Περιεχόμενα

Πρόλογος **11**

Α. Εισαγωγή **15**

Α.1. Τι πρέπει να κάνω στην τάξη και στο σπίτι **17**

Α.2. Ανάγνωση εκφωνήσεων **21**

Α.3. Πώς διατυπώνω τις απαντήσεις μου **24**

Α.4. Σχεδιασμός σχήματος **26**

Β. Ηλεκτρισμός

Β.1. Ηλεκτρική δύναμη και φορτίο **29**

Β.2. Ηλεκτρικό ρεύμα **173**

Γ. Απαντήσεις – Υποδείξεις **325**

Γνωριμία με την ηλεκτρική δύναμη

Στην αρχαιότητα, παρατηρώντας οι άνθρωποι της εποχής εκείνης κάποιες λάμψεις εκτυφλωτικού φωτός στον ουρανό, που δεν ήταν άλλες από τους γνωστούς σε όλους μας κεραυνούς, θεωρούσαν πως αυτές προκαλούνταν από κάποια δύναμη θεϊκή, αποδίδοντας την ύπαρξή τους στην οργή του Δία για τους ανθρώπους, αν η βούληση των τελευταίων ήταν ενάντια στα κελεύσματα του αρχηγού των θεών.

Η πρόοδος της Επιστήμης, όμως, αναθεώρησε την αντίληψη των ανθρώπων για την ερμηνεία του συγκεκριμένου φαινομένου. Έτσι, στις μέρες μας, πέρα από προκαταλήψεις και δεισιδαιμονίες, μπορούμε να εξηγήσουμε με σαφήνεια τέτοιου είδους καταστάσεις. Ας αρχίσουμε, λοιπόν, να ξετυλίγουμε το κουβάρι της γνώσης από την αρχή.

Αν μελετήσουμε εννοιολογικά τη λέξη «ηλεκτρισμός», αυτή έχει τη ρίζα της στη λέξη «ήλεκτρον». Πρόκειται για το γνωστό σε όλους μας κεχριμπάρι ή, πιο απλά, ρετσίνι.
Οι αρχαίοι Έλληνες ήταν οι πρώτοι που ασχολήθηκαν με τον Ηλεκτρισμό. Ο Θαλής ο Μιλήσιος ήταν αρχικά αυτός που παρατήρησε πως, όταν τρίψει κανείς ένα κομμάτι «ήλεκτρον» σε κάποιο μάλλινο ύφασμα, τότε αυτό έχει την ικανότητα να έλκει ελαφρά αντικείμενα. Ο ηλεκτρισμός, βέβαια, μελετήθηκε σε βάθος, κυρίως, κατά τη διάρκεια των τελευταίων δύο αιώνων.

Σίγουρα, θα έχεις κι εσύ ο ίδιος παρατηρήσει κάτι ανάλογο, όταν τρίβεις το στυλό σου με το πλαστικό του περίβλημα στη μάλλινη μπλούζα σου.

Εύκολα, τότε, το στυλό «τραβά» κοντά του μικρά κομματάκια χαρτιού, που έχουν πέσει από το τετράδιό σου.

Πείραμα

Πληκτρολογώντας τον ηλεκτρονικό σύνδεσμο ή, εναλλακτικά, σαρώνοντας τον QR κωδικό, μπορείς να παρακολουθήσεις ένα σχετικό πείραμα που εκτελέσαμε για τη μελέτη του συγκεκριμένου φαινομένου:

https://bit.ly/3OoIn9o

Χαϊδεύοντας το απαλό τρίχωμα του αγαπημένου σου κατοικίδιου, είτε ακόμα και περπατώντας με τις λαστιχένιες σόλες των παπουτσιών σου στο χαλί του σπιτιού σου, θα νιώσεις ένα ασθενές «τίναγμα», ακουμπώντας ύστερα το μεταλλικό πόμολο της πόρτας.

Προσπαθώντας να βγεις από το αυτοκίνητο, ασυναίσθητα γλιστράς πάνω στα καθίσματα. Ερχόμενος στη συνέχεια σε επαφή με κάποιο μεταλλικό μέρος του αυτοκινήτου, θα νιώσεις, ενδεχομένως, το ίδιο «τίναγμα».

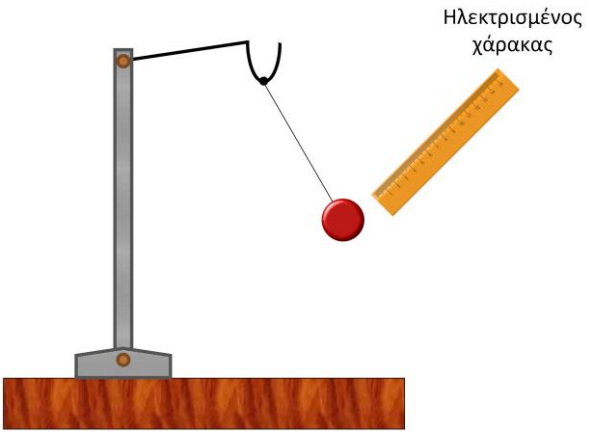
Πείραμα

Στο σημείο, λοιπόν, αυτό, μέσα στη σχολική αίθουσα, ή ακόμα και στο σπίτι, θα μπορούσες να διαπιστώσεις ο ίδιος αν ένα σώμα είναι ηλεκτρισμένο ή όχι, και πότε.

Για τον σκοπό αυτό, δεν έχεις παρά να φουσκώσεις δύο μπαλόνια. Αν τα μπαλόνια τοποθετηθούν δίπλα δίπλα, τότε θα παρατηρήσεις πως αυτά βρίσκονται παράλληλα το ένα στο άλλο, μη αλληλεπιδρώντας μεταξύ τους.

Δοκίμασε, τώρα, να τρίψεις το κόκκινο μπαλόνι στη μάλλινη μπλούζα σου ή, απλούστερα, στα μαλλιά σου.
Τι παρατηρείς; Θα διαπιστώσεις πως το κόκκινο μπαλόνι, που έτριψες, αλληλεπιδρά με το δεύτερο, τραβώντας το μπλε προς το μέρος του.

Από την άλλη μεριά πάλι, αν τρίψεις και το μπλε μπαλόνι, προς έκπληξή σου, θα δεις τα μπαλόνια να απωθούνται μεταξύ τους.



Παρατήρηση 1

Κάποιος συμμαθητής σου επανέλαβε τα δύο τελευταία πειράματα, τρίβοντας το μπαλόνι και τον πλαστικό χάρακα, αλλά στη συνέχεια πλησίασε, αντίστοιχα, στο τενεκεδάκι και στο ηλεκτρικό εκκρεμές, την αντίθετη μεριά από εκείνη που έτριψε και δεν παρατήρησε καμία αλλαγή. Τι συνέβη, άραγε; Μήπως δεν τα έτριψε αρκετά; Αυτό που μπορούμε να σου πούμε αυτή τη στιγμή είναι πως το μπαλόνι και ο χάρακας είναι όντως ηλεκτρισμένα, αλλά μόνο τοπικά. Μόνο η επιφάνειά τους που ήρθε σε επαφή με το μάλλινο ύφασμα ή τα μαλλιά σου έχει αποκτήσει ηλεκτρικές ιδιότητες. Κράτησε την απορία σου και θα σου εξηγήσουμε παρακάτω για ποιον λόγο συμβαίνει κάτι τέτοιο.

Παρατήρηση 2

Αντίστοιχα, στα προηγούμενα πειράματα, θα διαπίστωσες πως, όσο περισσότερο έτριβες τον χάρακα ή τα μπαλόνια, τόσο πιο «γρήγορα» θα κινούνταν το τενεκεδάκι και τόσο περισσότερο θα απέκλινε από την κατακόρυφο το σφαιρίδιο του ηλεκτρικού εκκρεμούς.

Πείραμα

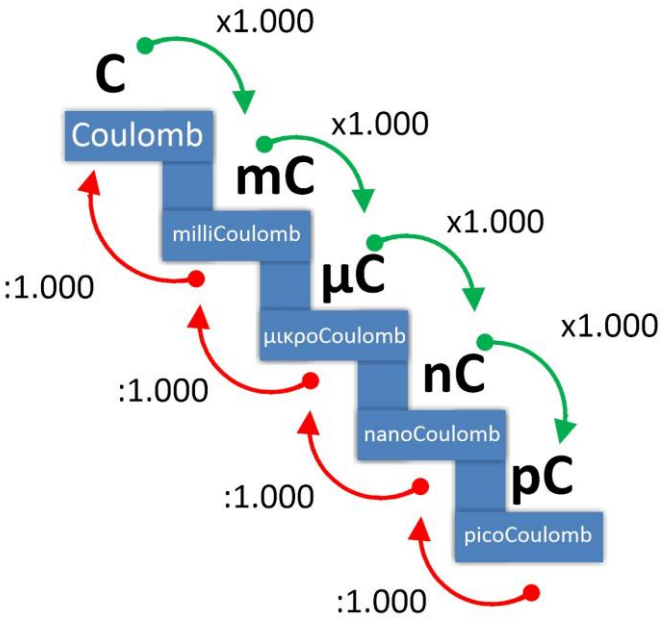
Πληκτρολογώντας τον ηλεκτρονικό σύνδεσμο ή, εναλλακτικά, σαρώνοντας τον QR κωδικό, μπορείς να παρακολουθήσεις ένα σχετικό πείραμα που εκτελέσαμε για τη μελέτη του συγκεκριμένου φαινομένου:

Όταν θέλεις μια δύναμη να τη μεταφέρεις από τον αριθμητή στον παρονομαστή κάποιου κλάσματος, ή αντίστροφα, τότε, μαζί με τη μεταφορά, αλλάζεις υποχρεωτικά και το πρόσημό της.

Παράδειγμα 3

$\left(10^3\right)^5 = 10^{3\cdot 5} = 10^{15}$, σύμφωνα με την τρίτη ιδιότητα.

Για μεγαλύτερη διευκόλυνσή σου στις μετατροπές μονάδων, βέβαια, μπορείς να χρησιμοποιήσεις και την παρακάτω κλίμακα:



Άσκηση 1

Να μετατρέψεις σε C τα παρακάτω φορτία:

α) $q_1 = +2\text{mC}$

β) $q_2 = -4\mu\text{C}$

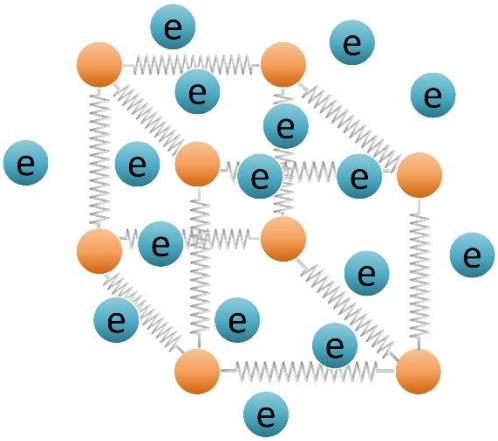
γ) $q_3 = +0{,}09\text{nC}$

Τρόποι ηλέκτρισης και μικροσκοπική ερμηνεία

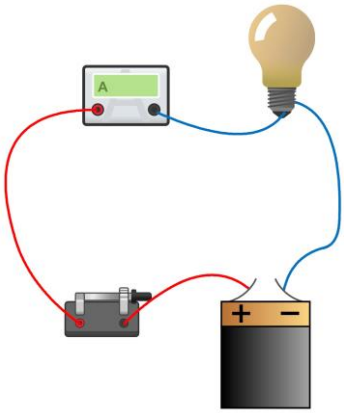
Πριν κάνουμε την όποια αναφορά στους τρόπους ηλέκτρισης των σωμάτων, καλό είναι να ταξινομήσουμε τα υλικά σε δύο μεγάλες κατηγορίες.

Α. Ηλεκτρικοί αγωγοί

Ονομάζονται τα σώματα που επιτρέπουν τον διασκορπισμό του ηλεκτρικού φορτίου σε όλη την έκτασή τους. **Όλα τα μέταλλα θεωρούνται αγωγοί του ηλεκτρικού φορτίου.** Σύμφωνα με τη θεωρία των μεταλλικών αγωγών, τα ηλεκτρόνια συγκρατούνται από τους πυρήνες, με ασθενείς ελκτικές δυνάμεις. Έτσι, μερικά από αυτά έχουν αποσπαστεί από τα αντίστοιχα άτομά τους και κινούνται ελεύθερα, με τη μορφή ενός νέφους μέσα στο μεταλλικό πλέγμα, το λεγόμενο ηλεκτρονιακό νέφος. Στο σχήμα, φαίνεται η χαλαρή σύνδεση των ηλεκτρονίων με τους πυρήνες τους και η ελεύθερη κίνησή τους στο μεταλλικό πλέγμα. Οι πυρήνες βρίσκονται στις κορυφές του μεταλλικού πλέγματος και μπορούν να εκτελούν μόνο περιορισμένες κινήσεις (ταλαντώσεις γύρω από τη θέση ισορροπίας τους). Καλοί αγωγοί του ηλεκτρικού φορτίου, εκτός των μετάλλων, θεωρούνται το νερό της βρύσης, ο γραφίτης, το ανθρώπινο σώμα, ο υγρός αέρας κ.ά.



Με την πρόσληψη ή την αποβολή ηλεκτρονίων από ένα μέταλλο, έχουμε ομοιόμορφη κατανομή του φορτίου στην επιφάνειά του.



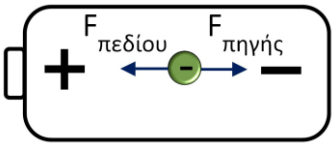
Αυτό σημαίνει πως η πυκνότητα ροής ηλεκτρικού φορτίου είναι σταθερή. Δεν παρατηρείται, δηλαδή, καμία συσσώρευση φορτίου, σε καμία περιοχή του κυκλώματος, εφόσον η ροή των ηλεκτρονίων είναι συνεχής!

Πείραμα

Πληκτρολογώντας τον ηλεκτρονικό σύνδεσμο ή, εναλλακτικά, σαρώνοντας τον QR κωδικό, μπορείς να παρακολουθήσεις ένα σχετικό πείραμα που εκτελέσαμε για τη μελέτη του συγκεκριμένου φαινομένου:

https://bit.ly/3dvG8V7

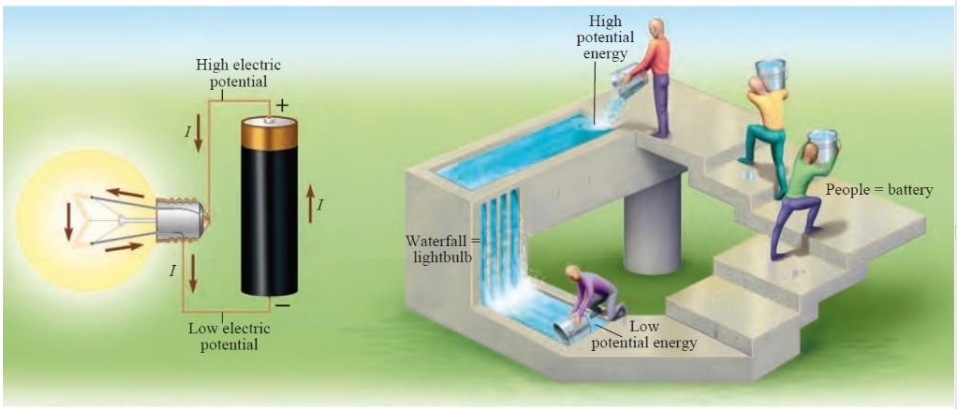
παρακάτω φαίνεται η κίνηση ενός ηλεκτρονίου στο εσωτερικό της πηγής, με την επίδραση των δύο δυνάμεων που δέχεται:



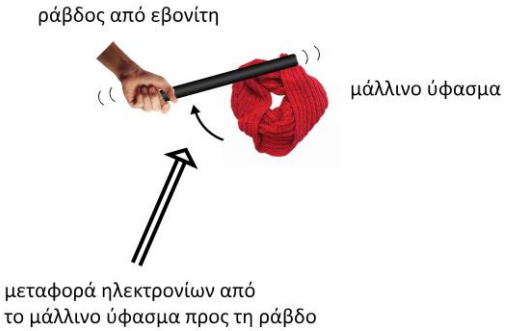
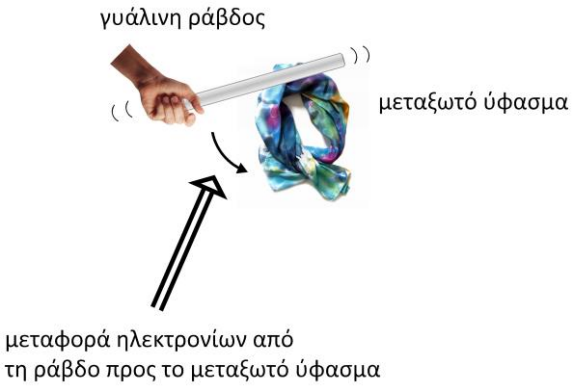
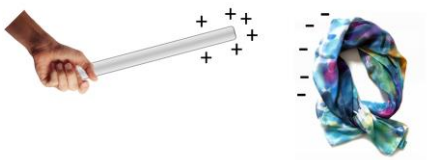
Παρατήρηση

Μην ξεχνάς πως το ηλεκτρικό πεδίο κατευθύνεται πάντα από τον θετικό προς τον αρνητικό πόλο. Έτσι, μέσα στην πηγή, λόγω του πεδίου που επικρατεί, η δύναμη του πεδίου ($F_{πεδίου}$) θα έχει φορά προς τον θετικό πόλο. Η πηγή, συνεπώς, πρέπει να ασκήσει μια επιπλέον δύναμη ($F_{πηγής}$), ώστε το ηλεκτρόνιο να κινηθεί προς τον αρνητικό πόλο, καθιστώντας τη διαδρομή κλειστή!

Ένα ανάλογο παράδειγμα, φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:



Το νερό, όπως και τα ηλεκτρόνια, εύκολα περνά από τα ψηλά στα χαμηλά, χωρίς καμία δαπάνη ενέργειας. Όμως, χρειάζεται προσφορά ενέργειας, για να συμβεί το αντίθετο. Στην περίπτωση του νερού, την ενέργεια την προσφέρει ο άνθρωπος, ενώ στην περίπτωση του κυκλώματος, η μπαταρία.



2. α) Τρίβουμε αρχικά μια γυάλινη ράβδο σε μεταξωτό ύφασμα: