


ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ – ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ (με απαντήσεις)

- ▶ Ηλεκτρική δύναμη και φορτίο [σελ. 1](#)
- ▶ Ηλεκτρικό ρεύμα [σελ. 5](#)
- ▶ Ηλεκτρική ενέργεια [σελ. 10](#)
- ▶ Ταλαντώσεις [σελ. 14](#)
- ▶ Μηχανικά κύματα [σελ. 15](#)
- ▶ Φύση και διάδοση τού φωτός (προσεχώς)
- ▶ Ανάκλαση τού φωτός (προσεχώς)
- ▶ Διάθλαση τού φωτός (προσεχώς)
- ▶ Φυσικοί και οπτικά όργανα (προσεχώς)

Για γρήγορη περιήγηση χρησιμοποίησε { τα [links](#) των αριθμημένων σελίδων (λειτουργούν σωστά μόνο στο 'ντερνετ)
το εικονίδιο  για να επιστρέψεις στον πίνακα περιεχομένων

ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΑΥΤΟ, ΠΡΙΝ ΞΕΚΙΝΗΣΕΙΣ ΤΗ ΜΕΛΕΤΗ

Οι ερωτήσεις και οι ασκήσεις επανάληψης τής Φυσικής Γ' Γυμνασίου αποσκοπούν να βοηθήσουν το μαθητή να επαναλάβει τα σημαντικά στοιχεία τής διδακτέας ύλης. Συμπεριλαμβάνουν μια αφαιρετική επιλογή ερωτήσεων και ασκήσεων τού σχολικού βιβλίου, συμπληρωμένων με επιπλέον ερωτήσεις και ασκήσεις. Η σειρά παρουσίασής τους δεν είναι τυχαία, αλλά προσεγμένη ώστε να αποκαλύπτει το βασικό σκελετό κάθε κεφαλαίου και να υποβοηθεί στην κατανόηση τής ύλης.

➔ Ερωτήσεις και ασκήσεις σε γαλάζιο φόντο ⇨ ΔΙΔΑΚΤΕΑ ΥΛΗ (2011-2012)

➔ Ερωτήσεις και ασκήσεις σε μαύρο φόντο ⇨ ΘΕΜΑΤΑ ΕΚΤΟΣ ΔΙΔΑΚΤΕΑΣ ΥΛΗΣ (2011-2012)

(Μερικοί διδάσκοντες ενδέχεται να αναφερθούν και σε τέτοια θέματα, οπότε ίσως χρειαστούν σε κάποιους μαθητές)



Όπου υπάρχει αυτό το εικονίδιο, κάνε κλικ για να δεις σχετικό βίντεο ή προσομοίωση ενός φαινομένου.



ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΦΟΡΤΙΟ

- 1.1 Να σημειώσετε στο τετράγωνο τής φράσης που θα επιλέξετε. Όταν δύο σώματα από οποιοδήποτε υλικό τρίβονται μεταξύ τους, ηλεκτρίζονται και
- έλκονται
 - απωθούνται
 - άλλοτε έλκονται κι άλλοτε απωθούνται, ανάλογα με το υλικό τους

- 1.2 Να σημειώσετε στο τετράγωνο τής φράσης που θα επιλέξετε. Ένα ήδη ηλεκτρισμένο σώμα
- έλκει όλα τα άλλα ηλεκτρισμένα σώματα
 - απωθεί όλα τα άλλα ηλεκτρισμένα σώματα
 - έλκει μια ομάδα από τα άλλα ηλεκτρισμένα σώματα, ενώ απωθεί τα υπόλοιπα

- 1.3 Να αναφέρετε το επιστημονικό συμπέρασμα, που προέκυψε από την παρατήρηση ότι τα ηλεκτρισμένα σώματα είτε έλκονται είτε απωθούνται.

Για να ερμηνεύσουμε το φαινόμενο τής εμφάνισης ηλεκτρικών δυνάμεων, θεωρούμε ότι τα σώματα έχουν μια ιδιότητα, που τη λέμε **ηλεκτρικό φορτίο**. Όσο περισσότερο ηλεκτρικό φορτίο φέρει ένα σώμα, τόσο ισχυρότερες ηλεκτρικές δυνάμεις μπορεί να ασκήσει (και αντίστροφα).

Η παρατήρηση ότι τα ηλεκτρισμένα σώματα είτε έλκονται είτε απωθούνται έδωσε στους ερευνητές την ιδέα ότι ανήκουν σε δύο μεγάλες ομάδες.

Δύο ηλεκτρισμένα σώματα που απωθούνται ανήκουν στην ίδια ομάδα, ενώ δύο σώματα που έλκονται ανήκουν σε διαφορετικές ομάδες.

Έχουμε δεχθεί ότι τα σώματα τής μιας ομάδας φέρουν ένα διαφορετικό είδος φορτίου από τα σώματα τής άλλης.

Τα δύο είδη ηλεκτρικού φορτίου που υπάρχουν στη φύση τα ονομάσαμε **θετικό** κι **αρνητικό**. Έτσι έχουμε **θετικά** και **αρνητικά φορτισμένα σώματα**.

Επομένως: – δύο σώματα με ετερόσημα φορτία (ένα θετικά και ένα αρνητικά φορτισμένο) έλκονται και

– δύο σώματα με ομόσημα φορτία (ή και τα δύο θετικά ή και τα δύο αρνητικά φορτισμένα) απωθούνται.

- 1.4 Να εξηγήσετε τι εννοούμε με την έννοια στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο και να αναφέρετε την τιμή του.

Τη μονάδα μέτρησης τού φορτίου στο S.I. την ονομάσαμε **κουλόμπ** (C).

Διαπιστώθηκε ότι, το ελάχιστο φορτίο που υπάρχει στη φύση το κατέχουν δύο συστατικά σωματίδια των ατόμων, το πρωτόνιο και το ηλεκτρόνιο.

Το πρωτόνιο έχει το μικρότερο θετικό φορτίο ($+1,6 \cdot 10^{-19}$ C) και το ηλεκτρόνιο το μικρότερο αρνητικό φορτίο ($-1,6 \cdot 10^{-19}$ C).

Την απόλυτη τιμή τής ελάχιστης ποσότητας φορτίου στη φύση ($1,6 \cdot 10^{-19}$ C) την ονομάσαμε **στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο**.

- 1.5 [Συμπλήρωση λέξεων] Τα άτομα τής ύλης σχηματίζονται από τριών ειδών διαφορετικά σωματίδια, τα **πρωτόνια** (1) και τα **νετρόνια** (2), που συγκροτούν τον **πυρήνα** (3) κάθε ατόμου, καθώς και από τα **ηλεκτρόνια** (4), που περιφέρονται γύρω από αυτόν.

Κάθε ένα από τα **πρωτόνια** (5) έχει ηλεκτρικό φορτίο $+1,6 \cdot 10^{-19}$ C, ενώ κάθε ένα από τα **ηλεκτρόνια** (6) έχει ηλεκτρικό φορτίο $-1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

Χωρίς ηλεκτρικό φορτίο είναι το τρίτο είδος σωματιδίων τού ατόμου, τα **νετρόνια** (7).

Σε κάθε άτομο το πλήθος των **πρωτονίων** (8) είναι ίσο με το πλήθος των **ηλεκτρονίων** (9), οπότε το συνολικό θετικό ηλεκτρικό φορτίο είναι –κατ' απόλυτη τιμή– ίσο με το συνολικό αρνητικό φορτίο. Τα άτομα, λοιπόν, περιέχουν ισόποσο θετικό και αρνητικό φορτίο και λέμε ότι είναι **ηλεκτρικά ουδέτερα** (10).

- 1.6 Να εξηγήσετε τι εννοούμε, όταν λέμε ότι το ηλεκτρικό φορτίο είναι κβαντισμένη ποσότητα.

Κάθε φορτισμένο σώμα έχει περίσσειμα ηλεκτρονίων (αν είναι αρνητικά φορτισμένο) ή έλλειμμα ηλεκτρονίων –και, άρα, περίσσειμα πρωτονίων (αν είναι αρνητικά φορτισμένο).

▶ Το **αρνητικό** φορτίο ενός σώματος είναι το γινόμενο τού περισσεύματος των ηλεκτρονίων του επί το φορτίο κάθε ηλεκτρονίου.

▶ Το **θετικό** φορτίο ενός σώματος είναι το γινόμενο τού περισσεύματος των πρωτονίων του επί το φορτίο κάθε πρωτονίου.

Τελικά, κάθε φορτίο στη φύση είναι ακέραιο πολλαπλάσιο τού στοιχειώδους ηλεκτρικού φορτίου ($1,6 \cdot 10^{-19}$ C).

Δηλαδή, το ηλεκτρικό φορτίο εμφανίζεται σε μικροποσότητες των $1,6 \cdot 10^{-19}$ C, που τις ονομάσαμε **κβάντα** τού ηλεκτρικού φορτίου και, προστιθέμενες, αποτελούν το φορτίο κάθε σώματος. Την ιδιότητα αυτή τού ηλεκτρικού φορτίου (το να παίρνει, δηλαδή, μόνο συγκεκριμένες τιμές και όχι τις ενδιάμεσες τους), τη λέμε **κβάντωση** –ή, αλλιώς, λέμε ότι το ηλεκτρικό φορτίο είναι μια **κβαντισμένη** ποσότητα.

- 1.7 Να εξηγήσετε ποια τιμή από τις παρακάτω **δε** **μπορεί** να πάρει το ηλεκτρικό φορτίο ενός σώματος:

i. 0 C ii. $4 \cdot 10^{-19}$ C iii. $16 \cdot 10^{-19}$ C iv. $2 \cdot 10^{-6}$ C

Κάθε φορτίο στη φύση είναι ακέραιο πολλαπλάσιο τού στοιχειώδους ηλεκτρικού φορτίου ($1,6 \cdot 10^{-19}$ C). Το φορτίο ενός σώματος, λοιπόν,

i. **μπορεί να είναι 0 C, σε σώματα ηλεκτρικά ουδέτερα** (=σώματα με ισόποσο θετικό και αρνητικό φορτίο)

ii. **δε μπορεί να είναι $4 \cdot 10^{-19}$ C, διότι το πηλίκο $\frac{4 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = \frac{40}{16} = 2,5$ δεν είναι ακέραιος αριθμός** (και, άρα, το φορτίο δεν είναι ακέραιο πολλαπλάσιο τού στοιχειώδους)

iii. **μπορεί να είναι $16 \cdot 10^{-19}$ C, διότι το πηλίκο $\frac{16 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 10$ είναι ακέραιος αριθμός** (και, άρα, το φορτίο είναι ακέραιο πολλαπλάσιο τού στοιχειώδους)

iv. **μπορεί να είναι $2 \cdot 10^{-6}$, διότι το πηλίκο $\frac{16 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = \frac{5}{4} \cdot 10^{-6+19} = 1,25 \cdot 10^{12}$ είναι ακέραιος αριθμός** (και, άρα, το φορτίο είναι ακέραιο πολλαπλάσιο τού στοιχειώδους)

Το τελευταίο φορτίο είναι πολύ μεγάλο σε σύγκριση με το στοιχειώδες φορτίο. Γενικά, τα μεγάλα φορτία τα γράφουμε στρογγυλοποιημένα και τα θεωρούμε πάντα πολλαπλάσιο τού στοιχειώδους φορτίου.

- 1.8 Να υπολογίσετε πόσα ηλεκτρόνια έχουν συνολικό ηλεκτρικό φορτίο $-3,2 \mu\text{C}$. Δίνεται ότι: $1 \mu\text{C} = 10^{-6}$ C και φορτίο ηλεκτρονίου = $-1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

Έστω n το πλήθος των ηλεκτρονίων, που κάθε ένα έχει φορτίο q και όλα μαζί έχουν συνολικό φορτίο Q .

Τότε ισχύει $Q = nq$, άρα $n = \frac{Q}{q} = \frac{-3,2 \cdot 10^{-6}}{-1,6 \cdot 10^{-19}} = 2 \cdot 10^{-6+19} = 2 \cdot 10^{13}$ ηλεκτρόνια

1.9 [Συμπλήρωση λέξεων] Κατά την ηλεκτρίση με **τριβή** (1): Όταν δύο ηλεκτρικά ουδέτερα σώματα τρίβονται μεταξύ τους, τότε **ελεύθερα ηλεκτρόνια** (2) μετακομίζουν από το ένα στο άλλο. Έτσι δημιουργείται πλειοψηφία **πρωτονίων** (3) στο ένα σώμα και **ηλεκτρονίων** (4) στο άλλο, οπότε καταστρέφεται η **ισορροπία** (5) φορτίου που υπήρχε σε κάθε σώμα. Τα δύο σώματα αποκτούν πλέον **αντίθετα** (6) φορτία (+q, -q), γι' αυτό και **ηλεκτρίζονται** (7).

1.10 [Συμπλήρωση λέξεων] Κατά την ηλεκτρίση με **επαγωγή** (1): Όταν ένα **ηλεκτρισμένο** (2) σώμα πλησιάσει σε ένα ηλεκτρικά ουδέτερο σώμα, ασκεί δυνάμεις στα **ελεύθερα ηλεκτρόνια** (3) του. Αυτά μετακινούνται και συσσωρεύονται στη μια πλευρά του σώματος, όπου δημιουργείται πλειοψηφία **ηλεκτρονίων** (4), ενώ στην αντίθετη πλευρά δημιουργείται πλειοψηφία **πρωτονίων** (5). Έτσι, το αρχικά ουδέτερο σώμα **ηλεκτρίζεται** κι αυτό. Οι περιοχές των δύο σωμάτων οι οποίες γειτονεύουν αποκτούν **αντίθετα** (6) φορτία (+q, -q), που σημαίνει ότι και το δεύτερο σώμα **ηλεκτρίζεται** (7).

1.11 [Συμπλήρωση λέξεων] Κατά την ηλεκτρίση με **επαφή** (1): Όταν ένα αρνητικά φορτισμένο σώμα ακουμπήσει ένα ηλεκτρικά ουδέτερο σώμα, τότε κάποια από τα **ελεύθερα ηλεκτρόνια** (2) του πρώτου μετακινούνται στο δεύτερο σώμα. Τελικά και τα δύο σώματα αποκτούν **ομόσημα** (3) φορτία (-q₁, -q₂), που σημαίνει ότι και το δεύτερο σώμα **ηλεκτρίζεται** (4).
Όταν ένα θετικά φορτισμένο σώμα ακουμπά σε ηλεκτρικά ουδέτερο σώμα, προσελκύει κάποια από τα **ελεύθερα ηλεκτρόνια** (5) του, τα οποία μετακομίζουν στο πρώτο σώμα. Έτσι, στο δεύτερο σώμα δημιουργείται έλλειμμα **ηλεκτρονίων** (6), ενώ στο πρώτο σώμα μειώνεται το έλλειμμα ηλεκτρονίων που υπήρχε. Τελικά, τα δύο σώματα αποκτούν **ομόσημα** (6) φορτία (+q₁, +q₂), που σημαίνει ότι και το δεύτερο σώμα **ηλεκτρίζεται** (7).



1.12 [Ερώτηση 8α, σελ.30 σχολικού βιβλίου]

Να σημειώσετε στο τετράγωνο τής φράσης που θα επιλέξετε.

Τρίβουμε μια γυάλινη ράβδο με μεταξωτό ύφασμα. Διαπιστώνουμε ότι η ράβδος αποκτά θετικό φορτίο, γεγονός που σημαίνει ότι:

- η ράβδος πήρε φορτισμένα σωματίδια από την ατμόσφαιρα
- μεταφέρθηκαν ηλεκτρόνια από τη ράβδο στο ύφασμα
- μεταφέρθηκαν ηλεκτρόνια από το ύφασμα στη ράβδο
- μεταφέρθηκαν πρωτόνια από το ύφασμα στη ράβδο
- τα ηλεκτρόνια τής ράβδου μετατράπηκαν σε πρωτόνια, εξαιτίας τής τριβής

1.13 [Ερώτηση 8β, σελ.30 σχολικού βιβλίου]

Δύο μεταλλικές σφαίρες έχουν ηλεκτρικά φορτία 2 μC και 3 μC και στηρίζονται σε μονωτικές βάσεις. Κρατώντας τις σφαίρες από τις βάσεις τους τις φέρνουμε σε επαφή και τις απομακρύνουμε. Να εξηγήσετε ποιες τιμές από τις παρακάτω **μπαρρέ** i έχουν τα φορτία των σφαιρών, μετά την απομάκρυνσή τους.

- i. 2 μC και 2 μC, ii. 1 μC και 4 μC, iii. 5 μC και 1 μC, iv. 3 μC και 3 μC, v. 3 μC και 2 μC

[Αρχικά, θα έπρεπε να ελέγξουμε αν όλες οι αναφερόμενες τιμές φορτίου είναι ακέραια πολλαπλάσια του στοιχειώδους φορτίου. Όμως, οι τιμές φορτίου τής τάξης του μC είναι τεράστιες σε σχέση με το στοιχειώδες φορτίο. Μεγάλες τιμές φορτίου τις γράφουμε προσεγγιστικά και στρογγυλοποιημένα και τις θεωρούμε πάντα πολλαπλάσια του στοιχειώδους φορτίου.]

Μια από τις ιδιότητες του ηλεκτρικού φορτίου είναι ότι, σε κάθε διαδικασία στο σύμπαν, το συνολικό φορτίο πριν είναι ίσο με το συνολικό φορτίο μετά τη διαδικασία (αρχή διατήρησης του ηλεκτρικού φορτίου). Δηλαδή, το ηλεκτρικό φορτίο ούτε δημιουργείται ούτε καταστρέφεται.

Φέρνοντας, λοιπόν, σε επαφή δύο φορτισμένες μεταλλικές σφαίρες, συμβαίνει μεταφορά φορτίου (=ελεύθερων ηλεκτρονίων) από τη μία στην άλλη και, τελικά, οι σφαίρες αποκτούν νέα φορτία. Το ποια θα είναι η τελική τιμή του φορτίου κάθε σφαίρας εξαρτάται από το μέγεθος καθεμιάς.

Στο παράδειγμά μας, το συνολικό τους φορτίο πριν έρθουν σε επαφή είναι 2 μC + 3 μC = 5 μC.

Αν, καθώς πλησιάζουμε τις σφαίρες, προσέξουμε να μην υπάρξει διαρροή φορτίου, το συνολικό φορτίο τους θα παραμείνει 5 μC.

Άρα, τα φορτία που είναι δυνατόν να αποκτήσουν οι σφαίρες μετά την επαφή τους είναι 1 μC και 4 μC (περίπτωση ii) ή 3 μC και 2 μC (περίπτωση v), διότι δίνουν άθροισμα 5 μC, όσο είναι και το συνολικό φορτίο των σφαιρών πριν την επαφή τους.

1.14 Να σημειώσετε στο τετράγωνο τής φράσης που θα επιλέξετε.

Όταν κρατάμε με το χέρι μας ένα μεταλλικό σώμα και προσπαθούμε να το ηλεκτρίσουμε (είτε με τριβή είτε με επαφή με κάποιο άλλο ηλεκτρισμένο σώμα), διαπιστώνουμε ότι αυτό είναι μάταιο, διότι

- τα μέταλλα είναι κακοί αγωγοί του ηλεκτρισμού
- χρειάζεται να τρίβουμε το μεταλλικό σώμα πολύ δυνατά, για να ηλεκτριστεί
- το μεταλλικό σώμα είναι καλός αγωγός του ηλεκτρισμού και, καθώς το τρίβουμε, πρέπει να το πιάνουμε με μια μονωτική λαβή, ώστε το φορτίο που εμφανίζεται να μη διαρρέει στο σώμα μας και από εκεί στη Γη

1.15 Να αναφέρετε τις διαφορές που υπάρχουν ανάμεσα στα υλικά που χαρακτηρίζουμε ηλεκτρικούς μονωτές (ή διηλεκτρικά) και στους ηλεκτρικούς αγωγούς.

▶ **Ηλεκτρικούς αγωγούς** χαρακτηρίζουμε τα υλικά, τα οποία

- διαθέτουν τεράστιο αριθμό από ευκίνητα φορτισμένα σωματίδια, που μπορούν να μετακινούνται εύκολα από μια περιοχή τους σε άλλη και, όταν βρίσκονται μέσα σε ηλεκτρικό πεδίο, δημιουργείται **ηλεκτρικό ρεύμα**
- όταν **ηλεκτρίζονται** (π.χ. με τριβή), το πρόσθετο φορτίο που αποκτούν διασκορπίζεται γρήγορα σε όλη την έκτασή τους.

Οι συνηθέστεροι αγωγοί που χρησιμοποιούμε είναι οι μεταλλικοί.

▶ **Ηλεκτρικούς μονωτές (ή διηλεκτρικά)** χαρακτηρίζουμε τα υλικά, τα οποία

- δε διαθέτουν (μεγάλο αριθμό από) ευκίνητα φορτισμένα σωματίδια και, άρα, δε μπορεί στο εσωτερικό τους να δημιουργηθεί ηλεκτρικό ρεύμα
- όταν **ηλεκτρίζονται**, το πρόσθετο φορτίο που αποκτούν δεν εξαπλώνεται, αλλά παραμένει εντοπισμένο στην περιοχή όπου εμφανίζεται.

Στα **μέταλλα** τα εξωτερικά ηλεκτρόνια των ατόμων τους συγκρατούνται χαλαρά από τους πυρήνες και εύκολα αποσπώνται. Τα άτομα μετατρέπονται έτσι σε θετικά ιόντα και ένα τεράστιο πλήθος **ελεύθερων ηλεκτρονίων**, που δεν ανήκουν σε συγκεκριμένα άτομα, κινούνται μέσα στο υλικό χωρίς προτίμηση σε κάποια κατεύθυνση. Όταν όμως βρεθούν μέσα σε ηλεκτρικό πεδίο, η κίνησή τους προσανατολίζεται και παράγεται **ηλεκτρικό ρεύμα**.

Με τις διαδικασίες τής ηλεκτρίσης (π.χ. τριβή) μπορεί να μεταφερθούν επιπλέον ηλεκτρόνια σε κάποια περιοχή τού μεταλλικού σώματος, αλλά διασκορπίζονται γρήγορα μέσα στο μέταλλο. Έτσι, έχουμε **εξάπλωση αρνητικού φορτίου**.

Άλλοτε, πάλι, ηλεκτρόνια εγκαταλείπουν μια περιοχή τού σώματος κι εκεί δημιουργείται πλειοψηφία πρωτονίων, τα οποία προσελκύουν ηλεκτρόνια από άλλες περιοχές τού σώματος. Τα ηλεκτρόνια που μετακινούνται για να καλύψουν τις θέσεις των ηλεκτρονίων που έφυγαν, αφήνουν πίσω τους νέες κενές θέσεις. Έτσι δημιουργείται κάπου αλλού πλειοψηφία πρωτονίων και είναι σα να **εξάπλώνεται θετικό φορτίο**. (Τα πρωτόνια όμως παραμένουν στις θέσεις τους.)

Στα άτομα των **μονωτών** τα εξωτερικά ηλεκτρόνια συγκρατούνται ισχυρά από τους πυρήνες. Έτσι, δε μπορούν εύκολα να αποσπώνται ή να μεταφέρονται από μια περιοχή σε άλλη. Αν σε κάποια περιοχή ενός σώματος από μονωτικό υλικό μεταφερθούν επιπλέον ηλεκτρόνια, αυτά παραμένουν παραδεδεμένα στην ίδια περιοχή και δεν έχουμε εξάπλωση φορτίου. Αν, πάλι, ηλεκτρόνια εγκαταλείψουν το σώμα, δημιουργείται πλεόνασμα πρωτονίων, που παραμένει εντοπισμένο, διότι είναι δύσκολο να μεταφερθούν στην περιοχή ηλεκτρόνια από άλλες περιοχές –οπότε, και πάλι, δεν έχουμε εξάπλωση φορτίου.

1.16 Να ταξινομήσετε τα παρακάτω σώματα σε ηλεκτρικούς αγωγούς και μονωτές:

μέταλλα, ανθρώπινο σώμα, γη (έδαφος), κέρι, αλατόνερο, καθαρό νερό, πλαστικά, καουτσούκ, γυαλί, πορσελάνη, ξύλο, ξηρός αέρας, υγρός αέρας.

ηλεκτρικοί αγωγοί: μέταλλα, ανθρώπινο σώμα, γη (έδαφος), αλατόνερο, υγρός αέρας

ηλεκτρικοί μονωτές: κέρι, καθαρό νερό, πλαστικά, καουτσούκ, γυαλί, πορσελάνη, (αποξηραμένο) ξύλο, ξηρός αέρας

1.17 Να αναφέρετε 3 χαρακτηριστικά των ηλεκτρικών δυνάμεων.

Οι ηλεκτρικές δυνάμεις μεταξύ φορτισμένων σωμάτων:

▶ είναι αμοιβαίες (όπως όλες οι δυνάμεις στη φύση εμφανίζονται σε ζεύγη δράση-αντίδραση)

[δηλαδή, ένα φορτισμένο σώμα ασκεί δύναμη σε άλλο φορτισμένο σώμα και ταυτόχρονα δέχεται από αυτό μια, το ίδιο ισχυρή, δύναμη]

▶ είναι ελκτικές ή απωστικές

[ελκτικές δυνάμεις μεταξύ σωμάτων με ετερόσημα φορτία και απωστικές δυνάμεις μεταξύ σωμάτων με ομόσημα φορτία]

▶ δρουν από απόσταση

[δηλαδή δρουν ακόμα και όταν δύο φορτισμένα σώματα δεν είναι σε επαφή]

1.18 Να εξηγήσετε γιατί οι ηλεκτρικές δυνάμεις είναι διαφορετικού είδους από τις μαγνητικές δυνάμεις.

Οι μαγνήτες έλκονται ή απωθούνται μεταξύ τους και έλκουν μόνο σώματα που αποτελούνται από συγκεκριμένα υλικά –τα λεγόμενα **σιδηρομαγνητικά υλικά**.

(Αυτά είναι ο σίδηρος, το κοβάλτιο, το νικέλιο και τα κράματά τους.) Ένας μαγνήτης δε μπορεί να έλξει τα υπόλοιπα υλικά, ούτε καν τα υπόλοιπα (εκτός των σιδηρομαγνητικών) μέταλλα. Ενώ, λοιπόν, οι μαγνητικές δυνάμεις ασκούνται μόνο μεταξύ σωμάτων από συγκεκριμένα υλικά, ηλεκτρικές δυνάμεις μπορεί να ασκηθούν μεταξύ σωμάτων από οποιοδήποτε υλικό.

Μπορεί λοιπόν οι ηλεκτρικές και οι μαγνητικές δυνάμεις να είναι ελκτικές ή απωστικές και να δρουν από απόσταση, όμως είναι διαφορετικού είδους δυνάμεις.

1.19 Να διατυπώσετε το νόμο του Κουλόμπ, γράφοντας και την εξίσωση που τον περιγράφει.

Να σχεδιάσετε δύο (σχετικά με το νόμο) σχήματα, για τις περιπτώσεις **A)** δύο ομόσημων φορτίων και **B)** δύο ετερόσημων φορτίων.

Αποδείχθηκε πειραματικά ότι, το μέτρο των ηλεκτρικών δυνάμεων επηρεάζεται από τα φορτία αλλά και την απόσταση των σωμάτων που αλληλεπιδρούν.

Ο Κουλόμπ (Coulomb) κατέληξε σε ένα νόμο, για να υπολογίζουμε τις ηλεκτρικές δυνάμεις μεταξύ φορτισμένων σωμάτων, που είτε είναι σφαιρικά είτε μπορούν να θεωρηθούν σημειακά (όταν, δηλαδή, οι διαστάσεις τους είναι πάρα πολύ μικρές, σχετικά με την απόστασή τους).

Σύμφωνα με τον Κουλόμπ, δύο σημειακά ή σφαιρικά, φορτισμένα, σώματα αλληλεπιδρούν με ηλεκτρικές δυνάμεις και η δύναμη πάνω σε κάθε σώμα έχει

κατεύθυνση ⇒ προς το άλλο σώμα, αν τα φορτία τους είναι ετερόσημα (είναι, δηλαδή, ελκτική δύναμη)

⇒ αντίθετα από το άλλο σώμα, αν τα φορτία είναι ομόσημα (είναι, δηλαδή, απωστική δύναμη)

μέτρο ⇒ ανάλογο με το γινόμενο των φορτίων και

⇒ αντιστρόφως ανάλογο με το τετράγωνο της απόστασής τους.

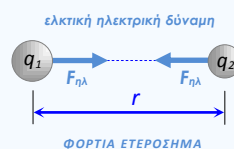
Δηλαδή: ηλεκτρική δύναμη = $k \frac{|\text{φορτίο 1}| \cdot |\text{φορτίο 2}|}{(\text{απόσταση})^2}$

ή, συμβολικά: $F_{\eta\lambda} = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2}$

Η ποσότητα k είναι η σταθερά αναλογίας και τη λέμε **ηλεκτρική σταθερά**.

Η τιμή της εξαρτάται από το τι υπάρχει ανάμεσα στα φορτισμένα σώματα και από τις μονάδες που χρησιμοποιούμε.

Στο S.I., αν ο χώρος ανάμεσα στα σώματα είναι κενός ή περιέχει αέρα, τότε $k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$



Για δύο σφαιρικά φορτισμένα σώματα ο νόμος του Κουλόμπ ως απόστασή τους εννοεί την απόσταση των κέντρων τους.

1.20 [Ερώτηση 12, σελ.32 σχολικού βιβλίου]

Δύο πολύ μικρές σφαίρες έχουν θετικά ηλεκτρικά φορτία και τοποθετούνται σε κάποια απόσταση μεταξύ τους.

Όσες από τις παρακάτω προτάσεις τις θεωρήσετε επιστημονικά λανθασμένες, να τις ξαναδιατυπώσετε, ώστε να είναι επιστημονικά αποδεκτές.

A) Οι ηλεκτρικές δυνάμεις που ασκεί η μία σφαίρα στην άλλη είναι απωστικές.

Επιστημονικά ορθή πρόταση.

B) Μεγαλύτερη ηλεκτρική δύναμη ασκεί η σφαίρα που έχει το μεγαλύτερο φορτίο.

Οι ηλεκτρικές δυνάμεις που ασκεί η μία σφαίρα στην άλλη έχουν ίσα μέτρα (δράση-αντίδραση).

Γ) Αν τοποθετήσουμε τις σφαίρες στη μισή απόσταση, οι μεταξύ τους ηλεκτρικές δυνάμεις διπλασιάζονται.

Αν τοποθετήσουμε τις σφαίρες στη μισή απόσταση, οι μεταξύ τους ηλεκτρικές δυνάμεις τετραπλασιάζονται.

Δ) Αν διπλασιάσουμε την απόσταση των σφαιρών, οι μεταξύ τους ηλεκτρικές δυνάμεις παραμένουν σταθερές.

Αν διπλασιάσουμε την απόσταση των σφαιρών, οι μεταξύ τους ηλεκτρικές δυνάμεις υποτετραπλασιάζονται.

Ε) Αν διπλασιάσουμε το φορτίο της μιας σφαίρας, οι μεταξύ τους ηλεκτρικές δυνάμεις διπλασιάζονται.

Επιστημονικά ορθή πρόταση.

Ζ) Αν διπλασιάσουμε το φορτίο και των δύο σφαιρών, οι μεταξύ τους ηλεκτρικές δυνάμεις τετραπλασιάζονται.

Επιστημονικά ορθή πρόταση.

1.21 [Άσκηση 1, σελ.32 σχολικού βιβλίου]

Δύο πολύ μικρές μεταλλικές σφαίρες βρίσκονται σε απόσταση 2 m και έχουν ηλεκτρικά φορτία $-1 \mu\text{C}$ και $+4 \mu\text{C}$, αντίστοιχα.

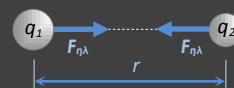
Να σχεδιάσετε (σε κοινό σχήμα) τις δυνάμεις που ασκεί η μία σφαίρα στην άλλη και να υπολογίσετε τα μέτρα τους.

Δίνεται η σταθερά $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2 / \text{C}^2$ και ότι $1 \mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$.

Τα φορτία είναι ετερόσημα, άρα οι αμοιβαίες ηλεκτρικές δυνάμεις μεταξύ των σφαιρών είναι ελκτικές.

Το κοινό τους μέτρο το υπολογίζουμε από το νόμο του Κουλόμπ:

$$F_{\eta\lambda} = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2} \text{ και, αντικαθιστώντας τις απόλυτες τιμές των φορτίων, } F_{\eta\lambda} = 9 \cdot 10^9 \frac{1 \cdot 10^{-6} \cdot 4 \cdot 10^{-6}}{2^2} \text{ N} = 9 \cdot 10^9 \frac{4 \cdot 10^{-12}}{4} \text{ N} = 9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-12} \text{ N} = 9 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$



1.22 [Άσκηση 2, σελ.32 σχολικού βιβλίου]

Τα κέντρα δύο μικρών φορτισμένων σφαιρών απέχουν 24 cm. Οι σφαίρες έλκονται με δύναμη, της οποίας το μέτρο είναι 0,036 N. Να υπολογίσετε σε πόση απόσταση πρέπει να τοποθετηθούν οι σφαίρες, ώστε η ελκτική δύναμη να έχει μέτρο 0,004 N.

Ζητάμε την απόσταση των δύο σφαιρών, ώστε η ηλεκτρική δύναμη να γίνει $\frac{0,036}{0,004} = 9$ φορές μικρότερη.

Σύμφωνα με το νόμο του Κουλόμπ, για να συμβεί αυτό πρέπει οι δύο σφαίρες να απομακρυνθούν σε 3 πλάσια από την προηγούμενη απόσταση, δηλαδή η απόστασή τους να γίνει $3 \cdot 24 \text{ cm} = 72 \text{ cm}$.

1.23 Να εξηγήσετε τι εννοούμε με την έννοια ηλεκτρικό πεδίο και πώς μπορούμε να διαπιστώσουμε την ύπαρξή του.

Κάθε περιοχή του χώρου όπου ένα φορτισμένο σώμα δέχεται ηλεκτρική δύναμη τη λέμε **ηλεκτρικό πεδίο**.

Αιτία εκδήλωσης τής δύναμης είναι κάποιο άλλο φορτισμένο σώμα, που υπάρχει στην περιοχή, το οποίο λέμε ότι είναι η **πηγή** του ηλεκτρικού πεδίου.

Κάθε φορτισμένο σώμα δημιουργεί το δικό του ηλεκτρικό πεδίο, μέσα στο οποίο δέχονται ηλεκτρικές δυνάμεις όποια άλλα φορτισμένα σώματα βρεθούν εκεί.

Διαπιστώνουμε ότι μια περιοχή είναι ηλεκτρικό πεδίο, αν τοποθετήσουμε εκεί ένα μικρό φορτισμένο σώμα, π.χ. το φορτισμένο σφαιρίδιο ενός ηλεκτρικού εκκρεμούς. Αν υπάρχει ηλεκτρικό πεδίο, τότε στο φορτισμένο σφαιρίδιο ακείται δύναμη, που το εκτρέπει από την αναμενόμενη θέση ισορροπίας του.



ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ

2.1 Να εξηγήσετε τι εννοούμε με την έννοια ηλεκτρικό ρεύμα.

Σώματα από κάποια υλικά (τους **ηλεκτρικούς αγωγούς**) διαθέτουν ευκίνητα φορτισμένα σωματίδια (όπως π.χ. τα ελεύθερα ηλεκτρόνια στα μεταλλικά σώματα). Τα σωματίδια αυτά κινούνται άτακτα –χωρίς προτίμηση σε κάποια κατεύθυνση. Όταν, όμως, το σώμα που τα περιέχει εισάγεται σε ηλεκτρικό πεδίο, τα ευκίνητα φορτισμένα σωματίδια εξαναγκάζονται να κινηθούν προς την ίδια κατεύθυνση. Την **προσανατολισμένη κίνηση φορτισμένων σωματιδίων τη λέμε ηλεκτρικό ρεύμα**.

2.2 Να εξηγήσετε τι είναι ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (ανοικτό και κλειστό) και ποια είναι τα απαραίτητα στοιχεία που το αποτελούν.

Ηλεκτρικό κύκλωμα λέμε ένα σύνολο στοιχείων, που συνδέονται μεταξύ τους και μπορούν να διαρρέονται από ηλεκτρικό ρεύμα.

Τα απαραίτητα στοιχεία ενός ηλεκτρικού κυκλώματος είναι:

- ▶ **ηλεκτρικοί αγωγοί**, που συνδέουν τα υπόλοιπα στοιχεία του κυκλώματος
- ▶ **ηλεκτρικές πηγές**, που τροφοδοτούν με ηλεκτρική ενέργεια τα ευκίνητα φορτισμένα σωματίδια των αγωγών (π.χ. τα ελεύθερα ηλεκτρόνια)
- ▶ **ηλεκτρικές συσκευές**, που λειτουργούν χρησιμοποιώντας ηλεκτρική ενέργεια.

Όταν τα παραπάνω στοιχεία συνδέονται έτσι ώστε να σχηματίζεται "κλειστή αγωγή διαδρομή", τότε το κύκλωμα διαρρέεται από ρεύμα (**κλειστό κύκλωμα**). Αν υπάρχει διακοπή σε κάποιο σημείο του κυκλώματος, η ροή των ηλεκτρονίων σταματά και το κύκλωμα δε διαρρέεται από ρεύμα (**ανοικτό κύκλωμα**).

2.3 Να εξηγήσετε τι εννοούμε με την έννοια καταναλωτής και ηλεκτρικό δίπολο σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα.

Σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα:

- ▶ οι **ηλεκτρικές συσκευές** και οι **αγωγοί σύνδεσης** τους χαρακτηρίζονται **καταναλωτές**, επειδή χρησιμοποιούν (καταναλώνουν) **ηλεκτρική ενέργεια** και τη μετατρέπουν σε άλλες μορφές.
- ▶ οι **ηλεκτρικές συσκευές**, οι **αγωγοί σύνδεσής τους** (δηλαδή, οι καταναλωτές) και οι **ηλεκτρικές πηγές** διαθέτουν δύο άκρα (πόλους), με τα οποία συνδέονται στο κύκλωμα –γι' αυτό χαρακτηρίζονται **ηλεκτρικά δίπολα**.

2.4 Να σημειώσετε στο τετράγωνο τής φράσης που θα επιλέξετε.

Τα ελεύθερα ηλεκτρόνια των μετάλλων είναι:

- ηλεκτρόνια που βρίσκονται κοντά στους πυρήνες των ατόμων και κινούνται γύρω τους με μεγάλη ταχύτητα
- ηλεκτρόνια χωρίς ηλεκτρικό φορτίο
- ηλεκτρόνια που βρίσκονται μέσα στους πυρήνες των ατόμων
- ηλεκτρόνια που έχουν αποσπαστεί από τα άτομα τους και κινούνται άτακτα σε όλη την έκταση του μετάλλου
- ηλεκτρόνια που βγαίνουν έξω από το μέταλλο

2.5 [Συμπλήρωση λέξεων] Κάθε φορτισμένο σωματίδιο, αν βρεθεί μέσα σε ηλεκτρικό πεδίο, αποκτά ηλεκτρική (δυναμική) ενέργεια, καθώς αλληλεπιδρά με τα **φορτία** (1) από τα οποία "πηγάει" το πεδίο. Αν το σωματίδιο κινηθεί με την επίδραση του ηλεκτρικού πεδίου, η ηλεκτρική ενέργειά του **μειώνεται** (2) και μετατρέπεται σε **κινητική** (3) ενέργεια.

Κάθε ηλεκτρική πηγή είναι μια συσκευή, που διαθέτει δύο **φορτισμένους** (4) πόλους, οι οποίοι δημιουργούν ηλεκτρικό πεδίο στο χώρο.

Αν συνδέσουμε τους πόλους τής πηγής με ένα μεταλλικό αγωγό, τα ελεύθερα ηλεκτρόνια του εισάγονται στο πεδίο αυτό και ωθούνται προς τον **θετικό** (5) πόλο τής πηγής. Έτσι παράγεται **ηλεκτρικό ρεύμα** (6) μέσα στον αγωγό.

Μόλις τα ελεύθερα ηλεκτρόνια φτάνουν στην πηγή, αυτή τα ανατροφοδοτεί με όση **ηλεκτρική** (7) ενέργεια έχασαν κινούμενα μέσα στο ηλεκτρικό πεδίο.

Έτσι τα ηλεκτρόνια μπορούν να επαναλάβουν την κίνησή τους και να συντηρηθεί το ηλεκτρικό **ρεύμα** (8) μέσα στον αγωγό.

Την ενέργεια που η ηλεκτρική πηγή προσφέρει στα ελεύθερα ηλεκτρόνια την εξασφαλίζει από τη μετατροπή μιας αρχικής μορφής ενέργειας, που έχει αποθηκευμένη από την κατασκευή τής και, για παράδειγμα, στις πηγές–παταρίες είναι **χημική** (9) ενέργεια, ενώ στις πηγές–φωτοστοιχεία είναι **φωτεινή** (10) ενέργεια.

2.6 Να περιγράψετε τα αποτελέσματα που προκαλεί το ηλεκτρικό ρεύμα, αναφέροντας από ένα παράδειγμα για κάθε περίπτωση.

Θερμικά αποτελέσματα: Το ηλεκτρικό ρεύμα προκαλεί τη θέρμανση σωμάτων που διαρρέει. Πολλές ηλεκτρικές συσκευές αξιοποιούν αυτό το αποτέλεσμα, για να πάρουμε θερμότητα από την ηλεκτρική ενέργεια (π.χ. η ηλεκτρική κουζίνα).

Ηλεκτρομαγνητικά αποτελέσματα: Γύρω από τους αγωγούς που διαρρέονται από ηλεκτρικό ρεύμα δημιουργείται μαγνητικό πεδίο. Έτσι, οι ρευματοφόροι αγωγοί συμπεριφέρονται ως μαγνήτες και ασκούν μαγνητικές δυνάμεις είτε σε άλλους μαγνήτες είτε σε σιδερένια σώματα (π.χ. ηλεκτρομαγνητικοί γερανοί).

Χημικά αποτελέσματα: Σε κάποιες περιπτώσεις το ηλεκτρικό ρεύμα, όταν διαρρέει την ύλη, προκαλεί χημικές μεταβολές (δηλαδή το σχηματισμό νέων χημικών ουσιών). Αυτό το αποτέλεσμα το εκμεταλλευόμαστε στην παρασκευή χημικών στοιχείων (όπως π.χ. του υδρογόνου).

Φωτεινά αποτελέσματα: Σε κάποιες περιπτώσεις το ηλεκτρικό ρεύμα, όταν διαρρέει την ύλη, προκαλεί την εκπομπή φωτός (π.χ. λαμπτήρας φθορισμού).

2.7 Να εξηγήσετε τι εκφράζουμε με το φυσικό μέγεθος ένταση ηλεκτρικού ρεύματος, που διαρρέει έναν αγωγό.

Να γράψετε την εξίσωση υπολογισμού τής, καθώς και τη μονάδα τής έντασης τού ηλεκτρικού ρεύματος στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων (S.I.).

Θεωρούμε κάποια διατομή ενός αγωγού, ο οποίος διαρρέεται από ρεύμα. Σε χρόνο t περνά από τη διατομή ένα πλήθος ηλεκτρονίων, με συνολικό φορτίο q .

Αν διαιρέσουμε το φορτίο q των ηλεκτρονίων με τον αντίστοιχο χρόνο t , το πηλίκο που υπολογίζουμε εκφράζει πόσα C (κουλόμπ) φορτίου περνούν σε κάθε s (δευτερόλεπτο) από τη διατομή τού αγωγού. Το πηλίκο αυτό το λέμε **ένταση τού ηλεκτρικού ρεύματος**.

$$\text{ένταση τού ηλεκτρικού ρεύματος σε έναν αγωγό} = \frac{\text{φορτίο που περνά από μια διατομή τού αγωγού}}{\text{αντίστοιχος χρόνος}} \quad \text{ή, συμβολικά, } I = \frac{q}{t}$$

Η **αρχή διατήρησης τού φορτίου** (το φορτίο δε δημιουργείται και δεν καταστρέφεται) μας βεβαιώνει ότι το παραπάνω πηλίκο (τα C φορτίου που περνούν από μια διατομή τού αγωγού σε κάθε s) είναι ίδιο για κάθε διατομή τού αγωγού. Δηλαδή, η ένταση τού ρεύματος είναι ίδια σε κάθε διατομή τού αγωγού.

Στο S.I. μονάδα μέτρησης τής έντασης τού ηλεκτρικού ρεύματος είναι το **αμπέρ** (συμβολικά, **A**). Ορίζουμε ότι $1 \text{ A} = \frac{1 \text{ C}}{1 \text{ s}}$

2.8 Να εξηγήσετε τι εκφράζουμε με το φυσικό μέγεθος διαφορά δυναμικού (ή ηλεκτρική τάση)

A) στους πόλους μιας ηλεκτρικής πηγής και **B)** στα άκρα ενός καταναλωτή.

Να γράψετε την εξίσωση υπολογισμού τής ηλεκτρικής τάσης για τις δύο περιπτώσεις.

Θεωρούμε ένα κλειστό κύκλωμα.

A) Κάθε φορά που ένα πλήθος ελεύθερων ηλεκτρονίων, με συνολικό φορτίο q , περνά μέσα από την ηλεκτρική πηγή, ανεφοδιάζεται με ένα συνολικό ποσό ηλεκτρικής ενέργειας $E_{\eta\lambda}$.

Αν διαιρέσουμε το ποσό τής ενέργειας $E_{\eta\lambda}$ με το φορτίο q των ηλεκτρονίων που τη λαμβάνουν, το πηλίκο που υπολογίζουμε εκφράζει πόσα J (τζάουλ) ενέργειας προσφέρει η πηγή σε ηλεκτρόνια με συνολικό φορτίο 1 C (κουλόμπ).

Το πηλίκο αυτό είναι ένα χαρακτηριστικό μέγεθος για κάθε ηλεκτρική πηγή και το λέμε **διαφορά δυναμικού ή ηλεκτρική τάση** στους πόλους τής πηγής.

$$\text{ηλεκτρική τάση στους πόλους ηλεκτρικής πηγής} = \frac{\text{ηλεκτρική ενέργεια που η πηγή προσφέρει σε ένα πλήθος ηλεκτρονίων}}{\text{συνολικό φορτίο των ηλεκτρονίων αυτών}}$$

$$\text{ή, συμβολικά, } V_{\text{πηγ}} = \frac{E_{\eta\lambda}}{q}$$

B) Η ηλεκτρική ενέργεια που προσφέρει η πηγή μεταφέρεται από τα ελεύθερα ηλεκτρόνια και προσφέρεται στους καταναλωτές, για να μετασχηματιστεί σε άλλες μορφές. Όταν λουπόν το πλήθος των ηλεκτρονίων, με συνολικό φορτίο q , περάσει μέσα από κάποιον καταναλωτή, προσφέρει σ' αυτόν ένα συνολικό ποσό ηλεκτρικής ενέργειας $E_{\text{κατ}}$.

Αν διαιρέσουμε το ποσό τής ενέργειας $E_{\text{κατ}}$ με το φορτίο q των ηλεκτρονίων που την προσφέρουν, το πηλίκο αυτό εκφράζει πόσα J ενέργειας προσφέρουν στον καταναλωτή ηλεκτρόνια με συνολικό φορτίο 1 C .

$$\text{ηλεκτρική τάση στα άκρα καταναλωτή} = \frac{\text{ηλεκτρική ενέργεια που ένα πλήθος ηλεκτρονίων προσφέρει στον καταναλωτή}}{\text{συνολικό φορτίο των ηλεκτρονίων αυτών}}$$

$$\text{ή, συμβολικά, } V_{\text{κατ}} = \frac{E_{\text{κατ}}}{q}$$

2.9 Να εξηγήσετε τι σημαίνει ότι, σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα:

A) η ηλεκτρική τάση στους πόλους τής μπαταρίας-πηγής είναι 6 V

B) η ηλεκτρική τάση στα άκρα ενός από τους καταναλωτές είναι 2 V

Στο *S.I.* μονάδα μέτρησης τής ηλεκτρικής τάσης είναι το **βολτ** (συμβολικά, **V**). Ορίζουμε ότι $1\text{ V} = \frac{1\text{ J}}{1\text{ C}}$. Επομένως:

A) ηλεκτρική τάση 6 V στους πόλους τής μπαταρίας σημαίνει ότι, κάθε φορά που ηλεκτρόνια με συνολικό φορτίο 1 C περνούν μέσα από την μπαταρία, τροφοδοτούνται με ηλεκτρική ενέργεια 6 J .

B) ηλεκτρική τάση 2 V στα άκρα τού καταναλωτή σημαίνει ότι, κάθε φορά που τα ηλεκτρόνια με συνολικό φορτίο 1 C περνούν μέσα από το συγκεκριμένο καταναλωτή, τού προσφέρουν ηλεκτρική ενέργεια 2 J

(Του προσφέρουν δηλαδή, ένα μέρος από τα 6 J ενέργειας που αποκτούν από τη μπαταρία. Τα υπόλοιπα 4 J που απομένουν προσφέρονται στους υπόλοιπους καταναλωτές τού κυκλώματος)

2.10 Να σχεδιάσετε (συμβολικά) ένα κλειστό κύκλωμα, που περιλαμβάνει: ηλεκτρική πηγή, λάμπα, αγωγούς σύνδεσης και διακόπτη.

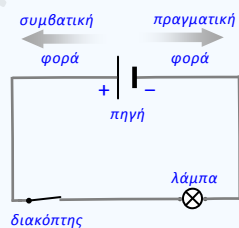
Να περιγράψετε και να σημειώσετε πάνω στο σχήμα την πραγματική φορά κίνησης των ηλεκτρονίων και τη συμβατική φορά τού ρεύματος.

Η ηλεκτρική πηγή συνδέεται, διαμέσου των αγωγών σύνδεσης, με τη λάμπα. Κλείνοντας το διακόπτη σχηματίζεται κλειστό κύκλωμα.

Η ηλεκτρική πηγή δημιουργεί ηλεκτρικό ρεύμα στο κύκλωμα και η πραγματική φορά κίνησης των ηλεκτρονίων είναι από τον αρνητικό προς το θετικό πόλο.

Για ιστορικούς λόγους έχει επικρατήσει να σχεδιάζουμε τη συμβατική φορά τού ρεύματος, που είναι από το θετικό προς τον αρνητικό πόλο τής πηγής.

(Αυτή η "ανακρίβεια" στο σχεδιασμό δεν έχει κάποια ιδιαίτερη σημασία στη μελέτη των περισσότερων φαινομένων που σχετίζονται με το ηλεκτρικό ρεύμα.)



2.11 Να εξηγήσετε τι εκφράζουμε με το φυσικό μέγεθος ηλεκτρική αντίσταση ενός διπόλου.

Να γράψετε την εξίσωση υπολογισμού της, καθώς και τη μονάδα τής ηλεκτρικής αντίστασης στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων (*S.I.*).

Αν στα άκρα διαφορετικών διπόλων προσφέρουμε ίδια ηλεκτρική τάση $V_{\text{δip}}$ (συνδέοντάς τα π.χ. με μια ίδια μπαταρία), τα δίπολα –γενικά– διαρρέονται τότε από ρεύμα διαφορετικής έντασης $I_{\text{δip}}$.

Επειδή η τάση είναι κοινή για όλα τα δίπολα, όσο πιο μικρή είναι η ένταση τού ρεύματος που διαρρέει κάποιο δίπολο,

▶ σημαίνει ότι το δίπολο αυτό αντιστέκεται περισσότερο στη διέλευση τού ρεύματος

▶ και συγχρόνως το πηλίκο $V_{\text{δip}}/I_{\text{δip}}$ είναι μεγαλύτερο για το δίπολο αυτό.

Δηλαδή, το πηλίκο $V_{\text{δip}}/I_{\text{δip}}$ μεγαλώνει όσο περισσότερο το δίπολο αντιστέκεται στο ρεύμα –γι' αυτό το λέμε **ηλεκτρική αντίσταση τού διπόλου**.

$$\text{ηλεκτρική αντίσταση διπόλου} = \frac{\text{ηλεκτρική τάση στα άκρα τού διπόλου}}{\text{ένταση τού ρεύματος που το διαρρέει}}$$

$$\text{ή, συμβολικά, } R_{\text{δip}} = \frac{V_{\text{δip}}}{I_{\text{δip}}}$$

Ηλεκτρική αντίσταση (δηλαδή, δυσκολία στη διέλευση τού ηλεκτρικού ρεύματος) παρουσιάζουν όλα τα δίπολα, ακόμα και οι ηλεκτρικές πηγές.

Στο *S.I.* μονάδα μέτρησης τής ηλεκτρικής αντίστασης είναι το **ομ** (συμβολικά **Ω**). Ορίζουμε ότι $1\ \Omega = \frac{1\text{ V}}{1\text{ A}}$

2.12 Όσες από τις παρακάτω προτάσεις τις θεωρήσετε επιστημονικά λανθασμένες, να τις ξαναδιατυπώσετε, ώστε να είναι επιστημονικά αποδεκτές.

Η ηλεκτρική αντίσταση ενός μεταλλικού αγωγού:

A) είναι ένα μέτρο τής δυσκολίας που προβάλλει ο αγωγός στη διέλευση τού ρεύματος μέσα από αυτόν

(επιστημονικά ορθή πρόταση)

B) υπολογίζεται από το πηλίκο τής έντασης τού ρεύματος που τον διαρρέει προς την ηλεκτρική τάση στα άκρα του
υπολογίζεται από το πηλίκο τής ηλεκτρικής τάσης στα άκρα του προς την ένταση τού ρεύματος που τον διαρρέει

Γ) στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων (S.I.) έχει μονάδα μέτρησης το 1 Volt

στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων (S.I.) έχει μονάδα μέτρησης το 1 Ω (οhm)

Δ) είναι σταθερή, όταν διατηρείται σταθερή και η θερμοκρασία του

(επιστημονικά ορθή πρόταση)

E) οφείλεται στις συγκρούσεις των ελεύθερων ηλεκτρονίων του με τα ιόντα τού μετάλλου

(επιστημονικά ορθή πρόταση)

Z) μειώνεται, όταν αυξάνεται το μήκος τού αγωγού

(αυξάνεται ανάλογα με το μήκος τού αγωγού)

H) αυξάνεται, όταν μειώνεται το εμβαδόν διατομής (πάχος) τού αγωγού

(επιστημονικά ορθή πρόταση)

2.13 Αν διατηρήσουμε τη θερμοκρασία ενός μεταλλικού αγωγού σταθερή (π.χ. ψύχοντάς τον, όταν πάει να θερμανθεί), να εξηγήσετε τι θα συμβεί αν αυξάνουμε σταδιακά την ηλεκτρική τάση στα άκρα του. Να σχεδιάσετε ποιοτικά το διάγραμμα V-I (ηλεκτρικής τάσης-έντασης) για έναν τέτοιο αγωγό.

Εάν, με κάποιο σύστημα ψύξης, διατηρούμε σταθερή τη θερμοκρασία ενός μεταλλικού αγωγού που διαρρέεται από ρεύμα, τότε πειραματικά αποδεικνύεται ότι διατηρείται σταθερή και η ηλεκτρική του αντίσταση R_{av} .

Επειδή η αντίσταση ενός αγωγού είναι το πηλίκο $R_{av} = \frac{V_{av}}{I_{av}}$ τής τάσης V_{av} στα άκρα του προς την ένταση I_{av}

τού ρεύματος που τον διαρρέει, το πηλίκο αυτό θα παραμένει σταθερό, για σταθερή θερμοκρασία τού αγωγού.

Άρα, σε ένα μεταλλικό αγωγό σταθερής θερμοκρασίας, η ένταση I_{av} τού ρεύματος που τον διαρρέει

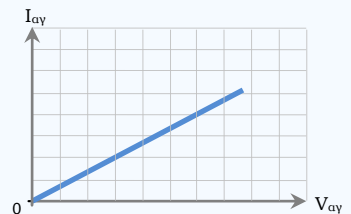
είναι ανάλογη με την ηλεκτρική τάση V_{av} που προσφέρεται στα άκρα του.

Δηλαδή, αν αυξάνουμε σταδιακά την τάση, θα αυξάνεται ανάλογα και η ένταση τού ρεύματος και

θα είναι κάθε στιγμή $I_{av} = \frac{V_{av}}{R_{av}}$, με το R_{av} σταθερό.

Το συμπέρασμα αυτό είναι γνωστό ως **νόμος τού Ohm (Ohm)**.

Στο διπλανό σχήμα φαίνεται το διάγραμμα V-I (ηλεκτρικής τάσης-έντασης) για έναν τέτοιο αγωγό.



2.14 Να σημειώσετε στο τετράγωνο τής φράσης που θα επιλέξετε. Ένας μεταλλικός αγωγός χαρακτηρίζεται αντιστάτης, επειδή

η ηλεκτρική του αντίσταση διατηρείται (πρακτικά) σταθερή, όταν διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα

η ηλεκτρική του αντίσταση δεν επηρεάζεται από την ηλεκτρική τάση που προσφέρεται στα άκρα του ή από την ένταση τού ρεύματος που τον διαρρέει

η ένταση τού ρεύματος που τον διαρρέει είναι ανάλογη με την ηλεκτρική τάση που προσφέρεται στα άκρα του

υπακούει στο νόμο τού Ohm

για όλα τα παραπάνω

2.15 Να σχεδιάσετε (συμβολικά) ένα κλειστό κύκλωμα, που περιλαμβάνει ηλεκτρική πηγή, λάμπα, έναν αντιστάτη και αγωγούς σύνδεσης (οι οποίοι διαλέγουμε να έχουν ασήμαντη αντίσταση).

Πάνω στο σχήμα να σχεδιάσετε (συμβολικά) όργανα μέτρησης, κατάλληλα συνδεδεμένα, ώστε να μετρούν την ένταση τού ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα και την ηλεκτρική τάση στα άκρα τής λάμπας.

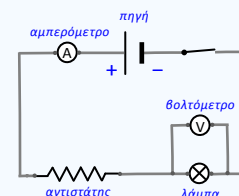
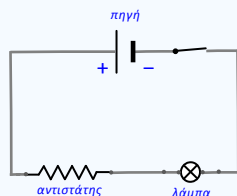
Τέλος, να αναφέρετε πώς ονομάζουμε τα όργανα αυτά, καθώς και τον τρόπο σύνδεσής τους στο κύκλωμα.

Ηλεκτρική πηγή – λάμπα – αντιστάτης – καλώδια σύνδεσης συνδέονται σε σειρά (δηλαδή, διαδοχικά).

Σε όλα τα σημεία μιας συνδεσμολογίας σε σειρά το ηλεκτρικό ρεύμα έχει την ίδια ένταση (σύμφωνα με την αρχή διατήρησης τού φορτίου).

Για να μετρήσουμε την ένταση τού ρεύματος, διακόπτουμε το κύκλωμα σε κάποιο σημείο και παρεμβάλλουμε ένα **αμπερόμετρο** (σύνδεση σε σειρά).

Για να βρούμε την ηλεκτρική τάση στα άκρα τής λάμπας, συνδέουμε στα άκρα αυτά ένα **βολτόμετρο** (παράλληλη σύνδεση).



2.16 Η διαφορά δυναμικού στους πόλους μιας μπαταρίας είναι 12 V.

A) Να εξηγήσετε πόση είναι η ηλεκτρική ενέργεια που προσφέρει η μπαταρία σε ηλεκτρόνια με συνολικό φορτίο 1 C που περνούν μέσα από αυτήν.

Ηλεκτρική τάση 12 V στους πόλους μιας μπαταρίας σημαίνει ότι η πηγή προσφέρει ηλεκτρική ενέργεια 12 J σε ηλεκτρόνια με συνολικό φορτίο 1 C, που περνούν μέσα από αυτήν.

B) Να υπολογίσετε πόση είναι η ένταση τού ρεύματος που διαρρέει έναν αγωγό, με αντίσταση 4 Ω, όταν συνδεθεί με αυτήν τη μπαταρία.

Εφόσον τα άκρα τού αγωγού συνδέονται στους πόλους τής μπαταρίας, όλη η τάση της προσφέρεται στον αγωγό, οπότε $V_{av} = 12 \text{ V}$ (βολτι).

Ο αγωγός είναι μεταλλικός (αυτό υπονοείται πάντα, χωρίς να διευκρινίζεται) και πειθαρχεί στο νόμο τού Ohm. Άρα, η ένταση τού ρεύματος που τον διαρρέει είναι

$$I_{av} = \frac{V_{av}}{R_{av}} = \frac{12}{4} \text{ A} = 3 \text{ A}$$

2.17 [Άσκηση 2 – σελ.61 σχολικού βιβλίου]

Ένας λαμπτήρας φωτοβολεί, όταν συνδέεται σε σειρά, με τη βοήθεια αγωγών σύνδεσης (καλωδίων), με ένα αμπερόμετρο και μια μπαταρία.

Η ηλεκτρική τάση στους πόλους της μπαταρίας είναι $V_{\mu} = 9 \text{ V}$. Η ένδειξη του αμπερομέτρου είναι $I = 1,5 \text{ A}$. Να υπολογίσετε:

A) το ηλεκτρικό φορτίο που περνά από μια διατομή του σύρματος του λαμπτήρα κάθε 1 s

Ηλεκτρική πηγή – λάμπα – αμπερόμετρο – καλώδια σύνδεσης συνδέονται σε σειρά.

Σε όλα τα σημεία της συνδεσμολογίας σε σειρά το ηλεκτρικό ρεύμα έχει ίδια ένταση.

Δηλαδή, το αμπερόμετρο μετρά την ένταση του ρεύματος σε κάθε σημείο του κυκλώματος.

Συνεπώς και στο σύρμα του λαμπτήρα η ένταση είναι 1,5 A. Αυτό σημαίνει ότι:

κάθε 1 s το ηλεκτρικό φορτίο των ηλεκτρονίων που περνούν από μια διατομή του σύρματος είναι 1,5 C.

B) το ηλεκτρικό φορτίο που περνά από τη μπαταρία κάθε 1 s

Αφού η ένταση του ρεύματος είναι παντού ίδια στο κύκλωμα, ίδιο ποσό φορτίου (1,5 C) περνά και από τη μπαταρία κάθε 1 s.

Γ) την ποσότητα της χημικής ενέργειας της μπαταρίας που μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια κάθε 1 s

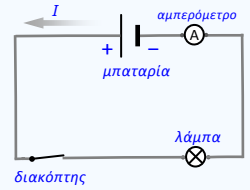
Η ηλεκτρική τάση στους πόλους της μπαταρίας μετρήθηκε $V_{\mu} = 9 \text{ V}$.

Αν λοιπόν περάσουν από τη μπαταρία ηλεκτρόνια με συνολικό φορτίο q , η μπαταρία τους προσφέρει ηλεκτρική ενέργεια $E_{\eta\lambda} = V_{\mu} \cdot q$

Κάθε 1 s, λοιπόν, περνούν από τη μπαταρία ηλεκτρόνια με φορτίο $q = 1,5 \text{ C}$ (ΕΡΩΤΗΜΑ Β).

Άρα, λαμβάνουν από τη μπαταρία ηλεκτρική ενέργεια $E_{\eta\lambda} = V_{\mu} \cdot q = (9 \cdot 1,5) \text{ J} = 13,5 \text{ J}$

Η ενέργεια αυτή προέρχεται από ισόποση χημική ενέργεια, που η μπαταρία μετασχηματίζει σε ηλεκτρική.



2.18 [Συμπλήρωση λέξεων] Αν διαθέτουμε δύο αντιστάτες, με αντιστάσεις R_1 και R_2 , μπορούμε να τους συνδέσουμε με δύο τρόπους, είτε *σε σειρά* (1) είτε *παράλληλα* (2). Κάθε συνδεσμολογία των αντιστατών έχει δύο άκρα (3), που αν τα συνδέσουμε με πηγή τάσης V , το ρεύμα που θα εισέρχεται και θα εξέρχεται από τη συνδεσμολογία θα έχει ένταση I .

Το ίδιο ρεύμα, έντασης I , η ίδια πηγή μπορεί να το προκαλέσει σε ένα μόνο αντιστάτη με κατάλληλη αντίσταση, που τη λέμε *ισοδύναμη (ή ολική) αντίσταση* (4)

της συνδεσμολογίας. Σύμφωνα με το νόμο του *Ohm* (5), η αντίσταση αυτή (συμβολικά $R_{\text{ολ}}$) είναι ίση με το *πηλίκιο* (6) της τάσης V με την ένταση I .

Συνδέοντας αντιστάσεις *σε σειρά* (7) επιτυγχάνουμε ισοδύναμη αντίσταση μεγαλύτερη από τη μεγαλύτερη αντίσταση που διαθέτουμε.

Συνδέοντας αντιστάσεις *παράλληλα* (8) επιτυγχάνουμε ισοδύναμη αντίσταση μικρότερη από τη μικρότερη αντίσταση που διαθέτουμε.

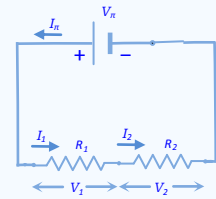
2.19 A) Να σχεδιάσετε (συμβολικά) ένα κύκλωμα, που να περιλαμβάνει δύο αντιστάτες, οι οποίοι συνδέονται σε σειρά με ηλεκτρική πηγή.

B) Πάνω στο σχήμα να σημειώσετε:

- ▶ τις ηλεκτρικές τάσεις στα άκρα της πηγής, του αντιστάτη 1 και του αντιστάτη 2 (V_{π} , V_1 , V_2)
- ▶ τις εντάσεις ρεύματος που διαρρέουν την πηγή, τον αντιστάτη 1 και τον αντιστάτη 2 (I_{π} , I_1 , I_2)
- ▶ τις ηλεκτρικές αντιστάσεις των αντιστατών 1 και 2 (R_1 , R_2)

Να σημειώσετε στο τετράγωνο που θα επιλέξετε.

- Γ)** Για τις εντάσεις του ρεύματος στο κύκλωμα ισχύει $I_1 = I_2 = I_{\pi}$ $I_{\pi} = I_1 + I_2$
- Δ)** Για τις ηλεκτρικές τάσεις του κυκλώματος ισχύει $V_1 = V_2 = V_{\pi}$ $V_{\pi} = V_1 + V_2$
- Ε)** Για την ισοδύναμη αντίσταση του κυκλώματος ισχύει $R_{\text{ολ}} = R_1 + R_2$ $\frac{1}{R_{\text{ολ}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$



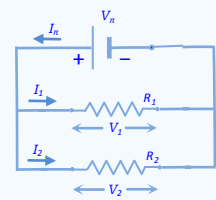
2.20 A) Να σχεδιάσετε (συμβολικά) ένα κύκλωμα, που να περιλαμβάνει δύο αντιστάτες, σε παράλληλη σύνδεση με ηλεκτρική πηγή.

B) Πάνω στο σχήμα να σημειώσετε:

- ▶ τις ηλεκτρικές τάσεις στα άκρα της πηγής, του αντιστάτη 1 και του αντιστάτη 2 (V_{π} , V_1 , V_2)
- ▶ τις εντάσεις ρεύματος που διαρρέουν την πηγή, τον αντιστάτη 1 και τον αντιστάτη 2 (I_{π} , I_1 , I_2)
- ▶ τις ηλεκτρικές αντιστάσεις των αντιστατών 1 και 2 (R_1 , R_2)

Να σημειώσετε στο τετράγωνο που θα επιλέξετε.

- Γ)** Για τις εντάσεις του ρεύματος στο κύκλωμα ισχύει $I_1 = I_2 = I_{\pi}$ $I_{\pi} = I_1 + I_2$
- Δ)** Για τις ηλεκτρικές τάσεις του κυκλώματος ισχύει $V_1 = V_2 = V_{\pi}$ $V_{\pi} = V_1 + V_2$
- Ε)** Για την ισοδύναμη αντίσταση του κυκλώματος ισχύει $R_{\text{ολ}} = R_1 + R_2$ $\frac{1}{R_{\text{ολ}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

**2.21 [Άσκηση 8 – σελ.62 σχολικού βιβλίου]**

Στα άκρα ενός καλωδίου, με σύρμα από χρωμονικελίνη, συνδέουμε τους πόλους μιας μπαταρίας. Ρεύμα έντασης 1 mA διαρρέει το καλώδιο.

Κόβουμε το καλώδιο στη μέση, συγκολλούμε τα άκρα των κομματιών και στα άκρα αυτά συνδέουμε τους πόλους της ίδιας μπαταρίας.

Να υπολογίσετε πόση είναι η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τη μπαταρία, σ' αυτή την περίπτωση.

Επειδή, η αντίσταση ενός αγωγού είναι ανάλογη με το μήκος του, συμπεραίνουμε ότι, αν το αρχικό καλώδιο έχει αντίσταση R , τότε καθένα από τα δύο ίσα κομμάτια του έχει αντίσταση $R/2$.

Συγκολλώντας τα άκρα των κομματιών κατασκευάζουμε ένα σύστημα αντιστατών, που συνδέονται παράλληλα και, άρα, έχουν ισοδύναμη αντίσταση:

$$\frac{1}{R_{\text{ολ}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad \text{ή} \quad \frac{1}{R_{\text{ολ}}} = \frac{1}{\frac{R}{2}} + \frac{1}{\frac{R}{2}} = \frac{2}{R} + \frac{2}{R} = \frac{4}{R} \quad \text{ή} \quad R_{\text{ολ}} = \frac{R}{4}$$

- ▶ Όταν συνδέουμε στη μπαταρία το σύστημα των αντιστατών, αυτό διαρρέεται από ρεύμα έντασης I_x (αυτή που ψάχνουμε)

Αν η τάση που προσφέρει η μπαταρία είναι V , ο νόμος του *Ohm* λέει ότι: $V = I_x \frac{R}{4}$

- ▶ Όταν συνδέουμε στη μπαταρία το αρχικό καλώδιο, αυτό διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I = 1 \text{ mA}$.

Ο νόμος του *Ohm* λέει, στην περίπτωση αυτή, ότι: $V = IR$

Συγκρίνοντας τις δύο τελευταίες εξισώσεις συμπεραίνουμε ότι: $I_x \frac{R}{4} = IR$ ή (διαγράφοντας το R) $I_x = 4I = 4 \cdot 1 \text{ mA} = 4 \text{ mA}$

2.22 [Άσκηση 9 – σελ.62 σχολικού βιβλίου]

Διαθέτουμε μια μπαταρία, ένα αμπερόμετρο, τρία βολτόμετρα, δύο αντιστάτες, με αντιστάσεις $R_1 = 40 \Omega$ και $R_2 = 60 \Omega$, καθώς και καλώδια. Κατασκευάζουμε το κύκλωμα, η σχηματική αναπαράσταση του οποίου φαίνεται στη διπλανή εικόνα. Μετά το κλείσιμο του διακόπτη δ, η ένδειξη του βολτομέτρου (που μετρά την τάση στα σημεία Γ και Δ) είναι $V = 6 \text{ V}$.

A) Να υπολογίσετε την ισοδύναμη αντίσταση του κυκλώματος, καθώς και την ένδειξη του αμπερομέτρου.

(Τα όργανα μέτρησης δεν "ενοχλούν" το κύκλωμα και, ενώ μας δίνουν πληροφορίες γι' αυτό, δεν αλλοιώνουν τις τιμές των μεγεθών του.)

Οι αντιστάτες του κυκλώματος συνδέονται σε σειρά και η ισοδύναμη αντίστασή τους είναι:

$$R_{\text{ισ}} = R_1 + R_2 = (40 + 60) \Omega = 100 \Omega$$

B) Να υπολογίσετε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τους αντιστάτες.

Το σύστημα των αντιστατών έχει ισοδύναμη αντίσταση $R_{\text{ισ}} = 100 \Omega$ και η τάση στα άκρα του είναι $V = 6 \text{ V}$.

Το αμπερόμετρο μετράει το ρεύμα, έντασης I_{π} , που περνάει από την πηγή. Αυτό το ρεύμα εισέρχεται και εξέρχεται από το σύστημα των αντιστατών και, σύμφωνα με το νόμο του Ohm, ισχύει:

$$I_{\pi} = \frac{V}{R_{\text{ισ}}} = \frac{6}{100} \text{ A} = 0,06 \text{ A}$$

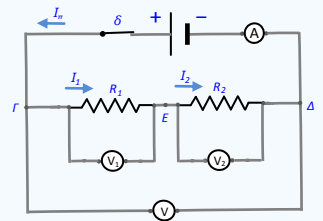
Οι αντιστάτες είναι σε σειρά, άρα το ρεύμα έντασης $I_{\pi} = 0,06 \text{ A}$, που εισέρχεται στο σύστημά τους στο σημείο Β, διαρρέει και καθέναν από αυτούς:

$$I_{\pi} = I_1 = I_2 = 0,06 \text{ A}$$

Γ) Να υπολογίσετε τις ενδείξεις των βολτομέτρων V_1 και V_2 .

Τα βολτόμετρα V_1 και V_2 μετρούν την τάση στα άκρα των αντιστατών, οπότε οι ενδείξεις τους πρέπει να είναι, σύμφωνα με το νόμο του Ohm:

$$V_1 = I_1 \cdot R_1 = (0,06 \cdot 40) \text{ V} = 2,4 \text{ V} \quad \text{και} \quad V_2 = I_2 \cdot R_2 = (0,06 \cdot 60) \text{ V} = 3,6 \text{ V}$$

**2.23 [Άσκηση 10 – σελ.62 σχολικού βιβλίου]**

Διαθέτουμε μια μπαταρία, ένα αμπερόμετρο, δύο αντιστάτες, με αντιστάσεις $R_1 = 60 \Omega$ και $R_2 = 30 \Omega$, καθώς και καλώδια.

Κατασκευάζουμε το κύκλωμα, η σχηματική αναπαράσταση του οποίου φαίνεται στη διπλανή εικόνα.

Μετά το κλείσιμο του διακόπτη, η ένδειξη του αμπερομέτρου είναι $I = 0,3 \text{ A}$.

A) Να υπολογίσετε την ισοδύναμη αντίσταση του συστήματος των δύο αντιστατών.

(Τα όργανα μέτρησης δεν "ενοχλούν" το κύκλωμα και, ενώ μας δίνουν πληροφορίες γι' αυτό, δεν αλλοιώνουν τις τιμές των μεγεθών του.)

Οι αντιστάτες του κυκλώματος συνδέονται παράλληλα και η ισοδύναμη αντίστασή τους είναι:

$$\frac{1}{R_{\text{ισ}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad \text{ή} \quad R_{\text{ισ}} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{60 \cdot 30}{60 + 30} \Omega = \frac{1.800}{90} \Omega = 20 \Omega$$

B) Να υπολογίσετε την τάση στα άκρα του συστήματος των δύο αντιστατών και στους πόλους της πηγής.

Το σύστημα των αντιστατών έχει ισοδύναμη αντίσταση $R_{\text{ισ}} = 20 \Omega$ και από το άκρο του Β και Γ εισέρχεται και

εξέρχεται το ρεύμα, έντασης $I_{\pi} = I = 0,3 \text{ A}$, το οποίο περνάει από την πηγή και είναι αυτό που μετράει το αμπερόμετρο.

Σύμφωνα με το νόμο του Ohm, η τάση V_{AB} στα άκρα Β και Γ του συστήματος των αντιστατών είναι:

$$V_{AB} = I_{\pi} \cdot R_{\text{ισ}} = (0,3 \cdot 20) \text{ V} = 6 \text{ V}$$

Τα καλώδια σύνδεσης (εφόσον η εκφώνηση δε αναφέρει κάτι άλλο) και το αμπερόμετρο έχουν ασημαντή αντίσταση. Οπότε υπάρχει αντίσταση σε κάποιους αγωγούς, αναφέρονται ως αντιστάτες. Έτσι, από τους πόλους της πηγής μέχρι τα άκρα Α και Β του συστήματος των αντιστατών, δεν υπάρχει καταναλωτής και το ρεύμα δεν έχει απώλεια ενέργειας. Θεωρούμε, λοιπόν, ότι:

Η συνδεσμολογία των αντιστατών και η μπαταρία έχουν την ίδια τάση στα άκρα τους.

$$V_{\pi} = V_{AB} = 6 \text{ V}$$

Γ) Να υπολογίσετε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει κάθε αντιστάτη.

Οι δύο αντιστάτες του κυκλώματος έχουν κοινά άκρα, τα σημεία Β και Γ. (Είπαμε πως τα όργανα μέτρησης είναι "σα να μην υπάρχουν".)

Επομένως, η τάση $V_{AB} = 6 \text{ V}$ που υπολογίσαμε είναι και η τάση στα άκρα κάθε αντιστάτη:

$$V_1 = V_2 = 6 \text{ V}$$

Γνωρίζοντας και τις αντιστάσεις των αντιστατών, χρησιμοποιούμε το νόμο του Ohm, για να υπολογίσουμε την ένταση του ρεύματος που τους διαρρέει:

$$I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{6}{60} \text{ A} = 0,1 \text{ A} \quad \text{και} \quad I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{6}{30} \text{ A} = 0,2 \text{ A}$$

2.24 [Ερώτηση 10 – σελ.60 σχολικού βιβλίου]

Στη διπλανή εικόνα βλέπετε τη σχηματική αναπαράσταση ενός ηλεκτρικού κυκλώματος.

A) Να σχεδιάσετε τη φορά του ρεύματος που διέρχεται από κάθε αντιστάτη.

B) Να χαρακτηρίσετε με Σ τις προτάσεις των οποίων το περιεχόμενο είναι επιστημονικά ορθό και με Λ αυτές που το περιεχόμενό τους είναι επιστημονικά λανθασμένο.

(Να δικαιολογήσετε περιληπτικά τις επιλογές σας)

α. Οι αντιστάτες R_1 και R_2 συνδέονται σε σειρά (Λ – δε διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα)

β. Οι αντιστάτες R_2 και R_3 συνδέονται παράλληλα (Λ – δεν έχουν κοινά άκρα και, επομένως, κοινή τάση)

γ. Οι αντιστάτες R_3 και R_4 συνδέονται σε σειρά (Σ)

δ. Ο αντιστάτης R_2 συνδέεται παράλληλα με τον ισοδύναμο αντιστάτη των R_3 και R_4 (Σ)

ε. Ο αντιστάτης R_1 συνδέεται σε σειρά με τον ισοδύναμο αντιστάτη των R_2 , R_3 και R_4 (Σ)

στ. Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη R_1 είναι ίση με την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον R_2 (Λ – το ρεύμα I_1 διακλαδίζεται στο Γ)

ζ. Η τάση στα άκρα του R_2 είναι ίση με το άθροισμα των τάσεων στα άκρα των αντιστατών R_3 και R_4 (Σ)

η. Τα ηλεκτρικά ρεύματα που διαρρέουν τις R_3 και R_4 έχουν ίσες εντάσεις (Σ)

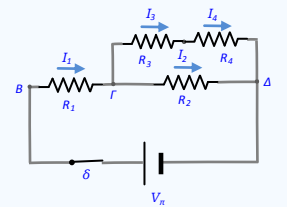
θ. Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον R_1 είναι ίση με το άθροισμα των εντάσεων των ρευμάτων που διαρρέουν τους αντιστάτες R_2 και R_3 (Σ)

ι. Η τάση στους πόλους της πηγής (σημεία Β, Δ) είναι ίση με το άθροισμα των τάσεων στα άκρα των αντιστατών R_1 και R_2 (Σ)

Στις απαντήσεις λάβαμε υπόψη τα εξής:

▶ Από τη διατήρηση του φορτίου, για τις εντάσεις του ρεύματος στο κύκλωμα προκύπτει ότι: $I_1 = I_2 + I_3$ και $I_3 = I_4$

▶ Από τη διατήρηση της ενέργειας, για τις ηλεκτρικές τάσεις στο κύκλωμα προκύπτει ότι: $V_{\pi} = V_{AR} + V_{GB}$ και $V_{AR} = V_1$ και $V_{GB} = V_2 = V_3 + V_4$





ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

- 3.1 [Συμπλήρωση λέξεων]** Όταν μια ηλεκτρική πηγή συνδεθεί σε ένα μεταλλικό αγωγό, i) δημιουργεί στο εσωτερικό του ηλεκτρικό πεδίο και ii) προσφέρει ηλεκτρική ενέργεια στα **ελεύθερα ηλεκτρόνια** (1) του. Η δύναμη του ηλεκτρικού πεδίου ωθεί τα ηλεκτρόνια προς μια ορισμένη κατεύθυνση (ηλεκτρικό ρεύμα) και έτσι η ηλεκτρική ενέργεια της πηγής μετατρέπεται σε **κινητική** (2) ενέργεια των ηλεκτρονίων. Τα ηλεκτρόνια, όμως, συγκρούονται με τα **ιόντα** (3) του μεταλλικού πλέγματος, μεταβιβάζοντάς τους ένα μέρος από την κινητική τους ενέργεια. Σε ένα μεταλλικό αγωγό, λοιπόν, η ηλεκτρική ενέργεια που προσφέρει μια ηλεκτρική πηγή χρησιμοποιείται για την **αύξηση** (4) των κινητικών ενεργειών των ηλεκτρονίων και των ιόντων του μετάλλου, που –αθροιστικά– αποτελούν την **θερμική** (5) ενέργεια του αγωγού. Η αύξηση της θερμικής ενέργειας του αγωγού γίνεται σε μας αντιληπτή από την αύξηση της **θερμοκρασίας** (6) του, γεγονός που το λέμε φαινόμενο **Τζάουλ** (7). Μόλις δημιουργείται διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στον αγωγό και στο περιβάλλον, η επιπλέον **θερμική** (8) ενέργεια που απέκτησε ο αγωγός διαρρέει στο περιβάλλον. Αυτή την ποσότητα ενέργειας που ο αγωγός αποβάλλει στο περιβάλλον, λόγω διαφοράς θερμοκρασίας, τη λέμε **θερμότητα** (9).

Τελικά, η ηλεκτρική ενέργεια που προσφέρει μια ηλεκτρική πηγή σε μεταλλικό αγωγό καταλήγει στο περιβάλλον και μπορούμε να την υπολογίσουμε από την εξίσωση $Q = I^2 R t$ (10). Τα σύμβολα στο δεύτερο μέρος της εξίσωσης σημαίνουν, αντίστοιχα: **ένταση ρεύματος** (11), **ηλεκτρική αντίσταση** (12), **χρονική διάρκεια** (13). Το μαθηματικό αυτό συμπέρασμα είναι γνωστό ως νόμος του **Τζάουλ** (Joule) (14).

- 3.2 Α)** Να εξηγήσετε τι εννοούμε με την έννοια βραχυκύκλωμα και ποιο μπορεί να είναι το αποτέλεσμα του.

Βραχυκύκλωμα ενός κυκλώματος λέμε τη σύνδεση δύο σημείων του με αγωγό πολύ μικρής αντίστασης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να ανεβεί πολύ (και απότομα) η θερμοκρασία του αγωγού και να συμβεί καταστροφή (τήξη) του αγωγού, αλλά και του κυκλώματος, ενώ υπάρχει και κίνδυνος πυρκαγιάς.

Σύμφωνα με το νόμο του Τζάουλ, η ηλεκτρική ενέργεια που μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια σε έναν αντιστάτη είναι $Q = I^2 R t$.

Επειδή η ένταση του ρεύματος που περνά από τον αγωγό είναι $I = V/R$, ισχύει ότι $Q = \left(\frac{V}{R}\right)^2 R t = \frac{V^2}{R^2} R t = \frac{V^2}{R} t$

Δηλαδή, το Q είναι αντιστρόφως ανάλογο με το R . Άρα, αν έχουμε μια δεδομένη τάση V (π.χ. την τάση μιας μπαταρίας), όσο πιο μικρή αντίσταση R τροφοδοτήσουμε με αυτήν, τόσο περισσότερη θερμική ενέργεια θα παραχθεί (κίνδυνος βραχυκυκλώματος).

- Β)** Να εξηγήσετε με ποιο τρόπο προστατεύουμε τις συσκευές από βραχυκύκλωμα.

Για να προστατέψουμε ένα κύκλωμα από βραχυκύκλωμα, χρησιμοποιούμε τις **ηλεκτρικές ασφάλειες**. Η λειτουργία τους στηρίζεται στο φαινόμενο Τζάουλ. Αποτελούνται από έναν αντιστάτη από εύτηκτο (=λιώνει εύκολα) μέταλλο και συνδέονται πάντα σε σειρά με τη συσκευή που θέλουμε να προστατέψουμε. Αν η ένταση του ρεύματος ξεπεράσει μία τιμή, πάνω από την οποία γίνεται επικίνδυνη για τη συσκευή, η άνοδος της θερμοκρασίας του αντιστάτη προκαλεί την τήξη του μετάλλου του. Έτσι, ο αντιστάτης της ασφάλειας καταστρέφεται, προκαλώντας άνοιγμα του κυκλώματος και διακοπή του ρεύματος.

- 3.3** Να δείξετε ότι η ηλεκτρική ενέργεια $E_{\eta\lambda}$ που καταναλώνει μια συσκευή, μετατρέποντάς την σε ενέργεια άλλων μορφών, δίνεται από την εξίσωση: $E_{\eta\lambda} = V_{\sigma} I_{\sigma} t$, (V_{σ} : ηλεκτρική τάση στα άκρα της συσκευής, I_{σ} : ένταση ρεύματος που τη διαρρέει, t : χρονική διάρκεια λειτουργίας της)

Η ηλεκτρική τάση στα άκρα μιας συσκευής υπολογίζεται από την εξίσωση $V_{\sigma} = E_{\eta\lambda}/q$ και εκφράζει πόσα J (τζάουλ) ενέργειας προσφέρουν στη συσκευή ηλεκτρόνια με συνολικό φορτίο $1 C$ (κουλόμπ).

Αν λοιπόν από τη συσκευή περάσουν ηλεκτρόνια με συνολικό φορτίο q , της προσφέρουν ενέργεια: $E_{\eta\lambda} = V_{\sigma} q$

Το φορτίο q σχετίζεται με την ένταση I_{σ} του ρεύματος και το χρόνο που το ρεύμα διαρρέει τη συσκευή: $q = I_{\sigma} t$.

Συνεπώς, η ηλεκτρική ενέργεια που προσφέρεται από το ηλεκτρικό ρεύμα στη συσκευή είναι: $E_{\eta\lambda} = V_{\sigma} I_{\sigma} t$

Η ενέργεια αυτή μετασηματίζεται σε άλλες μορφές, που εξαρτώνται από το είδος της συσκευής.

- 3.4** Να δείξετε ότι η ισχύς $P_{\eta\lambda}$ που καταναλώνει μια ηλεκτρική συσκευή δίνεται από την εξίσωση: $P_{\eta\lambda} = V_{\sigma} I_{\sigma}$

(V_{σ} : ηλεκτρική τάση στα άκρα της συσκευής, I_{σ} : ένταση ρεύματος που τη διαρρέει)

Αν μια ηλεκτρική συσκευή λειτουργεί για χρόνο t , το ρεύμα της προσφέρει ηλεκτρική ενέργεια $E_{\eta\lambda}$.

Αν διαρέσουμε την ενέργεια $E_{\eta\lambda}$ με τον αντίστοιχο χρόνο t , το ηγλικό αυτό εκφράζει πόσα J (τζάουλ) ενέργειας προσφέρει το ρεύμα στη συσκευή κάθε s (δευτερόλεπτο) –ή, με άλλα λόγια, πόσα J ενέργειας καταναλώνει η συσκευή κάθε s . Το ηγλικό αυτό το λέμε **ηλεκτρική ισχύ που καταναλώνει η συσκευή**.

ηλεκτρική ισχύς που καταναλώνει μια συσκευή = $\frac{\text{ηλεκτρική ενέργεια που προσφέρει το ρεύμα στη συσκευή}}{\text{αντίστοιχος χρόνος}}$ ή, συμβολικά, $P_{\eta\lambda} = \frac{E_{\eta\lambda}}{t}$

Αν σκεφτούμε ότι η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνει η συσκευή σχετίζεται με το χρόνο λειτουργίας της και με την εξίσωση $E_{\eta\lambda} = V_{\sigma} I_{\sigma} t$, προκύπτει ότι

$$P_{\eta\lambda} = \frac{V_{\sigma} I_{\sigma} t}{t} \quad \text{ή} \quad P_{\eta\lambda} = V_{\sigma} I_{\sigma}$$

- 3.5 Α)** Να υπολογίσετε με πόσα τζάουλ (J) ισούται μία κιλοβατώρα (kWh) ηλεκτρικής ενέργειας.

Η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνει μια ηλεκτρική συσκευή μπορεί να υπολογιστεί από την εξίσωση $E_{\eta\lambda} = P_{\eta\lambda} t$, όπου $P_{\eta\lambda}$ είναι η ηλεκτρική ισχύς που καταναλώνει η συσκευή και t ο χρόνος λειτουργίας της.

Στο $S.I.$ μονάδα μέτρησης της ισχύος είναι το **βατ** (συμβολικά, **W**). Ορίζουμε ότι $1 W = \frac{1 J}{1 s}$, οπότε $1 J = 1 W \cdot 1 s$

Δηλαδή, αν μετράμε την ισχύ σε W και το χρόνο σε s , τότε υπολογίζουμε την ηλεκτρική ενέργεια σε J .

Αν, όμως, μετράμε την ισχύ σε W και το χρόνο σε h , τότε υπολογίζουμε την ηλεκτρική ενέργεια σε **βατώρες (Wh)**.

Με βάση την εξίσωση $E_{\eta\lambda} = P_{\eta\lambda} \cdot t$ ισχύει ότι $1 Wh = 1 W \cdot 1 h = 1 W \cdot 3.600 s = 3.600 W \cdot s = 3.600 J$

Η **κιλοβατώρα (kWh)** είναι η μονάδα ενέργειας που χρησιμοποιεί η Δ.Ε.Η., στους λογαριασμούς που μας στέλνει.

$$1 kWh = 1.000 Wh = 1.000 \cdot 3.600 J = 3.600.000 J$$

- Β)** Να υπολογίσετε πόσες κιλοβατώρες καταναλώνει μια συσκευή ισχύος 100 W, όταν λειτουργεί για 10 h.

Γνωρίζοντας την ισχύ κατανάλωσης της συσκευής και το χρόνο λειτουργίας της, υπολογίζουμε την ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνει από την εξίσωση

$$E_{\eta\lambda} = P_{\eta\lambda} \cdot t = 100 W \cdot 10 h = 1.000 Wh = 1 kWh$$

3.6 Μια μπαταρία συνδέεται –με τη βοήθεια αγωγών– στα άκρα ενός κινητήρα, ο οποίος αρχίζει να περιστρέφεται.

Μετράμε ότι η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος στο κύκλωμα είναι $I = 2 \text{ A}$ και η ηλεκτρική τάση στους πόλους της μπαταρίας είναι $V_{\mu} = 12 \text{ V}$.

Να ξαναδιατυπώσετε όσες από τις παρακάτω προτάσεις, που αφορούν το κύκλωμα που περιγράψαμε, τις θεωρείτε επιστημονικά λανθασμένες, έτσι ώστε να είναι επιστημονικά ορθές.

A) Η ηλεκτρική τάση στα άκρα του κινητήρα είναι $V_{\kappa} = 12 \text{ V}$.

Επιστημονικά ορθή πρόταση.

B) Τα άκρα του αμπερομέτρου παρεμβάλλονται στο κύκλωμα, στο σημείο όπου θέλουμε να μετρήσουμε την ένταση του ρεύματος.

Επιστημονικά ορθή πρόταση.

Γ) Τα άκρα του βολτομέτρου συνδέονται στα σημεία του κυκλώματος, ανάμεσα στα οποία θέλουμε να μετρήσουμε την ηλεκτρική τάση.

Επιστημονικά ορθή πρόταση.

Δ) Το ηλεκτρικό φορτίο που διέρχεται κάθε 1 s από τη μπαταρία και από οποιαδήποτε διατομή των αγωγών του κυκλώματος είναι 12 C.

Επειδή το ρεύμα έχει ένταση 2 A, το φορτίο που περνά κάθε 1 s από τη μπαταρία και από οποιαδήποτε διατομή των αγωγών του κυκλώματος είναι 2 C.

Ε) Η ηλεκτρική ενέργεια που προσφέρεται σε κάθε 1 C ηλεκτρικού φορτίου, κάθε φορά που περνά από τη μπαταρία, είναι 2 J.

Επειδή η τάση της μπαταρίας είναι 12 V, η ηλεκτρική ενέργεια που προσφέρεται σε κάθε 1 C φορτίου, κάθε φορά που περνά από τη μπαταρία, είναι 12 J.

Ζ) Η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνει ο κινητήρας κάθε 1 s είναι 6 J.

Η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνει ο κινητήρας κάθε 1 s είναι $E_{\eta\lambda} = V_{\kappa} I_{\kappa} t = (12 \cdot 2 \cdot 1) \text{ J} = 24 \text{ J}$

Η) Το ηλεκτρικό ρεύμα μεταφέρει στον κινητήρα ηλεκτρική ισχύ 12 W.

Το ηλεκτρικό ρεύμα μεταφέρει στον κινητήρα ηλεκτρική ενέργεια 24 J κάθε 1 s, άρα μεταφέρει ηλεκτρική ισχύ 24 W.

3.7 [Ερώτηση 5 – σελ.84 σχολικού βιβλίου]

Ηλεκτρικό ρεύμα ορισμένης έντασης διαρρέει αντιστάτη, για χρονικό διάστημα 2 min. Η ποσότητα τής ηλεκτρικής ενέργειας που ο αντιστάτης μετατρέπει σε θερμική είναι 30 J. Αν διπλασιαστεί η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος, να υπολογίσετε ποια είναι η αντίστοιχη ποσότητα τής ηλεκτρικής ενέργειας, που μετατρέπεται σε θερμική σε 1 min.

Όταν το ηλεκτρικό ρεύμα διαρρέει έναν αντιστάτη (μεταλλικό αγωγό), όλη η ηλεκτρική ενέργεια που του προσφέρει μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια.

Αν η θερμοκρασία του αντιστάτη διατηρηθεί σταθερή, τότε όλη η παραγόμενη θερμική ενέργεια διαρρέει στο περιβάλλον.

Αυτή τη –μεταβιβαζόμενη στο περιβάλλον– θερμική ενέργεια τη λέμε θερμότητα και μπορούμε να τη λογαριάσουμε με το νόμο του Joule: $Q = I^2 R t$ (R : αντίσταση του αντιστάτη, I : ένταση ρεύματος που τον διαρρέει, t : χρονικό διάστημα που ο αντιστάτης διαρρέεται από ρεύμα)

Αν διπλασιαστεί η ένταση του ρεύματος ($I' = 2I$) και υποδιπλασιαστεί ο χρόνος που το ρεύμα διαρρέει τον ίδιο αντιστάτη ($t' = t/2$), τότε η θερμότητα που παράγεται είναι:

$$Q' = I'^2 R t' = (2I)^2 R \frac{t}{2} = 4 I^2 R \frac{t}{2} = 2 I^2 R t = 2 Q$$

είναι, δηλαδή, διπλάσια τής προηγούμενης θερμότητας –και, συνεπώς, είναι $Q' = 60 \text{ J}$.

3.8 [Ερώτηση 10 – σελ.84 σχολικού βιβλίου]

Να εξηγήσετε αν ένας κινητήρας μπορεί να αποδίδει μηχανική ισχύ μεγαλύτερη από την ηλεκτρική ισχύ που μεταφέρει σ' αυτόν το ηλεκτρικό ρεύμα.

Ένας κινητήρας χρησιμοποιεί (καταναλώνει) ηλεκτρική ενέργεια και τη μετατρέπει σε (ωφέλιμη) μηχανική ενέργεια και σε (άχρηστη) θερμική ενέργεια.

Η αρχή διατήρησης τής ενέργειας για τον κινητήρα γράφεται:

$$(\text{ηλεκτρική ενέργεια}) = (\text{μηχανική ενέργεια}) + (\text{θερμική ενέργεια}) \quad \text{ή, συμβολικά,} \quad E_{\eta\lambda} = E_{\mu\eta\chi} + E_{\theta\epsilon\rho}$$

Αν διαιρέσουμε τα δύο μέλη τής εξίσωσης με το χρόνο t λειτουργίας τού κινητήρα:

$$\frac{E_{\eta\lambda}}{t} = \frac{E_{\mu\eta\chi}}{t} + \frac{E_{\theta\epsilon\rho}}{t}$$

Το κλάσμα $\frac{E_{\eta\lambda}}{t}$ είναι η ηλεκτρική ισχύς $P_{\eta\lambda}$ που καταναλώνει ο κινητήρας (ή, αλλιώς, η ισχύς που μεταφέρει σ' αυτόν το ηλεκτρικό ρεύμα)

Το κλάσμα $\frac{E_{\mu\eta\chi}}{t}$ μπορούμε να το ονομάσουμε μηχανική ισχύ $P_{\mu\eta\chi}$ που αποδίδει ο κινητήρας.

Το κλάσμα $\frac{E_{\theta\epsilon\rho}}{t}$ μπορούμε να το ονομάσουμε θερμική ισχύ $P_{\theta\epsilon\rho}$ που παράγει ο κινητήρας. Επομένως:

$$P_{\eta\lambda} = P_{\mu\eta\chi} + P_{\theta\epsilon\rho}$$

Από την τελευταία εξίσωση φαίνεται ότι $P_{\eta\lambda} > P_{\mu\eta\chi}$.

Δηλαδή, η μηχανική ισχύς που αποδίδει ο κινητήρας είναι πάντα μικρότερη τής ηλεκτρικής ισχύος που καταναλώνει (ως συνέπεια τής αρχής διατήρησης τής ενέργειας).

3.9 [Άσκηση 1 – σελ.84 σχολικού βιβλίου]

Σε ηλεκτρικό καταναλωτή αναγράφονται από τον κατασκευαστή οι ενδείξεις : 12 V, 30 W. Να εξηγήσετε τι σημαίνει αυτή η πληροφορία.

Αν εφαρμόσουμε στους πόλους τού καταναλωτή τάση 12 V, να υπολογίσετε πόση θα είναι η ένταση τού ηλεκτρικού ρεύματος που θα τον διαρρέει.

Η ένδειξη 12 V σημαίνει ότι, για να λειτουργεί κανονικά ο καταναλωτής (σύμφωνα με τις προδιαγραφές που κατασκευάστηκε), στα άκρα του πρέπει να προσφέρεται τάση 12 V.

Με μικρότερη τάση ο καταναλωτής υπολειτουργεί, ενώ με μεγαλύτερη τάση κινδυνεύει να καταστραφεί.

Αν ο καταναλωτής λειτουργεί με κανονική τάση (12 V), η ισχύς που καταναλώνει είναι 30 W.

Η ισχύς που καταναλώνει, η ένταση τού ρεύματος που τον διαρρέει και η τάση στα άκρα τού καταναλωτή συνδέονται με την εξίσωση: $P = V I$ απ' όπου μπορούμε να υπολογίσουμε την ένταση τού ρεύματος κανονικής λειτουργίας τού καταναλωτή:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{30}{12} \text{ A} = 2,5 \text{ A}$$

3.10 [Άσκηση 6 – σελ.85 σχολικού βιβλίου]

Στο κύκλωμα τής διπλανής εικόνας οι δύο αντιστάτες έχουν αντιστάσεις $R_1 = 20 \Omega$ και $R_2 = 40 \Omega$, αντίστοιχα. Μόλις κλείσουμε το διακόπτη, η ένδειξη τού βολτομέτρου είναι $V = 12 \text{ V}$.

A) Να υπολογίσετε την ένδειξη τού αμπερομέτρου

(Τα όργανα μέτρησης δεν "ενοχλούν" το κύκλωμα και, ενώ μας δίνουν πληροφορίες γι' αυτό, δεν επηρεάζουν τις τιμές των μεγεθών του.) Το αμπερόμετρο μετράει το ρεύμα, έντασης I_{π} , που περνάει από την πηγή, μετά εισέρχεται στο σύστημα των αντιστατών και εξέρχεται, για να καταλήξει στην πηγή. Ισχύει, δηλαδή, $I_{\pi} = I_1 = I_2$.

Οι αντιστάτες συνδέονται σε σειρά και, άρα, το σύστημα έχει ισοδύναμη αντίσταση

$$R_{\text{ισ}} = R_1 + R_2 = (20 + 40) \Omega = 60 \Omega$$

ενώ η τάση στα άκρα του B, Γ είναι η ένδειξη τού βολτομέτρου $V = 12 \text{ V}$.

Σύμφωνα με το νόμο τού Ohm, για το σύστημα των αντιστατών ισχύει: $I_{\pi} = \frac{V}{R_{\text{ισ}}} = \frac{12}{60} \text{ A} = 0,2 \text{ A}$ (ένδειξη αμπερομέτρου)

B) Να υπολογίσετε την ποσότητα τής θερμότητας που μεταφέρεται από κάθε αντιστάτη στο περιβάλλον, σε χρονικό διάστημα $t = 2 \text{ min}$

Όταν το ηλεκτρικό ρεύμα διαρρέει έναν αντιστάτη, η θερμότητα που αποβάλλει στο περιβάλλον μπορεί να υπολογιστεί από το νόμο τού Τζάουλ: $Q = I^2 R t$ (R : αντίσταση τού αντιστάτη, I : ένταση ρεύματος που τον διαρρέει, t : χρονικό διάστημα που ο αντιστάτης διαρρέεται από ρεύμα)

Επειδή οι δύο αντιστάτες διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα $I_1 = I_2 = 0,2 \text{ A}$, η θερμότητα που αποβάλλει ο καθένας, σε χρονικό διάστημα $t = 2 \text{ min} = 120 \text{ s}$, είναι:

$$Q_1 = I_1^2 R_1 t = (0,2^2 \cdot 20 \cdot 120) \text{ J} = (0,04 \cdot 2.400) \text{ J} = 96 \text{ J} \quad \text{και} \quad Q_2 = I_2^2 R_2 t = (0,2^2 \cdot 40 \cdot 120) \text{ J} = (0,04 \cdot 4.800) \text{ J} = 192 \text{ J}$$

Γ) Να υπολογίσετε την ηλεκτρική ενέργεια που παρέχει η πηγή στο κύκλωμα, στο ίδιο χρονικό διάστημα

Στο κύκλωμα, εκτός από τους δύο αντιστάτες, δεν υπάρχουν άλλοι καταναλωτές. Έτσι, σύμφωνα με την αρχή διατήρησης τής ενέργειας, όση ηλεκτρική ενέργεια προσφέρει η πηγή στο χρονικό διάστημα $t = 120 \text{ s}$, μετατρέπεται σε θερμότητα στους δύο αντιστάτες:

$$E_{\text{ηλ}} = Q_1 + Q_2 = 96 \text{ J} + 192 \text{ J} = 288 \text{ J}$$

Δ) Να υπολογίσετε την παραγόμενη θερμότητα ανά δευτερόλεπτο σε κάθε αντιστάτη

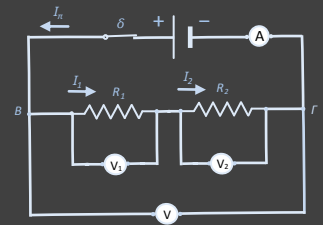
Αν, για κάθε αντιστάτη, διαιρέσουμε τη παραγόμενη θερμότητα με τον αντίστοιχο χρόνο, βρίσκουμε την παραγόμενη θερμότητα ανά δευτερόλεπτο:

$$\frac{Q_1}{t} = \frac{96 \text{ J}}{120 \text{ s}} = \frac{4 \text{ J}}{5 \text{ s}} = 0,8 \frac{\text{J}}{\text{s}} \quad \text{και} \quad \frac{Q_2}{t} = \frac{192 \text{ J}}{120 \text{ s}} = 1,6 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

Ε) Να υπολογίσετε την ενέργεια που παρέχει η πηγή στο κύκλωμα ανά δευτερόλεπτο

Σύμφωνα –και πάλι– με την αρχή διατήρησης τής ενέργειας, μπορούμε να προσθέσουμε τους παραπάνω "ρυθμούς" με τους οποίους παράγεται η θερμότητα και να υπολογίσουμε την ενέργεια που παρέχει η πηγή στο κύκλωμα ανά δευτερόλεπτο:

$$\frac{E_{\text{ηλ}}}{t} = 0,8 \frac{\text{J}}{\text{s}} + 1,6 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 2,4 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

**3.11 [Άσκηση 7α,β,γ – σελ.85 σχολικού βιβλίου]**

Μια μπαταρία συνδέεται με τα άκρα ενός κινητήρα, έτσι ώστε ο κινητήρας να περιστρέφεται.

Με τη βοήθεια ενός αμπερομέτρου μετράμε την ένταση τού ηλεκτρικού ρεύματος τού κυκλώματος.

Με ένα βολτόμετρο μετράμε την τάση στους πόλους τής μπαταρίας.

A) Να σχεδιάσετε συμβολικά το παραπάνω κύκλωμα.

B) Αν η ένδειξη τού αμπερομέτρου παραμένει σταθερή και ίση με $I = 0,5 \text{ A}$, να υπολογίσετε το ηλεκτρικό φορτίο που διέρχεται από τη μπαταρία και από τον κινητήρα, σε χρονικό διάστημα $t = 1 \text{ min}$.

Το αμπερόμετρο μετράει την ένταση I του ρεύματος που διαρρέει τη μπαταρία και τον κινητήρα.

Σε χρονικό διάστημα $t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$, το ηλεκτρικό φορτίο που διέρχεται από τη μπαταρία και τον κινητήρα είναι $q = It = (0,5 \cdot 60) \text{ C} = 30 \text{ C}$

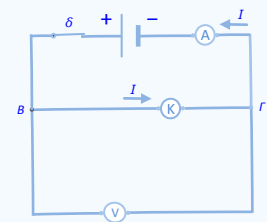
Γ) Αν η ένδειξη τού βολτομέτρου παραμένει σταθερή και ίση με $V = 6 \text{ V}$, να υπολογίσετε την ποσότητα τής χημικής ενέργειας τής μπαταρίας που μετατρέπεται σε ηλεκτρική, στο ίδιο χρονικό διάστημα.

Επειδή η ηλεκτρική τάση στους πόλους τής μπαταρίας είναι $V = 6 \text{ V}$, αν πέρασουν από τη μπαταρία ηλεκτρόνια, με συνολικό φορτίο q , η μπαταρία τούς προσφέρει ηλεκτρική ενέργεια $E_{\text{ηλ}} = V q$

Σε χρονικό διάστημα $t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$, το ηλεκτρικό φορτίο που διέρχεται από τη μπαταρία είναι $q = 30 \text{ C}$.

Άρα, λαμβάνουν από τη μπαταρία ηλεκτρική ενέργεια $E_{\text{ηλ}} = V q = (6 \cdot 30) \text{ J} = 180 \text{ J}$.

Η ενέργεια αυτή προέρχεται από ισόποση χημική ενέργεια, που η μπαταρία μετασχηματίζει σε ηλεκτρική.

**3.12 [Άσκηση 8 – σελ.85 σχολικού βιβλίου]**

Συνδέουμε τους πόλους κινητήρα με ηλεκτρική πηγή, σταθερής τάσης 12 V , οπότε η ένταση τού ηλεκτρικού ρεύματος που τον διαρρέει είναι 2 A .

Ο κινητήρας αποδίδει μηχανική ενέργεια 1.000 J σε χρονικό διάστημα 1 min .

A) Να υπολογίσετε την ηλεκτρική ισχύ που μεταφέρει το ηλεκτρικό ρεύμα στον κινητήρα.

Η ένταση τού ρεύματος που διαρρέει τον κινητήρα είναι $I_{\kappa} = 2 \text{ A}$ και η τάση στα άκρα του είναι όση και τής πηγής, $V_{\kappa} = 12 \text{ V}$.

Η ηλεκτρική ισχύς που καταναλώνει ο κινητήρας είναι $P_{\eta\lambda} = V_{\kappa} I_{\kappa} = (12 \cdot 2) \text{ W} = 24 \text{ W}$

Αυτό σημαίνει ότι, κάθε s ο κινητήρας καταναλώνει ηλεκτρική ενέργεια 24 J .

Θεωρούμε ότι τα καλώδια σύνδεσης έχουν ασίμηνη αντίσταση και έτσι δεν υπάρχει άλλος καταναλωτής στο κύκλωμα.

Άρα, όλη η ενέργεια τής πηγής χρησιμοποιείται από τον κινητήρα –που σημαίνει ότι, κάθε s η πηγή μεταφέρει στον κινητήρα ηλεκτρική ενέργεια 24 J .

Συνεπώς, η ισχύς που προσφέρει η πηγή είναι 24 W .

B) Να υπολογίσετε την ηλεκτρική ενέργεια που μεταφέρει το ηλεκτρικό ρεύμα στον κινητήρα, σε χρονικό διάστημα 1 min .

Εφόσον κάθε s η πηγή μεταφέρει στον κινητήρα ηλεκτρική ενέργεια 24 J , άρα σε $1 \text{ min} = 60 \text{ s}$, η ενέργεια που μεταφέρεται σ' αυτόν είναι $(60 \cdot 24) \text{ J} = 1.440 \text{ J}$.

Γ) Να υπολογίσετε τη θερμότητα που μεταφέρεται από τον κινητήρα στο περιβάλλον, στο ίδιο χρονικό διάστημα.

Ο κινητήρας, λουπόν, κάθε 1 min καταναλώνει ηλεκτρική ενέργεια 1.440 J και αποδίδει μηχανική ενέργεια 1.000 J .

Η διαφορά $(1.440 - 1.000) \text{ J} = 440 \text{ J}$ είναι ηλεκτρική ενέργεια που μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια στο εσωτερικό κύκλωμα τού κινητήρα.

Εάν, με κάποιο σύστημα ψύξης, διατηρούμε σταθερή τη θερμοκρασία τού κινητήρα, όλη αυτή η επιπλέον θερμική ενέργεια (440 J) αποβάλλεται ως θερμότητα στο περιβάλλον.

3.13 [Άσκηση 9 – σελ.85 σχολικού βιβλίου]

Σε κινητήρα που λειτουργεί με τάση 120 V μπορεί να μεταφερθεί ηλεκτρική ισχύς 600 W, σύμφωνα με τις προδιαγραφές τού κατασκευαστή του.

Τότε, το 80% της ηλεκτρικής ισχύος μετατρέπεται από τον κινητήρα σε μηχανική ισχύ. Αν ο κινητήρας λειτουργεί με αυτές τις προδιαγραφές:

Α) Να υπολογίσετε την ηλεκτρική ενέργεια που μεταφέρεται στον κινητήρα, όταν λειτουργεί για 10 min.

Η ηλεκτρική ισχύς, $P_{\eta\lambda} = 600 \text{ W}$, που καταναλώνει ο κινητήρας, σημαίνει ότι μεταφέρεται σ' αυτόν ηλεκτρική ενέργεια 600 J σε κάθε 1 s.

Άρα, σε χρόνο $t = 10 \text{ min} = 10 \cdot 60 \text{ s} = 600 \text{ s}$ η ηλεκτρική ενέργεια που μεταφέρεται στον κινητήρα είναι $E_{\eta\lambda} = P_{\eta\lambda} t = 600 \text{ W} \cdot 600 \text{ s} = 360.000 \text{ J} = 360 \text{ kJ}$

Β) Να υπολογίσετε την ένταση τού ηλεκτρικού ρεύματος που τον διαρρέει.

Όταν ο κινητήρας λειτουργεί κανονικά, η τάση στα άκρα του είναι $V_k = 120 \text{ V}$ και η ισχύς που καταναλώνει είναι $P_{\eta\lambda} = 600 \text{ W}$.

Ισχύει τότε $P_{\eta\lambda} = V_k I_k$ και άρα η ένταση τού ρεύματος που διαρρέει τον κινητήρα είναι

$$I_k = \frac{P_{\eta\lambda}}{V_k} = \frac{600}{120} \text{ A} = 5 \text{ A}$$

Γ) Να υπολογίσετε τη μηχανική ισχύ που αποδίδει.

Ο κινητήρας μετατρέπει σε μηχανική ισχύ το 80% της ηλεκτρικής ισχύος που του προσφέρεται. Άρα η (ωφέλιμη) μηχανική ισχύς που αποδίδει είναι:

$$P_{\mu\eta\chi} = 80\% P_{\eta\lambda} = \frac{80}{100} P_{\eta\lambda} = 0,8 \cdot 600 \text{ W} = 480 \text{ W}$$

Δ) Να υπολογίσετε τη μηχανική ενέργεια που αποδίδει σε 10 min λειτουργίας.

Η μηχανική ισχύς, $P_{\mu\eta\chi} = 480 \text{ W}$, που αποδίδει ο κινητήρας σημαίνει ότι αποδίδει μηχανική ενέργεια 480 J σε κάθε 1 s.

Άρα, σε χρόνο $t = 10 \text{ min} = 10 \cdot 60 \text{ s} = 600 \text{ s}$ ο κινητήρας αποδίδει μηχανική ενέργεια $E_{\mu\eta\chi} = P_{\mu\eta\chi} t = (480 \cdot 600) \text{ J} = 288.000 \text{ J} = 288 \text{ kJ}$

Ε) Να υπολογίσετε το μέρος τής ηλεκτρικής ενέργειας που μετατρέπονται σε θερμική ενέργεια, σε κάθε s.

Σε κάθε 1 s λουτόν ο κινητήρας καταναλώνει 600 J ηλεκτρικής ενέργειας και αποδίδει 480 J μηχανικής ενέργειας.

Τα υπόλοιπα $(600 - 480) \text{ J} = 120 \text{ J}$ ενέργειας μετατρέπονται σε θερμική ενέργεια στο εσωτερικό κύκλωμα τού κινητήρα.

Δηλαδή, ο κινητήρας μετατρέπει σε θερμική ενέργεια τα 120 J από τα 600 J ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνει.

Επομένως, η παραγόμενη θερμική ενέργεια είναι το $\frac{120}{600} = \frac{1}{5} = 0,2 = 20\%$ της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται.

ΣΤ) Να υπολογίσετε το μέρος τής ηλεκτρικής ενέργειας που μεταφέρεται ως θερμότητα στο περιβάλλον, σε 10 min λειτουργίας.

Σε 10 min λειτουργίας υπολογίσαμε ότι ο κινητήρας καταναλώνει ηλεκτρική ενέργεια 360 kJ και αποδίδει μηχανική ενέργεια 288 kJ, άρα σε θερμική ενέργεια μετατρέπονται $(360 - 288) \text{ kJ} = 72 \text{ kJ}$.

Εάν, με κάποιο σύστημα ψύξης, διατηρούμε σταθερή τη θερμοκρασία τού κινητήρα, όλη αυτή η επιπλέον θερμική ενέργεια (72 kJ) αποβάλλεται ως θερμότητα στο περιβάλλον. Τότε, η θερμότητα που αποβάλλεται στο περιβάλλον είναι το $\frac{72}{360} = \frac{1}{5} = 0,2 = 20\%$ της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται.

3.14 [Άσκηση 10α – σελ.86 σχολικού βιβλίου]

Η μέγιστη ηλεκτρική ισχύς που μπορεί να μεταφερθεί σε έναν αντιστάτη, αντίστασης 100 Ω, χωρίς να καεί, είναι 4 W.

Να υπολογίσετε τη μέγιστη τιμή τού ηλεκτρικού ρεύματος, που μπορεί να διαρρέει τον αντιστάτη.

Η ηλεκτρική ισχύς $P_{\eta\lambda}$ που καταναλώνει ο αντιστάτης σχετίζεται με την τάση V στα άκρα του και την ένταση I τού ρεύματος που τον διαρρέει: $P_{\eta\lambda} = V_{av} I_{av}$

Επειδή κάθε αντιστάτης πειθαρχεί στο νόμο τού Ομ, ισχύει: $V_{av} = I_{av} R$

Συνδυάζοντας τις παραπάνω εξισώσεις: $P_{\eta\lambda} = (I_{av} R) I_{av} = I_{av}^2 R$

Άρα, η ένταση τού ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη είναι: $I_{av}^2 = \frac{P_{\eta\lambda}}{R}$ ή $I_{av} = \pm \sqrt{\frac{P_{\eta\lambda}}{R}}$

και, επειδή πάντα η ένταση τού ρεύματος παίρνει θετικές τιμές, κρατάμε μόνο τη λύση: $I_{av} = \sqrt{\frac{P_{\eta\lambda}}{R}}$

Βλέπουμε ότι, καθώς μεγαλώνει η ένταση τού ρεύματος στον αντιστάτη, μεγαλώνει και η ηλεκτρική ισχύς που καταναλώνει.

Η μέγιστη ισχύς, λουτόν, αντιστοιχεί στη μέγιστη ένταση ρεύματος: $I_{av,μεγ} = \sqrt{\frac{P_{\eta\lambda,μεγ}}{R}} = \sqrt{\frac{4}{100}} \text{ A} = \sqrt{\frac{1}{25}} \text{ A} = \frac{1}{5} \text{ A} = 0,2 \text{ A}$



ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ

4.1 [Συμπλήρωση λέξεων] Τις κινήσεις που επαναλαμβάνονται σε ίσα χρονικά διαστήματα τις λέμε *περιοδικές* (1) .

Τέτοιες κινήσεις, αν το κινητό παλινδρομεί μεταξύ δύο ακραίων θέσεων, τις λέμε *ταλαντώσεις* (2).

Σε μία ταλάντωση:

- Τη θέση του κινητού, στην οποία μηδενίζεται η συνισταμένη των δυνάμεων που δέχεται, τη λέμε *θέση ισορροπίας* (3) τής ταλάντωσης.
- Τη μέγιστη απομάκρυνση του κινητού από την παραπάνω θέση τη λέμε *πλάτος* (4) τής ταλάντωσης.
- Τη διάρκεια μιας επανάληψης τής ταλάντωσης τη λέμε *περίοδο* (5) τής ταλάντωσης.
- Το πλήθος των επαναλήψεων τής ταλάντωσης ανά δευτερόλεπτο το λέμε *συχνότητα* (6) τής ταλάντωσης.
- Η εξίσωση που συνδέει την περίοδο T και τη συχνότητα f τής ταλάντωσης είναι $f = 1 / T$ (7).

4.2 [Συμπλήρωση λέξεων] Θεωρούμε ένα μικρό σώμα, δεμένο στο κάτω άκρο κατακόρυφου στερεωμένου ελατηρίου. Το σύστημα ελατήριο-σώμα ταλαντώνεται. Κατά τη διάρκεια τής ταλάντωσης στο σώμα ασκούνται: η δύναμη του *βάρους* (1) του, η οποία είναι σταθερή, και η δύναμη του *ελατηρίου* (2), η οποία μεταβάλλεται (σύμφωνα με το νόμο του Χουκ) και.

Άρα, η συνισταμένη δύναμη *μεταβάλλεται* (3) κατά τη διάρκεια τής ταλάντωσης και μηδενίζεται σε κάποια θέση, που τη λέμε *θέση ισορροπίας* (4).

Καθώς το σώμα απομακρύνεται από τη θέση ισορροπίας, η συνισταμένη δύναμη τείνει να το *επαναφέρει* (5) στη θέση αυτή.

Στις ακραίες θέσεις τής ταλάντωσης το σώμα έχει μόνο *δυναμική* (6) ενέργεια ελαστικότητας, ενώ στη θέση ισορροπίας έχει μόνο *κινητική* (7) ενέργεια.

Στις *ενδιάμεσες* (8) θέσεις έχει και τις δύο μορφές ενέργειας.

Αν δεν υπάρχουν *τριβές* (9), το άθροισμα τής κινητικής και τής δυναμικής ενέργειας είναι *σταθερό* (10), για όλες τις θέσεις τής ταλάντωσης.

4.3 Να περιγράψετε πώς μεταβάλλεται η περίοδος ενός εκκρεμούς,

A) αν μεταβληθεί η μάζα του

Η περίοδος του εκκρεμούς δεν επηρεάζεται από τη μάζα του

B) αν μεταβληθεί το πλάτος τής ταλάντωσής του

Η περίοδος του εκκρεμούς δεν επηρεάζεται από το πλάτος τής ταλάντωσής του, αρκεί το νήμα να μην εκτρέπεται περισσότερο από 10° από την κατακόρυφο.

Γ) αν το μεταφέρουμε σε κάποιο άλλο τόπο

Η περίοδος του εκκρεμούς επηρεάζεται από τον τόπο όπου βρίσκεται.

Συγκεκριμένα, όταν το ίδιο εκκρεμές μετακινηθεί από τον Ισημερινό προς τους πόλους, η περιόδός του μειώνεται.

Δ) αν μεταβληθεί το μήκος του

Η περίοδος του εκκρεμούς επηρεάζεται και από το μήκος του νήματός του. Συγκεκριμένα, αν αυξηθεί το μήκος του νήματος, αυξάνεται και η περίοδος.

Όλα τα εκκρεμή με ίδιο μήκος νήματος έχουν ίδια περίοδο, ανεξάρτητα από τη μάζα τους και το πλάτος τής ταλάντωσης –γι' αυτό χρησιμοποιούνται ως χρονόμετρα.

4.4 Ένα εκκρεμές ολοκληρώνει 40 επαναλήψεις τής ταλάντωσής του σε 2 λεπτά. Να βρείτε την περίοδο και τη συχνότητά του.

Η περίοδος του εκκρεμούς είναι η χρονική διάρκεια μιας επανάληψης τής ταλάντωσής του και υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$\text{περίοδος} = \frac{\text{χρονικό διάστημα}}{\text{επαναλήψεις τής ταλάντωσης}} \quad \text{ή, συμβολικά, } T = \frac{t}{N} = \frac{2 \cdot 60 \text{ s}}{40} = \frac{120 \text{ s}}{40} = 3 \text{ s}$$

Γνωρίζοντας, πλέον, την περίοδο τής ταλάντωσης, η συχνότητά της είναι:

$$\text{συχνότητα} = \frac{1}{\text{περίοδος ταλάντωσης}} \quad \text{ή, συμβολικά, } f = \frac{1}{T} = \frac{1}{3} \text{ Hz (χερτζ)}$$





ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ

5.1 Να περιγράψετε τι εννοούμε με την έννοια μηχανικό κύμα.

Αν ένα υλικό ηρεμεί και προσφερθεί ενέργεια σε μια περιοχή του, τα μόρια τής περιοχής απομακρύνονται από τη θέση ισορροπίας που κατείχαν. Επειδή τα μόρια αυτά αλληλεπιδρούν με τα υπόλοιπα μόρια του υλικού, η διαταραχή που προκλήθηκε διαδίδεται από μόριο σε μόριο και σε άλλες περιοχές του υλικού. Τη διάδοση μιας διαταραχής από μόριο σε μόριο ενός υλικού τη λέμε **μηχανικό κύμα** και αποτελεί ένα μηχανισμό μεταφοράς ενέργειας, χωρίς ταυτόχρονη μεταφορά ύλης. Το υλικό στο οποίο διαδίδεται η μηχανική ενέργεια το λέμε **μέσο διάδοσης** του κύματος.

5.2 Στο κενό μπροστά από κάθε πρόταση παρακάτω να συμπληρώσετε είτε Ε είτε Δ είτε Ε+Δ αν η πρόταση αφορά –αντίστοιχα– μόνο τα εγκάρσια κύματα, μόνο τα διαμήκη κύματα ή και τα δύο είδη κυμάτων.

- | | |
|--------------|---|
| <u>Ε + Δ</u> | Μεταφέρεται ενέργεια από σωματίδιο σε σωματίδιο του μέσου διάδοσης –και όχι ύλη. |
| <u>Ε</u> | Διαδίδονται μόνο στα στερεά. |
| <u>Δ</u> | Διαδίδονται στα στερεά, τα υγρά και τα αέρια. |
| <u>Ε</u> | Τα σωματίδια του μέσου διάδοσης κινούνται κάθετα στην κατεύθυνση που το κύμα διαδίδεται. |
| <u>Δ</u> | Τα σωματίδια του μέσου διάδοσης κινούνται παράλληλα στην κατεύθυνση που το κύμα διαδίδεται. |
| <u>Δ</u> | Σχηματίζονται πυκνώματα και αραιώματα στο μέσο διάδοσης του κύματος. |
| <u>Ε</u> | Σχηματίζονται όρη και κοιλάδες στο μέσο διάδοσης του κύματος. |

