

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

Β. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
Ν. ΔΙΑΜΑΝΤΗΣ
Α. ΔΡΟΛΑΠΑΣ
Κ. ΚΕΡΑΜΙΔΑΣ
Ε. ΛΑΪΟΣ

ΦΥΣΙΚΗ

Γ' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»

ΦΥΣΙΚΗ

Γ' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

Επιστημονική Επιτροπή Αξιολόγησης
Συντονιστής/τρια / Αξιολογητής/τρια

Αξιολογητής/τρια

Αξιολογητής/τρια

Τεχνικός Εμπειρογνώμονας

Επικουρικός Εμπειρογνώμονας

**Υπεύθυνος/η του μαθήματος/γνωστικού
αντικειμένου στο πλαίσιο της Πράξης**

Τολίκα Κωνσταντία

Εν ενεργεία μέλος Διδακτικού Ερευνητικού
Προσωπικού Πανεπιστημίου

Παπαλεξόπουλος Παναγιώτης

Εν ενεργεία Εκπαιδευτικός

Λίθαρης Σάββας

Εν ενεργεία Εκπαιδευτικός

Ρίζος Ιωάννης

Πτυχιούχος Πληροφορικής

Καλογεροπούλου Παρασκευή

Πτυχιούχος γραφιστικής

Ευαγγελία Χρυσοβέργη, Σύμβουλος Β΄ ΙΕΠ,
μέλος της Επιστημονικής Ομάδας Έργου (ΕΟΕ) της Πράξης

Πράξη με τίτλο: «Συγγραφή, Αξιολόγηση και Ένταξη διδακτικών βιβλίων στο Μητρώο Διδακτικών Βιβλίων και στην Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Διδακτικών Βιβλίων» με κωδικό ΟΠΣ 6010165 στο Πρόγραμμα «Ανθρώπινο Δυναμικό και Κοινωνική Συνοχή» 2021-2027

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

Σπυρίδων Δουκάκης

Πρόεδρος του Δ.Σ. του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Υπεύθυνη Πράξης

Πολυξένη Μπίλλα

Σύμβουλος Α΄ του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Προϊσταμένη Τμήματος Β΄ Προγραμμάτων Σπουδών και Εκπαιδευτικού Υλικού

Αναπληρώτρια Υπεύθυνη Πράξης

Άννα-Αικατερίνη Λυκούρη

Σύμβουλος Α΄ του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής

**«Με τη συγχρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης»
και το Πρόγραμμα «Ανθρώπινο Δυναμικό και Κοινωνική Συνοχή»**



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Υπουργείο Παιδείας, Θρησκευμάτων
και Αθλητισμού



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

Β. Βασιλείου, Ν. Διαμαντής, Α. Δρόλαπας,
Κ. Κεραμιδάς, Ε. Λάιος

ΦΥΣΙΚΗ

Γ' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

ΔΙΚΑΙΟΥΧΟΣ



ΕΚΔΟΣΕΙΣ
ΠΑΤΑΚΗ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΚΔΟΣΗΣ

ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ **Βασίλειος Βασιλείου**, Φυσικός, Εκπαιδευτικός
Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης
Νικόλαος Διαμαντής, Δρ Φυσικής, Δρ Παιδαγωγικών,
Σύμβουλος Εκπαίδευσης
Ανάργυρος Δρόλαπας, Φυσικός, Δρ Επιστημών Αγωγής,
Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης
Κωνσταντίνος Κεραμιδάς, Δρ Φυσικής,
Δρ Επιστημών Αγωγής, Σύμβουλος Εκπαίδευσης
Ευθύμιος Λάιος, Φυσικός, MSc Φυσικής, Εκπαιδευτικός
Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

ΔΙΚΑΙΟΥΧΟΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ



ΣΧΕΔΙΑΣΗ – ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Έφη Κανελλοπούλου, Γραφίστρια
Μαρίνα Ρένεση, Γραφίστρια

ΣΕΛΙΔΟΠΟΙΗΣΗ

Γιώργος Χατζησπύρος, Γραφίστας

ΦΙΛΟΛΟΓΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ

Κωνσταντίνα Κουτσουρούμπα, **Ειρήνη Μαρκούρη**,
Φιλολόγοι

ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΣ ΠΡΟΕΚΤΥΠΩΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

Βαγγέλης Μπακλαβάς, Φιλόλογος

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ

Dreamstime.com, **Freepik.com**

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΞΩΦΥΛΛΟΥ

Δάφνη Μπέη, Γραφίστρια

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΕΞΩΦΥΛΛΟΥ

Dreamstime.com

ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΕΙΣ &

ΟΠΤΙΚΟΠΟΙΗΣΕΙΣ

Ηλίας Σιτσανλής (www.seilias.gr), Φυσικός
Ευθύμιος Λάιος, Φυσικός

Περιεχόμενα

| | |
|-------------------------------|---|
| Η ταυτότητα του βιβλίου | 8 |
|-------------------------------|---|

ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

Κεφάλαιο 1: Ηλεκτρισμός

| | |
|--|-----|
| 1.1 Ηλεκτρικό φορτίο – Ηλεκτρικές αλληλεπιδράσεις | 12 |
| 1.1α Ηλεκτρικά φορτία | 12 |
| 1.1β Ατομικά μοντέλα | 16 |
| 1.1γ Κβάντωση του ηλεκτρικού φορτίου | 20 |
| 1.2 Συσσώρευση – μεταφορά ηλεκτρικού φορτίου | 25 |
| 1.2α Τρόποι ηλέκτρισης | 25 |
| 1.2β Μικροσκοπική ερμηνεία της ηλέκτρισης – Διατήρηση του φορτίου | 30 |
| 1.2γ Ηλεκτρικοί αγωγοί και μονωτές | 35 |
| 1.2δ Δύναμη μεταξύ φορτισμένων σωμάτων – Νόμος του Coulomb | 40 |
| 1.3 Ηλεκτρικό πεδίο – Διαφορά δυναμικού | 46 |
| 1.3α Το ηλεκτρικό πεδίο και η περιγραφή του | 46 |
| 1.3β Ηλεκτρικό πεδίο και ενέργεια | 50 |
| 1.4 Ηλεκτρικό ρεύμα | 54 |
| 1.4α Ηλεκτρική πηγή – Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος | 54 |
| 1.4β Το αμπερόμετρο και το βολτόμετρο | 57 |
| 1.4γ Συμβολική αναπαράσταση ηλεκτρικών κυκλωμάτων | 60 |
| 1.5 Ηλεκτρική αντίσταση – Νόμος του Ohm | 63 |
| 1.5α Η ηλεκτρική αντίσταση και η μέτρησή της | 63 |
| 1.5β Παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η αντίσταση ενός μεταλλικού αγωγού | 67 |
| 1.5γ Ο νόμος του Ohm – Ωμική αντίσταση | 72 |
| 1.6 Μελέτη ηλεκτρικών κυκλωμάτων και εφαρμογή των αρχών διατήρησης. Σύνδεση αντιστάσεων | 78 |
| 1.6α Τρόποι σύνδεσης ηλεκτρικών συσκευών | 78 |
| 1.6β Μετρήσεις έντασης και τάσης σε ηλεκτρικά κυκλώματα | 82 |
| 1.6γ Ισοδύναμη αντίσταση | 86 |
| 1.7 Βραχυκύκλωμα – Ασφάλειες | 92 |
| 1.7α Το βραχυκύκλωμα και οι συνέπειές του | 92 |
| 1.7β Ηλεκτρική ασφάλεια | 96 |
| 1.8 Ηλεκτρική ενέργεια και ισχύς | 100 |
| 1.8α Ενέργεια ηλεκτρικού ρεύματος – Νόμος του Joule | 100 |
| 1.8β Υπολογισμός της ηλεκτρικής ενέργειας και της ισχύος σε ηλεκτρικό κύκλωμα | 104 |
| 1.8γ Χαρακτηριστικά λειτουργίας συσκευής – κόστος λειτουργίας | 108 |

Κεφάλαιο 2: Ηλεκτρομαγνητισμός

| | |
|--|-----|
| 2.1 Μαγνήτες – Μαγνητικό πεδίο της Γης | 116 |
| 2.1α Ο μαγνήτης και οι ιδιότητές του | 116 |
| 2.1β Περιγραφή του μαγνητικού πεδίου – Μαγνήτιση | 120 |
| 2.2 Από τον ηλεκτρισμό στον μαγνητισμό | 125 |
| 2.2α Ηλεκτρικό ρεύμα και μαγνητικό πεδίο | 125 |
| 2.2β Ηλεκτρικό ρεύμα και μαγνητική δύναμη (δύναμη Laplace) | 129 |
| 2.2γ Ηλεκτρικός κινητήρας | 133 |
| 2.3 Από τον μαγνητισμό στον ηλεκτρισμό. Νόμος Faraday – Ηλεκτρομαγνητική επαγωγή | 138 |
| 2.3α Το φαινόμενο της (ηλεκτρομαγνητικής) επαγωγής | 138 |
| 2.3β Ενεργειακή μελέτη του φαινομένου της επαγωγής | 143 |
| 2.3γ Ηλεκτρική γεννήτρια | 147 |
| Ένθετο: Ενοποίηση ηλεκτρισμού και μαγνητισμού – Οι τέσσερις εξισώσεις του Maxwell | 153 |

ΠΕΔΙΑ ΚΑΙ ΚΥΜΑΤΑ – ΦΩΣ**Κεφάλαιο 3: Φως**

| | |
|--|-----|
| 3.1 Φύση και διάδοση του φωτός | 156 |
| 3.1α Το φως ως μορφή ενέργειας – Διάδοση του φωτός | 156 |
| 3.1β Ανάκλαση και διάχυση του φωτός – Κοίλοι και κυρτοί καθρέφτες | 161 |
| 3.1γ Καθρέφτες και είδωλα | 166 |
| 3.2 Διάθλαση και εφαρμογές | 172 |
| 3.2α Το φαινόμενο της διάθλασης του φωτός και οι νόμοι του | 172 |
| 3.2β Εφαρμογές της διάθλασης του φωτός | 177 |
| 3.2γ Ανάλυση του φωτός – Διασκεδασμός | 181 |
| 3.2δ Φακοί και είδωλα φακών | 185 |
| 3.2ε Όραση και φακοί – Οπτικά όργανα | 191 |
| 3.3 Ηλεκτρομαγνητικά κύματα και φως | 196 |
| 3.3α Φως και ακτινοβολίες | 196 |
| 3.3β Φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και εφαρμογές | 200 |
| Ένθετο: Υγροί φακοί, η επανάσταση στην κατασκευή οπτικών οργάνων | 205 |

ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ – ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ**Κεφάλαιο 4: Επιλεγμένα θέματα Σύγχρονης Φυσικής**

| | |
|---|-----|
| 4.1 Δομή του πυρήνα του ατόμου – πυρηνική ενέργεια – σύντηξη – σχάση – ραδιενέργεια | 208 |
| 4.1α Δομή του πυρήνα | 208 |
| 4.1β Ραδιενέργεια | 212 |
| 4.1γ Σχάση – Σύντηξη | 216 |
| 4.1δ Βασικές εφαρμογές πυρηνικών φαινομένων | 220 |

| | |
|--|-----|
| 4.2 Στοιχειώδη σωματίδια, ύλη, αντιύλη – Το Καθιερωμένο Πρότυπο | 224 |
| 4.2α Ανίχνευση σωματιδίων – Κοσμικές ακτίνες – Αντισωματίδια | 224 |
| 4.2β Στοιχειώδη σωματίδια – Καθιερωμένο Πρότυπο | 228 |
| 4.3 Στοιχεία κοσμολογίας και σχετικότητα | 232 |
| 4.3α Σχετικότητα | 232 |
| 4.3β Κοσμολογία | 237 |
| Ένθετο: Ιατρική φυσική (διάγνωση, θεραπεία) | 241 |
| Λεξιλόγιο όρων | 242 |
| Τυπολόγιο | 245 |
| Πίνακας φυσικών σταθερών | 246 |
| Ενδεικτικά διαγράμματα χαρακτηριστικών μεταβολών | 246 |
| Κενή σελίδα διαγράμματος για αναπαραγωγή | 247 |

Δείτε ή κατεβάστε από εδώ τους Διδακτικούς στόχους ανά υποενότητα (μάθημα).



Η ταυτότητα του βιβλίου

Ακολουθώντας το πρόγραμμα σπουδών Φυσικής Γυμνασίου, το περιεχόμενο του βιβλίου είναι δομημένο σε θεματικά πεδία. Κάθε πεδίο αποτελείται από θεματικές ενότητες που παρουσιάζονται σε μία ή περισσότερες τάξεις. Σε κάθε τάξη οι θεματικές ενότητες ομαδοποιούνται σε κεφάλαια. Κάθε θεματική ενότητα αποτελείται από υποενότητες, των οποίων το περιεχόμενο προτείνεται να διδάσκεται σε μία διδακτική ώρα. Για διευκόλυνση εκπαιδευτικών και μαθητών/μαθητριών η κάθε υποενότητα θα καλείται μάθημα.



Διδακτική μέθοδος με διερεύνηση

Το παρόν βιβλίο είναι γραμμένο σύμφωνα με το νέο πρόγραμμα σπουδών της Φυσικής Γυμνασίου, στο οποίο η διερευνητική μέθοδος διδασκαλίας είναι η προτεινόμενη.

Για τη συγγραφή του βιβλίου δόθηκε ιδιαίτερη μέριμνα ώστε να διευκολυνθούν οι εκπαιδευτικοί στην εφαρμογή της διδασκαλίας με διερεύνηση, καθώς η διερεύνηση αποτελεί τον τρόπο που ο άνθρωπος ανακαλύπτει και οικοδομεί τη γνώση. Η διδακτική μέθοδος με διερεύνηση απαιτεί ένα περιβάλλον ενεργού συμμετοχής και συνεργασίας όλων των μαθητών και μαθητριών, αυτενέργειας, συνεργατικής δράσης σε ομάδες, βιωματικής προσέγγισης και συνεργατικής επίλυσης προβλημάτων.

Με σκοπό την υλοποίηση κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο των στόχων του νέου προγράμματος σπουδών, σε κάθε υποενότητα (μάθημα) περιέχονται τα βήματα της μάθησης με διερεύνηση, τα οποία και αναφέρονται. Τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται για να δηλωθεί το κάθε βήμα της μεθόδου είναι αυτά που αναφέρονται στο πρόγραμμα σπουδών και καταγράφονται στον παρακάτω πίνακα:

| Βήμα της μεθόδου | Σύμβολο |
|--|---------|
| Εναύσματα ενδιαφέροντος | !? |
| Προβληματισμός, συζήτηση, υποθέσεις | |
| Πειράματα με μετρήσεις, δραστηριότητες και ιδιοκατασκευές | |
| Συμπεράσματα – Θεωρία | |
| Διεπιστημονικές – Διαθεματικές εφαρμογές της θεωρίας, γενίκευση, εμπέδωση, ερμηνείες με τον μικρόκοσμο | |

Στο έναυσμα ενδιαφέροντος κάθε μαθήματος παρουσιάζονται θέματα που είναι οικεία στα παιδιά και γνωστά από την καθημερινότητά τους.

Ακολουθούν προβληματισμοί που συχνά διατυπώνουν οι μαθητές και οι μαθήτριες και πιθανές υποθέσεις που θα μπορούσαν να δοθούν ως απαντήσεις.

Μεγαλύτερο μέρος κάθε μαθήματος αφιερώνεται στην πραγματοποίηση δραστηριοτήτων ή πειραμάτων, στα οποία καλούνται οι μαθητές και οι μαθήτριες να συμμετάσχουν σε ομάδες και να διερευνήσουν την ορθότητα ή μη των υποθέσεών τους. Με αυτό τον τρόπο τα συμπεράσματα που ακολουθούν, και αποτελούν τη θεωρία της Φυσικής, προκύπτουν αβίαστα από τα ίδια τα παιδιά, δίνουν απαντήσεις στους προβληματισμούς τους και δημιουργούν μια συνεκτική επιστημονική γνώση.

Ενίσχυση της γνώσης αυτής αποτελεί το πέμπτο και τελευταίο βήμα της διερεύνησης, δηλαδή οι γενικές και η εφαρμογή της γνώσης. Στο βήμα αυτό του μαθήματος γίνονται συνδέσεις του περιεχομένου που διδάχτηκε με επιστημονικές εφαρμογές, με τεχνολογικά θέματα, με θέματα ασφάλειας και υγιεινής, με περιβαλλοντικά θέματα και γενικά με θέματα που ενισχύουν τις γνώσεις, τις συμπεριφορές και τις στάσεις των μαθητών και των μαθητριών ως ενήμερων και ενεργών πολιτών.

Τα πειράματα και οι δραστηριότητες

Λαμβάνοντας υπόψη τη σχολική πραγματικότητα, που αφορά την υλικοτεχνική υποδομή των σχολείων και τη συχνή δυσκολία πρόσβασης στο σχολικό εργαστήριο, προτείνεται στο βιβλίο πολλές πειραματικές δραστηριότητες να υλοποιούνται εντός της σχολικής τάξης με τη χρήση απλών καθημερινών υλικών. Με τον τρόπο αυτό παρέχεται η δυνατότητα στα παιδιά να συνδέσουν τη Φυσική με τις καθημερινές δραστηριότητές τους και να μεταφέρουν τη σχολική επιστημονική γνώση στο πλαίσιο της καθημερινότητάς τους, ερμηνεύοντας την. Σε ό,τι αφορά την υλοποίηση πειραμάτων που απαιτούν σύνθετες και απαιτητικές διατάξεις και όργανα και υλοποιούνται αποκλειστικά στο σχολικό εργαστήριο, προτείνονται εναλλακτικές δραστηριότητες με τη χρήση οπτικοποιήσεων και προσομοιώσεων.

Τα πειράματα και οι δραστηριότητες ταξινομούνται ως προς το περιεχόμενο και ως προς τις αντίστοιχες δεξιότητες του 21ου αιώνα που καλλιεργούνται.

- Ο χαρακτηρισμός τους ως προς το **περιεχόμενο** δηλώνεται με ένα από τα αντίστοιχα σύμβολα από τον παρακάτω πίνακα το οποίο τοποθετείται σε αυτές.


| Περιεχόμενο | Σύμβολο | Περιεχόμενο | Σύμβολο | Περιεχόμενο | Σύμβολο |
|-------------|---------|---------------------|---------|-------------------------|---------|
| Πείραμα | ΠΕ | Δύνοντας προβλήματα | ΔΠ | Επεξεργασία δεδομένων | ΕΔ |
| Συζήτηση | ΣΥ | Προσομοίωση | ΠΡ | Ιδιοκατασκευή | ΙΑ |
| Εργασία | ΕΡ | Απλές μετρήσεις | ΑΜ | Βιβλιογραφική αναζήτηση | ΒΑ |

- Ο χαρακτηρισμός τους ως προς τις **δεξιότητες** του 21ου αιώνα που αναπτύσσονται δηλώνεται με την αναγραφή των αντίστοιχων ακρωνυμίων του παρακάτω πίνακα:

| Δεξιότητα | | Ακρωνύμιο |
|--------------|---|-----------|
| Μάθησης | κριτική σκέψη, δημιουργικότητα, συνεργασία, επικοινωνία | ΜΑΘ |
| Γραμματισμού | ψηφιακός γραμματισμός, γραμματισμός των μέσων επικοινωνίας, τεχνολογικός γραμματισμός | ΓΡ |
| Ζωής | ευελιξία, ηγεσία, πρωτοβουλία, παραγωγικότητα, κοινωνικές δεξιότητες | ΖΩ |

Αξιολόγηση

Στο τέλος κάθε διδακτικής ώρας ακολουθούν ερωτήσεις, ασκήσεις και προβλήματα προς απάντηση.

| Αξιολόγηση | Σύμβολο |
|---------------------------------|--|
| Ερωτήσεις, ασκήσεις, προβλήματα |  |

Ο βαθμός δυσκολίας τους προσδιορίζεται ως εξής:


- Όταν πριν από την αρίθμηση δεν υπάρχει σύμβολο, το αξιολογικό αντικείμενο θεωρείται εύκολο.
- Όταν πριν από την αρίθμηση υπάρχει ένας αστερίσκος (*), το αξιολογικό αντικείμενο θεωρείται μέτριου βαθμού δυσκολίας.
- Όταν πριν από την αρίθμηση υπάρχουν δύο αστερίσκοι (**), το αξιολογικό αντικείμενο θεωρείται ότι παρουσιάζει μεγαλύτερο βαθμό δυσκολίας.

Στο βιβλίο αυτό έχει δοθεί βαρύτητα στα πειράματα και στις δραστηριότητες και έχει περιοριστεί σε μεγάλο βαθμό η μαθηματικοποιημένη επίλυση ασκήσεων. Με τον τρόπο αυτό επιδιώκεται να μειωθεί η ασκησιολογία προς όφελος της κατανόησης των φυσικών εννοιών.

Δίνεται έμφαση, επίσης, στην κατάρκτηση των φυσικών εννοιών και των φυσικών νόμων, της γνώσης της Φυσικής Επιστήμης ως ολότητας μέσω των πειραματικών δραστηριοτήτων, στις οποίες αφιερώνεται το μεγαλύτερο μέρος του περιεχομένου του βιβλίου, περιορίζοντας την ασκησιολογία. Παράλληλα, οι ερωτήσεις, οι ασκήσεις και τα προβλήματα είναι κατά κανόνα συνδεδεμένα με πραγματικά θέματα και όχι γενικά και αφηρημένα. Οι ασκήσεις αποτελούν μια φυσική συνέχεια της θεωρίας που προέκυψε και πολλές φορές αποτελούν την εφαρμογή της στην καθημερινή πράξη.

Τέλος, έχουν επιλεγεί ασκήσεις με μικρό ή μέτριο βαθμό δυσκολίας, ώστε όλα τα παιδιά χωρίς δισταγμό να ασκούνται στην επίλυσή τους, επιδιώκοντας τη δημιουργία συναισθημάτων επιτυχίας και όχι απογοήτευσης. Με τον τρόπο αυτό θεωρούμε ότι ενισχύεται και η θετική στάση των παιδιών προς τις θετικές επιστήμες.

Κωδικοί γρήγορης ανταπόκρισης (QRC)

| | |
|---|---|
| <p>Σε κάθε κωδικό QR δηλώνεται γραπτώς το είδος του περιεχομένου του.</p> |  |
|---|---|



Καθώς οι ανάγκες των παιδιών, τα κίνητρά τους, τα ενδιαφέροντά τους αλλάζουν ακολουθώντας τις κοινωνικές εξελίξεις, οι συγγραφείς του βιβλίου έλαβαν υπόψη παράλληλα με τη σύγχρονη διεθνή βιβλιογραφία και τον σύγχρονο τρόπο γραφής σχολικών βιβλίων, τον τρόπο που μαθαίνουν πλέον τα παιδιά σε έναν κόσμο τεχνολογίας, εύκολης αλλά και ανεξέλεγκτης πρόσβασης στην πληροφορία, σε ένα περιβάλλον που κυριαρχούν σύγχρονα εργαλεία μάθησης, όπως τα πολυμέσα και το διαδίκτυο.

Το βιβλίο επιδιώχθηκε να εμπλουτιστεί με πλήθος εικόνων και ψηφιακών μέσων, ώστε να είναι ευχάριστο και ελκυστικό στους μαθητές και στις μαθήτριες και συγχρόνως να ενισχύεται ο πληροφορικός και ψηφιακός γραμματισμός τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Ηλεκτρισμός

- 1.1** Ηλεκτρικό φορτίο – Ηλεκτρικές αλληλεπιδράσεις
- 1.2** Συσώρευση – μεταφορά ηλεκτρικού φορτίου
- 1.3** Ηλεκτρικό πεδίο – Διαφορά δυναμικού
- 1.4** Ηλεκτρικό ρεύμα
- 1.5** Ηλεκτρική αντίσταση – Νόμος του Ohm
- 1.6** Μελέτη ηλεκτρικών κυκλωμάτων και εφαρμογή των αρχών διατήρησης. Σύνδεση αντιστάσεων
- 1.7** Βραχυκύκλωμα – Ασφάλειες
- 1.8** Ηλεκτρική ενέργεια και ισχύς

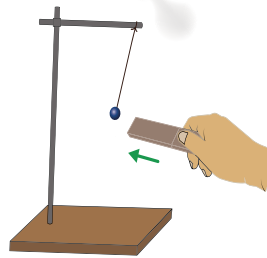
Λέξεις-κλειδιά: ηλεκτρική δύναμη, ηλεκτρικό φορτίο

!?

1



2



3



- Γιατί καμπυλώνεται η ροή του νερού από το μπαλόνι στην εικόνα 1;
- Πώς μπορείς να εκτρέψεις ένα εκκρεμές χωρίς καν να το ακουμπήσεις ή να το φουσήξεις; (εικόνα 2)
- Γιατί οι χτένες μετά τη χρήση τους μπορούν να έλκουν μικρά κομμάτια χαρτί; (εικόνα 3)
- Τι προκαλεί όλα τα πιο πάνω φαινόμενα;



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1: Εμφάνιση ηλεκτρικών δυνάμεων

Κόψτε ένα χαρτί σε πολύ μικρά κομμάτια. Πλησιάστε έναν πλαστικό χάρακα ή μια ράβδο από εβονίτη στα χαρτάκια.

Παρατηρείτε να τα έλκει;

Ναι Όχι

Δοκιμάστε και με έναν μαγνήτη. Τα έλκει;

Ναι Όχι

Τι παρατηρείτε αν τρίψετε τον χάρακα σε ένα μάλλινο ή σε ένα μεταξωτό ύφασμα (ή στα μαλλιά σας) και τον πλησιάσετε στα χαρτάκια;

.....
.....

Άλλαξε ο τρόπος αλληλεπίδρασης του χάρακα με το χαρτί, όταν τον τρίψατε με το ύφασμα;

Ναι Όχι

Ο χάρακας έλκει ή απωθεί το χαρτί; Άρα η δύναμη μεταξύ τους είναι ελκτική ή απωστική;

.....

ΠΕ

ΜΑΘ

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2: Ένα αντίστοιχο πείραμα με μπαλόνια

Πάρτε δύο όμοια μπαλόνια και τρίψτε τα με το ίδιο μάλλινο ύφασμα.

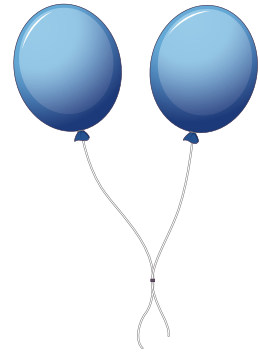
Πλησιάστε τα μεταξύ τους από την πλευρά που τα τρίψατε. Τι παρατηρείτε;

.....
Πώς θα χαρακτηρίζατε τη δύναμη που αναπτύσσεται ανάμεσα στα δύο όμοια μπαλόνια; Ελκτική ή απωστική;

.....
Τρίψτε μια γυάλινη ράβδο με το μάλλινο ύφασμα και πλησιάστε τη σε ένα από τα μπαλόνια. Τι παρατηρείτε;

.....
Πώς θα χαρακτηρίζατε τη δύναμη που αναπτύσσεται ανάμεσα στη ράβδο και το μπαλόνι; Ελκτική ή απωστική;

.....
Επομένως οι δυνάμεις που εμφανίζονται μετά από την τριβή μπορεί να είναι είτε
είτε

**ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3*: Εκτροπή πορείας λεπτής ροής νερού**

Ρυθμίστε τη ροή του νερού, ώστε να δημιουργηθεί μια λεπτή φλέβα. Πλησιάστε το μπαλόνι πολύ κοντά στη φλέβα νερού, προσέχοντας να μη βραχεί.

Παρατηρείτε να συμβαίνει κάτι;

Ναι Όχι

Τρίψτε το μπαλόνι με μάλλινο ύφασμα. Τι παρατηρείτε καθώς πλησιάζετε το μπαλόνι στη φλέβα;

.....

Πού πιστεύετε ότι οφείλεται η αλλαγή της κίνησης της φλέβας νερού;

.....
.....

*Η δραστηριότητα μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε στο εργαστήριο είτε στο σπίτι.

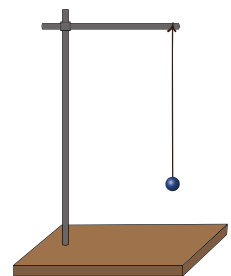
ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 4: Ηλεκτρικό εκκρεμές

Για να κατασκευάσετε το ηλεκτρικό εκκρεμές, για το σφαιρίδιο μπορείτε να χρησιμοποιήσετε ελαφρά υλικά, όπως ένα κομμάτι φελλό, αφρολέξ, ένα μικρό κομμάτι χαρτί κ.ά. Διερευνήστε πώς μπορείτε να εκτρέψετε το σφαιρίδιο χωρίς να το ακουμπήσετε. Γράψτε τις ενέργειες που κάνατε.

.....
.....

Η δύναμη που εκτρέπει το σφαιρίδιο είναι δύναμη από επαφή ή από απόσταση;

.....





- Με την **τριβή** διάφορα αντικείμενα (όπως μπαλόνι, χάρακας, ύφασμα κ.ά.) αποκτούν **ηλεκτρικό φορτίο** και αλληλεπιδρούν μεταξύ τους με **δυνάμεις ελκτικές** ή **απωστικές**, που ονομάζονται **ηλεκτρικές δυνάμεις**. Οι δυνάμεις αυτές είναι δυνάμεις που ασκούνται από **απόσταση**.

Οι ηλεκτρικές δυνάμεις μεταξύ των φορτισμένων αντικειμένων οφείλουν το όνομά τους στο ήλεκτρο, αρχαία ονομασία του κεχριμπαριού. Στην αρχαιότητα ο Θαλής ο Μιλήσιος είχε παρατηρήσει ότι το ήλεκτρο, όταν τριφτεί με στεγνό ύφασμα, έλκει μικρά αντικείμενα, όπως κομμάτι από μαλλί, τρίχες κ.ά.

Σε αντικείμενα από το **ίδιο υλικό** που τρίβονται με το ίδιο ύφασμα οι δυνάμεις είναι **απωστικές**. Επομένως τα αντικείμενα με το **ίδιο ηλεκτρικό φορτίο απωθούνται**. Αντίθετα, οι δυνάμεις ανάμεσα σε σώματα με διαφορετικά ηλεκτρικά φορτία είναι **ελκτικές**.

- Από τα μέχρι σήμερα πειραματικά αποτελέσματα καταδεικνύεται ότι υπάρχουν δύο είδη ηλεκτρικών φορτίων, τα οποία ορίστηκαν αυθαίρετα από τον Βενιαμίν Φραγκλίνος ως **θετικό (+)** και ως **αρνητικό (-)** φορτίο. Θετικό φορτίο αποκτά μια γυάλινη ράβδος όταν τριφτεί με μεταξωτό ύφασμα και αρνητικό φορτίο αποκτά μια ράβδος από εβονίτη (ή πλαστικό) όταν τριφτεί με μάλλινο ύφασμα. Τα **ομώνυμα** φορτισμένα αντικείμενα **απωθούνται** και τα **ετερόνυμα** **έλκονται**.

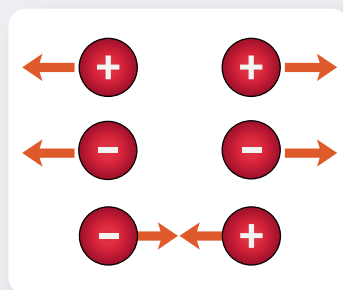
- Όταν το μπαλόνι πλησιάσει τη ροή του νερού, η απόκλιση της φλέβας νερού από την κατακόρυφη πορεία της οδηγεί στο συμπέρασμα ότι μέσα σ' αυτήν υπάρχουν ηλεκτρικά φορτία τα οποία αλληλεπιδρούν με τα ηλεκτρικά φορτία που βρίσκονται στην επιφάνεια του μπαλονιού.



Κεχριμπαίρι

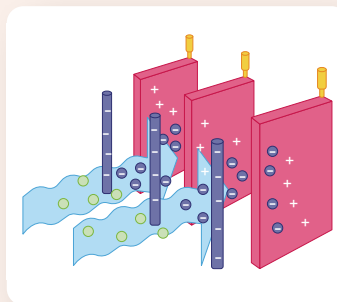


Βενιαμίν Φραγκλίνος (1706-1790)



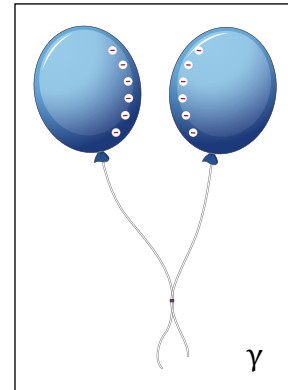
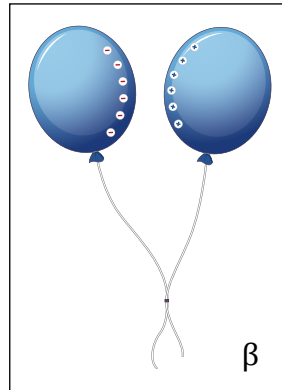
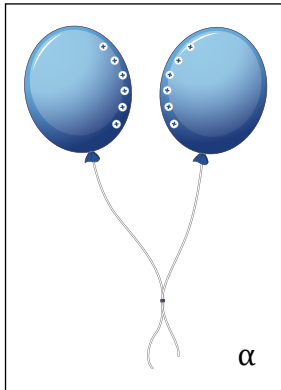
Ηλεκτροστατικά φίλτρα

Τα ηλεκτροστατικά φίλτρα είναι συσκευές που τοποθετούνται στον απαγωγό ενός λέβητα στερεών καυσίμων για τον καθαρισμό των καυσαερίων από σωματίδια. Η αρχή λειτουργίας τους στηρίζεται στον στατικό ηλεκτρισμό. Τα καυσαέρια διέρχονται με μικρή ταχύτητα μεταξύ δύο αντίθετα φορτισμένων ηλεκτροδίων. Τα στερεά σωματίδια που περιέχονται στα καυσαέρια αποκτούν ηλεκτρικό φορτίο, με αποτέλεσμα να έλκονται από τις πλάκες συλλογής, οι οποίες είναι αντίθετα φορτισμένες με αυτά. Τα σωματίδια προσκολλώνται στις πλάκες. Στη συνέχεια απομακρύνονται από αυτές με μηχανικούς τρόπους, όπως περιοδικά χτυπήματα ή δονήσεις, και συλλέγονται σε κατάλληλες χοάνες.

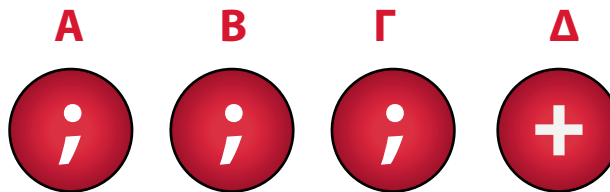




- 1 Για καθεμία από τις παρακάτω εικόνες να εξηγήσετε αν τα μπαλόνια θα πλησιάσουν μεταξύ τους ή αν θα απομακρυνθούν.



- * 2 Τέσσερις σφαίρες Α, Β, Γ και Δ είναι φορτισμένες. Η σφαίρα Α έλκει τη σφαίρα Β, η σφαίρα Β απωθεί τη σφαίρα Γ και η σφαίρα Γ έλκει τη σφαίρα Δ.



Να βρείτε το είδος του φορτίου της κάθε σφαίρας.

- * 3 Είναι δυνατόν τρία φορτισμένα σώματα:
α) να έλκονται μεταξύ τους ανά δύο;
β) να απωθούνται μεταξύ τους ανά δύο;
Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.



Ερώτηση -
Δραστηριότητα



Ερώτηση -
Δραστηριότητα



Ερώτηση -
Δραστηριότητα

Εργασία (πειραματική διερεύνηση)

Το σφαιρίδιο ενός ηλεκτρικού εκκρεμούς είναι ηλεκτρικά φορτισμένο. Διαθέτουμε μία ράβδο γυαλιού και μεταξωτό ύφασμα. Πώς μπορούμε να προσδιορίσουμε το είδος του ηλεκτρικού φορτίου του σφαιριδίου;

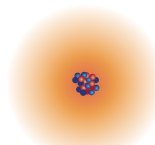
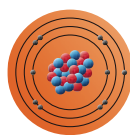
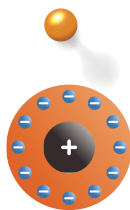
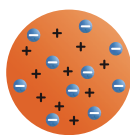
1.1β

Ατομικά μοντέλα

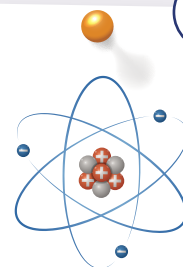
Λέξεις-κλειδιά: ατομικό πρότυπο, πυρήνας, ηλεκτρόνια



1



2



- Τι είναι το άτομο;
- Τι συμβολίζουν τα διαφορετικά χρώματα στις εικόνες 1 και 2;
- Είναι πραγματικά αυτά τα χρώματα;
- Είναι όλα τα άτομα ίδια;
- Γιατί οι επιστήμονες άλλαζαν για χρόνια τον τρόπο οπτικοποίησης του θεωρητικού μοντέλου του ατόμου;



ΕΔ

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: Εξέλιξη των ατομικών προτύπων

ΜΑΘ

Στα παρακάτω πλαίσια (που είναι τοποθετημένα με τυχαία χρονολογική σειρά) παρουσιάζονται τα μοντέλα που προτάθηκαν για τη δομή του ατόμου.

Το μοντέλο

Dalton

(Ντάλτον)

είναι επίσης γνωστό ως σφαιρικό μοντέλο,

καθώς προτείνει ότι το άτομο είναι μια αδιαίρετη και συμπαγής σφαίρα.



Σύμφωνα με

το μοντέλο

Thomson

(Τόμσον), το

άτομο αποτελείται

από μια σφαίρα θετικά φορτισμένη, μέσα στην οποία κυκλοφορούν τα αρνητικά ηλεκτρόνια. Τα ηλεκτρόνια «πλέουν» μέσα σε αυτή τη σφαίρα. Είναι γνωστό και ως πρότυπο του σταφιδόψωμου.



Στο μοντέλο του

Rutherford

(Ράδερφορντ), που είναι βασισμένο σε πειραματικά αποτελέσματα, το θετικό φορτίο είναι συγκεντρωμένο σε

πολύ μικρό χώρο (πυρήνας του ατόμου) συγκριτικά με αυτόν του ατόμου. Στον χώρο αυτό περιέχεται το μεγαλύτερο μέρος της ατομικής μάζας. Τα ηλεκτρόνια περιστρέφονται γύρω από τον πυρήνα ως πλανήτες γύρω από τον Ήλιο.



Μοντέλο **Bohr**

(Μπορ): Σε κάθε άτομο υπάρχει θετικό φορτίο συγκεντρωμένο σε μια πολύ μικρή περιοχή του που είναι συμπαγής και ονομάζεται πυρήνας. Γύρω από τον πυρήνα κινούνται σε συγκεκριμένες τροχιές τα αρνητικά ηλεκτρόνια.


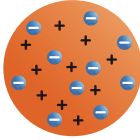
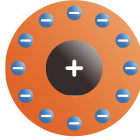
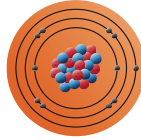
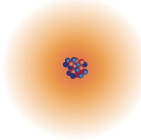



Στο κβαντομηχανικό μοντέλο, στο οποίο η συμβολή του **Schrödinger** (Σρέντιγκερ) υπήρξε καθοριστική, η αναπαράσταση του ηλεκτρονίου γίνεται με τη βοήθεια της έννοιας του ηλεκτρονιακού νέφους. Το ηλεκτρονιακό νέφος παρουσιάζεται πιο πυκνό στις θέσεις που υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα να βρεθεί το ηλεκτρόνιο. Ο πυρήνας παραμένει στο κέντρο του ατόμου.





Εξέλιξη της ατομικής θεωρίας

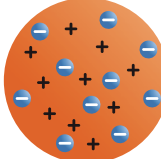
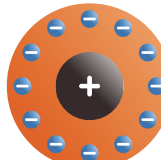
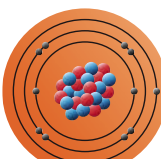
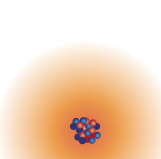
Με βάση τις πληροφορίες από τα παραπάνω πλαίσια συμπληρώστε τον πίνακα.

| |  |  |  |  |  |
|---|---|---|---|---|---|
| Συνοπτική περιγραφή της δομής του προτύπου | | | | | |
| Διαφορά/-ές του προτύπου σε σχέση με το προηγούμενό του |  | | | | |
| Μοντέλο και δημιουργός | | | | | |



- Η ύλη αποτελείται από άτομα. Οι θεωρίες για τη δομή του ατόμου εξελίσσονται με τον χρόνο μετά από νέες παρατηρήσεις και πειραματικά δεδομένα. Στον παρακάτω πίνακα περιγράφονται συνοπτικά τα ατομικά μοντέλα όπως διατυπώθηκαν με χρονολογική σειρά.

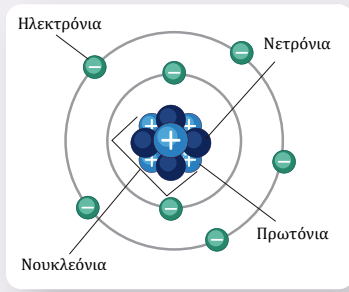
| | |
|---|--|
|  | Η ατομική θεωρία αρχικά διατυπώθηκε και αναπτύχθηκε στην Αρχαία Ελλάδα από τον Λεύκιππο και τον μαθητή του Δημόκριτο . Περιγράφοντας τη δομή της ύλης, κατέληξαν στη μικρότερη μονάδα της, που την ονόμασαν «άτομο» γιατί δεν μπορούσε να κοπεί σε μικρότερα κομμάτια. |
|  | Σύμφωνα με τον Dalton , κάθε χημικό στοιχείο αποτελείται από πολύ μικρά σωματίδια, τα οποία ονομάζονται άτομα. Όλα τα άτομα ενός στοιχείου είναι όμοια μεταξύ τους, ενώ τα άτομα διαφορετικών στοιχείων διαφέρουν μεταξύ τους (κατά μέγεθος και κατά μάζα). Τα άτομα ενός στοιχείου δε μετατρέπονται σε άλλου είδους άτομα, ούτε καταστρέφονται, ούτε δημιουργούνται λόγω χημικών φαινομένων. |

| | |
|---|--|
|  | <p>Το μοντέλο Thomson ή αλλιώς μοντέλο του σταφιδόψωμου: Εδώ τα άτομα είναι συμπαγή σωματίδια που έχουν εσωτερική δομή. Είναι ηλεκτρικά ουδέτερα, άρα έχουν ίση ποσότητα θετικού και αρνητικού φορτίου. Το θετικό φορτίο είναι ομοιόμορφα κατανεμημένο σε μια σφαίρα, ενώ τα σωματίδια που έχουν αρνητικό φορτίο είναι τα ηλεκτρόνια.</p> |
|  | <p>Το πλανητικό μοντέλο του Rutherford: Το άτομο αποτελείται από μια πολύ μικρή περιοχή στην οποία είναι συγκεντρωμένο όλο το θετικό φορτίο και σχεδόν όλη η μάζα του ατόμου. Η περιοχή ονομάζεται πυρήνας. Ο πυρήνας περιβάλλεται από ηλεκτρόνια τα οποία κινούνται σε κυκλικές τροχιές, γιατί, αν ήταν ακίνητα, θα έπεφταν πάνω στον πυρήνα εξαιτίας της ηλεκτρικής έλξης που δέχονται.</p> |
|  | <p>Το πρότυπο του Bohr στηρίχθηκε σε αυτό του Rutherford με τις εξής προσθήκες-παραδοχές: α) Τα ηλεκτρόνια κινούνται γύρω από τον πυρήνα σε αυστηρά καθορισμένες (ενεργειακά) τροχιές, που ονομάζονται στιβάδες. β) Τα ηλεκτρόνια εκπέμπουν ή απορροφούν ενέργεια αν μεταπηδήσουν από μια τροχιά σε μια άλλη.</p> |
|  | <p>Σύμφωνα με το κβαντομηχανικό μοντέλο, τα ηλεκτρόνια δεν κινούνται σε καθορισμένες τροχιές, αφού δεν μπορούμε να γνωρίζουμε με ακρίβεια και τη θέση και την ταχύτητά τους. Μπορούμε όμως να υπολογίσουμε την πιθανότητα να βρίσκονται σε ένα σημείο του χώρου, με τη βοήθεια μίας εξίσωσης, που ονομάζεται εξίσωση Schrödinger. Το ηλεκτρονιακό νέφος αποδίδεται με μία εικόνα στην οποία η πυκνότητα του χρώματος ισοδυναμεί με την ηλεκτρονιακή πυκνότητα. Όπου είναι πιο έντονο το χρώμα, τόσο πιο πιθανό είναι να βρίσκονται εκεί ηλεκτρόνια.</p> |

Παρατήρηση

Τα χρώματα που χρησιμοποιούνται σε όλες τις παραπάνω οπτικοποιήσεις δεν είναι πραγματικά. Στα άτομα δεν υπάρχει χρώμα. Στις εικόνες οι χρωματισμοί βοηθούν στην κατανόηση του ότι το άτομο αποτελείται από υποατομικά σωματίδια.

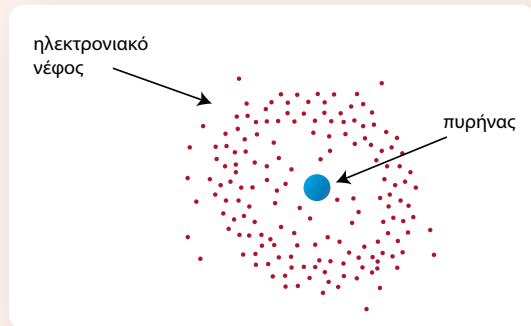
- Στα σύγχρονα μοντέλα, το άτομο αποτελείται από τον πυρήνα, που έχει θετικό φορτίο, και τα ηλεκτρόνια, που είναι οι φορείς του αρνητικού φορτίου. Ο πυρήνας δομείται από τα πρωτόνια, τα οποία έχουν θετικό φορτίο, και τα ουδέτερα νετρόνια. Το ηλεκτρόνιο έχει φορτίο κατά απόλυτη τιμή ίσο με το φορτίο του πρωτονίου.
- Στο ηλεκτρικά ουδέτερο άτομο, ο αριθμός των πρωτονίων του πυρήνα ισούται με αυτόν των ηλεκτρονίων του.
- Το ηλεκτρόνιο ανακαλύφθηκε από τον Τζόζεφ Τζον Τόμσον (1897) και έχει μάζα $9,1093821 \times 10^{-31}$ kg. Το πρωτόνιο ανακαλύφθηκε από τον Έρνεστ Ράδερφορντ (1917-1919), πήρε το όνομά του από τον ίδιο το 1920 και έχει μάζα $1,672621777 \times 10^{-27}$ kg.





Ατομικά τροχιακά

Η πιθανότητα να βρεθεί το ηλεκτρόνιο σε διάφορα σημεία στον χώρο γύρω από τον πυρήνα του ατόμου εξαρτάται από τις τιμές των φυσικών ποσοτήτων που αναφέρονται σε αυτό, όπως η ενέργειά του. Ένας τρόπος απεικόνισης αυτής της πιθανότητας είναι με «στιγμές». Η τιμή της πιθανότητας σε κάποιο σημείο αντιστοιχίζεται με την πυκνότητα των τελειών σε εκείνο το σημείο. Όσο πιο πυκνές είναι οι τελείες, τόσο μεγαλύτερη είναι η τιμή της πιθανότητας να βρεθεί το ηλεκτρόνιο σε εκείνη την περιοχή. Στη χημεία, μια τέτοια απεικόνιση αναφέρεται ως τροχιακό και περιλαμβάνει τον χώρο στον οποίο το ηλεκτρόνιο ανιχνεύεται με πιθανότητα 90% έως 95%.



1 Να αντιστοιχίσετε καθένα από τα παρακάτω σωματίδια με το είδος του φορτίου που αυτό έχει.

| | | | |
|------------|---|---|-----------------|
| άτομο | • | • | θετικό φορτίο |
| πυρήνας | • | | |
| πρωτόνιο | • | • | αρνητικό φορτίο |
| νετρόνιο | • | | |
| ηλεκτρόνιο | • | • | χωρίς φορτίο |

2 Να σχεδιάσετε ή να κατασκευάσετε ένα από τα ατομικά πρότυπα με κατάλληλα υλικά (π.χ. πλαστελίνη).

Εργασία (βιβλιογραφική αναζήτηση)

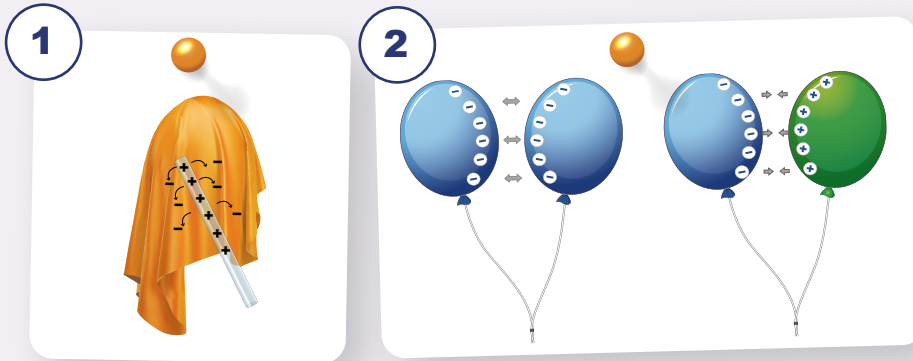
Ποιες είναι οι διαστάσεις του ατόμου σε σχέση με αντικείμενα της καθημερινότητας (π.χ. μπαλάκι του τένις); Τι είναι το Ångstrom;



1.1γ

Κβάντωση του ηλεκτρικού φορτίου

Λέξεις-κλειδιά: ηλεκτρόνια, κβάντωση



- Τι παρατηρείτε στην εικόνα 1;
- Με ποιους τρόπους μπορεί να απέκτησαν τα ηλεκτρικά τους φορτία τα μπαλόνια στην εικόνα 2;
- Σε ένα κουτί περιέχονται όμοιες μπάλες του πινγκ πονγκ που η καθεμία ζυγίζει 2,5 g. Η μάζα του περιεχομένου του κουτιού μπορεί να πάρει οποιαδήποτε τιμή;



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: Φόρτιση σωμάτων

Όπως είδαμε σε προηγούμενη ενότητα, ο Βενιαμίν Φραγκλίνος όρισε ως **θετικά (+)** τα ηλεκτρικά φορτία που απωθούνται από μια γυάλινη ράβδο που την έχουμε τρίψει με μεταξωτό ύφασμα και ως **αρνητικά (-)** αυτά που απωθούνται από μια ράβδο εβονίτη (ή πλαστική) που την έχουμε τρίψει με μάλλινο ύφασμα.

Επιλέξτε συνδυασμούς από τα παρακάτω υλικά, προκειμένου μέσω της τριβής μεταξύ τους να προκύψει ένα φορτισμένο θετικά και ένα φορτισμένο αρνητικά σώμα. Δοκιμάστε και συνδυασμούς διαφορετικούς από αυτούς που χρησιμοποίησε ο Φραγκλίνος. Πώς μπορείτε να επιβεβαιώσετε ποιο σώμα φορτίστηκε θετικά και ποιο αρνητικά;

Πριν το τρίψιμο



Η γυάλινη ράβδος είναι ηλεκτρικά ουδέτερη

Το μετάξι είναι ηλεκτρικά ουδέτερο

Μετά το τρίψιμο



Η γυάλινη ράβδος είναι θετικά φορτισμένη

Το μετάξι είναι αρνητικά φορτισμένο

Πριν το τρίψιμο



Η ράβδος εβονίτη είναι ηλεκτρικά ουδέτερη

Το μάλλινο ύφασμα είναι ηλεκτρικά ουδέτερο

Μετά το τρίψιμο



Η ράβδος εβονίτη είναι αρνητικά φορτισμένη

Το μάλλινο ύφασμα είναι θετικά φορτισμένο

Πλαστικός χάρακας - Μπαλόνι - Μαλλί - Μετάξι - Γυάλινη ράβδος - Χαρτί

Με αυτά τα υλικά συμπληρώστε τα κενά που ακολουθούν:

Θετικό φορτίο απέκτησε το σώμα τρίβοντάς το με το υλικό, το οποίο απέκτησε αρνητικό φορτίο.

Εξηγήστε πώς συμπεράνατε ότι ήταν θετικό ή αρνητικό το φορτίο που απέκτησαν τα υλικά που τρίψατε μεταξύ τους.

.....

.....

Η τοποθέτηση των υλικών στην παρακάτω σειρά έγινε ανάλογα με το αν χάνουν ή κερδίζουν ηλεκτρόνια όταν τρίβονται μεταξύ τους. Κάθε υλικό χάνει ηλεκτρόνια αν τριφτεί με κάποιο από τα επόμενα από αυτό στη σειρά.



Με βάση αυτό το σχήμα επαναλάβετε το προηγούμενο πείραμα, ώστε να αποκτήσουν τα υλικά θετικό και αρνητικό φορτίο, αλλά τώρα δοκιμάστε έναν άλλο συνδυασμό υλικών.

Απέκτησε θετικό φορτίο το υλικό με το τρίψιμό του με το υλικό, το οποίο απέκτησε αρνητικό φορτίο.

Εξηγήστε πώς συμπεράνατε ότι ήταν θετικό και αρνητικό φορτίο αντίστοιχα.

.....

.....

Αν τρίψουμε μαλλί με ξύλο, τι είδους ηλεκτρικό φορτίο θα αποκτήσει το ξύλο; + -

Αν τρίψουμε πλαστικό με βαμβάκι, τι είδους ηλεκτρικό φορτίο θα αποκτήσει το πλαστικό; + -

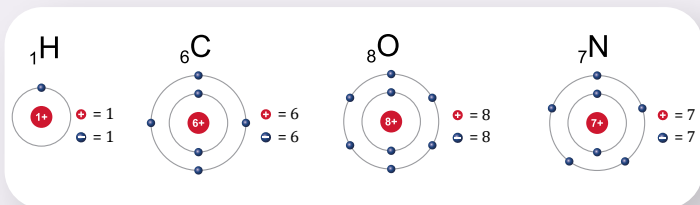
Σύμφωνα με τα προηγούμενα, καταγράψτε τα συμπεράσματά σας για τον χαρακτηρισμό ενός σώματος ως θετικά ή αρνητικά φορτισμένου.

.....

.....



- Τα υλικά σώματα αποτελούνται από άτομα και μόρια τα οποία είναι ηλεκτρικά ουδέτερα. Συνεπώς και τα σώματα (από διάφορα υλικά) είναι και αυτά με τη σειρά τους ηλεκτρικά ουδέτερα. Τα σώματα είναι δυνατόν να φορτιστούν ηλεκτρικά όταν αλληλεπιδράσουν μεταξύ τους. Αυτό συμβαίνει με τη μεταφορά ηλεκτρονίων από το ένα σώμα στο άλλο, διότι μπορούν να μετακινούνται από τα επιφανειακά άτομα του ενός σώματος στα άτομα του άλλου.



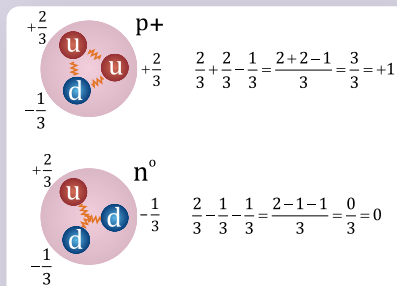
Δομικά
συστατικά
της ύλης

Η ανταλλαγή ηλεκτρικών φορτίων μεταξύ των σωμάτων διαταράσσει την ουδετερότητά τους, ώστε να καταλήγουν με πλεονάζον θετικό ή αρνητικό φορτίο. Δηλαδή, όταν ένα σώμα φορτίζεται αρνητικά, κερδίζει ηλεκτρόνια. Αντίθετα, όταν φορτίζεται θετικά, ελαττώνεται ο αριθμός των ηλεκτρονίων του. Επομένως η ηλεκτρική φόρτιση ενός σώματος δημιουργεί πλεόνασμα ή έλλειμμα ηλεκτρονίων σ' αυτό.

- Τα άτομα των διαφορετικών υλικών είναι διαφορετικά μεταξύ τους. Επομένως και τα εξωτερικά τους ηλεκτρόνια δε συγκρατούνται με την ίδια δύναμη από τους πυρήνες. Για παράδειγμα, τα εξωτερικά ηλεκτρόνια των ατόμων του μεταξωτού υφάσματος συγκρατούνται με ισχυρότερες δυνάμεις απ' ό,τι εκείνα του γυαλιού. Έτσι, όταν τρίβουμε το γυαλί με μεταξωτό ύφασμα, αποσπώνται ηλεκτρόνια από το γυαλί τα οποία μετακινούνται στο ύφασμα.
- Η μονάδα μέτρησης του ηλεκτρικού φορτίου στο S.I. είναι το 1 C (Coulomb) προς τιμήν του Γάλλου Charles-Augustin de Coulomb.
- Πειραματικά βρέθηκε ότι το φορτίο ενός πρωτονίου είναι $+1,602177 \times 10^{-19}$ C (συμβολικά +e), ενώ το φορτίο ενός ηλεκτρονίου είναι $-1,602177 \times 10^{-19}$ C (συμβολικά -e). Τα φορτία αυτά ονομάζονται στοιχειώδη, γιατί δεν έχουν παρατηρηθεί στη φύση ελεύθερα σωματίδια με φορτίο μικρότερης τιμής.

* Σημείωση

Τα υποατομικά σωματίδια κουάρκ (quarks) έχουν φορτίο μικρότερο του e, όπως $-\frac{2}{3}e$ και $-\frac{1}{3}e$, όμως δεν μπορούν να υπάρχουν ελεύθερα, αλλά σε συνδυασμό μεταξύ τους (δύαδες, τριάδες κτλ.). Έτσι τα σωματίδια που απαρτίζονται από κουάρκ έχουν πάντα ηλεκτρικό φορτίο ακέραιο πολλαπλάσιο του e.



- Επειδή η φόρτιση ενός σώματος οφείλεται σε ηλεκτρόνια που ήρθαν ή έφυγαν από αυτό, το φορτίο που το σώμα αποκτά θα είναι **ακέραιο πολλαπλάσιο** του στοιχειώδους φορτίου του ηλεκτρονίου, αν σ' αυτό ήρθαν ηλεκτρόνια, ή του πρωτονίου, αν απ' αυτό έφυγαν ηλεκτρόνια. Άρα το φορτίο (συμβολίζεται με q) ενός φορτισμένου σώματος θα είναι:

$$q = \pm Ne$$

όπου N φυσικός αριθμός.

Η ιδιότητα αυτή του ηλεκτρικού φορτίου ονομάζεται **κβάντωση**.

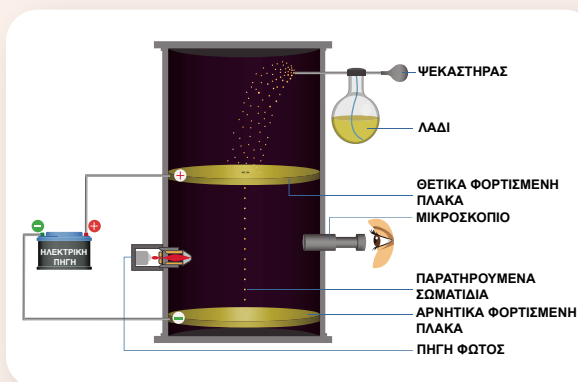


Το πείραμα του Millikan

Το 1908 στο Πανεπιστήμιο του Σικάγο ξεκίνησε ο Robert Andrews Millikan (Μίλλικαν) την προσπάθειά του να μετρήσει πειραματικά τη μάζα και το ηλεκτρικό φορτίο του ηλεκτρονίου. Μέτρησε για πρώτη φορά το **στοιχειώδες φορτίο e** και απέδειξε ότι το ηλεκτρικό φορτίο είναι **κβαντισμένο**.

Στο σχήμα βλέπουμε το μοντέλο της πειραματικής συσκευής του Millikan. Αποτελείται από δύο παράλληλες μεταλλικές πλάκες. Η πάνω πλάκα έχει μια μικρή τρύπα από την οποία διέρχονται μικρά σταγονίδια λαδιού. Τα σταγονίδια αυτά είναι φορτισμένα λόγω της τριβής τους με το ακροφύσιο του ψεκαστήρα με το οποίο ψεκάζεται το λάδι. Μια οριζόντια δέσμη φωτός φωτίζει τα σταγονίδια λαδιού, τα οποία μπορούν να παρατηρηθούν με ένα μικροσκόπιο. Καθώς το φως πέφτει πάνω στα σταγονίδια, αυτά φαίνονται σαν λαμπερά σημεία μέσα στο σκοτάδι. Κανονικά λοιπόν ο Millikan θα παρατηρούσε τα σταγονίδια αυτά να πέφτουν προς τα κάτω λόγω της επίδρασης της βαρύτητας. Όταν όμως φόρτιζε ηλεκτρικά τις δύο πλάκες, στο σταγονίδιο ασκούσαν και μια ηλεκτρική δύναμη. Επέλεγε την πολικότητα των πλακών, ώστε η ηλεκτρική δύναμη να έχει φορά αντίθετη από τη φορά του βάρους. Όταν πετύχαινε να ασκείται στα σταγονίδια συνολική δύναμη μηδέν, τα σταγονίδια ισορροπούσαν και έτσι κατάφερε με μια μεγάλη σειρά μετρήσεων να βρει ότι το φορτίο τους ήταν ακέραιο πολλαπλάσιο μιας στοιχειώδους ποσότητας φορτίου e .

Έκανε ακόμα την υπόθεση ότι το φορτίο αυτό ήταν ίσο, σε απόλυτη τιμή, με το φορτίο ενός ηλεκτρονίου. Η υπόθεσή του επιβεβαιώθηκε. Για την εργασία του αυτή ο Millikan τιμήθηκε το 1923 με το βραβείο Νόμπελ.



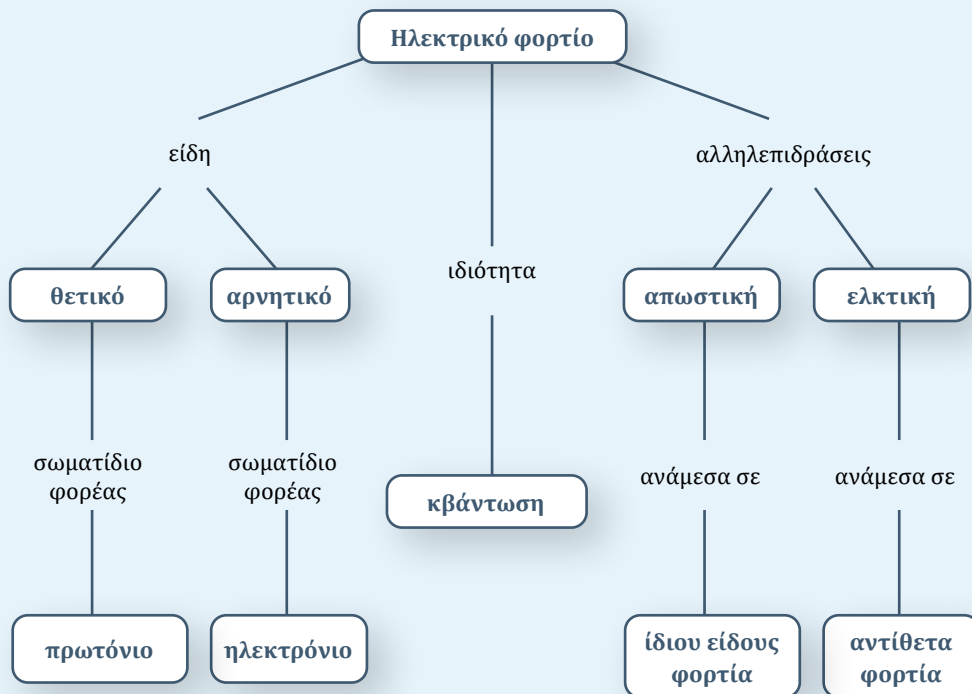
- 1 Σώμα μετά την τριβή του με ύφασμα αποκτά ηλεκτρικό φορτίο -16 nC . Αν το φορτίο του ηλεκτρονίου είναι κατά προσέγγιση $-1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$, να υπολογίσετε πόσα ηλεκτρόνια μετακινήθηκαν προς το σώμα. Θεωρήστε ότι αρχικά τα σώματα ήταν ηλεκτρικά ουδέτερα.
- 2 Ένα αρχικά ουδέτερο μεταξωτό ύφασμα αποκτά ηλεκτρικό φορτίο $+32 \text{ nC}$ μετά την τριβή του με ένα άγνωστο αντικείμενο. Αν το φορτίο του ηλεκτρονίου είναι κατά προσέγγιση $-1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$, να εξηγήσετε σε πόσα ηλεκτρόνια μετακινήθηκαν και προς τα πού. Να καταγράψετε πιθανά υλικά με τα οποία τρίφτηκε το ύφασμα, ώστε να αποκτήσει αυτό το είδος φορτίου.



Ερώτηση - Δραστηριότητα

Σύνοψη ενότητας

Οι ηλεκτρικές δυνάμεις μεταξύ των σωμάτων εξηγούνται με τη βοήθεια της έννοιας του ηλεκτρικού φορτίου. Υπάρχουν δύο είδη ηλεκτρικού φορτίου: το θετικό και το αρνητικό. Το φορτίο ενός σώματος δεν μπορεί να πάρει οποιαδήποτε τιμή. Οι ηλεκτρικές δυνάμεις ανάμεσα σε σώματα που έχουν αντίθετα φορτία είναι ελκτικές, ενώ ανάμεσα σε σώματα που έχουν ίδιο είδος φορτίου είναι απωστικές. Τα άτομα αποτελούνται από τον πυρήνα και από ηλεκτρόνια. Ο πυρήνας δομείται από πρωτόνια και νετρόνια. Το πρωτόνιο έχει θετικό ηλεκτρικό φορτίο, ενώ το νετρόνιο δεν έχει φορτίο. Το ηλεκτρόνιο έχει αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο ίσου μέτρου με αυτό του πρωτονίου. Ένα αφόρτιστο σώμα έχει ίσο αριθμό πρωτονίων και ηλεκτρονίων. Σε ένα θετικά φορτισμένο σώμα υπάρχει έλλειμμα ηλεκτρονίων, ενώ σε ένα αρνητικά φορτισμένο τα ηλεκτρόνια πλεονάζουν. Δηλαδή η φόρτιση οφείλεται στη μετακίνηση ηλεκτρονίων.



Λέξεις-κλειδιά: ηλέκτριση, τριβή, επαφή, επαγωγή

!?

1



2



3



4



- Υπάρχουν ομοιότητες ανάμεσα σε έναν κεραυνό (εικόνα 1) και το «τίναγμα» που αισθανόμαστε μερικές φορές όταν ακουμπάμε το πόμολο μιας πόρτας;
- Γιατί κάποιες φορές τα μαλλιά μας «ηλεκτρίζονται» όταν χτενιζόμαστε; (εικόνα 2)
- Εκτός από τη φόρτιση με τριβή γνωρίζετε κάποιες άλλες διαδικασίες μέσω των οποίων μπορεί ένα σώμα να ασκεί ηλεκτρικές δυνάμεις; (εικόνες 3 και 4)



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1: Ηλέκτριση με τριβή

Υλικά

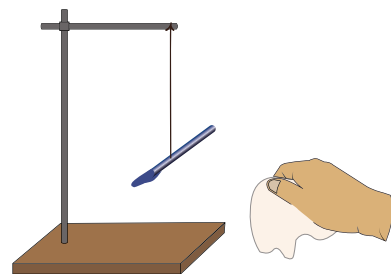
κλωστή

στιλό

χαρτομάντιλο

Χρησιμοποιήστε την κλωστή και το στιλό. Δέστε με τη μία άκρη της κλωστής το στιλό ακριβώς στη μέση του, ενώ το άλλο άκρο της κλωστής κρεμάστε το από κάποιο σταθερό σημείο. Όταν κρέμεται το στιλό, φροντίστε να είναι οριζόντιο. Πλησιάστε το χαρτομάντιλο στο στιλό.

Παρατηρείτε καμιά αλληλεπίδραση; Ναι Όχι



ΠΕ

ΜΑΘ

Τρίψτε με το χαρτομάντιλο το ένα άκρο από το στίλο που κρέμεται και αφήστε το ελεύθερο.

Πλησιάστε σε αυτό το άκρο που τρίψατε το χαρτομάντιλο, χωρίς να το ακουμπήσετε (πλησιάστε την περιοχή του χαρτομάντιλου που χρησιμοποίησατε για να τρίψετε το στίλο).

Το χαρτομάντιλο και το άκρο από το στίλο:

έλκονται απωθούνται

Επομένως το χαρτομάντιλο και το άκρο από το στίλο έχουν:

ίδιο είδος ηλεκτρικού φορτίου διαφορετικό είδος ηλεκτρικού φορτίου

Να γράψετε το συμπέρασμά σας για το είδος του ηλεκτρικού φορτίου που αποκτούν δύο σώματα αρχικά αφόρτιστα όταν τρίβονται μεταξύ τους.

.....

.....

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2: Ηλέκτριση με επαγωγή

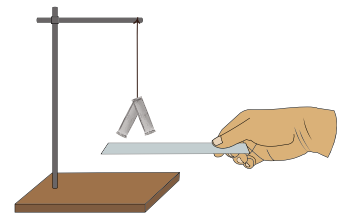
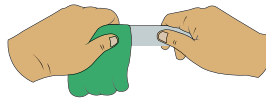
Υλικά

κλωστή

δύο λωρίδες από αλουμινόχαρτο 1 cm × 6 cm

πλαστικός χάρακας

χαρτομάντιλο



Ανοίξτε από μια μικρή τρύπα στις δύο λωρίδες του αλουμινόχαρτου, περάστε από τις τρύπες την κλωστή και κρεμάστε το ελεύθερο άκρο της. Φροντίστε οι δύο λωρίδες να έρχονται σε επαφή σε όλο το μήκος τους.

Πλησιάστε τον χάρακα στις δύο λωρίδες. Παρατηρείτε καμιά αλληλεπίδραση; Ναι Όχι

Τρίψτε με το χαρτομάντιλο το ένα άκρο του χάρακα. Πλησιάστε αυτό το άκρο στις δύο λωρίδες από το κάτω μέρος, χωρίς να τις ακουμπήσετε, και στη συνέχεια απομακρύνετε τον χάρακα. Να γράψετε τις παρατηρήσεις σας:

α) Όταν ο χάρακας πλησιάζει, οι λωρίδες

β) Όταν ο χάρακας απομακρύνεται, οι λωρίδες

Όταν ο χάρακας βρίσκεται κοντά στις λωρίδες, ασκούνται ηλεκτρικές δυνάμεις μεταξύ των λωρίδων (οι λωρίδες ηλεκτρίζονται); Ναι Όχι

Όταν ο χάρακας απομακρύνεται από τις λωρίδες, ασκούνται ηλεκτρικές δυνάμεις μεταξύ των λωρίδων (οι λωρίδες παραμένουν ηλεκτρισμένες); Ναι Όχι

Τελικά οι δύο λωρίδες φορτίζονται (αποκτούν ηλεκτρικό φορτίο); Να διατυπώσετε την άποψή σας.

.....

.....



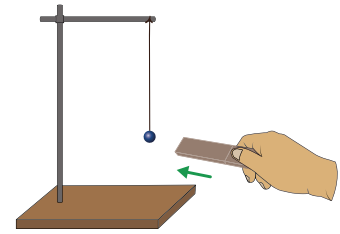
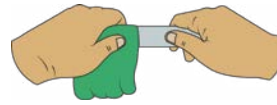
ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3: Ηλέκτριση με επαφή**Υλικά**

κλωστή

μικρή μπάλα από αλουμινόχαρτο (διαμέτρου περίπου 1 cm)

πλαστικός χάρακας

χαρτομάντιλο



Χρησιμοποιήστε την κλωστή και τη μικρή μπάλα από αλουμινόχαρτο. Κρεμάστε με την κλωστή την μπάλα, όπως φαίνεται στο σχήμα.

Πλησιάστε τον χάρακα στην μπάλα.

Παρατηρείτε κάποια αλληλεπίδραση; Ναι Όχι

Τρίψτε με το χαρτομάντιλο το ένα άκρο του χάρακα, ώστε αυτό να φορτιστεί. Πλησιάστε σιγά σιγά αυτό το άκρο στην μπάλα, μέχρι να έρθουν σε επαφή μεταξύ τους.

Πριν από την επαφή του άκρου του χάρακα με τη μικρή μπάλα:

- αναπτύσσονται μεταξύ τους ελκτικές δυνάμεις.
- αναπτύσσονται μεταξύ τους απωστικές δυνάμεις.
- δεν υπάρχει μεταξύ τους καμιά αλληλεπίδραση.

Να εξηγήσετε γιατί συμβαίνει αυτό που παρατηρήσατε.

.....

.....

Σημειώστε αν μετά την επαφή του άκρου του χάρακα με τη μικρή μπάλα:

- αναπτύσσονται μεταξύ τους ελκτικές δυνάμεις.
- αναπτύσσονται μεταξύ τους απωστικές δυνάμεις.
- δεν υπάρχει μεταξύ τους καμιά αλληλεπίδραση.

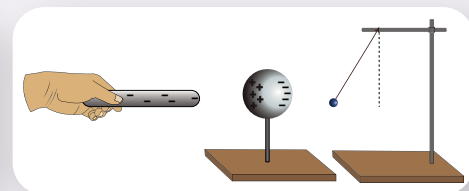
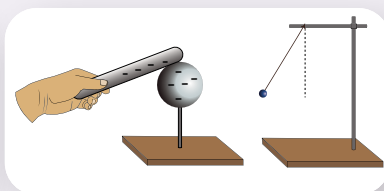
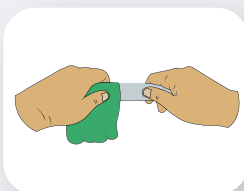
Να γράψετε το συμπέρασμά σας για το ηλεκτρικό φορτίο που αποκτά ένα αρχικά αφόρτιστο σώμα όταν έρθει σε επαφή με ένα φορτισμένο σώμα.

.....

.....



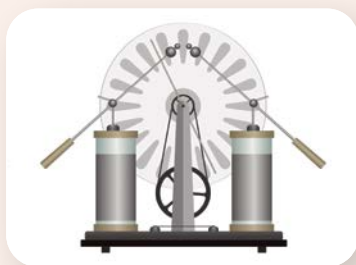
- **Ηλέκτριση** είναι η διαδικασία μέσω της οποίας ένα σώμα μπορεί να εμφανίσει ηλεκτρικά φαινόμενα, όπως η άσκηση ηλεκτρικής δύναμης. Το σώμα τότε ονομάζεται ηλεκτρισμένο. Υπάρχουν τρεις τρόποι ηλέκτρισης ενός σώματος:



- Με την **τριβή** του με ένα αρχικά αφόρτιστο σώμα, οπότε τα δύο σώματα αποκτούν διαφορετικό είδος ηλεκτρικού φορτίου (το ένα θετικό και το άλλο αρνητικό).
- Με την **επαφή** του με ένα αρχικά ηλεκτρικά φορτισμένο σώμα, οπότε τα δύο σώματα αποκτούν το ίδιο είδος ηλεκτρικού φορτίου με αυτό που είχε το αρχικά φορτισμένο σώμα.
- Με **επαγωγή** (από απόσταση), με τη βοήθεια ενός ηλεκτρικά φορτισμένου σώματος. Το σώμα δεν αποκτά ηλεκτρικό φορτίο και μετά την απομάκρυνση του φορτισμένου σώματος παύει να ασκεί ηλεκτρικές δυνάμεις.



Ηλεκτροστατικές μηχανές



Ηλεκτροστατική μηχανή
Wimshurst



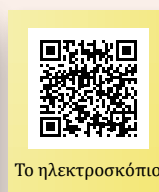
Ηλεκτροστατική μηχανή
Van der Graaff

Οι ηλεκτροστατικές μηχανές Wimshurst και Van der Graaff είναι διατάξεις στις οποίες μπορούμε να συσσωρεύσουμε ηλεκτρικό φορτίο σε μεταλλικές σφαίρες που αυτές διαθέτουν. Η λειτουργία τους βασίζεται στην ηλεκτρίση ενός σώματος με τριβή και επαγωγή.

Ηλεκτροσκόπιο

Το ηλεκτροσκόπιο είναι μια διάταξη με την οποία μπορούμε να διαπιστώσουμε αν ένα σώμα είναι φορτισμένο ή όχι. Αποτελείται από έναν μεταλλικό δίσκο, ένα μεταλλικό στέλεχος και δύο ελαφρά μεταλλικά ελάσματα (π.χ. από αλουμίνιο). Τα ελάσματα (φύλλα) του ηλεκτροσκοπίου είναι κατακόρυφα.

Όταν πλησιάσουμε ή ακουμπήσουμε ένα φορτισμένο σώμα στον δίσκο του ηλεκτροσκοπίου, τα φύλλα του ανοίγουν.



Το ηλεκτροσκόπιο

Μικροί και μεγάλοι σπινθήρες

Μερικές φορές, ειδικά όταν δεν υπάρχει πολλή υγρασία στην ατμόσφαιρα, αισθανόμαστε ένα μικρό «τίναγμα» όταν προσπαθούμε να ακουμπήσουμε ένα αντικείμενο, π.χ. το μεταλλικό πόμολο μιας πόρτας. Το «τίναγμα» είναι αποτέλεσμα ενός μικρού ηλεκτρικού σπινθήρα ανάμεσα στο χέρι μας και το

αντικείμενο και οφείλεται στη συσσώρευση ηλεκτρικού φορτίου στο σώμα μας λόγω της τριβής μας με το χαλί του πατώματος, το κάθισμα του αυτοκινήτου κ.ά.

Ο κεραυνός είναι ένας τεράστιος ηλεκτρικός σπινθήρας ανάμεσα σε ένα νέφος και το έδαφος. Ο σπινθήρας αυτός οφείλεται στη συσσώρευση αρνητικού ηλεκτρικού φορτίου στο κάτω μέρος του νέφους. Η συσσώρευση του φορτίου προκαλείται από την τριβή μεταξύ σταγόνων νερού και παγοκρυστάλλων, καθώς κινούνται στο εσωτερικό του νέφους.



PhET -
Travoltage,
Στατικός
ηλεκτρισμός



Φωτόδεντρο -
Δημιουργία του
κεραυνού



1 Δύο ίδιες πλαστικές λωρίδες τοποθετούνται η μία πάνω στην άλλη. Με το ένα χέρι μας κρατάμε το ένα τους άκρο, ενώ με το άλλο ολισθαίνουμε κατά μήκος τους τα δάχτυλά μας. Τι πιστεύετε ότι θα συμβεί μετά την τριβή τους με τα δάχτυλα του χεριού μας;

- α) Δε θα συμβεί τίποτα.
- β) Οι δύο λωρίδες θα έλκονται.
- γ) Οι δύο λωρίδες θα απωθούνται.

Να χρησιμοποιήσετε τα κατάλληλα υλικά και να πραγματοποιήσετε το πείραμα, ώστε να επιβεβαιώσετε την πρόβλεψή σας.



2 Τρίβουμε ένα μπαλόνι σε μάλλινο ύφασμα και το πλησιάζουμε σε ένα άδειο μεταλλικό κουτάκι αναψυκτικού που μπορεί να κυλήσει. Τι πιστεύετε ότι θα συμβεί;

- α) Δε θα συμβεί τίποτα.
- β) Το κουτάκι θα κυλήσει και θα πλησιάσει το μπαλόνι.
- γ) Το κουτάκι θα κυλήσει και θα απομακρυνθεί από το μπαλόνι.

Να χρησιμοποιήσετε τα κατάλληλα υλικά και να πραγματοποιήσετε το πείραμα, ώστε να επιβεβαιώσετε την πρόβλεψή σας.

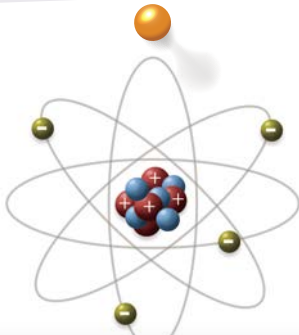


Ερώτηση -
Δραστηριότητα

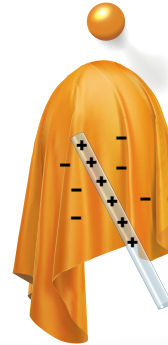
Λέξεις-κλειδιά: ηλεκτρικό φορτίο, διατήρηση ηλεκτρικού φορτίου

!?

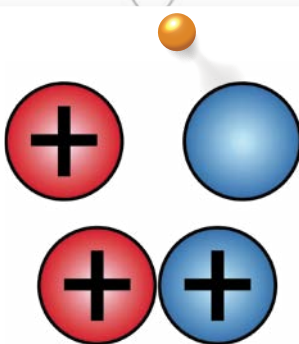
1



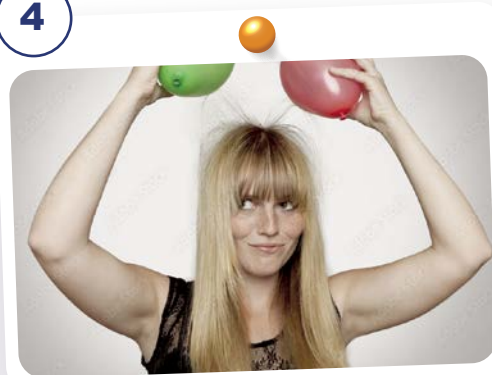
2



3



4



- Συνδέεται η ηλεκτρίση των σωμάτων με τη δομή του ατόμου; (εικόνα 1)
- Γιατί, όταν τρίβουμε δύο σώματα μεταξύ τους, αυτά αποκτούν αντίθετο είδος ηλεκτρικού φορτίου; (εικόνα 2)
- Γιατί, όταν φέρνουμε σε επαφή μια φορτισμένη σφαίρα με μια αφόρτιστη, αυτές αποκτούν τελικά το ίδιο είδος ηλεκτρικού φορτίου; Μπορούμε να υπολογίσουμε το συνολικό φορτίο που θα έχουν οι δύο σφαίρες μετά την επαφή τους; (εικόνα 3)
- Γιατί, όταν τρίψουμε το μπαλόνι με ένα μάλλινο ύφασμα και το πλησιάσουμε στα μαλλιά μας, ασκούνται ηλεκτρικές δυνάμεις σε αυτά; (εικόνα 4)



ΠΕ

ΠΡ

ΜΑΘ

ΓΡ

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1: Ηλεκτρίση με τριβή – Διατήρηση του φορτίου

Ανοίξτε την προσομοίωση «Μπαλόνια και στατικός ηλεκτρισμός» (του PhET Interactive Simulations) και επιλέξτε το ένα μπαλόνι. Το μπαλόνι και το πουλόβερ είναι φορτισμένα ή όχι; Πώς το εξηγείτε;

.....



PhET Interactive Simulations,
University of Colorado Boulder,
<https://phet.colorado.edu>

Η εφαρμογή επιτρέπει να μετακινήσετε το μπαλόνι και να το τρίψετε στο πουλόβερ. Ποιο είδος φορτίου μετακινείται σε αυτή την περίπτωση;

Το θετικό Το αρνητικό

Με δεδομένο ότι φορέας του αρνητικού φορτίου είναι το ηλεκτρόνιο, να συμπληρώσετε την πρόταση:

Το μπαλόνι φορτίζεται, γιατί από / σε αυτό ηλεκτρόνια, ενώ το πουλόβερ φορτίζεται, γιατί από / σε αυτό ηλεκτρόνια.

Να μετρήσετε τον αριθμό των κόκκινων και των μπλε κύκλων, ώστε να προσδιορίσετε το αρνητικό ή το θετικό φορτίο που έχει το μπαλόνι και το πουλόβερ, και να συμπληρώσετε τον πίνακα.

(Για ευκολία πατήστε την επιλογή «εμφάνιση πλεονάζοντος φορτίου».)

| | φορτίο (+/-) |
|----------|--------------|
| μπαλόνι | |
| πουλόβερ | |
| συνολικά | |

α) Τι σχέση έχουν τα φορτία του μπαλονιού και του πουλόβερ;

.....

β) Ποια σχέση συνδέει το συνολικό φορτίο που έχει το μπαλόνι και το πουλόβερ με αυτό που είχαν αρχικά;

.....

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2: Ηλέκτριση με επαφή – Διατήρηση φορτίου

Ανοίξτε την προσομοίωση «Ηλέκτριση με επαφή». Η ράβδος έρχεται σε επαφή με μια αφόρτιστη μεταλλική σφαίρα. Οι κόκκινες παύλες αναπαριστούν τα πλεονάζοντα ηλεκτρόνια.

Αρχικά η ράβδος είναι φορτισμένη:

θετικά αρνητικά

Φεύγουν από τη ράβδο όλα τα πλεονάζοντα ηλεκτρόνια;

Ναι Όχι

Τι, πιστεύετε, προκαλεί τη μετακίνηση των ηλεκτρονίων από τη ράβδο;

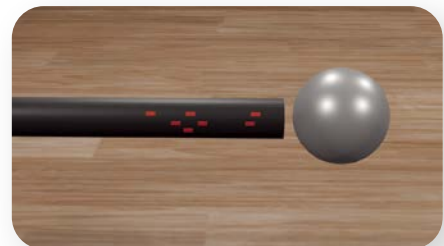
.....

Να μετρήσετε τις κόκκινες παύλες (πλεονάζοντα ηλεκτρόνια) πριν και μετά την επαφή και να συμπληρώσετε τον πίνακα.

| | φορτίο πριν (+/-) | φορτίο μετά (+/-) |
|------------------|-------------------|-------------------|
| ράβδος | | |
| μεταλλική σφαίρα | | |
| συνολικά | | |



PhET – Μπαλόνια και στατικός ηλεκτρισμός



Ηλέκτριση με επαφή



Ηλέκτριση με επαφή – Ηλεκτροσκόπιο

Τι σχέση έχει το είδος του φορτίου που αποκτά τελικά η ράβδος και η μεταλλική σφαίρα με αυτό που είχε αρχικά η ράβδος;

.....

Ποια σχέση συνδέει το συνολικό φορτίο που έχει η ράβδος και η μεταλλική σφαίρα πριν και μετά την επαφή τους;

.....

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3: Ηλέκτριση με επαγωγή

Ανοίξτε την προσομοίωση «Μπαλόνια και στατικός ηλεκτρισμός» της δραστηριότητας 1 και επιλέξτε το ένα μπαλόνι. Το μπαλόνι και ο τοίχος είναι φορτισμένα ή όχι; Πώς το εξηγείτε;

.....

Πλησιάστε το μπαλόνι στον τοίχο.

Συμβαίνει κάτι στο μπαλόνι ή στον τοίχο;

Ναι Όχι

Τρίψτε το μπαλόνι στο πουλόβερ, ώστε να φορτιστεί. Στη συνέχεια πλησιάστε το μπαλόνι στον τοίχο.

Ποιο είδος φορτίου μετακινείται στον τοίχο και ποια σωματίδια είναι οι φορείς αυτού του είδους φορτίου;

.....

Όταν πλησιάζουμε το μπαλόνι στον τοίχο, προκαλείται ανισοκατανομή ηλεκτρικών φορτίων στον τοίχο έτσι ώστε κάποιες περιοχές του να φορτίζονται;

Ναι Όχι

Όταν πλησιάζουμε το μπαλόνι στον τοίχο, ο τοίχος συνολικά φορτίζεται ή όχι; Πώς το εξηγείτε;

.....

ΠΕ

ΠΡ

ΜΑΘ

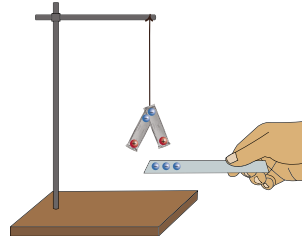
ΓΡ



- Το ηλεκτρόνιο είναι ο φορέας του αρνητικού φορτίου. Ο πυρήνας του ατόμου αποτελείται από τα θετικά φορτισμένα πρωτόνια και τα ουδέτερα νετρόνια. Στις διεργασίες ηλέκτρισης παρατηρείται μετακίνηση **μόνο** των ηλεκτρονίων και όχι των πρωτονίων. Αυτό συμβαίνει επειδή τα πρωτόνια, εκτός από το γεγονός ότι έχουν πολύ μεγαλύτερη μάζα από τα ηλεκτρόνια, συγκρατούνται με πολύ ισχυρές πυρηνικές δυνάμεις στον πυρήνα.
- Στην ηλέκτριση με τριβή αποσπώνται ηλεκτρόνια από το ένα σώμα και μεταφέρονται στο άλλο, οπότε το ένα φορτίζεται θετικά και το άλλο αρνητικά.
- Στην ηλέκτριση με επαφή:
 - α) Αν το φορτίο του φορτισμένου σώματος είναι αρνητικό, τότε έχει πλεόνασμα ηλεκτρονίων. Όταν έρχεται σε επαφή με ένα δεύτερο αφόρτιστο σώμα, μερικά από τα πλεονάζοντα ηλεκτρόνια του, επειδή απωθούνται μεταξύ τους, μετακινούνται προς το δεύτερο σώμα, οπότε το δεύτερο φορτίζεται αρνητικά.
 - β) Αν το φορτίο του φορτισμένου σώματος είναι θετικό, τότε έχει έλλειμμα ηλεκτρονίων. Όταν έρχεται σε επαφή με ένα δεύτερο αφόρτιστο σώμα, μερικά από τα ηλεκτρόνια του δεύτερου σώμα-

τος μετακινούνται προς το πρώτο, καλύπτοντας ένα μέρος του ελλείμματος (το σώμα εξακολουθεί να είναι θετικά φορτισμένο). Όμως και το δεύτερο σώμα εμφανίζει έλλειμμα ηλεκτρονίων, οπότε φορτίζεται και αυτό θετικά.

- Στην ηλεκτρίση με επαγωγή το φορτισμένο σώμα ασκεί δυνάμεις στα ηλεκτρόνια του αφόρτιστου σώματος, τα οποία μετακινούνται χωρίς όμως να το εγκαταλείπουν. Κάποιες περιοχές εμφανίζουν έλλειμμα ηλεκτρονίων και κάποιες πλεόνασμα ηλεκτρονίων. Συνολικά όμως το σώμα είναι αφόρτιστο.



Η παρουσία του αρνητικά φορτισμένου χάρακα προκαλεί ανισοκατανομή ηλεκτρικών φορτίων στις δύο λωρίδες του αλουμινοχαρτού.

- Σε οποιαδήποτε διαδικασία, το συνολικό φορτίο ενός συστήματος σωμάτων διατηρείται σταθερό:

$$q_{\text{ολικό (αρχικό)}} = q_{\text{ολικό (τελικό)}}$$

Η πρόταση είναι γνωστή ως **αρχή διατήρησης του ηλεκτρικού φορτίου**.



Διατήρηση
ηλεκτρικού
φορτίου



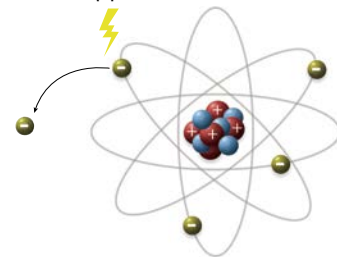
Ηλεκτρίση με
επαγωγή



Απόσπαση ηλεκτρονίων από τα άτομα

Μερικές φορές ένα ή περισσότερα ηλεκτρόνια κάποιου ατόμου μπορεί να απορροφήσουν αρκετά μεγάλη ενέργεια, ώστε να απομακρυνθούν τόσο πολύ από τον πυρήνα, που δε δέχονται πλέον δύναμη από αυτόν. Τα ηλεκτρόνια έτσι αποσπώνται από το άτομο, το οποίο με τη σειρά του αποκτά θετικό φορτίο και μετατρέπεται σε θετικό ιόν. Η απόσπαση ηλεκτρονίων από ένα άτομο ονομάζεται ιονισμός. Η απαραίτητη ενέργεια για τον ιονισμό ενός ατόμου μπορεί να δοθεί είτε με σύγκρουσή του με κάποιο άλλο σωματίδιο είτε με την απορρόφηση ακτινοβολίας.

ενέργεια

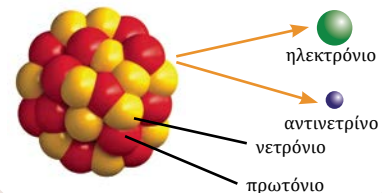


Διατηρήσιμα μεγέθη στη φύση

Εκτός από το φορτίο, υπάρχουν και άλλα μεγέθη στη φύση που διατηρούνται σταθερά. Μια αρχή διατήρησης δηλώνει ότι μια μετρήσιμη ποσότητα δεν αλλάζει συνολικά καθώς εξελίσσεται μια διεργασία. Τέτοιες αρχές, μεταξύ άλλων, είναι:

- η αρχή της διατήρησης της μάζας και ενέργειας,
- η αρχή της διατήρησης του φορτίου,
- η αρχή της διατήρησης της ορμής.

Για παράδειγμα, στη διεργασία της διάσπασης ενός νετρονίου σε πρωτόνιο με ταυτόχρονη εκπομπή στοιχειωδών σωματιδίων από τον πυρήνα ισχύουν όλες οι παραπάνω αρχές.





1 Ένας επιστήμονας ισχυρίζεται ότι ανακάλυψε δύο υλικά τα οποία, όταν είναι αφόρτιστα και τρίβονται μεταξύ τους, αποκτούν και τα δύο θετικό φορτίο. Ποιο νόμο-αρχή της Φυσικής παραβιάζει ο ισχυρισμός του και γιατί;

- * **2** Φέρνουμε σε επαφή μια φορτισμένη γυάλινη ράβδο που έχει ηλεκτρικό φορτίο $+5 \text{ nC}$ με μια αφόρτιστη μεταλλική σφαίρα και τις διατηρούμε μονωμένες από το περιβάλλον. Μετά την επαφή τους η γυάλινη ράβδος έχει ηλεκτρικό φορτίο $+1 \text{ nC}$.
- α) Να υπολογίσετε το ηλεκτρικό φορτίο που αποκτά η μεταλλική σφαίρα.
- β) Ήρθαν στη γυάλινη ράβδο ηλεκτρόνια ή έφυγαν από αυτή; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
- γ) Να υπολογίσετε τον αριθμό των ηλεκτρονίων που μετακινήθηκαν από το ένα σώμα στο άλλο, αν το φορτίο του ηλεκτρονίου είναι κατά προσέγγιση $-1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$.



Ερώτηση –
Δραστηριότητα



Ερώτηση –
Δραστηριότητα

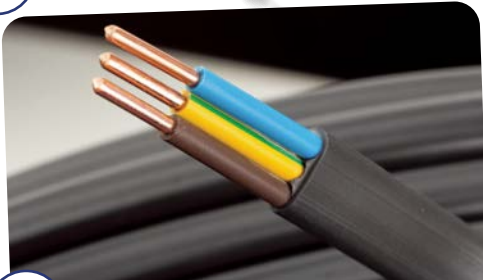
1.2γ

Ηλεκτρικοί αγωγοί και μονωτές

Λέξεις-κλειδιά: αγωγοί, μονωτές, ελεύθερα ηλεκτρόνια



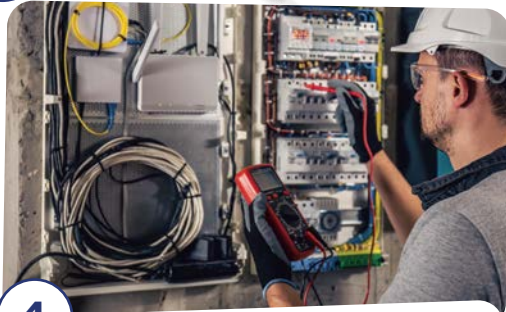
1



3



2



4



- Γιατί τα καλώδια έχουν στο εσωτερικό τους μεταλλικά σύρματα, ενώ το εξωτερικό τους περιβάλλεται από πλαστικό; (εικόνα 1)
- Το ανθρώπινο σώμα είναι ηλεκτρικός αγωγός; Γιατί ο ηλεκτρολόγος φοράει γάντια; (εικόνα 2)
- Πού οφείλεται η διαφορετική ηλεκτρική συμπεριφορά του μεταλλικού στελέχους του κατσαβιδιού σε σχέση με αυτήν της πλαστικής του λαβής; (εικόνα 3)
- Τι είναι το αλεξικέραυνο; Πώς προστατεύει τα ψηλά κτίρια; (εικόνα 4)



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1: Αγωγοί και μονωτές

Υλικά

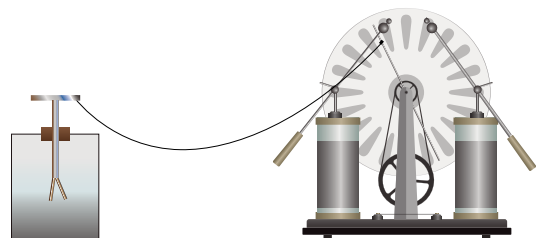
Να ληφθούν τα απαραίτητα μέτρα για αποφυγή συνεπειών του στατικού ηλεκτρισμού (δημιουργία σπινθήρων).

ηλεκτροστατική μηχανή Wimshurst

ηλεκτροσκόπιο

πλαστικό νήμα (πετονιά) περίπου 1 m

μεταλλικό σύρμα περίπου 1 m



ΠΕ

ΜΑΘ

A. Δέστε τη μία άκρη του σύρματος με τη μία μεταλλική σφαίρα της μηχανής Wimshurst και το άλλο στερεώστε το στον μεταλλικό δίσκο του ηλεκτροσκοπίου. Γυρίστε τη χειρολαβή (μανιβέλα) της μηχανής και παρατηρήστε τα φύλλα του ηλεκτροσκοπίου. Τα φύλλα του ηλεκτροσκοπίου:

ανοίγουν δεν ανοίγουν

Το άκρο του σύρματος που είναι δεμένο στη μηχανή φορτίζεται. Συμβαίνει το ίδιο με την άκρη που είναι στερεωμένη στον δίσκο του ηλεκτροσκοπίου; Να αιτιολογήσετε την άποψή σας.

.....

Το φορτίο που απέκτησε η άκρη του σύρματος που είναι δεμένη στη μηχανή μετακινήθηκε στην άλλη του άκρη; Να αιτιολογήσετε την άποψή σας.

.....

Γνωρίζετε υλικά που συμπεριφέρονται με τον ίδιο τρόπο με το μεταλλικό σύρμα; Πώς ονομάζονται αυτά τα υλικά;

.....

B. Δέστε τη μία άκρη του πλαστικού νήματος με τη μία μεταλλική σφαίρα της μηχανής Wimshurst και το άλλο στερεώστε το στον μεταλλικό δίσκο του ηλεκτροσκοπίου. Γυρίστε τη χειρολαβή (μανιβέλα) της μηχανής και παρατηρήστε τα φύλλα του ηλεκτροσκοπίου. Τα φύλλα του ηλεκτροσκοπίου:

ανοίγουν δεν ανοίγουν

Το άκρο του νήματος που είναι δεμένο στη μηχανή φορτίζεται. Συμβαίνει το ίδιο με την άκρη που είναι στερεωμένη στον δίσκο του ηλεκτροσκοπίου; Να αιτιολογήσετε την άποψή σας.

.....

.....

Το φορτίο που απέκτησε η άκρη του νήματος που είναι δεμένη στη μηχανή μετακινήθηκε; Να αιτιολογήσετε την άποψή σας.

.....

.....

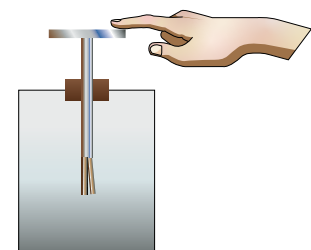
Γνωρίζετε υλικά που συμπεριφέρονται με τον ίδιο τρόπο με το πλαστικό νήμα; Πώς ονομάζονται αυτά τα υλικά;

.....

.....

Γ. Ο/Η εκπαιδευτικός κρατάει με το ένα χέρι τη μία μεταλλική σφαίρα της μηχανής Wimshurst (η οποία έχει προηγουμένως εκφορτιστεί) και με το άλλο χέρι ακουμπά τον μεταλλικό δίσκο του ηλεκτροσκοπίου. Στη συνέχεια ένας μαθητής ή μία μαθήτρια γυρίζει τη χειρολαβή (μανιβέλα) της μηχανής. Παρατηρήστε τα φύλλα του ηλεκτροσκοπίου. Τα φύλλα του ηλεκτροσκοπίου:

ανοίγουν δεν ανοίγουν



Φωτόδεντρο – Ηλεκτρόνια και αγωγοί



Φωτόδεντρο – Ηλεκτρόνια και μονωτές

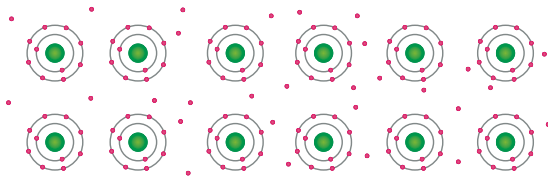
Το ανθρώπινο σώμα συμπεριφέρεται όπως ένας αγωγός ή όπως ένας μονωτής;

.....

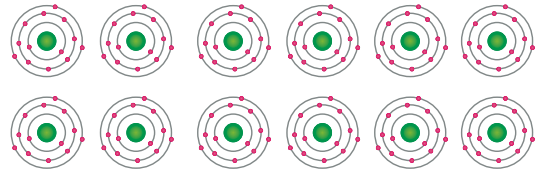
.....

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2: Δομή αγωγού και μονωτή

A. Στα παρακάτω σχήματα φαίνεται η εσωτερική δομή ενός υλικού που είναι ηλεκτρικός αγωγός και ενός υλικού που είναι μονωτής.



Αγωγός



Μονωτής

Αφού παρατηρήσετε προσεκτικά τα σχήματα, γράψτε ποια διαφορά διαπιστώνετε ανάμεσα στη δομή ενός υλικού που είναι αγωγός και τη δομή ενός υλικού που είναι μονωτής.

.....

.....

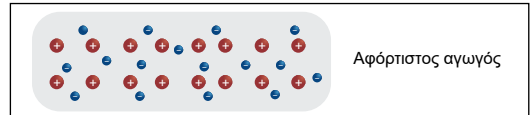
B. Στο διπλανό σχήμα φαίνεται τι συμβαίνει σε έναν αγωγό όταν φορτίζουμε το ένα του άκρο. Εξηγήστε γιατί το ηλεκτρικό φορτίο μετακινείται σε όλο τον αγωγό και κατανέμεται στην επιφάνειά του.

.....

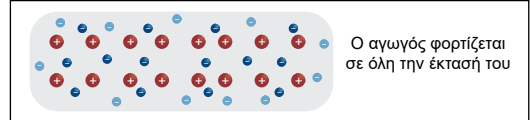
.....

.....

.....



Αφόρτιστος αγωγός



Ο αγωγός φορτίζεται σε όλη την έκτασή του

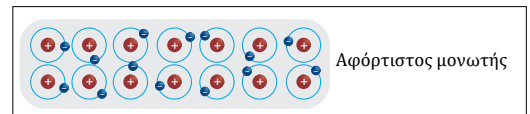
Γ. Στο διπλανό σχήμα φαίνεται τι συμβαίνει σε έναν μονωτή όταν φορτίζουμε το ένα του άκρο. Εξηγήστε γιατί το ηλεκτρικό φορτίο παραμένει εντοπισμένο στην περιοχή της φόρτισης του μονωτή.

.....

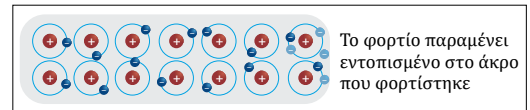
.....

.....

.....



Αφόρτιστος μονωτής



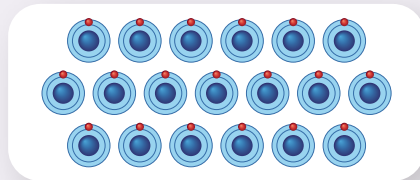
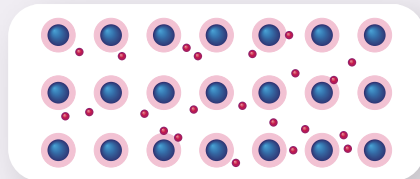
Το φορτίο παραμένει εντοπισμένο στο άκρο που φορτίστηκε

ΕΔ

ΜΑΘ



- Ηλεκτρικοί **αγωγοί** ονομάζονται τα σώματα που επιτρέπουν τη διέλευση του ηλεκτρικού φορτίου. Όταν φορτίζονται, το επιπλέον φορτίο κατανέμεται σε όλη την επιφάνειά τους. Αυτό συμβαίνει, γιατί οι φορείς του ηλεκτρικού φορτίου απωθούνται μεταξύ τους. Παραδείγματα αγωγίμων υλικών είναι τα μέταλλα.
- Ηλεκτρικοί **μονωτές** ονομάζονται τα σώματα που δεν επιτρέπουν τη διέλευση του ηλεκτρικού φορτίου. Όταν φορτίζονται σε ένα τμήμα της επιφάνειάς τους, το φορτίο παραμένει εντοπισμένο σε αυτό. Το πλαστικό, το γυαλί, το ξύλο είναι παραδείγματα μονωτικών υλικών.
- Το ανθρώπινο σώμα συμπεριφέρεται ως αγωγός. Έτσι, για να προστατευτεί, π.χ., ένας ηλεκτρολόγος από επιπτώσεις που θα έχει η διέλευση φορτίου μέσα από το σώμα του, χρησιμοποιεί γάντια από μονωτικό υλικό.
- Στα άτομα των αγωγών (π.χ. μέταλλα), τα εξωτερικά ηλεκτρόνια δε συγκρατούνται με ισχυρές δυνάμεις από τους πυρήνες. Τα ηλεκτρόνια αυτά διαφεύγουν από την έλξη των πυρήνων, κινούνται σε όλη την έκταση του αγωγού και γι' αυτό ονομάζονται **ελεύθερα ηλεκτρόνια**. Τα άτομα του αγωγού που έχουν χάσει ηλεκτρόνια μετατρέπονται σε θετικά ιόντα, τα οποία όμως εκτελούν μικρές ταλαντώσεις γύρω από συγκεκριμένες θέσεις. Σε έναν αφόρτιστο αγωγό, το συνολικό αρνητικό φορτίο των ελεύθερων ηλεκτρονίων είναι ίσο με το συνολικό θετικό φορτίο των ιόντων. Όταν μια περιοχή του αγωγού φορτιστεί είτε αρνητικά με πρόσληψη ηλεκτρονίων είτε θετικά με αποβολή ηλεκτρονίων, τότε λόγω των ελεύθερων ηλεκτρονίων το πλεόνασμα ή το έλλειμμα ηλεκτρονίων αυτής της περιοχής κατανέμεται σε όλη την επιφάνεια του αγωγού.
- Στα άτομα των μονωτών (π.χ. πλαστικό), όλα τα ηλεκτρόνια συγκρατούνται ισχυρά από τους πυρήνες, οπότε αυτά κινούνται περιορισμένα γύρω από τους πυρήνες τους. Αν μια περιοχή φορτιστεί αρνητικά προσλαμβάνοντας ηλεκτρόνια, αυτά παραμένουν παγιδευμένα σε αυτή την περιοχή. Αν πάλι μια περιοχή φορτιστεί θετικά λόγω αποβολής ηλεκτρονίων, θα συνεχίζει να είναι θετικά φορτισμένη, αφού δεν μπορούν να μετακινηθούν προς αυτήν ηλεκτρόνια από άλλες περιοχές.



Δομή μετάλλου



Γιατί το ανθρώπινο σώμα είναι αγωγός

Τα υδατικά διαλύματα των αλάτων είναι αγωγοί. Τα σωματίδια που μετακινούνται όμως δεν είναι ελεύθερα ηλεκτρόνια, αλλά θετικά και αρνητικά ιόντα (άτομα ή ομάδες ατόμων που έχουν χάσει ή πάρει ηλεκτρόνια). Το ανθρώπινο σώμα συμπεριφέρεται ως αγωγός, γιατί κατά το μεγαλύτερο μέρος του αποτελείται από τέτοια διαλύματα.



Ιόντα σε υδατικό διάλυμα



Αλεξικέραυνο

Το αλεξικέραυνο είναι μια μεταλλική ράβδος που τοποθετείται στο ψηλότερο σημείο ενός κτιρίου, για να το προστατέψει από τους κεραυνούς. Ουσιαστικά είναι ένας αγωγός που μεταφέρει το τεράστιο ηλεκτρικό φορτίο του κεραυνού στο έδαφος. Αν μεγάλη ποσότητα φορτίου συσσωρευτεί στην ατμόσφαιρα πάνω από ένα κτίριο, η εκκένωση (κεραυνός) που θα δημιουργηθεί θα διατρέξει κατά προτίμηση το αλεξικέραυνο και έτσι δε θα προκληθεί πυρκαγιά στο κτίριο ή ηλεκτροπληξία στα άτομα που βρίσκονται μέσα σ' αυτό.



Φωτόδεντρο – Αλεξικέραυνο



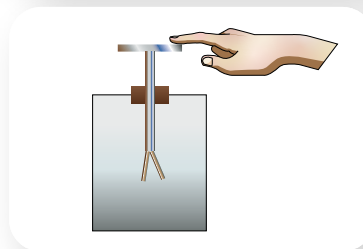
1 Να αναγνωρίσετε τους αγωγούς και τους μονωτές στη διπλανή εικόνα.



2 Ακουμπάμε με το δάχτυλό μας τον δίσκο ενός ηλεκτροσκοπίου που τα φύλλα του είναι ανοιχτά. Τι προβλέπετε ότι θα συμβεί;

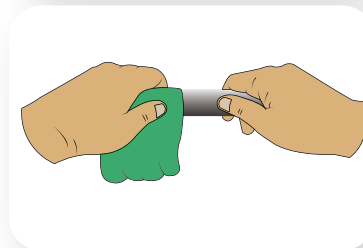
- α) Τα φύλλα θα παραμείνουν ανοιχτά.
- β) Τα φύλλα θα κλείσουν.

Να αιτιολογήσετε την πρόβλεψή σας.



3 Προσπαθούμε να φορτίσουμε μια μεταλλική ράβδο τρίβοντάς τη με ένα μάλλινο ύφασμα. Παρατηρούμε ότι η ράβδος δε φορτίζεται.

- α) Γιατί πιστεύετε ότι συμβαίνει αυτό;
- β) Προτείνετε έναν τρόπο με τον οποίο θα μπορούσαμε να φορτίσουμε τη μεταλλική ράβδο.

**Εργασία (ιδιοκατασκευή)**

Να κατασκευάσετε ένα απλό ηλεκτροσκόπιο με απλά υλικά:

- ένα γυάλινο βάζο (ή ποτήρι)
- χαρτόνι
- μεταλλικό σύρμα
- δύο λωρίδες από αλουμινόχαρτο
- πλαστικό καλαμάκι



Φωτόδεντρο – Κατασκευή ηλεκτροσκοπίου

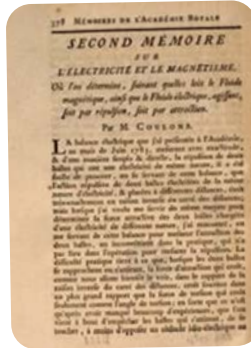
1.2δ

Δύναμη μεταξύ φορτισμένων σωμάτων – Νόμος του Coulomb

Λέξεις-κλειδιά: ηλεκτρικό φορτίο, διατήρηση ηλεκτρικού φορτίου

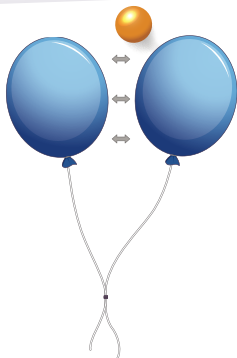


1



Το 1785 ο Γάλλος φυσικός Charles-Augustin de Coulomb (Σαρλ Κουλόμπ) δημοσίευσε τις τρεις πρώτες του αναφορές για τον ηλεκτρισμό και τον μαγνητισμό. Ο Coulomb, χρησιμοποιώντας έναν ζυγό στρέψης, μελέτησε τις δυνάμεις μεταξύ φορτισμένων σωμάτων και κατέληξε στη σχέση με την οποία μπορούμε να τις υπολογίσουμε.

2



- Διαβάστε το επάνω δεξιά κείμενο. Τι μελέτησε ο Coulomb (εικόνα 1) σύμφωνα με αυτό;
- Στην εικόνα 2 τα μπαλόνια έχουν το ίδιο είδος φορτίου και απωθούνται μεταξύ τους. Πώς θα σχεδιάζατε την ηλεκτρική δύναμη που ασκεί το ένα μπαλόνι στο άλλο; Ποιο από τα δύο μπαλόνια δέχεται μεγαλύτερη ηλεκτρική δύναμη;
- Από ποια μεγέθη θα μπορούσε να εξαρτάται το μέτρο αυτής της ηλεκτρικής δύναμης;



ΠΕ

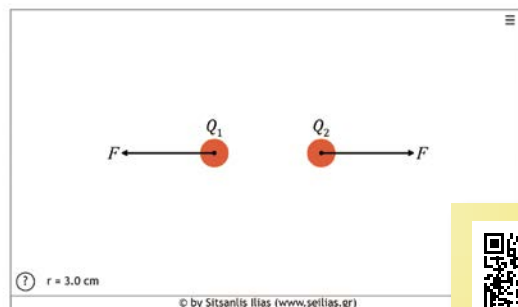
ΠΡ

ΜΑΘ

ΓΡ

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1: Εικονικό πείραμα – Νόμος του Coulomb

Με τη βοήθεια της προσομοίωσης «Νόμος Coulomb» θα μελετηθεί η εξάρτηση της δύναμης μεταξύ των φορτισμένων σωμάτων από τα φορτία τους και από τη μεταξύ τους απόσταση. Για να βλέπετε τις τιμές της ηλεκτρικής δύναμης, επιλέξτε «Εμφάνιση της τιμής Δύναμης» και για ευκολία επιλέξτε «Ακέραιες τιμές στην απόσταση».



Νόμος Coulomb

Χαρακτηριστικά της δύναμης

Δώστε στο φορτίο q_1 την τιμή $1 \mu\text{C}$ και στο φορτίο q_2 την τιμή $2 \mu\text{C}$. Μετακινήστε το ένα φορισμένο σώμα σε σχέση με το άλλο.

Ποια είναι η θέση των διανυσμάτων που παριστάνουν τις δυνάμεις σε σχέση με την ευθεία που περνά από τα δύο φορτία;

.....

Ποια είναι η σχέση των ηλεκτρικών δυνάμεων που ασκούνται μεταξύ των φορισμένων σωμάτων; Γιατί ισχύει αυτό;

.....

Εξάρτηση μέτρου της δύναμης από τα φορτία

Με σταθερή τιμή φορτίου $q_1 = 2 \mu\text{C}$ και σταθερή απόσταση μεταξύ των δύο φορτίων $r = 3 \text{ cm}$, δώστε τις τιμές στο φορτίο q_2 , όπως σημειώνονται στον παρακάτω πίνακα, και καταγράψτε την αντίστοιχη τιμή της δύναμης που αναπτύσσεται μεταξύ των φορτίων.

Πίνακας 1

| Φορτίο q_2 (μC) | Δύναμη F (N) |
|--------------------------------|----------------|
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | |
| 4 | |

Με τη βοήθεια του πίνακα 1 σχεδιάστε τη γραφική παράσταση $F - q_2$.

Τι μορφή έχει το διάγραμμα που σχεδιάσατε;

.....

Τι σχέση έχουν η δύναμη F και το φορτίο q_2 ;

.....

Αν επαναλαμβάνετε το πείραμα διατηρώντας όμως σταθερό το φορτίο q_2 και μεταβάλλοντας το φορτίο q_1 , σε ποιο συμπέρασμα θα καταλήγατε για τη σχέση ανάμεσα στη δύναμη F και το φορτίο q_1 ;

.....

Να συνδυάσετε τα παραπάνω συμπεράσματα και να συμπληρώσετε την πρόταση:

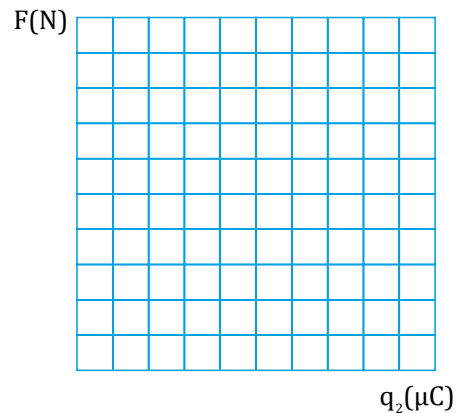
Η ηλεκτρική δύναμη είναι με το φορτίο του κάθε σώματος.

Εξάρτηση μέτρου της δύναμης από την απόσταση

Με τιμές φορτίων $q_1 = 1 \mu\text{C}$ και $q_2 = 2 \mu\text{C}$ μετακινήστε το ένα ή και τα δύο φορτία, ώστε οι αποστάσεις μεταξύ τους να είναι αυτές που σημειώνονται στον πίνακα 2. Για κάθε τιμή της απόστασης καταγράψτε την αντίστοιχη τιμή της δύναμης συμπληρώνοντας τον πίνακα 2.



Δράση-αντίδραση



Πίνακας 2

| Απόσταση r (cm) | Δύναμη F (N) |
|-----------------|--------------|
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | |
| 4 | |

Με τη βοήθεια των τιμών του πίνακα 2 διαπιστώνουμε ότι, καθώς μεγαλώνει η απόσταση, το μέτρο της δύναμης: αυξάνεται μειώνεται

Με τη βοήθεια του πίνακα 2 συμπληρώστε τον πίνακα 3.

Πίνακας 3

| Απόσταση r (cm) | r^2 (cm ²) | $\frac{1}{r^2}$ (cm ⁻²) | Δύναμη F (N) |
|-----------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |

Με τη βοήθεια του πίνακα 3 σχεδιάστε τη γραφική παράσταση $F - \frac{1}{r^2}$.

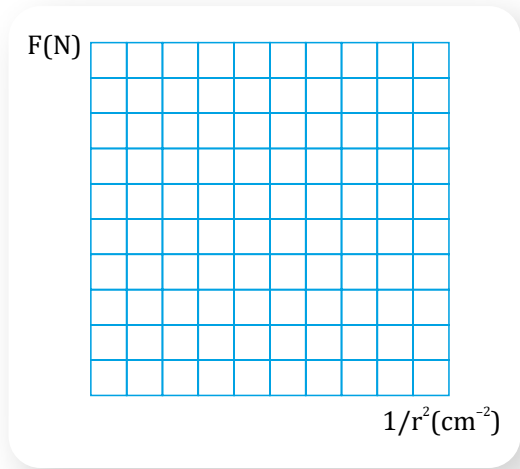
Τι μορφή έχει το διάγραμμα που σχεδιάσατε;

.....

Πώς εξαρτάται η δύναμη F από το $\frac{1}{r^2}$;

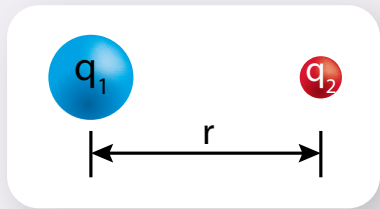
.....

Συνεπώς η δύναμη F είναι του r^2 .



- Το μέτρο της δύναμης μεταξύ δύο φορτισμένων σωμάτων είναι ανάλογο με το γινόμενο των φορτίων τους και αντιστρόφως ανάλογο του τετραγώνου της μεταξύ τους απόστασης.

Η παραπάνω πρόταση είναι γνωστή ως **νόμος του Coulomb** και ισχύει στην περίπτωση που τα σώματα έχουν σφαιρικό σχήμα ή πολύ μικρές διαστάσεις σε σχέση με τη μεταξύ τους απόσταση (τα σώματα τότε ονομάζονται σημειακά φορτία).



- Με μαθηματικά σύμβολα ο νόμος γράφεται:

$$F_c = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

όπου q_1 και q_2 είναι τα φορτία των δύο σωμάτων, r η μεταξύ τους απόσταση και k είναι μια σταθερά αναλογίας που ονομάζεται ηλεκτρική σταθερά.

Η τιμή της ηλεκτρικής σταθεράς εξαρτάται από το μέσο στο οποίο βρίσκονται τα φορτισμένα σώ-

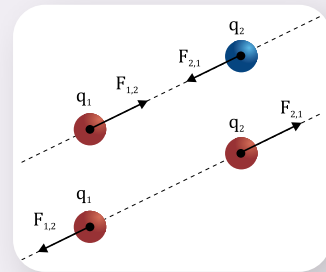
ματα και για το κενό (ή για τον αέρα) η τιμή της είναι: $k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$.

- Τα διανύσματα που παριστάνουν τις δυνάμεις που ασκεί το ένα φορτισμένο σώμα στο άλλο βρίσκονται πάνω στην ευθεία που συνδέει τα δύο σώματα. Λόγω του νόμου **δράσης-αντίδρασης**, οι δυνάμεις αυτές έχουν αντίθετες κατευθύνσεις και τα μέτρα τους είναι ίσα ($F_{1,2} = F_{2,1}$). Το μέτρο της κάθε δύναμης υπολογίζεται από τον νόμο του Coulomb. Οι δυνάμεις είναι ελκτικές όταν τα φορτία είναι ετερόνυμα και απωστικές όταν είναι ομώνυμα.

Επειδή με τη σχέση υπολογίζουμε το μέτρο της δύναμης μεταξύ των φορτισμένων σωμάτων, τα q_1 και q_2 αναπαριστούν τις απόλυτες τιμές των φορτίων.



Ηλεκτρική δύναμη από δύο φορτία



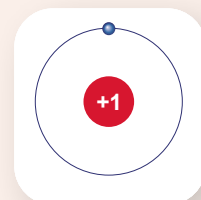
Το πείραμα του Coulomb

Για να μελετήσει τις δυνάμεις μεταξύ φορτισμένων σωμάτων, ο Coulomb χρησιμοποίησε έναν ζυγό στρέψης. Ο ζυγός στρέψης αποτελείται από μια μονωτική ράβδο που κρέμεται από τη μέση της με λεπτή μεταξωτή ίνα και έχει στο ένα της άκρο μια σφαίρα με μεταλλική επικάλυψη. Αρχικά η σφαίρα φορτίζεται. Στη συνέχεια τοποθετείται κοντά της μια δεύτερη φορτισμένη σφαίρα με το ίδιο είδος φορτίου. Η τεχνική που χρησιμοποίησε ο Coulomb για να γνωρίζει πόσο μεταβάλλεται το φορτίο της σφαίρας που τοποθετούσε κάθε φορά κοντά στη σφαίρα του ζυγού στρέψης ήταν η ακόλουθη: Φόρτιζε τη σφαίρα με φορτίο q . Αν την έφερνε σε επαφή με μια όμοια αφόρτιστη σφαίρα, το φορτίο της γινόταν $\frac{q}{2}$. Αν στη συνέχεια την έφερνε πάλι σε επαφή με μια άλλη όμοια αφόρτιστη σφαίρα, το φορτίο της γινόταν $\frac{q}{4}$ κ.ο.κ. Οι δύο φορτισμένες σφαίρες απωθούνται, με αποτέλεσμα να περιστρέφεται η ράβδος κατά μία γωνία η οποία μπορεί να διαβαστεί. Η γωνία κατά την οποία στρέφεται η ράβδος είναι ανάλογη της δύναμης που ασκείται ανάμεσα στις σφαίρες. Έτσι, αν μετράμε πόσο μεταβάλλεται κάθε φορά η γωνία, είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε πόσο μεταβάλλεται και η δύναμη.



Ηλεκτρική δύναμη στο άτομο

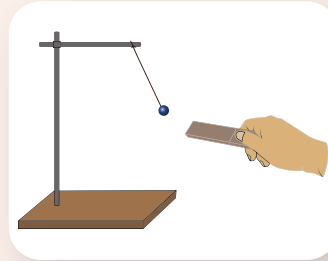
Οι ηλεκτρικές δυνάμεις παίζουν σημαντικό ρόλο στον σχηματισμό των ατόμων και των χημικών ενώσεων. Στο άτομο του υδρογόνου ο πυρήνας αποτελείται από ένα πρωτόνιο. Γύρω από τον πυρήνα περιφέρεται ένα ηλεκτρόνιο σε τροχιά ακτί-



νας περίπου $5,3 \times 10^{-11}$ m. Η ηλεκτρική δύναμη που ασκείται στο ηλεκτρόνιο από τον πυρήνα έχει μέτρο περίπου $8,2 \times 10^{-8}$ N.

Γιατί το ηλεκτρικά ουδέτερο σφαιρίδιο του εκκρεμούς έλκεται από μια ηλεκτρικά φορτισμένη ράβδο;

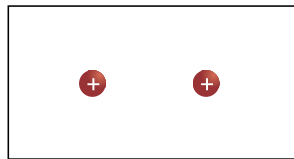
Καθώς η φορτισμένη ράβδος πλησιάζει, ασκεί δυνάμεις στα ηλεκτρόνια του αφόρτιστου σφαιριδίου, τα οποία μετακινούνται. Τότε η περιοχή του σφαιριδίου που βρίσκεται πιο κοντά στη ράβδο αποκτά αντίθετο φορτίο απ' αυτό της ράβδου, ενώ η περιοχή που βρίσκεται πιο μακριά από τη ράβδο αποκτά ίδιο είδος φορτίου με αυτό της ράβδου. Επειδή η ράβδος βρίσκεται πλησιέστερα στην περιοχή του σφαιριδίου που έχει ετερόνυμο φορτίο απ' αυτή παρά στην περιοχή που έχει το ίδιο είδος φορτίου με αυτή, σύμφωνα με τον νόμο του Coulomb η ελκτική δύναμη θα είναι μεγαλύτερη από την απωστική. Επομένως το σφαιρίδιο έλκεται από τη ράβδο.



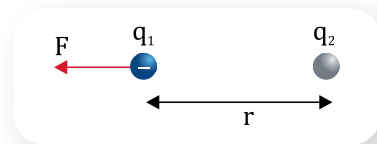
Φωτόδεντρο – Ηλέκτριση με επαγωγή



- 1** Να σχεδιάσετε την ηλεκτρική δύναμη που ασκεί η μία σφαίρα στην άλλη στις δύο παρακάτω περιπτώσεις.



- 2** Δύο φορτισμένες σφαίρες με φορτία q_1 και q_2 τοποθετούνται σε απόσταση r μεταξύ τους. Η ηλεκτρική δύναμη που ασκείται στη σφαίρα που έχει φορτίο q_1 έχει μέτρο $F = 4$ N και κατεύθυνση όπως φαίνεται στο σχήμα.



Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις ως σωστή (Σ) ή ως λανθασμένη (Λ).

- α) Το φορτίο q_2 είναι θετικό.
- β) Στη σφαίρα με φορτίο q_2 ασκείται δύναμη μέτρου 4 N.
- γ) Αν μειώσουμε το φορτίο q_2 , το μέτρο της δύναμης F θα παραμείνει 4 N.
- δ) Αν διπλασιάσουμε τα φορτία και στις δύο σφαίρες, το μέτρο της δύναμης F θα γίνει 8 N.
- ε) Αν διπλασιάσουμε την απόσταση r ανάμεσα στις δύο σφαίρες, το μέτρο της δύναμης F θα γίνει 2 N.



Ερώτηση – Δραστηριότητα



Ερώτηση – Δραστηριότητα

Εργασία (βιβλιογραφική αναζήτηση)

Ο Coulomb υπήρξε ένας σημαντικός επιστήμονας. Να βρείτε πληροφορίες για τη ζωή και το έργο του και να τις παρουσιάσετε στην τάξη με ένα κείμενο.

Σύνοψη ενότητας

Υπάρχουν τρεις τρόποι ηλεκτρίσης των σωμάτων: με τριβή, με επαφή και με επαγωγή. Οι δύο πρώτοι οδηγούν και σε φόρτιση των σωμάτων. Η ηλεκτρίση επιτυγχάνεται με μετακίνηση ηλεκτρονίων.

Σε οποιαδήποτε διαδικασία το συνολικό φορτίο ενός συστήματος σωμάτων διατηρείται σταθερό.

Υλικά που έχουν ελεύθερα ηλεκτρόνια και γι' αυτό επιτρέπουν τη διέλευση φορτίου, όπως τα μέταλλα, ονομάζονται ηλεκτρικοί αγωγοί. Υλικά που δεν έχουν ελεύθερα ηλεκτρόνια, οπότε δεν επιτρέπουν τη διέλευση φορτίου, όπως το πλαστικό και το γυαλί, ονομάζονται ηλεκτρικοί μονωτές.

Το μέτρο της δύναμης μεταξύ δύο σημειακών φορτίων είναι ανάλογο με το γινόμενο των φορτίων τους και αντιστρόφως ανάλογο του τετραγώνου της μεταξύ τους απόστασης.

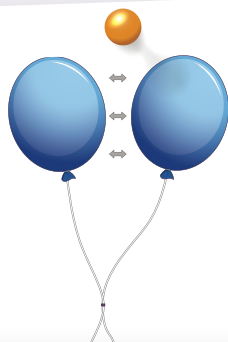


1.3α Το ηλεκτρικό πεδίο και η περιγραφή του

Λέξεις-κλειδιά: ηλεκτρικό πεδίο, ηλεκτρικές δυναμικές γραμμές

!?

1



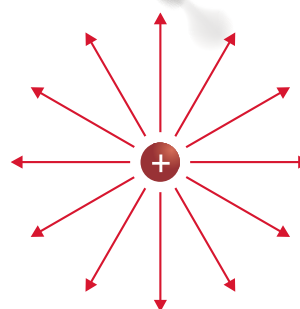
2



3



4



- Πώς ασκείται η δύναμη από το ένα φορτισμένο μπαλόνι στο άλλο, αφού δεν έρχονται σε επαφή μεταξύ τους; (εικόνα 1)
- Αποκτά κάποια ιδιότητα ο χώρος ανάμεσα στα σύννεφα και το έδαφος, ώστε τελικά να ξεσπά ένας κεραυνός; (εικόνα 2)
- Διακρίνετε κάποια ομοιότητα ανάμεσα στην εικόνα 3 και την εικόνα 4;



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1: Ηλεκτρικό πεδίο

Ηλεκτρικό πεδίο είναι μια περιοχή του χώρου μέσα στην οποία, αν βρεθεί ένα φορτισμένο σώμα, ασκείται σε αυτό ηλεκτρική δύναμη. Την ιδέα του πεδίου συνέλαβε ο Άγγλος φυσικός Michael Faraday (Μάικλ Φαραντέι).

Υλικά

ηλεκτροστατική μηχανή Wimshurst
κλωστή περίπου 30 cm
μικρή μπάλα από αλουμινόχαρτο (διαμέτρου περίπου 1 cm)

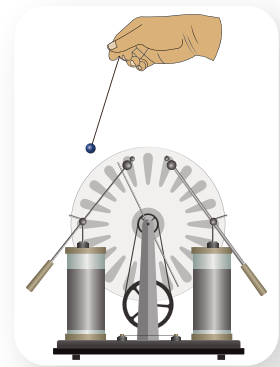


Μάικλ Φαραντέι
(1791-1867)

ΠΕ

ΜΑΘ

Χρησιμοποιήστε την κλωστή και τη μικρή μπάλα από αλουμινόχαρτο για να κατασκευάσετε ένα ηλεκτρικό εκκρεμές. Απομακρύνετε τις μεταλλικές σφαίρες της ηλεκτροστατικής μηχανής και θέστε τη σε λειτουργία. Κρατώντας την κλωστή, ακουμπήστε την μπάλα του ηλεκτρικού εκκρεμούς στη μία από τις δύο μεταλλικές σφαίρες της μηχανής, ώστε να φορτιστεί, και στη συνέχεια μετακινήστε τη σε διάφορα σημεία γύρω από αυτή τη σφαίρα. Γράψτε τις παρατηρήσεις σας.



Χρησιμοποιήστε την έννοια του ηλεκτρικού πεδίου για να περιγράψετε το φαινόμενο.

Εκτός από το ηλεκτρικό πεδίο, γράψτε άλλα πεδία δυνάμεων που γνωρίζετε.

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2: Ηλεκτρικές δυναμικές γραμμές

Υλικά

ηλεκτροστατική μηχανή Wimshurst

δύο ηλεκτροστατικοί θυσάνοι

δύο καλώδια μήκους 50 cm περίπου με κροκοδειλάκια



Ο ηλεκτροστατικός θυσάνος αποτελείται από νήματα συγκρατημένα από μία άκρη τους σε μεταλλικό στέλεχος το οποίο προσαρμόζεται σε μονωτική βάση.

ΠΕ

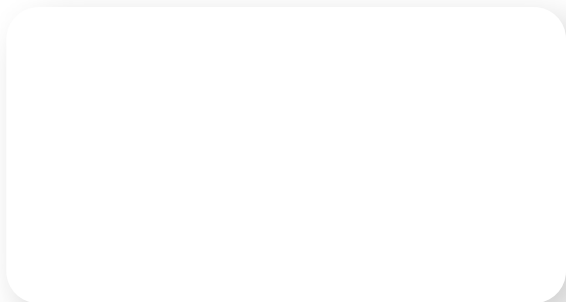
ΜΑΘ

- A. Συνδέστε με ένα καλώδιο τον έναν ηλεκτροστατικό θυσάνο με τη μία σφαίρα της ηλεκτροστατικής μηχανής και θέστε την ηλεκτροστατική μηχανή σε λειτουργία. Σχεδιάστε στο διπλανό πλαίσιο την εικόνα που εμφανίζουν τα νήματα του ηλεκτροστατικού θυσάνου.
- B. Χρησιμοποιώντας δύο καλώδια, συνδέστε τους δύο ηλεκτροστατικούς θυσάνους σε διαφορετική σφαίρα της ηλεκτροστατικής μηχανής τον καθένα. Τοποθετήστε τους δύο θυσάνους σε απόσταση ίση με το άθροισμα των μηκών που έχουν οι κλωστές τους και θέστε την ηλεκτροστατική μηχανή σε λειτουργία. Σχεδιάστε στο διπλανό πλαίσιο την εικόνα που εμφανίζουν τα νήματα των δύο ηλεκτροστατικών θυσάνων.

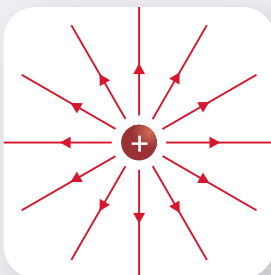
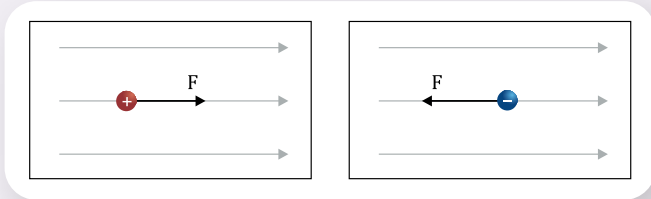
Γ. Χρησιμοποιώντας δύο καλώδια, συνδέστε τους δύο ηλεκτροστατικούς θυσάνους στην ίδια σφαίρα της ηλεκτροστατικής μηχανής. Τοποθετήστε τους δύο θυσάνους σε απόσταση ίση με το άθροισμα των μηκών που έχουν οι κλωστές τους και θέστε την ηλεκτροστατική μηχανή σε λειτουργία. Σχεδιάστε στο διπλανό πλαίσιο την εικόνα που εμφανίζουν τα νήματα των δύο ηλεκτροστατικών θυσάνων.

Γιατί πιστεύετε ότι οι κλωστές των θυσάνων διατάσσονται με αυτούς τους τρόπους σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις;

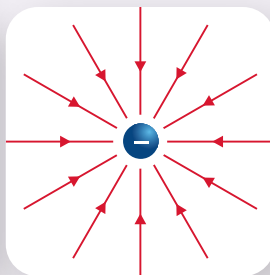
.....
 Γιατί πιστεύετε ότι σε κάποιες περιοχές συγκεντρώνονται περισσότερες κλωστές και σε άλλες λιγότερες;



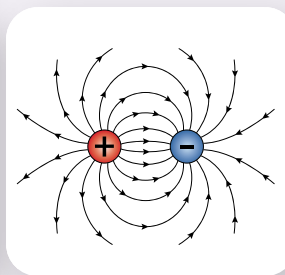
- **Ηλεκτρικό πεδίο** είναι μια περιοχή του χώρου μέσα στην οποία, αν βρεθεί ένα φορτισμένο σώμα, δέχεται ηλεκτρική δύναμη. Πηγή δημιουργίας ενός ηλεκτρικού πεδίου είναι ένα ή περισσότερα φορτισμένα σώματα.
- Ένα ηλεκτρικό πεδίο αναπαρίσταται με **ηλεκτρικές δυναμικές γραμμές**. Οι ηλεκτρικές δυναμικές γραμμές μάς δείχνουν την κατεύθυνση της ηλεκτρικής δύναμης που θα δεχτεί ένα θετικά φορτισμένο σώμα αν βρεθεί μέσα στο πεδίο.
- Όσο πιο πυκνές είναι οι δυναμικές γραμμές, τόσο ισχυρότερη είναι η δύναμη που θα δεχτεί ένα φορτισμένο σώμα αν βρεθεί μέσα στο ηλεκτρικό πεδίο.
- Η μορφή των δυναμικών γραμμών ενός ηλεκτρικού πεδίου εξαρτάται από την πηγή δημιουργίας του.



Δυναμικές γραμμές ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται από **θετικό** φορτίο



Δυναμικές γραμμές ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται από **αρνητικό** φορτίο



Δυναμικές γραμμές ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται από δύο **αντίθετα** φορτία



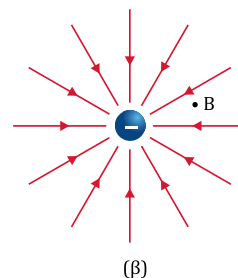
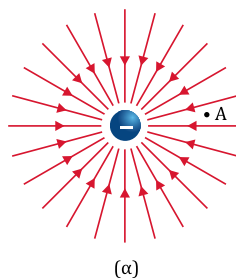


Ηλεκτρικό πεδίο και Βιολογία

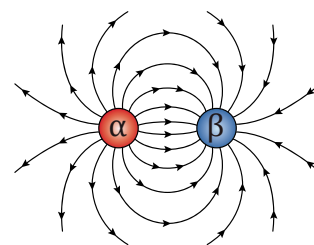
Γύρω από τους έμβιους οργανισμούς δημιουργούνται ασθενή ηλεκτρικά πεδία τα οποία οφείλονται στη λειτουργία των νεύρων και των μυών τους. Υπάρχουν ζώα που έχουν την ικανότητα να ανιχνεύουν αυτά τα ασθενή ηλεκτρικά πεδία με ειδικά όργανα που διαθέτουν. Οι καρχαρίες βασίζονται σε μεγάλο βαθμό σ' αυτή τους την ικανότητα για να εντοπίζουν τη λεία τους.



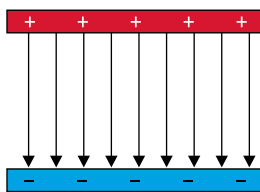
1 Στο διπλανό σχήμα έχουν απεικονιστεί με τη βοήθεια ηλεκτρικών δυναμικών γραμμών τα ηλεκτρικά πεδία που δημιουργούνται γύρω από δύο φορτισμένα σώματα μικρών διαστάσεων. Ένα τρίτο φορτισμένο σώμα θα δεχτεί μεγαλύτερη δύναμη αν βρεθεί στο σημείο A του πεδίου της περίπτωσης (α) ή στο σημείο B του πεδίου της περίπτωσης (β) και γιατί;



2 Στο διπλανό σχήμα απεικονίζεται με τη βοήθεια δυναμικών γραμμών το ηλεκτρικό πεδίο που δημιουργούν δύο φορτισμένα σώματα α και β μικρών διαστάσεων. Να προσδιορίσετε το είδος του φορτίου που έχουν τα σώματα α και β.



3 Η διάταξη που αποτελείται από δύο όμοιες μεταλλικές πλάκες οι οποίες έχουν ίσα και αντίθετα φορτία ονομάζεται επίπεδος πυκνωτής. Το ηλεκτρικό πεδίο ενός επίπεδου πυκνωτή απεικονίζεται με τη βοήθεια δυναμικών γραμμών στο διπλανό σχήμα. Παρατηρώντας το σχήμα, εξηγήστε γιατί η ηλεκτρική δύναμη που θα ασκηθεί σε ένα φορτισμένο σωματίδιο το οποίο θα βρεθεί ανάμεσα στις μεταλλικές πλάκες είναι παντού ίδια.



Ερώτηση - Δραστηριότητα

1.3β

Ηλεκτρικό πεδίο και ενέργεια

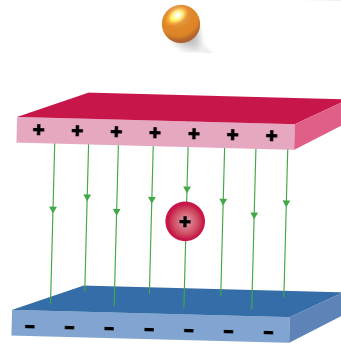
Λέξεις-κλειδιά: ηλεκτρική δυναμική ενέργεια, διαφορά δυναμικού, μονάδα μέτρησης 1 Volt

!?

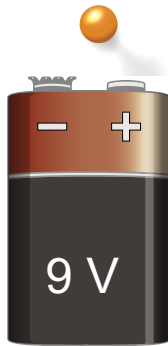
1



2



3



- Ποια μορφή ενέργειας έχει το μήλο; Αν κοπεί το μήλο, τι μορφή ενέργειας αποκτά όταν πέφτει; (εικόνα 1)
- Έχει ενέργεια ένα φορτισμένο σωματίδιο αν βρεθεί μέσα σε ένα ηλεκτρικό πεδίο; Πώς μπορούμε να το διαπιστώσουμε; (εικόνα 2)
- Στην μπαταρία της εικόνας 3 υπάρχει η ένδειξη 9 V. Ποιο φυσικό μέγεθος μετράμε με τη μονάδα Volt;



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1: Ηλεκτρικό πεδίο και ενέργεια

Υλικά

ηλεκτροστατική μηχανή Wimshurst

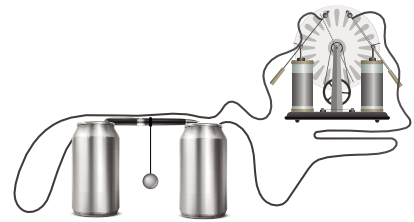
κλωστή

μικρή μπάλα από αλουμινόχαρτο (διαμέτρου περίπου 1 cm)

στιλό

δύο τενεκεδάκια αναψυκτικού

δύο καλώδια μήκους 50 cm περίπου με κροκοδειλάκια



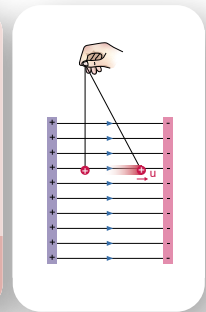
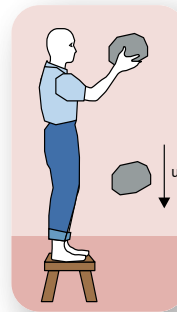
Χρησιμοποιήστε την κλωστή και τη μικρή μπάλα από αλουμινόχαρτο για να κατασκευάσετε ένα εκκρεμές και στη συνέχεια δέστε το στη μέση από το στιλό. Συναρμολογήστε τη διάταξη του παραπάνω σχήματος, φορτίστε την μπάλα (π.χ. ακουμπώντας τη με ένα ήδη φορτισμένο σώμα) και θέστε την ηλεκτροστατική μηχανή σε λειτουργία. Γράψτε τις παρατηρήσεις σας.

.....

 Πώς απέκτησε κινητική ενέργεια η μικρή μπάλα του εκκρεμοϋ;

.....

 Παρατηρήστε τις διπλανές εικόνες. Η μία αναφέρεται στην κίνηση μιας πέτρας, όταν σ' αυτή ασκείται βαρυτική δύναμη, και η άλλη στην κίνηση ενός φορτισμένου σώματος, όταν σ' αυτό ασκείται ηλεκτρική δύναμη. Γνωρίζοντας τις ενεργειακές μετατροπές που συμβαίνουν κατά την πτώση της πέτρας στο βαρυτικό πεδίο, γράψτε κατ' αντιστοιχία τις μετατροπές ενέργειας που συμβαίνουν κατά την κίνηση του φορτισμένου σώματος στο ηλεκτρικό πεδίο.



.....

 Η ενέργεια που έχει στην αρχή η πέτρα μεταφέρθηκε σε αυτήν από τον άνθρωπο που τη μετέφερε από το έδαφος στην αρχική της θέση. Με τι ισούται αντίστοιχα η ενέργεια που έχει το φορτισμένο σώμα στην αρχική του θέση;



Κίνηση
φορτίου σε
ηλεκτρικό πεδίο

.....

 Θα είναι μεγαλύτερη η ενέργεια που έχει στην αρχή το φορτισμένο σώμα, αν το φορτίο του είναι μεγαλύτερο; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.



- Όταν ένα φορτισμένο σώμα βρίσκεται σε κάποιο σημείο ενός ηλεκτρικού πεδίου, έχει **ηλεκτρική δυναμική ενέργεια**, η οποία συμβολίζεται με το γράμμα U . Αυτή η ενέργεια είναι ίση με την ενέργεια που προσφέρθηκε για να μεταφερθεί το φορτισμένο σώμα από κάποιο σημείο εκτός πεδίου στο συγκεκριμένο σημείο του πεδίου. Η ηλεκτρική δυναμική ενέργεια είναι ανάλογη του φορτίου που έχει το σώμα.
- Όταν ένα φορτισμένο σώμα αφεθεί σε ένα σημείο ενός ηλεκτρικού πεδίου, ασκείται σε αυτό ηλεκτρική δύναμη από το πεδίο και αρχίζει να κινείται. Η ηλεκτρική δυναμική του ενέργεια μειώνεται και η κινητική ενέργεια αυξάνεται ισόποσα (αρχή διατήρησης της ενέργειας).
- Το πηλίκο της διαφοράς της ηλεκτρικής δυναμικής ενέργειας που έχει ένα ηλεκτρικά φορτισμένο σώμα σε δύο σημεία A και B ενός ηλεκτρικού πεδίου προς το φορτίο του σώματος ονομάζεται **διαφορά δυναμικού** μεταξύ των σημείων A και B.

$$V_{AB} = \frac{U_A - U_B}{q}$$



Διαφορά
δυναμικού και
ενέργεια

Η διαφορά δυναμικού είναι ανεξάρτητη του φορτίου q του σώματος και εξαρτάται από τα φορτία των σωμάτων που δημιουργούν το πεδίο, καθώς και από τις θέσεις των σημείων A και B.

- Η διαφορά δυναμικού είναι μονόμετρο μέγεθος και η μονάδα μέτρησής της στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων (S.I.) είναι το 1 V (Volt).

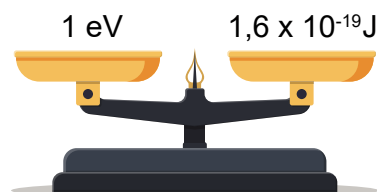
$$1 \text{ Volt} = \frac{1 \text{ Joule}}{1 \text{ Coulomb}} \quad \text{ή} \quad 1 \text{ V} = \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ C}}$$

Για παράδειγμα, αν η διαφορά δυναμικού μεταξύ δύο σημείων A και B ενός ηλεκτρικού πεδίου είναι 9 V, όπως στην περίπτωση των δύο πόλων μιας μπαταρίας των 9 V, η ηλεκτρική δυναμική ενέργεια ενός σώματος με φορτίο 1 C που κινείται από το σημείο A στο σημείο B μειώνεται κατά 9 J.



Το ηλεκτρονιοβόλτ (eV)

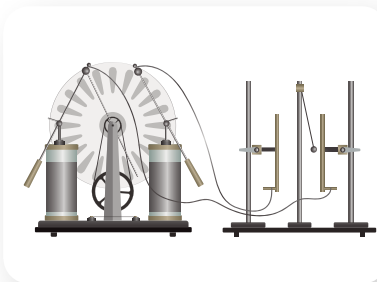
Στη Φυσική το ηλεκτρονιοβόλτ (σύμβολο eV) είναι μονάδα μέτρησης ενέργειας ($1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$). Ένα ηλεκτρονιοβόλτ είναι η κινητική ενέργεια που αποκτά ένα ηλεκτρόνιο, όταν από την ηρεμία επιταχύνεται από διαφορά δυναμικού ίση με ένα Volt. Το ηλεκτρονιοβόλτ επινοήθηκε ως μονάδα μέτρησης λόγω της χρησιμότητάς του στη μελέτη των ενεργειών που αποκτούν τα σωματίδια σε επιταχυντές που υπάρχουν σε μεγάλα ερευνητικά κέντρα.





**

1 Όταν θέτουμε σε λειτουργία την ηλεκτροστατική μηχανή Wimshurst, το σφαιρίδιο της διάταξης που έχει φορτίο $+2 \text{ nC}$ κινείται μεταξύ των δύο μεταλλικών πλακών. Αν υποθέσουμε ότι το σφαιρίδιο ξεκινά από τη μία μεταλλική πλάκα χωρίς ταχύτητα, να υπολογίσετε την κινητική του ενέργεια όταν φτάνει στην άλλη. Δίνεται ότι η διαφορά δυναμικού ανάμεσα στις δύο μεταλλικές πλάκες είναι 50.000 V .



Ερώτηση – Δραστηριότητα

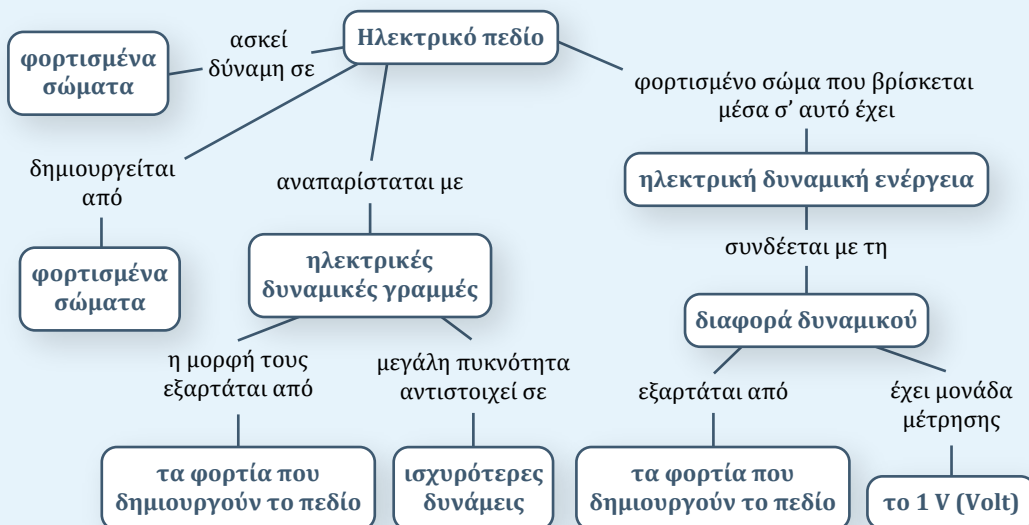


Ερώτηση – Δραστηριότητα

Σύνοψη ενότητας

Ηλεκτρικό πεδίο είναι μια περιοχή του χώρου μέσα στην οποία, αν βρεθεί ένα φορτισμένο σώμα, δέχεται ηλεκτρική δύναμη. Ένα ηλεκτρικό πεδίο αναπαρίσταται με ηλεκτρικές δυναμικές γραμμές. Όταν ένα φορτισμένο σώμα βρίσκεται μέσα σε ένα ηλεκτρικό πεδίο, έχει ηλεκτρική δυναμική ενέργεια.

Μεταξύ δύο σημείων ενός ηλεκτρικού πεδίου υπάρχει διαφορά δυναμικού. Μονάδα μέτρησης της διαφοράς δυναμικού είναι το 1 V .



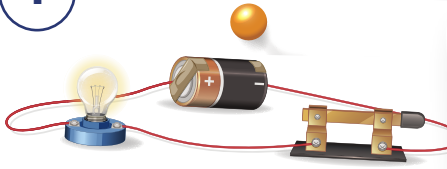
1.4α

Ηλεκτρική πηγή – Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος

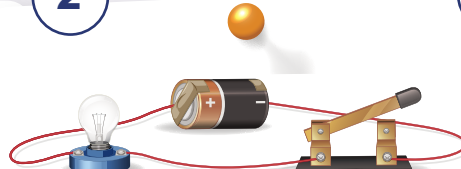
Λέξεις-κλειδιά: ηλεκτρική πηγή, ηλεκτρικό ρεύμα, πραγματική φορά, συμβατική φορά



1



2



3



- Γιατί το λαμπάκι ανάβει στο κύκλωμα της εικόνας 1; Ποιο στοιχείο παρέχει την απαιτούμενη ενέργεια;
- Γιατί, όταν ανοίξουμε τον διακόπτη, δεν ανάβει το λαμπάκι; (εικόνα 2)
- Τι έχει συμβεί στις μπαταρίες που δίνουμε για ανακύκλωση; (εικόνα 3)



ΠΕ

ΜΑΘ

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1: Ο ρόλος της μπαταρίας στο κύκλωμα

Υλικά

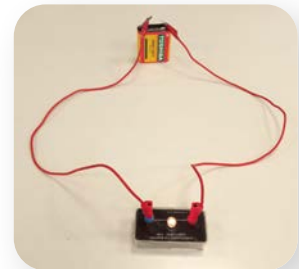
μπαταρία, καλώδια, λαμπάκι

Συνδέστε με καλώδια το λαμπάκι στα άκρα της μπαταρίας. Ποιος προσφέρει την ενέργεια στο λαμπάκι;

.....

Στην μπαταρία αναγράφεται ένδειξη σε Volt. Τι δηλώνει η ένδειξη αυτή; Πώς συνδέεται η ένδειξη με την ενέργεια που προσφέρει η μπαταρία στο λαμπάκι;

.....



ΠΕ

ΠΡ

ΜΑΘ

ΓΡ

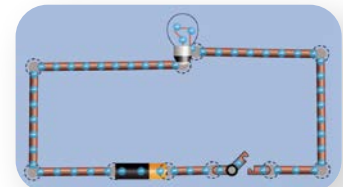
ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2: Ηλεκτρικό ρεύμα

Χρησιμοποιήστε την προσομοίωση «Εργαλειοθήκη δημιουργίας κυκλωμάτων» (του PhET Interactive Simulations). Κατασκευάστε το κύκλωμα του διπλανού σχήματος. Στο κύκλωμα αναπαρίστανται τα ελεύθερα ηλεκτρόνια των αγωγών (καλώδια).

Όταν ο διακόπτης είναι **κλειστός**, τα ηλεκτρόνια κινούνται προς κάποια κατεύθυνση;

Ναι Όχι

Τα ηλεκτρόνια στο εσωτερικό της πηγής κινούνται με κατεύθυνση από τον πόλο προς τον πόλο της πηγής.



PhET Interactive Simulations,
University of Colorado Boulder,
<https://phet.colorado.edu>

Τα ηλεκτρόνια στο εξωτερικό κύκλωμα, δηλαδή στα καλώδια και στη λάμπα, κινούνται με προσανατολισμό από τον πόλο προς πόλο της πηγής.

Στην περίπτωση που ο διακόπτης είναι κλειστός, λέμε ότι το κύκλωμα είναι:

κλειστό ανοικτό

Όταν ο διακόπτης είναι **ανοικτός**, παρατηρείται ροή ηλεκτρονίων;

Σε αυτή την περίπτωση λέμε ότι το κύκλωμα είναι:

κλειστό ανοικτό

Δώστε την τιμή μηδέν στην τάση της μπαταρίας. Τι παρατηρείτε;

.....

Ποιο είναι το αίτιο δημιουργίας ηλεκτρικού ρεύματος;

.....



PhET –
Εργαλειοθήκη
δημιουργίας
κύκλωμάτων



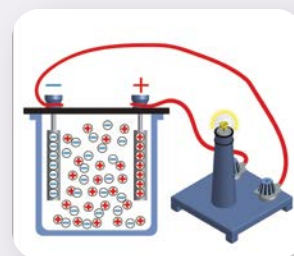
- Η προσανατολισμένη κίνηση των φορτίων στο εσωτερικό των αγωγών ονομάζεται **ηλεκτρικό ρεύμα**. Χαρακτηριστικό μέγεθός του είναι η ένταση (I). Ως **ένταση (I)** του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει έναν αγωγό ορίζεται το πηλίκο του **φορτίου (q)** που διέρχεται από μία διατομή του αγωγού σε **χρονικό διάστημα (t)** προς το χρονικό αυτό διάστημα. Δηλαδή:

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

Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων είναι θεμελιώδες μέγεθος και μονάδα μέτρησής της είναι το 1 A (Αμπέρ). Η σχέση του με τη μονάδα φορτίου είναι:

$$1 \text{ A} = \frac{1 \text{ C}}{1 \text{ s}}$$

- Ως φορά του ρεύματος θεωρείται η φορά κίνησης των θετικών φορτίων ή η αντίθετη προς αυτή των ηλεκτρονίων και ονομάζεται **συμβατική φορά** του ηλεκτρικού ρεύματος. Στους μεταλλικούς αγωγούς, φορείς του ρεύματος είναι τα ηλεκτρόνια και η φορά της κίνησης των ηλεκτρονίων είναι η **πραγματική φορά** του ηλεκτρικού ρεύματος. Όμως, ηλεκτρικό ρεύμα εμφανίζεται και στα ιοντικά διαλύματα (π.χ. σε διαλύματα αλάτων), όπου φορείς του είναι τα θετικά και αρνητικά φορτισμένα ιόντα.
- Το ηλεκτρικό ρεύμα προκαλείται στους αγωγούς όταν υπάρχει διαφορά δυναμικού στα άκρα τους. Μεταξύ του θετικού και του αρνητικού πόλου μιας **μπαταρίας** υπάρχει διαφορά ηλεκτρικού δυναμικού, που λέγεται και **ηλεκτρική τάση** και η οποία προκαλεί το ηλεκτρικό ρεύμα στο κύκλωμα. Ο θετικός πόλος της μπαταρίας συμβολίζεται με (+), ενώ ο αρνητικός συμβολίζεται με (-). Η διαφορά δυναμικού δημιουργείται από χημικές αντιδράσεις που συμβαίνουν μέσα στην μπαταρία μεταξύ των συστατικών της. Κατά τη διάρκεια της ζωής μιας μπαταρίας σταδιακά ελαττώνονται οι ποσότητες των χημικών ενώσεων που αντιδρούν. Έτσι, προς το τέλος της ζωής της μπαταρίας η τάση της μειώνεται, μέχρι που τελικά μηδενίζεται.



- Σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα, όταν ο διακόπτης είναι κλειστός και αυτό διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, λέμε ότι το κύκλωμα είναι κλειστό. Αντίθετα, όταν ο διακόπτης είναι ανοικτός, δεν έχουμε ηλεκτρικό ρεύμα και λέμε ότι το κύκλωμα είναι ανοικτό.



Μικροσκοπική περιγραφή του ηλεκτρικού ρεύματος σε αγωγό

Αν συνδέσουμε τα άκρα ενός μεταλλικού αγωγού με μια μπαταρία, τότε δημιουργείται στο εσωτερικό του **ηλεκτρικό πεδίο**. Το ηλεκτρικό πεδίο ασκεί δύναμη στα ελεύθερα ηλεκτρόνια του αγωγού. Με την επίδραση αυτής της δύναμης τα ελεύθερα ηλεκτρόνια κινούνται προσανατολισμένα, με φορά από τον αρνητικό πόλο της πηγής (χαμηλότερο δυναμικό) προς τον θετικό πόλο της πηγής (υψηλότερο δυναμικό). Με αυτό τον τρόπο δημιουργείται το ηλεκτρικό ρεύμα στον αγωγό. Τα ελεύθερα ηλεκτρόνια δέχονται συνεχώς τη δύναμη από το ηλεκτρικό πεδίο. Κατά την κίνησή τους επιταχύνονται από το ηλεκτρικό πεδίο και επιβραδύνονται κατά τη σύγκρουσή τους με τα θετικά ιόντα του αγωγού. Το αποτέλεσμα είναι μια σύνθετη κίνηση, η οποία όμως μπορεί να θεωρηθεί πρακτικά **ευθύγραμμη ομαλή**, με σταθερή ταχύτητα της τάξης των $\frac{\text{mm}}{\text{s}}$. Αυτή η σταθερή ταχύτητα ονομάζεται **ταχύτητα διολίσθησης** και συμβολίζεται με v_d .

Ηλεκτρισμός και ανθρώπινο σώμα

Ο ηλεκτρισμός που παράγεται στο εσωτερικό του ανθρώπινου σώματος χρησιμοποιείται για τη λειτουργία των **νεύρων** και τον έλεγχο **μυών** και **οργάνων**. Η δραστηριότητα του **εγκεφάλου** είναι κυρίως ηλεκτρική. Όλα τα νευρικά σήματα από και προς τον εγκέφαλο σχετίζονται με τη δημιουργία **ηλεκτρικού ρεύματος**. Τα σήματα αυτά είναι αποτέλεσμα της ηλεκτροχημικής δράσης των νευρικών κυττάρων.



Γλωσσάρι –
Νευρικό σύστημα



Φωτόδεντρο –
Νευρική ώση



- * **1** Από τη διατομή ενός αγωγού που διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα διέρχεται φορτίο 10 C σε χρόνο 20 s.
- α) Ποια είναι η τιμή της έντασης του ρεύματος;
 - β) Πόσο φορτίο διέρχεται από τη διατομή του αγωγού σε χρόνο 20 min;



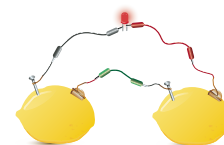
Ερώτηση –
Δραστηριότητα



Ερώτηση –
Δραστηριότητα

Εργασία (ιδιοκατασκευή)

Να κατασκευάσετε το εικονιζόμενο κύκλωμα ή να διερευνήσετε άλλους τρόπους για να δημιουργήσετε μια «μπαταρία» από καθημερινά αντικείμενα και να κάνετε ένα LED να φωτοβολήσει.



1.4β

Το αμπερόμετρο και το βολτόμετρο

Λέξεις-κλειδιά: αμπερόμετρο, βολτόμετρο, πολύμετρο



1



2



- Στο κύκλωμα της εικόνας 1 έχουν συνδεθεί ένα αμπερόμετρο και ένα βολτόμετρο. Τι μετράει το αμπερόμετρο και τι το βολτόμετρο;
- Τι είναι το πολύμετρο; (εικόνα 2)



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: Σύνδεση αμπερόμετρου και βολτόμετρου σε ένα κύκλωμα

Υλικά

καλώδια σύνδεσης
μπαταρία (4,5 V) ή τροφοδοτικό συνεχούς τάσης
μια λυχνιολαβή (ντουί)
ένα λαμπάκι (4,5 V ή 6 V)
διακόπτης
αναλογικό αμπερόμετρο
αναλογικό βολτόμετρο
πολύμετρο

Συναρμολογήστε το κύκλωμα της διπλανής εικόνας. Όταν κλείνει ο διακόπτης, το λαμπάκι φωτοβολεί γιατί διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα.



ΑΜ

ΜΑΘ

Σύνδεση αμπερόμετρου

Για να μετρήσουμε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το λαμπάκι, παρεμβάλλουμε το αμπερόμετρο, έτσι ώστε το ηλεκτρικό ρεύμα να περνά μέσα από αυτό. Αυτός ο τρόπος σύνδεσης λέγεται σύνδεση σε σειρά.

- α) Συνδέστε το αναλογικό αμπερόμετρο κατάλληλα στο κύκλωμα, ώστε να μετρά την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το λαμπάκι, και καταγράψτε την τιμή της όταν ο διακόπτης είναι:
- i. κλειστός:
 - ii. ανοικτός:
- β) Συνδέστε το πολύμετρο κατάλληλα στο κύκλωμα, ώστε να μετρά την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το λαμπάκι, και καταγράψτε την τιμή της όταν ο διακόπτης είναι:
- i. κλειστός:
 - ii. ανοικτός:



Πολύμετρο

Προσοχή!!! Μη συνδέετε ποτέ το αμπερόμετρο απευθείας με μια ηλεκτρική πηγή χωρίς να παρεμβάλλεται ένας λαμπτήρας ή άλλη ηλεκτρική συσκευή. Υπάρχει κίνδυνος το αμπερόμετρο να καταστραφεί.

Σύνδεση βολτόμετρου

Για να μετρήσουμε τη διαφορά δυναμικού (τάση) στα άκρα ενός στοιχείου που βρίσκεται σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα, για παράδειγμα ενός λαμπτήρα, πρέπει να συνδέσουμε τα άκρα του βολτόμετρου με τα άκρα του στοιχείου. Αυτός ο τρόπος σύνδεσης λέγεται παράλληλη σύνδεση ή σύνδεση σε διακλάδωση.

- α) Συνδέστε το αναλογικό βολτόμετρο κατάλληλα στο κύκλωμα, ώστε να μετρά την τάση στα άκρα από το λαμπάκι, και καταγράψτε την τιμή της όταν ο διακόπτης είναι:
- i. κλειστός:
 - ii. ανοικτός:
- β) Συνδέστε το πολύμετρο κατάλληλα στο κύκλωμα, ώστε να μετρά την τάση στα άκρα από το λαμπάκι, και καταγράψτε την τιμή της όταν ο διακόπτης είναι:
- i. κλειστός:
 - ii. ανοικτός:

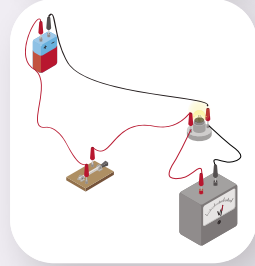
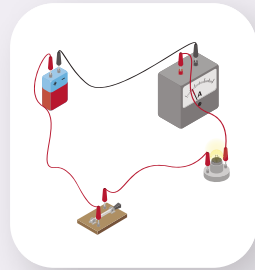
Με τη βοήθεια της προσομοίωσης «Εργαλειοθήκη δημιουργίας κυκλωμάτων» (του PhET Interactive Simulations) κατασκευάστε ένα κύκλωμα που περιλαμβάνει ηλεκτρική πηγή, διακόπτη και λαμπτήρα. Χρησιμοποιήστε το αμπερόμετρο και το βολτόμετρο, για να μετρήσετε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος και την τάση.



PhET –
Εργαλειοθήκη
δημιουργίας
κυκλωμάτων



- Το όργανο που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος ονομάζεται **αμπερόμετρο**. Κάθε αμπερόμετρο έχει δύο ακροδέκτες, με τους οποίους συνδέεται στο κύκλωμα. Για να μετρήσουμε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει έναν αγωγό, παρεμβάλλουμε το αμπερόμετρο, έτσι ώστε το ρεύμα να περνά μέσα από αυτό. Αυτός ο τρόπος σύνδεσης ονομάζεται σύνδεση σε **σειρά**.
- Η διαφορά δυναμικού (τάση) μεταξύ δύο σημείων ενός ηλεκτρικού κυκλώματος μετρείται με τη βοήθεια ενός **βολτόμετρου**. Κάθε βολτόμετρο έχει δύο ακροδέκτες, οι οποίοι συνδέονται με τα άκρα του τμήματος του κυκλώματος στα οποία θέλουμε να μετρήσουμε τη διαφορά δυναμικού. Αυτός ο τρόπος σύνδεσης ονομάζεται **παράλληλη** σύνδεση.
- Ένα πολύμετρο μπορεί να λειτουργεί είτε ως αμπερόμετρο είτε ως βολτόμετρο.



Αμπεροτσιμπίδα

Ένας εναλλακτικός τρόπος μέτρησης της έντασης ρεύματος που διαρρέει έναν ή περισσότερους αγωγούς είναι η χρήση αμπεροτσιμπίδας. Η αμπεροτσιμπίδα έχει το μεγάλο πλεονέκτημα να μετρά το ρεύμα χωρίς να παρεμβάλλεται στο κύκλωμα. Για τη μέτρηση, περνάμε μέσα από το δαχτυλίδι του οργάνου τον αγωγό του οποίου το ρεύμα θέλουμε να μετρήσουμε. Η αρχή λειτουργίας του στηρίζεται στα μαγνητικά αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος.



- 1 Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις ως σωστή (Σ) ή ως λανθασμένη (Λ).
 - α. Όργανο μέτρησης της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος είναι το βολτόμετρο.
 - β. Η σύνδεση του αμπερόμετρου σε ένα κύκλωμα γίνεται σε σειρά.
 - γ. Η σύνδεση του βολτόμετρου σε ένα κύκλωμα γίνεται σε σειρά.
 - δ. Το πολύμετρο μπορεί να λειτουργήσει και ως βολτόμετρο και ως αμπερόμετρο.
 - ε. Με το αμπερόμετρο μπορούμε να μετρήσουμε την τάση στα άκρα μιας μπαταρίας.



Ερώτηση -
Δραστηριότητα

1.4γ

Συμβολική αναπαράσταση ηλεκτρικών κυκλωμάτων

Λέξεις-κλειδιά: ηλεκτρικό κύκλωμα, συμβολική αναπαράσταση



1



2



3



Στις εικόνες 1, 2 και 3 παρουσιάζονται ηλεκτρικά κυκλώματα εγκαταστάσεων. Σκεφτείτε πώς θα μπορούσαν να αποτυπωθούν τα ηλεκτρικά κυκλώματα, ώστε να διευκολυνθούν οι συντηρητές τους.



ΕΔ

ΜΑΘ

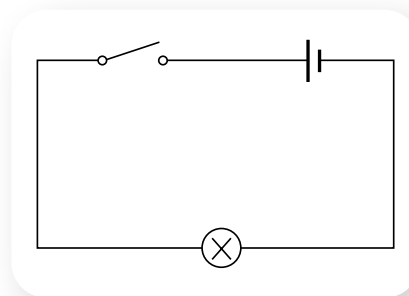
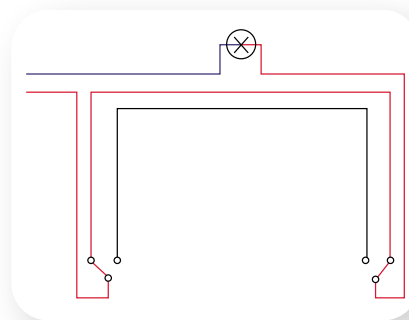
ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: Αναπαράσταση ηλεκτρικού κυκλώματος

Στην εικόνα φαίνεται το ηλεκτρολογικό σχέδιο μιας συνδεσμολογίας σε ένα δωμάτιο. Μπορείτε να εντοπίσετε κάποια σύμβολα που αναπαριστούν στοιχεία κυκλώματος;

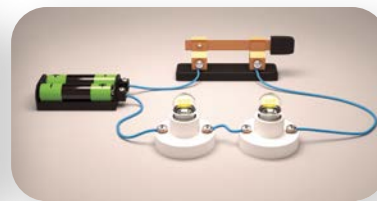
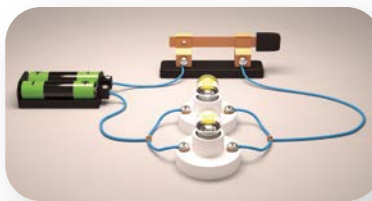
.....
.....
.....
.....

Στη διπλανή εικόνα παρουσιάζεται με σύμβολα ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα. Μπορείτε να περιγράψετε από τι αποτελείται αυτό το ηλεκτρικό κύκλωμα;

.....
.....
.....
.....



Σχεδιάστε τα διαγράμματα για τα δύο ηλεκτρικά κυκλώματα των διπλανών εικόνων.



PhET –
Εργαλειοθήκη
δημιουργίας
κυκλωμάτων

Στη συνέχεια, κατασκευάστε τα στο εργαστήριο ή στην προσομοίωση «Εργαλειοθήκη δημιουργίας κυκλωμάτων» (του PhET Interactive Simulations), έτσι ώστε να φωτοβολούν οι λαμπτήρες.



- Κάθε ηλεκτρικό κύκλωμα μπορεί να αποτυπωθεί με διάγραμμα στο οποίο κάθε στοιχείο του αναπαρίσταται με ένα ιδιαίτερο σύμβολο. Στον πίνακα φαίνονται τα πιο συχνά σύμβολα που συναντώνται σε ένα απλό κύκλωμα. Με συνεχή γραμμή απεικονίζεται ένας ιδανικός αγωγός.

ΣΥΜΒΟΛΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ

| | | | |
|---------------------------|--------------------------|----------|------------------|
| Αντίσταση Σύστημα NEMA | Αντίσταση Σύστημα IEC | Πηνίο | Πυκνωτής |
| Διακόπτης | Περιοδικός | Γείωση | Λάμπα |
| Μπαταρία | Ηλεκτρομηχανή | Ασφάλεια | Ηλεκτρογεννήτρια |



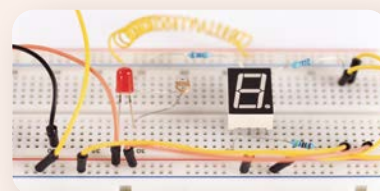
Αναπαράσταση
στοιχείων
ηλεκτρικού
κυκλώματος



Χρήση breadboard (μπρέντμπορντ) στα ηλεκτρονικά

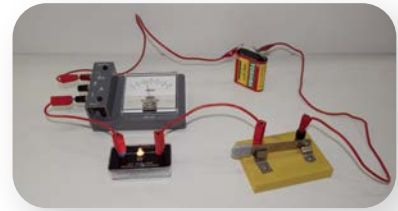
Το breadboard είναι ένα ορθογώνιο πλαστικό με πολλές μικρές οπές, στις οποίες συνδέονται ηλεκτρικά στοιχεία χωρίς κολλήσεις. Διαθέτει ειδικές οπές για σύνδεση με την τροφοδοσία. Οι μεγάλες οριζόντιες έγχρωμες γραμμές (κόκκινη και μπλε) αποτυπώνουν την αγωγική σύνδεση των οπών αυτών κάτω από την επιφάνεια του ορθογωνίου. Όλες οι υπόλοιπες οπές ενώνονται αγωγή ανά κάθετες πεντάδες και αποτελούν ουσιαστικά τους κόμβους του κυκλώματος. Το breadboard βοηθάει στην κατασκευή κυκλωμάτων. Ονομάζεται και πλακέτα δοκιμών ή πλακέτα γενικών συνδέσεων.

Για την κατασκευή ενός ηλεκτρονικού κυκλώματος, το πρώτο στάδιο είναι η αποτύπωσή του σε διάγραμμα, το δεύτερο η δημιουργία του σε ένα breadboard, έτσι ώστε να δοκιμαστεί ότι λειτουργεί σωστά, και το τρίτο η δημιουργία του σε πλακέτα με κολλήσεις.





1 Να αναπαραστήσετε το κύκλωμα της εικόνας με ένα διάγραμμα.



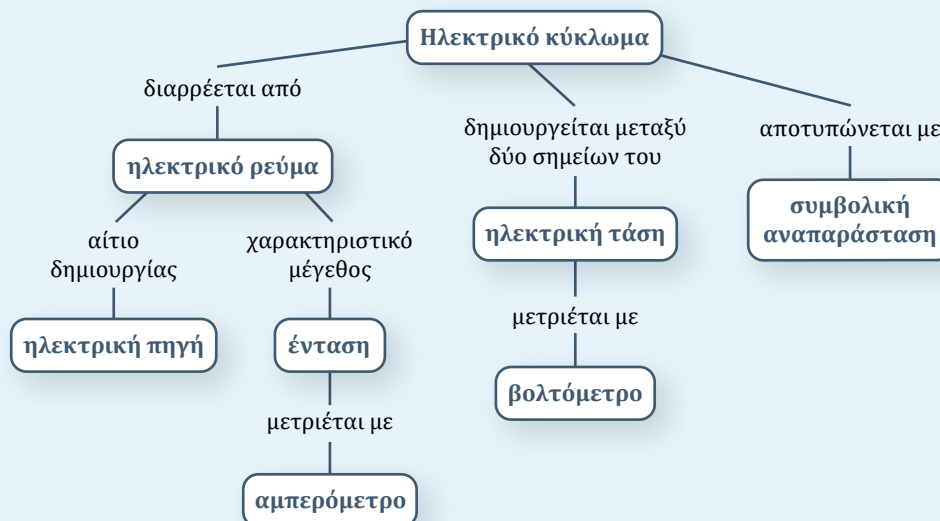
2 Να σχεδιάσετε ένα διάγραμμα ηλεκτρικού κυκλώματος που να περιλαμβάνει μια μπαταρία, τρεις λαμπτήρες σε σειρά και έναν διακόπτη. Στη συνέχεια, με τα υλικά που θα σας δοθούν κατασκευάστε το κύκλωμα και δοκιμάστε τη λειτουργία του.



Ερώτηση – Δραστηριότητα

Σύνοψη ενότητας

Ηλεκτρικό ρεύμα ονομάζεται η προσανατολισμένη κίνηση φορτίων στο εσωτερικό των αγωγών ενός ηλεκτρικού κυκλώματος. Αίτιο δημιουργίας του είναι η ηλεκτρική πηγή του κυκλώματος. Ως ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος ορίζεται το πηλίκο του ηλεκτρικού φορτίου που διέρχεται από μία διατομή του αγωγού σε κάποιο χρονικό διάστημα προς αυτό το χρονικό διάστημα. Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος μετριέται με αμπερόμετρο. Μεταξύ δύο σημείων ενός ηλεκτρικού κυκλώματος που διαρρέεται από ρεύμα εμφανίζεται ηλεκτρική τάση. Η ηλεκτρική τάση μετριέται με βολτόμετρο. Ένα ηλεκτρικό κύκλωμα μπορεί να αποτυπωθεί με τη βοήθεια σχηματικών αναπαραστάσεων.



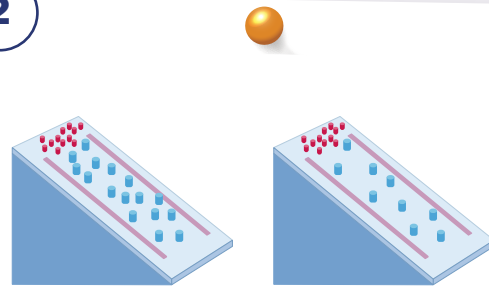
Λέξεις-κλειδιά: ηλεκτρική αντίσταση

!?

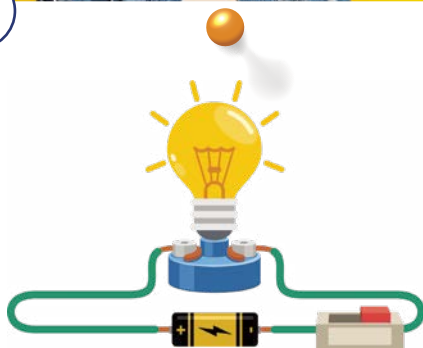
1



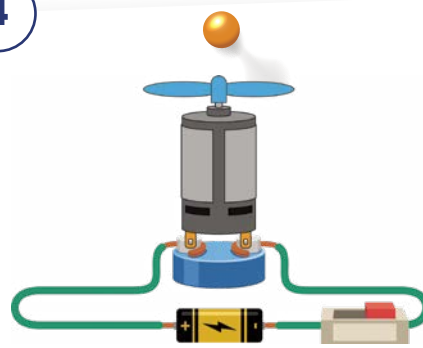
2



3



4



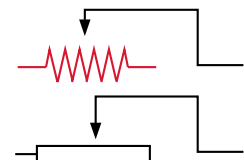
- Η κοπέλα ακούει μουσική με τη βοήθεια των ακουστικών της. Γιατί αλλάζει η ένταση του ήχου με το πάτημα ενός κουμπιού; (εικόνα 1)
- Στη διάταξη της εικόνας 2, οι μικροί βόλοι αφήνονται να κυλήσουν. Σε ποια από τις δύο περιπτώσεις η ροή τους θα είναι πιο μεγάλη; Σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα, ποιο μέγεθος θα ήταν αντίστοιχο με το ύψος από το οποίο αφήνονται οι βόλοι και ποιο με τη ροή των βόλων;
- Ένα λαμπάκι και ένας ηλεκτρικός κινητήρας συνδέονται στην ίδια μπαταρία. Θα διαρρέονται από ρεύμα ίδιας έντασης; (εικόνα 3)



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1: Ηλεκτρική αντίσταση

Υλικά

καλώδια σύνδεσης
 μπαταρία 4,5 V ή τροφοδοτικό συνεχούς τάσης
 λυχνιολαβή (ντουί)
 λαμπάκι (4,5 V)

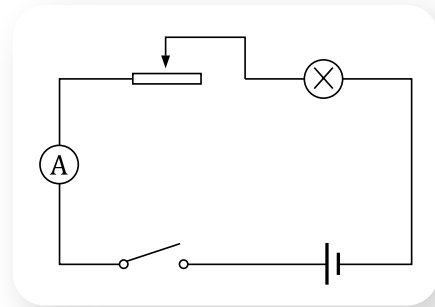


ΠΕ

ΜΑΘ

ρυθμιστική αντίσταση
 διακόπτης
 αμπερόμετρο ή πολύμετρο

Συναρμολογήστε το κύκλωμα του διπλανού σχήματος χρησιμοποιώντας την μπαταρία των 4,5 V. Μετακινήστε τον δρομέα της ρυθμιστικής αντίστασης προς το άκρο εκείνο του οποίου το λαμπάκι φωτοβολεί έντονα και σημειώστε την ένδειξη του αμπερόμετρου:



$$I_1 = \dots\dots\dots A$$

Μετακινήστε τον δρομέα της ρυθμιστικής αντίστασης προς το αντίθετο άκρο από αυτό που βρίσκεται και σημειώστε τη νέα ένδειξη του αμπερόμετρου:

$$I_2 = \dots\dots\dots A$$

Σε ποια περίπτωση «δυσκολεύονται» περισσότερο τα ηλεκτρόνια να κινηθούν στο κύκλωμα;

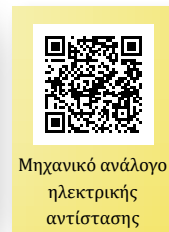
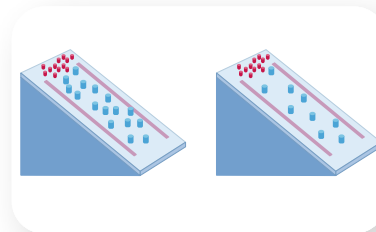
.....

Το φυσικό μέγεθος που εκφράζει τη «δυσκολία» είναι η αντίσταση και συμβολίζεται με R. Σε ποια περίπτωση η αντίσταση είναι μεγαλύτερη;

.....

Πώς θα συνδέατε την αντίσταση του κυκλώματος με το μηχανικό ανάλογο της εικόνας;

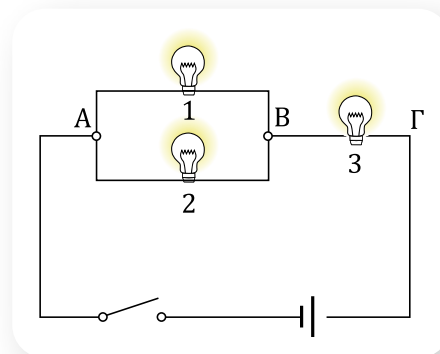
.....



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2: Μέτρηση ηλεκτρικής αντίστασης δίπολου

Υλικά

- καλώδια σύνδεσης
- μπαταρία 4,5 V ή τροφοδοτικό συνεχούς τάσης
- λυχνιολαβή (ντουί)
- λαμπάκι (4,5 V)
- διακόπτης
- αμπερόμετρο ή πολύμετρο
- βολτόμετρο ή πολύμετρο



Δίπολα είναι οι διάφορες συσκευές που συνδέονται σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα και έχουν δύο άκρα.

Να αναφέρετε μερικά δίπολα από το κύκλωμα του παραπάνω σχήματος.

.....

Η αντίσταση ενός διπόλου ορίζεται ως το πηλίκο της τάσης στα άκρα του προς την ένταση του ρεύματος που το διαρρέει, δηλαδή $R = \frac{V}{I}$, και μετριέται σε Ω (Ohm).

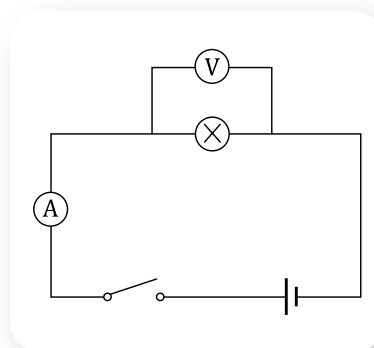
Συναρμολογήστε το κύκλωμα του διπλανού σχήματος. Κλείστε τον διακόπτη και καταγράψτε τις ενδείξεις του βολτόμετρου και του αμπερόμετρου.

Ένδειξη βολτόμετρου: $V = \dots\dots\dots$

Ένδειξη αμπερόμετρου: $I = \dots\dots\dots$

Να υπολογίσετε την αντίσταση του λαμπτήρα.

.....
.....



- Η δυσκολία που προβάλλει ένα δίπολο στη διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος από αυτό εκφράζεται με το φυσικό μέγεθος **ηλεκτρική αντίσταση R** και ορίζεται ως το πηλίκο της τάσης V που εφαρμόζεται στα άκρα του διπόλου προς το αντίστοιχο ρεύμα I που το διαρρέει. Είναι:

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

Η μονάδα μέτρησης είναι το Ω (Ohm).

$$1 \text{ Ohm} = \frac{1 \text{ Volt}}{1 \text{ Ampere}} \quad \text{ή} \quad 1 \Omega = \frac{1 \text{ V}}{1 \text{ A}}$$

- Η αντίσταση μετριέται με ειδικά όργανα που ονομάζονται ωμόμετρα. Επίσης, ένα πολύμετρο λειτουργεί και ως ωμόμετρο.
- Γενικά η αντίσταση ενός διπόλου εξαρτάται από την τάση που εφαρμόζεται στα άκρα του.

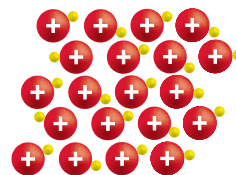


Ψηφιακό
πολύμετρο



Μικροσκοπική ερμηνεία της ηλεκτρικής αντίστασης

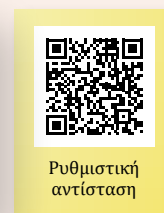
Η ηλεκτρική αντίσταση των μεταλλικών αγωγών οφείλεται στις συγκρούσεις των ελεύθερων ηλεκτρονίων με τα ταλαντούμενα ιόντα. Όπως γνωρίζουμε, το ηλεκτρικό ρεύμα που διαρρέει έναν μεταλλικό αγωγό είναι η προσανατολισμένη κίνηση των ελεύθερων ηλεκτρονίων του λόγω διαφοράς δυναμικού στα άκρα του. Στο εσωτερικό του αγωγού δημιουργείται ηλεκτρικό πεδίο. Το πεδίο αυτό ασκεί ηλεκτρικές δυνάμεις στα ελεύθερα ηλεκτρόνια του μετάλλου, οι οποίες προκαλούν αύξηση της ταχύτητάς τους κατά μήκος του αγωγού. Κατά την κίνησή τους, τα ελεύθερα ηλεκτρόνια συγκρούονται με τα ιόντα του



μετάλλου τα οποία ταλαντώνονται γύρω από σταθερές θέσεις, οπότε μειώνεται η ταχύτητά τους. Όμως, η δύναμη από το ηλεκτρικό πεδίο προκαλεί εκ νέου αύξηση της ταχύτητας του ηλεκτρονίου μέχρι την επόμενη σύγκρουση κ.ο.κ. Όσο πιο συχνές είναι οι συγκρούσεις, τόσο μεγαλύτερη είναι η τιμή της ηλεκτρικής αντίστασης του αγωγού. Όταν τα ιόντα είναι σχεδόν ακίνητα (θερμοκρασία κοντά στο απόλυτο μηδέν), η αντίσταση στους μεταλλικούς αγωγούς παρουσιάζει τη μικρότερη τιμή, η οποία οφείλεται σε ατέλειες της κρυσταλλικής δομής τους και σε τυχόν προσμείξεις.

Ρυθμιστική αντίσταση

Η ρυθμιστική αντίσταση είναι μια διάταξη της οποίας την αντίσταση μπορούμε να μεταβάλλουμε μετακινώντας έναν δρομέα ή περιστρέφοντας ένα κουμπί. Ανάλογα με τον τρόπο σύνδεσής της σε ένα κύκλωμα, μπορεί να ρυθμίζει την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει μια συσκευή, οπότε η ρυθμιστική αντίσταση λειτουργεί ως ροοστάτης, ή την ηλεκτρική τάση που εφαρμόζεται στα άκρα της συσκευής, οπότε η ρυθμιστική αντίσταση λειτουργεί ως ποτενσιόμετρο.



Ρυθμιστική αντίσταση

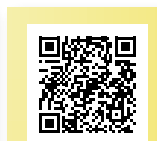


- 1 Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις ως σωστή (Σ) ή ως λανθασμένη (Λ).
 - α. Η αντίσταση εκφράζει τη δυσκολία που προβάλλει ένα δίπολο στη διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος από αυτό.
 - β. Αντίσταση είναι ένα δίπολο σε ένα κύκλωμα.
 - γ. Ισχύει ότι $1 \Omega = \frac{1 \text{ A}}{1 \text{ V}}$.
 - δ. Η αντίσταση ενός αγωγού μετριέται με το πολύμετρο.

- 2 Αν σε ένα σύρμα εφαρμόζεται τάση 10 V, η ένταση του ρεύματος που το διαρρέει είναι 2 A. Ποια είναι η τιμή της αντίστασης του σύρματος;



Ερώτηση - Δραστηριότητα



Ερώτηση - Δραστηριότητα

1.5β

Παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η αντίσταση ενός μεταλλικού αγωγού

Λέξεις-κλειδιά: ειδική αντίσταση



1



2

Χαρακτηριστικά καλωδίων

| Αντίσταση (Ω) | Υλικό | Διάμετρος (mm) | Μήκος (m) |
|---------------|-----------|----------------|-----------|
| 9,2 | χαλκός | 0,5 | 100 |
| 14,3 | αλουμίνιο | 0,5 | 100 |

- Σε μια ηλεκτρική εγκατάσταση, ο ηλεκτρολόγος χρησιμοποιεί ένα ή περισσότερα είδη καλωδίων; (εικόνα 1)
- Γιατί υπάρχουν καλώδια με διαφορετικό πάχος σύρματος;
- Όλα τα μέταλλα είναι αγωγοί του ηλεκτρισμού. Σύμφωνα με τις πληροφορίες του πίνακα στην εικόνα 2, γιατί τα δύο καλώδια έχουν διαφορετική αντίσταση;



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: Παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η αντίσταση μεταλλικού αγωγού

Α. Εξάρτηση από το μήκος του αγωγού

Υλικά

τρία σύρματα χρωμονικελίνης διαμέτρου 0,25 mm, με μήκη 0,25 m, 0,50 m και 1 m πολύμετρο ρυθμισμένο να λειτουργεί ως ωμόμετρο

Μετρήστε με το ωμόμετρο την αντίσταση κάθε σύρματος και συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.

| Σύρμα χρωμονικελίνης διαμέτρου 0,25 mm | | |
|--|-----------------|------------|
| Μήκος L (m) | Αντίσταση R (Ω) | Πηλίκο R/L |
| 0,25 | | |
| 0,50 | | |
| 1,00 | | |



Σύρμα χρωμονικελίνης

Μεταβάλλεται το πηλίκο R/L; Πώς εξαρτάται η αντίσταση ενός μεταλλικού αγωγού από το μήκος του;

.....

ΠΕ
ΜΑΘ

Ποια θα ήταν η τιμή της αντίστασης ενός σύρματος χρωμονικελίνης της ίδιας διαμέτρου με μήκος 2 m και γιατί;

.....

Β. Εξάρτηση από το εμβαδόν διατομής του αγωγού

Υλικά

τρία σύρματα χρωμονικελίνης ίδιου μήκους 0,50 m και διαμέτρου 0,25 mm, 0,50 mm και 1,00 mm
 πολύμετρο ρυθμισμένο να λειτουργεί ως ωμόμετρο

Μετρήστε με το ωμόμετρο την αντίσταση κάθε σύρματος και συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.

| Σύρμα χρωμονικελίνης μήκους 0,50 m | | | |
|------------------------------------|--|--------------------|---|
| Διάμετρος διατομής d (mm) | Εμβαδόν διατομής $A = \frac{\pi d^2}{4}$ (mm ²) | Αντίσταση R (Ω) | Εμβαδόν διατομής × αντίσταση (A × R) |
| 0,25 | | | |
| 0,50 | | | |
| 1,00 | | | |

Μεταβάλλεται το γινόμενο A × R; Πώς εξαρτάται η αντίσταση ενός μεταλλικού αγωγού από το εμβαδόν διατομής του;

.....

Ποια θα ήταν η τιμή της αντίστασης ενός σύρματος χρωμονικελίνης ίδιου μήκους με διάμετρο 2 mm και γιατί;

.....

Γ. Εξάρτηση από το υλικό του αγωγού

Υλικά

σύρμα χρωμονικελίνης 1 m διαμέτρου 0,25 mm
 ατσάλινο σύρμα 1 m διαμέτρου 0,25 mm
 πολύμετρο ρυθμισμένο να λειτουργεί ως ωμόμετρο



Μετρήστε την αντίσταση του σύρματος από χρωμονικελίνη. Είναι:

$$R_1 = \dots\dots\dots \Omega$$

Μετρήστε την αντίσταση του σύρματος από ατσάλι. Είναι:

$$R_2 = \dots\dots\dots \Omega$$

Σε τι οφείλεται η διαφορετική τιμή της αντίστασης;

.....



Δ. Εξάρτηση από τη θερμοκρασία**Υλικά**

καλώδια σύνδεσης
 μπαταρία 4,5 V ή τροφοδοτικό συνεχούς τάσης
 λυχνιολαβή (ντουί)
 διακόπτης
 λαμπάκι (4,5 V)
 αμπερόμετρο
 βολτόμετρο
 πολύμετρο ρυθμισμένο να λειτουργεί ως ωμόμετρο



- α) Τοποθετήστε το λαμπάκι στη λυχνιολαβή (ντουί) και με τη βοήθεια του ωμόμετρου μετρήστε την αντίστασή του. Καταγράψτε την τιμή του:
- β) Συναρμολογήστε ένα κύκλωμα τέτοιο ώστε, όταν κλείνει ο διακόπτης, το λαμπάκι να ανάβει, το βολτόμετρο να μετρά την τάση στα άκρα του και το αμπερόμετρο να μετρά το ρεύμα που το διαρρέει. Από τις ενδείξεις των δύο οργάνων υπολογίστε την αντίσταση που έχει το λαμπάκι.

.....

Σε ποια από τις δύο περιπτώσεις η αντίσταση που έχει το λαμπάκι είναι μεγαλύτερη; Σε τι οφείλεται αυτό;

.....

.....



■ Η αντίσταση ενός μεταλλικού αγωγού:

- είναι ανάλογη του μήκους του αγωγού,
- είναι αντιστρόφως ανάλογη του εμβαδού της διατομής του αγωγού,
- εξαρτάται από το είδος του υλικού και τη θερμοκρασία.

Δηλαδή:

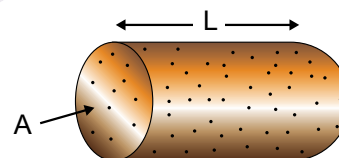
$$R = \rho \frac{L}{A}$$

όπου R: η αντίσταση του αγωγού,
 L: το μήκος του αγωγού,
 A: το εμβαδόν της διατομής του αγωγού.

Ο συντελεστής ρ ονομάζεται **ειδική αντίσταση του αγωγού** και εξαρτάται από το υλικό του αγωγού και τη θερμοκρασία. Έχει μονάδα μέτρησης το $1 \Omega \cdot m$.



Αντίσταση μεταλλικού αγωγού



Χαρακτηριστικές τιμές ειδικής αντίστασης διαφόρων υλικών

| Υλικό | ρ ($\mu\Omega \cdot m$) |
|---------------|--------------------------------|
| Άργυρος | 0,0163 |
| Χαλκός | 0,0175 |
| Χρυσός | 0,0220 |
| Αλουμίνιο | 0,0290 |
| Σίδηρος | 0,1 |
| Χρωμονικελίνη | 1 |



Ειδική αντίσταση και θερμοκρασία – Μικροσκοπική ερμηνεία

Η αύξηση της τιμής της ειδικής αντίστασης με τη θερμοκρασία, και συνεπώς και της αντίστασης ενός μεταλλικού αγωγού, μικροσκοπικά ερμηνεύεται ως εξής:

Με την αύξηση της θερμοκρασίας του αγωγού αυξάνεται το πλάτος με το οποίο ταλαντώνονται τα ιόντα του μετάλλου, με συνέπεια να συμβαίνουν περισσότερες συγκρούσεις με τα κινούμενα ηλεκτρόνια. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της δυσκολίας της διέλευσης του ρεύματος και επομένως την αύξηση της ειδικής αντίστασης του αγωγού.

Για θερμοκρασίες μέχρι $100\text{ }^\circ\text{C}$ η ειδική αντίσταση δίνεται, με ικανοποιητική προσέγγιση, από τη σχέση:

$$\rho = \rho_0 (1 + \alpha\theta)$$

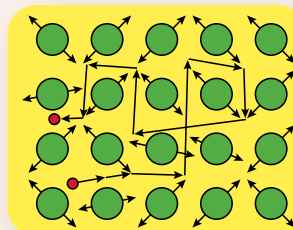
όπου θ : η θερμοκρασία σε βαθμούς $^\circ\text{C}$,

ρ : η ειδική αντίσταση σε θερμοκρασία $\theta\text{ }^\circ\text{C}$,

ρ_0 : η ειδική αντίσταση σε θερμοκρασία $0\text{ }^\circ\text{C}$,

α : ο θερμοκός συντελεστής ειδικής αντίστασης.

Η τιμή του α σε αρκετά μέταλλα είναι περίπου $\alpha = \frac{1}{273\text{ }^\circ\text{C}}$.



Ειδική αντίσταση και υλικά

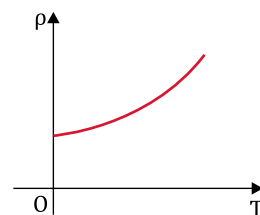
Η ειδική αντίσταση για τους μεταλλικούς αγωγούς έχει τιμές μικρότερες από $10^{-4}\ \Omega\cdot\text{m}$ και αυξάνεται με τη θερμοκρασία.

Στους μονωτές, η τιμή της ειδικής αντίστασης είναι μεγαλύτερη από $10^6\ \Omega\cdot\text{m}$, δηλαδή περίπου 10 δισεκατομμύρια φορές μεγαλύτερη από αυτή των μεταλλικών αγωγών.

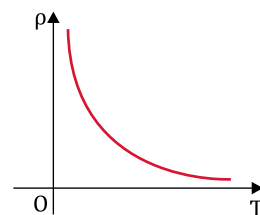
Οι **ημιαγωγοί** είναι μια κατηγορία υλικών με τιμές ειδικής αντίστασης από $10^{-4}\ \Omega\cdot\text{m}$ μέχρι $10^6\ \Omega\cdot\text{m}$. Έχουν το χαρακτηριστικό ότι η ειδική αντίσταση μειώνεται πολύ γρήγορα με τη θερμοκρασία.

Επίσης, σε μερικά κράματα μετάλλων και σε κάποια οξείδια, η ειδική αντίσταση είναι μηδέν μέχρι μια θερμοκρασία, χαρακτηριστική του καθενός από τα συγκεκριμένα υλικά. Το συγκεκριμένο φαινόμενο όπου η ειδική αντίσταση είναι μηδέν ονομάζεται **υπεραγωγιμότητα** και τα υλικά **υπεραγωγά**.

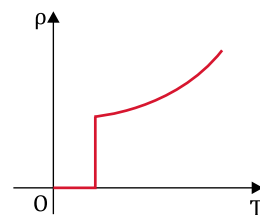
Στο διπλανό σχήμα αναπαρίσταται η μεταβολή της ειδικής αντίστασης με τη θερμοκρασία T σε Kelvin (K) για τους αγωγούς, τους ημιαγωγούς και τους **υπεραγωγούς**.



(α) Αγωγός



(β) Ημιαγωγός



(γ) Υπεραγωγός



- * **1** Χρησιμοποιώντας τις πειραματικές μετρήσεις της δραστηριότητας «Παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η αντίσταση μεταλλικού αγωγού», να σχεδιάσετε τα διαγράμματα:
- αντίστασης - μήκους μεταλλικού αγωγού ($R - L$),
 - αντίστασης - αντιστρόφου της τιμής του εμβαδού της διατομής του μεταλλικού αγωγού ($R - 1/A$).

- * **2** Χρησιμοποιώντας τον διπλανό πίνακα, να υπολογίσετε:
- την αντίσταση σύρματος από χαλκό μήκους 50 m και εμβαδού διατομής $0,2 \text{ mm}^2$,
 - την αντίσταση σύρματος από αλουμίνιο μήκους 100 m και εμβαδού διατομής $0,1 \text{ mm}^2$.

Χαρακτηριστικά καλωδίων

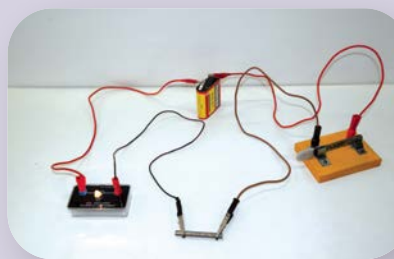
| Αντίσταση (Ω) | Υλικό | Εμβαδόν διατομής (mm^2) | Μήκος (m) |
|------------------------|-----------|------------------------------------|-----------|
| 9,2 | χαλκός | 0,2 | 100 |
| 14,3 | αλουμίνιο | 0,2 | 100 |



Ερώτηση - Δραστηριότητα

Εργασία (ιδιοκατασκευή)

Να κατασκευάσετε τον δικό σας ροοστάτη με ένα ελατήριο (ή με γραφίτη, όπως στην εικόνα).



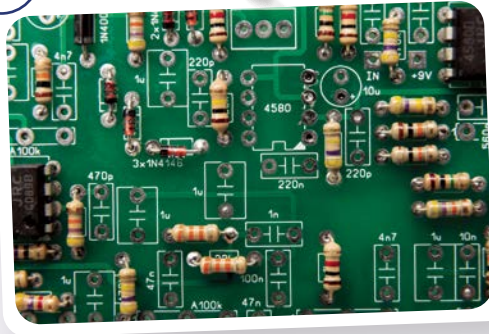
1.5γ

Ο νόμος του Ohm – Ωμική αντίσταση

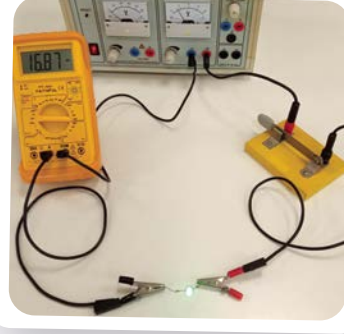
Λέξεις-κλειδιά: ωμική αντίσταση, χαρακτηριστική καμπύλη διπόλου



1



2



- Στην εικόνα 1 φαίνεται η πλακέτα ενός ολοκληρωμένου κυκλώματος. Οι μικροί κύλινδροι με τις χρωματιστές γραμμές ονομάζονται ωμικές αντιστάσεις. Τι είναι η ωμική αντίσταση και τι δηλώνουν οι χρωματιστές γραμμές που υπάρχουν πάνω της;
- Αν διπλασιάσουμε την τάση της πηγής (τροφοδοτικό) με την οποία έχει συνδεθεί ένα λαμπάκι LED, θα διπλασιαστεί και η ένταση του ρεύματος που το διαρρέει; (εικόνα 2)



ΠΕ

ΜΑΘ

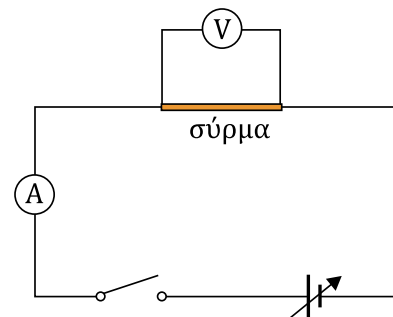
ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1: Νόμος του Ohm

Υλικά

σύρμα χρωμονικελίνης διαμέτρου 0,25 mm με μήκος 0,50 m περίπου
τροφοδοτικό συνεχούς τάσης
καλώδια σύνδεσης
διακόπτης
αμπερόμετρο ή πολύμετρο
βολτόμετρο ή πολύμετρο

Συναρμολογήστε το κύκλωμα του διπλανού σχήματος. Μεταβάλλοντας την τάση τροφοδοσίας, μετρήστε την τάση στα άκρα του σύρματος και την ένταση του ρεύματος που το διαρρέει.

Συμπληρώστε τον πίνακα της επόμενης σελίδας.

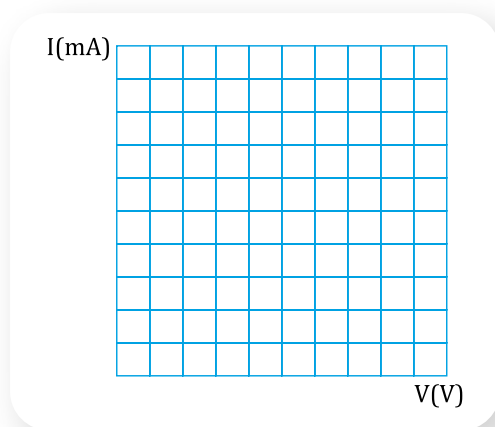


| V (V) | I (mA) | I (A) | R (Ω) |
|-------|--------|-------|----------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Οδηγία

Για να μη θερμαίνεται το σύρμα, η τάση τροφοδοσίας να μην υπερβαίνει τα 3 V και μετά από κάθε μέτρηση να ανοίγετε τον διακόπτη.

Με τη βοήθεια του πίνακα σχεδιάστε τη γραφική παράσταση της έντασης I του ρεύματος που διαρρέει το σύρμα σε συνάρτηση με την τάση V που εφαρμόζεται στα άκρα του.



Φωτόδεντρο –
Εργαστήριο
ηλεκτρικών
κυκλωμάτων –
Ο νόμος του Ohm

Μεταβάλλεται η αντίσταση μεταβάλλοντας την τάση; Θα υπολογίζαμε την ίδια τιμή για την αντίσταση, αν κατά τη μέτρηση το σύρμα είχε θερμανθεί;

.....

.....

Πώς εξαρτάται η ένταση του ρεύματος από την τάση;

.....

.....

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2: Χαρακτηριστική καμπύλη μη ωμικής αντίστασης

Υλικά

λαμπάκι LED (τάση λειτουργίας 3 V)
τροφοδοτικό συνεχούς τάσης
καλώδια σύνδεσης
διακόπτης
αμπερόμετρο ή πολύμετρο
βολτόμετρο ή πολύμετρο

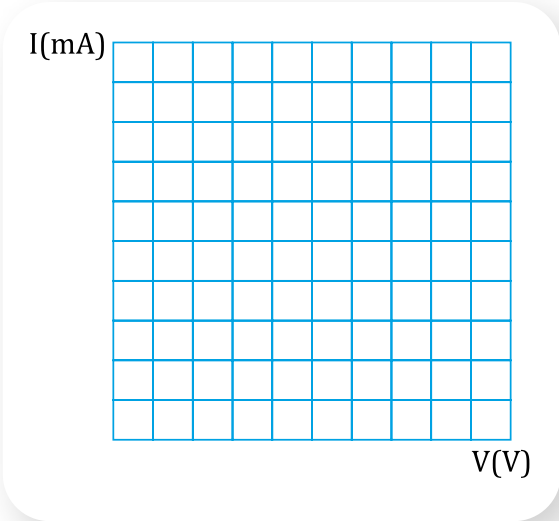


Λαμπάκια LED

Συναρμολογήστε κύκλωμα παρόμοιο με αυτό της προηγούμενης δραστηριότητας, συνδέοντας όμως στη θέση του σύρματος το λαμπάκι LED (**προσέξτε το λαμπάκι να είναι ορθά πολωμένο**). Μεταβάλλοντας την τάση τροφοδοσίας, μετρήστε την τάση στα άκρα από το λαμπάκι LED και την ένταση του ρεύματος που το διαρρέει. Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.

| V (V) | I (mA) | I (A) | R (Ω) |
|-------|--------|-------|-------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Με τη βοήθεια του πίνακα σχεδιάστε τη γραφική παράσταση της έντασης I του ρεύματος που διαρρέει το λαμπάκι σε συνάρτηση με την τάση V που εφαρμόζεται στα άκρα του. Μεταβάλλεται η αντίσταση, όταν μεταβάλλεται η τάση; Αν μεταβάλλεται, πιστεύετε ότι η μεταβολή οφείλεται σε αύξηση της θερμοκρασίας του LED; Πώς μπορούμε να το διαπιστώσουμε;

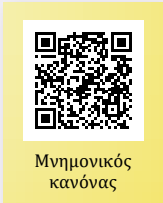


Είναι η ένταση του ρεύματος ανάλογη με την τάση που εφαρμόζεται στα άκρα του διπόλου LED;



- Η ένταση I του ρεύματος που διαρρέει έναν μεταλλικό αγωγό είναι ανάλογη με την τάση V που εφαρμόζεται στα άκρα του αγωγού. Η πρόταση αυτή είναι γνωστή ως **νόμος του Ohm**. Επομένως και η αντίσταση R του αγωγού είναι σταθερή, ανεξάρτητη της τάσης που εφαρμόζεται στα άκρα του. Ισχύει:

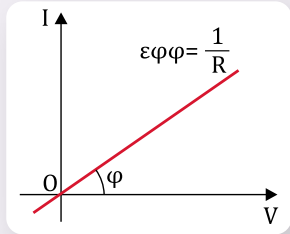
$$I = \frac{1}{R} V, \text{ με } R = \text{σταθερό}$$



με την προϋπόθεση ότι η θερμοκρασία του αγωγού είναι η ίδια για κάθε τιμή της τάσης.

Τα δίπολα τα οποία ικανοποιούν τον νόμο του Ohm, όπως και οι μεταλλικοί αγωγοί, λέγονται **ωμικές αντιστάσεις**.

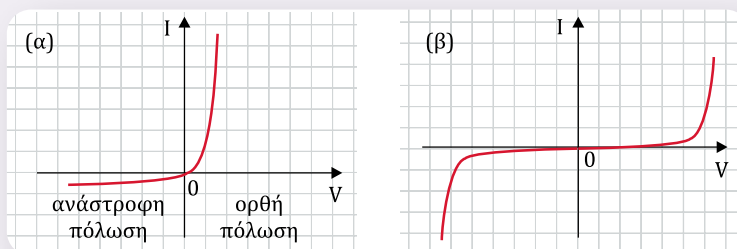
- Η γραφική παράσταση της έντασης του ρεύματος που διαρρέει ένα δίπολο σε συνάρτηση με την τάση που εφαρμόζεται στα άκρα του λέγεται **χαρακτηριστική καμπύλη I - V του διπόλου** και για τις ωμικές αντιστάσεις είναι ευθεία γραμμή που διέρχεται από την αρχή των αξόνων και έχει κλίση ίση με $\frac{1}{R}$.



- Υπάρχουν δίπολα, όπως για παράδειγμα ένα λαμπάκι LED, τα οποία **δεν ικανοποιούν** τον νόμο του Ohm και συνεπώς η χαρακτηριστική τους καμπύλη δεν είναι ευθεία γραμμή. Εκτός του LED, παρόμοια συμπεριφορά παρουσιάζουν η κρυσταλλοδίοδος, το τρανζίστορ κ.ά.

Η αντίσταση σε αυτά τα δίπολα μεταβάλλεται με την τάση που εφαρμόζεται στα άκρα τους και η μεταβολή αυτή δεν οφείλεται σε μεταβολή της θερμοκρασίας.

Στο παραπάνω σχήμα απεικονίζονται οι χαρακτηριστικές καμπύλες μιας κρυσταλλοδίοδου (α) και ενός λαμπτήρα νέον (β). Σε έναν λαμπτήρα πυρακτώσεως δεν ικανοποιείται ο νόμος του Ohm, γιατί μεταβάλλεται η θερμοκρασία του.



Χαρακτηριστική καμπύλη λαμπτήρα πυρακτώσεως

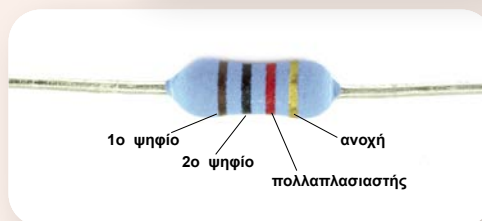


Χρωματικοί κώδικες

Οι χρωματικοί κώδικες χρησιμοποιούνται στον κλάδο της ηλεκτρονικής και αντιστοιχούν σε χαρακτηριστικά κάποιου ηλεκτρονικού εξαρτήματος. Εμφανίζονται με τη μορφή χρωματικών λωρίδων, οι οποίες τυπώνονται πάνω στο εξάρτημα και δηλώνουν την τιμή του, την ανοχή κ.ά.

Στον διπλανό πίνακα αναγράφονται οι αριθμητικές τιμές κάθε χρώματος (χρωματικός κώδικας). Χρωματικός κώδικας χρησιμοποιείται και για τις ηλεκτρικές αντιστάσεις. Οι περισσότερες ωμικές αντιστάσεις φέρουν τέσσερις λωρίδες, από τις οποίες υπολογίζεται η ωμική αντίσταση του αγωγού σύμφωνα με τον πίνακα.

| Χρώμα | 1η λωρίδα | 2η λωρίδα | 3η λωρίδα | 4η λωρίδα Ανοχή |
|-----------|-----------|-----------|---------------|--------------------|
| Μαύρο | 0 | 0 | $\times 10^0$ | |
| Καφέ | 1 | 1 | $\times 10^1$ | $\pm 1\%$ (F) |
| Κόκκινο | 2 | 2 | $\times 10^2$ | $\pm 2\%$ (G) |
| Πορτοκαλί | 3 | 3 | $\times 10^3$ | |
| Κίτρινο | 4 | 4 | $\times 10^4$ | |
| Πράσινο | 5 | 5 | $\times 10^5$ | $\pm 0,5\%$ (D) |
| Μπλε | 6 | 6 | $\times 10^6$ | $\pm 0,25\%$ (C) |
| Μοβ | 7 | 7 | $\times 10^7$ | $\pm 0,1\%$ (B) |
| Γκρι | 8 | 8 | $\times 10^8$ | $\pm 0,05\%$ (A) |
| Λευκό | 9 | 9 | $\times 10^9$ | |
| Χρυσασφί | | | $\times 0,1$ | $\pm 5\%$ (J) |
| Ασημί | | | $\times 0,01$ | $\pm 10\%$ (K) |



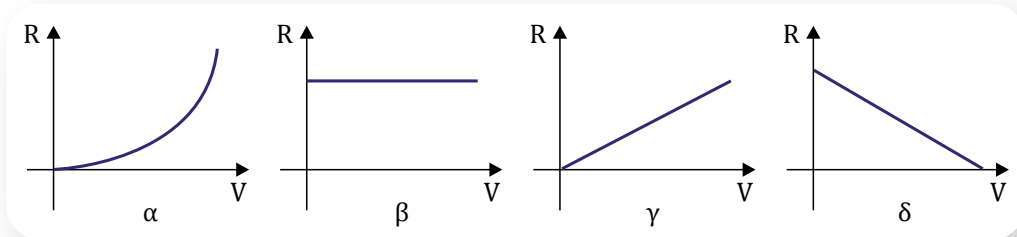
Χρωματικός κώδικας αντίστασης



1 Όταν η τάση που εφαρμόζεται στα άκρα μιας ωμικής αντίστασης είναι 4 V, η αντίστοιχη τιμή του ρεύματος που τη διαρρέει είναι 0,2 A.

- α) Ποια είναι η τιμή του ρεύματος, αν η τάση γίνει 8 V;
- β) Πόση τάση πρέπει να εφαρμόσουμε στα άκρα της ωμικής αντίστασης, ώστε να διαρρέεται από ρεύμα 0,1 A;
- γ) Ποια είναι η τιμή της αντίστασης;

2 Από τα παρακάτω διαγράμματα, επιλέξτε αυτό που αντιστοιχεί σε ωμική αντίσταση.



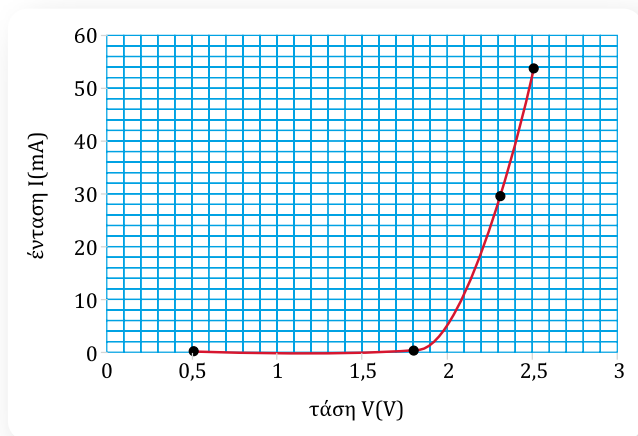
*** 3** Σε εργαστήριο μετρήθηκε το ρεύμα που διαρρέει έναν αγωγό όταν μεταβάλλουμε την τάση στα άκρα του και προέκυψαν οι τιμές του διπλανού πίνακα. Σύμφωνα με τις τιμές του πίνακα, ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές;

| Τάση V (V) | Ένταση ρεύματος I (A) |
|------------|-----------------------|
| 1,6 | 0,2 |
| 4,0 | 0,5 |
| 7,2 | 0,9 |
| 10,4 | 1,3 |
| 12,8 | 1,6 |

- α. Ο αγωγός υπακούει στον νόμο του Ohm.
- β. Ο αγωγός δεν υπακούει στον νόμο του Ohm.
- γ. Αν στον αγωγό εφαρμόσουμε τάση 3 V, τότε αυτός θα διαρρέεται από ρεύμα έντασης 0,3 A.
- δ. Για να διαρρέεται ο αγωγός από ρεύμα έντασης 0,7 A, πρέπει να εφαρμοστεί στα άκρα του τάση 5,6 V.

*** 4** Η χαρακτηριστική καμπύλη ενός διπόλου είναι αυτή του διπλανού σχήματος.

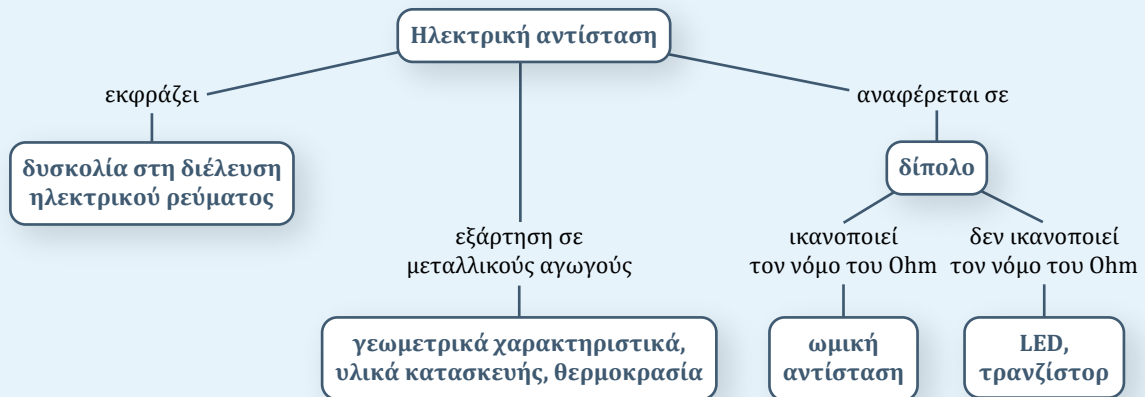
- α) Να υπολογίσετε την αντίσταση του διπόλου, όταν εφαρμόζεται στα άκρα του τάση 2 V.
- β) Για ποια τιμή της τάσης το ρεύμα είναι 30 mA; Πόση είναι τότε η αντίσταση του διπόλου;
- γ) Είναι το δίπολο ωμική αντίσταση;



Σύνοψη ενότητας

Η αντίσταση ηλεκτρικού διπόλου ορίζεται ως το πηλίκο της τάσης στα άκρα του προς την ένταση του ρεύματος που το διαρρέει και εκφράζει τη δυσκολία που αυτό προβάλλει στη διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος. Στους μεταλλικούς αγωγούς η αντίσταση οφείλεται στις συγκρούσεις των ελεύθερων ηλεκτρονίων με τα ιόντα του πλέγματος και είναι ανάλογη του μήκους του αγωγού και αντιστρόφως ανάλογη της διατομής του. Εξαρτάται επίσης από το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένος ο αγωγός και από τη θερμοκρασία.

Νόμος του Ohm: Η ένταση του ρεύματος στους μεταλλικούς αγωγούς είναι ανάλογη της τάσης όταν η θερμοκρασία είναι σταθερή. Ο συντελεστής αναλογίας είναι το αντίστροφο της αντίστασης του αγωγού. Τα δίπολα που ικανοποιούν τον νόμο του Ohm λέγονται ωμικές αντιστάσεις.



1.6α

Τρόποι σύνδεσης
ηλεκτρικών συσκευών

Λέξεις-κλειδιά: ηλεκτρική εγκατάσταση, σύνδεση σε σειρά, παράλληλη σύνδεση



1



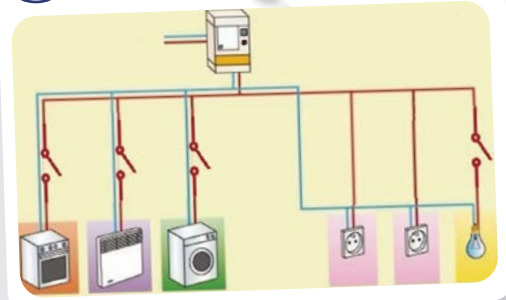
2



3



4



- Αν σβήσουμε μια λάμπα στο σπίτι μας, γιατί οι υπόλοιπες παραμένουν αναμμένες; (εικόνα 1)
- Γιατί, αν από μια σειρά από χριστουγεννιάτικα λαμπάκια καεί ή αποσυνδεθεί το ένα, τα υπόλοιπα δε λειτουργούν; (εικόνα 2)
- Επηρεάζεται η λειτουργία των υπόλοιπων συσκευών του σπιτιού μας όταν ανοίγουμε ή κλείνουμε την τηλεόραση; (εικόνα 3)
- Πώς καταφέρνουμε να λειτουργούν ανεξάρτητα οι ηλεκτρικές συσκευές στο σπίτι μας, ώστε να μην επηρεάζεται η λειτουργία της καθεμιάς από τις υπόλοιπες; (εικόνα 4)



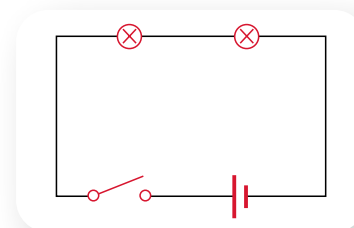
ΠΕ

ΜΑΘ

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1: Σύνδεση συσκευών σε σειρά

Υλικά

καλώδια σύνδεσης
τροφοδοτικό συνεχούς τάσης
τρεις λυχνιολαβές (ντουί)
τρία λαμπάκια (3,6 V)
διακόπτης



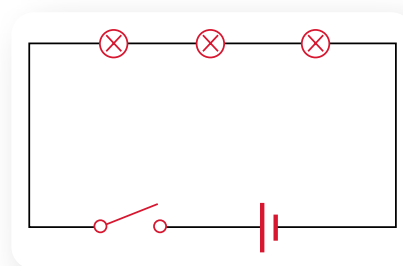
Συναρμολογήστε το κύκλωμα του σχήματος της προηγούμενης σελίδας. Ρυθμίστε το τροφοδοτικό, ώστε να παρέχει τάση 7 V. Κλείστε τον διακόπτη. Τι παρατηρείτε;

.....
 Στη συνέχεια ανοίξτε τον διακόπτη. Τι παρατηρείτε;

.....
 Με κλειστό τον διακόπτη, ξεβιδώστε το ένα λαμπάκι από το ντουί, ώστε να μη φωτοβολεί. Το άλλο λαμπάκι συνεχίζει να φωτοβολεί; Ναι Όχι

.....
 Με αυτό τον τρόπο σύνδεσης, μια ηλεκτρική συσκευή μπορεί να λειτουργεί χωρίς να λειτουργούν οι υπόλοιπες (π.χ. αν καεί το ένα λαμπάκι); Γιατί πιστεύετε ότι συμβαίνει αυτό;

.....
 Χωρίς να αλλάξετε το υπόλοιπο κύκλωμα, προσθέστε και ένα τρίτο λαμπάκι, όπως φαίνεται στο σχήμα. Κλείστε τον διακόπτη και συγκρίνετε τη φωτοβολία στα δύο λαμπάκια που υπήρχαν στο κύκλωμα πριν και μετά την προσθήκη του τρίτου. Γράψτε τις παρατηρήσεις σας.



.....
 Με αυτό τον τρόπο σύνδεσης, η προσθήκη ή η αφαίρεση μιας συσκευής επηρεάζει τη λειτουργία των υπόλοιπων συσκευών;

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2: Παράλληλη σύνδεση συσκευών

Υλικά

- καλώδια σύνδεσης
- τροφοδοτικό συνεχούς τάσης
- δύο λυχνιολαβές (ντουί)
- δύο λαμπάκια (3,6 V)
- δύο διακόπτες

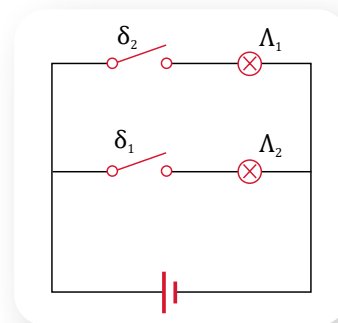
.....
 Συναρμολογήστε το κύκλωμα του διπλανού σχήματος. Ρυθμίστε το τροφοδοτικό, ώστε να παρέχει τάση 3,5 V.

.....
 Κλείστε και τους δύο διακόπτες. Τι παρατηρείτε;

.....
 Ανοίξτε μόνο τον διακόπτη δ_1 . Τι παρατηρείτε;

.....
 Επαναλάβετε τη διαδικασία ανοίγοντας μόνο τον διακόπτη δ_2 . Τι παρατηρείτε;

.....
 Με αυτό τον τρόπο σύνδεσης, μια ηλεκτρική συσκευή μπορεί να λειτουργεί χωρίς να λειτουργούν οι υπόλοιπες (π.χ. αν καεί το ένα λαμπάκι); Γιατί πιστεύετε ότι συμβαίνει αυτό;



ΠΕ

ΜΑΘ

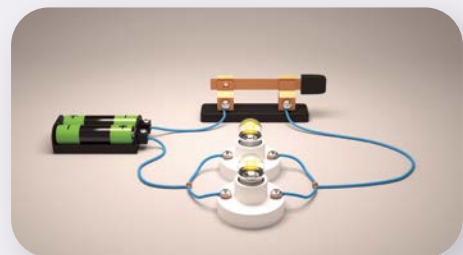
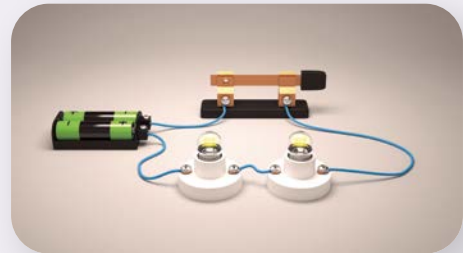
.....
.....
Με αυτό τον τρόπο σύνδεσης, επηρεάζεται η λειτουργία μιας ηλεκτρικής συσκευής από την προσθήκη ή την αφαίρεση άλλων συσκευών;

.....
.....
Με βάση τα συμπεράσματα στα οποία καταλήξατε για τους δύο τρόπους σύνδεσης καθώς και από την εμπειρία σας, ποιος πιστεύετε ότι είναι ο τρόπος σύνδεσης των ηλεκτρικών συσκευών στο σπίτι σας; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

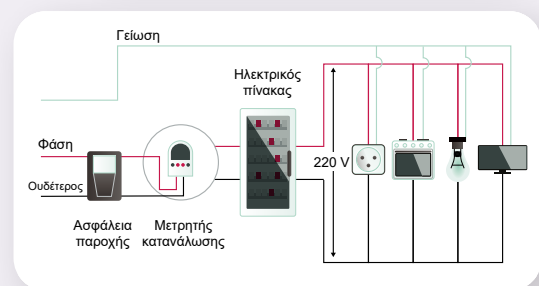
.....
.....



- Όταν δύο ή περισσότερες ηλεκτρικές συσκευές συνδέονται **σε σειρά**, η λειτουργία της καθεμιάς εξαρτάται από τη λειτουργία των υπόλοιπων συσκευών. Έτσι, ή θα λειτουργούν όλες ταυτόχρονα ή δε θα λειτουργεί καμία. Αυτό συμβαίνει γιατί το ηλεκτρικό ρεύμα ακολουθεί μία μόνο διαδρομή. Επίσης, όταν προσθέτουμε ή αφαιρούμε συσκευές που συνδέονται σε σειρά, η λειτουργία των υπόλοιπων συσκευών επηρεάζεται (π.χ. η φωτοβολία σε έναν λαμπτήρα).
- Όταν δύο ή περισσότερες ηλεκτρικές συσκευές συνδέονται **παράλληλα**, η κάθε συσκευή μπορεί να λειτουργεί ανεξάρτητα από τις υπόλοιπες συσκευές. Αυτό συμβαίνει γιατί για την κάθε συσκευή δημιουργείται διαφορετική διαδρομή για το ηλεκτρικό ρεύμα.



- Στην ηλεκτρική εγκατάσταση του σπιτιού μας οι ηλεκτρικές συσκευές, τα φώτα και οι πρίζες συνδέονται παράλληλα, ώστε το καθένα να λειτουργεί ανεξάρτητα και να μην επηρεάζεται η λειτουργία του από τα υπόλοιπα. Η τάση της παροχής του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας είναι 220 V.



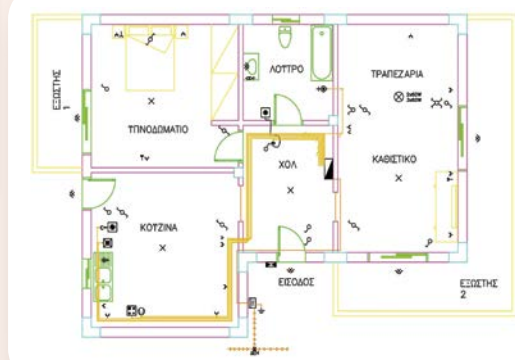


Ηλεκτρολογικό σχέδιο

Το ηλεκτρολογικό σχέδιο είναι η αναπαράσταση μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης με σύμβολα. Σε αυτό απεικονίζονται οι θέσεις των συσκευών, των φωτιστικών, των διακοπών, των πριζών, καθώς και οι διαδρομές των καλωδίων με τα οποία συνδέονται. Για να ηλεκτροδοτηθεί ένα σπίτι, πρέπει πρώτα να κατατεθεί στην υπηρεσία που διαχειρίζεται το δίκτυο της ηλεκτρικής ενέργειας ένα ηλεκτρολογικό σχέδιο. Πολλές φορές υπάρχουν δύο διακόπτες για έναν λαμπτήρα (aller-retour).



Διακόπτες aller-retour

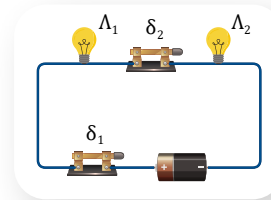


Ηλεκτρολογικό σχέδιο σπιτιού



1 Στο κύκλωμα του διπλανού σχήματος οι δύο διακόπτες είναι κλειστοί και οι δύο λαμπτήρες φωτοβολούν. Τι θα συμβεί στη λειτουργία του κάθε λαμπτήρα:

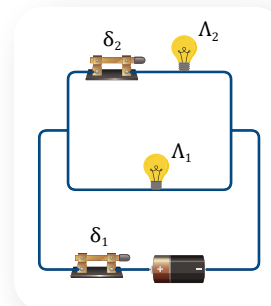
- α) αν ανοίξουμε μόνο τον διακόπτη δ_1 ;
- β) αν ανοίξουμε μόνο τον διακόπτη δ_2 ;



Σύνδεση σε σειρά

2 Στο κύκλωμα του διπλανού σχήματος οι δύο διακόπτες είναι κλειστοί και οι δύο λαμπτήρες φωτοβολούν. Τι θα συμβεί στη λειτουργία του κάθε λαμπτήρα:

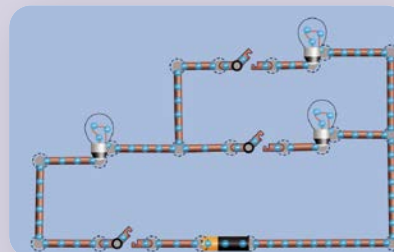
- α) αν ανοίξουμε μόνο τον διακόπτη δ_1 ;
- β) αν ανοίξουμε μόνο τον διακόπτη δ_2 ;



Παράλληλη σύνδεση

Εργασία

Με τη βοήθεια της διπλανής προσομοίωσης να κατασκευάσετε το κύκλωμα της εικόνας. Ανοίξτε και κλείστε τους διακόπτες του κυκλώματος παρατηρώντας κάθε φορά τη φωτοβολία των λαμπτήρων, καθώς και την κίνηση των ηλεκτρονίων.



PhET – Εργαλειοθήκη δημιουργίας κυκλωμάτων

1.6β

Μετρήσεις έντασης και τάσης σε ηλεκτρικά κυκλώματα

Λέξεις-κλειδιά: αμπερόμετρο, βολτόμετρο, μέτρηση ρεύματος, μέτρηση τάσης



1



2



3

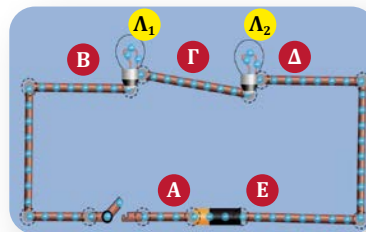


- Στην εικόνα 1 ένα ηλεκτρόνιο που θα περάσει από το ένα λαμπάκι θα περάσει και από τα υπόλοιπα;
- Δύο μικρότεροι ποταμοί ενώνονται και δημιουργούν έναν μεγάλο. Ποια σχέση συνδέει την ποσότητα νερού που ρέει στον μεγάλο ποταμό με τις ποσότητες νερού που ρέουν στους μικρότερους; (εικόνα 2)
- Με ένα πολύμετρο μετράμε την τάση σε μια πρίζα και τη βρίσκουμε 220 V. Η τάση στη διπλανή της πρίζα θα είναι ίδια ή διαφορετική; (εικόνα 3)



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1 (ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ή ΕΙΚΟΝΙΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ): Μετρήσεις με αμπερόμετρο και βολτόμετρο – Σύνδεση συσκευών σε σειρά

Κατασκευάστε το διπλανό ηλεκτρικό κύκλωμα στο εργαστήριο ή στο εικονικό περιβάλλον της διπλανής προσομοίωσης. Στην περίπτωση του εικονικού εργαστηρίου, διατηρήστε την αντίσταση του λαμπτήρα Λ_1 στα 10 Ω και αλλάξτε την τάση της μπαταρίας στα 15 V και την αντίσταση του λαμπτήρα Λ_2 στα 20 Ω (επιλέξτε κατάλληλες τιμές στην περίπτωση του εργαστηρίου). Κλείστε τον διακόπτη, ώστε οι δύο λαμπτήρες να φωτοβολούν. Με τη βοήθεια του δείκτη του ποντικιού (ή με το δάχτυλό σας) σύρετε το αμπερόμετρο σε διάφορα σημεία του κυκλώματος, μετρήστε με την αμπεροτσιμπίδα την ένταση του ρεύματος και συμπληρώστε τον πίνακα.



PhET Interactive Simulations, University of Colorado Boulder,
<https://phet.colorado.edu>



PhET -
Εργαλειοθήκη
δημιουργίας
κυκλωμάτων

| Σημείο | Ένταση ρεύματος |
|--------|-----------------|
| A | |
| B | |
| Γ | |
| Δ | |
| E | |

ΠΕ
ΠΡ
ΜΑΘ
ΓΡ

Περνάει απ' όλα τα σημεία το ίδιο ρεύμα; Ναι Όχι

Γιατί πιστεύετε ότι συμβαίνει αυτό;

.....

.....

Με τη βοήθεια του δείκτη του ποντικιού (ή με το δάχτυλό σας) σύρετε το βολτόμετρο, μετρήστε την τάση και συμπληρώστε τον πίνακα.

| Ανάμεσα στα σημεία | Στοιχείο κυκλώματος | Τάση |
|--------------------|---------------------|------|
| A και E | | |
| B και Γ | | |
| Γ και Δ | | |

Σύμφωνα με τις τιμές που βρήκατε, γράψτε τη σχέση που συνδέει την τάση στα άκρα της πηγής $V_{πηγής}$ με τις τάσεις V_1 και V_2 στα άκρα των δύο λαμπτήρων.

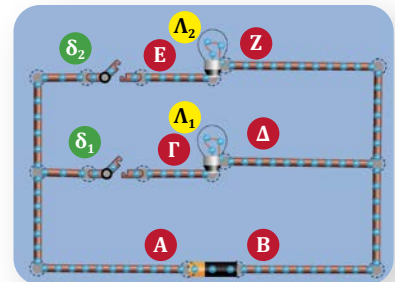
.....

.....

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2: Μετρήσεις με αμπερόμετρο και βολτόμετρο – Παράλληλη σύνδεση συσκευών

Χρησιμοποιήστε την προσομοίωση της προηγούμενης δραστηριότητας και κατασκευάστε το διπλανό κύκλωμα.

Διατηρήστε την αντίσταση του λαμπτήρα Λ_1 στα 10 Ω και αλλάξτε την τάση της μπαταρίας στα 10 V και την αντίσταση του λαμπτήρα Λ_2 στα 20 Ω. Κλείστε και τους δύο διακόπτες, ώστε οι δύο λαμπτήρες να φωτοβολούν. Με τη βοήθεια του δείκτη του ποντικιού (ή με το δάχτυλό σας) σύρετε το αμπερόμετρο, μετρήστε την ένταση του ρεύματος και συμπληρώστε τον πίνακα.



| Σημείο | Ένταση ρεύματος | Στοιχείο κυκλώματος που διαρρέεται από το ρεύμα |
|--------|-----------------|---|
| A | | |
| Γ | | |
| E | | |

Περνάει απ' όλα τα σημεία το ίδιο ρεύμα; Ναι Όχι

Σύμφωνα με τις τιμές που βρήκατε, γράψτε τη σχέση που συνδέει την ένταση του ρεύματος $I_{πηγής}$ που περνάει από την πηγή με τις εντάσεις των ρευμάτων I_1 και I_2 που διαρρέουν τους δύο λαμπτήρες.

.....

.....

Πώς μπορείτε να ερμηνεύσετε τη σχέση αυτή;

.....

.....

Με τη βοήθεια του δείκτη του ποντικιού (ή με το δάχτυλό σας) σύρετε το βολτόμετρο, μετρήστε την τάση και συμπληρώστε τον πίνακα που ακολουθεί.

- ΠΕ
- ΠΡ
- ΜΑΘ
- ΓΡ

| Ανάμεσα στα σημεία | Στοιχείο κυκλώματος | Τάση |
|--------------------|-----------------------|------|
| A και B | πηγή | |
| Γ και Δ | λαμπτήρας Λ_1 | |
| E και Z | λαμπτήρας Λ_2 | |

Σύμφωνα με τις τιμές που βρήκατε, γράψτε πώς συνδέονται οι τάσεις μεταξύ τους.

.....

Ανοίξτε μόνο τον διακόπτη δ_2 , ώστε ο λαμπτήρας Λ_2 να σταματήσει να φωτοβολεί. Με τη βοήθεια του αμπερόμετρου και του βολτόμετρου μετρήστε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τώρα τον λαμπτήρα Λ_1 , καθώς και την τάση στα άκρα του. Γράψτε τις παρατηρήσεις σας.

.....

.....



- Τα ηλεκτρόνια δεν παράγονται, δεν εξαφανίζονται, ούτε συσσωρεύονται σε κάποιο σημείο ενός κυκλώματος.
- Το συνολικό ηλεκτρικό φορτίο των ηλεκτρονίων που περνάει από μια συσκευή σε ορισμένο χρόνο είναι ίδιο με αυτό που περνάει και από τις υπόλοιπες συσκευές, αν ανάμεσά τους δεν παρεμβάλλεται κάποια διακλάδωση του κυκλώματος. Επομένως, όταν δύο (ή περισσότερες) συσκευές συνδέονται σε σειρά, διαρρέονται από το **ίδιο ρεύμα**.

Όταν δύο συσκευές συνδέονται παράλληλα, το άθροισμα των εντάσεων των ρευμάτων που τις διαρρέουν είναι ίσο με την ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή με την οποία συνδέονται.

$$I_{\text{πηγής}} = I_1 + I_2$$

Από τα ηλεκτρόνια που περνάνε από την πηγή, ένα μέρος τους διέρχεται από τη μία συσκευή και το υπόλοιπο από την άλλη. Άρα το συνολικό φορτίο των ηλεκτρονίων που περνάει από τις δύο συσκευές σε ορισμένο χρόνο είναι ίσο με το φορτίο που περνάει από την πηγή στον ίδιο χρόνο.

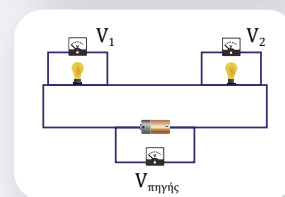
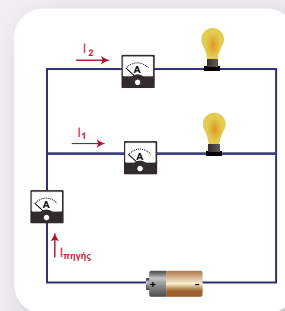
- Όταν δύο συσκευές συνδέονται σε σειρά, το άθροισμα των τάσεων στα άκρα τους είναι ίσο με την τάση της πηγής με την οποία συνδέονται.

$$V_{\text{πηγής}} = V_1 + V_2$$

Όταν δύο συσκευές συνδέονται παράλληλα, έχουν την **ίδια τάση** στα άκρα τους, που είναι ίση με την τάση της πηγής με την οποία συνδέονται.

$$V_{\text{πηγής}} = V_1 = V_2$$

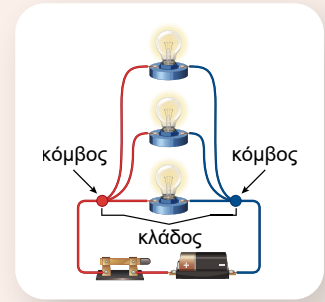
Στο σπίτι μας, επειδή η σύνδεση είναι παράλληλη, όλες οι πρίζες έχουν την ίδια τάση (220 V).



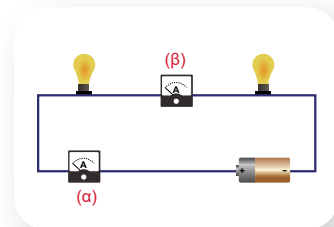


Κόμβοι και κλάδοι σε ένα κύκλωμα

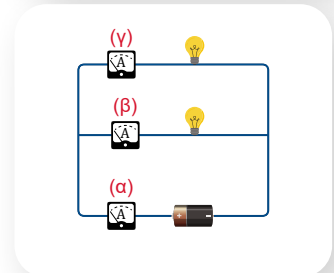
Κόμβος σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα είναι το σημείο στο οποίο συνδέονται τρεις τουλάχιστον αγωγοί. Το τμήμα του κυκλώματος μεταξύ δύο διαδοχικών κόμβων ονομάζεται κλάδος. Κάθε κλάδος διαρρέεται από το ίδιο ρεύμα, οπότε σε ένα κύκλωμα έχουμε τόσα διαφορετικά ρεύματα όσοι και οι κλάδοι. Όταν ένα κύκλωμα δεν έχει κόμβους, διαρρέεται από ένα ρεύμα. Οι συνδέσεις των καλωδίων (κόμβοι) στην ηλεκτρική εγκατάσταση του σπιτιού μας βρίσκονται μέσα σε κουτιά που ονομάζονται κουτιά διακλάδωσης. Τα κουτιά διακλάδωσης αφήνονται ακάλυπτα από τον σοβά που καλύπτει τους τοίχους και βρίσκονται συνήθως σε ύψος λίγο πιο κάτω από την οροφή.



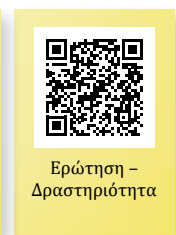
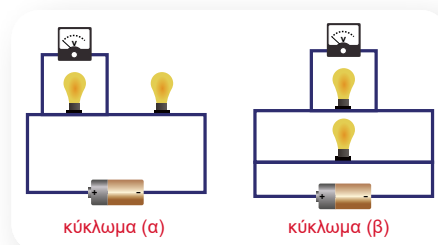
- 1 Στο κύκλωμα του διπλανού σχήματος η ένδειξη του αμπερόμετρου (α) είναι 1 A. Η ένδειξη του αμπερόμετρου (β) είναι:
α. 0,5 A β. 1 A γ. 2 A
Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.



- 2 Στο κύκλωμα του διπλανού σχήματος η ένδειξη του αμπερόμετρου (α) είναι 3 A και του αμπερόμετρου (β) είναι 1 A. Η ένδειξη του αμπερόμετρου (γ) είναι:
α. 1 A β. 2 A γ. 4 A
Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.



- 3 Τα δύο κυκλώματα που φαίνονται στο διπλανό σχήμα κατασκευάστηκαν με την ίδια μπαταρία και τους ίδιους λαμπτήρες. Σε ποιο από τα δύο κυκλώματα η ένδειξη του βολτόμετρου είναι μεγαλύτερη και γιατί;



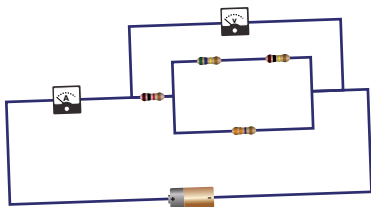
1.6γ

Ισοδύναμη αντίσταση

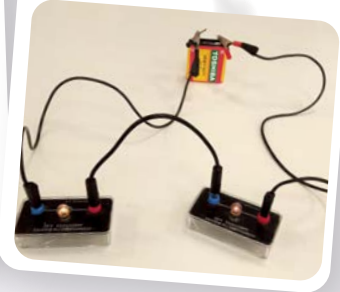
Λέξεις-κλειδιά: ισοδύναμη αντίσταση, ηλεκτρική αγωγιμότητα



1



2



3



- Μπορούμε να αντικαταστήσουμε μία συνδεσμολογία ωμικών αντιστάσεων με μία ωμική αντίσταση χωρίς να αλλάξουν οι ενδείξεις του αμπερόμετρου και του βολτόμετρου; Ποια θα είναι η τιμή αυτής της αντίστασης; (εικόνα 1)
- Σε ποιο από τα δύο κυκλώματα περνά από την ηλεκτρική πηγή μεγαλύτερο ρεύμα; (εικόνες 2 και 3)



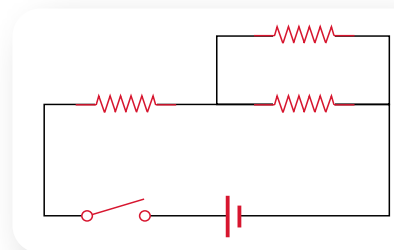
ΠΕ

ΜΑΘ

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1: Ισοδύναμη αντίσταση συνδεσμολογίας

Υλικά

καλώδια σύνδεσης
τροφοδοτικό συνεχούς τάσης
τρεις ωμικές αντιστάσεις
διακόπτης
αμπερόμετρο
βολτόμετρο



Συναρμολογήστε το κύκλωμα του σχήματος. Η συνδεσμολογία των ωμικών αντιστάσεων είναι ένα δίπολο που τα άκρα του συνδέονται με την πηγή. Σκεφτείτε ποιες μετρήσεις πρέπει να κάνετε, για να βρείτε τη συνολική δυσκολία (αντίσταση) που προβάλλει η συνδεσμολογία στη διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος απ' αυτή.

.....

.....

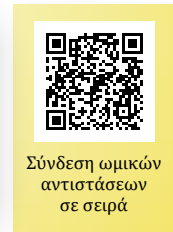
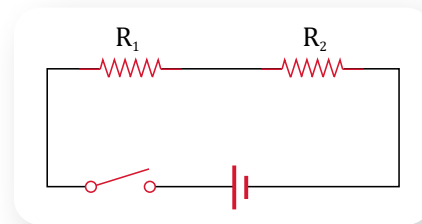
Πραγματοποιήστε τις κατάλληλες μετρήσεις, σημειώστε τις τιμές τους και υπολογίστε αυτή την αντίσταση. Η αντίσταση αυτή ονομάζεται ισοδύναμη αντίσταση ($R_{\text{ισοδ}}$) της συνδεσμολογίας.

.....

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2: Ισοδύναμη αντίσταση με ωμικές αντιστάσεις σε σειρά

Υλικά

καλώδια σύνδεσης
 τροφοδοτικό συνεχούς τάσης
 δύο ωμικές αντιστάσεις
 διακόπτης
 αμπερόμετρο
 βολτόμετρο



ΠΕ

ΜΑΘ

Συναρμολογήστε το κύκλωμα του σχήματος. Με κλειστό τον διακόπτη πραγματοποιήστε τις κατάλληλες μετρήσεις με το βολτόμετρο και το αμπερόμετρο και συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.

| Στοιχείο κυκλώματος | Τάση (σε V) | Ένταση ρεύματος (σε A) | Αντίσταση (σε Ω) |
|-----------------------|-------------|------------------------|------------------|
| Ωμική αντίσταση R_1 | | | |
| Ωμική αντίσταση R_2 | | | |
| Άκρα συνδεσμολογίας | | | |

Με βάση τις τιμές του πίνακα γράψτε τη σχέση που συνδέει την ισοδύναμη αντίσταση της συνδεσμολογίας ($R_{\text{ισοδ}}$) με τις αντιστάσεις R_1 και R_2 των δύο ωμικών αντιστάσεων.

.....

Τι προβλέπετε ότι θα συμβεί στην ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα, αν κρατήσετε την ίδια τάση και συνδέσετε και τρίτη ωμική αντίσταση σε σειρά με τις ήδη υπάρχουσες; Η ένταση του ρεύματος:

θα ελαττωθεί θα αυξηθεί δε θα αλλάξει

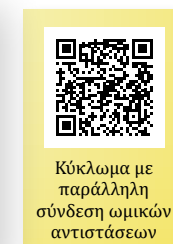
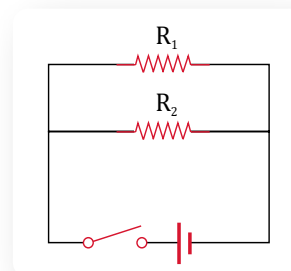
Τεκμηριώστε την επιλογή σας.

.....

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3: Ισοδύναμη αντίσταση με ωμικές αντιστάσεις με παράλληλη σύνδεση

Υλικά

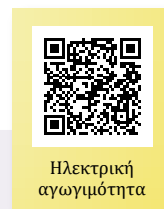
καλώδια σύνδεσης
 τροφοδοτικό συνεχούς τάσης
 δύο ωμικές αντιστάσεις
 διακόπτης
 αμπερόμετρο
 βολτόμετρο



ΠΕ

ΜΑΘ

Συναρμολογήστε το κύκλωμα του σχήματος της προηγούμενης σελίδας. Με κλειστό τον διακόπτη πραγματοποιήστε τις κατάλληλες μετρήσεις με το βολτόμετρο και το αμπερόμετρο και συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.



| Στοιχείο κυκλώματος | Τάση (σε V) | Ένταση ρεύματος (σε A) | Αντίσταση (σε Ω) | Αγωγιμότητα (σε S) |
|-----------------------|-------------|------------------------|------------------|--------------------|
| Ωμική αντίσταση R_1 | | | | |
| Ωμική αντίσταση R_2 | | | | |
| Άκρα συνδεσμολογίας | | | | |

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα (G) εκφράζει την ευκολία με την οποία το ηλεκτρικό ρεύμα περνά από κάποιο τμήμα ενός ηλεκτρικού κυκλώματος. Πρόκειται για ένα μέγεθος αντίστροφο της αντίστασης ($G = \frac{1}{R}$) και έχει μονάδα μέτρησης το Siemens (S).

Με βάση τις τιμές του πίνακα τι από τα παρακάτω ισχύει για την τιμή της ισοδύναμης αντίστασης;

Είναι μεγαλύτερη από την τιμή της καθεμιάς από τις δύο αντιστάσεις.

Είναι μικρότερη από την τιμή της καθεμιάς από τις δύο αντιστάσεις.

Είναι μεταξύ των τιμών της μικρότερης και της μεγαλύτερης αντίστασης.

Με βάση τις τιμές του πίνακα γράψτε τη σχέση που συνδέει την ισοδύναμη αντίσταση της συνδεσμολογίας ($R_{\text{ισοδ}}$) με τις αντιστάσεις R_1 και R_2 των δύο ωμικών αντιστάσεων, αφού πρώτα προσδιορίσετε την αντίστοιχη σχέση για τις αγωγιμότητες.

Τι προβλέπετε ότι θα συμβεί στην ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα, αν κρατήσετε την ίδια τάση και αφαιρέσετε τη μία από τις δύο ωμικές αντιστάσεις; Η ένταση του ρεύματος:

θα ελαττωθεί θα αυξηθεί δε θα αλλάξει

Τεκμηριώστε την επιλογή σας.



- Η αντίσταση που αντικαθιστά ένα σύνολο αντιστάσεων σε ένα κύκλωμα χωρίς να μεταβάλλεται το συνολικό ρεύμα που διέρχεται το κύκλωμα, με την προϋπόθεση ότι η συνολική τάση παραμένει σταθερή, ονομάζεται **ισοδύναμη** αντίσταση.

Η ισοδύναμη αντίσταση μιας συνδεσμολογίας ωμικών αντιστάσεων ισούται με το πηλίκο της τάσης στα άκρα της συνδεσμολογίας προς την ένταση του ρεύματος που τη διαρρέει.

$$R_{\text{ισοδ}} = \frac{V_{\text{συνδ}}}{I_{\text{συνδ}}}$$

- Όταν δύο ωμικές αντιστάσεις με τιμές R_1 και R_2 συνδέονται σε σειρά, η ισοδύναμη αντίσταση της συνδεσμολογίας τους υπολογίζεται από τη σχέση:

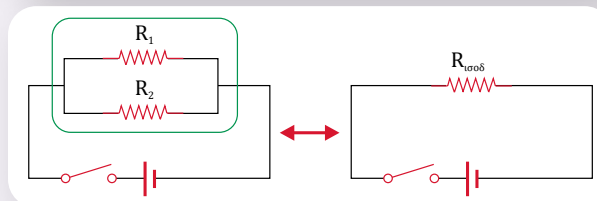
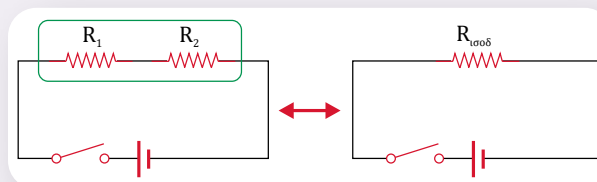
$$R_{\text{ισοδ}} = R_1 + R_2$$

και είναι **μεγαλύτερη** από την τιμή κάθε αντίστασης.

- Όταν δύο ωμικές αντιστάσεις με τιμές R_1 και R_2 συνδέονται παράλληλα, η ισοδύναμη αντίσταση της συνδεσμολογίας τους υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\frac{1}{R_{\text{ισοδ}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

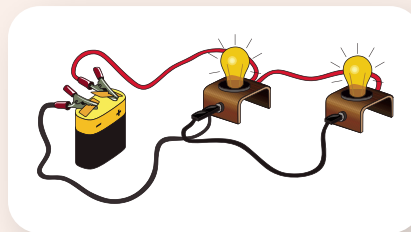
και είναι **μικρότερη** από την τιμή κάθε αντίστασης.



Παράδειγμα

Στους πόλους μιας ηλεκτρικής πηγής συνδέουμε δύο λαμπάκια, που έχουν αντιστάσεις 20Ω και 60Ω , σε παράλληλη σύνδεση. Όταν τα δύο λαμπάκια φωτοβολούν, η τάση στα άκρα της μπαταρίας είναι $4,2 \text{ V}$. Να υπολογίσετε:

- τις εντάσεις των ρευμάτων που διαρρέουν τα δύο λαμπάκια, καθώς και την ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή,
- την ισοδύναμη αντίσταση της συνδεσμολογίας που αποτελείται από τα δύο λαμπάκια.



Απάντηση

Επειδή η σύνδεση είναι παράλληλη, η τάση που έχει στα άκρα του το κάθε λαμπάκι είναι ίση με την τάση στα άκρα της πηγής την οποία μετράει το βολτόμετρο. Άρα $V_1 = V_2 = V_{\pi} = 4,2 \text{ V}$.

Ένταση ρεύματος που διαρρέει το πρώτο λαμπάκι:

$$I_1 = \frac{V_1}{R_1} \quad \text{ή} \quad I_1 = \frac{4,2 \text{ V}}{20 \Omega} = 0,21 \text{ A}$$

Ένταση ρεύματος που διαρρέει το δεύτερο λαμπάκι:

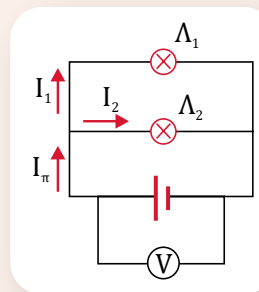
$$I_2 = \frac{V_2}{R_2} \quad \text{ή} \quad I_2 = \frac{4,2 \text{ V}}{60 \Omega} = 0,07 \text{ A}$$

Ένταση ρεύματος που διαρρέει την πηγή: $I_{\pi} = I_1 + I_2$ ή $I_{\pi} = 0,21 \text{ A} + 0,07 \text{ A} = 0,28 \text{ A}$

Ισοδύναμη αντίσταση συνδεσμολογίας: $R_{\text{ισοδ}} = \frac{V_{\pi}}{I_{\pi}}$ ή $R_{\text{ισοδ}} = \frac{4,2 \text{ V}}{0,28 \text{ A}} = 15 \Omega$

Σημείωση: Θα μπορούσαμε να υπολογίσουμε την ισοδύναμη αντίσταση κάνοντας χρήση της σχέσης

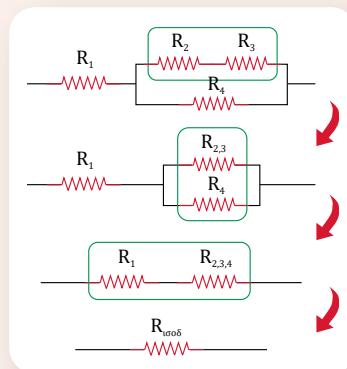
$$\frac{1}{R_{\text{ισοδ}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$



Μεικτή συνδεσμολογία ωμικών αντιστάσεων

Όταν έχουμε δύο ωμικές αντιστάσεις, η σύνδεση μεταξύ τους θα είναι είτε σε σειρά είτε παράλληλη. Στην περίπτωση όμως περισσότερων ωμικών αντιστάσεων μπορούν να δημιουργηθούν και άλλοι συνδυασμοί, οπότε μπορεί να προκύψει μια μεικτή συνδεσμολογία στην οποία δε συνδέονται όλες οι αντιστάσεις είτε σε σειρά είτε παράλληλα. Για να υπολογίσουμε σε αυτή την περίπτωση την ισοδύναμη αντίσταση της συνδεσμολογίας, ενεργούμε ως εξής:

Εντοπίζουμε τις ωμικές αντιστάσεις που συνδέονται είτε σε σειρά είτε παράλληλα, υπολογίζουμε την ισοδύναμη αντίστασή τους και σχεδιάζουμε ένα πιο απλό κύκλωμα που δεν περιλαμβάνει αυτές τις αντιστάσεις αλλά την ισοδύναμη αντίστασή τους. Συνεχίζουμε τη διαδικασία μέχρι να υπολογίσουμε την ισοδύναμη αντίσταση ολόκληρης της συνδεσμολογίας.



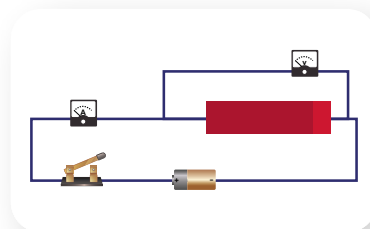
Βήματα υπολογισμού ισοδύναμης αντίστασης



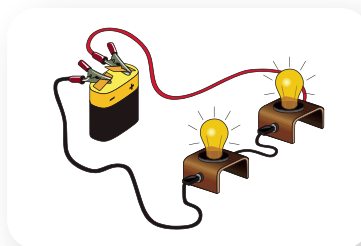
- 1 Διαθέτουμε δύο ωμικές αντιστάσεις (παρόμοιες με αυτές της εικόνας) 1Ω και 100Ω . Αν τις συνδέσουμε παράλληλα, η ισοδύναμη αντίστασή τους θα είναι:
 - α. μικρότερη από 1Ω .
 - β. μεταξύ του 1Ω και του 100Ω .
 - γ. μεγαλύτερη από 100Ω .



- ** 2 Στο κύκλωμα του διπλανού σχήματος, στο εσωτερικό του αδιαφανούς κουτιού υπάρχουν δύο ωμικές αντιστάσεις με τιμές $R_1 = 10 \Omega$ και R_2 που συνδέονται μεταξύ τους είτε σε σειρά είτε παράλληλα, αλλά δε γνωρίζουμε τον τρόπο. Όταν κλείσουμε τον διακόπτη, οι ενδείξεις των οργάνων είναι 1 A και 15 V .
 - α) Να αιτιολογήσετε με ποιον τρόπο συνδέονται οι δύο ωμικές αντιστάσεις και να σχεδιάσετε τη συνδεσμολογία τους.
 - β) Να υπολογίσετε την τιμή της αντίστασης R_2 .



- * 3 Στους πόλους μιας ηλεκτρικής πηγής συνδέσαμε δύο λαμπάκια σε σειρά. Τα λαμπάκια έχουν αντιστάσεις 2Ω και 4Ω και, όταν φωτοβολούν, το κύκλωμα διαρρέεται από ρεύμα έντασης $1,5 \text{ A}$. Να υπολογίσετε:
 - α) την ισοδύναμη αντίσταση της συνδεσμολογίας που αποτελείται από τα δύο λαμπάκια,
 - β) την τάση στους πόλους της πηγής.



Ερώτηση - Δραστηριότητα

Σύνοψη ενότητας

Όταν δύο ηλεκτρικές συσκευές συνδέονται σε σειρά, διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα (ως συνέπεια διατήρησης του ηλεκτρικού φορτίου) και το άθροισμα των τάσεων στα άκρα της καθεμιάς ισούται με την τάση στα άκρα της συνδεσμολογίας. Η λειτουργία της μιας ηλεκτρικής συσκευής επηρεάζεται από τη λειτουργία της άλλης.

Όταν δύο ηλεκτρικές συσκευές συνδέονται παράλληλα, έχουν την ίδια τάση στα άκρα τους και το άθροισμα των εντάσεων του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει την καθεμία είναι ίσο με τη συνολική ένταση του ρεύματος της συνδεσμολογίας (ως συνέπεια διατήρησης του ηλεκτρικού φορτίου). Η κάθε συσκευή λειτουργεί ανεξάρτητα από την άλλη.

Η ισοδύναμη αντίσταση μιας συνδεσμολογίας ωμικών αντιστάσεων ορίζεται ως το πηλίκο της τάσης στα άκρα της συνδεσμολογίας προς την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τη συνδεσμολογία.

Όταν δύο ωμικές αντιστάσεις συνδέονται σε σειρά, η ισοδύναμη αντίσταση της συνδεσμολογίας ισούται με το άθροισμα των αντιστάσεων. Όταν δύο αντιστάσεις συνδέονται παράλληλα, το αντίστροφο της ισοδύναμης αντίστασης της συνδεσμολογίας ισούται με το άθροισμα των αντίστροφων των αντιστάσεων.



Λέξεις-κλειδιά: βραχυκύκλωμα



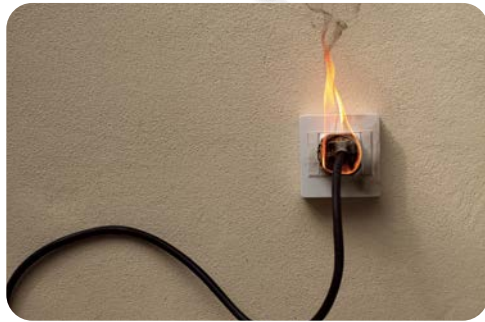
1



2



3



4



- Τι είναι βραχυκύκλωμα και πώς μπορεί να δημιουργηθεί; (εικόνες 1 και 2)
- Τι συνέπειες μπορεί να έχει η δημιουργία ενός βραχυκυκλώματος; (εικόνες 3 και 4)



ΠΕ

ΜΑΘ

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1: Βραχυκύκλωμα**Υλικά**

μπαταρία 4,5 V

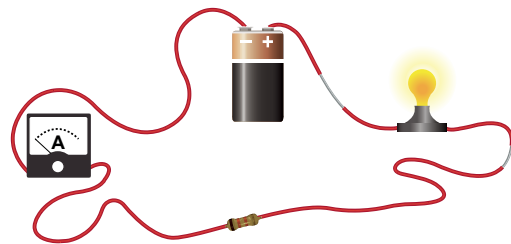
λυχνιολαβή (ντουί)

λαμπάκι 3,6 V

ωμική αντίσταση 10 Ω

αμπερόμετρο

καλώδια, σε δύο από τα οποία έχουμε αφαιρέσει τη μόνωση περίπου στο μέσο τους



Συναρμολογήστε το κύκλωμα του σχήματος της προηγούμενης σελίδας χωρίς να φέρετε σε επαφή μεταξύ τους τις γυμνές από μόνωση περιοχές των καλωδίων.

Ανάβει το λαμπάκι;

Ναι

Όχι

Καταγράψτε την ένδειξη του αμπερόμετρου.

.....

Φέρτε σε επαφή τις γυμνές από μόνωση περιοχές του καλωδίου.

Ανάβει το λαμπάκι;

Ναι

Όχι

Παρατηρήστε και σημειώστε πώς μεταβάλλεται η ένδειξη στο αμπερόμετρο.

.....

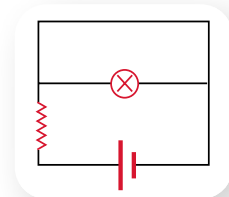
Στο σχήμα σημειώστε με βέλη την πορεία που πιστεύετε ότι θα ακολουθήσει το ηλεκτρικό ρεύμα. Αιτιολογήστε τον συγκεκριμένο σχεδιασμό για την πορεία του ρεύματος.

.....

.....

.....

.....



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2: Συνέπειες βραχυκυκλώματος

Υλικά

πολύμετρο

Ρυθμίστε το πολύμετρο να λειτουργεί ως ωμόμετρο. Βρέξτε τα χέρια σας με νερό, κρατήστε σφιχτά με τα δάχτυλα κάθε χεριού σας τους δύο ακροδέκτες του πολύμετρου και μετρήστε την αντίσταση. Η αντίσταση αυτή αντιστοιχεί στην αντίσταση του τμήματος του σώματός σας ανάμεσα στα δυο σας χέρια.

Υπολογίστε την ένταση του ρεύματος που θα διέρρευε το σώμα σας στην περίπτωση που με τα δυο σας χέρια ακουμπούσατε τους πόλους μιας μπαταρίας τάσης 9 V.

.....

Υπολογίστε την ένταση του ρεύματος που θα διέρρευε το σώμα σας στην περίπτωση που με τα δυο σας χέρια ακουμπούσατε τα γυμνά καλώδια μιας πρίζας τάσης 220 V.

.....



Ο διπλάνος πίνακας αναφέρεται στις βλάβες που υφίσταται ο ανθρώπινος οργανισμός ανάλογα με την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διέρχεται απ' αυτόν. Συμβουλευτείτε τον πίνακα και καταγράψτε τα αποτελέσματα που θα έχει το ηλεκτρικό ρεύμα στο σώμα σας στις δύο παραπάνω περιπτώσεις.

.....

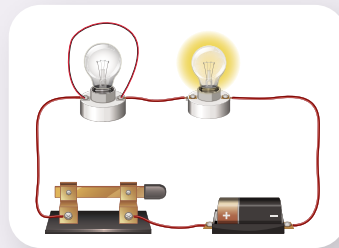
.....

.....

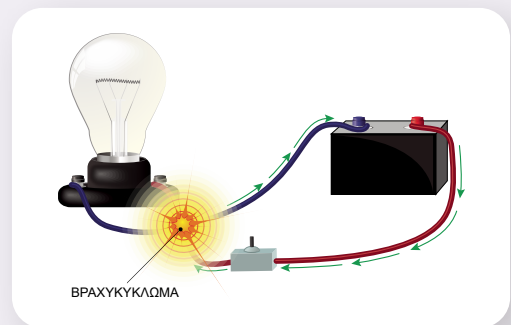
| Ένταση ρεύματος | Αποτελέσματα |
|-----------------|--|
| 1 mA | Το αισθανόμαστε ελάχιστα |
| 5 mA | Προκαλεί ενοχλητικό σοκ |
| 20 mA | Έντονος πόνος, συσπάσεις μυών και δυσκολία απομάκρυνσης από το σημείο επαφής |
| 100 mA | Καρδιακή αρρυθμία, δυσχέρεια αναπνοής |
| 2000 mA | Καρδιακή ανακοπή, εγκαύματα |



■ **Βραχυκύκλωμα** ονομάζεται η αγωγή σύνδεση των δύο ακροδεκτών μιας ηλεκτρικής συσκευής με έναν αγωγό αμελητέας αντίστασης (τότε λέμε ότι τα άκρα της συσκευής είναι βραχυκυκλωμένα). Η βραχυκυκλωμένη συσκευή σε κλειστό κύκλωμα δε διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, καθώς αυτό ακολουθεί τη διαδρομή μέσω του αγωγού αμελητέας αντίστασης.



Στην καθημερινή ζωή, όταν γίνεται λόγος για βραχυκύκλωμα, συνήθως εννοείται ότι βραχυκυκλώνονται τα άκρα της ηλεκτρικής πηγής. Η βραχυκύκλωση της πηγής μπορεί να γίνει τυχαία (π.χ. λόγω φθοράς της μόνωσης των καλωδίων) ή λόγω κακής συνδεσμολογίας. Στην περίπτωση αυτή, το κύκλωμα που δημιουργείται έχει πολύ μικρή αντίσταση, οπότε διαρρέεται από ρεύμα πολύ μεγάλης έντασης. Οι αγωγοί υπερθερμαίνονται, οι μονωτικές επικαλύψεις λιώνουν και μπορεί να προκληθεί **πυρκαγιά**. Η αιτία κάποιων δασικών πυρκαγιών είναι το βραχυκύκλωμα των καλωδίων υψηλής τάσης.



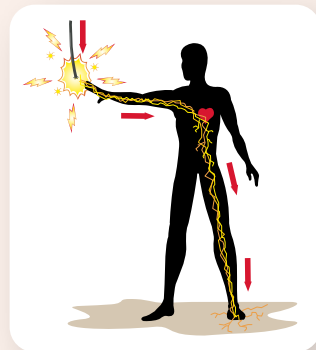
■ Όταν το ανθρώπινο σώμα γίνει μέρος ενός ηλεκτρικού κυκλώματος, διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα. Αυτό μπορεί να συμβεί, για παράδειγμα, όταν ακουμπάμε ένα καλώδιο το οποίο δεν έχει μόνωση. Το ηλεκτρικό ρεύμα μπορεί να επιφέρει ακόμα και τον **θάνατο**.



Ηλεκτροπληξία

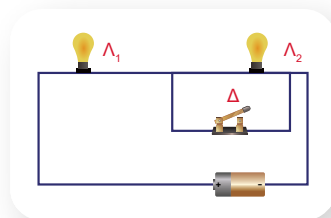
Ο όρος ηλεκτροπληξία αναφέρεται στον τραυματισμό ή στον θάνατο που οφείλεται στο ηλεκτρικό ρεύμα. Το αποτέλεσμα της ηλεκτροπληξίας εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως είναι η τάση της πηγής, η αντίσταση του ανθρώπινου σώματος (το βρεγμένο δέρμα έχει μικρότερη αντίσταση από το ξηρό), ο χρόνος που διαρκεί η διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος από το σώμα, η διαδρομή που ακολουθεί το ρεύμα μέσα στο σώμα κ.ά.

Πολύ μικρά ρεύματα μπορεί να είναι ανεπαίσθητα ή να προκαλούν μια ελαφριά αίσθηση μυρμηγκιάσματος. Ένα σοκ που προκαλείται από χαμηλό ρεύμα μπορεί να τρομάξει ένα άτομο και να προκαλέσει τραυματισμό λόγω πτώσης. Τα ισχυρότερα ρεύματα μπορεί να προκαλέσουν ακούσιες μυϊκές συσπάσεις, εμποδίζοντας το άτομο να απελευθερωθεί από τον ρευματοφόρο αγωγό. Ακόμα μεγαλύτερα ρεύματα προκαλούν σοβαρά εγκαύματα, αναπνευστική παράλυση, καρδιακές αρρυθμίες και καρδιακή ανακοπή.

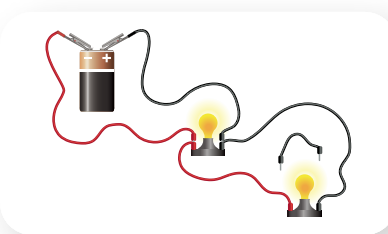


1 Οι δύο λαμπτήρες Λ_1 και Λ_2 συνδέονται σε σειρά και το κύκλωμα τροφοδοτείται από μία μπαταρία. Όταν ο διακόπτης Δ είναι ανοικτός, και οι δύο λαμπτήρες φωτοβολούν. Αν κλείσουμε τον διακόπτη Δ :

- α) θα φωτοβολούν και οι δύο λαμπτήρες.
- β) θα φωτοβολεί μόνο ο λαμπτήρας Λ_1 .
- γ) θα φωτοβολεί μόνο ο λαμπτήρας Λ_2 .
- δ) δε θα φωτοβολεί κανένας από τους δύο λαμπτήρες.



2 Δύο λαμπτήρες συνδέονται με μια μπαταρία όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα και φωτοβολούν. Πώς θα μεταβληθεί η φωτοβολία κάθε λαμπτήρα, αν συνδέσουμε τα άκρα του ενός μόνο λαμπτήρα με καλώδιο αμελητέας αντίστασης; Η μπαταρία διαρρέεται από μεγαλύτερο ρεύμα πριν ή μετά τη σύνδεση του καλωδίου στα άκρα του λαμπτήρα;



Ερώτηση –
Δραστηριότητα

1.7β

Ηλεκτρική ασφάλεια

Λέξεις-κλειδιά: βραχυκύκλωμα, ηλεκτρική ασφάλεια



1



3



2



4



Ανάφλεξη
σύρματος

- Πότε λέμε ότι «καίγεται» ή «πέφτει» η ασφάλεια; (εικόνες 1 και 2)
- Τι είναι η ηλεκτρική ασφάλεια και γιατί είναι απαραίτητη η ύπαρξή της σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα; (εικόνα 3)
- Στο σπίτι μας υπάρχει μόνο μία ή περισσότερες ασφάλειες; (εικόνα 4)
- Γιατί αναφλέγεται το σύρμα στο πείραμα που παρουσιάζεται στο βίντεο «Ανάφλεξη σύρματος»;



ΠΕ

ΜΑΘ

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1: Ηλεκτρική ασφάλεια

Υλικά

μπαταρία 4,5 V

λαμπάκι 3,6 V

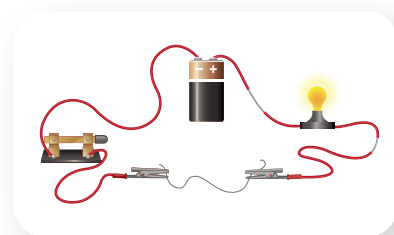
λυχνιολαβή (ντουί)

διακόπτης

δύο κροκοδειλάκια

μία ίνα από ψιλό σύρμα κουζίνας

καλώδια, σε δύο από τα οποία έχουμε αφαιρέσει τη μόνωση περίπου στο μέσο τους



Συναρμολογήστε το κύκλωμα του σχήματος της προηγούμενης σελίδας χωρίς να φέρετε σε επαφή μεταξύ τους τις γυμνές από μόνωση περιοχές των καλωδίων. Ενώστε την ίνα από το σύρμα κουζίνας στα δύο κροκοδειλάκια. Κλείστε τον διακόπτη. Ανάβει το λαμπάκι;

Ναι Όχι

Φέρτε σε επαφή τις γυμνές από μόνωση περιοχές των καλωδίων δημιουργώντας βραχυκύκλωμα.

Γράψτε τις παρατηρήσεις σας.

.....

Τι θα μπορούσε να συμβεί (ειδικότερα αν η πηγή ήταν μεγαλύτερη) αν δεν είχαμε συνδέσει στο κύκλωμα την ίνα από σύρμα κουζίνας;

.....

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2: Μέγιστη τιμή ρεύματος σε ηλεκτρική ασφάλεια

Ανοίξτε την προσομοίωση «Εργαλειοθήκη δημιουργίας κυκλωμάτων» (του PhET Interactive Simulations) και επιλέξτε «Εισαγωγή». Κατασκευάστε το κύκλωμα του διπλανού σχήματος στο οποίο περιλαμβάνεται και μία ασφάλεια. Επιλέξτε για την ασφάλεια μέγιστη τιμή 2,5 A.

Κλείστε τον διακόπτη δ_1 , ώστε να φωτοβολεί ο λαμπτήρας Λ_1 . Με το αμπερόμετρο μετρήστε την ένταση του ρεύματος που περνάει από την πηγή.

Κλείστε και τον διακόπτη δ_2 , ώστε να φωτοβολούν οι λαμπτήρες

Λ_1 και Λ_2 . Με το αμπερόμετρο μετρήστε πάλι την ένταση του ρεύματος που περνάει από την πηγή. Συγκρίνετε τις δύο τιμές του ρεύματος και γράψτε το συμπέρασμά σας.

.....
 Στο τέλος κλείστε και τον διακόπτη δ_3 . Τι παρατηρείτε;

.....
 Γιατί πιστεύετε ότι συμβαίνει αυτό; Γράψτε τις απόψεις σας.

.....



PhET Interactive Simulations,
 University of Colorado Boulder,
<https://phet.colorado.edu>



PhET -
 Εργαλειοθήκη
 δημιουργίας
 κυκλωμάτων

ΠΕ

ΠΡ

ΜΑΘ

ΓΡ



- Ηλεκτρική **ασφάλεια** είναι μια διάταξη που τοποθετείται σε ένα κύκλωμα, με σκοπό να το προστατεύσει από τις ζημιές που μπορεί να προκληθούν σε αυτό όταν η τιμή της έντασης του ρεύματος παίρνει τιμές μεγαλύτερες από αυτές που προβλέπουν οι συνθήκες κανονικής λειτουργίας του (όπως στην περίπτωση βραχυκυκλώματος ή σύνδεσης πολλών συσκευών).

- Οι ηλεκτρικές ασφάλειες είναι κατασκευασμένες έτσι ώστε να επιτρέπουν να περνάει μέσα από αυτές μέχρι μία ορισμένη τιμή έντασης ρεύματος. Ο πιο απλός τύπος ασφαλειών είναι οι ασφάλειες **τήξης**. Το βασικό τους εξάρτημα είναι ένα μεταλλικό σύρμα που λιώνει σχεδόν αμέσως όταν το διαρρέει ρεύμα μεγαλύτερο από μία συγκεκριμένη τιμή, οπότε το κύκλωμα ανοίγει και η ένταση του ρεύματος μηδενίζεται. Οι ασφάλειες αυτές, όταν «καίγονται», πρέπει να αντικαθίστανται.
- Σε κάθε ασφάλεια αναφέρεται η μέγιστη τιμή της έντασης του ρεύματος που μπορεί να περνά μέσα από αυτή. Δεν πρέπει να αντικαθιστούμε μια κατεστραμμένη ασφάλεια σε ένα κύκλωμα με άλλη διαφορετικής τιμής από αυτή που προτείνει ο κατασκευαστής.
- Η σύνδεση μιας ασφάλειας στο κύκλωμα γίνεται πάντα σε σειρά με τη συσκευή που θέλουμε να προστατέψουμε.



Ασφάλειες τήξης



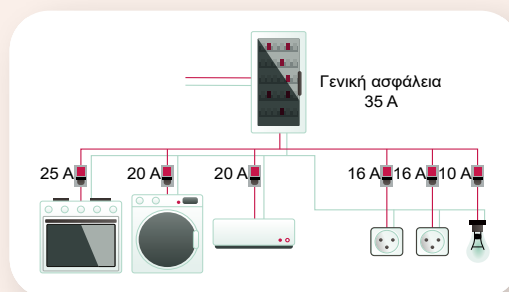
Αυτόματες ασφάλειες

Ηλεκτρικός πίνακας

Οι δύο βασικοί τύποι ασφαλειών που χρησιμοποιούνται στην ηλεκτρική εγκατάσταση ενός σπιτιού είναι αυτοί με διμεταλλικό έλασμα και αυτοί με ηλεκτρομαγνήτη, ενώ υπάρχουν και μοντέλα που συνδυάζουν και τους δύο τύπους. Μεγάλο τους πλεονέκτημα είναι ότι, μετά τη διακοπή του ρεύματος στο κύκλωμα, δε χρειάζονται αντικατάσταση. Όλες οι ασφάλειες των ηλεκτρικών συσκευών του σπιτιού είναι συγκεντρωμένες στον ηλεκτρικό πίνακα. Ο ηλεκτρικός πίνακας περιλαμβάνει και μια γενική ασφάλεια, η οποία δεν επιτρέπει να ξεπεράσει η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος σε ολόκληρο το κύκλωμα του σπιτιού μια ορισμένη τιμή (35 A). Μετά τη γενική ασφάλεια το ρεύμα διακλαδίζεται στους διάφορους κλάδους. Στους κλάδους συνδέονται οι ηλεκτρικές συσκευές και ο καθένας τους έχει τη δική του ασφάλεια. Έτσι, αν λειτουργούν ταυτόχρονα πολλές ηλεκτρικές συσκευές ή αν συμβεί κάποιο βραχυκύκλωμα, η γενική ασφάλεια του σπιτιού μας «πέφτει», οπότε διακόπτεται το κύκλωμα και δε διαρρέεται από ρεύμα καμιά συσκευή.

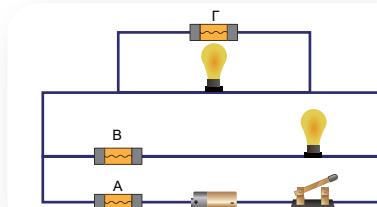


Συνέπειες βραχυκυκλώματος

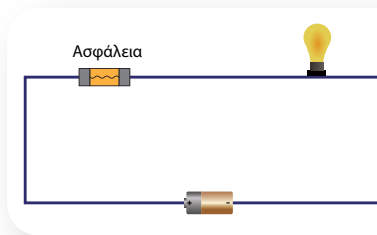




- 1 Στο κύκλωμα του διπλανού σχήματος έχουν συνδεθεί τρεις ασφάλειες Α, Β και Γ. Σωστά έχουν συνδεθεί:
- όλες οι ασφάλειες.
 - μόνο οι ασφάλειες Α και Β.
 - μόνο οι ασφάλειες Β και Γ.

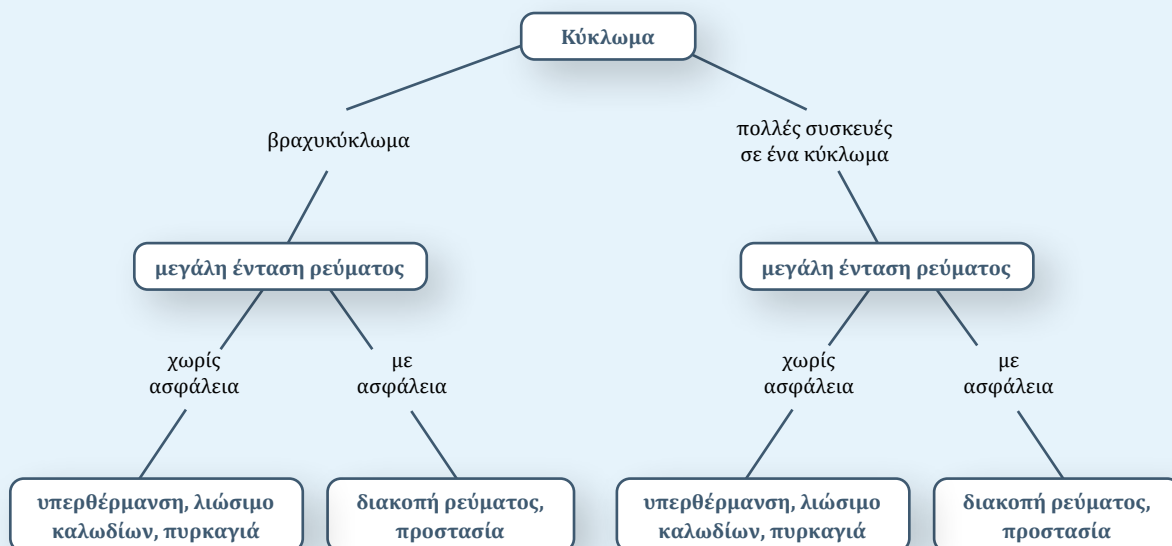


- 2 Για να λειτουργήσει ένας λαμπτήρας αντίστασης $4,5 \Omega$, πρέπει να συνδεθεί στους πόλους ηλεκτρικής πηγής τάσης 9 V . Διαθέτουμε δύο ασφάλειες με ενδείξεις « $1,5 \text{ A}$ » η πρώτη και « $2,5 \text{ A}$ » η δεύτερη. Ποια από τις δύο ασφάλειες πρέπει να επιλέξουμε, για να προστατέψουμε το κύκλωμα από τυχόν βραχυκύκλωμα; Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.



Σύνοψη ενότητας

Βραχυκύκλωμα είναι η σύνδεση των άκρων ενός τμήματος κάποιου κυκλώματος με αγωγό αμελητέας αντίστασης. Με το βραχυκύκλωμα η ένταση του ρεύματος αυξάνεται και προκαλείται υπερθέρμανση των αγωγών του κυκλώματος, που μπορεί να οδηγήσει σε καταστροφή τους (λιώσιμο) ή σε πυρκαγιά. Με τις ηλεκτρικές ασφάλειες διακόπτεται αυτόματα το ρεύμα (ανοίγει το κύκλωμα) όταν η τιμή της έντασής του είναι μεγαλύτερη από ένα επιτρεπτό όριο. Αυτό μπορεί να συμβεί στην περίπτωση βραχυκυκλώματος ή στην περίπτωση που στο κύκλωμα συνδεθούν πολλές συσκευές.



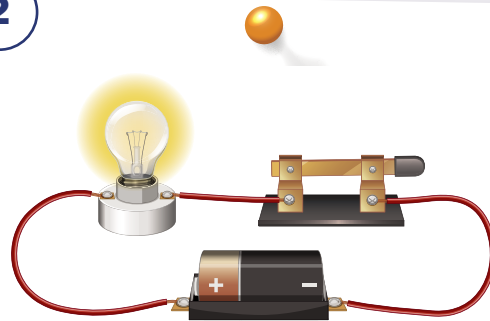
Λέξεις-κλειδιά: θερμότητα, φαινόμενο Joule



1



2



3



4



- Ποιες μετατροπές (μεταμορφώσεις) ενέργειας συμβαίνουν στις συσκευές των εικόνων 1 και 2;
- Τι κάνουμε όταν θέλουμε να σιγοβράσει το φαγητό στην κουζίνα; (εικόνα 3)
- Γιατί είναι απαραίτητος ο ανεμιστήρας στην κεντρική μονάδα ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή; (εικόνα 4)



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: Μελέτη του φαινομένου Joule

Ανοίξτε την προσομοίωση «Ο νόμος του Joule».

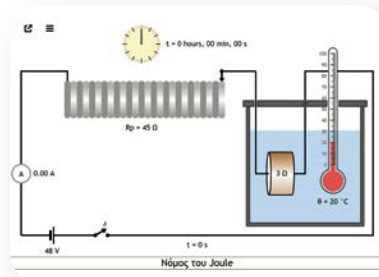
Σημειώστε την αρχική ένδειξη της θερμοκρασίας:

$$\theta_0 = \dots\dots\dots$$

Η ποσότητα του νερού είναι τέτοια ώστε η θερμοχωρητικότητα του να έχει την τιμή:

$$C = 450 \frac{J}{^\circ C}$$

Δώστε στο ρεύμα την τιμή $I = 1 \text{ A}$ και στην αντίσταση την τιμή $R = 3 \Omega$.



Νόμος του Joule

ΠΕ

ΠΡ

ΜΑΘ

ΓΡ

Ξεκινήστε την προσομοίωση και σημειώστε τις τιμές της θερμοκρασίας για τις χρονικές στιγμές του πίνακα (μέτρηση ανά 5 min).

Η θερμότητα Q που παρέχεται στο νερό δίνεται από τη σχέση $Q = C\Delta\theta$, όπου C η θερμοχωρητικότητα του και $\Delta\theta$ η μεταβολή της θερμοκρασίας.

Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.

| t (min) | θ (°C) | $\Delta\theta = \theta - \theta_0$ (°C) | $Q = C\Delta\theta$ (J) | $\frac{Q}{t}$ |
|-----------|---------------|---|-------------------------|---------------|
| 5 | | | | |
| 10 | | | | |
| 15 | | | | |

Ποια είναι η σχέση της θερμότητας Q με τον χρόνο t ;

.....

Από πού προήλθε η θερμότητα που αποδόθηκε στο νερό;

.....

Επαναλάβετε τη διαδικασία για τις τιμές του ρεύματος του παρακάτω πίνακα, διατηρώντας την αντίσταση σταθερή στην τιμή $R = 3 \Omega$ και για χρονικά διαστήματα $t = 5 \text{ min}$ κάθε φορά. Χρησιμοποιήστε τον ροοστάτη, ώστε το ρεύμα να έχει τις τιμές του πίνακα.

Συμπληρώστε τον πίνακα.

| I (A) | I^2 | θ (°C) | $\Delta\theta = \theta - \theta_0$ (°C) | $Q = C\Delta\theta$ (J) | $\frac{Q}{I^2}$ |
|---------|-------|---------------|---|-------------------------|-----------------|
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |

Ποια είναι η σχέση της θερμότητας Q και του τετραγώνου της έντασης I^2 ;

.....

Επαναλάβετε τη διαδικασία μεταβάλλοντας τις τιμές της ωμικής αντίστασης R και διατηρώντας το ρεύμα σταθερό στην τιμή $I = 1 \text{ A}$ και για χρονικά διαστήματα $t = 5 \text{ min}$ κάθε φορά.

Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.

| R (Ω) | θ (°C) | $\Delta\theta = \theta - \theta_0$ (°C) | $Q = C\Delta\theta$ (J) | $\frac{Q}{R}$ |
|------------------|---------------|---|-------------------------|---------------|
| 3 | | | | |
| 6 | | | | |
| 9 | | | | |

Ποια είναι η σχέση μεταξύ της θερμότητας Q και της αντίστασης R ;

.....

Από την παραπάνω μελέτη γράψτε τα συμπεράσματά σας για τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η παραγόμενη θερμότητα σε μια ωμική αντίσταση, όταν διαρρέεται από ρεύμα.

.....

.....

.....



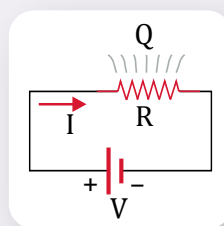
■ Όταν μια ωμική αντίσταση R διαρρέεται από ρεύμα I , τότε σε χρόνο t εκλύεται από αυτή θερμότητα η οποία είναι:

- ανάλογη του τετραγώνου της έντασης I του ρεύματος,
- ανάλογη της τιμής της αντίστασης R ,
- ανάλογη του χρόνου t .

Δηλαδή:

$$Q = I^2 R t$$

Η παραπάνω σχέση είναι γνωστή ως **νόμος του Joule**, ενώ το φαινόμενο παραγωγής θερμότητας σε ωμική αντίσταση που διαρρέεται από ρεύμα λέγεται **φαινόμενο Joule**. Το φαινόμενο Joule εμφανίζεται πάντα σε μια ηλεκτρική συσκευή και έχει ως αποτέλεσμα τη θέρμανσή της. Προκειμένου να αποφύγουμε βλάβη της συσκευής λόγω της θέρμανσής της, πολλές φορές την ψύχουμε.



Γλωσσάρι:
Θερμοκρασία -
Θερμότητα -
Θερμοχωρητι-
κότητα



Θεωρητική απόδειξη του νόμου του Joule

Ο αγωγός με άκρα τα A και B του σχήματος διαρρέεται από ρεύμα I και η διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων A και B είναι V . Σε χρόνο t το φορτίο που διέρχεται από μία διατομή του είναι $q = It$.

Συνεπώς η ηλεκτρική ενέργεια που προσφέρθηκε στον αγωγό είναι:

$$E_{\text{ηλεκτρική}} = qV \quad \text{ή} \quad E_{\text{ηλεκτρική}} = VIt$$

Χρησιμοποιώντας τον νόμο του Ohm ($V = IR$), καταλήγουμε στη σχέση:

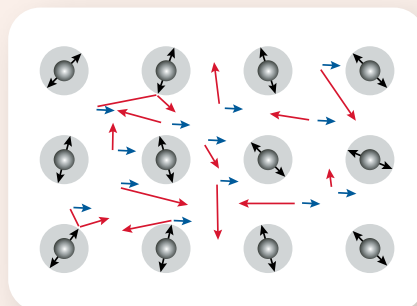
$$E_{\text{ηλεκτρική}} = I^2 R t$$

Η συγκεκριμένη ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται (μεταμορφώνεται) σε θερμική ενέργεια στον αγωγό και αποδίδεται στο περιβάλλον, δηλαδή είναι:

$$E_{\text{ηλεκτρική}} = Q = I^2 R t$$

Μικροσκοπική ερμηνεία του φαινομένου Joule

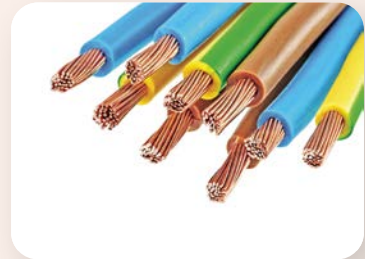
Όταν στα άκρα μεταλλικού αγωγού εφαρμόσουμε τάση, το ηλεκτρικό πεδίο που δημιουργείται στον αγωγό επιταχύνει τα ελεύθερα ηλεκτρόνια κατά μήκος του αγωγού. Τα ελεύθερα ηλεκτρόνια συγκρούονται με τα ιόντα, μεταφέροντας σε αυτά μέρος της ενέργειάς τους. Με αυτό τον τρόπο τα ιόντα ταλαντώνονται με μεγαλύτερο πλάτος, οπότε αυξάνεται η θερμική ενέργεια του αγωγού, επομένως και η θερμοκρασία του. Συνέπεια αυτού είναι



η αποβολή θερμότητας από τον αγωγό στο περιβάλλον. Η θερμοκρασία του αγωγού σταθεροποιείται όταν ο ρυθμός με τον οποίο η θερμότητα αποβάλλεται στο περιβάλλον είναι ίσος με τον ρυθμό με τον οποίο παρέχεται η ηλεκτρική ενέργεια στον αγωγό.

Καλώδια και φαινόμενο Joule

Όταν ένα καλώδιο διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, λόγω του φαινομένου Joule θερμαίνεται και έτσι ένα μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας μεταφέρεται στο περιβάλλον με τη μορφή θερμότητας. Για να μειώσουμε τη θερμότητα που εκλύεται στο περιβάλλον, πρέπει να χρησιμοποιούμε καλώδια με όσο το δυνατόν μικρότερη αντίσταση. Τα σύρματα των καλωδίων που χρησιμοποιούμε συνήθως είναι χάλκινα, γιατί ο χαλκός έχει μικρότερη ειδική αντίσταση σε σχέση με άλλα μέταλλα (π.χ. αλουμίνιο).



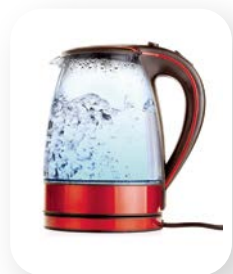
* **1** Για να φτιάξουμε δύο καφέδες φίλτρου, πρέπει να ζεστάνουμε σε έναν βραστήρα νερό από τους 20 °C στους 70 °C. Ο βραστήρας συνδέεται σε πρίζα τάσης 220 V και, όταν λειτουργεί, διαρρέεται από ρεύμα έντασης 10 A. Να υπολογίσετε:

α) τη θερμότητα που πρέπει να απορροφήσει το νερό, αν η θερμοχωρητικότητα της ποσότητας που θα χρειαστούμε για τους δύο καφέδες είναι

$$C = 1200 \frac{\text{J}}{^\circ\text{C}},$$

β) την αντίσταση του βραστήρα,

γ) τον χρόνο που χρειάζεται, για να ζεσταθεί το νερό.



Ερώτηση -
Δραστηριότητα

1.8β

Υπολογισμός της ηλεκτρικής ενέργειας και της ισχύος σε ηλεκτρικό κύκλωμα

Λέξεις-κλειδιά: ηλεκτρική ενέργεια, ηλεκτρική ισχύς, διατήρηση ενέργειας



1



2



3



- Ποιες μετατροπές ενέργειας συμβαίνουν στις εικόνες 1 και 2;
- Διατηρείται η ενέργεια σε αυτές τις μετατροπές;
- Ποια συσκευή «καταναλώνει» στον ίδιο χρόνο λειτουργίας μεγαλύτερη ενέργεια, το ψυγείο ή η ηλεκτρική κουζίνα; (εικόνα 3)



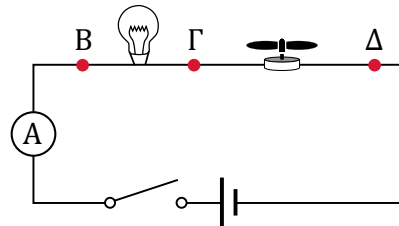
ΠΕ

ΜΑΘ

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: Υπολογισμός της ηλεκτρικής ενέργειας και της ισχύος σε στοιχεία ενός ηλεκτρικού κυκλώματος

Υλικά

μπαταρία 9 V
λυχνιολαβή (ντουί)
λαμπτήρας 6 V
κινητήρας 3 V
καλώδια σύνδεσης
διακόπτης
βολτόμετρο ή πολύμετρο
αμπερόμετρο ή πολύμετρο



Κατασκευάστε το κύκλωμα του σχήματος της προηγούμενης σελίδας και κλείστε τον διακόπτη. Καταγράψτε την ένδειξη του αμπερόμετρου.

$$I = \dots\dots\dots$$

Διαρρέεται ο λαμπτήρας και ο κινητήρας από το ίδιο ρεύμα και γιατί;

.....

Μετρήστε την τάση στα άκρα των συσκευών (διπόλων) και συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα για χρόνο λειτουργίας $t = 10 \text{ s}$.

| Δίπολο | Τάση στα άκρα του διπόλου | Ρεύμα | Ηλεκτρική ενέργεια $E = VI t$ | Ηλεκτρική ισχύς $P = \frac{E}{t} = VI$ |
|-----------|-----------------------------------|-------------------------|-------------------------------|--|
| λαμπτήρας | $V_{\text{BΓ}} = \dots\dots\dots$ | $I_1 = \dots\dots\dots$ | | |
| κινητήρας | $V_{\text{ΓΔ}} = \dots\dots\dots$ | $I_1 = \dots\dots\dots$ | | |
| μπαταρία | $V_{\text{ΒΔ}} = \dots\dots\dots$ | $I = \dots\dots\dots$ | | |

Περιγράψτε την αρχή διατήρησης της ενέργειας στο κύκλωμα και δώστε την ανάλογη μαθηματική σχέση.

.....

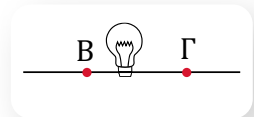
Ποια είναι η σχέση που συνδέει τις τάσεις στα άκρα των διπόλων;

.....

Για κάθε δίπολο προσδιορίστε αν προσφέρει ή του προσφέρεται ηλεκτρική ενέργεια, καθώς και τις μετατροπές ενέργειας που συμβαίνουν σε αυτό.

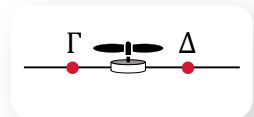
Λαμπτήρας

Προσφέρει / Του προσφέρεται ηλεκτρική ενέργεια (υπογραμμίστε το σωστό).
 Μετατροπές ενέργειας:



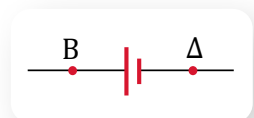
Κινητήρας

Προσφέρει / Του προσφέρεται ηλεκτρική ενέργεια (υπογραμμίστε το σωστό).
 Μετατροπές ενέργειας:



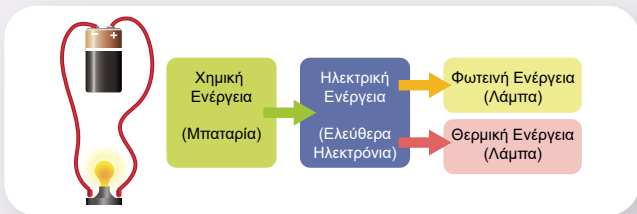
Μπαταρία

Προσφέρει / Της προσφέρεται ηλεκτρική ενέργεια (υπογραμμίστε το σωστό).
 Μετατροπές ενέργειας:





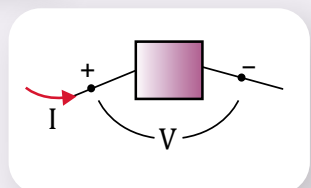
- Όταν ένα δίπολο, όπως μια ηλεκτρική συσκευή, διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, μεταφέρεται σε αυτό ηλεκτρική ενέργεια η οποία μετατρέπεται σε άλλες μορφές (μεταμορφώνεται). Για παράδειγμα, σε μια ωμική αντίσταση η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια, σε έναν κινητήρα σε κινητική, ενώ σε έναν λαμπτήρα σε φωτεινή. Τα παραπάνω δίπολα ονομάζονται καταναλωτές. Στα δίπολα που ονομάζονται πηγές, άλλες μορφές ενέργειας μετατρέπονται σε ηλεκτρική. Για παράδειγμα, σε μια μπαταρία χημική ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική.



- Αν η τάση στα άκρα μιας συσκευής είναι V και το ηλεκτρικό ρεύμα που τη διαρρέει είναι I , τότε η ηλεκτρική ενέργεια που μετατρέπεται στη συσκευή σε άλλες μορφές σε χρόνο t είναι:

$$E = VIt$$

Από την ίδια σχέση υπολογίζεται και η ηλεκτρική ενέργεια που μια ηλεκτρική πηγή παρέχει σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα.



- Η ηλεκτρική ισχύς P , που είναι η ηλεκτρική ενέργεια ανά μονάδα χρόνου, δηλαδή $P = \frac{E}{t}$, θα δίνεται από τη σχέση:

$$P = VI$$

Για τη μονάδα ισχύος προκύπτει:

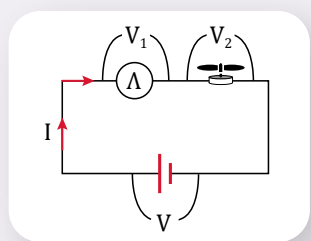
$$1 \text{ Watt} = 1 \text{ Volt} \cdot 1 \text{ Ampere} \quad \text{ή} \quad 1 \text{ W} = 1 \text{ V} \cdot 1 \text{ A}$$

- Σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα η ηλεκτρική ενέργεια που παρέχει η πηγή σε κάποιο χρόνο είναι ίση με την ηλεκτρική ενέργεια που αποδίδεται στις συσκευές του κυκλώματος στον ίδιο χρόνο. Για παράδειγμα, σε κύκλωμα που περιλαμβάνει λαμπτήρα και κινητήρα ισχύει:

Ηλεκτρική ενέργεια πηγής = Ηλεκτρική ενέργεια λαμπτήρα +
Ηλεκτρική ενέργεια κινητήρα ή

$$E_{\text{πηγής}} = E_{\text{λαμπτήρα}} + E_{\text{κινητήρα}}$$

$$VIt = V_1It + V_2It \quad \text{ή} \quad V = V_1 + V_2$$



Παρατήρηση: Η σχέση των τάσεων σε ένα κύκλωμα σε σειρά είναι αποτέλεσμα της αρχής διατήρησης της ενέργειας.



Η εξέλιξη της κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα

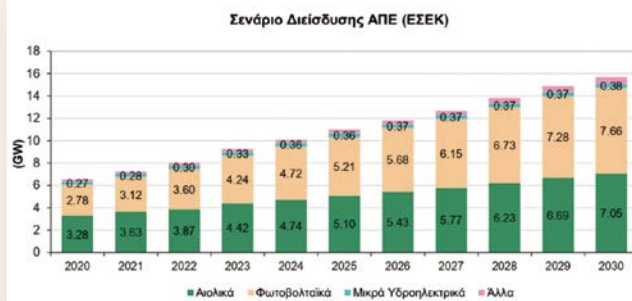
Στο διπλανό διάγραμμα παρουσιάζεται η εξέλιξη της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στη χώρα μας για τα έτη 2002 έως 2018, καθώς και αντίστοιχες προβλέψεις για τα επόμενα χρόνια.

Παράλληλα, για περιβαλλοντικούς λόγους, καθώς και για λόγους ενεργειακής ανεξαρτησίας, επιχειρείται η αύξηση των ποσοτήτων ηλεκτρικής ενέργειας που προέρχονται από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ).



Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα

Σενάριο εξέλιξης εγκατεστημένης ισχύος ΑΠΕ σύμφωνα με το Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα

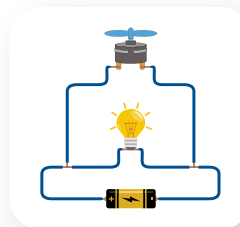


1 Συνδέουμε τους πόλους από ένα ανεμιστηράκι με ηλεκτρική πηγή σταθερής τάσης 3 V, οπότε η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που το διαρρέει είναι 0,2 A. Να υπολογίσετε:

- την ηλεκτρική ισχύ που μεταφέρει το ηλεκτρικό ρεύμα στο ανεμιστηράκι,
- την ηλεκτρική ενέργεια που μεταφέρει το ηλεκτρικό ρεύμα στο ανεμιστηράκι σε χρόνο ενός λεπτού.

* **2** Ένα ανεμιστηράκι και ένα λαμπάκι αντίστασης 30 Ω συνδέονται με μια μπαταρία σταθερής τάσης 9 V, όπως φαίνεται στο σχήμα. Η μπαταρία διαρρέεται από ρεύμα έντασης 0,5 A. Να υπολογίσετε:

- την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το λαμπάκι,
- την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το ανεμιστηράκι,
- την κινητική ενέργεια που αποδίδει το ανεμιστηράκι, όταν λειτουργεί πέντε λεπτά (θεωρήστε ότι στο ανεμιστηράκι όλη η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική).



Ερώτηση – Δραστηριότητα

Λέξεις-κλειδιά: κανονική λειτουργία συσκευής, απόδοση συσκευής, κιλοβατώρα (kWh)



1

Model 223

Input 220-240 V~ 50 - 60 Hz 7A

2

Model AX151BA

220V-240V - 50 Hz 1800W

3

**INPUT
POWER CORD**
110 -120 V
50 / 60 Hz

4



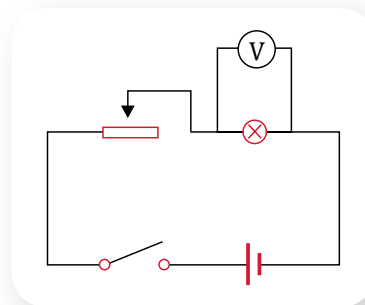
- Τι δηλώνουν οι πληροφορίες που βρίσκονται κοντά στην τροφοδοσία κάθε ηλεκτρικής συσκευής;
- Ποιες πληροφορίες είναι κοινές στις δύο πρώτες ετικέτες; (εικόνες 1 και 2)
- Ποιες επιπλέον πληροφορίες παρέχονται σε κάθε ετικέτα;
- Ποια διαφοροποίηση παρατηρείτε στην τρίτη ετικέτα; (εικόνα 3)
- Ποια μεγέθη συσχετίζονται στην εικόνα 4;



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1: Κανονική λειτουργία συσκευής

Υλικά

μπαταρία 9 V ή τροφοδοτικό
ροοστάτης
λυχνιολαβή (ντουί)
λαμπτήρας 6 V
διακόπτης
καλώδια σύνδεσης
βολτόμετρο ή πολύμετρο



Σημειώστε την τιμή της τάσης που αναγράφεται στον λαμπτήρα (τάση κανονικής λειτουργίας).

$$V_{\kappa} = \dots\dots\dots$$

Συναρμολογήστε το ηλεκτρικό κύκλωμα του σχήματος και τοποθετήστε τον δρομέα του ροοστάτη στο άκρο όπου η τιμή της αντίστασής του είναι μέγιστη. Κλείστε τον διακόπτη και μετακινήστε τον δρομέα μέχρι ο λαμπτήρας μόλις να φωτοβολεί.

Με το βολτόμετρο μετρήστε την τάση στα άκρα του λαμπτήρα:

$$V = \dots\dots\dots$$

Συγκρίνετε την τιμή της με την αναγραφόμενη τιμή στον λαμπτήρα.

.....

Μετακινήστε αργά τον δρομέα μέχρι ο λαμπτήρας να φωτοβολεί σχετικά έντονα.

Με το βολτόμετρο μετρήστε την τάση στα άκρα του λαμπτήρα:

$$V = \dots\dots\dots$$

Συγκρίνετε την τιμή της με την αναγραφόμενη τιμή στον λαμπτήρα.

.....

Συνεχίστε να μετακινείτε αργά τον δρομέα από το ένα άκρο της ρυθμιστικής αντίστασης στο άλλο, παρατηρώντας την τιμή της τάσης στα άκρα του λαμπτήρα. Τι παρατηρείτε σχετικά με τη λειτουργία του λαμπτήρα;

.....

Γράψτε τα συμπεράσματά σας σχετικά με τη λειτουργία του λαμπτήρα και την τάση που εφαρμόζεται στα άκρα του.

.....

.....

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2: Κόστος λειτουργίας ηλεκτρικής συσκευής

Από την εφαρμογή του Φωτόδεντρου «Οικιακή ηλεκτρική εγκατάσταση» επιλέξτε τέσσερις οικιακές συσκευές χωρίς να πέσει η ασφάλεια.

Στον πίνακα καταγράψτε πόση ενέργεια παρέχεται στις συσκευές σε μία ώρα.

Αν ο πάροχος ηλεκτρικής ενέργειας χρεώνει $0,15 \frac{\text{€}}{\text{kWh}}$, συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.



Φωτόδεντρο –
Οικιακή
ηλεκτρική
εγκατάσταση

ΕΔ

ΠΡ

ΜΑΘ

ΓΡ

| | | | | |
|---|--|--|--|--|
| Ηλεκτρική συσκευή | | | | |
| Ενέργεια που καταναλώνει για μία ώρα λειτουργίας | | | | |
| Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας για μία ώρα λειτουργίας | | | | |

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3: «Κατανάλωση» ενέργειας σε οικιακό ηλεκτρικό κύκλωμα

Στη διπλανή εικόνα φαίνεται απόσπασμα ενός λογαριασμού κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.

Ποια είναι η μονάδα μέτρησης της ηλεκτρικής ενέργειας που «καταναλώθηκε»;

.....

Ενδείξεις Μετρητή

| Αριθμός Μετρητή | Τύπος Ενδείξης | Τελευταία Καταμέτρηση | Προηγούμενη Καταμέτρηση | Διαφορά Καταμέτρησης | Προσθ. kWh | Σύνολο Κατανάλωσης |
|-----------------|----------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|------------|--------------------|
| 00868781 | 11 | 61413 | 60597 | 816 | 0 | 816 |

kWh τρέχουσας περιόδου

816

ΕΔ

ΜΑΘ

Είναι γνωστό ότι ο πάροχος ηλεκτρικής ενέργειας εφαρμόζει τρεις κλίμακες χρέωσης για την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Με τη βοήθεια των χρεώσεων προμήθειας που αναφέρονται στο απόσπασμα του λογαριασμού συμπληρώστε τον επόμενο πίνακα.

| Κλίμακα χρέωσης | Κόστος ανά kWh |
|---------------------|----------------|
| Από έως | |
| Από έως | |
| Από έως | |

| Χρεώσεις Προμήθειας | 117,58 |
|----------------------|--------|
| Επιδότηση Κράτους | -78,22 |
| Πάγια Χρέωση | 3,45 |
| Πάγια Χρέωση | 8,17 |
| kWh 478X0,10500€/kWh | 50,19 |
| kWh 207X0,40300€/kWh | 83,42 |
| kWh 131X0,38603€/kWh | 50,57 |

Μεταφέρετε στον πίνακα τις τιμές κόστους και στη συνέχεια υπολογίστε τη δική σας χρέωση, αν «καταναλώνατε» σε ένα δίμηνο 1000 kWh.

| Κλίμακα χρέωσης | Σύνολο kWh | Κόστος |
|-----------------|------------|--------|
| | | |
| | | |
| | | |

ΠΕ

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 4: Απόδοση συσκευής

ΜΑΘ

Υλικά

- δύο φωτιστικά γραφείου
- λαμπτήρας πυρακτώσεως 20 W
- λαμπτήρας LED 20 W

Ως γνωστόν, χρησιμοποιούμε λαμπτήρες, γιατί μετατρέπουν ηλεκτρική ενέργεια σε φωτεινή.

Τοποθετήστε στο ένα φωτιστικό τον λαμπτήρα πυρακτώσεως και στο άλλο τον λαμπτήρα LED. Ποιος λαμπτήρας θερμαίνεται περισσότερο; Πού οφείλεται η θέρμανσή του;



.....

.....

Ποιος λαμπτήρας αποδίδει περισσότερη φωτεινή ενέργεια με την ίδια παροχή ηλεκτρικής ενέργειας;

.....

.....

Ανατρέχοντας στην απόδοση μηχανών που διδαχθήκατε στην Α΄ Γυμνασίου, πώς θα ορίζατε την απόδοση ηλεκτρικής συσκευής;

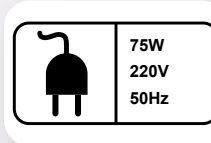
.....

.....

.....



- Κάθε ηλεκτρική συσκευή έχει μια ετικέτα με πληροφορίες για τις προϋποθέσεις της καλής (κανονικής) λειτουργίας της. Για τις ευρωπαϊκές χώρες προϋπόθεση καλής λειτουργίας της συσκευής είναι η σύνδεσή της με τροφοδοσία τάσης 220 V. Αναφορά επίσης γίνεται στην ισχύ της συσκευής, όταν λειτουργεί κανονικά, και στην ένταση του ρεύματος καλής λειτουργίας της.



Αν η συσκευή συνδεθεί με τροφοδοσία άλλης τάσης, τότε δε λειτουργεί κανονικά. Η σύνδεση της συσκευής με μικρότερη τάση οδηγεί στην υπολειτουργία της. Το ρεύμα που διαρρέει τη συσκευή, καθώς και η απορροφούμενη από αυτή ισχύς έχουν τιμή μικρότερη από την κανονική. Αντίθετα, η σύνδεση της συσκευής με μεγαλύτερη τάση μπορεί να οδηγήσει στην καταστροφή της. Το ρεύμα που διαρρέει τη συσκευή, καθώς και η απορροφούμενη από αυτή ισχύς έχουν τιμή μεγαλύτερη από την κανονική.



Απόδοση συσκευής

- Κάθε ηλεκτρική συσκευή μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια σε άλλες μορφές (μεταμορφώνει). Όμως, η ωφέλιμη αποδιδόμενη ενέργεια δεν είναι ίση με την προσφερόμενη ηλεκτρική ενέργεια. Μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας μετατρέπεται σε θερμότητα στα ωμικά στοιχεία της συσκευής. Ως απόδοση της συσκευής ορίζεται το κλάσμα της αποδιδόμενης ενέργειας από τη συσκευή προς την προσφερόμενη σε αυτήν ηλεκτρική ενέργεια.

$$\eta = \frac{E_{\alpha\pi}}{E_{\eta\lambda}}$$

Πολλές φορές η απόδοση εκφράζεται και επί τοις εκατό (%), δηλαδή $\eta \times 100\%$.

- Από τη σχέση ισχύος - ενέργειας μιας συσκευής είναι $P = \frac{E}{t}$ και συνεπώς $E = Pt$.

Άρα η μονάδα ενέργειας 1 J μπορεί να οριστεί και ως η ενέργεια που παρέχεται σε συσκευή ισχύος 1 W σε χρόνο 1 s.

Για μεγάλες παροχές ενέργειας (π.χ. στις οικιακές καταναλώσεις) αξιοποιείται η μονάδα ενέργειας της kWh (κιλοβατώρα). 1 kWh είναι η ενέργεια που παρέχεται σε μία συσκευή ισχύος 1 kW σε χρόνο 1 h.

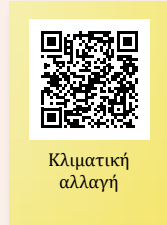


Τι είναι το αποτύπωμα άνθρακα

Τα αέρια του θερμοκηπίου εκπέμπονται σε πολύ μεγάλο ποσοστό από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Το αποτύπωμα άνθρακα αποτελεί έναν ποσοτικό προσδιορισμό των επιπτώσεων μιας δραστηριότητάς μας στην κλιματική αλλαγή. Δηλώνει το σύνολο διοξειδίου του άνθρακα που εκλύεται στην ατμόσφαιρα στη διάρκεια της δραστηριότητας, π.χ. κατά τη διαδικασία παραγωγής μιας μπλούζας, κατά την προετοιμασία ενός γεύματος, κατά τη διάρκεια της χρήσης ενός τηλεφώνου κ.ά. Η ποσότητα εξαρτάται από τις επιλογές μας για την παραγω-



γή και την κατανάλωση. Για παράδειγμα, από ένα αεροσκάφος εκλύονται 285 g διοξειδίου του άνθρακα ανά χιλιόμετρο και ανά επιβάτη, ενώ από ένα αυτοκίνητο εκλύονται 104 g και από το τρένο 14 g. Η αύξηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου έχει άμεσο αντίκτυπο στην αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη. Επιταχύνει την **κλιματική αλλαγή** με καταστροφικές συνέπειες για τον πλανήτη μας. Όλοι μας μπορούμε να συμβάλουμε στην καταπολέμηση της υπερθέρμανσης του πλανήτη με την πραγματοποίηση φιλικών προς το κλίμα επιλογών στην καθημερινή μας ζωή, όπως για παράδειγμα να βγάζουμε από την πρίζα τις ηλεκτρικές συσκευές και να μην αφήνουμε το τηλέφωνό μας να φορτίζει όταν έχει φορτιστεί πλήρως η μπαταρία του.



Στο διαδίκτυο υπάρχουν εφαρμογές με τις οποίες μπορούμε να υπολογίσουμε το δικό μας αποτύπωμα άνθρακα. Αν γνωρίζουμε ποιο είναι, θα μπορέσουμε να συμβάλουμε στον περιορισμό των επιπτώσεων των καταναλωτικών επιλογών μας στο περιβάλλον.



- 1 Να επιλέξετε μια συσκευή που χρησιμοποιείτε καθημερινά στο σπίτι. Συμβουλευτείτε την ετικέτα δίπλα στην τροφοδοσία της και βρείτε τις τιμές κανονικής λειτουργίας (τάση, ένταση, ισχύς).
- 2 Συνδέουμε τους πόλους κινητήρα με ηλεκτρική πηγή σταθερής τάσης 12 V, οπότε η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που τον διαρρέει είναι 2 A.
 - α) Να υπολογίσετε την ηλεκτρική ισχύ που μεταφέρει το ηλεκτρικό ρεύμα στον κινητήρα.
 - β) Αν η ωφέλιμη ενέργεια που αποδίδεται ανά μονάδα χρόνου (ισχύς) είναι 18 W, πόση είναι η απόδοση του κινητήρα;
 - γ) Πόση θερμότητα ανά μονάδα χρόνου αποβάλλεται στο περιβάλλον από τον κινητήρα;
- 3 Να επιλέξετε μια σειρά συσκευών που χρησιμοποιούνται καθημερινά στο σπίτι σας. Για καθεμία από αυτές να βρείτε τις τιμές κανονικής λειτουργίας (την ισχύ) που αναγράφονται στην περιοχή τροφοδοσίας της.
 - α) Να κάνετε μια εκτίμηση για τον χρόνο σε ώρες που λειτουργεί κάθε συσκευή κάθε μέρα.
 - β) Να υπολογίσετε την ενέργεια που απαιτείται για τη λειτουργία της.
 - γ) Να υπολογίσετε το κόστος λειτουργίας για τέσσερις μήνες (χρονικό διάστημα που καταμετρά ο πάροχος ενέργειας την παρεχόμενη ενέργεια).

Εργασία

Να υπολογίσετε το ενεργειακό σας αποτύπωμα και να προτείνετε αλλαγές στην καθημερινότητά σας που θα συμβάλουν στη μείωσή του σε βάθος χρόνου.

Σύνοψη ενότητας

Νόμος του Joule: Όταν μια ωμική αντίσταση διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, εκλύεται απ' αυτή θερμότητα που είναι ανάλογη του τετραγώνου της έντασης του ρεύματος που τη διαρρέει, της αντίστασής της και του χρόνου που διαρρέεται από ρεύμα. Το φαινόμενο ονομάζεται φαινόμενο Joule.

Η ηλεκτρική ενέργεια που παρέχεται σε μια ηλεκτρική συσκευή είναι ανάλογη της τάσης στα άκρα της, της έντασης του ρεύματος που τη διαρρέει και του χρόνου λειτουργίας της.

Η ηλεκτρική ισχύς μιας συσκευής είναι ίση με το γινόμενο της τάσης στα άκρα της επί την ένταση του ρεύματος που τη διαρρέει.

Σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα η συνολική ενέργεια που «καταναλώνουν» οι διάφορες συσκευές σε συγκεκριμένο χρόνο είναι ίση με την ενέργεια που παρέχει η πηγή στο κύκλωμα στον αντίστοιχο χρόνο.

Σε κάθε ηλεκτρική συσκευή αναγράφονται η τάση και η ισχύς κανονικής λειτουργίας.

Η απόδοση μιας ηλεκτρικής συσκευής είναι το πηλίκο της ωφέλιμης αποδιδόμενης ενέργειας της συσκευής προς την αντίστοιχη προσφερόμενη σε αυτή ηλεκτρική ενέργεια.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Ηλεκτρομαγνητισμός

2.1 Μαγνήτες – Μαγνητικό πεδίο της Γης

2.2 Από τον ηλεκτρισμό στον μαγνητισμό

2.3 Από τον μαγνητισμό στον ηλεκτρισμό.

Νόμος Faraday – Ηλεκτρομαγνητική επαγωγή

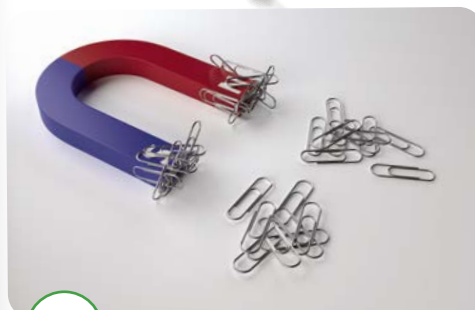
Λέξεις-κλειδιά: μαγνήτης, μαγνητικοί πόλοι, μαγνητική πυξίδα, σιδηρομαγνητικά υλικά

!?

1



2



4



3



- Πού συναντάμε μαγνήτες στην καθημερινή ζωή; (εικόνα 1)
- Τι είναι ο μαγνήτης; Από τι υλικό πρέπει να είναι κατασκευασμένοι οι συνδετήρες, ώστε να τους έλκει ένας μαγνήτης; (εικόνα 2)
- Δύο μαγνήτες έλκονται ή απωθούνται μεταξύ τους; (εικόνα 3)
- Γιατί μπορούμε να προσανατολιστούμε με μια πυξίδα; (εικόνα 4)

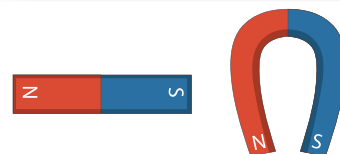


ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1: Μαγνήτης

Υλικά

πεταλοειδής ή ραβδόμορφος μαγνήτης
στιλό
αλουμινόχαρτο
βίδα

συνδετήρας
νόμισμα 1 ευρώ
σύρμα από καλώδιο
ποτήρι



Πλησιάστε τον μαγνήτη σε καθένα από τα σώματα και συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.

| Αντικείμενο | Υλικό | Έλκεται | Δεν έλκεται |
|-------------------|--|---------|-------------|
| συνδετήρας | σίδηρος | | |
| στιλό | πλαστικό | | |
| νόμισμα 1 ευρώ | κράμα νικελίου-χαλκού (στον εσωτερικό δίσκο) | | |
| αλουμινόχαρτο | αλουμίνιο | | |
| σύρμα από καλώδιο | χαλκός | | |
| βίδα | ατσάλι (κράμα σιδήρου-άνθρακα) | | |
| ποτήρι | γυαλί | | |

Από όσα μεταλλικά αντικείμενα δοκιμάσατε, έλκονται όλα από τον μαγνήτη; Ναι Όχι

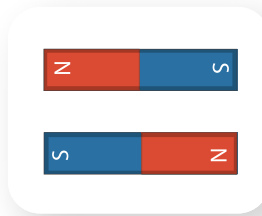
Ποια μέταλλα περιέχονται στα αντικείμενα που έλκονται από τον μαγνήτη;

.....

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2: Ιδιότητες μαγνήτη

Υλικά

δύο ραβδόμορφοι μαγνήτες
μικρά καρφιά (ή συνδετήρες)



α) Τοποθετήστε πάνω στο θρανίο σας τα μικρά καρφιά. Πλησιάστε έναν μαγνήτη σ' αυτά.

Σε ποια ή σε ποιες περιοχές του μαγνήτη είναι ισχυρότερη η έλξη που ασκείται στα καρφιά;

.....

β) Τοποθετήστε πάνω στο θρανίο τον έναν μαγνήτη. Πλησιάστε τον δεύτερο μαγνήτη και παρατηρήστε τις δυνάμεις που ασκούνται ανάμεσά τους. Γράψτε τις παρατηρήσεις σας.

.....

.....

γ) Στην περίπτωση που κόψετε τον έναν μαγνήτη στη μέση, πιστεύετε ότι τα φαινόμενα που θα παρατηρήσετε θα είναι ίδια ή διαφορετικά σε σχέση με αυτά που παρατηρήσατε στις περιπτώσεις α και β;

.....

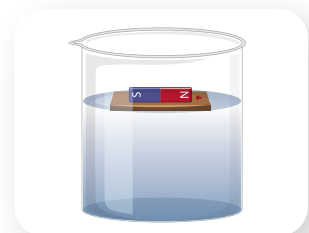
ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3: Μαγνητική πυξίδα

Υλικά

ραβδόμορφος μαγνήτης
φελιζόλ (ή ξύλινη σανίδα) με διαστάσεις λίγο μεγαλύτερες από τον μαγνήτη
δοχείο με νερό

Τοποθετήστε το φελιζόλ στο δοχείο με το νερό και στη συνέχεια τοποθετήστε

πάνω στο φελιζόλ τον μαγνήτη. Αφήστε το φελιζόλ με τον μαγνήτη να περιστραφεί μέχρι να ισορροπήσει και σημειώστε τη διεύθυνση που έχει ο μαγνήτης. Εκτρέψτε το φελιζόλ από τη θέση στην οποία ισορροπεί και αφήστε το ελεύθερο. Γράψτε τις παρατηρήσεις σας.



ΠΕ

ΜΑΘ

ΙΔ

ΠΕ

ΜΑΘ

.....
 Γνωρίζετε κάποιο όργανο που λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο; Ποια είναι η διεύθυνση του μαγνήτη που βρίσκεται πάνω στο φελιζόλ;

.....
 Πού πιστεύετε ότι οφείλεται ο προσανατολισμός του μαγνήτη;

.....
 Πώς ονομάζεται το άκρο του μαγνήτη που δείχνει προς τον βορρά;

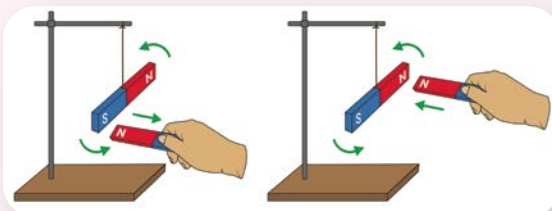


■ **Μαγνήτης** είναι ένα αντικείμενο που μπορεί να ασκεί μαγνητικές δυνάμεις. Οι μαγνήτες μπορεί να είναι φυσικοί ή τεχνητοί. Ο φυσικός μαγνήτης είναι ορυκτό πέτρωμα (χημική ένωση σιδήρου και οξυγόνου). Οι τεχνητοί μαγνήτες κατασκευάζονται από διάφορα κράματα.



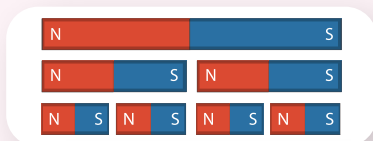
■ Οι μαγνήτες έλκουν αντικείμενα (ασκούν μαγνητική δύναμη) που είναι κατασκευασμένα από σίδηρο, νικέλιο και κοβάλτιο ή κράματα αυτών. Τα υλικά αυτά ονομάζονται **σιδηρομαγνητικά**.

■ Η μαγνητική δύναμη που ασκείται από έναν μαγνήτη σε ένα αντικείμενο δεν είναι το ίδιο ισχυρή σε όλες τις περιοχές του μαγνήτη. Σε έναν ραβδόμορφο μαγνήτη, για παράδειγμα, η μαγνητική δύναμη είναι πιο ισχυρή στα άκρα του. Οι περιοχές ενός μαγνήτη στις οποίες ασκείται ισχυρότερη μαγνητική δύναμη ονομάζονται πόλοι του μαγνήτη. Στους πόλους ενός μαγνήτη έχουν δοθεί οι ονομασίες βόρειος (**N**) και νότιος (**S**) μαγνητικός πόλος.

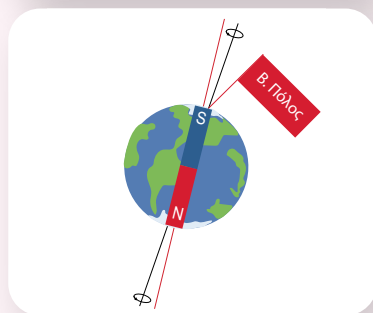


■ Ανάμεσα σε δύο όμοιους πόλους δύο μαγνητών ασκείται απωστική δύναμη, ενώ ανάμεσα σε δύο διαφορετικούς πόλους ελκτική.

■ Ένας μαγνητικός πόλος δεν μπορεί να απομονωθεί. Έτσι, αν κόψουμε έναν μαγνήτη σε μικρότερα κομμάτια, κάθε κομμάτι του θα είναι ένας νέος μαγνήτης με δύο πόλους.



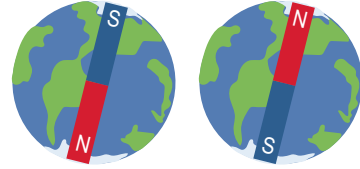
■ Η Γη συμπεριφέρεται σαν ένας ραβδόμορφος μαγνήτης λόγω των σιδηρομαγνητικών υλικών (σιδήρου και νικελίου) που έχει στο εσωτερικό της. Ο νότιος μαγνητικός πόλος αυτού του μαγνήτη βρίσκεται κοντά στον βόρειο γεωγραφικό πόλο της Γης. Η βελόνα της πυξίδας είναι ένας μαγνήτης που ο βόρειος μαγνητικός του πόλος δείχνει τον νότιο μαγνητικό πόλο της Γης, ο οποίος, όπως αναφέραμε, βρίσκεται στον βορρά.





Η αναστροφή των μαγνητικών πόλων της Γης

Οι μαγνητικοί πόλοι του πλανήτη μας αναστράφηκαν (ο βόρειος έγινε νότιος και αντίστροφα) πολλές φορές από τη δημιουργία του. Αν και υπάρχουν πολλές πληροφορίες για τις αναστροφές των μαγνητικών πόλων της Γης, οι οποίες προέρχονται από μελέτες πετρωμάτων που σχηματίστηκαν στους πυθμένες των ωκεανών, ο μηχανισμός του φαινομένου δεν έχει ακόμα εξηγηθεί. Έτσι, μια μέρα, άγνωστο πότε, οι πυξίδες μας θα δείχνουν προς τον νότο.



- 1 Με τη βοήθεια ενός μαγνήτη να εξετάσετε ποια από τα κέρματα του ευρώ της διπλανής εικόνας είναι κατασκευασμένα από σιδηρομαγνητικά υλικά και ποια όχι. Να ψάξετε και να βρείτε πληροφορίες για το είδος των μετάλλων που συνθέτουν καθένα από τα κέρματα του ευρώ.



Ερώτηση - Δραστηριότητα



Ερώτηση - Δραστηριότητα

Εργασία (ιδιοκατασκευή)

Να κατασκευάσετε μια πυξίδα με απλά υλικά:

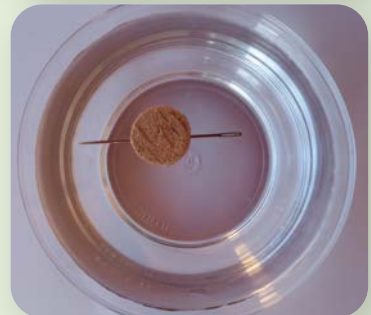
- ένας φελλός
- ένα ποτήρι με νερό
- ένας μαγνήτης (ισχυρότερος μαγνήτης θα έχει εμφανέστερα αποτελέσματα)
- βελόνα ραψίματος

Τρίψτε τον μαγνήτη στη βελόνα ραψίματος, πάντα με την ίδια φορά, 5-6 φορές.

Από το ένα άκρο του φελλού κόψτε έναν μικρό δίσκο πάχους περίπου 0,5 cm. Περάστε τη βελόνα μέσα από την πλαϊνή επιφάνεια του δίσκου, έτσι ώστε τα τμήματά της που προεξέχουν να έχουν ίσα μήκη.

Τοποθετήστε τον φελλό με τη βελόνα στο ποτήρι με το νερό, προσέχοντας να μην ακουμπά η βελόνα στα τοιχώματα.

Προσδιορίστε τα τέσσερα σημεία του ορίζοντα με τη βοήθεια της πυξίδας που κατασκευάσατε.



2.1β

Περιγραφή του μαγνητικού πεδίου – Μαγνήτιση

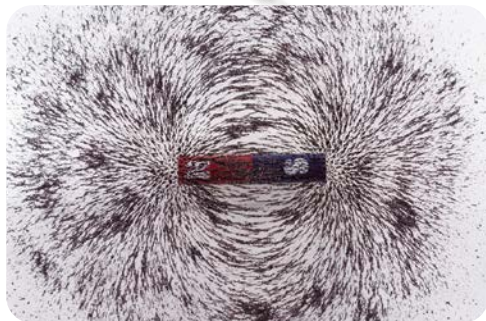
Λέξεις-κλειδιά: μαγνητικό πεδίο, μαγνητικές γραμμές, μαγνήτιση, απομαγνήτιση



1



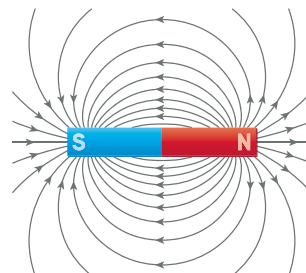
3



2



4



- Τι είναι το μαγνητικό πεδίο; Υπάρχει μαγνητικό πεδίο γύρω από τη Γη; (εικόνα 1)
- Μπορεί ένα σώμα που δεν είναι μαγνήτης να αποκτήσει μαγνητικές ιδιότητες; (εικόνα 2)
- Συγκρίνετε την εικόνα 3 με την αναπαράσταση στην εικόνα 4. Διακρίνετε ομοιότητες;



ΠΕ

ΜΑΘ

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1: Μαγνητικό πεδίο

Υλικά

μαγνητική πυξίδα (ή μαγνητική βελόνα με τη βάση της)
ραβδόμορφος μαγνήτης

Τοποθετήστε τον ραβδόμορφο μαγνήτη πάνω στο θρανίο. Στη συνέχεια τοποθετήστε την πυξίδα πάνω στο θρανίο, σε διάφορα σημεία γύρω από τον μαγνήτη και σε διαφορετικές αποστάσεις. Γράψτε τις παρατηρήσεις σας.



Στο προηγούμενο κεφάλαιο χρησιμοποιήθηκε η έννοια του ηλεκτρικού πεδίου για να περιγράψει τις ηλεκτρικές ιδιότητες του χώρου. Με αντίστοιχο τρόπο ορίστε την έννοια του μαγνητικού πεδίου.

.....

.....

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2: Μαγνητικές γραμμές

Υλικά

ραβδόμορφος μαγνήτης

πεταλοειδής μαγνήτης

δύο βιβλία με πάχος περίπου ίσο με το πάχος των μαγνητών

ένα λευκό φύλλο χαρτιού A4

ρινίσματα σιδήρου

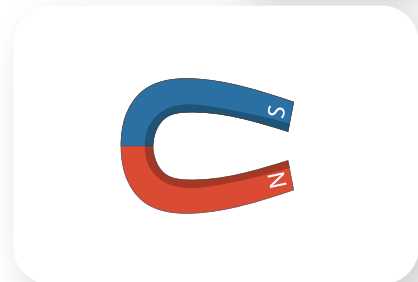
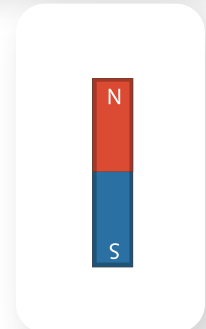
A. Πάνω στο θρανίο τοποθετήστε τον ραβδόμορφο μαγνήτη ανάμεσα στα δύο βιβλία.

Σκεπάστε τον με το λευκό φύλλο χαρτιού. Ρίξτε ομοιόμορφα πάνω στο χαρτί τα ρινίσματα σιδήρου. Χτυπήστε ελαφρά το χαρτί, ώστε τα ρινίσματα να διαταχθούν. Σχεδιάστε στο διπλανό πλαίσιο την εικόνα που σχηματίζουν τα ρινίσματα σιδήρου (μαγνητικό φάσμα).

B. Πάνω στο θρανίο τοποθετήστε τον πεταλοειδή μαγνήτη ανάμεσα στα δύο βιβλία. Σκεπάστε τον με το λευκό φύλλο χαρτιού. Ρίξτε ομοιόμορφα πάνω στο χαρτί τα ρινίσματα σιδήρου. Χτυπήστε ελαφρά το χαρτί, ώστε τα ρινίσματα να διαταχθούν. Σχεδιάστε στο διπλανό πλαίσιο την εικόνα που σχηματίζουν τα ρινίσματα σιδήρου (μαγνητικό φάσμα). Γιατί πιστεύετε ότι σε κάποιες περιοχές συγκεντρώνονται περισσότερα ρινίσματα και σε άλλες λιγότερα;

.....

.....



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3: Μαγνήτιση σώματος

Υλικά

μαγνήτης (ισχυρός μαγνήτης θα έχει εμφανέστερα αποτελέσματα)

ατσάλινο καρφί ή βελόνα ραψίματος

μεγάλο καρφί (όχι από ατσάλι)

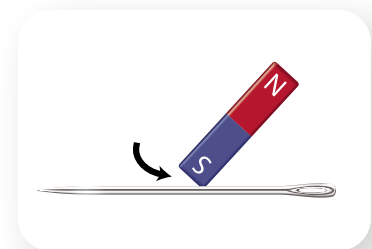
μερικά μικρά καρφιά (όχι από ατσάλι)

A. Φέρτε το ατσάλινο καρφί (ή τη βελόνα) σε επαφή με τα μικρά καρφιά. Το ατσάλινο καρφί έλκει τα μικρά καρφιά;

Ναι Όχι

Τρίψτε με τον έναν πόλο του μαγνήτη το ατσάλινο καρφί, πάντα με την ίδια φορά, 5-6 φορές. Φέρτε το ξανά σε επαφή με τα μικρά καρφιά και γράψτε τι παρατηρείτε.

.....



ΠΕ

ΜΑΘ

ΠΕ

ΜΑΘ

Γιατί πιστεύετε ότι συμβαίνει αυτό;

.....

B. Φέρτε το μεγάλο καρφί σε επαφή με τα μικρά καρφιά. Το μεγάλο καρφί έλκει τα μικρά καρφιά;

Ναι Όχι

Ακουμπήστε τον μαγνήτη στο ένα άκρο του μεγάλου καρφιού, φέρτε το ξανά σε επαφή με τα μικρά καρφιά και γράψτε τι παρατηρείτε.

.....

Γιατί πιστεύετε ότι συμβαίνει αυτό;

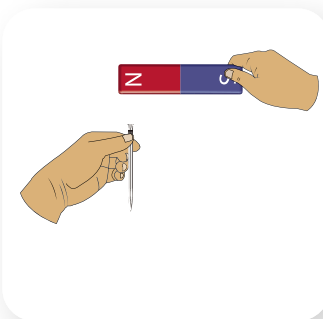
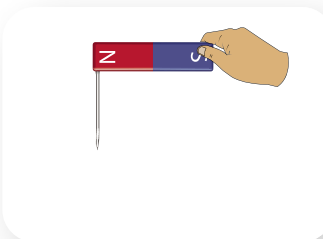
.....

Ακουμπήστε τον μαγνήτη στο ένα άκρο του μεγάλου καρφιού και φέρτε το σε επαφή με τα μικρά καρφιά. Κρατώντας το καρφί με το ένα χέρι, απομακρύνετε τον μαγνήτη με το άλλο χέρι περίπου 1 cm απ' αυτό. Στη συνέχεια απομακρύνετε τον μαγνήτη περίπου 10 cm. Γράψτε τις παρατηρήσεις σας.

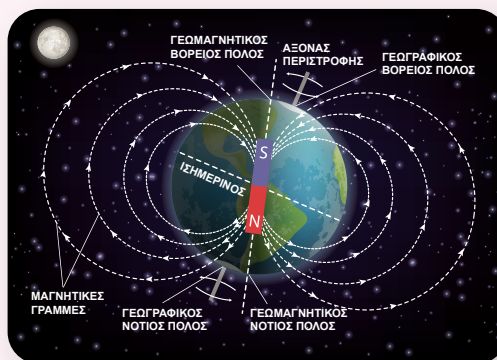
.....

.....

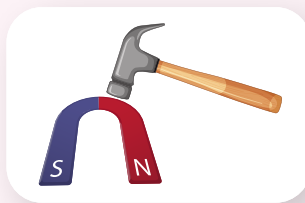
.....



- **Μαγνητικό πεδίο** είναι μια περιοχή του χώρου που έχει την ιδιότητα να ασκεί μαγνητικές δυνάμεις. Το μαγνητικό πεδίο ανιχνεύεται με τη βοήθεια πυξίδας ή μαγνητικής βελόνας.
- Το μαγνητικό πεδίο προσδιορίζεται από ένα φυσικό μέγεθος που ονομάζεται ένταση μαγνητικού πεδίου. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου σε ένα σημείο του σχετίζεται με τη δύναμη που αυτό μπορεί να ασκήσει.
- Η περιγραφή ενός μαγνητικού πεδίου μπορεί να γίνει και μέσω των μαγνητικών γραμμών. Οι **μαγνητικές γραμμές**, στον χώρο γύρω από έναν μαγνήτη, εξέρχονται από τον βόρειο και εισέρχονται στον νότιο πόλο του. Όσο πιο πυκνές είναι οι μαγνητικές γραμμές, τόσο ισχυρότερη είναι η μαγνητική δύναμη, επομένως και η ένταση του μαγνητικού πεδίου. Η εικόνα των μαγνητικών γραμμών λέγεται και **μαγνητικό φάσμα**.
- Η Γη δημιουργεί γύρω της μαγνητικό πεδίο.
- **Μαγνήτιση** είναι η διαδικασία κατά την οποία ένα σώμα από σιδηρομαγνητικό υλικό, που αρχικά δεν είναι μαγνήτης, αποκτά μαγνητικές ιδιότητες. Οι τρόποι μαγνήτισης ενός σώματος είναι:
 - α) με τριβή προς ορισμένη κατεύθυνση,
 - β) με επαφή,
 - γ) με επαγωγή.



- Ένα σώμα χάνει τις μαγνητικές του ιδιότητες (απομαγνήτιση) αν το θερμάνουμε, ώστε να αποκτήσει υψηλή θερμοκρασία, ή αν το σφυρηλατήσουμε.

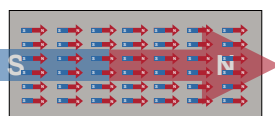


Απομαγνήτιση με θέρμανση



Ερμηνεία του μαγνητισμού

Στα σιδηρομαγνητικά υλικά δημιουργούνται μικρές περιοχές που συμπεριφέρονται σαν μικροί μαγνήτες. Ένα σώμα στο οποίο αυτοί οι μικροί μαγνήτες έχουν τυχαίο προσανατολισμό δεν εμφανίζει μαγνητικές ιδιότητες, ενώ αν έχουν συγκεκριμένο προσανατολισμό, εμφανίζει.



Μαγνήτιση – απομαγνήτιση σώματος

Σε ένα σώμα που είναι μόνιμος μαγνήτης, οι μαγνητικές περιοχές έχουν τον ίδιο προσανατολισμό. Σε ένα σιδερένιο σώμα, η καθεμία από τις μαγνητικές περιοχές έχει τυχαίο προσανατολισμό, οπότε το σώμα δεν ασκεί μαγνητικές δυνάμεις. Όταν όμως το σιδερένιο σώμα βρεθεί μέσα σε ένα μαγνητικό πεδίο, οι μαγνητικές περιοχές αποκτούν τον ίδιο προσανατολισμό και έτσι το σιδερένιο σώμα αποκτά μαγνητικές ιδιότητες.

Ένα σώμα απομαγνητίζεται (π.χ. λόγω πολύ υψηλής θερμοκρασίας) όταν οι μαγνητικές του περιοχές χάνουν τον κοινό τους προσανατολισμό.

Η πυξίδα των πουλιών

Κάθε χρόνο εκατομμύρια αποδημητικά πουλιά ταξιδεύουν σε πολύ μεγάλες αποστάσεις, από ένα μέρος του πλανήτη μας προς ένα άλλο. Τα πουλιά αυτά ξαναβρίσκουν την παλιά τους φωλιά χωρίς να χάνουν τον δρόμο τους. Η ικανότητα αυτή των πουλιών δεν έχει εξηγηθεί πλήρως. Ωστόσο, έρευνες δείχνουν ότι τα μάτια σε μερικά είδη πουλιών περιέχουν κύτταρα με τα οποία μπορούν να αντιλαμβάνονται μαγνητικά πεδία. Η ανίχνευση του μαγνητικού πεδίου της Γης και οι μεταβολές στην έντασή του τα βοηθά να προσανατολίζονται, ώστε να βρίσκουν τον δρόμο τους.



Σμήνος πουλιών που ταξιδεύει

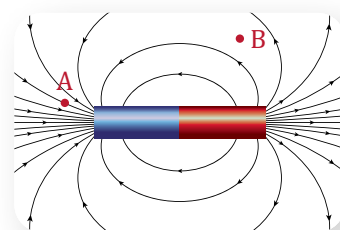


Ο μαγνητισμός γύρω μας



1 Στο διπλανό σχήμα απεικονίζεται με τη βοήθεια μαγνητικών γραμμών το μαγνητικό πεδίο που δημιουργείται γύρω από έναν ραβδόμορφο μαγνήτη. Να αιτιολογήσετε:

- α) ποιος πόλος του μαγνήτη είναι ο βόρειος και ποιος ο νότιος,
- β) σε ποιο από τα σημεία Α και Β το μαγνητικό πεδίο είναι πιο ισχυρό.



2 Να σχεδιάσετε τις μαγνητικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται γύρω από τη Γη.



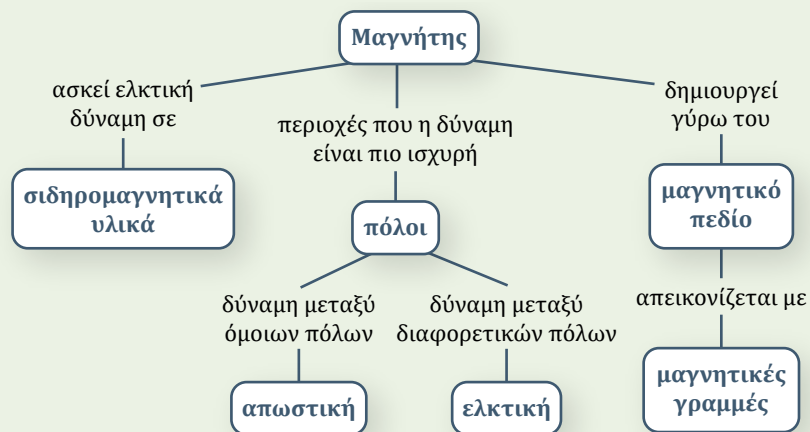
Δραστηριότητα

Σας δίνονται δύο όμοιες ράβδοι, από τις οποίες η μία είναι μόνιμος μαγνήτης και η άλλη είναι σιδερένια. Περιγράψτε μια διαδικασία με την οποία μπορούμε να προσδιορίσουμε ποια ράβδος είναι ο μόνιμος μαγνήτης χωρίς να χρησιμοποιήσουμε άλλα υλικά.

Σύνοψη ενότητας

Ένας μαγνήτης ασκεί ελκτική δύναμη σε σιδηρομαγνητικά υλικά όπως ο σίδηρος, το νικέλιο, το κοβάλτιο και κράματα αυτών. Η μαγνητική δύναμη είναι πιο ισχυρή σε περιοχές του μαγνήτη που ονομάζονται πόλοι. Σε έναν ραβδόμορφο μαγνήτη οι περιοχές αυτές βρίσκονται στα άκρα του και ονομάζονται βόρειος (N) και νότιος (S) πόλος. Ανάμεσα σε δύο όμοιους πόλους δύο μαγνητών ασκείται απωστική δύναμη, ενώ ανάμεσα σε δύο διαφορετικούς πόλους ελκτική.

Γύρω από έναν μαγνήτη δημιουργείται μαγνητικό πεδίο. Το μαγνητικό πεδίο απεικονίζεται με τη βοήθεια μαγνητικών γραμμών. Η Γη δημιουργεί γύρω της μαγνητικό πεδίο.



Λέξεις-κλειδιά: ηλεκτρικό ρεύμα, μαγνητικό πεδίο, μαγνητικό φάσμα, ηλεκτρομαγνήτης

!?

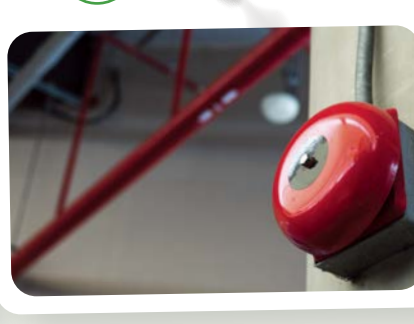
1



2



3



- Επηρεάζεται μια πυξίδα αν βρεθεί κοντά σε ηλεκτροφόρα καλώδια; (εικόνα 1)
- Ο γερανός χρησιμοποιεί μόνιμο μαγνήτη για τη μεταφορά των άχρηστων σιδερένιων αντικειμένων; (εικόνα 2)
- Πώς λειτουργεί το ηλεκτρικό κουδούνι του σχολείου; (εικόνα 3)



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1: Δημιουργία μαγνητικού πεδίου από ηλεκτρικό ρεύμα

Υλικά

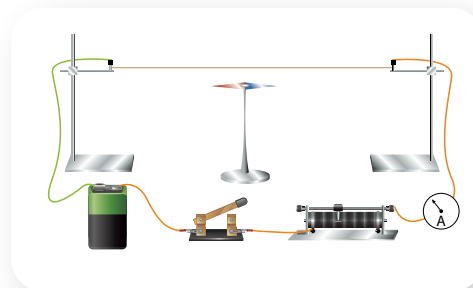
μπαταρία 9 V
μαγνητική βελόνα με τη βάση της (ή πυξίδα)
διακόπτης
ροοστάτης
καλώδια
στηρίγματα
αμπερόμετρο

Συναρμολογήστε τη διάταξη του σχήματος και τοποθετήστε το καλώδιο πάνω από τη μαγνητική βελόνα, παράλληλα στον άξονά της. Ρυθμίστε τον ροοστάτη, ώστε να περνά η μέγιστη ένταση ρεύματος από το κύκλωμα, και κλείστε τον διακόπτη. Σημειώστε τις παρατηρήσεις σας για τη νέα θέση της μαγνητικής βελόνας.

.....

.....

.....



ΠΡΟΣΟΧΗ!!

Μην αφήνετε πολύ χρόνο κλειστό το κύκλωμα.

ΠΕ

ΜΑΘ

Με τη βοήθεια του ροοστάτη μειώστε σταδιακά την ένταση του ρεύματος. Γράψτε τις παρατηρήσεις σας για τις θέσεις της βελόνας.

.....

Αντιστρέψτε τη σύνδεση των καλωδίων με τους πόλους της μπαταρίας, κλείστε τον διακόπτη και ρυθμίστε τον ροοστάτη, ώστε το ρεύμα στο κύκλωμα να γίνει πάλι μέγιστο. Σημειώστε τις παρατηρήσεις σας για τη θέση της μαγνητικής βελόνας.

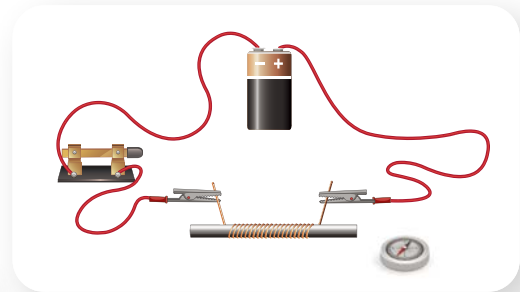
.....

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2: Ηλεκτρομαγνήτης

Υλικά

καλαμάκι
 καλώδιο μονωμένο 50 cm περίπου, ψιλό
 πυξίδα ή μαγνητική βελόνα με τη βάση της
 μπαταρία 9 V
 καλώδια
 κροκοδειλάκια
 διακόπτης
 μεγάλο καρφί
 συνδετήρες

ΠΡΟΣΟΧΗ!!
 Μην αφήνετε πολύ χρόνο
 κλειστό το κύκλωμα.



Κόψτε ένα κομμάτι από το καλαμάκι που να έχει μήκος λίγο μικρότερο από το καρφί. Τυλίξτε το ψιλό καλώδιο αρκετές φορές γύρω από το καλαμάκι. Έχετε κατασκευάσει ένα σωληνοειδές ή πηνίο. Απογυμνώστε τις άκρες του καλωδίου του πηνίου και κάντε τη σύνδεση που βλέπετε στο σχήμα.

A. Τοποθετήστε την πυξίδα στο θρανίο και αφήστε τη να προσανατολιστεί. Πλησιάστε το ένα άκρο του πηνίου στην πυξίδα, κλείστε τον διακόπτη και μετά ανοίξτε τον. Επαναλάβετε τη διαδικασία πλησιάζοντας στην πυξίδα το άλλο άκρο του πηνίου. Γράψτε τις παρατηρήσεις σας.

.....

B. Πλησιάστε το ένα άκρο του πηνίου σε μερικούς συνδετήρες και κλείστε τον διακόπτη. Το πηνίο έλκει τους συνδετήρες; Ναι Όχι

Γιατί πιστεύετε ότι συμβαίνει αυτό;

.....

Να εισαγάγετε το καρφί στο εσωτερικό από το καλαμάκι. Έχετε κατασκευάσει ένα πηνίο με πυρήνα από σιδηρομαγνητικό υλικό. Πλησιάστε το ένα άκρο του πηνίου στους συνδετήρες και κλείστε τον διακόπτη. Τι παρατηρείτε; Έλκονται με την ίδια δύναμη όπως πριν οι συνδετήρες;

.....

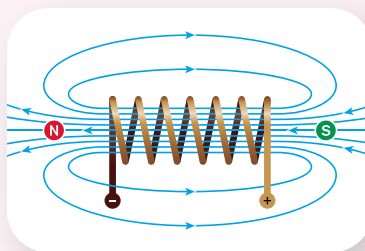
Ανοίξτε στη συνέχεια τον διακόπτη. Τι παρατηρείτε;

.....





- Όταν ένας αγωγός διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, δημιουργεί γύρω του μαγνητικό πεδίο. Το μαγνητικό πεδίο εξαρτάται από τη φορά του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό, καθώς και από το σχήμα του αγωγού. Το μαγνητικό πεδίο γίνεται πιο ισχυρό όταν μεγαλώνει η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό.
- Κάθε πηνίο από το οποίο διέρχεται ηλεκτρικό ρεύμα συμπεριφέρεται σαν μαγνήτης και ονομάζεται **ηλεκτρομαγνήτης**. Αν στο εσωτερικό των σπειρών του πηνίου τοποθετηθεί πυρήνας από σιδηρομαγνητικό υλικό, τότε δημιουργείται ισχυρότερος μαγνήτης.
- Το μαγνητικό φάσμα του πηνίου, όταν διαρρέεται από ρεύμα, είναι ίδιο με αυτό ενός ραβδόμορφου μαγνήτη.
- Η διαφορά ανάμεσα σε έναν ηλεκτρομαγνήτη και έναν μόνιμο μαγνήτη είναι ότι ο ηλεκτρομαγνήτης παρουσιάζει μαγνητικές ιδιότητες μόνο όταν διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, ενώ ο μόνιμος μαγνήτης διατηρεί μόνιμα τις μαγνητικές του ιδιότητες.
- Εφαρμογές ηλεκτρομαγνητών βρίσκουμε στους ηλεκτρομαγνητικούς γερανούς, στα ηλεκτρικά κουδούνια, στους μαγνητικούς τομογράφους, στα μαγνητικά τρένα κ.α.



Φωτόδεντρο –
Μαγνήτης και
ηλεκτρικό
κύκλωμα



Μια τυχαία... όμως σπουδαία ανακάλυψη

Τον Απρίλιο του 1820 ο Δανός καθηγητής Φυσικής στο πανεπιστήμιο της Κοπεγχάγης Hans Christian Oersted (Χανς Κρίστιαν Έρστεντ) παρατήρησε, στη διάρκεια μιας διάλεξης, ότι η βελόνα μιας πυξίδας απέκλινε από τον μαγνητικό βορρά όταν ηλεκτρικό ρεύμα διέρρεε ένα σύρμα. Επρόκειτο για την πρώτη πειραματική απόδειξη της σύνδεσης μεταξύ ηλεκτρικών και μαγνητικών φαινομένων, γεγονός που έμελλε να αλλάξει την ιστορία της επιστήμης και του ανθρώπινου πολιτισμού γενικότερα.



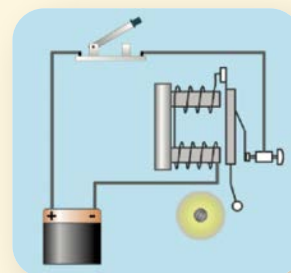
Χανς Κρίστιαν Έρστεντ
(1777-1851)



Το πείραμα
του Oersted

Ηλεκτρικό κουδούνι

Μια εφαρμογή του ηλεκτρομαγνήτη είναι το ηλεκτρικό κουδούνι. Με το κλείσιμο του διακόπτη ο ηλεκτρομαγνήτης έλκει τη γλώσσα, η οποία χτυπάει την καμπάνα του κουδουνιού και ταυτόχρονα ανοίγει το κύκλωμα. Το ρεύμα διακόπτεται, η γλώσσα παύει να έλκεται από τον ηλεκτρομαγνήτη και επανέρχεται στην αρχική θέση. Το κύκλωμα κλείνει ξανά και η διαδικασία επαναλαμβάνεται.

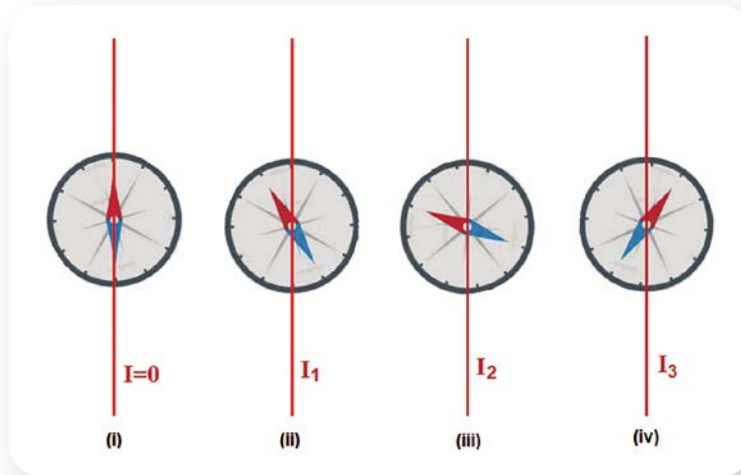


Μαγνητικό τρένο

Το μαγνητικό τρένο χρησιμοποιεί την τεχνολογία της μαγνητικής αιώρησης, δηλαδή αιωρείται ελάχιστα πάνω από τις ράγες του. Στο κάτω μέρος των βαγονιών υπάρχουν προσαρμοσμένοι ηλεκτρομαγνήτες, που είναι ηλεκτρονικά ρυθμιζόμενοι. Αυτοί συνδυάζονται με μαγνήτες οι οποίοι βρίσκονται στις ράγες του τρένου και οι οποίοι το ανυψώνουν μερικά εκατοστά, ενώ ταυτόχρονα συμβάλλουν στην προώθησή του. Λόγω έλλειψης τριβών, το μαγνητικό τρένο αναπτύσσει πολύ μεγάλες ταχύτητες, οι οποίες φτάνουν τα $600 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.



1 Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζονται τέσσερα στιγμιότυπα από το πείραμα του Έρστεντ.



Να σημειώσετε ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές.

- α. Στο στιγμιότυπο (i) η μαγνητική βελόνα είναι προσανατολισμένη στη διεύθυνση βορράς - νότος.
- β. Η τιμή της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος στο στιγμιότυπο (ii) είναι μεγαλύτερη από την τιμή της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος στο στιγμιότυπο (iii).
- γ. Η φορά της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος στο στιγμιότυπο (ii) είναι ίδια με τη φορά της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος στο στιγμιότυπο (iii).
- δ. Η φορά της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος στο στιγμιότυπο (ii) είναι ίδια με τη φορά της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος στο στιγμιότυπο (iv).



Ερώτηση - Δραστηριότητα

2.2β

Ηλεκτρικό ρεύμα και μαγνητική δύναμη (δύναμη Laplace)

Λέξεις-κλειδιά: δύναμη Laplace

!?

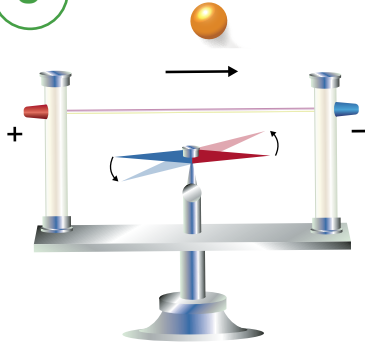
1



2



3



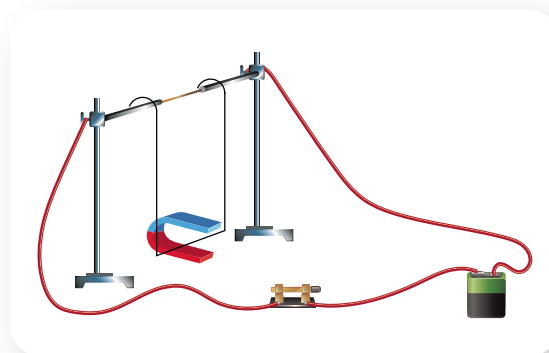
- Γιατί περιστρέφεται ένας ανεμιστήρας; Πώς κινείται ένα τρόλεϊ; (εικόνες 1 και 2)
- Ένας αγωγός που διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα δημιουργεί γύρω του μαγνητικό πεδίο το οποίο μπορεί να ασκήσει δύναμη σε μια μαγνητική βελόνα (εικόνα 3). Ένας μαγνήτης μπορεί να ασκήσει δύναμη σε έναν αγωγό που διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα;



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: Μαγνητική δύναμη

Υλικά

- μπαταρίες 9 V και 4,5 V
- πεταλοειδής μαγνήτης
- διακόπτης
- καλώδια
- δύο βάσεις στήριξης
- δύο ράβδοι 0,40 m
- δύο σύνδεσμοι απλοί
- ένα χοντρό χάλκινο σύρμα 30 cm περίπου
- ένα καλαμάκι στο οποίο έχει τυλιχτεί αλουμινόχαρτο εκτός από ένα τμήμα του στο μέσο



ΠΕ

ΜΑΘ

Δώστε στο χάλκινο σύρμα σχήμα Π και δημιουργήστε στα άκρα του γάντζους, ώστε να μπορεί να κρέμεται από το καλαμάκι έχοντας πάντα επαφή με το αλουμινόχαρτο. Χρησιμοποιήστε την μπαταρία των 9 V και συναρμολογήστε το κύκλωμα του σχήματος της προηγούμενης σελίδας συνδέοντας τα καλώδια στις άκρες από το καλαμάκι που έχουν αλουμινόχαρτο. Κλείστε τον διακόπτη και γράψτε τις παρατηρήσεις σας.

.....

.....

.....

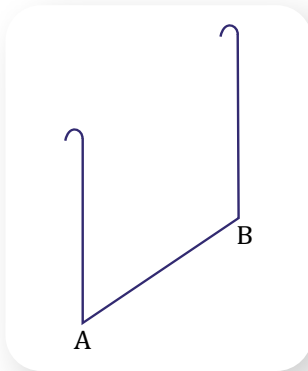
Επαναλάβετε το πείραμα με ανεστραμμένους τους πόλους του μαγνήτη. Τι παρατηρείτε όταν κλείνετε τον διακόπτη;

.....

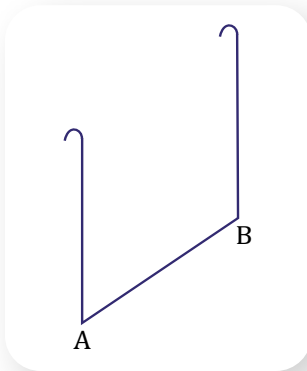
Αντιστρέψτε τη φορά του ρεύματος, αντιστρέφοντας τη σύνδεση των καλωδίων με τους πόλους της μπαταρίας. Τι παρατηρείτε όταν κλείνετε τον διακόπτη;

.....

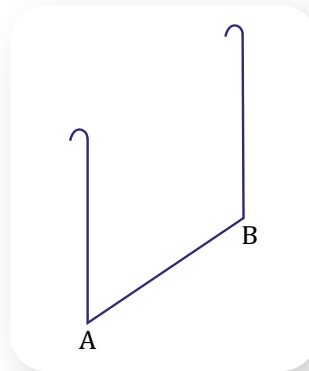
α.



β.



γ.



Σχεδιάστε στις τρεις παραπάνω περιπτώσεις το ρεύμα, τις μαγνητικές γραμμές του πεδίου του μαγνήτη και τη δύναμη που ασκείται στο τμήμα AB του αγωγού.

Αποσυνδέστε από το κύκλωμα την μπαταρία των 9 V, συνδέστε την μπαταρία των 4,5 V και κλείστε τον διακόπτη.

Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό μεγαλώνει ή μικραίνει και γιατί;

.....

Τι παρατηρείτε για το μέτρο της δύναμης που ασκείται στον αγωγό;

.....

Μπορείτε με βάση τα παραπάνω να δώσετε μια ερμηνεία για την κίνηση ενός ηλεκτρικού κινητήρα; Διατυπώστε τις απόψεις σας.

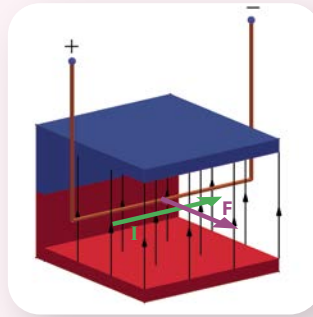
.....

.....

.....



■ Όταν ένας αγωγός που διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα βρεθεί μέσα σε μαγνητικό πεδίο, δέχεται δύναμη, που ονομάζεται **δύναμη Laplace**. Το μέτρο της δύναμης μεγαλώνει όταν αυξάνεται η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος, καθώς και όταν το μαγνητικό πεδίο γίνεται πιο ισχυρό. Η κατεύθυνση της δύναμης προσδιορίζεται από τη φορά του ρεύματος στον αγωγό και από την κατεύθυνση των μαγνητικών γραμμών.



Δύναμη Laplace 3D



Εμπειρικός κανόνας του δεξιού χεριού για την εύρεση της φοράς της δύναμης Laplace

■ Πολλές συσκευές που χρησιμοποιούμε στην καθημερινή ζωή, όπως ο ανεμιστήρας, το πλυντήριο, τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα κ.ά., έχουν στο εσωτερικό τους ηλεκτρικούς κινητήρες και βασίζονται στη λειτουργία τους στη δύναμη που δέχεται ένας ρευματοφόρος αγωγός από μαγνητικό πεδίο.



Δύναμη μαγνητικού πεδίου σε φορτισμένα σωματίδια

Η δύναμη που δέχεται ένας ρευματοφόρος αγωγός από μαγνητικό πεδίο είναι το συνολικό αποτέλεσμα των δυνάμεων που ασκεί το μαγνητικό πεδίο σε κάθε φορτισμένο σωματίδιο που κινείται μέσα σ' αυτόν. Η δύναμη που ασκείται σε ένα κινούμενο φορτισμένο σωματίδιο από ένα μαγνητικό πεδίο ονομάζεται δύναμη Lorentz. Στους επιταχυντές σωματιδίων που υπάρχουν σε ερευνητικά κέντρα, τα φορτισμένα σωματίδια διατηρούνται σε κυκλικές τροχιές, μέχρι να αποκτήσουν πολύ μεγάλες ταχύτητες με τη βοήθεια μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν ισχυροί ηλεκτρομαγνήτες.



Επιταχυντής σωματιδίων

Το σέλας

Το σέλας είναι ένα φαινόμενο που είναι ορατό κοντά στους πόλους της Γης και γι' αυτό ονομάζεται επίσης πολικό σέλας. Φορτισμένα σωματίδια υψηλής ενέργειας που φτάνουν από τον Ήλιο στην ατμόσφαιρα της Γης κινούμενα ισοδυναμούν με ηλεκτρικό ρεύμα και έτσι δέχονται δυνάμεις από το μαγνητικό πεδίο της Γης. Τα περισσότερα από τα σωματίδια λόγω των μαγνητικών δυνάμεων εγκλωβίζονται και κινούνται μεταξύ των πόλων της Γης. Στους πόλους όμως μεγάλο πλήθος αυτών των σωματιδίων εισέρχονται βαθύτερα στην ανώτερη γήινη ατμόσφαιρα και συγκρούονται με τα άτομα της ατμόσφαιρας. Με τη σύγκρουση τα άτομα της ατμόσφαιρας διεγείρονται, με αποτέλεσμα την παραγωγή φωτεινής ακτινοβολίας με τη μορφή εντυπωσιακών χρωματισμών.





- 1** Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις ως σωστή (Σ) ή ως λανθασμένη (Λ).
- α. Δύναμη Laplace ονομάζεται η δύναμη που ασκεί ένα ηλεκτρικό πεδίο σε ρευματοφόρο αγωγό.
 - β. Η φορά της δύναμης Laplace αλλάζει αν αλλάξει η φορά του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό.
 - γ. Αν αντιστρέψουμε τη φορά του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό και τη φορά των μαγνητικών γραμμών, η φορά της δύναμης Laplace που δέχεται ο αγωγός δεν αλλάζει.
 - δ. Αν αλλάξουμε τη φορά των μαγνητικών γραμμών, δε θα παρατηρηθεί καμιά αλλαγή στη δύναμη Laplace.
 - ε. Όλοι οι κινητήρες βασίζονται τη λειτουργία τους στη δύναμη Laplace.

- 2** Να παρατηρήσετε τις παρακάτω εικόνες και να βρείτε ποιες από αυτές τις μηχανές ή τις συσκευές λειτουργούν με ηλεκτρικούς κινητήρες.



Λέξεις-κλειδιά: ηλεκτροκινητήρας



1



3



2



- Πώς λειτουργεί ένας ηλεκτρικός κινητήρας και ποια είναι τα βασικά του τμήματα; (εικόνες 1 και 2)
- Ποιες μετατροπές ενέργειας συμβαίνουν όταν λειτουργεί ο ανεμιστήρας; (εικόνα 3)



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1: Δομή ηλεκτροκινητήρα

Υλικά

ηλεκτρικός κινητήρας

μπαταρία 9 V (ή τροφοδοτικό)

καλώδια

Χρησιμοποιήστε τον ηλεκτρικό κινητήρα που διαθέτει το εργαστήριο φυσικών επιστημών. Με τη βοήθεια των καλωδίων συνδέστε τον στην μπαταρία (ή στο τροφοδοτικό). Τι παρατηρείτε;

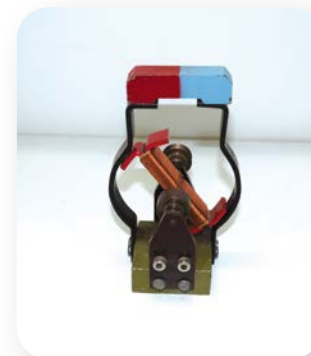
.....

Απομακρύνετε τον μαγνήτη του κινητήρα. Τι παρατηρείτε;

.....

Γράψτε τις απόψεις σας για τον τρόπο λειτουργίας ενός ηλεκτρικού κινητήρα.

.....



ΠΕ

ΜΑΘ

.....
Αναγνωρίστε και γράψτε τα διάφορα τμήματα του ηλεκτρικού κινητήρα.
.....

Σχεδιάστε πρόχειρα τη δομή ενός ηλεκτρικού κινητήρα.

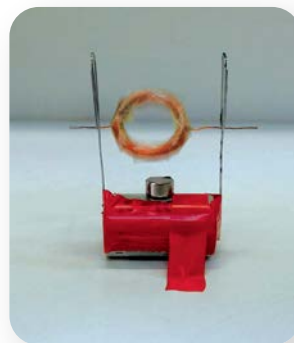


ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2: Κατασκευή απλού ηλεκτροκινητήρα

Οι περισσότεροι κινητήρες που κατασκευάζονται στο εμπόριο έχουν πολύπλοκα εξαρτήματα και προδιαγραφές για τη βελτιστοποίηση της απόδοσής τους. Ωστόσο, στο πιο βασικό επίπεδο, σχεδόν ο καθένας μπορεί να κατασκευάσει έναν ηλεκτροκινητήρα χρησιμοποιώντας μερικά απλά υλικά.

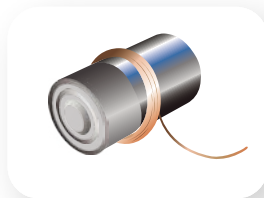
Υλικά

- μπαταρία 1,5 V τύπου D
- ισχυρός μαγνήτης (π.χ. νεοδυμίου)
- μονωμένο χάλκινο καλώδιο περίπου 2 m (για περιέλιξη μοτέρ)
- δύο συνδετήρες
- κολλητική ταινία
- ψαλίδι

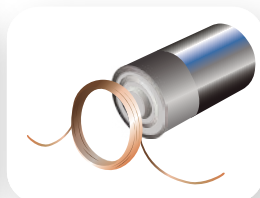


Ηλεκτρικός κινητήρας

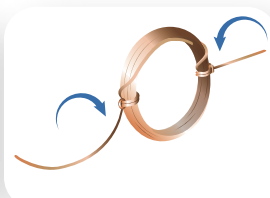
Ακολουθήστε τις οδηγίες που φαίνονται στα παρακάτω σχήματα, ώστε να κατασκευάσετε τον απλό κινητήρα σας.



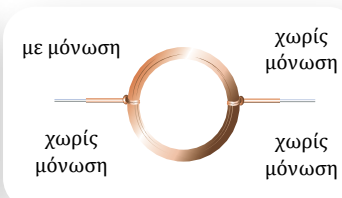
Τυλίξτε το καλώδιο γύρω από την μπαταρία περίπου 15 φορές.



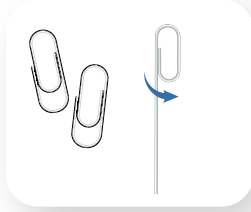
Απομακρύνετε το πηνίο από την μπαταρία.



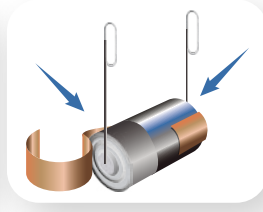
Τυλίξτε τα άκρα του πηνίου αντιδιαμετρικά στο πηνίο.



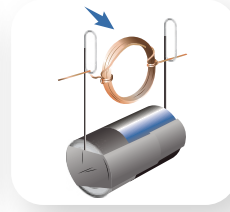
Εύστε με το ψαλίδι το ένα άκρο του καλωδίου έτσι ώστε να φύγει εντελώς η μόνωση και το άλλο άκρο έτσι ώστε να φύγει η μόνωση μόνο από τη μία πλευρά.



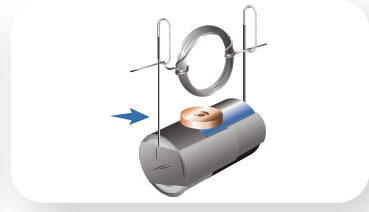
Ξεδιπλώστε το ένα άκρο του κάθε συνδετήρα, ώστε να είναι ίσο.



Στερεώστε τους συνδετήρες στην μπαταρία με την κολλητική ταινία.



Περάστε τα άκρα του πηνίου στους δύο συνδετήρες.



Τοποθετήστε τον μαγνήτη.

Αν αφήσετε τον κινητήρα που κατασκευάσατε να λειτουργήσει λίγα λεπτά, θα διαπιστώσετε ότι αυτός σταματά να περιστρέφεται, ενώ το χάλκινο καλώδιο έχει ζεσταθεί. Γιατί πιστεύετε ότι συμβαίνουν αυτά; Γράψτε την άποψή σας.

.....

Ποιες μετατροπές ενέργειας συμβαίνουν στην μπαταρία;

.....

Ποιες μετατροπές ενέργειας συμβαίνουν στον κινητήρα;

.....



- Ο ηλεκτρικός κινητήρας (ή ηλεκτροκινητήρας) είναι μια διάταξη που προκαλεί κίνηση όταν διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα. Σε έναν απλό ηλεκτροκινητήρα, το ηλεκτρικό ρεύμα διαρρέει μια συρμάτινη περιέλιξη (πηνίο), η οποία βρίσκεται μέσα σε ένα μαγνητικό πεδίο που δημιουργείται από μόνιμους μαγνήτες ή ηλεκτρομαγνήτες. Το πηνίο είναι προσαρμοσμένο σε έναν άξονα περιστροφής. Όμως, κάθε ρευματοφόρος αγωγός που βρίσκεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο δέχεται δύναμη Laplace. Οι δυνάμεις που ασκούνται στο πηνίο έχουν ως αποτέλεσμα την περιστροφή του.
- Από ενεργειακής άποψης, ο ηλεκτρικός κινητήρας είναι μια διάταξη που μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια σε μηχανική. Όμως, πέρα από τη μηχανική ενέργεια, ένα μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας μετατρέπεται σε θερμική λόγω φαινομένου Joule στην αντίσταση των αγωγών του κινητήρα και λόγω των τριβών που ασκούνται στα κινούμενα μέρη του.



Φωτόδεντρο -
 Αρχή
 λειτουργίας
 κινητήρα
 συνεχούς
 ηλεκτρικού
 ρεύματος



Το ηλεκτρικό αυτοκίνητο απέναντι στην κλιματική αλλαγή

Ηλεκτρικό αυτοκίνητο είναι ένα αυτοκίνητο που κινείται από έναν ή περισσότερους ηλεκτρικούς κινητήρες, χρησιμοποιώντας μόνο την ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στις μπαταρίες του. Η φόρτιση της μπαταρίας ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου μπορεί να γίνει σε διάφορους σταθμούς φόρτισης. Αυτοί οι σταθμοί φόρτισης μπορούν να εγκατασταθούν τόσο σε κοινόχρηστους χώρους όσο και σε σπίτια. Σε σύγκριση με τα οχήματα με κινητήρα εσωτερικής καύσης που χρησιμοποιούν βενζίνη, πετρέλαιο ή υγραέριο, τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα είναι πιο αθόρυβα και δεν εκπέμπουν καυσαέρια, που μολύνουν την ατμόσφαιρα και συμβάλλουν στην κλιματική αλλαγή. Η χρήση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων αυξάνει τις ανάγκες για μπαταρίες που περιέχουν βαρέα μέταλλα, με κίνδυνο να αυξηθούν πιθανές αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις.



- * **1** Ο ηλεκτρικός κινητήρας ισχύος 0,6 W ενός μικρού ανεμιστήρα, για να λειτουργήσει κανονικά, πρέπει να συνδεθεί με πηγή 3 V.



Ερώτηση –
Δραστηριότητα



Ερώτηση –
Δραστηριότητα

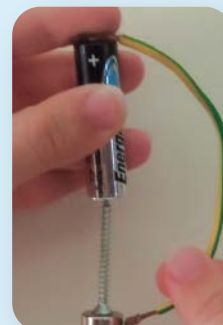
- α) Να υπολογίσετε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον κινητήρα, όταν αυτός λειτουργεί κανονικά.
- β) Όταν ο κινητήρας λειτουργεί για ένα λεπτό, αποδίδει κινητική ενέργεια 32 J. Να υπολογίσετε τη θερμότητα που μεταφέρεται από τον κινητήρα στο περιβάλλον στον ίδιο χρόνο.

Εργασία (ιδιοκατασκευή)

Να κατασκευάσετε έναν ηλεκτρικό κινητήρα με απλά υλικά:

- ατσάλινη βίδα
- μπαταρία (τύπου AA)
- μαγνήτης νεοδυμίου μικρών διαστάσεων σε σχήμα δίσκου
- καλώδιο (περίπου 15 cm), από τις άκρες του οποίου έχει αφαιρεθεί η μόνωση

Τοποθετήστε τον μαγνήτη στο κεφάλι της βίδας. Κρατήστε την μπαταρία με το ένα χέρι και φέρτε σε επαφή τη μύτη της βίδας με κάποιον από τους πόλους της (είτε τον θετικό είτε τον αρνητικό). Συνδέστε με το καλώδιο τον ελεύθερο πόλο της μπαταρίας με τον μαγνήτη, όπως φαίνεται στο σχήμα.



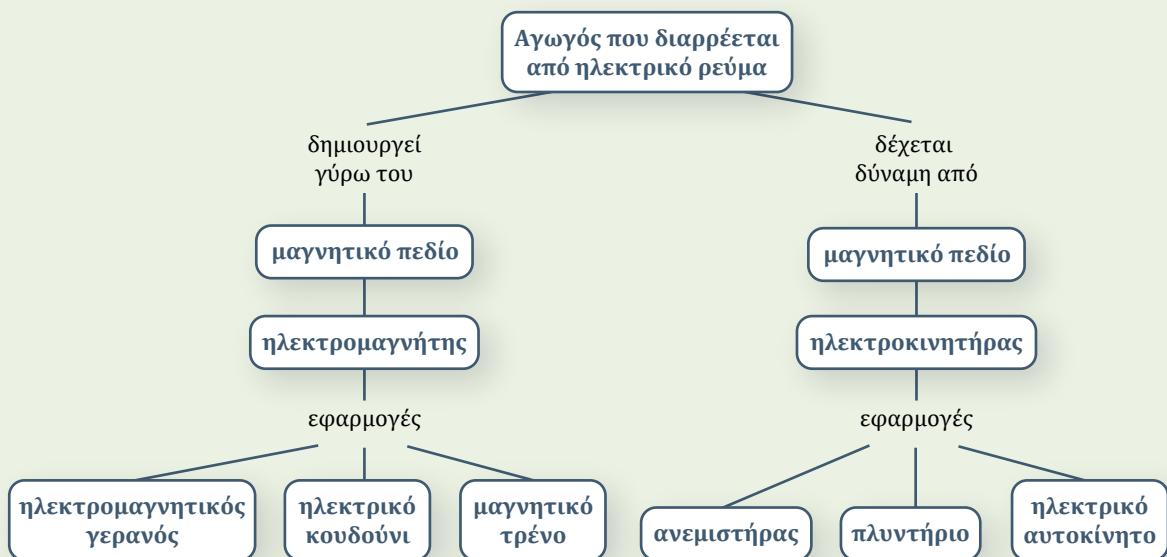
Ένας απλός
ηλεκτρικός
κινητήρας

Σύνοψη ενότητας

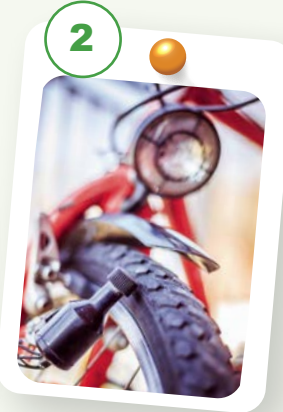
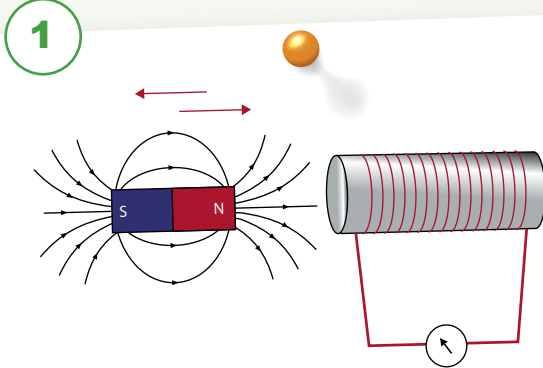
Όταν ένας αγωγός διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, δημιουργεί γύρω του μαγνητικό πεδίο.

Κάθε πηνίο από το οποίο διέρχεται ηλεκτρικό ρεύμα συμπεριφέρεται σαν μαγνήτης και ονομάζεται ηλεκτρομαγνήτης. Εφαρμογές ηλεκτρομαγνητών βρίσκουμε στους ηλεκτρομαγνητικούς γερανούς, στα ηλεκτρικά κουδούνια, στα μαγνητικά τρένα κ.α.

Όταν ένας αγωγός που διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα βρεθεί μέσα σε ένα μαγνητικό πεδίο, δέχεται δύναμη, που ονομάζεται δύναμη Laplace. Πολλές συσκευές που χρησιμοποιούμε στην καθημερινή ζωή, όπως ο ανεμιστήρας, το πλυντήριο, τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα κ.ά., διαθέτουν ηλεκτρικούς κινητήρες και βασίζουν τη λειτουργία τους στη δύναμη που δέχεται ένας ρευματοφόρος αγωγός από μαγνητικό πεδίο.



Λέξεις-κλειδιά: επαγωγή, επαγωγική τάση, μαγνητικές γραμμές



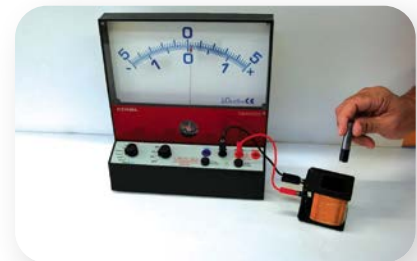
- Η κίνηση του μαγνήτη στην εικόνα 1 προκαλεί την εμφάνιση ηλεκτρικού ρεύματος στο κύκλωμα του πηνίου. Μεταβάλλεται το πλήθος των μαγνητικών γραμμών που διέρχονται από το πηνίο;
- Θα είχαμε ηλεκτρικό ρεύμα αν ο μαγνήτης ήταν ακίνητος;
- Γιατί ανάβει το λαμπάκι στο ποδήλατο, αφού δεν υπάρχει μπαταρία; (εικόνα 2)



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1: Ηλεκτρομαγνητική επαγωγή

Υλικά

πηνίο
γαλβανόμετρο (ή πολύμετρο)
ραβδόμορφος μαγνήτης
καλώδια



Συνδέστε το πηνίο με το γαλβανόμετρο, όπως φαίνεται στην εικόνα. Πλησιάστε τον μαγνήτη προς το πηνίο και σημειώστε τις παρατηρήσεις σας για την ένδειξη του γαλβανόμετρου.

.....
Ακινητοποιήστε τον μαγνήτη μέσα στο πηνίο. Τι παρατηρείτε;

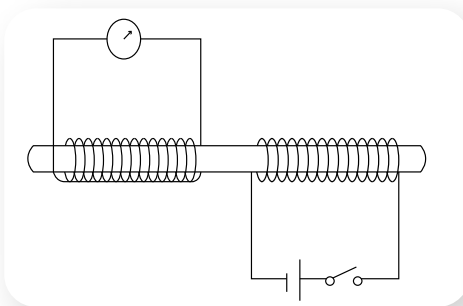
.....
Απομακρύνετε τον μαγνήτη από το πηνίο. Τι παρατηρείτε;

.....
Λαμβάνοντας υπόψη τις παραπάνω παρατηρήσεις, γράψτε πότε μπορεί να εμφανιστεί ρεύμα στο κύκλωμα του πηνίου. (Το ρεύμα αυτό ονομάζεται επαγωγικό ρεύμα.)

.....
.....

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2: Ηλεκτρομαγνητική επαγωγή από μεταβολή ηλεκτρικού ρεύματος**Υλικά**

δύο πηνία
 πυρήνας σιδήρου
 γαλβανόμετρο
 (ή πολύμετρο)
 μπαταρία 4,5 V ή 9 V
 καλώδια
 διακόπτης



Τοποθετήστε το ένα πηνίο δίπλα στο άλλο και περάστε από μέσα τους τον πυρήνα σιδήρου. Συνδέστε το πρώτο πηνίο με το γαλβανόμετρο.

Συνδέστε το δεύτερο πηνίο με την μπαταρία μέσω του διακόπτη. Κλείστε τον διακόπτη και καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας σχετικά με την ένδειξη του γαλβανόμετρου που συνδέεται με το πρώτο πηνίο.

.....

.....

.....

Ανοίξτε τον διακόπτη, ώστε να διακοπεί το ρεύμα που διαρρέει το δεύτερο πηνίο. Σημειώστε τις παρατηρήσεις σας σχετικά με την ένδειξη του γαλβανόμετρου που συνδέεται με το πρώτο πηνίο.

.....

.....

.....

Λαμβάνοντας υπόψη τις παραπάνω παρατηρήσεις, γράψτε τα συμπεράσματά σας για το πότε μπορεί να δημιουργηθεί επαγωγικό ρεύμα στο πρώτο πηνίο.

.....

.....

.....

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3 (ΕΙΚΟΝΙΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ): Ηλεκτρομαγνητική επαγωγή και μαγνητικές γραμμές

Ανοίξτε την προσομοίωση «Νόμος του Faraday» (του PhET Interactive Simulations) και επιλέξτε «Δυναμικές γραμμές» και ένα πηνίο.

Η ύπαρξη του ηλεκτρικού ρεύματος και το μέτρο της έντασής του διαπιστώνονται από το πόσο έντονος είναι ο φωτισμός της λάμπας.

A. Τοποθετήστε τον μαγνήτη σε διάφορες θέσεις και ακινητοποιήστε τον. Περνούν μαγνητικές γραμμές από τις σπείρες του πηνίου όταν ο μαγνήτης είναι ακίνητος;

Ναι Όχι



PhET -
 Νόμος του
 Faraday

Διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα ο λαμπτήρας όταν ο μαγνήτης είναι ακίνητος;

Ναι Όχι

Β. Μετακινήστε τον μαγνήτη, ώστε σταδιακά να εισέλθει στο πηνίο. Τη μία φορά με αργό ρυθμό και τη δεύτερη με γρήγορο ρυθμό.

Δημιουργείται επαγωγικό ρεύμα;

Ναι Όχι

Σε ποια περίπτωση το ρεύμα έχει μεγαλύτερη τιμή;

.....

Η μεταβολή του αριθμού των μαγνητικών γραμμών που διέρχονται από το πηνίο για τις δύο περιπτώσεις είναι ίδια ή διαφορετική;

.....

Γ. Χρησιμοποιήστε δύο πηνία που έχουν διαφορετικό αριθμό σπειρών. Μετακινήστε τον μαγνήτη, ώστε να εισέρχεται σταδιακά στα δύο πηνία με την ίδια ταχύτητα. Πότε το επαγωγικό ρεύμα έχει μεγαλύτερη ένταση;

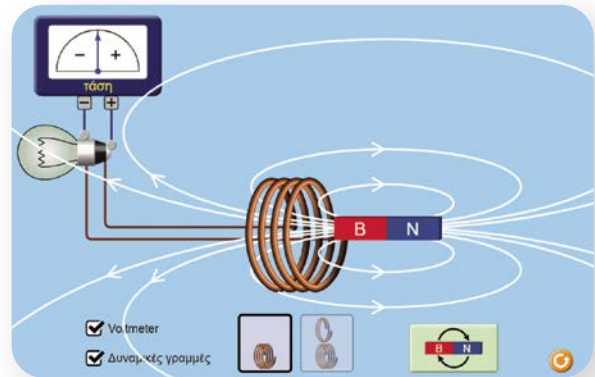
.....

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω πειραματικά δεδομένα, χαρακτηρίστε καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις ως σωστή (Σ) ή ως λανθασμένη (Λ).

- α) Το επαγωγικό ρεύμα οφείλεται στις μαγνητικές γραμμές που διέρχονται από ένα κύκλωμα.
- β) Το αίτιο δημιουργίας επαγωγικού ρεύματος είναι η μεταβολή του αριθμού των μαγνητικών γραμμών που διέρχονται από ένα κύκλωμα.
- γ) Ίσες μεταβολές του αριθμού των μαγνητικών γραμμών που διέρχονται από ένα κύκλωμα προκαλούν πάντα επαγωγικά ρεύματα ίδιας έντασης.
- δ) Η τιμή της έντασης των επαγωγικών ρευμάτων σε ένα κύκλωμα εξαρτάται από το πόσο γρήγορα μεταβάλλεται ο αριθμός των μαγνητικών γραμμών που περνούν μέσα απ' αυτό.

Καταγράψτε τα συμπεράσματά σας για την εμφάνιση επαγωγικών ρευμάτων.

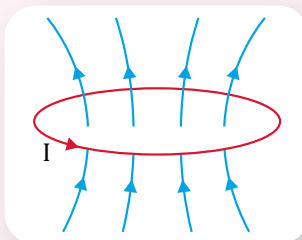
.....



PhET Interactive Simulations,
 University of Colorado Boulder
<https://phet.colorado.edu>



- Όταν **μεταβάλλεται** ο αριθμός των μαγνητικών γραμμών που περνούν από ένα ηλεκτρικό κύκλωμα, όπως για παράδειγμα όταν ένας μαγνήτης πλησιάζει ή απομακρύνεται από ένα πηνίο, εμφανίζεται στο κύκλωμα τάση, η οποία ονομάζεται **επαγωγική τάση**. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται **ηλεκτρομαγνητική επαγωγή**. Αν το κύκλωμα είναι κλειστό, διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, το οποίο λέγεται **επαγωγικό ρεύμα**.
- Η τιμή της επαγωγικής τάσης και η τιμή του αντίστοιχου επαγωγικού ρεύματος εξαρτώνται από το **πόσο γρήγορα** μεταβάλλεται ο αριθμός των μαγνητικών γραμμών που διέρχονται από το κύκλωμα. Όσο πιο γρήγορα αλλάζει το πλήθος των μαγνητικών γραμμών, τόσο μεγαλύτερες τιμές έχουν η επαγωγική τάση και το αντίστοιχο ρεύμα.
- Επαγωγικό ρεύμα δημιουργείται επίσης σε ένα πηνίο όταν **μεταβάλλεται η ένταση του ρεύματος** σε ένα δεύτερο γειτονικό του πηνίο. Αυτό συμβαίνει γιατί, καθώς μεταβάλλεται η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το δεύτερο πηνίο, μεταβάλλεται και η ένταση του μαγνητικού του πεδίου. Αποτέλεσμα αυτού είναι η μεταβολή του αριθμού των μαγνητικών γραμμών που διέρχονται από το πρώτο πηνίο, με συνέπεια τη δημιουργία επαγωγικής τάσης και επομένως επαγωγικού ρεύματος σ' αυτό.



Ηλεκτρομαγνητική
επαγωγή –
Κίνηση μαγνήτη



Το πείραμα του Φαραντέι για
την ηλεκτρομαγνητική επαγωγή



Ηλεκτρομαγνητική
επαγωγή –
Η μεταβολή του
ηλεκτρικού
ρεύματος

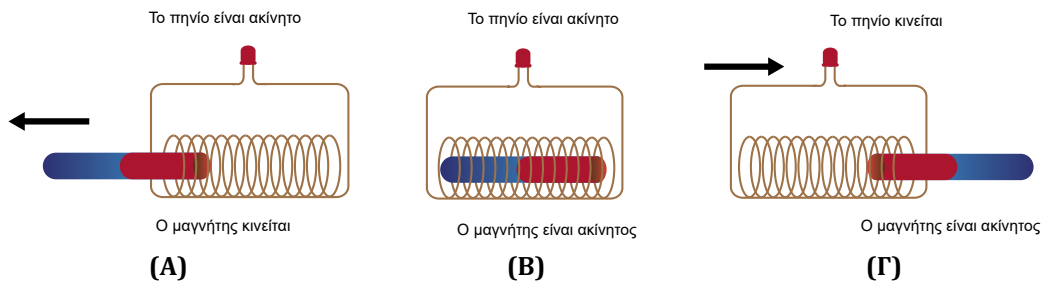


Ηλεκτρομαγνητική επαγωγή

Η ανακάλυψη του φαινομένου της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής καθώς και των αρχών που το διέπουν έγινε από τον Άγγλο φυσικό Μάικλ Φαραντέι (Michael Faraday, 1791-1867). Σε μια σειρά διαλέξεων στη Βασιλική Εταιρεία στο Λονδίνο της Αγγλίας το 1831, ο Φαραντέι περιέγραψε τα αποτελέσματα των πειραμάτων του, που αποδείκνυαν τη δημιουργία ενός ηλεκτρικού ρεύματος από μαγνήτες. Χρησιμοποίησε μια βολταϊκή στήλη (η πρώτη ηλεκτρική μπαταρία), ώστε ένα μικρό πηνίο να διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα. Όταν το μικρό πηνίο μετακινούνταν μέσα ή έξω από ένα μεγαλύτερο πηνίο, το μαγνητικό του πεδίο δημιουργούσε στιγμιαία στο μεγαλύτερο πηνίο ηλεκτρικό ρεύμα που ανιχνευόταν από ένα γαλβανόμετρο. Ο Φαραντέι ήταν ένας εξαιρετικός πειραματιστής, όμως οι μαθηματικές του ικανότητες ήταν περιορισμένες. Ο Σκοτσέζος μαθηματικός και φυσικός James Clerk Maxwell (Τζέιμς Κλερκ Μάξγουελ, 1831-1879) περιέγραψε το φαινόμενο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής ως μια μαθηματική εξίσωση που έγινε γνωστή ως νόμος του Φαραντέι.

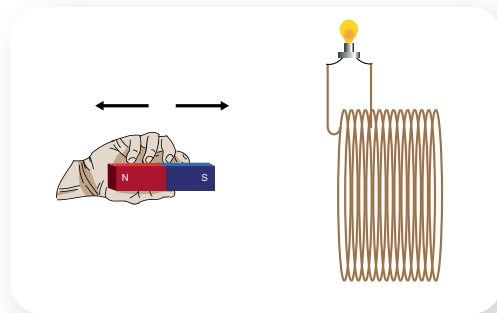


- 1 Παρακάτω παριστάνονται τρεις καταστάσεις (Α), (Β) και (Γ) με κινούμενο ή ακίνητο μαγνήτη και πηνίο.

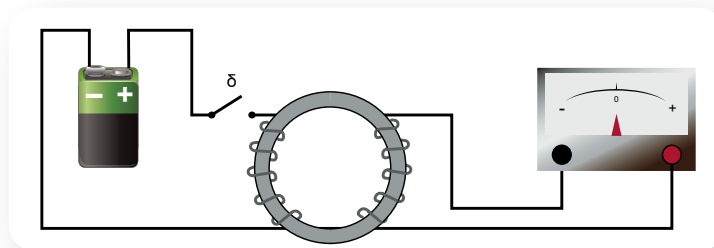


Σε ποια ή ποιες καταστάσεις το λαμπάκι LED ανάβει και γιατί;

- 2 Μετακινώντας έναν μαγνήτη κοντά σε πηνίο το οποίο συνδέεται σε λαμπτήρα, ο λαμπτήρας φωτοβολεί. Σκεφτείτε τρόπους με τους οποίους ο λαμπτήρας θα μπορούσε να φωτοβολεί εντονότερα.



- 3 Δύο καλώδια έχουν τυλιχτεί σε έναν σιδερένιο δακτύλιο, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Το ένα έχει συνδεθεί μέσω διακόπτη δ σε μια μπαταρία, ενώ το άλλο έχει συνδεθεί σε ένα γαλβανόμετρο.



Ο δείκτης του γαλβανόμετρου αποκλίνει από την ένδειξη μηδέν:

- α. όταν ο διακόπτης δ είναι ανοικτός.
- β. τη στιγμή που κλείνει ο διακόπτης δ.
- γ. όταν ο διακόπτης δ είναι κλειστός και το καλώδιο που συνδέεται στην μπαταρία διαρρέεται από ρεύμα σταθερής έντασης.
- δ. τη στιγμή που ανοίγει ο διακόπτης δ.



Ερώτηση – Δραστηριότητα

2.3β

Ενεργειακή μελέτη του φαινομένου της επαγωγής

Λέξεις-κλειδιά: μετατροπή (μεταμόρφωση) της ενέργειας, διατήρηση της ενέργειας



1



3



2



- Από πού προέρχεται η ηλεκτρική ενέργεια στο πηνίο της εικόνας 1; Ασκεί δύναμη το πηνίο στον μαγνήτη;
- Τι κοινό έχουν οι εικόνες 2 και 3; Σε ποιο φαινόμενο στηρίζεται η λειτουργία των εγκαταστάσεων που εμφανίζονται σε αυτές;

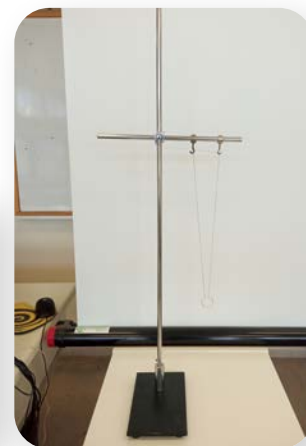
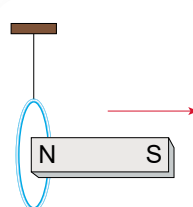


ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: Διατήρηση ενέργειας στο φαινόμενο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής

Υλικά

| | |
|-----------------|---|
| βάση στήριξης | δύο ράβδοι μήκους 0,40 cm η καθεμία |
| σύνδεσμος απλός | χάλκινο σύρμα περιέλιξης μήκους 0,20 cm |
| νήμα | αιωρούμενο πηνίο |
| γαλβανόμετρο | ραβδόμορφος μαγνήτης |
| καλώδια | |

A. Συνδέστε τα άκρα του χάλκινου σύρματος και φτιάξτε ένα κυκλικό πλαίσιο που αποτελείται από δύο δακτυλίους. Συναρμολογήστε έναν ορθοστάτη και κρεμάστε με τη βοήθεια του νήματος το κυκλικό πλαίσιο. Κρατήστε τον μαγνήτη κοντά στο κυκλικό πλαίσιο και στη συνέχεια απομακρύνετε τον απότομα, όπως στο σχήμα.

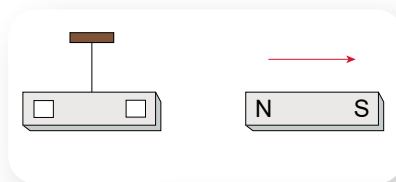


ΠΕ

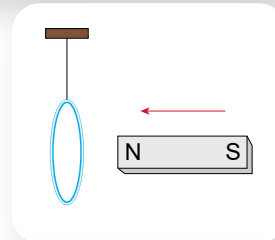
ΜΑΘ

Προς ποια κατεύθυνση κινείται το κυκλικό πλαίσιο;

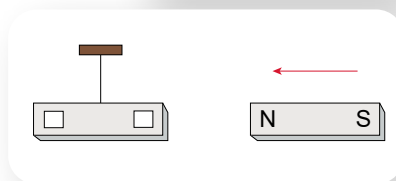
.....
 Το κυκλικό πλαίσιο διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα και γίνεται ηλεκτρομαγνήτης. Σημειώστε στο διπλανό σχήμα τους πόλους στον «ισοδύναμο» μαγνήτη (κυκλικό πλαίσιο), καθώς και τη δύναμη που ασκεί το κυκλικό πλαίσιο στον ραβδόμορφο μαγνήτη.



Κρατήστε τον μαγνήτη μακριά από το κυκλικό πλαίσιο και πλησιάστε τον σε αυτό απότομα, όπως στο σχήμα. Προς ποια κατεύθυνση κινείται το κυκλικό πλαίσιο;



.....
 Το κυκλικό πλαίσιο διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα και γίνεται ηλεκτρομαγνήτης. Σημειώστε στο διπλανό σχήμα τους πόλους στον «ισοδύναμο» μαγνήτη (κυκλικό πλαίσιο), καθώς και τη δύναμη που ασκεί το κυκλικό πλαίσιο στον ραβδόμορφο μαγνήτη.



B. Συναρμολογήστε έναν ορθοστάτη και κρεμάστε με τη βοήθεια του συνδέσμου το αιωρούμενο πηνίο. Συνδέστε με τη βοήθεια δύο καλωδίων τα άκρα του αιωρούμενου πηνίου με το γαλβανόμετρο. Πλησιάστε και απομακρύνετε τον μαγνήτη από το πηνίο. Παρατηρήστε την κίνηση του δείκτη του γαλβανόμετρου. Σχετίζεται η απόκλισή του με τη φορά της κίνησης του ραβδόμορφου μαγνήτη;



.....
 Η δύναμη που ασκείται στον ραβδόμορφο μαγνήτη από το πηνίο είναι αντίθετη ή ομόροπη με τη φορά της κίνησης του μαγνήτη;

.....
 Πώς σχετίζεται το έργο της δύναμης που ασκούμε για την κίνηση του μαγνήτη με την ηλεκτρική ενέργεια που εμφανίζεται στο πηνίο;

.....
 Γ. Απομακρύνετε τον μαγνήτη. Εκτρέψτε το πηνίο από τη θέση ισορροπίας του και αφήστε το να αιωρείται.

Αποκλίνει ο δείκτης του γαλβανόμετρου; Ναι Όχι

Το πηνίο μετά από αρκετές αιωρήσεις σταματά. Ποιες μετατροπές ενέργειας συμβαίνουν;

.....
 Επαναλάβετε τη διαδικασία, κρατώντας αυτή τη φορά τον ραβδόμορφο μαγνήτη σε σταθερή οριζόντια θέση κοντά στο πηνίο και κάθετα στο επίπεδο των σπειρών του, όταν αυτό είναι κατακόρυφο.

Αποκλίνει ο δείκτης του γαλβανόμετρου; Ναι Όχι

Το πηνίο μετά από μερικές αιωρήσεις σταματά. Ο αριθμός των αιωρήσεων είναι μικρότερος ή μεγαλύτερος σ' αυτή την περίπτωση σε σχέση με την προηγούμενη; Εξηγήστε ενεργειακά το φαινόμενο.



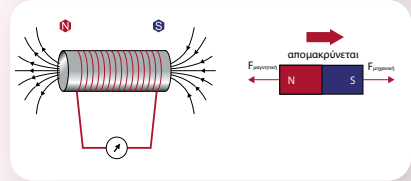
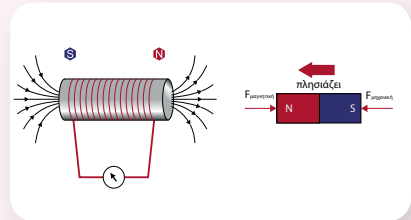
Διατήρηση της ενέργειας στο φαινόμενο της επαγωγής



- Όταν μεταβάλλεται ο αριθμός των μαγνητικών γραμμών που περνούν από ένα ηλεκτρικό κύκλωμα, τότε δημιουργείται σ' αυτό ρεύμα λόγω επαγωγής. Στην περίπτωση που ένας μαγνήτης πλησιάζει ένα πηνίο, το επαγωγικό ρεύμα έχει τέτοια φορά, ώστε το μαγνητικό πεδίο που δημιουργείται στο πηνίο να απωθεί τον μαγνήτη. Αντίθετα, όταν ο μαγνήτης απομακρύνεται, η φορά του επαγωγικού ρεύματος στο πηνίο είναι τέτοια, ώστε να έλκεται ο μαγνήτης από το πηνίο. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να ασκούμε δύναμη προς την κατεύθυνση της κίνησης για τη μετακίνηση του μαγνήτη. Το έργο της δύναμης που ασκούμε ισούται με την ηλεκτρική ενέργεια που εμφανίζεται στο πηνίο.

$$W_{\text{μηχανικό}} = E_{\text{ηλεκτρική}}$$

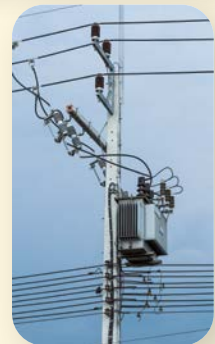
- Γενικά τα επαγωγικά ρεύματα έχουν τέτοια φορά, ώστε να αντιστέκονται στο αίτιο που τα δημιουργεί. Αυτό είναι συνέπεια της αρχής διατήρησης της ενέργειας.
- Μια εφαρμογή του φαινομένου της επαγωγής είναι η μετατροπή της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική.



Μετασχηματιστής

Ο μετασχηματιστής είναι μια διάταξη με την οποία μπορούμε να μεταβάλλουμε την τιμή της τάσης που παρέχει μια ηλεκτρική πηγή εναλλασσόμενου ρεύματος. Αποτελείται από δύο πηνία τυλιγμένα γύρω από σιδερένιους πυρήνες. Όταν μια πηγή εναλλασσόμενου ρεύματος συνδεθεί στο πρώτο πηνίο (πρωτεύον), αναπτύσσεται λόγω του φαινομένου της επαγωγής μια εναλλασσόμενη τάση στο δεύτερο πηνίο (δευτερεύον). Η τάση όμως στο δευτερεύον πηνίο έχει διαφορετική τιμή από την τάση που εφαρμόζεται στο πρωτεύον πηνίο. Η τιμή αυτής της τάσης εξαρτάται από τον αριθμό των σπειρών των δύο πηνίων. Συγκεκριμένα, αν το δευτερεύον πηνίο έχει περισσότερες σπείρες από το πρωτεύον, η τιμή της τάσης μεγαλώνει (ανύψωση τάσης), ενώ αν το δευτερεύον πηνίο έχει λιγότερες σπείρες από το πρωτεύον, η τιμή της τάσης μειώνεται (υποβιβασμός τάσης). Με αυτό τον τρόπο βέβαια δεν κερδίζουμε ενέργεια, γιατί, όταν μεγαλώνει η τιμή της τάσης, μικραίνει η τιμή της έντασης του ρεύματος.

Οι μετασχηματιστές χρησιμοποιούνται στη μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας από τους τόπους παραγωγής της στους τόπους κατανάλωσης, καθώς η μεταφορά υπό υψηλή τάση (άρα χαμηλή ένταση) μειώνει τις απώλειες λόγω φαινομένου Joule στα καλώδια. Επίσης, πολλές ηλεκτρικές συσκευές διαθέτουν μετασχηματιστές, ώστε να υποβιβάζουν την τάση που παρέχει η ηλεκτρική εγκατάσταση του σπιτιού μας σε τιμές κατάλληλες για τη λειτουργία τους.



Μετασχηματιστής σε κολόνα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας

Ηλεκτρικές πηγές και είδη ηλεκτρικού ρεύματος

Οι διατάξεις που μετατρέπουν κάποια μορφή ενέργειας σε ηλεκτρική ονομάζονται πηγές ηλεκτρικής ενέργειας. Ανάλογα με την ηλεκτρική πηγή, το ρεύμα που διαρρέει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα μπορεί να είναι συνεχές (DC) ή εναλλασσόμενο (AC). Οι μπαταρίες και τα φωτοστοιχεία δημιουργούν συνεχές ρεύμα, ενώ οι γεννήτριες, η λειτουργία των οποίων στηρίζεται στο φαινόμενο της επαγωγής, δημιουργούν εναλλασσόμενο ρεύμα.



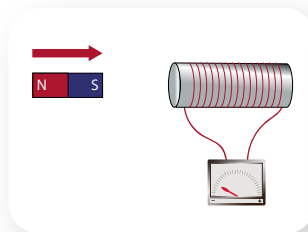
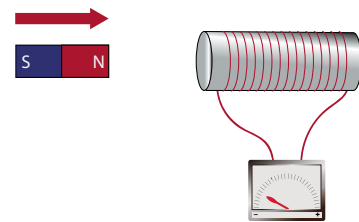
Μπαταρίες και φωτοβολταϊκά στοιχεία



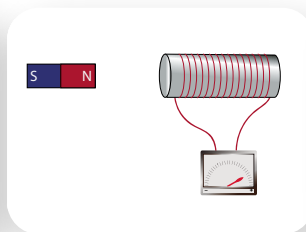
Ανεμογεννήτριες



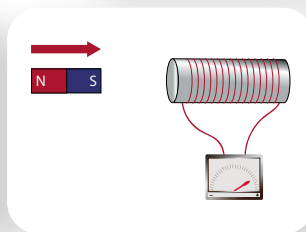
* **1** Όταν πλησιάζουμε έναν μαγνήτη σε ένα πηνίο, ο δείκτης του γαλβανόμετρου αποκλίνει, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Ποιο από τα παρακάτω σχήματα απεικονίζει κατάσταση την οποία θα μπορούσατε να παρατηρήσετε;



(α)



(β)



(γ)



Ερώτηση - Δραστηριότητα

2.3γ

Ηλεκτρική γεννήτρια

Λέξεις-κλειδιά: ηλεκτρική γεννήτρια, ρότορας, στάτορας, μετατροπή (μεταμόρφωση) ενέργειας



1



3



2



- Πώς μια ηλεκτρική γεννήτρια (εικόνα 1) «παράγει» ηλεκτρική ενέργεια; Υπάρχουν ηλεκτρικές γεννήτριες σε όλους τους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας;
- Γιατί μια ηλεκτρική γεννήτρια πρέπει να έχει πάντα ένα στρεφόμενο μέρος (ρότορα); (εικόνα 2)
- Ποιος είναι ο ρόλος των πτερυγίων σε μια ανεμογεννήτρια; (εικόνα 3)



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1: Κατασκευή ηλεκτρικής γεννήτριας

Οι ηλεκτρικές γεννήτριες είναι διατάξεις που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια. Στους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας οι ηλεκτρικές γεννήτριες έχουν μεγάλες διαστάσεις και είναι πολύπλοκες στην κατασκευή. Σε βασικό επίπεδο όμως, μπορείτε να κατασκευάσετε μια ηλεκτρική γεννήτρια χρησιμοποιώντας μερικά απλά υλικά.

Υλικά

χαρτόνι

ένα καρφί μήκους 10 cm περίπου

σύρμα περιέλιξης μοτέρ (περίπου 60 m)

δύο μικροί ραβδόμορφοι μαγνήτες νεοδυμίου, μήκους 2-3 cm

ένας μικρός λαμπτήρας (να λειτουργεί με 1,5 V) ή λαμπάκι LED

κολλητική ταινία

απογυμνωτής καλωδίων ή ψαλίδι



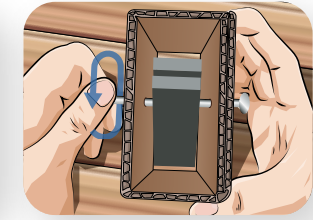
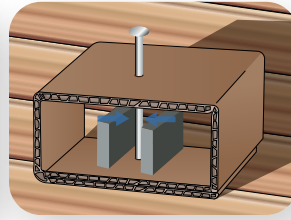
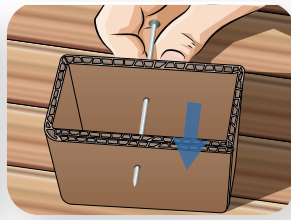
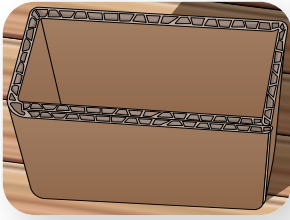
Απλή ηλεκτρική γεννήτρια



ΙΔ

ΜΑΘ

Ακολουθήστε τις οδηγίες που φαίνονται στα παρακάτω σχήματα, ώστε να κατασκευάσετε τη γεννήτριά σας.

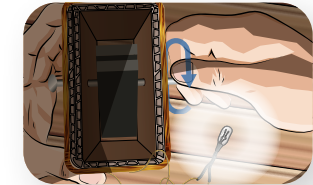
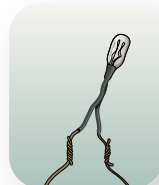
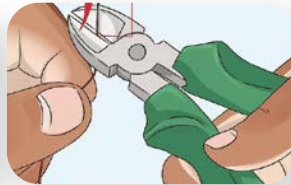
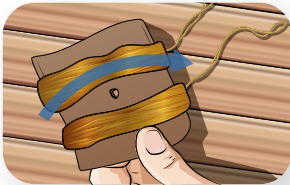


Με το χαρτόνι δημιουργήστε ένα πλαίσιο διαστάσεων $6\text{ cm} \times 5\text{ cm} \times 3\text{ cm}$ και στερεώστε το με την κολλητική ταινία.

Περάστε το καρφί από τα κέντρα των μεγαλύτερων εδρών του πλαισίου.

Τοποθετήστε τους μαγνήτες αριστερά και δεξιά από το καρφί. Οι μαγνήτες κολλάνε στο καρφί.

Βεβαιωθείτε ότι οι μαγνήτες περιστρέφονται μέσα στο πλαίσιο, αλλιώς δημιουργήστε ένα μεγαλύτερο.



Τυλίξτε το καλώδιο γύρω από το πλαίσιο, για να δημιουργηθεί πηνίο, αφήνοντας ελεύθερα τα άκρα του καλωδίου.

Αφαιρέστε τη μόνωση από τα δύο άκρα του καλωδίου.

Συνδέστε τα άκρα του σύρματος με το λαμπάκι.

Περιστρέψτε το καρφί κρατώντας το πλαίσιο σταθερό.

A. Τι παρατηρείτε όταν:

περιστρέφετε το καρφί αργά;

.....

περιστρέφετε το καρφί γρήγορα;

.....

δεν περιστρέφετε το καρφί;

.....

B. Πώς διαπιστώνετε τη δημιουργία επαγωγικού ρεύματος από τη γεννήτρια που κατασκευάσατε;

.....

Γ. Γράψτε τις απόψεις σας για τον τρόπο δημιουργίας του επαγωγικού ρεύματος από τη γεννήτρια που κατασκευάσατε.

.....

.....

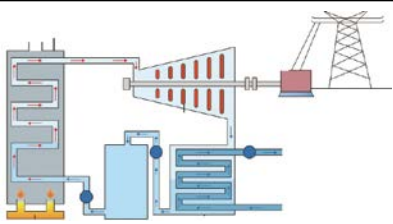
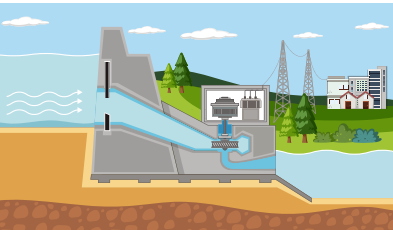
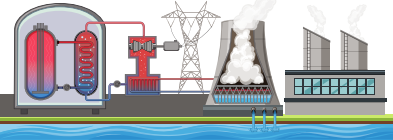

.....

Δ. Προτείνετε τρόπους με τους οποίους μπορείτε να επέμβετε στην κατασκευή της γεννήτριας, ώστε το λαμπάκι να φωτοβολεί πιο έντονα.

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2: Μετατροπές ενέργειας σε ηλεκτρικούς σταθμούς

Στους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιούνται διάφορες ενεργειακές πηγές, ώστε μέσω μιας σειράς μηχανισμών να έχουμε ως τελικό αποτέλεσμα την ηλεκτρική ενέργεια.

Παρατηρήστε τις παρακάτω εικόνες και γράψτε την πηγή ενέργειας, καθώς και τις μετατροπές που συμβαίνουν σ' αυτή.

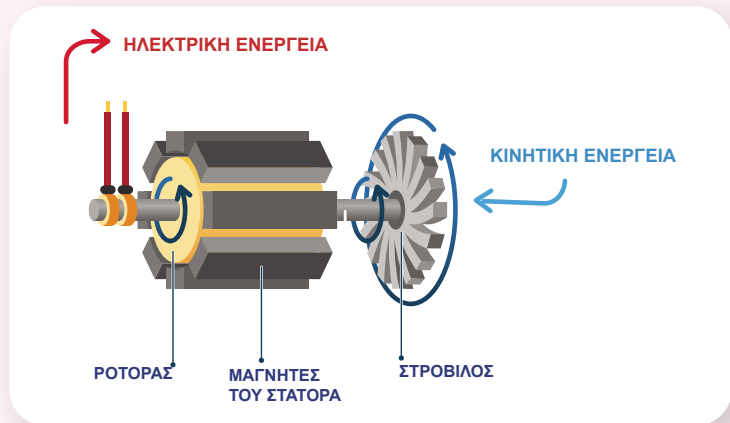
| | Πηγή ενέργειας | Ενεργειακές μετατροπές |
|--|----------------|------------------------|
|  <p>Θερμοηλεκτρικός σταθμός</p> | | |
|  <p>Υδροηλεκτρικός σταθμός</p> | | |
|  <p>Πυρηνικός σταθμός</p> | | |
|  <p>Ηλιακός σταθμός</p> | | |

Σε ποιους από τους παραπάνω σταθμούς εφαρμόζεται το φαινόμενο της επαγωγής για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας;

Ποιες από τις πηγές ενέργειας της προηγούμενης σελίδας είναι ανανεώσιμες; Αναφέρετε άλλες πηγές ενέργειας που είναι ανανεώσιμες και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.



■ Η ηλεκτρική γεννήτρια είναι μια διάταξη που μετατρέπει την κινητική ενέργεια σε ηλεκτρική και η λειτουργία της βασίζεται στο φαινόμενο της επαγωγής. Αποτελείται από ένα στρεφόμενο μέρος, που ονομάζεται **ρότορας**, και ένα ακίνητο, που ονομάζεται **στάτορας**. Ένα από τα δύο μέρη δημιουργεί μαγνητικό πεδίο (μπορεί να είναι μόνιμος μαγνήτης ή ηλεκτρομαγνήτης), ενώ το άλλο έχει πηνίο, από τις σπείρες του οποίου διέρχεται μεταβαλλόμενος αριθμός μαγνητικών γραμμών του πεδίου, όταν έχουμε περιστροφή.



■ Στους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ο ρότορας τίθεται σε περιστροφική κίνηση με τη βοήθεια ενός **στροβίλου** (τουρμπίνα). Η κίνηση του στροβίλου γίνεται με διάφορους τρόπους. Για παράδειγμα, σε ένα υδροηλεκτρικό εργοστάσιο γίνεται με την πτώση του νερού, ενώ σε ένα θερμοηλεκτρικό από τον ατμό που δημιουργείται όταν θερμαίνεται νερό λόγω της καύσης κάποιου ορυκτού (λιγνίτης, πετρέλαιο, φυσικό αέριο).

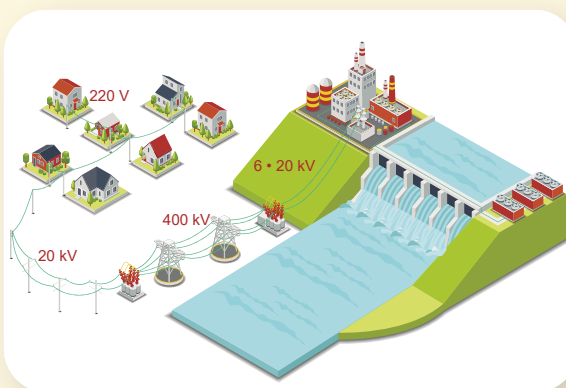


Μεταφορά και διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας

Η ηλεκτρική ενέργεια είναι η μορφή ενέργειας που έχει επηρεάσει περισσότερο τη ζωή του σύγχρονου ανθρώπου. Ένας λόγος που χρησιμοποιούμε τόσο πολλή ηλεκτρική ενέργεια στην καθημερινότητά μας είναι η εύκολη μεταφορά της από τον τόπο παραγωγής της στον τόπο κατανάλωσης. Μπορεί να παραχθεί σε σταθμούς παραγωγής ενέργειας και να μεταφερθεί με καλώδια σε μεγάλες αποστάσεις πριν χρησιμοποιηθεί.

Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται στους θερμοηλεκτρικούς και υδροηλεκτρικούς σταθμούς στη χώρα μας βρίσκεται, κατά κανόνα, σε μία τάση μεταξύ 6 kV και 20 kV. Για να μεταφερθεί η ηλεκτρική ενέργεια

στους τόπους κατανάλωσης, ανυψώνεται σε τάση 400 kV. Αυτό γίνεται σε μετασχηματιστές που αποτελούν τον υποσταθμό ανύψωσης τάσης. Η ανύψωση της τάσης είναι απαραίτητη, ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι απώλειες κατά τη μεταφορά. Στη συνέχεια η ηλεκτρική ενέργεια μεταφέρεται και διακλαδώνεται σε όλη τη χώρα μέσω του εθνικού δικτύου με τη βοήθεια των γραμμών μεταφοράς υψηλής τάσης. Οι γραμμές μεταφοράς υψηλής τάσης είναι τεράστιες γραμμές που συγκρατούνται από ψηλούς πύργους, τους πυλώνες. Οι γραμμές μεταφοράς υψηλής τάσης καταλήγουν στις πόλεις, όπου βρίσκονται υποσταθμοί υποβιβασμού της τάσης. Στους υποσταθμούς αυτούς η τάση υποβιβάζεται στα 20 kV (μέση τάση). Η μέση τάση διακλαδώνεται μέσα στις πόλεις. Μερικοί μεγάλοι καταναλωτές, όπως εργοστάσια, νοσοκομεία κτλ., τροφοδοτούνται απευθείας με μέση τάση. Οι καταναλωτές αυτοί έχουν δικούς τους μετασχηματιστές, για να υποβιβάζουν περαιτέρω την τάση στα 220 V ή 415 V. Για τους μικρότερους καταναλωτές, όπως τα σπίτια μας, η τάση υποβιβάζεται με τη βοήθεια μετασχηματιστών διανομής που βρίσκονται πάνω στους ξύλινους στύλους στα 220 V (χαμηλή τάση).



1 Στην εικόνα φαίνεται ένας σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, στον οποίο χρησιμοποιούνται κάτοπτρα που συγκεντρώνουν τις ηλιακές ακτίνες σε μια περιοχή για να θερμάνουν κάποιο ρευστό.

- Να περιγράψετε τον τρόπο με τον οποίο πιστεύετε ότι λειτουργεί ένας τέτοιος σταθμός, αναφέροντας και τις μετατροπές ενέργειας που συμβαίνουν.
- Να αναφέρετε πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που παρουσιάζει η λειτουργία ενός τέτοιου σταθμού.



2 Να περιγράψετε τις ομοιότητες και τις διαφορές ανάμεσα σε μια ηλεκτρική γεννήτρια και έναν ηλεκτρικό κινητήρα.



Ερώτηση –
Δραστηριότητα

Εργασία

Να γράψετε ένα μικρό κείμενο στο οποίο να περιγράφεται η σπουδαιότητα της ηλεκτρικής γεννήτριας στη διαμόρφωση του ανθρώπινου πολιτισμού.

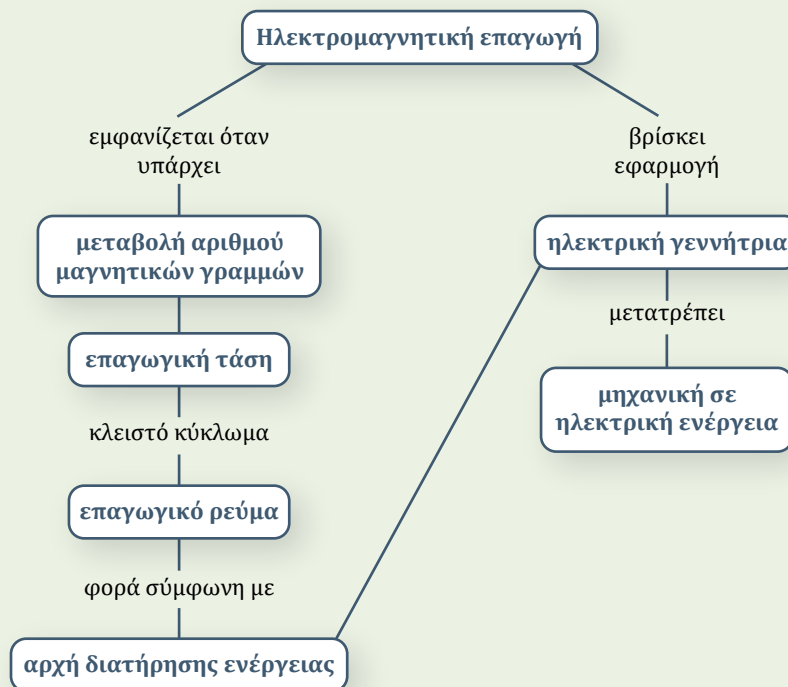
Σύνοψη ενότητας

Όταν μεταβάλλεται ο αριθμός των μαγνητικών γραμμών που περνούν από ένα ηλεκτρικό κύκλωμα, εμφανίζεται σ' αυτό τάση, η οποία ονομάζεται επαγωγική τάση. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται ηλεκτρομαγνητική επαγωγή. Αν το κύκλωμα είναι κλειστό, διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, το οποίο λέγεται επαγωγικό ρεύμα.

Η τιμή της επαγωγικής τάσης και η τιμή του αντίστοιχου επαγωγικού ρεύματος εξαρτώνται από το πόσο γρήγορα μεταβάλλεται ο αριθμός των μαγνητικών γραμμών που διέρχονται από το κύκλωμα.

Το επαγωγικό ρεύμα έχει τέτοια φορά ώστε να αντιστέκεται στο αίτιο που το δημιουργεί (π.χ. η κίνηση ενός μαγνήτη). Αυτό είναι συνέπεια της αρχής διατήρησης της ενέργειας.

Η ηλεκτρική γεννήτρια είναι μια διάταξη που μετατρέπει την κινητική ενέργεια σε ηλεκτρική και η λειτουργία της βασίζεται στο φαινόμενο της επαγωγής.



Ενοποίηση ηλεκτρισμού και μαγνητισμού – Οι τέσσερις εξισώσεις του Maxwell

Στις αρχές του 19ου αιώνα ο ηλεκτρισμός και ο μαγνητισμός θεωρούνταν δύο διαφορετικά και μη σχετιζόμενα φαινόμενα. Τα πειράματα όμως του Oersted (Έρστεντ) ανέδειξαν μια άμεση σχέση των δύο φαινομένων, που οδήγησε στη θεωρία του ηλεκτρομαγνητισμού. Η ενοποίηση των φαινομένων αυτών έγινε από τον Maxwell (Μάξγουελ), ο οποίος στηρίχθηκε στους ήδη γνωστούς νόμους του ηλεκτρισμού και του μαγνητισμού, τους οποίους διέυρνε και συσχέτισε.



James Clerk Maxwell.

Τζέιμς Κλερκ Μάξγουελ
(1831-1879)

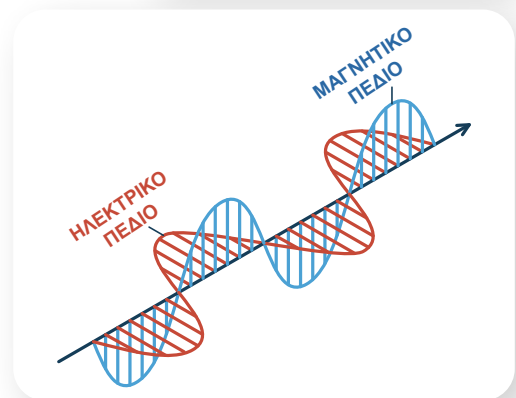
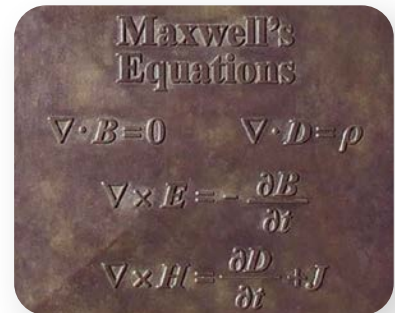
Ειδικότερα, ο Maxwell, στηριζόμενος στους νόμους:

- του Gauss (για τον ηλεκτρισμό)
- του Gauss (για τον μαγνητισμό)
- της επαγωγής του Faraday (εξίσωση Maxwell-Faraday)
- του Ampère (με την προσθήκη του Maxwell)

και κάνοντας τις κατάλληλες προσαρμογές, κατέγραψε τέσσερις εξισώσεις χρησιμοποιώντας ανώτερες μαθηματικές έννοιες.

Με χρήση αυτών των εξισώσεων ο Maxwell κατέληξε στο συμπέρασμα ότι το φως είναι ηλεκτρομαγνητικό κύμα (ηλεκτρικό και μαγνητικό κύμα μαζί).

Η θεωρία του Maxwell αποτελεί τη βάση για τη θεωρία των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων και τη μελέτη της κυματικής φύσης του φωτός.



Απεικόνιση ηλεκτρομαγνητικού κύματος

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Φως

- 3.1** Φύση και διάδοση του φωτός
- 3.2** Διάθλαση και εφαρμογές
- 3.3** Ηλεκτρομαγνητικά κύματα και φως

3.1α

Το φως ως μορφή ενέργειας –
Διάδοση του φωτός

Λέξεις-κλειδιά: φωτεινή ενέργεια, διάδοση του φωτός, σκιά, παρασκιά

!?

1



2



3



4



- Ο προβολέας της εικόνας 1 λειτουργεί χωρίς μπαταρίες και χωρίς να είναι συνδεδεμένος στο ηλεκτρικό δίκτυο. Από πού παίρνει την απαιτούμενη ενέργεια;
- Πώς διαδίδεται το φως; Τι μορφή έχουν οι ακτίνες; (εικόνα 2)
- Γιατί ο οδηγός του αυτοκινήτου στην εικόνα 3 δεν έχει την ίδια καθαρή εικόνα μια βροχερή μέρα; Περνάει το φως από όλα τα υλικά;
- Πώς σχηματίζεται η σκιά στην εικόνα 4;

**ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1: Φωτεινή ενέργεια**

Ενεργοποιήστε ένα κομπιουτεράκι χωρίς μπαταρίες και γράψτε έναν αριθμό. Σκεπάστε με το χέρι σας το φωτοκύτταρο, ώστε να μη φωτίζεται. Προσπαθήστε να γράψετε στο κομπιουτεράκι. Κατόπιν ελευθερώστε το φωτοκύτταρο και προσπαθήστε πάλι να γράψετε.

Από πού παίρνει την απαιτούμενη ενέργεια το κομπιουτεράκι για να λειτουργήσει; Ποια μετατροπή ενέργειας έχουμε;



ΠΕ

ΜΑΘ

.....

 Αναφέρετε παραδείγματα όπου αποδεικνύεται ότι το φως μεταφέρει ενέργεια και τις αντίστοιχες μεταμορφώσεις ενέργειας που πραγματοποιούνται.

.....

 Με ποιον τρόπο το φως μεταφέρει ενέργεια; Γράψτε υποθέσεις για το τι μπορεί να είναι το φως (φύση του φωτός).

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2: Ευθύγραμμη διάδοση του φωτός

Υλικά

κερί

βάση στήριξης για το κερί (π.χ. κηροπήγιο)

τρία όμοια αδιαφανή χαρτόνια όπου ανοίχτηκαν μικρές οπές
 στηρίγματα για τα χαρτόνια (π.χ.μανταλάκια)

Χρησιμοποιήστε τη διάταξη του σχήματος με το κερί και τα τρία χαρτόνια.

Πώς πρέπει να έχουν διαταχθεί οι τρεις μικρές οπές, ώστε να μπορούμε να δούμε τη φλόγα από το κερί; Τι συμπέρασμα προκύπτει για τη διάδοση το φωτός;



ΠΕ

ΜΑΘ

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3: Διαφανή, ημιδιαφανή και αδιαφανή αντικείμενα

Υλικά

κερί

βάση στήριξης για το κερί (π.χ. κηροπήγιο)

τζάμι

χαρτί λευκό Α4

βιβλίο

Ανάψτε ένα κερί και παρατηρήστε το, παρεμβάλλοντας διαδοχικά μεταξύ του κεριού και του ματιού το τζάμι, το χαρτί και το βιβλίο.

Σε ποιες περιπτώσεις το φως διαπερνά το αντικείμενο που παρεμβάλλεται; Πότε μπορούμε να δούμε το κερί;

ΠΕ

ΜΑΘ

ΠΕ

ΜΑΘ

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 4: Κυρίως σκιά και παρασκιά

Υλικά

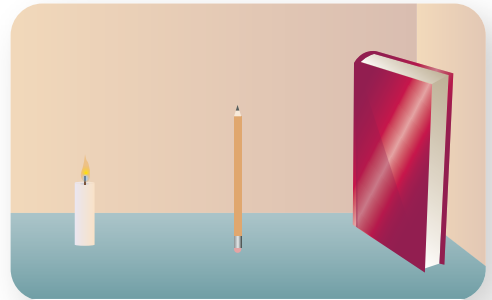
κερί

βάση στήριξης για το κερί (π.χ. κηροπήγιο)

βιβλίο ως οθόνη

μολύβι

βάση στήριξης για το μολύβι (π.χ. πλαστελίνη)



Τοποθετήστε το βιβλίο και το κερί σε απόσταση μισού μέτρου περίπου και το μολύβι ανάμεσά τους. Μετακινώντας το μολύβι, παρατηρήστε τη σκιά του στο βιβλίο.

Πότε μεγαλώνει η σκιά και πότε μικραίνει;

.....

Πότε η σκιά έχει πιο σαφή όρια; Σκεφτείτε έναν τρόπο για να βρείτε τα όρια της σκιάς.

.....

Το κεντρικό τμήμα της σκιάς είναι έντονα σκοτεινό (κυρίως σκιά), ενώ το περιφερειακό της τμήμα είναι λιγότερο σκοτεινό (παρασκιά). Γιατί δημιουργείται κυρίως σκιά και παρασκιά;

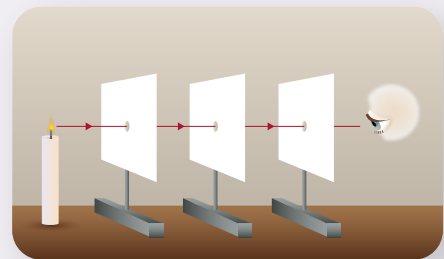
.....



- Το φως είναι μορφή ενέργειας ακτινοβολίας η οποία είναι ορατή. Σε διάφορες διεργασίες της φύσης μετατρέπεται σε άλλες μορφές ενέργειας, όπως για παράδειγμα σε ηλεκτρική. Το φως εκπέμπεται και απορροφάται ως φωτόνια, δηλαδή ως διακριτές οντότητες. Όταν απορροφούνται από έναν ανιχνευτή, τον χτυπούν, όπως ένα βλήμα. Αυτό σημαίνει ότι είναι σωματίδια, με τη διαφορά πως δεν υπάρχουν ακίνητα, όπως τα πρωτόνια. Όπως και με τα συνηθισμένα σωματίδια, η κίνησή τους ακολουθεί τους κανόνες της κβαντικής Φυσικής, δηλαδή περιγράφεται με ένα είδος κύματος. Τα φωτόνια, όπως και όλα τα σωματίδια σε μικροσκοπικό επίπεδο, παρουσιάζουν κυματικά φαινόμενα.

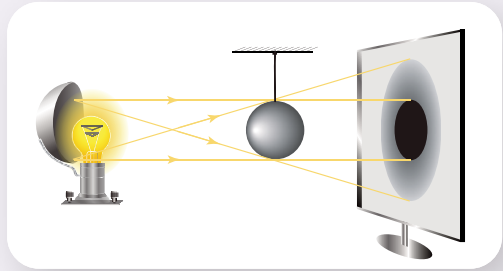
- Το φως σε ομογενές μέσο διαδίδεται ευθύγραμμα. Η ευθεία γραμμή που ακολουθεί το φως λέγεται φωτεινή ακτίνα. Πολλές ακτίνες μαζί αποτελούν μια φωτεινή δέσμη. Το φως διαδίδεται στο κενό. Μια απόδειξη αυτής της ιδιότητάς του είναι το γεγονός ότι το φως του Ήλιου φτάνει στη Γη.

- Διαφανή είναι τα υλικά που αφήνουν τις ακτίνες του φωτός να διέλθουν και έτσι μπορούμε να βλέπουμε καθαρά τα αντικείμενα πίσω από αυτά. Ημιδιαφανή είναι τα υλικά από τα οποία διέρχεται μεν το φως, όμως οι



ακτίνες διασκορπίζονται και έτσι δε διακρίνουμε καθαρά τα αντικείμενα πίσω από αυτά. Τέλος, αδιαφανή είναι τα υλικά από τα οποία δε διέρχεται το φως και σχηματίζουν σκιά.

- Η δημιουργία της σκιάς είναι αποτέλεσμα της ευθύγραμμης διάδοσης του φωτός, όταν στην πορεία του παρεμβάλλεται ένα αδιαφανές σώμα. Όταν η πηγή φωτός έχει διαστάσεις, σχηματίζονται κυρίως σκιά και παρασκιά. Στην περιοχή της κυρίως σκιάς δε φτάνει καμιά ακτίνα φωτός προερχόμενη από την πηγή, ενώ στην περιοχή της παρασκιάς φτάνουν φωτεινές ακτίνες μόνο από ένα τμήμα της φωτεινής πηγής.



Φυσική και γεωμετρία

Στη μέση της απόστασης από ένα λαμπάκι και έναν τοίχο τοποθετούμε όρθιο ένα βιβλίο που έχει ύψος 30 cm. Πόσο ύψος έχει η σκιά του;

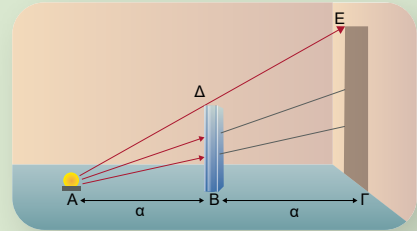
Απάντηση

Τα τρίγωνα $AB\Delta$ και $A\Gamma E$ είναι όμοια. Συνεπώς είναι $\frac{E\Gamma}{B\Delta} = \frac{A\Gamma}{AB}$.

Είναι $AB = \alpha$ και $A\Gamma = 2\alpha$ και επομένως:

$$\frac{E\Gamma}{B\Delta} = \frac{2\alpha}{\alpha} \text{ ή } \frac{E\Gamma}{B\Delta} = 2 \text{ ή } E\Gamma = 2B\Delta.$$

Είναι $B\Delta = 30$ cm, και επομένως $E\Gamma = 60$ cm.



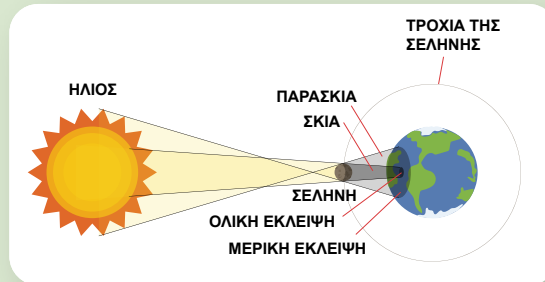
Έκλειψη Ηλίου και Σελήνης

Ο Ήλιος είναι φωτεινή πηγή μεγάλων διαστάσεων. Καθώς πέφτει το φως του Ήλιου στη Γη ή στη Σελήνη, σχηματίζεται σκιά και παρασκιά, με τη σκιά να έχει κωνική μορφή.

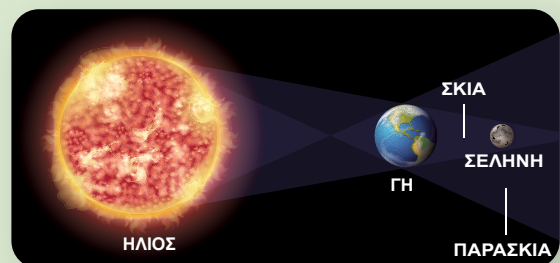
Έκλειψη Ηλίου: Όταν τα τρία ουράνια σώματα βρεθούν στην ίδια ευθεία, με

τη Σελήνη σε ενδιάμεση θέση, τότε στην περιοχή της Γης που πέφτει ο κώνος της σκιάς της Σελήνης έχουμε **ολική έκλειψη Ηλίου** και στους τόπους που βρίσκονται στην παρασκιά έχουμε **μερική έκλειψη Ηλίου**.

Έκλειψη Σελήνης: Όταν τα τρία ουράνια σώματα βρεθούν στην ίδια ευθεία, με τη Γη στο ενδιάμεσο, και η Σελήνη εισέλθει εξ ολοκλήρου στην κωνική σκιά της Γης, έχουμε το φαινόμενο της **ολικής έκλειψης Σελήνης**.

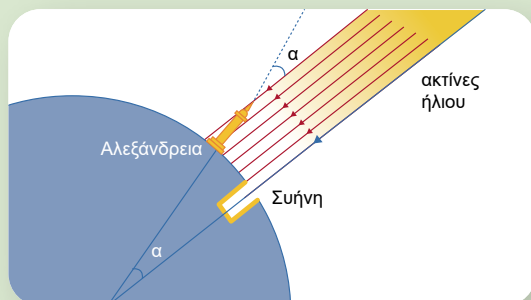


Σκιά - Παρασκιά



Μέτρηση της ακτίνας της Γης από τον Ερατοσθένη

Τον 3ο αιώνα π.Χ. ο Ερατοσθένης υπολόγισε πειραματικά, με σημαντική ακρίβεια για την εποχή του, την ακτίνα της Γης. Το μεσημέρι της 21ης Ιουνίου (θερινό ηλιοστάσιο), όταν οι ακτίνες του ήλιου φώτιζαν τον πυθμένα ενός πηγαδιού στη Συήνη (σημερινό Ασουάν), παρατήρησε ότι στην Αλεξάνδρεια σχημάτιζαν γωνία $\alpha = 7,2^\circ$ με την κατακόρυφο. Μετρώντας την απόσταση ΑΣ από την Αλεξάνδρεια στη Συήνη, υπολόγισε την περίμετρο της Γης από τη σχέση:



$$\text{περίμετρος της Γης} = \frac{360^\circ}{7,2^\circ} \times (\text{ΑΣ})$$

και κατόπιν την ακτίνα R της Γης από τη σχέση:

$$R = \frac{\text{περίμετρος της Γης}}{2\pi}$$



- 1 Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις ως σωστή (Σ) ή ως λανθασμένη (Λ).
 - α. Το φως δεν μπορεί να μετατραπεί σε ηλεκτρική ενέργεια.
 - β. Το φως είναι μόνο κύμα.
 - γ. Το φως διέρχεται από όλα τα σώματα.
 - δ. Παρασκιά δημιουργείται αν έχουμε μια πηγή με διαστάσεις.
 - ε. Το ηλιοβασίλεμα ο ίσκιος μας είναι μεγαλύτερος από ό,τι το μεσημέρι.
 - στ. Όλα τα φαινόμενα που σχετίζονται με το φως μπορούν να εξηγηθούν θεωρώντας ότι αυτό είναι μόνο κυματικής φύσεως.

- 2 Να περιγράψετε μια διαδικασία με την οποία μπορείτε να μετρήσετε το ύψος του ιστού της σημαίας του σχολείου με τη χρήση ενός σωλήνα μήκους μέχρι δύο μέτρα και μιας μετροταινίας.



Ερώτηση –
Δραστηριότητα

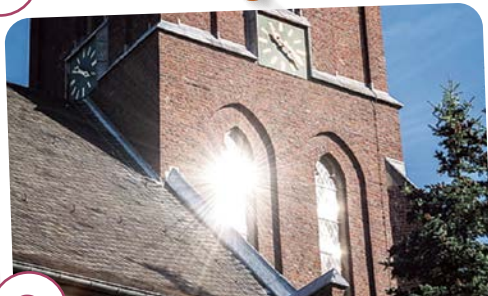
3.1β

Ανάκλαση και διάχυση του φωτός – Κοίλοι και κυρτοί καθρέφτες

Λέξεις-κλειδιά: ανάκλαση, διάχυση, καθρέφτες, εστία, εστιακή απόσταση



1



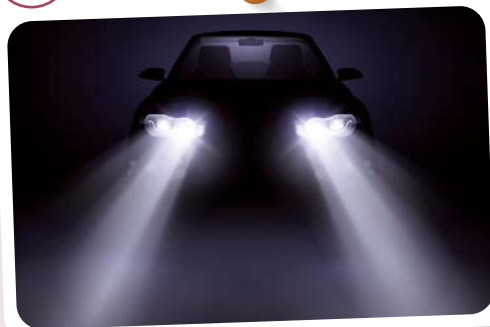
3



2



4

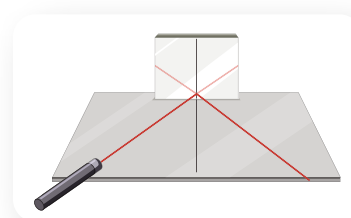


- Αλλάζει πορεία το φως; Στην εικόνα 1 οι ακτίνες του ήλιου φαίνεται να ανακλώνται μόνο από τα τζάμια. Συμβαίνει το ίδιο με τους τοίχους;
- Ποια πορεία ακολουθούν οι ανακλώμενες ακτίνες του ήλιου στην εικόνα 2;
- Πώς ανάβει η ολυμπιακή φλόγα στην τελετή αφής της στην Αρχαία Ολυμπία; (εικόνα 3)
- Πώς δημιουργούνται οι δέσμες φωτός από τους προβολείς του αυτοκινήτου; (εικόνα 4)



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1: Νόμοι ανάκλασης του φωτός

Τοποθετήστε ένα χαρτί σε επίπεδη επιφάνεια και στερεώστε πάνω του όρθιο έναν επίπεδο καθρέφτη. Σχεδιάστε στο χαρτί την ευθεία που αντιστοιχεί στον καθρέφτη. Σημειώστε πάνω στο χαρτί τη θέση εκπομπής του laser, καθώς και το σημείο ανάκλασης στον καθρέφτη. Με ένα βιβλίο ως πέτασμα εντοπίστε το στίγμα της ανακλώμενης ακτίνας και σημειώστε το στο χαρτί. Κατά την εκτέλεση της δραστηριότητας προσπαθήστε η εκπεμπόμενη ακτίνα να είναι παράλληλη στο χαρτί.

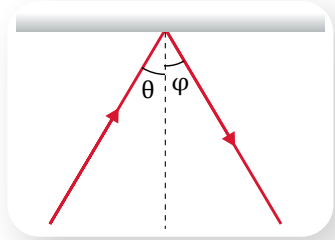


ΠΕ

ΜΑΘ

Από τα σημεία που σημειώσατε, προσδιορίστε στο χαρτί τις πορείες της προσπίπτουσας και της ανακλώμενης ακτίνας. Επίσης, σχεδιάστε την κάθετη πάνω στον καθρέφτη, στο σημείο όπου προσπίπτει η ακτίνα.

Με το μοιρογνωμόνιο μετρήστε τη γωνία θ (γωνία πρόσπτωσης) και τη γωνία ϕ (γωνία ανάκλασης). Τι παρατηρείτε;

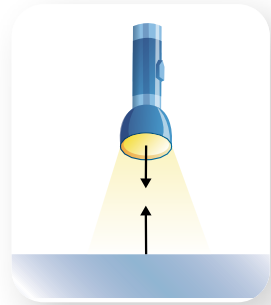


Αν η προσπίπτουσα ακτίνα είναι κάθετη στον καθρέφτη, ποια είναι η πορεία της ανακλώμενης;

.....

Βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο η κάθετη στον καθρέφτη στο σημείο ανάκλασης με την προσπίπτουσα και την ανακλώμενη ακτίνα;

.....

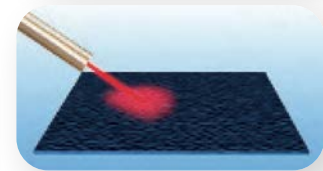
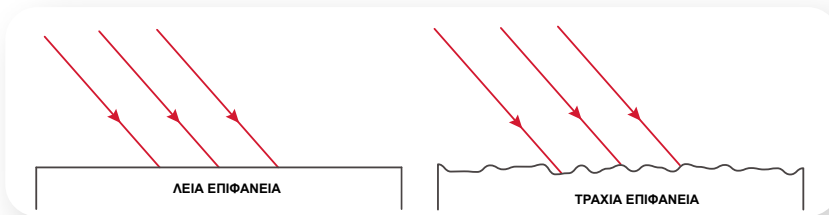


ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2: Διάχυση του φωτός

Φωτίστε με δέσμη laser αρχικά έναν καθρέφτη και κατόπιν ένα χαρτί. Τι παρατηρείτε;

.....

Θεωρώντας ότι η επιφάνεια του χαρτιού είναι τραχιά και όχι λεία όπως του καθρέφτη, σχεδιάστε την πορεία των ακτίνων για τις δύο επιφάνειες.



Εξηγήστε τη διάχυση του φωτός στην τραχιά επιφάνεια.

.....

.....

.....

.....

ΠΕ
ΜΑΘ

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3: Κοίλοι και κυρτοί καθρέφτες

Ένας καθρέφτης ονομάζεται κοίλος όταν η ανακλαστική επιφάνεια είναι καμπύλη προς τα μέσα, ενώ όταν είναι καμπύλη προς τα έξω, ο καθρέφτης ονομάζεται κυρτός. Παραδείγματα κοίλου και κυρτού καθρέφτη είναι η εσωτερική και η εξωτερική επιφάνεια αντίστοιχα ενός κουταλιού.

- A. Ανοίξτε την προσομοίωση «Κοίλα και κυρτά κάτοπτρα». Τοποθετήστε την πηγή στο κοίλο μέρος του καθρέφτη και επιλέξτε δέσμη ακτίνων. Ρυθμίστε μέγιστο εύρος δέσμης, αριθμό ακτίνων περίπου 20 και $f = 3$ (εστιακή απόσταση). Φροντίστε η δέσμη να είναι παράλληλη στον άξονα του καθρέφτη. Τι παρατηρείτε;



Κοίλα και κυρτά κάτοπτρα



ΠΕ

ΠΡ

ΜΑΘ

ΓΡ

.....

.....

Το σημείο στο οποίο συγκλίνουν οι ακτίνες μετά την ανάκλασή τους ονομάζεται εστία E του καθρέφτη και η απόσταση από την κορυφή του καθρέφτη εστιακή απόσταση f . Μετακινήστε τη φωτεινή πηγή πάνω στην εστία E και στη συνέχεια επιλέξτε σημειακή πηγή (φωτεινή πηγή πολύ μικρών διαστάσεων). Τι παρατηρείτε;

.....

.....

Γράψτε τα συμπεράσματά σας:

- α) Όταν ακτίνες φωτός είναι παράλληλες στον άξονα ενός κοίλου καθρέφτη, μετά την ανάκλασή τους σ' αυτόν διέρχονται από την του καθρέφτη.
- β) Όταν ακτίνες φωτός διέρχονται από την εστία ενός κοίλου καθρέφτη, μετά την ανάκλασή τους σ' αυτόν διαδίδονται μεταξύ τους.
- B. Τοποθετήστε την πηγή στο κυρτό μέρος του καθρέφτη και επιλέξτε δέσμη ακτίνων. Ρυθμίστε μέγιστο εύρος δέσμης, αριθμό ακτίνων περίπου 20 και $f = 3$ (εστιακή απόσταση). Φροντίστε η δέσμη να είναι παράλληλη στον άξονα του καθρέφτη. Τι παρατηρείτε; Τι θα μπορούσατε σ' αυτή την περίπτωση να ονομάσετε εστία του καθρέφτη;

.....

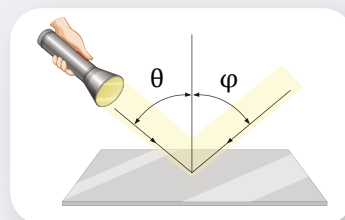
.....



- Όταν το φως συναντήσει την επιφάνεια ενός σώματος (ή γενικά τη διαχωριστική επιφάνεια δύο μέσων), αλλάζει διεύθυνση διάδοσης παραμένοντας μέσα στο ίδιο διαφανές μέσο. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται **ανάκλαση**.

- **Νόμοι ανάκλασης:** Όταν μια ακτίνα φωτός προσπίπτει σε λεία επιφάνεια, π.χ. καθρέφτη, ανακλάται. Για το φαινόμενο της ανάκλασης ισχύουν οι παρακάτω νόμοι:

1. Το επίπεδο της προσπίπτουσας και της ανακλώμενης ακτίνας είναι κάθετο στην επιφάνεια ανάκλασης.



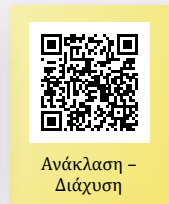
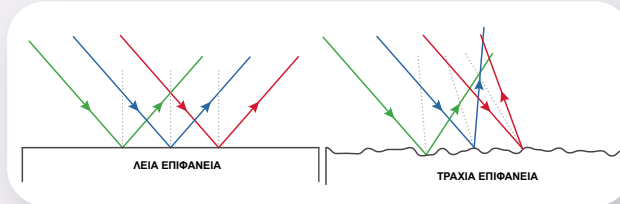
2. Οι γωνίες θ και φ που σχηματίζουν η προσπίπτουσα και η ανακλώμενη ακτίνα με την κάθετη στην επιφάνεια είναι ίσες:

$$\text{γωνία πρόσπτωσης } \theta = \text{γωνία ανάκλασης } \varphi$$

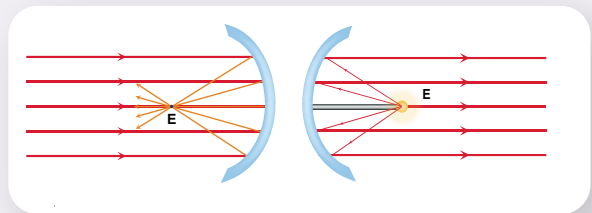
■ **Διάχυση του φωτός:**

Όταν μια παράλληλη δέσμη φωτός προσπέσει σε λεία επιφάνεια, όλες οι ακτίνες ανακλώνται προς την ίδια κα-

τεύθυνση. Στην περίπτωση όμως που η επιφάνεια είναι τραχιά, λόγω του ακανόνιστου των επιπέδων ανάκλασης οι ανακλώμενες ακτίνες έχουν διάφορες κατευθύνσεις. Τότε λέμε ότι έχουμε διάχυση του φωτός.



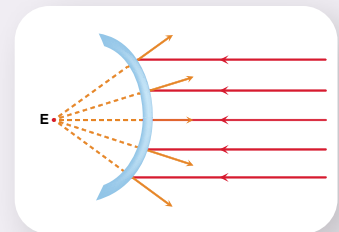
■ Σε κοίλο καθρέφτη, προσπίπτουσες παράλληλες ακτίνες συγκλίνουν μετά την ανάκλασή τους. Μια δέσμη ακτίνων παράλληλων στον άξονα του καθρέφτη συγκλίνει μετά την ανάκλασή τους σε ένα σημείο που λέγεται **κύρια εστία E**. Η απόσταση της κύριας εστίας από



την κορυφή του καθρέφτη ονομάζεται εστιακή απόσταση και συμβολίζεται με f .

Αντίστροφα, ακτίνες που διέρχονται από την κύρια εστία σχηματίζουν μετά την ανάκλασή τους δέσμη παράλληλη στον άξονα του καθρέφτη.

■ Σε κυρτό καθρέφτη, παράλληλες ακτίνες αποκλίνουν μετά την ανάκλασή τους. Κύρια εστία E είναι το σημείο που συγκλίνουν οι προεκτάσεις των ανακλώμενων ακτίνων μιας δέσμης παράλληλης στον άξονα του καθρέφτη.



Η καταστροφή του ρωμαϊκού στόλου από τον Αρχιμήδη

Τον 2ο αιώνα μ.Χ. ο Λουκιανός αναφέρει ότι ο Αρχιμήδης κατά τη διάρκεια της πολιορκίας των Συρακουσών (214-212 π.Χ.) κατέστρεψε με τη χρήση κοίλων καθρεφτών τον ρωμαϊκό στόλο, συγκεντρώνοντας τις ακτίνες του ήλιου πάνω σε αυτόν. Το συγκεκριμένο θέμα κινείται στα όρια του μύθου και της πραγματικότητας. Πολλά πειράματα διεξήχθησαν με σκοπό να ελεγχθεί κατά πόσο είναι εφικτό να γίνει κάτι τέτοιο. Ένα από αυτά είναι το πείραμα ομάδας φοιτητών του Τεχνολογικού Ινστιτούτου Μασσαχουσέττης (MIT), όπου ο μύθος καταρρίπτεται, γιατί χρειάζονται εξαιρετικά ευνοϊκές συνθήκες για την ανάφλεξη του ξύλου του караβιού.

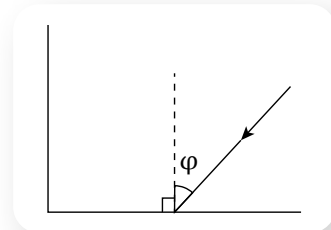


Άγαλμα του Αρχιμήδη στις Συρακούσες

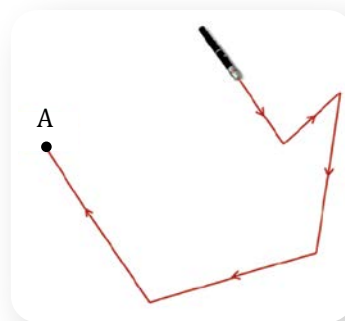


- 1** Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις ως σωστή (Σ) ή ως λανθασμένη (Λ).
 α. Στη διάχυση δεν ισχύει ο νόμος της ανάκλασης.
 β. Όταν η ακτίνα είναι κάθετη σε μια λεία επιφάνεια, τότε ανακλάται στην ίδια διεύθυνση.

- ** 2** α) Στο σύστημα κάθετων καθρεφτών η ακτίνα προσπίπτει στον οριζόντιο καθρέφτη σχηματίζοντας $\varphi = 45^\circ$ με την κάθετη στον καθρέφτη. Σχεδιάστε την πορεία της διαδοχικά ανακλώμενης ακτίνας από τους δύο καθρέφτες.
 β) Να αποδείξετε ότι η ακτίνα μετά και τη δεύτερη ανάκλαση είναι παράλληλη στην προσπίπτουσα ανεξάρτητα της τιμής της γωνίας φ .



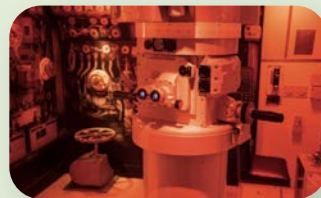
- 3 Το ταξίδι της ακτίνας.** Μια ακτίνα laser εκπέμπεται και διαδίδεται σύμφωνα με το σχήμα. Τοποθετήστε καθρέφτες στις κατάλληλες θέσεις και με κατάλληλο προσανατολισμό, ώστε η ακτίνα να φτάσει στο σημείο Α.



Ερώτηση –
Δραστηριότητα

Εργασία (ιδιοκατασκευή)

Το περισκόπιο είναι ένα όργανο που χρησιμοποιείται στα υποβρύχια προκειμένου να υπάρχει εικόνα για το τι συμβαίνει πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Για την κατασκευή ενός περισκοπίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί σύστημα καθρεφτών.



Κατασκευή
περισκοπίου

3.1γ

Καθρέφτες και είδωλα

Λέξεις-κλειδιά: ανάκλαση, επίπεδος καθρέφτης, κοίλος καθρέφτης, κυρτός καθρέφτης, πραγματικό είδωλο, φανταστικό είδωλο

!?

1



2



3



- Πώς σχηματίζεται το είδωλο της κοπέλας στον καθρέφτη της εικόνας 1 και σε ποια θέση;
- Σε τι εξυπηρετεί η χρήση του κοίλου καθρέφτη του οδοντίατρου; (εικόνα 2)
- Σε κλειστές στροφές τοποθετείται συνήθως ένας κυρτός καθρέφτης σαν αυτόν της εικόνας 3. Σε τι βοηθάει ένας τέτοιος καθρέφτης; Γιατί δεν τοποθετήθηκε ένας επίπεδος καθρέφτης στη θέση του;



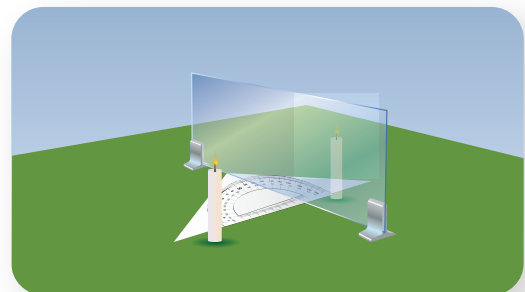
ΠΕ

ΜΑΘ

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1: Είδωλο επίπεδου καθρέφτη

Υλικά

δύο όμοια κεριά
δύο όμοιες βάσεις στήριξης για τα κεριά (π.χ. κηροπήγια)
τζάμι
στηρίγματα για το τζάμι (π.χ. μανταλάκια)
βιβλίο ως οθόνη
χάρακας



Από τη μία και από την άλλη μεριά του τζαμιού και σε απόσταση περίπου 30 cm τοποθετήστε τα δύο κεριά. Ανάψτε το ένα κεριό και κοιτάξτε μέσα από το τζάμι προς το μέρος που βλέπετε το σβηστό κεριό. Μετακινήστε ελαφρώς το σβηστό κεριό, μέχρι να δείτε το είδωλο της φλόγας πάνω από το φιτίλι του σαν να είναι αναμμένο.

Τι παρατηρείτε για το μέγεθος του ειδώλου της φλόγας;

.....

Με τον χάρακα μετρήστε τις αποστάσεις των δύο κεριών από το τζάμι. Τι συμπέρασμα βγάξετε;

.....

Αφαιρέστε το σβηστό κεριό και τοποθετήστε στη θέση του το βιβλίο-οθόνη. Προβάλλεται κάποια εικόνα πάνω του;

.....

Προσδιορίστε με γεωμετρικό τρόπο τα χαρακτηριστικά (μέγεθος, όρθιο ή ανεστραμμένο, απόσταση) που έχει το είδωλο ενός αντικειμένου που δημιουργείται από επίπεδο καθρέφτη.

.....



Γεωμετρικός
τρόπος προσδιορι-
σμού ειδώλου

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2: Είδωλο κοίλου καθρέφτη

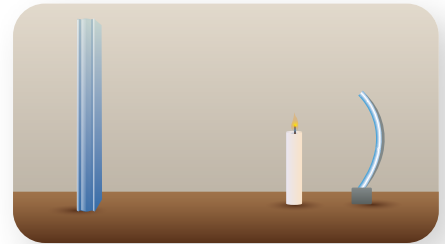
Υλικά

κοίλος καθρέφτης με βάση στήριξης

κερί

βάση στήριξης για το κεριό (π.χ. κηροπήγιο)

βιβλίο ως οθόνη



ΠΕ

ΜΑΘ

Τοποθετήστε τον καθρέφτη, το κεριό και το βιβλίο στην ίδια ευθεία, όπως στο σχήμα. Μετακινήστε το κεριό πολύ κοντά στον καθρέφτη (2-3 cm). Κοιτάξτε μέσα στον καθρέφτη. Βλέπετε το είδωλο της φλόγας; Τι χαρακτηριστικά έχει (μέγεθος, απόσταση, όρθιο ή ανεστραμμένο);

.....

Απομακρύνετε σιγά σιγά το κεριό απ' τον καθρέφτη κοιτάζοντας μέσα σ' αυτόν. Από κάποια απόσταση και μετά δε θα βλέπετε το είδωλο της φλόγας. Μετακινήστε το βιβλίο-οθόνη μπρος πίσω, μέχρι να σχηματιστεί πάνω του το είδωλο της φλόγας. Τι χαρακτηριστικά έχει;

.....

Εξακολουθήστε να απομακρύνετε το κεριό απ' τον καθρέφτη κοιτάζοντας προς τον καθρέφτη. Από κάποια απόσταση και μετά θα βλέπετε το είδωλο της φλόγας. Τι χαρακτηριστικά έχει;

.....

Γράψτε τα συμπεράσματά σας για τα χαρακτηριστικά του ειδώλου που δημιουργείται από έναν κοίλο καθρέφτη καθώς μεγαλώνει η απόσταση του αντικειμένου από αυτόν.

.....

.....

ΠΕ

ΜΑΘ

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3: Είδωλο κυρτού καθρέφτη

Υλικά

κυρτός καθρέφτης με βάση στήριξης

κερί

βάση στήριξης για το κερί (π.χ. κηροπήγιο)



Τοποθετήστε το κερί κοντά στον καθρέφτη (2-3 cm). Κοιτάξτε μέσα στον καθρέφτη. Βλέπετε το είδωλο της φλόγας; Τι χαρακτηριστικά έχει;

.....

.....

Απομακρύνετε σιγά σιγά το κερί απ' τον καθρέφτη κοιτάζοντας μέσα σ' αυτόν. Βλέπετε το είδωλο της φλόγας; Τι χαρακτηριστικά έχει;

.....

.....

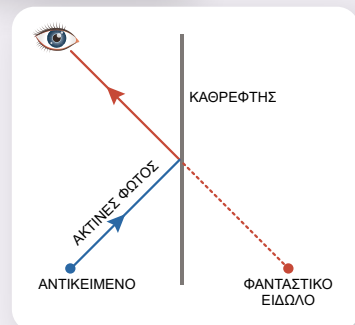
Γράψτε τα συμπεράσματά σας για τα χαρακτηριστικά του ειδώλου που δημιουργείται από έναν κυρτό καθρέφτη καθώς μεγαλώνει η απόσταση του αντικειμένου από αυτόν.

.....

.....



- Καθρέφτης είναι μια λεία και γυαλιστερή επιφάνεια που **ανακλά** το φως, με αποτέλεσμα να σχηματίζει είδωλα των αντικειμένων που βρίσκονται μπροστά της. Οι καθρέφτες διευκολύνουν πολύ τους ανθρώπους στην καθημερινότητά τους.
- Η θέση ενός φωτεινού σημείου κάποιου αντικειμένου προσδιορίζεται από τη σύγκλιση δύο ή περισσότερων ακτίνων που ξεκινούν από το σημείο και φτάνουν στο μάτι. Από έναν καθρέφτη οι ακτίνες φτάνουν στο μάτι μας μετά από ανάκλαση σ' αυτόν. Όταν οι ακτίνες συγκλίνουν στη νοητή τους προέκταση πίσω από τον καθρέφτη, τότε ο παρατηρητής αντιλαμβάνεται στη θέση σύγκλισης την εικόνα του αντικειμένου (είδωλο). Το είδωλο αυτό ονομάζεται **φανταστικό**. Όταν συγκλίνουν πραγματικές ακτίνες, σχηματίζεται **πραγματικό** είδωλο. Το πραγματικό είδωλο μπορεί να προβληθεί σε μια οθόνη.
- Σε **επίπεδο** καθρέφτη, το είδωλο ενός φωτεινού αντικειμένου:
 - α) είναι όρθιο,
 - β) σχηματίζεται πίσω από τον καθρέφτη, σε απόσταση ίση με αυτή του φωτεινού αντικειμένου μπροστά από τον καθρέφτη,
 - γ) έχει μέγεθος ίσο με το μέγεθος του αντικειμένου,



δ) είναι φανταστικό.

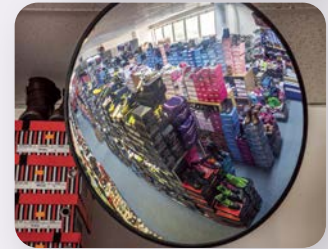
Δηλαδή το είδωλο είναι συμμετρικό με το αντικείμενο ως προς τον καθρέφτη.

■ Σε **κοίλο** καθρέφτη, το είδωλο ενός φωτεινού αντικειμένου:

α) σχηματίζεται πίσω από τον καθρέφτη, είναι φανταστικό, όρθιο και μεγαλύτερο από το αντικείμενο, όταν αυτό βρίσκεται πολύ κοντά στον καθρέφτη (σε απόσταση μικρότερη από την εστιακή απόσταση),

β) σχηματίζεται μπροστά από τον καθρέφτη, είναι πραγματικό και ανεστραμμένο, όταν το αντικείμενο βρίσκεται μακριά από τον καθρέφτη (σε απόσταση μεγαλύτερη από την εστιακή απόσταση).

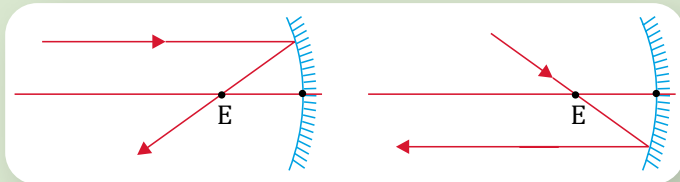
■ Σε **κυρτό** καθρέφτη, το είδωλο ενός φωτεινού αντικειμένου σχηματίζεται πίσω από τον καθρέφτη, είναι φανταστικό, όρθιο και μικρότερο από το αντικείμενο.



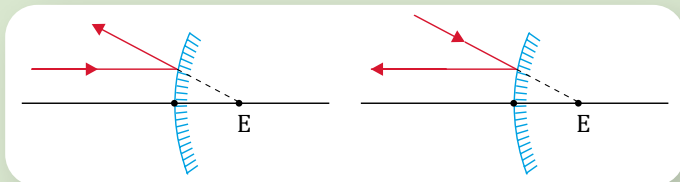
Γραφικός προσδιορισμός ειδώλου σε κοίλους και κυρτούς καθρέφτες

Η θέση και τα χαρακτηριστικά του ειδώλου που σχηματίζεται από κοίλο ή κυρτό καθρέφτη μπορούν να προσδιοριστούν γραφικά, σχεδιάζοντας την πορεία των ακτίνων που προέρχονται από ένα σημείο φωτεινού αντικειμένου και ανακλώνται στον καθρέφτη.

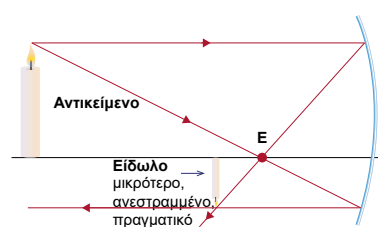
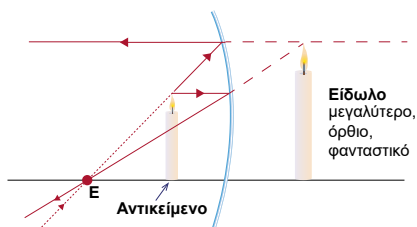
✓ Σε έναν κοίλο καθρέφτη, ακτίνα παράλληλη στον άξονα του καθρέφτη περνά από την εστία E μετά την ανάκλασή της, ενώ ακτίνα που διέρχεται από την εστία E γίνεται παράλληλη στον άξονα του καθρέφτη μετά την ανάκλασή της (αντίστροφη πορεία φωτός).



✓ Σε έναν κυρτό καθρέφτη, όταν ανακλάται μια ακτίνα παράλληλη στον άξονα του καθρέφτη, η προέκτασή της περνά από την εστία E , ενώ μια ακτίνα που η προέκτασή της διέρχεται από την εστία E γίνεται παράλληλη στον άξονα του καθρέφτη μετά την ανάκλασή της.



Η θέση και το μέγεθος του ειδώλου προσδιορίζονται από το σημείο σύγκλισης αυτών των δύο ανακλώμενων ακτίνων ή των προεκτάσεών τους.



PhET –
Γεωμετρική
οπτική

Πώς βλέπουμε τον εαυτό μας σε έναν καθρέφτη;

Το είδωλό μας στον καθρέφτη είναι συμμετρικό ως προς το επίπεδο του καθρέφτη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να βλέπουμε το δεξί μας χέρι σαν αριστερό και το αριστερό σαν δεξί.

Στα ασθενοφόρα, η λέξη «ΑΣΘΕΝΟΦΟΡΟ» γράφεται όπως θα παρουσιαζόταν στον καθρέφτη (ανεστραμμένη), ώστε να εμφανίζεται ορθά γραμμένη στον καθρέφτη του οδηγού που προπορεύεται.



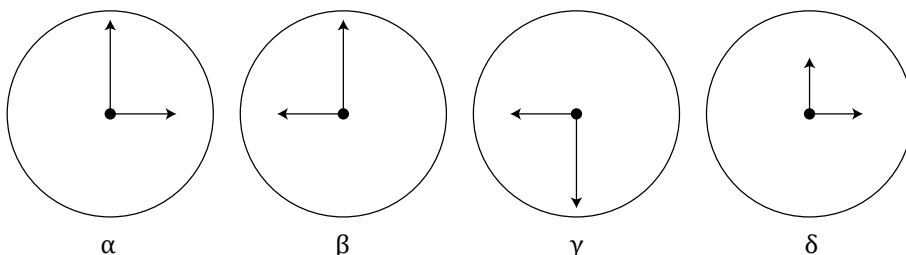
1 Ο καθρέφτης στην καμπίνα ενός αυτοκινήτου είναι:

- α. επίπεδος.
- β. κοίλος.
- γ. κυρτός.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.



2 Ένα ρολόι με δείκτες δείχνει τρεις. Ποια από τις παρακάτω εικόνες θα δούμε, αν το κοιτάξουμε μέσα από έναν επίπεδο κατακόρυφο καθρέφτη;



3 Να γράψετε το όνομά σας σε ένα λευκό χαρτί με τέτοιο τρόπο, ώστε να το διαβάσετε σωστά όταν το βλέπετε μέσα από έναν καθρέφτη.



Ερώτηση –
Δραστηριότητα

Εργασία

Οι καθρέφτες έχουν πολλές χρήσεις και διευκολύνουν την καθημερινή μας ζωή. Να αναζητήσετε πληροφορίες για τις χρήσεις των καθρεφτών και να τις παρουσιάσετε στην τάξη χρησιμοποιώντας πολυμέσα.

Σύνοψη ενότητας

Το φως μεταφέρει ενέργεια. Η μεταφορά ενέργειας γίνεται με τη μορφή μικρών και καθορισμένων ποσοτήτων ενέργειας που ονομάζονται φωτόνια.

Σε κάθε ομογενές μέσο το φως διαδίδεται ευθύγραμμα. Το φως διαδίδεται και στο κενό.

Τα υλικά, ανάλογα με το πόσο φως αφήνουν να διέλθει από αυτά, διακρίνονται σε διαφανή, ημιδιαφανή και αδιαφανή. Σκιά δημιουργείται πίσω από τα αδιαφανή σώματα.

Όταν το φως κατά τη διάδοσή του σε ένα διαφανές υλικό συναντήσει την επιφάνεια ενός σώματος, αλλάζει διεύθυνση διάδοσης παραμένοντας μέσα στο ίδιο διαφανές υλικό. Το φαινόμενο ονομάζεται ανάκλαση. Όταν η επιφάνεια είναι λεία, όλες οι ακτίνες μιας παράλληλης δέσμης ανακλώνται προς την ίδια κατεύθυνση, ενώ όταν είναι τραχιά, ανακλώνται προς διάφορες κατευθύνσεις. Στη δεύτερη περίπτωση λέμε ότι έχουμε διάχυση του φωτός.

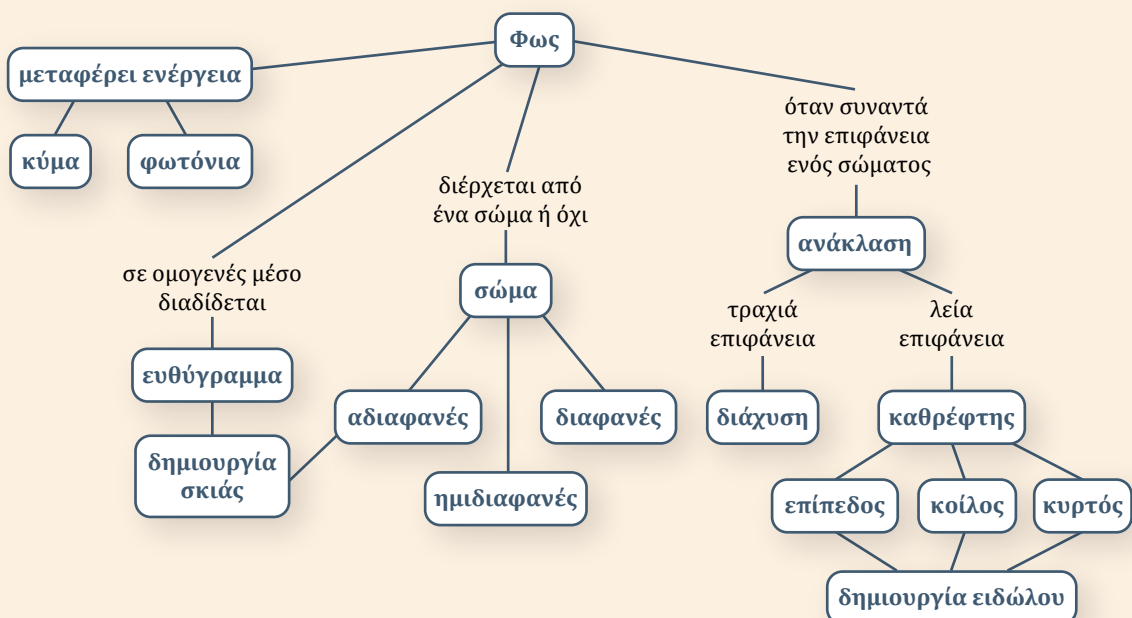
Νόμοι ανάκλασης: α) Το επίπεδο της προσπίπτουσας και της ανακλώμενης ακτίνας είναι κάθετο στην επιφάνεια ανάκλασης. β) Η γωνία πρόσπτωσης είναι ίση με τη γωνία ανάκλασης.

Υπάρχουν δύο είδη καμπύλων καθρέφτων, ο κοίλος και ο κυρτός. Σε κοίλο καθρέφτη, παράλληλες ακτίνες συγκλίνουν σε ένα σημείο μετά την ανάκλασή τους. Σε κυρτό καθρέφτη, παράλληλες ακτίνες αποκλίνουν μετά την ανάκλασή τους.

Το είδωλο που σχηματίζεται από έναν επίπεδο καθρέφτη είναι φανταστικό και συμμετρικό του αντικειμένου ως προς τον καθρέφτη.

Οι ιδιότητες του ειδώλου που σχηματίζεται από έναν κοίλο καθρέφτη εξαρτώνται από την απόσταση του αντικειμένου από τον καθρέφτη.

Σε κυρτό καθρέφτη, το είδωλο σχηματίζεται πίσω από τον καθρέφτη, είναι φανταστικό, όρθιο και μικρότερο από το αντικείμενο.



3.2α

Το φαινόμενο της διάθλασης του φωτός και οι νόμοι του

Λέξεις-κλειδιά: διάθλαση, δείκτης διάθλασης, ολική ανάκλαση, κρίσιμη ή οριακή γωνία

!?

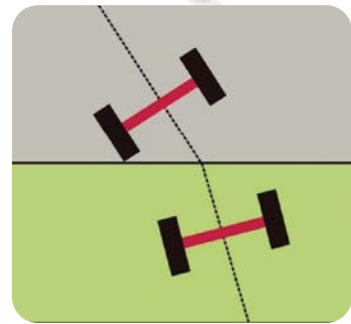
1



2



3



- Παρατηρώντας την εικόνα 1, μπορείτε να εξηγήσετε γιατί το μολύβι φαίνεται σπασμένο στην εικόνα 2;
- Αν αντί για νερό είχαμε άλλο υγρό, η παραμόρφωση θα ήταν ίδια;
- Σχετίζοντας την εικόνα 3, όπου το δίτροχο μεταβαίνει από την άσφαλτο (γκρι) στο γρασίδι (πράσινο), με την πορεία μιας ακτίνας φωτός, που κατά τη γνώμη σας οφείλεται η αλλαγή πορείας («λύγισμα») της ακτίνας, όταν αυτή μεταβαίνει από τον αέρα στο νερό;



ΠΕ

ΜΑΘ

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1: Επανεμφάνιση νομίσματος

Τοποθετήστε ένα νόμισμα στον πυθμένα ενός άδειου φλιτζανιού. Κλείνοντας το ένα μάτι, ελάτε σε τέτοια θέση ώστε μόλις να μη βλέπετε το νόμισμα, όπως στη διπλανή εικόνα. Γιατί δε βλέπετε το νόμισμα;

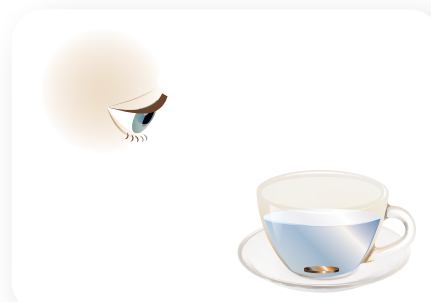
.....
Προσθέστε αργά νερό στην κούπα, ώστε το νόμισμα να φαίνεται πλέον.

Στη διπλανή εικόνα σχεδιάστε την πορεία ακτίνας που εκπέμπεται από το νόμισμα και φτάνει στο μάτι σας ώστε να το βλέπετε.

Το παραπάνω φαινόμενο, που σχετίζεται με τη διάδοση του φωτός, ονομάζεται διάθλαση.

Τι είναι διάθλαση του φωτός και πότε παρατηρείται;

.....
.....



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2: Μελέτη της διάθλασης του φωτός

Ανοίξτε την προσομοίωση «Διάθλαση φωτός» (του PhET Interactive Simulations) και επιλέξτε «Εισαγωγή». Χρησιμοποιήστε το μοιρογνωμόνιο.

Ο δείκτης διάθλασης n για ένα διαφανές υλικό είναι το πηλίκο της ταχύτητας του φωτός στο

κενό c προς την ταχύτητά του στο υλικό v , δηλαδή $n = \frac{c}{v}$.

A. Επιλέξτε τον αέρα για το μέσο από όπου εκπέμπεται η ακτίνα. Επιλέξτε το νερό για το άλλο οπτικό μέσο.

Αυξήστε σταδιακά τη γωνία πρόσπτωσης από 0° έως 90° . Πώς μεταβάλλεται η γωνία διάθλασης (η γωνία μεταξύ της διαθλώμενης ακτίνας στο νερό και της κάθετης στη διαχωριστική επιφάνεια); Για ποια γωνία πρόσπτωσης δεν αλλάζει πορεία η ακτίνα; Η γωνία πρόσπτωσης ή η γωνία διάθλασης είναι μεγαλύτερη;

.....

Επιλέξτε σταθερή γωνία πρόσπτωσης, έστω $\theta = 60^\circ$. Για διάφορα οπτικά μέσα συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.

| Γωνία πρόσπτωσης $\theta = 60^\circ$ | | |
|--------------------------------------|--|---------------------------|
| Υλικό | Δείκτης διάθλασης $\left(n = \frac{c}{v} \right)$ | Γωνία διάθλασης φ |
| αέρας | | |
| νερό | | |
| γυαλί | | |
| άλλο υλικό | 1,60 | |

Συμπληρώστε τα κενά:

Κατά τη διάθλαση, για συγκεκριμένη γωνία πρόσπτωσης θ η διαθλώμενη ακτίνα πλησιάζει τόσο περισσότερο προς την στη διαχωριστική επιφάνεια, όσο η ταχύτητα του φωτός στο δεύτερο οπτικό μέσο είναι

B. Επιλέξτε το νερό για το μέσο από όπου εκπέμπεται η ακτίνα και τον αέρα ως δεύτερο μέσο.

Αυξήστε αργά τη γωνία πρόσπτωσης από 0° έως 70° . Ποια είναι μεγαλύτερη, η γωνία πρόσπτωσης ή η γωνία διάθλασης;

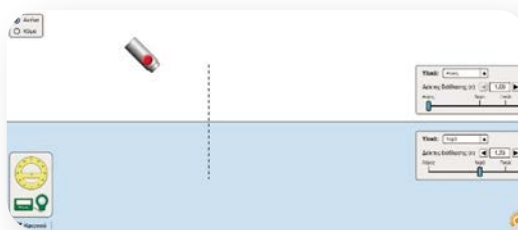
.....

Φαινόμενο ολικής ανάκλασης: Για ποια γωνία πρόσπτωσης (οριακή ή κρίσιμη γωνία θ_c) η γωνία διάθλασης γίνεται 90° ; Εμφανίζεται διαθλώμενη γωνία για ακτίνα πρόσπτωσης μεγαλύτερη της κρίσιμης γωνίας (ολική ανάκλαση);

.....



PhET - Διάθλαση φωτός



PhET Interactive Simulations,
University of Colorado Boulder
<https://phet.colorado.edu>

ΠΕ

ΠΡ

ΜΑΘ

ΓΡ

Γ. Επιλέξτε ένα οπτικό μέσο με δείκτη διάθλασης n_1 από όπου εκπέμπεται η ακτίνα και ένα οπτικό μέσο με δείκτη διάθλασης n_2 στο οποίο μεταβαίνει η ακτίνα. Αν θ και φ είναι αντίστοιχα η γωνία πρόσπτωσης και η γωνία διάθλασης, πειραματιστείτε και συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.

| | |
|-------------|------------------------|
| $n_1 < n_2$ | $\theta \dots \varphi$ |
| $n_1 = n_2$ | $\theta \dots \varphi$ |
| $n_1 > n_2$ | $\theta \dots \varphi$ |

Συμπληρώστε τα κενά:

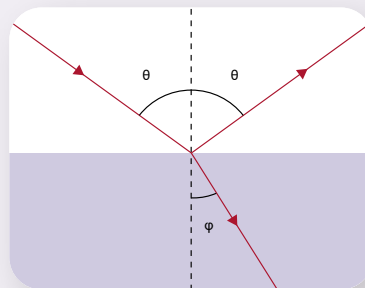
α. Όταν το φως μεταβαίνει από ένα οπτικό μέσο σε ένα άλλο στο οποίο διαδίδεται με μεγαλύτερη ταχύτητα, η διαθλώμενη ακτίνα την κάθετη στη διαχωριστική επιφάνεια των δύο υλικών. Αντίθετα, όταν μεταβαίνει από ένα οπτικό μέσο σε άλλο στο οποίο διαδίδεται με μικρότερη ταχύτητα, η διαθλώμενη ακτίνα την κάθετη στη διαχωριστική επιφάνεια.

β. Το φαινόμενο της ολικής ανάκλασης μπορεί να παρατηρηθεί μόνο όταν το φως μεταβαίνει από ένα οπτικό μέσο σε ένα άλλο με δείκτη διάθλασης από το πρώτο.



■ **Διάθλαση** είναι η αλλαγή πορείας του φωτός, όταν αυτό μεταβαίνει από ένα οπτικό μέσο σε ένα άλλο διαφορετικό από το πρώτο.

Η γωνία της προσπίπτουσας ακτίνας και η γωνία της διαθλώμενης ακτίνας με την κάθετη στη διαχωριστική επιφάνεια των δύο οπτικών μέσων λέγονται γωνία πρόσπτωσης θ και γωνία διάθλασης φ αντίστοιχα. Επισημαίνεται ότι ένα μέρος της προσπίπτουσας ακτίνας ανακλάται.



■ **Δείκτης διάθλασης n** ενός οπτικού μέσου είναι το πηλίκο της ταχύτητας του φωτός στο κενό c προς την ταχύτητα του φωτός v στο μέσο, δηλαδή:

$$n = \frac{c}{v}$$

Ο δείκτης διάθλασης έχει τιμή μεγαλύτερη ή ίση της μονάδας. Ένα οπτικό μέσο ορίζεται ως **οπτικά πυκνότερο** από ένα άλλο αν έχει μεγαλύτερο δείκτη διάθλασης, δηλαδή το φως διαδίδεται με μικρότερη ταχύτητα σε αυτό.

| Οπτικό μέσο | Δείκτης διάθλασης n |
|---------------|-----------------------|
| κενό | 1,00 |
| αέρας | 1,0003 |
| νερό | 1,33 |
| οινόπνευμα | 1,36 |
| λάδι | 1,47 |
| βοημική ύαλος | 1,52 |
| χαλαζίας | 1,62 |
| διαμάντι | 2,42 |

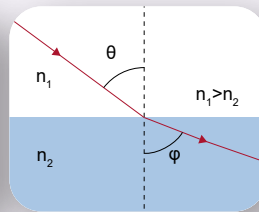
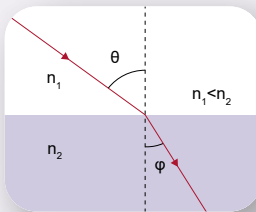
■ **Νόμοι της διάθλασης**

Το επίπεδο που ορίζεται από την προσπίπτουσα και τη διαθλώμενη ακτίνα είναι κάθετο στη διαχωριστική επιφάνεια των δύο οπτικών μέσων.



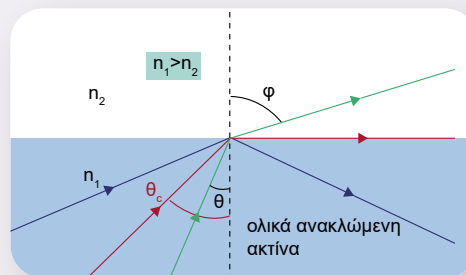
Συμπεριφορά του φωτός

Όταν το φως διαδίδεται από οπτικό μέσο με δείκτη διάθλασης n_1 σε πυκνότερο οπτικό μέσο με δείκτη διάθλασης n_2 , δηλαδή είναι $n_1 < n_2$, τότε η γωνία διάθλασης φ είναι μικρότερη από τη γωνία πρόσπτωσης θ . Αντίστροφα, όταν μεταβαίνει από πυκνότερο οπτικό μέσο σε αραιότερο, τότε είναι $\varphi > \theta$. Στην ειδική περίπτωση που το φως πέφτει κάθετα στη διαχωριστική επιφάνεια, η διαθλωμένη ακτίνα είναι προέκταση της προσπίπτουσας.



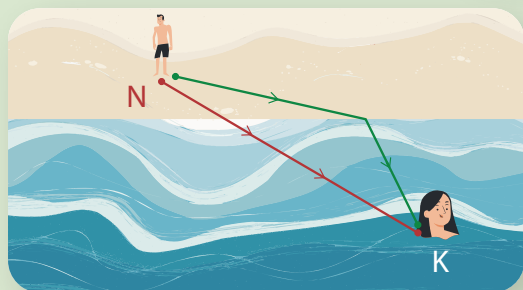
Ανάκλαση και διάθλαση σε οπτικά πυκνότερο υλικό

- Όταν το φως μεταβαίνει από πυκνότερο σε αραιότερο οπτικό μέσο, για κάποια τιμή της γωνίας πρόσπτωσης η γωνία διάθλασης γίνεται ίση με 90° . Η συγκεκριμένη γωνία πρόσπτωσης ονομάζεται **κρίσιμη ή οριακή γωνία θ_c** . Για γωνίες πρόσπτωσης μεγαλύτερες της θ_c όλο το φως ανακλάται. Το συγκεκριμένο φαινόμενο λέγεται φαινόμενο ολικής ανάκλασης.



Αρχή του ελαχίστου χρόνου (αρχή του Fermat)

Όταν το κουδούνι χτυπήσει, η μαθήτριά μεταβαίνει στην είσοδο του κτιρίου του σχολείου ακολουθώντας την ευθεία πορεία ΑΕ και όχι μια άλλη, γιατί θέλει να φτάσει το συντομότερο.



Όταν ο κολυμβητής Κ καλεί σε βοήθεια, ο ναυαγοςώστης Ν θα μεταβεί σε αυτόν ακολουθώντας μια τεθλασμένη πορεία και όχι την ευθύγραμμη, γιατί στην ξηρά κινείται με μεγαλύτερη ταχύτητα από ό,τι στη θάλασσα. Η ιδανική διαδρομή είναι αυτή για την οποία ο χρόνος μετάβασης είναι ο μικρότερος.

Καθώς το φως διαδίδεται από ένα σημείο σε κάποιο άλλο, η πορεία του είναι τέτοια ώστε να απαιτείται ο ελάχιστος χρόνος. Η συγκεκριμένη πρόταση διατυπώθηκε από τον Γάλλο μαθηματικό Fermat (1601-1665) και εξηγεί την ευθύγραμμη διάδοση του φωτός στο ίδιο μέσο, τους νόμους της ανάκλασης και τους νόμους της διάθλασης.



Αρχή του Fermat



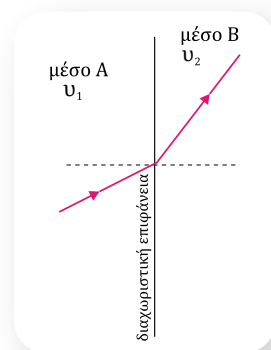
1 Καθώς η ακτίνα του φωτός μεταβαίνει από το οπτικό μέσο Α στο οπτικό μέσο Β, ακολουθεί την πορεία του σχήματος. Αν v_1 και v_2 είναι η ταχύτητα του φωτός στο Α και στο Β αντίστοιχα, ισχύει:

α. $v_1 > v_2$

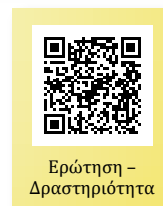
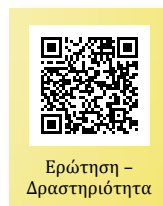
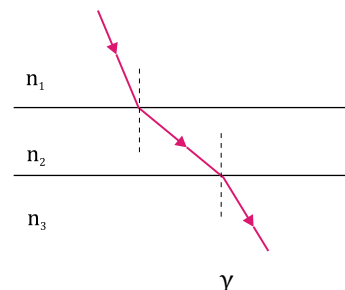
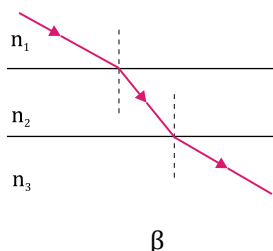
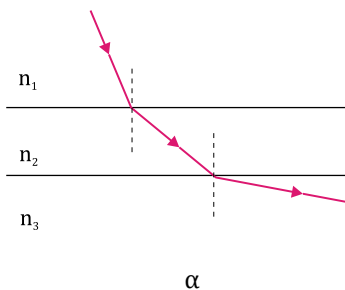
β. $v_1 = v_2$

γ. $v_1 < v_2$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.



* **2** Αν για τους δείκτες διάθλασης των οπτικών μέσων ισχύει $n_1 > n_2 > n_3$, να επιλέξετε το σωστό σχήμα για την πορεία μιας ακτίνας.



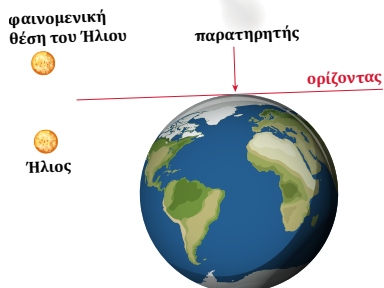
3.2β

Εφαρμογές της διάθλασης του φωτός

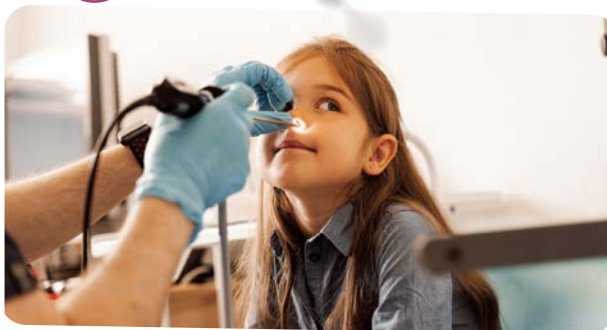
Λέξεις-κλειδιά: φαινομενική ανύψωση, αντικατοπτρισμός, οπτικές ίνες



1



2



3



- Ο ήλιος, αν και έχει βασιλέψει, είναι ακόμα ορατός (εικόνα 1). Δώστε μια εξήγηση του φαινομένου.
- Με το ενδοσκόπιο ο γιατρός μπορεί να δει το εσωτερικό της ρινικής κοιλότητας (εικόνα 2). Σε ποιο φαινόμενο στηρίζεται η λειτουργία του;
- Στην εικόνα 3 ένας ταξιδιώτης βλέπει μια πολύ ζεστή μέρα την άσφαλο βρεγμένη. Πώς δημιουργείται αυτή η ψευδαίσθηση;



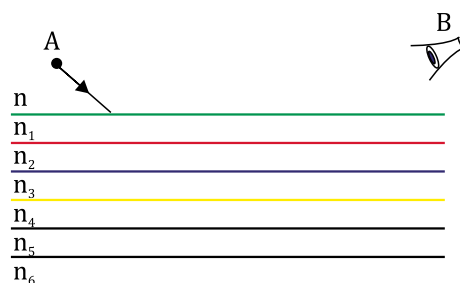
ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1: Αντικατοπτρισμός

Από το φωτεινό σημείο A, το οποίο βρίσκεται σε οπτικό υλικό με δείκτη διάθλασης n , εκπέμπεται μια ακτίνα φωτός. Για τα παράλληλα πλακίδια ισχύει:

$$n > n_1 > n_2 > n_3 > n_4 > n_5 > n_6 > \dots$$

Σχεδιάστε κατά προσέγγιση την πορεία της ακτίνας θεωρώντας ότι ολική ανάκλαση συμβαίνει στην επιφάνεια επαφής 3ου και 4ου πλακιδίου. Εξηγήστε τον σχεδιασμό της.

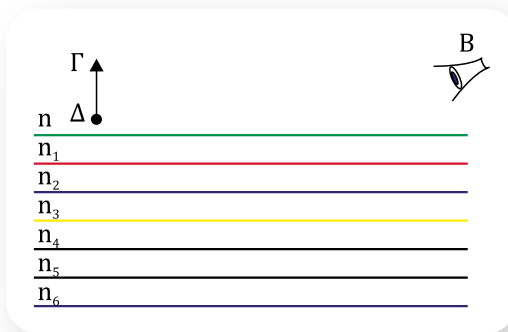
.....
Σε ποια θέση βλέπει ο παρατηρητής B το φωτεινό σημείο A;
.....



ΕΑ

ΜΑΘ

Σχεδιάστε το είδωλο του αντικειμένου ΓΔ που βλέπει ο παρατηρητής Β.



ΠΕ

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2: Ολική ανάκλαση σε φλέβα νερού

ΜΑΘ

Τρυπήστε με ένα καρφί ένα πλαστικό μπουκάλι. Γεμίστε το μπουκάλι με νερό κρατώντας την τρύπα. Ελευθερώστε την τρύπα και ταυτόχρονα φωτίστε με laser στο σημείο της τρύπας που ρέει το νερό. Φροντίστε να πέφτει το νερό σε μία μικρή λεκάνη. Παρεμβάλετε το χέρι σας στη ροή του νερού. Φωτίζεται το χέρι σας; Με ποιον τρόπο οδηγείται η ακτίνα laser στο χέρι σας;



.....

.....

.....



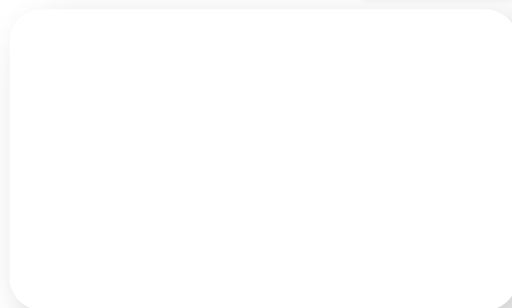
Σχεδιάστε τη φλέβα νερού και την πορεία που θεωρείτε ότι ακολουθεί η ακτίνα laser μέσα σ' αυτή. Πώς εξηγείται η πορεία μιας ακτίνας laser στη φλέβα;

.....

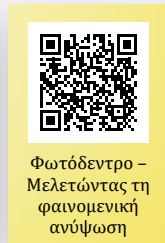
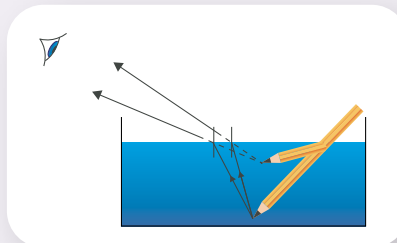
.....

.....

.....

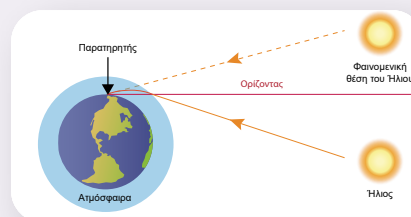


- Οι ακτίνες που εκπέμπονται από τη μύτη του μολυβιού, καθώς μεταβαίνουν από το νερό στον οπτικά αραιότερο αέρα, διαθλώνται απομακρυνόμενες από την κάθετη στη διαχωριστική επιφάνεια. Συνέπεια αυτού είναι οι προεκτάσεις τους να συγκλίνουν σε υψηλότε-



ρο σημείο, δημιουργώντας την ψευδαίσθηση ότι η μύτη του μολυβιού βρίσκεται σε υψηλότερο σημείο από ό,τι είναι πραγματικά. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται **φαινομενική ανύψωση**.

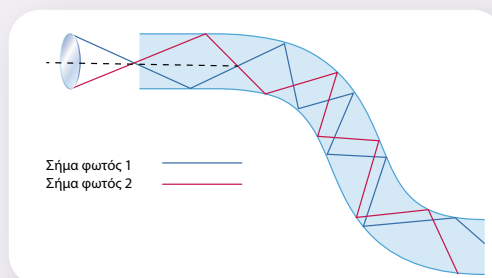
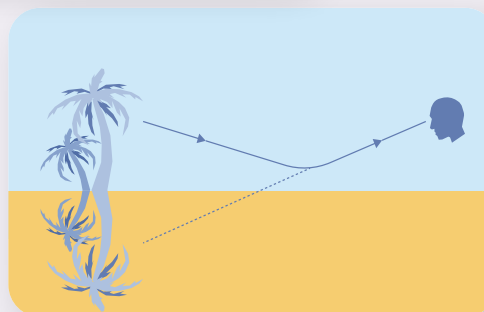
- Στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας ο αέρας είναι αραιότερος, με συνέπεια να είναι και οπτικά αραιότερος. Μια ακτίνα του ήλιου, όπως φαίνεται στο σχήμα, ακολουθεί καμπύλη γραμμή καθώς μεταβαίνει σε ολοένα πυκνότερα στρώματα αέρα, με αποτέλεσμα ο ήλιος να φαίνεται σε υψηλότερη θέση από την πραγματική του. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται **ατμοσφαιρική διάθλαση** και έχει ως συνέπεια ο ήλιος να είναι ορατός, ενώ στην πραγματικότητα είναι κάτω από τον ορίζοντα, και κατά την ανατολή του (λυκαυγές) και κατά τη δύση του (λυκόφως).



- Τις ζεστές καλοκαιρινές μέρες το έδαφος της ερήμου ή ενός ασφαλτοστρωμένου δρόμου θερμαίνεται, με συνέπεια ο αέρας να είναι κοντά σε αυτό θερμότερος, αραιότερος και οπτικά αραιότερος. Επομένως μια ακτίνα καμπυλώνεται διαρκώς, γιατί εισέρχεται σε οπτικά αραιότερα στρώματα. Σε κάποια θέση υφίσταται ολική ανάκλαση, ακολουθώντας τελικά μια συμμετρική πορεία. Αποτέλεσμα αυτής της πορείας είναι ένας παρατηρητής να βλέπει το είδωλο ενός αντικειμένου σαν να υπάρχει ένας επίπεδος καθρέφτης σε οριζόντια θέση μεταξύ παρατηρητή και αντικειμένου. Το φαινόμενο αυτό λέγεται **αντικατοπτρισμός**. Στην έρημο, που δεν υπάρχουν αντικείμενα, αντικατοπτρίζεται ο ουρανός, δίνοντας την ψευδαίσθηση της ύπαρξης μιας απέραντης λίμνης. Στους ασφαλτοστρωμένους δρόμους δίνεται η εντύπωση ότι ο δρόμος είναι βρεγμένος.



Αντικατοπτρισμός



Μετάδοση φωτός σε οπτική ίνα

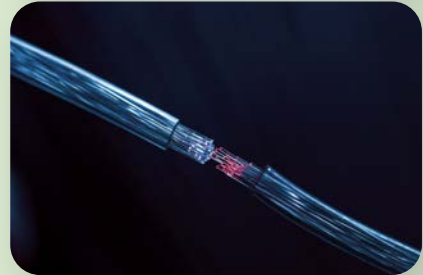
- Το φαινόμενο της ολικής ανάκλασης του φωτός έχει εφαρμογή στο ενδοσκόπιο και στις οπτικές ίνες, όπου το φως μπορεί να μεταβεί από ένα σημείο σε άλλο, κατά μήκος ενός φωταγωγού (ιατρικός όρος για τις οπτικές ίνες) από εύκαμπτο οπτικό μέσο.



Ενδοσκόπιο

Το **ενδοσκόπιο** είναι κατασκευασμένο με εύκαμπτο διαφανές υλικό και χρησιμοποιείται στην ιατρική για παρατηρήσεις (ενδοσκοπήσεις) στομάχου, ορθού κ.ά.

Οι **οπτικές ίνες** χρησιμοποιούνται σε δίκτυα επικοινωνιών και επιτρέπουν να μεταδίδονται ψηφιακά δεδομένα με τη μορφή φωτός. Είναι κατασκευασμένες από πλαστικό ή γυαλί και έχουν διατομή διαμέτρου μερικά μικρόμετρα (μm), δηλαδή όσο περίπου μια τρίχα. Συνήθως είναι πολλές ίνες μαζί, σχηματίζοντας τα **οπτικά καλώδια**. Με τις οπτικές ίνες, ένα σήμα με τη μορφή ακτίνων laser μεταδίδεται σε απόσταση μεγαλύτερη και από 50 km.



- 1 Πώς σε μια άνυδρη έρημο δημιουργείται η εντύπωση ότι υπάρχει λίμνη, όπως φαίνεται στη διπλανή εικόνα;



Ερώτηση -
Δραστηριότητα



Ερώτηση -
Δραστηριότητα



Λέξεις-κλειδιά: διασκεδασμός, ανάλυση του φωτός, χρώματα



1



2



- Από πού προέρχονται τα χρώματα που φαίνονται στις εικόνες 1 και 2; Πώς δημιουργούνται;
- Αφού ο ήλιος στέλνει λευκό φως, πώς εμφανίζονται όλα αυτά τα χρώματα στη φύση;
- Γιατί το λευκό φως αναλύεται από ένα πρίσμα και όχι από ένα γυάλινο πλακίδιο; (εικόνα 1)
- Γιατί εμφανίζεται ουράνιο τόξο κατά τη διάρκεια της βροχής ή μετά από αυτήν; (εικόνα 2)



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1: Εξάρτηση δείκτη διάθλασης από το χρώμα του φωτός

Υλικά

ένα φύλλο χαρτί για σχεδιασμό

ένα χαρτόνι σε σχήμα αντεστραμμένου T ή Γ

ένα πρίσμα

τρία laser pointer, ένα κόκκινο, ένα μπλε και ένα πράσινο



Πάνω στο φύλλο χαρτιού ζωγραφίστε τις θέσεις στις

οποίες θα τοποθετηθεί το laser pointer, το πρίσμα και το πέτασμα.

Τοποθετήστε στη θέση του laser pointer καθένα από τα τρία laser (κόκκινο, πράσινο, μπλε) και σημειώστε πάνω στο πέτασμα που δημιουργεί το χαρτόνι τη θέση όπου πέφτει η φωτεινή δέσμη μετά την έξοδό της από το πρίσμα.



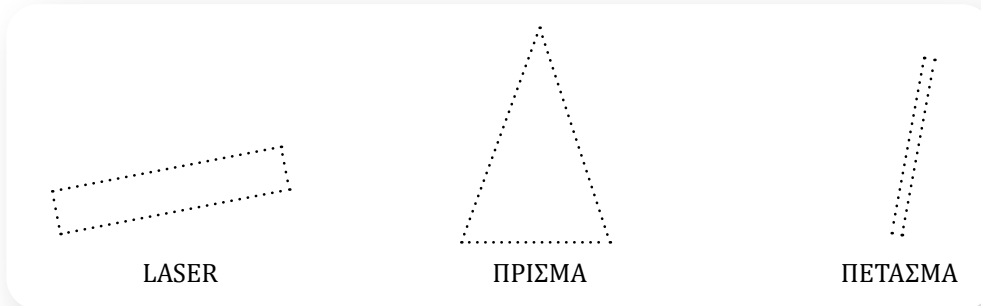
ΠΕ

ΜΑΘ

Οι τρεις δέσμες πέφτουν στο ίδιο σημείο;

.....
.....

Σχεδιάστε στο φύλλο χαρτί την πορεία των τριών ακτίνων.



ΠΕ

ΜΑΘ

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2: Ανάλυση λευκού φωτός από πρίσμα

Υλικά

ανακλαστικός προβολέας, όπως του σχήματος (εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί φακός μεγάλης διαμέτρου)

χαρτόνι

μυτερό μολύβι

πρίσμα

λευκό χαρτί



Με το μολύβι ανοίξετε μια τρύπα στη μέση του χαρτονιού.

Τοποθετήστε το χαρτόνι στην οθόνη του προβολέα έτσι ώστε να περνά από την τρύπα μια λεπτή δέσμη φωτός.

Τοποθετήστε το πρίσμα έτσι ώστε να περνά η δέσμη μέσα από αυτό. Τοποθετήστε το λευκό χαρτί στην άλλη μεριά του πρίσματος, έτσι ώστε να πέφτει το εξερχόμενο φως επάνω του. Στο χαρτί αποτυπώνονται τα «χρώματα της ίριδας».

Ποια είναι η σειρά των χρωμάτων πάνω στο λευκό χαρτί;

.....

Από πού προήλθαν τα χρώματα αυτά;

.....

Τι πιστεύετε ότι θα βλέπατε αν μπορούσατε να συνδυάσετε ξανά όλα τα χρώματα; Τι σχέση έχει το λευκό φως με τα χρώματα της ίριδας;

.....

.....

Μπορεί μια δέσμη ερυθρού φωτός να αναλυθεί σε απλούστερη;

Σχεδιάστε μια ερευνητική πρόταση για να απαντήσετε στο ερώτημα αυτό.

.....

.....

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2 (ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΟ ΣΠΙΤΙ): Χρώμα των σωμάτων

Έχετε παρατηρήσει ότι το χρώμα των ρούχων σας είναι ελαφρώς διαφορετικό όταν φωτίζονται με φως λάμπας από ό,τι όταν φωτίζονται με ηλιακό φως; Πού οφείλεται αυτό;

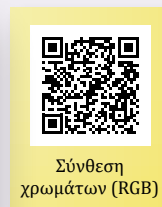
Στο δωμάτιό σας επιλέξτε ένα κόκκινο και ένα πράσινο αντικείμενο. Συνδέστε μια κόκκινη λάμπα στο φωτιστικό σας και φωτίστε το δωμάτιο.

Τι χρώμα έχουν τα δύο σώματα;

Έχει σχέση το χρώμα με το οποίο βλέπουμε τα σώματα με το φως που πέφτει πάνω τους;



- Το λευκό φως είναι σύνθεση όλων των χρωμάτων. Αυτό το διαπιστώνουμε με τη χρήση οπτικών μέσων κατάλληλης γεωμετρίας που προκαλούν εκτροπή του φωτός, όπως τα πρίσματα.
- Όταν ακτίνες διαφόρων χρωμάτων προσπέσουν σε ένα πρίσμα, εκτρέπονται με διαφορετικό τρόπο κατά τη διέλευσή τους. Αυτό οφείλεται στο ότι κάθε χρώμα έχει διαφορετική ταχύτητα όταν κινείται εντός ενός διαφανούς σώματος (οπτικό μέσο). Άρα το ίδιο σώμα παρουσιάζει διαφορετικό δείκτη διάθλασης ανάλογα με το χρώμα του φωτός που το διαπερνά. Οι ακτίνες με απόχρωση προς το ερυθρό φως εκτρέπονται λιγότερο περνώντας μέσα από ένα πρίσμα σε σχέση με τις ακτίνες με απόχρωση προς το μπλε. Το φαινόμενο ονομάζεται **διασκεδασμός**.
- Κάθε σώμα που εμφανίζει χρωματισμό απορροφά στην πραγματικότητα όλα τα χρώματα της ίριδας εκτός από αυτό που χαρακτηρίζει το χρώμα του. Μια κόκκινη μπάλα απορροφά όλα τα χρώματα της ίριδας εκτός από το κόκκινο. Φωτίζοντας με λευκό φως την μπάλα, από αυτή θα ανακλαστεί μόνο το κόκκινο, το οποίο και θα φτάσει στα μάτια μας. Αν φωτίσουμε με πράσινο φως την μπάλα, αυτή θα φαίνεται μαύρη.
- Αν φωτίσουμε ένα σώμα με πράσινο, κόκκινο και μπλε φως ταυτόχρονα, το σώμα θα φαίνεται λευκό. Στα θέατρα ο φωτισμός με μονοχρωματικούς προβολείς κόκκινου, πράσινου και μπλε χρώματος μπορεί να συνθέσει λευκό φως στη σκηνή. Αν ο ένας από τους τρεις προβολείς δεν είναι αναμμένος, το χρώμα που εμφανίζεται στη σκηνή είναι η μείξη των δύο άλλων χρωμάτων. Για παράδειγμα, πράσινο και κόκκινο φως συνθέτουν το κίτρινο.

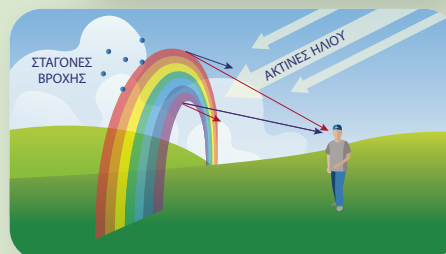
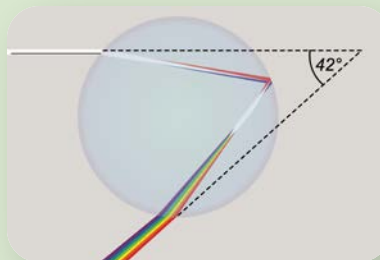




Ουράνιο τόξο

Πολλές φορές κατά τη διάρκεια της βροχής ή μετά από αυτή δημιουργείται ουράνιο τόξο. Το φαινόμενο αυτό οφείλεται στη διάθλαση του ηλιακού φωτός από σταγονίδια που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα. Τα σταγονίδια της βροχής έχουν τέτοιο σχήμα που αναγκάζουν τις ακτίνες του λευκού φωτός του ήλιου, ανάλογα με το χρώμα τους, να ακολουθήσουν διαφορετικές πορείες όταν διέρχονται από αυτά.

Το ουράνιο τόξο μπορεί να φανεί ωρίς το πρωί ή το απόγευμα. Θα πρέπει ο ήλιος να είναι χαμηλά, ώστε οι ακτίνες του που εξέρχονται από τις σταγόνες (και σχηματίζουν με τις ακτίνες που εισέρχονται στις σταγόνες γωνίες μεταξύ 40° και 42°) να πέφτουν στο μάτι μας.



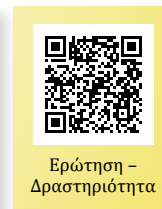
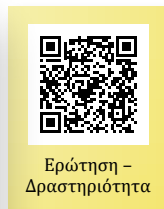
Ο δίσκος του Νεύτωνα και το φως στα θέατρα

Ο Ισαάκ Νεύτων με πειράματα, χρησιμοποιώντας πρίσμα, επιβεβαίωσε ότι το λευκό φως περιέχει όλα τα χρώματα της ίριδας. Έτσι, αν συνθέσουμε τα χρώματα της ίριδας, παράγουμε λευκό φως. Περιστρέφοντας τον χρωματιστό δίσκο της εικόνας, δεν μπορούμε να ξεχωρίσουμε τα χρώματα, αλλά αντιλαμβανόμαστε μια μπεζ απόχρωση, που αποτελεί μείξη των χρωμάτων που φτάνουν στο μάτι μας από τον δίσκο. Το μάτι λόγω της ιδιότητας του μετεικάσματος δεν μπορεί να ξεχωρίσει τα χρώματα, όταν αυτά εναλλάσσονται με ταχύτητα. Αντίστοιχο φαινόμενο σύνθεσης απλών χρωμάτων αξιοποιείται σε θεατρικές αίθουσες με χρήση προβολέων.



1 Στον προβολέα θεάτρου τύπου LED που βλέπετε στην εικόνα υπάρχουν LED αποχρώσεων κόκκινου, πράσινου και μπλε φωτός.

- α) Για να φωτιστεί η σκηνή με μοβ χρώμα, ποια LED πρέπει να ανάψουν;
- β) Αν ανάψουν τα πράσινα και τα μπλε LED, με τι χρώμα φωτίζεται η σκηνή;



3.2δ

Φακοί και είδωλα φακών

Λέξεις-κλειδιά: συγκλίνων φακός, αποκλίνων φακός, πραγματικό είδωλο, φανταστικό είδωλο



1



2



3



- Γιατί μπορούμε να διακρίνουμε περισσότερες λεπτομέρειες σε περιοχές του φύλλου που βρίσκονται κάτω από τις σταγόνες; (εικόνα 1)
- Ο φακός της εικόνας 2 συγκεντρώνει τις ακτίνες του ήλιου. Μπορεί οποιοσδήποτε φακός να έχει αυτή την ιδιότητα;
- Ένας φακός μεγεθύνει πάντα τα αντικείμενα που κοιτάζουμε μέσα από αυτόν; (εικόνα 3)



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1: Δημιουργία απλού φακού

Υλικά

διάφανος πλαστικός χάρακας

νερό

μια σελίδα που έχει τυπωμένο κείμενο με μικρά γράμματα



ΠΕ

ΜΑΘ

Ρίξτε μια σταγόνα νερό στον πλαστικό χάρακα. Πλησιάστε τον χάρακα στη σελίδα και κοιτάξτε τα γράμματα του κειμένου μέσα από τη σταγόνα. Τι παρατηρείτε;

Η εικόνα των γραμμάτων, όπως τη βλέπετε μέσα από τη σταγόνα, είναι αποτέλεσμα της αλλαγής της πορείας του φωτός λόγω του φαινομένου:

της ανάκλασης

της διάθλασης

Ρίξτε 5-6 σταγόνες στον χάρακα και με το δάχτυλό σας δημιουργήστε μια λεπτή στρώση νερού. Πλησιάστε τον χάρακα στη σελίδα και κοιτάξτε τα γράμματα του κειμένου μέσα από τη στρώση του νερού. Τι παρατηρείτε;

.....

Σε ποια από τις δύο περιπτώσεις δημιουργήθηκε ένας φακός; Σχετίζεται η δημιουργία φακού με το σχήμα του οπτικού μέσου;

.....

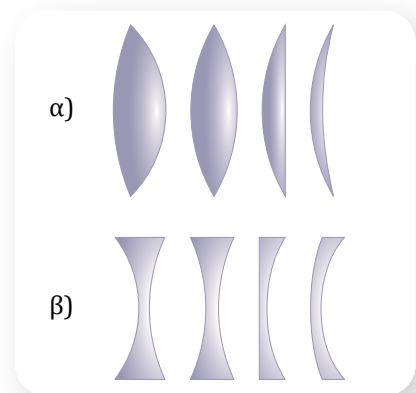
Γράψτε τα συμπεράσματά σας σχετικά με τις προϋποθέσεις που πρέπει να πληρούνται, ώστε να δημιουργηθεί ένας φακός.

.....

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2: Κατηγορίες φακών

Τουλάχιστον η μία από τις επιφάνειες ενός φακού είναι καμπύλη. Υπάρχουν φακοί που είναι:

- α) παχύτεροι στο μέσον τους και λεπτότεροι στα άκρα τους,
- β) λεπτότεροι στο μέσον τους και παχύτεροι στα άκρα τους.



Υλικά

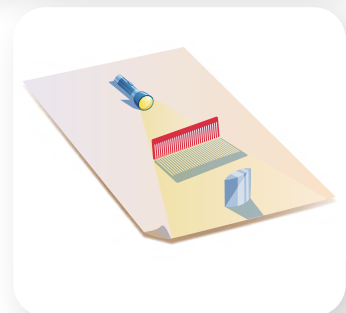
πηγή φωτός

χτένα

λευκό φύλλο χαρτί

φακός παχύτερος στο μέσον του και λεπτότερος στα άκρα του

φακός λεπτότερος στο μέσον του και παχύτερος στα άκρα του



Στερεώστε όρθια τη χτένα (π.χ. με τη βοήθεια πλαστελίνης). Ρυθμίστε την απόσταση της πηγής φωτός από τη χτένα, έτσι ώστε πίσω από τη χτένα να δημιουργείται μια δέσμη παράλληλων ακτίνων που να φαίνεται πάνω στο λευκό χαρτί. Τοποθετήστε στην πορεία της δέσμης τον φακό που είναι παχύτερος στο μέσον του και λεπτότερος στα άκρα του.

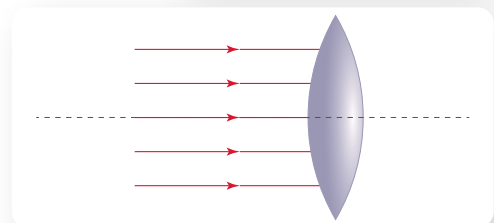
(Προτείνεται η δραστηριότητα να πραγματοποιηθεί σε σκοτεινό περιβάλλον.)

Σχεδιάστε την πορεία των διαθλωμένων ακτίνων.

Αυτή η κατηγορία φακών ονομάζεται συγκλίνοντες φακοί.

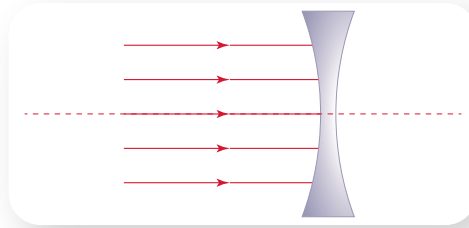
Γράψτε την ιδιότητα ενός συγκλίνοντα φακού.

.....



Επαναλάβετε τη διαδικασία, τοποθετώντας όμως τον φακό που είναι λεπτότερος στο μέσον του και παχύτερος στα άκρα του.

Σχεδιάστε την πορεία των διαθλωμένων ακτίνων και των προεκτάσεών τους.



Αυτή η κατηγορία φακών ονομάζεται αποκλίνοντες φακοί. Γράψτε το συμπέρασμά σας για το τι είναι ένας αποκλίνων φακός.

.....

.....

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3: Είδωλα φακών

Υλικά

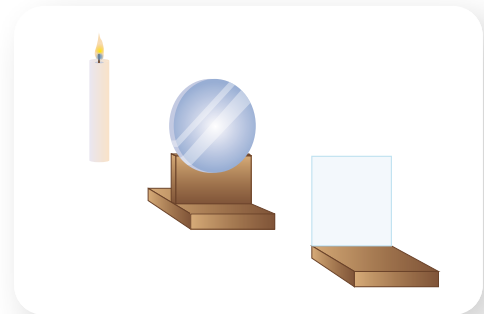
συγκλίνων φακός με βάση στήριξης

αποκλίνων φακός με βάση στήριξης

κερί

βάση στήριξης για το κερί (π.χ. κηροπήγιο)

βιβλίο ως οθόνη



A. Συγκλίνων φακός

Τοποθετήστε το κερί, τον φακό και το βιβλίο στην ίδια ευθεία,

όπως στο σχήμα. Τοποθετήστε το κερί σε απόσταση 20 cm από τον φακό και ανάψτε το. Μετακινήστε το βιβλίο-οθόνη μπρος πίσω, μέχρι να σχηματιστεί πάνω του καθαρά το είδωλο της φλόγας. Τι χαρακτηριστικά έχει το είδωλο (μέγεθος, όρθιο ή ανεστραμμένο);

.....

.....

Πλησιάστε σιγά σιγά το κερί στον φακό. Από κάποια θέση και μετά δε θα βλέπετε το είδωλο της φλόγας πάνω στην οθόνη. Αφαιρέστε το βιβλίο-οθόνη και κοιτάξτε μέσα από τον φακό. Τι χαρακτηριστικά έχει το είδωλο (μέγεθος, όρθιο ή ανεστραμμένο);

.....

.....

Γράψτε τα συμπεράσματά σας για τα χαρακτηριστικά του ειδώλου που δημιουργείται από έναν συγκλίνοντα φακό καθώς μεταβάλλεται η απόσταση του αντικειμένου από αυτόν.

.....

.....

.....

B. Αποκλίνων φακός

Τοποθετήστε το κερί, τον φακό και το βιβλίο στην ίδια ευθεία, όπως στην προηγούμενη περίπτωση, έτσι ώστε το κερί να απέχει από την οθόνη περίπου 50 cm. Ανάψτε το κερί και μετακινήστε σιγά σιγά τον φακό από μια θέση πολύ κοντά στο κερί μέχρι μια θέση πολύ κοντά στην οθόνη. Υπάρχει κάποια θέση του φακού τέτοια ώστε να σχηματίζεται το είδωλο της φλόγας στην οθόνη;

Ναι Όχι

Άρα το είδωλο που δημιουργείται από έναν αποκλίνοντα φακό είναι πάντα:

πραγματικό φανταστικό

Αφαιρέστε το βιβλίο-οθόνη και κοιτάξτε μέσα από τον φακό. Τι χαρακτηριστικά έχει το είδωλο (μέγεθος, όρθιο ή ανεστραμμένο) για οποιαδήποτε απόσταση του κεριού από τον φακό;

.....

Γράψτε τα συμπεράσματά σας για τα χαρακτηριστικά του ειδώλου που δημιουργείται από έναν αποκλίνοντα φακό καθώς μεταβάλλεται η απόσταση του αντικειμένου από αυτόν.

.....



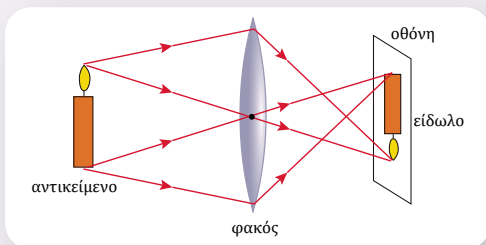
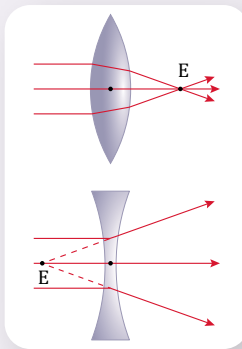
■ Φακός είναι ένα διαφανές σώμα, συνήθως από γυαλί, το οποίο έχει τουλάχιστον μια καμπύλη επιφάνεια.

■ Υπάρχουν δύο βασικές κατηγορίες φακών, οι συγκλίνοντες και οι αποκλίνοντες φακοί.

Οι συγκλίνοντες φακοί είναι παχύτεροι στο μέσον τους. Στους συγκλίνοντες φακούς, παράλληλες ακτίνες συγκλίνουν μετά τη διάθλασή τους. Οι ακτίνες δέσμης παράλληλης στον άξονα του συγκλίνοντα φακού συγκλίνουν μετά τη διάθλασή τους σε ένα σημείο που λέγεται **κύρια εστία E** του φακού.

Οι αποκλίνοντες φακοί είναι λεπτότεροι στο μέσον τους. Στους αποκλίνοντες φακούς, παράλληλες ακτίνες αποκλίνουν μετά τη διάθλασή τους. Κύρια εστία E του φακού είναι το σημείο που συγκλίνουν οι προεκτάσεις των διαθλωμένων ακτίνων δέσμης παράλληλης στον άξονα του φακού.

■ Όταν οι φωτεινές ακτίνες ενός αντικειμένου, καθώς διέρχονται από φακό, συγκλίνουν, σχηματίζεται **πραγματικό** είδωλο. Το πραγματικό είδωλο μπορεί να προβληθεί σε μια οθόνη. Όταν οι φωτεινές ακτίνες ενός αντικειμένου, καθώς διέρχονται από φακό, απο-



κλίνουν, τότε οι νοητές τους προεκτάσεις συγκλίνουν μπροστά από τον φακό και το είδωλο που σχηματίζεται είναι **φανταστικό**.

✓ Σε **συγκλίνοντα** φακό, για το είδωλο ενός αντικειμένου ισχύει:

Όταν το αντικείμενο βρίσκεται μακριά από τον φακό, σχηματίζεται πίσω από τον φακό, είναι πραγματικό και ανεστραμμένο.

Όταν το αντικείμενο βρίσκεται πολύ κοντά στον φακό, σχηματίζεται μπροστά από τον φακό, είναι φανταστικό, όρθιο και μεγαλύτερο από το αντικείμενο.



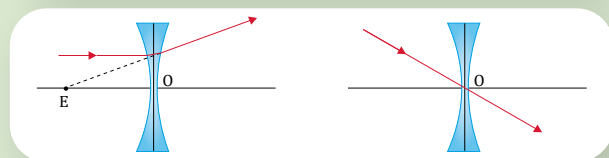
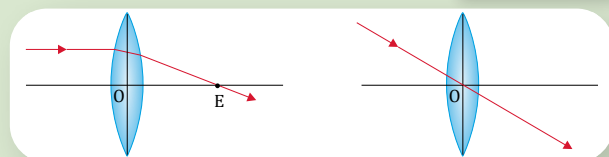
✓ Σε **αποκλίνοντα** φακό, το είδωλο ενός αντικειμένου σχηματίζεται πάντα μπροστά από τον φακό, είναι φανταστικό, όρθιο και μικρότερο από το αντικείμενο.



Γραφικός προσδιορισμός ειδώλου σε συγκλίνοντες και αποκλίνοντες φακούς

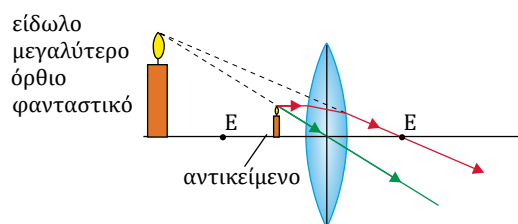
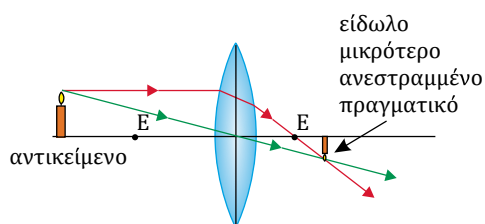
Η θέση και τα χαρακτηριστικά του ειδώλου που σχηματίζεται από συγκλίνοντα και αποκλίνοντα φακό μπορούν να προσδιοριστούν γραφικά σχεδιάζοντας τον τρόπο που διαθλώνται από αυτούς ακτίνες που προέρχονται από κάποιο σημείο του αντικειμένου.

- Σε συγκλίνοντα φακό, ακτίνα παράλληλη στον άξονα του φακού περνά από την εστία E μετά τη διάθλασή της, ενώ ακτίνα που περνά από το κέντρο του φακού δεν αλλάζει πορεία.
- Σε έναν αποκλίνοντα φακό, όταν διαθλάται ακτίνα που είναι παράλληλη στον άξονα του φακού, η προέκτασή της περνά από την εστία E , ενώ ακτίνα που περνά από το κέντρο του φακού δεν αλλάζει πορεία.



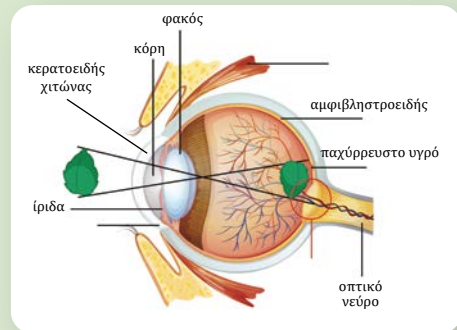
Γραφικός προσδιορισμός ειδώλου συγκλίνοντα φακού

Η θέση και το μέγεθος του ειδώλου προσδιορίζονται από το σημείο σύγκλισης αυτών των δύο ακτίνων ή των προεκτάσεών τους.



Η λειτουργία της όρασης

Το μάτι είναι αισθητήριο όργανο που ανιχνεύει το ορατό φως και μας επιτρέπει να αντιλαμβανόμαστε τον κόσμο γύρω μας. Το σχήμα του ματιού είναι περίπου σφαιρικό και είναι γεμάτο παχύρρευστο υγρό. Στο μπροστινό του μέρος υπάρχει μια μικρή οπή, η **κόρη**, απ' όπου εισέρχεται φως στο εσωτερικό του ματιού. Η **ίριδα** είναι ένας έγχρωμος δίσκος που περιβάλλει την κόρη και συστέλλεται ή διαστέλλεται ανάλογα με τη φωτεινότητα. Με αυτό τον τρόπο μεταβάλλει το μέγεθος της κόρης και επομένως ρυθμίζεται η ποσότητα του φωτός που εισέρχεται στο μάτι. Ο **κερατοειδής χιτώνας** είναι το διαφανές μπροστινό μέρος του ματιού το οποίο καλύπτει την ίριδα και την κόρη. Πίσω από την κόρη υπάρχει ένας φακός, η καμπυλότητα του οποίου ρυθμίζεται από κατάλληλους μυς. Οι προερχόμενες από ένα αντικείμενο φωτεινές ακτίνες διαθλώνται από τον κερατοειδή χιτώνα, τον φακό και το παχύρρευστο υγρό και εστιάζονται στον αμφιβληστροειδή χιτώνα που βρίσκεται στο πίσω μέρος του ματιού. Το είδωλο που δημιουργείται είναι ανεστραμμένο και πραγματικό. Στον αμφιβληστροειδή χιτώνα υπάρχουν εκατομμύρια φωτοευαίσθητα κύτταρα που μετατρέπουν τα φωτεινά ερεθίσματα σε ηλεκτρικά σήματα. Αυτά μέσω του οπτικού νεύρου μεταφέρονται στον εγκέφαλο, όπου δημιουργείται η αντίληψη του αντικειμένου.



1 Πολλές πυρκαγιές σε δάση οφείλονται σε πεταμένα γυάλινα μπουκάλια. Μπορείτε να εξηγήσετε γιατί είναι δυνατόν να συμβεί αυτό;

* **2** Στην εξώπορτα πολλών σπιτιών υπάρχει ένα «ματάκι» μέσα από το οποίο μπορούμε να δούμε αυτόν που χτυπάει το κουδούνι. Στο «ματάκι» υπάρχει ένας φακός ο οποίος είναι:

α. συγκλίνων. β. αποκλίνων.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.



3 Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις ως σωστή (Σ) ή ως λανθασμένη (Λ).

α. Η εικόνα που βλέπουμε μέσα από έναν φακό είναι αποτέλεσμα του φαινομένου της ανάκλασης.

β. Όλοι οι φακοί μπορούν να μεγεθύνουν ένα αντικείμενο.

γ. Οι αποκλίνοντες φακοί δημιουργούν φανταστικά είδωλα.

δ. Ένας συγκλίνων φακός είναι παχύτερος στο μέσον του και λεπτότερος στα άκρα του.

ε. Ένας αποκλίνων φακός δεν έχει εστία.



Ερώτηση - Δραστηριότητα

3.2ε

Όραση και φακοί – Οπτικά όργανα

Λέξεις-κλειδιά: οφθαλμός, μυωπία, πρεσβυωπία, μικροσκόπιο, τηλεσκόπιο



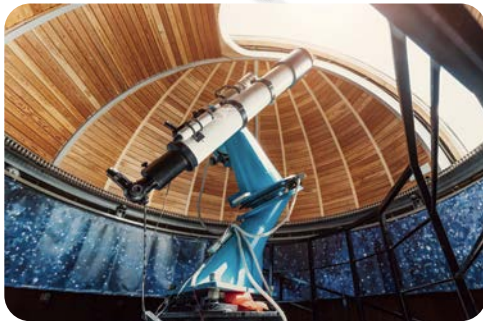
1



2



3



4



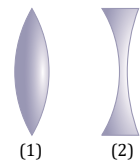
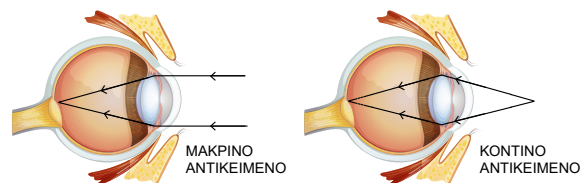
- Γιατί, όταν έχουμε μυωπία, φοράμε γυαλιά για να βλέπουμε καθαρά; (εικόνα 1)
- Αρκετές φορές οι ηλικιωμένοι φοράνε γυαλιά για να μπορούν να διαβάσουν. Σε τι διαφέρουν αυτά τα γυαλιά από τα γυαλιά της μυωπίας; (εικόνα 2)
- Πότε χρησιμοποιούμε ένα τηλεσκόπιο και πότε ένα μικροσκόπιο; (εικόνες 3 και 4)



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1: Διόρθωση όρασης

Στο σχήμα φαίνεται η λειτουργία ενός κανονικού οφθαλμού. Ακτίνες φως είτε από ένα μακρινό είτε από ένα κοντινό αντικείμενο εστιάζονται ακριβώς πάνω στον αμφιβληστροειδή. Έτσι δημιουργείται μια καθαρή εικόνα του αντικειμένου.

Στην περίπτωση ελαττωματικής όρασης χρησιμοποιούνται γυαλιά που έχουν φακούς. Οι πιο απλές κατηγορίες φακών είναι αυτές του διπλανού σχήματος.



ΕΔ

ΜΑΘ

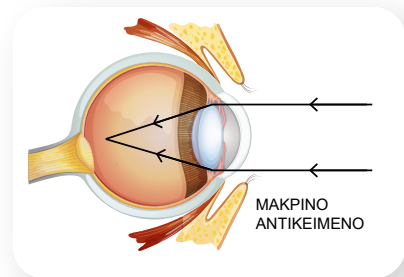
A. Στην περίπτωση της μυωπίας ο οφθαλμός λειτουργεί σύμφωνα με το διπλανό σχήμα.

Γιατί κάποιος που έχει μυωπία δε βλέπει καθαρά τα αντικείμενα που βρίσκονται μακριά του;

.....

Ποια από τις δύο κατηγορίες φακών πρέπει να έχουν τα γυαλιά κάποιου που έχει μυωπία για να διορθωθεί η όρασή του;

.....



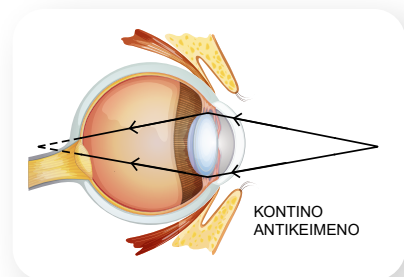
B. Στις περιπτώσεις της πρεσβυωπίας και της υπερμετρωπίας ο οφθαλμός λειτουργεί σύμφωνα με το διπλανό σχήμα. Στην υπερμετρωπία αυτή η λειτουργία οφείλεται στο σχήμα του οφθαλμού, ενώ στην πρεσβυωπία στον φακό του οφθαλμού. Η πρεσβυωπία εμφανίζεται σε ηλικίες μεγαλύτερες από τα 40 έτη.

Γιατί κάποιος που έχει υπερμετρωπία ή πρεσβυωπία δε βλέπει καθαρά τα αντικείμενα που βρίσκονται κοντά του;

.....

Ποια από τις δύο κατηγορίες φακών πρέπει να έχουν τα γυαλιά κάποιου που έχει υπερμετρωπία ή πρεσβυωπία για να διορθωθεί η όρασή του;

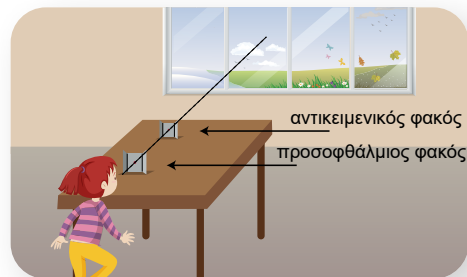
.....



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2: Τηλεσκόπιο και μικροσκόπιο

Υλικά

δύο συγκλίνοντες φακοί διαφορετικής καμπυλότητας (εναλλακτικά δύο φακοί από γυαλιά πρεσβυωπίας διαφορετικού βαθμού) στηρίγματα φακών ή πλαστελίνη



A. **Τηλεσκόπιο.** Τοποθετήστε τους δύο φακούς πάνω σε ένα θρανίο σε ευθεία, ώστε να βλέπετε μέσα από αυτούς τη θέα από το παράθυρο. Ο φακός που είναι κοντά στο μάτι μας ονομάζεται προσοφθάλμιος, ενώ αυτός που είναι κοντά στο παράθυρο αντικειμενικός. Αλλάξτε τη σειρά τοποθέτησης των φακών καθώς και τη μεταξύ τους απόσταση, μέχρι να πετύχετε καθαρή εικόνα. Με ποια σειρά πρέπει να τοποθετηθούν οι δύο φακοί, ώστε να πετύχετε μεγέθυνση;

.....

Εκτιμήστε τη μεγέθυνση που κάνει το τηλεσκόπιο που κατασκευάσατε.

.....

Η εικόνα που βλέπετε μέσα από τον προσοφθάλμιο φακό είναι όρθια ή ανεστραμμένη;

.....

Αφαιρέστε τον προσοφθάλμιο φακό και κοιτάξτε μέσα από τον αντικειμενικό. Η εικόνα που βλέπετε είναι όρθια ή ανεστραμμένη;

Πώς λειτουργεί ένα τηλεσκόπιο με δύο φακούς;

Β. Μικροσκόπιο. Τοποθετήστε τους δύο φακούς πάνω σε ένα θρανίο σε ευθεία, ώστε να βλέπετε μέσα από αυτούς μια μικρή τελεία πάνω σε ένα λευκό χαρτί. (Μην τοποθετήσετε τον αντικειμενικό φακό πάρα πολύ κοντά στο αντικείμενο.)

Εξετάστε με ποια σειρά πρέπει να τοποθετηθούν οι δύο φακοί, ώστε να πετύχετε μεγέθυνση. Γράψτε τις παρατηρήσεις σας για το πώς λειτουργεί ένα μικροσκόπιο.



.....

.....

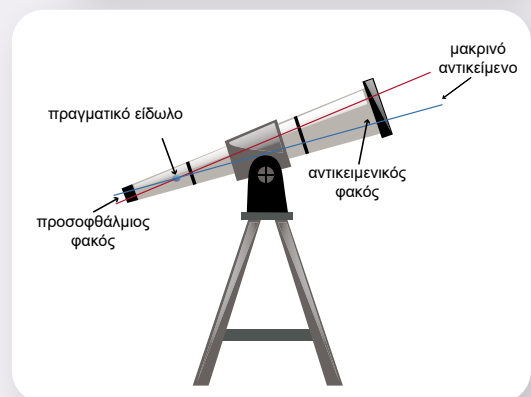
.....



- Η ελαττωματική όραση μερικών ανθρώπων οφείλεται στην αδυναμία του ματιού να σχηματίσει τα είδωλα των αντικειμένων πάνω στον αμφιβληστροειδή χιτώνα. Η διόρθωση της όρασης μπορεί να γίνει με τη χρήση φακών. Για τη διόρθωση της μυωπίας χρησιμοποιούνται αποκλίνοντες φακοί, ενώ για τη διόρθωση της υπερμετρωπίας και της πρεσβυωπίας συγκλίνοντες φακοί.



- Τα τηλεσκόπια χρησιμοποιούνται για την παρατήρηση μεγάλων αντικειμένων, ουράνιων ή επίγειων, που βρίσκονται σε μεγάλες αποστάσεις. Το τηλεσκόπιο αποτελείται από δύο συγκλίνοντες φακούς με διαφορετική καμπυλότητα. Ως αντικειμενικός φακός χρησιμοποιείται αυτός με τη μικρότερη καμπυλότητα και δημιουργεί πραγματικό είδωλο. Το είδωλο αυτό είναι ανεστραμμένο και αποτελεί αντικείμενο για τον προσοφθάλμιο φακό. Το είδωλο που σχηματίζει ο προσοφθάλμιος φακός παραμένει ανεστραμμένο, είναι φανταστικό και μεγεθυμένο.



- Τα μικροσκόπια χρησιμοποιούνται για την παρατήρηση μικρών αντικειμένων από πολύ μικρή απόσταση. Το μικροσκόπιο αποτελείται από δύο συγκλίνοντες φακούς με διαφορετική καμπυλότητα. Ως αντικειμενικός φακός χρησιμοποιείται αυτός με τη μεγαλύτερη καμπυλότητα και δημιουργεί πραγματικό είδωλο. Το είδωλο αυτό είναι ανεστραμμένο και αποτελεί αντικείμενο για τον προσοφθάλμιο φακό. Το είδωλο που σχηματίζει ο προσοφθάλμιος φακός παραμένει ανεστραμμένο, είναι φανταστικό και μεγεθυμένο. Ένα τέτοιο μικροσκόπιο μπορεί να μεγεθύνει ένα αντικείμενο μέχρι και 2000 φορές.



Γλωσσάρι –
Παθήσεις ματιού –
Οπτικά όργανα

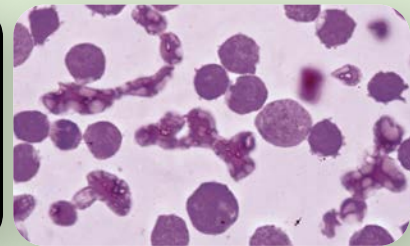


Ο ρόλος του τηλεσκοπίου και του μικροσκοπίου στην εξέλιξη των επιστημών

Πολλά αντικείμενα γύρω μας είναι σχεδόν ή εξ ολοκλήρου άορατα στο ανθρώπινο μάτι. Άλλα είναι τεράστια αλλά πολύ μακρινά, ενώ άλλα είναι κοντινά αλλά πολύ μικρά. Η ανάπτυξη των τηλεσκοπίων και των μικροσκοπίων έδωσε στους επιστήμονες



Γαλαξίας



Εικόνα αίματος από μικροσκόπιο

την ευκαιρία να ανακαλύπτουν μακρινούς γαλαξίες και να εξερευνούν τη δομή και τη συμπεριφορά μικροοργανισμών. Αυτό οδήγησε σε θεαματική εξέλιξη επιστημών, όπως η αστρονομία, η βιολογία, η ιατρική κ.ά.



- 1 Να αναζητήσετε πληροφορίες για τη λειτουργία μιας φωτογραφικής μηχανής και να βρείτε κοινά χαρακτηριστικά ανάμεσα σε αυτήν και το ανθρώπινο μάτι.

- 2 Να αναφέρετε μερικά παραδείγματα για το πώς τα οπτικά όργανα έχουν προωθήσει την επιστημονική γνώση.



Ερώτηση –
Δραστηριότητα



Σύνοψη ενότητας

Διάθλαση είναι η αλλαγή πορείας του φωτός, όταν αυτό μεταβαίνει από ένα οπτικό μέσο σε ένα άλλο, στο οποίο διαδίδεται με διαφορετική ταχύτητα. Η διάθλαση του φωτός βρίσκει εφαρμογή στη φαινομενική ανύψωση των αντικειμένων.

Δείκτης διάθλασης ενός οπτικού μέσου είναι το πηλίκο της ταχύτητας του φωτός στο κενό προς την ταχύτητα του φωτός στο μέσο. Έχει τιμή μεγαλύτερη ή ίση με ένα.

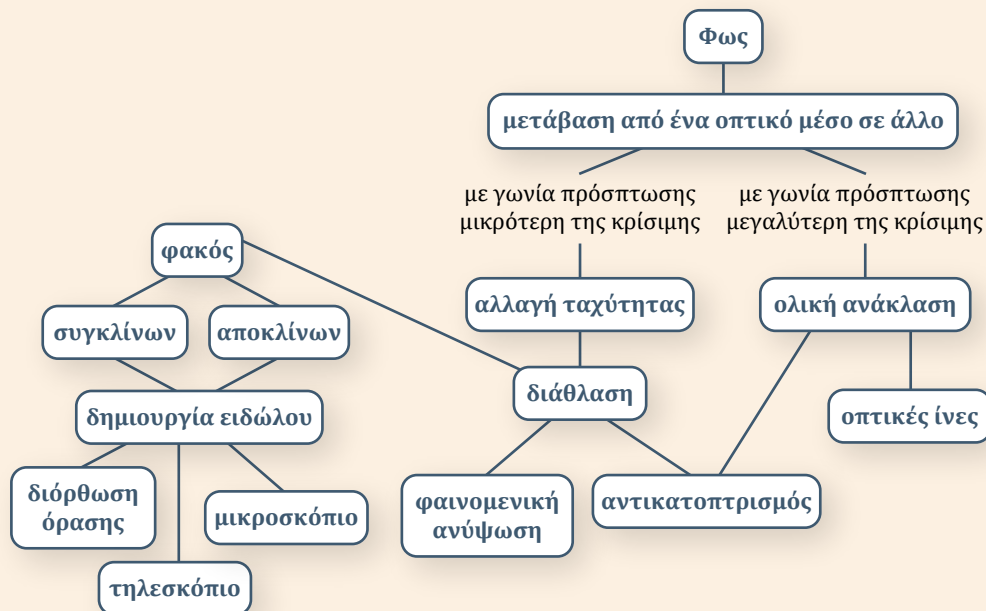
Νόμοι της διάθλασης: α) Το επίπεδο που ορίζεται από την προσπίπτουσα και τη διαθλωμένη ακτίνα είναι κάθετο στη διαχωριστική επιφάνεια των δύο οπτικών μέσων. β) Όταν το φως μεταβαίνει από οπτικά αραιότερο σε οπτικά πυκνότερο μέσο, η γωνία διάθλασης είναι μικρότερη από τη γωνία πρόσπτωσης. Αντίθετα, όταν μεταβαίνει από οπτικά πυκνότερο σε οπτικά αραιότερο μέσο, η γωνία διάθλασης είναι μεγαλύτερη από τη γωνία πρόσπτωσης.

Όταν το φως μεταβαίνει από οπτικά πυκνότερο σε οπτικά αραιότερο μέσο με γωνία πρόσπτωσης μεγαλύτερη από μια οριακή, υφίσταται μόνο ανάκλαση. Το φαινόμενο ονομάζεται ολική ανάκλαση και βρίσκει εφαρμογή στο ενδοσκόπιο, στις οπτικές ίνες κ.α.

Το λευκό φως είναι σύνθεση πολλών χρωμάτων, στα οποία αναλύεται με τη βοήθεια ενός πρίσματος. Η ανάλυση του φωτός οφείλεται στο ότι διαφορετικά χρώματα σε ένα οπτικό μέσο διαδίδονται με διαφορετική ταχύτητα και επομένως εκτρέπονται σε διαφορετικές κατευθύνσεις. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται διασκεδασμός. Το χρώμα ενός σώματος καθορίζεται από το χρώμα που αντιστοιχεί στις ακτίνες που αυτό ανακλά ή εκπέμπει.

Υπάρχουν δύο βασικές κατηγορίες φακών, οι συγκλίνοντες και οι αποκλίνοντες. Στους συγκλίνοντες φακούς, παράλληλες ακτίνες συγκλίνουν σε ένα σημείο μετά τη διάθλασή τους. Στους αποκλίνοντες φακούς, παράλληλες ακτίνες αποκλίνουν μετά τη διάθλασή τους. Οι ιδιότητες του ειδώλου που σχηματίζεται από έναν συγκλίνοντα φακό εξαρτώνται από την απόσταση του αντικειμένου από τον φακό. Σε αποκλίνοντα φακό, το είδωλο σχηματίζεται μπροστά από τον φακό, είναι φανταστικό, όρθιο και μικρότερο από το αντικείμενο.

Οι φακοί βρίσκουν εφαρμογή στη διόρθωση ελαττωμάτων της όρασης, όπως είναι η μυωπία και η πρεσβυωπία. Επίσης, χρησιμοποιούνται στην κατασκευή οπτικών οργάνων, όπως τηλεσκόπια και μικροσκόπια.



3.3α

Φως και ακτινοβολίες

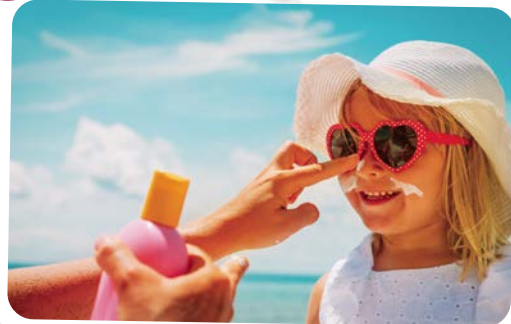
Λέξεις-κλειδιά: ορατό φάσμα, υπεριώδης ακτινοβολία, υπέρυθη ακτινοβολία

!?

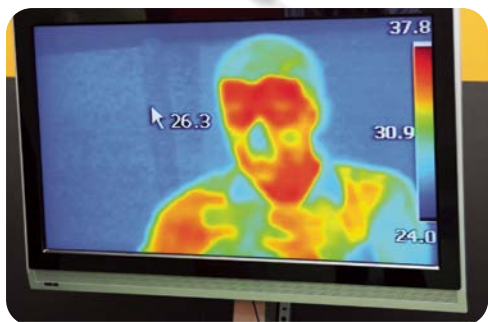
1



2



3



- Στην εικόνα 1 φαίνεται το ουράνιο τόξο με τα χρώματά του. Σε τι διαφέρει το κόκκινο από το μπλε ή το πράσινο, ώστε να το αντιλαμβανόμαστε ως άλλο χρώμα;
- Το αντηλιακό μάς προστατεύει από τις επιβλαβείς ακτίνες του ήλιου. Πώς λέγονται αυτές οι ακτίνες; Είναι ορατές; (εικόνα 2)
- Με μια θερμοκάμερα μπορούμε να μετρήσουμε τη θερμοκρασία σε οποιοδήποτε μέρος του σώματός μας. Ποια ακτινοβολία ανιχνεύει μια τέτοια κάμερα; (εικόνα 3)



ΕΔ

ΜΑΘ

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1: Η ηλιακή ακτινοβολία, υπέρυθη και υπεριώδης ακτινοβολία

Στην εικόνα παρατηρούμε το φάσμα της ακτινοβολίας του ορατού φωτός του ήλιου. Οι περιοχές πέρα από το ορατό φάσμα ανιχνεύονται με διάφορες μεθόδους. Οι τιμές σε nm (νανόμετρο) αναφέρονται στο μήκος κύματος της ακτινοβολίας.



Μελετήστε την εικόνα της προηγούμενης σελίδας, συζητήστε και γράψτε τις απόψεις σας για τα παρακάτω:
Σε τι διαφέρουν τα χρώματα μεταξύ τους;

.....

.....

Μπορούμε να θεωρήσουμε ίδιας φύσης την ακτινοβολία σε όλο το φάσμα; Γιατί δεν μπορούμε να δούμε την υπέρυθη και την υπεριώδη ακτινοβολία;

.....

.....

Τι συμπεραίνετε για τα μήκη κύματος της υπέρυθρης και της υπεριώδους ακτινοβολίας;

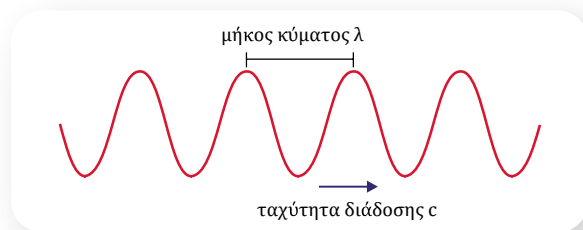
.....

.....

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2: Κυματική εξίσωση του φωτός

Το φως έχει και κυματική φύση. Στην προηγούμενη τάξη μάθατε ότι ένα κύμα χαρακτηρίζεται από τη συχνότητα f , το μήκος κύματος λ και την ταχύτητα c με την οποία διαδίδεται.

Γράψτε τη σχέση που συνδέει αυτά τα μεγέθη, η οποία είναι γνωστή ως θεμελιώδης κυματική εξίσωση.



ΕΔ

ΜΑΘ

.....

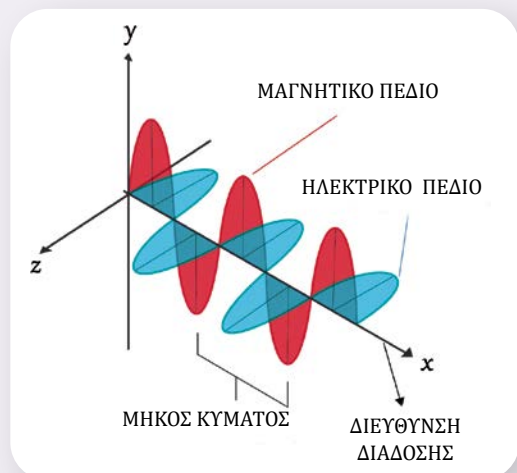
.....

Ισχύει η εξίσωση αυτή για την υπέρυθη και την υπεριώδη ακτινοβολία;

.....



- Ένα συγκεκριμένο χρώμα αντιστοιχεί σε ένα συγκεκριμένο μήκος κύματος ορατής ακτινοβολίας.
- Το φάσμα της ακτινοβολίας από τον ήλιο εκτείνεται και έξω από τα όρια που μπορεί να ανιληφθεί το ανθρώπινο μάτι. Για μεγαλύτερα μήκη κύματος από αυτά του κόκκινου (ερυθρού) χρώματος η ακτινοβολία ονομάζεται **υπέρυθη** (υπό+ερυθρή) και για μήκη κύματος μικρότερα από αυτά του ιώδους χρώματος η ακτινοβολία ονομάζεται **υπεριώδης** (υπέρ+ιώδης).
- Η κυματική φύση του φωτός περιγράφεται από ένα ηλεκτρικό και ένα μαγνητικό πεδίο, τα οποία είναι κάθετα μεταξύ τους και κάθετα στη διεύθυνση διάδοσής τους (ηλεκτρομαγνητικό κύμα).



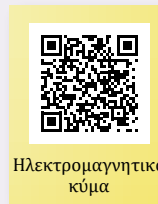
- Η θεμελιώδης κυματική εξίσωση για κάθε ακτινοβολία είναι:

$$c = \lambda f$$

όπου c είναι η ταχύτητα διάδοσης της ακτινοβολίας, λ το μήκος κύματος και f η συχνότητά της.

- Το φως διαδίδεται με πεπερασμένη ταχύτητα. Η ταχύτητα διάδοσης του φωτός στο κενό είναι ίδια για όλα τα μήκη κύματος και είναι η μεγαλύτερη ταχύτητα στη φύση. Η τιμή της είναι περίπου:

$$c = 300.000 \text{ km/s} \quad \text{ή} \quad c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$



Ηλεκτρομαγνητικό κύμα



Παράδειγμα

Στην εικόνα φαίνεται το ορατό φάσμα μιας φωτεινής πηγής. Υπολογίστε μεταξύ ποιων συχνοτήτων εκτείνεται αυτό το φάσμα.

Δίνονται η ταχύτητα του φωτός στο κενό $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ και $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$.

Απάντηση

Από τη θεμελιώδη κυματική εξίσωση έχουμε:

$$c = \lambda f \quad \text{ή} \quad f = \frac{c}{\lambda}$$

Με αντικατάσταση για $\lambda_1 = 380 \text{ nm} = 380 \times 10^{-9} \text{ m} = 3,8 \times 10^{-7} \text{ m}$ προκύπτει $f_1 = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{3,8 \times 10^{-7} \text{ m}}$ ή

$$f_1 = 790 \times 10^{12} \text{ Hz.}$$

Όμοια για $\lambda_2 = 740 \text{ nm}$ προκύπτει $f_2 = 405 \times 10^{12} \text{ Hz}$.

Επομένως το φάσμα των συχνοτήτων της φωτεινής πηγής εκτείνεται από $405 \times 10^{12} \text{ Hz}$ (ερυθρό) μέχρι $790 \times 10^{12} \text{ Hz}$ (ιώδες).

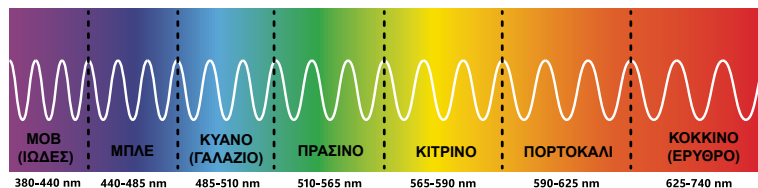
Υπεριώδης ακτινοβολία

Η υπεριώδης ακτινοβολία εκπέμπεται από τον ήλιο και βρίσκεται πέρα από την ορατή περιοχή του φάσματος. Καλύπτει την περιοχή μηκών κύματος από 100-400 nm και χωρίζεται σε τρεις υποπεριοχές:

- τη UVC (100-280 nm), η οποία είναι εξαιρετικά επικίνδυνη αλλά δε φτάνει στην επιφάνεια της Γης, καθώς απορροφάται από το στρώμα του όζοντος στην ατμόσφαιρα,
- τη UVB (280-315 nm), η οποία ευθύνεται για τις σοβαρότερες επιδράσεις της υπεριώδους ακτινοβολίας στην υγεία του ανθρώπου, όπως είναι ο καταρράκτης στα μάτια και ο καρκίνος του δέρματος,



ΤΟ ΟΡΑΤΟ ΦΑΣΜΑ



- τη UVA (315-400 nm), η οποία ευθύνεται για την πρόωρη γήρανση, ενώ θεωρείται ότι προκαλεί και καρκινογένεση.

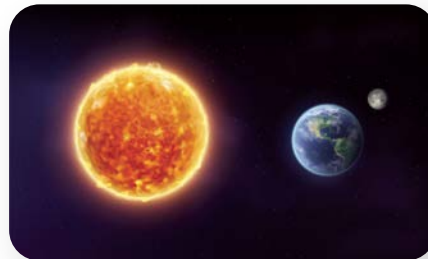
Αν και η υπεριώδης ακτινοβολία είναι μόλις το 5% της ηλιακής ακτινοβολίας, εντούτοις είναι υπεύθυνη για τις σοβαρότερες βλαβερές συνέπειες του ήλιου στην υγεία του ανθρώπου.

Η υπεριώδης ακτινοβολία έχει χαρακτηριστεί από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας ως καρκινογόνος για τον άνθρωπο.



- 1 Το πράσινο laser έχει μήκος κύματος στο κενό 532 nm. Να υπολογίσετε τη συχνότητα του πράσινου laser. Δίνεται η ταχύτητα του φωτός στο κενό $c = 3 \times 10^8$ m/s.

- * 2 Το φως, για να φτάσει από τον Ήλιο στη Γη, χρειάζεται περίπου 8 min και 30 s. Πόση περίπου είναι η απόσταση Γης-Ήλιου; Δίνεται η ταχύτητα του φωτός στο κενό $c = 3 \times 10^8$ m/s.



Ερώτηση -
Δραστηριότητα



Ερώτηση -
Δραστηριότητα

3.3β

Φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και εφαρμογές

Λέξεις-κλειδιά: ακτίνες Röntgen, ραδιοκύματα, φούρνος μικροκυμάτων



1



2



3



4



- Πώς μεταδίδονται οι πληροφορίες που φτάνουν στο κινητό σου; (εικόνα 1)
- Με ποιον τρόπο ζεσταίνεται το φαγητό σε έναν φούρνο μικροκυμάτων; (εικόνα 2)
- Πώς σχηματίζεται η απεικόνιση των οστών σε μια ακτινογραφία; (εικόνα 3)
- Γιατί ο επιστήμονας της εικόνας 4 φοράει ειδική στολή;
- Ποιο είναι το κοινό στοιχείο σε όλες τις εικόνες;



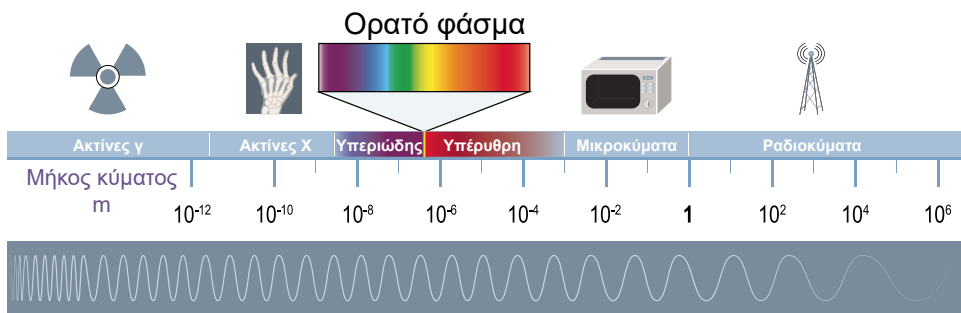
ΕΔ

ΜΑΘ

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1: Περιοχές του φάσματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και εφαρμογές τους

Η εικόνα της επόμενης σελίδας δείχνει το φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Οι τιμές στο κάτω μέρος της αναφέρονται στο μήκος κύματος, που είναι μετρημένο σε m.

ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΦΑΣΜΑ



Παρατηρώντας την εικόνα, συζητήστε τα παρακάτω:

Τι συμπέρασμα προκύπτει ως προς τη φύση της ακτινοβολίας του ήλιου, του σήματος των κινητών, των δορυφορικών επικοινωνιών, της ραδιενέργειας κ.ά.;

.....

.....

Αναφέρετε τις περιοχές του φάσματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και μερικές από τις χρήσεις τους που γνωρίζετε.

.....

.....

.....

Ποιες είναι οι πιο επικίνδυνες ακτινοβολίες για την υγεία του ανθρώπου; Πώς σχετίζονται με το μήκος κύματος;

.....

.....



- Η φύση των ραδιοκυμάτων, της ακτινοβολίας του ήλιου, των ακτίνων Χ κ.ά. είναι ίδια. Είναι όλα ηλεκτρομαγνητικά κύματα που διαφέρουν στο μήκος κύματος, επομένως και στην ενέργεια που μεταφέρουν. Μικρά μήκη κύματος αντιστοιχούν σε μεγάλες ενέργειες.
- Οι κυριότερες κατηγορίες των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων είναι οι παρακάτω:
 - Ραδιοκύματα:** Έχουν μήκος κύματος από 10^5 m έως μερικά εκατοστά και χρησιμοποιούνται στη ραδιοφωνία και στην τηλεόραση.
 - Μικροκύματα:** Το μήκος κύματός τους εκτείνεται από 30 cm έως 1 mm περίπου.



Φωτόδεντρο –
Φως, ένα
ηλεκτρομαγνητικό
κύμα

Χρησιμοποιούνται στα ραντάρ και στις δορυφορικές επικοινωνίες. Επίσης, οι φούρνοι μικροκυμάτων λειτουργούν με ηλεκτρομαγνητικά κύματα αυτής της περιοχής.

Υπέρυθρη ακτινοβολία: Είναι στην περιοχή από 1 mm έως 7×10^{-7} m περίπου. Εκπέμπεται από τα θερμά σώματα και απορροφάται εύκολα από τα περισσότερα υλικά αυξάνοντας τη θερμοκρασία τους.

Το ορατό φως: Είναι το μέρος εκείνο της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που ανιχνεύει το ανθρώπινο μάτι και εκτείνεται περίπου από 700 nm έως 400 nm (δηλαδή περίπου από 700×10^{-9} m έως 400×10^{-9} m).

Υπεριώδης ακτινοβολία: Ονομάζεται η περιοχή της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας της οποίας το μήκος κύματος κυμαίνεται από $3,8 \times 10^{-7}$ m έως 6×10^{-8} m περίπου. Εκπέμπεται κυρίως από τον ήλιο και είναι υπεύθυνη για το «μαύρισμα», όταν κάνουμε ηλιοθεραπεία, το καλοκαίρι. Σε μεγάλες δόσεις είναι επιβλαβής για τον ανθρώπινο οργανισμό. Το μεγαλύτερο μέρος της που φτάνει από τον ήλιο στη Γη απορροφάται κατά κύριο λόγο από το όζον της στρατόσφαιρας.

Ακτίνες X (ή ακτίνες Röntgen): Έχουν μήκος κύματος από 10^{-8} m έως 10^{-13} m περίπου. Παράγονται κυρίως από τον βομβαρδισμό ενός μεταλλικού στόχου από ηλεκτρόνια που κινούνται πολύ γρήγορα. Χρησιμοποιούνται στην ιατρική, στην ακτινολογία (διάγνωση) και στην ακτινοθεραπευτική ογκολογία (θεραπεία κακοήθων νεοπλασμάτων), καθώς και στην έρευνα, για τη μελέτη των διαφόρων κρυσταλλικών δομών. Είναι επικίνδυνες για τους ζωντανούς οργανισμούς και γι' αυτό πρέπει να αποφεύγουμε την έκθεσή μας σε αυτές χωρίς σοβαρό λόγο.

Ακτίνες γ: Τα μήκη κύματός τους αρχίζουν περίπου από 10^{-10} m και φτάνουν ως τα 10^{-14} m. Εκπέμπονται από ραδιενεργούς πυρήνες, καθώς και σε πυρηνικές αντιδράσεις. Είναι εξαιρετικά επικίνδυνες ακτίνες, οι οποίες διασπών χημικές ενώσεις των κυττάρων και προκαλούν μεταλλάξεις. Οι ακτίνες γ χρησιμοποιούνται στην ιατρική για διαγνωστικούς σκοπούς σε τεχνικές απεικόνισης (σπινθηρογράφημα).

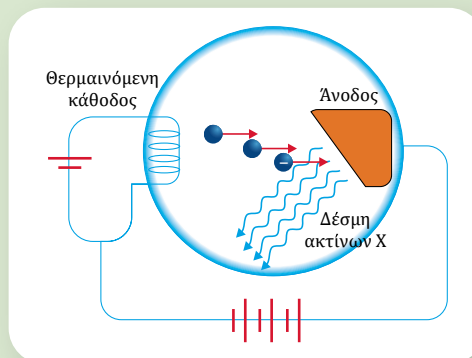


Εφαρμογές Η/Μ κυμάτων



Ανακάλυψη των ακτίνων X

Το 1895 ο Wilhelm Röntgen εργαζόταν στο πανεπιστήμιο του Würzburg και ερευνούσε τη διεισδυτικότητα των καθοδικών ακτίνων (ηλεκτρόνια). Καθώς επιταχυνόμενα ηλεκτρόνια βομβάρδιζαν το μέταλλο της ανόδου, εντελώς τυχαία ανακάλυψε ότι στην άνοδο παραγόταν ένα νέο είδος ακτινοβολίας που διέφερε από το φως και το οποίο ονόμασε ακτίνες X. Στις 22 Δεκεμβρίου 1895 κατάφερε να πάρει την πρώτη «ιατρική» ακτινογραφία, που είναι το

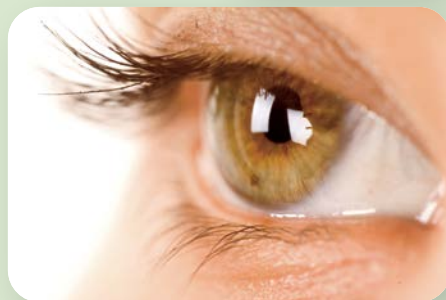


χέρι της συζύγου του. Για την ανακάλυψη αυτή ο Röntgen τιμήθηκε με το βραβείο Νόμπελ το 1901. Οι ακτίνες X χρησιμοποιούνται στην ιατρική ως διαγνωστικό εργαλείο με τη μορφή της ακτινογραφίας, καθώς και στην έρευνα στη Φυσική και στη Χημεία στον τομέα της κρυσταλλογραφίας. Επίσης, χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία για την ανίχνευση κοιλοτήτων ή ραγισμάτων σε διάφορες μεταλλικές κατασκευές.



Το ορατό φως και η θερμοκρασία του ήλιου

Όλα τα σώματα εκπέμπουν ακτινοβολία. Το μήκος κύματος για το οποίο η ακτινοβολία αυτή είναι πιο έντονη εξαρτάται από τη θερμοκρασία του σώματος από το οποίο εκπέμπεται. Η θερμοκρασία του ήλιου είναι περίπου 5800 K. Για τη θερμοκρασία αυτή, η ακτινοβολία που φτάνει στη Γη είναι πιο έντονη για τα μήκη κύματος του ορατού φάσματος. Πιστεύεται ότι λόγω αυτού του γεγονότος το σύστημα όρασης του ανθρώπου εξελίχθηκε με τέτοιο τρόπο ώστε οι ακτίνες σε αυτά τα μήκη κύματος να είναι ορατές.



- 1 Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις ως σωστή (Σ) ή ως λανθασμένη (Λ).
 - α. Η υπέρυθη ακτινοβολία είναι βλαβερή για τον άνθρωπο.
 - β. Το φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας εκτείνεται και πέρα από την περιοχή της υπεριώδους ακτινοβολίας.
 - γ. Η συχνότητα των ακτίνων X είναι μεγαλύτερη από τη συχνότητα των μικροκυμάτων.
 - δ. Η επικοινωνία με τους δορυφόρους γίνεται με υπέρυθρες ακτίνες.
 - ε. Οι ακτίνες γ έχουν μεγαλύτερη ενέργεια από τις ακτίνες του ορατού φάσματος.



Ερώτηση -
Δραστηριότητα

Εργασία (βιβλιογραφική αναζήτηση)

Μετάλλαξη χαρακτηρίζεται οποιαδήποτε μεταβολή μπορεί να συμβεί στην αλληλουχία των νουκλεοτιδίων του γενετικού υλικού ενός οργανισμού. Οι μεταλλάξεις μπορεί να συμβούν τυχαία ή μπορεί να οφείλονται σε περιβαλλοντικούς παράγοντες. Ένας τέτοιος παράγοντας είναι οι ακτινοβολίες. Να ερευνήσετε τη σχέση μεταξύ των ηλεκτρομαγνητικών ακτινοβολιών και των μεταλλάξεων.

Σύνοψη ενότητας

Ένα συγκεκριμένο χρώμα αντιστοιχεί σε ένα συγκεκριμένο μήκος κύματος ορατής ακτινοβολίας.

Το φάσμα της ακτινοβολίας από τον ήλιο εκτείνεται και έξω από τα όρια που μπορεί να αντιληφθεί το ανθρώπινο μάτι. Η ακτινοβολία με μεγαλύτερα μήκη κύματος από αυτά του κόκκινου (ερυθρού) χρώματος ονομάζεται υπέρυθρη, ενώ η ακτινοβολία με μήκη κύματος μικρότερα από αυτά του ιώδους χρώματος ονομάζεται υπεριώδης.

Η κυματική φύση του φωτός και οποιασδήποτε ακτινοβολίας περιγράφεται από ένα ηλεκτρικό και ένα μαγνητικό πεδίο, τα οποία είναι κάθετα μεταξύ τους και κάθετα στη διεύθυνση διάδοσής τους (ηλεκτρομαγνητικό κύμα).

Η φύση όλων των ακτινοβολιών είναι ίδια. Είναι όλα ηλεκτρομαγνητικά κύματα που διαφέρουν μεταξύ τους ως προς το μήκος κύματος, επομένως και στην ενέργεια που μεταφέρουν. Όλες οι ακτινοβολίες στο κενό διαδίδονται με την ίδια ταχύτητα, η οποία είναι η μεγαλύτερη ταχύτητα που μπορεί να υπάρξει.

Οι κυριότερες κατηγορίες των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων είναι: τα ραδιοκύματα, τα μικροκύματα, η υπέρυθρη ακτινοβολία, το ορατό φως, η υπεριώδης ακτινοβολία, οι ακτίνες X και οι ακτίνες γ.

Η επικινδυνότητα και οι εφαρμογές μιας ακτινοβολίας εξαρτώνται από το μήκος κύματός της. Όσο πιο μικρό είναι το μήκος κύματος, τόσο μεγαλύτερη είναι η ενέργειά της.



Υγροί φακοί, η επανάσταση στην κατασκευή οπτικών οργάνων

Στη διπλανή εικόνα βλέπουμε σταγόνες νερού πάνω σε ένα φύλλο. Κάθε σταγόνα έχει τη μορφή ενός φακού, ο οποίος διαθλά το φως. Αντίστοιχα, σε έναν υγρό φακό το οπτικό υγρό διαθλά το φυσικό φως με παρόμοιο τρόπο.

Ο υγρός φακός προσομοιάζει με τους φακούς των ματιών μας, καθώς χρησιμοποιεί ένα οπτικό υγρό στο κέντρο μιας δομής που μπορεί να αλλάξει τη μορφή και το σχήμα της, με αποτέλεσμα να μεταβάλλεται η καμπυλότητα και αντίστοιχα η εστιακή απόσταση του φακού.

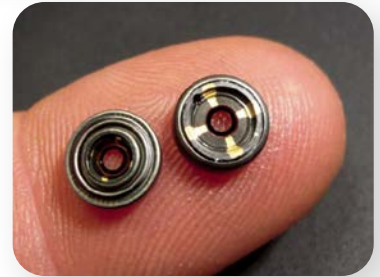
Οι υγροί φακοί είναι μικρές κάψουλες που περιέχουν νερό και των οποίων το σχήμα μπορεί να αλλάξει με την άσκηση πίεσης σε ένα τμήμα τους. Η πίεση ασκείται με κατάλληλη ηλεκτρονική διάταξη. Αυτή η αλλαγή συμβαίνει μέσα σε χιλιοστά του δευτερολέπτου και προκαλεί μεταβολή της εστιακής απόστασης του φακού. Ανάλογα με την πίεση και τη μορφή που παίρνει ο υγρός φακός, αυξάνει ή μειώνεται η καμπυλότητα του υγρού φακού και αλλάζει η πορεία του φωτός κατά τη διάθλασή του εντός του φακού. Με έναν υγρό φακό μπορούμε να πάρουμε μια εστιασμένη εικόνα ενός κοντινού θέματος και ένα κλάσμα του δευτερολέπτου αργότερα μπορούμε να πάρουμε μια εξίσου καλά εστιασμένη εικόνα ενός απομακρυσμένου θέματος. Δεδομένου ότι ο υγρός φακός δε χρειάζεται να αλλάξει την απόστασή του σε σχέση με τον αισθητήρα του οπτικού οργάνου για να επιτευχθεί εστίαση, δεν απαιτούνται μηχανικά μέρη για τη μετακίνησή του. Έτσι το οπτικό όργανο δε χρειάζεται να έχει μεγάλο μέγεθος.

Αντίθετα, οι κλασικοί φακοί, που είναι κατασκευασμένοι από γυαλί, έχουν καθορισμένο σχήμα, άρα και καθορισμένη καμπυλότητα. Επομένως σε μια διάταξη ενός οπτικού οργάνου οι γυάλινοι φακοί πρέπει να μετακινούνται πιο κοντά ή πιο μακριά από τον αισθητήρα του, ώστε να επιτευχθεί εστίαση. Αυτό καθιστά το όργανο ογκώδες.

Οι πολύ γρήγορες προσαρμογές των υγρών φακών στις συνθήκες απεικόνισης με την ταχύτατη αλλαγή στην εστιακή απόσταση και την ταχύτητα εστίασης σε χρόνους χιλιοστών του δευτερολέπτου αποτελούν τα κύρια πλεονεκτήματά τους έναντι στατικών οπτικών γυάλινων φακών, δηλαδή φακών με καθορισμένη ακτίνα καμπυλότητας. Οι υγροί φακοί δίνουν τη δυνατότητα στα συστήματα απεικόνισης να ξεπερνούν τους περιορισμούς του βάθους πεδίου, επιτρέποντας την ηλεκτρονική ρύθμιση της εστίασης χωρίς να απαιτείται καμία μηχανική κίνηση. Συνεπώς αποτελούν μια εξαιρετική λύση για απεικονίσεις αντικείμενων που έχουν διαφορετικά μεγέθη ή βρίσκονται σε διαφορετικές αποστάσεις από τον φακό.

Ένα ακόμη πλεονέκτημα της χρήσης των υγρών φακών είναι ότι στις συσκευές απεικόνισης δεν απαιτείται μια τεράστια μονάδα κάμερας με πολλούς φακούς, αφού ένας υγρός φακός μπορεί να χειριστεί όλες τις εστιακές αποστάσεις. Καθώς οι ανάγκες της καθημερινής μας ζωής απαιτούν συσκευές με μικρότερες διαστάσεις και συνεχώς αυξανόμενες δυνατότητες, οι υγροί φακοί αποτελούν το μέλλον στην τεχνολογία της εικόνας.

Οι τομείς εφαρμογών των υγρών φακών σήμερα είναι πάρα πολλοί: ψηφιακές κάμερες, μικροσκόπια, οφθαλμολογία, λαπαροσκοπική χειρουργική, συστήματα ελέγχου συσκευασίας προϊόντων, συστήματα ανάγνωσης γραμμικού κώδικα (barcode) κ.ά.

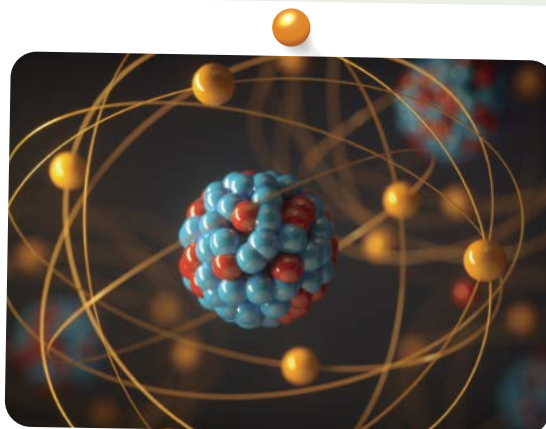


ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Επιλεγμένα θέματα Σύγχρονης Φυσικής

- 4.1** Δομή του πυρήνα του ατόμου – πυρηνική ενέργεια – σύντηξη – σχάση – ραδιενέργεια
- 4.2** Στοιχειώδη σωματίδια, ύλη, αντιύλη – Το Καθιερωμένο Πρότυπο
- 4.3** Στοιχεία κοσμολογίας και σχετικότητα

Λέξεις-κλειδιά: πρωτόνιο, νετρόνιο, ισχυρή πυρηνική δύναμη, ατομικός αριθμός, μαζικός αριθμός



- Στο πρώτο κεφάλαιο του βιβλίου έγινε αναφορά στη δομή του ατόμου. Στην παραπάνω εικόνα ένας εικονογράφος προσπάθησε να παραστήσει ένα άτομο. Μπορείτε να αναγνωρίσετε τα σωματίδια που το αποτελούν;
- Ποιες δυνάμεις συγκρατούν τα σωματίδια στον πυρήνα; Μπορείτε να ερμηνεύσετε τη σταθερότητα του πυρήνα με όσες δυνάμεις γνωρίζετε (π.χ. βαρυτικές, ηλεκτρικές, μαγνητικές κτλ.);

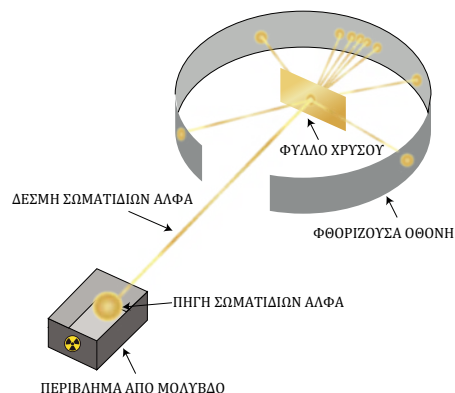


ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1: Πείραμα του Rutherford

Ο Rutherford (Ράδερφορντ), προκειμένου να μελετήσει τη δομή του ατόμου, πραγματοποίησε το εξής πείραμα: Βομβάρδισε ένα λεπτό φύλλο από χρυσό με σωματίδια α, που είναι πυρήνες ηλίου. Γύρω από το φύλλο χρυσού υπήρχε επιφάνεια θείουχου ψευδάργυρου, από όπου εκπέμπονταν ορατό φως όταν χτύπαγε πάνω της ένας πυρήνας ηλίου. Η εικόνα που παρατήρησε ήταν όπως αυτή του διπλανού σχήματος. Περίπου ένα στα 8000 σωματίδια α αποκλίνει κατά γωνία μεγαλύτερη από 90° .

Τι συμπέρασμα προκύπτει από αυτή την παρατήρηση για το μέγεθος του πυρήνα του χρυσού σε σχέση με τους πυρήνες ηλίου;

ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ RUTHERFORD ΜΕ ΤΟ ΦΥΛΛΟ ΧΡΥΣΟΥ



ΠΡ

ΜΑΘ

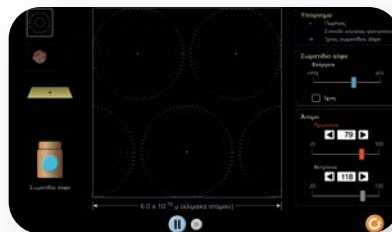
ΓΡ

- α. Είναι μικρότερος.
β. Είναι ίδιου μεγέθους.
γ. Είναι μεγαλύτερος.

Ανοίξτε την προσομοίωση «Σκέδαση Rutherford» (του PhET Interactive Simulations) και μελετήστε τις πληροφορίες που εμφανίζονται σε αυτή.

Τι είδους σωματίδια δομούν τους πυρήνες ηλίου και χρυσού;

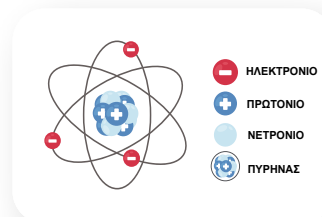
Πόσο ρεαλιστική σε σχέση με το μέγεθος του ατόμου είναι η απεικόνιση του πυρήνα στο διπλανό σχήμα; Διατυπώστε τις απόψεις σας.



PhET Interactive Simulations,
University of Colorado Boulder
(<https://phet.colorado.edu>)



PhET –
Σκέδαση
Rutherford



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2: Δομή του πυρήνα

Με τη βοήθεια της προσομοίωσης «Κατασκεύασε ένα άτομο» (του PhET Interactive Simulations) προσπαθήστε να δομήσετε σταθερά άτομα ηλίου και άνθρακα.

Πόσα σωματίδια χρειάστηκαν για την κάθε περίπτωση;

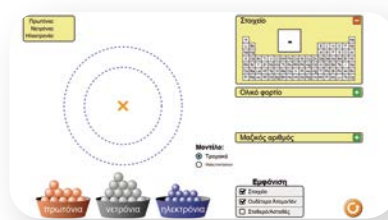
He – Ήλιο

C – Άνθρακας

Τι παρατηρείτε ότι συμβαίνει όταν μεταβάλλεται ο αριθμός των πρωτονίων σε έναν πυρήνα;

Τι παρατηρείτε ότι συμβαίνει όταν μεταβάλλεται ο αριθμός των νετρονίων σε έναν πυρήνα;

Είναι συγκεκριμένος ο αριθμός των σωματιδίων που υπάρχουν στον πυρήνα για κάθε χημικό στοιχείο; Εξηγήστε την άποψή σας.



PhET Interactive Simulations,
University of Colorado Boulder
(<https://phet.colorado.edu>)



PhET –
Κατασκεύασε
ένα άτομο

ΠΕ

ΠΡ

ΜΑΘ

ΓΡ



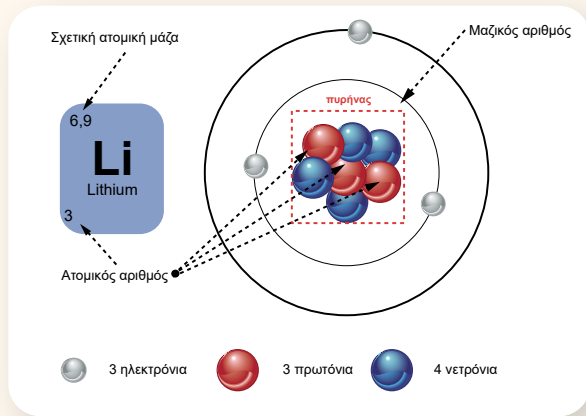
- Οι πυρήνες των ατόμων αποτελούνται από τα **νουκλεόνια**, τα οποία διακρίνονται σε **πρωτόνια** και **νετρόνια**. Ο αριθμός των πρωτονίων ενός πυρήνα ονομάζεται **ατομικός αριθμός Z**. Ο αριθμός των νουκλεονίων ενός πυρήνα ονομάζεται **μαζικός αριθμός A**.

Τα πρωτόνια και τα νετρόνια έχουν την ίδια περίπου μάζα. Διαφέρουν όμως ως προς το ηλεκτρικό τους

φορτίο. Τα νετρόνια είναι ηλεκτρικά ουδέτερα, ενώ τα πρωτόνια έχουν στοιχειώδες θετικό ηλεκτρικό φορτίο. Συνεπώς το συνολικό φορτίο του πυρήνα είναι ίσο με το άθροισμα των φορτίων των πρωτονίων.

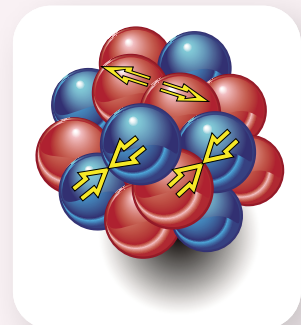
Ο πυρήνας είναι μικρότερος σε διαστάσεις από το άτομο. Η ακτίνα του ατόμου είναι της τάξης μεγέθους 10^{-10} m, ενώ η ακτίνα ενός πυρήνα μπορεί να είναι της τάξης μεγέθους 10^{-14} ή 10^{-15} m. Διαφέρουν δηλαδή κατά δεκάδες ή εκατοντάδες χιλιάδες φορές σε μέγεθος.

- Άτομα που οι πυρήνες τους έχουν τον ίδιο αριθμό πρωτονίων αλλά όχι και τον ίδιο αριθμό νετρονίων ανήκουν στο ίδιο χημικό στοιχείο και ονομάζονται **ισότοπα**.
- Τα νουκλεόνια βρίσκονται σε διαρκή κίνηση μέσα στον πυρήνα. Επίσης, τα θετικά φορτισμένα πρωτόνια απωθούνται μεταξύ τους με ηλεκτρικές δυνάμεις. Ο πυρήνας όμως δε διασπάται, γιατί υπάρχει μια δύναμη που καταφέρνει να υπερνικήσει την τάση των νουκλεονίων να διασκορπιστούν. Η δύναμη αυτή ονομάζεται **ισχυρή πυρηνική** και είναι ελκτική. Δεν κάνει διάκριση μεταξύ πρωτονίων και νετρονίων και ασκείται μεταξύ γειτονικών νουκλεονίων μόνο σε πολύ κοντινές αποστάσεις. Όταν η απόσταση μεταξύ δύο νουκλεονίων είναι μεγαλύτερη από 4×10^{-15} m, η ισχυρή πυρηνική δύναμη είναι σχεδόν μηδέν.



Μοντέλα για την περιγραφή συμπεριφοράς του πυρήνα

Ο πυρήνας του ατόμου, παρότι έχει πολύ μικρές διαστάσεις, αποτελεί φορέα σημαντικής ποσότητας ενέργειας. Όταν ο άνθρωπος βρήκε τρόπους να αποδεσμεύσει αυτή την ενέργεια, κατάφερε να έχει ενεργειακά κερδοφόρα αποτελέσματα (πυρηνικά εργοστάσια) ή, αντιθέτως, καταστροφικά (πυρηνική βόμβα). Οι πυρηνικές δυνάμεις και η πυρηνική ενέργεια είναι ένα πεδίο έρευνας τόσο για την ερμηνεία του κόσμου (κοσμολογία) όσο και για θεραπευτικούς σκοπούς (πυρηνική ιατρική). Η λεπτομερής φύση των πυρηνικών δυνάμεων δεν έχει γίνει πλήρως κατανοητή. Τα διάφορα μοντέλα που έχουν προταθεί ερμηνεύουν ικανοποιητικά κάποια, αλλά όχι όλα τα φαινόμενα που σχετίζονται με τη συμπεριφορά των πυρήνων. Τα βασικότερα πυρηνικά μοντέλα είναι τα εξής:



Μοντέλο της σταγόνας: Προτάθηκε από τον Bohr το 1936. Σύμφωνα με αυτό, τα νουκλεόνια στον πυρήνα συμπεριφέρονται όπως τα μόρια μιας σταγόνας νερού (κινούνται, αλληλεπιδρούν, συγκρούονται κ.ο.κ.).

Μοντέλο των φλοιών ή των ανεξάρτητων σωματιδίων: Θεωρεί ότι τα νουκλεόνια συμπεριφέρονται παρόμοια με τα ηλεκτρόνια ενός ατόμου, δηλαδή έχουν καθορισμένες ενεργειακές καταστάσεις και τροχιές και δε συγκρούονται.

Συλλογικό μοντέλο: Περιέχει στοιχεία και των δύο προηγούμενων μοντέλων. Θεωρεί ότι ο πυρήνας αποτελείται από τα νουκλεόνια κόρου, τα οποία συμπεριφέρονται όπως στο μοντέλο της σταγόνας, ενώ υπάρχουν και τα εξωτερικά νουκλεόνια, που αλληλεπιδρούν με τα νουκλεόνια κόρου και συμπεριφέρονται σύμφωνα με το μοντέλο των φλοιών.



- 1 Δίνονται οι πυρήνες Π1 ($Z=6, A=12$), Π2 ($Z=6, A=13$) και Π3 ($Z=7, A=13$). Ποιοι από τους πυρήνες αυτούς:
- α) έχουν τον ίδιο αριθμό νετρονίων;
 - β) ανήκουν στο ίδιο στοιχείο;



Ερώτηση -
Δραστηριότητα

Εργασία (ιδιοκατασκευή)

Να κατασκευάσετε το δικό σας προσομοίωμα ενός πυρήνα. Πώς θα επιλέξετε να αναπαραστήσετε τον πυρήνα;

4.1β

Ραδιενέργεια

Λέξεις-κλειδιά: ραδιενεργός πυρήνας, ραδιενέργεια, διάσπαση α, διάσπαση β, διάσπαση γ, χρόνος ημιζωής, ραδιοχρονολόγηση



1



3



2



- Τι πληροφορία μάς δίνει η πινακίδα της εικόνας 1;
- Στην εικόνα 2 φαίνεται η πόλη του Chernobyl (Τσερνόμπιλ) στην Ουκρανία. Η πόλη εκκενώθηκε στις 5 Μαΐου 1986 και παραμένει χωρίς κατοίκους μέχρι σήμερα. Γνωρίζετε την αιτία;
- Πώς προσδιορίζεται η εποχή που έζησε ένας οργανισμός από οστά του που βρέθηκαν σε μια ανασκαφή; (εικόνα 3)



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1: Διάσπαση α

Ανοίξτε την προσομοίωση «Διάσπαση α».

Πατήστε «Έναρξη» μερικές φορές.

Περιγράψτε τις αλλαγές που συμβαίνουν στη διάρκεια του φαινομένου.

.....
.....
.....

Είναι σταθερός ο χρόνος που παρατηρείται η μεταβολή του αρχικού (μητρικού) πυρήνα;

Από πόσα και τι είδους νουκλεόνια αποτελείται το σωματίδιο που εκπέμπεται από τον αρχικό πυρήνα; Ποιο είναι αυτό το σωματίδιο;

.....
.....



Διάσπαση α

Ο πυρήνας που προκύπτει (θυγατρικός) ανήκει στο ίδιο ή σε διαφορετικό χημικό στοιχείο με τον αρχικό πυρήνα και γιατί;

.....

.....

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2: Διάσπαση β

Ανοίξτε την προσομοίωση «Διάσπαση β».

Πατήστε «Έναρξη» μερικές φορές.

Περιγράψτε τις αλλαγές που συμβαίνουν στη διάρκεια του φαινομένου.

.....

.....

.....



Διάσπαση β



Είναι σταθερός ο χρόνος που παρατηρείται η μεταβολή του αρχικού (μητρικού) πυρήνα;

.....

Ποιο γνωστό σας σωματίδιο εκπέμπεται από τον πυρήνα;

.....

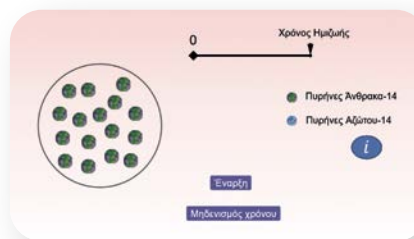
Ο πυρήνας που προκύπτει (θυγατρικός) ανήκει στο ίδιο ή σε διαφορετικό χημικό στοιχείο με τον αρχικό πυρήνα και γιατί;

.....

.....

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3: Χρόνος ημιζωής

Ανοίξτε την προσομοίωση «Χρόνος ημιζωής». Στην προσομοίωση αυτή πυρήνες C-14 μεταπίπτουν σε πυρήνες N-14 με διάσπαση β. Πατήστε «Έναρξη» και καταγράψτε τον αριθμό των πυρήνων C-14 που διασπώνται μέχρι τον χρόνο ημιζωής. Επαναλάβετε τη διαδικασία και συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.



Χρόνος ημιζωής



| α/α | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| Αριθμός πυρήνων C-14 που διασπώνται | | | | | | | | | | |

Σύμφωνα με τον πίνακα που συμπληρώσατε, τι μπορεί να σημαίνει «χρόνος ημιζωής» που εμφανίζεται στην προσομοίωση;

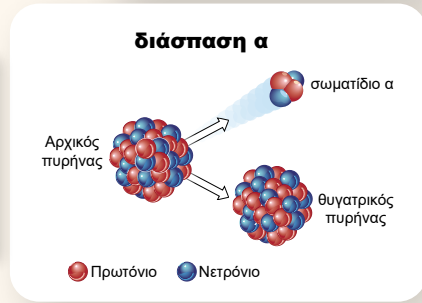
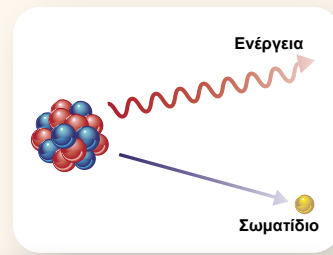
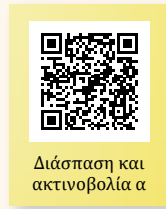
.....

.....

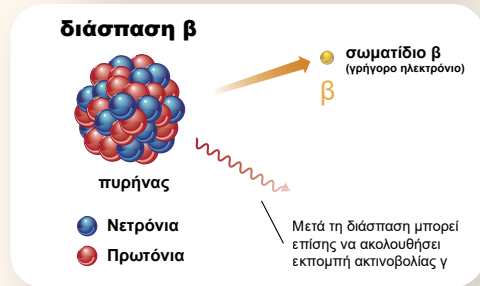


■ Όταν ένας ασταθής (**ραδιενεργός**) πυρήνας μεταπίπτει αυθόρμητα σε άλλο σταθερότερο πυρήνα, παρατηρείται έκλυση ενέργειας και ταυτόχρονη εκπομπή σωματιδίων. Το φαινόμενο ονομάζεται **ραδιενέργεια**. Τα σωματίδια που εκπέμπονται αναφέρονται ως ακτινοβολίες και είναι τριών ειδών: η ακτινοβολία α, που είναι πυρήνες ηλίου, η ακτινοβολία β, που είναι ηλεκτρόνια, και η ακτινοβολία γ, που είναι φωτόνια (ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία).

■ Κατά τη **διάσπαση α**, από έναν πυρήνα μεγάλο μαζικού αριθμού εκπέμπεται **σωματίδιο α** (πυρήνας ηλίου) και προκύπτει νέος πυρήνας (θυγατρικός), που ανήκει σε άλλο χημικό στοιχείο από το αρχικό.



■ Κατά τη **διάσπαση β**, εκπέμπεται από τον πυρήνα ένα ηλεκτρόνιο (ή ποζιτρόνιο*). Η εκπομπή του ηλεκτρονίου από τον πυρήνα δε σημαίνει ότι αυτό προϋπήρχε στον πυρήνα, αλλά είναι αποτέλεσμα της μετατροπής ενός νετρονίου σε ένα πρωτόνιο (ή πρωτονίου σε νετρόνιο στην περίπτωση εκπομπής ποζιτρονίου). Ο πυρήνας που προκύπτει ανήκει σε διαφορετικό χημικό στοιχείο από το αρχικό.



■ Μετά από μια διάσπαση α ή β, συνήθως ο πυρήνας που προκύπτει είναι ασταθής, γιατί έχει μεγάλο ενεργειακό περιεχόμενο λόγω της ανακατάταξης των νουκλεονίων του. Ο πυρήνας αυτός μεταπίπτει σε σταθερότερο, εκπέμποντας φωτόνιο (ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία). Τα φωτόνια που εκπέμπονται με αυτή τη διαδικασία (**διάσπαση γ**) ονομάζονται **ακτίνες** ή **σωματίδια γ** και έχουν πολύ μεγαλύτερες ενέργειες σε σχέση με τα φωτόνια του ορατού φωτός.

■ **Χρόνος υποδιπλασιασμού** ή **ημιζωής** είναι ο χρόνος που απαιτείται ώστε ένας αρχικός αριθμός ραδιενεργών πυρήνων να μειωθεί στο μισό.



Κίνδυνοι από την ακτινοβολία σε οργανισμούς

Ο τύπος και ο βαθμός των βλαβών που προκαλεί μια ακτινοβολία εξαρτώνται από το είδος, την ενέργειά της και τον χρόνο έκθεσης σε αυτή. Οι βλάβες προκύπτουν από τον ιονισμό που προκαλεί η ακτινοβολία σε ουσίες που βρίσκονται μέσα στα κύτταρα, με αποτέλεσμα να παράγονται δραστικά ιόντα που μπορούν να οδηγήσουν σε διασπάσεις δεσμών σε πρωτεΐνες και να επιφέρουν αλλαγές στο γενετικό υλικό των κυττάρων (DNA). Το πυρηνικό ατύχημα του Chernobyl (Τσερνόμπιλ) το 1986 (στον αντιδραστήρα ενός πυρηνικού εργοστασίου στην ομώνυμη πόλη) είχε ως αποτέλεσμα την εκκένωση της πόλης και την απαγόρευση εισόδου σε αυτή μέχρι και σήμερα. Η χλωρίδα και η πανίδα στην περιοχή επηρεάστηκαν σημαντικά μετά το ατύχημα. Πευκοδάση στην περιοχή καταστράφηκαν από τη ραδιενέργεια, ενώ υπήρξαν αναφορές και για μεταλλάξεις σε ζώα.

* Το ποζιτρόνιο είναι σωματίδιο με ηλεκτρικό φορτίο +e και μάζα ίση με τη μάζα του ηλεκτρονίου. (Βλ. και υποενότητα 4.2α.)

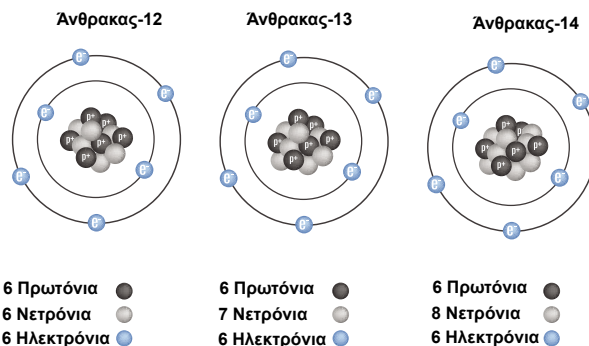
Ραδιοχρονολόγηση

Υπάρχουν 3 ισότοπα άνθρακα που εμφανίζονται κατά τη διάρκεια των φυσικών διεργασιών της Γης: το C-12 (άνθρακας-12), το C-13 (άνθρακας-13) και το C-14 (άνθρακας-14), το οποίο είναι ασταθές (ραδιενεργό). Ο άνθρακας-14 σχηματίζεται διαρκώς στην ανώτερη ατμόσφαιρα της Γης με την επίδραση της κοσμικής ακτινοβολίας, με την αναλογία του άνθρακα-14 προς τον άνθρακα-12 να είναι σταθερή στην ατμόσφαιρα.

Η χρονολόγηση με άνθρακα-14 βασίζε-

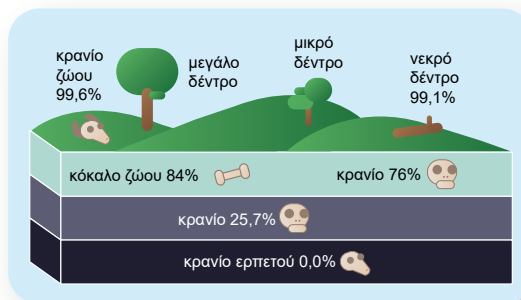
ται στο γεγονός ότι με τον θάνατο ενός οργανισμού ο ραδιενεργός άνθρακας-14 που υπάρχει στον οργανισμό παύει να αναπληρώνεται με τη λήψη της τροφής. Έτσι, αντί να βρίσκεται σε σταθερή αναλογία μέσα στο υλικό ή στον οργανισμό, όπως και στο περιβάλλον, αρχίζει να ελαττώνεται, γιατί διασπάται με διάσπαση β. Η αναλογία αυτή μπορεί να μετρηθεί σε ένα δείγμα νεκρού οργανισμού και έτσι να βρεθεί ο χρόνος του θανάτου, όταν δηλαδή σταμάτησε η πρόσληψη διοξειδίου του άνθρακα μέσω της τροφής, της φωτοσύνθεσης και της αναπνοής.

Η μέθοδος αυτή μπορεί να εφαρμοστεί σε δείγματα ξύλου, τύρφης, ξυλάνθρακα, χαρτιού, μαλλιών, οστών κτλ. Το χρονικό εύρος της μεθόδου εκτείνεται από τα 200-35.000 χρόνια, ενώ με ειδικές τεχνικές φτάνει έως τα 50.000 χρόνια.

ΙΣΟΤΟΠΑ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

1 Στη διπλανή εικόνα φαίνονται τα ποσοστά του ραδιενεργού άνθρακα-14 που έχουν απομείνει σε διάφορα αντικείμενα.

- Το ποσοστό του ραδιενεργού άνθρακα-14 είναι ίδιο ή διαφορετικό στο μικρό και στο μεγάλο δέντρο και γιατί;
- Γιατί τα ποσοστά του ραδιενεργού άνθρακα-14 είναι διαφορετικά στο κρανίο του ζώου και στο νεκρό δέντρο που βρίσκονται στην επιφάνεια της Γης;
- Ποιος από τους δύο ανθρώπους, των οποίων τα κρανία υπάρχουν στην εικόνα, έζησε σε παλαιότερη εποχή;
- Γιατί στο κρανίο του ερπετού δεν ανιχνεύεται καθόλου ραδιενεργός άνθρακας-14;



Ερώτηση - Δραστηριότητα



Ερώτηση - Δραστηριότητα

4.1γ

Σχάση – Σύντηξη

Λέξεις-κλειδιά: πυρηνική σχάση, αλυσιδωτή αντίδραση, πυρηνική σύντηξη



1



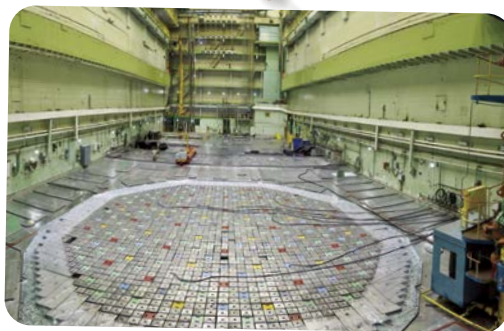
2



3



4



- Από πού προέρχεται η ενέργεια που μας στέλνει ο ήλιος και τα αστέρια; (εικόνα 1)
- Τι είδους βόμβα προκάλεσε τη μεγάλη καταστροφή στην πόλη Ναγκασάκι; Από πού προήλθε η ενέργεια της έκρηξης; (εικόνα 2)
- Στις εικόνες 3 και 4 φαίνονται δύο εγκαταστάσεις που παράγουν ενέργεια με πυρηνικές διεργασίες. Αναγνωρίζετε τι είδους εγκαταστάσεις είναι αυτές;



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1: Πυρηνική σχάση

Ανοίξτε την προσομοίωση «Πυρηνική σχάση».

Τρέξτε μερικές φορές την προσομοίωση.

Περιγράψτε το φαινόμενο που παρατηρείτε. Ποια είναι η αιτία έναρξης του φαινομένου;

.....

.....

.....



Πυρηνική σχάση

Τα νετρόνια που εκπέμπονται στο τέλος του φαινομένου έχουν μεγάλη κινητική ενέργεια. Πού βρίσκονταν αρχικά αυτά τα νετρόνια;

.....

.....

Τι μπορεί να συμβεί αν τα νετρόνια αυτά συναντήσουν άλλους πυρήνες στη διαδρομή τους;

.....

.....

Ανοίξτε την προσομοίωση «Σχάση – Αλυσιδωτή πυρηνική αντίδραση» και επιλέξτε μεγάλο αριθμό πυρήνων (π.χ. $N=150$). Περιγράψτε το φαινόμενο που παρατηρείτε, εξηγώντας τον χαρακτηρισμό της αντίδρασης ως «αλυσιδωτής».

.....

.....

.....



Σχάση –
Αλυσιδωτή
πυρηνική
αντίδραση

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2: Έκλυση ενέργειας σε αλυσιδωτή αντίδραση

(Προτείνεται να γίνει ως πείραμα επίδειξης με τα απαραίτητα μέτρα ασφαλείας ή να παρακολουθήσουν οι μαθητές και οι μαθήτριες το βίντεο «Έλεγχος αλυσιδωτής αντίδρασης».)

Υλικά

πλαστελίνη

σπίρτα

4 λεπτά μεταλλικά ελάσματα (π.χ. από κουτάκι αναψυκτικού) διαστάσεων 5 cm × 5 cm

Με την πλαστελίνη φτιάξτε μια βάση, για να στηρίζετε όρθια τα σπίρτα όπως φαίνεται στο σχήμα 1. Τα σπίρτα να απέχουν μεταξύ τους απόσταση περίπου 0,5 cm. Ανάψτε το σπίρτο που σημειώνεται στο σχήμα για την έναρξη της αντίδρασης.

Γράψτε τις παρατηρήσεις σας για την ταχύτητα με την οποία εξελίσσεται η αντίδραση και για τον ρυθμό με τον οποίο εκλύεται ενέργεια.

.....

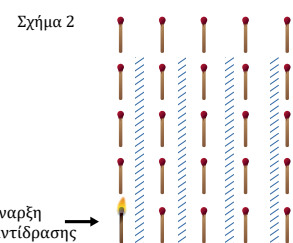
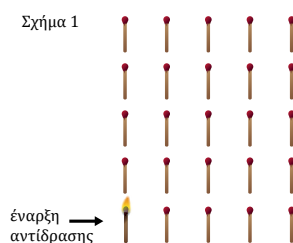
.....

Επαναλάβετε τη διαδικασία, έχοντας όμως τοποθετήσει αυτή τη φορά τα μεταλλικά ελάσματα όπως φαίνεται στο σχήμα 2. Ανάψτε το σπίρτο που σημειώνεται στο σχήμα για την έναρξη της αντίδρασης.

Γράψτε τις παρατηρήσεις σας για την ταχύτητα με την οποία εξελίσσεται η αντίδραση και για τον ρυθμό με τον οποίο εκλύεται ενέργεια.

.....

.....



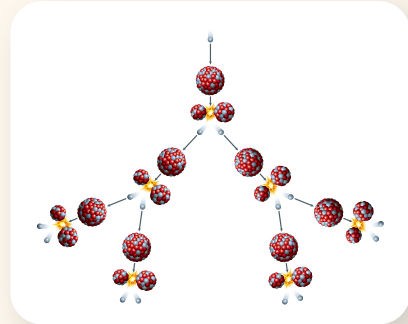
ΠΕ

ΜΑΘ



- Κατά τον βομβαρδισμό πυρήνων με σωματίδια είναι δυνατόν να δημιουργηθούν νέοι πυρήνες, νέα σωματίδια και ταυτόχρονα να εκλύεται ενέργεια. Τα φαινόμενο αυτό ονομάζεται **πυρηνική αντίδραση**.

- Μια κατηγορία πυρηνικών αντιδράσεων είναι η **πυρηνική σχάση**. Η σχάση πραγματοποιείται όταν ένας βαρύς πυρήνας βομβαρδιστεί με σωματίδιο (νετρόνιο). Σε αυτή την περίπτωση ο πυρήνας χωρίζεται σε δύο ή περισσότερους μικρότερους πυρήνες, με ταυτόχρονη εκπομπή νετρονίων. Η αντίδραση αυτή είναι **ισχυρά εξώθερμη** και τα θραύσματα της σχάσης έχουν **υψηλή κινητική ενέργεια**.



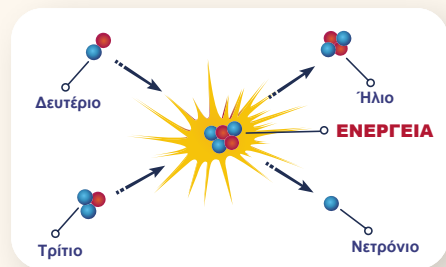
Τα νετρόνια που εκπέμπονται κατά τη σχάση μπορούν στη συνέχεια να προκαλέσουν νέες σχάσεις σε άλλους πυρήνες και

έτσι να έχουμε μια **αλυσιδωτή αντίδραση**. Αν η αντίδραση δεν ελεγχθεί, τότε το αποτέλεσμα είναι μια βίαιη αντίδραση με απελευθέρωση τεράστιου ποσού ενέργειας, όπως συμβαίνει στην έκρηξη μιας πυρηνικής βόμβας. Αν η αντίδραση είναι **ελεγχόμενη** (όπως στα πυρηνικά εργοστάσια), τότε μπορεί να παράγεται ενέργεια σταδιακά χωρίς να οδηγούμαστε σε έκρηξη.

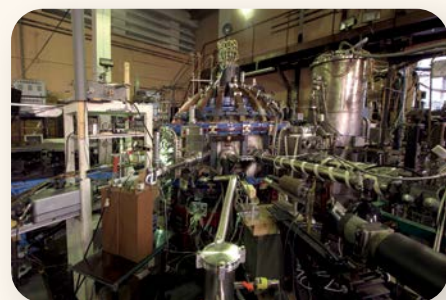


- Μια άλλη κατηγορία πυρηνικών αντιδράσεων είναι η **πυρηνική σύντηξη**. Η **σύντηξη** πραγματοποιείται όταν δύο ελαφρείς πυρήνες που κινούνται με πολύ μεγάλες ταχύτητες συγκρουστούν. Τότε γίνεται συνένωση των ελαφρών πυρήνων και σχηματίζεται ένας βαρύτερος πυρήνας με ταυτόχρονη απελευθέρωση ενέργειας.

Για να επιτευχθεί η σύντηξη, πρέπει οι πυρήνες να αποκτήσουν πολύ μεγάλη κινητική ενέργεια, που αντιστοιχεί σε θερμοκρασία της τάξης των εκατό εκατομμυρίων βαθμών Κελσίου (10^8 °C). Για τον λόγο αυτό οι αντιδράσεις αυτές λέγονται θερμοπυρηνικές. Τέτοιες θερμοκρασίες συναντάμε στο εσωτερικό των άστρων. Η ενέργεια του Ήλιου προέρχεται από τη σύντηξη πυρήνων υδρογόνου που μετατρέπονται σε πυρήνες ηλίου.



Η προσπάθεια του ανθρώπου είναι να δημιουργήσει εγκαταστάσεις στις οποίες να μπορούν να επικρατούν πολύ μεγάλες θερμοκρασίες, ώστε να επιτευχθούν αυτοσυντηρούμενες αντιδράσεις σύντηξης. Η εγκατάσταση της διπλανής εικόνας είναι από ένα πείραμα **πυρηνικής σύντηξης**. Αν ευοδωθούν οι προσπάθειες αυτές, το ενεργειακό κέρδος για τον άνθρωπο θα είναι μεγάλο, ενώ περιορίζονται και τα ραδιενεργά απόβλητα, αφού παράγεται ως προϊόν μόνο ήλιο. Επιπλέον, το καύσιμο για τη σύντηξη είναι το υδρογόνο, που υπάρχει άφθονο στο νερό.



- Σε μια πυρηνική αντίδραση η μάζα των προϊόντων είναι μικρότερη από τη μάζα των αντιδρώντων πυρήνων. Αυτή η διαφορά μαζών αντιστοιχεί στην ενέργεια που απελευθερώνεται κατά την αντίδραση σύμφωνα με τη σχέση ισοδυναμίας μάζας – ενέργειας: $E = mc^2$.



Ραδιενεργά απόβλητα

Η ελεγχόμενη σχάση στους πυρηνικούς αντιδραστήρες αφήνει **απόβλητα** (υποπροϊόντα της σχάσης). Τα απόβλητα αυτά απαιτούν πολύ μεγάλο χρόνο για να διασπαστούν σε αβλαβή υλικά, ώστε να μην είναι επικίνδυνα για τον άνθρωπο και τη φύση. Για παράδειγμα, στην περίπτωση του καϊσίου-137, ενός από τα προϊόντα της σχάσης του ουρανίου σε πυρηνικούς αντιδραστήρες, ο ρυθμός με τον οποίο εκλύεται σε κάποια χρονική στιγμή η ενέργεια από μια ποσότητα καϊσίου-137 μειώνεται και γίνεται ο μισός μετά από παρέλευση 10 χρόνων!



Η τελική διαχείριση των ραδιενεργών αποβλήτων μπορεί να γίνει με δύο τρόπους:

- α) Με αποδέσμευση στο περιβάλλον, εφόσον πληρούνται τα θεσμοθετημένα επίπεδα αποδέσμευσης, όπως περιγράφεται στους Κανονισμούς Ακτινοπροστασίας.
- β) Με διάθεση (δηλαδή μόνιμη και οριστική εναπόθεση) σε εγκεκριμένη εγκατάσταση διάθεσης ραδιενεργών αποβλήτων. Υπάρχουν διάφορα είδη εγκαταστάσεων διάθεσης ραδιενεργών αποβλήτων, όπως εναπόθεση σε έκταση, εναπόθεση σε επιφανειακή εγκατάσταση μικρού βάθους, εναπόθεση σε γεώτρηση κάποιων δεκάδων μέτρων κτλ.

Έλλειμμα μάζας – ενέργεια σύνδεσης

Αν θεωρήσουμε έναν πυρήνα δευτερίου (ισότοπο του υδρογόνου που αποτελείται από ένα νετρόνιο και ένα πρωτόνιο) και αναρωτηθούμε πόση είναι η μάζα του, η απάντηση δε θα είναι η προφανής. Η μάζα του είναι μικρότερη από το άθροισμα της μάζας ενός πρωτονίου και ενός νετρονίου. Το **έλλειμμα μάζας** που προκύπτει αντιστοιχεί στην **ενέργεια σύνδεσης**.

Ενέργεια σύνδεσης είναι η ελάχιστη ενέργεια που χρειάζεται να προσφέρουμε για να απομακρύνουμε το πρωτόνιο και το νετρόνιο, ώστε να μην αλληλεπιδρούν. Σύμφωνα με τη θεωρία της σχετικότητας, το **έλλειμμα μάζας** ισοδυναμεί με ενέργεια ίση με την ενέργεια σύνδεσης.



- 1 Να φτιάξετε έναν πίνακα με τα πλεονεκτήματα / μειονεκτήματα / ιδιαιτερότητες της παραγωγής ενέργειας από σχάση και από σύντηξη.
- 2 Να επιχειρηματολογήσετε για τα υπέρ και τα κατά της χρήσης πυρηνικής ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.



Ερώτηση –
Δραστηριότητα

4.1δ

Βασικές εφαρμογές πυρηνικών φαινομένων

Λέξεις-κλειδιά: παραγωγή πυρηνικής ενέργειας, πυρηνικά απόβλητα, ιονίζουσα ακτινοβολία



1



2



3



- Ποιες θεωρείτε ότι είναι οι βασικές εφαρμογές των πυρηνικών φαινομένων;
- Τι αναπαριστά η εικόνα 1;
- Για ποιο λόγο επιτρέπεται η εισαγωγή ραδιενεργών ουσιών στο ανθρώπινο σώμα; (εικόνα 2)
- Μπορεί να χρησιμοποιηθούν ραδιενεργές ουσίες και στα φυτά για ερευνητικούς σκοπούς;
- Στην εικόνα 3 ένας τεχνικός εξετάζει την ποιότητα των συγκολλήσεων σε μια δεξαμενή αποθήκευσης λαδιού. Με ποιον τρόπο μπορεί να δημιουργηθεί αυτή η εικόνα;



BA

ΕΔ

ΜΑΘ

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: Χρήσεις ακτινοβολιών

Α. Στην ιστοσελίδα της Ελληνικής Επιτροπής Ατομικής Ενέργειας (ΕΕΑΕ) παρουσιάζονται συνοπτικά οι πιο σημαντικές εφαρμογές των ακτινοβολιών στην ιατρική. Αφού τις μελετήσετε, συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.



ΕΕΑΕ – Ιατρική έκθεση σε ακτινοβολία

| Συμπληρώστε το όνομα της εξέτασης / θεραπείας (π.χ. ακτινογραφία) | Συμπληρώστε το είδος ή τα είδη ακτινοβολιών που χρησιμοποιούνται (π.χ. ακτίνες X) | Συμπληρώστε Ε, αν είναι εξέταση, ή Θ, αν είναι θεραπεία (π.χ. Ε) |
|---|---|--|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

| | | |
|--|--|--|
| | | |
| | | |
| | | |

Στη γεωπονία, ποια από τα παραπάνω είδη ακτινοβολιών πιστεύετε ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί:

α) για να μελετηθεί, π.χ., η απορρόφηση φωσφόρου στα φυτά;

.....

β) για να διατηρηθούν περισσότερο χρόνο φρούτα και λαχανικά που είναι προς πώληση;

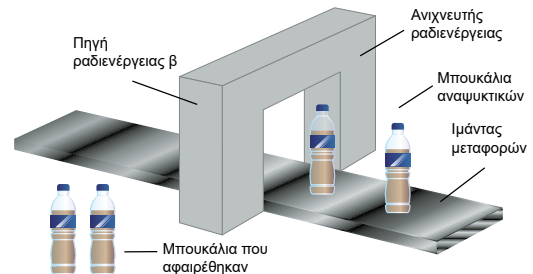
.....



Μέτρηση ραδιενέργειας σε λαχανικά

Β. Στο διπλανό σχήμα, με αυτοματοποιημένο τρόπο μια βιομηχανία παραγωγής αναψυκτικών ελέγχει τη στάθμη του αναψυκτικού μέσα στα κλειστά μπουκάλια και απομακρύνει όσα από αυτά δεν είναι γεμάτα. Πώς πιστεύετε ότι επιτυγχάνεται αυτό;

.....



- Μία από τις βασικές εφαρμογές των πυρηνικών φαινομένων είναι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της **σχάσης**. Μερικά από τα πλεονεκτήματα της σχάσης που χρησιμοποιείται στα πυρηνικά εργοστάσια είναι η παροχή υψηλής πυκνότητας ενέργειας και η εκπομπή λιγότερων αερίων του θερμοκηπίου σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα. Στα μειονεκτήματα συγκαταλέγονται ο μεγάλος κίνδυνος πυρηνικών ατυχημάτων και το πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα αδρανοποίησης των πυρηνικών αποβλήτων.
- Τα πυρηνικά φαινόμενα αξιοποιούνται στην **ιατρική**. Οι ιονίζουσες ακτινοβολίες βρίσκουν σημαντικές διαγνωστικές και θεραπευτικές εφαρμογές, οι οποίες συμβάλλουν στην επιμήκυνση του προσ-

δόκιμου ζωής και στη βελτίωση της ποιότητας ζωής του ανθρώπου. Παράλληλα παρασκευάζονται ραδιοφάρμακα που χρησιμοποιούνται σε απεικονιστικές εφαρμογές και ως μέσα θεραπείας.

- Εφαρμογές των πυρηνικών φαινομένων βρίσκουμε στη βιομηχανία, όπως στη **συντήρηση τροφίμων**, στις αυτοματοποιημένες διαδικασίες συσκευασίας, στον έλεγχο καταςκευών κ.α.



Αξονικός τομογράφος



Συντήρηση τροφίμων με χρήση ακτινοβολιών

Στη συντήρηση τροφίμων η χρήση των ακτινοβολιών εφαρμόζεται προκειμένου να περιοριστούν οι μικροοργανισμοί που τα αλλοιώνουν, με αποτέλεσμα να μειώνεται η διάρκεια διατήρησής τους. Η μέθοδος αυτή έχει πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα. Το κυριότερο πλεονέκτημα της ακτινοβόλησης για τη συντήρηση των τροφίμων είναι ότι αυτά δε χρειάζεται να υποστούν χημική ή υψηλής θερμοκρασίας θερμική επεξεργασία. Βασικά μειονεκτήματα της ακτινοβόλησης είναι ότι δεν καταστρέφει όλους τους μικροοργανισμούς και δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε όλα τα τρόφιμα.



Συσκευή απολύμανσης αυγών με ακτίνες UV

Η χρήση ακτινοβολιών στη βιομηχανία

Οι ακτινοβολίες β και γ χαρακτηρίζονται για τη διεισδυτική τους ικανότητα και γι' αυτό χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία, προκειμένου να ελεγχθεί η στάθμη του περιεχομένου σε μεταλλικά δοχεία ή η κατασκευαστική αρτιότητα εξαρτημάτων.



- 1 Να συγκεντρώσετε εικόνες που αφορούν εφαρμογές πυρηνικών φαινομένων. Να τις κατηγοριοποιήσετε και να τις συγκρίνετε με τις αντίστοιχες των συμμαθητών και των συμμαθητριών σας στην τάξη.



Ερώτηση – Δραστηριότητα

Σύνοψη ενότητας

Ο πυρήνας του ατόμου αποτελείται από πρωτόνια και νετρόνια. Ο αριθμός των πρωτονίων ενός πυρήνα ονομάζεται ατομικός αριθμός, ενώ ο συνολικός αριθμός των πρωτονίων και των νετρονίων ονομάζεται μαζικός αριθμός.

Άτομα που οι πυρήνες τους έχουν τον ίδιο αριθμό πρωτονίων αλλά διαφορετικό αριθμό νετρονίων ονομάζονται ισότοπα και ανήκουν στο ίδιο χημικό στοιχείο.

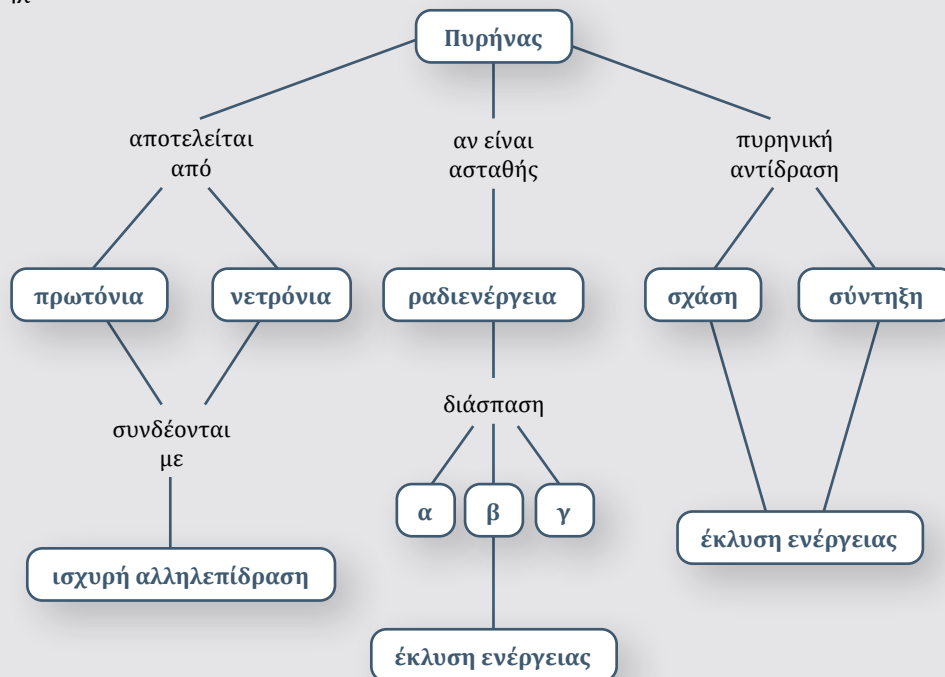
Πρωτόνια και νετρόνια συγκρατούνται στον πυρήνα λόγω της ισχυρής πυρηνικής αλληλεπίδρασης που είναι ελκτική.

Ο πυρήνας έχει ακτίνα δεκάδες ή εκατοντάδες χιλιάδες φορές μικρότερη από αυτή του ατόμου.

Ένας ασταθής πυρήνας διασπάται, οπότε μεταπίπτει σε έναν σταθερότερο πυρήνα, διαδικασία που συνοδεύεται από εκπομπή σωματιδίου και έκλυση ενέργειας. Το φαινόμενο ονομάζεται ραδιενέργεια. Κατά τη διάσπαση α εκπέμπεται πυρήνας ηλίου, κατά τη διάσπαση β ηλεκτρόνιο (ή ποζιτρόνιο), ενώ κατά τη διάσπαση γ φωτόνιο.

Στην πυρηνική σχάση ένας βαρύς πυρήνας, αφού βομβαρδιστεί με νετρόνια, χωρίζεται σε δύο ή περισσότερους μικρότερους πυρήνες, ενώ ταυτόχρονα αποδεσμεύονται και νετρόνια. Η σχάση είναι αντίδραση εξώθερμη. Τα νετρόνια που αποδεσμεύονται κατά τη σχάση μπορούν στη συνέχεια να προκαλέσουν νέες σχάσεις σε άλλους πυρήνες και έτσι να έχουμε μια αλυσιδωτή αντίδραση.

Στην πυρηνική σύντηξη δύο ελαφρείς πυρήνες που κινούνται με πολύ μεγάλες ταχύτητες συγκρούονται, συνενώνονται και σχηματίζουν έναν βαρύτερο πυρήνα με ταυτόχρονη απελευθέρωση ενέργειας. Τα πυρηνικά φαινόμενα βρίσκουν εφαρμογή στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, στην ιατρική και στη βιομηχανία.



Ανίχνευση σωματιδίων – Κοσμικές ακτίνες – Αντισωματίδια

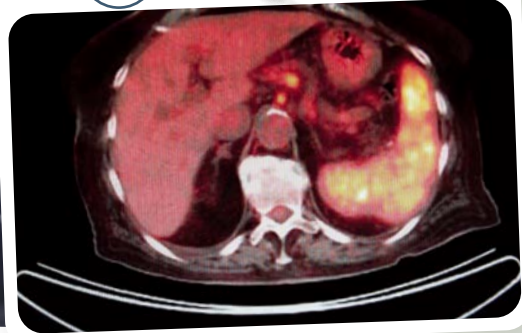
Λέξεις-κλειδιά: ανιχνευτής ακτινοβολίας, κοσμική ακτινοβολία, ύλη, αντιύλη

!?

1



2



- Στην εικόνα 1 απεικονίζεται ένας θάλαμος νέφωσης (Wilson) στον οποίο τοποθετήθηκε ένα κομμάτι από ραδιενεργό υλικό (ουράνιο). Τι νομίζετε ότι είναι οι γραμμές που σχηματίζονται γύρω από το ουράνιο;
- Δεδομένου ότι τα άτομα και τα υποατομικά σωματίδια είναι πολύ μικρά για να τα διακρίνει το ανθρώπινο μάτι, πώς μπορούν να γίνουν αντιληπτά;
- Αν πάρουμε έναν θάλαμο νέφωσης, όπως αυτόν της φωτογραφίας, και τον τοποθετήσουμε σε ένα δωμάτιο μακριά από ραδιενεργές πηγές, θα παρατηρήσουμε ότι δημιουργούνται πάλι γραμμές προς τυχαίες κατευθύνσεις (λιγότερο έντονες από αυτές στη φωτογραφία). Πού μπορεί να οφείλονται αυτές οι γραμμές;
- Στην εικόνα 2 φαίνεται μια σάρωση από τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίου (PET), η οποία χρησιμοποιείται για διαγνωστικούς λόγους στην ιατρική. Γνωρίζετε τι είναι το ποζιτρόνιο;



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1: Ανίχνευση σωματιδίων

Ο ανιχνευτής-απαριθμητής **Geiger-Müller** (Γκάιγκερ-Μίλλερ) είναι ένα όργανο που χρησιμοποιείται για την ανίχνευση και τη μέτρηση της ιονίζουσας ακτινοβολίας. Η ιονίζουσα ακτινοβολία αποτελείται από σωματίδια α, υποατομικά σωματίδια ή ηλεκτρομαγνητικά κύματα που έχουν αρκετή ενέργεια για να ιονίσουν άτομα ή μόρια αποσπώντας ηλεκτρόνια από αυτά.



ΕΔ

ΜΑΘ

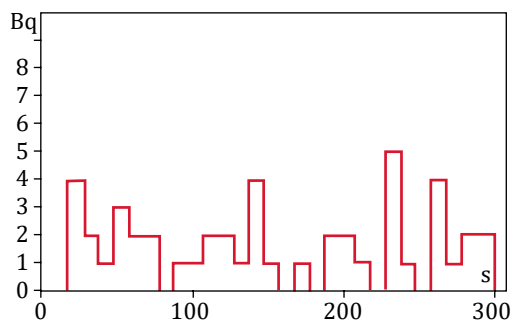
Στο διάγραμμα αποτυπώνονται οι μετρήσεις που ελήφθησαν από τον απαριθμητή ενός εργαστηρίου.

Το διάγραμμα αναπαριστά τη σχέση ενεργότητας – χρόνου. (Η ενεργότητα είναι ο αριθμός των πυρήνων ραδιενεργού πηγής που διασπώνται ανά δευτερόλεπτο, επομένως των σωματιδίων που ανιχνεύονται ανά δευτερόλεπτο.)

Είναι σταθερή η ενεργότητα με τον χρόνο;

Ναι

Όχι



Ανοίξτε την εφαρμογή «Απαριθμητής σωματιδίων» και συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.

| Χρονική διάρκεια Δt (s) | Αριθμός σωματιδίων που ανιχνεύτηκαν (ΔN) |
|------------------------------------|---|
| 0-50 | |
| 50-100 | |
| 100-150 | |
| 150-200 | |
| 200-250 | |
| 250-300 | |



Απαριθμητής
σωματιδίων

Ποιος είναι ο συνολικός αριθμός των σωματιδίων που ανιχνεύτηκαν σε διάρκεια 300 s;

.....

Από πού θεωρείτε ότι προέρχεται η ακτινοβολία που καταμετρά ένας απαριθμητής;

.....

Αν θέλατε να μετρήσετε μόνο την ακτινοβολία που προέρχεται από το διάστημα (κοσμική ακτινοβολία), πού θα τοποθετούσατε τον απαριθμητή;

.....

.....

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2: Το ποζιτρόνιο

Η οπτικοποίηση «Αλληλεπίδραση ηλεκτρονίου-ποζιτρονίου» παρουσιάζει την αλληλεπίδραση μεταξύ δύο σωματιδίων, ενός ηλεκτρονίου (e^-) και ενός ποζιτρονίου (e^+).

Γιατί, πιστεύετε, το ποζιτρόνιο πήρε αυτό το όνομα;

.....

.....



Αλληλεπίδραση
ηλεκτρονίου-
ποζιτρονίου

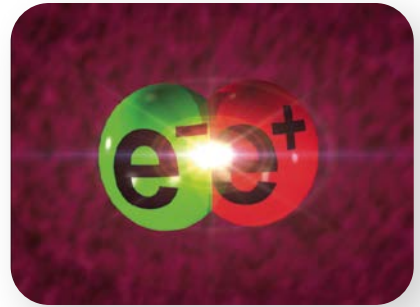
ΕΔ

ΠΡ

ΜΑΘ

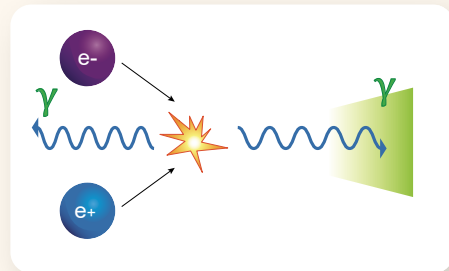
Το ηλεκτρόνιο και το ποζιτρόνιο εξακολουθούν να υπάρχουν μετά την αλληλεπίδρασή τους; Αν όχι, τι εμφανίζεται στη θέση τους;

.....
.....
.....
.....



■ Από τις πρώτες συσκευές ανίχνευσης σωματιδίων (π.χ. σωματιδίων α) ήταν ο θάλαμος νέφωσης του C. Wilson (Γουίλσον). Όταν ένα σωματίδιο υψηλής ενέργειας διέρχεται από τον θάλαμο, σχηματίζονται σταγονίδια νερού γύρω από τα ιόντα που δημιουργούνται από τη διέλευση του σωματιδίου. Από τα ίχνη της τροχιάς του σωματιδίου αντλούνται πληροφορίες για το είδος του σωματιδίου. Ο ανιχνευτής-απαριθμητής **Geiger-Müller** αποτελείται από έναν σωλήνα που ανιχνεύει τα σωματίδια και από ένα ηλεκτρονικό σύστημα απαρίθμησής τους.

■ Το 1932 ο Carl Anderson (Άντερσον) ταυτοποίησε με τη βοήθεια του θαλάμου νέφωσης το **ποζιτρόνιο ως σωματίδιο αντιύλης**. Η αντιύλη είναι η μορφή της ύλης που αποτελείται από τα αντισωματίδια των σωματιδίων που συγκροτούν τη συνήθη ύλη, δηλαδή σωματίδια με τα ίδια χαρακτηριστικά αλλά με αντίθετες τιμές φυσικών μεγεθών, όπως του φορτίου, σε σχέση με τα αντίστοιχα της συνηθισμένης ύλης. Έτσι, ένα άτομο αντιύλης υδρογόνου αποτελείται από ένα αντιπρωτόνιο (σωματίδιο με αρνητικό φορτίο), γύρω από το οποίο περιστρέφεται ένα ποζιτρόνιο (σωματίδιο με θετικό φορτίο).



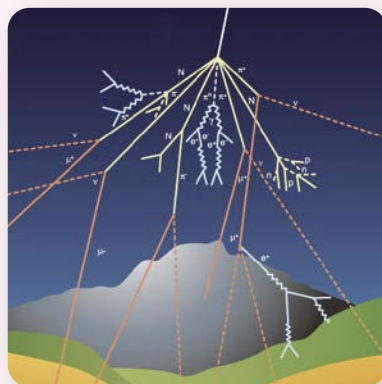
Όταν ένα σωματίδιο ύλης συναντηθεί με το αντίστοιχο της αντιύλης, τότε και τα δύο καταστρέφονται (εξαυλώνονται) με παράλληλη έκλυση ενέργειας, με μορφή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Στο σύμπαν φαίνεται να μην υπάρχουν σημαντικές ποσότητες αντιύλης, παρότι ύλη και αντιύλη δημιουργήθηκαν σε ίσες ποσότητες κατά τη διάρκεια της δημιουργίας του. Η αντιύλη έχει σημαντικές εφαρμογές στην ιατρική, όπως στην τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων – σάρωση PET.



Κοσμικές ακτίνες

Τον Αύγουστο του 1912 ο Αυστριακός φυσικός Victor Hess (Βίκτορ Ες), μετά από μια ιστορική πτήση στα 5300 μέτρα με αερόστατο, ανακάλυψε μια διεisdυτική ακτινοβολία που εισέρχεται στην ατμόσφαιρα της Γης και την ονόμασε κοσμικές ακτίνες.

Οι κοσμικές ακτίνες είναι σωματίδια υψηλής ενέργειας που φτάνουν από το διάστημα. Αποτελούνται κυρίως από πρωτόνια –πυρήνες υδρογόνου (89%)–, αλλά περιλαμβάνουν επίσης πυρήνες ηλίου –σωματίδια α (10%)– και βαρύτερους πυρήνες (1%), μέχρι και ουρανίου. Όταν φτάνουν στη Γη, συγκρούονται με τους πυρήνες των ατόμων στην ανώτερη ατμόσφαιρα, δημιουργώντας περισσότερα σωματίδια, κυρίως πτόνια (π). Τα φορτισμένα πτόνια μπορούν να διασπαστούν γρήγορα, εκπέμποντας σωματίδια που ονομάζονται μόνια (μ). Αυτά δεν αλληλεπιδρούν έντονα με την ύλη και έτσι μπορούν να ταξιδέψουν στην ατμόσφαιρα και να διεισδύσουν ακόμα και κάτω από το έδαφος. Ο ρυθμός των μιονίων που φτάνουν στην επιφάνεια της Γης είναι τέτοιος που (περίπου) κάθε δευτερόλεπτο ένα μόνιο διέρχεται από επιφάνεια ίση σε μέγεθος με το κεφάλι ενός ανθρώπου.



Αρχές λειτουργίας τομογραφίας εκπομπής ποζιτρονίου (PET)

Η τομογραφία PET μπορεί να δώσει λεπτομερείς τρισδιάστατες εικόνες από το εσωτερικό του ανθρώπινου σώματος. Προκειμένου να το επιτύχει αυτό, χορηγείται στον ασθενή ένα ραδιοϊσότοπο, το οποίο συγκεντρώνεται επιλεκτικά στην περιοχή ενδιαφέροντος. Οι πυρήνες του ραδιοϊσοτόπου υπόκεινται σε β⁺ διάσπαση εκπέμποντας **ποζιτρόνια** (e⁺). Κάθε ποζιτρόνιο χάνει την κινητική του ενέργεια σε κάποια απόσταση από το σημείο εκπομπής. Το ποζιτρόνιο τότε αλληλεπιδρά με ένα ηλεκτρόνιο, με αποτέλεσμα την **εξαΰλωσή** τους. Το φαινόμενο έχει ως τελικό αποτέλεσμα την ταυτόχρονη δημιουργία δύο **φωτονίων** ακτίνων γ με ίδιες ενέργειες που κινούνται σε αντιδιαμετρικές κατευθύνσεις. Οι ακτίνες γ διαπερνούν τον ιστό του σώματος και ανιχνεύονται, οπότε αποτυπώνεται ψηφιακά η περιοχή από όπου προήλθαν.



Εργασία (ιδιοκατασκευή)

Να κατασκευάσετε τον δικό σας θάλαμο νέφωσης και να καταγράψετε τις παρατηρήσεις σας.



CERN –
Οδηγός
κατασκευής
θαλάμου νέφωσης



Ερώτηση –
Δραστηριότητα

4.2β

Στοιχειώδη σωματίδια – Καθιερωμένο Πρότυπο

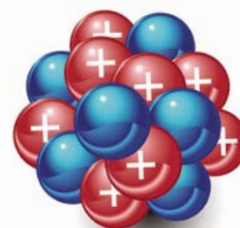
Λέξεις-κλειδιά: στοιχειώδη σωματίδια, Καθιερωμένο Πρότυπο



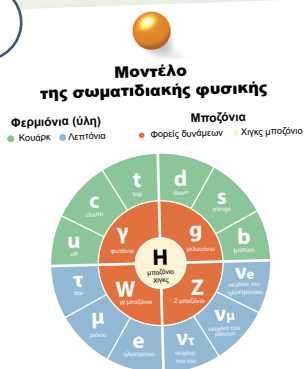
1



2



3



- Είναι τα άτομα τα μικρότερα σωματίδια από τα οποία δομείται η ύλη γύρω μας; (εικόνα 1)
- Γιατί ο πυρήνας ενός ατόμου δε διαλύεται, αφού μεταξύ των πρωτονίων αναπτύσσονται απωστικές ηλεκτρικές δυνάμεις; (εικόνα 2)
- Στην εικόνα 3 παρουσιάζονται τα στοιχειώδη σωματίδια σύμφωνα με το Καθιερωμένο Πρότυπο. Τι νομίζετε ότι είναι το Καθιερωμένο Πρότυπο;



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: Στοιχειώδη σωματίδια

Στοιχειώδη σωματίδια χαρακτηρίζονται τα μικρότερα δομικά συστατικά της ύλης που έχουν ανακαλυφθεί και τα οποία, σύμφωνα με τα σημερινά επιστημονικά δεδομένα, δε διαιρούνται περαιτέρω σε ακόμη μικρότερα, δηλαδή δεν έχουν εσωτερική δομή.

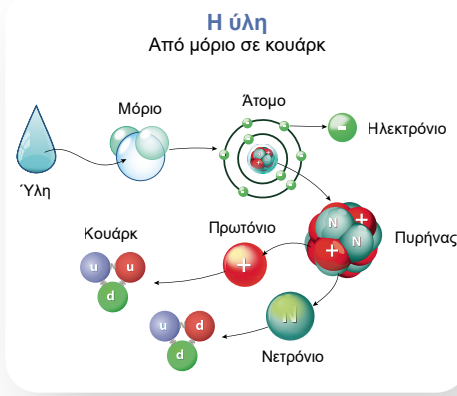
Παρατηρώντας το διπλανό σχήμα, γράψτε ποια από τα σωματίδια που εμφανίζονται σ' αυτό είναι στοιχειώδη.

.....

.....

.....

.....



ΕΔ

ΜΑΘ

Ποια δύναμη συγκρατεί τα ηλεκτρόνια που κινούνται γύρω από τον πυρήνα;

.....

Μπορεί η δύναμη που συγκρατεί τα ηλεκτρόνια γύρω από τον πυρήνα να είναι ίδιας φύσης με αυτή ανάμεσα στα νουκλεόνια του πυρήνα;

.....



■ Από την εποχή του Thomson, του Rutherford και του Chadwick το άτομο δε θεωρείται αδιαίρετο, αλλά αποτελείται από ηλεκτρόνια και από πυρήνα με πρωτόνια και νετρόνια.

Το 1964 ο φυσικός Murray Gell-Mann (Μάρει Γκελ-Μαν) προέβλεψε θεωρητικά ότι τα σωματίδια του πυρήνα, τα νουκλεόνια (πρωτόνια και νετρόνια), συνίστανται από άλλα μικρότερα σωματίδια, τα **κουάρκ** (quarks). Σε διάφορα πειράματα που ακολούθησαν και διεξήχθησαν σε ερευνητικά κέντρα με επιταχυντές σωματιδίων, όπως το CERN, επαληθεύτηκε η ύπαρξη έξι κουάρκ.

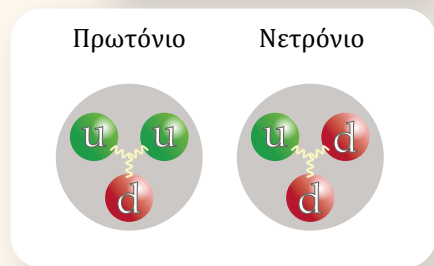
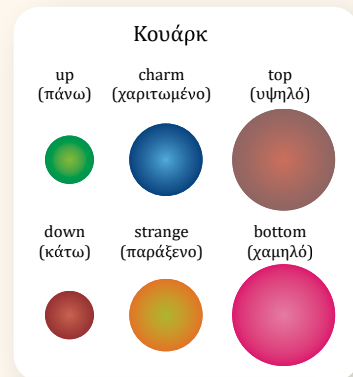
Τα κουάρκ (quarks) και τα ηλεκτρόνια δε διαιρούνται και θεωρούνται σήμερα ως τα **στοιχειώδη σωματίδια** που δομούν την ύλη. Έτσι ένα πρωτόνιο αποτελείται από τρία κουάρκ (δύο up και ένα down), ενώ ένα νετρόνιο από τρία κουάρκ (ένα up και δύο down).



Τα τρία αυτά κουάρκ συνδέονται με ισχυρές πυρηνικές αλληλεπιδράσεις, δηλαδή τις δυνάμεις που συγκρατούν τα πρωτόνια και τα νετρόνια στον μικρό χώρο του πυρήνα.

■ Η Φυσική Στοιχειωδών Σωματιδίων μελετά τα θεμελιώδη συστατικά της ύλης και τις αλληλεπιδράσεις τους. Η θεωρία που συνοψίζει τις γνώσεις μας σε αυτό το πεδίο είναι γνωστή ως **Καθιερωμένο Πρότυπο**. Σύμφωνα με αυτή, τα στοιχειώδη σωματίδια κατατάσσονται σε δύο κύριες κατηγορίες:

- i. Τα σωματίδια δομής (φερμιόνια), τα οποία συμμετέχουν στη δόμηση της ύλης και είναι:
 - α) έξι κουάρκ που έχουν φορτίο κλάσμα του στοιχειώδους φορτίου και εμφανίζονται πάντα σε ομάδες, σχηματίζοντας άλλα σωματίδια,



β) έξι λεπτόνια (σε αυτά περιλαμβάνεται το ηλεκτρόνιο) τα οποία δεν αποτελούν συστατικό άλλων σωματιδίων.

ii. Τα σωματίδια-φορείς δυνάμεων (μποζόνια), τα οποία ανταλλάσσονται όταν υπάρχει αλληλεπίδραση και είναι:

α) το φωτόνιο για την ηλεκτρομαγνητική αλληλεπίδραση,

β) τα μποζόνια W και Z για την ασθενή αλληλεπίδραση,

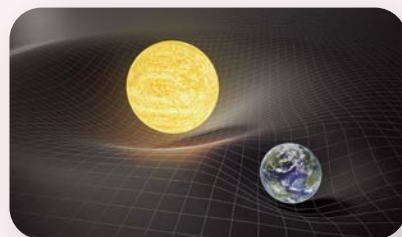
γ) το γκλουόνιο για την ισχυρή αλληλεπίδραση (πυρηνική).

Το Καθιερωμένο Πρότυπο έχει προβλέψει πολλά πειραματικά αποτελέσματα, όπως την ύπαρξη διαφόρων σωματιδίων. Για να ολοκληρωθεί η θεωρία, τα τελευταία χρόνια έγιναν προσπάθειες να διερευνηθεί ο «μηχανισμός Higgs». Η ανακάλυψη του μποζονίου του Higgs ανακοινώθηκε από τα πειράματα ATLAS και CMS τον Ιούλιο του 2012 και συνέβαλε στην κατανόηση της προέλευσης της μάζας των υποατομικών σωματιδίων.



Καθιερωμένο Πρότυπο και βαρύτητα

Η βαρυτική δύναμη, παρά το γεγονός ότι είναι η πιο γνωστή δύναμη, δεν περιγράφεται από το Καθιερωμένο Πρότυπο. Ο λόγος είναι οι αντιφάσεις που προκύπτουν όταν συνδυάζεται με τη Γενική Θεωρία της Σχετικότητας. Παρ' όλα αυτά, ερευνάται η δυνατότητα περιγραφής και της βαρυτικής αλληλεπίδρασης μέσω ενός υποθετικού σωματιδίου-φορέα δύναμης που ονομάζεται βαρυτόνιο.



1 Να σχεδιάσετε και να συμπληρώσετε έναν νοητικό χάρτη με όσα στοιχειώδη δομικά σωματίδια και σωματίδια-φορείς αλληλεπίδρασης γνωρίσατε σε αυτή την ενότητα.

* **2** Γνωρίζουμε ότι το ηλεκτρικό φορτίο του νετρονίου είναι μηδέν. Εξηγήστε γιατί συμβαίνει αυτό, δεδομένου ότι το νετρόνιο αποτελείται από κουάρκ που έχουν ηλεκτρικό φορτίο.

Δίνεται ότι το φορτίο του κουάρκ up είναι $+\frac{2}{3}e$ και του κουάρκ down $-\frac{1}{3}e$.



Ερώτηση –
Δραστηριότητα

Σύνοψη ενότητας

Η ανίχνευση σωματιδίων γίνεται με ειδικά όργανα που λέγονται ανιχνευτές σωματιδίων. Ένα τέτοιο όργανο είναι ο ανιχνευτής Geiger-Müller.

Σε κάθε σωματίδιο αντιστοιχεί ένα αντισωματίδιο. Όταν αυτά συναντηθούν, εξαϋλώνονται και τη θέση τους παίρνει ενέργεια με μορφή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας (φωτόνια).

Τα κουάρκ (quarks) μαζί με τα ηλεκτρόνια θεωρούνται σήμερα ως τα στοιχειώδη σωματίδια που δομούν την ύλη. Τα κουάρκ συναντώνται σε ομάδες. Τα πρωτόνια και τα νετρόνια δομούνται από κουάρκ up και down.

Σύμφωνα με το Καθιερωμένο Πρότυπο, τα στοιχειώδη σωματίδια κατατάσσονται σε δύο κύριες κατηγορίες: α) τα σωματίδια δομής, που είναι τα κουάρκ και τα λεπτόνια (σε αυτά περιλαμβάνεται το ηλεκτρόνιο), β) τα σωματίδια-φορείς δυνάμεων, που είναι το φωτόνιο, τα μποζόνια W και Z και το γκλουόνιο.



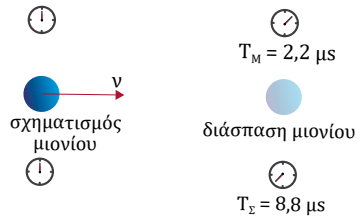
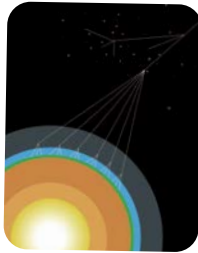
4.3α

Σχετικότητα

Λέξεις-κλειδιά: αδρανειακοί παρατηρητές, ιδιόχρονος, καμπύλωση του φωτός



1



2



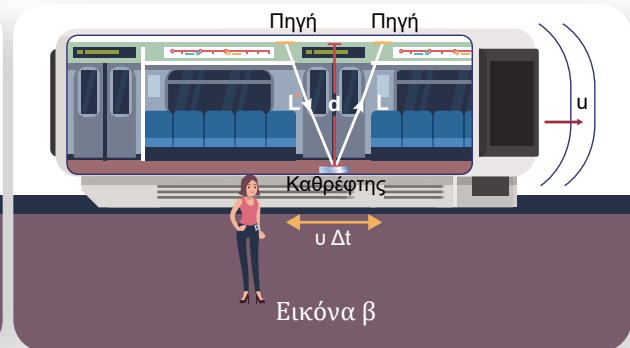
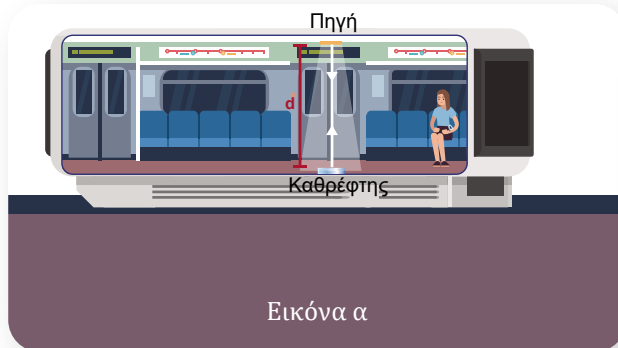
- Τα μόνια είναι σωματίδια που παράγονται σε ραδιενεργές αντιδράσεις στην ανώτερη ατμόσφαιρα (εικόνα 1). Γιατί προλαβαίνουν να φτάσουν στη Γη, αν και χρειάζεται τετραπλάσιος χρόνος από τον χρόνο ζωής τους στο εργαστήριο;
- Τι παρατηρείτε στην εικόνα 2; Πώς το εξηγείτε;



ΕΔ

ΜΑΘ

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1: Διαστολή χρόνου



Η ταχύτητα του φωτός c στο κενό είναι ίδια για κάθε παρατηρητή στη φύση.

Το βαγόνι κινείται με σταθερή ταχύτητα ως προς την αποβάθρα. Μία πηγή φωτός (φακός) και ένας καθρέφτης βρίσκονται στο τρένο. Μια ακτίνα φωτός εκπέμπεται από την πηγή, ανακλάται στον καθρέφτη και επιστρέφει στην πηγή. Για τον παρατηρητή στο τρένο (εικόνα α) το γεγονός διαρκεί χρόνο t_0 .

Πώς μπορούμε να υπολογίσουμε τον χρόνο t_0 ;

Η πορεία του φωτός είναι ίδια ή διαφορετική για τον παρατηρητή της αποβάθρας (εικόνα β);

Για τον παρατηρητή της αποβάθρας ο αντίστοιχος χρόνος διάρκειας του γεγονότος είναι $t = \frac{2L}{c}$. Για ποιον παρατηρητή ο χρόνος είναι μεγαλύτερος;

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2: Καμπύλωση του φωτός από το πεδίο βαρύτητας

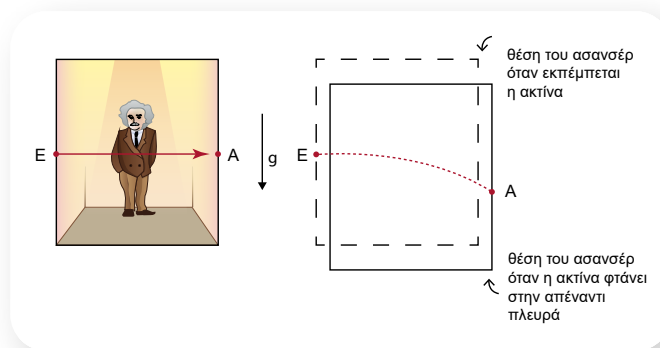
Ένας παρατηρητής βρίσκεται σε ασανσέρ του οποίου έχει σπάσει το σκοινί και εκτελεί ελεύθερη πτώση. Αν ο παρατηρητής έχει ένα μήλο στο χέρι του και το αφήσει, πώς θα κινηθεί το μήλο ως προς αυτόν;

Αν το ασανσέρ με τον παρατηρητή και το μήλο βρισκόταν έξω από το πεδίο βαρύτητας της Γης και ο παρατηρητής άφησε το μήλο, τι κίνηση θα έκανε το μήλο ως προς αυτόν;

Διαφέρει η κίνηση του μήλου ως προς τον παρατηρητή του ασανσέρ στην πρώτη και στη δεύτερη περίπτωση;

Σκεφτείτε ότι στο ασανσέρ που βρίσκεται έξω από το πεδίο βαρύτητας της Γης εκπέμπεται φως κάθετα από το μέσο της μιας πλευράς του προς την άλλη. Σύμφωνα με τα παραπάνω, και η ακτίνα του φωτός που θα εκπέμψουμε από το σημείο E στο ασανσέρ που εκτελεί ελεύθερη πτώση θα κινηθεί για τον παρατηρητή του ασανσέρ με τον ίδιο τρόπο, δηλαδή ευθύγραμμα, αφήνοντας ένα αποτύπωμα A στο μέσο της απέναντι πλευράς.

Ένας παρατηρητής έξω από το ασανσέρ βλέπει το αποτύπωμα A να έχει κατέβει (όπως και το ασανσέρ) στον χρόνο που το φως κινείται από τη μια πλευρά στην άλλη. Τι μορφή έχει η πορεία της ακτίνας για τον παρατηρητή έξω από το ασανσέρ;

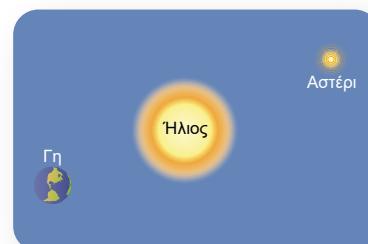


Αν το πείραμα γινόταν σε ένα αστέρι όπου η επιτάχυνση της βαρύτητας ήταν ισχυρότερη, σε τι θα διέφερε η πορεία του φωτός;

Τι συμπέρασμα προκύπτει από τα παραπάνω για το φως, όταν διέρχεται κοντά από ένα αστέρι;

Εξηγήστε, με βάση το παραπάνω συμπέρασμα, γιατί το αστέρι πίσω από τον Ήλιο είναι ορατό στη Γη. Σχεδιάστε τη θέση στην οποία φαίνεται.

Γιατί πρέπει να έχουμε έκλειψη ηλίου για να παρατηρήσουμε το φαινόμενο;



ΕΔ

ΜΑΘ



- **Αδρανειακοί παρατηρητές** είναι οι παρατηρητές για τους οποίους ένα σώμα στο οποίο δεν ασκείται καμιά δύναμη εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση. Οι αδρανειακοί παρατηρητές κινούνται με σταθερή ταχύτητα ο ένας ως προς τον άλλο.
- Ο Einstein (Αϊνστάιν) διατύπωσε το 1905 την **Ειδική Θεωρία της Σχετικότητας**. Τα αξιώματα της θεωρίας είναι τα παρακάτω:

1. Οι νόμοι της Φυσικής είναι ίδιοι για όλους τους αδρανειακούς παρατηρητές.
2. Η ταχύτητα του φωτός στο κενό έχει την ίδια τιμή για όλους τους αδρανειακούς παρατηρητές.

Οι επιβάτες όλων των μεταφορικών μέσων της εικόνας μετρούν ίδια ταχύτητα για το φως και μπορούν να εφαρμόσουν με την ίδια μορφή τους νόμους της Φυσικής.

Στο πλαίσιο της Ειδικής Θεωρίας της Σχετικότητας:

- ✓ Η χρονική διάρκεια ενός φαινομένου δεν είναι ίδια για δύο αδρανειακούς παρατηρητές, δηλαδή δεν υπάρχει ο απόλυτος χρόνος. Για παράδειγμα, αν ένας επιβάτης σε ένα τρένο που κινείται μετρήσει χρόνο t_0 (ιδιόχρονος) για το ταξίδι του, αυτός είναι μικρότερος από τον χρόνο t που μετρά ο σταθμάρχης. Δηλαδή ισχύει:

$$t > t_0$$

- ✓ Διατυπώνεται η σχέση ισοδυναμίας μάζας και ενέργειας:

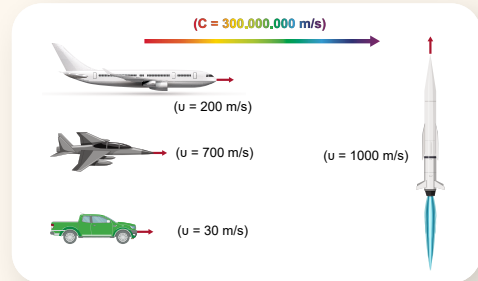
$$E = mc^2$$

όπου c είναι η ταχύτητα του φωτός, m η μάζα και E η ισοδύναμη ενέργεια. Όπως είδαμε σε προηγούμενη ενότητα, με την παραπάνω σχέση ισοδυναμίας εξηγούνται τα φαινόμενα παραγωγής ενέργειας στις πυρηνικές αντιδράσεις, όπου τμήμα της μάζας των αντιδρώντων μετατρέπεται σε ενέργεια.

- Σύμφωνα με τη **Γενική Θεωρία της Σχετικότητας**, ένας παρατηρητής εκτός πεδίου βαρύτητας που κινείται με σταθερή επιτάχυνση ίση με την επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης θα παρατηρεί διάφορα αντικείμενα να κινούνται με τον ίδιο τρόπο που κινούνται στη Γη για παρατηρητή ακίνητο πάνω στη Γη. Με άλλα λόγια:

Ένα επιταχυνόμενο σύστημα αναφοράς είναι ισοδύναμο με ένα σύστημα που βρίσκεται εντός βαρυτικού πεδίου. Η συγκεκριμένη πρόταση ονομάζεται **Αρχή της Ισοδυναμίας**.

Συνέπεια των παραπάνω είναι η **καμπύλωση του φωτός**, καθώς αυτό διέρχεται κοντά από ένα αστέρι. Επίσης, προκύπτει ότι ο χρόνος που διαρκεί ένα γεγονός είναι μικρότερος όσο η ένταση της βαρύτητας είναι μεγαλύτερη.

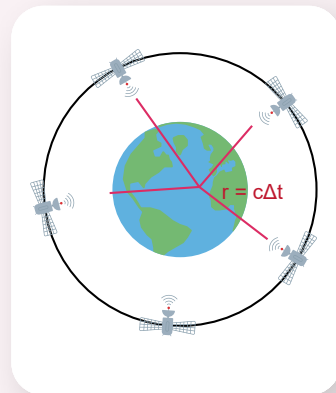


GPS και θεωρία της σχετικότητας

Το παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού θέσης (GPS) είναι ένα παγκόσμιο σύστημα καθοδήγησης διαδρομής με τη βοήθεια δορυφόρου. Παρέχει αξιόπιστη ειδοποίηση γεωγραφικής θέσης, καθοδήγησης και υπηρεσίες χρονομέτρησης διαδρομής σε συνεχή ροή σε όλες τις

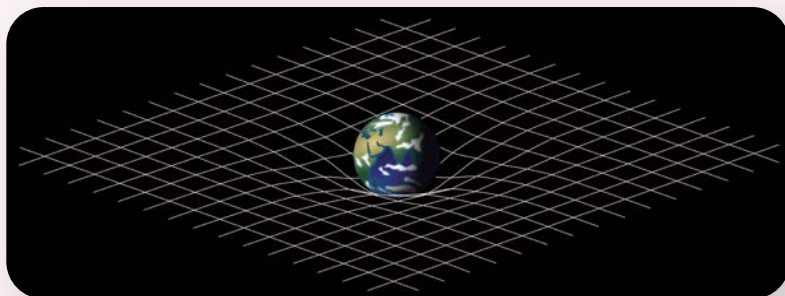


καιρικές συνθήκες, μέρα και νύχτα, παντού στη Γη. Το GPS βασίζεται σε 36 δορυφόρους που περιστρέφονται γύρω από τη Γη σε ύψος περίπου 20.000 km. Για τον προσδιορισμό της θέσης (στίγμα) χρειάζεται το σήμα τουλάχιστον τριών δορυφόρων. Η τομή των τριών σφαιρικών σημάτων δίνει το γεωγραφικό μήκος και πλάτος, ενώ με το σήμα ενός τέταρτου δορυφόρου προσδιορίζεται το υψόμετρο μιας τοποθεσίας. Οι αποστάσεις υπολογίζονται από το γινόμενο του χρόνου για έναν δορυφόρο επί την ταχύτητα του φωτός. Επειδή η ταχύτητα του φωτός είναι πολύ μεγάλη, έστω και μικρό σφάλμα στον χρόνο θα είχε ως συνέπεια τεράστια λάθη στον προσδιορισμό των θέσεων, καθιστώντας τα GPS άχρηστα. Οι δορυφόροι χρησιμοποιούν ατομικά ρολόγια, όπου το σφάλμα είναι της τάξεως των nanoseconds. Όμως για έναν παρατηρητή της Γης υπάρχει διαφοροποίηση του χρόνου του δορυφόρου, πρώτον λόγω διαστολής του χρόνου, γιατί ο δορυφόρος κινείται με την ταχύτητα περιστροφής, και δεύτερον λόγω συστολής του χρόνου, γιατί η ένταση της βαρύτητας είναι μικρότερη στο ύψος που βρίσκεται ο δορυφόρος. Για τους δορυφόρους στο ύψος που αναφέραμε, η διαστολή του χρόνου στη διάρκεια μιας ημέρας είναι περίπου $\Delta t_1 = 7 \mu\text{s}$ και η συστολή περίπου $\Delta t_2 = 45 \mu\text{s}$. Συνεπώς η διόρθωση είναι $\Delta t = 38 \mu\text{s}$.



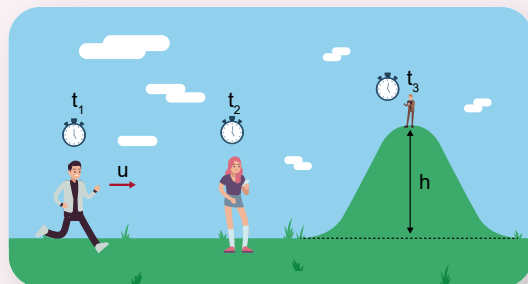
Καμπύλωση του χωροχρόνου

Ο Einstein δε θεωρεί τη μάζα ως πηγή της βαρύτητας, όπως συμβαίνει στη νευτώνεια θεωρία, αλλά περιέγραψε τη βαρύτητα ως **καμπύλωση του χωροχρόνου** (σύνολο χωρικών συντεταγμένων και χρονικής συντεταγμένης) που προκαλείται από την περιεχόμενη ύλη και ενέργεια. Ένα σώμα που κινείται σε αυτό τον χώρο ακολουθεί μια χωροχρονική γραμμή του παραμορφωμένου χωροχρόνου.



Προβληματισμός

Οι τρεις παρατηρητές χρονομετρούν το γεγονός της μετατόπισης του πρώτου παρατηρητή κατά Δx . Ο πρώτος παρατηρητής, που κινείται πάνω στην επιφάνεια της Γης, μετράει χρόνο t_1 , ο δεύτερος, που είναι ακίνητος και στο ίδιο υψόμετρο, μετράει χρόνο t_2 και ο τρίτος, που είναι πάνω σε ένα βουνό και είναι ακίνητος κι αυτός, μετράει χρόνο t_3 . Να συγκρίνετε τους τρεις χρόνους.



Απάντηση

Το γεγονός συμβαίνει στο ίδιο σημείο για τον κινούμενο παρατηρητή, δηλαδή στο «εργαστήριό» του. Συνεπώς ο χρόνος t_1 είναι μικρότερος από τον χρόνο t_2 . Επίσης, η βαρύτητα είναι ασθενέστερη στον τρίτο παρατηρητή από ό,τι είναι στον δεύτερο. Συνεπώς ο χρόνος t_2 είναι μικρότερος από τον χρόνο t_3 . Άρα ισχύει:

$$t_1 < t_2 < t_3$$

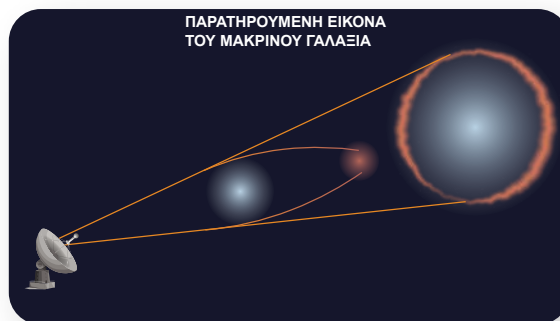
Παρατήρηση: Η διαστολή χρόνου για ταχύτητες της καθημερινότητας είναι ανεπαίσθητη και δεν μπορεί να μετρηθεί.



- 1 Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις ως σωστή (Σ) ή ως λανθασμένη (Λ).
 - α. Αδρανειακοί παρατηρητές είναι αυτοί που είναι ακίνητοι ο ένας σε σχέση με τον άλλον.
 - β. Οι νόμοι της Φυσικής έχουν την ίδια μορφή για όλους τους αδρανειακούς παρατηρητές.
 - γ. Όταν μια πηγή φωτός κινείται με ταχύτητα u ως προς έναν παρατηρητή και εκπέμπει φως με ταχύτητα c κατά μήκος της κίνησής του, τότε το φως για τον παρατηρητή έχει ταχύτητα $c + u$ ή $c - u$.
 - δ. Όταν το φως διέρχεται κοντά από ένα αστέρι, καμπυλώνεται λόγω του φαινομένου της διάθλασης.

2 Οι δακτύλιοι του Einstein

Στη διπλανή εικόνα αποτυπώνεται η παρατήρηση ενός μακρινού γαλαξία (κόκκινο χρώμα) όταν μεσολαβεί ένας δεύτερος γαλαξίας (μπλε χρώμα). Εξηγήστε την εικόνα που σχηματίζεται κατά την παρατήρηση.



Ερώτηση - Δραστηριότητα



Ερώτηση - Δραστηριότητα

Λέξεις-κλειδιά: κοσμολογία, διαστολή σύμπαντος, ραδιοτηλεσκόπιο, Big Bang



1



2



3



4



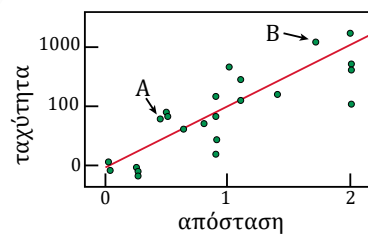
- Στην εικόνα 1 φαίνεται μια αναπαράσταση του σύμπαντος. Είναι επίπεδο το σύμπαν; Παραμένει σταθερό το μέγεθός του; Ποια είναι η ηλικία του;
- Στην εικόνα 2 φαίνεται το διαστημικό τηλεσκόπιο Hubble, στην εικόνα 3 ένα απλό τηλεσκόπιο και στην εικόνα 4 μια συμβολομετρική διάταξη από πλήθος ραδιοτηλεσκοπίων. Τι ανιχνεύουν αυτά τα όργανα; Ποιος είναι ο σκοπός της χρήσης τους;



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: Διαστολή του σύμπαντος – Νόμος του Hubble

Στο διπλανό διάγραμμα παριστάνονται οι παρατηρήσεις του Hubble για τη διαστολή του σύμπαντος. Στον κατακόρυφο άξονα φαίνεται η ταχύτητα απομάκρυνσης από τη Γη διάφορων απομακρυσμένων γαλαξιών και στον οριζόντιο άξονα η αντίστοιχη απόστασή τους από τη Γη.

Το μήκος κύματος του φωτός που φτάνει στη Γη από ένα αστέρι έχει διαφορετική τιμή από αυτή που έχει κατά την εκπομπή του. Όταν το



ΕΔ

ΜΑΘ

αστέρι απομακρύνεται, το φως φτάνει στη Γη και αποτυπώνεται μετατόπιση στο φάσμα του προς μεγαλύτερα μήκη κύματος. Όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα με την οποία απομακρύνεται το αστέρι, τόσο μεγαλύτερη είναι η μετατόπιση του φάσματος. Ποιος από τους δύο γαλαξίες Α και Β έχει μεγαλύτερη μετατόπιση του φάσματος;

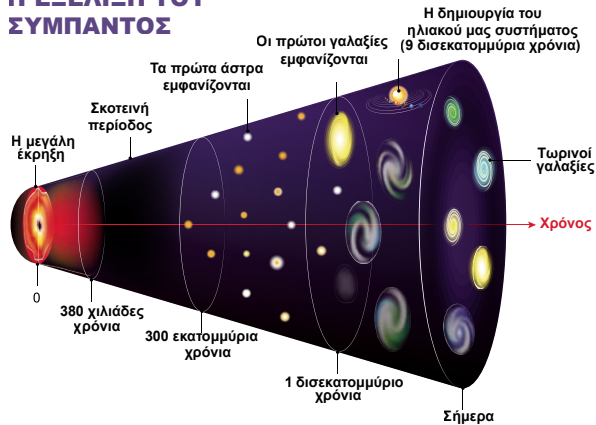
.....
 Για δύο γαλαξίες που απέχουν διαφορετικές αποστάσεις από τη Γη, ποιος απομακρύνεται με μεγαλύτερη ταχύτητα;

.....
 Αν θεωρήσουμε ότι η κόκκινη γραμμή του διαγράμματος αναπαριστάει τον νόμο διαστολής του σύμπαντος, γράψτε τη σχέση που συνδέει την ταχύτητα απομάκρυνσης με την απόσταση η οποία προκύπτει από τις παρατηρήσεις του Hubble.



■ **Κοσμολογία** είναι η επιστήμη που μελετά τη γένεση και την εξέλιξη του σύμπαντος. Η Γενική Θεωρία της Σχετικότητας είναι η θεωρία με την οποία μελετάται το σύμπαν. Η πλέον βασική παραδοχή (κοσμολογική αρχή) για τη μελέτη του σύμπαντος είναι ότι σε μεγάλη κλίμακα το σύμπαν είναι **ισότροπο και ομογενές**. Ισότροπο σημαίνει ότι έχει τις ίδιες ιδιότητες προς όλες τις κατευθύνσεις.

Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΣΥΜΠΑΝΤΟΣ



■ Το 1929 ο Hubble συμπέρανε μετά από παρατηρήσεις ότι το σύμπαν διαστέλλεται. Η ταχύτητα v με οποία απομακρύνεται ένας γαλαξίας από τη Γη είναι ανάλογη της απόστασής του d από αυτή. Συγκεκριμένα είναι:

$$v = Hd \text{ (Νόμος του Hubble)}$$

όπου H μια σταθερά, η οποία ονομάστηκε η σταθερά του Hubble. Η ταχύτητα απομάκρυνσης του γαλαξία προσδιορίζεται αναλύοντας το φως το οποίο φτάνει από αυτόν.

Στα διάφορα κοσμολογικά μοντέλα προκύπτουν τρία ενδεχόμενα για την εξέλιξη του σύμπαντος:

1. Το σύμπαν διαρκώς διαστέλλεται (ανοικτό σύμπαν).
2. Το σύμπαν διαστέλλεται μέχρι ένα μέγεθος και μετά συστέλλεται (κλειστό σύμπαν).
3. Το σύμπαν είναι επίπεδο.

Όλα τα μοντέλα προβλέπουν ότι σε πεπερασμένο χρόνο στο παρελθόν οι αποστάσεις μηδενίζονται, δηλαδή το σύμπαν γίνεται σημειακό. Επιπλέον, δίνουν μια σχέση για το πώς μεταβάλλεται η σταθε-

ρά του Hubble με τον χρόνο. Υπολογίζοντας πειραματικά τη σταθερά H, σήμερα μπορούμε να εκτιμήσουμε την ηλικία του σύμπαντος. Η ηλικία του σύμπαντος σύμφωνα με τα διάφορα μοντέλα είναι περίπου **14 δισεκατομμύρια χρόνια**.

- Οι κοσμολογικές παρατηρήσεις καταγράφονται από τα οπτικά τηλεσκόπια, με τα οποία παρατηρείται το ορατό φως που φτάνει από το διάστημα, και τα ραδιοτηλεσκόπια, τα οποία ανιχνεύουν και παρατηρούν ραδιοκύματα που φτάνουν στη Γη.
- **Καθιερωμένο Πρότυπο της κοσμολογίας:** Η σύγχρονη κοσμολογία θεωρεί ότι το μοντέλο που ανταποκρίνεται περισσότερο στη φυσική πραγματικότητα είναι αυτό της «Μεγάλης Έκρηξης» (Big Bang). Σύμφωνα με αυτό το μοντέλο:
 - ✓ Το σύμπαν ξεκίνησε πριν από 14 περίπου δισεκατομμύρια χρόνια να διαστέλλεται από μία αρχική κατάσταση υψηλότατης πυκνότητας και θερμοκρασίας.
 - ✓ Μόλις 10^{-35} δευτερόλεπτα μετά τη «Μεγάλη Έκρηξη», το σύμπαν αυξάνει δραστικά το μέγεθός του (κατά έναν παράγοντα 10^{25}).
 - ✓ Η ενέργεια που προκαλούσε τη διαστολή μετατρέπεται σε συνηθισμένη ύλη και ακτινοβολία.
 - ✓ Καθώς το σύμπαν διαστέλλεται και ψύχεται με την πάροδο του χρόνου, συντίθενται τα δομικά συστατικά της ύλης, τα πρωτόνια, τα νετρόνια, τα ηλεκτρόνια, αλλά και τα νετρίνα.
 - ✓ Μόλις η θερμοκρασία πέσει αρκετά, τα ηλεκτρόνια συζευγνύονται με τους ατομικούς πυρήνες για να δημιουργήσουν άτομα. Σε αυτή τη φάση αρχίζουν να δημιουργούνται οι κοσμικές δομές, όπως άστρα, αστρικά σμήνη και κατόπιν γαλαξίες και σμήνη γαλαξιών.
 - ✓ Με την πάροδο του χρόνου όμως η κοσμική διαστολή αραιώνει συνεχώς τη συγκέντρωση της ύλης και εξασθενεί τον ρόλο της βαρύτητας. Ταυτόχρονα, μία «σκοτεινή» (αόρατη) μορφή ενέργειας αρχίζει σιγά σιγά να κυριαρχεί.
 - ✓ Η διατάραξη της σχέσης ύλης – «σκοτεινής» ενέργειας υπέρ της τελευταίας επιδρά δραματικά στη μετέπειτα εξέλιξη του σύμπαντος, αλλάζοντας τον ρυθμό διαστολής του από επιβραδυνόμενο σε επιταχυνόμενο.



Η «Μεγάλη Έκρηξη»



Θερμό και πυκνό σύμπαν: Η μεγάλη περιεκτικότητα σε δευτέριο και ήλιο, ακόμα και στα παλαιότερα αστέρια, καθώς και η ένδειξη της ύπαρξης διάχυτης ακτινοβολίας στο σύμπαν (θερμοκρασία υποβάθρου) όμοιας με αυτή που εκπέμπεται από ένα σώμα θερμοκρασίας περίπου 3 K, συνηγορούν για πυκνή και θερμή ($T > 10^7$ K) φάση στην πορεία εξέλιξης της ύλης.

Ανομοιογένειες στην ακτινοβολία υποβάθρου: Το 1992 λεπτομερείς παρατηρήσεις από τη διαστημική αποστολή COBE έδειξαν ότι η ακτινοβολία του υποβάθρου παρουσιάζει μικρής κλίμακας ανομοιογένειες. Σύμφωνα με τις νέες παρατηρήσεις, πέραν της βαρύτητας προκύπτει η ύπαρξη και μιας απωστικής δύναμης. Η απωστική δύναμη πηγάζει από την ύπαρξη «σκοτεινής» ύλης (ύλης που δεν εκπέμπει ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και αλληλεπιδρά μόνο μέσω της βαρυτικής αλληλεπίδρασης). Επιπλέον βρέθηκε ότι το σύμπαν διαστέλλεται με επιταχυνόμενο ρυθμό.



Απεικόνιση του διαστημόπλοιου της αποστολής COBE



Εργασία (βιβλιογραφική αναζήτηση)

Να συλλέξετε πληροφορίες για τις διαφορές ανάμεσα στο οπτικό τηλεσκόπιο και το ραδιοτηλεσκόπιο και να τις παρουσιάσετε στην τάξη.



Ερώτηση - Δραστηριότητα

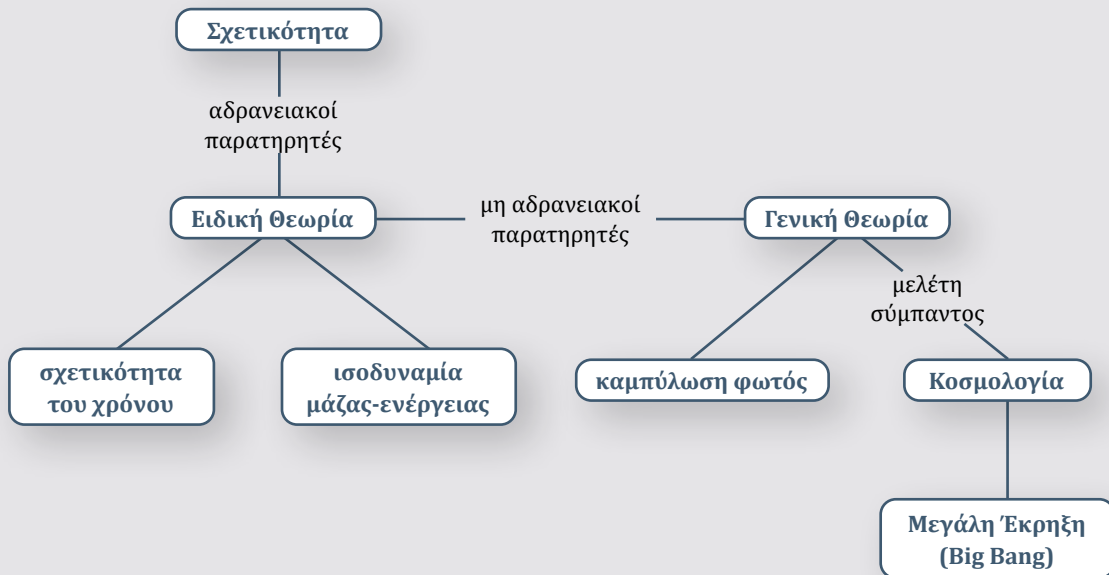
Σύνοψη ενότητας

Αδρανειακοί είναι οι παρατηρητές που κινούνται με σταθερή ταχύτητα ο ένας ως προς τον άλλο. Αξιώματα της Ειδικής Θεωρίας της Σχετικότητας: 1. οι νόμοι της Φυσικής είναι ίδιοι για όλους τους αδρανειακούς παρατηρητές, 2. η ταχύτητα του φωτός στο κενό έχει την ίδια τιμή για όλους τους αδρανειακούς παρατηρητές.

Στο πλαίσιο της Ειδικής Θεωρίας της Σχετικότητας: α) η χρονική διάρκεια ενός φαινομένου δεν είναι ίδια για δύο αδρανειακούς παρατηρητές, β) υπάρχει ισοδυναμία ανάμεσα στη μάζα και την ενέργεια. Σύμφωνα με τη Γενική Θεωρία της Σχετικότητας, ένα επιταχυνόμενο σύστημα αναφοράς (μη αδρανειακό) είναι ισοδύναμο με ένα σύστημα που βρίσκεται εντός βαρυτικού πεδίου. Συνέπεια της παραπάνω ισοδυναμίας είναι η καμπύλωση του φωτός, καθώς αυτό διέρχεται από το βαρυτικό πεδίο ενός αστεριού.

Κοσμολογία είναι η επιστήμη που μελετά τη γένεση και την εξέλιξη του σύμπαντος. Η Γενική Θεωρία της Σχετικότητας είναι η θεωρία με την οποία μελετάται το σύμπαν.

Η σύγχρονη κοσμολογία θεωρεί ότι το μοντέλο που πιο ορθά ανταποκρίνεται στη φυσική πραγματικότητα είναι αυτό της «Μεγάλης Έκρηξης» (Big Bang). Σύμφωνα με αυτό το μοντέλο, το σύμπαν δημιουργήθηκε πριν από 14 δισεκατομμύρια χρόνια από μία αρχική κατάσταση υψηλότερης πυκνότητας και θερμοκρασίας και μέχρι σήμερα διαστέλλεται.



Ιατρική φυσική (διάγνωση, θεραπεία)

Η **ιατρική φυσική** ασχολείται με τη χρήση εννοιών, θεωριών και μεθόδων της φυσικής με εφαρμογή στην ιατρική. Η ιατρική φυσική αξιοποιεί διάφορους τύπους ακτινοβολιών με σκοπό την απεικόνιση οργάνων και λειτουργιών του ανθρώπινου σώματος και τη θεραπεία ασθενειών. Οι ακτινοβολίες χωρίζονται σε μη ιονίζουσες και ιονίζουσες. Οι μη ιονίζουσες ακτινοβολίες είναι ακτινοβολίες μικρής ενέργειας που δεν μπορούν να ιονίσουν τα άτομα των σωμάτων στα οποία προσπίπτουν. Οι ακτινοβολίες αυτές αξιοποιούνται στη διαγνωστική απεικόνιση. Μέθοδοι απεικόνισης είναι η μαγνητική τομογραφία, ο υπέρηχος, το λέιζερ κ.ά. Οι ιονίζουσες ακτινοβολίες είναι ακτινοβολίες μεγάλης ενέργειας. Λόγω της ενέργειάς τους μπορούν να προκαλέσουν ιονισμό των ατόμων των σωμάτων στα οποία προσπίπτουν. Οι πιο γνωστές είναι οι ακτίνες X, που αξιοποιούνται για διαγνωστικούς (ακτινογραφία) και επεμβατικούς σκοπούς.

Ιατρική απεικόνιση – Ακτινοδιάγνωση

Ασχολείται με τη μελέτη εικόνων που παράγονται με διάφορες μεθόδους και την εξαγωγή διαγνωστικών συμπερασμάτων. Οι μέθοδοι απεικόνισης που χρησιμοποιούνται είναι ο υπέρηχος, ο πυρηνικός μαγνητικός συντονισμός (μαγνητική τομογραφία), η ακτινογραφία, η υπολογιστική (αξονική) τομογραφία, η τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων (PET scan) κ.ά.



Ακτινοθεραπεία

Είναι μια θεραπευτική αγωγή που χρησιμοποιεί ιονίζουσες ακτινοβολίες και η οποία γενικά παρέχεται ως μέρος της θεραπείας του καρκίνου για τον έλεγχο ή τη θανάτωση κακοήθων κυττάρων. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται είναι η τομοθεραπεία, η πρωτονιακή θεραπεία, η βραχυθεραπεία, η στερεοτακτική χειρουργική (cyberknife) κ.ά.



Πυρηνική ιατρική

Η πυρηνική ιατρική αποτελεί κλάδο της ιατρικής που αξιοποιεί ακτινοβολίες από διασπάσεις πυρήνων (ραδιενέργεια) οι οποίες έχουν πολύ μεγάλη ενέργεια και είναι ιονίζουσες. Οι ακτινοβολίες αυτές μπορούν να δώσουν πληροφορίες σχετικά με τη λειτουργία των οργάνων ενός ατόμου ή να χρησιμοποιηθούν για τη θεραπεία ασθενειών.

Μικρή ποσότητα ραδιοϊσοτόπου αποτελεί συστατικό ενός ραδιοφαρμάκου. Το ραδιοφάρμακο μέσω της φυσιολογικής λειτουργίας διαχέεται σε όλο τον οργανισμό. Μέσω ειδικών ανιχνευτικών διατάξεων, όπως της γ -camera, μπορούμε να πάρουμε σπινθηρογραφικές εικόνες διαφόρων οργάνων και των λειτουργιών τους. Η χρήση ραδιοφαρμάκων, εκτός από απεικονιστικό ρόλο, έχει σημαντικές θεραπευτικές εφαρμογές, όπως χορήγηση ραδιενεργού ιωδίου ($I-131$) για τη θεραπεία του καρκίνου του θυρεοειδούς, ραδιενεργού ραδίου ($Ra-226$) για τη θεραπεία του καρκίνου του προστάτη κ.ά.



Αγωγός ηλεκτρικός: σώμα που επιτρέπει τη μετακίνηση του ηλεκτρικού φορτίου σε όλη του την έκταση.

Αδρανειακός παρατηρητής: παρατηρεί ένα σώμα στο οποίο δεν ασκείται καμία δύναμη να κινείται με σταθερή ταχύτητα.

Ακτίνες γ: ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία με μήκη κύματος που εκτείνονται από 10^{-10} m έως 10^{-14} m.

Ακτίνες Χ: ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία με μήκη κύματος που εκτείνονται από 10^{-8} m έως 10^{-13} m.

Αλυσιδωτή αντίδραση: σχάσεις στις οποίες τα παραγόμενα σωματίδια βομβαρδίζουν άλλους πυρήνες.

Αμπερόμετρο: όργανο που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος.

Ανάκλαση: η αλλαγή πορείας μιας ακτίνας φωτός όταν συναντήσει τη διαχωριστική επιφάνεια δύο μέσων και συνεχίσει να κινείται στο πρώτο μέσο.

Ανιχνευτές-απαριθμητές: συσκευές ανίχνευσης και καταμέτρησης σωματιδίων.

Αντικατοπτρισμός: το φαινόμενο διάθλασης ακτίνων από στρώματα αέρα διαφορετικής θερμοκρασίας που δημιουργούν είδωλο του ουρανού στην επιφάνεια της Γης.

Αντιύλη: μορφή ύλης που αποτελείται από αντισωματίδια.

Απόδοση συσκευής: το κλάσμα της ωφέλιμης αποδιδόμενης ενέργειας από τη συσκευή προς την προσφερόμενη σε αυτήν ενέργεια ή το κλάσμα επί τοις εκατό (%).

Αποκλίνων φακός: φακός με λεπτό κέντρο και παχιά άκρα.

Ατμοσφαιρική διάθλαση: διάθλαση των ακτίνων του ήλιου από στρώματα αέρα διαφορετικής θερμοκρασίας που δημιουργούν είδωλο του ήλιου σε υψηλότερη θέση από την πραγματική.

Ατομικός αριθμός: ο αριθμός των πρωτονίων ενός πυρήνα.

Βολτόμετρο: όργανο που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της διαφοράς δυναμικού μεταξύ δύο σημείων ενός ηλεκτρικού κυκλώματος.

Βραχυκύκλωμα: σύνδεση των άκρων τμήματος ενός κυκλώματος με αγωγό αμελητέας αντίστασης.

Γκλουόνιο: σωματίδιο (μποζόνιο) που είναι φορέας της ισχυρής αλληλεπίδρασης.

Δείκτης διάθλασης: το πηλίκο της ταχύτητας του φωτός στο κενό προς την ταχύτητα του φωτός στο οπτικό μέσο.

Διάθλαση: η αλλαγή πορείας της ακτίνας φωτός όταν μεταβαίνει από ένα οπτικό μέσο σε ένα άλλο διαφορετικό από το πρώτο.

Διασκεδασμός: η εξάρτηση της ταχύτητας μιας ακτινοβολίας από το μήκος κύματός της, όταν διαδίδεται σε ένα οπτικό μέσο.

Διάσπαση α: η εκπομπή σωματιδίων α (πυρήνων ηλίου) από έναν πυρήνα μεγάλου μαζικού αριθμού.

Διάσπαση β: η εκπομπή σωματιδίων β (ηλεκτρονίων ή ποζιτρονίων) από έναν ασταθή πυρήνα.

Διάσπαση γ: η εκπομπή φωτονίων γ από ασταθείς πυρήνες.

Διαφανή υλικά: τα υλικά από τα οποία διέρχονται οι ακτίνες του φωτός.

Διαφορά δυναμικού: το πηλίκο της ηλεκτρικής δυναμικής ενέργειας που έχει ένα σώμα σε δύο σημεία Α και Β ηλεκτρικού πεδίου προς το φορτίο του σώματος.

Διάχυση φωτός: ανάκλαση ακτίνων προς διάφορες κατευθύνσεις όταν προσπίπτουν σε τραχιά επιφάνεια.

Δύναμη Laplace: η δύναμη που ασκείται σε έναν αγωγό που διαρρέεται από ρεύμα και βρίσκεται εντός μαγνητικού πεδίου.

Ειδική αντίσταση: συντελεστής που εξαρτάται από το υλικό του αγωγού και τη θερμοκρασία του.

Ενδοσκόπιο: εύκαμπτος φωταγωγός που αξιοποιεί το φαινόμενο της ολικής ανάκλασης για την αποτύπωση δύσκολα προσβάσιμων αντικειμένων.

Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος: το πηλίκο του φορτίου που διέρχεται από μια διατομή του αγωγού σε ορισμένο χρονικό διάστημα προς το χρονικό διάστημα.

Επαγωγική τάση: η τάση που εμφανίζεται σε ένα κύκλωμα όταν μεταβάλλεται ο αριθμός των μαγνητικών γραμμών που περνάνε από αυτό.

Επαγωγικό ρεύμα: το ρεύμα που εμφανίζεται σε ένα κλειστό κύκλωμα όταν μεταβάλλεται ο αριθμός των μαγνητικών γραμμών που περνάνε από αυτό.

Εστία κοίλου καθρέφτη: το σημείο που συγκεντρώνεται μια δέσμη παράλληλων ακτίνων που προσπίπτουν και ανακλώνται από αυτόν.

Εστία συγκλίνοντα φακού: το σημείο που συγκεντρώνεται μια δέσμη παράλληλων ακτίνων που προσπίπτουν και διαθλώνται από αυτόν.

Εστιακή απόσταση: η απόσταση της εστίας ενός καθρέφτη ή ενός φακού από την κορυφή του.

Ηλεκτρικές δυναμικές γραμμές: νοητές γραμμές που αναπαριστούν το ηλεκτρικό πεδίο.

Ηλεκτρική αγωγιμότητα: μέγεθος που εκφράζει την ευκολία με την οποία το ηλεκτρικό ρεύμα περνά από κάποιο τμήμα ενός ηλεκτρικού κυκλώματος.

Ηλεκτρική αντίσταση: μέγεθος που εκφράζει τη δυσκολία που προβάλλει ένα δίπολο στη διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος.

Ηλεκτρική ασφάλεια: διάταξη που τοποθετείται σε ένα κύκλωμα για να το προστατέψει στην περίπτωση που η τιμή του ρεύματος γίνει μεγαλύτερη από μια ορισμένη τιμή.

Ηλεκτρική γεννήτρια: διάταξη που μετατρέπει την κινητική ενέργεια σε ηλεκτρική (η λειτουργία της βασίζεται στο φαινόμενο της επαγωγής).

Ηλεκτρική δυναμική ενέργεια: η ενέργεια που έχει ένα φορτισμένο σώμα που βρίσκεται εντός ηλεκτρικού πεδίου.

Ηλεκτρική ισχύς: η ηλεκτρική ενέργεια ανά μονάδα χρόνου.

Ηλεκτρικό πεδίο: περιοχή του χώρου στην οποία ασκείται ηλεκτρική δύναμη σε κάθε φορτισμένο σώμα που θα βρεθεί σε αυτή.

Ηλεκτρικό ρεύμα: η προσανατολισμένη κίνηση φορτίων στο εσωτερικό των αγωγών.

Ηλεκτρικό φορτίο: το συνολικό φορτίο των στοιχειωδών φορτίων που είναι σε περίσσεια ή σε έλλειμμα σε ένα σώμα.

Ηλεκτρικός κινητήρας: διάταξη που προκαλεί κίνηση όταν διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα.

Ηλέκτριση: διαδικασία μέσω της οποίας ένα σώμα μπορεί να εμφανίσει ηλεκτρικά φαινόμενα.

Ηλεκτρομαγνήτης: πηνίο το οποίο, όταν διαρρέεται από ρεύμα, συμπεριφέρεται σαν μαγνήτης.

Ηλεκτρομαγνητική επαγωγή: φαινόμενο κατά το οποίο εμφανίζεται τάση σε ένα κύκλωμα όταν μεταβάλλεται ο αριθμός των μαγνητικών γραμμών που περνάνε από αυτό.

Ηλεκτρόνιο: στοιχειώδες σωματίδιο που φέρει στοιχειώδες αρνητικό φορτίο. Τα ηλεκτρόνια μαζί με τον πυρήνα σχηματίζουν το άτομο.

Ισοδύναμη αντίσταση: η αντίσταση που αντικαθιστά ένα σύνολο αντιστάσεων σε ένα κύκλωμα, χωρίς

να μεταβάλλεται το συνολικό ρεύμα που τις διαρρέει, εφόσον η συνολική τάση παραμένει σταθερή.

Ισότοπα: στοιχεία που οι πυρήνες τους έχουν τον ίδιο αριθμό πρωτονίων αλλά διαφορετικό αριθμό νετρονίων.

Ισχυρή πυρηνική δύναμη: δύναμη μεταξύ των νουκλεονίων που τα συγκρατεί στον πυρήνα.

Καθιερωμένο Πρότυπο: θεωρία που αφορά τα στοιχειώδη σωματίδια και τις αλληλεπιδράσεις τους.

Κιλοβατώρα: η ενέργεια που παρέχεται σε μια συσκευή ισχύος 1 kW σε χρόνο 1 h.

Κοσμολογία: η επιστήμη που μελετά τη γένεση και την εξέλιξη του σύμπαντος.

Κουάρκ: σωματίδια από τα οποία δομούνται τα νουκλεόνια.

Κρίσιμη ή οριακή γωνία: γωνία πρόσπτωσης του φωτός το οποίο, όταν μεταβαίνει από οπτικά πυκνότερο μέσο προς αραιότερο, διαθλάται με γωνία 90°.

Μαγνήτης: σώμα που μπορεί να ασκεί μαγνητικές δυνάμεις.

Μαζικός αριθμός: ο συνολικός αριθμός των νουκλεονίων ενός πυρήνα.

Μεταστοιχείωση: διαδικασία με την οποία ένας πυρήνας μετατρέπεται σε έναν πυρήνα διαφορετικού στοιχείου.

Μικροκύματα: ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία με μήκη κύματος που εκτείνονται από 30 cm έως 1 mm.

Μικροσκόπιο: όργανο για παρατήρηση πολύ μικρών αντικειμένων που βρίσκονται σε πολύ μικρές αποστάσεις.

Μονωτής ηλεκτρικός: σώμα που δεν επιτρέπει τη μετακίνηση του ηλεκτρικού φορτίου σε όλη του την έκταση.

Μποζόνια W και Z: σωματίδια που είναι φορείς της ασθενούς αλληλεπίδρασης.

Νετρόνιο: νουκλεόνιο χωρίς φορτίο.

Νουκλεόνια: σωματίδια που συναποτελούν τον πυρήνα των ατόμων.

Ολική ανάκλαση: φαινόμενο κατά το οποίο το φως μεταβαίνοντας από οπτικά πυκνότερο μέσο προς οπτικά αραιότερο προσπίπτει με μεγαλύτερη γωνία από την κρίσιμη. Το φως δε διαθλάται και στο σύνολο του ανακλάται.

Οπτικά πυκνό: μέσο που έχει μεγάλο δείκτη διάθλασης.

Οπτική ίνα: εύκαμπτος φωταγωγός που αξιοποιεί το φαινόμενο της ολικής ανάκλασης για τη μεταφορά ψηφιακών δεδομένων με τη μορφή φωτός.

Ορατό φως: ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που ανιχνεύει το ανθρώπινο μάτι με μήκη κύματος που εκτείνονται από 4×10^{-7} m έως 7×10^{-7} m.

Ποζιτρόνιο: το αντισωματίδιο του ηλεκτρονίου· είναι σωματίδιο με μάζα ίση με τη μάζα του ηλεκτρονίου και στοιχειώδες θετικό φορτίο.

Πολύμετρο: όργανο που λειτουργεί ως αμπερόμετρο, ως βολτόμετρο και ως ωμόμετρο.

Πραγματική φορά ρεύματος: η φορά κίνησης των αρνητικών φορτίων.

Πραγματικό είδωλο: είδωλο που σχηματίζεται από τη σύγκλιση των ανακλώμενων ή διαθλώμενων ακτίνων από ένα κάτοπτρο ή έναν φακό αντίστοιχα.

Πρωτόνια: θετικά φορτισμένα νουκλεόνια.

Πυρήνας ατόμου: περιοχή του ατόμου που βρίσκεται στο κέντρο του και έχει θετικό φορτίο.

Πυρηνική αντίδραση: αντίδραση που περιλαμβάνει μία τουλάχιστον αλλαγή σε έναν ατομικό πυρήνα.

Πυρηνική σύντηξη: αντίδραση στην οποία δύο ελαφρείς πυρήνες κινούμενοι με μεγάλες ταχύτητες συγκρούονται, συνενώνονται και σχηματίζουν βαρύτερο πυρήνα με ταυτόχρονη απελευθέρωση ενέργειας.

Πυρηνική σχάση: πυρηνική αντίδραση στην οποία ένας βαρύς πυρήνας βομβαρδίζεται με σωματίδιο και διασπάται.

Ραδιενέργεια: φαινόμενο έκλυσης ενέργειας με ταυτόχρονη εκπομπή ακτινοβολίας από τους πυρήνες.

Ραδιοκύματα: ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία με μήκη κύματος που εκτείνονται από 10^5 m έως μερικά εκατοστά.

Σιδηρομαγνητικά υλικά: υλικά στα οποία ασκούνται μαγνητικές δυνάμεις από μαγνήτες.

Σκοτεινή ύλη: ύλη που δεν εκπέμπει ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και αλληλεπιδρά μόνο με βαρυτικές δυνάμεις.

Στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο: το φορτίο ενός ηλεκτρονίου (αρνητικό) ή το αντίστοιχο ενός πρωτονίου (θετικό).

Συγκλίνων φακός: φακός με παχύ κέντρο και λεπτά άκρα.

Συμβατική φορά ρεύματος: η φορά κίνησης των θετικών φορτίων ή η αντίθετη από τη φορά κίνησης των αρνητικών φορτίων.

Σωματίδια δομής ή φερμιόνια: σωματίδια που συμμετέχουν στη δόμηση της ύλης.

Ταχύτητα διολίσθησης: η ταχύτητα μετακίνησης των ηλεκτρονίων εντός των αγωγών λόγω της επίδρασης ηλεκτρικού πεδίου.

Τηλεσκόπιο: όργανο για παρατήρηση αντικειμένων που βρίσκονται σε μεγάλες αποστάσεις.

Υπεριώδεις ακτίνες: ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία με μήκη κύματος που εκτείνονται από $3,8 \times 10^{-7}$ m έως 6×10^{-8} m.

Υπέρυθρες ακτίνες: ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία με μήκη κύματος που εκτείνονται από 1 mm έως 7×10^{-7} m.

Φαινομενική ανύψωση: φαινόμενο κατά το οποίο ένα αντικείμενο που βρίσκεται μέσα σε ένα οπτικό μέσο εμφανίζεται σε μικρότερο βάθος από το πραγματικό, όταν το παρατηρούμε από ένα αραιότερο οπτικό μέσο.

Φαινόμενο Joule: έκλυση θερμότητας από ωμική αντίσταση που διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα.

Φανταστικό είδωλο: το είδωλο που σχηματίζεται από την προέκταση των ανακλώμενων ή διαθλώμενων ακτίνων από ένα κάτοπτρο ή έναν φακό αντίστοιχα.

Φάσμα μαγνητικών γραμμών: αποτύπωση των μαγνητικών γραμμών ενός μαγνητικού πεδίου.

Φωτόνιο: σωματίδιο (μποζόνιο) που είναι φορέας της ηλεκτρομαγνητικής αλληλεπίδρασης.

Χαρακτηριστική καμπύλη διπόλου: η γραφική παράσταση της έντασης που διαρρέει ένα δίπολο σε σχέση με την τάση που εφαρμόζεται στα άκρα του.

Χρόνος υποδιπλασιασμού ή ημίσειας ζωής: ο χρόνος που απαιτείται ώστε ένας αρχικός αριθμός ραδιενεργών πυρήνων να μειωθεί στο μισό.

Χωρόχρονος: σύνολο χρονικής συντεταγμένης και χωρικών συντεταγμένων.

Ωμική αντίσταση: δίπολο που υπακούει στον νόμο του Ohm.

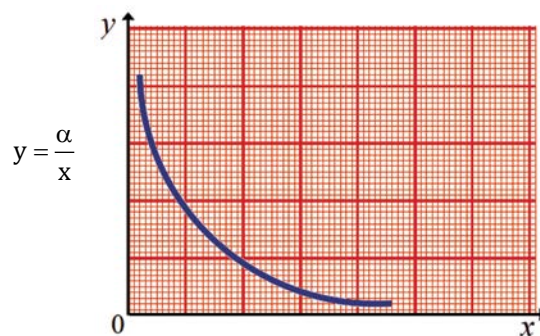
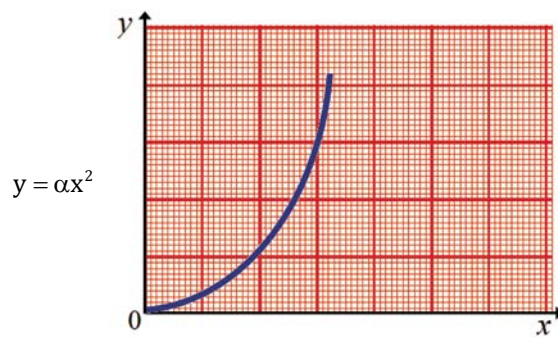
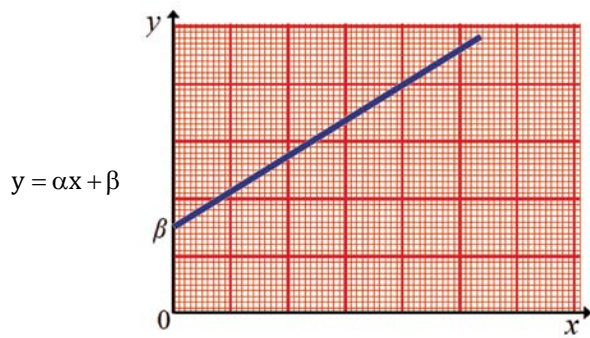
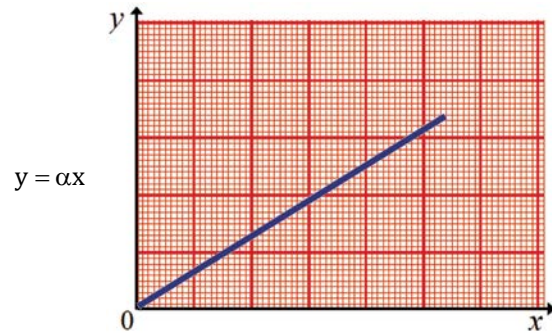
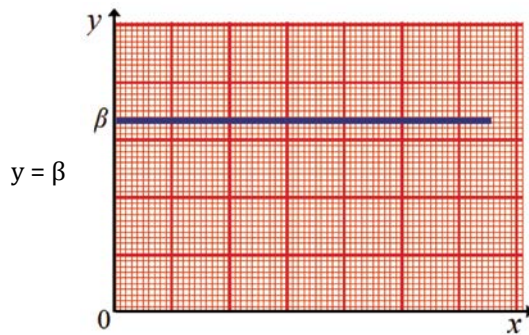
Τυπολόγιο

| | | |
|---|--|------|
| Κβάντωση φορτίου | $q = \pm Ne$ | 1.1γ |
| Αρχή διατήρησης του φορτίου | $q_{ολικό(αρχικό)} = q_{ολικό(τελικό)}$ | 1.2β |
| Νόμος Coulomb | $F_C = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ | 1.2δ |
| Διαφορά δυναμικού | $V_{AB} = \frac{U_A - U_B}{q}$ | 1.3β |
| Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος | $I = \frac{q}{t}$ | 1.4α |
| Ηλεκτρική αντίσταση | $R = \frac{V}{I}$ | 1.5α |
| Αντίσταση μεταλλικού αγωγού | $R = \rho \frac{L}{A}$ | 1.5β |
| Νόμος του Ohm | $I = \frac{1}{R} V$ | 1.5γ |
| Σύνδεση δύο διπόλων σε σειρά | $I_{πηγής} = I_1 = I_2$ $V_{πηγής} = V_1 + V_2$ | 1.6β |
| Σύνδεση δύο διπόλων παράλληλα | $I_{πηγής} = I_1 + I_2$ $V_{πηγής} = V_1 = V_2$ | 1.6β |
| Ισοδύναμη αντίσταση δύο ωμικών αντιστάσεων συνδεδεμένων σε σειρά | $R_{ισοδ} = R_1 + R_2$ | 1.6γ |
| Ισοδύναμη αντίσταση δύο ωμικών αντιστάσεων συνδεδεμένων παράλληλα | $\frac{1}{R_{ισοδ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ | 1.6γ |
| Νόμος Joule | $Q = I^2 R t$ | 1.8α |
| Ηλεκτρική ενέργεια που παρέχεται σε ωμική αντίσταση | $E = I^2 R t$ | 1.8α |
| Ηλεκτρική ενέργεια που παρέχεται σε ηλεκτρική συσκευή | $E = V I t$ | 1.8β |
| Ηλεκτρική ισχύς | $P = V I$ | 1.8β |
| Απόδοση ηλεκτρικής συσκευής | $\eta = \frac{E_{\omega\pi}}{E_{\eta\lambda}}$ | 1.8γ |
| Νόμος της ανάκλασης | γωνία πρόσπτωσης $\theta = \text{γωνία ανάκλασης } \varphi$ | 3.1β |
| Δείκτης διάθλασης | $n = \frac{c}{v}$ | 3.2α |
| Θεμελιώδης κυματική εξίσωση | $c = \lambda f$ | 3.3α |
| Ισοδυναμία μάζας - ενέργειας | $E = mc^2$ | 4.1γ |
| Νόμος του Hubble | $v = H d$ | 4.3β |

Πίνακας φυσικών σταθερών

| | |
|------------------------------|--|
| Στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο | $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ |
| Ηλεκτρική σταθερά | $k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$ |
| Ταχύτητα του φωτός στο κενό | $c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ |

Ενδεικτικά διαγράμματα χαρακτηριστικών μεταβολών



Δείτε ή κατεβάστε από εδώ προτάσεις υλοποίησης των Δραστηριοτήτων και ενδεικτικές απαντήσεις των ερωτήσεων και των ασκήσεων.



