

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΝΕΟΛΑΙΑΣ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΚΥΠΡΟΥ | ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

ΦΥΣΙΚΗ Γ' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

Μέρος Α'



ISBN: 978-9963-54-357-1

© ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΝΕΟΛΑΙΑΣ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΚΥΠΡΟΥ | ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

ΦΥΣΙΚΗ Γ' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

ΜΕΡΟΣ Α'

Συγγραφή:

Θεόδωρος Ασλανίδης

Φυσικός, Καθηγητής Μέσης Εκπαίδευσης, ΥΠΑΝ

Κωνσταντίνα Κουντούρη

Φυσικός, Καθηγήτρια Μέσης Εκπαίδευσης, ΥΠΑΝ

Γιαννάκης Χατζηκωστής

Επιθεωρητής Φυσικής Μέσης Εκπαίδευσης, ΥΠΑΝ

Ζαχαρίας Ζαχαρία

Καθηγητής, Τμήμα Επιστημών της Αγωγής, Πανεπιστήμιο Κύπρου

Νικόλαος Τούμπας

Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Φυσικής, Πανεπιστήμιο Κύπρου

Παναγιώτης Ελευθερίου

Επιθεωρητής Φυσικής Μέσης Εκπαίδευσης, ΥΠΑΝ

Φώτιος Πτωχός

Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Φυσικής, Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχεδιασμός και Επιμέλεια
Έκδοσης, Επιμέλεια Βίντεο
και Σχημάτων:

Κωνσταντίνα Κουντούρη

Φυσικός, Καθηγήτρια Μέσης Εκπαίδευσης, ΥΠΑΝ

Θεόδωρος Ασλανίδης

Φυσικός, Καθηγητής Μέσης Εκπαίδευσης, ΥΠΑΝ

Σχεδιασμός Εξωφύλλου:

Αντρη Χατζηθεοδοσίου

Λειτουργός Υπηρεσίας Ανάπτυξης Προγραμμάτων

Γλωσσική Επιμέλεια:

Ευαγγελία Χαραλάμπους

Λειτουργός Υπηρεσίας Ανάπτυξης Προγραμμάτων

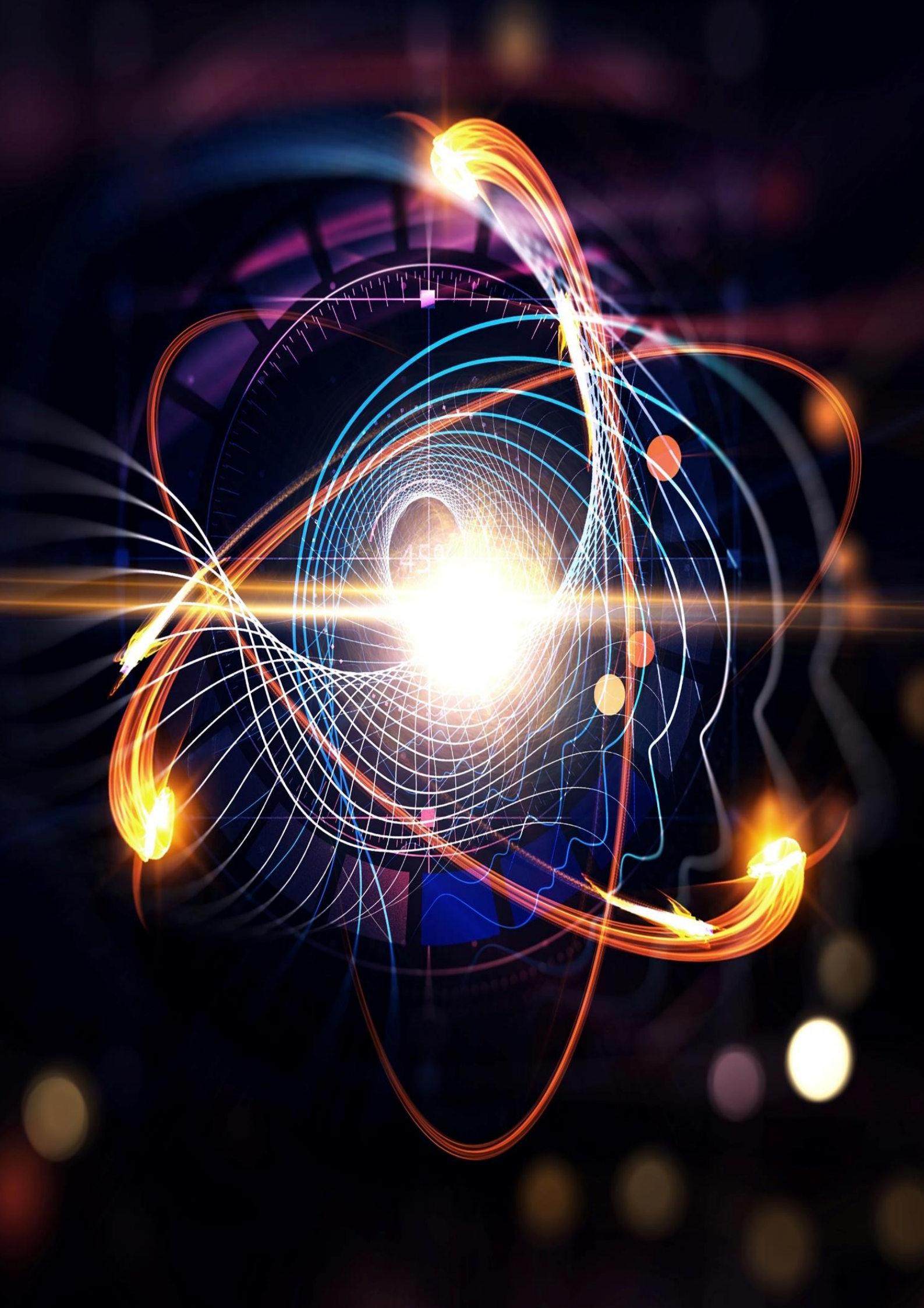
Συντονισμός Έκδοσης:

Πέτρος Γεωργιάδης

Συντονιστής Υπηρεσίας Ανάπτυξης Προγραμμάτων

Α' Έκδοση (Δοκιμαστική) 2023

Εκτύπωση: PRINTFAIR ΓΡΑΦΙΚΕΣ ΤΕΧΝΕΣ ΕΠΕ



ΦΥΣΙΚΗ Γ' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

ΜΕΡΟΣ Α'

Περιεχόμενα

Προλογικό σημείωμα	6
Προς τους μαθητές και τις μαθήτριες	7
Κεφάλαιο 1 – Ενέργεια	9
Θεωρία	
1.1 Ενέργεια	11
1.2 Μορφές και μετατροπές της ενέργειας	13
1.3 Πηγές ενέργειας	15
1.4 Κινητική ενέργεια	17
1.5 Έργο δύναμης	19
1.6 Βαρυτική δυναμική ενέργεια	22
1.7 Ερωτήσεις – Ασκήσεις	24
Δραστηριότητες	
1.1 «Κάστρα και πολιορκητές»	31
1.2 «Μετά τον Όλεθρο»	34
1.3 «Ιχνηλάτηση»	37
1.4 «Ούρια δύναμη»	41
1.5 «Ανεβοκατεβάσματα»	44
Κεφάλαιο 2 – Στατικός Ηλεκτρισμός	49
Θεωρία	
2.1 Το ηλεκτρικό φορτίο	51
2.2 Ηλεκτρικά φορτισμένα άτομα και σώματα	55
2.3 Τρόποι φόρτισης ενός σώματος	56
2.4 Ιδιότητες του ηλεκτρικού φορτίου	63

2.5	Αγωγοί και μονωτές	65
2.6	Ηλεκτρικές δυνάμεις – Νόμος του Coulomb	67
2.7	Ο στατικός ηλεκτρισμός στην καθημερινή ζωή	70
2.8	Ερωτήσεις - Ασκήσεις	72
Δραστηριότητες		
2.1	«Οι άθλοι του Θαλή»	81
2.2	«Τα + του αποχωρισμού και τα – του ερχομού»	85
2.3	«Το μαγικό μπαλόνι»	90
2.4	«Ας μοιραστούμε το φορτίο»	96
2.5	«Ο εσωτερικός κανονισμός για τη συμπεριφορά του φορτίου»	100
2.6	«Τηλεφόρτιση»	105
2.7	«Οι καλοί και οι κακοί»	109
2.8	«Ο περί των ηλεκτρικών δυνάμεων νόμος του 1785»	111
Κεφάλαιο 3 – Δυναμικός Ηλεκτρισμός		117
Θεωρία		
3.1	Το ηλεκτρικό ρεύμα	119
3.2	Το ηλεκτρικό κύκλωμα	122
3.3	Ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος	125
3.4	Διαφορά δυναμικού σε ηλεκτρικό κύκλωμα	128
3.5	Αντίσταση	133
3.6	Ο νόμος του Ohm	135
3.7	Συνδεσμολογία ηλεκτρικών στοιχείων	137
3.8	Ηλεκτρικό ρεύμα και προφύλαξη	140
3.9	Ερωτήσεις – Ασκήσεις	143
Δραστηριότητες		
3.1	«Των φορτίων η πορεία, της ζωής η ευκολία»	151
3.2	«Τα μονοπάτια του ηλεκτρικού ρεύματος»	156
3.3	«Το ρεύμα το πολύ θα την λειώσει σαν κερι...»	163
3.4	«Το βενζινάδικο των ηλεκτρονίων»	171
3.5	«Αν μια μπαταρία δεν μπορεί, βάλτε κι άλλες για πηγή»	177
3.6	«Στων φορτίων την πορεία, υπάρχει μία δυσκολία»	183
3.7	«Παράλληλα ή σε σειρά, υπάρχει διαφορά»	189

Προλογικό σημείωμα

Το μάθημα της Φυσικής έχει σκοπό οι μαθητές και οι μαθήτριες να διερευνήσουν και να μελετήσουν έννοιες και φαινόμενα ώστε να προετοιμαστούν για να ενταχθούν στην κοινωνία στην οποία να δρουν ελεύθερα και δημιουργικά. Μέσα από τη μαθησιακή διαδικασία της Φυσικής, καλλιεργείται πνεύμα περιέργειας, επιχειρηματολογίας και αναζήτησης σχέσεων αιτίας και αποτελέσματος, όπως προβλέπουν και οι νόμοι της φύσης. Ακόμα, με τη διδασκαλία της Φυσικής οι μαθητές και οι μαθήτριες αναμένεται να αναπτύξουν πληθώρα ικανοτήτων και δεξιοτήτων συναφών με την επιστήμη, ικανότητες και δεξιότητες οι οποίες είναι απαραίτητες στον πολίτη του 21^{ου} αιώνα.

Για τις τάξεις του Γυμνασίου, επί μέρους σκοπός είναι οι μαθητές και οι μαθήτριες να αποκτήσουν μια συνολική, σφαιρική εικόνα των κυριότερων εννοιών της Φυσικής και να μνηθούν στις βασικές διαδικασίες της επιστημονικής μεθόδου. Με τον τρόπο αυτό θα διαπιστώσουν ότι η ενασχόληση με την επιστήμη απελευθερώνει τον άνθρωπο από δεισιδαιμονίες, φόβο και προκαταλήψεις.

Το βιβλίο της Φυσικής Γ' Γυμνασίου, το οποίο με χαρά προλογίζω, αποτελεί χρήσιμο εργαλείο για την επίτευξη των στόχων και σκοπών που αναφέρθηκαν πιο πάνω. Απευθύνω ευχαριστίες στους εκπαιδευτικούς Θεόδωρο Ασλανίδη και Κωνσταντίνα Κουντούρη, στους επιθεωρητές Φυσικής Γιαννάκη Χατζηκωστή και Παναγιώτη Ελευθερίου και στους ακαδημαϊκούς Ζαχαρία Ζαχαρία, Νικόλαο Τούμπα και Φώτιο Πτωχό για τη συγγραφή και επιμέλεια του βιβλίου. Επίσης, ευχαριστώ την Υπηρεσία Ανάπτυξης Προγραμμάτων που είχε την ευθύνη για την έκδοση του βιβλίου.

Εκφράζω την πεποίθηση ότι η πρωτοβουλία της συγγραφικής ομάδας να αξιοποιήσει και να εντάξει νέες τεχνολογίες στο βιβλίο κάνοντάς το διαδραστικό, θα συντείνει ώστε οι μαθητές και οι μαθήτριες των σχολείων μας να αναπτύξουν πιο θετική στάση απέναντι στη Φυσική και στη μάθηση.

Δρ. Κυπριανός Λούης

Διευθυντής Μέσης Γενικής Εκπαίδευσης

Προς τους μαθητές και τις μαθήτριες

Αγαπητοί μαθητές και αγαπητές μαθήτριες,

Στα χέρια σας έχετε την πρώτη (δοκιμαστική) έκδοση του βιβλίου της Φυσικής για τη Γ΄ Γυμνασίου. Στο πρώτο τεύχος περιλαμβάνονται τα κεφάλαια της Ενέργειας, του Στατικού Ηλεκτρισμού και του Δυναμικού Ηλεκτρισμού, με τα οποία θα συνεχίσετε την περιήγησή σας στα μονοπάτια της Φυσικής, που ξεκινήσατε κατά τη φοίτησή σας στη Β΄ Γυμνασίου. Κατά τη φετινή χρονιά θα ασχοληθείτε και με το κεφάλαιο της Θερμότητας, το οποίο περιλαμβάνεται στο δεύτερο τεύχος του βιβλίου.

Στο βιβλίο αυτό, αναδεικνύεται η σύνδεση της Φυσικής με όλες τις εκφάνσεις της καθημερινής ζωής, ενώ για μεγαλύτερη παραστατικότητα εντάχθηκαν προσομοιώσεις και δημιουργήθηκαν αρκετά βίντεο τα οποία προβάλλονται με σάρωση ενός κώδικα QR.

Στόχος μας είναι, μέσα από τις σελίδες του βιβλίου, να απαντήσουμε σε κάποια από τα «γιατί» τα οποία ενδεχομένως σας απασχολούν, αλλά και να κρατήσουμε ενεργό το ενδιαφέρον σας για την αποκωδικοποίηση του κόσμου που μας περιβάλλει, καλώντας σας να συμμετέχετε στο αέναο ταξίδι της επιστήμης.

Ελπίζουμε το βιβλίο αυτό να αποτελέσει για εσάς ένα χρήσιμο εργαλείο μάθησης και να βοηθήσει τους/τις εκπαιδευτικούς στον σχεδιασμό και την οργάνωση των μαθημάτων.

Προσδοκούμε τόσο στα σχόλια των εκπαιδευτικών όσο και στα δικά σας, τα οποία θα μας μεταφέρουν, ώστε η επόμενη έκδοση να καλύψει τις όποιες αδυναμίες της παρούσας.

Καλή περιήγηση.

Η Συγγραφική Ομάδα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΝΕΡΓΕΙΑ



Το πρώτο κεφάλαιο του βιβλίου εισάγει και μελετά την έννοια της **ενέργειας**. Η ενέργεια είναι μια ποσότητα την οποία συναντούμε σε διάφορες μορφές και η οποία συνδέεται με κάθε αλλαγή που παρατηρούμε στην καθημερινή μας ζωή.

Με σάρωση του ακόλουθου κώδικα QR θα προβληθούν μερικές από τις αναρίθμητες αλλαγές που συμβαίνουν γύρω μας.



1.1 Ενέργεια

Ένα από τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα του απέραντου σύμπαντος στο οποίο ζούμε είναι οι διαρκείς αλλαγές που συμβαίνουν σε αυτό. Οι αλλαγές αυτές παρατηρούνται από τον μικρόκοσμο, δηλαδή από τον κόσμο των σωματιδίων, μέχρι τον κόσμο των άστρων και των γαλαξιών.

Στην καθημερινότητά μας, παρατηρούμε συχνά αλλαγές στη θερμοκρασία των σωμάτων, στην ταχύτητά τους, στην ένταση του ήχου, στη φωτεινότητα ενός δωματίου, στην ανάπτυξη των φυτών κλπ. Με τη σάρωση του κώδικα QR της προηγούμενης σελίδας, προβλήθηκε ένα βίντεο με περιπτώσεις στις οποίες παρατηρούνται τέτοιες αλλαγές.

Σε κάθε αλλαγή που παρατηρούμε, μια ποσότητα που ονομάζεται **ΕΝΕΡΓΕΙΑ** μπορεί να μετατρέπεται από μια μορφή σε άλλη ή να μεταφέρεται από ένα σώμα σε ένα άλλο. Η ενέργεια είναι μονόμετρο φυσικό μέγεθος και η μονάδα μέτρησής της είναι το Joule (J).

Σαρώνοντας τον κώδικα QR, θα προβληθεί ένα βίντεο στο οποίο παρουσιάζεται η προσπάθεια ενός αθλητή του γκολφ. Από τη στιγμή που ο αθλητής κτυπά την μπάλα με το μπαστούνι, μέχρι τη στιγμή που η μπάλα σταματά στο γρασίδι, παρατηρείται η ακόλουθη σειρά αλλαγών.

(α) Το μπαστούνι κτυπά την ακίνητη μπάλα και η μπάλα εκτοξεύεται με μεγάλη ταχύτητα (εικόνα 1.1).

(β) Καθώς η μπάλα ανέρχεται, αυξάνεται το ύψος στο οποίο βρίσκεται από το έδαφος και η ταχύτητά της μειώνεται.

(γ) Καθώς η μπάλα κατέρχεται, μειώνεται το ύψος στο οποίο βρίσκεται από το έδαφος και η ταχύτητά της αυξάνεται.

(δ) Η μπάλα προσγειώνεται στο χορτάρι και η ταχύτητά της μειώνεται μέχρι να σταματήσει.

Σε κάθε μια από τις αλλαγές που παρατηρήθηκαν, η ενέργεια μετατρέπεται από μια μορφή σε άλλη ή μεταφέρεται από ένα σώμα σε ένα άλλο.



 Βολή στο άθλημα του γκολφ.



▲ Εικόνα 1.1
Ο αθλητής κτυπά την μπάλα του γκολφ με το μπαστούνι.



▲ Εικόνα 1.2
Το μπαਸτούνι κτυπά την μπάλα και η μπάλα αποκτά ταχύτητα.

Συγκεκριμένα:

(α) Κατά το κύττημα της μπάλας (εικόνα 1.2), ενέργεια που έχει το μπαਸτούνι καθώς κινείται, η οποία ονομάζεται κινητική ενέργεια, μεταφέρεται στην μπάλα.

(β) Κατά την άνοδο της μπάλας, η κινητική της ενέργεια μετατρέπεται σε μια άλλη μορφή η οποία συνδέεται με την κατακόρυφη μετατόπισή της από τη Γη. Αυτή η μορφή ονομάζεται βαρυτική δυναμική ενέργεια. Καθώς αυξάνεται η κατακόρυφη μετατόπιση της μπάλας αυξάνεται η ποσότητα βαρυτικής δυναμικής ενέργειας και μειώνεται αντίστοιχα η ποσότητα της κινητικής ενέργειας.

(γ) Κατά την κάθοδο της μπάλας η ταχύτητά της αυξάνεται. Στο στάδιο αυτό η βαρυτική δυναμική ενέργεια μειώνεται και η κινητική ενέργεια της μπάλας αυξάνεται.

(δ) Καθώς η μπάλα κινείται στο γρασίδι, η ταχύτητά της μειώνεται μέχρι να σταματήσει. Στο στάδιο αυτό η κινητική της ενέργεια μετατρέπεται σε μια μορφή που ονομάζεται θερμική ενέργεια και μεταφέρεται στο περιβάλλον.



📱 Ηλεκτρικός φακός τίθεται σε κατάσταση λειτουργίας.

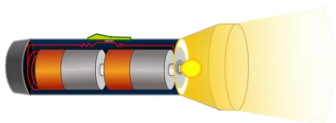
Σαρώνοντας τον κώδικα QR, θα προβληθεί ένα βίντεο στο οποίο ένας ηλεκτρικός φακός τίθεται σε κατάσταση λειτουργίας, ενώ βρίσκεται αρχικά εκτός λειτουργίας.

Κατά τη μετάβαση του φακού από τη μια κατάσταση στην άλλη, συμβαίνουν οι ακόλουθες αλλαγές:

(α) Το κύκλωμα του ηλεκτρικού φακού διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα.

(β) Ο λαμπτήρας φωτοβολεί.

(γ) Ο λαμπτήρας ζεσταίνεται.



▲ Εικόνα 1.3
Ηλεκτρικός φακός σε κατάσταση λειτουργίας.

Κατά τις αλλαγές αυτές, μεταφέρεται ενέργεια που βρισκόταν στην αρχή αποθηκευμένη στην μπαταρία (ως χημική δυναμική ενέργεια), στον λαμπτήρα. Στον λαμπτήρα η ενέργεια αποθηκεύεται ως θερμική ενέργεια αυξάνοντας τη θερμοκρασία του και κάνοντας τον να φωτοβολεί. Κατά τη λειτουργία του λαμπτήρα μεταφέρεται ενέργεια στο περιβάλλον με ακτινοβολία. Στην εικόνα 1.3 φαίνεται ο ηλεκτρικός φακός σε κατάσταση λειτουργίας.



1.2 Μορφές και μετατροπές της ενέργειας

Στις διάφορες αλλαγές που παρατηρούμε στον κόσμο, συναντούμε την ενέργεια σε διάφορες μορφές.

Στα τρόφιμα, στα καύσιμα και στα ορυκτά υπάρχει αποθηκευμένη ενέργεια η οποία ελευθερώνεται με την καύση τους. Η ενέργεια αυτή ονομάζεται **χημική ενέργεια** (εικόνα 1.4).

Ένα σώμα, το οποίο κινείται, έχει **κινητική ενέργεια**. Στην περίπτωση ενός αυτοκινήτου, χημική ενέργεια των καυσίμων μετατρέπεται σε κινητική και θερμική ενέργεια του αυτοκινήτου (εικόνα 1.5). Στην περίπτωση ενός ανθρώπου που περπατά, χημική ενέργεια της τροφής που έχει προσλάβει μετατρέπεται με την καύση των θρεπτικών ουσιών που περιέχονται σε αυτή, σε κινητική ενέργεια.

Μια άλλη μορφή ενέργειας είναι η **δυναμική ενέργεια** η οποία είναι αποθηκευμένη σε ένα σύστημα σωμάτων που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Όταν ένα σώμα βρίσκεται σε κάποιο ύψος ως προς ένα επίπεδο αναφοράς, στο σύστημα Γης – σώματος υπάρχει αποθηκευμένο ένα ποσό ενέργειας το οποίο ονομάζεται **βαρυτική δυναμική ενέργεια**. Στην περίπτωση ενός μήλου που πέφτει υπό την επίδραση του βάρους του (εικόνα 1.6), η βαρυτική δυναμική ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια και η ταχύτητα του μήλου αυξάνεται.

Ένα συμπιεσμένο ελατήριο, ένα ελατήριο σε επιμήκυνση ή ένα λαστιχάκι το οποίο έχουμε τεντώσει έχουν δυναμική ενέργεια η οποία ονομάζεται **ελαστική δυναμική ενέργεια**. Στις περιπτώσεις αυτές, η παραμόρφωση των σωμάτων είναι ελαστική, δηλαδή τα σώματα επανέρχονται στην αρχική τους κατάσταση, όταν σταματήσει να δρα σε αυτά η δύναμη που προκάλεσε την παραμόρφωσή τους.

Σαρώνοντας τον κώδικα QR, θα προβληθεί ένα βίντεο στο οποίο παρουσιάζεται η προσπάθεια μιας αθλήτριας τοξοβολίας. Καθώς η χορδή του τόξου επανέρχεται στην αρχική της κατάσταση, η ελαστική δυναμική ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια και μεταφέρεται στο βέλος, του οποίου η ταχύτητα αυξάνεται.



▲ Εικόνα 1.4
Χημική ενέργεια είναι αποθηκευμένη στα τρόφιμα, στα καύσιμα και στα ορυκτά.



▲ Εικόνα 1.5
Χημική ενέργεια αποθηκευμένη στα καύσιμα μετατρέπεται σε κινητική και θερμική ενέργεια του αυτοκινήτου.



▲ Εικόνα 1.6
Κατά την κίνηση του μήλου προς το έδαφος, η βαρυτική δυναμική ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια.



📺 Βολή στο άθλημα της τοξοβολίας.



▲ Εικόνα 1.7
Το αγόρι σπρώχνει μια αρχικά ακίνητη κούνια.

Αρχή διατήρησης της ενέργειας

Στην εικόνα 1.7 φαίνεται ένα αγόρι να σπρώχνει μία φορά μια ακίνητη κούνια στην οποία κάθεται η μικρή του αδελφή. Καθώς το αγόρι σπρώχνει την κούνια, μεταφέρεται ενέργεια από το αγόρι στην κούνια. Η ενέργεια αυτή μετατρέπεται διαδοχικά από κινητική σε βαρυτική δυναμική και αντίστροφα, ώστε η κούνια να εκτελέσει τη χαρακτηριστική της κίνηση.

Όταν η κούνια αφεθεί να κινηθεί ελεύθερα, σταματά μετά από κάποιο χρονικό διάστημα, αφού κατά την κίνησή της η ενέργειά μετατρέπεται σε θερμική και μεταφέρεται στο περιβάλλον. Η ακριβής μέτρηση όλων των ποσών ενέργειας, θα έδειχνε ότι το ποσό ενέργειας που μεταφέρθηκε αρχικά στην κούνια είναι ίσο με το ποσό ενέργειας που μεταφέρθηκε τελικά στο περιβάλλον.

Σε κάθε ένα από τα παραδείγματα που προηγήθηκαν, ένα αρχικό ποσό ενέργειας μετατρέπεται από μια μορφή σε άλλη ή μεταφέρεται από ένα σώμα σε ένα άλλο. Το ποσό αυτό παραμένει σταθερό ακόμα και στην περίπτωση που ένα μέρος της ενέργειας (ή και όλη η ενέργεια) μεταφέρεται στο περιβάλλον ως θερμική ενέργεια.

Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας

Η ενέργεια δεν δημιουργείται από το μηδέν ούτε καταστρέφεται, μπορεί να μετατρέπεται από μια μορφή σε άλλη ή να μεταφέρεται από ένα σώμα σε άλλο.

1.3 Πηγές ενέργειας

Στην αρχή αρκετών αλυσίδων, στις οποίες ενέργεια μεταφέρεται από ένα σώμα σε άλλο ή μετατρέπεται από μια μορφή σε άλλη, υπάρχει μια πηγή που διαθέτει το συνολικό ποσό της ενέργειας.

(α) **Ο ήλιος:** Η κύρια πηγή ενέργειας στον πλανήτη μας είναι ο ήλιος. Οι πυρηνικές αντιδράσεις που γίνονται στον ήλιο έχουν ως αποτέλεσμα την απελευθέρωση ενέργειας, η οποία εκπέμπεται υπό μορφή ακτινοβολίας προς κάθε κατεύθυνση. Η ενέργεια αυτή ονομάζεται **ηλιακή**. Ένα μικρό μέρος της ηλιακής ενέργειας φθάνει στη Γη και μπορεί να αξιοποιηθεί για θέρμανση κτηρίων, για θέρμανση νερού με ηλιακούς θερμοσίφωνες και για παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος με τη χρήση φωτοβολταϊκών στοιχείων (εικόνα 1.8).



▲ Εικόνα 1.8
Αξιοποίηση της ηλιακής και της αιολικής ενέργειας.

(β) **Τα ορυκτά καύσιμα:** Το πετρέλαιο, ο άνθρακας, το φυσικό αέριο κ.α. έχουν αποθηκευμένη **χημική ενέργεια** η οποία απελευθερώνεται με την καύση τους.



▲ Εικόνα 1.9
Πυρηνικό εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

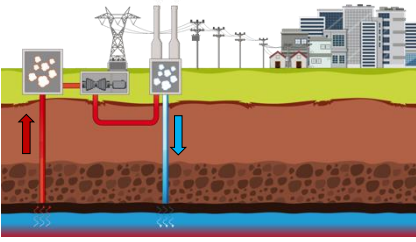
(γ) **Τα πυρηνικά καύσιμα:** Με τη διάσπαση ραδιενεργών στοιχείων όπως το Ουράνιο ή το Θόριο, απελευθερώνεται η **πυρηνική ενέργεια** που είναι αποθηκευμένη στους πυρήνες τους. Στην εικόνα 1.9 φαίνεται ένα πυρηνικό εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

(δ) **Τα ρεύματα αέρα:** Η κινητική ενέργεια του ανέμου, η οποία ονομάζεται **αιολική ενέργεια**, αξιοποιείται τόσο για την κίνηση διαφόρων διατάξεων όπως τα ιστιοφόρα όσο και για την κίνηση πτερυγίων και παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος με τη χρήση των ανεμογεννητριών (εικόνα 1.8).

(ε) **Οι υδατοπτώσεις:** Κατά τη μετακίνηση του νερού από μεγάλο σε μικρό ύψος, όπως φαίνεται στην εικόνα 1.10, η βαρυτική δυναμική ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια. Η ενέργεια αυτή αξιοποιείται για την κίνηση πτερυγίων σε στροβιλογεννήτριες που υπάρχουν στα υδροηλεκτρικά εργοστάσια και στην παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος (**υδροηλεκτρική ενέργεια**).



▲ Εικόνα 1.10
Παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας.



▲ Εικόνα 1.11
Αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας.

(στ) **Γεωθερμία:** Σε κάποιες περιοχές, σε μικρό βάθος στο εσωτερικό της Γης, υπάρχουν ζεστά πετρώματα. Όταν υπάρχουν υπόγειες δεξαμενές νερού που εφάπτονται με τα πετρώματα αυτά, το νερό θερμαίνεται και η θερμική του ενέργεια (**γεωθερμική ενέργεια**) μπορεί να αξιοποιηθεί για θέρμανση κτηρίων και νερού αλλά και για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (εικόνα 1.11). Η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να τύχει αντίστοιχης εκμετάλλευσης και με διοχέτευση νερού μέσω σωληνώσεων στην περιοχή των ζεστών πετρωμάτων.

Ανανεώσιμες και μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Οι πηγές ενέργειας διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, τις ανανεώσιμες και τις μη ανανεώσιμες (εικόνα 1.12).



▲ Εικόνα 1.12
Αξιοποίηση ανανεώσιμων και μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Στις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας κατατάσσονται τα ορυκτά και τα πυρηνικά καύσιμα των οποίων η χρήση οδηγεί σε εξάντληση των αποθεμάτων τους, ενώ συσχετίζεται με τη ρύπανση και την καταστροφή του περιβάλλοντος.

Στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας κατατάσσονται ο ήλιος, τα ρεύματα αέρα, οι υδατοπτώσεις, η γεωθερμία κλπ., των οποίων η αξιοποίησή δεν συντελεί στην εξάντλησή τους, ενώ είναι πολύ πιο φιλικές προς το περιβάλλον.

Ήξερες ότι ...

Στις 11 Δεκεμβρίου 2019 η Ευρωπαϊκή Ένωση ανακοίνωσε την Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία, η οποία έχει ως στόχο, μέχρι το έτος 2050, να καταστήσει την Ευρώπη μια κλιματικά ουδέτερη ήπειρο όπου η παροχή ενέργειας θα είναι καθαρή, οικονομικά προσιτή και ασφαλής.



Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία
(<https://www.research.org.cy/>)



1.4 Κινητική ενέργεια

Διερεύνηση της σχέσης κινητικής ενέργειας και μάζας

Αφήνοντας δύο σώματα ίδιου υλικού αλλά διαφορετικής μάζας να πέσουν από το ίδιο ύψος, πάνω στην επιφάνεια ενός τραπέζιου, όπως φαίνεται στην εικόνα 1.13, τα δύο σώματα θα φθάνουν σε αυτή με την ίδια ταχύτητα. Κατά την κρούση των δύο σωμάτων στο τραπέζι, η κινητική τους ενέργεια μετατρέπεται και σε ηχητική.

Το σώμα με τη μεγαλύτερη μάζα, όμως, παράγει κατά την κρούση ήχο μεγαλύτερης έντασης. Από την παρατήρηση αυτή μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι το σώμα αυτό φθάνει στην επιφάνεια του τραπέζιου με μεγαλύτερη κινητική ενέργεια από ότι το σώμα με τη μικρότερη μάζα.

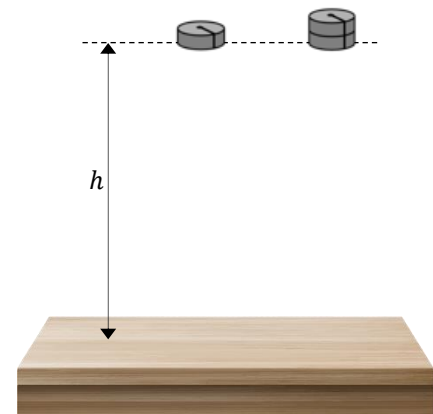
⇒ Για συγκεκριμένη ταχύτητα, ένα σώμα μεγαλύτερης μάζας έχει μεγαλύτερη κινητική ενέργεια.

Διερεύνηση της σχέσης κινητικής ενέργειας και ταχύτητας

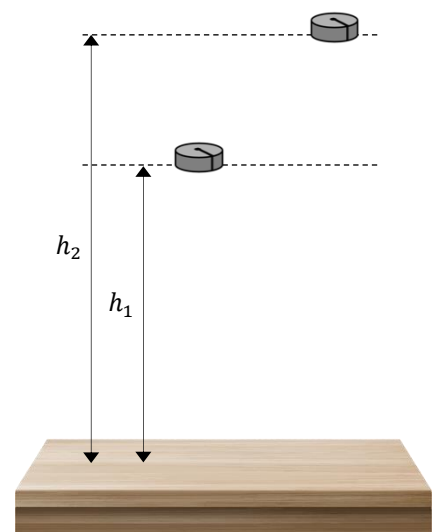
Αφήνοντας δύο ίδια σώματα να πέσουν από διαφορετικό ύψος πάνω στην επιφάνεια ενός τραπέζιου, όπως φαίνεται στην εικόνα 1.14, φθάνουν σε αυτή με διαφορετική ταχύτητα. Το σώμα που αφήνεται από το μεγαλύτερο ύψος φθάνει στην επιφάνεια του τραπέζιου με τη μεγαλύτερη ταχύτητα.

Κατά την κρούση των δύο σωμάτων με το τραπέζι, το σώμα που αφέθηκε από το μεγαλύτερο ύψος και το οποίο φθάνει στην επιφάνεια του τραπέζιου με τη μεγαλύτερη ταχύτητα, παράγει ήχο μεγαλύτερης έντασης. Από την παρατήρηση αυτή μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι το σώμα αυτό φθάνει στην επιφάνεια του τραπέζιου με μεγαλύτερη κινητική ενέργεια, η οποία κατά την κρούση μετατρέπεται και σε ηχητική.

⇒ Όταν ένα σώμα κινείται με μεγαλύτερη ταχύτητα, τότε έχει μεγαλύτερη κινητική ενέργεια.



▲ Εικόνα 1.13
Δύο σώματα ίδιου υλικού αλλά διαφορετικής μάζας αφήνονται να πέσουν από το ίδιο ύψος.



▲ Εικόνα 1.14
Δύο ίδια σώματα αφήνονται να πέσουν από διαφορετικό ύψος.

Κινητική Ενέργεια

Η κινητική ενέργεια ενός σώματος μάζας m που κινείται με ταχύτητα v υπολογίζεται από τη σχέση:

$$E_{κιν} = \frac{1}{2}mv^2$$

$E_{κιν}$: η κινητική ενέργεια του σώματος

m : η μάζα του σώματος

v : η ταχύτητα του σώματος

Η μονάδα μέτρησης της κινητικής ενέργειας είναι το Joule (J).

Έλεγε τι έμαθες ...

Το αυτοκίνητο της εικόνας που ακολουθεί έχει μάζα $m = 600 \text{ kg}$ και κινείται με ταχύτητα μέτρου $|\vec{v}| = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.




α. Να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια του αυτοκινήτου.

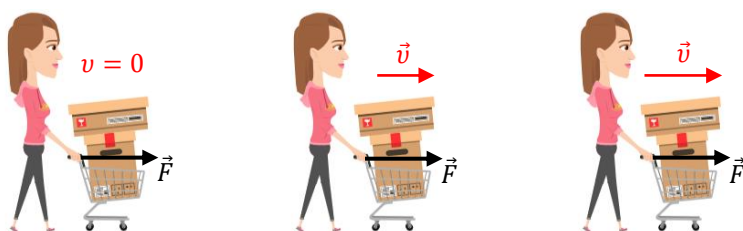
β. Καθώς το αυτοκίνητο κινείται, ο οδηγός του πατά φρένο με αποτέλεσμα ενέργεια ίση με 90000 J να μετατρέπεται σε θερμική και να μεταφέρεται από το αυτοκίνητο στο περιβάλλον. Να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια που αποκτά το αυτοκίνητο, αφού έχασε μέρος της κινητικής του ενέργειας, καθώς και τη νέα ταχύτητα με την οποία κινείται.

1.5 Έργο δύναμης

Σαρώνοντας τον κώδικα QR, θα προβληθεί ένα βίντεο στο οποίο μια κοπέλα σπρώχνει ένα καρότσι. Με τη δράση της δύναμης που ασκεί η κοπέλα στο αρχικά ακίνητο καρότσι, μεταφέρεται ενέργεια από την κοπέλα σε αυτό, με αποτέλεσμα η κινητική του ενέργεια να αυξάνεται (εικόνα 1.15).



 Έργο δύναμης.



◀ Εικόνα 1.15
Καθώς η κοπέλα σπρώχνει το καρότσι, μεταφέρεται ενέργεια από την κοπέλα σε αυτό και αυξάνεται η κινητική του ενέργεια.

Κατ' αναλογία, κάθε φορά που σε ένα σώμα που μετατοπίζεται ασκείται μια δύναμη στη διεύθυνση κίνησής του, μεταφέρεται ένα ποσό ενέργειας από ή προς το σώμα που δέχεται τη δύναμη.

Το ποσό της ενέργειας που μεταφέρεται από ή προς το σώμα κατά τη δράση της δύναμης, ισοδυναμεί με ένα φυσικό μέγεθος που ονομάζεται **έργο δύναμης**.

Έργο σταθερής δύναμης

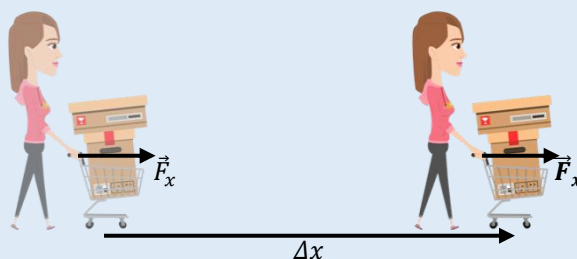
Το έργο μιας σταθερής δύναμης που ασκείται σε ένα σώμα στη διεύθυνση της μετατόπισής του, ορίζεται από το γινόμενο της δύναμης επί τη μετατόπιση του σώματος.

$$W = F_x \cdot \Delta x$$

W : το έργο της δύναμης F_x

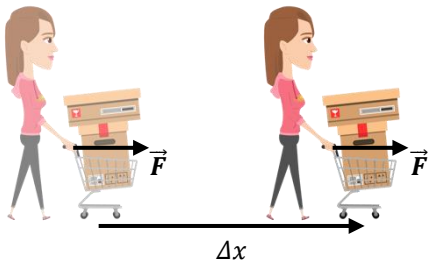
F_x : η δύναμη που ασκείται στο σώμα στη διεύθυνση της μετατόπισής του

Δx : η μετατόπιση του σώματος

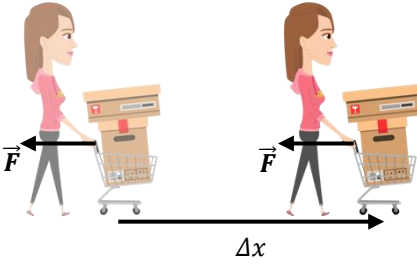


Η μονάδα μέτρησης του έργου δύναμης είναι το Joule (J).

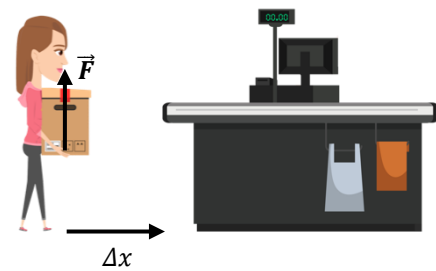
Έργο 1 J είναι το ποσό της ενέργειας που μεταφέρεται σε ένα σώμα που μετατοπίζεται κατά 1 m, όταν η δύναμη που ασκείται σε αυτό είναι 1 N.



▲ Εικόνα 1.16
Παραγόμενο έργο.



▲ Εικόνα 1.17
Καταναλισκόμενο έργο.



▲ Εικόνα 1.18
Το έργο της δύναμης \vec{F} είναι μηδέν.

Συσχέτιση του έργου και της κινητικής ενέργειας

Όταν η δύναμη που ασκείται στο σώμα έχει την ίδια κατεύθυνση με την μετατόπισή του, όπως φαίνεται στην εικόνα 1.16, τότε μεταφέρεται ενέργεια ΠΡΟΣ το σώμα. Στην περίπτωση αυτή το έργο της δύναμης χαρακτηρίζεται ως **παραγόμενο**. Η δράση μόνο αυτής της δύναμης θα είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της κινητικής ενέργειας και της ταχύτητας του σώματος.

Στην περίπτωση που η δύναμη που ασκείται στο σώμα έχει αντίθετη κατεύθυνση από τη μετατόπισή του, όπως φαίνεται στην εικόνα 1.17, τότε μεταφέρεται ενέργεια ΑΠΟ το σώμα. Στην περίπτωση αυτή το έργο της δύναμης χαρακτηρίζεται ως **καταναλισκόμενο**. Η δράση μόνο αυτής της δύναμης θα είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της κινητικής ενέργειας και της ταχύτητας του σώματος.

Στην εικόνα 1.18 φαίνεται η κατακόρυφη δύναμη με φορά προς τα πάνω, που ασκεί η κοπέλα στο κιβώτιο καθώς το μεταφέρει με σταθερή ταχύτητα στο ταμείο της υπεραγοράς. Η διεύθυνση της συγκεκριμένης δύναμης είναι κάθετη στη διεύθυνση της μετατόπισης του κιβωτίου. Στην περίπτωση αυτή, το έργο της δύναμης που ασκεί η κοπέλα στο κιβώτιο είναι **μηδέν**. Μια δύναμη η οποία ασκείται κάθετα στη μετατόπιση του σώματος δεν μπορεί να αλλάξει την κινητική ενέργεια και το μέτρο της ταχύτητάς του.

Θεώρημα έργου – μεταβολής της κινητικής ενέργειας

Το συνολικό έργο των δυνάμεων που ασκούνται σε ένα σώμα (ή ισοδύναμα, το έργο της συνισταμένης δύναμης που ασκείται στο σώμα) είναι ίσο με την αλλαγή της κινητικής του ενέργειας.

- ⇒ Όταν το έργο είναι παραγόμενο, τότε η κινητική ενέργεια και συνεπώς η ταχύτητα του σώματος, αυξάνονται.
- ⇒ Όταν το έργο είναι καταναλισκόμενο, τότε η κινητική ενέργεια και συνεπώς η ταχύτητα του σώματος, μειώνονται.
- ⇒ Όταν το έργο είναι μηδέν, τότε η κινητική ενέργεια, και συνεπώς η ταχύτητα του σώματος, δεν αλλάζουν.

Κόπωση χωρίς έργο

Στην εικόνα 1.19, η κοπέλα συνεχίζει να σπρώχνει το καρότσι, χωρίς όμως αυτό να κινείται, αφού το εμποδίζει ένας τοίχος.

Το έργο της δύναμης που ασκεί η κοπέλα στο καρότσι είναι μηδέν, αφού η μετατόπιση του καροτσιού είναι μηδέν ($\Delta x = 0 \text{ m}$). Στην περίπτωση αυτή, δεν μεταφέρεται ενέργεια από την κοπέλα προς το καρότσι.

$$W_F = F \cdot \Delta x = 0 \text{ J}$$

Παρά το γεγονός ότι το έργο της δύναμης που ασκεί η κοπέλα στο καρότσι είναι μηδέν, η κοπέλα κουράζεται επειδή οι μύες της συστέλλονται για μεγάλο χρονικό διάστημα ώστε να εξασκήσουν τη δύναμη στο καρότσι. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται κόπωση χωρίς έργο.



▲ Εικόνα 1.19

Το έργο της δύναμης \vec{F} είναι μηδέν αφού η μετατόπιση του καροτσιού είναι μηδέν.

Έλεγξε τι έμαθες ...

Στο βίντεο «βολή στο άθλημα του γκολφ» που παρακολουθήσατε, ο αθλητής αρχικά κτυπά τη μπάλα με το μπαστούνι. Η μπάλα εκτοξεύεται και κινείται στον αέρα μέχρι να προσγειωθεί στο χορτάρι στο οποίο κινείται με οριζόντια ταχύτητα μέχρι να σταματήσει.



Να αναφερθείτε στο θεώρημα έργου – μεταβολής της κινητικής ενέργειας για να εξηγήσετε:
α. πως γίνεται η εκτόξευση της μπάλας και
β. πως σταματά η μπάλα στο χορτάρι.

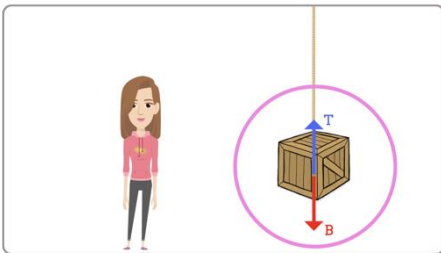
1.6 Βαρυτική δυναμική ενέργεια



👉 Βαρυτική δυναμική ενέργεια.

Σαρώνοντας τον κώδικα QR, θα παρακολουθήσετε την κίνηση ενός κιβωτίου, καθώς ανυψώνεται, σε ύψος h , με σταθερή ταχύτητα.

Κατά την ανύψωση του κιβωτίου (εικόνα 1.20), η τάση του νήματος, η οποία είναι ομόρροπη με την μετατόπιση, παράγει έργο. Η κινητική ενέργεια όμως του κιβωτίου, δεν αυξάνεται αφού το αντίστοιχο ποσό έργου καταναλώνεται από τη δύναμη του βάρους, που είναι αντίρροπο προς τη μετατόπιση.



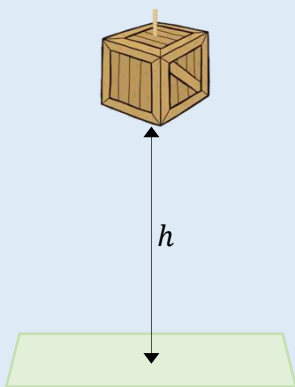
▲ Εικόνα 1.20
Κατά την ανύψωση του κιβωτίου δρουν στο κιβώτιο η τάση του σχοινιού και το βάρος του κιβωτίου.

Το έργο που παράγεται από την τάση του σχοινιού, αποθηκεύεται στο σύστημα Γης - κιβωτίου ως βαρυτική δυναμική ενέργεια. Όταν το κιβώτιο αφεθεί, με τη δράση του βάρους, η βαρυτική δυναμική ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια του κιβωτίου.

Η βαρυτική δυναμική ενέργεια είναι μεγαλύτερη όταν η μάζα του σώματος είναι μεγαλύτερη και όταν το ύψος στο οποίο βρίσκεται το σώμα από ένα επίπεδο αναφοράς (π.χ. το έδαφος) είναι μεγαλύτερο.

Βαρυτική δυναμική ενέργεια

Η βαρυτική δυναμική ενέργεια που αποθηκεύεται στο σύστημα ενός σώματος μάζας m και της Γης, όταν το σώμα βρίσκεται σε ύψος h από ένα επίπεδο αναφοράς (π.χ. το έδαφος), υπολογίζεται από τη σχέση:

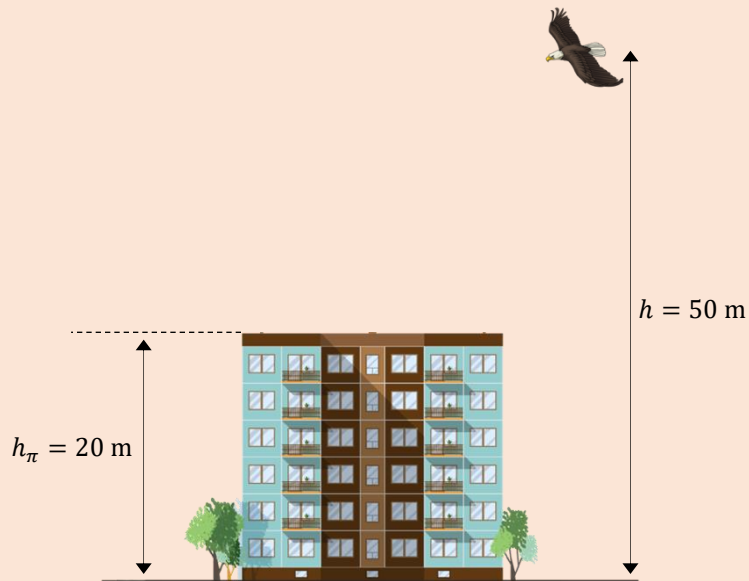


$$U_{βαρ} = mgh$$

- $U_{βαρ}$: η βαρυτική δυναμική ενέργεια
- m : η μάζα του σώματος
- g : η επιτάχυνση της βαρύτητας
- h : το ύψος στο οποίο βρίσκεται το σώμα

Έλεγε τι έμαθες ...

Στην εικόνα που ακολουθεί φαίνεται ένας αετός μάζας, $m = 4 \text{ kg}$, να πετά κοντά σε μια πολυκατοικία, σε ύψος $h = 50 \text{ m}$ από το έδαφος. Το ύψος της πολυκατοικίας είναι $h_{\pi} = 20 \text{ m}$.

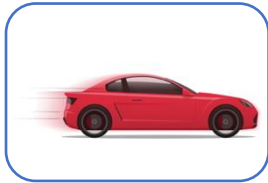



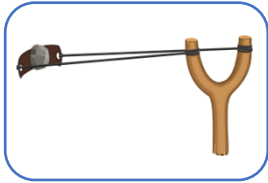
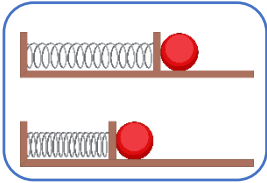




Να υπολογίσετε τη βαρυτική δυναμική ενέργεια του συστήματος αετός – Γη, με επίπεδο αναφοράς:

- α. το έδαφος,
- β. την οροφή της πολυκατοικίας.

1.7 Ερωτήσεις - Ασκήσεις

1. Να ονομάσετε την κυριότερη μορφή ενέργειας που εμφανίζεται στην κάθε μια από τις πιο κάτω εικόνες, επιλέγοντας από τις ακόλουθες μορφές ενέργειας: *ελαστική δυναμική, βαρυτική δυναμική, κινητική, θερμική, αιολική, ηχητική, χημική.*

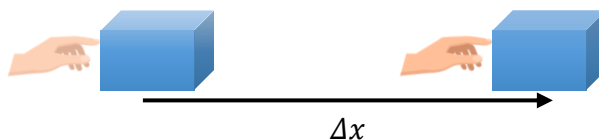
			
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
			
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

2. Να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια μιας μοτοσυκλέτας μάζας $m = 200 \text{ kg}$, η οποία κινείται με ταχύτητα $v = 76 \text{ km/h}$.

3. Ένας πύραυλος ο οποίος κινείται στο διάστημα μπορεί να ενεργοποιήσει τις μηχανές του ώστε να μεταβάλει το μέτρο της ταχύτητάς του ενώ ταυτόχρονα, μπορεί να αποβάλει καύσιμα ώστε να μεταβάλει τη μάζα του, Να συμπληρώσετε, στην τελευταία στήλη του πίνακα που ακολουθεί, την κινητική ενέργεια του πυραύλου, ως συνάρτηση της $E_{κιν}$ για κάθε αλλαγή που συμβαίνει στη μάζα ή/και στην ταχύτητά του.

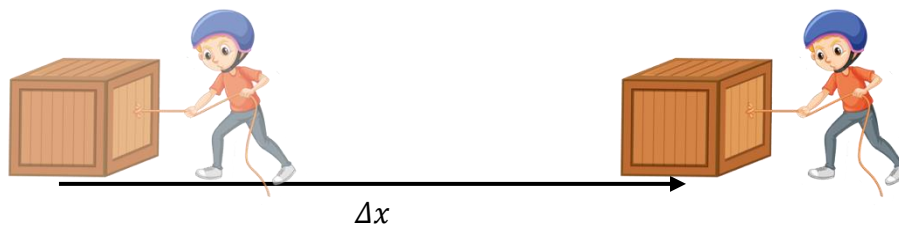
A/A	Μάζα	Ταχύτητα	Κινητική Ενέργεια
1	m	v	$E_{κιν}$
2	$\frac{m}{2}$	v	
3	m	$2v$	
4	$\frac{m}{2}$	$2v$	
5	$\frac{m}{2}$	$3v$	

4. Μια μαθήτρια σπρώχνει οριζόντια προς τα δεξιά, σε λείο οριζόντιο δάπεδο, έναν αρχικά ακίνητο κύβο. Ο κύβος μετατοπίζεται κατά $\Delta x = 50 \text{ cm}$ προς τα δεξιά, υπό την επίδραση του βάρους του \vec{B} , της κάθετης δύναμης επαφής από το δάπεδο \vec{N} και της δύναμης που του ασκεί η μαθήτρια με το χέρι της \vec{F} . Το μέτρο της κάθε μιας από τις δυνάμεις αυτές είναι $|\vec{B}| = 20 \text{ N}$, $|\vec{N}| = 20 \text{ N}$ και $|\vec{F}| = 10 \text{ N}$.



- Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που δρουν στον κύβο.
- Να υπολογίσετε το έργο της κάθε μιας από τις τρεις δυνάμεις όταν ο κύβος μετατοπίζεται κατά $\Delta x = 50 \text{ cm}$.
- Να υπολογίσετε το συνολικό έργο των δυνάμεων που δρουν στον κύβο όταν ο κύβος μετατοπίζεται κατά $\Delta x = 50 \text{ cm}$.
- Να εξηγήσετε αν η κινητική ενέργεια του κύβου θα αυξηθεί, θα μειωθεί ή θα παραμείνει η ίδια όταν θα έχει μετατοπιστεί κατά $\Delta x = 50 \text{ m}$.
- Ο κύβος είναι αρχικά ακίνητος. Να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια του κύβου όταν θα έχει μετατοπιστεί κατά $\Delta x = 50 \text{ cm}$.

5. Ο μαθητής που φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί, χρησιμοποιώντας ένα σχοινί, τραβά οριζόντια προς την κατεύθυνση κίνησής του ένα κιβώτιο, που αρχικά κινείται προς τα δεξιά. Το κιβώτιο μετατοπίζεται κατά $\Delta x = 4 \text{ m}$ προς τα δεξιά, υπό την επίδραση του βάρους του \vec{B} , της κάθετης δύναμης επαφής από το έδαφος \vec{N} , της κινητικής τριβής \vec{f}_k , και της δύναμης που του ασκεί το σχοινί \vec{T} . Το μέτρο της κάθε μιας από τις δυνάμεις αυτές είναι $|\vec{B}| = 80 \text{ N}$, $|\vec{N}| = 80 \text{ N}$, $|\vec{f}_k| = 40 \text{ N}$ και $|\vec{T}| = 50 \text{ N}$.

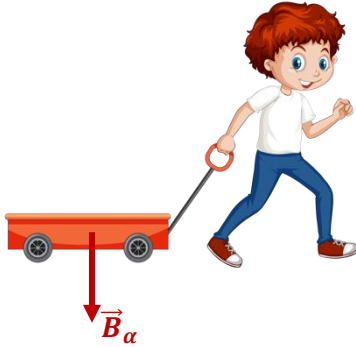


- Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που δρουν στο κιβώτιο.
- Να υπολογίσετε το συνολικό έργο των δυνάμεων που δρουν στο κιβώτιο όταν μετατοπίζεται κατά $\Delta x = 4 \text{ m}$.
- Να εξηγήσετε αν η κινητική ενέργεια του κιβωτίου θα αυξηθεί, θα μειωθεί ή θα παραμείνει η ίδια όταν θα έχει μετατοπιστεί κατά $\Delta x = 4 \text{ m}$.

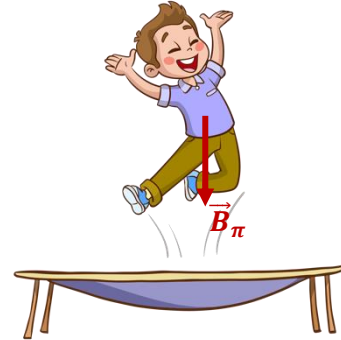
δ. Η αρχική κινητική ενέργεια του κιβωτίου είναι $E_{κιν} = 20 \text{ J}$. Να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια του κιβωτίου όταν θα έχει μετατοπιστεί κατά $\Delta x = 4 \text{ m}$.

6. Για κάθε μια από τις περιπτώσεις Α - Δ να χαρακτηρίσετε το έργο του βάρους που είναι σχεδιασμένο ως παραγόμενο, καταναλισκόμενο ή μηδέν.

Α. Ένα παιδάκι τραβά ένα αμαξάκι το οποίο μετατοπίζεται προς τα δεξιά.



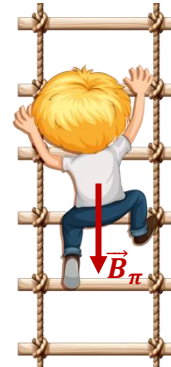
Β. Ένα παιδάκι κατά την άνοδό του, ενώ παίζει σε τραμπολίνο.



Γ. Ένα παιδάκι κρατά ακίνητη μια μπάλα ποδοσφαίρου.

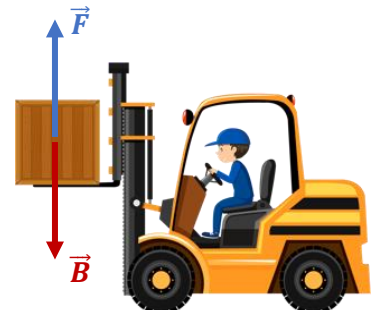


Δ. Ένα παιδάκι κατέρχεται με χρήση κρεμαστής σκάλας.



7. Ο γερανός της διπλανής εικόνας ανυψώνει ένα κιβώτιο, με σταθερή ταχύτητα, από το έδαφος σε ύψος $h = 2 \text{ m}$. Το κιβώτιο μετατοπίζεται υπό την επίδραση του βάρους του \vec{B} , και της δύναμης \vec{F} που του ασκεί ο γερανός. Το βάρος του κιβωτίου έχει μέτρο $|\vec{B}| = 800 \text{ N}$.

Να υπολογίσετε το έργο του βάρους του κιβωτίου, καθώς και το έργο της δύναμης που ασκεί ο γερανός στο κιβώτιο, κατά την ανύψωση του κιβωτίου.



8. Το ψάρι που φαίνεται στη διπλανή εικόνα έχει μάζα $m = 0,1 \text{ kg}$ και βρίσκεται στον πυθμένα μιας γυάλας στο τρίτο ράφι της βιβλιοθήκης. Το τρίτο ράφι βρίσκεται σε ύψος $h = 2 \text{ m}$ από το έδαφος.

α. Να υπολογίσετε τη βαρυτική δυναμική ενέργεια του συστήματος ψάρι – Γη, με επίπεδο αναφοράς το έδαφος.

β. Όταν η γυάλα τοποθετηθεί στο πρώτο ράφι της βιβλιοθήκης και το ψάρι βρίσκεται ακόμα στον πυθμένα της, τότε η βαρυτική δυναμική ενέργεια του συστήματος ψάρι – Γη με επίπεδο αναφοράς το έδαφος είναι $U_{βαρ} = 1,177 \text{ J}$. Να υπολογίσετε την απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών ραφιών της βιβλιοθήκης.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΝΕΡΓΕΙΑ



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

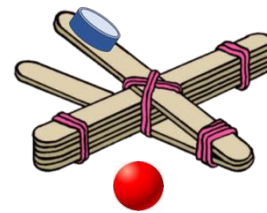
Δραστηριότητα 1.1: «Κάστρα και πολιορκητές»

Στόχος της δραστηριότητας αυτής είναι να γνωρίσετε κάποιες μορφές ενέργειας και τις μετατροπές που παρατηρούνται σε κάποιες διαδικασίες.

Δραστηριότητα 1.1α: Φτιάξε έναν καταπέλτη

α. Να αξιοποιήσετε τα υλικά που βρίσκονται στο θρανίο σας για να κατασκευάσετε έναν καταπέλτη, όπως αυτόν που φαίνεται στην εικόνα 1.21.

β. Να πραγματοποιήσετε δοκιμαστικές βολές στον χώρο που θα σας υποδειχθεί από τον εκπαιδευτικό σας και να συμπληρώσετε τον πίνακα που ακολουθεί. Στην πρώτη στήλη του πίνακα να καταγράψετε τις αλλαγές που παρατηρούνται κατά την εκτόξευση της σφαίρας από τον καταπέλτη καθώς και κατά την κίνησή της μέχρι να ακινητοποιηθεί. Στη δεύτερη στήλη του πίνακα να καταγράψετε τη μεταφορά ενέργειας ή τη μετατροπή ενέργειας που αντιστοιχεί στην κάθε αλλαγή.



▲ Εικόνα 1.21
Κατασκευή καταπέλτη.

Για να συμπληρώσετε τον πίνακα μπορείτε να χρησιμοποιήσετε, μεταξύ άλλων, λέξεις και μορφές ενέργειας που αναφέρονται πιο κάτω:

ταχύτητα, αυξάνεται, μειώνεται, ύψος, ελαστική δυναμική ενέργεια, βαρυτική δυναμική ενέργεια, κινητική ενέργεια, θερμική ενέργεια, ηχητική ενέργεια.

Αφού συμπληρώσετε τον πίνακα να ζητήσετε από τον εκπαιδευτικό σας να τον αξιολογήσει.

A/A	Αλλαγές που παρατηρούνται κατά την εκτόξευση του βλήματος και κατά την κίνηση του μέχρι να ακινητοποιηθεί.	Μεταφορά ενέργειας ή μετατροπή ενέργειας.
1		
2		
3		
4		

γ. Να μεταφέρετε τον καταπέλτη στον χώρο που θα σας υποδείξει ο εκπαιδευτικός σας και να πραγματοποιήσετε την «επίσημη» σας βολή. Να αξιολογήσετε την επίδοση της ομάδας σας και να καταγράψετε αλλαγές που θα μπορούσατε να πραγματοποιήσετε ώστε να πετύχετε καλύτερο αποτέλεσμα.



📺 Μετατροπές Ενέργειας.

Δραστηριότητα 1.1β: Μετατροπές ενέργειας

Να σαρώσετε τον κώδικα QR και να παρακολουθήσετε το βίντεο «Μετατροπές Ενέργειας».

Να καταγράψετε τις μετατροπές ενέργειας που παρατηρούνται στο βίντεο και να συμπληρώσετε τις προτάσεις που ακολουθούν με τις λέξεις:

κινητική, δυναμική, χημική, ηχητική, ηλεκτρική, φωτεινή, βαρυτική, αιολική, ηλιακή, θερμική.

Καθώς η κοπέλα τρέχει, _____ ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στον οργανισμό της μετατρέπεται σε _____ ενέργεια.

Όταν κινείται η μοτοσυκλέτα, η _____ ενέργεια των καυσίμων μετατρέπεται σε _____ ενέργεια. Καθώς η μοτοσυκλέτα φρενάρει για να σταματήσει, η _____ της ενέργεια μετατρέπεται σε _____ ενέργεια.

Καθώς η κοπέλα εκσφενδονίζει τη χιονόμπαλα, _____ ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στον οργανισμό της μετατρέπεται σε _____ ενέργεια και μεταφέρεται στη χιονόμπαλα.

Καθώς η σκιέρ κατέρχεται τη βουνοπλαγιά, _____ ενέργεια μετατρέπεται σε _____ ενέργεια.

Με το κτύπημα των δίσκων (εικόνα 1.22), η _____ ενέργεια των στικς μετατρέπεται σε _____ ενέργεια.



▲ Εικόνα 1.22
Κτύπημα των δίσκων με στικς.



Η _____ ενέργεια της μπαταρίας μετατρέπεται σε _____ ενέργεια και στη συνέχεια σε _____ και _____ ενέργεια στον λαμπτήρα.

Καθώς η κοπέλα σπρώχνει το καρότσι, _____ ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στον οργανισμό της μετατρέπεται σε _____ ενέργεια.

Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία μετατρέπουν την _____ σε _____ ενέργεια.

Οι ανεμογεννήτριες μετατρέπουν την _____ ενέργεια σε _____ ενέργεια (εικόνα 1.23).

Σε κάθε ένα από τα παραδείγματα που προηγήθηκαν, ένα αρχικό ποσό ενέργειας μετατρέπεται από μια μορφή σε άλλη ή μεταφέρεται από ένα σώμα σε ένα άλλο.



▲ Εικόνα 1.23
Ανεμογεννήτριες.

Ανασκόπηση της δραστηριότητας 1.1

Να συμπληρώσετε τα κενά στις προτάσεις που ακολουθούν επιλέγοντας σε κάθε περίπτωση την κατάλληλη από τις ακόλουθες λέξεις:

θέσης, κινητική, κινείται, βαρυτική, μεταφέρεται, μετατρέπεται, δημιουργείται, κατάστασης, ελαστική, μορφή, ενέργεια, χημική, καταστρέφεται, δυναμική.

Σε κάθε αλλαγή που παρατηρείται στο σύμπαν, μια ποσότητα που ονομάζεται _____ μετατρέπεται από μια _____ σε άλλη ή _____ από ένα σώμα σε άλλο.

Την ενέργεια την συναντάμε σε διάφορες μορφές όπως (α) την _____ ενέργεια που έχει κάθε σώμα το οποίο _____, (β) τη _____ ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στις τροφές, στα καύσιμα και στα ορυκτά και (γ) τη _____ ενέργεια που είναι αποθηκευμένη σε ένα σύστημα σωμάτων που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους.

Όταν ένα σώμα βρίσκεται σε κάποιο ύψος ως προς ένα επίπεδο αναφοράς, στο σύστημα Γης – σώματος υπάρχει αποθηκευμένο ένα ποσό ενέργειας το οποίο ονομάζεται _____ ενέργεια. Ένα συμπιεσμένο ελατήριο, ένα ελατήριο σε επιμήκυνση ή ένα λαστιχάκι το οποίο έχουμε τεντώσει έχουν δυναμική ενέργεια η οποία ονομάζεται _____ ενέργεια.

Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας

Η ενέργεια δεν _____ από το μηδέν ούτε _____, μπορεί να _____ από μια μορφή σε άλλη ή να μεταφέρεται από ένα σώμα σε άλλο.

Δραστηριότητα 1.2: «Μετά τον Όλεθρο»

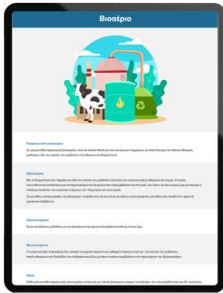
Στόχος της δραστηριότητας αυτής είναι να γνωρίσετε τις διάφορες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και τα κριτήρια με τα οποία η κάθε πηγή επιλέγεται να αξιοποιηθεί σε κάθε περίπτωση.

Δραστηριότητα: «Μετά τον Όλεθρο»



👑 «Μετά τον Όλεθρο.»

«Τα τελευταία αρκετά χρόνια, η επιστημονική κοινότητα προειδοποιούσε ότι το περιβάλλον βρίσκεται σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης. Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής ήταν ήδη αισθητές. Τα λιγοστά αποθέματα μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπως τα ορυκτά καύσιμα, δημιουργούσαν εντάσεις, προστριβές και πολέμους ανάμεσα στα κράτη. Οι πρωτοβουλίες που λαμβάνονταν για αναστροφή της κατάστασης ήταν μεμονωμένες και δεν έπαιρναν παγκόσμιο χαρακτήρα, έτσι, ένα νέο ορόσημο δημιουργήθηκε στην ιστορία του ανθρώπου στον πλανήτη Γη. Η ιστορία διαχωρίζεται πλέον στην περίοδο πριν τη μεγάλη περιβαλλοντική καταστροφή και στην περίοδο μετά από αυτή. Οι λιγοστοί άνθρωποι που έμειναν στον πλανήτη προσπαθούν να δημιουργήσουν εκ νέου τις κοινωνικές δομές και τις υποδομές που χρειάζονται για να τις υποστηρίξουν.»



▲ Εικόνα 1.24
Ιστοσελίδα «Μετά τον Όλεθρο».

Στο φανταστικό αυτό σενάριο, μετά την μεγάλη καταστροφή, στο νησί μας έχουν μείνει συνολικά 8800 κάτοικοι οι οποίοι διαμένουν στις έξι επαρχίες του. Το κλίμα της Κύπρου, στην εποχή που αναφέρεται το σενάριο, παρουσίασε σημαντικές μεταβολές και πλέον έχει πιο τροπικά χαρακτηριστικά. Συγκεκριμένα, το καλοκαίρι είναι θερμό και στο νησί υπάρχει μεγάλη ηλιοφάνεια. Ο συνδυασμός, όμως, των μεγάλων συγκεντρώσεων υγρασίας και σκόνης οδηγεί σε ξαφνικές νεροποντές. Τον χειμώνα, δεν καταγράφονται συχνά θερμοκρασίες κάτω των 10 °C, ενώ στη διάρκεια της μέρας περίοδοι ηλιοφάνειας εναλλάσσονται με περιόδους βροχόπτωσης. Επίσης, τον χειμώνα, τόσο στο νοτιοδυτικό τμήμα του νησιού, όσο και στο βορειοανατολικό άκρο του, πνέουν ισχυροί άνεμοι ενώ τα παράλια μαστίζονται από μεγάλα κύματα.

Η κάθε ομάδα θα αναλάβει να μελετήσει τα δεδομένα μίας επαρχίας και να αποφασίσει το είδος και τον αριθμό μονάδων παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος με χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, που θα εγκαταστήσει στο κάθε χωριό ώστε η κάθε επαρχία να καταστεί

ενεργειακά αυτάρκης. Η μεταφορά ενέργειας είναι δυνατή μόνο ανάμεσα σε περιοχές της ίδιας επαρχίας.

Σαρώνοντας τον κώδικα QR «Μετά τον Όλεθρο», θα μεταφερθείτε σε μια ιστοσελίδα στην οποία μπορείτε να βρείτε όλες τις πληροφορίες που αφορούν στην κάθε επαρχία του νησιού, καθώς και πληροφορίες για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που μπορείτε να χρησιμοποιήσετε.

Ονόματα μαθητών και μαθητριών που απαρτίζουν την ομάδα.		
Επαρχία: _____		
Πόλη	Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που θα χρησιμοποιηθούν και αριθμός μονάδων που θα τοποθετηθούν	Πλήρης αιτιολόγηση

Ανασκόπηση της δραστηριότητας 1.2

Να συμπληρώσετε τα κενά στις προτάσεις που ακολουθούν επιλέγοντας σε κάθε περίπτωση την κατάλληλη από τις ακόλουθες λέξεις:

αέρα, ορυκτά, πυρηνικά, ήλιος, ηλιακή, πηγή, πηγές, πυρηνική, χημική, αιολική, υδατοπτώσεις, εξάντληση, ανανεώσιμες, μη ανανεώσιμες, ρύπανση.

Σε αρκετές περιπτώσεις, το συνολικό ποσό της ενέργειας μιας αλυσίδας μεταφορών και μετατροπών της ενέργειας προέρχεται από μια _____ ενέργειας. _____ ενέργειας είναι ο _____ που παρέχει την _____ ενέργεια, τα _____ καύσιμα που παρέχουν _____ ενέργεια, τα _____ καύσιμα που παρέχουν _____ ενέργεια, τα ρεύματα _____ που παρέχουν την _____ ενέργεια κ.α.

Οι πηγές ενέργειας διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

α. τις _____, όπως ο _____, τα ρεύματα _____, οι _____ κλπ. Κύριο χαρακτηριστικό των πηγών αυτών είναι ότι η αξιοποίησή τους δεν συντελεί στη εξάντληση τους. Οι περισσότερες από τις _____ πηγές ενέργειας είναι φιλικές προς το περιβάλλον.

β. Τις _____ πηγές ενέργειας όπως τα _____ καύσιμα των οποίων η εξόρυξη και εκμετάλλευση οδηγεί σε _____ των αποθεμάτων που υπάρχουν στον πλανήτη. Η αξιοποίηση των πηγών αυτών σχετίζεται με τη _____ και την καταστροφή του περιβάλλοντος.

Δραστηριότητα 1.3: «Ιχνηλάτηση»

Στόχος της δραστηριότητας αυτής είναι να διερευνήσετε από ποιους παράγοντες εξαρτάται η κινητική ενέργεια ενός σώματος.

Δραστηριότητα 1.3α: Ιδεοθύελα

Να συζητήσετε με την ομάδα σας και να καταγράψετε τις απόψεις σας για τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η κινητική ενέργεια που έχει ένα σώμα.

Δραστηριότητα 1.3β: «Ιχνηλάτηση»

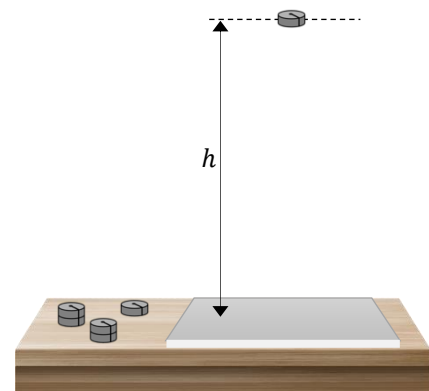
Στο θρανίο σας υπάρχει ένα κομμάτι από αφρώδες υλικό, σταθμά διαφορετικής μάζας και χάρακας.

Όταν αφήσουμε ένα σώμα ελεύθερο από κάποιο ύψος να κινηθεί προς το αφρώδες υλικό, όπως φαίνεται στην εικόνα 1.25, τότε η ταχύτητα του σώματος αυξάνεται λόγω της αλληλεπίδρασης του σώματος με τη Γη. Όταν το σώμα προσκρούσει στην επιφάνεια του αφρώδους υλικού, δέχεται δύναμη από αυτό και μειώνεται η ταχύτητά του. Σύμφωνα με τον τρίτο νόμο του Νεύτωνα, το σώμα ασκεί ίσου μέτρου δύναμη και αντίθετης κατεύθυνσης στο αφρώδες υλικό η οποία προκαλεί την παραμόρφωσή του.

Επομένως κατά την πρόσκρουση του σώματος στο αφρώδες υλικό, παρατηρούνται οι ακόλουθες αλλαγές:

- i. η ταχύτητα του σώματος μειώνεται,
- ii. το αφρώδες υλικό παραμορφώνεται.

Στις αλλαγές αυτές, η κινητική ενέργεια του σώματος απορροφάται από το αφρώδες υλικό και το αφρώδες υλικό παραμορφώνεται. Όταν η κινητική ενέργεια του σώματος είναι μεγαλύτερη τότε η παραμόρφωση του αφρώδους υλικού θα είναι μεγαλύτερη.



▲ Εικόνα 1.25
Σώμα αφήνεται ελεύθερο από κάποιο ύψος να κινηθεί προς το αφρώδες υλικό.

Ανασκόπηση της δραστηριότητας 1.3

Να συμπληρώσετε τα κενά στις προτάσεις που ακολουθούν επιλέγοντας σε κάθε περίπτωση την κατάλληλη από τις ακόλουθες λέξεις:

μεγαλύτερη, μικρότερη, μάζα, μάζας, κινητική, ταχύτητα, ενέργεια, τετραγώνου.

Η ενέργεια που έχει ένα σώμα λόγω της κίνησής του ονομάζεται _____ ενέργεια. Η κινητική ενέργεια ενός σώματος εξαρτάται από τη _____ και την _____ του.

Όταν σώματα με διαφορετική μάζα κινούνται με την ίδια ταχύτητα, τότε το σώμα με την μεγαλύτερη μάζα έχει _____ κινητική ενέργεια.

Όταν σώματα της ίδιας μάζας κινούνται με διαφορετικές ταχύτητες, το σώμα με την μεγαλύτερη ταχύτητα έχει _____ κινητική ενέργεια.

Η σχέση υπολογισμού της κινητικής ενέργειας ενός σώματος είναι η ακόλουθη:

$$E_{κιν} = \frac{1}{2}mv^2$$

$E_{κιν}$: η _____ του σώματος
 m : η _____ του σώματος
 v : η _____ του σώματος

Σύμφωνα με τη σχέση αυτή, η κινητική ενέργεια ενός σώματος είναι:

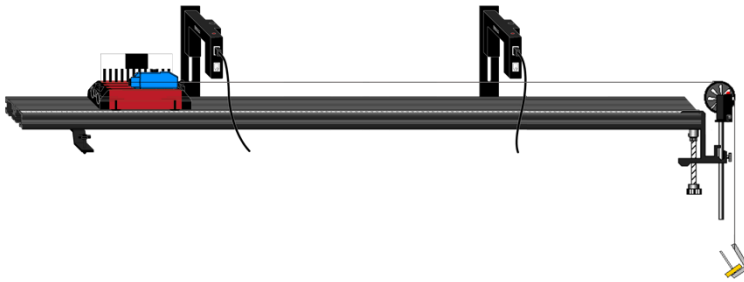
- i. ανάλογη της _____ του σώματος (για δεδομένη τιμή της ταχύτητας του) και
- ii. ανάλογη του _____ της ταχύτητάς του.

Δραστηριότητα 1.4: «Ούρια δύναμη»

Στόχος της δραστηριότητας αυτής είναι να συσχετίσετε το έργο των δυνάμεων που ασκούνται σε ένα σώμα, με την αλλαγή στην κινητική του ενέργεια.

Δραστηριότητα: Έργο δύναμης - Κινητική ενέργεια

Στην εικόνα 1.26 φαίνεται η πειραματική διάταξη που θα χρησιμοποιηθεί στη δραστηριότητα αυτή.

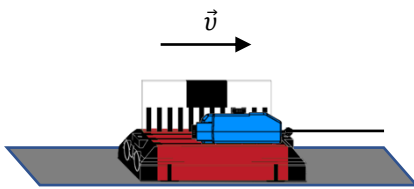


◀ Εικόνα 1.26
Πειραματική διάταξη για μελέτη της σχέσης μεταξύ του έργου δύναμης και της κινητικής ενέργειας.

Η πειραματική διάταξη αποτελείται από έναν οριζόντιο διάδρομο αμελητέας τριβής, ένα αμαξάκι πάνω στο οποίο υπάρχει ενσωματωμένος αισθητήρας δύναμης, δύο φωτοπύλες, νήμα που περνά από μια τροχαλία και βαράκια. Ο αισθητήρας δύναμης συνδέεται με τα βαράκια μέσω του νήματος.

α. Να αφήσετε ελεύθερο το αμαξάκι να κινηθεί ανάμεσα στις δύο φωτοπύλες, τοποθετώντας το, αρχικά, λίγο πριν την πρώτη φωτοπύλη, όπως φαίνεται στην εικόνα 1.26. Να παρατηρήσετε την κίνηση που κάνει το αμαξάκι και να καταγράψετε πως μεταβάλλεται η ταχύτητα και η κινητική του ενέργεια.

β. Να συζητήσετε στην ομάδα σας και να καταγράψετε τις απόψεις σας αναφορικά με την αιτία που προκαλεί τη μεταβολή στην κινητική ενέργεια του αμαξιδιού.



▲ Εικόνα 1.27
Δυνάμεις που δρουν στο αμαξάκι.

γ. Να σχεδιάσετε, στην εικόνα 1.27 τις δυνάμεις που ασκούνται στο αμαξάκι κατά την κίνησή του από τη μια φωτοπύλη στην άλλη και να τις ονομάσετε.

δ. Να αφήσετε ξανά το αμαξάκι να κινηθεί από τη μια φωτοπύλη στην άλλη και να καταγράψετε τις απαραίτητες μετρήσεις ώστε να συσχετίσετε το έργο των δυνάμεων που ασκούνται στο αμαξάκι, με την αλλαγή στην κινητική του ενέργεια.

ι. Να συμπληρώσετε τα κενά στις προτάσεις που ακολουθούν επιλέγοντας σε κάθε περίπτωση την κατάλληλη από τις ακόλουθες λέξεις:

μετροταινία, μάζα, ταχύτητα, δύναμη, βεράκι, νήμα.

Με τον αισθητήρα δύναμης θα μετρήσουμε τη _____ που ασκεί το _____ στον συγκεκριμένο αισθητήρα.

Με τις φωτοπύλες θα μετρήσουμε την _____ με την οποία περνά το αμαξάκι από την κάθε μια, ενώ με τη ζυγαριά θα μετρήσουμε τη _____ του αμαξιού και του αισθητήρα δύναμης.

Τέλος, με μια _____, θα μετρήσουμε την απόσταση μεταξύ των δύο φωτοπυλών.

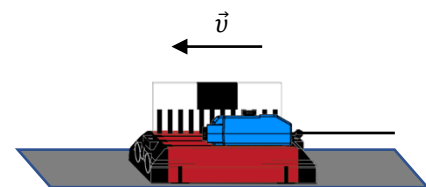
ii. Να συμπληρώσετε τον πίνακα μετρήσεων που ακολουθεί, κάνοντας και τους απαραίτητους υπολογισμούς.

$m = \underline{\hspace{2cm}}$ $\Delta x = \underline{\hspace{2cm}}$		
$ \vec{B} = \underline{\hspace{2cm}}$	$W_{\vec{B}} = \underline{\hspace{2cm}}$	Συνολικό έργο $W_{ολ} = \underline{\hspace{2cm}}$
$ \vec{N} = \underline{\hspace{2cm}}$	$W_{\vec{N}} = \underline{\hspace{2cm}}$	
$ \vec{F} = \underline{\hspace{2cm}}$	$W_{\vec{F}} = \underline{\hspace{2cm}}$	
$v_1 = \underline{\hspace{2cm}}$	$E_{κιν,1} = \underline{\hspace{2cm}}$	Μεταβολή της κινητικής ενέργειας $\Delta E_{κιν} = \underline{\hspace{2cm}}$
$v_2 = \underline{\hspace{2cm}}$	$E_{κιν,2} = \underline{\hspace{2cm}}$	

ε. i. Να γράψετε το συμπέρασμα που προκύπτει από τον πίνακα του ερωτήματος δ, για τη σχέση μεταξύ του έργου των δυνάμεων που ασκούνται σε ένα σώμα, και της αλλαγής στην κινητική του ενέργεια.

ii. Να δικαιολογήσετε τη σχέση αυτή.

στ. Να συζητήσετε στην ομάδα σας και να καταγράψετε την άποψή σας αναφορικά με τις αλλαγές που θα παρατηρηθούν στις μετρήσεις όταν το αμαξάκι κινείται προς τα αριστερά, αλλά δύναμη που δέχεται από το νήμα είναι προς τα δεξιά, όπως φαίνεται στην εικόνα 1.28.



▲ Εικόνα 1.28
Δυνάμεις που δρουν στο αμαξάκι.

Ανασκόπηση της δραστηριότητας 1.4

Να συμπληρώσετε τα κενά στις προτάσεις που ακολουθούν επιλέγοντας σε κάθε περίπτωση την κατάλληλη από τις ακόλουθες λέξεις:

ίσο, μεγαλύτερο, μικρότερο, μηδέν, θετικό, αρνητικό, παραγόμενο, καταναλισκόμενο, έργο, κινητικής.

Το συνολικό _____ των δυνάμεων που ασκούνται σε ένα σώμα είναι _____ με την αλλαγή της _____ του ενέργειας.

⇒ Όταν το έργο είναι _____ (_____), τότε η κινητική ενέργεια και συνεπώς η ταχύτητα του σώματος, αυξάνονται.

⇒ Όταν το έργο είναι _____ (_____), τότε η κινητική ενέργεια και συνεπώς η ταχύτητα του σώματος, μειώνονται.

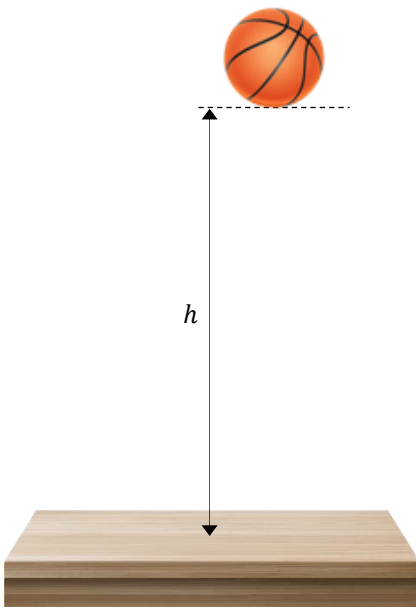
⇒ Όταν το έργο είναι _____, τότε η κινητική ενέργεια, και συνεπώς η ταχύτητα του σώματος, δεν αλλάζουν.

Δραστηριότητα 1.5: «Ανεβοκατεβάσματα»

Στόχος της δραστηριότητας αυτής είναι να μελετήσετε την έννοια της βαρυτικής δυναμικής ενέργειας που αποθηκεύεται στο σύστημα Γης - σώματος, όταν η Γη και το σώμα αλληλεπιδρούν μέσω της βαρυτικής δύναμης.

Δραστηριότητα 1.5α: «Από τα ψηλά στα χαμηλά»

Στο θρανίο σας υπάρχει μια μπάλα. Να ανασηκώσετε τη μπάλα μέχρι ένα ορισμένο ύψος και να την αφήσετε ελεύθερη να κινηθεί (εικόνα 1.29).



▲ Εικόνα 1.29
Μπάλα αφήνεται να πέσει ελεύθερα από κάποιο ύψος.

α. Να καταγράψετε τις αλλαγές που παρατηρείτε να συμβαίνουν στα ακόλουθα φυσικά μεγέθη, κατά την πτώση της μπάλας.

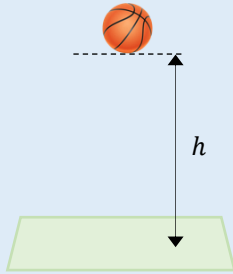
- i. Στο ύψος από το έδαφος στο οποίο βρίσκεται η μπάλα κάθε χρονική στιγμή: _____
- ii. Στην ταχύτητα της μπάλας: _____
- iii. Στην κινητική ενέργεια της μπάλας: _____

β. Να εξηγήσετε πως προκαλούνται οι μεταβολές που καταγράψατε στο ερώτημα α.

Όταν ένα σώμα βρίσκεται σε κάποιο ύψος ως προς ένα επίπεδο αναφοράς, στο σύστημα Γης – σώματος υπάρχει αποθηκευμένο ένα ποσό ενέργειας το οποίο ονομάζεται **βαρυτική δυναμική ενέργεια**. Όταν το σώμα αφεθεί ελεύθερο να κινηθεί υπό την επίδραση του βάρους του, η βαρυτική δυναμική ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια.

Βαρυτική δυναμική ενέργεια

Η βαρυτική δυναμική ενέργεια που αποθηκεύεται στο σύστημα ενός σώματος μάζας m και της Γης, όταν το σώμα βρίσκεται σε ύψος h από ένα επίπεδο αναφοράς (π.χ. το έδαφος), υπολογίζεται από τη σχέση:



$$U_{\beta\alpha\rho} = mgh$$

$U_{\beta\alpha\rho}$: _____

m : _____

g : _____

h : _____

Δραστηριότητα 1.5β: «Από τη Γη ως τη Σελήνη»

Να σαρώσετε τον κώδικα QR για να χρησιμοποιήσετε την προσομοίωση «Διατήρηση Ενέργειας κατά την Ελεύθερη Πτώση».



▲ Προσομοίωση «Διατήρηση Ενέργειας κατά την Ελεύθερη Πτώση».

α. Στις επιλογές που εμφανίζονται στην οθόνη σας να θέσετε τη μάζα του σώματος « $m = 1 \text{ kg}$ », το ύψος από το οποίο θα αφεθεί το σώμα « $h = 5 \text{ m}$ », την αρχική ταχύτητα του σώματος « $v_0 = 0 \text{ m/s}$ » και να μηδενίσετε την αντίσταση του αέρα.

Να ενεργοποιήσετε την προσομοίωση επιλέγοντας το εικονίδιο ► και να συμπληρώσετε τον πίνακα που ακολουθεί.

$g_{\Gamma} = 9,81 \text{ m/s}^2 \approx 10 \text{ m/s}^2$ $m = \underline{\hspace{2cm}}$			
Τη στιγμή που η μπάλα αφήνεται.	$h = \underline{\hspace{2cm}}$ $v = \underline{\hspace{2cm}}$	$E_{\text{κιν}}$ _____	$U_{\beta\alpha\rho}$ _____
Τη στιγμή που η μπάλα φθάνει στο έδαφος.	$h = \underline{\hspace{2cm}}$ $v = \underline{\hspace{2cm}}$	$E_{\text{κιν}}$ _____	$U_{\beta\alpha\rho}$ _____

Να γράψετε το συμπέρασμα που προκύπτει από τον πιο πίνακα που συμπληρώσατε.

β. Να μεταφέρετε την μπάλα στη Σελήνη ενεργοποιώντας την επιλογή «Σελήνη». Να θέσετε τη μάζα του σώματος « $m = 1 \text{ kg}$ », το ύψος από το οποίο θα αφεθεί το σώμα « $h = 5 \text{ m}$ », την αρχική ταχύτητα του σώματος « $v_0 = 0 \text{ m/s}$ » και να μηδενίσετε την αντίσταση του αέρα.

Να ενεργοποιήσετε την προσομοίωση επιλέγοντας το εικονίδιο ► και να συμπληρώσετε τον πίνακα που ακολουθεί.

$g_{\Gamma} = 1,62 \text{ m/s}^2 \approx 1,6 \text{ m/s}^2$ $m = \underline{\hspace{2cm}}$			
Τη στιγμή που η μπάλα αφήνεται.	$h = \underline{\hspace{2cm}}$ $v = \underline{\hspace{2cm}}$	$E_{\text{κιν}}$ <hr/>	$U_{\text{βαρ}}$ <hr/>
Τη στιγμή που η μπάλα φθάνει στο έδαφος.	$h = \underline{\hspace{2cm}}$ $v = \underline{\hspace{2cm}}$	$E_{\text{κιν}}$ <hr/>	$U_{\text{βαρ}}$ <hr/>

Να γράψετε το συμπέρασμα που προκύπτει από τον πιο πάνω πίνακα.

γ. Η Μαρία ισχυρίζεται ότι η βαρυτική δυναμική ενέργεια μπορεί να αποδοθεί στο σύστημα Γης – σώματος ενώ ο Μιχάλης ισχυρίζεται ότι μπορεί να αποδοθεί μόνο στο σώμα. Να γράψετε ένα επιχειρήμα με το οποίο να υποστηρίξετε τη μία ή την άλλη άποψη.

Ανασκόπηση της δραστηριότητας 1.5

Να συμπληρώσετε τα κενά στις προτάσεις που ακολουθούν επιλέγοντας σε κάθε περίπτωση την κατάλληλη από τις ακόλουθες λέξεις:

μάζα, επιτάχυνση, βαρυτική, βαρύτητας, κινητική, ταχύτητα, δυναμική, αυξάνονται, μειώνονται.

Όταν ένα σώμα κινείται από μεγαλύτερο σε μικρότερο ύψος σε σχέση με ένα επίπεδο αναφοράς υπό την επίδραση μόνο του βάρους του, τότε η _____ του σώματος και επομένως η _____ του ενέργεια αυξάνονται. Κατά την κίνηση του σώματος, η _____ ενέργεια που ήταν αποθηκευμένη στο σύστημα Γης – σώματος, μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια.

Αντίθετα, όταν ένα σώμα κινείται από μικρότερο σε μεγαλύτερο ύψος σε σχέση με ένα επίπεδο αναφοράς, η ταχύτητα του σώματος και η κινητική του ενέργεια _____. Στην περίπτωση αυτή, η κινητική ενέργεια του σώματος αποθηκεύεται ως _____ ενέργεια στο σύστημα Γης – σώματος.

Η σχέση υπολογισμού της βαρυτικής δυναμικής ενέργειας είναι η ακόλουθη:

$$U_{βαρ} = mgh$$

$U_{βαρ}$: η _____ του σώματος

m : η _____ του σώματος

g : η _____ της _____

h : η _____ του σώματος

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΣΤΑΤΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ



Το δεύτερο κεφάλαιο του βιβλίου μελετά τον **στατικό ηλεκτρισμό**. Οι αρχές και οι έννοιες του στατικού ηλεκτρισμού χρησιμοποιούνται για την ερμηνεία φαινομένων της καθημερινής ζωής όπως για παράδειγμα ο κεραυνός ή το τίναγμα που νιώθουμε κάποιες φορές όταν αγγίζουμε το μεταλλικό χερούλι μιας πόρτας, ενώ αξιοποιούνται και σε πολλές τεχνολογικές εφαρμογές.

Με σάρωση του ακόλουθου κώδικα QR θα παρακολουθήσετε ένα φαινόμενο του οποίου η ερμηνεία βασίζεται στα όσα θα απασχολήσουν το κεφάλαιο αυτό.



2.1 Το ηλεκτρικό φορτίο

Με τη σάρωση του κώδικα QR της προηγούμενης σελίδας, προβάλλεται ένα βίντεο στο οποίο, όταν ένας μαθητής πλησιάζει μια πλαστική ράβδο σε φλέβα νερού, η ροή του νερού δεν επηρεάζεται. Όταν, όμως, ο μαθητής τρίβει τη ράβδο σε μάλλινο ύφασμα και την πλησιάζει εκ νέου στη φλέβα νερού, η φλέβα νερού εκτρέπεται από την κατακόρυφη διεύθυνση πλησιάζοντας τη ράβδο.

Αρχικά, η ράβδος δεν ασκεί δύναμη στη φλέβα νερού γι' αυτό και η ροή του νερού δεν επηρεάζεται. Με την τριβή της ράβδου στο μάλλινο ύφασμα, η ράβδος αποκτά την ιδιότητα να ασκεί ελκτική δύναμη στο νερό.

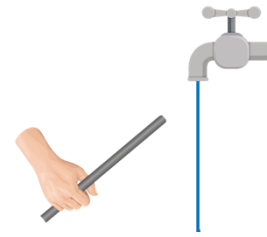
Η τριβή της ράβδου στο μάλλινο ύφασμα προκάλεσε αλλαγή στις ιδιότητες της ράβδου. Η αλλαγή αυτή αποδίδεται σε μια χαρακτηριστική ιδιότητα της ύλης η οποία ονομάζεται **ηλεκτρικό φορτίο**.

Λόγω του ηλεκτρικού φορτίου τα σώματα μπορούν να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους με δυνάμεις οι οποίες ονομάζονται ηλεκτρικές. Οι δυνάμεις αυτές μπορεί να είναι είτε **ελκτικές** είτε **απωστικές**.

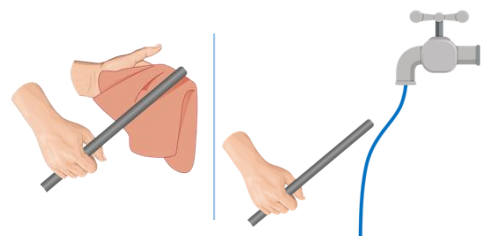
Σαρώνοντας τον διπλανό κώδικα QR, θα παρακολουθήσετε ένα φαινόμενο στο οποίο, αυτή τη φορά, οι ηλεκτρικές δυνάμεις που δρουν μεταξύ των δύο σωμάτων είναι απωστικές.

Στο βίντεο, τα δύο πλαστικά καλαμάκια, αρχικά δεν αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Μετά από την τριβή τους με μάλλινο ύφασμα, τα δύο καλαμάκια αλληλεπιδρούν μεταξύ τους με απωστικές δυνάμεις.

Επειδή το μέτρο των δυνάμεων που εμφανίζονται λόγω του ηλεκτρικού φορτίου εξαρτάται και από την ποσότητά του, προκύπτει η ανάγκη μέτρησής του. Η μονάδα μέτρησης του ηλεκτρικού φορτίου στο διεθνές σύστημα μονάδων SI είναι το **Coulomb (C)**.



▲ Εικόνα 2.1
Πριν την τριβή της με το μάλλινο ύφασμα η ράβδος δεν ασκεί δύναμη στη φλέβα νερού και η ροή του νερού δεν επηρεάζεται.



▲ Εικόνα 2.2
Η πλαστική ράβδος ασκεί ελκτική δύναμη στη φλέβα νερού μετά την τριβή της με το μάλλινο ύφασμα.



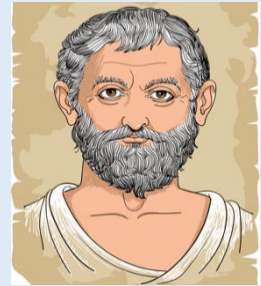
📺 Το κινηγημένο καλαμάκι.

Ήξερες ότι ...

Η λέξη ηλεκτρισμός προέρχεται από το ήλεκτρον (ή αλλιώς κεχριμπάρι) το οποίο είναι αποξηραμένη ρητίνη πεύκου.

Ο Θαλής ο Μιλήσιος, ο οποίος έζησε τον 6^ο αιώνα π.Χ., παρατήρησε ότι, όταν το ήλεκτρον τρίβεται σε ξηρό ύφασμα, αποκτά την ιδιότητα να έλκει μικρά ελαφρά σώματα, όπως κομματάκια από άχυρο.

Τον 17ο αιώνα μ.Χ. ο Άγγλος επιστήμονας Γουίλιαμ Γκίλμπερτ, επινόησε τη λατινική λέξη «electricus» για να αναφερθεί στην ιδιότητα έλξης μικρών ελαφρών αντικειμένων από άλλα, μετά από τριβή. Από τη λέξη αυτή προήλθε η αγγλική λέξη «electricity», η οποία αποδόθηκε στα ελληνικά ως «ηλεκτρισμός».

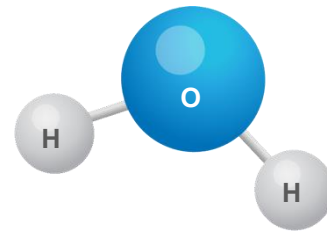


Η δομή της ύλης

Η ύλη αποτελείται από άτομα. Τα άτομα μπορούν να συνδέονται μεταξύ τους για να σχηματίσουν μόρια.

Για κάποια υλικά, όπως είναι ο σίδηρος (Fe), ο άνθρακας (C), ο χαλκός (Cu) κ.ά., το μικρότερο τμήμα τους που διατηρεί τις χημικές ιδιότητες του υλικού είναι το άτομο.

Για κάποια άλλα υλικά, όπως είναι το νερό (H₂O), το οξυγόνο (O₂), η ζάχαρη (C₁₂H₂₂O₁₁) κ.ά., το μικρότερο τμήμα τους που διατηρεί τις χημικές ιδιότητες του υλικού είναι το μόριο. Ένα μόριο αποτελείται από δύο ή περισσότερα άτομα ίδια ή διαφορετικά μεταξύ τους. Για παράδειγμα, το μόριο του νερού (H₂O) αποτελείται από δύο άτομα υδρογόνου και ένα άτομο οξυγόνου όπως φαίνεται στην εικόνα 2.3.



▲ Εικόνα 2.3
Το μόριο του νερού αποτελείται από δύο άτομα υδρογόνου και ένα άτομο οξυγόνου.

Το άτομο

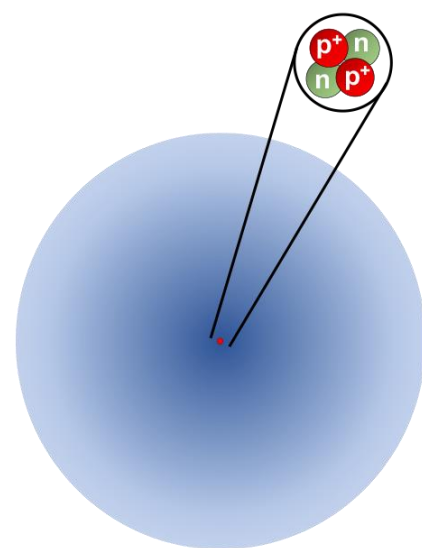
Όλα τα άτομα αποτελούνται από μικρότερα σωματίδια. Τα σωματίδια αυτά είναι τα πρωτόνια (p⁺), τα νετρόνια (n) και τα ηλεκτρόνια (e⁻).

Τα πρωτόνια και τα νετρόνια σχηματίζουν τον πυρήνα του ατόμου. Τα πρωτόνια έχουν **θετικό φορτίο** ίσο με $+1,6 \times 10^{-19} \text{C}$. Τα νετρόνια έχουν περίπου την ίδια μάζα με τα πρωτόνια αλλά δεν έχουν φορτίο. Παρά το γεγονός ότι η μάζα του πυρήνα αποτελεί το 99,99% της μάζας του ατόμου, εντούτοις, ο πυρήνας, καταλαμβάνει μια πολύ μικρή περιοχή, η οποία είναι τουλάχιστον 10000 φορές μικρότερη από τον χώρο που καταλαμβάνει το άτομο.

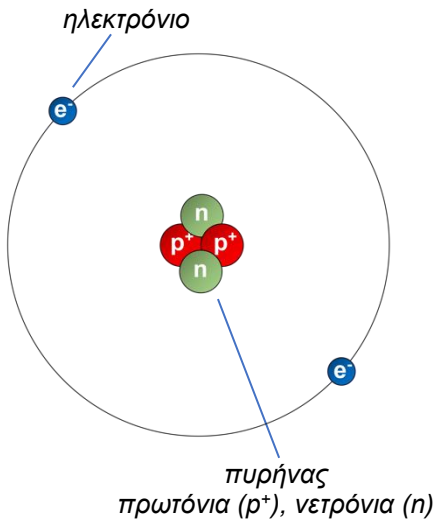
Τα ηλεκτρόνια έχουν **αρνητικό φορτίο** ίσο με $-1,6 \times 10^{-19} \text{C}$. Το φορτίο, δηλαδή, ενός ηλεκτρονίου είναι αντίθετο με το φορτίο ενός πρωτονίου. Η μάζα του ηλεκτρονίου είναι κατά περίπου 1800 φορές μικρότερη από τη μάζα του πρωτονίου. Τα ηλεκτρόνια κινούνται στον κενό χώρο γύρω από τον πυρήνα.

Η απόλυτη τιμή του φορτίου του ηλεκτρονίου συμβολίζεται με το γράμμα e ($e = 1,6 \times 10^{-19} \text{C}$).

Στην εικόνα 2.4 απεικονίζεται ένα άτομο. Ο πυρήνας στο κέντρο του ατόμου καταλαμβάνει μια πολύ μικρή περιοχή. Σε μεγέθυνση, με κόκκινο χρώμα απεικονίζονται τα πρωτόνια ενώ με πράσινο χρώμα απεικονίζονται τα νετρόνια. Το μπλε νέφος γύρω από τον πυρήνα αποτελεί τον χώρο στον οποίο **κινούνται τα ηλεκτρόνια**.



▲ Εικόνα 2.4
Απεικόνιση ενός ατόμου.



▲ Εικόνα 2.5
Το ηλεκτρικά ουδέτερο άτομο του στοιχείου Ήλιο (He).

Σε ένα άτομο, ο αριθμός των ηλεκτρονίων είναι ίσος με τον αριθμό των πρωτονίων. Ως εκ τούτου, το άτομο είναι **ηλεκτρικά ουδέτερο**.

Για την αναπαράσταση των ατόμων στις εικόνες του κεφαλαίου αυτού, χρησιμοποιήθηκε ένα απλό μοντέλο το οποίο πρότειναν οι φυσικοί Ernest Rutherford και Niels Bohr στις αρχές του εικοστού αιώνα. Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό, τα ηλεκτρόνια κινούνται σε συγκεκριμένες κυκλικές τροχιές γύρω από τον πυρήνα.

Στην εικόνα 2.5 απεικονίζεται το άτομο του στοιχείου Ήλιο (He) σύμφωνα με το μοντέλο των Rutherford και Bohr. Τον πυρήνα του συγκεκριμένου ατόμου σχηματίζουν δύο πρωτόνια (p^+) και δύο νετρόνια (n). Στον κενό χώρο γύρω από τον πυρήνα κινούνται δύο ηλεκτρόνια (e^-).

Ήξερες ότι ...

Αν αφαιρεθεί όλος ο κενός χώρος από τα άτομα που αποτελούν το σχολείο σου, τότε ο όγκος που θα καταλαμβάνουν οι πυρήνες και τα ηλεκτρόνια που το αποτελούν θα είναι κατά πολύ μικρότερος από τον όγκο ενός κόκκου ρυζιού.



2.2 Ηλεκτρικά φορτισμένα άτομα και σώματα

Ένα άτομο μπορεί να έχει τη δυνατότητα **να προσλάβει ή να αποβάλει ηλεκτρόνια**.

Για τα φαινόμενα που μελετά το κεφάλαιο αυτό θα θεωρηθεί ότι το άτομο δεν μπορεί να προσλάβει ή να αποβάλει πρωτόνια διότι τέτοια φαινόμενα έχουν ως αποτέλεσμα την αλλαγή της ταυτότητας του ατόμου. Τα φαινόμενα αυτά εμπίπτουν σε άλλο κεφάλαιο της Φυσικής.


Όταν ένα αρχικά **ηλεκτρικά ουδέτερο άτομο** προσλάβει ηλεκτρόνια, θα έχει πλεόνασμα ηλεκτρονίων (δηλαδή περισσότερα ηλεκτρόνια σε σχέση με τα πρωτόνια) και θα είναι αρνητικά φορτισμένο, ενώ αν αποβάλει ηλεκτρόνια θα έχει έλλειμα ηλεκτρονίων (δηλαδή λιγότερα ηλεκτρόνια σε σχέση με τα πρωτόνια) και θα είναι θετικά φορτισμένο.

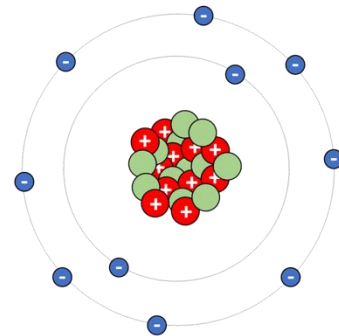
Για παράδειγμα το ηλεκτρικά ουδέτερο άτομο του νατρίου (Na) έχει 11 πρωτόνια και 11 ηλεκτρόνια. Όταν το άτομο αυτό χάσει ένα ηλεκτρόνιο, αποκτά θετικό φορτίο, αφού έχει πλέον 11 πρωτόνια και 10 ηλεκτρόνια όπως φαίνεται στην εικόνα 2.6.

Αντίστοιχα, το ηλεκτρικά ουδέτερο άτομο του Φθορίου (F) έχει 9 πρωτόνια και 9 ηλεκτρόνια. Όταν το άτομο αυτό προσλάβει ένα ηλεκτρόνιο, αποκτά αρνητικό φορτίο, αφού έχει πλέον 9 πρωτόνια και 10 ηλεκτρόνια, όπως φαίνεται στην εικόνα 2.7.

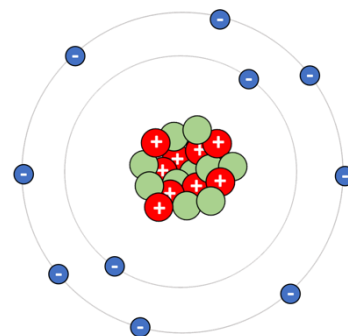
Με βάση τα προηγούμενα, αν ένα αρχικά **ηλεκτρικά ουδέτερο σώμα** προσλάβει ηλεκτρόνια, θα έχει πλεόνασμα ηλεκτρονίων και θα είναι αρνητικά φορτισμένο, ενώ αν αποβάλει ηλεκτρόνια θα υπάρχει έλλειμα ηλεκτρονίων και θα είναι θετικά φορτισμένο.



 Ο μηχανισμός φόρτισης των ατόμων Νατρίου και Φθορίου.



▲ Εικόνα 2.6
Θετικά φορτισμένο άτομο Νατρίου με 11 πρωτόνια και 10 ηλεκτρόνια.



▲ Εικόνα 2.7
Αρνητικά φορτισμένο άτομο Φθορίου με 9 πρωτόνια και 10 ηλεκτρόνια.

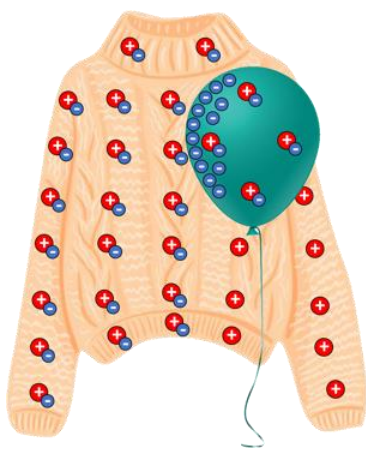
Δυνάμεις μεταξύ φορτισμένων σωματιδίων ή σωμάτων ...

Μεταξύ σωματιδίων ή σωμάτων που φέρουν ετερόσημο φορτίο (δηλαδή φορτίο με αντίθετο πρόσημο) δρουν **ελκτικές δυνάμεις**. Αντίθετα, μεταξύ σωματιδίων ή σωμάτων που φέρουν ομόσημο φορτίο (δηλαδή φορτίο με ίδιο πρόσημο) δρουν **απωστικές δυνάμεις**.

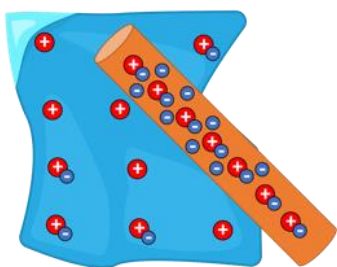




👉 Ο μηχανισμός φόρτισης δύο σωμάτων με τριβή.



▲ Εικόνα 2.8
Φόρτιση μπαλονιού και μάλλινου πουλόβερ με τριβή.



▲ Εικόνα 2.9
Φόρτιση πλαστικής ράβδου και μεταξωτού υφάσματος με τριβή.

2.3 Τρόποι φόρτισης ενός σώματος

Η διαδικασία με την οποία ένα σώμα μπορεί να προσλάβει ή να αποβάλει ηλεκτρόνια αποκτώντας αρνητικό ή θετικό φορτίο αντίστοιχα, ονομάζεται **φόρτιση**. Η φόρτιση ενός σώματος μπορεί να επιτευχθεί με διάφορους τρόπους μερικοί από τους οποίους θα μελετηθούν στη συνέχεια.

(α) Φόρτιση με τριβή – Το τριβοηλεκτρικό φαινόμενο

Το τριβοηλεκτρικό φαινόμενο είναι το φαινόμενο κατά το οποίο ένα σώμα αποκτά ηλεκτρικό φορτίο μέσω τριβής με ένα άλλο σώμα. Μέσω της διαδικασίας της τριβής, προσφέρεται ενέργεια σε κάποια ηλεκτρόνια, τα οποία με τη σειρά τους μετακινούνται από το ένα σώμα στο άλλο. Το σώμα που αποβάλλει ηλεκτρόνια φορτίζεται θετικά, ενώ το σώμα που προσλαμβάνει ηλεκτρόνια φορτίζεται αρνητικά.

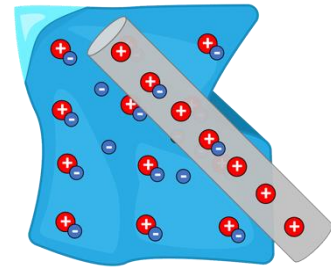
Σαρώνοντας τον κώδικα QR θα παρακολουθήσετε τη διαδικασία φόρτισης σωμάτων με μεταξύ τους τριβή.

Στην πρώτη περίπτωση, παρουσιάζεται η διαδικασία φόρτισης ενός μπαλονιού και ενός μάλλινου πουλόβερ. Κατά τη διάρκεια της τριβής μεταξύ του μάλλινου πουλόβερ και του μπαλονιού, το μπαλόνι παίρνει ηλεκτρόνια από το μάλλινο πουλόβερ και φορτίζεται αρνητικά, ενώ το μάλλινο πουλόβερ το οποίο αποβάλλει ηλεκτρόνια φορτίζεται θετικά (εικόνα 2.8).

Στη δεύτερη περίπτωση, παρουσιάζεται η διαδικασία φόρτισης μιας πλαστικής ράβδου και ενός μεταξωτού υφάσματος. Κατά τη διάρκεια της τριβής μεταξύ της πλαστικής ράβδου και του μεταξωτού υφάσματος, η πλαστική ράβδος παίρνει ηλεκτρόνια και φορτίζεται αρνητικά, ενώ το μεταξωτό ύφασμα το οποίο αποβάλλει ηλεκτρόνια φορτίζεται θετικά (εικόνα 2.9).

Στην τρίτη περίπτωση, παρουσιάζεται η διαδικασία φόρτισης μιας γυάλινης ράβδου και ενός μεταξωτού υφάσματος με μεταξύ τους τριβή. Σε αντίθεση με την προηγούμενη περίπτωση, το μεταξωτό ύφασμα παίρνει ηλεκτρόνια από τη γυάλινη ράβδο και φορτίζεται αρνητικά, ενώ η γυάλινη ράβδος η οποία αποβάλλει ηλεκτρόνια φορτίζεται θετικά (εικόνα 2.10).

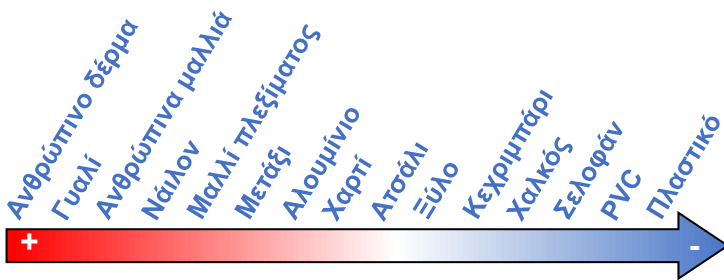
Παρακολουθώντας το βίντεο, μπορεί κάποιος να αντιληφθεί ότι με τριβή, τα σώματα μπορούν να αποβάλουν ηλεκτρόνια και να φορτιστούν θετικά ή να προσλάβουν ηλεκτρόνια και να φορτιστούν αρνητικά. Κάποια σώματα αποβάλλουν ή προσλαμβάνουν ηλεκτρόνια ευκολότερα από κάποια άλλα. Επίσης, το ίδιο σώμα μπορεί να δίνει ηλεκτρόνια μέσω τριβής με ένα υλικό ή να παίρνει ηλεκτρόνια μέσω τριβής με ένα άλλο υλικό.



▲ Εικόνα 2.10
Φόρτιση γυάλινης ράβδου και μεταξωτού υφάσματος με τριβή.

Η κατεύθυνση της μετακίνησης των ηλεκτρονίων εξαρτάται από το υλικό που αποτελεί το κάθε σώμα και καθορίζεται από την τριβοηλεκτρική σειρά.

Στην εικόνα 2.11 φαίνεται η τριβοηλεκτρική σειρά διαφόρων υλικών. Η σειρά αυτή επιτρέπει τον προσδιορισμό του είδους του φορτίου που αποκτούν τα υλικά κατά την τριβή μεταξύ τους.



▲ Εικόνα 2.11
Η τριβοηλεκτρική σειρά υλικών.

Το κάθε υλικό δίνει ηλεκτρόνια και φορτίζεται θετικά μέσω τριβής με κάποιο επόμενο στη σειρά υλικό, ενώ παίρνει ηλεκτρόνια και φορτίζεται αρνητικά μέσω τριβής με κάποιο προηγούμενο στη σειρά υλικό.

Έλεγξε τι έμαθες ...

Το κάθε ένα από τα σώματα στα ακόλουθα ζεύγη είναι ηλεκτρικά ουδέτερο.

- α. Χαρτί – σωλήνας PVC.
- β. Χαρτί – γυάλινη ράβδος.
- γ. Μαλλί πλεξίματος – χάλκινη ράβδος.

Να χαρακτηρίσετε το φορτίο που θα αποκτήσει το κάθε σώμα μετά την τριβή του με το άλλο σώμα του ζεύγους και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας με βάση την μετακίνηση φορτίου που θα πραγματοποιηθεί από το ένα σώμα στο άλλο, σύμφωνα με την εικόνα 2.11.



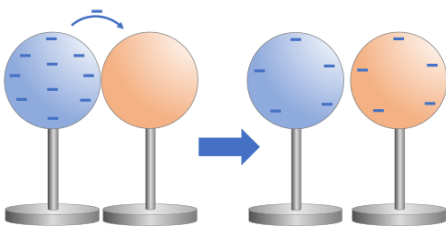
📄 Ο μηχανισμός φόρτισης δύο σωμάτων με επαφή.

(β) Φόρτιση με επαφή

Κατά την επαφή ενός φορτισμένου σώματος με ένα ηλεκτρικά ουδέτερο μεταλλικό σώμα, το ηλεκτρικό φορτίο ανακατανέμεται στα δύο σώματα με αποτέλεσμα, μετά την επαφή, τα δύο σώματα να έχουν φορτίο με το ίδιο πρόσημο.

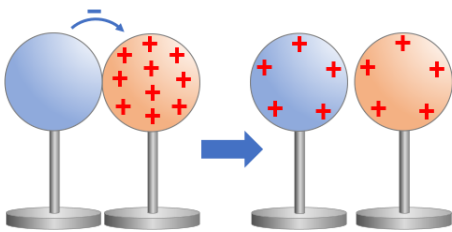
Στις περιπτώσεις που θα μελετηθούν στο κεφάλαιο αυτό, οι μεταλλικές σφαίρες στηρίζονται σε βάσεις από μονωτικό υλικό.

Σαρώνοντας τον κώδικα QR θα παρακολουθήσετε τον μηχανισμό φόρτισης μιας ηλεκτρικά ουδέτερης μεταλλικής σφαίρας, όταν έρχεται σε επαφή, στην πρώτη περίπτωση, με μια αρνητικά φορτισμένη μεταλλική σφαίρα και στη δεύτερη περίπτωση, με μια θετικά φορτισμένη μεταλλική σφαίρα.



▲ Εικόνα 2.12
Φόρτιση μιας ηλεκτρικά ουδέτερης μεταλλικής σφαίρας όταν έλθει σε επαφή με μια αρνητικά φορτισμένη σφαίρα.

Μια αρνητικά φορτισμένη μεταλλική σφαίρα έχει πλεόνασμα ηλεκτρονίων. Όπως φαίνεται στην εικόνα 2.12, όταν η σφαίρα αυτή έλθει σε επαφή με μια ηλεκτρικά ουδέτερη μεταλλική σφαίρα, κάποια από τα ηλεκτρόνια που πλεονάζουν, λόγω της μεταξύ τους άπωσης, μετακινούνται από την αρνητικά φορτισμένη στην ηλεκτρικά ουδέτερη σφαίρα. Λόγω της μετακίνησης αυτής, η ποσότητα του φορτίου της αρνητικά φορτισμένης σφαίρας ελαττώνεται, ενώ η ηλεκτρικά ουδέτερη σφαίρα αποκτά αρνητικό φορτίο.




▲ Εικόνα 2.13
Φόρτιση μιας ηλεκτρικά ουδέτερης μεταλλικής σφαίρας όταν έλθει σε επαφή με μια θετικά φορτισμένη σφαίρα.

Αντίστοιχα, μια θετικά φορτισμένη μεταλλική σφαίρα έχει έλλειμμα ηλεκτρονίων. Όπως φαίνεται στην εικόνα 2.13, όταν η σφαίρα αυτή έλθει σε επαφή με μια ηλεκτρικά ουδέτερη μεταλλική σφαίρα, κάποια από τα ηλεκτρόνια της ηλεκτρικά ουδέτερης σφαίρας έλκονται από τη θετικά φορτισμένη σφαίρα και μετακινούνται προς αυτή. Κατά συνέπεια, η ποσότητα του φορτίου της θετικά φορτισμένης σφαίρας μειώνεται, ενώ η ηλεκτρικά ουδέτερη σφαίρα αποκτά θετικό φορτίο.

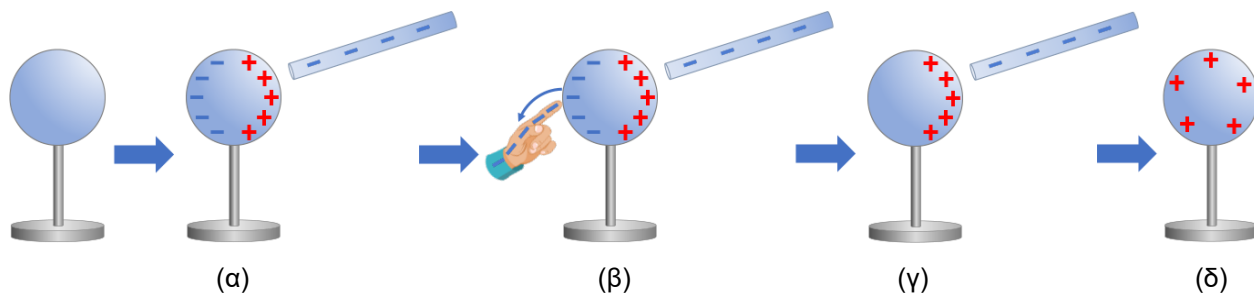
(γ) Φόρτιση εξ επαγωγής μέσω γείωσης

Στις παραγράφους Α και Β μελετήθηκε η φόρτιση με τριβή, κατά την οποία δύο αρχικά ηλεκτρικά ουδέτερα σώματα αποκτούν αντίθετο φορτίο και η διαδικασία της φόρτισης με επαφή, μέσω της οποίας το αρχικά ηλεκτρικά ουδέτερο σώμα αποκτά ομόσημο φορτίο με το αρχικά φορτισμένο σώμα.



 Ο μηχανισμός φόρτισης δύο σωμάτων εξ επαγωγής μέσω γείωσης.

Στην παράγραφο αυτή περιγράφεται μια τρίτη διαδικασία φόρτισης η οποία έχει ως αποτέλεσμα ένα αρχικά ηλεκτρικά ουδέτερο σώμα να αποκτήσει ετερόσημο φορτίο σε σχέση με το αρχικό φορτίο του σώματος με το οποίο αλληλεπιδρά. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται φόρτιση εξ επαγωγής μέσω γείωσης.



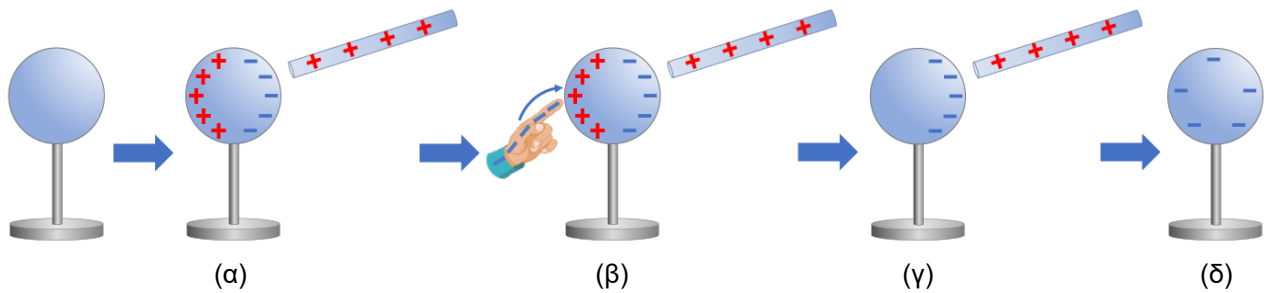
Στην εικόνα 2.14 φαίνεται μια αρνητικά φορτισμένη ράβδος να πλησιάζει μια ηλεκτρικά ουδέτερη μεταλλική σφαίρα.

▲ Εικόνα 2.14
Φόρτιση μιας αρχικά ηλεκτρικά ουδέτερης σφαίρας, εξ επαγωγής, με χρήση μιας αρνητικά φορτισμένης ράβδου.

Όπως φαίνεται στο σχήμα α, λόγω άπωσης των ηλεκτρονίων της σφαίρας από το αρνητικό φορτίο της ράβδου, κάποια ηλεκτρόνια μετατοπίζονται ώστε στη σφαίρα να δημιουργούνται δύο αντίθετα φορτισμένες περιοχές.

Στο ίδιο σχήμα φαίνεται ότι το φορτίο που φαινομενικά πλεονάζει στη σφαίρα είναι αρνητικό. Κατά συνέπεια, γειώνοντας τη σφαίρα, δηλαδή, δημιουργώντας μια αγώγιμη διαδρομή από τη σφαίρα στη γη, ηλεκτρόνια απωθούνται και μεταφέρονται από τη σφαίρα στη γη (σχήμα β). Απομακρύνοντας πρώτα τη γείωση και έπειτα τη ράβδο, η σφαίρα αποκτά θετικό φορτίο (σχήματα γ και δ).

Στην εικόνα 2.15 φαίνεται μια θετικά φορτισμένη ράβδος να πλησιάζει μια ηλεκτρικά ουδέτερη μεταλλική σφαίρα.



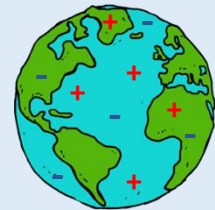
▲ Εικόνα 2.15
Φόρτιση μιας αρχικά ηλεκτρικά ουδέτερης σφαίρας, εξ επαγωγής, με χρήση μιας θετικά φορτισμένης ράβδου.

Όπως φαίνεται στο σχήμα α, λόγω έλξης των ηλεκτρονίων της σφαίρας από το θετικό φορτίο της ράβδου, κάποια ηλεκτρόνια μετατοπίζονται, ώστε στη σφαίρα να δημιουργούνται δύο αντίθετα φορτισμένες περιοχές.

Στο ίδιο σχήμα, φαίνεται ότι το φορτίο που φαινομενικά πλεονάζει στη σφαίρα είναι θετικό. Κατά συνέπεια, γειώνοντας τη σφαίρα, ηλεκτρόνια έλκονται και μεταφέρονται από τη γη στη σφαίρα (σχήμα β). Απομακρύνοντας πρώτα τη γείωση και έπειτα τη ράβδο, η σφαίρα αποκτά αρνητικό φορτίο (σχήματα γ και δ).

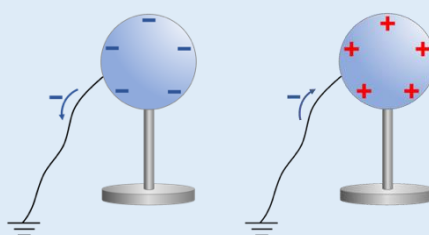
Η Γη ως «δεξαμενή» φορτίου ...

Η Γη έχει την ιδιότητα να λειτουργεί ως «δεξαμενή» φορτίου, δηλαδή ως ένα τεράστιο σώμα το οποίο μπορεί να δίνει ή να παίρνει όσο φορτίο χρειάζεται, ώστε να εκφορτίζεται κάθε φορτισμένο σώμα το οποίο αλληλεπιδρά με αυτή.



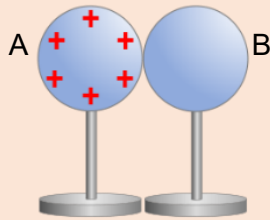
Κατά συνέπεια, όταν μεταξύ ενός αρνητικά φορτισμένου σώματος και της γης δημιουργηθεί μια αγωγίμη διαδρομή, το σώμα αποβάλλει προς αυτήν τα πλεονάζοντα ηλεκτρόνια και καθίσταται ηλεκτρικά ουδέτερο.

Αντίστοιχα, όταν μεταξύ ενός θετικά φορτισμένου σώματος και της γης δημιουργηθεί μια αγωγίμη διαδρομή, το σώμα λαμβάνει από τη γη όσα ηλεκτρόνια χρειάζεται ώστε να μηδενιστεί το αρχικό του έλλειμμα ηλεκτρονίων και να καταστεί ηλεκτρικά ουδέτερο.



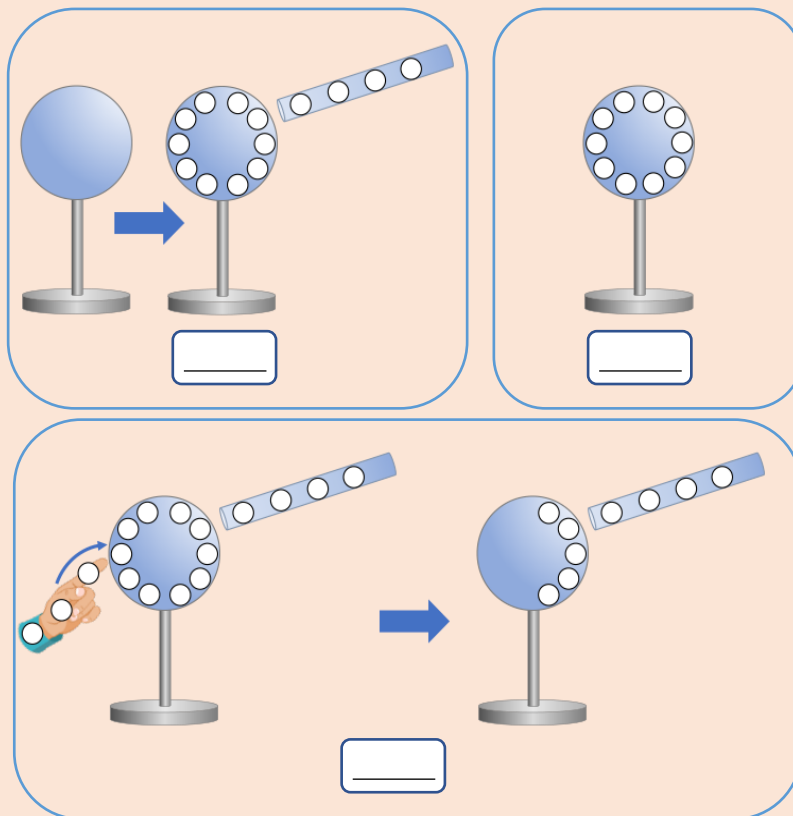
Έλεγε τι έμαθες ...

- Μία θετικά φορτισμένη μεταλλική σφαίρα Α έρχεται σε επαφή με μια αρχικά ηλεκτρικά ουδέτερη μεταλλική σφαίρα Β. Ακολούθως οι δύο σφαίρες απομακρύνονται η μια από την άλλη.



Να επιλέξετε την ορθή από τις ακόλουθες προτάσεις.

- Το φορτίο της σφαίρας Α δεν αλλάζει, ενώ η σφαίρα Β φορτίζεται αρνητικά.
 - Η σφαίρα Α φορτίζεται αρνητικά, ενώ η σφαίρα Β φορτίζεται θετικά.
 - Η ποσότητα του φορτίου της σφαίρας Α μειώνεται, ενώ η σφαίρα Β φορτίζεται θετικά.
- Οι λευκοί κύκλοι στις εικόνες που ακολουθούν αντιστοιχούν σε πλεόνασμα φορτίων στα συγκεκριμένα σημεία κάθε αντικειμένου. (α) Να τοποθετήσετε στο κάτω μέρος της κάθε εικόνας το γράμμα της λεζάντας που την περιγράφει. (β) Να αναγνωρίσετε το πλεόνασμα φορτίου στο κάθε σημείο και να σημειώσετε «+» ή «-» μέσα στον κάθε κύκλο.



Λεζάντες:

- Το αρνητικό φορτίο κατανέμεται ομοιόμορφα στην επιφάνεια της μεταλλικής σφαίρας.
- Ηλεκτρόνια μεταφέρονται από τη γη στη μεταλλική σφαίρα εξουδετερώνοντας το θετικό φορτίο που φαινομενικά πλεονάζει.
- Μια αρνητικά φορτισμένη γυάλινη ράβδος πλησιάζει την ηλεκτρικά ουδέτερη μεταλλική σφαίρα δημιουργώντας σε αυτή δύο αντίθετα φορτισμένες περιοχές.

3. Να ονομάσετε τον τρόπο φόρτισης των σωμάτων (με τριβή, με επαφή, εξ επαγωγής μέσω γείωσης) σε κάθε μια από τις περιπτώσεις που περιγράφονται πιο κάτω.
- α. Ένα ηλεκτρικά ουδέτερο και ένα φορτισμένο σώμα αλληλεπιδρούν και αποκτούν ετερόσημο φορτίο. _____
- β. Ένα ηλεκτρικά ουδέτερο και ένα φορτισμένο σώμα αλληλεπιδρούν και αποκτούν ομόσημο φορτίο. _____
- γ. Δύο ηλεκτρικά ουδέτερα σώματα αλληλεπιδρούν και αποκτούν αντίθετο φορτίο.

4. Να εξηγήσετε γιατί η σφαίρα στις εικόνες 2.14 και 2.15 θα παραμείνει ηλεκτρικά ουδέτερη αν κατά τη φόρτιση εξ επαγωγής απομακρυνθεί πρώτα η ράβδος και έπειτα η γείωση.

2.4 Ιδιότητες του ηλεκτρικού φορτίου

(α) Διατήρηση του ηλεκτρικού φορτίου

Όταν δύο σώματα αλληλεπιδρούν και φορτίζονται, ηλεκτρόνια μετακινούνται από το ένα σώμα στο άλλο. Ο συνολικός αριθμός των ηλεκτρονίων στα δύο σώματα δεν αλλάζει κατά τη διαδικασία αυτή, αφού δεν μπορούν να εμφανιστούν νέα ηλεκτρόνια ούτε να εξαφανιστούν τα ήδη υπάρχοντα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το συνολικό φορτίο των δύο σωμάτων να διατηρείται σταθερό. Γενικά, **το ηλεκτρικό φορτίο είναι μια ποσότητα που διατηρείται σταθερή σε οποιαδήποτε διαδικασία.** Η διαπίστωση αυτή αποτελεί την **αρχή διατήρησης του φορτίου.**

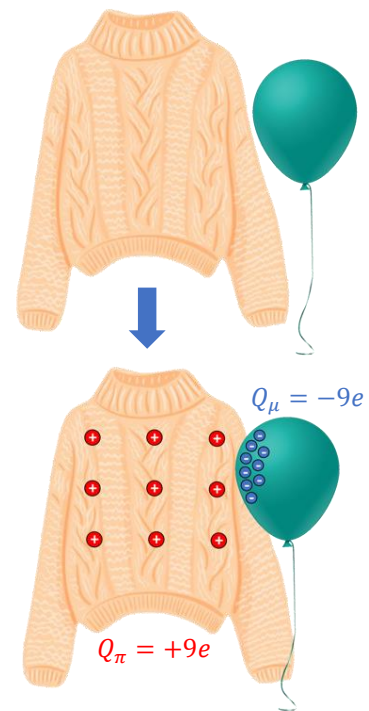
Το πουλόβερ και το μπαλόνι της εικόνας 2.16 είναι, αρχικά, ηλεκτρικά ουδέτερα. Το συνολικό φορτίο των δύο σωμάτων είναι μηδέν. Μετά τη μεταξύ τους τριβή, το συνολικό φορτίο των δύο σωμάτων εξακολουθεί να είναι μηδέν, αφού το πουλόβερ απέβαλε εννέα ηλεκτρόνια και απέκτησε φορτίο $Q_{\pi} = +9e$, ενώ το μπαλόνι πήρε εννέα ηλεκτρόνια και απέκτησε φορτίο $Q_{\mu} = -9e$.

(β) Κβάντωση του ηλεκτρικού φορτίου

Ένα σώμα μπορεί να αποβάλει ή να προσλάβει μόνο ακέραιο αριθμό ηλεκτρονίων, αφού ένα ηλεκτρόνιο δεν είναι δυνατό να διαιρεθεί. Για τον λόγο αυτό, **η ποσότητα ηλεκτρικού φορτίου είναι πάντα ακέραιο πολλαπλάσιο της απόλυτης τιμής του φορτίου του ηλεκτρονίου (e).**

Ποσότητες, όπως το ηλεκτρικό φορτίο, των οποίων οι τιμές είναι πάντα ακέραιο πολλαπλάσιο μιας ελάχιστης ποσότητας, ονομάζονται κβαντισμένες.

Άλλες κβαντισμένες ποσότητες είναι, για παράδειγμα, οι μαθητές μιας σχολικής μονάδας (ακέραιο πολλαπλάσιο του 1) ή τα παπούτσια σε ένα κατάστημα υποδημάτων (ακέραιο πολλαπλάσιο του 2).

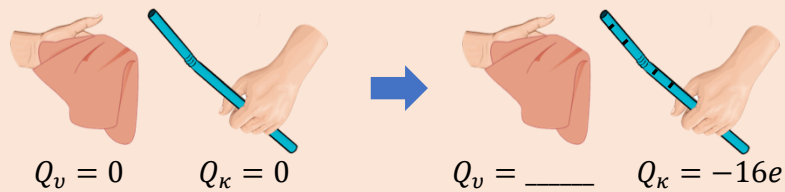


▲ Εικόνα 2.16
Διατήρηση του φορτίου κατά την αλληλεπίδραση πουλόβερ και μπαλονιού.

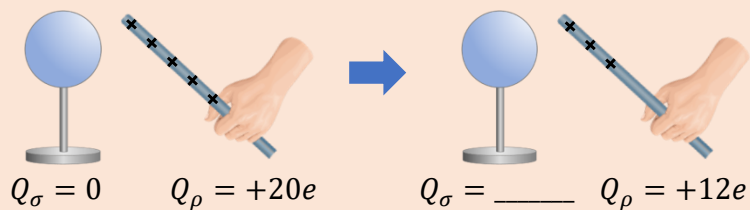
Έλεγε τι έμαθες ...

1. Να προσδιορίσετε την άγνωστη ποσότητα ηλεκτρικού φορτίου σε κάθε μια από τις περιπτώσεις που ακολουθούν, ώστε για κάθε αλληλεπίδραση να ικανοποιείται η αρχή διατήρησης του ηλεκτρικού φορτίου.

α. Ηλεκτρικά ουδέτερο πλαστικό καλαμάκι αλληλεπιδρά μέσω τριβής με ηλεκτρικά ουδέτερο μάλλινο ύφασμα.



β. Θετικά φορτισμένη γυάλινη ράβδος έρχεται σε επαφή με ηλεκτρικά ουδέτερη μεταλλική σφαίρα.



2. Να διαγράψετε, από τις ακόλουθες τιμές, εκείνες που δεν είναι επιτρεπτές για το ηλεκτρικό φορτίο μιας σφαίρας.

- +4,25e - 3e + 2e - 2,5e + 1,11e + 4e - 1,6e

2.5 Αγωγοί και μονωτές

Τα υλικά διακρίνονται σε κατηγορίες ανάλογα με τη δυνατότητα που έχουν οι φορείς του ηλεκτρικού φορτίου να κινούνται στη μάζα τους.

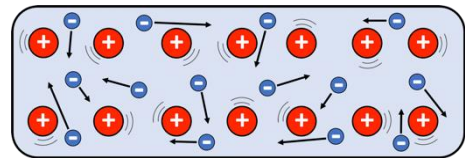
Υλικά μέσα στα οποία οι φορείς του ηλεκτρικού φορτίου κινούνται ελεύθερα ονομάζονται **αγωγοί**. Τέτοια υλικά είναι τα μέταλλα (χαλκός, χρυσός, σίδηρος, άργυρος κ.λπ.) και το φυσικό νερό.

Οι φορείς του ηλεκτρικού φορτίου στα μέταλλα είναι ηλεκτρόνια. Τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας των ατόμων στα μέταλλα δεν είναι ισχυρά συνδεδεμένα με τους πυρήνες με αποτέλεσμα να μπορούν να κινούνται τυχαία, από άτομο σε άτομο, σε όλη τη μάζα του μεταλλικού σώματος όπως φαίνεται στην εικόνα 2.17. Τα ηλεκτρόνια αυτά ονομάζονται **ελεύθερα ηλεκτρόνια**.

Στην περίπτωση του νερού, φορείς του ηλεκτρικού φορτίου είναι τα θετικά και τα αρνητικά **ιόντα** που περιέχονται σε αυτό (Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^-), όπως φαίνεται στην εικόνα 2.18. (Τα ιόντα είναι άτομα τα οποία έχουν προσλάβει ή αποβάλει ένα ή περισσότερα ηλεκτρόνια και δεν είναι ηλεκτρικά ουδέτερα.)

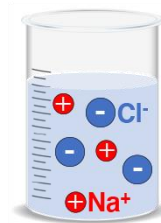
Υλικά στα οποία οι φορείς του ηλεκτρικού φορτίου δεν μπορούν να κινηθούν ελεύθερα ονομάζονται **μονωτές**. Τέτοια υλικά είναι το γυαλί, το ξύλο, το χαρτί, το πλαστικό και το απιονισμένο νερό. Όταν σε ένα αντικείμενο κατασκευασμένο από μονωτικό υλικό εμφανιστεί ηλεκτρικό φορτίο, το φορτίο αυτό δεν μετακινείται αλλά παραμένει συγκεντρωμένο στην περιοχή στην οποία βρίσκεται (εικόνα 2.19).

Μια τρίτη κατηγορία υλικών, όπως το γερμάνιο και το πυρίτιο, συμπεριφέρονται, κάποιες φορές, ως αγωγοί και κάποιες φορές, ως μονωτές. Τα υλικά αυτά ονομάζονται **ημιαγωγοί**.



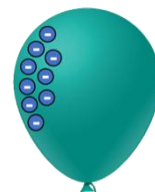
▲ Εικόνα 2.17

Τα ελεύθερα ηλεκτρόνια κινούνται τυχαία σε όλη τη μάζα του μετάλλου.



▲ Εικόνα 2.18

Ποσότητα φυσικού νερού στην οποία περιέχονται ιόντα χλωρίου (Cl^-) και νατρίου (Na^+).



▲ Εικόνα 2.19

Το ηλεκτρικό φορτίο σε ένα μπαλόνι παραμένει στην περιοχή που εμφανίστηκε.

Ήξερες ότι ...

Όλες οι ηλεκτρονικές συσκευές όπως τα κινητά τηλέφωνα, οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές, τα έξυπνα ρολόγια κ.α. στηρίζουν τη λειτουργία τους στους ημιαγωγούς και τις ιδιότητές τους. Το υλικό που χρησιμοποιείται περισσότερο στις συσκευές αυτές είναι το πυρίτιο γι' αυτό και η περιοχή με τις εταιρείες υψηλής τεχνολογίας στις ΗΠΑ ονομάζεται κοιλάδα του πυρίτιου «Silicon Valley».



Silicon Valley
(www.bbc.com)

Έλεγξε τι έμαθες ...

1. Να συμπληρώσετε τον πίνακα που ακολουθεί χαρακτηρίζοντας το περιεχόμενο της κάθε πρότασης ως ορθό (Ο) ή λανθασμένο (Λ).

A/A	ΠΡΟΤΑΣΗ	Ο/Λ
1	Ένα υλικό που συμπεριφέρεται ως μονωτής διαθέτει φορείς ηλεκτρικού φορτίου που μπορούν να κινηθούν ελεύθερα.	
2	Ένα υλικό που συμπεριφέρεται ως αγωγός διαθέτει φορείς ηλεκτρικού φορτίου που μπορούν να κινηθούν ελεύθερα.	
3	Οι φορείς ηλεκτρικού φορτίου που μπορούν να κινηθούν ελεύθερα στους αγωγούς, είναι πάντοτε ηλεκτρόνια.	

2. Να συμπληρώσετε τον πίνακα που ακολουθεί, κατατάσσοντας τα πιο κάτω υλικά σε αγωγούς και μονωτές.

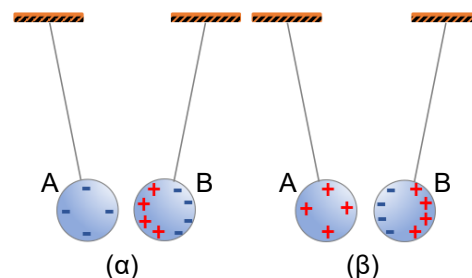
Υλικά: πλαστικό, ξύλο, φυσικό νερό, απιονισμένο νερό, χαλκός, αλουμίνιο, ξηρός αέρας, σίδηρος.

Αγωγοί	Μονωτές

2.6 Ηλεκτρικές δυνάμεις - Νόμος του Coulomb

Όπως έχει αναδειχθεί στα όσα μελετήθηκαν στο κεφάλαιο αυτό, μεταξύ δύο ηλεκτρικών φορτίων εμφανίζονται δυνάμεις οι οποίες είναι είτε **ελκτικές** είτε **απωστικές**. Ελκτικές δυνάμεις εμφανίζονται μεταξύ σωματιδίων ή σωμάτων που φέρουν ετερόσημο φορτίο, ενώ απωστικές δυνάμεις εμφανίζονται μεταξύ σωματιδίων ή σωμάτων που φέρουν ομόσημο φορτίο.

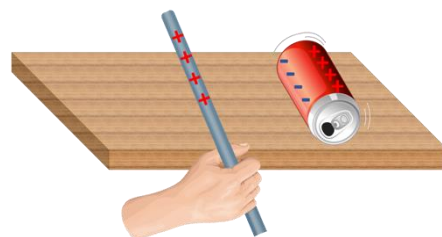
Ελκτικές δυνάμεις εμφανίζονται, επίσης, μεταξύ ενός φορτισμένου και ενός ηλεκτρικά ουδέτερου σώματος. Όπως φαίνεται στην εικόνα 2.20, όταν ένα ηλεκτρικά φορτισμένο σώμα Α πλησιάσει ένα ηλεκτρικά ουδέτερο σώμα Β, κάποια ηλεκτρόνια του σώματος Β απωθούνται από το σώμα Α (περίπτωση α) ή έλκονται από αυτό (περίπτωση β). Τα ηλεκτρόνια αυτά μετατοπίζονται, δημιουργώντας στο σώμα Β δύο αντίθετα φορτισμένες περιοχές. Πλησιέστερα στο σώμα Α βρίσκεται πάντα η περιοχή του σώματος Β που φέρει ετερόσημο φορτίο με το Α, με αποτέλεσμα μεταξύ του φορτισμένου και του ηλεκτρικά ουδέτερου σώματος να παρατηρείται έλξη.



▲ Εικόνα 2.20
Έλξη μεταξύ φορτισμένου και ηλεκτρικά ουδέτερου σώματος.

«Το τενεκεδάκι που κυνηγάει τη ράβδο»

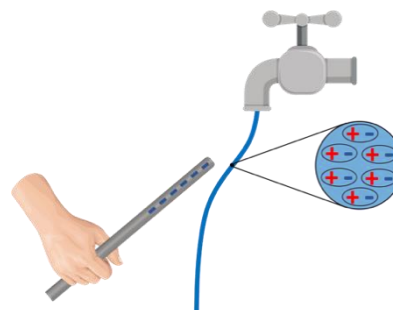
Πλησιάζοντας μια θετικά φορτισμένη ράβδο σε ένα μεταλλικό τενεκεδάκι, τα ελεύθερα ηλεκτρόνια του μετάλλου έλκονται από τη ράβδο και συγκεντρώνονται στην περιοχή που βρίσκεται πλησιέστερα στη ράβδο. Στο τενεκεδάκι δημιουργούνται δύο αντίθετα φορτισμένες περιοχές όπως φαίνεται στην εικόνα 2.21. Η περιοχή που βρίσκεται πλησιέστερα στη ράβδο φέρει αντίθετο φορτίο από τη ράβδο, με αποτέλεσμα να εμφανίζονται ελκτικές δυνάμεις ανάμεσα στο τενεκεδάκι και τη ράβδο και το τενεκεδάκι να μετατοπίζεται προς αυτή.



▲ Εικόνα 2.21
Η φορτισμένη ράβδος ασκεί ελκτική δύναμη στο ηλεκτρικά ουδέτερο τενεκεδάκι.

«Το τρελό νερό»

Το κάθε μόριο του νερού έχει μια θετικά και μια αρνητικά φορτισμένη περιοχή. Όταν μια αρνητικά φορτισμένη ράβδος πλησιάσει την ηλεκτρικά ουδέτερη φλέβα νερού τότε η θετικά φορτισμένη περιοχή του κάθε μορίου του νερού στρέφεται προς την ράβδο όπως φαίνεται στην εικόνα 2.22. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, να εμφανίζονται ελκτικές δυνάμεις μεταξύ της ράβδου και του νερού.



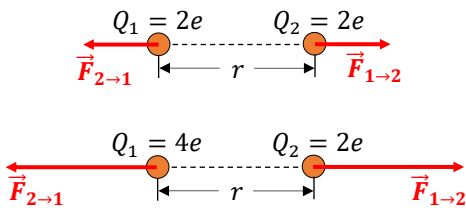
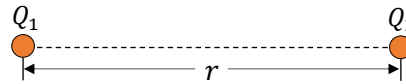
▲ Εικόνα 2.22
Η φορτισμένη ράβδος ασκεί ελκτική δύναμη στην ηλεκτρικά ουδέτερη φλέβα νερού.

Ο νόμος του Coulomb

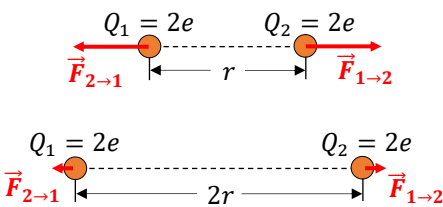
Στην προσπάθεια αναγνώρισης των παραγόντων από τους οποίους εξαρτάται η ηλεκτρική δύναμη μεταξύ δύο ηλεκτρικά φορτισμένων σωμάτων, ο Γάλλος φυσικός Charles Coulomb, ο οποίος έζησε τον 18^ο αιώνα (1736 – 1806), πραγματοποίησε μια σειρά πειραμάτων.

Τα αποτελέσματα των πειραμάτων αυτών κατέδειξαν ότι το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης μεταξύ δύο ηλεκτρικά φορτισμένων σωμάτων εξαρτάται από τους ακόλουθους παράγοντες:

- (α) από **το γινόμενο της απόλυτης τιμής των φορτίων των δύο σωμάτων**,
- (β) από την **απόσταση** μεταξύ των δύο σωμάτων,
- (γ) από το **μέσο** στο οποίο βρίσκονται τα σώματα.



▲ Εικόνα 2.23
Όταν η ποσότητα καθενός από τα φορτία που βρίσκονται σε συγκεκριμένη απόσταση και αλληλεπιδρούν είναι μεγαλύτερη, τότε το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης είναι μεγαλύτερο.



▲ Εικόνα 2.24
Όταν η απόσταση μεταξύ δύο φορτίων που αλληλεπιδρούν είναι μεγαλύτερη, τότε το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης είναι μικρότερο.

Σύμφωνα με τον **νόμο του Coulomb**, το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης μεταξύ δύο ακίνητων σωμάτων που φέρουν φορτία Q_1 και Q_2 και τα οποία μπορούν να θεωρηθούν σημειακά, είναι ανάλογο με το γινόμενο των απολύτων τιμών των δύο φορτίων και αντιστρόφως ανάλογο με το τετράγωνο της μεταξύ τους απόστασης.

Το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης αυτής, η οποία ονομάζεται και **δύναμη Coulomb**, υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$|\vec{F}_{1 \rightarrow 2}| = |\vec{F}_{2 \rightarrow 1}| = k \frac{|Q_1||Q_2|}{r^2}$$

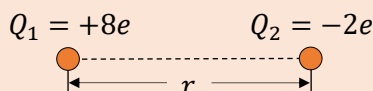
Το μέτρο της δύναμης Coulomb που ασκεί το φορτίο Q_1 στο φορτίο Q_2 ($|\vec{F}_{1 \rightarrow 2}|$) είναι ίσο με το μέτρο της αντίστοιχης δύναμης που ασκεί το φορτίο Q_2 στο φορτίο Q_1 ($|\vec{F}_{2 \rightarrow 1}|$) αφού οι δύο δυνάμεις αποτελούν ζεύγος δράσης – αντίδρασης.

Το k είναι μια σταθερά. Η τιμή της σταθεράς αυτής εξαρτάται από το υλικό μέσα στο οποίο βρίσκονται τα δύο φορτία.

Όπως προβλέπει ο νόμος του Coulomb, η ηλεκτρική δύναμη μεταξύ των δύο φορτίων είναι μεγαλύτερη, όταν η ποσότητα του κάθε φορτίου είναι μεγαλύτερη και όταν τα δύο φορτία είναι πιο κοντά το ένα στο άλλο (εικόνες 2.23 και 2.24).

Έλεγε τι έμαθες ...

- Να συμπληρώσετε τα κενά στις προτάσεις που ακολουθούν επιλέγοντας την κατάλληλη λέξη από την παρένθεση.
 - Η ηλεκτρική δύναμη ανάμεσα σε δύο ακίνητα σημειακά φορτία ονομάζεται και δύναμη _____ (Newton / Coulomb / Einstein).
 - Η ηλεκτρική δύναμη μεταξύ δύο ομόσημων φορτίων είναι _____ (ελκτική / απωστική), ενώ μεταξύ δύο ετερόσημων φορτίων είναι _____ (ελκτική / απωστική).
 - Όσο μεγαλύτερο είναι το _____ (άθροισμα / γινόμενο/ πηλίκο) των απόλυτων τιμών των δύο ηλεκτρικών φορτίων, τόσο _____ (μεγαλύτερο / μικρότερο) είναι το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης που ασκεί το ένα φορτίο στο άλλο.
- Στην εικόνα που ακολουθεί φαίνονται δύο φορτία $Q_1 = +8e$ και $Q_2 = -2e$ τα οποία βρίσκονται σε απόσταση r το ένα από το άλλο.



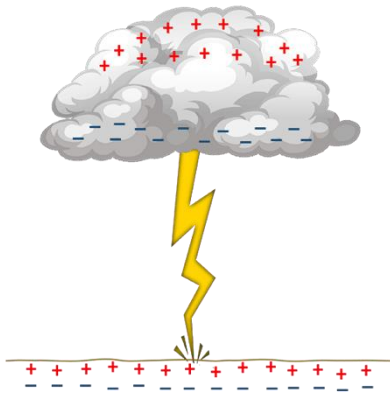
Να συμπληρώσετε τον πίνακα που ακολουθεί χαρακτηρίζοντας το περιεχόμενο της κάθε πρότασης ως ορθό (Ο) ή λανθασμένο (Λ).

A/A	ΠΡΟΤΑΣΗ	Ο/Λ
1	Το μέτρο της δύναμης που ασκεί το φορτίο Q_1 στο φορτίο Q_2 είναι ίσο με το μέτρο της δύναμης που ασκεί το φορτίο Q_2 στο φορτίο Q_1 .	
2	Όταν η απόσταση μεταξύ των δύο φορτίων γίνει διπλάσια, το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης μεταξύ τους θα τετραπλασιαστεί.	
3	Όταν το κάθε ένα από τα δύο φορτία διπλασιαστεί, το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης μεταξύ τους θα τετραπλασιαστεί.	

2.7 Ο στατικός ηλεκτρισμός στην καθημερινή ζωή

«Η οργή του Δία»

Ο κεραυνός αποτελεί ένα από τα πιο φαντασμαγορικά και ταυτόχρονα τρομακτικά φαινόμενα που παρατηρούνται στη φύση. Δεν είναι, λοιπόν, τυχαίο το γεγονός ότι παλαιότερα οι άνθρωποι πίστευαν ότι οι κεραυνοί και ο ήχος από τη βροντή που τους ακολουθεί, ήταν εκδήλωση του θυμού των θεών.



▲ Εικόνα 2.25
Ο μηχανισμός δημιουργίας του κεραυνού.

Σύμφωνα με την ελληνική μυθολογία, η πτώση ενός κεραυνού ήταν αποτέλεσμα της οργής του Δία, ενώ στη σκανδιναβική μυθολογία η ρίψη κεραυνών ήταν αρμοδιότητα του θεού Θωρ. Στην Ινδία θεός του κεραυνού ήταν ο Ίντρα, ενώ στην Κίνα ο Ζιν Σιν.

Κατά τη διάρκεια μιας καταιγίδας, σε κάποια νέφη δημιουργούνται δύο αντίθετα φορτισμένες περιοχές όπως φαίνεται στην εικόνα 2.25. Στην κατώτερη περιοχή του νέφους υπάρχει συνήθως συγκέντρωση αρνητικού φορτίου με αποτέλεσμα ηλεκτρόνια του εδάφους να απωθούνται και να παρατηρείται συσσώρευση θετικού φορτίου στην επιφάνεια της Γης. Όταν η ελκτική δύναμη μεταξύ των αρνητικών φορτίων της βάσης του νέφους και των θετικών φορτίων της επιφάνειας της Γης είναι πολύ μεγάλη, αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο μετακινείται βίαια από το νέφος προς το έδαφος. Η βίαιη αυτή μετακίνηση του ηλεκτρικού φορτίου αποτελεί τον κεραυνό.



▲ Εικόνα 2.26
Ηλεκτρικό τίναγμα όταν αρνητικό φορτίο μετακινείται βίαια από το χέρι προς το πόμολο.

«Το απωθητικό πόμολο»

Καθώς περπατάμε, η τριβή των παπουτσιών με το πάτωμα έχει ως αποτέλεσμα να συγκεντρώνεται στο σώμα μας ηλεκτρικό φορτίο. Όταν ακουμπήσουμε σε μια μεταλλική επιφάνεια, όπως το πόμολο της πόρτας, το ηλεκτρικό φορτίο μετακινείται βίαια από το χέρι μας προς το πόμολο (εικόνα 2.26). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να νιώθουμε το δυσάρεστο ηλεκτρικό τίναγμα (στατικό σοκ).

«Τα χαλασμένα ακουστικά»

Κάποιες φορές, στην προσπάθειά μας να εφαρμόσουμε τα ακουστικά του κινητού ή του υπολογιστή στα αυτιά μας δεχόμαστε ένα ήπιο ηλεκτρικό τίναγμα. Το φαινόμενο αυτό συμβαίνει, διότι στη συσκευή έχει συγκεντρωθεί ηλεκτρικό φορτίο το οποίο κινείται βίαια προς εμάς διαμέσου των ακουστικών. Το συγκεκριμένο ηλεκτρικό τίναγμα δεν είναι λόγος για να εξαγάγουμε το συμπέρασμα ότι τα ακουστικά είναι χαλασμένα.

«Η ατίθαση χαιίτη»

Σε κάποιες περιπτώσεις, κατά τη διάρκεια του χτενίσματος, λόγω της τριβής των μαλλιών με την πλαστική χτένα τα μαλλιά φορτίζονται. Επειδή τα μαλλιά αποκτούν ομόσημο φορτίο, απωθούνται μεταξύ τους και ανασηκώνονται (εικόνα 2.27).

Τεχνολογικές εφαρμογές

Εκτός από τις περιπτώσεις της καθημερινότητας, όπως αυτές που έχουν αναφερθεί, ο στατικός ηλεκτρισμός αξιοποιείται και στην ανάπτυξη αρκετών τεχνολογικών εφαρμογών.

(α) Ηλεκτροστατική βαφή

Οι μεταλλικές επιφάνειες δύσκολα βάφονται ομοιόμορφα, διότι η μπογιά κυλά πάνω σε αυτές. Κατά την ηλεκτροστατική βαφή, η μεταλλική επιφάνεια φορτίζεται θετικά, ενώ τα σταγονίδια της βαφής φορτίζονται αρνητικά με τριβή κατά την έξοδό τους από το ακροφύσιο του ψεκαστήρα. Τα σταγονίδια απωθούνται μεταξύ τους, ενώ όταν πέσουν στη μεταλλική επιφάνεια, έλκονται και προσκολλώνται σε αυτή με αποτέλεσμα η μεταλλική επιφάνεια να βάφεται ομοιόμορφα (εικόνα 2.28).

(β) Φωτοτυπική μηχανή

Η φωτοτυπική μηχανή εφευρέθηκε από τον Φυσικό Τσέστερ Φ. Κάρλσον το 1938. Κατά τη δημιουργία ενός φωτοαντίγραφου, το έγγραφο φωτίζεται από λάμπα μεγάλης ισχύος, ώστε το φως να ανακλάται από τις λευκές περιοχές του εγγράφου και να απορροφάται από τις μαύρες.

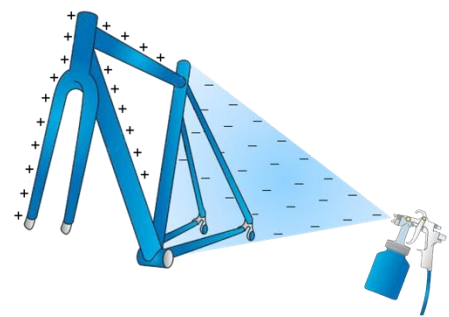
Το φως που ανακλάται από τις λευκές περιοχές κατευθύνεται προς έναν κύλινδρο, ο οποίος έχει φορτιστεί θετικά και έχει επικαλυφθεί με κατάλληλο υλικό, ώστε στα σημεία που πέφτει το φως, το θετικό του φορτίο να εξουδετερώνεται (εικόνα 2.29 (α), (β)).

Στη συνέχεια, το μελάνι υπό μορφή σκόνης, της οποίας οι κόκκοι είναι αρνητικά φορτισμένοι, έλκεται από τα θετικά φορτισμένα σημεία του τυμπάνου, ενώ από το τύμπανο περνά χαρτί το οποίο είναι ισχυρά θετικά φορτισμένο και στο οποίο προσκολλούνται οι κόκκοι του μελανιού (εικόνα 2.29 (γ), (δ)).

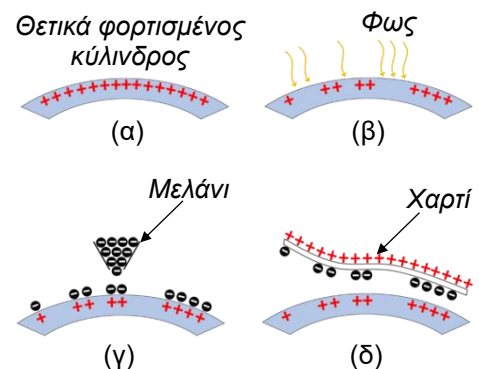
Στο τελικό στάδιο, το μελάνι θερμαίνεται και λιώνει, ώστε να συγχωνευθεί στο χαρτί.



▲ Εικόνα 2.27
Φορτισμένα μαλλιά λόγω της τριβής τους με την πλαστική χτένα.



▲ Εικόνα 2.28
Τα αρνητικά φορτισμένα σταγονίδια της βαφής έλκονται από τα θετικά φορτισμένα μέρη της της μεταλλικής επιφάνειας.



▲ Εικόνα 2.29
Αρχή λειτουργίας της φωτοτυπικής μηχανής.

2.8 Ερωτήσεις - Ασκήσεις

1. α. Να αντιστοιχίσετε το κάθε σωματίδιο της στήλης Β με τη φράση της στήλης Γ που χαρακτηρίζει το ηλεκτρικό του φορτίο, καθώς και με την περιοχή της στήλης Α στην οποία βρίσκεται.

A	B	Γ
Πυρήνας	Πρωτόνιο (p^+)	Δεν έχει φορτίο
	Ηλεκτρόνιο (e^-)	Έχει θετικό φορτίο
Ηλεκτρονικό νέφος	Νετρόνιο (n^0)	Έχει αρνητικό φορτίο

- β. Να επιλέξετε, από τις ακόλουθες, την ορθή σχέση ανάμεσα στις μάζες των σωματιδίων που αποτελούν το άτομο.

$m_p = m_e > m_n$ $m_p \approx m_n < m_e$ $m_p > m_n = m_e$ $m_p < m_n < m_e$ $m_p \approx m_n > m_e$

Σχέση Α

Σχέση Β

Σχέση Γ

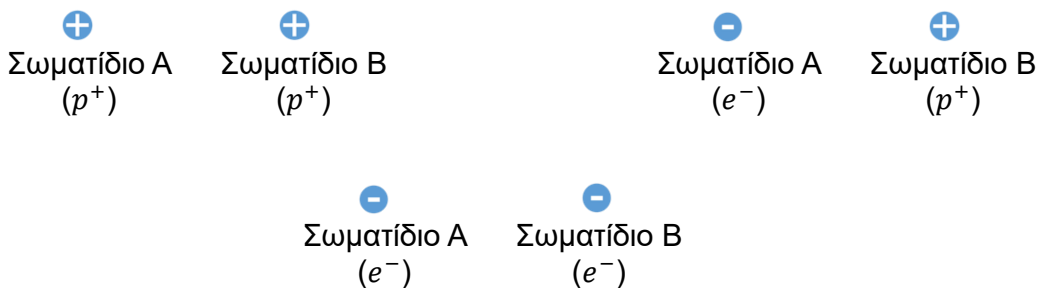
Σχέση Δ

Σχέση Ε

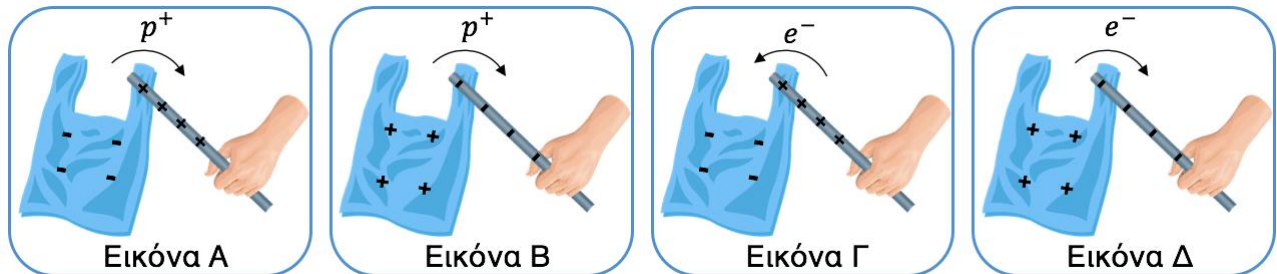
2. Να εξηγήσετε, αν το κάθε ένα από τα τρία άτομα, των οποίων τα στοιχεία αναγράφονται πιο κάτω, είναι θετικά φορτισμένο, αρνητικά φορτισμένο ή ηλεκτρικά ουδέτερο.

<p>Νάτριο Na Αριθμός p^+: 11 Αριθμός n: 12 Αριθμός e^-: 10</p>	<p>Φθόριο F Αριθμός p^+: 9 Αριθμός n: 10 Αριθμός e^-: 10</p>	<p>Νέον Ne Αριθμός p^+: 10 Αριθμός n: 10 Αριθμός e^-: 10</p>
---	---	---

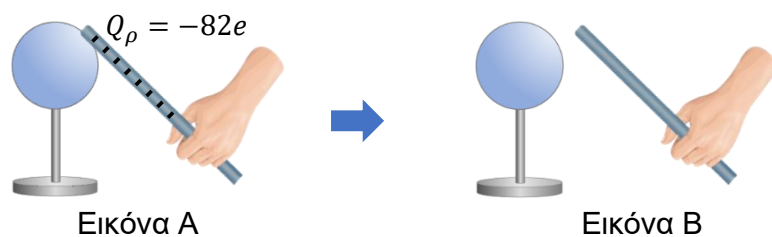
3. Να σχεδιάσετε, για κάθε μία από τις περιπτώσεις που ακολουθούν, με μπλε χρώμα την ηλεκτρική δύναμη $\vec{F}_{A,B}$ που ασκεί το σωματίδιο Α στο σωματίδιο Β και με κόκκινο χρώμα την ηλεκτρική δύναμη $\vec{F}_{B,A}$ που ασκεί το σωματίδιο Β στο σωματίδιο Α.



4. Στις εικόνες που ακολουθούν φαίνεται μια γυάλινη ράβδος κατά την τριβή της σε νάιλον σακούλα. Να συμβουλευθείτε την εικόνα με την τριβοηλεκτρική σειρά στη σελίδα 57 για να επιλέξετε από τις πιο κάτω εικόνες, αυτή, στην οποία αναπαρίσταται ορθά η μετακίνηση φορτίου, καθώς και το φορτίο που αποκτά η ράβδος και η σακούλα.



5. Στην εικόνα A φαίνεται μια αρνητικά φορτισμένη ράβδος η οποία έρχεται σε επαφή με μια αρχικά ηλεκτρικά ουδέτερη σφαίρα.



α. Να ονομάσετε τη διαδικασία φόρτισης της σφαίρας στην περίπτωση που απεικονίζεται.

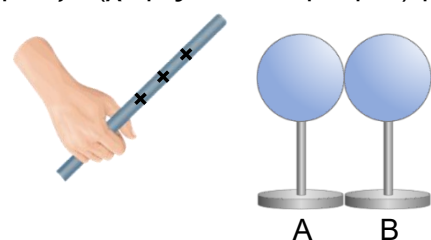
β. Να ονομάσετε τα σωματίδια που θα μετακινηθούν για να φορτιστεί η σφαίρα, καθώς και την κατεύθυνση κίνησής τους.

γ. Να σχεδιάσετε, στην εικόνα B, το φορτίο που αποκτούν η σφαίρα και η ράβδος, μετά τη μεταξύ τους επαφή.

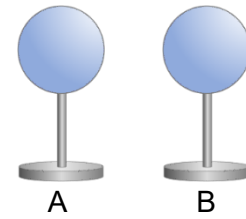
δ. Το αρχικό φορτίο της ράβδου είναι $Q_p = -82e$, ενώ το φορτίο που αποκτά στο τέλος της διαδικασίας είναι $Q'_p = -48e$. Να εξηγήσετε πόσο θα είναι το φορτίο της σφαίρας, μετά το τέλος της διαδικασίας.

6. Δύο ηλεκτρικά ουδέτερες μεταλλικές σφαίρες A και B βρίσκονται πάνω σε βάσεις από μονωτικό υλικό και εφάπτονται μεταξύ τους. Στη σφαίρα A πλησιάζει (χωρίς να ακουμπήσει) μια θετικά φορτισμένη ράβδος.

α. Να σχεδιάσετε, στη διπλανή εικόνα, τη διάταξη των φορτίων, όταν η φορτισμένη ράβδος κρατείται ακίνητη κοντά στη σφαίρα A.



β. Η σφαίρα Β απομακρύνεται από τη σφαίρα Α και στη συνέχεια απομακρύνεται η ράβδος. Να σχεδιάσετε, στη διπλανή εικόνα, τη νέα διάταξη των φορτίων στις δύο σφαίρες.



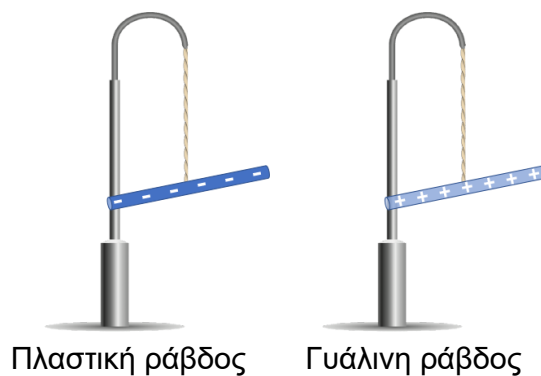
γ. Να συγκρίνετε το φορτίο που απέκτησε η σφαίρα Α με το φορτίο που απέκτησε η σφαίρα Β. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

7. Όταν τρίψουμε μια πλαστική κτένα σε μάλλινο ύφασμα και στη συνέχεια την πλησιάσουμε σε μικρά κομματάκια χαρτιού, παρατηρούμε ότι η κτένα έλκει τα χαρτάκια.

Να εξηγήσετε τον μηχανισμό με τον οποίο η πλαστική κτένα έλκει τα ηλεκτρικά ουδέτερα κομματάκια χαρτιού.



8. Μια θετικά φορτισμένη γυάλινη ράβδος και μια αρνητικά φορτισμένη πλαστική ράβδος είναι αναρτημένες στο ελεύθερο άκρο νήματος από μονωτικό υλικό, όπως φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί.

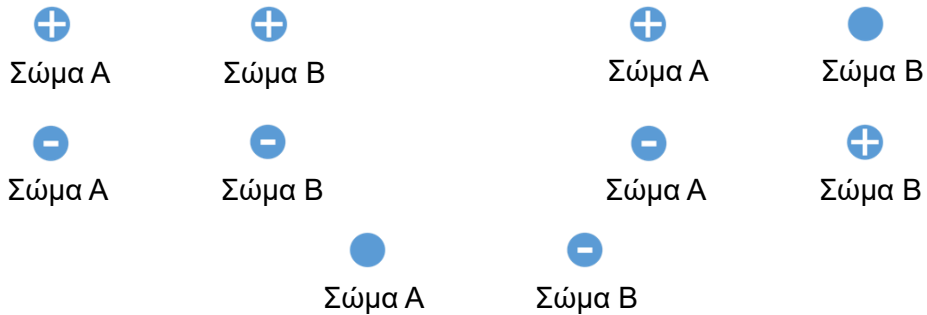


Στις δύο ράβδους πλησιάζουμε διαδοχικά τρεις άλλες ράβδους Α, Β και Γ για τις οποίες δεν γνωρίζουμε αν φέρουν ή όχι ηλεκτρικό φορτίο. Παρατηρούμε ότι:

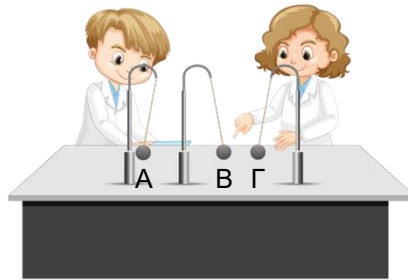
- η ράβδος Α απωθεί την πλαστική ράβδο και έλκει τη γυάλινη ράβδο,
- η ράβδος Β έλκει και τις δύο ράβδους,
- η ράβδος Γ έλκει την πλαστική ράβδο και απωθεί τη γυάλινη ράβδο.

Να χαρακτηρίσετε την κάθε μία από τις ράβδους Α, Β και Γ ως θετικά φορτισμένη, αρνητικά φορτισμένη ή ηλεκτρικά ουδέτερη και να δικαιολογήσετε την απάντησή σας σε κάθε περίπτωση.

9. Να σχεδιάσετε για κάθε μία από τις περιπτώσεις που ακολουθούν, με μπλε χρώμα την ηλεκτρική δύναμη $\vec{F}_{A,B}$ που ασκεί το σώμα A στο σώμα B και με κόκκινο χρώμα την ηλεκτρική δύναμη $\vec{F}_{B,A}$ που ασκεί το σώμα B στο σώμα A.



10. Τα σφαιρίδια A, B και Γ τριών ηλεκτρικών εκκρεμών αλληλεπιδρούν όπως φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί. Το σφαιρίδιο A είναι θετικά φορτισμένο.

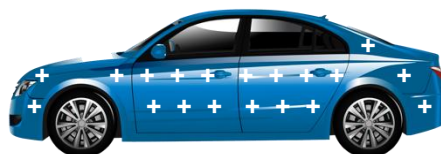


Η Άννα υποστηρίζει ότι το σφαιρίδιο B είναι θετικά φορτισμένο, ενώ το σφαιρίδιο Γ μπορεί να είναι είτε αρνητικά φορτισμένο είτε ηλεκτρικά ουδέτερο.

Ο Γιώργος υποστηρίζει ότι το σφαιρίδιο B είναι θετικά φορτισμένο, ενώ το σφαιρίδιο Γ είναι αρνητικά φορτισμένο.

Να εξηγήσετε με ποιόν από τους δύο μαθητές συμφωνείτε.

11. Κατά τη διάρκεια της κίνησης ενός αυτοκινήτου στον δρόμο, έχει συσσωρευθεί σε αυτό θετικό ηλεκτρικό φορτίο.



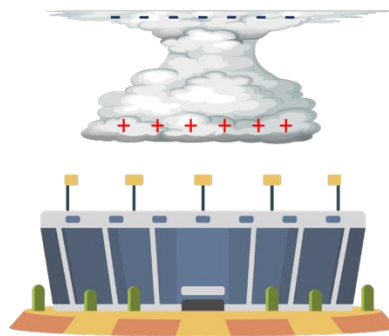
α. Να περιγράψετε τον μηχανισμό με τον οποίο το αυτοκίνητο, κατά τη διάρκεια της κίνησής του, απέκτησε πλεόνασμα θετικού φορτίου.

β. Να εξηγήσετε, γιατί το αυτοκίνητο παραμένει φορτισμένο, για κάποιο χρονικό διάστημα, όταν σταματήσει.

γ. Να εξηγήσετε τι θα συμβεί όταν ένας επιβάτης επιχειρήσει να ανοίξει την πόρτα του αυτοκινήτου για να εισέλθει σε αυτό.

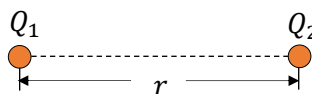
δ. Να εισηγηθείτε έναν τρόπο με τον οποίο θα μπορούσε να αποφευχθεί η φόρτιση του αυτοκινήτου κατά τη διάρκεια της κίνησής του.

12. Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνεται ένα ηλεκτρισμένο σύννεφο πάνω από ένα γήπεδο ποδοσφαίρου.



Να εξηγήσετε γιατί, η παρουσία του ηλεκτρισμένου σύννεφου προκαλεί την εμφάνιση ηλεκτρικού φορτίου στους προβολείς του γηπέδου.

13. Δύο ομόσημα ηλεκτρικά φορτία Q_1 και Q_2 βρίσκονται ακίνητα σε απόσταση r το ένα από το άλλο. Το φορτίο Q_1 είναι μεγαλύτερο από το φορτίο Q_2 .



α. Να σχεδιάσετε, στο πιο πάνω σχήμα, με μπλε χρώμα τη δύναμη $\vec{F}_{1,2}$, που ασκεί το φορτίο Q_1 στο φορτίο Q_2 και με κόκκινο χρώμα τη δύναμη $\vec{F}_{2,1}$, που ασκεί το φορτίο Q_2 στο φορτίο Q_1 .

β. Να συγκρίνετε τα μέτρα των δύο δυνάμεων που σχεδιάσατε και να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

γ. Να συμπληρώσετε, στην τελευταία στήλη του πίνακα που ακολουθεί, το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης μεταξύ των δύο φορτίων για την κάθε περίπτωση. Να γράψετε το μέτρο της δύναμης ως συνάρτηση του $|\vec{F}|$.

Α/Α	Φορτίο 1	Φορτίο 2	Απόσταση	Μέτρο δύναμης
1	Q_1	Q_2	r	$ \vec{F} $
2	$2Q_1$	Q_2	r	
3	Q_1	$4Q_2$	r	
4	$3Q_1$	$2Q_2$	r	
5	Q_1	Q_2	$3r$	

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΣΤΑΤΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

Δραστηριότητα 2.1: «Οι άθλοι του Θαλή»

Στόχος της δραστηριότητας αυτής είναι η κάθε ομάδα να πραγματοποιήσει τους τρεις άθλους του Θαλή και να ανακαλύψει μέσα από αυτούς ακόμα μια ιδιότητα της ύλης.

Άθλος 1: «Το μαγικό ραβδί»

Στο τραπέζι του σταθμού υπάρχει ένα πλαστικό ραβδί, ένα μάλλινο ύφασμα και ένα μεταλλικό τενεκεδάκι.

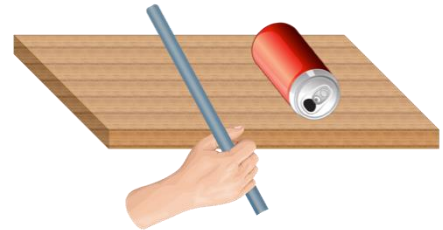
α. Να πλησιάσετε το ραβδί στο τενεκεδάκι (χωρίς το ραβδί να αγγίξει το τενεκεδάκι). Να γράψετε τι παρατηρείτε.

β. Να τρίψετε το ραβδί με το μάλλινο ύφασμα και να το πλησιάσετε εκ νέου στο τενεκεδάκι. Να γράψετε τι παρατηρείτε σε αυτή την περίπτωση.

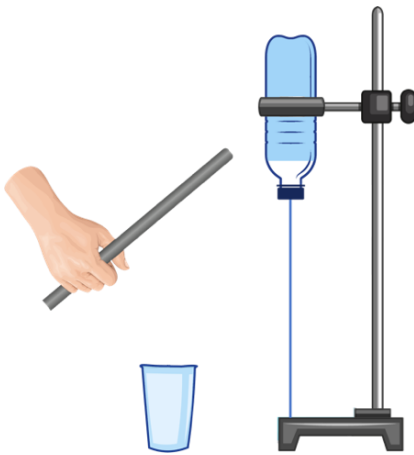
γ. Να αξιοποιήσετε την ιδιότητα του μαγικού ραβδιού που μόλις ανακαλύψατε, για να οδηγήσετε το τενεκεδάκι από το ένα άκρο του τραπεζιού στο άλλο, σε όσο το δυνατόν μικρότερο χρονικό διάστημα.

Να καταγράψετε την επίδοσή σας.

Επίδοση: _____



▲ Εικόνα 2.30
«Το μαγικό ραβδί.»



▲ Εικόνα 2.31
«Το τρελό νερό.»

Άθλος 2: «Το τρελό νερό»

Στο τραπέζι του σταθμού υπάρχει ένα πλαστικό ραβδί, ένα μάλλινο ύφασμα και μία διάταξη από την οποία εκρέει νερό.

α. Να πλησιάσετε το ραβδί στη φλέβα νερού (χωρίς το ραβδί να αγγίξει τη φλέβα νερού). Να γράψετε τι παρατηρείτε.

β. Να τρίψετε το ραβδί με το μάλλινο ύφασμα και να το πλησιάσετε εκ νέου στη φλέβα νερού. Να γράψετε τι παρατηρείτε στην περίπτωση αυτή.

γ. Να αξιοποιήσετε την ιδιότητα του μαγικού ραβδιού που μόλις ανακαλύψατε για να γεμίσετε με νερό το άδειο ποτήρι, σε όσο το δυνατόν μικρότερο χρονικό διάστημα, χωρίς να μετακινήσετε οποιοδήποτε μέρος της διάταξης.

Να καταγράψετε την επίδοσή σας.

Επίδοση: _____

Άθλος 3: «Η ηλεκτροκαλαθόσφαιρα»

Στο τραπέζι του σταθμού υπάρχει ένα κομμάτι πολυστερίνη, ένα μάλλινο ύφασμα, ένας αλουμινένιος δίσκος στερεωμένος σε ποτήρι από πολυστερίνη, αλουμινένιες ροδέλες και ένα καλάθκι.

α. Να σηκώσετε τον δίσκο κρατώντας τον από το ποτήρι που είναι στερεωμένο σε αυτόν (εικόνα 2.32) και να αφήσετε μία αλουμινένια ροδέλα να πέσει στον δίσκο.

Να γράψετε τι παρατηρείτε.

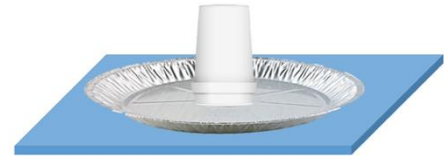
β. Να τρίψετε, με το μάλλινο ύφασμα, για 30 δευτερόλεπτα το κομμάτι της πολυστερίνης που βρίσκεται στο τραπέζι και να ακουμπήσετε τον αλουμινένιο δίσκο πάνω στην πολυστερίνη. Στη συνέχεια να σηκώσετε τον δίσκο κρατώντας τον από το ποτήρι που είναι στερεωμένο σε αυτόν και να αφήσετε εκ νέου μία αλουμινένια ροδέλα να πέσει πάνω του.

Να γράψετε τι παρατηρείτε στην περίπτωση αυτή.

γ. Να οδηγήσετε μία προς μία τις αλουμινένιες ροδέλες προς το καλάθι με στόχο να πετύχετε όσο το δυνατό περισσότερες καλαθιές στο χρονικό διάστημα των 90 δευτερολέπτων.

Να καταγράψετε την επίδοσή σας.

Επίδοση: _____



▲ Εικόνα 2.32
Αλουμινένιος δίσκος στερεωμένος σε ποτήρι από πολυστερίνη.



▲ Εικόνα 2.33
«Η ηλεκτροκαλαθόσφαιρα.»

Ανασκόπηση των άθλων ...

Να συμπληρώσετε τα κενά στις προτάσεις που ακολουθούν επιλέγοντας την κατάλληλη από τις ακόλουθες λέξεις:

μεταξωτό, μάλλινο, επαφή, τριβή, ελκτική, ελκτικών, απωστική, απωστικών.

Τόσο η _____ του πλαστικού ραβδιού με το _____ ύφασμα στους άθλους 1 και 2, όσο και η _____ του αλουμινένιου δίσκου με την πολυστερίνη την οποία είχατε τρίψει προηγουμένως με μάλλινο ύφασμα στον άθλο 3, είχε ως αποτέλεσμα την αλλαγή στις ιδιότητες του πλαστικού ραβδιού και του αλουμινένιου δίσκου.

Συγκεκριμένα, το πλαστικό ραβδί μετά από την τριβή με το μάλλινο ύφασμα ασκούσε _____ δύναμη στο τενεκεδάκι και στο νερό ενώ ο αλουμινένιος δίσκος ασκούσε _____ δύναμη στην αλουμινένια ροδέλα μετά την μεταξύ τους επαφή.

Η αλλαγή στις ιδιότητες των πιο πάνω σωμάτων και η εμφάνιση _____ και _____ δυνάμεων μεταξύ τους οφείλεται σε μια ιδιότητα της ύλης που ονομάζεται **ηλεκτρικό φορτίο**.

Δραστηριότητα 2.2: «Τα + του αποχωρισμού και τα – του ερχομού»

Η αντίληψη που έχουμε από την καθημερινή μας εμπειρία για τη δομή της ύλης περιορίζεται από τη διακριτική ικανότητα των ματιών μας, η οποία δεν μας επιτρέπει να έχουμε εικόνα από τα δομικά στοιχεία της ύλης, δηλαδή τα άτομα.

Στόχος της δραστηριότητας αυτής είναι να διαπιστώσετε τον τρόπο με τον οποίο είναι δομημένα τα άτομα των στοιχείων του περιοδικού πίνακα.

Οι διαστάσεις ενός ατόμου είναι της τάξης του 10^{-10} m, δηλαδή, η διάμετρος του ατόμου, είναι περίπου 1000000 φορές πιο μικρή από το πάχος της σελίδας του βιβλίου σας. Τα σωματίδια που αποτελούν το άτομο είναι τα πρωτόνια, τα νετρόνια και τα ηλεκτρόνια.

Να σαρώσετε τον κώδικα QR για να χρησιμοποιήσετε την προσομοίωση «Κατασκεύασε ένα άτομο». Από τις τρεις επιλογές που εμφανίζονται, να επιλέξετε «Κατασκευή ατόμου».



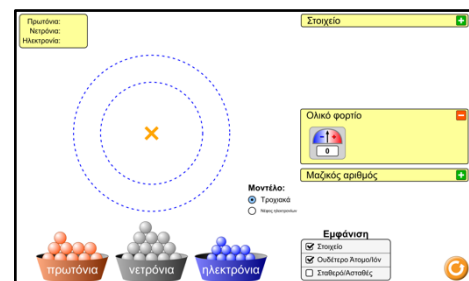
▲ Προσομοίωση «Κατασκεύασε ένα άτομο».

Δραστηριότητα 2.2α: Ο πυρήνας του ατόμου

Από τις επιλογές «στοιχείο», «ολικό φορτίο» και «μαζικός αριθμός» που εμφανίζονται στην οθόνη, να ενεργοποιήσετε μόνο την επιλογή «Ολικό φορτίο», όπως φαίνεται στην εικόνα 2.34.

α. Να σύρετε ένα πρωτόνιο και να εντοπίσετε την περιοχή στην οποία παραμένει όταν το αφήσετε.

β. Να επαναλάβετε τη διαδικασία προσθέτοντας δύο ακόμα πρωτόνια. Να παρατηρήσετε πώς μεταβάλλεται το συνολικό φορτίο του ατόμου και να καταγράψετε την παρατήρησή σας.



▲ Εικόνα 2.34
«Κατασκεύασε ένα άτομο.»

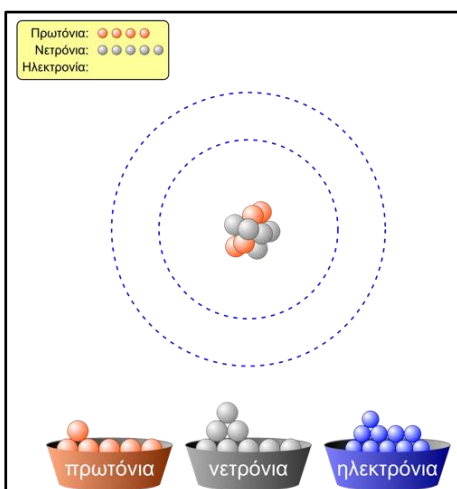
γ. Να γράψετε το συμπέρασμα που προκύπτει από την παρατήρηση που κάνατε στο ερώτημα β, σχετικά με το φορτίο του πρωτονίου.

δ. Να σύρετε ένα νετρόνιο και να εντοπίσετε την περιοχή στην οποία παραμένει όταν το αφήσετε.

ε. Να παρατηρήσετε εάν η τοποθέτηση του νετρονίου προκάλεσε κάποια μεταβολή στο συνολικό φορτίο του ατόμου. Να καταγράψετε την παρατήρησή σας.

στ. Να γράψετε το συμπέρασμα που προκύπτει από την παρατήρηση που κάνατε στο ερώτημα ε, σχετικά με το φορτίο του νετρονίου.

Η περιοχή την οποία καταλαμβάνουν τα πρωτόνια και τα νετρόνια ενός ατόμου ονομάζεται **πυρήνας**. Ο πυρήνας έχει διαστάσεις της τάξης του 10^{-15} m, δηλαδή 100000 φορές μικρότερες από τις διαστάσεις του ατόμου.



▲ Εικόνα 2.35
«Κατασκεύασε ένα άτομο.»

Δραστηριότητα 2.2β: Ηλεκτρικά φορτισμένο άτομο

Να πατήσετε το κουμπί «επαναφορά».

Από τις επιλογές «στοιχείο», «ολικό φορτίο» και «μαζικός αριθμός» που εμφανίζονται στην οθόνη, να ενεργοποιήσετε μόνο την επιλογή «ολικό φορτίο».

α. Να τοποθετήσετε στον πυρήνα του ατόμου 4 πρωτόνια και 5 νετρόνια όπως φαίνεται στην εικόνα 2.35.

β. Να σύρετε ένα ηλεκτρόνιο και να εντοπίσετε την περιοχή στην οποία παραμένει όταν το αφήσετε.

γ. Να παρατηρήσετε πως μεταβάλλεται το συνολικό φορτίο του ατόμου και να καταγράψετε την παρατήρησή σας.

δ. Να γράψετε το συμπέρασμα που προκύπτει από την παρατήρηση που κάνατε στο ερώτημα γ, αναφορικά με το φορτίο του ηλεκτρονίου.

ε. Να τοποθετήσετε ηλεκτρόνια στο άτομο, σύμφωνα με τη δεύτερη στήλη του πίνακα που ακολουθεί και να συμπληρώσετε τα κενά στην τρίτη του στήλη.
(Με το γράμμα e συμβολίζουμε την απόλυτη τιμή του φορτίου του ηλεκτρονίου).

Αρ. Πρωτονίων	Αρ. Ηλεκτρονίων	Φορτίο Ατόμου
4	2	___ e
4	3	___ e
4	4	
4	7	___ e
4	8	___ e

στ. Να συμπληρώσετε τα κενά στις προτάσεις που ακολουθούν επιλέγοντας σε κάθε περίπτωση την κατάλληλη λέξη ή το κατάλληλο σύμβολο από τα ακόλουθα:
«+», «-», θετικό, θετικά, αρνητικό, αρνητικά, ίσος, μεγαλύτερος, μικρότερος, αντίθετο.

Τα πρωτόνια έχουν _____ φορτίο ίσο με ___ e ενώ τα ηλεκτρόνια έχουν _____ φορτίο ίσο με ___ e .

Συνεπώς, το φορτίο του ηλεκτρονίου είναι _____ του φορτίου του πρωτονίου.

Σε ένα ηλεκτρικά ουδέτερο άτομο ο αριθμός των ηλεκτρονίων είναι _____ με τον αριθμό των πρωτονίων.

Όταν ο αριθμός των ηλεκτρονίων σε ένα άτομο είναι μικρότερος από τον αριθμό των πρωτονίων τότε το άτομο είναι _____ φορτισμένο ενώ όταν ο αριθμός των ηλεκτρονίων είναι μεγαλύτερος από τον αριθμό των πρωτονίων τότε το άτομο είναι _____ φορτισμένο.

Η μάζα του πρωτονίου είναι σχεδόν ίση με τη μάζα του νετρονίου και είναι περίπου 1800 φορές μεγαλύτερη από τη μάζα του ηλεκτρονίου. Επομένως, παρά το γεγονός ότι ο χώρος που καταλαμβάνει ο πυρήνας είναι πολύ μικρός, η μάζα των σωματιδίων που αποτελούν τον πυρήνα είναι το 99,99% της συνολικής μάζας του ατόμου.

Τα ηλεκτρόνια δεν συνεισφέρουν παρά ελάχιστο στη συνολική μάζα του ατόμου, το αρνητικό τους φορτίο, όμως, αντισταθμίζει το θετικό φορτίο των πρωτονίων. Λόγω της πολύ μικρής τους μάζας, τα ηλεκτρόνια, μπορούν εύκολα να μετακινούνται από και προς ένα άτομο.

Όταν κάποια από τα άτομα που αποτελούν ένα σώμα αποβάλουν ή προσλάβουν ηλεκτρόνια, το σώμα καθίσταται θετικά ή αρνητικά φορτισμένο αντίστοιχα, και αποκτά την ιδιότητα να αλληλεπιδρά με άλλα σώματα, όπως παρατηρήθηκε στη δραστηριότητα 2.1 «Οι άθλοι του Θαλή».

Δραστηριότητα 2.2γ: Κατασκευή ατόμου

Να ανοίξετε την προσομοίωση «Κατασκεύασε ένα άτομο». Από τις τρεις επιλογές που εμφανίζονται, να επιλέξετε «Σύμβολο».

Να κατασκευάσετε τα ακόλουθα ιόντα και να αντιγράψετε το σχήμα στον προβλεπόμενο χώρο.

α. Ιόν Βηρυλλίου ${}^9_4\text{Be}$ (4 πρωτόνια και 5 νετρόνια) το οποίο φέρει φορτίο $+1e$.

β. Άτομο Άνθρακα ${}^{12}_6\text{C}$ (6 πρωτόνια και 6 νετρόνια) το οποίο είναι ηλεκτρικά ουδέτερο.

γ. Ιόν Αζώτου ${}^{14}_7\text{N}$ (7 πρωτόνια και 7 νετρόνια) το οποίο φέρει φορτίο $-2e$.



▲ Προσομοίωση «Κατασκεύασε ένα άτομο».

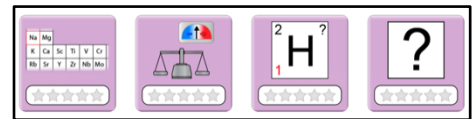


Ιόν Βηρυλλίου Φορτίο: $+1e$	Άτομο Άνθρακα Ηλεκτρικά Ουδέτερο	Ιόν Αζώτου Φορτίο: $-2e$

Δραστηριότητα 2.2δ: Παιχνίδι

Να ανοίξετε εκ νέου την προσομοίωση «Κατασκεύασε ένα άτομο». Από τις τρεις επιλογές που εμφανίζονται, να επιλέξετε «Παιχνίδι».

Να επιλέξετε το ερωτηματικό «?» και να παίξετε το παιχνίδι μία φορά. Να καταγράψετε την επίδοσή σας.



▲ Εικόνα 2.36
«Παιχνίδι.»

Επίδοση: _____

Ανασκόπηση της δραστηριότητας 2.2

Να συμπληρώσετε τα κενά στις προτάσεις που ακολουθούν επιλέγοντας σε κάθε περίπτωση την κατάλληλη από τις ακόλουθες λέξεις:

πρωτόνιο, πρωτόνια, πρωτονίων, νετρόνια, νετρονίου, νετρονίων, ηλεκτρόνια, ηλεκτρονίου, ηλεκτρονίων, άτομα, θετικό, θετικά, αρνητικό, αρνητικά, πυρήνας, πυρήνα, ίσο, αντίθετο.

Η ύλη αποτελείται από _____. Τα σωματίδια από τα οποία αποτελείται ένα άτομο είναι τα _____, τα οποία έχουν _____ φορτίο, τα _____, τα οποία δεν έχουν φορτίο, και τα _____, τα οποία έχουν _____ φορτίο.

Η μάζα ενός πρωτονίου είναι περίπου ίση με τη μάζα ενός _____ αλλά είναι περίπου 1800 φορές μεγαλύτερη από τη μάζα ενός _____.

Τα _____ και τα _____ είναι συγκεντρωμένα σε μια περιοχή που ονομάζεται «_____». Τα _____ περιφέρονται γύρω από τον _____ σε μια περιοχή που ονομάζεται ηλεκτρονικό νέφος.

Το φορτίο του ηλεκτρονίου είναι _____ του φορτίου του πρωτονίου.

Σε ένα ηλεκτρικά ουδέτερο άτομο ο αριθμός των _____ είναι ίσος με τον αριθμό των _____.

Ένα άτομο μπορεί να προσλάβει ή να αποβάλει _____.

Όταν το άτομο προσλάβει _____ καθίσταται _____ φορτισμένο ενώ αν αποβάλει _____ καθίσταται _____ φορτισμένο.

Δραστηριότητα 2.3: «Το μαγικό μπαλόνι»

Στη δραστηριότητα «Οι άθλοι του Θαλή» παρατηρήσατε ότι με τριβή κάποια σώματα, όπως για παράδειγμα η πλαστική ράβδος, αποκτούν την ιδιότητα να αλληλεπιδρούν με άλλα σώματα.

Στόχος της δραστηριότητας αυτής είναι η διερεύνηση της διαδικασίας με την οποία ένα σώμα αποκτά ηλεκτρικό φορτίο μέσω τριβής, καθώς και της αλληλεπίδρασης μεταξύ σωμάτων λόγω του ηλεκτρικού φορτίου.

Δραστηριότητα 2.3α: «Το μαγικό μπαλόνι»

Πάνω στο θρανίο σας υπάρχει ένα μπαλόνι.

α. Να πλησιάσετε το μπαλόνι στον τοίχο και να το αφήσετε ελεύθερο. Να γράψετε την παρατήρησή σας.

β. Να τρίψετε το μπαλόνι με το μάλλινο ύφασμα που σας έχει δοθεί και στη συνέχεια να το πλησιάσετε στον τοίχο. Να γράψετε την παρατήρησή σας.

γ. Να γράψετε την αιτία για την οποία, κατά την άποψή σας, συνέβη αυτό που παρατηρήσατε στο ερώτημα β.



▲ Εικόνα 2.37
Μπαλόνι σε τοίχο μετά από τριβή του μπαλονιού με μάλλινο ύφασμα.



Δραστηριότητα 2.3β: Φόρτιση με τριβή

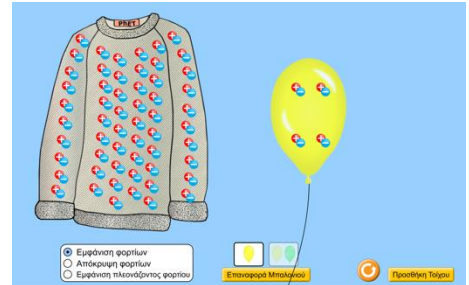
Να σαρώσετε τον κώδικα QR, για να χρησιμοποιήσετε την προσομοίωση «Μπαλόνια και Στατικός Ηλεκτρισμός». Από τις επιλογές που εμφανίζονται στην οθόνη, να ενεργοποιήσετε τις επιλογές «Εμφάνιση φορτίων» και «Αφαίρεση τοίχου» (εικόνα 2.38).



▲ Προσομοίωση «Μπαλόνια και Στατικός Ηλεκτρισμός».

α. Να τρίψετε το μπαλόνι στο μάλλινο πουλόβερ. Να καταγράψετε την παρατήρησή σας, συμπληρώνοντας τις προτάσεις που ακολουθούν επιλέγοντας σε κάθε περίπτωση την κατάλληλη από τις ακόλουθες λέξεις: *πρωτόνια, πρωτονίων, νετρόνια, νετρονίων, ηλεκτρόνια, ηλεκτρονίων, μπαλόνι, πουλόβερ, θετικά, αρνητικά.*

Κατά την τριβή του μπαλονιού με το μάλλινο πουλόβερ, μεταφέρονται _____ από το _____ στο _____. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το μάλλινο πουλόβερ να παρουσιάζει έλλειμμα _____ και να φορτίζεται _____ ενώ το μπαλόνι παρουσιάζει πλεόνασμα _____ και να φορτίζεται _____.



▲ Εικόνα 2.38
«Μπαλόνια και Στατικός Ηλεκτρισμός.»

Δραστηριότητα 2.3γ: Δυνάμεις μεταξύ ετερόσημων φορτίων

α. Να πατήσετε το κουμπί «επινομή».

Να ενεργοποιήσετε τις επιλογές «Εμφάνιση πλεονάζοντος φορτίου» και «Αφαίρεση τοίχου» (εικόνα 2.39).

β. Να τρίψετε το ηλεκτρικά ουδέτερο μπαλόνι στο ηλεκτρικά ουδέτερο πουλόβερ.

γ. Να απομακρύνετε το αρνητικά φορτισμένο μπαλόνι από το θετικά φορτισμένο πουλόβερ και να το αφήσετε ελεύθερο. Να παρατηρήσετε την κίνηση του μπαλονιού όταν αφεθεί ελεύθερο και να συμπληρώσετε τις προτάσεις που ακολουθούν επιλέγοντας την κατάλληλη λέξη από την παρένθεση.

Το αρνητικά φορτισμένο μπαλόνι _____ (έλκεται / απωθείται) από το θετικά φορτισμένο πουλόβερ.

Συμπέρασμα: Μεταξύ δύο σωμάτων που φέρουν ετερόσημο φορτίο, εμφανίζονται _____ (ελκτικές / απωστικές) δυνάμεις.




▲ Εικόνα 2.39
«Μπαλόνια και Στατικός Ηλεκτρισμός.»



▲ Εικόνα 2.40
Δυνάμεις μεταξύ σωμάτων που φέρουν ετερόσημο φορτίο.

δ. Στην εικόνα 2.40 φαίνεται το θετικά φορτισμένο πουλόβερ και το αρνητικά φορτισμένο μπαλόνι. Να σχεδιάσετε, στην εικόνα, τη δύναμη $\vec{F}_{\mu \rightarrow \pi}$ που ασκεί το μπαλόνι στο πουλόβερ και τη δύναμη $\vec{F}_{\pi \rightarrow \mu}$ που ασκεί το πουλόβερ στο μπαλόνι.

Δραστηριότητα 2.3δ: Δυνάμεις μεταξύ ομόσημων φορτίων

α. Να πατήσετε το κουμπί «επαναφορά». 
Να επιλέξετε τα δύο μπαλόνια και να ενεργοποιήσετε τις επιλογές «Εμφάνιση πλεονάζοντος φορτίου» και «Αφαίρεση τοίχου» (εικόνα 2.41).



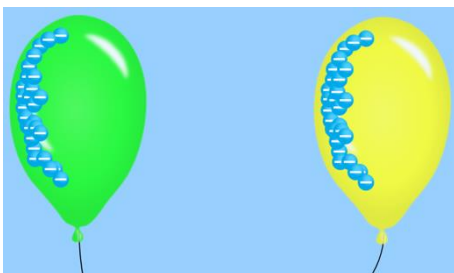
▲ Εικόνα 2.41
«Μπαλόνια και Στατικός Ηλεκτρισμός.»

β. Να τρίψετε το ένα μπαλόνι στο πουλόβερ ώστε να αποκτήσει αρνητικό φορτίο. Ακολούθως, να τρίψετε το δεύτερο μπαλόνι στην άλλη πλευρά του πουλόβερ ώστε να αποκτήσει και εκείνο αρνητικό φορτίο.

γ. Να διερευνήσετε τον τρόπο με τον οποίο αλληλεπιδρούν τα δύο αρνητικά φορτισμένα μπαλόνια όταν πλησιάζουν μεταξύ τους και να συμπληρώσετε τις προτάσεις που ακολουθούν επιλέγοντας την κατάλληλη λέξη από την παρένθεση.

Τα δύο αρνητικά φορτισμένα μπαλόνια _____ (έλκονται / απωθούνται) μεταξύ τους.

Συμπέρασμα: Μεταξύ δύο σωμάτων που φέρουν ομόσημο φορτίο, εμφανίζονται _____ (ελκτικές / απωστικές) δυνάμεις.



▲ Εικόνα 2.42
Δυνάμεις μεταξύ σωμάτων που φέρουν ομόσημο φορτίο.

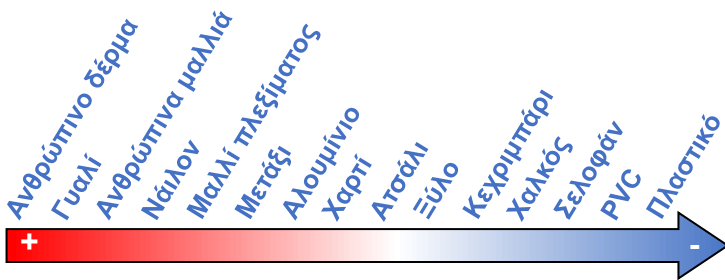
δ. Στην εικόνα 2.42 φαίνονται τα δύο αρνητικά φορτισμένα μπαλόνια. Να σχεδιάσετε, στην εικόνα, τη δύναμη $\vec{F}_{A \rightarrow B}$ που ασκεί το μπαλόνι Α στο μπαλόνι Β και τη δύναμη $\vec{F}_{B \rightarrow A}$ που ασκεί το μπαλόνι Β στο μπαλόνι Α.

Δραστηριότητα 2.3ε: Η τριβοηλεκτρική σειρά

Στη δραστηριότητα 2.3β παρατηρήσατε ότι με την τριβή δύο σωμάτων είναι δυνατό να μεταφερθούν ηλεκτρόνια από το ένα σώμα στο άλλο. Το σώμα το οποίο δίνει ηλεκτρόνια έχει έλλειμα ηλεκτρονίων και φορτίζεται θετικά, ενώ το σώμα το οποίο παίρνει ηλεκτρόνια αποκτά πλεόνασμα ηλεκτρονίων και φορτίζεται αρνητικά.

Κάποια σώματα δίνουν ή παίρνουν ηλεκτρόνια ευκολότερα από κάποια άλλα. Επίσης, το ίδιο σώμα μπορεί να δίνει ηλεκτρόνια μέσω τριβής με ένα υλικό ή να παίρνει ηλεκτρόνια μέσω τριβής με ένα άλλο υλικό.

Στην εικόνα 2.43 φαίνεται η τριβοηλεκτρική σειρά, στην οποία τα υλικά κατατάσσονται ανάλογα με το πόσο εύκολα φορτίζονται θετικά ή αρνητικά.



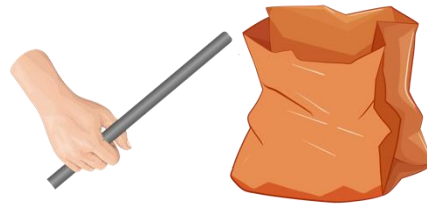
▲ Εικόνα 2.43
Η τριβοηλεκτρική σειρά υλικών.

α. Να χρησιμοποιήσετε την τριβοηλεκτρική σειρά της εικόνας 2.43 για να συμπληρώσετε τα κενά στις προτάσεις που ακολουθούν.

Το υλικό που αποβάλλει ευκολότερα ηλεκτρόνια είναι το _____ ενώ το υλικό που παίρνει ευκολότερα ηλεκτρόνια είναι το _____.

Όταν τρίψουμε γυαλί με μεταξωτό ύφασμα τότε μεταφέρονται _____ (πρωτόνια / νετρόνια / ηλεκτρόνια) από το _____ (γυαλί / μεταξωτό ύφασμα) προς το _____ (γυαλί / μεταξωτό ύφασμα) με αποτέλεσμα το γυαλί να αποκτά _____ (θετικό / αρνητικό) φορτίο και το μεταξωτό ύφασμα να αποκτά _____ (θετικό / αρνητικό) φορτίο.

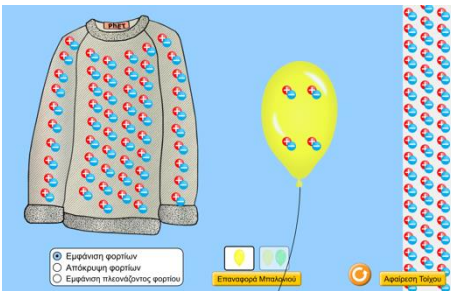
β. Να σχεδιάσετε, στην εικόνα 2.44, τα φορτία που πλεονάζουν στη ράβδο από PVC και στη χαρτοσακούλα μετά τη μεταξύ τους τριβή.



▲ Εικόνα 2.44
Φορτία που πλεονάζουν στη ράβδο από PVC και στη χαρτοσακούλα μετά τη μεταξύ τους τριβή.

Δραστηριότητα 2.3στ: Το μπαλόνι στον τοίχο


Να ανοίξετε την προσομοίωση «Μπαλόνια και Στατικός Ηλεκτρισμός». Να ενεργοποιήσετε τις επιλογές «Εμφάνιση πλεονάζοντος φορτίου» και «Προσθήκη τοίχου» (εικόνα 2.45).



▲ Εικόνα 2.45
«Μπαλόνια και Στατικός Ηλεκτρισμός.»

α. Να εξηγήσετε αν ο τοίχος είναι ηλεκτρικά φορτισμένος ή ηλεκτρικά ουδέτερος.

β. Να τρίψετε το μπαλόνι στο πουλόβερ και στη συνέχεια να πλησιάσετε το μπαλόνι στον τοίχο. Να καταγράψετε την παρατήρησή σας.

γ. Να πατήσετε το κουμπί «Επαναφορά».  Να ενεργοποιήσετε την επιλογή «Εμφάνιση φορτίων». Στη συνέχεια να τρίψετε το μπαλόνι στο πουλόβερ και να το πλησιάσετε στον τοίχο. Να καταγράψετε την παρατήρησή σας συμπληρώνοντας τα κενά στις προτάσεις που ακολουθούν επιλέγοντας την κατάλληλη λέξη από την παρένθεση.

Όταν το _____ (θετικά / αρνητικά) φορτισμένο μπαλόνι πλησιάσει στον _____ (θετικά φορτισμένο / αρνητικά φορτισμένο / ηλεκτρικά ουδέτερο) τοίχο, τα _____ (πρωτόνια / νετρόνια / ηλεκτρόνια) του τοίχου

_____ (έλκονται / απωθούνται) και μετακινούνται προς το εσωτερικό του τοίχου.

Αυτό έχει ως αποτέλεσμα στην επιφάνεια του τοίχου να πλεονάζει _____ (θετικό/ αρνητικό) φορτίο και να εμφανίζεται _____ (ελκτική / απωστική) δύναμη μεταξύ του ηλεκτρικά ουδέτερου τοίχου και του μπαλονιού.

Ανασκόπηση της δραστηριότητας 2.3

Να συμπληρώσετε τα κενά των προτάσεων που ακολουθούν επιλέγοντας, σε κάθε περίπτωση, την κατάλληλη από τις ακόλουθες λέξεις:

πρωτόνια, νετρόνια, ηλεκτρόνια, ηλεκτρονίου, ομόσημο, ετερόσημο θετικό, θετικά, αρνητικό, αρνητικά, ελκτικές, απωστικές, τριβοηλεκτρικό.

Ένα ηλεκτρικά φορτισμένο σώμα μπορεί να αλληλεπιδράσει με ένα άλλο σώμα ως εξής:

α. με _____ δυνάμεις αν το δεύτερο σώμα φέρει _____ φορτίο,

β. με _____ δυνάμεις αν το δεύτερο σώμα φέρει _____ φορτίο και

γ. με _____ δυνάμεις αν το δεύτερο σώμα είναι ηλεκτρικά ουδέτερο.

Ένας τρόπος με τον οποίο μπορούν να φορτιστούν δύο σώματα είναι με τριβή μεταξύ τους (_____ φαινόμενο). Κατά τη διαδικασία αυτή, _____ μετακινούνται

από το ένα σώμα στο άλλο. Το σώμα το οποίο προσλαμβάνει _____ φορτίζεται

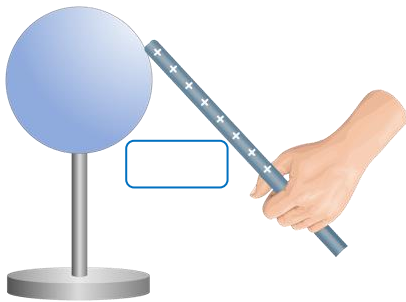
_____ ενώ, το σώμα το οποίο αποβάλλει _____ φορτίζεται

_____.

Δραστηριότητα 2.4: «Ας μοιραστούμε το φορτίο»

Στον άθλο «Η ηλεκτροκαλαθόσφαιρα» που παρουσιάστηκε στη δραστηριότητα 2.1, ο αλουμινένιος δίσκος απέκτησε ηλεκτρικό φορτίο όταν ήλθε σε επαφή με την ηλεκτρικά φορτισμένη πολυστερίνη.

Στόχος της δραστηριότητας αυτής είναι η διερεύνηση της διαδικασίας φόρτισης ενός ηλεκτρικά ουδέτερου σώματος μέσω της επαφής του με ένα ηλεκτρικά φορτισμένο σώμα.



▲ Εικόνα 2.46(α)
Θετικά φορτισμένη γυάλινη ράβδος και ηλεκτρικά ουδέτερη μεταλλική σφαίρα έρχονται σε επαφή.

Δραστηριότητα 2.4α: Φόρτιση με επαφή

Στην εικόνα 2.46(α) φαίνεται μια θετικά φορτισμένη γυάλινη ράβδος και μια ηλεκτρικά ουδέτερη μεταλλική σφαίρα τη στιγμή που έρχονται σε επαφή.

α. Να ονομάσετε τα σωματίδια που μετακινούνται από το ένα σώμα στο άλλο και να σχεδιάσετε μέσα στο κουτάκι που φαίνεται στην εικόνα την κατεύθυνση κίνησης των φορτίων αυτών.

Σωματίδια που μετακινούνται: _____

β. Να σχεδιάσετε, στην εικόνα 2.46(β), το φορτίο του κάθε σώματος αμέσως μετά τη μεταξύ τους επαφή.



▲ Εικόνα 2.46(β)
Ηλεκτρικά φορτισμένη μεταλλική σφαίρα και γυάλινη ράβδος μετά τη μεταξύ τους επαφή που φαίνεται στην εικόνα 2.46(α).

Συμπέρασμα: Κατά την επαφή της θετικά φορτισμένης ράβδου με την ηλεκτρικά ουδέτερη σφαίρα, μετακινήθηκαν _____ (πρωτόνια / νετρόνια / ηλεκτρόνια) από τη _____ (σφαίρα / ράβδο) προς τη _____ (σφαίρα / ράβδο). Ως αποτέλεσμα, η ποσότητα του ηλεκτρικού φορτίου της ράβδου _____ (αυξάνεται / μειώνεται) ενώ η σφαίρα απέκτησε _____ (θετικό / αρνητικό) ηλεκτρικό φορτίο.

Μετά τη μεταξύ τους επαφή, η ράβδος και η σφαίρα απέκτησαν _____ (ομόσημο / ετερόσημο) ηλεκτρικό φορτίο.

Δραστηριότητα 2.4β: Φόρτιση ηλεκτρικού εκκρεμούς

Στο θρανίο σας υπάρχει μία πλαστική ράβδος, ένα κομμάτι από μάλλινο ύφασμα, και ένα ηλεκτρικό εκκρεμές με σφαιρίδιο του οποίου το περίβλημα είναι αλουμινένιο (εικόνα 2.47).

Να τρίψετε την πλαστική ράβδο με το μάλλινο ύφασμα και να το πλησιάσετε στο σφαιρίδιο του ηλεκτρικού εκκρεμούς.

α. Να γράψετε τις παρατηρήσεις σας:

i. πριν η πλαστική ράβδος έλθει σε επαφή με το σφαιρίδιο του ηλεκτρικού εκκρεμούς.

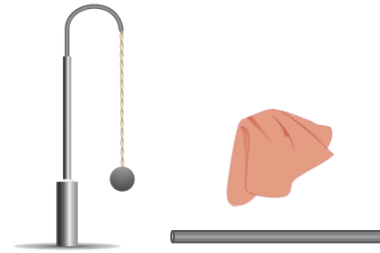
ii. αφού η πλαστική ράβδος έρθει σε επαφή με το σφαιρίδιο του ηλεκτρικού εκκρεμούς.

β. Να γράψετε την αιτία για την οποία, κατά την άποψή σας, συνέβη αυτό που παρατηρήσατε στο ερώτημα α.

γ. Να τοποθετήσετε με τη σωστή σειρά τις εικόνες που ακολουθούν, αντιστοιχώντας σε αυτές τις προτάσεις Α - Ε, ώστε να εξηγήσετε αυτό που παρατηρήσατε στο ερώτημα α.

Α. Τριβή μεταξύ της πλαστικής ράβδου και του μάλλινου υφάσματος.

Β. Λόγω της τριβής, η ράβδος προσλαμβάνει ηλεκτρόνια και αποκτά αρνητικό φορτίο, ενώ το μάλλινο ύφασμα δίνει ηλεκτρόνια και αποκτά θετικό φορτίο.

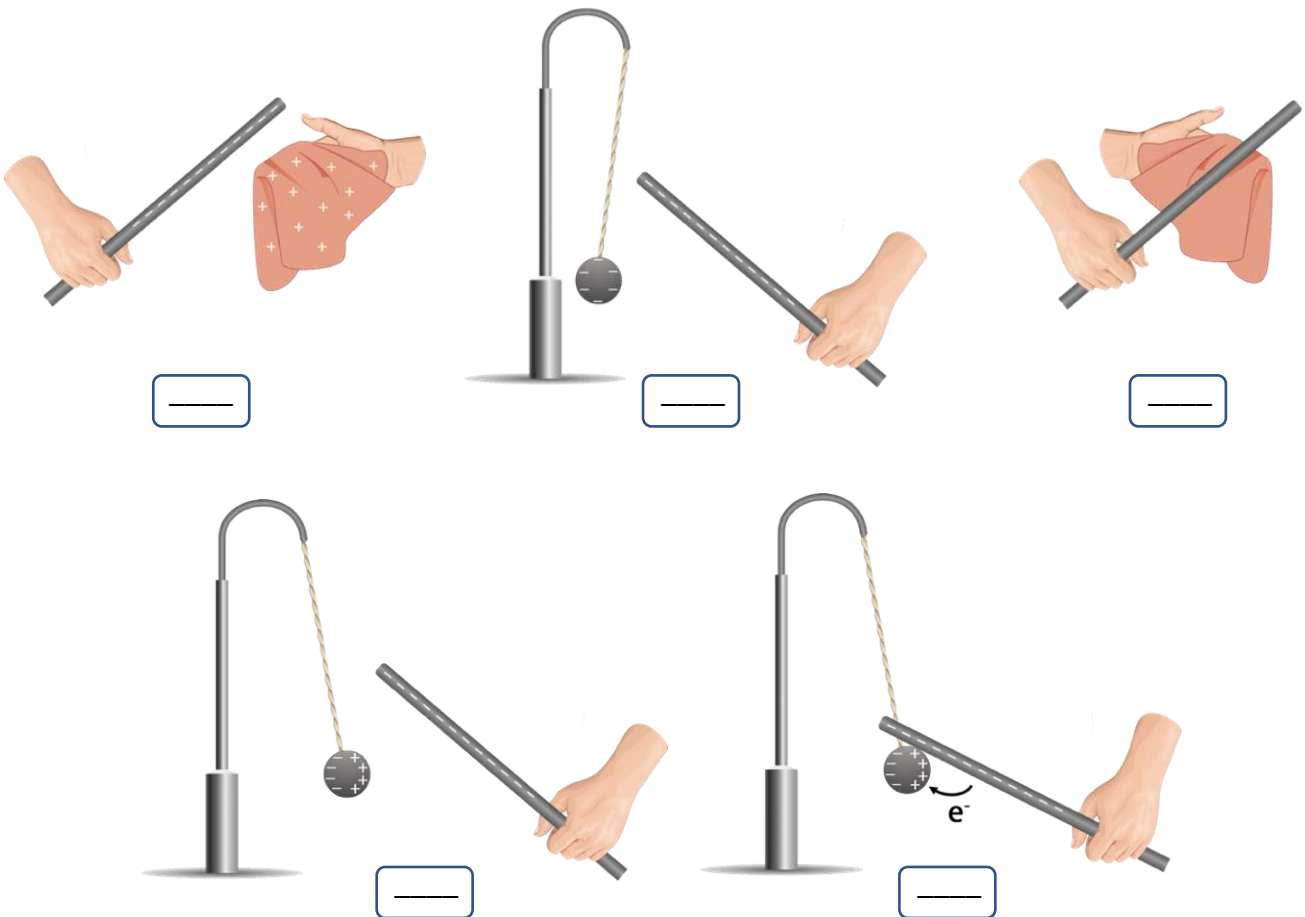


▲ Εικόνα 2.47
Ηλεκτρικό εκκρεμές, μάλλινο ύφασμα και πλαστική ράβδος.

Γ. Πλησιάζοντας την αρνητικά φορτισμένη ράβδο στο ηλεκτρικό εκκρεμές, κάποια ηλεκτρόνια του σφαιριδίου απωθούνται και απομακρύνονται από αυτή. Στην περιοχή του σφαιριδίου που βρίσκεται κοντά στη ράβδο παρατηρείται περίσσειμα θετικού φορτίου με αποτέλεσμα το σφαιρίδιο να έλκεται από τη ράβδο.

Δ. Όταν η αρνητικά φορτισμένη ράβδος έλθει σε επαφή με το σφαιρίδιο, κάποια ηλεκτρόνια της ράβδου έλκονται από το σφαιρίδιο και μετακινούνται σε αυτό.

Ε. Το σφαιρίδιο και η ράβδος απωθούνται μεταξύ τους αφού έχουν ομόσημο φορτίο.



Συμπέρασμα: Κατά την επαφή της αρνητικά φορτισμένης ράβδου με το ηλεκτρικά ουδέτερο σφαιρίδιο του ηλεκτρικού εκκρεμούς, μετακινήθηκαν _____ (πρωτόνια / νετρόνια / ηλεκτρόνια) από _____ (τη ράβδο / το σφαιρίδιο) προς _____ (τη ράβδο / το σφαιρίδιο). Ως αποτέλεσμα, η ποσότητα του ηλεκτρικού φορτίου της ράβδου _____ (αυξήθηκε / μειώθηκε) ενώ, το _____



σφαιρίδιο απέκτησε _____ (θετικό / αρνητικό) ηλεκτρικό φορτίο.

Μετά την μεταξύ τους επαφή, η ράβδος και το σφαιρίδιο έχουν _____ (ομόσημο / ετερόσημο) ηλεκτρικό φορτίο.

Ανασκόπηση της δραστηριότητας 2.4

Ένα ηλεκτρικά ουδέτερο σώμα μπορεί να φορτιστεί όταν έρθει σε επαφή με ένα _____ (ηλεκτρικά φορτισμένο / ηλεκτρικά ουδέτερο) σώμα.

Στην περίπτωση αυτή, _____ (πρωτόνια / νετρόνια / ηλεκτρόνια) μετακινούνται από το ένα σώμα στο άλλο με αποτέλεσμα το φορτίο που διαθέτει το αρχικά φορτισμένο σώμα να ανακατανέμεται στα δύο σώματα. Μετά την απομάκρυνσή τους, τα δύο σώματα έχουν _____ φορτίο (ομόσημο / ετερόσημο).

β. Φόρτιση δύο μεταλλικών σφαιρών Α και Β με μεταξύ τους επαφή.

i. Να γράψετε πόσο είναι το ηλεκτρικό φορτίο στη σφαίρα Α, στη σφαίρα Β και στις δύο σφαίρες μαζί, πριν τη μεταξύ τους επαφή.

Ηλεκτρικό φορτίο σφαίρας Α: $Q_A = \underline{\hspace{2cm}}$

Ηλεκτρικό φορτίο σφαίρας Β: $Q_B = \underline{\hspace{2cm}}$

Ηλεκτρικό φορτίο σφαιρών Α και Β: $Q = \underline{\hspace{2cm}}$

ii. Να γράψετε πόσο είναι το ηλεκτρικό φορτίο στη σφαίρα Α, στη σφαίρα Β και στις δύο σφαίρες μαζί, μετά τη μεταξύ τους επαφή.

Ηλεκτρικό φορτίο σφαίρας Α: $Q_A = \underline{\hspace{2cm}}$

Ηλεκτρικό φορτίο σφαίρας Β: $Q_B = \underline{\hspace{2cm}}$

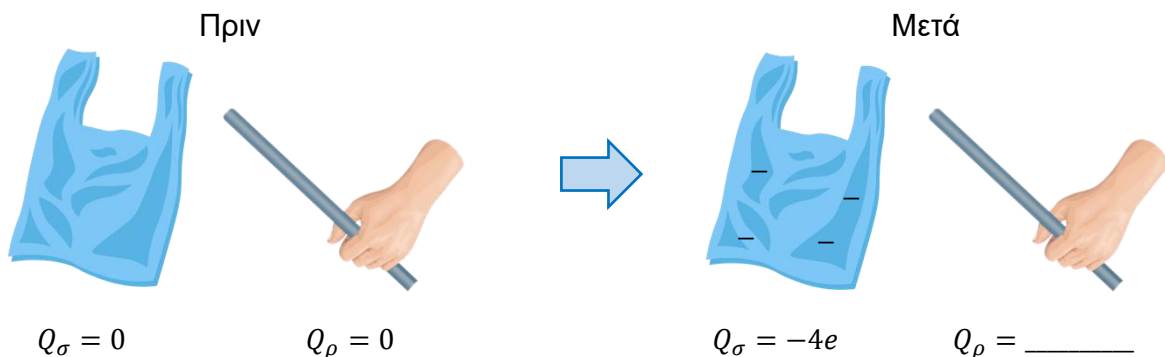
Ηλεκτρικό φορτίο σφαιρών Α και Β: $Q = \underline{\hspace{2cm}}$

Συμπέρασμα: Το ηλεκτρικό φορτίο πριν και μετά την επαφή των δύο σωμάτων παραμένει .

Αρχή διατήρησης του ηλεκτρικού φορτίου: Σε οποιαδήποτε διαδικασία, το συνολικό φορτίο διατηρείται σταθερό.

γ. Στις εικόνες που ακολουθούν φαίνονται δύο σώματα πριν και μετά τη μεταξύ τους αλληλεπίδραση. Με βάση την αρχή διατήρησης του ηλεκτρικού φορτίου, να σχεδιάσετε το ορθό πλήθος θετικών ή αρνητικών φορτίων (+/-) στο σώμα από το οποίο απουσιάζουν και να συμπληρώσετε το φορτίο του χρησιμοποιώντας τον συμβολισμό e .

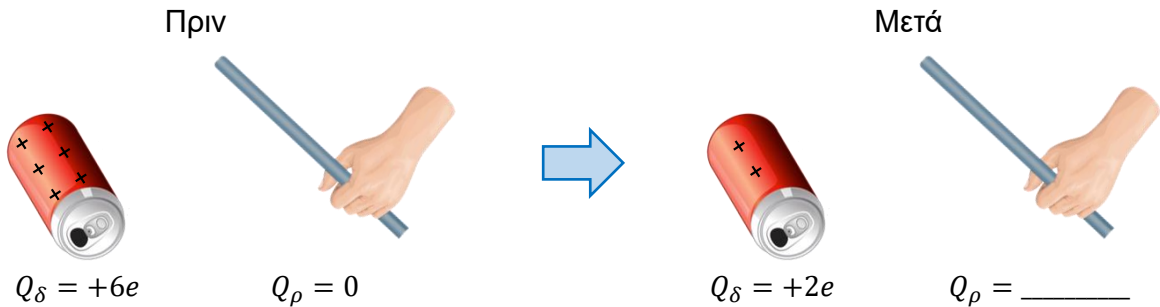
i. Τριβή γυάλινης ράβδου με νάιλον σακούλα.



Κατά την τριβή της γυάλινης ράβδου με τη νάιλον σακούλα, μεταφέρθηκαν από τη
 (αριθμός) (σωματίδια)

ράβδο στη σακούλα. Το συνολικό φορτίο των δύο σωμάτων πριν και μετά την τριβή μεταξύ τους είναι _____.

ii. Επαφή γυάλινης ράβδου με μεταλλικό τενεκεδάκι.



Κατά την επαφή της ηλεκτρικά ουδέτερης γυάλινης ράβδου με το θετικά φορτισμένο τενεκεδάκι, μεταφέρθηκαν _____ από τη ράβδο στο τενεκεδάκι. Το συνολικό φορτίο των δύο σωμάτων πριν και μετά την επαφή τους είναι _____.

Δραστηριότητα 2.5β: Το ηλεκτρικό φορτίο είναι ποσότητα κβαντισμένη

α. Να επιλέξετε τις πιθανές τιμές για κάθε μία από τις ποσότητες που περιγράφονται.

i. Ο συνολικός αριθμός των μαθητών και μαθητριών ενός σχολείου μπορεί να είναι:

- 308,9 421 413,7 503 440 440,5

Η ποσότητα «μαθητές και μαθήτριες ενός σχολείου» μπορεί να πάρει τιμές που είναι ακέραιο πολλαπλάσιο του αριθμού _____.

ii. Στην τελετή έναρξης ενός μεγάλου επιστημονικού συνεδρίου συμμετέχουν εξαμελείς αντιπροσωπεϊές μαθητών και μαθητριών από διάφορα σχολεία. Ο συνολικός αριθμός των μαθητών που συμμετέχουν στην τελετή έναρξης μπορεί να είναι:

- 96 121 25 180 144 72

Η ποσότητα «παιδιά που συμμετέχουν στην τελετή» μπορεί να πάρει τιμές που είναι ακέραιο πολλαπλάσιο του αριθμού _____.

iii. Κατά τη διάρκεια μιας φιλανθρωπικής εκδήλωσης παραγγέλθηκαν πίτσες οι οποίες κόπηκαν σε 4 κομμάτια η κάθε μία για να πουληθούν ανά κομμάτι.

Ο συνολικός αριθμός των πιασών που πουλήθηκαν ήταν:

$$10\frac{1}{4} \quad 6\frac{3}{5} \quad 4 \quad 6\frac{1}{3} \quad 5\frac{3}{8} \quad 7\frac{2}{4} \quad 8,9$$

Η ποσότητα «πίτσα που πουλήθηκε» μπορεί να πάρει τιμές που είναι ακέραιο πολλαπλάσιο του _____ της πίτσας.

Ποσότητες, όπως αυτές που αναφέρθηκαν στα προηγούμενα παραδείγματα, οι οποίες μπορούν να πάρουν τιμές που είναι ακέραια πολλαπλάσια μιας ελάχιστης τιμής ονομάζονται **κβαντισμένες**.

β. Να σαρώσετε τον κώδικα QR για να χρησιμοποιήσετε την προσομοίωση «Μπαλόνια και Στατικός Ηλεκτρισμός». Να ενεργοποιήσετε τις επιλογές «Εμφάνιση πλεονάζοντος φορτίου» και «Αφαίρεση τοίχου» (εικόνα 2.48).



▲ Προσομοίωση «Μπαλόνια και Στατικός Ηλεκτρισμός».

i. Να τρίψετε το μπαλόνι στο μάλλινο πουλόβερ ώστε το πουλόβερ να αποκτήσει πλεόνασμα θετικού φορτίου και το μπαλόνι πλεόνασμα αρνητικού φορτίου.

Να καταγράψετε τον αριθμό των ηλεκτρονίων που μετακινήθηκαν από το πουλόβερ στο μπαλόνι, το φορτίο που απέκτησε το μπαλόνι και το φορτίο που απέκτησε το πουλόβερ.

Αριθμός ηλεκτρονίων που μετακινήθηκαν: _____

Φορτίο μπαλονιού: $Q_{\mu} =$ _____

Φορτίο πουλόβερ: $Q_{\pi} =$ _____

ii. Να εξηγήσετε τι εννοούμε όταν λέμε ότι το ηλεκτρικό φορτίο είναι ποσότητα **κβαντισμένη**.



▲ Εικόνα 2.48 «Μπαλόνια και Στατικός Ηλεκτρισμός.»

Ανασκόπηση της δραστηριότητας 2.5

Να συμπληρώσετε τα κενά στις προτάσεις που ακολουθούν επιλέγοντας σε κάθε περίπτωση την κατάλληλη από τις ακόλουθες λέξεις:

πρωτόνιο, πρωτονίων, νετρόνιο, νετρονίων, ηλεκτρόνιο, ηλεκτρονίων, θετικό, αρνητικό, διατηρείται, ακέραιου, περιττού, σταθερό, έλλειμμα, πλεόνασμα.

Το κάθε ηλεκτρόνιο έχει συγκεκριμένη ποσότητα ηλεκτρικού φορτίου η οποία συμβολίζεται με $-1e$ και είναι ίση με $-1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$.

Κατά τη φόρτιση σωμάτων, παρατηρείται μετακίνηση _____ αριθμού _____ από το ένα σώμα στο άλλο αφού ένα _____ δεν είναι δυνατό να διαιρεθεί. Συνεπώς, το φορτίο που αποκτά ένα σώμα είτε είναι _____ είτε _____, οφείλεται σε _____ ή _____, αντίστοιχα, ενός ακέραιου αριθμού _____.

Επομένως, το ηλεκτρικό φορτίο είναι **ποσότητα κβαντισμένη**.

Κατά την αλληλεπίδραση δύο σωμάτων ο αριθμός των ηλεκτρονίων δεν αλλάζει αφού δεν μπορούν να εμφανιστούν νέα ηλεκτρόνια ούτε να εξαφανιστούν τα ήδη υπάρχοντα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το συνολικό φορτίο των δύο σωμάτων να _____ (αρχή διατήρησης του ηλεκτρικού φορτίου).

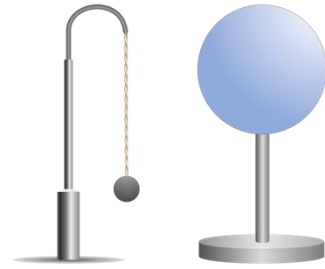
Δραστηριότητα 2.6: «Τηλεφόρτιση»

Δραστηριότητα 2.6α: Φόρτιση εξ επαγωγής μέσω γείωσης

Στόχος της δραστηριότητας αυτής είναι να μελετήσετε ακόμα μια διαδικασία φόρτισης σωμάτων. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται «φόρτιση εξ επαγωγής μέσω γείωσης».

Στο θρανίο σας υπάρχει μία γυάλινη ράβδος, μία νάιλον σακούλα, ένα ηλεκτρικό εκκρεμές με σφαιρίδιο του οποίου το περίβλημα είναι αλουμινένιο και μία μεταλλική σφαίρα.

α. Να χρησιμοποιήσετε το ηλεκτρικό εκκρεμές για να διερευνήσετε αν η μεταλλική σφαίρα είναι ηλεκτρικά φορτισμένη (εικόνα 2.49). Να καταγράψετε το αποτέλεσμα της διερεύνησής σας.

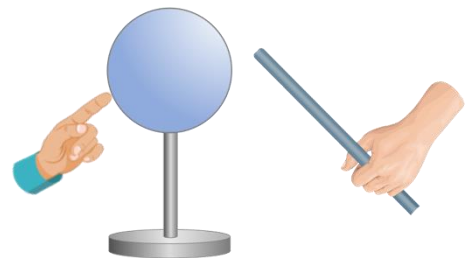


▲ Εικόνα 2.49
Ηλεκτρικό εκκρεμές και μεταλλική σφαίρα.

β. Να ακολουθήσετε τη διαδικασία που περιγράφεται στα βήματα 1 - 3.

Βήμα 1^ο: Να τρίψετε τη γυάλινη ράβδο στη νάιλον σακούλα. Να πλησιάσετε τη ράβδο στη μεταλλική σφαίρα.

Βήμα 2^ο: Να ακουμπήσετε το δάκτυλό σας στη μεταλλική σφαίρα, χωρίς να απομακρύνετε τη γυάλινη ράβδο (εικόνα 2.50).



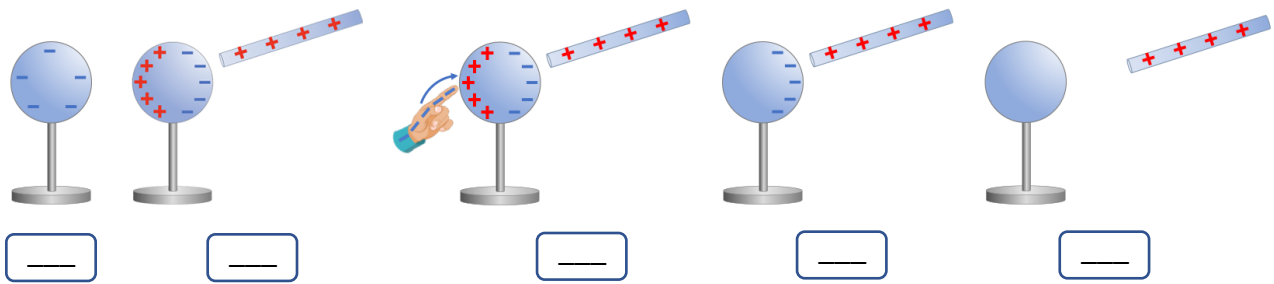
▲ Εικόνα 2.50
Φόρτιση εξ επαγωγής.

Βήμα 3^ο: Να απομακρύνετε το δάκτυλό σας από τη μεταλλική σφαίρα και έπειτα να απομακρύνετε τη γυάλινη ράβδο.

γ. Να διερευνήσετε εκ νέου, με τη βοήθεια του ηλεκτρικού εκκρεμούς, αν η μεταλλική σφαίρα είναι φορτισμένη. Να καταγράψετε το αποτέλεσμα της διερεύνησής σας.

δ. Να εισηγηθείτε και να καταγράψετε έναν τρόπο με τον οποίο θα μπορέσετε να ταυτοποιήσετε το είδος του φορτίου της μεταλλικής σφαίρας, αξιοποιώντας τα υλικά που έχετε στον πάγκο σας. Να καταγράψετε το αποτέλεσμα της ταυτοποίησης.

ε. Να τοποθετήσετε με τη σωστή σειρά τις εικόνες που ακολουθούν, αντιστοιχίζοντας σε αυτές, τις ορθές προτάσεις, ώστε να εξηγήσετε αυτό που συνέβη όταν ακολουθήσατε τη διαδικασία του ερωτήματος β.



A. Η θετικά φορτισμένη ράβδος πλησιάζει την ηλεκτρικά ουδέτερη μεταλλική σφαίρα.

B. Η παρουσία της ράβδου προκαλεί μετατόπιση κάποιων ηλεκτρονίων της σφαίρας και τον σχηματισμό δύο αντίθετα φορτισμένων περιοχών σε αυτή.

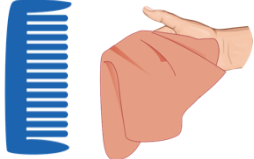

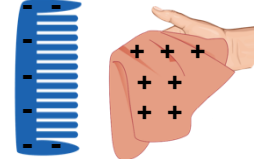





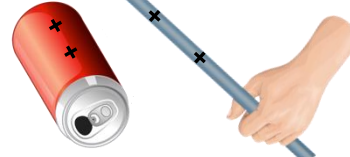


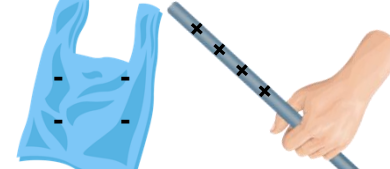


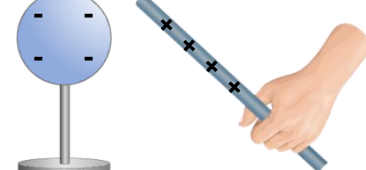



Γ. Ακουμπώντας στη μεταλλική σφαίρα δημιουργείται αγώγιμη διαδρομή προς τη γη (γείωση). Το φορτίο που φαινομενικά πλεονάζει στη σφαίρα είναι θετικό. Κατά συνέπεια, γειώνοντας τη σφαίρα, ηλεκτρόνια έλκονται και μεταφέρονται από τη γη στη σφαίρα.

Δ. Απομακρύνεται πρώτα η γείωση.

Ε. Στη συνέχεια απομακρύνεται η ράβδος. Η σφαίρα αποκτά αρνητικό φορτίο το οποίο κατανέμεται στην επιφάνειά της.

Δραστηριότητα 2.6β: Φόρτιση σωμάτων

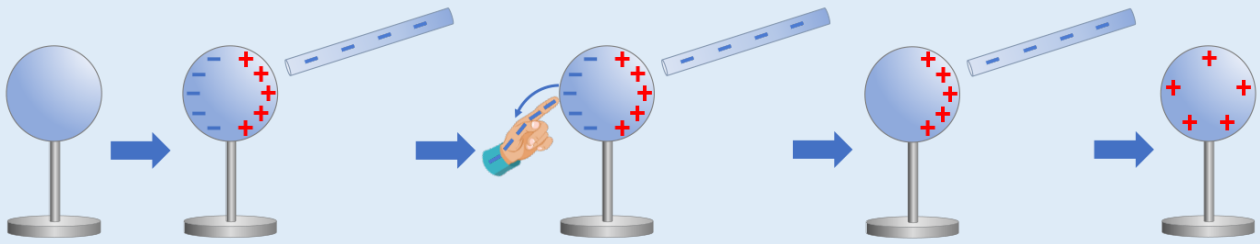
α. Να αναγνωρίσετε τον τρόπο φόρτισης των σωμάτων σε κάθε μία από τις περιπτώσεις που απεικονίζονται πιο κάτω (με τριβή, με επαφή, εξ επαγωγής μέσω γείωσης).

	Φόρτιση: _____ 	
	Φόρτιση: _____ 	
	Φόρτιση: _____ 	
	Φόρτιση: _____ 	
	Φόρτιση: _____ 	
	Φόρτιση: _____ 	

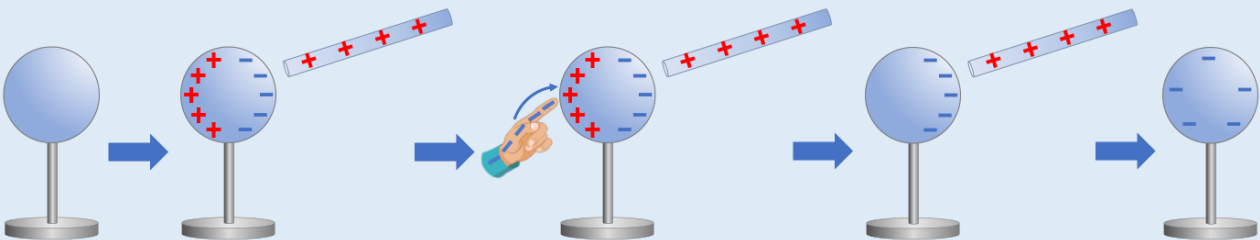
Ανασκόπηση της δραστηριότητας 2.6

Να συμπληρώσετε τα κενά στις προτάσεις που ακολουθούν επιλέγοντας σε κάθε περίπτωση την κατάλληλη από τις ακόλουθες λέξεις:
 θετικό, αρνητικό, ομόσημο, ετερόσημο, γείωσης, ηλεκτρικά ουδέτερο, φορισμένο, φόρτιση, έδαφος.

Με τη διαδικασία που ονομάζεται _____ εξ επαγωγής μέσω _____, ένα αρχικά ηλεκτρικά ουδέτερο σώμα αποκτά _____ φορτίο σε σχέση με το σώμα με το οποίο αλληλεπιδρά.



Όταν πλησιάσουμε ένα αρνητικά φορισμένο σώμα σε ένα αρχικά _____ σώμα (χωρίς να το ακουμπήσει) και στη συνέχεια γειώσουμε αγγίζοντας με το δάχτυλό μας το _____ σώμα, ηλεκτρόνια μετακινούνται από το _____ σώμα προς το _____. Μετά την απομάκρυνση πρώτα της γείωσης και έπειτα του φορισμένου σώματος, το ηλεκτρικά ουδέτερο σώμα αποκτά _____ φορτίο.



Αντίστοιχα, όταν πλησιάσουμε ένα θετικά φορισμένο σώμα σε ένα _____ σώμα (χωρίς να το ακουμπήσει) και στη συνέχεια γειώσουμε αγγίζοντας με το δάχτυλό μας το _____ σώμα, ηλεκτρόνια μετακινούνται από το _____ προς το _____ σώμα. Μετά την απομάκρυνση πρώτα της γείωσης και έπειτα του φορισμένου σώματος, το ηλεκτρικά ουδέτερο σώμα αποκτά _____ φορτίο.

Δραστηριότητα 2.7: «Οι καλοί και οι κακοί»

Αγωγοί ονομάζονται τα υλικά μέσα στα οποία οι φορείς του ηλεκτρικού φορτίου κινούνται ελεύθερα. Συνεπώς, όταν εμφανιστεί φορτίο σε κάποιο σημείο ενός σώματος που είναι κατασκευασμένο από αγώγιμο υλικό, το φορτίο κατανέμεται σε όλη την επιφάνεια του σώματος.

Μονωτές ονομάζονται τα υλικά στα οποία οι φορείς του ηλεκτρικού φορτίου δεν κινούνται ελεύθερα. Όταν εμφανιστεί φορτίο σε κάποιο σημείο ενός σώματος που είναι κατασκευασμένο από μονωτικό υλικό, το φορτίο δεν μετακινείται και παραμένει συγκεντρωμένο στο σημείο όπου εμφανίστηκε.

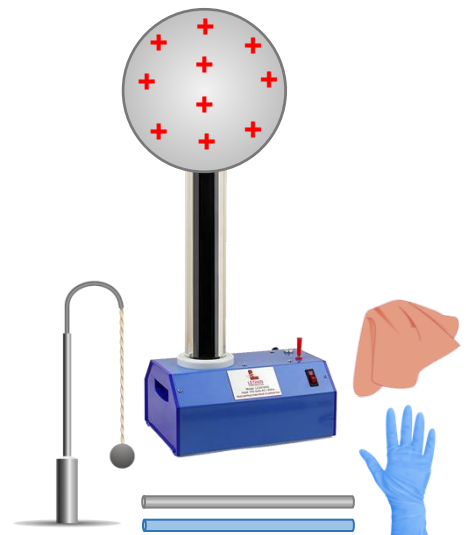
Δραστηριότητα: Αγωγός ή μονωτής;

Στο τραπέζι σας υπάρχει μία πλαστική ράβδος, μία μεταλλική ράβδος, ένα κομμάτι από μάλλινο ύφασμα, ένα γάντι από μονωτικό υλικό και ένα ηλεκτρικό εκκρεμές. Στη διάθεσή σας έχετε επίσης μία συσκευή Van de Graaf η οποία βρίσκεται στο τραπέζι του καθηγητή σας. Όταν η συσκευή Van de Graaf βρίσκεται σε λειτουργία, το μεταλλικό της μέρος φορτίζεται θετικά, όπως φαίνεται στην εικόνα 2.51.

Να ακολουθήσετε τα βήματα Α - Ε ώστε να σχεδιάσετε μια πειραματική διαδικασία με την οποία θα εξακριβώσετε αν η πλαστική και η μεταλλική ράβδος είναι κατασκευασμένες από αγώγιμο ή από μονωτικό υλικό.

Βήμα Α: Να διατυπώσετε την υπόθεσή σας αναφορικά με το είδος υλικού από το οποίο είναι κατασκευασμένη η κάθε ράβδος.

Βήμα Β: Να καταγράψετε το κριτήριο με το οποίο θα επαληθεύσετε ή θα διαψεύσετε την υπόθεση που διατυπώσατε.



▲ Εικόνα 2.51
Συσκευή Van de Graaff, ηλεκτρικό εκκρεμές, μάλλινο ύφασμα, πλαστική και μεταλλική ράβδος.

Βήμα Γ: Να καταγράψετε τη διαδικασία που θα ακολουθήσετε για να ελέγξετε την υπόθεση που διατυπώσατε.

Βήμα Δ: Να πραγματοποιήσετε τη διαδικασία που σχεδιάσατε και να καταγράψετε το αποτέλεσμα.

Ανασκόπηση της δραστηριότητας 2.7

Να συμπληρώσετε τα κενά στις προτάσεις που ακολουθούν επιλέγοντας σε κάθε περίπτωση την κατάλληλη από τις ακόλουθες λέξεις:

πρωτόνια, νετρόνια, ηλεκτρόνια, ακίνητα, παραμένει, αγωγοί, μονωτές, μάζα, ξύλο, πλαστικό, μέταλλα, απιονισμένο, φυσικό, ελεύθερα.

Αγωγοί ονομάζονται τα υλικά στα οποία οι φορείς του ηλεκτρικού φορτίου κινούνται _____.

Αγώγιμα υλικά είναι τα _____ αφού διαθέτουν _____ τα οποία μπορούν να κινηθούν μέσα στη μάζα τους.

Όταν εμφανιστεί ηλεκτρικό φορτίο σε ένα σώμα που αποτελείται από αγώγιμο υλικό, τότε το ηλεκτρικό φορτίο κατανέμεται σε όλη την _____ του σώματος.

Στην κατηγορία των αγωγών κατατάσσονται και υγρά, τα οποία περιέχουν αρνητικά και θετικά ιόντα, όπως για παράδειγμα το _____ νερό.

Τα υλικά που δεν διαθέτουν φορείς ηλεκτρικού φορτίου οι οποίοι να κινούνται ελεύθερα στη μάζα τους ονομάζονται _____.

Όταν εμφανιστεί ηλεκτρικό φορτίο σε ένα σώμα που αποτελείται από μονωτικό υλικό, τότε το ηλεκτρικό φορτίο _____ συγκεντρωμένο στην περιοχή που εμφανίστηκε.

Στην κατηγορία των μονωτών κατατάσσονται το _____ νερό, το _____ και το _____.

Δραστηριότητα 2.8: «Ο περί των ηλεκτρικών δυνάμεων νόμος του 1785»

Στις δραστηριότητες που προηγήθηκαν αναδείχθηκε η ιδιότητα των ηλεκτρικών φορτίων και των ηλεκτρικά φορτισμένων σωμάτων να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους με ηλεκτρικές δυνάμεις. Οι δυνάμεις αυτές μπορούν να είναι είτε ελκτικές είτε απωστικές.

Στόχος της δραστηριότητας αυτής είναι να ταυτοποιήσετε τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης και να εξαγάγετε τη σχέση ανάμεσα στην ηλεκτρική δύναμη και τους παράγοντες αυτούς.

Δραστηριότητα 2.8α: Παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η ηλεκτρική δύναμη

Στο τραπέζι σας υπάρχει ένα ηλεκτρικό εκκρεμές, μία πλαστική ράβδος, ένα κομμάτι από μάλλινο ύφασμα και ένας χάρακας όπως φαίνεται στην εικόνα 2.52.

α. Να τρίψετε την πλαστική ράβδο στο μάλλινο ύφασμα και να την πλησιάσετε με αργό ρυθμό στο ηλεκτρικό εκκρεμές.

Να καταγράψετε την απόσταση της ράβδου από την αρχική θέση του εκκρεμούς, τη στιγμή που το εκκρεμές αρχίζει να εκτρέπεται προς τη ράβδο.

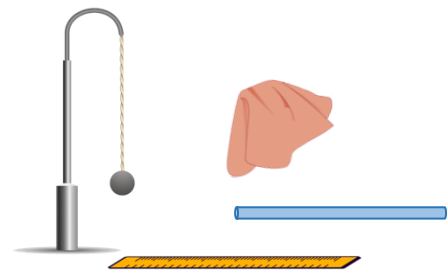
$$d_1 = \underline{\hspace{2cm}}$$

β. Να τρίψετε πιο έντονα την πλαστική ράβδο στο μάλλινο ύφασμα και να την πλησιάσετε εκ νέου, με αργό ρυθμό, στο ηλεκτρικό εκκρεμές.

Να καταγράψετε τη νέα απόσταση της ράβδου από την αρχική θέση του εκκρεμούς, τη στιγμή που το εκκρεμές αρχίζει να εκτρέπεται προς τη ράβδο.

$$d_2 = \underline{\hspace{2cm}}$$

γ. Να διατυπώσετε το συμπέρασμα που προκύπτει από τις παρατηρήσεις που κάνατε στη δραστηριότητα αυτή σχετικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν την ηλεκτρική δύναμη.



▲ Εικόνα 2.52
Ηλεκτρικό εκκρεμές, μάλλινο ύφασμα, πλαστική και μεταλλική ράβδος.

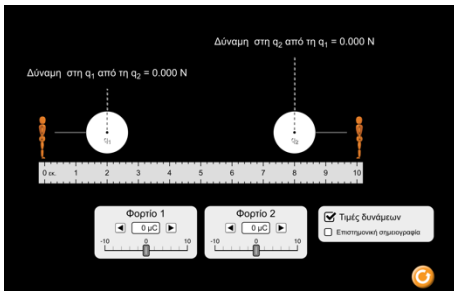
Δραστηριότητα 2.8β: Η δύναμη Coulomb και το γινόμενο των φορτίων

Να σαρώσετε τον κώδικα QR για να χρησιμοποιήσετε την προσομοίωση «Νόμος του Coulomb». Από τις επιλογές που εμφανίζονται στην οθόνη, να επιλέξετε «Μακροκλίμακα».



▲ Προσομοίωση «Νόμος του Κουλόμπ».

α. Να τοποθετήσετε το ηλεκτρικό φορτίο Q_1 στη θέση 2 cm και το ηλεκτρικό φορτίο Q_2 στη θέση 8 cm, όπως φαίνεται στην εικόνα 2.53. Να μεταβάλετε τις τιμές των δύο φορτίων όπως φαίνεται στον πίνακα που ακολουθεί και να συμπληρώσετε τις δύο τελευταίες του στήλες.



▲ Εικόνα 2.53
«Νόμος του Κουλόμπ.»

Q_1 (μC)	Q_2 (μC)	Γινόμενο $ Q_1 \cdot Q_2 $ (μC) ²	$ \vec{F} $ (N)
1	2	2	5
1	4	_____	_____
2	8	_____	_____
10	8	_____	_____

β. Να παρατηρήσετε πως μεταβάλλεται σε κάθε περίπτωση το γινόμενο της απόλυτης τιμής των δύο ηλεκτρικών φορτίων καθώς και το μέτρο της αντίστοιχης μεταξύ τους δύναμης και να καταγράψετε το συμπέρασμά σας συμπληρώνοντας τις προτάσεις που ακολουθούν.

Όσες φορές _____ (αυξάνεται / ελαττώνεται) το γινόμενο της απόλυτης τιμής των δύο ηλεκτρικών φορτίων τόσες φορές _____ (αυξάνεται / ελαττώνεται) το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης μεταξύ τους.

Συμπέρασμα:

Το μέτρο της δύναμης με την οποία αλληλεπιδρούν δύο ηλεκτρικά φορτία είναι _____ (ίσο / ανάλογο) με το _____ (γινόμενο / πηλίκο / άθροισμα) της απόλυτης τιμής των δύο φορτίων.

Δραστηριότητα 2.8γ: Η δύναμη Coulomb και το τετράγωνο της απόστασης

Να πατήσετε το κουμπί «Επαναφορά». 

Να θέσετε τα ηλεκτρικά φορτία $Q_1 = 4 \mu\text{C}$ και $Q_2 = 8 \mu\text{C}$.

α. Να τοποθετήσετε, διαδοχικά, τα φορτία Q_1 και Q_2 στις θέσεις x_1 και x_2 που αναγράφονται στον πίνακα που ακολουθεί και να συμπληρώσετε τα κενά πεδία. Με r συμβολίζεται η απόσταση μεταξύ των φορτίων Q_1 και Q_2 .

x_1 (cm)	x_2 (cm)	r (cm)	r^2 (cm) ²	$ \vec{F} $ (N)
3	7	4	16	180
1	9	_____	_____	_____
4	6	_____	_____	_____

β. Να παρατηρήσετε πως μεταβάλλεται σε κάθε περίπτωση το τετράγωνο της απόστασης (r^2) μεταξύ των δύο ηλεκτρικών φορτίων καθώς και το μέτρο της αντίστοιχης μεταξύ τους δύναμης και να καταγράψετε το συμπέρασμά σας συμπληρώνοντας τις προτάσεις που ακολουθούν.

Όσες φορές _____ (αυξάνεται / μειώνεται) το τετράγωνο της απόστασης (r^2) μεταξύ των δύο ηλεκτρικών φορτίων τόσες φορές _____ (αυξάνεται / μειώνεται) το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης μεταξύ τους.

Συμπέρασμα:

Το μέτρο της δύναμης με την οποία αλληλεπιδρούν δύο ηλεκτρικά φορτία είναι _____ (αντιστρόφως ανάλογο / το ίδιο) με το τετράγωνο της απόστασης (r^2) μεταξύ των δύο φορτίων.

Ανασκόπηση της δραστηριότητας 2.8

Τα συμπεράσματα της δραστηριότητας 2.8 συγκροτούν τον **νόμο του Coulomb** σύμφωνα με τον οποίο:

Το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης μεταξύ δύο σημειακών φορτίων (Q_1 και Q_2) είναι _____ (ίσο / ανάλογο) με το γινόμενο της απόλυτης τιμής των δύο φορτίων και _____ (το ίδιο / αντιστρόφως ανάλογο) με το τετράγωνο της μεταξύ τους απόστασης. Η δύναμη μεταξύ ετερόσημων ηλεκτρικών φορτίων είναι _____ (ελκτική / απωστική) ενώ μεταξύ ομόσημων ηλεκτρικών φορτίων είναι _____ (ελκτική / απωστική).

Η μαθηματική σχέση που περιγράφει τον νόμο του Coulomb είναι η ακόλουθη:

$$|\vec{F}_{1 \rightarrow 2}| = |\vec{F}_{2 \rightarrow 1}| = k \frac{|Q_1||Q_2|}{r^2}$$

Το k είναι μια σταθερά. Η τιμή της σταθεράς αυτής εξαρτάται από το υλικό μέσα στο οποίο βρίσκονται τα δύο φορτία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ



Το κεφάλαιο αυτό μελετά τις βασικές αρχές και έννοιες που αφορούν στο **ηλεκτρικό ρεύμα**.

Το ηλεκτρικό ρεύμα είναι απαραίτητο στην καθημερινή μας ζωή. Το γεγονός αυτό αναδεικνύεται και στο βίντεο που θα παρακολουθήσετε σαρώνοντας τον κώδικα QR που ακολουθεί.



3.1 Το ηλεκτρικό ρεύμα

Με τη σάρωση του κώδικα QR της προηγούμενης σελίδας, προβλήθηκε ένα βίντεο στο οποίο παρουσιάστηκαν περιπτώσεις της καθημερινότητας, όπου το ηλεκτρικό ρεύμα δίνει λύση στην ανάγκη να μετατραπεί η ενέργεια από μια μορφή σε άλλη.

Η χρήση του ηλεκτρικού ρεύματος είναι απαραίτητη στη ζωή μας, αφού κάποιες από τις μετατροπές ενέργειας που πραγματοποιούνται με τη βοήθειά του, είναι αδύνατο ή πολύ δύσκολο να πραγματοποιηθούν με άλλο τρόπο.

Ήξερες ότι ...

Η πρώτη χρήση ηλεκτρικού ρεύματος στην Κύπρο πραγματοποιήθηκε το 1903 όταν το αποικιακό καθεστώς του νησιού εγκατέστησε μία ηλεκτρογεννήτρια για τις ανάγκες του Κυβερνήτη στη Λευκωσία. Μία δεύτερη ηλεκτρογεννήτρια εγκαταστάθηκε λίγο αργότερα στο Γενικό Νοσοκομείο Λευκωσίας.

Μέχρι το 1952 που ιδρύθηκε η Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου, η διάδοση του ηλεκτρισμού στο νησί γινόταν με πολύ αργό ρυθμό.



Ο πρώτος Ηλεκτροπαραγωγικός Σταθμός της ΑΗΚ στη Δεκέλεια το 1955.


(www.bbc.com)

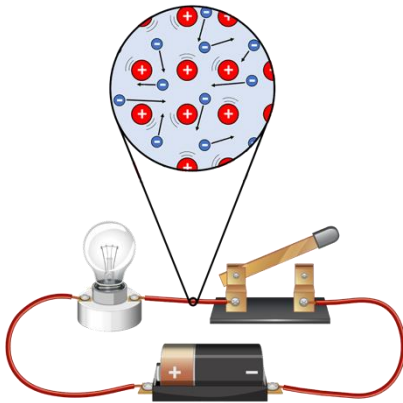
Μέσω του ηλεκτρικού ρεύματος, μια μορφή ενέργειας μετατρέπεται σε άλλη μορφή, αφού πρώτα μετατραπεί σε ηλεκτρική. Για παράδειγμα, σε έναν ηλεκτρικό φακό, όπως αυτόν που φαίνεται στο σχήμα 3.1, χημική ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στις μπαταρίες μετατρέπεται αρχικά σε ηλεκτρική ενέργεια. Στη συνέχεια, ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια στον λαμπτήρα αυξάνοντας τη θερμοκρασία του και κάνοντάς τον να φωτοβολεί.



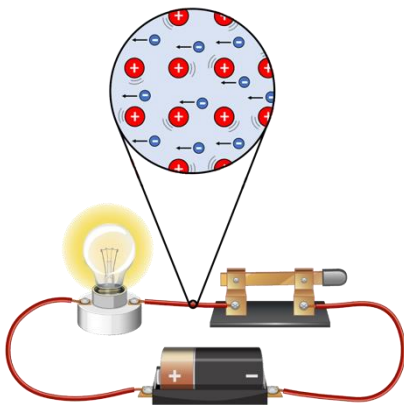
▲ Εικόνα 3.1
Ηλεκτρικός φακός.



 Αναπαράσταση του εσωτερικού ενός καλωδίου σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα.



▲ Εικόνα 3.2
Ανοικτός διακόπτης: ο λαμπτήρας δεν φωτοβολεί.



▲ Εικόνα 3.3
Κλειστός διακόπτης: ο λαμπτήρας φωτοβολεί.

Σαρώνοντας τον κώδικα QR θα προβληθεί ένα βίντεο το οποίο αφορά σε ένα κύκλωμα που περιλαμβάνει μία μπαταρία, έναν διακόπτη και έναν λαμπτήρα. Στο βίντεο αναπαρίσταται το εσωτερικό ενός καλωδίου του κυκλώματος όταν ο διακόπτης είναι ανοικτός και ο λαμπτήρας δεν φωτοβολεί, καθώς και όταν ο διακόπτης είναι κλειστός και ο λαμπτήρας φωτοβολεί.

Ανοικτός διακόπτης – ο λαμπτήρας δεν φωτοβολεί

Στην περίπτωση που ο διακόπτης είναι ανοικτός, στο εσωτερικό του καλωδίου φαίνονται κάποια σωματίδια να κινούνται με πολύ μεγάλες ταχύτητες, προς τυχαίες κατευθύνσεις (εικόνα 3.2).

Τα σωματίδια αυτά είναι ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας κάποιων ατόμων του μετάλλου, τα οποία έχουν ξεφύγει από την έλξη του πυρήνα και κινούνται ελεύθερα, από άτομο σε άτομο, σε όλη τη μάζα του μετάλλου. Τα ηλεκτρόνια αυτά ονομάζονται ελεύθερα ηλεκτρόνια.

Παρά την τεράστια ταχύτητα με την οποία κινούνται τα ελεύθερα ηλεκτρόνια προς διάφορες κατευθύνσεις (περίπου 3×10^6 m/s), η κίνησή τους αυτή δεν προκαλεί κανένα αποτέλεσμα και ο λαμπτήρας δεν ανάβει, όταν ο διακόπτης του κυκλώματος είναι ανοικτός.

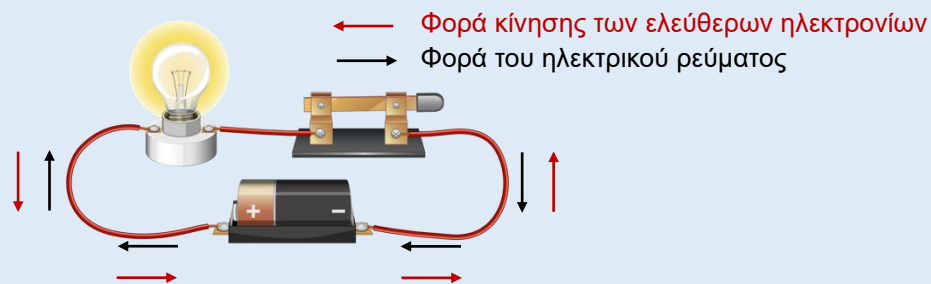
Κλειστός διακόπτης – ο λαμπτήρας φωτοβολεί

Στην περίπτωση που ο διακόπτης είναι κλειστός, τα ελεύθερα ηλεκτρόνια, διατηρώντας την τυχαία τους κίνηση, κινούνται ταυτόχρονα και προς την ίδια κατεύθυνση με πάρα πολύ μικρή ταχύτητα (περίπου 0,01 mm/s). Η φορά της προσανατολισμένης αυτής κίνησης των ελεύθερων ηλεκτρονίων καθορίζεται από την πηγή. Συγκεκριμένα, τα ελεύθερα ηλεκτρόνια σε ένα καλώδιο απωθούνται από τον αρνητικό πόλο της πηγής και έλκονται από τον θετικό της πόλο, με αποτέλεσμα να κινούνται προσανατολισμένα με φορά από τον αρνητικό προς τον θετικό πόλο της πηγής (εικόνα 3.3). Η προσανατολισμένη κίνηση των ελεύθερων ηλεκτρονίων στο καλώδιο αποτελεί το ηλεκτρικό ρεύμα. Στο βίντεο που παρακολουθήσατε, ο λαμπτήρας του κυκλώματος φωτοβολεί διότι μέσα από τον λαμπτήρα διέρχεται ηλεκτρικό ρεύμα.

Παρά το γεγονός ότι η προσανατολισμένη κίνηση των ελεύθερων ηλεκτρονίων στο καλώδιο έχει φορά από τον αρνητικό προς τον θετικό πόλο της πηγής, για ιστορικούς λόγους, θεωρείται ότι το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα καλώδιο έχει φορά από τον θετικό προς τον αρνητικό πόλο της πηγής.

Ηλεκτρικό ρεύμα ονομάζεται η προσανατολισμένη κίνηση ηλεκτρικού φορτίου.

Σε ένα καλώδιο, οι φορείς του ηλεκτρικού ρεύματος, δηλαδή τα φορτία που κινούνται προσανατολισμένα, είναι τα ελεύθερα ηλεκτρόνια.

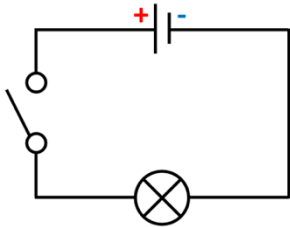


Στο πιο πάνω σχήμα φαίνεται με κόκκινο βέλος η φορά κίνησης των ελεύθερων ηλεκτρονίων στο καλώδιο (από τον αρνητικό προς τον θετικό πόλο της πηγής), ενώ με μαύρο βέλος φαίνεται η φορά του ηλεκτρικού ρεύματος (από τον θετικό προς τον αρνητικό πόλο της πηγής).

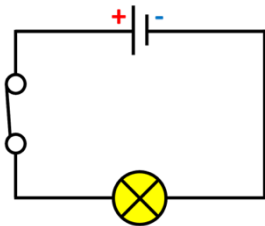
3.2 Το ηλεκτρικό κύκλωμα

Σύμβολα Στοιχείων Ηλεκτρικού Κυκλώματος	
Μπαταρία	
Αγωγός	
Διακόπτης (ανοικτός)	
Διακόπτης (κλειστός)	
Λαμπτήρας	
Αντιστάτης	

▲ Πίνακας 3.1
Σύμβολα στοιχείων ηλεκτρικού κυκλώματος.



▲ Εικόνα 3.4
Συμβολικό διάγραμμα κυκλώματος με ανοικτό διακόπτη. Το κύκλωμα δεν διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα.



▲ Εικόνα 3.5
Συμβολικό διάγραμμα κυκλώματος με κλειστό διακόπτη. Το κύκλωμα διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα.

Μια διαδρομή που αποτελείται από πηγή, αγωγούς, διακόπτη και στοιχεία που μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια σε άλλη μορφή (π.χ. λαμπτήρες) ονομάζεται **ηλεκτρικό κύκλωμα**.

Στον πίνακα 3.1 φαίνονται τα σύμβολα μερικών ηλεκτρικών στοιχείων που χρησιμοποιούνται συνήθως στον σχεδιασμό ενός απλού ηλεκτρικού κυκλώματος.

Στις εικόνες 3.4 και 3.5 φαίνεται το διάγραμμα ενός ηλεκτρικού κυκλώματος που αποτελείται από μία μπαταρία, έναν λαμπτήρα, έναν διακόπτη και καλώδια.

Ο διακόπτης

Ο ρόλος του διακόπτη είναι να ελέγχει τη λειτουργία του κυκλώματος. Όταν ο διακόπτης είναι ανοικτός, όπως φαίνεται στο συμβολικό διάγραμμα της εικόνας 3.4, το κύκλωμα είναι ανοικτό και δεν διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα. Αντίθετα, όταν ο διακόπτης είναι κλειστός, όπως φαίνεται στο συμβολικό διάγραμμα της εικόνας 3.5, το κύκλωμα είναι κλειστό και το ηλεκτρικό κύκλωμα διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα.

Η ηλεκτρική πηγή

Η ηλεκτρική πηγή είναι μια διάταξη που αποτελείται από δύο περιοχές οι οποίες ονομάζονται πόλοι. Η μια περιοχή έχει πλεόνασμα ηλεκτρονίων και ονομάζεται αρνητικός πόλος (-), ενώ η άλλη περιοχή έχει έλλειμμα ηλεκτρονίων και ονομάζεται θετικός πόλος (+). Όταν το κύκλωμα είναι κλειστό, στα ελεύθερα ηλεκτρόνια των αγωγών ασκείται ηλεκτρική δύναμη και να κινούνται με φορά από τον αρνητικό προς τον θετικό πόλο της πηγής.

Ο ρόλος της ηλεκτρικής πηγής είναι να δημιουργεί διαφορά φορτίου στους δύο πόλους της, ώστε να διατηρείται η προσανατολισμένη κίνηση των ηλεκτρονίων στο κύκλωμα. Με τον τρόπο αυτό η πηγή τροφοδοτεί το κύκλωμα με ενέργεια, η οποία μετατρέπεται από τα στοιχεία του κυκλώματος σε άλλες μορφές.

Στον πίνακα 3.2 αναγράφονται κάποιες ηλεκτρικές πηγές, καθώς και η αντίστοιχη μορφή ενέργειας την οποία μετατρέπει, η κάθε πηγή, σε ηλεκτρική.

Ηλεκτρική Πηγή	Εικόνα	Ενέργεια
Μπαταρία		Από χημική...
Φωτοκύτταρο		Από φωτεινή...
Ανεμογεννήτρια		Από κινητική...
Δύναμος		Από κινητική...
Γεννήτρια πετρελαίου		Από χημική...





◀ Πίνακας 3.2

Ενέργεια που μετατρέπεται από την κάθε πηγή σε ηλεκτρική.

Ηλεκτρικά στοιχεία που μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια σε άλλη μορφή

Σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα τοποθετούνται ηλεκτρικά στοιχεία, τα οποία μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια σε άλλες μορφές. Ένα τέτοιο στοιχείο είναι ο λαμπτήρας. Καθώς τα ηλεκτρόνια περνούν μέσα από έναν λαμπτήρα, ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε φωτεινή.

Στον πίνακα 3.3 αναγράφονται κάποια ηλεκτρικά στοιχεία καθώς και η κυριότερη μορφή ενέργειας στην οποία μετατρέπει το κάθε ηλεκτρικό στοιχείο την ηλεκτρική ενέργεια.

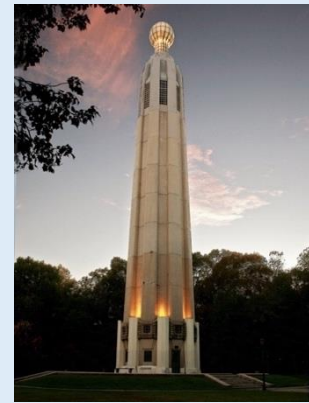
Ηλεκτρικό Στοιχείο	Εικόνα	Ενέργεια
Αντιστάτης		...σε θερμική
Λαμπτήρας		... σε φωτεινή
Βομβητής		... σε ηχητική
Ηλεκτρικός Κινητήρας		... σε κινητική

◀ Πίνακας 3.3

Κυριότερη μορφή ενέργειας στην οποία μετατρέπεται η ηλεκτρική ενέργεια σε κάθε ηλεκτρικό στοιχείο.

Ήξερες ότι ...

Ο μεγαλύτερος λαμπτήρας στον κόσμο βρίσκεται στο New Jersey. Ο λαμπτήρας έχει ύψος 4,17 m και είναι κατασκευασμένος από πυρίμαχο γυαλί. Κατασκευάστηκε το 1938, επτά χρόνια μετά τον θάνατο του Thomas Edison (1847 - 1931), του μεγάλου εφευρέτη στον οποίο οφείλουμε την ύπαρξη του λαμπτήρα πυράκτωσης και είναι τοποθετημένος στην κορυφή του μνημείου που είναι αφιερωμένο σ' αυτόν. Το 2014, η σειρά των λαμπτήρων πυράκτωσης που φώτιζε τον γιγάντιο λαμπτήρα, αντικαταστάθηκε από λαμπτήρες LED, οι οποίοι εφευρέθηκαν το 1962 και οι οποίοι κατακλύζουν σήμερα τον κόσμο λόγω της εξοικονόμησης ενέργειας που παρέχουν.








1938 Edison Memorial Tower
(www.menloparkmuseum.org/)

Ένας λαμπτήρας, ο οποίος σχεδιάστηκε από τον Thomas Edison, βρίσκεται στο μουσείο στη βάση του μνημείου, αναμμένος από το 1929 μέχρι σήμερα.

Έλεγξε τι έμαθες ...

Να αντιστοιχίσετε την κάθε περιγραφή της στήλης Α με την κατάλληλη εικόνα της στήλης Β.

Στήλη Α	Στήλη Β
Μετατρέπει την αιολική ενέργεια σε ηλεκτρική.	
Όταν είναι ανοικτός, οι συσκευές σε ένα κύκλωμα δεν λειτουργούν.	
Μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια σε ηχητική.	
Μετατρέπει την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική.	
Έχει αποθηκευμένη χημική ενέργεια η οποία μετατρέπεται σε ηλεκτρική.	

3.3 Ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, το ηλεκτρικό ρεύμα ρέει, διαμέσου των καλωδίων, από το ένα στοιχείο του κυκλώματος στο άλλο.

Στην εικόνα 3.6 φαίνονται δύο ηλεκτρικές συσκευές οι οποίες έχουν καλώδιο με διαφορετικό εμβαδό διατομής (πάχος).

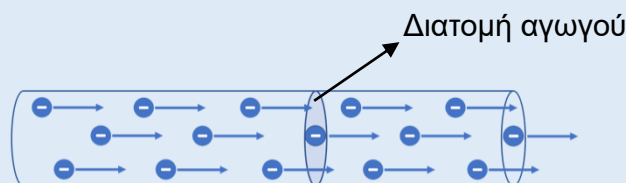
Από ένα καλώδιο με μεγαλύτερο εμβαδό διατομής μπορεί να διέρχεται μεγαλύτερος αριθμός ηλεκτρονίων στη μονάδα του χρόνου, δηλαδή το καλώδιο να διαρρέεται από ισχυρότερο ρεύμα.

Η ανάγκη να περιγραφεί με σαφήνεια πόσο «ισχυρό» ή πόσο «ασθενές» είναι το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα κύκλωμα, οδήγησε στον ορισμό του φυσικού μεγέθους της **έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος (I)**.



▲ Εικόνα 3.6
Ηλεκτρικές συσκευές με καλώδιο διαφορετικού εμβαδού διατομής.

Ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος (I) ορίζεται το συνολικό κατ' απόλυτη τιμή φορτίο που διέρχεται από τη διατομή ενός αγωγού, στη μονάδα του χρόνου (δηλαδή ο ρυθμός διέλευσης του ηλεκτρικού φορτίου από τη διατομή ενός αγωγού).



$$I = \frac{|\Delta q|}{\Delta t}$$

I : η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος

Δq : το συνολικό ηλεκτρικό φορτίο που διέρχεται από τη διατομή του αγωγού σε χρονικό διάστημα Δt

Δt : το χρονικό διάστημα

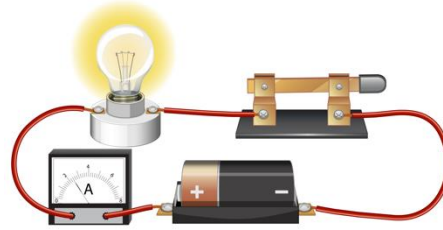
Η μονάδα μέτρησης της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος στο διεθνές σύστημα μονάδων SI είναι το **Ampere (A)**, το οποίο φέρει το όνομα του Γάλλου φυσικού Andre Marie Ampère (1775 – 1836).

Όταν ένας αγωγός διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα σταθερής έντασης 1 A, τότε κάθε ένα δευτερόλεπτο (1 s) περνά από τη διατομή του αγωγού συνολικό φορτίο 1 C. Το φορτίο αυτό αντιστοιχεί σε 6×10^{18} ηλεκτρόνια.

Το όργανο μέτρησης της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος είναι το **αμπερόμετρο**, το οποίο συνδέεται σε σειρά στο ηλεκτρικό κύκλωμα, όπως φαίνεται στην εικόνα 3.7



👑 Κίνηση ελεύθερων ηλεκτρονίων σε ένα κύκλωμα για δύο διαφορετικές τιμές της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος.



▲ Εικόνα 3.7
Ηλεκτρικό κύκλωμα με αμπερόμετρο.

Σαρώνοντας τον πιο πάνω κώδικα QR θα προβληθεί ένα βίντεο που αφορά στην κίνηση των ελεύθερων ηλεκτρονίων σε ένα κύκλωμα για δύο διαφορετικές τιμές της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος.



▲ Εικόνα 3.8
Ασφάλειες τήξης.

Όταν η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει μια συσκευή ξεπεράσει μια προβλεπόμενη τιμή, τότε η συσκευή διατρέχει κίνδυνο να καταστραφεί. Για να αποφευχθεί ο κίνδυνος αυτός, η συσκευή προστατεύεται από ένα ηλεκτρικό στοιχείο το οποίο ονομάζεται **ασφάλεια**. Ο ρόλος της ασφάλειας είναι να διακόπτει το ηλεκτρικό ρεύμα όταν η έντασή του ξεπεράσει μια καθορισμένη τιμή.



👑 Μηχανισμός λειτουργίας της ασφάλειας τήξης.

Ένα είδος ασφάλειας αποτελεί η **ασφάλεια τήξης**, η οποία απεικονίζεται στην εικόνα 3.8. Η ασφάλεια τήξης αποτελείται από δύο μεταλλικούς ακροδέκτες και ένα λεπτό σύρμα το οποίο υπερθερμαίνεται και λιώνει (τήκεται) όταν η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος υπερβεί μια καθορισμένη τιμή, η οποία αναγράφεται πάνω στην ασφάλεια. Με τον τρόπο αυτό το κύκλωμα ανοίγει και το ηλεκτρικό ρεύμα διακόπτεται. Όταν συμβεί αυτό, η ασφάλεια τήξης θα πρέπει να αντικατασταθεί. Σαρώνοντας τον διπλανό κώδικα QR θα προβληθεί ένα βίντεο που αφορά στον τρόπο λειτουργίας μιας ασφάλειας τήξης.



▲ Εικόνα 3.9
Αυτόματοι διακόπτες.

Αντίστοιχα ηλεκτρικά στοιχεία, με τα οποία διακόπτεται η παροχή του ηλεκτρικού ρεύματος όταν η έντασή του υπερβεί μια καθορισμένη τιμή, είναι οι αυτόματοι διακόπτες (εικόνα 3.9).

Ήξερες ότι ...

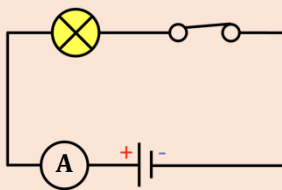
Το πιο λεπτό ηλεκτρικό καλώδιο έχει πάχος ίσο με τη διάμετρο τριών ατόμων και το δημιούργησαν ερευνητές από το Πανεπιστήμιο του Στάνφορντ και από το Εθνικό Εργαστήριο Επιταχυντών του Τμήματος Ενέργειας των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής.



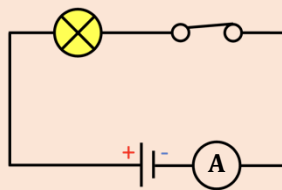
 Το πιο λεπτό ηλεκτρικό καλώδιο.

Έλεγξε τι έμαθες ...

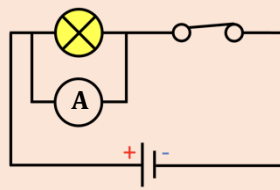
1. Να επιλέξετε, από τα κυκλώματα Α – Δ, το κύκλωμα ή τα κυκλώματα όπου το αμπερόμετρο είναι συνδεδεμένο ορθά.



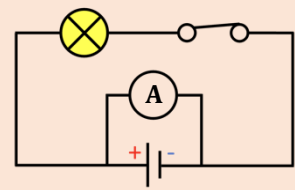
Κύκλωμα Α



Κύκλωμα Β

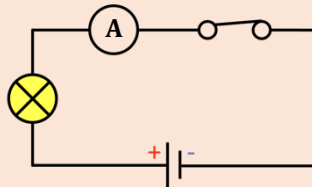


Κύκλωμα Γ



Κύκλωμα Δ

2. Από τον λαμπτήρα του κυκλώματος που ακολουθεί, περνά ηλεκτρικό φορτίο $\Delta q = 0,6 \text{ C}$ σε χρονικό διάστημα $\Delta t = 30 \text{ s}$.

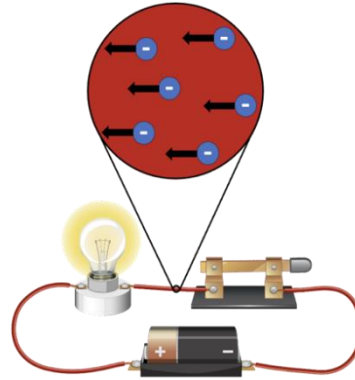


Να υπολογίσετε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διέρχεται από τον λαμπτήρα.

3.4 Διαφορά δυναμικού σε ηλεκτρικό κύκλωμα

Σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα, τα ελεύθερα ηλεκτρόνια δέχονται ηλεκτρική δύναμη λόγω της διαφοράς φορτίου που υπάρχει στους πόλους της πηγής και κινούνται προσανατολισμένα μέσα στα καλώδια, με φορά από τον αρνητικό προς τον θετικό της πόλο.

► Εικόνα 3.10
Ελεύθερα ηλεκτρόνια που κινούνται προσανατολισμένα σε ένα καλώδιο. Στα ηλεκτρόνια ασκείται δύναμη λόγω της διαφοράς φορτίου που υπάρχει στους πόλους της πηγής.



Μέσω της συγκεκριμένης δύναμης, προσφέρεται ενέργεια από την πηγή στα ελεύθερα ηλεκτρόνια του κυκλώματος. Η ενέργεια αυτή μετατρέπεται σε **ηλεκτρική ενέργεια**, δηλαδή σε **κινητική ενέργεια των ελεύθερων ηλεκτρονίων**.

Μόλις κλείσει ο διακόπτης του κυκλώματος, τα ελεύθερα ηλεκτρόνια ξεκινούν ταυτόχρονα την προσανατολισμένη τους κίνηση, λόγω της ηλεκτρικής δύναμης που τους ασκείται από την πηγή. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο όλες οι συσκευές του κυκλώματος ξεκινούν τη λειτουργία τους ταυτόχρονα με το κλείσιμο του διακόπτη.

Κατά την κίνηση των ελεύθερων ηλεκτρονίων μέσα από τα στοιχεία του κυκλώματος, η κινητική ενέργεια των ηλεκτρονίων (ηλεκτρική ενέργεια) μετατρέπεται σε άλλες μορφές όπως φωτεινή ενέργεια, ηχητική ενέργεια, θερμική ενέργεια κλπ.

Το φυσικό μέγεθος που μας βοηθά να υπολογίσουμε:

(α) την ποσότητα της ενέργειας που προσφέρεται από την πηγή και μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια μέσα στο κύκλωμα, καθώς και

(β) την ποσότητα ενέργειας που μετατρέπεται από ηλεκτρική σε άλλη μορφή στα ηλεκτρικά στοιχεία του κυκλώματος, ονομάζεται **διαφορά δυναμικού**.

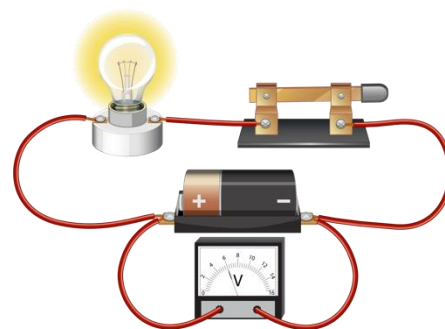
Διαφορά δυναμικού (ΔV) ανάμεσα σε δύο σημεία ενός κυκλώματος ορίζεται ως το ποσό της ενέργειας που προσφέρεται από την πηγή και μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια μέσα στο κύκλωμα ή το ποσό ενέργειας που μετατρέπεται από ηλεκτρική σε άλλη μορφή στα ηλεκτρικά στοιχεία του κυκλώματος, όταν συνολικό φορτίο 1 C κινηθεί από το ένα σημείο του κυκλώματος στο άλλο.

Η μονάδα μέτρησης της διαφοράς δυναμικού στο διεθνές σύστημα μονάδων SI είναι το **Volt (V)**, το οποίο φέρει το όνομα του Ιταλού φυσικού Alessandro Volta (1745 – 1827).

Όταν η διαφορά δυναμικού μεταξύ δύο σημείων του κυκλώματος είναι 1 V, τότε κατά τη μετακίνηση συνολικού φορτίου 1 C από το ένα σημείο στο άλλο μετατρέπεται ενέργεια 1 J από ηλεκτρική σε άλλη ή από άλλη σε ηλεκτρική.

Η απόλυτη τιμή της διαφοράς δυναμικού σε δύο σημεία του κυκλώματος ονομάζεται **τάση** και συμβολίζεται με το γράμμα V .

Το όργανο μέτρησης της τάσης είναι το βολτόμετρο. Το **βολτόμετρο** συνδέεται παράλληλα στο ηλεκτρικό κύκλωμα (δηλαδή χωρίς να παρεμβάλλεται σε αυτό), στα σημεία ανάμεσα στα οποία θα καταγραφεί η διαφορά δυναμικού. Ο τρόπος σύνδεσης ενός βολτομέτρου στα άκρα μιας μπαταρίας φαίνεται στην εικόνα 3.11.



▲ Εικόνα 3.11
Ηλεκτρικό κύκλωμα με βολτόμετρο στα άκρα μιας μπαταρίας.

Ήξερες ότι ...

Ο Alessandro Volta (1745 - 1827), ήταν Ιταλός φυσικός, ο οποίος έγινε κυρίως γνωστός για την εφεύρεση της μπαταρίας το 1800. Προς αναγνώριση του έργου του Alessandro Volta, ο Μέγας Ναπολέων τον ανακήρυξε κόμη το 1801.



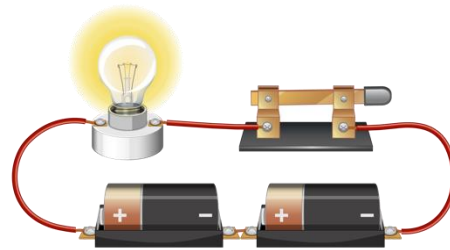
Ο Alessandro Volta εξηγεί στον Μέγα Ναπολέων τη λειτουργία της μπαταρίας. (Πίνακας του Giuseppe Bertini.)

Τρόποι σύνδεσης μπαταριών σε ένα κύκλωμα:

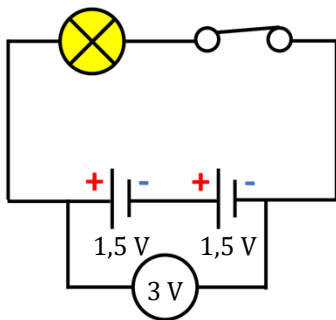
(α) Σύνδεση μπαταριών σε σειρά

Αρκετές φορές, η τάση των μπαταριών που είναι διαθέσιμες, είναι διαφορετική από την τάση που χρειάζεται το κύκλωμα μιας συσκευής για να λειτουργήσει. Για παράδειγμα, ένα φαναράκι μπορεί να χρειάζεται τάση 4,5 V για να λειτουργήσει, όμως οι διαθέσιμες μπαταρίες να έχουν τάση 1,5 V. Η δυσκολία αυτή είναι πιθανό να ξεπεραστεί όταν οι μπαταρίες συνδεθούν στο κύκλωμα με κατάλληλο τρόπο.

Δύο ή περισσότερες μπαταρίες είναι συνδεδεμένες **σε σειρά** όταν τοποθετούνται η μια μετά από την άλλη σε ένα κύκλωμα, όπως φαίνεται στην εικόνα 3.12.



▲ Εικόνα 3.12
Ηλεκτρικό κύκλωμα με δύο μπαταρίες συνδεδεμένες σε σειρά με την ίδια πολικότητα.



▲ Εικόνα 3.13
Συμβολικό διάγραμμα ηλεκτρικού κυκλώματος με δύο μπαταρίες τάσης 1,5 V συνδεδεμένες σε σειρά με την ίδια πολικότητα.

Όταν δύο μπαταρίες είναι συνδεδεμένες σε σειρά με την ίδια πολικότητα (δηλαδή όταν ο θετικός πόλος της μιας μπαταρίας είναι συνδεδεμένος με τον αρνητικό πόλο της άλλης), τότε η τάση στα άκρα της συνδεσμολογίας των δύο πηγών είναι ίση με το άθροισμα της τάσης στα άκρα της κάθε μπαταρίας.

Στην εικόνα 3.13, η τάση στα άκρα της κάθε μπαταρίας είναι 1,5 V, ενώ η τάση στα άκρα της συνδεσμολογίας των δύο μπαταριών είναι 3 V.

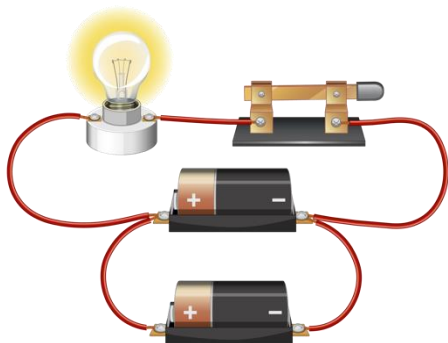
$$V_{ολ} = V_1 + V_2 = 1,5 \text{ V} + 1,5 \text{ V} = 3 \text{ V}$$

(β) Παράλληλη σύνδεση μπαταριών

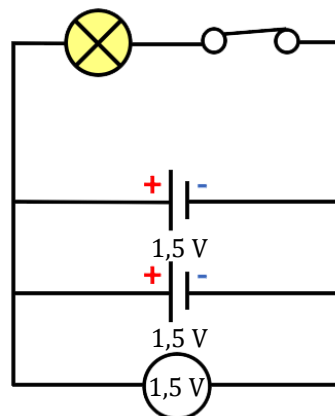
Σε κάθε μπαταρία υπάρχει αποθηκευμένο ένα συγκεκριμένο ποσό ενέργειας, το οποίο κατά τη λειτουργία του κυκλώματος μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια. Η διαδικασία αυτή έχει σαν αποτέλεσμα η μπαταρία να χρειάζεται αντικατάσταση μετά από κάποιο χρονικό διάστημα.

Σε κάποιες περιπτώσεις, όπως για παράδειγμα στην περίπτωση ενός λαμπτήρα που φωτίζει σε δύσβατο σημείο, υπάρχει ανάγκη να αυξηθεί το χρονικό διάστημα λειτουργίας του κυκλώματος χωρίς να χρειάζεται, στο μεταξύ, αντικατάσταση της μπαταρίας.

Στις περιπτώσεις αυτές, δύο ή περισσότερες **όμοιες μπαταρίες** μπορούν να συνδεθούν **παράλληλα** μεταξύ τους, δηλαδή με τον θετικό πόλο της μιας μπαταρίας συνδεδεμένο με τον θετικό πόλο της άλλης μπαταρίας και αντίστοιχα, τον αρνητικό πόλο της μιας μπαταρίας συνδεδεμένο με τον αρνητικό πόλο της άλλης μπαταρίας, όπως φαίνεται στην εικόνα 3.14.

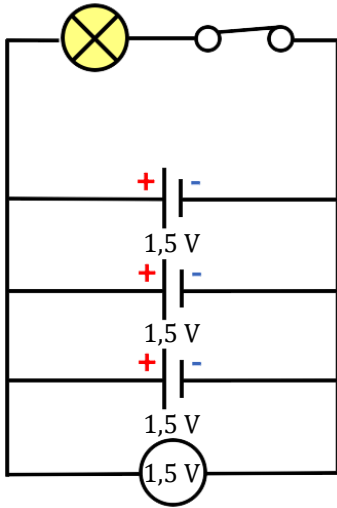


▲ Εικόνα 3.14
Ηλεκτρικό κύκλωμα με δύο μπαταρίες συνδεδεμένες παράλληλα.



▲ Εικόνα 3.15
Συμβολικό διάγραμμα ηλεκτρικού κυκλώματος με δύο μπαταρίες τάσης 1,5 V συνδεδεμένες παράλληλα.

Όταν όμοιες μπαταρίες συνδέονται παράλληλα, η τάση στα άκρα της συνδεσμολογίας τους είναι η ίδια, ανεξάρτητα από τον αριθμό των μπαταριών που έχουν συνδεθεί.



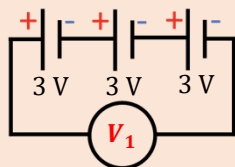
▲ Εικόνα 3.16
 Συμβολικό διάγραμμα ηλεκτρικού κυκλώματος με τρεις μπαταρίες τάσης 1,5 V συνδεδεμένες παράλληλα.

Στην εικόνα 3.15 φαίνονται δύο μπαταρίες με τάση 1,5 V η κάθε μια, συνδεδεμένες παράλληλα, ενώ στην εικόνα 3.16 φαίνονται τρεις μπαταρίες 1,5 V η κάθε μια, συνδεδεμένες παράλληλα. Η τάση στα άκρα της συνδεσμολογίας των μπαταριών είναι και στις δύο περιπτώσεις 1,5 V.

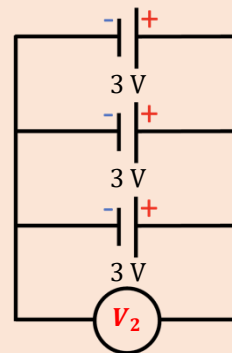
Όταν οι μπαταρίες συνδέονται παράλληλα μεταξύ τους σε ένα κύκλωμα, η τάση στα άκρα της συνδεσμολογίας τους δεν αλλάζει. Όμως, το χρονικό διάστημα για το οποίο το κύκλωμα μπορεί να λειτουργεί αυτόνομα, χωρίς οι μπαταρίες να χρειάζονται αντικατάσταση μεγαλώνει, όταν ο αριθμός των μπαταριών που είναι συνδεδεμένες με τον τρόπο αυτό είναι μεγαλύτερος.

Έλεγε τι έμαθες ...

Στα άκρα κάθε μιας από τις συνδεσμολογίες μπαταριών A και B, έχει συνδεθεί ένα βολτόμετρο. Να προσδιορίσετε την ένδειξη του βολτομέτρου στην κάθε περίπτωση.



Συνδεσμολογία A



Συνδεσμολογία B

3.5 Αντίσταση

Τα ηλεκτρόνια, κατά την προσανατολισμένη τους κίνηση μέσα στους μεταλλικούς αγωγούς, συγκρούονται με τα άτομα του μετάλλου. Αποτέλεσμα των συγκρούσεων αυτών είναι η ηλεκτρική ενέργεια να μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια.

Το υλικό, το πάχος, το μήκος και η θερμοκρασία του αγωγού επηρεάζουν το πλήθος και τη συχνότητα των συγκρούσεων, καθώς και το πόσο έντονες είναι. Όσο περισσότερες, συχνότερες και εντονότερες είναι οι συγκρούσεις μεταξύ των ελεύθερων ηλεκτρονίων και των ατόμων του αγωγού, τόσο μεγαλύτερη δυσκολία συναντούν τα ελεύθερα ηλεκτρόνια κατά τη διέλευσή τους μέσα στον αγωγό.

Το φυσικό μέγεθος που εκφράζει με σαφήνεια τη δυσκολία που συναντά το ηλεκτρικό φορτίο κατά την κίνησή του σε έναν αγωγό ονομάζεται **αντίσταση**.

Αντίσταση (R) ορίζεται ως το πηλίκο της τάσης στα άκρα ενός αγωγού διά την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που τον διαρρέει.

$$R = \frac{V}{I}$$

R : η αντίσταση του αγωγού

V : η τάση στα άκρα του αγωγού

I : η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό

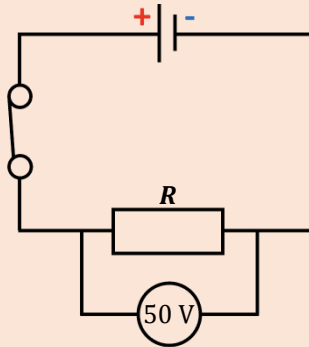
Η μονάδα μέτρησης της αντίστασης στο διεθνές σύστημα μονάδων SI είναι το **Ohm (Ω)**, το οποίο φέρει το όνομα του Γερμανού φυσικού Georg Simon Ohm (1789 – 1854).

Αντίσταση 1Ω έχει ένας αγωγός ο οποίος διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης 1 A όταν στα άκρα του εφαρμοστεί τάση 1 V .

Η αντίσταση κάποιων αγωγών, όπως για παράδειγμα της κοσταντάνης (κράμα χαλκού και νικελίου), παραμένει σταθερή ανεξάρτητα από την τάση που εφαρμόζεται στα άκρα τους. Αντίθετα, η αντίσταση κάποιων άλλων αγωγών, όπως για παράδειγμα του γραφίτη, είναι διαφορετική για κάθε τιμή της τάσης που εφαρμόζεται στα άκρα τους.

Έλεγε τι έμαθες ...

Όταν στα άκρα του αντιστάτη που φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί εφαρμόζεται τάση $V = 10 \text{ V}$, ο αντιστάτης διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης $I = 50 \text{ A}$.



Να υπολογίσετε την αντίσταση (R) του αντιστάτη.

3.6 Ο νόμος του Ohm

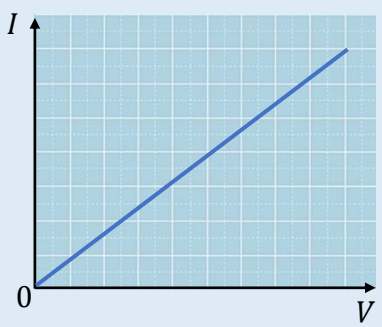
Η σχέση ανάμεσα στην ένταση του ρεύματος που διαρρέει έναν αγωγό και της τάσης στα άκρα του, για τις περιπτώσεις των αγωγών που έχουν σταθερή αντίσταση, περιγράφεται από τον νόμο του Ohm.

Νόμος του Ohm

Όταν η αντίσταση ενός αγωγού είναι σταθερή, η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό είναι ευθέως ανάλογη της τάσης που εφαρμόζεται στα άκρα του.

$$\frac{V}{I} = \text{σταθερό} \Rightarrow I \propto V$$

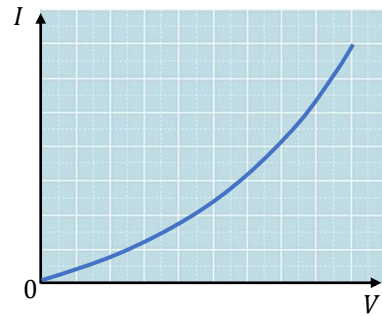
Αυτό σημαίνει ότι όσο μεγαλύτερη είναι η τάση που εφαρμόζεται στα άκρα του αγωγού, τόσο μεγαλύτερη είναι η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που τον διαρρέει.



▲ Εικόνα 3.17
Χαρακτηριστική καμπύλη ενός ωμικού αγωγού.

Οι αγωγοί για τους οποίους ισχύει ο νόμος του Ohm ονομάζονται ωμικοί αγωγοί, ενώ οι αγωγοί για τους οποίους δεν ισχύει ονομάζονται μη ωμικοί αγωγοί.

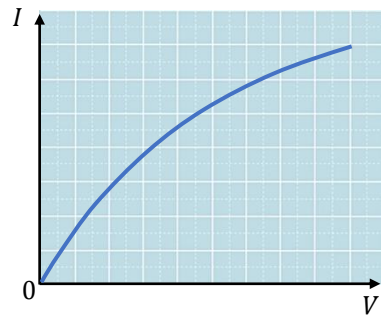
Η γραφική παράσταση της έντασης του ρεύματος (I) που διαρρέει κάθε ηλεκτρικό στοιχείο σε συνάρτηση με την τάση (V) που εφαρμόζεται στα άκρα του, ονομάζεται **χαρακτηριστική καμπύλη** του ηλεκτρικού στοιχείου.



▲ Εικόνα 3.18
Χαρακτηριστική καμπύλη ενός μη ωμικού αγωγού όπως ο γραφίτης.

Για τους ωμικούς αγωγούς η χαρακτηριστική καμπύλη είναι ευθεία με θετική κλίση που περνά από την αρχή των αξόνων, όπως φαίνεται στην εικόνα 3.17. Η συγκεκριμένη χαρακτηριστική καμπύλη δείχνει ότι η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος είναι ευθέως ανάλογη με την τάση που εφαρμόζεται στα άκρα του ηλεκτρικού στοιχείου.

Για τους μη ωμικούς αγωγούς, όπως είναι για παράδειγμα ο γραφίτης ή το βολφράμιο (που περιέχεται σε έναν λαμπτήρα πυράκτωσης), η αντίστοιχη γραφική παράσταση είναι καμπύλη υποδεικνύοντας ότι η αντίσταση του συγκεκριμένου ηλεκτρικού στοιχείου αλλάζει όταν μεταβάλλεται η τάση στα άκρα του (εικόνες 3.18 και 3.19).



▲ Εικόνα 3.19
Χαρακτηριστική καμπύλη ενός μη ωμικού αγωγού όπως το βολφράμιο.

Ήξερες ότι ...

Υπάρχουν υλικά που σε πολύ χαμηλή θερμοκρασία εμφανίζουν μηδενική ηλεκτρική αντίσταση. Τα υλικά αυτά ονομάζονται υπεραγωγοί. Με χρήση των υπεραγωγών μηδενίζεται η απώλεια ηλεκτρικής ενέργειας λόγω μετατροπής της σε θερμική ενέργεια. Οι υπεραγωγοί χρησιμοποιούνται στους μαγνητικούς τομογράφους και στα τρένα μαγνητικής ανύψωσης.

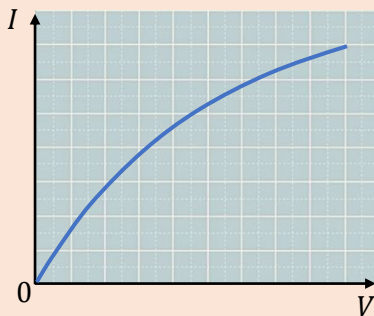


Τρένο μαγνητικής ανύψωσης.
www.electrek.co

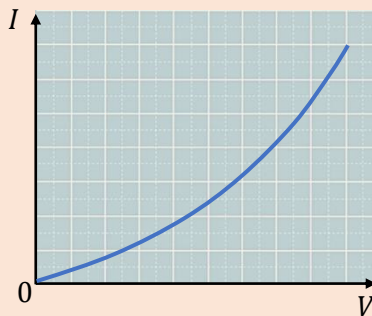
Έλεγε τι έμαθες ...

1. Να επιλέξετε για κάθε μια από τις περιπτώσεις Α, Β και Γ τον αγωγό που συμπεριφέρεται ως ωμικός.

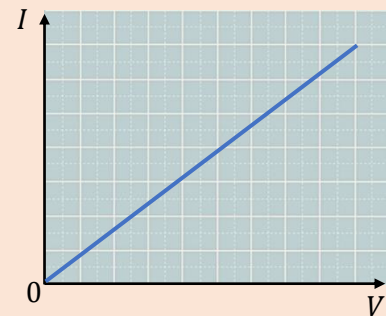
Περίπτωση Α (Γραφικές Παραστάσεις):



Αγωγός 1



Αγωγός 2



Αγωγός 3

Περίπτωση Β (Πίνακες Μετρήσεων):

Αγωγός 4	
V (V)	I (A)
0	0
2	1
4	2
6	3

Αγωγός 5	
V (V)	I (A)
0	0
2	1
4	4
6	12

Αγωγός 6	
V (V)	I (A)
0	0
2	4
4	6
6	7

Περίπτωση Γ (Κείμενο):

Αγωγός 7: Όταν διπλασιαστεί η τάση στα άκρα του αγωγού, η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που τον διαρρέει δεν αλλάζει.

Αγωγός 8: Όταν διπλασιαστεί η τάση στα άκρα του αγωγού, η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που τον διαρρέει διπλασιάζεται.

Αγωγός 9: Όταν διπλασιαστεί η τάση στα άκρα του αγωγού, η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που τον διαρρέει τετραπλασιάζεται.

2. Να υπολογίσετε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει έναν ωμικό αγωγό αντίστασης $R = 40 \Omega$ όταν η τάση που εφαρμόζεται στα άκρα του είναι $V = 200 V$.

3.7 Συνδεσμολογία ηλεκτρικών στοιχείων

(α) Σύνδεση ηλεκτρικών στοιχείων σε σειρά

Όταν η λειτουργία ενός κυκλώματος απαιτεί τα ηλεκτρικά στοιχεία που υπάρχουν σε αυτό να διαρρέονται από ρεύμα ίσης έντασης, τα στοιχεία αυτά μπορούν να συνδεθούν σε σειρά.

Στην εικόνα 3.20 φαίνεται ένα κύκλωμα με τρεις αντιστάτες συνδεδεμένους **σε σειρά**. Για το κύκλωμα που φαίνεται στη συγκεκριμένη εικόνα ισχύουν τα ακόλουθα:

1. Οι τρεις αντιστάτες διαρρέονται από το ίδιο ηλεκτρικό ρεύμα.

$$I = I_1 = I_2 = I_3$$

2. Η τάση στα άκρα του κάθε αντιστάτη διαμορφώνεται από την τιμή της αντίστασής του.

$$V_1 = I \times R_1 \quad V_2 = I \times R_2 \quad V_3 = I \times R_3$$

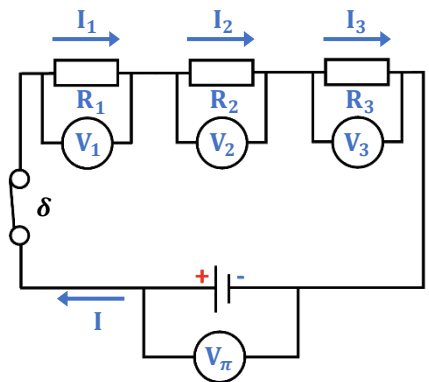
3. Όταν ο διακόπτης δ του κυκλώματος είναι κλειστός, οι τρεις αντιστάτες διαρρέονται από ηλεκτρικό ρεύμα, ενώ όταν ο διακόπτης είναι ανοικτός, το ηλεκτρικό ρεύμα διακόπτεται και κανένας από τους τρεις αντιστάτες δεν διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα.

4. Η λειτουργία του κάθε αντιστάτη εξαρτάται από τη λειτουργία των υπόλοιπων αντιστατών. Όταν ένας αντιστάτης καταστραφεί, το κύκλωμα ανοίγει στο σημείο εκείνο, με αποτέλεσμα το ηλεκτρικό ρεύμα να διακόπτεται και κανένας από τους αντιστάτες να μην διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα.

5. Το άθροισμα των τάσεων που έχει ο κάθε αντιστάτης στα άκρα του είναι ίσο με την τάση στα άκρα της πηγής.

$$V_{\pi} = V_1 + V_2 + V_3$$

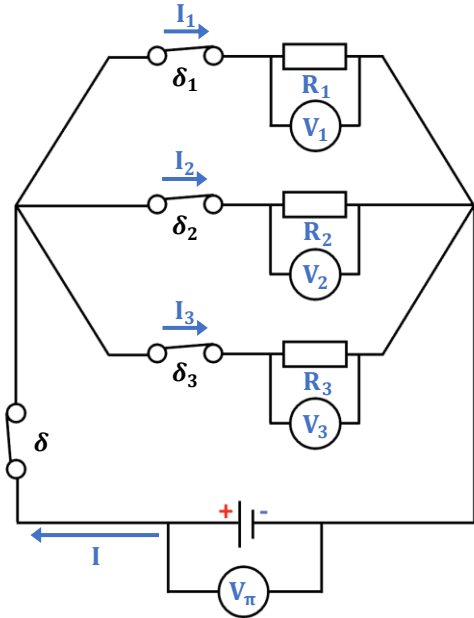
Η πιο πάνω σχέση προκύπτει από το γεγονός ότι όση ενέργεια προσφέρει η πηγή στα ελεύθερα ηλεκτρόνια του κυκλώματος, τόση ενέργεια μετατρέπεται σε άλλη μορφή (π.χ. φωτεινή ενέργεια και θερμική ενέργεια) στους λαμπτήρες του κυκλώματος, αφού η ενέργεια, όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 1, είναι μια ποσότητα η οποία διατηρείται σταθερή.



▲ Εικόνα 3.20
Αντιστάτες συνδεδεμένοι σε σειρά.

(β) Παράλληλη σύνδεση συσκευών

Όταν τα ηλεκτρικά στοιχεία που υπάρχουν σε ένα κύκλωμα απαιτούν την ίδια τάση στα άκρα τους κατά τη λειτουργία τους και ταυτόχρονα το κάθε ηλεκτρικό στοιχείο χρειάζεται να λειτουργεί ανεξάρτητα από τα άλλα, τότε επιλέγεται η παράλληλη σύνδεση μεταξύ τους.



▲ Εικόνα 3.21
Λαμπτήρες συνδεδεμένοι παράλληλα.

Στην εικόνα 3.21 φαίνεται ένα κύκλωμα με τρεις αντιστάτες συνδεδεμένους **παράλληλα**. Τα άκρα του κάθε αντιστάτη είναι συνδεδεμένα απευθείας με την πηγή.

Για το κύκλωμα που φαίνεται στη συγκεκριμένη εικόνα ισχύουν τα ακόλουθα:

1. Ο διακόπτης δ ελέγχει κεντρικά τη συνδεσμολογία, αφού όταν είναι ανοικτός κανένας από τους αντιστάτες δεν διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα. Ο κάθε ένας από τους διακόπτες δ_1 , δ_2 και δ_3 ελέγχει τη λειτουργία του αντιστάτη που βρίσκεται στον ίδιο κλάδο με αυτόν.
2. Οι τρεις αντιστάτες έχουν στα άκρα τους τάση ίση με αυτήν της πηγής, αφού τα άκρα και των τριών είναι απευθείας συνδεδεμένα με την πηγή.

$$V_1 = V_2 = V_3 = V_\pi$$

3. Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον κάθε αντιστάτη είναι διαφορετική και καθορίζεται από την τιμή της αντίστασής του.

$$I_1 = \frac{V}{R_1} \quad I_2 = \frac{V}{R_2} \quad I_3 = \frac{V}{R_3}$$

4. Το άθροισμα των εντάσεων του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τους αντιστάτες είναι ίσο με την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει την πηγή.

$$I_\pi = I_1 + I_2 + I_3$$

Όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 2, το ηλεκτρικό φορτίο είναι μια ποσότητα η οποία διατηρείται σταθερή. Κατά συνέπεια, όσο ηλεκτρικό φορτίο φτάνει κάθε στιγμή σε μια διακλάδωση (κόμβο) του κυκλώματος, τόσο ηλεκτρικό φορτίο φεύγει από το σημείο αυτό.

Ήξερες ότι ...

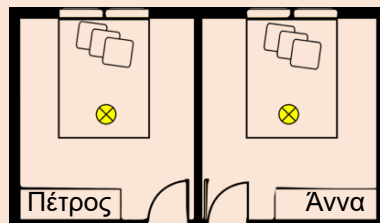
Ο φωτισμός του Χριστουγεννιάτικου δέντρου είναι μια πρακτική που καθιερώθηκε στη Γερμανία τον 17^ο αιώνα. Το πρώτο χριστουγεννιάτικο δέντρο που φωτίστηκε με ηλεκτρικά λαμπάκια το στόλισε το 1882 στη Νέα Υόρκη ο Edward H. Johnson, ο οποίος ήταν συνεργάτης του Thomas Edison.



Το πρώτο χριστουγεννιάτικο δέντρο που φωτίστηκε με ηλεκτρικά λαμπάκια.

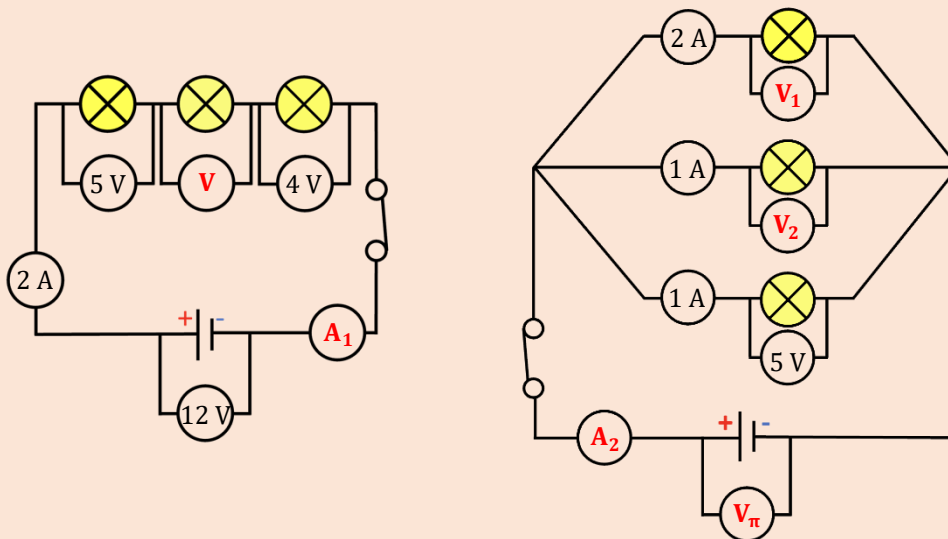
Έλεγξε τι έμαθες ...

1. Στην εικόνα που ακολουθεί φαίνεται η κάτοψη των αρχιτεκτονικών σχεδίων του δωματίου του Πέτρου και της Άννας.

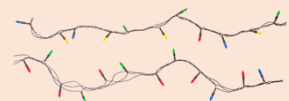


Να εξηγήσετε ποια προβληματική κατάσταση θα δημιουργηθεί αν ο ηλεκτρολόγος μηχανικός επιλέξει να συνδέσει σε σειρά τα φωτιστικά των δύο δωματίων.

2. Να προσδιορίσετε την ένδειξη των οργάνων μέτρησης, που σημειώνονται με κόκκινο χρώμα, σε κάθε ένα από τα ακόλουθα κυκλώματα.



3. Να εισηγηθείτε ένα τρόπο με τον οποίο θα διερευνήσετε αν μια σειρά από χριστουγεννιάτικα λαμπάκια είναι κατασκευασμένη με παράλληλη σύνδεση ή με σύνδεση σε σειρά.



3.8 Ηλεκτρικό ρεύμα και προφύλαξη

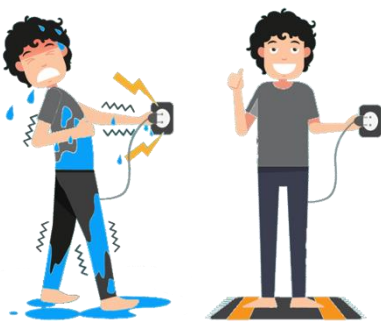
Όπως αναδείχθηκε στην εισαγωγή του κεφαλαίου αυτού, το ηλεκτρικό ρεύμα αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινής ζωής. Αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινής ζωής αποτελούν όμως και οι κίνδυνοι που προκύπτουν από την αξιοποίησή του. Για τον λόγο αυτό, πρέπει να είμαστε ιδιαίτερα προσεκτικοί και να τηρούμε όλους τους κανόνες ασφαλείας που αφορούν στο ηλεκτρικό ρεύμα.



▲ Εικόνα 3.22
Ηλεκτροπληξία.

Ο κυριότερος κίνδυνος που διατρέχει ο άνθρωπος από το ηλεκτρικό ρεύμα είναι η ηλεκτροπληξία, δηλαδή η διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος διαμέσου του ανθρώπινου σώματος (εικόνα 3.22). Η ηλεκτροπληξία μπορεί να προκαλέσει στον άνθρωπο εγκαύματα, επιπλοκές στη λειτουργία των μυών, της καρδιάς, του αναπνευστικού συστήματος και σε κάποιες περιπτώσεις να επιφέρει ακόμα και θάνατο.

Όταν μεταξύ δύο σημείων του σώματος εφαρμοστεί τάση, τότε δημιουργείται κλειστό κύκλωμα από το ένα σημείο στο άλλο και το σώμα διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα. Τάση εφαρμόζεται όταν για παράδειγμα ο άνθρωπος αγγίξει τους δύο πόλους μιας ηλεκτρικής πηγής ή όταν αγγίξει το ηλεκτροφόρο καλώδιο μιας συσκευής καθώς τα πόδια του βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος.



▲ Εικόνα 3.23
Όταν το δέρμα είναι βρεγμένο, από το σώμα διέρχεται ηλεκτρικό ρεύμα μεγάλης έντασης.

Η αντίσταση του ανθρώπινου σώματος εξαρτάται από πολλούς παράγοντες και κυμαίνεται μεταξύ 100 Ω όταν το δέρμα είναι βρεγμένο με αλατόνερο μέχρι 500000 Ω όταν το δέρμα είναι ξηρό. Σε περίπτωση ηλεκτροπληξίας, όταν το δέρμα είναι ξηρό, τότε από το σώμα διέρχεται ρεύμα μικρής έντασης, ενώ αν το δέρμα είναι βρεγμένο, από το σώμα διέρχεται ρεύμα μεγάλης έντασης (εικόνα 3.23). Οι συνέπειες της ηλεκτροπληξίας είναι σοβαρότερες όταν η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το ανθρώπινο σώμα είναι μεγαλύτερη. Κατά συνέπεια, όταν αγγίξουμε με βρεγμένα χέρια μια ηλεκτρική συσκευή που διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, ο κίνδυνος να έχουμε σοβαρές συνέπειες λόγω ηλεκτροπληξίας είναι ιδιαίτερα αυξημένος.

Στον πίνακα 3.4 παρουσιάζονται οι επιπτώσεις της διέλευσης ηλεκτρικού ρεύματος διαφόρων εντάσεων από το ανθρώπινο σώμα.

I (A)	Επίπτωση
0,001	Η διέλευση είναι αισθητή.
0,005	Η διέλευση είναι επώδυνη.
0,010	Πρόκληση μυϊκών συστολών (σπασμών).
0,015	Πρόκληση απώλειας μυϊκού ελέγχου.
0,070	Πρόκληση σοβαρής διαταραχής στη λειτουργία της καρδιάς.

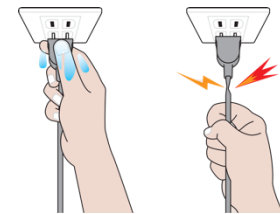
◀ Πίνακας 3.4

Επιπτώσεις της διέλευσης του ηλεκτρικού ρεύματος από το ανθρώπινο σώμα, για διάφορες τιμές της έντασης.

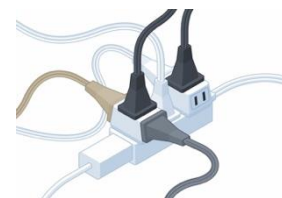
Αποφυγή ηλεκτροπληξίας

Για να αποφευχθεί ο κίνδυνος ηλεκτροπληξίας, θα πρέπει να τηρούνται μέτρα ασφαλείας, όπως:

1. Δεν αγγίζουμε ηλεκτρικές συσκευές, ρευματοδότες ή ρευματολήπτες με βρεγμένα χέρια (εικόνα 3.24).
2. Δεν χρησιμοποιούμε ηλεκτρικές συσκευές στο μπάνιο, εκτός αν είναι κατασκευασμένες για τον σκοπό αυτό.
3. Δεν θέτουμε σε λειτουργία ηλεκτρικές συσκευές που έχουν βραχεί, αν δεν ελεγχθούν πρώτα από ειδικό.
4. Δεν χρησιμοποιούμε ηλεκτρικές συσκευές όταν έχουν φθαρμένα καλώδια (εικόνα 3.24).
5. Δεν ανοίγουμε συσκευές που είναι συνδεδεμένες με τον ρευματοδότη για να δούμε ή να διορθώσουμε κάτι στο εσωτερικό τους.
6. Δεν αμελούμε να καλέσουμε τον ειδικό για να αποκαταστήσει βλάβη ή φθορά σε ηλεκτρική συσκευή ή σε ηλεκτρική εγκατάσταση.
7. Δεν συνδέουμε πολλές συσκευές σε έναν ρευματοδότη πολλαπλών υποδοχών (πολύπριζο).



▲ Εικόνα 3.24
Κίνδυνοι ηλεκτροπληξίας.



▲ Εικόνα 3.25
Πολλές συσκευές συνδεδεμένες σε ρευματοδότη πολλαπλών υποδοχών.

Σαρώνοντας τον κώδικα QR, θα παρακολουθήσετε τις περιπέτειες του Naro, στον χώρο εργασίας του. Στο βίντεο ο Naro και οι συνεργάτες του κινδυνεύουν από καταστάσεις που μπορεί να προκαλέσουν ηλεκτροπληξία.



📺 Ο Naro σε... κίνδυνο ηλεκτροπληξίας.



▲ Εικόνα 3.26
Απομακρύνουμε το θύμα από το σημείο επαφής του με το ηλεκτρικό ρεύμα χρησιμοποιώντας μονωτικό υλικό.

Πρώτες βοήθειες

Σε περίπτωση που χρειαστεί να διαχειριστούμε ένα περιστατικό ηλεκτροπληξίας και να προσφέρουμε βοήθεια στον πληγέντα, θα πρέπει να ακολουθήσουμε κατά σειρά τα ακόλουθα βήματα:

1. Κατεβάζουμε τον γενικό διακόπτη.
2. Σε περίπτωση που δεν μπορούμε να κατεβάσουμε τον γενικό διακόπτη, απομακρύνουμε το θύμα από το σημείο επαφής του με το ηλεκτρικό ρεύμα πατώντας με τα δύο μας πόδια σε μονωτικό υλικό (π.χ. ξηρό ξύλο) και σπρώχνοντας το θύμα με ένα σκουπόξυλο (ή άλλο αντίστοιχο ξύλινο αντικείμενο).
3. Καλούμε ασθενοφόρο ή βοήθεια για να διευθετηθεί η μεταφορά του θύματος στο νοσοκομείο.
4. Αν το θύμα δεν αναπνέει και δεν έχει σφυγμό, εφαρμόζουμε καρδιοπνευμονική αναζωογόνηση (ΚΑΡΠΑ).
5. Αν το θύμα διατηρεί τις αισθήσεις του, το βοηθούμε να ξαπλώσει ανάσκελα με ένα μαξιλάρι κάτω από τους αστραγάλους του. Αν φέρει εγκαύματα με διάμετρο μικρότερη των 5 cm, τα περιποιούμαστε τοποθετώντας σε αυτά κρύες κομπρέσες για πέντε λεπτά και στη συνέχεια σκεπάζοντάς τα με γάζα. Αν φέρει εγκαύματα με διάμετρο μεγαλύτερη των 5 cm, τότε τα σκεπάζουμε με γάζα χωρίς να τοποθετήσουμε σε αυτά κρύες κομπρέσες ή κάτι αντίστοιχο.

3.9 Ερωτήσεις - Ασκήσεις

- Να καταγράψετε τα υλικά που θα χρειαστείτε για να ανάψετε έναν λαμπτήρα.
 - Να σχεδιάσετε ένα απλό κύκλωμα, με το οποίο να ελέγχεται η λειτουργία του λαμπτήρα και ο λαμπτήρας να φωτοβολεί.
 - Να σχεδιάσετε, στο κύκλωμα του ερωτήματος β, την κατεύθυνση του ηλεκτρικού ρεύματος διαμέσου του λαμπτήρα.
- Να αντιστοιχίσετε κάθε μία από τις περιγραφές της στήλης Α με το κατάλληλο στοιχείο στήλης Β.

Στήλη Α	Στήλη Β
Η προσανατολισμένη κίνηση ηλεκτρικού φορτίου.	Τάση
Ο ρυθμός διέλευσης του ηλεκτρικού φορτίου από τη διατομή ενός αγωγού.	Ηλεκτρικό ρεύμα
Το πηλίκο της τάσης στα άκρα ενός αγωγού διά την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που τον διαρρέει.	Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος
Το ποσό της ενέργειας που προσφέρεται από την πηγή και μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια μέσα στο κύκλωμα, όταν συνολικό φορτίο 1 C κινηθεί, μέσα στο κύκλωμα, από τον ένα πόλο της πηγής στον άλλο.	Αντίσταση

- Να συμπληρώσετε τα κενά των προτάσεων που ακολουθούν επιλέγοντας από τις ακόλουθες λέξεις:
αντίσταση, ένταση, τάση, παράλληλα, σε σειρά, ρεύμα, λαμπτήρα, ελεύθερα, ηλεκτρικό, προσανατολισμένα, τυχαία, μικρότερη, μεγαλύτερη, βολτόμετρο, αμπερόμετρο, ηλεκτρόνια.

Όταν υπάρχει _____ στα άκρα ενός _____, τότε αυτός διαρρέεται από _____, δηλαδή τα _____ κινούνται _____.

Όσο _____ είναι η _____ (R) του λαμπτήρα, τόσο μεγαλύτερη είναι η _____ (I) του ηλεκτρικού ρεύματος που τον διαρρέει.

Η τάση στα άκρα του λαμπτήρα μπορεί να μετρηθεί με το _____, το οποίο θα πρέπει να συνδεθεί _____, στα άκρα του λαμπτήρα.

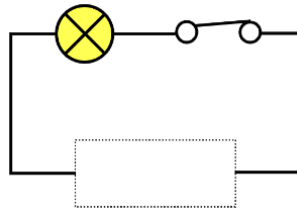
Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον λαμπτήρα μπορεί να μετρηθεί με το _____, το οποίο θα πρέπει να συνδεθεί _____ με τον λαμπτήρα.

4. Ένας αγωγός με αντίσταση $R = 200 \Omega$ διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης $I = 0,4 \text{ A}$.

α. Να υπολογίσετε το χρονικό διάστημα που χρειάζεται για να διέλθει από τη διατομή του αγωγού ηλεκτρικό φορτίο $\Delta q = 0,25 \text{ C}$.

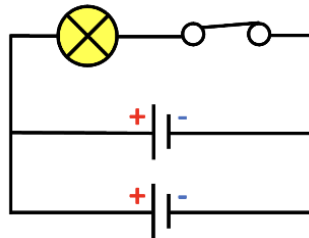
β. Να υπολογίσετε την τάση που εφαρμόζεται στα άκρα του αγωγού.

5. Το κύκλωμα του σχήματος που ακολουθεί λειτουργεί κανονικά όταν συνδεθεί με πηγή τάσης $V_{\pi} = 9 \text{ V}$.

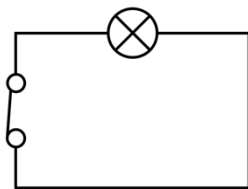


Να σχεδιάσετε στο ορθογώνιο πλαίσιο τον τρόπο με τον οποίο θα πρέπει να συνδεθούν τρεις μπαταρίες τάσης $V = 3 \text{ V}$, ώστε το κύκλωμα να λειτουργεί κανονικά.

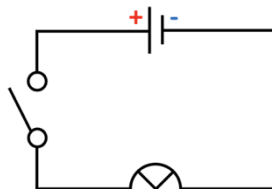
6. Να ονομάσετε τον τρόπο με τον οποίο είναι συνδεδεμένες οι μπαταρίες του σχήματος που ακολουθεί και να αναφέρετε το πλεονέκτημα του συγκεκριμένου τρόπου σύνδεσης.



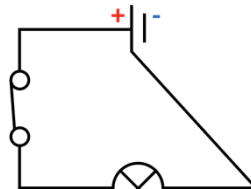
7. Ο λαμπτήρας, στα ηλεκτρικά κυκλώματα Α – ΣΤ που ακολουθούν, δεν διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα με αποτέλεσμα να μην φωτοβολεί. Να προσδιορίσετε, για κάθε ένα από τα κυκλώματα, την αιτία για την οποία ο λαμπτήρας δεν διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα.



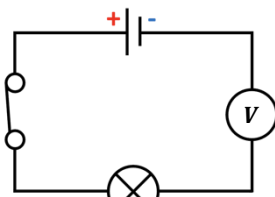
A



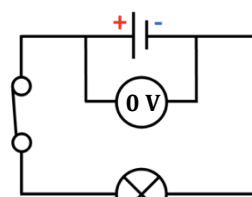
B



Γ

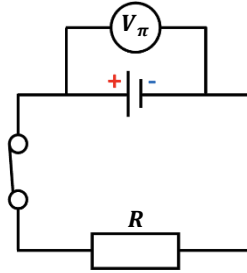


Δ



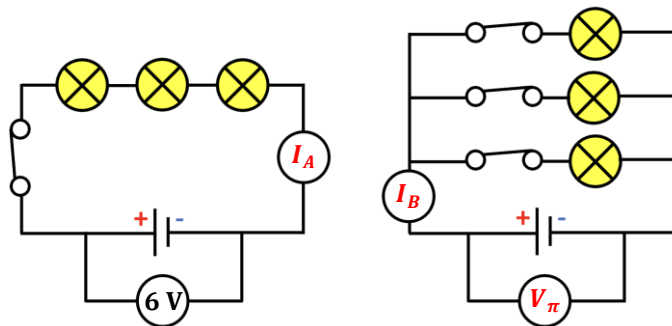
E

8. Στο κύκλωμα του σχήματος που ακολουθεί, πηγή τάσης $V_{\pi} = 20 \text{ V}$ εφαρμόζεται στα άκρα αντιστάτη με αντίσταση $R = 500 \Omega$.



- α. Να υπολογίσετε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη.
- β. Να υπολογίσετε το ηλεκτρικό φορτίο που διαρρέει τον αντιστάτη σε χρονικό διάστημα $\Delta t = 2 \text{ min}$.

9. Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνονται δύο ηλεκτρικά κυκλώματα A και B. Όλοι οι λαμπτήρες είναι όμοιοι και φωτοβολούν κανονικά. Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον κάθε λαμπτήρα ώστε να λειτουργεί κανονικά είναι $I = 0,5 \text{ A}$.

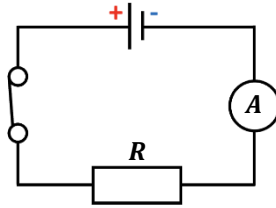


Κύκλωμα A

Κύκλωμα B

- α. Να γράψετε πως ονομάζεται ο τρόπος σύνδεσης των λαμπτήρων στο κάθε κύκλωμα.
- β. Να γράψετε τα πλεονεκτήματα που έχει ο τρόπος σύνδεσης στο κύκλωμα B σε σχέση με τον τρόπο σύνδεσης στο κύκλωμα A.
- γ. Να προσδιορίσετε την τάση στα άκρα του κάθε λαμπτήρα στο κύκλωμα A.
- δ. Να προσδιορίσετε την ένδειξη του αμπερομέτρου (I_A) στο κύκλωμα A.
- ε. Να προσδιορίσετε την ένδειξη του αμπερομέτρου (I_B) στο κύκλωμα B.
- στ. Να προσδιορίσετε την τάση της πηγής (V_{π}) στο κύκλωμα B.

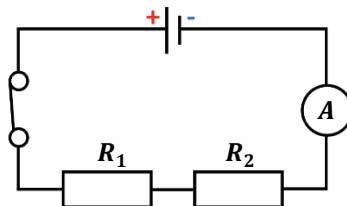
10. Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνεται ένα ηλεκτρικό κύκλωμα το οποίο περιλαμβάνει πηγή, κλειστό διακόπτη, ωμικό αντιστάτη, αμπερόμετρο και καλώδια.



Να εξηγήσετε πως θα μεταβληθεί η ένδειξη του αμπερομέτρου σε κάθε μία από τις ακόλουθες περιπτώσεις, ξεχωριστά.

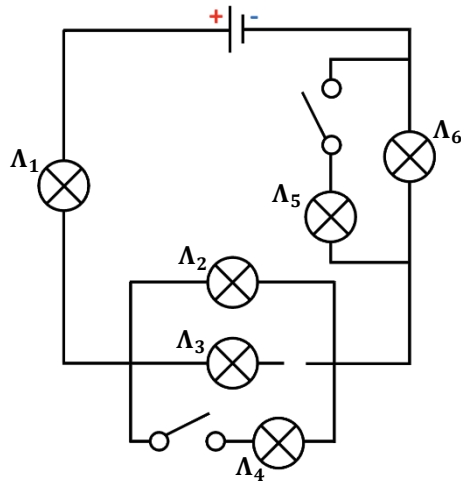
- α. Όταν η πηγή αντικατασταθεί με μια άλλη, με διπλάσια τάση.
- β. Όταν ο αντιστάτης αντικατασταθεί από άλλον, με τριπλάσια αντίσταση.
- γ. Όταν ο διακόπτης ανοίξει.
- δ. Όταν η πηγή συνδεθεί παράλληλα με άλλη μια όμοια πηγή.
- ε. Όταν η πηγή συνδεθεί σε σειρά, με την ίδια πολικότητα, με άλλη μια όμοια πηγή.

11. Το κύκλωμα του σχήματος που ακολουθεί, περιλαμβάνει πηγή τάσης $V_{\pi} = 24 \text{ V}$, ένα αμπερόμετρο και δύο ωμικούς αντιστάτες με διαφορετική αντίσταση, $R_1 = 30 \Omega$ και R_2 , συνδεδεμένους σε σειρά. Η ένδειξη του αμπερομέτρου είναι $I = 0,5 \text{ A}$.

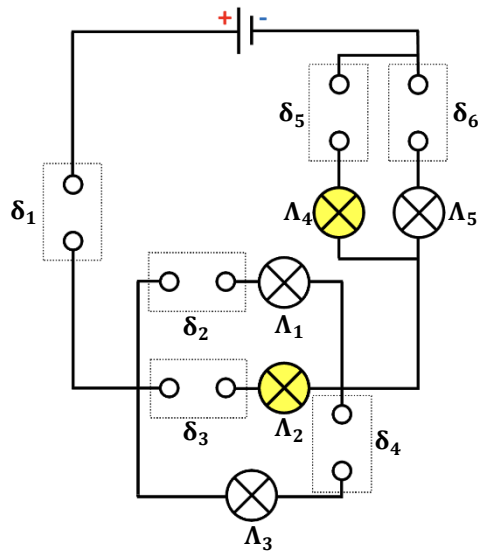


- α. Να προσδιορίσετε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον κάθε αντιστάτη.
- β. Να υπολογίσετε την τάση στα άκρα του κάθε αντιστάτη.
- γ. Να υπολογίσετε την αντίσταση του αντιστάτη R_2 .

12. Να προσδιορίσετε τους λαμπτήρες που φωτοβολούν στο κύκλωμα που απεικονίζεται πιο κάτω.



13. Το κύκλωμα του σχήματος που ακολουθεί, περιλαμβάνει 5 λαμπτήρες και 6 διακόπτες. Να σχεδιάσετε τον κάθε διακόπτη στην κατάλληλη θέση ώστε να ανάβουν μόνο οι λαμπτήρες L_2 και L_4 .



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ



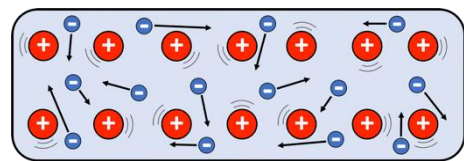
ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

Δραστηριότητα 3.1: «Των φορτίων η πορεία, της ζωής η ευκολία»

Στόχος της δραστηριότητας αυτής είναι να απαντήσετε στο ερώτημα «τι είναι το ηλεκτρικό ρεύμα» και να διερευνήσετε μέσα από ποια υλικά μπορεί να διέλθει.

Όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 2, τα υλικά διακρίνονται σε κατηγορίες ανάλογα με τη δυνατότητα που έχουν οι φορείς του ηλεκτρικού φορτίου να κινούνται στη μάζα τους.

Υλικά μέσα στα οποία οι φορείς του ηλεκτρικού φορτίου κινούνται ελεύθερα ονομάζονται **αγωγοί**. Τέτοια υλικά είναι τα μέταλλα, στα οποία οι φορείς του ηλεκτρικού φορτίου είναι τα ελεύθερα ηλεκτρόνια, δηλαδή ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας των ατόμων τα οποία δεν είναι ισχυρά συνδεδεμένα με τους πυρήνες και μπορούν να κινούνται τυχαία, από άτομο σε άτομο, σε όλη τη μάζα του μεταλλικού σώματος (εικόνα 3.27).



▲ Εικόνα 3.27
Τα ελεύθερα ηλεκτρόνια κινούνται τυχαία σε όλη τη μάζα του μετάλλου.

Υλικά στα οποία οι φορείς του ηλεκτρικού φορτίου δεν μπορούν να κινηθούν ελεύθερα ονομάζονται **μονωτές**. Τέτοια υλικά είναι το γυαλί, το ξύλο, το χαρτί και το πλαστικό.

Δραστηριότητα 3.1α: Μια μέρα χωρίς ηλεκτρικό ρεύμα

Να συζητήσετε στην ομάδα σας και να καταγράψετε τις τρεις κυριότερες δυσκολίες που θα είχατε να αντιμετωπίσετε κατά τη διάρκεια μιας μέρας στην οποία δεν θα υπήρχε παροχή ηλεκτρικού ρεύματος.

Το ηλεκτρικό ρεύμα είναι απαραίτητο στην καθημερινή μας ζωή, αφού κάποιες από τις **μετατροπές ενέργειας** που πραγματοποιούνται με τη βοήθειά του, προκειμένου να εξυπηρετηθούν καθημερινές μας ανάγκες, είναι αδύνατο ή πολύ δύσκολο να πραγματοποιηθούν με άλλο τρόπο.

Δραστηριότητα 3.1β: Τι είναι το ηλεκτρικό ρεύμα;

Να συζητήσετε στην ομάδα σας και να καταγράψετε τις απόψεις σας ώστε να απαντήσετε στο ερώτημα «τι είναι το ηλεκτρικό ρεύμα;».



▲ Προσομοίωση «Ένταση και Φορά του Ηλεκτρικού Ρεύματος».

Δραστηριότητα 3.1γ: Ελεύθερα ηλεκτρόνια

Να σαρώσετε τον κώδικα QR για να χρησιμοποιήσετε την προσομοίωση «Ένταση και Φορά του Ηλεκτρικού Ρεύματος». Στην προσομοίωση φαίνεται το εσωτερικό ενός καλωδίου κάποιου ηλεκτρικού κυκλώματος.

Στις επιλογές που εμφανίζονται στην οθόνη σας να θέσετε « $I = 0 \text{ A}$ », ώστε **το καλώδιο να μην διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα**. Επίσης, να ενεργοποιήσετε την επιλογή «Αρνητικά Φορτία», ώστε να μπορέσετε να παρακολουθήσετε την κίνηση των ελεύθερων ηλεκτρονίων του καλωδίου.

α. Να περιγράψετε την κίνηση που εκτελούν τα ελεύθερα ηλεκτρόνια του καλωδίου όταν το καλώδιο δεν διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα.

β. Να θέσετε « $I = 4 \text{ A}$ » ώστε το καλώδιο να διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα. Να γράψετε τις παρατηρήσεις σας αναφορικά με την κίνηση που εκτελούν τα ελεύθερα ηλεκτρόνια του καλωδίου, όταν αυτό διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα.

Ηλεκτρικό ρεύμα ονομάζεται η προσανατολισμένη κίνηση ηλεκτρικού φορτίου.

Σε ένα καλώδιο, οι φορείς του ηλεκτρικού ρεύματος, δηλαδή τα φορτία που κινούνται προσανατολισμένα, είναι τα **ελεύθερα ηλεκτρόνια**.

Δραστηριότητα 3.1δ:

Πάνω στο θρανίο σας υπάρχει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα με ανοικτό διακόπτη, όπως φαίνεται στην εικόνα 3.28. Να συμπληρώσετε τις προτάσεις που ακολουθούν.

Όταν ο διακόπτης είναι ανοικτός, όπως φαίνεται στην εικόνα 3.28, τα ελεύθερα ηλεκτρόνια του καλωδίου κινούνται _____ (προσανατολισμένα / προς τυχαίες κατευθύνσεις). Παρά το γεγονός ότι η κίνησή τους αυτή γίνεται με πολύ μεγάλη ταχύτητα, το κύκλωμα _____ (διαρρέεται / δεν διαρρέεται) από ηλεκτρικό ρεύμα και ο λαμπτήρας _____ (ανάβει / δεν ανάβει).

Να κλείσετε τον διακόπτη του κυκλώματος, όπως φαίνεται στην εικόνα 3.29 και να συμπληρώσετε τα κενά στις προτάσεις που ακολουθούν.

Όταν ο διακόπτης είναι κλειστός, τα ελεύθερα ηλεκτρόνια του καλωδίου κινούνται _____ (προσανατολισμένα / προς τυχαίες κατευθύνσεις). Η κίνησή τους αυτή γίνεται με πολύ μικρή ταχύτητα. Αποτέλεσμα της κίνησης αυτής είναι να παρατηρούνται στο κύκλωμα οι ακόλουθες μετατροπές ενέργειας:

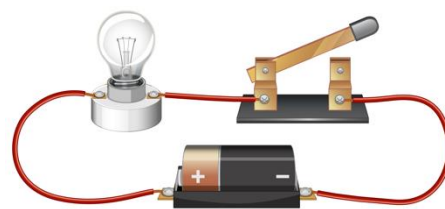
α. η _____ (χημική / ηλεκτρική) ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στην μπαταρία μετατρέπεται σε _____ (χημική / ηλεκτρική) στο κύκλωμα, και ταυτόχρονα

β. η _____ (χημική / ηλεκτρική) ενέργεια μετατρέπεται σε _____ (φωτεινή / ηλεκτρική) στον λαμπτήρα.

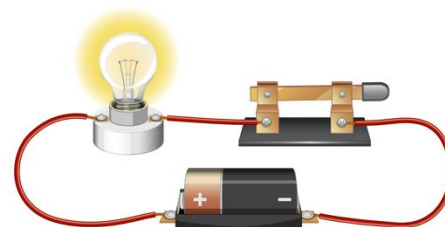
Δραστηριότητα 3.1ε:

Εκτός από το ηλεκτρικό κύκλωμα, πάνω στο θρανίο σας υπάρχουν επίσης τα ακόλουθα υλικά: χαρτί, χαλκός, γραφίτης, πλαστικό (εικόνα 3.30).

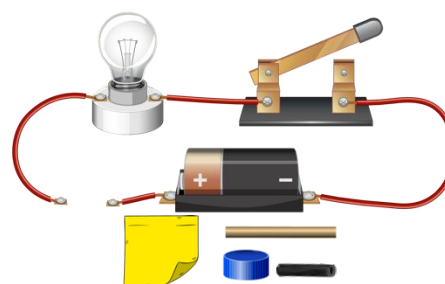
Στη δραστηριότητα αυτή θα πρέπει να εργαστείτε με βάση την επιστημονική μέθοδο, ώστε, αξιοποιώντας το ηλεκτρικό κύκλωμα που έχετε στη διάθεσή σας, να χαρακτηρίσετε το κάθε ένα από τα υλικά αυτά ως αγωγό ή μονωτή.



▲ Εικόνα 3.28
Ηλεκτρικό κύκλωμα με ανοικτό διακόπτη.



▲ Εικόνα 3.29
Ηλεκτρικό κύκλωμα με κλειστό διακόπτη.



▲ Εικόνα 3.30
Ηλεκτρικό κύκλωμα, χαρτί, χαλκός, γραφίτης και πλαστικό.

Ανασκόπηση της δραστηριότητας 3.1

Να συμπληρώσετε τα κενά στις προτάσεις που ακολουθούν επιλέγοντας σε κάθε περίπτωση την κατάλληλη από τις ακόλουθες λέξεις:

ξύλο, τυχαία, προσανατολισμένα, ελεύθερα, ηλεκτρικό, μεγάλη, μικρή, ηλεκτρόνια, αγωγοί, μονωτές, μέταλλα, πλαστικό, ρεύμα.

Όταν ένα ηλεκτρικό κύκλωμα δεν λειτουργεί, τότε τα _____ των καλωδίων εκτελούν _____ κίνηση προς όλες τις κατευθύνσεις, με πολύ _____ ταχύτητα.

Όταν το ηλεκτρικό κύκλωμα λειτουργεί, τότε τα _____ των καλωδίων διατηρώντας την τυχαία τους κίνηση, κινούνται _____ με πολύ _____ ταχύτητα.

Υλικά μέσα από τα οποία διέρχεται το ηλεκτρικό ρεύμα ονομάζονται _____.
Τέτοια υλικά είναι τα _____.

Υλικά μέσα από τα οποία δεν διέρχεται το ηλεκτρικό ρεύμα ονομάζονται _____.
Τέτοια υλικά είναι το _____ και το _____.

_____ ονομάζεται η προσανατολισμένη κίνηση ηλεκτρικού φορτίου.

Δραστηριότητα 3.2: «Τα μονοπάτια του ηλεκτρικού ρεύματος»

Στόχος της δραστηριότητας αυτής είναι να γνωρίσετε τα στοιχεία ενός ηλεκτρικού κυκλώματος καθώς και τον ρόλο του καθενός από αυτά.

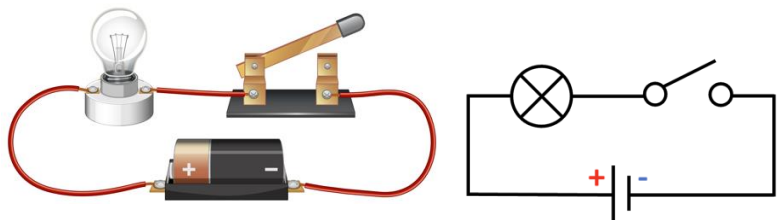
Δραστηριότητα 3.2α: Διακόπτης

Πάνω στο θρανίο σας υπάρχουν τα ακόλουθα υλικά: μία μπαταρία, ένας διακόπτης, ένας λαμπτήρας και καλώδια. Να χρησιμοποιήσετε τα υλικά αυτά για να συναρμολογήσετε το ηλεκτρικό κύκλωμα που φαίνεται στην εικόνα 3.31. Στην εικόνα φαίνεται επίσης το συμβολικό διάγραμμα του συγκεκριμένου κυκλώματος. (Τα σύμβολα μερικών ηλεκτρικών στοιχείων που χρησιμοποιούνται συνήθως στον σχεδιασμό ενός απλού ηλεκτρικού κυκλώματος φαίνονται στον πίνακα 3.4.)

Σύμβολα Στοιχείων Ηλεκτρικού Κυκλώματος	
Μπαταρία	
Αγωγός	
Διακόπτης (ανοικτός)	
Διακόπτης (κλειστός)	
Λαμπτήρας	
Αντιστάτης	

▲ Πίνακας 3.4
Σύμβολα στοιχείων ηλεκτρικού κυκλώματος.

Ο διακόπτης θα πρέπει να παραμείνει ανοικτός κατά τη διάρκεια της συναρμολόγησης και να κλείσει μετά τη σχετική οδηγία από την/τον εκπαιδευτικό σας.



▲ Εικόνα 3.31
Ηλεκτρικό κύκλωμα με καλώδια, ανοικτό διακόπτη, λαμπτήρα και μπαταρία.

α. Αφού λάβετε τη σχετική οδηγία από την/τον εκπαιδευτικό σας, να κλείσετε τον διακόπτη και να καταγράψετε την αλλαγή που παρατηρείτε στο κύκλωμα.

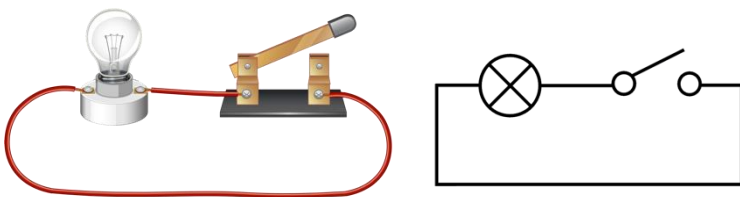
β. Να ανοίξετε και να κλείσετε τον διακόπτη άλλες δύο φορές.

Να γράψετε ποιος είναι ο ρόλος του διακόπτη σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα.

γ. Να εξηγήσετε ποια δυσκολία θα συναντούσατε, εάν ο ηλεκτρολόγος μηχανικός παρέλειπε τον διακόπτη στο κύκλωμα φωτισμού του δωματίου σας.

Δραστηριότητα 3.2β: Η ηλεκτρική πηγή και το ηλεκτρικό κύκλωμα

Αφού ανοίξετε τον διακόπτη του κυκλώματος της δραστηριότητας 3.2α, να αποσυνδέσετε από το κύκλωμα την μπαταρία και να συνδέσετε μεταξύ τους τα καλώδια που ήταν συνδεδεμένα στην μπαταρία, όπως φαίνεται στην εικόνα 3.32.



▲ Εικόνα 3.32

Ηλεκτρικό κύκλωμα χωρίς μπαταρία.

α. Αφού λάβετε τη σχετική οδηγία από την/τον εκπαιδευτικό σας, να κλείσετε τον διακόπτη και να καταγράψετε την παρατήρησή σας.

β. Να συζητήσετε στην ομάδα σας και να γράψετε την άποψή σας για τον ρόλο της μπαταρίας στο κύκλωμα.

Για να λειτουργήσει ένα κύκλωμα, πρέπει να περιλαμβάνεται σε αυτό τουλάχιστον μία ηλεκτρική πηγή. Στην περίπτωση του κυκλώματος που συναρμολογήσατε, ηλεκτρική πηγή είναι η μπαταρία.

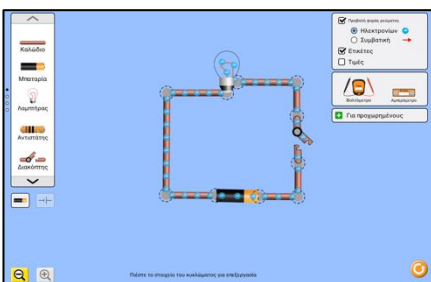
Κάθε ηλεκτρική πηγή αποτελείται από δύο περιοχές οι οποίες ονομάζονται πόλοι. Η μια περιοχή έχει πλεόνασμα ηλεκτρονίων και ονομάζεται αρνητικός πόλος (-), ενώ η άλλη περιοχή έχει έλλειμα ηλεκτρονίων και ονομάζεται θετικός πόλος (+).



▲ Προσομοίωση «Εργαλειοθήκη κατασκευής κυκλωμάτων: Συνεχές ρεύμα - Εικονικό εργαστήριο».

γ. Να σαρώσετε τον κώδικα QR για να χρησιμοποιήσετε την προσομοίωση «Εργαλειοθήκη κατασκευής κυκλωμάτων: Συνεχές ρεύμα - Εικονικό εργαστήριο». Από τις επιλογές που εμφανίζονται, να επιλέξετε «Προβολή φοράς ρεύματος - Ηλεκτρονίων» και «Ετικέτες».

Να κατασκευάσετε το κύκλωμα που φαίνεται στην εικόνα 3.33.



▲ Εικόνα 3.33 «Εργαλειοθήκη κατασκευής κυκλωμάτων: Συνεχές ρεύμα - Εικονικό εργαστήριο»

ι. Να κλείσετε τον διακόπτη και να καταγράψετε τη φορά κίνησης των ελεύθερων ηλεκτρονίων.

ii. Να ανοίξετε τον διακόπτη και στη συνέχεια να πατήσετε πάνω στην μπαταρία. Να αντιστρέψετε τους πόλους της μπαταρίας κάνοντας κλικ στο κατάλληλο κουμπί. Να κλείσετε και πάλι τον διακόπτη. 🤖

Να καταγράψετε εκ νέου τη φορά κίνησης των ελεύθερων ηλεκτρονίων.

iii. Να διατυπώσετε το συμπέρασμά σας αναφορικά με την κατεύθυνση κίνησης των **ελεύθερων ηλεκτρονίων** σε ένα κύκλωμα.

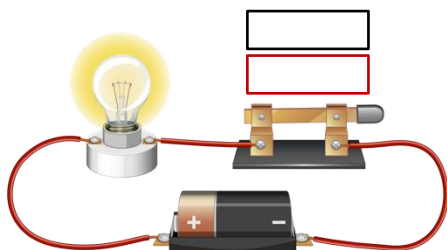
iv. Από τις επιλογές που εμφανίζονται, να επιλέξετε «Προβολή φοράς ρεύματος - Συμβατική». Να καταγράψετε την παρατήρησή σας αναφορικά με τη φορά του **ηλεκτρικού ρεύματος** (στην προσομοίωση αναφέρεται ως συμβατική).

v. Να συμπληρώσετε τις προτάσεις που ακολουθούν επιλέγοντας την κατάλληλη λέξη από την παρένθεση.

Σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα, η πηγή _____ (προσφέρει / αφαιρεί) ενέργεια η οποία θα μετατραπεί σε _____ (χημική / ηλεκτρική) στο κύκλωμα, δηλαδή σε _____ (κινητική / φωτεινή) ενέργεια των ελεύθερων ηλεκτρονίων.

Παρά το γεγονός ότι η προσανατολισμένη κίνηση των ελεύθερων ηλεκτρονίων στο καλώδιο έχει φορά από τον _____ (θετικό / αρνητικό) προς τον _____ (θετικό / αρνητικό) πόλο της πηγής, εντούτοις, για ιστορικούς λόγους, θεωρείται ότι το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα καλώδιο έχει φορά από τον _____ (θετικό / αρνητικό) προς τον _____ (θετικό / αρνητικό) πόλο της πηγής.



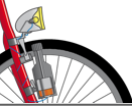

vi. Στο κύκλωμα της εικόνας 3.34 να σχεδιάσετε ένα βελάκι στο κόκκινο κουτάκι που να δείχνει τη φορά κίνησης των ελεύθερων ηλεκτρονίων και ένα βελάκι στο μαύρο κουτάκι που να δείχνει τη φορά του ηλεκτρικού ρεύματος.



Μαύρο κουτάκι: Φορά του ηλεκτρικού ρεύματος.
 Κόκκινο κουτάκι: Φορά κίνησης των ελεύθερων ηλεκτρονίων.

◀ Εικόνα 3.34
 Η φορά κίνησης των ελεύθερων ηλεκτρονίων και η φορά του ηλεκτρικού ρεύματος.

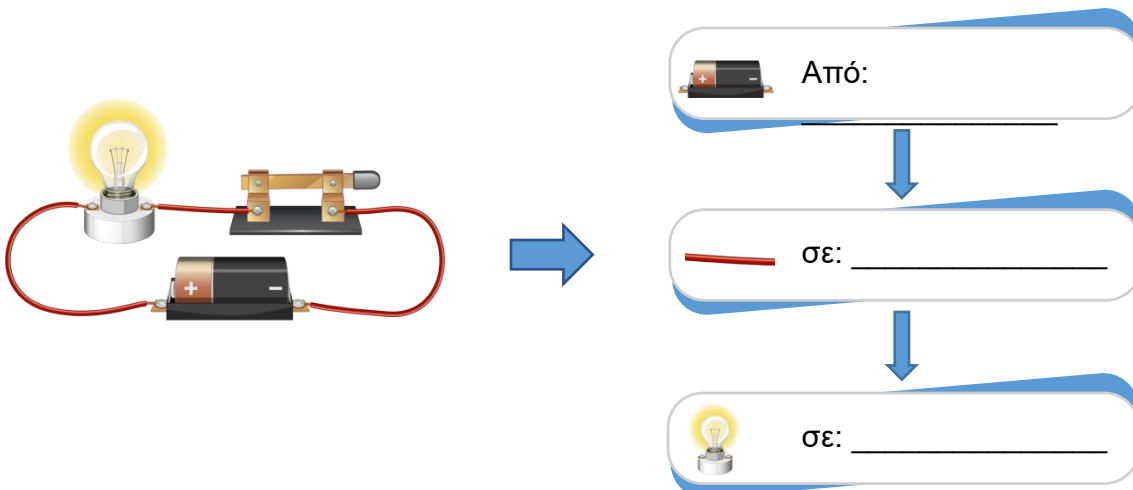
vii. Στη στήλη Α του πίνακα που ακολουθεί φαίνονται κάποια ηλεκτρικά στοιχεία τα οποία μπορούν να αποτελέσουν την πηγή ενός ηλεκτρικού κυκλώματος, ενώ στη στήλη Β αναγράφεται το όνομα του κάθε ηλεκτρικού στοιχείου. Να γράψετε στη στήλη Γ την αντίστοιχη μορφή ενέργειας την οποία μετατρέπει σε ηλεκτρική το κάθε ηλεκτρικό στοιχείο.

Στήλη Α Εικόνα	Στήλη Β Διάταξη	Στήλη Γ Μετατρέπει την ενέργεια σε ηλεκτρική.
	Φωτοκύτταρο	
	Ανεμογεννήτρια	
	Δύναμος ποδηλάτου	
	Ηλεκτρογεννήτρια	

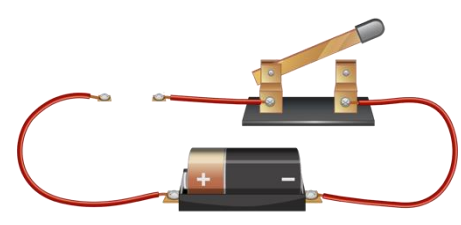
Δραστηριότητα 3.2γ: Ηλεκτρικά στοιχεία που μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια σε άλλη μορφή.

Σε κάθε ηλεκτρικό κύκλωμα υπάρχουν ηλεκτρικά στοιχεία τα οποία μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια σε άλλη μορφή.




α. Να συμπληρώσετε το διάγραμμα που ακολουθεί, το οποίο αφορά στις μετατροπές ενέργειας που παρατηρούνται στο ηλεκτρικό κύκλωμα που συναρμολογήσατε στη δραστηριότητα 3.2α.



β. Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται κάποια ηλεκτρικά στοιχεία που μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια σε άλλη μορφή. Να αφαιρέσετε τον λαμπτήρα του ηλεκτρικού κυκλώματος όπως φαίνεται στην εικόνα 3.35 και στη θέση του να συνδέσετε διαδοχικά κάθε ένα από τα ηλεκτρικά στοιχεία του πίνακα. Να σημειώσετε στη στήλη Γ τη μορφή ενέργειας στην οποία μετατρέπεται η ηλεκτρική ενέργεια στο κάθε ηλεκτρικό στοιχείο.



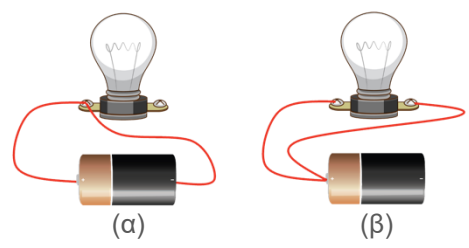
▲ Εικόνα 3.35
Ηλεκτρικό κύκλωμα από το οποίο έχει αφαιρεθεί ο λαμπτήρας.

Στήλη Α Διάταξη	Στήλη Β Εικόνα	Στήλη Γ Η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε _____
Αντιστάτης		_____
Βομβητής		_____
Ηλεκτρικός κινητήρας		_____

γ. Να εντοπίσετε για κάθε ένα από τα κυκλώματα της εικόνας 3.36 τον λόγο για τον οποίο δεν ανάβει ο λαμπτήρας.

Εικόνα 3.36 (α):

Εικόνα 3.36 (β):



▲ Εικόνα 3.36
Ηλεκτρικά κυκλώματα στα οποία ο λαμπτήρας δεν ανάβει.

Ανασκόπηση της δραστηριότητας 3.2

Να συμπληρώσετε τις προτάσεις που ακολουθούν επιλέγοντας την κατάλληλη λέξη από την παρένθεση.

Σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα παρατηρούνται μετατροπές _____ (μονάδων / ενέργειας). Η ηλεκτρική πηγή _____ (προσφέρει / αφαιρεί) ενέργεια η οποία μετατρέπεται σε _____ (χημική / ηλεκτρική) στο κύκλωμα, δηλαδή σε _____ (κινητική / φωτεινή) ενέργεια των ελεύθερων ηλεκτρονίων.

Η πηγή αποτελείται από δύο περιοχές, τον _____ (βόρειο / θετικό) πόλο, στον οποίο υπάρχει έλλειμα _____ (ηλεκτρονίων / πρωτονίων) και τον _____ (νότιο / αρνητικό) πόλο, στον οποίο υπάρχει πλεόνασμα _____ (ηλεκτρονίων / πρωτονίων).

Λόγω της διαφοράς φορτίου που υπάρχει στους δύο πόλους της πηγής, ασκείται δύναμη στα ελεύθερα ηλεκτρόνια των _____ (αγωγών / μονωτών), τα οποία κινούνται _____ (τυχαία / προσανατολισμένα) στο καλώδιο, με κατεύθυνση από τον _____ (θετικό / αρνητικό) προς τον _____ (θετικό / αρνητικό) πόλο της πηγής.

Η _____ (τυχαία / προσανατολισμένη) κίνηση του ηλεκτρικού φορτίου ονομάζεται ηλεκτρικό _____ (κύμα / ρεύμα). Για ιστορικούς λόγους, θεωρείται ότι το ηλεκτρικό _____ (κύμα / ρεύμα) σε ένα καλώδιο έχει φορά από τον _____ (αρνητικό / θετικό) προς τον _____ (αρνητικό / θετικό) πόλο της πηγής.

Στην πορεία των ελεύθερων ηλεκτρονίων από τον έναν πόλο της πηγής στον άλλο, παρεμβάλλονται ηλεκτρικά στοιχεία όπως _____, _____, _____ (φωτοκύτταρα / διακόπτες / λαμπτήρες / βομβητές / αντιστάτες), για να μετατρέπεται η _____ (χημική / ηλεκτρική) ενέργεια σε άλλη μορφή.

Ο έλεγχος της λειτουργίας του κυκλώματος γίνεται με τον _____ (διακόπτη / αγωγό), ο οποίος όταν είναι _____ (ανοικτός / κλειστός) το κύκλωμα διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, ενώ όταν είναι _____ (ανοικτός / κλειστός), το κύκλωμα δεν διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα.

Δραστηριότητα 3.3: «Το ρεύμα το πολύ θα την λειώσει σαν κερί...»

Στόχος της δραστηριότητας αυτής είναι να μελετήσετε το φυσικό μέγεθος της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος και να εξοικειωθείτε με τη χρήση του αμπερομέτρου. Επίσης, μέσα από τη δραστηριότητα αυτή, θα αναδειχθεί η ανάγκη προστασίας του ηλεκτρικού κυκλώματος με κατάλληλα ηλεκτρικά στοιχεία.

Δραστηριότητα 3.3α: Η παγομηχανή

«Ο Θησέας και η Ιόλη, καθώς έπαιζαν στον κατασκηνωτικό χώρο, ανακάλυψαν μια παγομηχανή. Τα δύο παιδιά αποφάσισαν να θέσουν την παγομηχανή σε λειτουργία, ώστε να παρασκευάσουν παγάκια για να διατηρούν δροσερά τα αναψυκτικά τους. Για κακή τους τύχη η παγομηχανή δεν λειτουργούσε, γιατί τα ποντίκια είχαν καταστρέψει το χοντρό της καλώδιο. Σκέφτηκαν λοιπόν, να πουν στον κ. Πολυχρόνη, που ήταν ο υπεύθυνος του κατασκηνωτικού χώρου, να αλλάξει το χαλασμένο καλώδιο και στη θέση του να βάλει το καλώδιο του φορτιστή του κινητού τους τηλεφώνου. Ο κ. Πολυχρόνης, αφού άκουσε την ιδέα των παιδιών, χαμογέλασε και τους είπε ότι το καλώδιο του φορτιστή δεν θα άντεχε και θα έλιωνε πιο γρήγορα ακόμα και από ένα παγάκι σε αναμμένο φούρνο. Τους εξήγησε ότι κάθε συσκευή χρειάζεται διαφορετική ποσότητα ηλεκτρικού ρεύματος για να λειτουργήσει και ότι το ηλεκτρικό ρεύμα που χρειάζεται η παγομηχανή για να λειτουργήσει είναι πολύ περισσότερο από αυτό που χρειάζεται το κινητό τηλέφωνο για να φορτιστεί. Γι' αυτό το καλώδιο που χρειάζεται η παγομηχανή είναι πιο χοντρό.»



▲ Εικόνα 3.37
Η παγομηχανή.

Μέσα από το κείμενο που διαβάσατε, προκύπτει η ανάγκη ορισμού ενός νέου φυσικού μεγέθους. Να συζητήσετε στην ομάδα σας και να γράψετε τι πρέπει να περιγράψει με σαφήνεια το φυσικό μέγεθος αυτό.

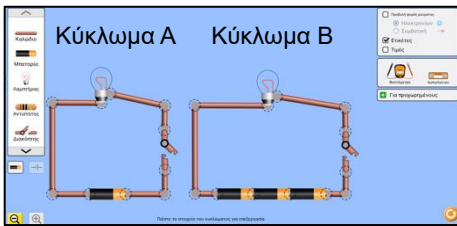


▲ Προσομοίωση «Εργαλειοθήκη κατασκευής κυκλωμάτων: Συνεχές ρεύμα - Εικονικό εργαστήριο».

Δραστηριότητα 3.3β: Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος

Να σαρώσετε τον κώδικα QR για να χρησιμοποιήσετε την προσομοίωση «Εργαλειοθήκη κατασκευής κυκλωμάτων: Συνεχές ρεύμα - Εικονικό εργαστήριο». Από τις επιλογές που εμφανίζονται, να επιλέξετε μόνο «Ετικέτες».

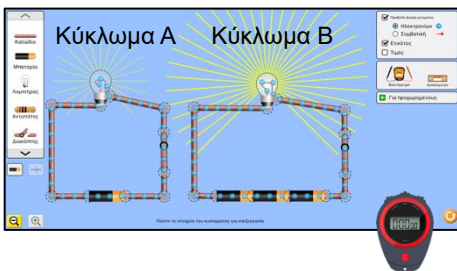
Να κατασκευάσετε δύο κυκλώματα τα οποία να περιλαμβάνουν μπαταρία, διακόπτη και λαμπτήρα. Στα άκρα του κυκλώματος A να τοποθετήσετε μόνο μία μπαταρία, ενώ στα άκρα του κυκλώματος B να τοποθετήσετε τρεις μπαταρίες, όπως φαίνεται στην εικόνα 3.38.



▲ Εικόνα 3.38 «Εργαλειοθήκη κατασκευής κυκλωμάτων: Συνεχές ρεύμα - Εικονικό εργαστήριο»

α. Να κλείσετε τους δύο διακόπτες και να συγκρίνετε τη φωτοβολία των δύο λαμπτήρων.

β. Από τις επιλογές που εμφανίζονται, να επιλέξετε «Προβολή φοράς ρεύματος - Ηλεκτρονίων». Να καταγράψετε τη διαφορά που παρατηρείτε στην κίνηση των ελεύθερων ηλεκτρονίων στα δύο κυκλώματα.



▲ Εικόνα 3.39 «Εργαλειοθήκη κατασκευής κυκλωμάτων: Συνεχές ρεύμα - Εικονικό εργαστήριο» και χρονόμετρο.

γ. Να συζητήσετε στην ομάδα σας και να σχεδιάσετε μια διαδικασία με την οποία θα αξιοποιήσετε ένα χρονόμετρο (εικόνα 3.39) ώστε να προσδιορίσετε, με όσο το δυνατό μεγαλύτερη ακρίβεια, πόσο πιο «ισχυρό» είναι το ηλεκτρικό ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα B από το ηλεκτρικό ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα A.

δ. Να συζητήσετε τη διαδικασία που έχετε σχεδιάσει στην ολομέλεια της τάξης και να την υλοποιήσετε.

Να συμπληρώσετε τον πίνακα που ακολουθεί.

(Υπενθύμιση: η απόλυτη τιμή του φορτίου του ηλεκτρονίου είναι $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C.}$)

Κύκλωμα Α		
Ο λαμπτήρας φωτοβολεί _____ (λιγότερο / περισσότερο).		
Ο αριθμός ηλεκτρονίων που διέρχονται από τη διατομή του αγωγού σε χρονικό διάστημα: $\Delta t = 20 \text{ s.}$	Η απόλυτη τιμή του συνολικού φορτίου που διέρχεται από τη διατομή του αγωγού σε χρονικό διάστημα: $\Delta t = 20 \text{ s.}$	Η απόλυτη τιμή του συνολικού φορτίου που διέρχεται από τη διατομή του αγωγού σε χρονικό διάστημα: $\Delta t = 1 \text{ s.}$
_____	_____	_____

Κύκλωμα Β		
Ο λαμπτήρας φωτοβολεί _____ (λιγότερο / περισσότερο).		
Ο αριθμός ηλεκτρονίων που διέρχονται από τη διατομή του αγωγού σε χρονικό διάστημα: $\Delta t = 20 \text{ s.}$	Η απόλυτη τιμή του συνολικού φορτίου που διέρχεται από τη διατομή του αγωγού σε χρονικό διάστημα: $\Delta t = 20 \text{ s.}$	Η απόλυτη τιμή του συνολικού φορτίου που διέρχεται από τη διατομή του αγωγού σε χρονικό διάστημα: $\Delta t = 1 \text{ s.}$
_____	_____	_____

Συμπέρασμα:

Όσο _____ (περισσότερο / λιγότερο) ηλεκτρικό φορτίο περνά από τη διατομή ενός αγωγού στη μονάδα του χρόνου, τόσο πιο _____ (ισχυρό / ασθενές) είναι το ηλεκτρικό ρεύμα που διαρρέει τον αγωγό και τόσο πιο έντονα αποτελέσματα μπορεί να προκαλέσει (π.χ. ο λαμπτήρας φωτοβολεί περισσότερο).

Ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος (I) ονομάζεται το συνολικό κατ' απόλυτη τιμή φορτίο που διέρχεται από τη διατομή ενός αγωγού, στη μονάδα του χρόνου (δηλαδή ο ρυθμός διέλευσης του ηλεκτρικού φορτίου από τη διατομή ενός αγωγού).

$$I = \frac{|\Delta q|}{\Delta t}$$

I : η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος

Δq : το συνολικό ηλεκτρικό φορτίο που διέρχεται από τη διατομή του αγωγού σε χρονικό διάστημα Δt

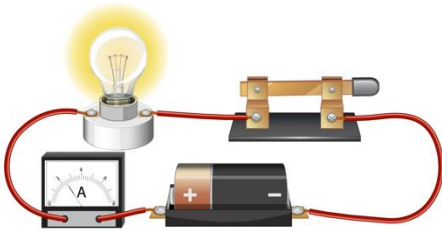
Δt : το χρονικό διάστημα

Η μονάδα μέτρησης της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος στο διεθνές σύστημα μονάδων SI είναι το **Ampere (A)**.

Δραστηριότητα 3.3γ: Το αμπερόμετρο

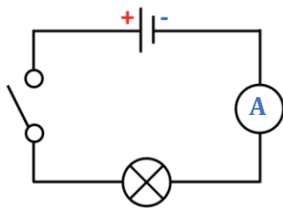
Το όργανο που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος ονομάζεται **αμπερόμετρο**.

Το αμπερόμετρο συνδέεται **σε σειρά** σε ένα κύκλωμα, δηλαδή ο θετικός του ακροδέκτης συνδέεται στο θετικό άκρο του κυκλώματος και ο αρνητικός του ακροδέκτης συνδέεται στο αρνητικό άκρο του κυκλώματος, όπως φαίνεται στην εικόνα 3.40. Με τον τρόπο αυτό, το ηλεκτρικό ρεύμα διέρχεται από το αμπερόμετρο και καταγράφεται η έντασή του.



▲ Εικόνα 3.40
Ηλεκτρικό κύκλωμα με μπαταρία, διακόπτη, λαμπτήρα και αμπερόμετρο.

Ένα αμπερόμετρο μπορεί να είναι αναλογικό ή ψηφιακό και να αποτελεί ένα αυτούσιο όργανο ή μια λειτουργία ενός πολυμέτρου.



▲ Εικόνα 3.41
Συμβολικό διάγραμμα κυκλώματος με μπαταρία, διακόπτη, λαμπτήρα και αμπερόμετρο.

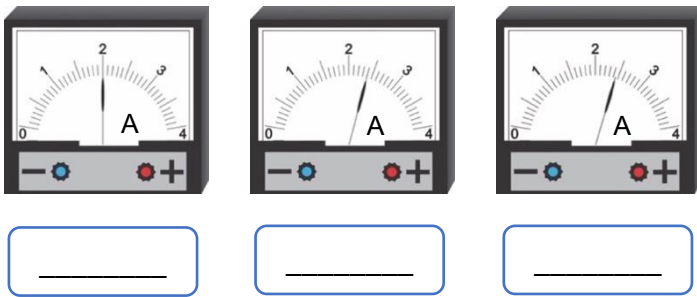
α. Στη διάθεσή σας έχετε μία μπαταρία, έναν διακόπτη, έναν λαμπτήρα, ένα αναλογικό αμπερόμετρο και καλώδια. Να συναρμολογήσετε το κύκλωμα που φαίνεται στο συμβολικό διάγραμμα της εικόνας 3.41.

Αφού λάβετε τη σχετική οδηγία από την/τον εκπαιδευτικό σας, να κλείσετε τον διακόπτη του κυκλώματος.

Να καταγράψετε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το αμπερόμετρο.

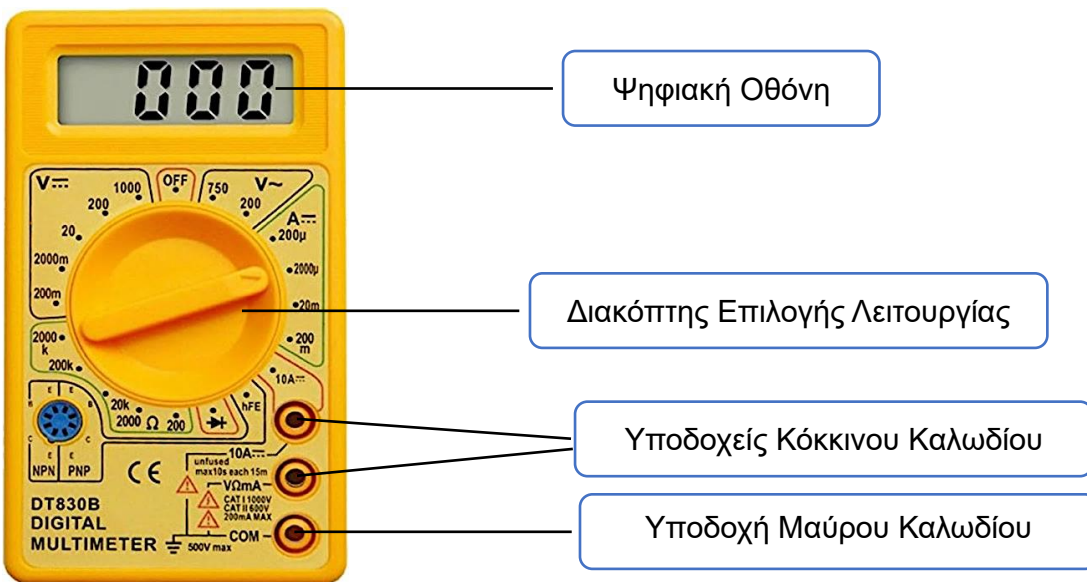
$I = \underline{\hspace{2cm}}$

β. Να καταγράψετε την ένδειξη των αναλογικών αμπερομέτρων που φαίνονται στην εικόνα 3.42.



◀ Εικόνα 3.42.
Ενδείξεις αναλογικών αμπερομέτρων.

γ. Στην εικόνα που ακολουθεί φαίνεται ένα ψηφιακό πολύμετρο.



Να επιλέξετε τη λειτουργία μέτρησης συνεχούς ρεύματος μέχρι 200 mA περιστρέφοντας τον διακόπτη επιλογής λειτουργίας στην κατάλληλη θέση.

Διατηρώντας ανοικτό τον διακόπτη του κυκλώματος που συναρμολογήσατε στην προηγούμενη δραστηριότητα (εικόνα 3.41), να αντικαταστήσετε το αναλογικό αμπερόμετρο με το ψηφιακό πολύμετρο.

Αφού λάβετε τη σχετική οδηγία από την/τον εκπαιδευτικό σας, να κλείσετε τον διακόπτη του κυκλώματος.

Να καταγράψετε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το ψηφιακό πολύμετρο.

$I =$ _____

δ. Να συγκρίνετε την μέτρηση της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος που καταγράψατε με το αναλογικό αμπερόμετρο με τη μέτρηση της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος που καταγράψατε με το ψηφιακό πολύμετρο.

Να γράψετε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του ψηφιακού πολύμετρου σε σχέση με το αναλογικό αμπερόμετρο.

Πλεονεκτήματα:

Μειονεκτήματα:

Δραστηριότητα 3.3δ: Ασφάλεια τήξης

α. Να παρατηρήσετε την εικόνα 3.43 και να εξηγήσετε τον ρόλο της οριζόντιας μπάρας που είναι αναρτημένη στην είσοδο ενός υπόγειου χώρου στάθμευσης.



▲ Εικόνα 3.43
Οριζόντια μπάρα αναρτημένη στην είσοδο ενός υπόγειου χώρου στάθμευσης.

Σε αντιστοιχία με το πιο πάνω παράδειγμα, εάν ηλεκτρικό ρεύμα ανεπιθύμητα υψηλής έντασης διατρέξει το ηλεκτρικό κύκλωμα μιας συσκευής, μπορεί να την καταστρέψει. Για τον λόγο αυτό, κρίνεται σκόπιμη η τοποθέτηση μιας διάταξης στο κύκλωμα, η οποία θα το προστατέψει σε περίπτωση που το ρεύμα έχει υψηλότερη ένταση από την προβλεπόμενη.

Η διάταξη αυτή ονομάζεται **ασφάλεια** και ο ρόλος της είναι να διακόπτει το ηλεκτρικό ρεύμα όταν η έντασή του ξεπεράσει μια καθορισμένη τιμή.

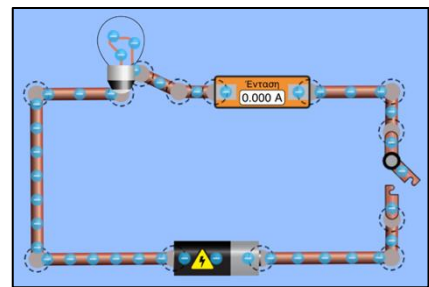
Η δραστηριότητα που ακολουθεί έχει ως στόχο να κατανοήσετε τον τρόπο λειτουργίας της **ασφάλειας τήξης**, την οποία συναντούμε στους ρευματολήπτες.



β. Να σαρώσετε τον κώδικα QR για να χρησιμοποιήσετε την προσομοίωση «Εργαλειοθήκη κατασκευής κυκλωμάτων: Συνεχές ρεύμα - Εικονικό εργαστήριο». Από τις επιλογές που εμφανίζονται, να επιλέξετε «Προβολή φορὰς ρεύματος - Ηλεκτρονίων» και «Ετικέτες».

▲ Προσομοίωση «Εργαλειοθήκη κατασκευής κυκλωμάτων: Συνεχές ρεύμα - Εικονικό εργαστήριο».

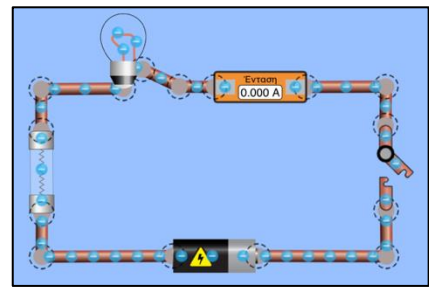
Να κατασκευάσετε το κύκλωμα που φαίνεται στην εικόνα 3.44 τοποθετώντας σε αυτό την «super μπαταρία».



i. Να κλείσετε τον διακόπτη του κυκλώματος και να γράψετε την παρατήρησή σας.

▲ Εικόνα 3.44 «Εργαλειοθήκη κατασκευής κυκλωμάτων: Συνεχές ρεύμα - Εικονικό εργαστήριο».

ii. Να τοποθετήσετε στο κύκλωμα μια ασφάλεια τήξης, όπως φαίνεται στην εικόνα 3.45 και να κλείσετε τον διακόπτη. Να γράψετε την παρατήρησή σας.



▲ Εικόνα 3.45 «Εργαλειοθήκη κατασκευής κυκλωμάτων: Συνεχές ρεύμα - Εικονικό εργαστήριο».

iii. Να θεωρήσετε ότι το κύκλωμα που κατασκευάσατε χρησιμοποιώντας την προσομοίωση είναι το κύκλωμα του αγαπημένου σας ηλεκτρονικού παιχνιδιού. Να εξηγήσετε γιατί είναι σημαντική η προστασία του κυκλώματος του ηλεκτρονικού παιχνιδιού με την κατάλληλη ασφάλεια τήξης.

Ανασκόπηση της δραστηριότητας 3.3

Να συμπληρώσετε τα κενά στις προτάσεις που ακολουθούν επιλέγοντας σε κάθε περίπτωση την κατάλληλη από τις ακόλουθες λέξεις:

αμπερόμετρο, ασφάλεια, το χρονικό διάστημα, ampere, ένταση, ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος, το συνολικό φορτίο που διέρχεται από τη διατομή του αγωγού σε χρονικό διάστημα Δt , παράλληλα, σε σειρά, μεγαλύτερη, μικρότερη.

_____ του ηλεκτρικού ρεύματος ορίζεται ως το συνολικό κατ' απόλυτη τιμή φορτίο που διέρχεται από τη διατομή ενός αγωγού, στη μονάδα του χρόνου.

$$I = \frac{|\Delta q|}{\Delta t}$$

I: _____

Δq : _____

Δt : _____

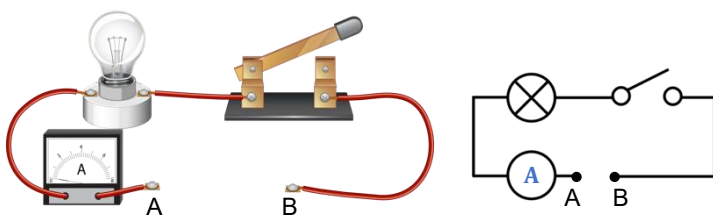
Η μονάδα μέτρησης της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος στο διεθνές σύστημα μονάδων SI είναι το _____ και το όργανο μέτρησής της είναι το _____, το οποίο συνδέεται _____ στο κύκλωμα. Όταν η τιμή της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος σε ένα κύκλωμα είναι _____ από την προβλεπόμενη τιμή, τότε το ηλεκτρικό κύκλωμα ενδέχεται να καταστραφεί. Ο κίνδυνος αυτός μπορεί να αποτραπεί τοποθετώντας στο κύκλωμα μια _____, η οποία θα διακόψει τη λειτουργία του κυκλώματος όταν η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος υπερβεί την τιμή που αναγράφεται σ' αυτήν.

Δραστηριότητα 3.4: «Το βενζινάδικο των ηλεκτρονίων»

Στόχος της δραστηριότητας αυτής είναι να μελετήσετε το φυσικό μέγεθος «διαφορά δυναμικού», το οποίο αποτελεί τη γενεσιουργό αιτία του ηλεκτρικού ρεύματος και να εξοικειωθείτε με τη χρήση του βολτομέτρου.

Δραστηριότητα 3.4α: Διαφορά δυναμικού

α. Να συναρμολογήσετε το κύκλωμα που φαίνεται στην εικόνα 3.46.



▲ Εικόνα 3.46


Ηλεκτρικό κύκλωμα με καλώδια, ανοικτό διακόπτη, λαμπτήρα και αμπερόμετρο.

β. Έχετε στη διάθεσή σας δύο διαφορετικές μπαταρίες. Να συνδέσετε στους ακροδέκτες AB την μπαταρία 1 και να κλείσετε τον διακόπτη. Να γράψετε τις παρατηρήσεις σας συμπληρώνοντας την πρώτη γραμμή του πίνακα που ακολουθεί.

Να αφαιρέσετε την μπαταρία 1 από το κύκλωμα και να συνδέσετε στους ακροδέκτες AB την μπαταρία 2. Να κλείσετε τον διακόπτη και να γράψετε τις παρατηρήσεις σας συμπληρώνοντας τη δεύτερη γραμμή του πίνακα.

Στήλη 1 Πηγή	Στήλη 2 Ένδειξη αμπερομέτρου	Στήλη 3 Φωτεινότητα λαμπτήρα
Μπαταρία 1	_____	_____
Μπαταρία 2	_____	_____

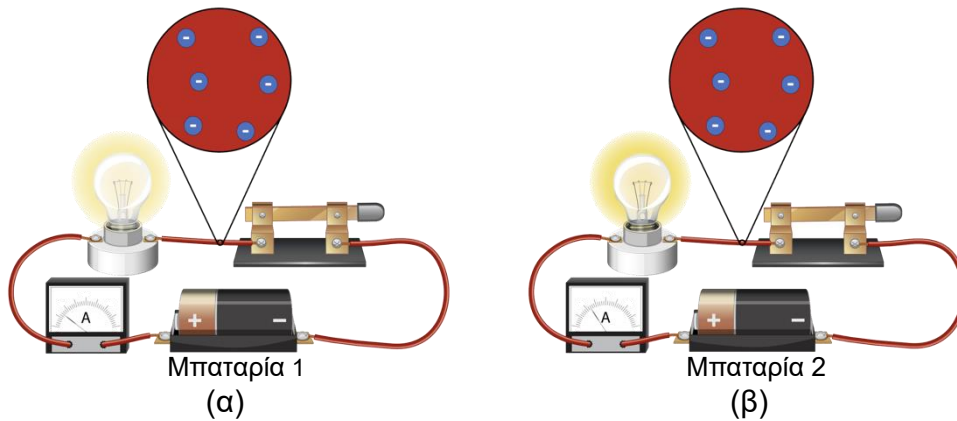


 Δραστηριότητα «Το βενζινάδικο των ηλεκτρονίων».

γ. Να σαρώσετε τον κώδικα QR και να παρακολουθήσετε ένα βίντεο στο οποίο αναπαρίσται η δραστηριότητα που μόλις έχετε πραγματοποιήσει.

δ. Οι εικόνες 3.47 (α) και (β) αναπαριστούν τις δύο περιπτώσεις που μελετάτε.

Να σχεδιάσετε στην κάθε εικόνα το δiάνυσμα της ηλεκτρικής δύναμης που δρα στα ελεύθερα ηλεκτρόνια του καλωδίου.



▲ Εικόνα 3.47
Ηλεκτρικό κύκλωμα στο οποίο συνδέεται διαφορετική μπαταρία κάθε φορά.

ε. Να ερμηνεύσετε τις παρατηρήσεις σας συμπληρώνοντας τα κενά στις προτάσεις που ακολουθούν.

Παρατήρηση 1

Όταν η μπαταρία 1 αντικαταστάθηκε από την μπαταρία 2, η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος στο κύκλωμα _____ (αυξήθηκε / μειώθηκε).

Εξήγηση

Το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης που δέχονται τα ελεύθερα ηλεκτρόνια του κυκλώματος από την μπαταρία 2 είναι _____ (μεγαλύτερο / μικρότερο) από το μέτρο της αντίστοιχης δύναμης που δέχονται από την μπαταρία 1. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, τα ελεύθερα ηλεκτρόνια να κινούνται με _____ (μεγαλύτερη / μικρότερη) ταχύτητα και η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος να είναι _____ (μεγαλύτερη / μικρότερη), όταν στα άκρα του κυκλώματος συνδεθεί η μπαταρία 2.

Παρατήρηση 2

Όταν η μπαταρία 1 αντικαταστάθηκε από την μπαταρία 2, η φωτοβολία του λαμπτήρα _____ (αυξήθηκε / μειώθηκε).

Εξήγηση

Τα ελεύθερα ηλεκτρόνια του κυκλώματος κινούνται πιο _____ (γρήγορα / αργά) όταν σε αυτό συνδεθεί η μπαταρία 2. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι συγκρούσεις των ελεύθερων ηλεκτρονίων με τα άτομα του μετάλλου του λαμπτήρα να είναι συχνότερες και βιαιότερες. Έτσι, η κινητική ενέργεια των ελεύθερων ηλεκτρονίων (ηλεκτρική ενέργεια) μετατρέπεται σε _____ (χημική / θερμική) και _____ (χημική / φωτεινή) ενέργεια με μεγαλύτερο ρυθμό και η φωτοβολία του λαμπτήρα να αυξάνεται.

Από τη δραστηριότητα που μόλις πραγματοποιήσατε αναδεικνύεται η ανάγκη ορισμού ενός νέου φυσικού μεγέθους, το οποίο θα μας βοηθά να υπολογίσουμε:

- (α) την ποσότητα της ενέργειας που προσφέρεται από την πηγή και μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια μέσα στο κύκλωμα, καθώς και
- (β) την ποσότητα ενέργειας που μετατρέπεται από ηλεκτρική σε άλλη μορφή στα ηλεκτρικά στοιχεία του κυκλώματος.

Το φυσικό μέγεθος αυτό ονομάζεται **διαφορά δυναμικού**.

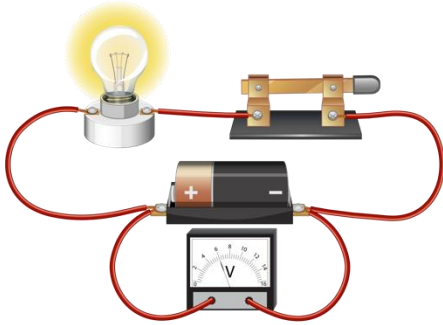
Διαφορά δυναμικού (ΔV) ανάμεσα σε δύο σημεία ενός κυκλώματος ορίζεται ως:

- (α) το ποσό της ενέργειας που προσφέρεται από την πηγή και μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια μέσα στο κύκλωμα ή
- (β) το ποσό ενέργειας που μετατρέπεται από ηλεκτρική σε άλλη μορφή στα ηλεκτρικά στοιχεία του κυκλώματος, όταν συνολικό φορτίο 1 C κινηθεί από το ένα σημείο στο άλλο.

Η μονάδα μέτρησης της διαφοράς δυναμικού στο διεθνές σύστημα μονάδων SI είναι το **Volt (V)**.

Δραστηριότητα 3.4β: Το βολτόμετρο

Η απόλυτη τιμή της διαφοράς δυναμικού σε δύο σημεία του κυκλώματος ονομάζεται **τάση** και συμβολίζεται με το γράμμα **V**.



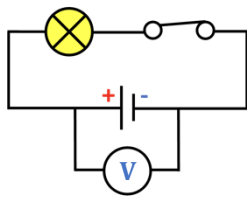
▲ Εικόνα 3.48
Ηλεκτρικό κύκλωμα με βολτόμετρο στα άκρα μιας μπαταρίας.

Το όργανο μέτρησης της τάσης είναι το βολτόμετρο. Το **βολτόμετρο** συνδέεται παράλληλα στο ηλεκτρικό κύκλωμα (δηλαδή χωρίς να παρεμβάλλεται σε αυτό), στα σημεία ανάμεσα στα οποία θα καταγραφεί η διαφορά δυναμικού. Ο τρόπος σύνδεσης ενός βολτομέτρου στα άκρα μιας μπαταρίας φαίνεται στην εικόνα 3.48.

Όπως το αμπερόμετρο, έτσι και το βολτόμετρο, μπορεί να είναι αναλογικό ή ψηφιακό και να αποτελεί ένα αυτούσιο όργανο ή μια λειτουργία ενός πολυμέτρου.

α. Έχετε στη διάθεσή σας καλώδια, μία μπαταρία, έναν διακόπτη, έναν λαμπτήρα, ένα αναλογικό και ένα ψηφιακό βολτόμετρο.

i. Να συναρμολογήσετε το κύκλωμα που φαίνεται στην εικόνα 3.48 και στο συμβολικό διάγραμμα της εικόνας 3.49.



▲ Εικόνα 3.49
Συμβολικό διάγραμμα ηλεκτρικού κυκλώματος με βολτόμετρο στα άκρα μιας μπαταρίας.

Αφού λάβετε τη σχετική οδηγία από την/τον εκπαιδευτικό σας, να κλείσετε τον διακόπτη του κυκλώματος.

Να καταγράψετε την τάση στα άκρα της μπαταρίας σύμφωνα με την ένδειξη του αναλογικού βολτομέτρου.

$V_{\text{μπατ.}} = \underline{\hspace{2cm}}$

ii. Να ανοίξετε τον διακόπτη και στη συνέχεια να αφαιρέσετε το αναλογικό βολτόμετρο από τα δύο άκρα της μπαταρίας.

Με τη βοήθεια του/της εκπαιδευτικού σας να κάνετε τις σχετικές ρυθμίσεις στο ψηφιακό πολύμετρο και να το συνδέσετε στο κύκλωμα, όπως φαίνεται στην εικόνα 3.50, ώστε να καταγράψει την τάση στα άκρα της μπαταρίας.

Να κλείσετε τον διακόπτη του κυκλώματος και να καταγράψετε την τάση στα άκρα της μπαταρίας σύμφωνα με την ένδειξη του πολύμετρου.

$$V_{\text{μπατ.}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

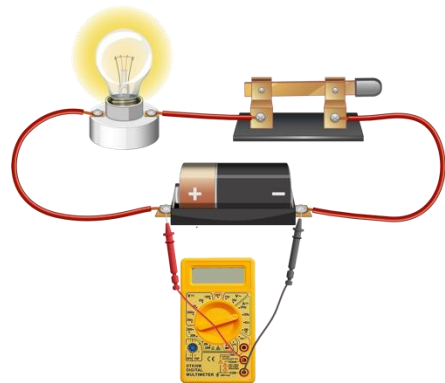
iii. Να συγκρίνετε την τιμή της τάσης που καταγράψατε με τα δύο όργανα.

iv. Να συνδέσετε το ψηφιακό πολύμετρο στο κύκλωμα όπως φαίνεται στην εικόνα 3.51, ώστε να καταγράψετε την τάση στα άκρα του λαμπτήρα.

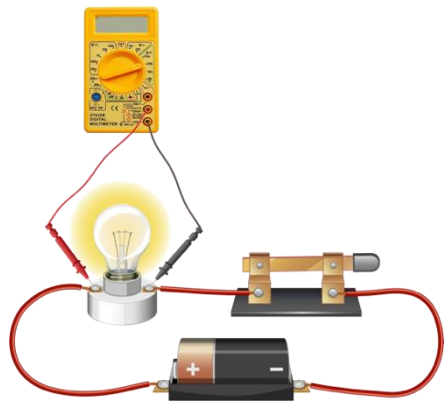
$$V_{\text{λαμπτ.}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

v. Να συγκρίνετε την τιμή της τάσης στα άκρα της μπαταρίας με την τιμή της τάσης στα άκρα του λαμπτήρα, όπως τις καταγράψατε με το ψηφιακό πολύμετρο. Να καταγράψετε το αποτέλεσμα της σύγκρισης χρησιμοποιώντας το κατάλληλο σύμβολο από τα ακόλουθα: «<», «>», «=».

$$V_{\text{μπατ.}} \quad V_{\text{λαμπτ.}}$$



▲ Εικόνα 3.50 Ηλεκτρικό κύκλωμα με ψηφιακό πολύμετρο συνδεδεμένο στα άκρα της μπαταρίας.



▲ Εικόνα 3.51 Ηλεκτρικό κύκλωμα με ψηφιακό πολύμετρο συνδεδεμένο στα άκρα του λαμπτήρα.

vi. Να συμπληρώσετε τις προτάσεις που ακολουθούν, επιλέγοντας την κατάλληλη λέξη από την παρένθεση, ώστε να δικαιολογήσετε τη σύγκριση που κάνατε στο ερώτημα v.

Η τάση στα άκρα της μπαταρίας είναι _____ (μεγαλύτερη από / ίση με / μικρότερη από) την τάση στα άκρα του λαμπτήρα.

Σύμφωνα με την αρχή διατήρησης της _____ (ενέργειας / δύναμης), η ενέργεια που προσφέρει η πηγή σε ελεύθερα ηλεκτρόνια συνολικού φορτίου 1 C κατά την κίνησή τους στο κύκλωμα από τον _____ (θετικό / αρνητικό) στον _____ (θετικό / αρνητικό) πόλο της μπαταρίας, είναι _____ (μεγαλύτερη από / ίση με / μικρότερη από) την ενέργεια που μετατρέπεται σε θερμική και φωτεινή όταν ελεύθερα ηλεκτρόνια συνολικού φορτίου 1 C διατρέξουν τον λαμπτήρα.

Ανασκόπηση της δραστηριότητας 3.4

Να συμπληρώσετε τα κενά στις προτάσεις που ακολουθούν επιλέγοντας σε κάθε περίπτωση την κατάλληλη από τις ακόλουθες λέξεις:

δυναμικού, 1 C, ηλεκτρική, αμπερόμετρο, βολτόμετρο, σε σειρά, παράλληλα, διαφορά, Volt.

_____ ανάμεσα σε δύο σημεία του κυκλώματος ορίζεται ως:

(α) το ποσό της ενέργειας που προσφέρεται από την πηγή και μετατρέπεται σε _____ ενέργεια μέσα στο κύκλωμα ή

(β) το ποσό ενέργειας που μετατρέπεται από ηλεκτρική σε άλλη μορφή στα ηλεκτρικά στοιχεία του κυκλώματος,

όταν συνολικό φορτίο _____ κινηθεί από το ένα σημείο στο άλλο.

Η μονάδα μέτρησης της διαφοράς δυναμικού στο διεθνές σύστημα μονάδων SI είναι το _____ και το όργανο μέτρησής της είναι το _____, το οποίο συνδέεται _____ στο κύκλωμα.

Δραστηριότητα 3.5: «Αν μια μπαταρία δεν μπορεί, βάλτε κι άλλες για πηγή»

Στόχος της δραστηριότητας αυτής είναι να ανακαλύψετε με ποιο τρόπο θα πρέπει να συνδέσετε τις μπαταρίες σε ένα κύκλωμα, στις περιπτώσεις που η ανάγκη τροφοδοσίας του κυκλώματος δεν μπορεί να εξυπηρετηθεί από μόνο μία μπαταρία από αυτές που είναι διαθέσιμες.

Δραστηριότητα 3.5α: Σύνδεση μπαταριών σε σειρά

α. Μια ομάδα μαθητών προβληματίζεται για το πώς θα τοποθετήσει το αστέρι στην κορυφή του πολύ ψηλού χριστουγεννιάτικου δέντρου που υπάρχει στην αυλή του σχολείου τους. Το αστέρι πρέπει να τοποθετηθεί σε ύψος 4,5 m.

Ο πιο ψηλός μαθητής της παρέας, με τα χέρια στην ανάταση, μπορεί να ανεβάσει το αστέρι σε ύψος 2,0 m. Αν ο συγκεκριμένος μαθητής ανέβει στο τραπέζι, μπορεί να ανεβάσει το αστέρι σε ύψος 3,0 m, ενώ αν ανέβει στην κορυφή της σκάλας, μπορεί να το ανεβάσει σε ύψος 3,5 m

Να αντιστοιχίσετε την κάθε ανυψωτική διάταξη της στήλης Α του πίνακα που ακολουθεί, με το μέγιστο ύψος της στήλης Β στο οποίο μπορεί να τοποθετηθεί το αστέρι. Επίσης, να συμπληρώσετε την τελευταία γραμμή της στήλης Α.



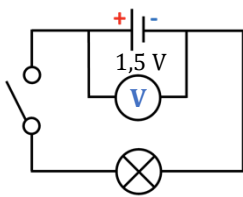
▲ Εικόνα 3.52
Ανυψωτικές διατάξεις ώστε να τοποθετηθεί το αστέρι στην κορυφή του χριστουγεννιάτικου δέντρου.

Στήλη Α Ανυψωτική Διάταξη	Στήλη Β Μέγιστο Ύψος
Τραπέζι	1,5 m
Σκάλα	2,0 m
Μαθητής με τα χέρια στην ανάταση	3,5 m
Μαθητής πάνω στο τραπέζι	1,0 m
Μαθητής στην κορυφή της σκάλας	3,0 m
.....	4,5 m

β. Στο παράδειγμα που προηγήθηκε, παρατηρήθηκε ότι συνδυάζοντας διαφορετικά τις ανυψωτικές διατάξεις, το αστέρι μπορεί να τοποθετηθεί σε διαφορετικό ύψος από το έδαφος.

Κατ' αντιστοιχία με το παράδειγμα αυτό, συνδυάζοντας μπαταρίες και συνδέοντάς τες **σε σειρά**, το κύκλωμα τροφοδοτείται με διαφορετική τάση από την τάση των διαθέσιμων μπαταριών.

Έχετε στη διάθεσή σας τα ακόλουθα ηλεκτρικά στοιχεία: μπαταρίες τάσης 1,5 V, μπαταρία τάσης 9 V, αγωγούς και λαμπτήρα με τάση λειτουργίας 6 V.



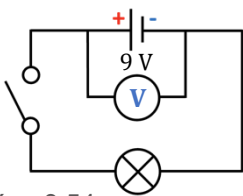
▲ Εικόνα 3.53
Συμβολικό διάγραμμα ηλεκτρικού κυκλώματος με βολτόμετρο στα άκρα μιας μπαταρίας 1,5 V.

i. Να συναρμολογήσετε το κύκλωμα που φαίνεται στο συμβολικό διάγραμμα της εικόνας 3.53 συνδέοντας στα άκρα του κυκλώματος την μπαταρία των 1,5 V.

Αφού κλείσετε τον διακόπτη, να καταγράψετε την τάση στα άκρα της μπαταρίας και να γράψετε την παρατήρησή σας σχετικά με τη φωτοβολία του λαμπτήρα.

$$V_{\text{μπατ}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Να εξηγήσετε την παρατήρησή σας σχετικά με τη φωτοβολία του λαμπτήρα.



▲ Εικόνα 3.54
Συμβολικό διάγραμμα ηλεκτρικού κυκλώματος με βολτόμετρο στα άκρα μιας μπαταρίας 9 V.

ii. Να αντικαταστήσετε την μπαταρία των 1,5 V με την μπαταρία των 9 V (εικόνα 3.54).

Αφού κλείσετε τον διακόπτη, να καταγράψετε την τάση στα άκρα της μπαταρίας και να γράψετε την παρατήρησή σας σχετικά με τη φωτοβολία του λαμπτήρα.

$$V_{\text{μπατ}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

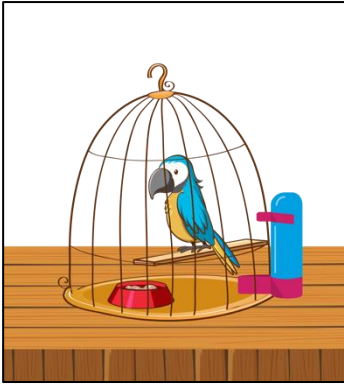
Να εξηγήσετε την παρατήρησή σας σχετικά με τη φωτοβολία του λαμπτήρα.

iii. Βασιζόμενοι στο μοντέλο των ανυψωτικών διατάξεων, να εισηγηθείτε έναν τρόπο με τον οποίο θα μπορούσατε να συνδέσετε τις μπαταρίες των 1,5 V ώστε να λύσετε το πρόβλημα της τροφοδοσίας του λαμπτήρα των 6 V.

Να σχεδιάσετε στον χώρο που ακολουθεί το κατάλληλο κύκλωμα. Στη συνέχεια να το κατασκευάσετε και να ελέγξετε αν λειτουργεί σύμφωνα με τον σχεδιασμό σας.

Να επιλέξετε τα ορθά από τα σύμβολα «+», «-», «x», «÷», «=» και να συμπληρώσετε τα κενά ώστε η σχέση που ακολουθεί, ανάμεσα στην τάση στα άκρα της συνδεσμολογίας των μπαταριών και της τάσης στα άκρα της κάθε μπαταρίας, να είναι ορθή.

$V_{ολ} \dots\dots V_1 \dots\dots V_2 \dots\dots V_3 \dots\dots V_4$

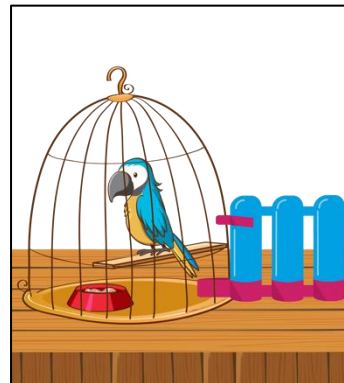


▲ Εικόνα 3.55 (α)
 Το παπαγαλάκι της Δανάης με επάρκεια νερού για πέντε μέρες.

Δραστηριότητα 3.5β: Παράλληλη σύνδεση μπαταριών

α. Η Δανάη θέλει να ταξιδέψει με τους γονείς της για δεκαπέντε μέρες. Πρέπει όμως να διασφαλίσει ότι το παπαγαλάκι της θα έχει επάρκεια νερού για τις μέρες αυτές. Η ποτίστρα που χρησιμοποιεί συνήθως η Δανάη φαίνεται στην εικόνα 3.55 (α) και έχει επάρκεια νερού για πέντε μέρες.

Για να μπορέσει η Δανάη να αυξήσει το χρονικό διάστημα της παροχής νερού προς το παπαγαλάκι της, χωρίς να αλλάξει ούτε το περιβάλλον του κλουβιού, ούτε την ποσότητα του νερού που είναι διαθέσιμη ανά πάσα στιγμή, σκέφτηκε να ενώσει τρεις ποτίστρες με τον τρόπο που φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί.



▲ Εικόνα 3.55 (β)
 Το παπαγαλάκι της Δανάης με επάρκεια νερού για δεκαπέντε μέρες.

β. Η ορειβατική ομάδα στην οποία είναι μέλος η Δανάη αποφάσισε να μελετήσει το μικροκλίμα μιας δυσπρόσιτης πλαγιάς. Για τον λόγο αυτό εγκατέστησε έναν μετεωρολογικό σταθμό ο οποίος καταγράφει τα απαραίτητα δεδομένα. Ο σταθμός τροφοδοτείται με μπαταρία, της οποίας οι προδιαγραφές επιτρέπουν την αυτόνομη λειτουργία του σταθμού μόνο για δύο μήνες. Η ορειβατική ομάδα, όμως, θα είναι σε θέση να πλησιάσει τον σταθμό έπειτα από έξι μήνες, όταν θα έχουν λειώσει τα χιόνια.

Η Δανάη εισηγήθηκε στην ομάδα να συνδέσουν τις μπαταρίες όπως έκανε και με τις ποτίστρες, με τρόπο δηλαδή ώστε να αυξηθεί η χρονική διάρκεια της αυτόνομης λειτουργίας του μετεωρολογικού σταθμού, χωρίς όμως να αλλάξει η τάση τροφοδοσίας του κυκλώματός του.

Στόχος της ομάδας σας είναι να προσδιορίσετε τον τρόπο σύνδεσης των μπαταριών που εισηγήθηκε η Δανάη. Έχετε στη διάθεσή σας τρεις όμοιες μπαταρίες (εικόνα 3.56).

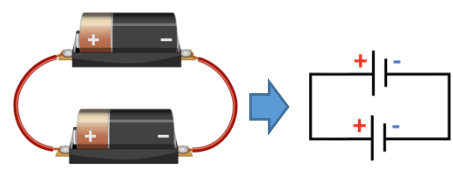


▲ Εικόνα 3.56
Τρεις όμοιες μπαταρίες.

i. Να μετρήσετε την τάση στα άκρα μιας μπαταρίας και να καταγράψετε την μέτρησή σας.

$$V_{\text{μπατ}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

ii. Να συνδέσετε στα άκρα της μπαταρίας ακόμα μία μπαταρία, όπως φαίνεται στην εικόνα 3.57. Οι δύο μπαταρίες είναι συνδεδεμένες **παράλληλα**.

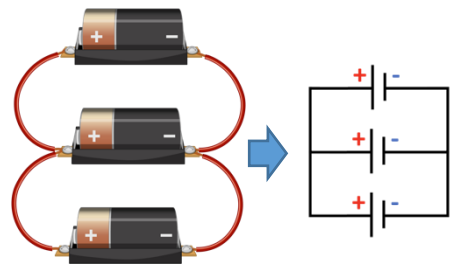


▲ Εικόνα 3.57
Δύο μπαταρίες συνδεδεμένες παράλληλα.

Να μετρήσετε την τάση στα άκρα της συνδεσμολογίας των δύο μπαταριών και να καταγράψετε τη μέτρησή σας.

$$V_{\text{μπατ (2)}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

iii. Να συνδέσετε παράλληλα τρεις μπαταρίες όπως φαίνεται στην εικόνα 3.58.



▲ Εικόνα 3.58
Τρεις μπαταρίες συνδεδεμένες παράλληλα.

Να μετρήσετε την τάση στα άκρα της συνδεσμολογίας των τριών μπαταριών και να καταγράψετε τη μέτρησή σας.

$$V_{\text{μπατ (3)}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

iv. Να διατυπώσετε το συμπέρασμά σας αναφορικά με την παράλληλη σύνδεση μπαταριών.

v. Να σχεδιάσετε, στον διπλανό κενό χώρο, το συμβολικό διάγραμμα της σύνδεσης των μπαταριών στον μετεωρολογικό σταθμό με βάση την εισηγήση της Δανάης. Να καταγράψετε τον τρόπο σκέψης σας.

Ανασκόπηση της δραστηριότητας 3.5

Να συμπληρώσετε τα κενά στις προτάσεις που ακολουθούν επιλέγοντας σε κάθε περίπτωση τις κατάλληλες λέξεις ή τα κατάλληλα σύμβολα:

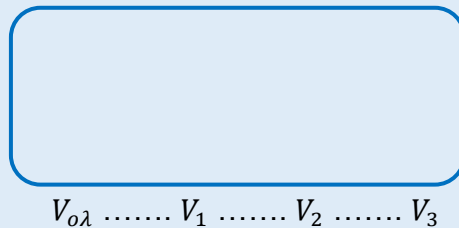
ίση, μεγαλύτερη, μικρότερη, θετικός, θετικό, αρνητικός, αρνητικό, «+», «-», «x», «÷», «=».

Όταν η ανάγκη τροφοδοσίας του κυκλώματος δεν μπορεί να εξυπηρετηθεί από μόνο μία μπαταρία από αυτές που είναι διαθέσιμες, τότε δύο ή περισσότερες μπαταρίες μπορούν να συνδεθούν με κατάλληλο τρόπο ώστε το κύκλωμα να τροφοδοτείται αποτελεσματικά.

Σύνδεση μπαταριών σε σειρά

Όταν η τροφοδοσία του κυκλώματος απαιτεί _____ τάση από αυτήν που μπορούν να προσφέρουν οι διαθέσιμες μπαταρίες, τότε δύο ή περισσότερες από αυτές μπορούν να συνδεθούν σε σειρά, δηλαδή ο _____ πόλος της μιας με τον _____ πόλο της άλλης.

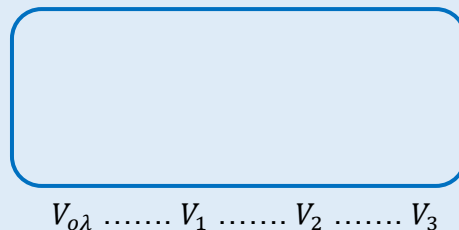
Συμβολικό διάγραμμα με τρεις μπαταρίες συνδεδεμένες σε σειρά:



Παράλληλη σύνδεση μπαταριών

Όταν απαιτείται να αυξηθεί η χρονική διάρκεια της τροφοδοσίας του κυκλώματος, τότε δύο ή περισσότερες από αυτές μπορούν να συνδεθούν παράλληλα, δηλαδή ο _____ πόλος της μιας με τον _____ πόλο της άλλης και αντίστοιχα ο _____ πόλος της μιας με τον _____ πόλο της άλλης. Στην περίπτωση αυτή η τάση τροφοδοσίας του κυκλώματος είναι _____ με την τάση που προσφέρει η μια μπαταρία.

Συμβολικό διάγραμμα με τρεις μπαταρίες συνδεδεμένες παράλληλα:



Δραστηριότητα 3.6: «Στων φορτίων την πορεία, υπάρχει μία δυσκολία»

Στόχος της δραστηριότητας αυτής είναι να εξοικειωθείτε με το φυσικό μέγεθος που εκφράζει τον βαθμό δυσκολίας που συναντούν τα ελεύθερα ηλεκτρόνια κατά την προσανατολισμένη τους κίνηση μέσα στους μεταλλικούς αγωγούς. Στη συνέχεια θα διερευνήσετε τη σχέση ανάμεσα στα χαρακτηριστικά φυσικά μεγέθη του ηλεκτρικού ρεύματος και από τη διερεύνησή σας θα προκύψει ο σχετικός νόμος.

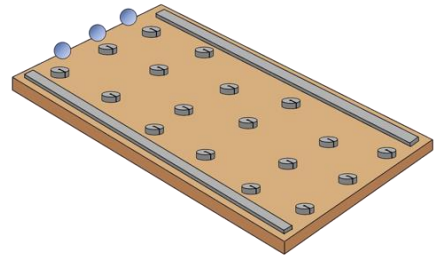
Δραστηριότητα 3.6α: Αντίσταση

Πάνω στο θρανίο σας υπάρχουν σταθμά των 100 g, κολλητική ταινία διπλής όψης, τρεις βόλοι και δύο χάρακες του 1 m.

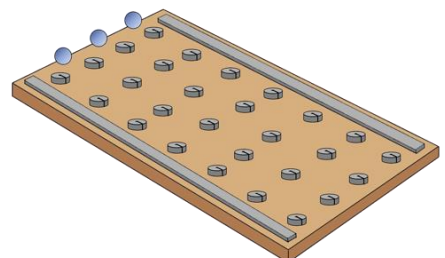
Να κολλήσετε τους δύο χάρακες κατά μήκος του θρανίου ώστε να είναι μεταξύ τους παράλληλοι. Ανάμεσα στους δύο χάρακες να τοποθετήσετε σταθμά των 100 g όπως φαίνεται στην εικόνα 3.59. Στη συνέχεια, να ανυψώσετε τη μία από τις δύο πλευρές του θρανίου σας κατά περίπου 3 cm, ώστε να δημιουργήσετε μικρή κλίση.

α. Να αφήσετε τους τρεις βόλους να κινηθούν από το ψηλότερο μέρος της διάταξης, όπως φαίνεται στην εικόνα 3.59. Να καταγράψετε τις παρατηρήσεις σας.

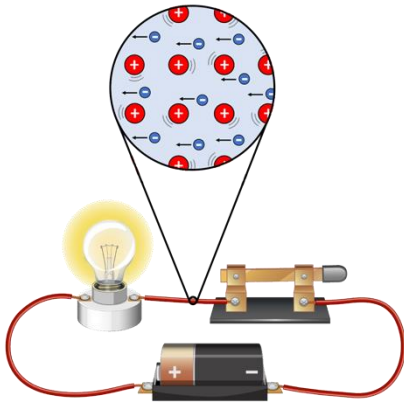
β. Να τοποθετήσετε και άλλα σταθμά ανάμεσα στους δύο χάρακες, όπως φαίνεται στην εικόνα 3.60. Να δημιουργήσετε την ίδια κλίση στο θρανίο σας και να αφήσετε ξανά τους βόλους να κινηθούν από το ψηλότερο μέρος της διάταξης. Να καταγράψετε τις παρατηρήσεις σας και να τις συγκρίνετε με αυτές που καταγράψατε όταν τα σταθμά ήταν λιγότερα.



▲ Εικόνα 3.59
Αραιή διάταξη σταθμών για μοντελοποίηση της κίνησης των ελεύθερων ηλεκτρονίων σε μεταλλικό αγωγό.



▲ Εικόνα 3.60
Πυκνή διάταξη σταθμών για μοντελοποίηση της κίνησης των ελεύθερων ηλεκτρονίων σε μεταλλικό αγωγό.



▲ Εικόνα 3.61
Προσανατολισμένη κίνηση ελεύθερων ηλεκτρονίων σε έναν αγωγό.

γ. Στο μέρος αυτό της δραστηριότητας προσπαθήσαμε να μοντελοποιήσουμε την προσανατολισμένη κίνηση των ελεύθερων ηλεκτρονίων μέσα σε έναν μεταλλικό αγωγό (εικόνα 3.61). Να αντιστοιχίσετε κάθε ένα στοιχείο του μοντέλου (στήλη Α) με κάθε ένα στοιχείο της πραγματικότητας (στήλη Β).

Στήλη Α Μοντέλο	Στήλη Β Πραγματικότητα
Βόλοι	Ιόντα του αγωγού
Σταθμά	Διαφορά δυναμικού
Κλίση	Ελεύθερα ηλεκτρόνια

δ. Να συμπληρώσετε τα κενά των προτάσεων που ακολουθούν επιλέγοντας από τις ακόλουθες λέξεις: *ιόντα, ιόντων, σταθμών, ελεύθερων, μεταλλικό, ηλεκτρονίων.*

Στο μοντέλο της δραστηριότητας αυτής, οι συγκρούσεις των βόλων με τα σταθμά αναπαριστούν τις συγκρούσεις των _____ με τα _____ του αγωγού. Όπως η παρουσία των _____ δυσκόλευε την κίνηση των βόλων κατά μήκος του θρανίου, έτσι και η παρουσία των _____ δυσκολεύει την προσανατολισμένη κίνηση των ελεύθερων ηλεκτρονίων μέσα στον _____ αγωγό.

Επειδή η δυσκολία που συναντούν τα ελεύθερα ηλεκτρόνια κατά την προσανατολισμένη τους κίνηση μέσα στον μεταλλικό αγωγό καθορίζει την τιμή της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό για συγκεκριμένη τάση στα άκρα του, προκύπτει η ανάγκη να οριστεί το φυσικό μέγεθος της **αντίστασης**, που εκφράζει ποσοτικά τη δυσκολία αυτή.

Η αντίσταση ενός αγωγού εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως το υλικό του αγωγού, το μήκος του, τη διάμετρό του και τη θερμοκρασία του.

Αντίσταση (R) ορίζεται ως το πηλίκο της τάσης στα άκρα ενός αγωγού διά την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που τον διαρρέει.

$$R = \frac{V}{I}$$

R: η αντίσταση του αγωγού,
V: η τάση στα άκρα του αγωγού,
I: η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό.

Η μονάδα μέτρησης της αντίστασης στο διεθνές σύστημα SI είναι το **Ohm (Ω)**.

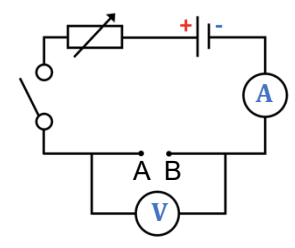
Δραστηριότητα 3.6β: Ο νόμος του Ohm

Πάνω στο θρανίο σας υπάρχουν τα ακόλουθα ηλεκτρικά στοιχεία: μπαταρία, ρυθμιστική αντίσταση, αμπερόμετρο, βολτόμετρο, σύρμα κωνσταντάνης, λαμπτήρας πυράκτωσης, καλώδια.

Να συναρμολογήσετε το κύκλωμα που φαίνεται στο συμβολικό διάγραμμα της εικόνας 3.62.

α. i. Να συνδέσετε στους ακροδέκτες A, B, το σύρμα κωνσταντάνης.

ii. Αφού λάβετε τη σχετική οδηγία από την/τον εκπαιδευτικό σας, να κλείσετε τον διακόπτη και να καταγράψετε, στην πρώτη γραμμή του πίνακα που ακολουθεί, την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει την κωνσταντάνη (ένδειξη αμπερομέτρου) και την αντίστοιχη τάση στα άκρα της (ένδειξη βολτομέτρου).



▲ Εικόνα 3.62
 Συμβολικό διάγραμμα ηλεκτρικού κυκλώματος με μπαταρία, ρυθμιστική αντίσταση, διακόπτη, βολτόμετρο και αμπερόμετρο.

A/A	Τάση V (V)	Ένταση I (A)	Αντίσταση R (Ω)
1	_____	_____	_____
2	_____	_____	_____
3	_____	_____	_____
4	_____	_____	_____
5	_____	_____	_____

iii. Να μετακινήσετε τον δρομέα της ρυθμιστικής αντίστασης ώστε να μεταβληθεί η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει την κονσταντάνη. Να καταχωρίσετε το νέο ζεύγος τιμών τάσης – έντασης στη δεύτερη γραμμή του πίνακα.

iii. Να επαναλάβετε τη διαδικασία ακόμα τρεις φορές και να συμπληρώσετε τις αντίστοιχες τιμές τάσης – έντασης στις γραμμές 3 – 5 του πίνακα.

iv. Να υπολογίσετε την τιμή της αντίστασης για κάθε ζεύγος τιμών τάσης – έντασης και να την καταχωρίσετε στην κατάλληλη στήλη του πίνακα.

v. Να διατυπώσετε το συμπέρασμά σας αναφορικά με την αντίσταση του σύρματος κονσταντάνης σε σχέση με την τάση.

Νόμος του Ohm

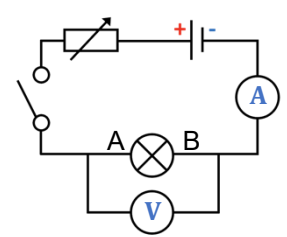
Όταν η αντίσταση ενός αγωγού είναι σταθερή, η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό είναι ευθέως ανάλογη της τάσης που εφαρμόζεται στα άκρα του.

$$\frac{V}{I} = \text{σταθερό} \Rightarrow I \propto V$$

Αυτό σημαίνει ότι όσο μεγαλύτερη είναι η τάση που εφαρμόζεται στα άκρα του αγωγού, τόσο μεγαλύτερη είναι η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που τον διαρρέει.

Οι αγωγοί για τους οποίους ισχύει ο νόμος του Ohm ονομάζονται **ωμικοί αγωγοί**, ενώ οι αγωγοί για τους οποίους δεν ισχύει ονομάζονται **μη ωμικοί αγωγοί**.

β. i. Να αντικαταστήσετε το σύρμα της κοσταντάνης στους ακροδέκτες A, B, με τον λαμπτήρα πυράκτωσης, όπως φαίνεται στο συμβολικό διάγραμμα της εικόνας 3.63.



▲ Εικόνα 3.63
Συμβολικό διάγραμμα ηλεκτρικού κυκλώματος με λαμπτήρα πυράκτωσης συνδεδεμένο στους ακροδέκτες A, B.

ii. Να διερευνήσετε κατά πόσο ισχύει ο νόμος του Ohm για τον λαμπτήρα πυράκτωσης. Για τη διερεύνησή σας, να ακολουθήσετε την ίδια διαδικασία όπως προηγουμένως και να συμπληρώσετε τον πίνακα που ακολουθεί.

A/A	Τάση V (V)	Ένταση I (A)	Αντίσταση R (Ω)
1	_____	_____	_____
2	_____	_____	_____
3	_____	_____	_____
4	_____	_____	_____
5	_____	_____	_____

iii. Να διατυπώσετε το συμπέρασμά σας αναφορικά με την αντίσταση του λαμπτήρα πυράκτωσης σε σχέση με την τάση και να τον χαρακτηρίσετε ως ωμικό ή μη ωμικό αγωγό.

Ανασκόπηση της δραστηριότητας 3.6

Να συμπληρώσετε τα κενά στις προτάσεις που ακολουθούν επιλέγοντας σε κάθε περίπτωση την κατάλληλη από τις ακόλουθες λέξεις:

V, I, ανάλογη, γινόμενο, πηλίκο, σταθερή, αντίσταση, ένταση, τάσης, Ohm (Ω), ωμικός, μη.

Το φυσικό μέγεθος που εκφράζει τον βαθμό δυσκολίας που συναντούν τα ελεύθερα ηλεκτρόνια μέσα στους μεταλλικούς αγωγούς ονομάζεται _____.

Η αντίσταση ορίζεται ως το _____ της _____ στα άκρα του αγωγού διά την _____ του ηλεκτρικού ρεύματος που τον διαρρέει. Η μονάδα μέτρησης της αντίστασης είναι το _____.

$$R = \text{_____}$$

Όταν η αντίσταση του αγωγού είναι _____ για διάφορες τιμές της τάσης στα άκρα του, τότε για τον αγωγό ισχύει ο νόμος του Ohm και ο αγωγός χαρακτηρίζεται ως _____.

Σύμφωνα με τον νόμο του Ohm, όταν η αντίσταση ενός αγωγού είναι σταθερή, η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό είναι _____ της τάσης που εφαρμόζεται στα άκρα του.

Οι αγωγοί για τους οποίους δεν ισχύει ο νόμος του Ohm, ονομάζονται _____ ωμικοί.

Δραστηριότητα 3.7: «Παράλληλη ή σε σειρά, υπάρχει διαφορά»

Πάνω στο θρανίο σας υπάρχουν τα ακόλουθα ηλεκτρικά στοιχεία: μπαταρία, δύο όμοιοι λαμπτήρες, ένας λαμπτήρας με μεγαλύτερη τάση λειτουργίας, αμπερόμετρο, βολτόμετρο και καλώδια.

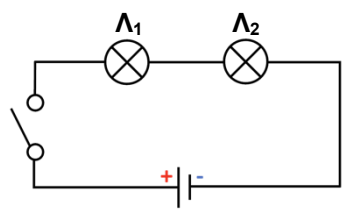
Δραστηριότητα 3.7α: Σύνδεση αντιστατών σε σειρά
 Να συναρμολογήσετε το κύκλωμα που φαίνεται στο συμβολικό διάγραμμα της εικόνας 3.64, στο οποίο οι δύο όμοιοι λαμπτήρες είναι συνδεδεμένοι **σε σειρά**.

α. i. Να επιλέξετε, από τις δηλώσεις Α - Γ που ακολουθούν, αυτήν που θεωρείτε ορθή αναφορικά με τη φωτοβολία των δύο όμοιων λαμπτήρων μετά το κλείσιμο του διακόπτη.

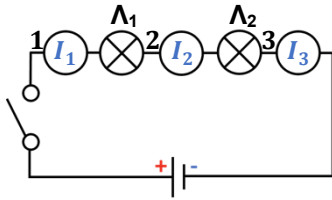
- Δήλωση Α:** Ο λαμπτήρας Λ_1 φωτοβολεί περισσότερο από τον λαμπτήρα Λ_2 .
- Δήλωση Β:** Ο λαμπτήρας Λ_1 φωτοβολεί λιγότερο από τον λαμπτήρα Λ_2 .
- Δήλωση Γ:** Ο λαμπτήρας Λ_1 φωτοβολεί το ίδιο με τον λαμπτήρα Λ_2 .

ii. Να καταγράψετε τον τρόπο σκέψης σας.

iii. Να κλείσετε τον διακόπτη και να καταγράψετε την παρατήρησή σας αναφορικά με τη φωτοβολία των δύο λαμπτήρων.



▲ Εικόνα 3.64
 Συμβολικό διάγραμμα ηλεκτρικού κυκλώματος με δύο λαμπτήρες συνδεδεμένους σε σειρά.



▲ Εικόνα 3.65
Το αμπερόμετρο τοποθετείται διαδοχικά στις θέσεις 1, 2 και 3 του κυκλώματος.

β. Να συνδέσετε ένα αμπερόμετρο, διαδοχικά, στις θέσεις 1, 2 και 3 του κυκλώματος, όπως φαίνεται στο συμβολικό διάγραμμα της εικόνας 3.65.

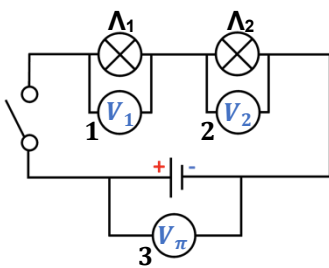
ι. Αφού κλείσετε τον διακόπτη, να καταχωρίσετε την ένδειξη του αμπερομέτρου στον πίνακα που ακολουθεί.

Θέση	Ένδειξη αμπερομέτρου
1	$I_1 =$ _____
2	$I_2 =$ _____
3	$I_3 =$ _____

ii. Να καταγράψετε το συμπέρασμα που προκύπτει από τον πίνακα μετρήσεων που συμπληρώσατε.

iii. Να επιλέξετε τα ορθά από τα σύμβολα «+», «-», «x», «÷», «=» και να συμπληρώσετε τα κενά ώστε η σχέση που ακολουθεί ανάμεσα στην ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον κάθε λαμπτήρα να είναι ορθή.

$I \dots\dots I_1 \dots\dots I_2$



▲ Εικόνα 3.66
Το βολτόμετρο τοποθετείται διαδοχικά στις θέσεις 1, 2 και 3 του κυκλώματος.

γ. Να τοποθετήσετε το βολτόμετρο διαδοχικά στις θέσεις 1, 2 και 3 του κυκλώματος, όπως φαίνεται στο συμβολικό διάγραμμα της εικόνας 3.66.

ι. Αφού κλείσετε τον διακόπτη, να καταχωρίσετε την ένδειξη του βολτομέτρου στον πίνακα που ακολουθεί.

Θέση	Ένδειξη βολτομέτρου
1	$V_1 =$ _____
2	$V_2 =$ _____
3	$V_\pi =$ _____

ii. Να επιλέξετε τα κατάλληλα από τα σύμβολα «+», «-», «×», «÷», «=» και να συμπληρώσετε τα κενά ώστε η σχέση που ακολουθεί, ανάμεσα στην τάση στα άκρα του κυκλώματος και στην τάση στα άκρα του κάθε λαμπτήρα, να είναι ορθή.

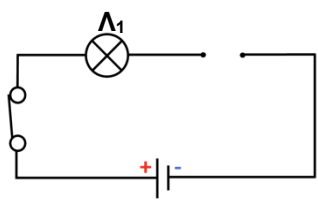
$$V_{ολ} \dots\dots V_1 \dots\dots V_2 \dots\dots$$

iii. Να ανακαλέσετε τον ορισμό της διαφοράς δυναμικού και να δικαιολογήσετε την πιο πάνω σχέση αναφέροντας την αρχή που επαληθεύεται.

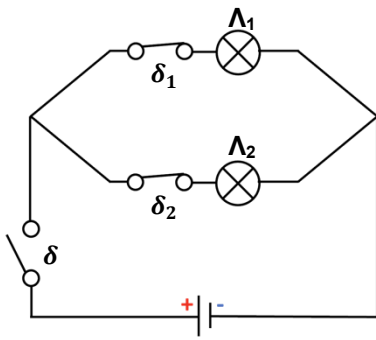
δ. i. Να προβλέψετε τι θα συμβεί στη φωτοβολία του λαμπτήρα Λ_1 , όταν ο λαμπτήρας Λ_2 καταστραφεί.

ii. Να αφαιρέσετε τον λαμπτήρα Λ_2 από το κύκλωμα, όπως φαίνεται στο συμβολικό διάγραμμα της εικόνας 3.67 και να ελέγξετε την ορθότητα της απάντησής σας στο ερώτημα δ.ι.

iii. Να διατυπώσετε το συμπέρασμα που προκύπτει για τη σύνδεση σε σειρά, από την πιο πάνω παρατήρηση.



▲ Εικόνα 3.67
 Συμβολικό διάγραμμα κυκλώματος στο οποίο ο λαμπτήρας Λ_2 έχει καταστραφεί / αφαιρεθεί.



▲ Εικόνα 3.68
 Συμβολικό διάγραμμα κυκλώματος με δύο όμοιους λαμπτήρες συνδεδεμένους παράλληλα.

Δραστηριότητα 3.7β: Αντιστάτες σε παράλληλη σύνδεση

Να συναρμολογήσετε το κύκλωμα που φαίνεται στο συμβολικό διάγραμμα της εικόνας 3.68, στο οποίο οι δύο όμοιοι λαμπτήρες είναι συνδεδεμένοι **παράλληλα**.

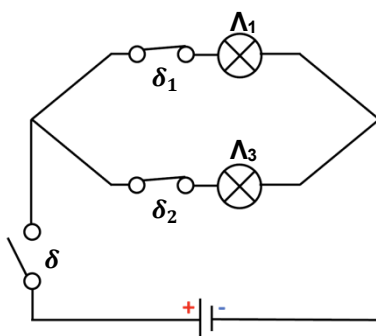
α. i. Να επιλέξετε την κατάλληλη λέξη από την παρένθεση ώστε να προβλέψετε τι θα γίνει με τη φωτοβολία των δύο όμοιων λαμπτήρων μετά το κλείσιμο του διακόπτη δ.

Δήλωση: Η φωτοβολία του λαμπτήρα Λ_1 θα είναι (ίδια / μικρότερη / μεγαλύτερη) σε σχέση με τη φωτοβολία του λαμπτήρα Λ_2 .

ii. Να καταγράψετε τον τρόπο σκέψης σας.

iii. Να κλείσετε τον διακόπτη δ και να καταγράψετε την παρατήρησή σας αναφορικά με τη φωτοβολία των δύο λαμπτήρων.

iv. Να εξηγήσετε την παρατήρησή σας.



▲ Εικόνα 3.69
 Συμβολικό διάγραμμα κυκλώματος με δύο λαμπτήρες διαφορετικής τάσης λειτουργίας, συνδεδεμένους παράλληλα.

β. Να αντικαταστήσετε τον λαμπτήρα Λ_2 με τον λαμπτήρα Λ_3 που έχει μεγαλύτερη τάση λειτουργίας (εικόνα 3.69).

i. Να επιλέξετε σε κάθε μία από τις δηλώσεις Α και Β που ακολουθούν, την κατάλληλη λέξη από την παρένθεση, ώστε να προβλέψετε τι θα συμβεί στη φωτοβολία των λαμπτήρων μετά το κλείσιμο του διακόπτη δ.

Δήλωση Α: Η φωτοβολία του λαμπτήρα Λ_1 θα (παραμείνει ίδια / είναι μικρότερη / είναι μεγαλύτερη) σε σχέση με πριν.

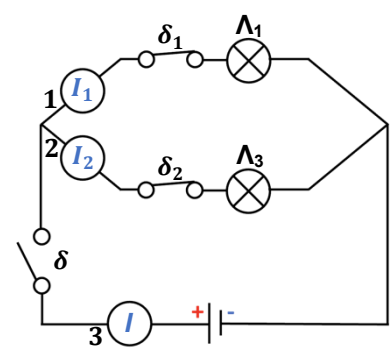
Δήλωση Β: Η φωτοβολία του λαμπτήρα Λ_3 θα είναι (ίδια / μικρότερη / μεγαλύτερη) σε σχέση με τη φωτοβολία του λαμπτήρα Λ_1 .

ii. Να κλείσετε τον διακόπτη δ και να ελέγξετε την ορθότητα των επιλογών σας αναφορικά με τη φωτοβολία των δύο λαμπτήρων.

γ. Να συνδέσετε ένα αμπερόμετρο, διαδοχικά, στις θέσεις 1, 2 και 3 του κυκλώματος, όπως φαίνεται στο συμβολικό διάγραμμα της εικόνας 3.70.

i. Αφού κλείσετε τον διακόπτη δ , να καταχωρίσετε την ένδειξη του αμπερομέτρου στον πίνακα που ακολουθεί.

Θέση	Ένδειξη αμπερομέτρου
1	$I_1 =$ _____
2	$I_2 =$ _____
3	$I =$ _____

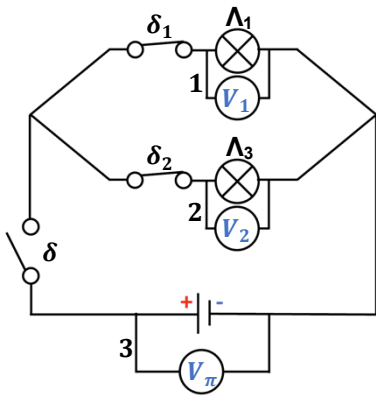


▲ Εικόνα 3.70
Το αμπερόμετρο τοποθετείται διαδοχικά στις θέσεις 1, 2 και 3 του κυκλώματος.

ii. Να επιλέξετε τα κατάλληλα από τα σύμβολα «+», «-», «x», «÷», «=» και να συμπληρώσετε τα κενά ώστε η σχέση που ακολουθεί ανάμεσα στην ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον κάθε λαμπτήρα (I_1 , I_2) και την ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή (I) να είναι ορθή.

$I \dots\dots I_1 \dots\dots I_2$

iii. Να ανακαλέσετε τον ορισμό της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος και να δικαιολογήσετε την πιο πάνω σχέση αναφέροντας την αρχή που επαληθεύεται.



▲ Εικόνα 3.71
Το βολτόμετρο τοποθετείται διαδοχικά στις θέσεις 1, 2 και 3 του κυκλώματος.

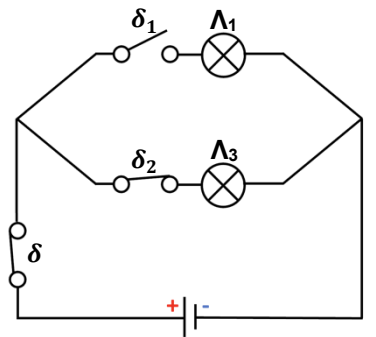
δ. Να τοποθετήσετε το βολτόμετρο διαδοχικά στις θέσεις 1, 2 και 3 του κυκλώματος, όπως φαίνεται στο συμβολικό διάγραμμα της εικόνας 3.71.

ι. Αφού κλείσετε τον διακόπτη δ, να καταχωρίσετε την ένδειξη του βολτομέτρου στον πίνακα που ακολουθεί.

Θέση	Ένδειξη βολτομέτρου
1	$V_1 =$ _____
2	$V_2 =$ _____
3	$V_\pi =$ _____

ii. Να επιλέξετε τα κατάλληλα από τα σύμβολα «+», «-», «x», «÷», «=» και να συμπληρώσετε τα κενά ώστε η σχέση που ακολουθεί, ανάμεσα στην τάση στα άκρα του κυκλώματος και της τάσης στα άκρα του κάθε λαμπτήρα, να είναι ορθή.

$V_\pi \dots\dots\dots V_1 \dots\dots\dots V_2 \dots\dots\dots$



▲ Εικόνα 3.72
Συμβολικό διάγραμμα κυκλώματος με ανοικτό τον διακόπτη δ₁.

ε. i. Να προβλέψετε, τι θα συμβεί στη φωτοβολία των λαμπτήρων Λ₁ και Λ₃ όταν ανοίξει ο διακόπτης δ₁, όπως φαίνεται στην εικόνα 3.72.

ii. Να ανοίξετε τον διακόπτη δ₁ και να ελέγξετε την ορθότητα της απάντησής σας στο ερώτημα ε.ι.

iii. Να διατυπώσετε το συμπέρασμα που προκύπτει για την παράλληλη σύνδεση, από την πιο πάνω παρατήρηση.

Δραστηριότητα 3.7γ: Βρες τον τρόπο σύνδεσης

Η κάθε μια από τις δηλώσεις που ακολουθούν περιγράφει μία από τις δύο συνδεσμολογίες ηλεκτρικών στοιχείων που μελετήσατε (σύνδεση σε σειρά / παράλληλη σύνδεση). Να αναφέρετε με ποιον από τους δύο τρόπους είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους τα ηλεκτρικά στοιχεία σε κάθε δήλωση και να σχεδιάσετε στο κουτί ένα απλό συμβολικό διάγραμμα που να απεικονίζει την αντίστοιχη σύνδεση.


Δήλωση Α: Τέσσερις διαφορετικοί λαμπτήρες διαρρέονται από ηλεκτρικό ρεύμα ίδιας έντασης.

Τρόπος σύνδεσης: _____



Δήλωση Β: Τρεις διαφορετικοί λαμπτήρες έχουν στα άκρα τους την ίδια τάση.

Τρόπος σύνδεσης: _____



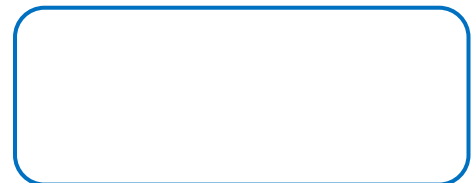
Δήλωση Γ: Όταν καταστραφεί ένας λαμπτήρας, οι υπόλοιποι τρεις λειτουργούν κανονικά.

Τρόπος σύνδεσης: _____



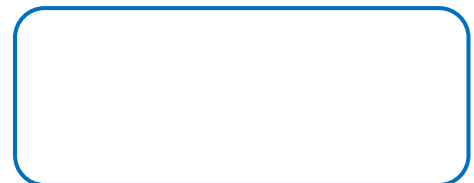
Δήλωση Δ: Όταν καταστραφεί ένας λαμπτήρας, οι υπόλοιποι τρεις σταματούν να λειτουργούν.

Τρόπος σύνδεσης: _____



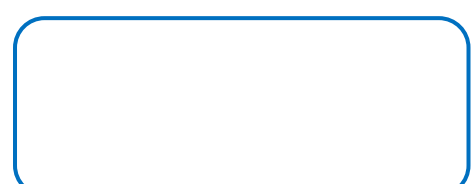
Δήλωση Ε: Το ηλεκτρικό φορτίο περνά διαδοχικά από δύο λαμπτήρες.

Τρόπος σύνδεσης: _____



Δήλωση Στ: Το ηλεκτρικό φορτίο διαχωρίζεται σε δύο διαδρομές, η κάθε μία από τις οποίες περιλαμβάνει έναν λαμπτήρα.

Τρόπος σύνδεσης: _____





Δήλωση Z: Με τον τρόπο αυτό είναι συνδεδεμένοι οι προβολείς του αυτοκινήτου.

Σύνδεση: _____

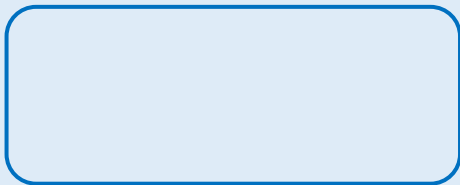
Ανασκόπηση της δραστηριότητας 3.7

Να συμπληρώσετε τα κενά στις προτάσεις που ακολουθούν επιλέγοντας σε κάθε περίπτωση τις κατάλληλες λέξεις ή τα κατάλληλα σύμβολα:
παράλληλα, σε σειρά, άθροισμα, ένταση, εντάσεων, ίσο, τάση, θετικός, θετικό, ίδια, «+», «-», «x», «÷», «=».

Σύνδεση αντιστάτων σε σειρά

Όταν οι αντιστάτες σε ένα κύκλωμα είναι συνδεδεμένοι σε σειρά, η _____ του ηλεκτρικού ρεύματος που τους διαρρέει είναι η _____, ενώ το _____ των τάσεων που έχουν οι αντιστάτες στα άκρα τους είναι ίσο με την τάση στα άκρα της πηγής.

Συμβολικό διάγραμμα κυκλώματος με τρεις αντιστάτες συνδεδεμένους σε σειρά:



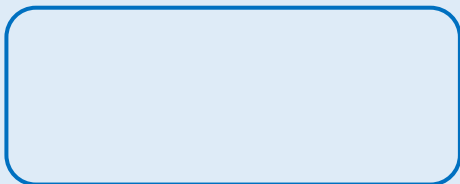
$$I \dots\dots I_1 \dots\dots I_2 \dots\dots I_3$$

$$V_1 \dots\dots V_1 \dots\dots V_2 \dots\dots V_3$$

Παράλληλη σύνδεση αντιστάτων

Όταν οι αντιστάτες σε ένα κύκλωμα είναι συνδεδεμένοι παράλληλα, έχουν στα άκρα τους _____ ίση με αυτή της πηγής, αφού τα άκρα τους είναι απευθείας συνδεδεμένα με αυτή. Το άθροισμα των _____ του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τους αντιστάτες είναι _____ με την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει την πηγή.

Συμβολικό διάγραμμα κυκλώματος με τρεις αντιστάτες συνδεδεμένους παράλληλα:



$$I \dots\dots I_1 \dots\dots I_2 \dots\dots I_3$$

$$V_1 \dots\dots V_1 \dots\dots V_2 \dots\dots V_3$$

Όταν τα ηλεκτρικά στοιχεία είναι συνδεδεμένα _____ λειτουργούν ανεξάρτητα, ενώ όταν είναι συνδεδεμένα _____ η λειτουργία του κάθε στοιχείου εξαρτάται από τη λειτουργία των άλλων.