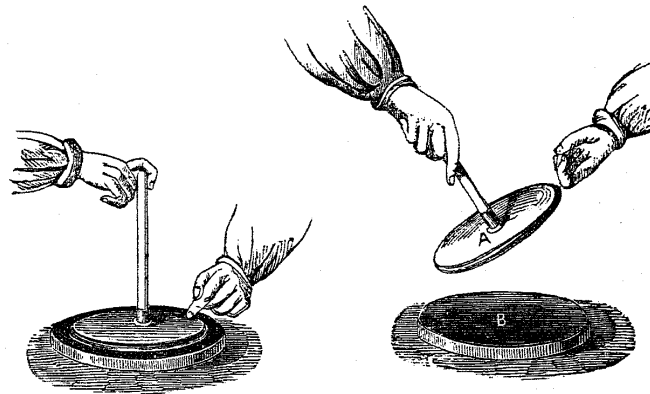


Ηλεκτροφόρο

1. Ιστορική αναδρομή

Το ηλεκτροφόρο επινοήθηκε από τον Σουηδό Johannes Wilcke το 1762 και βελτιώθηκε σημαντικά το 1775 από τον Ιταλό Alessandro Volta¹, ο οποίος του έδωσε, επίσης, το ελληνικής ετυμολογίας όνομα. Ένα τυπικό ηλεκτροφόρο του 19^{ου} αιώνα² αποτελείται από μία πλάκα από ρητίνη ή κερί που έχει χυθεί σε έναν ξύλινο ή μεταλλικό δίσκο και από έναν δίσκο που έχει καλυφθεί από φύλλο κασσίτερου και διαθέτει γυάλινη λαβή (εικόνα 1).



Εικόνα 1: «Ηλεκτροφόρον».³

Αρχικά θερμαίνεται η πλάκα από ρητίνη, για να απομακρυνθεί η υγρασία και στη συνέχεια τρίβεται με δέρμα γάτας, ώστε να αποκτήσει αρνητικό φορτίο. Ύστερα, τοποθετείται πάνω από τη ρητίνη ο δίσκος από κασσίτερο. Η ρητίνη διατηρεί το αρνητικό της φορτίο και ταυτόχρονα απωθεί το αρνητικό φορτίο από τον κασσίτερο. Αν το δάκτυλο του πειραματιστή έρθει σε επαφή με την άκρη του δίσκου από κασσίτερο, το αρνητικό φορτίο απομακρύνεται μέσω του σώματός του και ο ξύλινος δίσκος φορτίζεται με θετικό φορτίο. Αν στη συνέχεια ο πειραματιστής απομακρύνει το δίσκο από τη ρητίνη και πλησιάσει το ελεύθερο χέρι σε αυτόν δημιουργείται σπινθήρας⁴. Ένα καλής ποιότητας ηλεκτροφόρο διατηρούσε το φορτίο του για πολλές

¹ Dibner, B., *Early Electrical Machines*. Burndy Library, Norwalk, 1957. σσ. 50-53.

² Σε νεότερες κατασκευές η ρητίνη έχει αντικατασταθεί από πλαστικό και η λαβή του δίσκου είναι κατασκευασμένη από βακελίτη ή κάποιο άλλο πλαστικό.

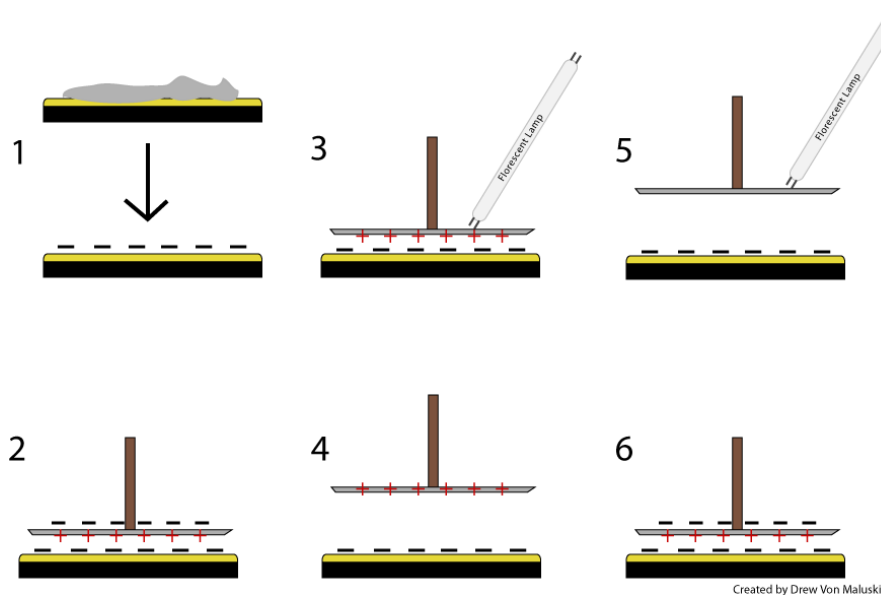
³ Δαμασκηνός, Α., *Στοιχεία Φυσικής Πειραματικής*. σ. 351.

⁴ Δαμασκηνός, Α., *Στοιχεία Φυσικής Πειραματικής*. σσ. 351-352.

μέρες και μπορούσε να παράγει σπινθήρα ακόμα και χωρίς εκ νέου τριβή, αρκεί η υγρασία στον χώρο να παρέμενε σε χαμηλά επίπεδα.

Τα βήματα χρήσης ενός ηλεκτροφόρου παρουσιάζονται αναλυτικά στην εικόνα 2.

1. Η βάση του ηλεκτροφόρου τρίβεται με ένα μάλλινο ύφασμα και αποκτά αρνητικό φορτίο.
2. Ο μεταλλικός δίσκος τοποθετείται πάνω στη βάση με αποτέλεσμα να ηλεκτριστεί. Στην κάτω επιφάνεια του δίσκου συσσωρεύεται θετικό φορτίο ενώ στην πάνω επιφάνεια αρνητικό. Ο δίσκος παραμένει ηλεκτρικά ουδέτερος.



Εικόνα 2. Τα στάδια χρήσης του ηλεκτροφόρου.⁵

3. Ένα ουδέτερο σώμα (π.χ. το δάκτυλο του πειραματιστή ή ένας μικρός λαμπτήρας ιονισμού) αγγίζει την πάνω επιφάνεια του δίσκου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μεταφορά αρνητικού φορτίου στο σώμα αυτό μέσω ενός μικρού σπινθήρα. Ο λαμπτήρας ιονισμού φωτοβολεί στιγμιαία.
4. Ο δίσκος απομακρύνεται από τη βάση. Είναι πλέον φορτισμένος θετικά.
5. Ένα ουδέτερο σώμα (π.χ. το δάκτυλο του πειραματιστή ή ένας μικρός λαμπτήρας ιονισμού) αγγίζει εκ νέου την επιφάνεια του δίσκου. Αρνητικό φορτίο μεταφέρεται μέσω ενός μικρού σπινθήρα στον δίσκο από το σώμα με αποτέλεσμα ο δίσκος να είναι πλέον ουδέτερος. Ο λαμπτήρας ιονισμού φωτοβολεί στιγμιαία.
6. Ο δίσκος αφήνεται ξανά πάνω στην βάση του και η διαδικασία επαναλαμβάνεται από το δεύτερο βήμα.

⁵ Πηγή εικόνας: <https://courses.umass.edu/plecprep/em/5a1020.html>

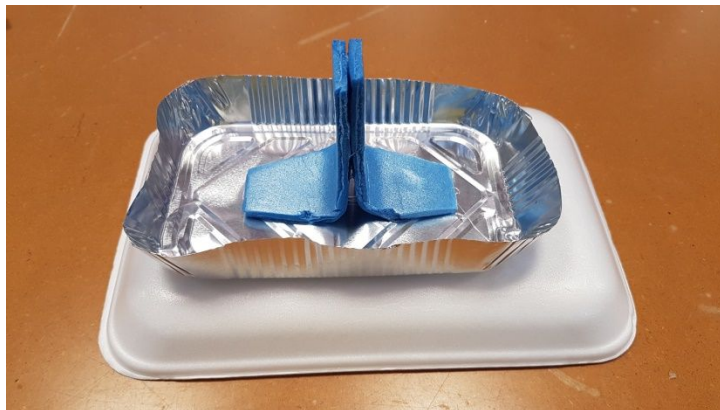
2. Κατασκευή ενός ηλεκτροφόρου με καθημερινά υλικά

Υλικά

- Δύο σκαφάκια από φελιζόλ από συσκευασία για καρότα κ.λπ. Το ένα σκαφάκι θα είναι η βάση του ηλεκτροφόρου, ενώ από το δεύτερο θα κατασκευαστεί η μονωτική λαβή του μεταλλικού δίσκου.
- Ένα αλουμινένιο σκεύος μίας χρήσης (πιάτο, ταψάκι) παρόμοιων διαστάσεων με το σκαφάκι ή έναν δίσκο από έναν παλιό σκληρό δίσκο. Το σκεύος θα αποτελέσει το βασικό τμήμα του μεταλλικού δίσκου του ηλεκτροφόρου.

Κατασκευή του δίσκου του ηλεκτροφόρου

Κόβουμε δύο κομμάτια από το ένα σκαφάκι όπως φαίνεται στην εικόνα 3 και τα κολλούμε στην άνω επιφάνεια του αλουμινένιο σκεύους, έτσι ώστε να σχηματίσουν μία μονωτική λαβή⁶.



Εικόνα 3. Το αλουμινένιο σκεύος με τη μονωτική λαβή στο άνω μέρος του έχει τοποθετηθεί πάνω στη βάση από φελιζόλ.

Πειραματισμός

1. Τρίβουμε επίμονα το σκαφάκι με ένα μάλλινο ύφασμα ή πάνω στα μαλλιά μας, ώστε να φορτιστεί.
2. Στη συνέχεια κρατώντας το αλουμινένιο σκεύος από την μονωτική λαβή, το αφήνουμε πάνω στη βάση. Αγγίζουμε στιγμιαία με το δάκτυλό μας το σκεύος.

⁶ Η ιδέα προέρχεται από: Murphy, P., Klages, E., Shore, L., Gorski, J., & Exploratorium (Organization). *The science explorer: Family experiments from the world's favorite hands-on science museum*. New York: Henry Holt. 1996, σσ. 70-71.

Αισθανόμαστε και ακούμε έναν σπινθήρα. Αν το πείραμα γίνει σε σκοτεινό χώρο ο σπινθήρας είναι ορατός.

3. Απομακρύνουμε το σκεύος από τη βάση, κρατώντας το πάντα από την μονωτική λαβή. Αγγίζουμε ξανά το σκεύος με το δάκτυλό μας. Αισθανόμαστε και ακούμε έναν σπινθήρα.

4. Αφήνουμε ξανά το σκεύος πάνω στη βάση και επαναλαμβάνουμε τα βήματα 2, 3. Αν κάποια στιγμή δεν παρατηρούμε τον σπινθήρα τότε ξεκινούμε από το βήμα 1.

Εναλλακτικά μπορούμε κάθε φορά που απομακρύνουμε το σκεύος από τη βάση να το φέρνουμε σε επαφή με ένα αρχικά ουδέτερο ηλεκτροσκόπιο.

Αν είναι εφικτό να πραγματοποιήσουμε το πείραμα σε έναν σκοτεινό χώρο, μπορούμε να φέρνουμε σε επαφή με το σκεύος έναν λαμπτήρα φθορισμού 6W, ο οποίος θα ανάβει στιγμιαία.⁷

Σημειώνουμε μία ενδιαφέρουσα ερώτηση που μπορούμε να θέσουμε στους μαθητές, ή ίσως μας τη θέσουν πρώτοι εκείνοι. Μήπως με αυτή τη διαδικασία έχουμε βρει τον τρόπο για να έχουμε «ατελείωτη» ενέργεια έχοντας απλώς τρίψει αρχικά τη βάση; Πώς ανάβει ξανά και ξανά ο λαμπτήρας και πώς τίθεται σε κίνηση ο δείκτης του ηλεκτροσκοπίου; Από πού προέρχεται η απαραίτητη ενέργεια;

Την ενέργεια παρέχουμε εμείς, στο βήμα 4, κατά τη διαδικασία απομάκρυνσης του αλουμινένιου σκεύους από τη βάση. Πρόκειται για ενέργεια που αποθηκεύεται ως ηλεκτρική δυναμική ενέργεια του φορτίου του αλουμινένιου σκεύους.

⁷ Layton, W. "A Different Light on an Old Electrostatic Demonstration", *The Physics Teacher*, January 1991, 50-51.