομίζεις πως θα συμβεί σε κάθε περίπτωση; Σημείωσε την απάντησή σου:



Στην περίπτωση της μπαταρίας Α θα _____

Στην περίπτωση της μπαταρίας Β θα _____

Σε ποια περίπτωση από τις παρακάτω περιπτώσεις πιστεύεις πως θα «τελειώσει» νωρίτερα η μπαταρία; Αιτιολόγησε την απάντησή σου, συμπληρώνοντας την ακόλουθη πρόταση:

Θα «τελειώσει» νωρίτερα η μπαταρία _____, γιατί _____

Φύλλο Εργασίας Β2

Σε όλα τα παρακάτω ηλεκτρικά κυκλώματα οι μπαταρίες είναι ακριβώς ίδιες όπως και οι λαμπτήρες.

Δραστηριότητα 1: Σε ποια περίπτωση από τις παρακάτω θεωρείς πως θα σταματήσει νωρίτερα η φωτοβολία του λαμπτήρα (ή των λαμπτήρων); Στην περίπτωση της μπαταρίας 1 ή στην περίπτωση της μπαταρίας 2;



Αιτιολογήστε την απάντηση της ομάδας σας, συμπληρώνοντας την ακόλουθη πρόταση:

Θα σταματήσει νωρίτερα η φωτοβολία τ _____ λαμπτήρ _____ στην περίπτωση της μπαταρίας _____, γιατί _____

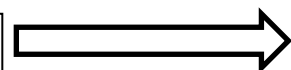
Δραστηριότητα 2: Ποιος είναι ο ρόλος (τι κάνει) του καθενός από τα ακόλουθα στοιχεία του κυκλώματος; Συμπληρώστε τις ακόλουθες προτάσεις:

Η μπαταρία _____

Ο λαμπτήρας _____

Οι αγωγοί (καλώδια) _____

Συνέχεια στην πίσω σελίδα



Δραστηριότητα 3: Συνδέσαμε τις μπαταρίες Α και Β κατά τον παρακάτω τρόπο. Τι νομίζετε πως θα συμβεί σε κάθε περίπτωση; Σημείωσε την απάντηση της ομάδας σας:



Στην περίπτωση της μπαταρίας Α θα _____

Στην περίπτωση της μπαταρίας Β θα _____

Σε ποια περίπτωση από τις παρακάτω περιπτώσεις πιστεύετε πως θα «τελειώσει» νωρίτερα η μπαταρία; Αιτιολογήστε την απάντηση της ομάδας σας, συμπληρώνοντας την ακόλουθη πρόταση:

Θα «τελειώσει» νωρίτερα η μπαταρία _____, γιατί _____

Φύλλο Εργασίας Β3

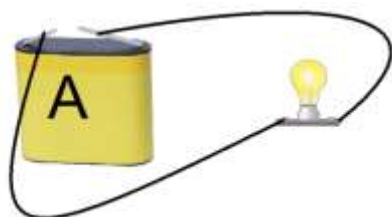
Οι μπαταρίες που σας δίδονται είναι ακριβώς ίδιες.

Δραστηριότητα 1:

- Αποσυνεχάστε τις μπαταρίες.
- Συνδέστε το λαμπτήρα με την πρώτη μπαταρία (οποιαδήποτε από τις δύο). Τι παρατηρείτε; _____
- Αποσυνδέστε το λαμπτήρα από την πρώτη μπαταρία και συνδέστε τον με την άλλη. Τι παρατηρείτε; _____
- Συγκρίνετε τη φωτοβολία των λαμπτήρων κατά τη σύνδεσή τους με κάθε μπαταρία. Επιλέξτε τη σωστή από τις παρακάτω προτάσεις και αιτιολογήστε την απάντησή σας, συμπληρώνοντας την πρόταση
 - Ο λαμπτήρας φωτοβολούσε περισσότερο όταν συνδέθηκε στην πρώτη μπαταρία, γιατί _____
 - Ο λαμπτήρας φωτοβολούσε περισσότερο όταν συνδέθηκε στη δεύτερη μπαταρία, γιατί _____
 - Ο λαμπτήρας φωτοβολούσε το ίδιο και στις δυο περιπτώσεις, γιατί _____

Δραστηριότητα 2:

- Συνδέστε τη μια από τις μπαταρίες με το λαμπτήρα (μπαταρία Α) και στην άλλη συνδέστε τους δυο της πόλους όπως στην παρακάτω εικόνα (μπαταρία Β).



- Αφήστε τις μπαταρίες συνδεδεμένες για χρόνο 20 λεπτών.
- Αφού περάσουν τα 20 λεπτά, παρατηρήστε τη φωτοβολία του λαμπτήρα στην πρώτη μπαταρία.
- Αποσυνδέστε το καλώδιο που ενώνει τους πόλους της δεύτερης μπαταρίας.
- Αποσυνδέστε το λαμπτήρα από την πρώτη μπαταρία και συνδέστε τον στη δεύτερη.

- Παρατηρήστε τη φωτοβολία του λαμπτήρα. Συγκρίνετέ την με τη φωτοβολία που είχε ο λαμπτήρας όταν ήταν συνδεδεμένος στην πρώτη μπαταρία.
- Τι παρατηρείτε; _____

- Ποια μπαταρία «τέλειωσε» ή «θα τελειώσει» γρηγορότερα; Σημειώστε την απάντησή σας: _____

Δραστηριότητα 3:

Συγκρίνετε την απάντηση που σημειώσατε στην προηγούμενη ερώτηση με την απάντηση που είχε δώσει η ομάδα σας στη Δραστηριότητα 3 του Φ.Ε. Β2.

- Αυτό που διαπιστώσατε από το πείραμα είναι το ίδιο με αυτό που είχατε προβλέψει στη Δραστηριότητα 3 του Φ.Ε Β2; _____
- Γιατί πιστεύετε πως συνέβη αυτό; _____

Φύλλο Εργασίας Β4

Δραστηριότητα 1:

- Αποσυσκευάστε άλλες δύο μπαταρίες.
- Συνδέστε στην πρώτη μπαταρία ένα λαμπτήρα και στη δεύτερη μπαταρία δύο λαμπτήρες, σύμφωνα με την παρακάτω εικόνα.



- Τι παρατηρείτε ως προς τη φωτοβολία των λαμπτήρων; _____

- Αφήστε τις μπαταρίες συνδεδεμένες για χρόνο 30 λεπτών. Τι παρατηρείτε ως προς τη φωτοβολία των λαμπτήρων σε κάθε περίπτωση; _____

Βιβλιογραφικές αναφορές

- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (2000). *Οικο-δομώντας τις έννοιες των φυσικών επιστημών: Μια παγκόσμια σύνοψη των ιδεών των μαθητών*. (Π. Κόκκοτας, Επιμ., & Μ. Χατζή, Μεταφρ.) Αθήνα: Τυπωθήτω-Γιώργος Δαρδανός.
- Hewson, P. W., & Hewson, M. G. (1984). The role of conceptual conflict in conceptual change and the design of science instruction. *Instructional Science*, 13(1), 1-13.
- Κόκκοτας, Π. (2001). *Διδακτική των φυσικών επιστημών*. Αθήνα : Γρηγόρη.
- Κουλαϊδής, Β., & Χατζηνικήτα, Β. (2001). Στρατηγικές αντιμετώπισης των αντιλήψεων των μαθητών. Στο Κ. Δημόπουλος, & Β. Χατζηνικήτα (Επιμ.), *Διδακτική των φυσικών επιστημών* (Τόμ. Α, σσ. 75-98). Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.
- Κουμαράς, Π. (2000). *Πειράματα φυσικών επιστημών με υλικά καθημερινής χρήσης*. Αθήνα: Οργανισμός Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων.
- Κώτσης, Κ., & Ευαγγέλου, Φ. (2010). Μαθησιακά αποτελέσματα μετά την εκτέλεση πραγματικών και εικονικών πειραμάτων Φυσικής σε μαθητές Πέμπτης και Έκτης δημοτικού σχετικά με την έννοια του απλού ηλεκτρικού κυκλώματος. *Θέματα επιστημών και τεχνολογίας στην εκπαίδευση*, 3(3), 141-158.
- Παρασκευόπουλος, Ι. (1985). *Εξελικτική ψυχολογία* (Τόμ. Γ). Αθήνα: Αυτοέκδοση.
- Ραβανής, Κ. (2001). Η γνωστική σύγκρουση ως διδακτικό εργαλείο. Στο Κ. Δημόπουλος, & Β. Χατζηνικήτα (Επιμ.), *Διδακτική των φυσικών επιστημών* (Τόμ. Α, σσ. 253-278). Πάτρα;: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.
- Σκουμιός, Μ. (2012). *Σημειώσεις για το μάθημα: Αντιλήψεις των μαθητών για έννοιες των Φυσικών Επιστημών και διδακτική τους αντιμετώπιση*. Ανάκτηση 18 Φεβρουαρίου 2016, από Πανεπιστήμιο Αιγαίου- ΠΤΔΕ- Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών: <http://www.rhodes.aegean.gr/ptde/labs/lab-fe/downloads/antilipseis/ANTILIPSEIS-SHMEIWSEIS-KEFALAIA-8-9.pdf>
- Σκουμιός, Μ. (2012β). *Εφαρμοσμένη διδακτική των φυσικών επιστημών*. Ανάκτηση 2 Νοεμβρίου 2015, από Πανεπιστήμιο Αιγαίου- ΠΤΔΕ- Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών: http://www.rhodes.aegean.gr/ptde/labs/lab-fe/downloads/tepaes/SHMEIWSEIS_TEPAES_EDFE_B_FASH.pdf.
- Υπουργείο Εθνικής Παιδείας & Θρησκευμάτων. (2003). *ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ Δημοτικού-Γυμνασίου*. ΦΕΚ 304 τ.Β/2003.
- "Φυσικά" Ε' Δημοτικού: *Ερευνώ και ανακαλύπτω- Βιβλίο μαθητή*. (χ.χ). Αθήνα: Οργανισμός Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων.
- Χατζηνικήτα, Β., & Χρηστίδου, Β. (2001). Πρακτικο-βιωματική γνώση των μαθητών: Γενικά χαρακτηριστικά. Στο Κ. Δημόπουλος, & Β. Χατζηνικήτα (Επιμ.), *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών* (Τόμ. Α, σσ. 153-188). Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.
- Χρηστίδου, Β. (2011). Αντιλήψεις των μαθητών για έννοιες του ηλεκτρισμού. Στο Κ. Δημόπουλος, & Β. Χατζηνικήτα (Επιμ.), *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών* (Τόμ. Α, σσ. 79-103). Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.