

Διδασκαλία της ροής ηλεκτρικών φορτίων καθώς και των ηλεκτρικών κυκλωμάτων, με τη χρήση ΤΠΕ, συγκεκριμένα: με την προσομοίωση **Travoltage** και το **Εργαστήριο Κατασκευής Κυκλωμάτων Συνεχούς Ρεύματος**, PhET, University of Colorado, Boulder <http://phet.colorado.edu/en/simulation/travoltage> και http://phet.colorado.edu/simulations/sims.php?sim=Circuit_Construction_Kit_Virtual_Lab_Version_DC_Only

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ με χρήση ΤΠΕ: Τάση, ένταση, αντίσταση – Νόμος Ohm – Συνδεσμολογίες Αντιστατών – Απλά ηλεκτρικά κυκλώματα

Αρχικό ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Τίτλος: Εκφορτίσεις και Ηλεκτρικά Κυκλώματα

Προαπαιτούμενες έννοιες:

ηλεκτρικό φορτίο, αγωγός, μονωτής, φόρτιση με τριβή, (ελεύθερα) ηλεκτρόνια (ή και φόρτιση με επαφή, ηλεκτροστατική επαγωγή και πόλωση)

Σήμερα:

- Θα προβληματιστείτε για τα ηλεκτρικά φαινόμενα αλλά και θα διασκεδάσετε με τις προσομοιώσεις και τα βίντεο.
- Θα διαβάσετε για την ομορφιά αλλά και την επικινδυνότητα των ηλεκτρικών εκφορτίσεων.
- Θα διαβάσετε για την ιστορική πορεία των ανακαλύψεων και των εννοιών στον ηλεκτρισμό.
- Θα διακρίνετε ξανά τη διαφορά μεταξύ αγωγών και μονωτών.
- Θα αντιληφθείτε το ηλεκτρικό ρεύμα ως ροή ηλεκτρικών φορτίων και θα το συσχετίσετε με τα ηλεκτροστατικά φαινόμενα, και θα αντιληφθείτε το ηλεκτρικό κύκλωμα ως κλειστό αγωγίμο βρόχο.
- Θα κατασκευάσετε πολλά πραγματικά και εικονικά ηλεκτρικά κυκλώματα.
- Θα πειραματιστείτε με διαφορετικές συνδεσμολογίες σ' αυτά τα ηλεκτρικά κυκλώματα.
- Θα αναρωτηθείτε για την καταγωγή της λέξης electrocution (ηλεκτροπληξία).
- Θα διαβάσετε για τις διαφορετικές κατηγορίες ηλεκτρικών πηγών και θα κληθείτε να κατασκευάσετε μία, χρησιμοποιώντας απλά υλικά.
- Θα συναντήσετε πολλές προτάσεις για επέκταση και ολοκλήρωση της μελέτης σας (ακόμα και σε θέματα πχ. κοινωνικά κλπ.)

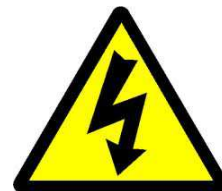
Υλικά - Λογισμικά:

- Μπαταρία (πχ. πλακέ των 4,5 Volts), μικρό λαμπάκι (πχ. για φακό), δύο λεπτά καλώδια σύνδεσης και προαιρετικά: ασαλόμαλλο
- Σύνδεση στο διαδίκτυο
- Προσομοίωση **Travoltage**, PhET Colorado, <http://phet.colorado.edu/en/simulation/travoltage>
- Λογισμικό Προσομοίωσης **Circuit Construction Kit DC-Only**, (CCK), PhET Colorado, http://phet.colorado.edu/simulations/sims.php?sim=Circuit_Construction_Kit_Virtual_Lab_Version_DC_Only

Αρχική παρατήρηση

- (Συζητήστε στην ομάδα σας και γράψτε):
Έχετε ξαναδεί το σύμβολο που φαίνεται στην εικόνα;

Τι σας θυμίζει;



Μήπως γνωρίζετε ή θα μπορούσατε να σκεφτείτε ποια είναι η πιθανή χρήση του;

- Συνδέεται με κάποιο τρόπο με μία από τις πιο εντυπωσιακές εκδηλώσεις του ηλεκτρισμού στη φύση;

Ενότητα 1^η (Εκφορτίσεις)

Δραστηριότητα 1η, (Παρατηρήστε – Διαβάστε – Θαυμάστε)

- **Εκφορτίσεις και Τέχνη**

«Τέχνες: Ιάπωνας φωτογράφος υποτάσσει τον ηλεκτρισμό στη θέλησή του»

(Jon J. Eilenberg, Δεκέμβριος 2009, Online περιοδικό Wired, link: http://www.wired.com/magazine/2009/12/pl_arts_sugimoto/all/1)



«..., για το τελευταίο του project (έργο), που ονομάζεται **Lightning Fields** (Πεδία Εκλάμψεων), ο βραβευμένος φωτογράφος (Sugimoto) μεταλλάσσει τον ηλεκτρισμό σε οπτική. Χρησιμοποιεί μια **γεννήτρια Van de Graaff** για να στείλει μέχρι και 400.000 volts σε ένα μεταλλικό τραπέζι, διαμέσου ενός φιλμ. Οι φράκταλ διακλαδώσεις, οι λεπτές σαν φτερά αναπτύξεις και τα χνουδωτά σαν γούνα κυκλικά άνθη που δημιουργούνται ως αποτέλεσμα, φέρνουν στο μυαλό συστήματα αγγείων, γεωλογικά χαρακτηριστικά και δέντρα. **«Βλέπω την ίδια τη σπίθα της ζωής, τον κεραυνό που χτύπησε την πρωταρχική λάσπη»**, λέει ο Sugimoto. Αν και, κάποια από τα αποτελέσματα συμβαίνουν κατά τύχη, ο καλλιτέχνης πράγματι προσπαθεί να εξασκήσει κάποιο έλεγχο. Έχω μια ολόκληρη «κουζίνα» από σκεύη που προκαλούν σπίθες με διαφορετικά χαρακτηριστικά», λέει.

«Αλλά υπάρχουν πολλές μεταβλητές – ο καιρός, η υγρασία, ίσως ακόμα και το τι έφαγα για πρωινό – ποτέ δεν είμαι σίγουρος για το τι επηρεάζει τα αποτελέσματα.» ...»

(Αφιερώστε λίγο χρόνο για να θαυμάσετε την εικόνα δείγμα από τη δουλειά του εξαιρετικού αυτού φωτογράφου)

- **Εκφορτίσεις και ιστορία του ηλεκτρισμού**

Όπως ο ίδιος ο φωτογράφος, γοητευμένος από τα ηλεκτρικά φαινόμενα, περιγράφει στο site του:



«Η λέξη **ηλεκτρισμός** θεωρείται ότι προέρχεται από την αρχαία Ελληνική λέξη **ήλεκτρον**, η οποία σημαίνει κεχριμπάρι. Όταν υποστούν τριβή, υλικά όπως το ήλεκτρον και η γούνα παράγουν ένα φαινόμενο το οποίο τώρα γνωρίζουμε ως στατικό ηλεκτρισμό. Σχετικά φαινόμενα είχαν μελετηθεί τον 18^ο αιώνα, περισσότερο αξιοσημείωτα, από τον **Benjamin Franklin**. Για να ελέγξει τη θεωρία του πως η αστραπή (ο **κεραυνός**) είναι ηλεκτρισμός, το 1752 ο Franklin πέταξε χαρταετό σε μια καταιγίδα. Πραγματοποίησε το πείραμα με μεγάλο κίνδυνο για τον εαυτό του. Στην πραγματικότητα, άλλοι ερευνητές πέθαναν από ηλεκτροπληξία καθώς πραγματοποιούσαν παρόμοια πειράματα. Όχι μονάχα απέδειξε την υπόθεσή του, αλλά επίσης το ότι ο ηλεκτρισμός έχει θετικά και αρνητικά φορτία. Το 1831, η τυποποίηση από τον **Michael Faraday** του νόμου της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής οδήγησε στην εφεύρεση των **ηλεκτρικών γεννητριών** και μετασχηματιστών, που δραματικά άλλαξαν την ποιότητα της ανθρώπινης ζωής. Πολύ λιγότερο γνωστό είναι

Κυπριωτάκης Νίκος, Φυσικός, 1^ο Γυμνάσιο Μαρκόπουλου

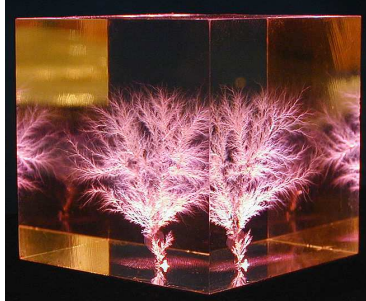
Διδασκαλία του ηλεκτρικού ρεύματος και των ηλεκτρικών κυκλωμάτων, με τη χρήση ΤΠΕ, συγκεκριμένα:

με την προσομοίωση **Travoltage** και το **Εργαστήριο Κατασκευής Κυκλωμάτων Συνεχούς Ρεύματος**, PhET, University of Colorado, Boulder <http://phet.colorado.edu/en/simulation/travoltage> και http://phet.colorado.edu/simulations/sims.php?sim=Circuit_Construction_Kit_Virtual_Lab_Version_DC_Only

πως ο **William Fox Talbot**, συνάδελφος του Faraday, ήταν ο πατέρας της calotype φωτογραφίας. Η σημαντική ανακάλυψη από τον Fox Talbot, των φωτοευαίσθητων ιδιοτήτων των κραμάτων αργύρου οδήγησε στην ανάπτυξη της θετικής-αρνητικής φωτογραφικής απεικόνισης. Η ιδέα της παρατήρησης των αποτελεσμάτων της ηλεκτρικής εκφόρτισης σε φωτογραφικές ξηρές πλάκες αντανάκλα την επιθυμία μου να αναδημιουργήσω τις κορυφαίες ανακαλύψεις αυτών των πρωτοπόρων επιστημόνων στο φωτογραφικό σκοτεινό θάλαμο και να τις επαληθεύσω με τα ίδια μου τα μάτια»

Hiroshi Sugimoto, "Lightning Fields", 2008,

link: <http://www.sugimotohiroshi.com/LighteningField.html>



- **Εκφορτίσεις μέσα σε μονωτικά υλικά**

Οι ίδιες μορφές παρατηρούνται ακόμα πιο εντυπωσιακά, σαν μια προσπάθεια να αιχμαλωτίσουμε τη δύναμη και την ομορφιά του **κεραυνού** (αυτής της μεγαλειώδους **εκφόρτισης ηλεκτρικού φορτίου**), και στις τρισδιάστατες **εικόνες Lichtenberg** (ή και **Ηλεκτρικά Δέντρα**), μέσα **σε μονωτικά υλικά**.

Μπορείτε, στην ομάδα σας να πληροφορηθείτε για αυτές πχ.

στα link: <http://capturedlightning.com/frames/lichtenbergs.html>, http://en.wikipedia.org/wiki/Lichtenberg_figures

- **Εκφορτίσεις και βιολογικά αποτελέσματα**

Παρακολουθήστε τα σχετικά βίντεο και παρατηρήστε επίσης πόσο **όμοια** είναι τα οπτικά αποτελέσματα των εκφορτίσεων αυτών με τα βιολογικά αποτελέσματα πάνω στο δέρμα ανθρώπων που έχουν χτυπηθεί από κεραυνούς ή πάνω στο έδαφος ...



- **Εκφορτίσεις - Προτάσεις για επέκταση:**

- Παρακολουθώντας τη **δυσκολία** των ηλεκτρικών φορτίων να διαπεράσουν ένα **μονωτικό υλικό** ή την **ευκολία** με την οποία διαπερνούν ένα **αγώγιμο υλικό** (συμπεριλαμβανομένου και του ανθρώπινου σώματος),

μπορείτε να κάνετε αναζητήσεις για σχετικά θέματα όπως:

πλάσμα, εκφόρτιση κορόνας, φωτογραφία Kirlian

http://en.wikipedia.org/wiki/Electrical_treeing [http://en.wikipedia.org/wiki/Plasma_\(physics\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Plasma_(physics))

http://en.wikipedia.org/wiki/Corona_discharge http://en.wikipedia.org/wiki/Kirlian_photography

- Όσον αφορά τους τρόπους παραγωγής ή και αποθήκευσης ηλεκτρικών φορτίων,

μπορείτε πχ. να κάνετε αναζητήσεις για:

μηχανές Van de Graaff:

http://en.wikipedia.org/wiki/Van_de_Graaff_generator <http://lyonel.baum.pagesperso-orange.fr/sis.html>

μηχανές Wimshurst: http://en.wikipedia.org/wiki/Wimshurst_machine

ή ακόμα και για τη **φιάλη Layden**, για τον **Ηλεκτροφόρο** (του Volta), τη **στήλη του Volta** (ουσιαστικά την πρώτη ηλεκτρική μπαταρία), τη **σπείρα (στήλη) του Telsa** (του «μάστορα των κεραυνών» <http://www.pbs.org/tesla/index.html>), και του πρωτεργάτη της καθέρωσης του εναλλασσόμενου (AC) ρεύματος), κλπ.

- Όσον αφορά την εξέλιξη των εννοιών στον Ηλεκτρισμό προτείνεται να επισκεφθείτε το

«Όψεις της ιστορίας του ηλεκτρισμού, 18^{ος} – 19^{ος} αιώνες»

στο <http://www.protovoulia.org/morfotiko-perioxomeno/thematikes/opseis-tis-istorias-toy-ilektrismoy-18os-%E2%80%93-19os-aionas> (Μορφωτική Πρωτοβουλία)

Δραστηριότητα 2η (Διασκεδάστε – Προβληματιστείτε)

- **Εκφορτίσεις - Διασκεδάστε**

Επεκτείνοντας τις γνώσεις σας και την αντίληψή σας για τις φορτίσεις και τις εκφορτίσεις σωμάτων με στατικό ηλεκτρισμό διασκεδάστε με το «**Στατικό Σκυλί**», στον ακόλουθο σύνδεσμο: http://www.youtube.com/watch?v=aO-phqmyqdY&feature=player_embedded (φόρτιση)

- **Εκφορτίσεις - Προβληματιστείτε**

με το παρακάτω: <http://www.youtube.com/watch?v=ldcPeW1XwKs> (εκφόρτιση)

Θα μπορούσατε να εξαγάγετε κάποιο «ηθικό δίδαγμα»;

- **Φορτίσεις – Εκφορτίσεις: Πρόταση για πείραμα στο σπίτι**

«**Η ζάχαρη που χορεύει**» (φορτίσεις εκφορτίσεις) http://aplo.eled.auth.gr/ilek_magn.htm

Κυπριωτάκης Νίκος, Φυσικός, 1^ο Γυμνάσιο Μαρκόπουλου

Διδασκαλία του ηλεκτρικού ρεύματος και των ηλεκτρικών κυκλωμάτων, με τη χρήση ΤΠΕ, συγκεκριμένα: με την προσομοίωση **Travoltage** και το **Εργαστήριο Κατασκευής Κυκλωμάτων Συνεχούς Ρεύματος**, PhET, University of Colorado, Boulder <http://phet.colorado.edu/en/simulation/travoltage> και http://phet.colorado.edu/simulations/sims.php?sim=Circuit_Construction_Kit_Virtual_Lab_Version_DC_Only

Δραστηριότητα 3^η**Πειραματισμός με εκφορτίσεις – Διατηρήστε μια Συνεχιζόμενη Εκφόρτιση (Πειραματισμός με τις εκφορτίσεις του Τραβόλτα, Τραβόλταζ – Travoltage)**

<http://phet.colorado.edu/en/simulation/travoltage>

(η λέξη **voltage** σημαίνει (ηλεκτρική) τάση)

(ο Τραβόλτα έχει ... τάση για εκφόρτιση, **τείνει** δηλαδή – τάση από το ρήμα τείνω)

Μπορείτε τώρα να πειραματιστείτε με τη φόρτιση και την **εκφόρτιση του ... Τραβόλτα.**



- Πειραματιστείτε τρίβοντας το πόδι του διάσημου τραγουδιστή στο χαλί και ακουμπώντας το χέρι του στο πόμολο της πόρτας.
- Μπορείτε επίσης να πειραματιστείτε φορτίζοντας το σώμα του με λιγότερα ή περισσότερα φορτία και πλησιάζοντας αντίστοιχα το χέρι του περισσότερο κοντά ή περισσότερο μακριά από το πόμολο. Μήπως η εκφόρτιση ξεκινάει από μεγαλύτερη απόσταση στην περίπτωση που έχει περισσότερο ηλεκτρικό φορτίο;

- Πως κινούνται τα ηλεκτρικά φορτία μέσα στο σώμα του; Ποιες θέσεις παίρνουν και γιατί;
- Προσπαθήστε να φορτίσετε τον Τραβόλτα ενώ το χέρι του να ακουμπάει στο πόμολο. Τι παρατηρείτε;

Θα μπορούσατε να διατηρήσετε την εκκένωση της εκφόρτισης για αρκετά δευτερόλεπτα; Αν ναι, περιγράψτε πως τα καταφέρατε ...

Γνωρίζετε ότι η **βολταϊκή στήλη** (ανακάλυψη του Volta) και η **ηλεκτρομαγνητική γεννήτρια** (ανακάλυψη του Faraday) **μπορούν επίσης (όπως καταφέρατε και εσείς) να συντηρούν μέσα στους αγωγούς την κίνηση του ηλεκτρικού φορτίου;**

Ωστόσο οι μπαταρίες και οι πρίζες ενός σπιτιού δεν φαίνεται να έχουν σχέση με φαινόμενα τριβής ... Άραγε τα τόσα διαφορετικά φαινόμενα και είδη ηλεκτρισμού έχουν κοινή φύση;

- Τι νομίζετε; (συζητήστε στην ομάδα σας, ή/και στην τάξη, τις γνώσεις και τις απόψεις σας)

Ενότητα 2^η**Εκφορτίσεις που συνεχίζονται και διατηρούνται****Προϋποθέσεις γι' αυτό – Η έννοια του (αγώγιμου) κυκλώματος**• **Διαβάστε:**

«Ηλεκτρισμοί» διαφορετικής προέλευσης και πηγής, αλλά μίας και μοναδικής φύσης

Διαβάστε στην ομάδα σας, και συζητήστε μεταξύ σας, το παρακάτω κείμενο σχετικά με την ιστορική εξέλιξη των ιδεών στον ηλεκτρισμό:

«Ο Faraday μελέτησε το συνηθισμένο ηλεκτρισμό (με χρήση τριβής), το βολταϊκό (με χρήση βολταϊκής στήλης ή μπαταρίας), το ζωϊκό ηλεκτρισμό, το θερμικό ηλεκτρισμό (θερμοστοιχείο), το μαγνητικό ηλεκτρισμό (φαινόμενο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής) και διαπίστωσε (μαζί με άλλους μεταγενέστερους επιστήμονες ότι **κάθε τέτοια διαφορετική πηγή ηλεκτρισμού παράγει μια σειρά από παρόμοια φαινόμενα:**

σπινθήρα (έτσι αρχίσαμε τη μελέτη μας με σπινθήρες εκφόρτισης),

βιολογικά φαινόμενα (τινάγματα, πχ. σε πόδια βατράχων),

μαγνητική απόκλιση (πχ. μιας πυξίδας, όπως στο πείραμα Oersted),

μαγνήτιση (πχ. δημιουργία μαγνητών και ηλεκτρομαγνητών),

θερμικά αποτελέσματα (θέρμανση αγώγιμου σύρματος),

χημικά φαινόμενα (πχ. ηλεκτρόλυση),

έλξη και άπωση, και εκφόρτιση με ζεστό αέρα

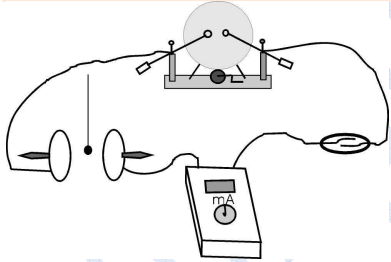
Ο Faraday, λοιπόν, μελετώντας τους «ηλεκτρισμούς» διαφορετικής προέλευσης ή πηγής, διαπιστώνει ότι: η φύση του ηλεκτρισμού οποιαδήποτε και αν είναι η προέλευσή του, είναι μία και μοναδική. Τα διαφορετικά φαινόμενα διαφέρουν απλώς ως προς την έντασή τους.»

(Arnold B. Arons, *Οδηγός Διδασκαλίας της Φυσικής*, Εκδ. Τροχαλία)

Θα μπορούσαμε να διαπιστώσουμε κι εμείς το ίδιο, το ότι η φύση του ηλεκτρισμού είναι κοινή, αναπαράγοντας στο εργαστήριο παρόμοια φαινόμενα, χρησιμοποιώντας διαφορετικές πηγές:

- φορτισμένες πλάκες ενός πυκνωτή (ηλέκτριση με τριβή, επαφή, γείωση)
- ηλεκτροστατική γεννήτρια (πχ. μηχανή Wimshurst),
- βολταϊκή μπαταρία,
- ηλεκτρομαγνητική γεννήτρια.

Αυτό θα ήταν αρκετά χρονοβόρο. Ωστόσο σχετικές πληροφορίες και πειράματα μπορείτε να



βρείτε στο **«Ενοποίηση στατικού και δυναμικού ηλεκτρισμού»**

στο link: http://aplo.eled.auth.gr/ilek_magn.htm, μια πρόταση που συμφωνεί με αυτήν του **Arnold B. Arons**

(στον *Οδηγό Διδασκαλίας της Φυσικής*, Εκδ. Τροχαλία)

Παρατήρηση - επέκταση: Μπορείτε, επίσης, πχ., να βρείτε πληροφορίες για την περίφημη διαμάχη του Galvani (ζωϊκός ηλεκτρισμός – βατραχοπόδαρα) και του Volta (μεταλλικός ηλεκτρισμός)

Όπως εσείς διατηρήσατε την εκκένωση της εκφόρτισης του **Τραβόλταζ** για αρκετά δευτερόλεπτα, έτσι και οι παραπάνω διαφορετικές ηλεκτρικές πηγές, όπως πχ. η βολταϊκή στήλη (ή μία απλή μπαταρία, κλπ.), μπορούν να διατηρούν (να συντηρούν) την εκφόρτιση των ηλεκτρικών φορτίων που παράγονται ή, γενικότερα, να διατηρούν την κίνηση (τη ροή) ηλεκτρικού φορτίου μέσα σε αγωγούς, χωρίς σε πρώτη φάση να φαίνεται πως οι μπαταρίες και οι πρίζες έχουν σχέση με φαινόμενα φόρτισης (ή ηλέκτρισης) με τριβή, όπως πχ. είδαμε στην περίπτωση του **Τραβόλταζ ...**

Ωστόσο ποιες είναι οι βασικές προϋποθέσεις ώστε η βολταϊκή στήλη (μπαταρία) (και η ηλεκτρομαγνητική γεννήτρια) να μπορεί να συντηρούν συνεχώς μέσα στους αγωγούς την κίνηση και μεταφορά του ηλεκτρικού φορτίου; (πχ. των ελεύθερων ηλεκτρονίων στο εσωτερικό των μεταλλικών συρμάτων ή στο σύρμα μίας μικρής λάμπας φωτισμού;)

Κυπριωτάκης Νίκος, Φυσικός, 1^ο Γυμνάσιο Μαρκόπουλου

Διδασκαλία του ηλεκτρικού ρεύματος και των ηλεκτρικών κυκλωμάτων, με τη χρήση ΤΠΕ, συγκεκριμένα:

με την προσομοίωση **Travoltage** και το **Εργαστήριο Κατασκευής Κυκλωμάτων Συνεχούς Ρεύματος**, PhET, University of Colorado, Boulder
<http://phet.colorado.edu/en/simulation/travoltage> και http://phet.colorado.edu/simulations/sims.php?sim=Circuit_Construction_Kit_Virtual_Lab_Version_DC_Only

Δραστηριότητα 4η

- **Δημιουργείτε συνεχιζόμενη κίνηση ηλεκτρικού φορτίου με μπαταρία**
Ποιες είναι οι προϋποθέσεις για να το πετύχετε;

Μπροστά σας έχετε μία μπαταρία, **ΈΝΑ** κομμάτι σύρμα και ένα μικρό λαμπάκι φακού.

Προσπαθήστε να δημιουργήσετε στο λαμπάκι **συνεχή κίνηση του ηλεκτρικού φορτίου** και να παρατηρήσετε έτσι τα θερμικά (άρα και φωτεινά) αποτελέσματα του ηλεκτρισμού.

Δηλαδή με απλά λόγια:

Προσπαθήστε να ανάψετε το λαμπάκι (με συνεχή τρόπο)

- Σχεδιάστε όλες τις συνδεσμολογίες που δοκιμάσατε στην πράξη.
Και αυτές που δούλεψαν, στις οποίες το λαμπάκι άναβε με συνεχή τρόπο, και αυτές που δεν δούλεψαν, στις οποίες δηλαδή το λαμπάκι δεν άναψε.

Συνδεσμολογίες που δεν πέτυχαν	Συνδεσμολογίες που πέτυχαν

- Συγκρίνετε τις δύο ομάδες σχεδίων (αυτών που πέτυχαν και αυτών που δεν πέτυχαν)
- Ποια είναι τα χαρακτηριστικά των συνδεσμολογιών στα οποία είχαμε συνεχή μεταφορά ηλεκτρονίων στο εσωτερικό του σύρματος της λάμπας (δηλ. συνεχή φωτοβολία της λάμπας);

- Επαναλάβετε τα ίδια βήματα χρησιμοποιώντας τώρα **ΔΥΟ** σύρματα αντί για ένα. Σχεδιάστε τις συνδεσμολογίες σας και συγκρίνετε τις. Ποια είναι τα χαρακτηριστικά των πετυχημένων συνδεσμολογιών;

Συνδεσμολογίες που δεν πέτυχαν	Συνδεσμολογίες που πέτυχαν

- Σας ήταν ευκολότερη η σύνδεση χρησιμοποιώντας δύο σύρματα αντί για ένα;
- Στις πετυχημένες συνδεσμολογίες πως θα μπορούσατε να διακόψετε τη συνεχή ροή των ελεύθερων ηλεκτρονίων (άρα και τη φωτοβολία της λάμπας);
- Πως θα μπορούσατε να ενσωματώσετε ένα διακόπτη ώστε να διακόπτετε και να επαναφέρετε τη ροή κατά βούληση; (σχεδιάστε)
- Το φαινόμενο θα το χαρακτηρίζατε δυναμικό ή στατικό;
- Εκτός από τη φωτοβολία ποια άλλη αλλαγή παρατηρείτε στη λάμπα ή και στο σύρμα;

Προβληματισμός – Επέκταση (σε θέματα που θα μας απασχολήσουν στο μέλλον):

- Θα μπορούσατε να χρησιμοποιήσετε και ένα μικρό νήμα ατσάλωμαλλου και να συνεχίσετε να έχετε συνεχή ροή φορτίων;
- Τι παρατηρείτε ότι συμβαίνει στο λεπτό αυτό νήμα;
- Θα μπορούσε η μπαταρία σιγά σιγά να αδειάσει;
- Αν με πολύ προσοχή σπάσουμε το γυάλινο κάλυμμα στη λάμπα και τη συνδέσουμε ξανά ώστε να φωτοβολεί τι παρατηρούμε να συμβαίνει στο λεπτό της νήμα;

Ενότητα 3^η

Επιτυχημένες (εκφορτίσεις και) ροές ηλεκτρικού φορτίου που συνεχίζονται και διατηρούνται, χρησιμοποιώντας μπαταρία

Η έννοια του (αγώγιμου) κυκλώματος

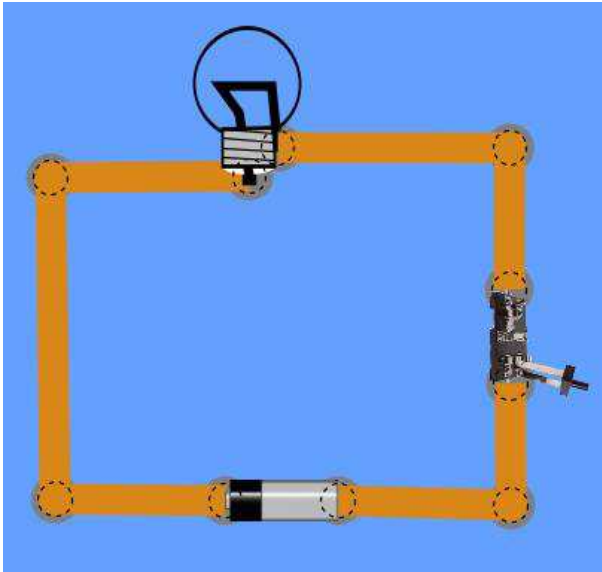
Δραστηριότητα 5η (Απλό ηλεκτρικό κύκλωμα με μπαταρία)

- **Μια απλή επιτυχημένη συνδεσμολογία**

Μια απλή επιτυχημένη συνδεσμολογία είναι αυτή που φαίνεται στην παρακάτω εικόνα (κύκλωμα 1.1).

Αν ο βρόχος παραμένει κλειστός (με το διακόπτη π.χ. να είναι κλειστό), τότε η διαδρομή των ελεύθερων ηλεκτρονίων είναι κλειστή και συνεχής και μπορούμε να μιλήσουμε για **κύκλωμα**, ηλεκτρικό κύκλωμα και ηλεκτρικό **ρεύμα** (με την έννοια της ροής ηλεκτρικών φορτίων):

- **Παρατηρήστε και έπειτα πραγματοποιείστε το κύκλωμα 1.1, χρησιμοποιώντας το**



Εργαστήριο Κατασκευής Κυκλωμάτων Συνεχούς Ρεύματος (CCK),

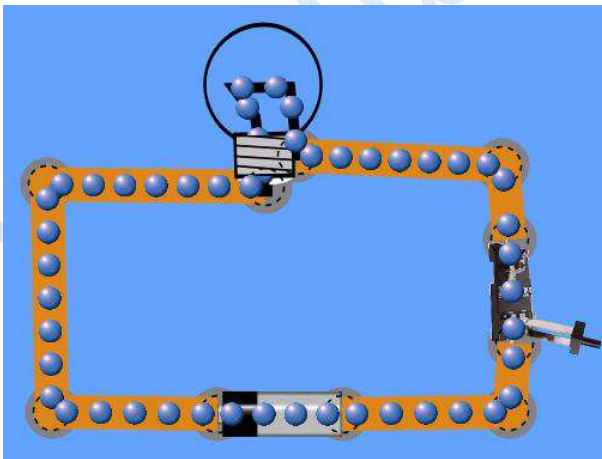
(PhET), University of Colorado, Boulder

http://phet.colorado.edu/simulations/sims.php?sim=Circuit_Construction_Kit_Virtual_Lab_Version_DC_Only

αφού πρώτα επιλέξετε Απόκρυψη των Ηλεκτρονίων (από τις Προχωρημένες Επιλογές)

- Παρατηρήστε τη φωτοβολία του λαμπτήρα καθώς ανοίγετε και κλείνετε το διακόπτη.

(κύκλωμα 1.1)



- Αφού τώρα αποεπιλέξετε την Απόκρυψη των Ηλεκτρονίων (από τις Προχωρημένες Επιλογές), **παρατηρήστε** ξανά, καθώς κλείνετε και ανοίγετε το διακόπτη, **τη ροή των ελεύθερων ηλεκτρονίων** μέσα στα αγώγιμα στοιχεία του κυκλώματος.

- Χρησιμοποιώντας το κουμπί «Άνοιξε την τσάντα» πειραματισθείτε παρεμβάλλοντας στον κλειστό βρόχο του κυκλώματος



αγώγιμα ή μονωτικά υλικά (π.χ. ένα μεταλλικό συνδετήρα, ένα κέρμα ή τη γομολάστιχα)

- Στην περίπτωση που παρεμβάλλουμε μονωτικό υλικό, τι συμβαίνει με τη φωτοβολία του λαμπτήρα και τη ροή των ελεύθερων ηλεκτρονίων;

Κυπριωτάκης Νίκος, Φυσικός, 1^ο Γυμνάσιο Μαρκόπουλου

Διδασκαλία του ηλεκτρικού ρεύματος και των ηλεκτρικών κυκλωμάτων, με τη χρήση ΤΠΕ, συγκεκριμένα: με την προσομοίωση [Travoltage](http://phet.colorado.edu/en/simulation/travoltage) και το [Εργαστήριο Κατασκευής Κυκλωμάτων Συνεχούς Ρεύματος](http://phet.colorado.edu/simulations/sims.php?sim=Circuit_Construction_Kit_Virtual_Lab_Version_DC_Only), PhET, University of Colorado, Boulder

Δραστηριότητα 6η

- **Δημιουργείτε πιο περίπλοκα κυκλώματα**

Πειραματιστείτε με τις συνδεσμολογίες και τα είδη των συνδεσμολογιών

Χρησιμοποιώντας το **Εργαστήριο Κατασκευής Κυκλωμάτων Συνεχούς Ρεύματος (CCK)**, προσπαθήστε τώρα να συνδέσετε **δύο λάμπες**, με τέτοιο τρόπο ώστε **να φωτοβολούν και οι δύο**, χρησιμοποιώντας τον ελάχιστο αριθμό καλωδίων. Σχεδιάστε το κύκλωμά σας:

- Προβλέψτε τι θα συμβεί αν αποσυνδέσουμε τη μία από τις δύο λάμπες, στο κύκλωμα που κατασκευάσατε.

- Αποσυνδέστε τώρα τη μία λάμπα (πχ. κάνοντας δεξί κλικ σε μία από τις διακλαδώσεις και επιλέγοντας Διάλυση Διακλάδωσης). Τι παρατηρείτε; Επιβεβαιώθηκε η πρόβλεψή σας; Μπορείτε να εξηγήσετε, με δικό σας τρόπο, τι συμβαίνει;

- Θα μπορούσατε να κατασκευάσετε ένα κύκλωμα (χρησιμοποιώντας τον ελάχιστο δυνατό αριθμό καλωδίων) ώστε να φωτοβολούν δύο λαμπτήρες και με τέτοιο τρόπο ώστε αν αποσυνδέσουμε τη μία από τις δύο, η άλλη να συνεχίσει να φωτοβολεί; Αν ναι, σχεδιάστε το κύκλωμά σας:

- Θα μπορούσατε να κατασκευάσετε ένα κύκλωμα (χρησιμοποιώντας τον ελάχιστο δυνατό αριθμό καλωδίων) ώστε να φωτοβολούν δύο λαμπτήρες και με τέτοιο τρόπο ώστε αν αποσυνδέσουμε τη μία από τις δύο, τότε και η άλλη να σταματήσει να φωτοβολεί; Αν ναι, σχεδιάστε το κύκλωμά σας:

Δραστηριότητα 7η (Σύνοψη και επανάληψη)

Μπορείτε τώρα να παρακολουθήσετε το σχετικό βίντεο για τον ηλεκτρισμό και τα ηλεκτρικά κυκλώματα στο link (από την εκπαιδευτική τηλεόραση):

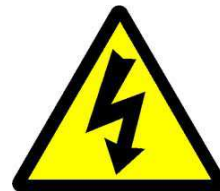
http://www.edutv.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=1279&Itemid=174

(από το 2:20 αρχίζει η αναφορά στα ηλεκτρικά κυκλώματα)



Δραστηριότητα 8^η (Εκφορτίσεις – Κοινωνικές και άλλες προεκτάσεις)**Εκφορτίσεις – Κοινωνικές και άλλες προεκτάσεις**

- **Θανατηφόρες Εκφορτίσεις – Ιστορικά στοιχεία – Ο ρόλος των επιστημόνων**
Ξαναγυρίζοντας στην εικόνα με την οποία ξεκινήσαμε το φύλλο εργασίας, συζητήστε στην ομάδα σας την έννοια αλλά και την ιστορική **καταγωγή της λέξης electrocution («ηλεκτροπληξία»)**. Καταγράψτε τις απόψεις σας:



Τι σχέση μπορεί να έχει η λέξη αυτή με τον «**Πόλεμο των Ρευμάτων**»; (War of Currents) (ανάμεσα στο συνεχές ρεύμα DC και στο εναλλασσόμενο ρεύμα AC)(αναζητήστε το νόημα των όρων αυτών)

Τι σχέση μπορεί να έχει ο **Thomas Edison**; (και ο Nikola Tesla)



Γνωρίζετε ότι **δύο υπάλληλοι του Thomas Edison**, κατασκεύασαν την πρώτη ηλεκτρική καρέκλα;
Γνωρίζετε ότι σκότωσαν δημόσια πολλά ζώα (και τον **ελέφαντα Topsy** – το σχετικό βίντεο υπάρχει στο διαδίκτυο) μονάχα για να δυσφημίσουν το εναλλασσόμενο ρεύμα ως επικίνδυνο.

Γνωρίζετε την τραγική ιστορία του πρώτου θανόντα στην ηλεκτρική καρέκλα (**William Kemmler**) την ημέρα της θανάτωσής του με «**εκτέλεση με ηλεκτρισμό**»;

«Εκτέλεση με ηλεκτρισμό», αυτή ήταν η αρχική έννοια της λέξης «ηλεκτροπληξία».

- Μπορείτε να αναζητήσετε τις σχετικές εξαιρετικά ενδιαφέρουσες πληροφορίες στη Wikipedia και να τις παρουσιάσετε αργότερα μαζί με την ομάδα σας σε ολόκληρη την τάξη, ξετυλίγοντας τη σχέση επιστήμης, επιστημόνων και κοινωνίας.
- Ποια είναι η κατάσταση στις μέρες μας, όσον αφορά τη θανατική ποινή γενικότερα; Εφαρμόζεται ακόμα η θανάτωση με ηλεκτρική καρέκλα;

Ο σπουδαίος **φωτογράφος Sugimoto**, με τον οποίο ξεκινήσαμε, ο οποίος ενδιαφέρεται τόσο πολύ για τον ηλεκτρισμό, έχει φωτογραφήσει και το θέμα αυτό (της ηλεκτρικής καρέκλας)

Ηλεκτροπληξία και εκτέλεση με ηλεκτρισμό: ουσιαστικά μία **εκφόρτιση** που αποβαίνει μοιραία, μια **εκφόρτιση διαμέσου του αγώγιμου ανθρώπινου σώματος**.

Πηγές: http://en.wikipedia.org/wiki/Electric_chair
<http://people.clemson.edu/~pammack/lec122/edisonelphant.mpg>
<http://people.clemson.edu/~pammack/lec122/edison.htm>

Κυπριωτάκης Νίκος, Φυσικός, 1^ο Γυμνάσιο Μαρκόπουλου

Διδασκαλία του ηλεκτρικού ρεύματος και των ηλεκτρικών κυκλωμάτων, με τη χρήση ΤΠΕ, συγκεκριμένα: με την προσομοίωση **Travoltage** και το **Εργαστήριο Κατασκευής Κυκλωμάτων Συνεχούς Ρεύματος**, PhET, University of Colorado, Boulder <http://phet.colorado.edu/en/simulation/travoltage> και http://phet.colorado.edu/simulations/sims.php?sim=Circuit_Construction_Kit_Virtual_Lab_Version_DC_Only

- **Απλές καθημερινές κατασκευές**

Θα μπορούσατε να κατασκευάσετε μια απλή μπαταρία, χρησιμοποιώντας πολύ απλά υλικά, όπως λεμόνια ή πατάτες;

Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε χάλκινη και ψευδαργυρική μεταλλική λωρίδα, είτε χάλκινο και ασημένιο κέρμα.

(υπάρχουν άφθονες πηγές στο διαδίκτυο)

- **Εκφορτίσεις – Προστασία**

Γιατί πολλοί ερευνητές που επανέλαβαν το πείραμα του Franklin, πέθαναν;

Πως προστατεύομαστε από τους κεραυνούς;

Τι είναι το αλεξικέραυνο;

- **Η ροή ρευστών και το μοντέλο της ροής ηλεκτρικών φορτίων σε αγωγούς**

Αναζητήστε αναλογίες ανάμεσα στη ροή ρευστών (πχ. του νερού μέσα σε ένα δίκτυο ύδρευσης ή σωληνώσεων) και στη ροή του ηλεκτρικού φορτίου (δηλ. του ηλεκτρικού ρεύματος) στο εσωτερικού αγωγίμων πχ. καλωδίων.

Η αναλογία αυτή μπορεί να επεκταθεί καθώς θα προχωράμε στη μελέτη των διαφόρων μεγεθών του κεφαλαίου για το ηλεκτρικό ρεύμα (πχ. θα μπορείτε να αναζητήσετε «υδραυλικό» ανάλογο των μεγεθών της αντίστασης, της τάσης κλπ.)

(χαρακτικό του Escher)



- **(Κοινωνικές) «Εκφορτίσεις» – Facebook, Google και περιβάλλον**

Μπορείτε να αναλογιστείτε την εξάρτηση του σύγχρονου πολιτισμού από το ηλεκτρικό ρεύμα και την ηλεκτρική ενέργεια;

Άραγε τι ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να χρειάζεται να καταναλώνει καθημερινά ένας κολοσσός όπως το Facebook ή η Google; Πόσο έχουν στραφεί οι εταιρείες αυτές σε εναλλακτικές μορφές πηγών ενέργειας;

- **Κυκλώματα – Γρίφοι**

- <http://physicsmarkopoulo.blogspot.com/2009/10/blog-spot.html>

- Βρίσκεστε δίπλα σε τρεις διακόπτες. Γνωρίζετε ότι κάθε ένας ανάβει και κλείνει μόνο μία από τρεις λάμπες πυρακτώσεως, οι οποίες βρίσκονται σε ένα διπλανό κλειστό δωμάτιο. Πως μπορείτε να διαπιστώσετε ποιος διακόπτης αντιστοιχεί σε ποια λάμπα, αν μπορείτε να μπειτε στο δωμάτιο μία και μόνο μία φορά;

- Τρεις όμοιες λάμπες είναι πάνω σε ένα κλειστό κουτί. Οι λάμπες είναι συνδεδεμένες σε κύκλωμα και οι συνδεσμολογία τους δεν φαίνεται, γιατί το όλο κύκλωμα είναι κλεισμένο μέσα στο κουτί. Πως είναι συνδεδεμένες οι λάμπες μέσα στο κουτί, σε κάθε μία από τις παρακάτω περιπτώσεις:

α) Όποιο λαμπάκι και αν αφαιρεθεί τα άλλα δύο σβήνουν.

β) Όποιο λαμπάκι και αν αφαιρεθεί τα άλλα δύο ΔΕΝ σβήνουν.

γ) Υπάρχει μόνο ένα λαμπάκι, που αν αφαιρεθεί τα άλλα δύο ΔΕΝ σβήνουν, και

δ) Υπάρχει μόνο ένα λαμπάκι, που αν αφαιρεθεί τα άλλα δύο σβήνουν

- **Time to play a Game ...**

<http://samgine.com/electric-box/>