

Εκπαίδευση Επιμορφωτών Β' επιπέδου Τ.Π.Ε.

Συστάδα 9: Εκπαιδευτικοί Μηχανικοί

Εκπαιδευτικό Σενάριο

Το απλό ηλεκτρικό κύκλωμα

Έκδοση 1η

Σεπτέμβριος 2018

Πράξη:

ΕΠΙΜΟΡΦΩΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΡΑΞΗ (ΕΠΙΜΟΡΦΩΣΗ Β' ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΤΠΕ)

Φορείς Υλοποίησης:

Δικαιούχος φορέας:



Συμπράττων φορέας:



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ



Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Περιεχόμενα

A: ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ	3
1.1 Γνωστικό αντικείμενο	3
1.2 Τάξη στην οποία απευθύνεται	3
1.3 Διάρκεια Εφαρμογής Σεναρίου	4
B. ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	4
1.4 Διδακτικοί στόχοι ή αναμενόμενα αποτελέσματα	4
1.5 Ενορχήστρωση της τάξης	4
1.6 Τεκμηρίωση του σεναρίου	4
1.7 Υλικοτεχνική υποδομή	10
Γ. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ	11
1.8 Πορεία διδασκαλίας	11
1.9 Πρόσθετα στοιχεία	13
Δ. Φύλλα Εργασίας	15
1.10 Φύλλο εργασίας 1	15

Το απλό ηλεκτρικό κύκλωμα

Δημιουργός: Παναγιώτου Δήμητρα

Κριτική ανάγνωση: Σοφία Νικητοπούλου, Αγορίτσα Γόγουλου, Στασινή Φράγκου

Επιμέλεια: Σοφία Νικητοπούλου, Αγορίτσα Γόγουλου, Στασινή Φράγκου, Κυπαρισσία Παπανικολάου

Α: ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ

1.1 Γνωστικό αντικείμενο

Αρχές Ηλεκτρολογίας και Ηλεκτρονικής (2Θ) Α' τάξη Ημερήσιου και Εσπερινού ΕΠΑ.Λ. (Μάθημα επιλογής)

1.2 Τάξη ή τάξεις στις οποίες απευθύνεται

Ακολουθεί απόσπασμα από την ύλη και τις αντίστοιχες οδηγίες για τη διδασκαλία του μαθήματος Αρχές Ηλεκτρολογίας και Ηλεκτρονικής (2Θ) Α' τάξη Ημερήσιου και Εσπερινού ΕΠΑ.Λ. (Μάθημα επιλογής)

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ 3		
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ	ΤΜΗΜΑΤΑ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ	ΟΔΗΓΙΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ
Ηλεκτρικό κύκλωμα - Έμφαση στα στοιχεία που αποτελούν ένα ηλεκτρικό κύκλωμα και στους συμβολισμούς τους. - Προσδιορισμός της μονάδας μέτρησης της έντασης και της τάσης. - Συνδεσμολογίες αμπερομέτρου και βολτομέτρου για την μέτρηση της έντασης και της τάσης. ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΔΙΑΘΕΣΙΜΕΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΩΡΕΣ : 2	Στοιχεία Ηλεκτρολογίας Κεφάλαιο: 1 Παράγραφοι: από 1.6 έως και 1.9	- Δημιουργία απλού ηλεκτρικού κυκλώματος. Αναγνώριση και διάκριση των στοιχείων ενός απλού ηλεκτρικού κυκλώματος σε πραγματική και σε συμβολική μορφή. Σύνδεση βολτόμετρου και αμπερόμετρου. Αύξηση και μείωση της τάσης στα όρια της χαμηλής ακίνδυνης τάσης <50V. Παρατήρηση στις ενδείξεις των οργάνων μέτρησης. - Να ερμηνεύουν την λειτουργία ενός απλού κυκλώματος και να προσδιορίζουν την επίδραση της τάσης στην δημιουργία του ρεύματος και στο μέγεθος της έντασης του ρεύματος (προτείνεται να χρησιμοποιηθούν ποσοτικοί όροι, όπως για παράδειγμα μικρή τάση-μικρή ένταση, μεγάλη τάση-μεγάλη ένταση). - Εξαγωγή συμπερασμάτων. Διάλογος στην ολομέλεια της τάξης για επιβεβαίωση ή απόρριψη προϋπάρχουσας γνώσης και εμπειρίας ως προς την σημασία και την επίδραση της ηλεκτρικής τάσης στην συμπεριφορά του ηλεκτρικού κυκλώματος.

1.3 Διάρκεια Εφαρμογής Σεναρίου

2 Διδακτικές ώρες.

B. ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

1.4 Διδακτικοί στόχοι ή αναμενόμενα αποτελέσματα

Μετά την πραγματοποίηση του σεναρίου οι μαθητές θα είναι ικανοί:

- Να αναγνωρίζουν από ποια στοιχεία αποτελείται ένα απλό κύκλωμα και πότε αυτό είναι κλειστό.
- Να ερμηνεύουν τη λειτουργία του απλού ηλεκτρικού κυκλώματος και να προσδιορίζουν πώς κυκλοφορεί το ρεύμα μέσα σε αυτό.
- Να προσδιορίζουν την επίδραση της τάσης στη δημιουργία του ρεύματος και να αναγνωρίζουν την επίδραση που έχει η αλλαγή της τιμής της τάσης (αιτία) στην τιμή του ρεύματος (αποτέλεσμα) σε ένα απλό κύκλωμα.
- Να αναγνωρίζουν πότε έχουμε ανοιχτό κύκλωμα και τι συμβαίνει με το ρεύμα και την τάση σε αυτή την περίπτωση.
- Να αναπτύξουν δεξιότητες στην επικοινωνία και συνεργασία με τους άλλους.

1.5 Ενορχήστρωση της τάξης

Οι μαθητές θα εργαστούν σε ομάδες των 2-3 ατόμων ενισχύοντας την ομαδοσυνεργατική διαδικασία. Ο εκπαιδευτικός έχει το ρόλο του συντονιστή και συμβούλου για τις ομάδες των μαθητών του. Σκοπός είναι ο εκπαιδευτικός να μη δώσει τη σωστή απάντηση ή να πει ποιο μέλος της ομάδας έχει δίκιο, αλλά να επεμβαίνει στο ελάχιστο από παιδαγωγικής απόψεως, ίσως μόνο για να επαναφέρει την ομάδα προς μία παραγωγική κατεύθυνση ή για να παρακολουθήσει ποια μέλη της ομάδας έχουν μείνει έξω από την αλληλεπίδραση με τα υπόλοιπα μέλη.

1.6 Τεκμηρίωση του σεναρίου

1.6.1 Προϋπάρχουσες γνώσεις

Για να πραγματοποιηθεί το συγκεκριμένο σενάριο πρέπει να έχει γίνει μία εισαγωγή στους μαθητές στο απλό ηλεκτρικό κύκλωμα και συγκεκριμένα στα στοιχεία τα οποία αποτελείται και στον συμβολισμό τους. Θα πρέπει επιπλέον να έχουν παρουσιαστεί στους μαθητές τα δύο βασικά ηλεκτρικά μεγέθη, της τάσης και του ρεύματος, οι μονάδες μέτρησής τους και τα όργανα μέτρησης που χρησιμοποιούμε για τα μεγέθη αυτά σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα. Οι μαθητές θα πρέπει να έχουν κάνει μία εισαγωγή στο Tinkercad Circuits, να έχουν κάνει εγγραφή σε αυτό και να έχουν φτιάξει ένα απλό κύκλωμα με λαμπτήρα, βολτόμετρο, αμπερόμετρο, τροφοδοτικό και αγωγούς.

1.6.2 Γνωστικές παρανοήσεις για την ενότητα

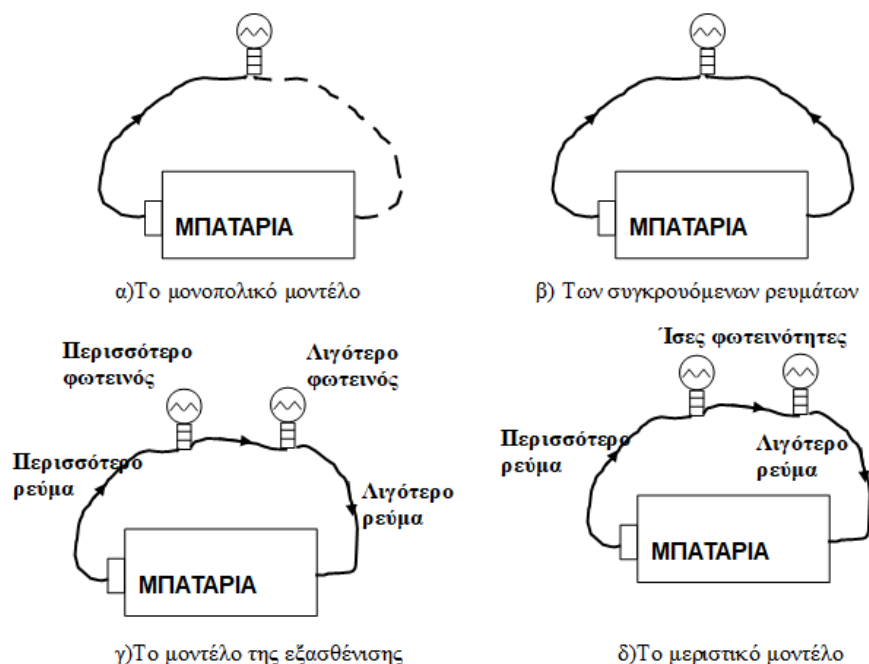
Οι ιδέες των μαθητών σχετικά με το ηλεκτρικό ρεύμα που διαπερνά ένα απλό κύκλωμα μπαταρίας – λαμπτήρα έχουν ερευνηθεί σε αρκετές χώρες του κόσμου (Osborne, 1983) όπως

στο Ηνωμένο Βασίλειο, στις Ηνωμένες Πολιτείες, στη Νέα Ζηλανδία κ.τ.λ. Οι δυσκολίες που παρουσιάζουν οι μαθητές στην κατανόηση του ηλεκτρισμού, όπως προκύπτει από τη βιβλιογραφία, έχουν μελετηθεί από διάφορους ερευνητές (Lochhead & Fredette, 1980, Osborne, 1983, Shipstone, 1984 & 1988, Summers, Kruger & Mant, 1998, κ.α.). Οι παραπάνω ερευνητικές εργασίες οι οποίες ασχολούνται κυρίως με τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών σε σχέση με το ρεύμα, την τάση, την αντίσταση καθώς και άλλες έννοιες του ηλεκτρισμού, δείχνουν ότι αυτές οι εναλλακτικές ιδέες δεν εμφανίζονται μόνο σε μία χώρα ή σε ένα εκπαιδευτικό σύστημα, αλλά εμφανίζονται σε διάφορες χώρες με διαφορετικά εκπαιδευτικά συστήματα (Shipstone, 1988).

Η έννοια η οποία έχει ερευνηθεί περισσότερο είναι η έννοια του ηλεκτρικού ρεύματος. Το ρεύμα είναι ο όρος που χρησιμοποιούν πιο συχνά οι μαθητές ιδιαίτερα όταν αρχίζουν τη μελέτη του ηλεκτρισμού. Είναι αφελές να θεωρηθεί ότι ο όρος ηλεκτρισμός αντιπροσωπεύει για αυτούς αρχικά την έννοια του ρεύματος. Μετά όμως από την εισαγωγή της έννοιας στο σχολείο οι προϋπάρχουσες ιδέες τους για το ηλεκτρισμό συνδέονται απόλυτα με την έννοια του ρεύματος (Shipstone, 1988).

Υπάρχουν τέσσερα βασικά εννοιολογικά μοντέλα (Εικόνα 1) που χρησιμοποιούν συνήθως τα παιδιά για να περιγράψουν τη ροή του ρεύματος σε ένα απλό κύκλωμα (Osborne, 1983):

- **Το μονοπολικό μοντέλο.** Οι μαθητές θεωρούν ότι δεν υπάρχει ρεύμα στη διαδρομή επιστροφής και ότι ο ένας ακροδέκτης του τροφοδοτικού είναι ενεργός. Συνδέουν στο κύκλωμα μόνο τον έναν ακροδέκτη θεωρώντας ότι ο άλλος δεν είναι ενεργός (Εικ. 1. (α)).
- **Το μοντέλο των συγκρουόμενων ρευμάτων.** Οι μαθητές θεωρούν ότι το ρεύμα ρέει προς τη λάμπα και από τους δύο πόλους της μπαταρίας (Εικ. 1. (β)).
- **Το μοντέλο της εξασθένισης του ρεύματος.** Οι μαθητές θεωρούν ότι το ρεύμα που κυκλοφορεί στο κύκλωμα φεύγει από τον έναν ακροδέκτη της μπαταρίας, κάποιο ρεύμα καταναλώνεται στον λαμπτήρα και πίσω στον άλλο ακροδέκτη της μπαταρίας επιστρέφει λιγότερο ρεύμα (Εικ. 1. (γ)).
- **Το μεριστικό μοντέλο.** Σύμφωνα με αυτό το ρεύμα διαιρείται και μοιράζεται ισόποσα στα στοιχεία του κυκλώματος (Εικ. 1. (δ)).



Εικόνα 1: Τα μοντέλα των μαθητών για το ρεύμα σε απλά κυκλώματα (τα βέλη δείχνουν την κατεύθυνση της ροής του ρεύματος) (Osborne, 1983).

Οι μαθητές που υιοθετούν το μονοπολικό μοντέλο θεωρούν ότι δεν υπάρχει ρεύμα στη διαδρομή επιστροφής και ότι ο ένας ακροδέκτης της μπαταρίας είναι ενεργός. Μερικοί μαθητές κατασκευάζουν το κύκλωμα μόνο με τον έναν ακροδέκτη θεωρώντας ότι ο άλλος δεν είναι ενεργός. Δεν συνειδητοποιούν την ανάγκη ύπαρξης κλειστού ηλεκτρικού κυκλώματος και αντιμετωπίζουν τα παθητικά στοιχεία σαν τερματικά στοιχεία που μετατρέπουν το ρεύμα που έχει σταλεί από τη μπαταρία σε φως ή θερμότητα του κυκλώματος (Lochhead & Fredette, 1980; Shipstone, 1984; Mc Dermott & Shaffer 1992; Afra, Osta & Zoubeir, 2007).

Μία εναλλακτική ιδέα που παρατηρήθηκε ότι έχουν πολλοί μαθητές (μετά από τη μελέτη απαντήσεων που έδωσαν σε ερωτήσεις που ερευνούσαν τις αντιλήψεις τους χρησιμοποιώντας ποιοτική προσέγγιση στα ηλεκτρικά μεγέθη και όχι ποσοτική) ήταν ότι πιστεύουν ότι η ένταση του ρεύματος με την οποία τροφοδοτεί η μπαταρία το κύκλωμα είναι πάντα η ίδια, ανεξάρτητα από τον τρόπο σύνδεσης και από τα στοιχεία από τα οποία αποτελείται το κύκλωμα (Licht, 1991).

Ένα ουσιαστικό σημείο σύγχυσης προέρχεται από το γεγονός ότι πολλοί μαθητές έχουν διαμορφώσει μία «έννοια» αδιαφοροποίητη για την υλική και την ενεργειακή κατάσταση του ρεύματος και δεν κάνουν διάκριση ανάμεσα στο ρεύμα – ύλη που διατηρείται και στο ρεύμα – ενέργεια που «καταναλώνεται» (ή πιο σωστά ενέργεια κάποιας μορφής μετατρέπεται ενέργεια άλλης μορφής). Για την αντιμετώπιση αυτών των αντιλήψεων, σε αρκετές χώρες έχει εισαχθεί η διάκριση ρεύματος – ενέργειας ήδη από τα πρώτα στάδια της διδασκαλίας (Σταυρίδου, 1995).

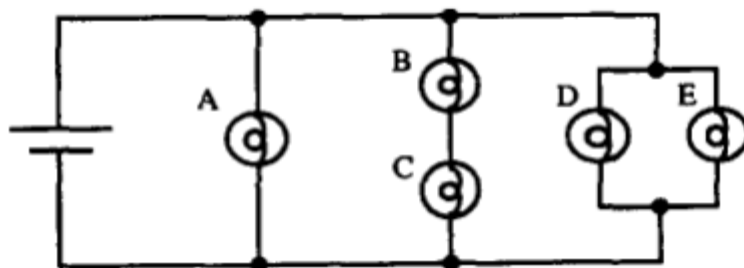
Οι μαθητές επίσης αντιμετωπίζουν δυσκολίες σε σχέση με το να κατανοήσουν ότι υπάρχουν δύο διαφορετικές μεταβλητές, η τάση και το ρεύμα, οι οποίες είναι απαραίτητες για να ερμηνεύσουν ένα απλό κύκλωμα. Σε πολλές εργασίες που αφορούν κυκλώματα συνεχούς ρεύματος, οι

μαθητές χρησιμοποιούν μία έννοια που ονομάζουν ρεύμα ή ενέργεια και έχει τις ιδιότητες της κίνησης, της αποθήκευσης και της κατανάλωσης (Psillos και συνεργάτες, 1988). Συγκεκριμένα έχει παρατηρηθεί, όπως υποστηρίζουν οι Summers, Kruger και Mant (1998) σε ερευνά τους, ότι τα παιδιά έχουν μία ισχυρή διαισθητική θεώρηση ότι κάτι καταναλώνεται σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα. Αυτή η άποψη είναι φυσικά σωστή, αλλά είναι η ενέργεια που καταναλώνεται (ή πιο σωστά μεταφέρεται από μία μπαταρία σε ένα λαμπτήρα) και όχι το ηλεκτρικό ρεύμα. Σύμφωνα με τους ερευνητές, μία εισαγωγική διδασκαλία στην οποία θα γίνονταν ο διαχωρισμός ανάμεσα στη διατήρηση του ηλεκτρικού ρεύματος και στην κατανάλωση (μεταφορά) ενέργειας θα μπορούσε να βοηθήσει πολύ στο να αντιμετωπιστεί αυτή η παρανόηση.

Οι μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης κάνουν ανάλυση σε ηλεκτρικά κυκλώματα δίνοντας έμφαση στο ρεύμα και όχι στη διαφορά δυναμικού. Υπάρχουν πολλές εξηγήσεις για αυτό το φαινόμενο. Μία από αυτές είναι το γεγονός ότι οι μαθητές έχουν ήδη μελετήσει ηλεκτρικά κυκλώματα σε μικρότερη βαθμίδα της εκπαίδευσής τους. Στην πρώτη επαφή των μαθητών με τα ηλεκτρικά κυκλώματα το πρόγραμμα σπουδών δίνει μεγαλύτερη έμφαση στο ρεύμα το οποίο είναι μία πιο διαισθητική και συγκεκριμένη έννοια από τη διαφορά δυναμικού (Cohen και συνεργάτες, 1982).

Η διαφορά δυναμικού και η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος είναι βασικές έννοιες, απαραίτητες για την κατανόηση των ηλεκτρικών κυκλωμάτων. Η πρωταρχική έννοια μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι η διαφορά δυναμικού, μιας και αυτή προκαλεί τη ροή του ρεύματος. Αν και αφιερώνονται πολλές ώρες στη διδασκαλία της έννοιας διαφορά δυναμικού στο σχολείο, πολλοί μαθητές δεν αντιλαμβάνονται το σημαντικό της ρόλο και θεωρούν ότι το ρεύμα είναι η πρωταρχική έννοια. Μία απλή μπαταρία συχνά θεωρείται ότι είναι μία πηγή ρεύματος και όχι μία πηγή τάσης με συγκεκριμένη ΗΕΔ. Επιπλέον η διαφορά δυναμικού παραμένει μία αφηρημένη έννοια στην οποία αναφέρονται οι μαθητές είτε με τον νόμο του Ohm ($V=RI$) είτε πειραματικά με την ανάγνωσης της ένδειξης ενός βολτόμετρου. Κατά αυτόν τον τρόπο δεν αντιλαμβάνονται ότι η διαφορά δυναμικού μπορεί να υπάρξει μεταξύ μη συνδεδεμένων σημείων ενός ηλεκτρικού κυκλώματος. Ο μηχανισμός που συνδέει τη διαφορά δυναμικού με το ρεύμα δεν γίνεται κατανοητός από τους μαθητές και η σχέση μεταξύ τους παραμένει μαθηματική. Δηλαδή, όταν τα προβλήματα παρουσιάζονται στους μαθητές με αριθμητικά δεδομένα αυτοί χρησιμοποιούν τους νόμους του Kirchhoff για να τα λύσουν μάλλον με έναν μηχανικό τρόπο. Όταν όμως τους παρουσιάζεται ένα πρόβλημα που χρειάζεται μία ποιοτική διερεύνηση και μία βαθύτερη κατανόηση των φυσικών επιστημών και όχι μία επίλυση με αλγόριθμους, τότε αντιμετωπίζουν πολλά προβλήματα. Στο πλαίσιο αυτό οι μαθητές έχουν την τάση να υιοθετούν μία «μερική» άποψη για το κύκλωμα: δεν αντιλαμβάνονται ότι η αλλαγή σε ένα σημείο του κυκλώματος επιφέρει αλλαγές σε ολόκληρο το κύκλωμα (Cohen και συνεργάτες, 1982).

Όπως αναφέρουν επίσης οι McDermott & Shaffer (1992) οι μαθητές δεν καταφέρνουν να κάνουν τη διάκριση ανάμεσα στο δυναμικό και τη διαφορά δυναμικού. Δεν αντιλαμβάνονται ότι η φωτεινότητα πανομοιότυπων λαμπτήρων (Εικόνα 2) εξαρτάται από τον τρόπο που είναι συνδεδεμένοι (σε σειρά ή παράλληλα) και όχι από το σημείο που τους έχουμε συνδέσει (στο τέλος ή στην αρχή του κυκλώματος). Λανθασμένα συσχετίζουν τη φωτεινότητα ενός λαμπτήρα με τη τιμή του δυναμικού σε ένα από τα άκρα του και όχι με τη διαφορά δυναμικού στα δύο του άκρα.



Εικόνα 2: Η φωτεινότητα πανομοιότυπων λαμπτήρων (McDermott & Shaffer, 1992).

Σε πολλά σχολικά εγχειρίδια της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης η διαφορά δυναμικού, η ηλεκτρεγερτική δύναμη (ΗΕΔ) και η τάση χρησιμοποιούνται για να ερμηνεύσουν κυκλώματα στο συνεχές ρεύμα και ηλεκτροστατικά φαινόμενα. Η διαφοροποίηση μεταξύ των όρων διαφορά δυναμικού, ΗΕΔ και τάση δημιουργεί σύγχυση στους μαθητές (ακόμα και της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης). Σε αυτό όμως το επίπεδο, η χρήση τριών εννοιών αντί της χρήσης μίας έννοιας δημιουργεί περισσότερα ακόμα προβλήματα.

Ο όρος τάση συμπεριλαμβάνει εξορισμού και τη διαφορά δυναμικού και την ΗΕΔ. Έτσι η τάση μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένας γενικός όρος. Μπορούμε δηλαδή να μιλήσουμε για την τάση ανάμεσα στους ακροδέκτες της μπαταρίας ανεξάρτητα από το αν η μπαταρία λειτουργεί ή όχι συνδεδεμένη σε ένα κύκλωμα. Η τάση μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την ερμηνεία ηλεκτροστατικών φαινομένων. Στα σχολικά εγχειρίδια όταν οι συγγραφείς αναλύουν ηλεκτροστατικά φαινόμενα τις πιο πολλές φορές αναφέρουν το δυναμικό σε ένα σημείο. Αυτό το κάνουν για λόγους συντομίας για να μην αναφέρουν κάθε φορά ότι το σημείο αναφοράς για το δυναμικό βρίσκεται εξ' ορισμού σε ένα σημείο στο άπειρο (Ψύλλος, Κουμαράς & Tiberhien 1988).

Ένα ισχυρό επιχείρημα που έχει παρουσιαστεί σε διάφορες έρευνες είναι ότι δεν μπορούμε να αντιληφθούμε αν ένας μαθητής έχει κατανοήσει την έννοια της τάσης παρά μόνο να θεωρήσουμε ότι κάνει σωστές προβλέψεις σε καταστάσεις όπου (όπως αναφέρουν οι συγγραφείς) εμπλέκεται αυτή. Βέβαια είναι απαραίτητο ένα νοητικό μοντέλο της τάσης για να μπορούν οι μαθητές να αντιμετωπίζουν τις νέες συνθήκες και καταστάσεις. Σε ένα κύκλωμα με ένα βρόχο, η τάση μπορεί να μοντελοποιηθεί ως ένα είδος ώθησης. Επειδή όμως αυτή είναι πάντα σε αναλογία με το ρεύμα (και τη φωτεινότητα του λαμπτήρα) οι μαθητές δυσκολεύονται να τη διακρίνουν σαν έννοια από το ρεύμα (Millar & Beh, 1993).

Ένα άλλο πρόβλημα προκύπτει από τον ελληνικό όρο για την τάση (voltage) ο οποίος χρησιμοποιείται στην καθημερινή ζωή με την έννοια της προδιάθεσης, κλίσης, ροπής να κάνει κάποιος κάτι. Η ροπή προς το να συμβούν κάποια φαινόμενα περιγράφεται επίσης από τον όρο τάση. Έχουν πραγματοποιηθεί έρευνες σε σχέση με το πώς αντιλαμβάνονται η μαθητές την κατανομή της τάσης σε DC κυκλώματα. Η μπαταρία θεωρείται από τους μαθητές σαν μία συσκευή η οποία παρέχει ρεύμα σταθερής εντάσεως στο κύκλωμα, παρά σαν μία συσκευή που διατηρεί σταθερή την τάση στα δυο της άκρα. Αυτό που φαίνεται να είναι δύσκολο να αντιληφθούν οι μαθητές είναι ότι μπορούν να γίνουν αλλαγές στην τιμή της τάσεως στα άκρα μίας αντίστασης του κυκλώματος, ενώ η τάση στα άκρα της μπαταρίας παραμένει σταθερή (Ψύλλος, Κουμαράς και Tiberhien 1988).

Οι εννοιολογικές και ερμηνευτικές δυσκολίες που συναντούν οι μαθητές στην ανάλυση απλών ηλεκτρικών κυκλωμάτων διαφέρει σε σοβαρότητα και συχνότητα. Ορισμένες δυσκολίες τείνουν να εξαφανίζονται καθώς προχωρά η διδασκαλία ενώ άλλες εξακολουθούν να εμφανίζονται επ' αόριστο (McDermott & Shaffer, 1992). Οι Shepardson και Moje (1994) ανακάλυψαν ότι η κατανόηση που έχουν οι μαθητές στα ηλεκτρικά κυκλώματα βασίζεται όχι μόνο στο πώς κατανοούν την έννοια του ηλεκτρικού ρεύματος αλλά και στο πώς κατανοούν το ηλεκτρικό ρεύμα σε σχέση με τα απλά κυκλώματα.

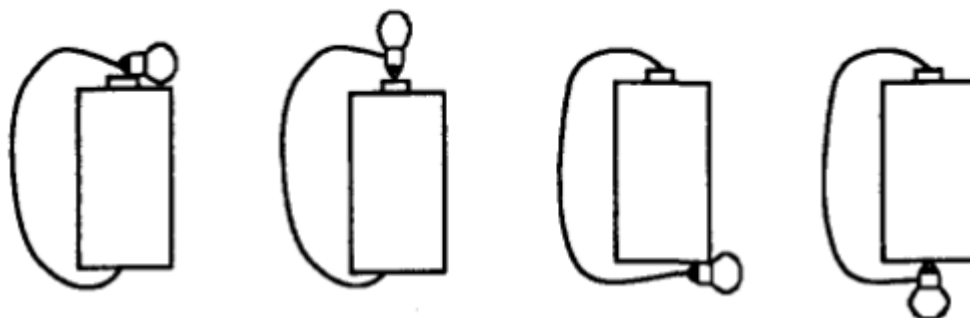
Πολλές μελέτες έχουν επίσης ασχοληθεί με τον τρόπο που οι μαθητές ερμηνεύουν τη λειτουργία ενός ηλεκτρικού κυκλώματος. Πολλοί μαθητές, όπως έχει ήδη αναφερθεί, δεν αντιμετωπίζουν ένα ηλεκτρικό κύκλωμα σαν ένα ενιαίο σύνολο που η αλλαγή ενός στοιχείου επιφέρει αλλαγές σε όλο το κύκλωμα. Αντιθέτως έχουν μία τοπική θεώρηση για τη λειτουργία του κυκλώματος, επικεντρώνουν την προσοχή τους μόνο σε ένα σημείο και αγνοούν τι συμβαίνει στο υπόλοιπο κύκλωμα (Shipstone, 1988; Mc Dermott & Shaffer 1992; Cohen και συνεργάτες, 1982).

Όταν πραγματοποιείται μία αλλαγή σε ένα συγκεκριμένο σημείο ενός ηλεκτρικού κυκλώματος, πραγματοποιείται μία αλλαγή σε ολόκληρο το κύκλωμα (π.χ. μία αναδιανομή της διαφοράς δυναμικού στα στοιχεία του κυκλώματος, αλλαγή του ρεύματος, κ.α.). Υπάρχει επίσης μία τοπική αλλαγή στο σημείο στο οποίο έγινε η αλλαγή. Για παράδειγμα, αν προστεθεί μία αντίσταση σε παράλληλη σύνδεση με μία ήδη υπάρχουσα αντίσταση, το ολικό ρεύμα το οποίο θα εισέρχεται στο κόμβο των αντιστάσεων αυτών θα χωρίζεται πλέον σε δύο μέρη. Το ολικό ρεύμα δεν θα είναι ίσο με το ρεύμα που είχαμε πριν τη σύνδεση της αντίστασης. Οι περισσότεροι μαθητές σε μία τέτοια περίπτωση δεν μπορούν να λάβουν υπόψη τους και τις δύο αλλαγές, την αλλαγή σε όλο το κύκλωμα και την τοπική, και προσκολλώνται μόνο στην τοπική. Αυτό που ουσιαστικά τους δυσκολεύει είναι ότι έχουν να κάνουν με λειτουργίες πολλών μεταβλητών. Αυτές οι δυσκολίες μπορούν να αντιμετωπιστούν με ποιοτικές ερωτήσεις που θα κάνουν τους μαθητές να αναλογιστούν πάνω στις λειτουργικές σχέσεις των μεταβλητών χωρίς να μπορούν να χρησιμοποιήσουν αλγόριθμους με μηχανικό τρόπο. Για να αναπτύξουμε την ικανότητα των μαθητών, ώστε να μπορούν μέσα σε αυτό το πλαίσιο να δίνουν ποιοτικές ερμηνείες σε ηλεκτρικά φαινόμενα είναι απαραίτητο να κάνουμε διάφορες ερωτήσεις σε σχέση με το τι θα συμβεί αν αλλάξουμε διάφορα μέρη ενός συγκεκριμένου κυκλώματος (Cohen και συνεργάτες, 1982).

Σύμφωνα με τους Borges και συνεργάτες (1999) σε πολλές περιπτώσεις οι μαθητές πιστεύουν ότι σε ένα απλό κύκλωμα με μία μπαταρία και ένα λαμπτήρα υπάρχει μία αιτία η οποία βρίσκεται μέσα στη μπαταρία και ένα αποτέλεσμα το οποίο είναι το φως του λαμπτήρα. Πιστεύουν δηλαδή ότι ένας αιτιατός παράγοντας ενεργεί ανάμεσά τους. Αυτόν τον ενεργειακό παράγοντα τον ονομάζουν ενέργεια, ρεύμα, ηλεκτρισμό κ.α.

Όπως αναφέρουν οι Mc Dermott & Shaffer (1992), πολλοί μαθητές δεν έχουν εμπειρίες με πραγματικά κυκλώματα τις οποίες θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν ως μία βάση για να οικοδομήσουν έννοιες στον ηλεκτρισμό κατά την επίσημη διδασκαλία στο σχολείο. Οι μαθητές δυσκολεύονται επιπλέον στο να κατανοήσουν και να εφαρμόσουν την έννοια του κλειστού κυκλώματος. Για τους περισσότερους εκπαιδευτικούς η έννοια του κλειστού ολοκληρωμένου κυκλώματος είναι τόσο απλή που δεν της δίνουν την απαιτούμενη σημασία. Οι περισσότεροι μαθητές μαθαίνουν τον ορισμό αλλά δεν αναπτύσσουν την ικανότητα να εφαρμόζουν την έννοια.

Οι ερευνητές προτείνουν μία διαδικασία σύμφωνα με την οποία δίνεται στους μαθητές ένας λαμπτήρας, μία μπαταρία και ένας αγωγός. Αφού ανακαλύψουν τους παρακάτω τέσσερις πιθανούς τρόπους σύνδεσης για τους οποίους ανάβει ο λαμπτήρας, τους ζητείται να ορίσουν τις αναγκαίες συνθήκες του ολοκληρωμένου κλειστού κυκλώματος (Εικόνα 3).



Εικόνα 3: Τέσσερις διαφορετικοί τρόποι σύνδεσης μίας μπαταρίας, ενός λαμπτήρα και ενός αγωγού για τους οποίους ο λαμπτήρας ανάβει.

Οι μαθητές συγκρίνουν τα κυκλώματα στα οποία ο λαμπτήρας ανάβει με αυτά που δεν ανάβει, και καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι για να είναι ένα στοιχείο μέρος ενός ολοκληρωμένου κυκλώματος πρέπει να υπάρχει ένας εσωτερικός αγωγίμος δρόμος.

Το κύκλωμα που ζητείται να κατασκευάσουν οι μαθητές στο Φύλλο Εργασίας τροφοδοτείται από μπαταρία και όχι από τροφοδοτικό (που ίσως η σύνδεσή του θα έδινε καλύτερα αποτελέσματα τιμών στην αυξομείωση μεγεθών τάσεως-ρεύματος) για να μοιάζει με το πραγματικό κύκλωμα ενός φακού που έχει μπαταρίες.

1.6.3 Η πορεία διδασκαλίας με Διερευνητική Προσέγγιση

Το σενάριο ακολουθεί τη διερευνητική προσέγγιση η οποία είναι μία παιδαγωγική στρατηγική στο πλαίσιο της οποίας οι μαθητές ακολουθούν μεθόδους και διαδικασίες που έχουν πολλές ομοιότητες με αυτές των ερευνητών και σκοπός του είναι η οικοδόμηση της γνώσης. Το πλαίσιο διερευνητικής μάθησης που προτείνουν οι Pedaste και συνεργάτες (2015) περιλαμβάνει πέντε κύριες φάσεις, αυτές της **εμπλοκής-προσανατολισμού**, της **εννοιολόγησης και αναγνώρισης της πρότερης γνώσης**, της **έρευνας**, της **ερμηνείας των αποτελεσμάτων** και της **συζήτησης**.

1.6.4 Προστιθέμενη αξία λογισμικού/τεχνολογίας

Επιλέχθηκε το Tinkercad Circuits για την ενότητα του απλού ηλεκτρικού κυκλώματος εξαιτίας της δυνατότητάς ρεαλιστικής απεικόνισης που αυτό προσφέρει. Οι μαθητές μέσα από το σενάριο που αφορά την ενότητα του απλού ηλεκτρικού κυκλώματος έρχονται αντιμέτωποι με πολλές παρανοήσεις που έχουν σχέση με το ρεύμα, την τάση και τη σύνδεση του κυκλώματος. Τους δίνεται η δυνατότητα μέσα από το περιβάλλον εργασίας του ΕΕ να κάνουν διάφορες δοκιμές με υλικά και εξαρτήματα που μοιάζουν με αυτά που έχουν στο πραγματικό εργαστήριο και με αυτά που έχουν στο σπίτι τους. Μέσα από τις δραστηριότητες που καλούνται να υλοποιήσουν στο φύλλο εργασίας τους δίνεται σε πολλές περιπτώσεις μία οπτική αναπαράσταση-απάντηση (και

όχι αλγεβρική) στο τι συμβαίνει σε ένα απλό κύκλωμα όταν αλλάζουμε ένα στοιχείο του και τους οδηγεί σε χρήσιμα συμπεράσματα και σε μία ολιστική προσέγγιση που θα πρέπει να έχει κάποιος όταν μελετάει ηλεκτρικά κυκλώματα. Το ΕΕ Tinkercad Circuits μπορεί να υποστηρίξει τη διδακτική προσέγγιση της διερεύνησης στο πλαίσιο του συγκεκριμένου περιεχομένου.

1.7 Υλικοτεχνική υποδομή

Για την πραγματοποίηση του σεναρίου απαιτούνται ηλεκτρονικοί υπολογιστές, το λογισμικό Tinkercad Circuits και Φύλλα εργασίας.

Γ. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ

1.8 Πορεία διδασκαλίας

Το σενάριο ακολουθεί τη διερευνητική προσέγγιση με τα παρακάτω βήματα:

1. Εμπλοκή - Προσανατολισμός: Στους μαθητές δίνονται παραδείγματα, με απλά κυκλώματα που έχουν συναντήσει στην καθημερινή τους ζωή, όπως είναι το κύκλωμα ενός φακού ή το φως στο πορτατίφ. Καλούνται να σκεφτούν και να απαντήσουν σε συγκεκριμένες ερωτήσεις που σκοπό έχουν να ανιχνεύσουν τις προϋπάρχουσες γνώσεις και ιδέες τους:

- Από ποια στοιχεία αποτελείται το κύκλωμα ενός φακού;
- Σχεδιάστε το κύκλωμα του φακού και τα στοιχεία του όσο πιο ρεαλιστικά μπορείτε. Όταν κλείνω τον διακόπτη και ο φακός ανάβει, πού κυκλοφορεί το ρεύμα στο κύκλωμα; Δείξε – σχεδίασε στο προηγούμενο σχήμα τα σημεία του κυκλώματος που διαρρέονται από ηλεκτρικό ρεύμα.
- Όταν ο φακός δεν είναι αναμμένος πού νομίζεις ότι υπάρχει ηλεκτρικό ρεύμα;
- Τι θα συμβεί στο ρεύμα του κυκλώματος και τη φωτεινότητα του λαμπτήρα αν συνδέσω μία μεγαλύτερη μπαταρία.

Η χρονική διάρκεια του σταδίου αυτού είναι 15'.

2. Εννοιολόγηση και αναγνώριση πρότερης γνώσης: Σε αυτό το στάδιο ανακαλούνται οι πρότερες γνώσεις των μαθητών, ως συνέχεια της φάσης του προσανατολισμού, και στη συνέχεια ο εκπαιδευτικός θέτει τα εξής ερευνητικά ερωτήματα:

- Πώς κυκλοφορεί το ρεύμα μέσα σε ένα απλό κύκλωμα με έναν λαμπτήρα, έναν διακόπτη και μία μπαταρία;
- Πότε έχουμε ροή ηλεκτρικού ρεύματος σε ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα;
- Τι θα συμβεί στο ρεύμα του κυκλώματος αν αυξήσω την τάση τροφοδοσίας; Τι θα συμβεί αν τη μειώσω;

Η χρονική διάρκεια του σταδίου αυτού είναι 10'.

3. Έρευνα - Πειραματισμός: Σε αυτό το στάδιο οι μαθητές με τη βοήθεια του Φύλλου Εργασίας που ακολουθεί -το οποίο ο εκπαιδευτικός το θεωρεί εργαλείο για να κατευθύνει την εξερεύνηση- μελετούν τα ερευνητικά ερωτήματα που έχουν τεθεί στο προηγούμενο στάδιο.

Στην πρώτη δραστηριότητα του Φύλλου Εργασίας ζητείται από τους μαθητές να κατασκευάσουν με τη βοήθεια του λογισμικού Tinkercad Circuits το, το κύκλωμα ενός φακού που αποτελείται

από ένα λαμπτήρα, ένα αμπερόμετρο, ένα διακόπτη και μία μπαταρία. Η πρώτη δραστηριότητα συνδέεται με τον πρώτο, δεύτερο και τέταρτο στόχο του σεναρίου που έχει σχέση με την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος σε ένα κύκλωμα με καταναλώσεις-αντιστάσεις σε σειρά. Η 1η δραστηριότητα επιλέχθηκε για να αντιμετωπίσει τις παρανοήσεις που έχουν οι μαθητές σε σχέση με το κλειστό κύκλωμα. Τα δύο μοντέλα που χρησιμοποιούν συχνά οι μαθητές για να ερμηνεύσουν τη λειτουργία του απλού κυκλώματος είναι το **μονοπολικό μοντέλο** (θεωρούν ότι δεν υπάρχει ρεύμα στη διαδρομή επιστροφής) **και το μοντέλο των συγκρουόμενων ρευμάτων** (θεωρούν ότι το ρεύμα ρέει προς τη λάμπα και από τους δύο πόλους της μπαταρίας).

Ζητείται από τους μαθητές να πραγματοποιήσουν τα εξής βήματα:

1. Υπόθεση: Αρχικά οι μαθητές καλούνται να προβλέψουν ποια θα είναι η συμπεριφορά του κυκλώματος και ποια η ένδειξη του αμπερομέτρου όταν θέσω σε λειτουργία το κύκλωμα. Στη συνέχεια καλούνται να προβλέψουν τι θα συμβεί αν προσθέσω ένα δεύτερο αμπερόμετρο μετά τον λαμπτήρα και τέλος αν αφαιρέσω τον αγωγό επιστροφής στην μπαταρία από το κύκλωμα.
2. Πείραμα και συλλογή δεδομένων: Οι μαθητές πραγματοποιούντο κύκλωμα, το θέτουν σε λειτουργία (πραγματοποιώντας το πείραμα). Στη συνέχεια παρατηρούν την ένδειξη του αμπερομέτρου και τον λαμπτήρα. Επαναλαμβάνουν τα ίδια βήματα και παρατηρούν τη λειτουργία του κυκλώματος προσθέτοντας ένα ακόμα αμπερόμετρο και στη συνέχεια αφαιρώντας τον αγωγό που συνδέει τον λαμπτήρα με τον αρνητικό πόλο της πηγής.
3. Έλεγχος υποθέσεων: Στις ομάδες τους οι μαθητές παρατηρούν την ένδειξη των αμπερομέτρων και του λαμπτήρα του κυκλώματος και μετά από την εκτέλεση της προσομοίωσης επιχειρούν να βγάλουν συμπεράσματα για το ρεύμα και την έννοια του κλειστού κυκλώματος σε ένα απλό κύκλωμα

Η χρονική διάρκεια της πρώτης δραστηριότητας είναι 20 '.

Στη δεύτερη δραστηριότητα του Φύλλου Εργασίας ζητείται από τους μαθητές, στο κύκλωμα της πρώτης δραστηριότητας (με το ένα αμπερόμετρο), να προσθέσουν ένα βολτόμετρο στα άκρα της μπαταρίας. Η δεύτερη δραστηριότητα συνδέεται με τον τρίτο και τέταρτο στόχο του σεναρίου που έχουν σχέση με την επίδραση που έχει η αύξηση ή η μείωση της τάσεως τροφοδοσίας του κυκλώματος στο ρεύμα που το διαρρέει.

Ζητείται από τους μαθητές να πραγματοποιήσουν τα εξής βήματα:

1. Υπόθεση: Οι μαθητές καλούνται να προβλέψουν τι θα συμβεί στην ένταση του ρεύματος του κυκλώματος αν προσθέσουμε περισσότερες μπαταρίες. Καλούνται να προβλέψουν τι θα συμβεί στο ρεύμα και στην τάση τροφοδοσίας αν έχουμε διακοπή στο κύκλωμα.
2. Πείραμα και συλλογή δεδομένων: Οι μαθητές πραγματοποιούν το κύκλωμα και αφού το θέσουν σε λειτουργία (πραγματοποιώντας το πείραμα) καταγράφουν σε Πίνακα τις τιμές που προκύπτουν για το ρεύμα του κυκλώματος με την προσθήκη περισσότερων μπαταριών. Αφαιρούν τον αγωγό που επιστρέφει από το λαμπτήρα στον αρνητικό πόλο της πηγής και καταγράφουν τα συμπεράσματά τους από τις ενδείξεις των οργάνων.
3. Έλεγχος υποθέσεων: Στις ομάδες τους οι μαθητές παρατηρούν, με τη βοήθεια της εφαρμογής, τις αλλαγές που πραγματοποιούνται στο κύκλωμα σε σχέση με την τιμή του ρεύματος. Τους δίνεται, κατά αυτό τον τρόπο, μία εξήγηση για το πώς το ρεύμα από την μπαταρία προσαρμόζεται σε μία πιο μεγάλη τιμή, όταν αυξηθεί η τάση τροφοδοσίας του

κυκλώματος. Παρατηρούν επίσης ότι μπορούμε να έχουμε σε ένα κύκλωμα ηλεκτρική τάση χωρίς να έχουμε ροή ηλεκτρικού ρεύματος .

Η χρονική διάρκεια της δεύτερης δραστηριότητας είναι 20 ' .

Ο στόχος που έχει σχέση την επικοινωνία και συνεργασία με τους άλλους, συνδέεται με όλα τα στάδια υλοποίησης των δραστηριοτήτων. Η τάξη από την αρχή έχει οργανωθεί σε ομάδες των δύο ατόμων και όλες οι ερωτήσεις ζητείται να συζητηθούν και να απαντηθούν μέσα στην ομάδα αυτή.

4. Ερμηνεία των αποτελεσμάτων: Είναι το πιο σημαντικό στάδιο της διερευνητικής προσέγγισης και περιλαμβάνει τα επιμέρους στάδια της διευκρίνησης και ανταλλαγής ιδεών μεταξύ των μαθητών, της οικοδόμησης της νέας γνώσης και της εξαγωγής συμπερασμάτων που σχετίζονται με το ερευνητικό ερώτημα.

Πιο αναλυτικά οι μαθητές σε αυτό το στάδιο διαπιστώνουν, μετά από παρακίνηση του εκπαιδευτικού μέσα στην ομάδα τους, αν τα ερευνητικά ερωτήματα επαληθεύονται. Παρατηρούν μέσα από τις δραστηριότητες του Φύλλου Εργασίας:

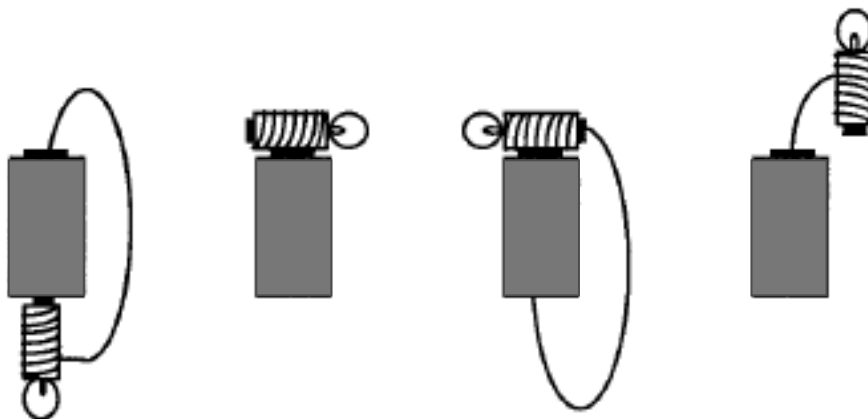
- Από ποια στοιχεία αποτελείται ένα απλό κύκλωμα (π.χ. ενός φακού).
- Ποια είναι η ροή του ρεύματος στο κύκλωμα και πότε αυτό είναι κλειστό.
- Ότι, όταν αυξάνεται η τάση τροφοδοσίας ενός απλός κυκλώματος το ρεύμα προσαρμόζεται σε μία μεγαλύτερη τιμή και το αντίστροφο και
- ότι μπορούμε να έχουμε σε ένα κύκλωμα, ηλεκτρική τάση χωρίς να έχουμε ροή ηλεκτρικού ρεύματος .

Η χρονική διάρκεια του σταδίου αυτού είναι 15 ' .

Συζήτηση: Μετά την υλοποίηση του Φύλλου Εργασίας, παρουσιάζονται τα ευρήματα και τα αποτελέσματα της κάθε ομάδας μαθητών στην ολομέλεια. Επιπλέον, οι μαθητές καλούνται να αναλογιστούν πάνω στον τρόπο που οι αρχικές ιδέες τους έχουν αλλάξει (μεταγνώση), με ερωτήσεις που τους κάνει ο εκπαιδευτικός σε σχέση με:

- Τον τρόπο σύνδεσης των βασικών εξαρτημάτων που αποτελούν το απλό κύκλωμα για να μπορεί αυτό να λειτουργεί και να ανάβει ο λαμπτήρας.
- Ποιες είναι οι προϋποθέσεις για να έχουμε κλειστό κύκλωμα και να ανάβει ο λαμπτήρας. Μπορεί να τους δοθεί η παρακάτω ερώτηση (η οποία αναφέρεται στην τεκμηρίωση του σεναρίου) για να την απαντήσουν:

Σε ποιο/α από τα παρακάτω κύκλωμα/-τα θα ανάψει ο λαμπτήρας;



- Όταν συνδέω μεγαλύτερη μπαταρία σε ένα απλό κύκλωμα, το ρεύμα και η φωτεινότητα του λαμπτήρα αυξάνονται και αντίστοιχα αν συνδέσω μικρότερη μπαταρία το ρεύμα και η φωτεινότητα του λαμπτήρα μειώνονται.
- Όταν ένα απλό κύκλωμα (π.χ. ενός φακού, ενός πορτατίφ) είναι ανοιχτό, μπορώ να έχω τάση στα άκρα της τροφοδοσίας (μπαταρία ή πρίζα) χωρίς να έχω ροή ρεύματος στο κύκλωμα.

Η χρονική διάρκεια του σταδίου αυτού είναι 10'.

1.9 Πρόσθετα στοιχεία

Πηγές

- 1) Afra, N. O., Osta, I. & Zoubair, W. (2007). Students' alternative conceptions about electricity and effect of inquiry-based teaching strategies. . International Journal of Science and Mathematics Education.
- 2) Borges, A. T, Horizonte, B. & Gilbert, J. K. (1999). Mental models of electricity. International Journal of Science Education, 21 (1), 95 – 117.
- 3) Carlton, K. (1999). Teaching electric current and electric potential. Physics Education. 34(6), 341 – 345.
- 4) Cohen, R., Eylon, B. & Ganiel, U., (1982). Potential difference and current in simple electric circuits: A study of students' concepts. American Association of Physics Teachers, 5, 407 - 412.
- 5) Licht, P. (1991). Using a Diagnostic Test of Pupils' Alternative Conceptions to Plan a Teaching Strategy on Electric Circuits. European Journal of Teacher Education, 14(1), 19 - 30.
- 6) Lochhead, J. & Fredette, N. (1980). Student conceptions of simple circuits. The Physics Teacher, 194 – 198.
- 7) McDermott, L. C. & Shaffer, P. S. (1992). Research as a guide for curriculum development: An example from introductory electricity. Part I: investigation of student understanding. American Association of Physics Teachers, 60(11), 994- 1003.
- 8) McDermott, L. C. & Shaffer, P. S. (1992). Research as a guide for curriculum development: An example from introductory electricity. Part II: Design of instructional strategies. American Association of Physics Teachers, 60(11), 1003-1013.
- 9) Millar, R. & Beh, K. L. (1993). Student's understanding of voltage in simple parallel electric circuits. International Journal of Science Education, 15(4), 351 – 361.
- 10) Osborne, R. (1983). Towards Modifying Children's Ideas about Electric Current. Research in Science and Technological Education, 1, 73 – 82.
- 11) Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. Educational Research Review, 14, 47–61.
- 12) Psillos, D., Koumaras, P. & Tiberghien, A. (1988). Voltage presented as a primary concept in an introductory teaching sequence on DC circuits. International Journal of Science Education, 10(1), 29 – 43.
- 13) Shepardson, D.P. & Moje, E.B. (1999). The role of anomalous data in restructuring fourth graders' frameworks for understanding electric circuits. International Journal of Science Education, 21(1), 77-94.
- 14) Shipstone, D. (1984). A study of children's understanding in simple DC circuits. International Journal of Science Education, 6, 185 – 198.

- 15) Shipstone, D. (1988). Pupil's understanding of simple electrical circuits. *Physics Education*, 23, 92 – 96.
- 16) Summers, M., Kruger, C. & Mant, J. (1998). Teaching electricity effectively in the primary school: a case study. *International Journal of Science Education*, 20(2), 153 – 172.
- 17) Σταυρίδου, Ε. (1995). Μοντέλα Φυσικών Επιστημών και διαδικασίες μάθησης. Αθήνα: Εκδόσεις Σαββάλα.

Δ. Φύλλα Εργασίας

1.10 Φύλλο εργασίας 1

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σχηματίστε ομάδες των 2 ατόμων για να εργαστείτε η κάθε ομάδα σε έναν υπολογιστή.

Δραστηριότητα 1η : Το απλό ηλεκτρικό κύκλωμα

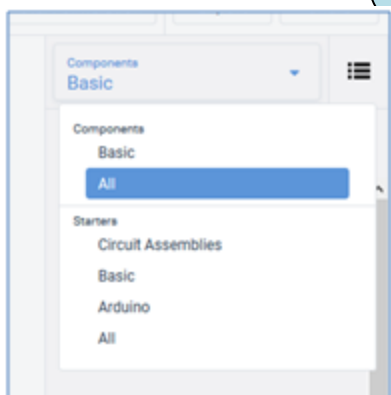
- Ανοίξτε τη σελίδα του <https://www.tinkercad.com/circuits>
- Επιλέξτε με αριστερό κλικ την επιλογή «**Launch Tinkercad Circuits**» (Εικόνα 1).



Εικόνα 1

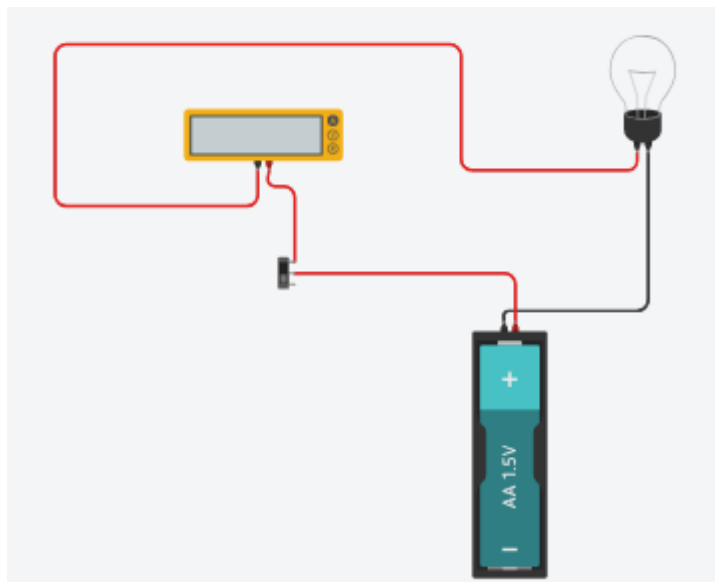
- Εισάγετε το όνομα χρήστη και τον κωδικό σας.
- Από την αριστερή στήλη επιλέξτε το **Circuits**.
- Δημιουργήστε ένα νέο κύκλωμα κάνοντας κλικ στο **Create new Circuit**.

Για να χρησιμοποιήσω όλα τα εξαρτήματα, όργανα και υλικά της εφαρμογής θα πρέπει από το πτυσσόμενο μενού **components** (εξαρτήματα) να επιλέξω **all** (όλα) για να τα έχω όλα στη διάθεσή μου (Εικόνα 2).



Εικόνα 2

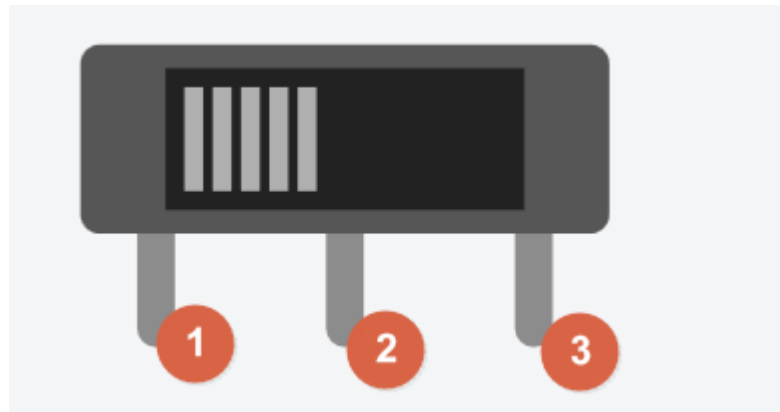
- Με τη βοήθεια των υλικών και των οργάνων της εφαρμογής πραγματοποιήστε το παρακάτω κύκλωμα (Εικόνα 3) ενός ηλεκτρικού φακού το οποίο αποτελείται από μία μπαταρία, ένα διακόπτη και ένα λαμπτήρα.
- Χρησιμοποιήστε τη βιβλιοθήκη **Instruments**-όργανα και συνδέστε πριν από κάθε λαμπτήρα ένα πολύμετρο, που θα το ρυθμίσετε σε λειτουργία αμπερομέτρου. Το αμπερόμετρο θα μετράει την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που περνάει από όλα τα στοιχεία του κυκλώματος.



Εικόνα 3

Τα απαραίτητα εξαρτήματα για τη δημιουργία του κυκλώματος είναι:

- ο Λαμπτήρας (Lightbulb)
- ο Αγωγοί σύνδεσης των εξαρτημάτων
- ο Πολύμετρο
- ο Μπαταρία 1,5 V
- ο Διακόπτης on-off (slideswitch) (Εικόνα 4)

**Εικόνα 4**

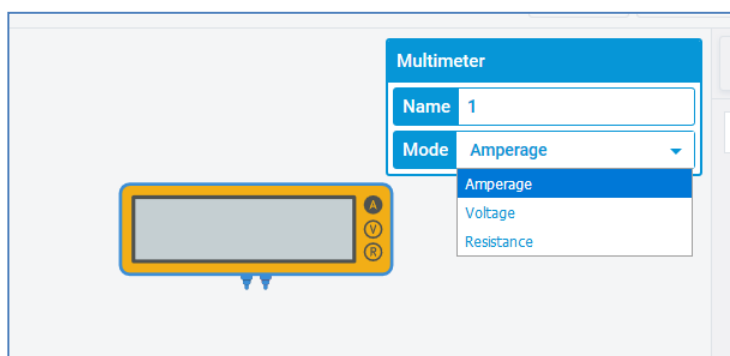
Ο διακόπτης **slideswitch** (Εικόνα 4) που βρίσκεται στη βιβλιοθήκη input είναι 3 θέσεων. Ο ακροδέκτης 2 είναι ο κοινός ακροδέκτης. Αν συνδέσω τα σημεία 2 και 3 έχω έναν διακόπτη που είναι κανονικά ανοιχτός (NO) και όταν κάνω αριστερό κλικ πάνω του, αυτός κλείνει. Αν συνδέσω τα σημεία 1 και 2 έχω έναν διακόπτη που είναι κανονικά κλειστός (NC) και όταν κάνω αριστερό κλικ πάνω του, αυτός ανοίγει.

Για να ρυθμίσω ένα πολύμετρο σε λειτουργία αμπερόμετρου, βολτομέτρου ή ωμομέτρου το επιλέγω με αριστερό κλικ και στο πτυσσόμενο μενού **mode**(τρόπος λειτουργίας) που εμφανίζεται επιλέγω αυτό που θέλω να συνδέσω (Εικόνα 5):

Amperage(ένταση ρεύματος) – Λειτουργία αμπερόμετρου

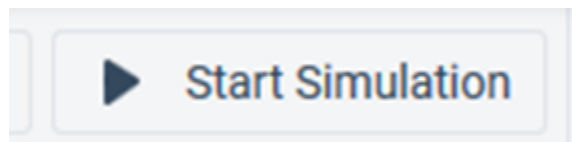
Voltage(τάση) – Λειτουργία βολτομέτρου

Resistance (αντίσταση) – Λειτουργία ωμομέτρου



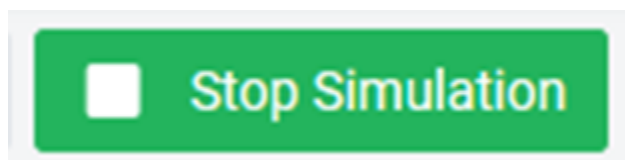
Εικόνα 5

- Συζητήστε στην ομάδα σας και στη συνέχεια γράψτε την απάντησή σας κάθε μία από τις παρακάτω ερωτήσεις.
 - ο Τι νομίζετε ότι θα συμβεί όταν θέσω το κύκλωμα σε λειτουργία;
 - ο Τι θα δείχνει κατά τη γνώμη σας το αμπερόμετρο που έχω συνδέσει;
- Ξεκινήστε τη προσομοίωση του κυκλώματος επιλέγοντας με αριστερό κλικ το πλήκτρο **Start Simulation** και με αριστερό κλικ κλείστε το διακόπτη του κυκλώματος.



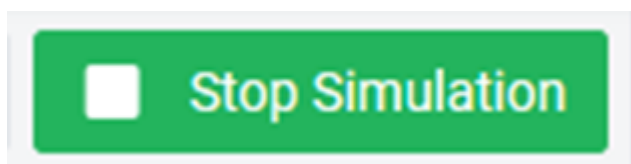
- Συζητήστε στην ομάδα σας και στη συνέχεια γράψτε την απάντησή σας για κάθε μία από τις παρακάτω ερωτήσεις:
 - ο Τι παρατηρείτε ότι συμβαίνει στην ένδειξη του αμπερομέτρου όταν κλείνω με τον διακόπτη το κύκλωμα;
 - ο Τι παρατηρείτε ότι συμβαίνει στην ένδειξη του αμπερομέτρου όταν ανοίγω με τον διακόπτη το κύκλωμα; Γιατί κατά τη γνώμη σας συμβαίνει αυτό;

- Αν συνδέσω ένα αμπερόμετρο μετά τον λαμπτήρα ποια θα είναι η ένδειξή του;
 - Όταν ο διακόπτης του φακού είναι ανοιχτός, υπάρχει σε κάποιο στοιχείο του κυκλώματος ηλεκτρικό ρεύμα;
 - Αν αφαιρέσουμε τον αγωγό που επιστρέφει από το λαμπτήρα πίσω στον αρνητικό πόλο της πηγής, ο λαμπτήρας του φακού θα εξακολουθεί να ανάβει;
- Διακόψτε τη λειτουργία του κυκλώματος επιλέγοντας με αριστερό κλικ το πλήκτρο **Stop Simulation** και με αριστερό κλικ ανοίξτε τον διακόπτη του κυκλώματος.

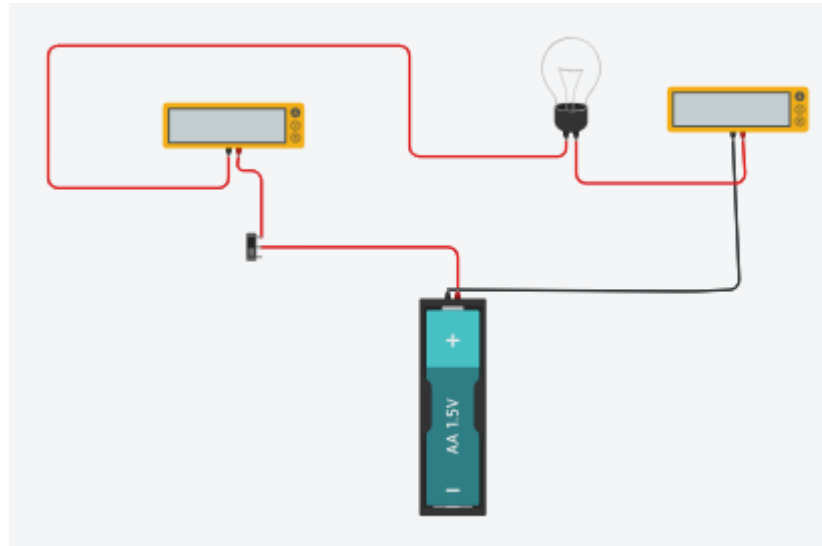


Για να πραγματοποιήσω κάποια αλλαγή στην τιμή των εξαρτημάτων του κυκλώματος δεν είναι απαραίτητο να διακόψω τη λειτουργία της εφαρμογής.

Για να αλλάξω ή να διαγράψω όμως κάποιο εξάρτημα ή έναν αγωγό σύνδεσης πρέπει οπωσδήποτε να διακόψω την εφαρμογή κάνοντας αριστερό κλικ στην επιλογή **Stop Simulation** (Διακοπή προσομοίωσης).



- Συνδέστε ένα δεύτερο αμπερόμετρο μετά τον λαμπτήρα πραγματοποιώντας το κύκλωμα της Εικόνας 6 και ξεκινήστε τη προσομοίωση του κυκλώματος επιλέγοντας με αριστερό κλικ το πλήκτρο **Start Simulation** και με αριστερό κλικ κλείστε το διακόπτη του κυκλώματος.

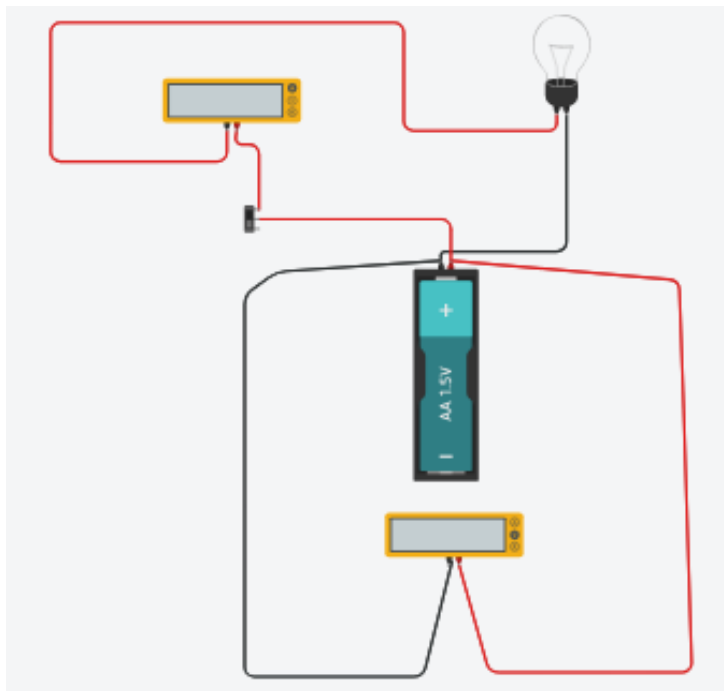


Εικόνα 6

- Συζητήστε στην ομάδα σας και στη συνέχεια γράψτε την απάντησή σας στην παρακάτω ερώτηση:
 - ο Τι παρατηρείτε ότι συμβαίνει στις ενδείξεις των αμπερομέτρων όταν κλείνω με τον διακόπτη το κύκλωμα; Πως το εξηγείτε αυτό;
- Αφαιρέστε τον αγωγό που επιστρέφει από το λαμπτήρα πίσω στον αρνητικό πόλο της πηγής.
- Ξεκινήστε τη προσομοίωση του κυκλώματος επιλέγοντας με αριστερό κλικ το πλήκτρο **Start Simulation** και με αριστερό κλικ κλείστε το διακόπτη του κυκλώματος.
- Συζητήστε στην ομάδα σας και στη συνέχεια γράψτε την απάντησή σας για κάθε μία από τις παρακάτω ερωτήσεις.
 - ο Τι παρατηρείτε ότι συμβαίνει στις ενδείξεις των αμπερομέτρων όταν κλείνω με τον διακόπτη το κύκλωμα;
 - ο Ο λαμπτήρας του φακού εξακολουθεί να ανάβει; Γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;

Δραστηριότητα 2η : Τάση και ρεύμα στο απλό ηλεκτρικό κύκλωμα

- Με τη βοήθεια των υλικών και των οργάνων της εφαρμογής τροποποιήστε το κύκλωμα που κατασκευάσατε στην 1^η Δραστηριότητα προσθέτοντας ένα πολύμετρο που θα το ρυθμίσετε σε λειτουργία βολτομέτρου. Το βολτόμετρο θα μετράει την τάση στα άκρα της μπαταρίας (Εικόνα 7).



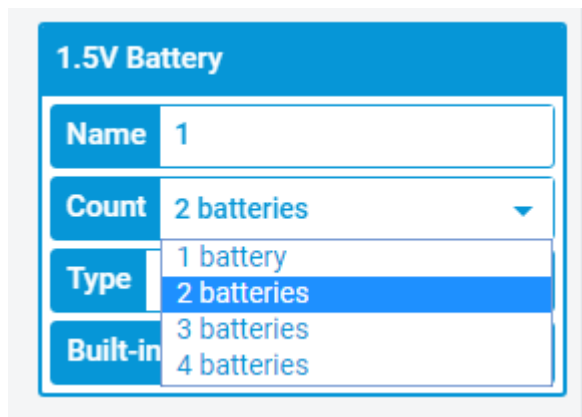
Εικόνα 7

- Συζητήστε στην ομάδα σας και στη συνέχεια γράψτε την απάντησή σας για κάθε μία από τις παρακάτω ερωτήσεις.
 - Τι νομίζετε ότι θα συμβεί όταν θέσω το κύκλωμα σε λειτουργία;
 - Ποια θα είναι κατά τη γνώμη σας η ένδειξη του βολτόμετρου που έχω συνδέσει;
- Ξεκινήστε τη προσομοίωση του κυκλώματος επιλέγοντας με αριστερό κλικ το πλήκτρο **Start Simulation** και με αριστερό κλικ κλείστε το διακόπτη του κυκλώματος.
- Καταγράψτε τις τιμές της εντάσεως του ηλεκτρικού ρεύματος που μετρήσατε στο αμπερόμετρο και τις τιμές της τάσεως που μετρήσατε στο βολτόμετρο στον Πίνακα 1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

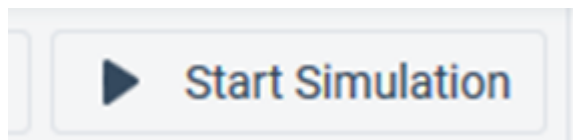
A/A	Αριθμός μπαταριών 1,5V	Ένδειξη αμπερομέτρου(A)	Ένδειξη βολτομέτρου(V)
1	1 μπαταρία		
2	2 μπαταρίες		
3	3 μπαταρίες		
4	4 μπαταρίες		

- Προσθέστε μία ακόμα μπαταρία στο κύκλωμα της Εικόνας 6, έτσι ώστε το κύκλωμά σας να έχει 2 μπαταρίες των 1,5V.

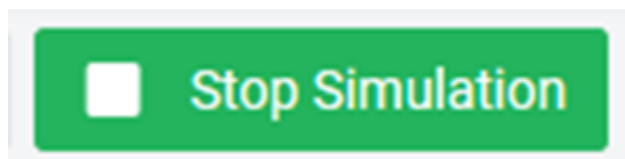


Για να προσθέσω μία παραπάνω μπαταρία των 1,5V κάνω αριστερό κλικ πάνω στην μπαταρία και στο πεδίο **count** ορίζω πόσες μπαταρίες (έως 4) θέλω να προσθέσω στο κύκλωμά μου.

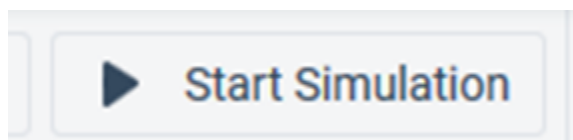
- Συζητήστε στην ομάδα σας και στη συνέχεια γράψτε την απάντησή σας για κάθε μία από τις παρακάτω ερωτήσεις.
 - ο Τι νομίζετε ότι θα συμβεί όταν θέσω τώρα το κύκλωμα σε λειτουργία;
 - ο Ποιες κατά τη γνώμη σας θα είναι οι ενδείξεις του βολτομέτρου και του αμπερομέτρου αυτή τη φορά;
- Ξεκινήστε τη προσομοίωση του κυκλώματος, επιλέγοντας με αριστερό κλικ το πλήκτρο **Start Simulation** και με αριστερό κλικ κλείστε το διακόπτη του κυκλώματος.



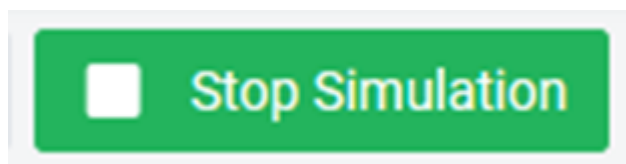
- Καταγράψτε τις τιμή της εντάσεως του ηλεκτρικού ρεύματος που μετρήσατε στο αμπερόμετρο και την τιμή της τάσεως που μετρήσατε στο βολτόμετρο στον Πίνακα 1.
- Επαναλάβετε τη διαδικασία προσθέτοντας μπαταρίες και συμπληρώστε τις ενδείξεις των οργάνων στον Πίνακα 1 για 3 και για 4 μπαταρίες αντίστοιχα.
- Διακόψτε τη λειτουργία του κυκλώματος, επιλέγοντας με αριστερό κλικ το πλήκτρο **Stop Simulation** και με αριστερό κλικ ανοίξτε τον διακόπτη του κυκλώματος.



- Συζητήστε στην ομάδα σας και στη συνέχεια γράψτε την απάντησή σας για κάθε μία από τις παρακάτω ερωτήσεις.
 - ο Τι συμβαίνει στο ρεύμα του κυκλώματος όταν αυξάνουμε την τάση της πηγής, δηλαδή όταν προσθέτουμε πιο πολλές μπαταρίες;
 - ο Τι θα είχε συμβεί στο ρεύμα του κυκλώματος αν κάναμε το αντίθετο, δηλαδή αν μειώναμε την τάση τροφοδοσίας του κυκλώματος;
- Διακόψτε τη λειτουργία του κυκλώματος, επιλέγοντας με αριστερό κλικ το πλήκτρο **Stop Simulation** και ανοίξτε τον διακόπτη του κυκλώματος.
- Αφαιρέστε τον αγωγό που επιστρέφει από το λαμπτήρα πίσω στον αρνητικό πόλο της πηγής.
- Συζητήστε στην ομάδα σας και στη συνέχεια γράψτε την απάντησή σας για κάθε μία από τις παρακάτω ερωτήσεις.
 - ο Τι νομίζετε ότι θα συμβεί όταν θέσω το κύκλωμα σε λειτουργία;
 - ο Τι θα δείχνει κατά τη γνώμη σας το αμπερόμετρο και το βολτόμετρο που έχω συνδέσει;
- Ξεκινήστε τη προσομοίωση του κυκλώματος επιλέγοντας με αριστερό κλικ το πλήκτρο **Start Simulation** και με αριστερό κλικ κλείστε το διακόπτη του κυκλώματος.



- Συζητήστε στην ομάδα σας και στη συνέχεια γράψτε την απάντησή σας για κάθε μία από τις παρακάτω ερωτήσεις.
 - ο Τι παρατηρείτε ότι συμβαίνει στην ένδειξη του αμπερομέτρου και του βολτομέτρου όταν κλείνω με τον διακόπτη το κύκλωμα;
 - ο Γιατί πιστεύετε ότι συμβαίνει αυτό;
- Ανοίξτε το διακόπτη του κυκλώματος για να διακόψετε τη λειτουργία του κυκλώματος.
- Επιλέξτε αριστερό κλικ το πλήκτρο **Stop Simulation** για να διακόψετε την προσομοίωση.



Το παρόν σενάριο περιλαμβάνεται στο επιμορφωτικό υλικό της εκπαίδευσης επιμορφωτών Β' επιπέδου ΤΠΕ στα ΠΑΚΕ (Συστάδα 9: Εκπαιδευτικοί Μηχανικοί), όπως αναπτύχθηκε/προσαρμόστηκε και αξιοποιήθηκε στο πλαίσιο της Πράξης «Επιμόρφωση εκπαιδευτικών για την αξιοποίηση και εφαρμογή των ψηφιακών τεχνολογιών στη διδακτική πράξη (Επιμόρφωση Β' επιπέδου ΤΠΕ)», <http://e-pimorfosi.cti.gr>, του Ε.Π. «Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού – Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση», ΕΣΠΑ 2014-2020, με τελικό δικαιούχο το ΙΤΥΕ «Διόφαντος».

Το επιμορφωτικό υλικό αποτελεί ιδιοκτησία του ΥΠΑΙΘ και καλύπτεται από την ισχύουσα νομοθεσία για την προστασία των πνευματικών δικαιωμάτων των δημιουργών. Διατέθηκε μέσω της ειδικής πλατφόρμας ηλεκτρονικής μάθησης της παραπάνω Πράξης (moodle), ενώ την ευθύνη ανάπτυξής του είχε συγγραφική ομάδα εξειδικευμένων εκπαιδευτικών, με επιστημονική υπεύθυνη την κ. Κυπαρισσία Παπανικολάου, Καθηγήτρια στην Ανώτατη Σχολή Παιδαγωγικής και Τεχνολογικής Εκπαίδευσης (ΑΣΠΑΙΤΕ), στο Παιδαγωγικό Τμήμα.



Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

