

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΦΟΡΤΙΟ

## 1.1 Γνωριμία με την ηλεκτρική δύναμη

### ▪ Ποια σώματα ονομάζονται ηλεκτρισμένα και ποια δύναμη ονομάζεται ηλεκτρική;

➤ **Ηλεκτρισμένα σώματα:** τα σώματα που μετά από τριβή αποκτούν την ιδιότητα να έλκουν ελαφρά αντικείμενα.

**Παραδείγματα:** Το στυλό μπικ που το τρίψαμε στο μάλλινο πουλόβερ μας. Το στυλό αυτό έλκει τα μικρά χαρτάκια.

➤ **Ηλεκτρική δύναμη:** η δύναμη που ασκείται μεταξύ ηλεκτρισμένων σωμάτων.

### ▪ Πως διαπιστώνουμε αν ένα σώμα είναι ηλεκτρισμένο;

➤ **Ηλεκτρικό εκκρεμές:** διάταξη που χρησιμοποιείται για να δούμε αν ένα σώμα είναι ηλεκτρισμένο. Αποτελείται από ένα ελαφρύ, μη ηλεκτρισμένο, αντικείμενο (π.χ. ένα μπαλάκι από φελιζόλ ή χαρτί) το οποίο κρέμεται με μία κλωστή από σταθερό σημείο. Για να δούμε εάν ένα σώμα είναι ηλεκτρισμένο το πλησιάζουμε στο μπαλάκι του εκκρεμούς. Αν το σώμα έλκει το μπαλάκι, τότε το σώμα είναι ηλεκτρισμένο.

### ▪ Είναι οι μαγνήτες ηλεκτρισμένα σώματα;

➤ Όταν πλησιάσουμε ένα μαγνήτη στο ηλεκτρικό εκκρεμές παρατηρούμε ότι το μπαλάκι του εκκρεμούς παραμένει "ασυγκίνητο". Αυτό μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι μαγνήτες δεν ανήκουν στα ηλεκτρισμένα σώματα και ότι η μαγνητική δύναμη είναι διαφορετική από την ηλεκτρική.

### ▪ Ποιες είναι οι ιδιότητες των ηλεκτρικών δυνάμεων;

➤ **Οι ηλεκτρικές δυνάμεις ασκούνται από απόσταση.** Για παράδειγμα ο πλαστικός χάρακας τον οποίο τρίβουμε στα φύλλα του βιβλίου έλκει το μπαλάκι του εκκρεμούς χωρίς να έρχεται σε επαφή με αυτό.

➤ **Η ηλεκτρική δύναμη ασκείται σε διαφορετικά σώματα από ότι ασκείται η μαγνητική.** Αν πλησιάσουμε ένα **μαγνήτη** στο μπαλάκι του ηλεκτρικού εκκρεμούς τότε αυτός δεν το έλκει. Ο μαγνήτης μπορεί να έλκει μόνο αντικείμενα από σίδηρο, κοβάλτιο ή νικέλιο (σιδηρομαγνητικά υλικά).

➤ **Οι ηλεκτρικές δυνάμεις μεταξύ δύο ηλεκτρισμένων σωμάτων μπορεί να είναι ελκτικές ή απωστικές.** Για παράδειγμα εάν τρίψουμε δύο γυάλινες ράβδους με μεταξωτό ύφασμα ή δύο πλαστικές ράβδους με μάλλινο ύφασμα, αυτές όταν βρεθούν η μία κοντά στην άλλη απωθούνται, ενώ αν τρίψουμε μία γυάλινη ράβδο με μεταξωτό ύφασμα και μία πλαστική ράβδο με μάλλινο ύφασμα, τότε αυτές όταν βρεθούν η μία κοντά στην άλλη έλκονται.

## Ερωτήσεις κατανόησης :

---

1. i) Από πού πήραν το όνομά τους τα ηλεκτρικά φαινόμενα;  
ii) Ποιος επιστήμονας παρατήρησε πρώτος τα φαινόμενα και ποιος άρχισε τη συστηματική μελέτη τους το 16<sup>ο</sup> αιώνα μ.Χ.;
2. i) Πότε λέμε ότι ένα σώμα είναι ηλεκτρισμένο;  
ii) Ποια δύναμη ονομάζουμε ηλεκτρική;
3. i) Τι είναι το ηλεκτρικό εκκρεμές;  
ii) Πως χρησιμοποιούμε το ηλεκτρικό εκκρεμές για να δούμε αν ένα σώμα είναι ηλεκτρισμένο;
4. i) Για να ασκηθεί μεταξύ δύο σωμάτων ηλεκτρική δύναμη πρέπει να έρθουν υποχρεωτικά σε επαφή;  
ii) Αν τοποθετήσουμε ένα μαγνήτη κοντά σε ένα ηλεκτρικό εκκρεμές τι θα παρατηρήσουμε;
5. i) Ποια υλικά ονομάζονται σιδηρομαγνητικά;  
ii) Η ηλεκτρική δύναμη ασκείται στα ίδια ή σε διαφορετικά σώματα απ' ότι η μαγνητική;
6. i) Οι ηλεκτρικές δυνάμεις μεταξύ δύο σωμάτων είναι πάντοτε ελκτικές;  
ii) Να αναφέρετε ένα παράδειγμα ελκτικής ηλεκτρικής δύναμης και ένα παράδειγμα απωστικής ηλεκτρικής δύναμης.
7. Τρίβουμε δύο πλαστικές ράβδους Α και Β με μάλλινο ύφασμα και τις φέρνουμε σε κοντινή απόσταση μεταξύ τους.  
i) Οι δυνάμεις μεταξύ των ράβδων είναι ελκτικές ή απωστικές;  
ii) Αν η Α ασκεί στη Β δύναμη 0,1 Ν, πόση δύναμη ασκεί η Β στην Α;  
iii) Υπάρχει περίπτωση η ράβδος Α να ασκεί δύναμη στη Β και η Β να μην ασκεί δύναμη στην Α; Ποιος νόμος της Φυσικής θα παραβιαζόταν;
8. Δύο γυάλινες ράβδοι Α και Β τρίβονται με μεταξωτό ύφασμα. Φέρνουμε τις ράβδους σε μικρή απόσταση μεταξύ τους. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές;  
α. Οι ράβδοι δεν αλληλεπιδρούν.  
β. Οι ράβδοι έλκονται.  
γ. Η ράβδος Α ασκεί δύναμη στη Β και η Β ασκεί δύναμη στην Α.  
δ. Οι ράβδοι απωθούνται.
9. Η δύναμη που ασκείται μεταξύ των ηλεκτρισμένων σωμάτων ονομάζεται:  
α. μαγνητική                      β. βαρυτική  
γ. ηλεκτρική                        δ. τριβή

**10.** Οι ηλεκτρικές δυνάμεις:

- α. είναι δυνάμεις τριβής
- β. ασκούνται όταν δύο σώματα έρχονται σε επαφή
- γ. ασκούνται από απόσταση
- δ. είναι μόνο ελκτικές.

**11.** Να συμπληρωθούν οι επόμενες προτάσεις με τις κατάλληλες λέξεις:

Για να ελέγξουμε αν ένα σώμα είναι ηλεκτρισμένο, χρησιμοποιούμε το ηλεκτρικό .....

Οι ηλεκτρικές δυνάμεις ασκούνται από ..... Η δύναμη που ασκείται μεταξύ ηλεκτρισμένων σωμάτων ονομάζεται .....

Η ηλεκτρική δύναμη ασκείται σε ..... σώματα απ' ότι η μαγνητική.

Οι ηλεκτρικές δυνάμεις άλλοτε είναι ..... και άλλοτε .....

**12.** Από τα παρακάτω φαινόμενα να βρείτε εκείνο που δεν είναι ηλεκτρικό:

- α. Το τίναγμα που νιώθουμε όταν ερχόμαστε σε επαφή με ένα αυτοκίνητο.
- β. Η έλξη μικρών αντικειμένων από πλαστικό στυλό που έχουμε τρίψει πάνω στο μάλλινο πουλόβερ μας.
- γ. Ο προσανατολισμός της μαγνητικής βελόνας κατά τη διεύθυνση Βορρά-Νότου.
- δ. Τα μικρά τριξίματα που ακούμε όταν ακούμε το μάλλινο πουλόβερ μας.

**13.** Να σημειώσετε ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές (Σ) και ποιες λανθασμένες (Λ).

- 1. Οι μαγνήτες έλκουν τα ηλεκτρισμένα σώματα.
- 2. Δύο ηλεκτρισμένα σώματα έλκονται πάντα μεταξύ τους.
- 3. Οι ηλεκτρικές δυνάμεις είναι άλλοτε ελκτικές και άλλοτε απωστικές.
- 4. Αν πλησιάσουμε ένα μαγνήτη στο σφαιρίδιο του ηλεκτρικού εκκρεμούς ο μαγνήτης θα απωθήσει το σφαιρίδιο.
- 5. Δύο ηλεκτρισμένα σώματα αλληλεπιδρούν χωρίς να βρίσκονται απαραίτητα σε επαφή μεταξύ τους.

## 1.2. Το ηλεκτρικό φορτίο

### ▪ Τι είναι το ηλεκτρικό φορτίο;

➤ **Ηλεκτρικό φορτίο:** φυσικό μέγεθος που συνδέεται με μια ιδιότητα που έχει η ύλη ούτως ώστε να εξηγήσουμε την προέλευση και τις ιδιότητες των ηλεκτρικών δυνάμεων. Συμβολίζεται με το γράμμα Q ή q.

### ▪ Ποια είδη ηλεκτρικού φορτίου υπάρχουν;

➤ Δύο είδη ηλεκτρικού φορτίου: το **θετικό φορτίο +q** και το **αρνητικό φορτίο -q**. Θετικό φορτίο έχουν τα σώματα τα οποία είναι όμοια φορτισμένα με τη γυάλινη ράβδο την οποία τρίψαμε με μεταξωτό ύφασμα. Τα θετικά φορτισμένα σώματα απωθούν τη γυάλινη ράβδο. Αρνητικό φορτίο έχουν τα σώματα τα οποία είναι όμοια φορτισμένα με την πλαστική ράβδο την οποία τρίψαμε με μάλλινο ύφασμα. Τα αρνητικά φορτισμένα σώματα απωθούν την πλαστική ράβδο, ενώ έλκουν τη γυάλινη ράβδο.

➤ Ένα σώμα μπορεί να είναι θετικά φορτισμένο ή αρνητικά φορτισμένο ή αφόρτιστο.

### ▪ Πότε έλκονται και πότε απωθούνται δυο φορτισμένα σώματα;

➤ Όταν δύο φορτισμένα σώματα απωθούνται μεταξύ τους είναι **όμοια φορτισμένα**, δηλαδή έχουν ίδιου είδους φορτίο, ενώ όταν έλκονται μεταξύ τους είναι **αντίθετα φορτισμένα**, δηλαδή έχουν διαφορετικού είδους φορτίο.

### ▪ Πως μετράμε το ηλεκτρικό φορτίο;

➤ Έχουμε δεχτεί ότι η **ηλεκτρική δύναμη ( $F_{ηλ}$ )** που ασκεί ή ασκείται σε ένα φορτισμένο σώμα είναι ανάλογη του φορτίου του. Όσο μεγαλύτερο είναι το φορτίο του σώματος τόσο μεγαλύτερη είναι και η ηλεκτρική δύναμη που ασκεί ή ασκείται στο φορτισμένο σώμα. Έτσι για να μετρήσουμε το ηλεκτρικό φορτίο μετράμε την ηλεκτρική δύναμη που ασκεί ή ασκείται σε αυτό.

### ▪ Ποια είναι η μονάδα μέτρησης του ηλεκτρικού φορτίου και ποια τα υποπολλαπλάσια της;

➤ **Μονάδα μέτρησης του ηλεκτρικού φορτίου στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων (S.I.): το Κουλόμπ (1C).** Όμως, φορτίο  $q=1C$  είναι πάρα πολύ μεγάλο, οπότε χρησιμοποιούμε τα υποπολλαπλάσιά του τα οποία είναι τα εξής:

- 1 μιλικουλόμπ:  $1mC=10^{-3}C$  άρα  $1C=(1/10^{-3})mC=10^3mC$ .
- 1 μικροκουλόμπ:  $1\mu C=10^{-6}C$  άρα  $1C=(1/10^{-6})\mu C=10^6\mu C$ .
- 1 νανοκουλόμπ:  $1nC=10^{-9}C$  άρα  $1C=(1/10^{-9})nC=10^9nC$ .
- 1 πικοκουλόμπ:  $1pC=10^{-12}C$  άρα  $1C=(1/10^{-12})pC=10^{12}pC$ .

▪ Πως υπολογίζουμε το συνολικό φορτίο δύο ή περισσότερων σωμάτων;

➤ Το ολικό φορτίο δύο ή περισσότερων φορτισμένων σωμάτων ισούται με το αλγεβρικό άθροισμα των φορτίων τους, δηλαδή:

$$q_{\text{ολ}} = q_1 + q_2$$

▪ Ποια σώματα ονομάζονται ηλεκτρικά ουδέτερα;

➤ Όταν το συνολικό φορτίο ενός σώματος είναι μηδέν, τότε το σώμα λέγεται ηλεκτρικά ουδέτερο, δηλαδή είναι αφόρτιστο.

## Λυμένες ασκήσεις:

### Υπολογισμός συνολικού φορτίου δύο ή περισσότερων σωμάτων.

Άσκηση: Να υπολογίσετε το συνολικό φορτίο τριών σωμάτων με φορτία:  $q_1 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ mC}$ ,  $q_2 = -2,5 \mu\text{C}$  και  $q_3 = 1500 \text{ nC}$ .

Λύση: Προκειμένου να υπολογίσουμε το συνολικό φορτίο των τριών σωμάτων θα πρέπει να προσθέσουμε αλγεβρικά τα φορτία τους. Πρώτα όμως θα πρέπει γίνει κατάλληλη μετατροπή ώστε όλα τα φορτία να εκφράζονται στην ίδια μονάδα μέτρησης (προτιμότερο είναι η μετατροπή να γίνει ώστε όλες οι μονάδες να είναι στο Διεθνές Σύστημα S.I.)

$$q_1 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ mC} = 4 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3} = 4 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

$$q_2 = -2,5 \mu\text{C} = -2,5 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

$$q_3 = 1500 \text{ nC} = 1,5 \cdot 10^3 \cdot 10^{-9} = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

Άρα

$$q_{\text{ολ}} = q_1 + q_2 + q_3 = 4 \cdot 10^{-6} \text{ C} + (-2,5 \cdot 10^{-6} \text{ C}) + 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ C} = 3 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

$$\underline{q_{\text{ολ}} = 3 \cdot 10^{-6} \text{ C}}$$

## Ερωτήσεις κατανόησης :

- i) Τι ονομάζουμε ηλεκτρικό φορτίο;

ii) Όταν δύο σώματα έχουν ηλεκτρικό φορτίο με τι είδους δυνάμεις αλληλεπιδρούν;

iii) Πόσα είδη ηλεκτρικού φορτίου υπάρχουν;
- i) Όταν δύο ηλεκτρισμένα σώματα έλκονται μεταξύ τους έχουν φορτία ίδιου ή διαφορετικού είδους;

ii) Πότε λέμε ότι ένα σώμα είναι θετικά φορτισμένο και πότε αρνητικά φορτισμένο;

3. Έστω ότι διαθέτουμε μία γυάλινη ράβδο την οποία έχουμε ηλεκτρίσει τρίβοντάς τη με μεταξωτό ύφασμα. Πως θα βρούμε αν ένα άλλο άγνωστο ηλεκτρισμένο σώμα είναι θετικά ή αρνητικά φορτισμένο;

4. i) Πως μπορούμε να συγκρίνουμε τα φορτία δύο σωμάτων;  
ii) Ποια είναι η μονάδα μέτρησης του ηλεκτρικού φορτίου στο S.I.;  
iii) Ποια είναι τα κύρια υποπολλαπλάσια του 1C;

5. i) Με τι ισούται το ολικό φορτίο δύο ή περισσότερων σωμάτων;  
ii) Πότε ένα σώμα λέμε ότι είναι ηλεκτρικά ουδέτερο;

6. Να συμπληρωθούν τα κενά στις επόμενες προτάσεις:

α. Υπάρχουν τουλάχιστον ..... διαφορετικά είδη φορτίου.

β. Όταν δύο ηλεκτρικά φορτισμένα σώματα απωθούνται μεταξύ τους, τότε λέμε ότι έχουν φορτίο ..... (ή ότι είναι ..... φορτισμένα).

γ. Όταν μια γυάλινη ράβδο την τρίψουμε με μεταξωτό ύφασμα, φορτίζεται ..... Μια πλαστική ράβδο, όταν την τρίψουμε με μάλλινο ύφασμα, φορτίζεται .....

δ. Η ηλεκτρική δύναμη που ασκεί ένα φορτισμένο σώμα είναι ..... του ηλεκτρικού φορτίου.

ε. Η μονάδα του ηλεκτρικού φορτίου στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων (.....) ονομάζεται .....

στ. Το ολικό φορτίο δύο ή περισσότερων φορτισμένων σωμάτων ισούται με το ..... των φορτίων τους.

ζ. Το σώμα που έχει ολικό φορτίο μηδέν ονομάζεται ..... ή αφόρτιστο.

7. Να συμπληρώσετε τα κενά:

α. Για να ελέγξουμε αν ένα σώμα είναι ηλεκτρισμένο χρησιμοποιούμε το ηλεκτρικό .....

β. Οι δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ δύο ηλεκτρισμένων σωμάτων ονομάζονται ..... και δρουν από .....

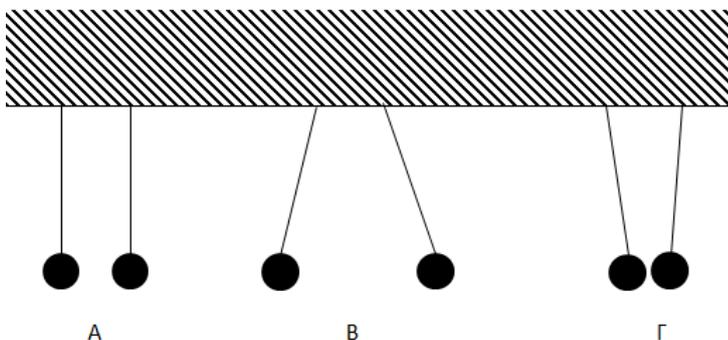
γ. Οι ηλεκτρικές δυνάμεις είναι είτε ..... είτε .....

8. Σε ποιο από τα παρακάτω σχήματα τα δύο σφαιρίδια:

α. Έχουν όμοιο φορτίο

β. Έχουν αντίθετο φορτίο

γ. Είναι ουδέτερα φορτισμένα.



9. Τέσσερις σφαίρες Α, Β, Γ, Δ είναι φορτισμένες. Γνωρίζουμε ότι η σφαίρα Α απωθεί τη σφαίρα Β και έλκει τη σφαίρα Γ ενώ η σφαίρα Β απωθεί τη σφαίρα Δ. Εάν η σφαίρα Γ έχει θετικό φορτίο, τι φορτίο έχουν οι υπόλοιπες σφαίρες ; Πώς αλληλεπιδρούν οι σφαίρες Α και Δ ;

10. Εάν οι τρεις σφαίρες του σχήματος είναι φορτισμένες, είναι δυνατόν να εκδηλώνονται μεταξύ τους οι αλληλεπιδράσεις που παριστώνται ;



11. Ποιο γεγονός μας αναγκάζει να δεχτούμε ότι υπάρχουν δύο είδη φορτίου;

α. το γεγονός ότι δύο ηλεκτρισμένες ράβδοι έλκονται

β. το γεγονός ότι δύο ηλεκτρισμένες ράβδοι απωθούνται

γ. το γεγονός ότι δύο ηλεκτρισμένες ράβδοι μπορεί να έλκονται ή να απωθούνται

δ. το γεγονός ότι δύο ηλεκτρισμένες ράβδοι και έλκονται και απωθούνται.



12. Δύο φορτισμένα σώματα με φορτίο  $q_1$  και  $q_2$  έλκονται αμοιβαία. Για τα φορτία τους ισχύει:

α.  $q_1 + q_2 = 0$

β.  $q_1 \cdot q_2 > 0$

γ.  $q_1 \cdot q_2 < 0$

#### ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΕΥΡΕΣΗΣ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ:

8. Μονάδα μέτρησης του ηλεκτρικού φορτίου στο S.I. είναι το:

α. 1A

β. 1C

γ. 1N

δ. 1kg

9. Μια μονωτική ράβδος στη μια άκρη της έχει ηλεκτρικό φορτίο 10mC και στην άλλη άκρη της έχει φορτίο -7mC. Το συνολικό ηλεκτρικό φορτίο της ράβδου είναι ίσο με:

α. 3mC

β. -3mC

γ. 17mC

δ. -17mC

10. Δύο σώματα έχουν συνολικό φορτίο 10mC. Αν το ένα έχει φορτίο -15mC, πόσο είναι το φορτίο του άλλου σώματος;

α. 5mC

β. 25mC

γ. -5mC

δ. -25mC

11. Σε μια πλαστική ράβδο, που είναι αρχικά ηλεκτρικά ουδέτερη, προσθέτουμε ηλεκτρικό φορτίο 5μC και στη συνέχεια αφαιρούμε ηλεκτρικό φορτίο 10μC. Πόσο φορτίο έχει αποκτήσει τελικά η ράβδος;

(Απ: -5μC)

12. Από μια ράβδο από γυαλί, που είναι αρχικά ηλεκτρικά ουδέτερη, αφαιρούμε -2μC και στη συνέχεια αφαιρούμε 5μC και προσθέτουμε -3μC ηλεκτρικού φορτίου. Πόσο φορτίο έχει αποκτήσει τελικά η ράβδος;

(Απ: -6μC)

#### ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΣ :

13. i) Να εκφράσετε το 1 nC σε C, σε mC και σε μC.

ii) Πόσα C, πόσα mC και πόσα μC είναι το φορτίο  $q = 2 \cdot 10^{-6}$  nC;

14. Ένα σώμα έχει ποσότητα φορτίου ίση με  $-5 \cdot 10^{-3} \text{C}$ . Να μετατρέψετε την ποσότητα αυτή σε mC, σε  $\mu\text{C}$  και σε nC.

15. Ένα σύστημα φορτίων αποτελείται από τα ηλεκτρικά φορτία:  $q_1 = +3 \text{nC}$ ,  $q_2 = -1 \text{nC}$ ,  $q_3 = -4 \text{nC}$  και  $q_4 = +2,5 \text{nC}$ . Να υπολογίσετε το ολικό φορτίο του συστήματος.

(Απ: 0,5nC)

16. Για καθεμία από τις επόμενες περιπτώσεις να βρείτε το συνολικό φορτίο:

i)  $q_1 = +3 \cdot 10^{-3} \text{mC}$ ,  $q_2 = -6 \mu\text{C}$ ,  $q_3 = +3 \cdot 10^3 \text{nC}$

ii)  $q_1 = -7 \mu\text{C}$ ,  $q_2 = +14 \cdot 10^{-3} \text{mC}$ ,  $q_3 = +7 \cdot 10^{+3} \text{nC}$

iii)  $q_1 = +2 \cdot 10^{-6} \text{C}$ ,  $q_2 = -4 \mu\text{C}$ ,  $q_3 = +1000 \text{nC}$

(Απ: i) 0, ii) 14 $\mu\text{C}$ , iii) -1 $\mu\text{C}$ )

17. Τρία σώματα Α, Β και Γ είναι ηλεκτρισμένα. Το Α με το Β έλκονται αμοιβαία, ενώ το Β με το Γ απωθούνται αμοιβαία. Αν το σώμα Γ είναι θετικά ηλεκτρισμένο, να βρείτε το είδος ηλέκτρισης των άλλων δύο σωμάτων.

18. Να βρείτε σε πόσα C (Coulomb) αντιστοιχούν τα παρακάτω φορτία:

α) 20 $\mu\text{C}$

β) 300nC

γ) 0.2mC

δ) 7.5pC

19. Να μετατρέψετε σε mC,  $\mu\text{C}$  και nC τα παρακάτω:

α)  $2 \cdot 10^{-7} \text{C}$

β)  $0.3 \cdot 10^{-5} \text{C}$

20. Τρία σώματα έχουν φορτίο  $q_1 = 200 \cdot 10^{-7} \text{C}$ ,  $q_2 = -30 \cdot 10^{-4} \text{mC}$  και  $q_3 = 4 \cdot 10^3 \text{nC}$ . Να βρείτε το συνολικό τους φορτίο.

21. Ένα σύστημα φορτίων αποτελείται από τα ηλεκτρικά φορτία :  $q_1 = +3 \text{nC}$  ,  $q_2 = -1 \text{nC}$ ,  $q_3 = -4 \text{nC}$  και  $q_4 = +2,5 \text{nC}$  . Να υπολογίσετε το ολικό φορτίο του συστήματος.

22. Ένα σύστημα φορτίων αποτελείται από τα φορτία  $q$ ,  $2q$ , και  $-4q$ . Ποιο φορτίο πρέπει να προσθέσω στο παραπάνω σύστημα ώστε το συνολικό φορτίο να είναι 0?

23. Έχεις στη διάθεσή της δύο πολύ μικρά αντικείμενα για τα οποία γνωρίζεις ότι φέρουν ίσες ποσότητες ηλεκτρικού φορτίου. Τα φέρνεις σε κάποια απόσταση μεταξύ τους, κρατώντας τα ακλόνητα μέσα στις παλάμες σου, και αισθάνεσαι τη δύναμη της αλληλεπίδρασής τους. Στη συνέχεια, τα αφήνεις ελεύθερα να κινηθούν και παρατηρείς ότι το μέτρο της δύναμης με την οποία αλληλεπιδρούν αυξάνεται. Μετά από αυτό, τι συμπεραίνεις για το είδος των φορτίων τους; Είναι ομόσημα ή ετερόσημα;

### 1.3 Το ηλεκτρικό φορτίο στο εσωτερικό του ατόμου

- Ποια σωματίδια ονομάζονται άτομα;

➤ Τα υλικά σώματα αποτελούνται από μικροσκοπικά σωματίδια που λέγονται **άτομα**.

- Ποιο είναι το πρότυπο του ατόμου;

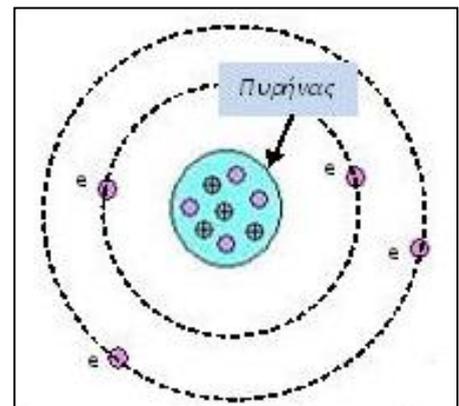
➤ Κάθε άτομο αποτελείται από: τον **πυρήνα** ο οποίος είναι θετικά φορτισμένος και τα **ηλεκτρόνια** τα οποία περιφέρονται γύρω από τον πυρήνα σε κυκλικές τροχιές και είναι αρνητικά φορτισμένα. Ο πυρήνας έλκει τα ηλεκτρόνια, ενώ τα ηλεκτρόνια απωθούνται μεταξύ τους.

➤ Όλα τα ηλεκτρόνια είναι όμοια, δηλαδή έχουν ίδια μάζα και ίδιο φορτίο. Για παράδειγμα τα ηλεκτρόνια στο άτομο του σιδήρου είναι όμοια με τα ηλεκτρόνια στο άτομο του άνθρακα.

- Πως είναι δομημένος ο πυρήνας στο πρότυπο του ατόμου;

➤ Ο πυρήνας του ατόμου αποτελείται από **πρωτόνια** και **νετρόνια**. Τα πρωτόνια είναι θετικά φορτισμένα, ενώ τα νετρόνια είναι ηλεκτρικά ουδέτερα, δηλαδή δεν έχουν ηλεκτρικό φορτίο. Η μάζα του πρωτονίου είναι σχεδόν ίση με τη μάζα του νετρονίου. Όλα τα πρωτόνια είναι όμοια μεταξύ τους, δηλαδή έχουν ίδια μάζα και ίδιο φορτίο. Το ηλεκτρόνιο (e) έχει φορτίο  $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$ . Το πρωτόνιο (p) έχει φορτίο  $q_p = +1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$ . Επομένως, έχουν ίσα φορτία σε μέγεθος αλλά με αντίθετο πρόσημο:

$$q_e = -q_p$$

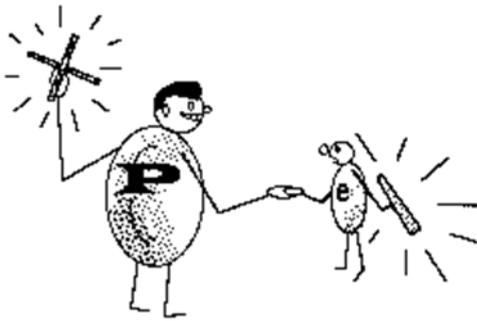


- Πόσο είναι το συνολικό ηλεκτρικό φορτίο του ατόμου;

➤ **Το συνολικό φορτίο του κάθε ατόμου είναι μηδέν**, δηλαδή το άτομο είναι ηλεκτρικά ουδέτερο, διότι ο αριθμός των πρωτονίων και ο αριθμός των ηλεκτρονίων σε κάθε άτομο είναι ίσος.

- Τι είναι το ιόν;

➤ **Ιόν:** όταν σε ένα άτομο ο αριθμός των πρωτονίων και των ηλεκτρονίων δεν είναι ο ίδιος. Με άλλα λόγια, ιόν λέγεται το άτομο το οποίο έχει αποβάλλει ή προσλάβει ηλεκτρόνια, επομένως έχει φορτίο και δεν είναι ηλεκτρικά ουδέτερο. Τα **θετικά** ιόντα ονομάζονται **κατιόντα** ενώ τα **αρνητικά ανιόντα**.



- Πως εξηγείται η φόρτιση των σωμάτων με βάση τη μικροσκοπική δομή της ύλης;
- **Φόρτιση των σωμάτων** γίνεται με τη μεταφορά των ηλεκτρονίων. Λόγω της μεγάλης τους μάζας και επειδή είναι παγιδευμένα στον πυρήνα, τα πρωτόνια είναι δύσκολο να μετακινηθούν.
- Πότε αποσπώνται ηλεκτρόνια από τα άτομα;
- **Η απόσπαση ηλεκτρονίων από τα άτομα απαιτεί προσφορά ενέργειας ώστε τα ηλεκτρόνια να υπερνικήσουν την έλξη των πυρήνων.** Η ενέργεια προσφέρεται με διάφορους τρόπους όπως είναι η τριβή, η επίδραση ακτινοβολίας κλπ.
- Ποιες είναι οι ιδιότητες του ηλεκτρικού φορτίου;
- **Αρχή διατήρησης του φορτίου:** τα ηλεκτρόνια ούτε παράγονται ούτε καταστρέφονται, απλά μεταφέρονται. Έτσι ο συνολικός αριθμός των ηλεκτρονίων δε μεταβάλλεται επομένως το συνολικό φορτίο παραμένει σταθερό. Με άλλα λόγια, όταν ένα σύστημα σωμάτων είναι (ηλεκτρικά) μονωμένο (δηλαδή, δεν ανταλλάσσει ηλεκτρόνια με άλλο σώμα εκτός συστήματος), οποιαδήποτε διαδικασία και να γίνει στο σύστημα το συνολικό του φορτίο παραμένει σταθερό.
- **Κβάντωση του ηλεκτρικού φορτίου:** το φορτίο κάθε φορτισμένου σώματος θα είναι ακέραιο πολλαπλάσιο του στοιχειώδους ηλεκτρικού φορτίου.

$$q = N \cdot e$$

- Τι ονομάζουμε στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο;
- **Στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο:** το μικρότερο φορτίο το οποίο έχει παρατηρηθεί ελεύθερο στη φύση ( $e=1,6 \cdot 10^{-19}C$ ). Άρα για το πρωτόνιο θα ισχύει  $q_p=e$  ενώ για το ηλεκτρόνιο  $q_e=-e$ .

## Ερωτήσεις:

1. i) Τι ονομάζουμε άτομο;
- ii) Ποιά είναι τα μέρη από τα οποία αποτελείται ένα άτομο και πως είναι ηλεκτρικά φορτισμένα;
- iii) Γιατί ο πυρήνας του ατόμου έλκει τα ηλεκτρόνια;

2. i) Μεγαλύτερη μάζα έχει το ηλεκτρόνιο του ατόμου του σιδήρου ή του άνθρακα;  
ii) Ποιο από τα παραπάνω ηλεκτρόνια έχει μεγαλύτερο φορτίο;
3. i) Από ποια σωματίδια αποτελείται ο πυρήνας του ατόμου;  
ii) Ποιο είναι το ηλεκτρικό φορτίο του κάθε ενός από αυτά τα σωματίδια και ποιο έχει μεγαλύτερη μάζα;
4. i) Πόσο είναι το φορτίο του ηλεκτρονίου και πόσο του πρωτονίου;  
ii) Γιατί είναι ένα άτομο ηλεκτρικά ουδέτερο;  
iii) Τι ονομάζουμε ιόν;  
iv) Τι φορτίο αποκτά ένα άτομο που προσλαμβάνει ηλεκτρόνια και τι φορτίο ένα άτομο που αποβάλλει ηλεκτρόνια;  
v) Γιατί τα πρωτόνια δεν αποβάλλονται από το άτομο;
5. i) Γιατί απαιτείται προσφορά ενέργειας για την απόσπαση ηλεκτρονίων από τα άτομα;  
ii) Ποια είναι η αρχή διατήρησης του φορτίου;  
iii) Τι ονομάζουμε κβάντωση του ηλεκτρικού φορτίου;
6. Να συμπληρωθούν οι επόμενες προτάσεις με τις κατάλληλες λέξεις:  
α. Ο πυρήνας και τα ηλεκτρόνια είναι ..... σωματίδια. Ο πυρήνας έχει ..... φορτίο, ενώ κάθε ηλεκτρόνιο έχει ..... φορτίο.  
β. Ο πυρήνας ..... κάθε ηλεκτρόνιο, ενώ τα ηλεκτρόνια ..... μεταξύ τους.  
γ. Όλα τα ηλεκτρόνια είναι όμοια, έχουν ίδια ..... και ίδιο ..... φορτίο.  
δ. Οι πυρήνες αποτελούνται από ..... και .....  
ε. Το πρωτόνιο και το ηλεκτρόνιο έχουν ..... φορτία, ακριβώς ίδιου όμως .....  
στ. Τα άτομα είναι ηλεκτρικά ουδέτερα, ενώ τα ιόντα έχουν ..... φορτίο.  
ζ. Η φόρτιση των σωμάτων γίνεται με μεταφορά .....  
η. Η απόσπαση ηλεκτρονίων από τα άτομα ενός σώματος απαιτεί την .....  
....., έτσι ώστε να μπορέσουν τα ηλεκτρόνια να υπερνικήσουν την ..... των πυρήνων.  
θ. Τα ηλεκτρόνια ούτε παράγονται ούτε ..... Σε οποιαδήποτε διαδικασία το ολικό φορτίο ενός ηλεκτρικά μονωμένου συστήματος .....  
ι. Το ηλεκτρικό φορτίο εμφανίζεται σε «πακετάκια», τα οποία ονομάζουμε ..... και αυτήν την ιδιότητα του φορτίου την ονομάζουμε .....
7. Τρίβουμε μια πλαστική ράβδο με μάλλινο ύφασμα.  
i) Η ράβδος αποκτά θετικό ή αρνητικό φορτίο; Αποβάλλει ή προσλαμβάνει ηλεκτρόνια;  
ii) Τι είδους φορτίο αποκτά το μάλλινο ύφασμα;  
iii) Πόσο είναι το συνολικό φορτίο ράβδου και υφάσματος;
8. Τρίβουμε μια γυάλινη ράβδο με μεταξωτό ύφασμα.  
i) Η ράβδος αποκτά θετικό ή αρνητικό φορτίο; Αποβάλλει ή προσλαμβάνει ηλεκτρόνια;  
ii) Τι είδους φορτίο αποκτά το μεταξωτό ύφασμα;  
iii) Πόσο είναι το συνολικό φορτίο ράβδου και υφάσματος;
9. Τα πρωτόνια σ' ένα άτομο:

- α. περιφέρονται γύρω από τον πυρήνα
- β. έχουν θετικό ηλεκτρικό φορτίο
- γ. είναι ηλεκτρικά ουδέτερα
- δ. έχουν αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο.

10. Τα ηλεκτρόνια σ' ένα άτομο:

- α. βρίσκονται μέσα στον πυρήνα
- β. έχουν αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο
- γ. είναι ηλεκτρικά ουδέτερα
- δ. είναι ακίνητα.

11. Ένα άτομο αποκτά ηλεκτρικό φορτίο όταν:

- α. χάνει ή κερδίζει ηλεκτρόνια
- β. χάνει η κερδίζει νετρόνια
- γ. χάνει ένα ηλεκτρόνιο και ένα πρωτόνιο
- δ. κερδίζει ένα ηλεκτρόνιο και ένα πρωτόνιο.

12. Ένα άτομο που κερδίζει ηλεκτρόνια:

- α. μένει ηλεκτρικά ουδέτερο
- β. αποκτά θετικό ηλεκτρικό φορτίο.
- γ. αποκτά αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο
- δ. αποκτά μαγνητικές ιδιότητες.

#### ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ:

13. Δίνονται τέσσερα σώματα Α, Β, Γ και Δ με φορτία  $q_1 = +16 \cdot 10^2 \text{ nC}$ ,  $q_2 = -64 \cdot 10^6 \text{ } \mu\text{C}$ ,  $q_3 = -128 \cdot 10^{-10} \text{ mC}$  και  $q_4 = +16 \cdot 10^{-12} \text{ C}$  αντίστοιχα.

- i) Σε ποια έχουμε περίσσεια ηλεκτρονίων και σε ποια έχουμε έλλειμμα ηλεκτρονίων;
- ii) Πόσα ηλεκτρόνια αντιστοιχούν σε κάθε φορτίο;

Δίνεται:  $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

(Απ: ii)  $10^{13}$ ,  $4 \cdot 10^{20}$ ,  $8 \cdot 10^7$ ,  $10^8$ )

14. Ποια από τις παρακάτω τιμές δε μπορεί να αποκτήσει το ηλεκτρικό φορτίο ενός σώματος;

- α. 0C
- β.  $4 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- γ.  $16 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- δ.  $2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$

Δίνεται:  $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

15. Να υπολογίσετε πόσα ηλεκτρόνια έχουν συνολικό ηλεκτρικό φορτίο  $-3,2 \mu\text{C}$ . Δίνεται:

$q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

(Απ:  $2 \cdot 10^{13}$  ηλεκτρόνια)

16. Τρίβουμε μια γυάλινη σφαίρα με μεταξωτό ύφασμα. Η σφαίρα αποβάλλει  $N=2 \cdot 10^{10}$  ηλεκτρόνια.

- i) Πόσα επιπλέον ηλεκτρόνια αποκτά το ύφασμα;
- ii) Πόσο είναι το φορτίο της σφαίρας και πόσο του υφάσματος;

Δίνεται:  $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

(Απ: i)  $2 \cdot 10^{10}$  ηλεκτρόνια, ii)  $3,2 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ ,  $-3,2 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ )

(Απ: ii)  $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ , iii)  $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ,  $16 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ )

17. Από ένα άτομο φεύγουν όλα τα ηλεκτρόνια. Το φορτίο του ιόντος είναι  $q = 11,2 \cdot 10^{-13} \mu\text{C}$ .

Πόσα πρωτόνια έχει στον πυρήνα;

18. Το άτομο ενός χημικού στοιχείου έχει στον πυρήνα του 11 πρωτόνια.

α. Πόσα ηλεκτρόνια έχει?

β. Ποιο θα είναι το φορτίο του αν χάσει ένα ηλεκτρόνιο ;

19. Ένα ιόν μπορεί να έχει θετικό φορτίο ή αρνητικό φορτίο.

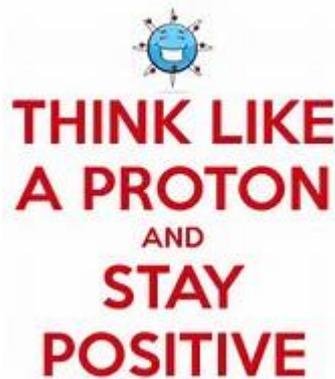
α. Στο ανιόν ή στο κατιόν υπάρχουν περισσότερα ηλεκτρόνια από πρωτόνια;

β. Αν ένα ανιόν έχει φορτίο  $q = -16 \cdot 10^{-11} \text{ nC}$  πόσα ηλεκτρόνια πήρε;

γ. Αν ένα κατιόν έχει φορτίο  $q = 3,2 \cdot 10^{-16} \text{ C}$  πόσα ηλεκτρόνια έχασε;

20. Δίνονται τέσσερα σώματα με φορτία  $q_1 = 1,6 \text{ nC}$ ,  $q_2 = -12,8 \cdot 10^{-10} \text{ mC}$ ,  $q_3 = -64 \cdot 10^3 \mu\text{C}$  και  $q_4 = 32 \cdot 10^{-12} \text{ C}$ . Σε ποια σώματα έχουμε περίσσεια ηλεκτρονίων και σε ποια έλλειμμα; Πόσα ηλεκτρόνια αντιστοιχούν σε κάθε φορτίο;

21. Το ιόν Α έχει 17 πρωτόνια στον πυρήνα και 18 ηλεκτρόνια ενώ το ιόν Β έχει 11 πρωτόνια και 10 ηλεκτρόνια γύρω από αυτόν. Τι φορτίο έχει το κάθε ιόν; Ποιο είναι ανιόν και ποιο κατιόν; Τι είδους δυνάμεις ασκούνται μεταξύ των δύο ιόντων;



## 1.4 Τρόποι ηλέκτρισης και η μικροσκοπική ερμηνεία

- **Να αναφερθούν φαινόμενα που οφείλονται στην ηλέκτριση των σωμάτων**

- Μερικά φαινόμενα που οφείλονται στην ηλέκτριση σωμάτων είναι τα εξής:  
οι μικροί σπινθήρες και τα μικρά τριξίματα που ακούμε όταν βγάζουμε το μάλλινο πουλόβερ μας, ο κεραυνός και η αστραπή που είναι τεράστιοι ηλεκτρικοί σπινθήρες.

- **Με ποιους τρόπους μπορούμε να ηλεκτρίσουμε ένα σώμα;**

- α) με τριβή,
- β) με επαφή και
- γ) με επαγωγή.



- **Ποια ηλεκτρόνια ονομάζονται εξωτερικά;**

- **Εξωτερικά ηλεκτρόνια:** τα ηλεκτρόνια τα οποία είναι πιο απομακρυσμένα από τον πυρήνα του ατόμου. Μπορούν να μεταφέρονται από ένα σώμα σε ένα άλλο προκαλώντας τη φόρτισή τους. Αυτό συμβαίνει διότι η δύναμη που ασκείται πάνω τους από τον πυρήνα είναι ασθενέστερη από τα υπόλοιπα ηλεκτρόνια λόγω της μεγαλύτερης απόστασης που έχουν από αυτόν. Έτσι μπορούν πιο εύκολα μεταφέρονται από το ένα σώμα σε ένα άλλο.

- **Τι συμβαίνει στην ηλέκτριση με τριβή;**

- **Ηλέκτριση με τριβή:** οφείλεται στη μετακίνηση εξωτερικών ηλεκτρονίων από ένα σώμα σε ένα άλλο λόγω τριβής. Κατά την ηλέκτριση, δύο αφόρτιστων αρχικά σωμάτων με τριβή, λόγω της αρχής διατήρησης του φορτίου τα σώματα αποκτούν ίσα και αντίθετα φορτία. Για παράδειγμα όταν τρίβουμε μία γυάλινη ράβδο με μεταξωτό ύφασμα, εξωτερικά ηλεκτρόνια από το γυαλί μεταφέρονται στο ύφασμα, με αποτέλεσμα στο γυαλί να έχουμε έλλειμμα ηλεκτρονίων (θετικό φορτίο), ενώ στο ύφασμα να έχουμε περίσσεια ηλεκτρονίων (αρνητικό φορτίο).

- **Τι συμβαίνει στην ηλέκτριση με επαφή;**

- **Ηλέκτριση με επαφή:** Όταν αγγίξουμε ένα ηλεκτρικά ουδέτερο σώμα με ένα άλλο φορτισμένο σώμα, τότε το πρώτο αποκτά φορτίο ίδιου είδους με το φορτισμένο. Κατά την ηλέκτριση με επαφή ισχύει η αρχή διατήρησης του ηλεκτρικού φορτίου: το άθροισμα των φορτίων που αποκτούν τα δύο σώματα μετά την επαφή είναι ίσο με το φορτίο που αρχικά είχε το ένα.

▪ **Ποια σώματα ονομάζονται αγωγοί;**

➤ **Αγωγοί:** τα σώματα που επιτρέπουν το διασκορπισμό του ηλεκτρικού τους φορτίου σε όλη την έκτασή τους. Αγωγοί είναι όλα τα μέταλλα όπως ο σίδηρος, ο χαλκός, το αλουμίνιο, ο υδράργυρος κλπ.

➤ **Αγωγή συμπεριφορά των μετάλλων:** οφείλεται στο ότι τα εξωτερικά ηλεκτρόνια συγκρατούνται με μικρές δυνάμεις από τους πυρήνες των ατόμων τους με αποτέλεσμα να διαφεύγουν από το άτομο και να κινούνται ελεύθερα στο μέταλλο (**ελεύθερα ηλεκτρόνια**). Τα άτομα που έχασαν ηλεκτρόνια αποκτούν θετικό φορτίο, μπορούν όμως να κινηθούν γύρω από συγκεκριμένες θέσεις και όχι σε όλο το μέταλλο. Αν φορτιστεί ένας αγωγός τα ελεύθερα ηλεκτρόνια κινούνται εύκολα οπότε φορτίζεται ο αγωγός. Έτσι οι αγωγοί φορτίζονται εύκολα λόγω της ύπαρξης των ελεύθερων ηλεκτρονίων.

▪ **Ποια σώματα ονομάζονται μονωτές;**

➤ **Μονωτές:** τα σώματα στα οποία το φορτίο τους δε διασκορπίζεται σε όλη την έκτασή τους αλλά παραμένει εντοπισμένο στην περιοχή του σώματος που φορτίσαμε. Μονωτές είναι υλικά όπως το πλαστικό, το γυαλί, το καουτσούκ, το κερί, το ξύλο αλλά και το καθαρό νερό.

▪ **Τι είναι τα ηλεκτροσκόπια; Να περιγραφεί το ηλεκτροσκόπιο με κινητά φύλλα**

➤ Τα ηλεκτροσκόπια είναι όργανα με τα οποία μπορούμε να διαπιστώσουμε αν ένα σώμα είναι ηλεκτρισμένο. Το ηλεκτρικό εκκρεμές είναι ένα είδος ηλεκτροσκοπίου.

Το ηλεκτροσκόπιο με φύλλα αποτελείται από ένα σταθερό μεταλλικό στέλεχος και από ένα ή δύο ελαφρά κινητά μεταλλικά φύλλα.

Όταν με ένα ηλεκτρισμένο σώμα αγγίζουμε το στέλεχος, το στέλεχος και τα φύλλα ηλεκτρίζονται με επαφή σε όλη τους την έκταση όμοια. Έτσι τα φύλλα απωθούνται αμοιβαία και ανοίγουν. Όσο περισσότερο φορτίο μεταφερθεί στο ηλεκτροσκόπιο τόσο περισσότερο ανοίγουν τα φύλλα.

▪ **Να περιγραφεί η ηλεκτρίση με επαγωγή**

➤ **Ηλεκτρίση με επαγωγή:** Έστω μεταλλική ράβδος Α η οποία είναι αφόρτιστη και πλησιάζουμε κοντά της ένα θετικά φορτισμένο σώμα Β. Τα ελεύθερα ηλεκτρόνια του σώματος Α έλκονται από το σώμα Β, με αποτέλεσμα το άκρο στο οποίο πλησιάσαμε το σώμα Β να είναι αρνητικά φορτισμένο και το άλλο άκρο θετικά φορτισμένο. Το σώμα Α στην περίπτωση αυτή δεν είναι φορτισμένο αλλά ηλεκτρισμένο καθώς έχει διαχωριστεί στο εσωτερικό του το θετικό από το αρνητικό φορτίο αλλά το συνολικό φορτίο του παραμένει μηδέν. Αν απομακρύνουμε το σώμα Β τότε τα ελεύθερα ηλεκτρόνια του σώματος Α κατανέμονται και πάλι ομοιόμορφα σ' αυτό και το σώμα επανέρχεται στην αρχική του

κατάσταση, δηλαδή παύει να είναι ηλεκτρισμένο. **Όλοι οι μεταλλικοί αγωγοί μπορούν να ηλεκτριστούν με επαγωγή.**

➤ **Ηλέκτριση μονωτών με επαγωγή:** Οι μονωτές δεν έχουν ελεύθερα ηλεκτρόνια. Όταν πλησιάσουμε ένα αρνητικά φορτισμένο σώμα σε ένα μονωτή τότε το σώμα απωθεί τα ηλεκτρόνια των ατόμων, τα οποία όμως δεν εγκαταλείπουν τα άτομα. Το κάθε άτομο από τη μία άκρη του είναι θετικά φορτισμένο και από την άλλη αρνητικά φορτισμένο, είναι δηλαδή **πολωμένο**. Λόγω του προσανατολισμού αυτού των πολωμένων ατόμων στο εσωτερικό του μονωτή, το άκρο του που είναι κοντά στο αρνητικά φορτισμένο σώμα είναι θετικά φορτισμένο και το άλλο άκρο του αρνητικά φορτισμένο. Έτσι ο μονωτής είναι ηλεκτρισμένος και όχι φορτισμένος. Αν απομακρύνουμε το φορτισμένο σώμα από το μονωτή τότε αυτός επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση.

### Λυμένες ασκήσεις:

**Υπολογισμός ηλεκτρονίων που μεταφέρθηκαν από το ένα σώμα στο άλλο κατά την ηλέκτριση με τριβή.**

Άσκηση: Τρίβουμε με ένα μάλλινο ύφασμα μια πλαστική ράβδο. Η ράβδος αποκτά φορτίο - 48μC. Να βρείτε:

- α) Ποιο σώμα έχασε και ποιο πήρε ηλεκτρόνια
- β) Ποιο το φορτίο του υφάσματος αμέσως μετά;
- γ) Πόσα ηλεκτρόνια μεταφέρθηκαν.

Λύση:

- α) Το μάλλινο ύφασμα έχασε ηλεκτρόνια τα οποία μεταφέρθηκαν στη πλαστική ράβδο κατά την τριβή των δύο σωμάτων.
- β) Όσα ηλεκτρόνια έχασε το ύφασμα μεταφέρθηκαν στη ράβδο, άρα τα φορτία τους θα είναι αντίθετα. Το φορτίο του υφάσματος θα είναι  $q = 48\mu\text{C}$ .
- γ) Προκειμένου να υπολογίσουμε τον αριθμό των ηλεκτρονίων που μεταφέρθηκαν από το ένα σώμα στο άλλο θα χρησιμοποιήσουμε την εξίσωση της κβάντωσης:

$$Q = N \cdot q_e$$

Πρώτα θα πρέπει να μετατρέψουμε τις μονάδες μέτρησης ώστε να είναι στο Διεθνές Σύστημα.

Άρα:

$$q = -48\mu\text{C} = -48 \cdot 10^{-6}\text{C}.$$

Αντικαθιστούμε τα φορτία με την απόλυτη τιμή:

$$Q = N \cdot q_e$$

$$48 \cdot 10^{-6} = N \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}$$

$$N = 30 \cdot 10^{13} \text{ ηλεκτρόνια}$$

!!! Ο αριθμός των ηλεκτρονίων N θα πρέπει να είναι ακέραιος !!!

## Ερωτήσεις:

---

1. i) Με ποιους τρόπους γίνεται η ηλέκτριση των σωμάτων;  
ii) Να αναφέρετε μερικά παραδείγματα από την καθημερινή ζωή που οφείλονται στην ηλέκτριση των σωμάτων.
  
2. i) Να περιγράψετε το φαινόμενο της ηλέκτρισης μιας ράβδου με τριβή.  
ii) Όταν τρίβουμε μια γυάλινη ράβδο με μεταξωτό ύφασμα ηλεκτρόνια από τη ράβδο μεταφέρονται στο ύφασμα. Μπορεί να συμβεί το αντίθετο;
  
3. i) Κατά την ηλέκτριση με τριβή τα δύο σώματα που τρίβονται τι φορτίο αποκτούν;  
ii) Ισχύει η αρχή διατήρησης του φορτίου κατά την ηλέκτριση με τριβή;
  
4. i) Όταν ένα θετικά φορτισμένο σώμα A έρθει σε επαφή με ένα αρχικά αφόρτιστο σώμα B, τι φορτίο αποκτά το B; Τι παθαίνει το φορτίο του A;  
ii) Να περιγράψετε την ηλέκτριση ενός σώματος με επαφή.  
iii) Κατά την ηλέκτριση με επαφή γιατί το άθροισμα των φορτίων που αποκτούν τα δύο σώματα είναι ίσο με το φορτίο που είχε αρχικά το φορτισμένο σώμα;
  
5. i) Ποια σώματα ονομάζουμε αγωγούς; Να αναφέρεται μερικά παραδείγματα αγωγών.  
ii) Τι ονομάζουμε ελεύθερα ηλεκτρόνια;  
iii) Σε ένα αφόρτιστο μεταλλικό σώμα το ολικό αρνητικό φορτίο των ελεύθερων ηλεκτρονίων του είναι ίσο με το ολικό θετικό φορτίο των θετικών ιόντων του ή όχι και γιατί;
  
6. i) Ποια σώματα ονομάζουμε μονωτές; Να αναφέρετε μερικά παραδείγματα.  
ii) Να ερμηνεύσετε τη συμπεριφορά των μονωτών κατά την ηλέκτριση.
  
7. i) Να περιγράψετε την ηλέκτριση των αγωγών με επαγωγή.  
ii) Πότε ένα άτομο ή ένα μόριο είναι πολωμένο;  
iii) Να περιγράψετε την ηλέκτριση των μονωτών με επαγωγή.
  
8. Να συμπληρωθούν οι επόμενες προτάσεις με τις κατάλληλες λέξεις:  
α. Η ηλέκτριση ενός σώματος μπορεί να γίνει με ....., με ..... και με .....  
β. Όταν τρίβουμε μια γυάλινη ράβδο με μεταξωτό ύφασμα, ηλεκτρόνια μετακινούνται από ..... Το φορτίο που αποκτά η ράβδος είναι ..... και ..... με το φορτίο του υφάσματος.  
γ. Κατά την ηλέκτριση με επαφή ισχύει η αρχή ..... του ..... Το άθροισμα των φορτίων που αποκτούν τα δύο σώματα τελικά είναι ίσο με το ..... που είχε ..... το φορτισμένο σώμα.  
δ. Κατά τη φόρτιση με επαφή έχουμε μετακίνηση ..... από το σώμα που έχει ..... προς το αφόρτιστο ή από το αφόρτιστο προς το σώμα που έχει ..... (αρχή διατήρησης του ηλεκτρικού φορτίου).

ε. Τα σώματα που επιτρέπουν τον διασκορπισμό ..... σε όλη τους την έκταση ονομάζονται ..... Τα σώματα στα οποία το φορτίο δεν ..... αλλά παραμένει εντοπισμένο στην περιοχή του σώματος που ..... ονομάζονται .....

στ. Η παρουσία μιας θετικά φορτισμένης σφαίρας προκαλεί διαχωρισμό των θετικών από τα ..... σε μια αφόρτιστη μεταλλική ράβδο. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται ..... με ..... Η ράβδος όμως δεν έχει συνολικά ..... Λέμε ότι η μεταλλική ράβδος είναι ....., ενώ δεν είναι .....

**9.** Με την τριβή ενός σώματος μ' ένα άλλο:

- α. τα σώματα αποκτούν ίδιο φορτίο
- β. τα σώματα αποκτούν ετερόνυμα φορτία ίσης ποσότητας
- γ. τα σώματα αποκτούν πάντα ομώνυμα φορτία
- δ. τα σώματα ανταλλάσσουν πρωτόνια.

**10.** Κατά την ηλέκτριση ενός σώματος με επαφή μετακινούνται:

- α. πρωτόνια
- β. νετρόνια
- γ. ηλεκτρόνια
- δ. άτομα.

**11.** Στους αγωγούς το ηλεκτρικό φορτίο:

- α. παραμένει εντοπισμένο σε μια περιοχή
- β. διασκορπίζεται σε όλο τον όγκο τους
- γ. διασκορπίζεται στην επιφάνειά τους
- δ. χάνεται.

**12.** Γιατί τα μέταλλα συμπεριφέρονται ως ηλεκτρικοί αγωγοί;

- α. γιατί περιέχουν ευκίνητα θετικά ιόντα
- β. γιατί περιέχουν ελεύθερα ηλεκτρόνια
- γ. γιατί τα ηλεκτρόνια μπορούν να κινούνται μόνο γύρω από τον πυρήνα των ατόμων
- δ. γιατί τα θετικά ιόντα μπορούν να κινούνται μόνο γύρω από συγκεκριμένες θέσεις.

**13.** Όταν τρίβουμε ένα πλαστικό καλαμάκι με μάλλινο ύφασμα το καλαμάκι φορτίζεται αρνητικά διότι:

- α. τα πρωτόνια των ατόμων του μετατρέπονται σε ηλεκτρόνια,
- β. αφαιρούνται πρωτόνια από τα άτομά του,
- γ. προστίθενται ηλεκτρόνια σ' αυτό,
- δ. παίρνει αρνητικά φορτία από την ατμόσφαιρα.

Να βρείτε τη σωστή απάντηση.

**14.** Κρατώντας ένα κατσαβίδι από την πλαστική λαβή του, τρίβουμε το μεταλλικό στέλεχος του με πλαστική σακούλα. Στη συνέχεια το πλησιάζουμε σ' ένα ηλεκτροσκόπιο με μεταλλικά φύλλα. Παρατηρούμε ότι τα φύλλα του ηλεκτροσκοπίου αποκλίνουν όταν στο μεταλλικό δίσκο ακουμπήσουμε:

- α. το μεταλλικό στέλεχος του κατσαβιδιού στην περιοχή που τρίφτηκε,
- β. τη μύτη του κατσαβιδιού,

γ. την πλαστική λαβή του κατσαβιδιού,

δ. οποιαδήποτε περιοχή του μεταλλικού στελέχους του κατσαβιδιού.

Ποια από τις παραπάνω προτάσεις είναι λανθασμένη; Να αιτιολογήσετε γιατί οι άλλες είναι σωστές.

**15. i)** Όταν χτενιζόμαστε η χτένα ηλεκτρίζεται. Με ποιο τρόπο γίνεται η ηλέκτριση της χτένας;

**ii)** Αν πλησιάσουμε κοντά στην οθόνη της τηλεόρασης την ώρα που αυτή λειτουργεί το χέρι μας ή τα μαλλιά μας, οι τρίχες ανασηκώνονται. Επίσης στην οθόνη μαζεύεται όλη η σκόνη του δωματίου. Πως το εξηγείτε αυτό;

**16. i)** Να κατατάξετε τα παρακάτω υλικά σε αγωγούς και μονωτές: γυαλί, ξύλο, σίδηρος, πλαστικό, νάιλον, χαλκός, μάρμαρο, δέρμα, κεραμικό, χαρτί, υγρός αέρας, νερό βρύσης.

**ii)** Από λεπτό νήμα κρεμάμε μια αφόρτιστη μικρή μεταλλική σφαίρα. Πλησιάζουμε στη σφαίρα μια θετικά φορτισμένη μεταλλική ράβδος και βλέπουμε ότι η σφαίρα έλκεται από τη ράβδο. Όταν η ράβδος ακουμπήσει τη σφαίρα βλέπουμε ότι αυτή απωθείται. Να εξηγήσετε το φαινόμενο αυτό.

**17. i)** Τρίβουμε δύο σώματα μεταξύ τους. Είναι δυνατόν και τα δύο να φορτιστούν αρνητικά ή θετικά;

**ii)** Τρίβουμε ένα μπαλόνι με ύφασμα. Αν το μπαλόνι φορτίστηκε αρνητικά, πως φορτίστηκε το ύφασμα;

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

**18.** Ποιοι είναι οι τρόποι ηλέκτρισης και ποια η μικροσκοπική ερμηνεία τους;

**19.** Κατά την ηλέκτριση με τριβή τι φορτίο αποκτούν τα δύο σώματα; Ισχύει η αρχή διατήρησης του ηλεκτρικού φορτίου; Αναφέρετε ένα φαινόμενο από την καθημερινή ζωή όπου παρατηρούμε ηλέκτριση με τριβή.

**20.** Να αναφέρετε τρεις αγωγούς και τρεις μονωτές.

**21.** Κατά την ηλέκτριση με επαφή πώς συμπεριφέρονται οι αγωγοί και πώς οι μονωτές; Τι φορτίο αποκτούν τα δύο σώματα μετά την επαφή; Γιατί κατά την ηλέκτριση με επαφή το άθροισμα των φορτίων των δύο σωμάτων ισούται με το αρχικό φορτίο του αρχικά φορτισμένου σώματος;

**22.** Τρίβουμε μια πλαστική ράβδο με μάλλινο ύφασμα. Τι φορτίο θα αποκτήσει; Τι φορτίο θα αποκτήσει το μάλλινο ύφασμα; Από ποιο σώμα μεταφέρθηκαν ηλεκτρόνια στο άλλο;

**23.** Τρίβουμε μια γυάλινη ράβδο με μεταξωτό ύφασμα. Η γυάλινη ράβδος έλκει τη σφαίρα Α και απωθεί τη σφαίρα Β. Τι φορτίο έχει η σφαίρα Α και η σφαίρα Β; Τι είδους δυνάμεις ασκούνται μεταξύ του υφάσματος και των σφαιρών Α και Β;



- ii) Ποιο σώμα έχει μετά την τριβή έλλειμμα ηλεκτρονίων και ποιο περίσσεια;  
iii) Αν τα ηλεκτρόνια που μετακινήθηκαν κατά την τριβή είναι  $N=5 \cdot 10^{12}$ , να βρείτε το φορτίο της ράβδου και το φορτίο του υφάσματος.  
Δίνεται:  $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

(Απ: iii)  $-8 \cdot 10^{-7} \text{ C}$ ,  $8 \cdot 10^{-7} \text{ C}$ )

31. Τρίβουμε μια γυάλινη σφαίρα με μεταξωτό ύφασμα.

- i) Η σφαίρα φορτίστηκε θετικά ή αρνητικά; Πως έγινε αυτό;  
ii) Αν το φορτίο της σφαίρας είναι  $q_1 = +32 \cdot 10^{-9} \text{ nC}$  να βρείτε το φορτίο του υφάσματος.  
iii) Πόσα ηλεκτρόνια μετακινήθηκαν από το ένα σώμα στο άλλο;  
Δίνεται:  $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

(Απ: ii)  $-32 \cdot 10^{-9} \text{ nC}$ , iii) 200 ηλεκτρόνια)

32. Ένα μεταλλικό σώμα είναι αρχικά αφόρτιστο. Πόσα ελεύθερα ηλεκτρόνια πρέπει να φύγουν από το σώμα αυτό ώστε να αποκτήσει φορτίο  $q=1\text{C}$ ; Δίνεται:  $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

(Απ:  $625 \cdot 10^{16}$  ηλεκτρόνια)

33. Μια μεταλλική σφαίρα Α είναι φορτισμένη με φορτίο  $q_1 = +32 \cdot 10^{-10} \mu\text{C}$ .

- i) Πόσα ελεύθερα ηλεκτρόνια λείπουν από τη σφαίρα Α;  
ii) Αν φέρουμε τη σφαίρα Α σε επαφή με αρχικά αφόρτιστη μεταλλική σφαίρα Β ίδιας ακτίνας, να βρείτε τα φορτία των σφαιρών μετά την επαφή τους και τον αριθμό των ελεύθερων ηλεκτρονίων που πέρασαν από τη μία σφαίρα στην άλλη.  
Δίνεται:  $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

(Απ: i)  $2 \cdot 10^4$  ηλεκτρόνια, ii)  $q_A=q_B=+16 \cdot 10^{-10} \mu\text{C}$ ,  $10^4$  ηλεκτρόνια)

34. Κατά την ηλεκτρίση μιας γυάλινης ράβδου με τριβή παρατηρούμε ότι η ράβδος απέκτησε φορτίο  $q_1 = +32 \cdot 10^{-9} \mu\text{C}$ .

- i) Πόσο φορτίο απέκτησε το μεταξωτό ύφασμα με το οποίο τρίψαμε τη ράβδο;  
ii) Πόσα ηλεκτρόνια μετακινήθηκαν από τη ράβδο στο ύφασμα;  
Δίνεται:  $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

(Απ: i)  $q_1=-q_2$ , ii)  $2 \cdot 10^5$  ηλεκτρόνια)

35. Δύο μεταλλικές σφαίρες Α και Β έχουν ίδια ακτίνα. Η σφαίρα Α είναι αφόρτιστη ενώ η Β έχει φορτίο  $q_B = -32 \cdot 10^{-7} \text{ nC}$ . Φέρνουμε τις δύο σφαίρες σε επαφή.

- i) Θα έχουμε μετακίνηση ελεύθερων ηλεκτρονίων; Αν ναι από ποια σφαίρα προς ποια θα μετακινηθούν;  
ii) Πόσο φορτίο θα έχει η κάθε σφαίρα μετά την επαφή;  
iii) Πόσα ηλεκτρόνια μετακινήθηκαν από τη μία σφαίρα στην άλλη;  
Δίνεται:  $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

(Απ: ii)  $q_A'=q_B'=q_B/2$ , iii)  $10^4$  ηλεκτρόνια)

36. Δύο μεταλλικές σφαίρες Α και Β είναι από το ίδιο υλικό και έχουν την ίδια ακτίνα. Οι δύο σφαίρες έχουν φορτίο  $q_A = +32 \cdot 10^{-10} \text{ nC}$  και  $q_B = -64 \cdot 10^{-10} \text{ nC}$  αντίστοιχα. Φέρνουμε σε επαφή τις δύο σφαίρες:

- i) Πόσο είναι το συνολικό φορτίο των σφαιρών πριν και πόσο μετά την επαφή τους;
  - ii) Τι φορτίο θα έχει η κάθε σφαίρα μετά την επαφή;
  - iii) Θα έχουμε μετακίνηση ελεύθερων ηλεκτρονίων; Αν ναι από ποια σφαίρα προς ποια θα μετακινηθούν; Πόσα ηλεκτρόνια μετακινήθηκαν από τη μία σφαίρα στην άλλη;
- Δίνεται:  $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

(Απ: i)  $-32 \cdot 10^{-10} \text{ nC}$ , ii)  $-16 \cdot 10^{-10} \text{ nC}$ , iii) 30 ηλεκτρόνια)

**37.** Μεταλλικό σώμα Α είναι φορτισμένο με φορτίο  $q_A = +32 \cdot 10^{-14} \mu\text{C}$ . Φέρνουμε το Α σε επαφή με αρχικά αφόρτιστο μεταλλικό σώμα Β. Μετά την επαφή το Β θα αποκτήσει φορτίο  $q_B' = +16 \cdot 10^{-14} \mu\text{C}$ .

- i) Κατά την επαφή ελεύθερα ηλεκτρόνια μετακινήθηκαν από το Α στο Β ή αντίστροφα;
  - ii) Πόσο είναι το φορτίο του Α μετά την επαφή;
  - iii) Πόσα ελεύθερα ηλεκτρόνια πήγαν από το ένα σώμα στο άλλο;
- Δίνεται:  $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

(Απ: ii)  $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ , 1 ηλεκτρόνιο)

## ΤΕΣΤ ( ΕΛΕΓΧΩ ΤΙΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΜΟΥ)

### Παράγραφοι 1.1—1.4

#### ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

1. Δύο σφαίρες Α και Β που είναι κατασκευασμένες από το ίδιο είδος πλαστικού τρίβονται με μάλλινο ύφασμα. Πλησιάζοντας τις σφαίρες σε κοντινή απόσταση μεταξύ τους, θα διαπιστώσουμε ότι:

- α) απωθούνται    β) έλκονται    γ) δεν αλληλεπιδρούν

2. Το συνολικό φορτίο δύο ηλεκτρισμένων σωμάτων Α και Β είναι μηδέν. Αν το φορτίο του σώματος Α είναι  $q_A = +4\text{mC}$ , τι από τα παρακάτω ισχύει για το σώμα Β;

- α) έχει φορτίο  $q_B = +4\text{mC}$             β) έχει φορτίο  $q_B = -4\text{mC}$   
γ) είναι ηλεκτρικά ουδέτερο    δ) έχει φορτίο μεγαλύτερο από  $+4\text{mC}$

3. Πλησιάζουμε δύο φορτισμένες ράβδους Α και Β και διαπιστώνουμε ότι απωθούνται. Αυτό σημαίνει ότι:

- α) η ράβδος Α έχει θετικό φορτίο και η ράβδος Β έχει αρνητικό φορτίο  
β) οι δύο ράβδοι έχουν ίδιο είδος φορτίου  
γ) η ράβδος Β έχει θετικό φορτίο και η ράβδος Α έχει αρνητικό φορτίο  
δ) δεν μπορούμε να γνωρίζουμε το φορτίο κάθε ράβδου

4. Απωστική ηλεκτρική δύναμη ασκείται μεταξύ:

- α) πρωτονίου – ηλεκτρονίου    β) πρωτονίου – πρωτονίου  
γ) νετρονίου – νετρονίου    δ) ηλεκτρονίου – νετρονίου

5. Έλκτική ηλεκτρική δύναμη ασκείται μεταξύ:

- α) πρωτονίου – ηλεκτρονίου    β) πρωτονίου – νετρονίου  
γ) νετρονίου – νετρονίου    δ) πρωτονίου – πρωτονίου

6. Όταν ένα σώμα είναι αρνητικά φορτισμένο, τότε:

- α) έχει μόνο θετικά φορτία            β) έχει περισσότερα αρνητικά παρά θετικά φορτία  
γ) δεν έχει καθόλου ηλεκτρόνια    δ) δεν έχει καθόλου αρνητικά φορτία

7. Τι θα συμβεί στην παρακάτω περίπτωση:

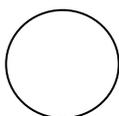
Αν φέρουμε σε επαφή ένα αρνητικά φορτισμένο σώμα με ένα ηλεκτρικά ουδέτερο. Περιγράψτε με συντομία τη διαδικασία φόρτισης.

Πριν την επαφή

$$q_1 = -8\mu\text{C}$$

$$q_2 = 0$$

$$q_{ολ} = \dots\dots$$

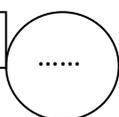
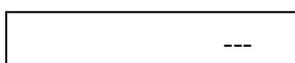


Μετά την επαφή

$$q_1 = -5\mu\text{C}$$

$$q_2 = \dots\dots$$

$$q_{ολ} = \dots\dots$$

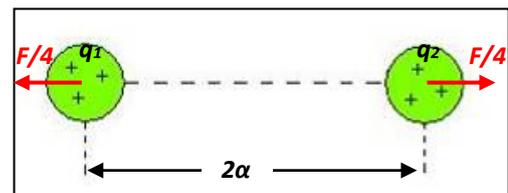
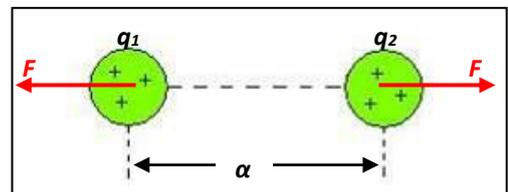


**8.** Περιγράψτε με συντομία τη διαδικασία φόρτισης με τριβή δυο σωμάτων που αρχικά ήταν ηλεκτρικά ουδέτερα.

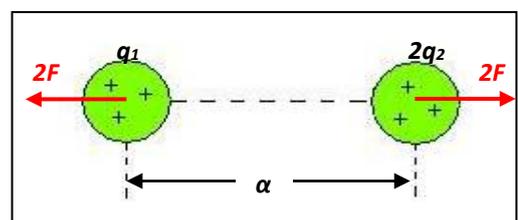
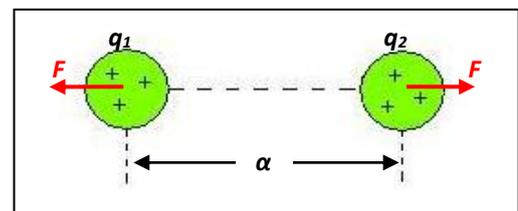
## 1.5 Ο νόμος του Κουλόμπ

- Ποιος φυσικός μελέτησε πρώτος την ηλεκτρική δύναμη και ποια ερωτήματα τον απασχόλησαν;
  - Πως διατυπώνεται και πότε ισχύει ο νόμος του Κουλόμπ;
- Ο Γάλλος φυσικός Κουλόμπ ήταν ο πρώτος που μελέτησε την ηλεκτρική δύναμη. Ο Κουλόμπ πειραματίστηκε με τη δύναμη που αναπτύσσεται ανάμεσα σε δύο ηλεκτρισμένα σώματα και απάντησε στα ερωτήματα:
- Πως επηρεάζεται η ηλεκτρική δύναμη από την απόσταση των δύο σφαιρών;
  - Πως επηρεάζεται η ηλεκτρική δύναμη από το ηλεκτρικό φορτίο των δύο σφαιρών;
  - Τα συμπεράσματα των πειραμάτων αυτών αποτελούν το νόμο του Κουλόμπ

➤ Όταν δύο φορτία βρίσκονται σε κάποια απόσταση, ασκείται ηλεκτρική δύναμη μεταξύ τους. Η δύναμη αυτή μεγαλώνει όσο τα φορτία έρχονται πιο κοντά το ένα στο άλλο. Η ηλεκτρική δύναμη μεταξύ δύο σφαιρών με φορτία  $q_1$  και  $q_2$  είναι αντιστρόφως ανάλογη του τετραγώνου της απόστασης των σφαιρών. Όταν τα δύο φορτία είναι σε απόσταση  $\alpha$  το ένα από το άλλο η δύναμη που δέχεται το καθένα είναι  $F$ . Όταν η απόστασή τους γίνει  $2\alpha$  η δύναμη γίνεται  $F/4$



➤ Η ηλεκτρική δύναμη μεταξύ δύο μικρών φορτισμένων σφαιρών είναι ανάλογη με το ηλεκτρικό φορτίο κάθε σφαίρας και άρα και με το γινόμενό τους, όταν η απόσταση των σφαιρών είναι σταθερή. Για δύο φορτία  $q_1$  και  $q_2$ , τα οποία βρίσκονται σε απόσταση  $\alpha$  μεταξύ τους, η δύναμη είναι  $F$ . Για δύο φορτία  $q_1$  και  $2q_2$ , στην ίδια απόσταση  $\alpha$ , η δύναμη είναι  $2F$ .



Εικόνα 1.10

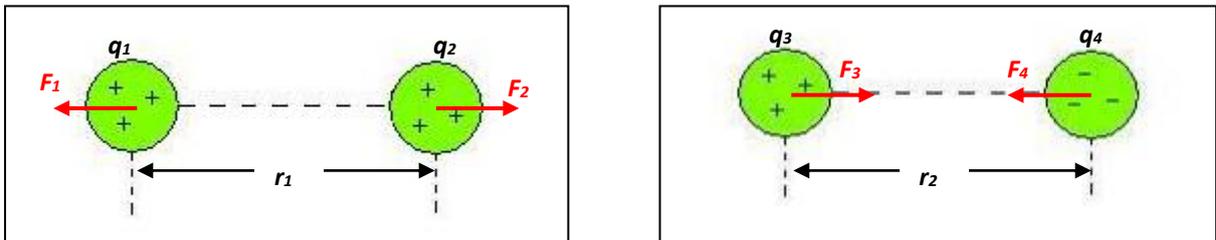
➤ **Νόμος του Κουλόμπ** (Coulomb): το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης  $F$  με την οποία αλληλεπιδρούν δύο σημειακά φορτία  $q_1$  και  $q_2$ , είναι ανάλογο του γινομένου των φορτίων και αντιστρόφως ανάλογο του τετραγώνου της μεταξύ τους απόστασης  $r$ :

$$F = K \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

όπου  $K$  είναι μια **σταθερά αναλογίας**. Η τιμή της σταθεράς  $K$  εξαρτάται από το υλικό μέσα στο οποίο βρίσκονται τα φορτισμένα σώματα και από το σύστημα μονάδων που χρησιμοποιούμε. Στο S.I. και για το κενό (ή τον αέρα) η τιμή της σταθεράς  $K$  είναι :

$$K = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$$

Όταν τα φορτία βρίσκονται μέσα στο νερό τότε  $K_{\text{νερ}} = K/81$ .



➤ Οι δυνάμεις μεταξύ δύο σημειακών φορτίων έχουν τη διεύθυνση της ευθείας που ενώνει τα σημειακά φορτία. **Στα ετερόσημα φορτισμένα σώματα η δύναμη Κουλόμπ είναι ελκτική, ενώ στα ομόσημα απωστική.**

➤ Όταν τα φορτία είναι ετερόσημα, στη σχέση  $F_3 = F_4 = K \frac{q_3 \cdot q_4}{r_2^2}$  τα φορτία τα παίρνουμε **χωρίς το πρόσημό τους**.

➤ Ο νόμος του Κουλόμπ ισχύει για φορτισμένα σωματίδια των οποίων οι διαστάσεις είναι πολύ μικρότερες σε σχέση με τη μεταξύ τους απόσταση ή για ομοιόμορφα φορτισμένες σφαίρες. Τα σώματα αυτά τότε ονομάζονται **σημειακά φορτία**. Σε μια σφαίρα θεωρούμε ότι το ομοιόμορφα κατανεμημένο φορτίο στην επιφάνειά της βρίσκεται στο κέντρο της σφαίρας.

## Λυμένες ασκήσεις:

### Εύρεση δύναμης Coulomb

Άσκηση: Δύο σημειακά φορτία  $q_1 = 4\text{mC}$  και  $q_2 = -2\mu\text{C}$  βρίσκονται σε απόσταση  $r = 3\text{m}$ . Να σχεδιάσετε τις μεταξύ τους δυνάμεις και να τις υπολογίσετε.

Λύση:

Αφού τα φορτία είναι ετερόσημα θα έλκονται και οι μεταξύ τους δυνάμεις αλληλεπίδρασης θα έχουν τη παρακάτω μορφή:



Προκειμένου να υπολογίσουμε τη δύναμη Coulomb θα χρησιμοποιήσουμε τον νόμο του Coulomb αντικαθιστώντας τις μονάδες μέτρησης στο Διεθνές Σύστημα και τα φορτία με την απόλυτη τιμή:

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

$$F = 9 \cdot 10^9 \frac{4 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^{-6}}{3^2}$$
$$\underline{F = 8\text{N}}$$

### Σύγκριση δυνάμεων Coulomb

Άσκηση: Δύο σημειακά φορτία  $q_1$  και  $q_2$  βρίσκονται σε απόσταση  $r$  μεταξύ τους και ασκούν το ένα στο άλλο δύναμη  $F$ . Πώς θα μεταβληθεί η δύναμη αυτή αν διπλασιάσουμε τη μεταξύ τους απόσταση;

Λύση: Προκειμένου να συγκρίνουμε τη δύναμη  $F$  που ασκεί το ένα φορτίο στο άλλο όταν βρίσκονται σε απόσταση  $r$  με τη δύναμη  $F'$  που ασκείται σε διπλάσια απόσταση  $2r$  θα πρέπει να υπολογίσω το λόγο:

$$\frac{F}{F'}$$

Η δύναμη  $F$  σε απόσταση  $r$  από το νόμο του Coulomb ισούται με:

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

Η δύναμη  $F'$  σε απόσταση  $2r$  από το νόμο του Coulomb ισούται με:

$$F' = k \frac{q_1 q_2}{(2r)^2}$$

$$F' = k \frac{q_1 q_2}{4r^2}$$

Υπολογίζω το λόγο:

$$\frac{F}{F'} = \frac{k \frac{q_1 q_2}{r^2}}{k \frac{q_1 q_2}{4r^2}}$$

$$\frac{F}{F'} = 4$$

$$F = 4F'$$

Άρα η δύναμη  $F$  είναι τετραπλάσια της  $F'$  και η  $F'$  είναι υποτετραπλάσια της  $F$ .

### Ερωτήσεις Κατανόησης :

1. i) Για δύο μικρές σφαίρες που είναι φορτισμένες με φορτία  $q_1$  και  $q_2$  και βρίσκονται στον αέρα ποια είναι η σχέση της ηλεκτρικής δύναμης μεταξύ τους και της απόστασής τους  $r$ ;



ii) Όταν η απόσταση  $r$  μεταξύ δύο μικρών φορτισμένων σφαιρών είναι σταθερή, πως εξαρτάται η ηλεκτρική δύναμη μεταξύ των σφαιρών από τα φορτία τους;

2. i) Να διατυπώσετε το νόμο του Κουλόμπ και να γράψετε τη μαθηματική του σχέση.

ii) Από τι εξαρτάται η σταθερά  $K$  στο νόμο του Κουλόμπ;

3. i) Ο νόμος του Κουλόμπ ισχύει για όλα τα φορτισμένα σώματα;

ii) Πότε η δύναμη που δέχεται κάθε φορτίο από το άλλο είναι ελκτική και πότε απωστική;

iii) Γιατί οι δυνάμεις μεταξύ δύο φορτίων είναι αντίθετες;

iv) Ποια είναι η διεύθυνση των δυνάμεων που ασκούνται μεταξύ δύο φορτισμένων σφαιρών;

4. i) Όταν δύο μικρές σφαίρες έχουν από  $1C$  ηλεκτρικό φορτίο και βρίσκονται στον αέρα σε απόσταση  $1m$  μεταξύ τους, πόση δύναμη ασκεί η μία στην άλλη;

ii) Οι ηλεκτρικές δυνάμεις που παίζουν κυρίαρχο ρόλο;

iii) Οι κινήσεις των ουράνιων σωμάτων προσδιορίζονται από τις ηλεκτρικές ή από τις βαρυτικές δυνάμεις; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

5. Ο πυρήνας γιατί έλκει τα ηλεκτρόνια σε ένα άτομο;

6. Να συμπληρωθούν οι επόμενες προτάσεις με τις κατάλληλες λέξεις.

α. Διατηρώντας το φορτίο δύο μικρών σφαιρών σταθερό, η μεταξύ τους ηλεκτρική δύναμη είναι ..... ανάλογη με το ..... της απόστασης μεταξύ των σφαιρών.

β. Όταν οι δύο μικρές φορτισμένες σφαίρες βρίσκονται σε σταθερή απόσταση  $r$  μεταξύ τους, τότε η ηλεκτρική δύναμη είναι ..... με το ηλεκτρικό φορτίο κάθε σφαίρας και επομένως με το ..... τους.

γ. Ο νόμος του Κουλόμπ ισχύει για φορτισμένα σώματα των οποίων οι ..... είναι πολύ μικρές σε σχέση με τη μεταξύ τους ..... ή για ομοιόμορφα φορτισμένες ..... Τα σώματα αυτά ονομάζονται και .....

δ. Το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης ( $F$ ) με την οποία αλληλεπιδρούν δύο σημειακά φορτία ( $q_1$  και  $q_2$ ) είναι ανάλογο ..... των φορτίων και ..... του τετραγώνου της μεταξύ τους .....(.....).

ε. Η ηλεκτρική δύναμη είναι ..... μέγεθος: έχει διεύθυνση και ..... Η διεύθυνσή της βρίσκεται στην ..... που συνδέει τα δύο σημειακά φορτία. Η δύναμη που ασκεί ένα φορτίο έχει φορά προς το άλλο φορτίο ( ..... δύναμη) όταν τα φορτία είναι ..... και αντίθετη ( ..... δύναμη) όταν τα φορτία είναι .....

7. Ποιές ομοιότητες και ποιες διαφορές υπάρχουν ανάμεσα στο νόμο του Κουλόμπ και στο νόμο της Παγκόσμιας Έλξης;

8. Όταν η απόσταση μεταξύ δύο σημειακών ηλεκτρικών φορτίων υποδιπλασιαστεί, τότε η δύναμη που ασκείται μεταξύ τους:

α. υποδιπλασιάζεται

β. διπλασιάζεται

γ. δεν αλλάζει

δ. τετραπλασιάζεται.

Ποια είναι η σωστή απάντηση; Να την αιτιολογήσετε.

9. Η δύναμη που ασκείται μεταξύ δύο σημειακών φορτισμένων σφαιρών είναι ανάλογη:

- α. μόνο του φορτίου της μίας σφαίρας,
  - β. του γινομένου των φορτίων των δύο σφαιρών,
  - γ. της μεταξύ τους απόστασης,
  - δ. του τετραγώνου της μεταξύ τους απόστασης.
- Ποια από τις παραπάνω προτάσεις είναι σωστή;

**10.** Η δύναμη ανάμεσα σε δύο ηλεκτρικά φορτισμένα σώματα είναι:

- α. πάντα ελκτική
- β. πάντα απωστική
- γ. ελκτική ή απωστική, ανάλογα με το είδος του φορτίου κάθε σώματος
- δ. μηδενική όταν τα δύο σώματα έχουν ίσο και ετερόνυμο ηλεκτρικό φορτίο.

**11.** Η ηλεκτρική δύναμη έχει διεύθυνση:

- α. την ευθεία που ενώνει τα δύο ηλεκτρικά φορτία
- β. την ευθεία που είναι κάθετη στην ευθεία που ενώνει τα δύο φορτία
- γ. τέτοια ώστε να εξαρτάται από το είδος των φορτίων
- δ. τέτοια ώστε να εξαρτάται από το υλικό που μεσολαβεί ανάμεσα στα δύο φορτία.

**12.** Ο νόμος του Κουλόμπ μπορεί να εφαρμοστεί απευθείας:

- α. για ηλεκτρικά φορτισμένα σώματα οποιουδήποτε σχήματος
- β. για σημειακά ηλεκτρικά φορτία και σφαιρικές κατανομές ηλεκτρικού φορτίου
- γ. μόνο για ομώνυμα ηλεκτρικά φορτία
- δ. για σώματα που έχουν ίσες ποσότητες ηλεκτρικού φορτίου.

**13.** Δύο πολύ μικρές σφαίρες με φορτίο  $q$  η καθεμία βρίσκονται σε απόσταση  $r$  μεταξύ τους και δέχονται ηλεκτρική δύναμη αλληλεπίδρασης  $F$ . Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

- α. Όταν η απόσταση των σφαιρών υποδιπλασιάζεται, η ηλεκτρική δύναμη τετραπλασιάζεται.
- β. Όταν η απόσταση των σφαιρών διπλασιάζεται, η ηλεκτρική δύναμη τετραπλασιάζεται.
- γ. Όταν το φορτίο κάθε σφαίρας υποδιπλασιάζεται, η ηλεκτρική δύναμη τετραπλασιάζεται.
- δ. Όταν το φορτίο κάθε σφαίρας διπλασιάζεται, η ηλεκτρική δύναμη τετραπλασιάζεται.

**14.** Δύο ακίνητα σημειακά φορτισμένα σώματα απωθούνται με δύναμη μέτρου  $F=4\text{N}$ . Αν διπλασιαστεί το ηλεκτρικό φορτίο κάθε σώματος ταυτόχρονα, τότε το μέτρο της δύναμης με την οποία απωθούνται γίνεται ίσο με:

- α.  $F'=32\text{N}$
- β.  $F'=8\text{N}$
- γ.  $F'=16\text{N}$
- δ.  $F'=4\text{N}$

**15.** Η ηλεκτρική σταθερά  $K$  στο νόμο του Κουλόμπ:

- α. εξαρτάται από το σύστημα μονάδων
  - β. έχει μονάδα μέτρησης στο S.I. το  $\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$
  - γ. εξαρτάται από το μέσο στο οποίο βρίσκονται τα φορτία
  - δ. για τον αέρα και το κενό έχει τιμή  $K=1$ .
- Ποιες από τις παραπάνω προτάσεις είναι σωστές;



δ. Θα τετραπλασιαστεί

21. Δύο σημειακά φορτία  $q$  και  $-2q$  αλληλεπιδρούν. Ποιες από τις επόμενες προτάσεις είναι σωστές?

α. Οι σφαίρες δέχονται δυνάμεις διαφορετικού μέτρου.

β. Οι σφαίρες απωθούνται με δυνάμεις του ίδιου μέτρου.

γ. Η διεύθυνση των δυνάμεων που ασκούνται στις σφαίρες είναι η διεύθυνση της ευθείας που τις ενώνει.

δ. Τα διανύσματα των δυνάμεων που δέχονται οι δύο σφαίρες έχουν αντίθετη φορά.

ε. Η δύναμη που δέχονται οι σφαίρες είναι ανεξάρτητη από την μεταξύ τους απόσταση.

[ΛΥΜΕΝΗ ΑΣΚΗΣΗ ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΤΟΥ COULOMB :](#)

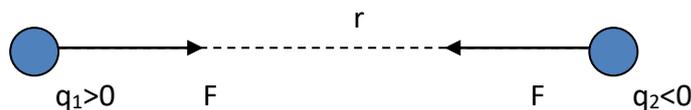
**Παράδειγμα:**

**Άσκηση εφαρμογής νόμου του Κουλόμπ**

1. Δύο σημειακά ηλεκτρικά φορτία  $q_1=4\mu\text{C}$  και  $q_2=-2\mu\text{C}$  βρίσκονται σε απόσταση  $r=2\text{m}$ . Να σχεδιάσετε και να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης που αναπτύσσεται μεταξύ τους. Δίνεται  $K=9\cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ .

**Λύση**

Αρχικά κάνουμε το κατάλληλο σχήμα και γράφουμε τα δεδομένα και τα ζητούμενα της άσκησης κάνοντας μετατροπές στις μονάδες μέτρησης όπου αυτό είναι απαραίτητο.



Οπότε:

$$q_1=4\mu\text{C}=4\cdot 10^{-6}\text{C}, \quad q_2=-2\mu\text{C}=-2\cdot 10^{-6}\text{C}.$$

Το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης υπολογίζεται από το νόμο του Κουλόμπ. Στον τύπο **δεν βάζουμε πρόσημα** διότι αυτός ο τύπος μας δίνει το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης και όχι την κατεύθυνσή της. Τα πρόσημα τα λάβαμε υπόψη μας όταν σχεδιάσαμε τις δυνάμεις στο σχήμα οπότε και τις σχεδιάσαμε ελκτικές επειδή τα ηλεκτρικά φορτία είναι ετερόνυμα:

$$F = K \frac{q_1 q_2}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{4 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^{-6}}{(2)^2} = \frac{9 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 10^9 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-6}}{(2)^2} = \frac{9 \cdot \cancel{4} \cdot 2 \cdot 10^{9-6-6}}{\cancel{4}} = 18 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

[ΑΣΚΗΣΕΙΣ:](#)

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

(Απ: 72cm)

23. Θεωρούμε δύο σημειακά φορτία  $q_1 = +5 \cdot 10^{-6} \text{C}$  και  $q_2 = +6 \cdot 10^{-6} \text{C}$ , τα οποία βρίσκονται στον αέρα. Η απόσταση μεταξύ των δύο σημειακών φορτίων είναι  $r=3\text{m}$ . Να βρείτε την απωστική δύναμη που δέχεται το κάθε φορτίο από το άλλο. Δίνεται:  $K=9 \cdot 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ .

(Απ:  $3 \cdot 10^{-2} \text{N}$ )

24. Στο άτομο του υδρογόνου το ηλεκτρόνιο κινείται γύρω από τον πυρήνα σε κυκλική τροχιά ακτίνας  $r=4 \cdot 10^{-10} \text{m}$ . Να υπολογίσετε τη δύναμη Κουλόμπ μεταξύ πυρήνα και ηλεκτρονίου. Δίνονται:  $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$  και  $K=9 \cdot 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ .

(Απ:  $14,4 \cdot 10^{-10} \text{N}$ )

25. Δύο μικρές σφαίρες βρίσκονται στον αέρα και έχουν ηλεκτρικά φορτία  $q_1 = +10^{-4} \mu\text{C}$  και  $q_2 = -3 \cdot 10^{-4} \mu\text{C}$  ομοιόμορφα κατανεμημένα στην επιφάνειά τους. Αν η δύναμη που ασκείται από τη μία σφαίρα στην άλλη έχει μέτρο  $F=3 \cdot 10^{-7} \text{N}$ , να βρείτε την απόσταση μεταξύ των κέντρων των σφαιρών.

Δίνεται:  $K=9 \cdot 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ .

(Απ: 3cm)

26. Δύο σημειακές σφαίρες Α και Β βρίσκονται στον αέρα και έχουν φορτία  $q_1 = +4 \mu\text{C}$  και  $q_2 = -5 \mu\text{C}$  αντίστοιχα. Αν η σφαίρα Α έλκεται από τη σφαίρα Β με δύναμη  $F_A = 20 \cdot 10^{-3} \text{N}$ , να υπολογίσετε:

i) τη δύναμη με την οποία έλκει η Α τη Β,

ii) την απόσταση  $r$  μεταξύ των σφαιρών,

iii) πόση γίνεται η ελκτική δύναμη μεταξύ των σφαιρών όταν η απόστασή τους διπλασιαστεί;

Δίνεται:  $K=9 \cdot 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ .

(Απ: ii) 3m, iii)  $5 \cdot 10^{-3} \text{N}$ )

27. Δύο σφαίρες Α και Β που βρίσκονται στον αέρα έχουν φορτία  $q_A = q_B = +2 \mu\text{C}$  ομοιόμορφα κατανεμημένα και ακτίνες  $R_1 = R_2 = 0,1 \text{m}$ . Αν η μικρότερη απόσταση μεταξύ των σφαιρών είναι  $d=0,8 \text{m}$ , να υπολογίσετε τη δύναμη που ασκεί η κάθε σφαίρα στην άλλη.

Δίνεται:  $K=9 \cdot 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ .

(Απ: ii)  $36 \cdot 10^{-3} \text{N}$ )

28. i) Δύο όμοια ακίνητα σφαιρίδια βρίσκονται σε απόσταση  $r=3 \text{m}$  και έχουν φορτία  $Q_1=2 \text{C}$  και  $Q_2=4 \text{C}$ . Να βρεθεί η μεταξύ τους δύναμη.

ii) Φέρνω σε επαφή τις δύο σφαίρες και τις ξαναβάζω στη θέση τους ( $r=3 \text{m}$ ). Ποιο είναι το φορτίο της κάθε σφαίρας και πόση γίνεται τώρα η μεταξύ τους δύναμη;

Δίνεται:  $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ .

(Απ: i)  $8 \cdot 10^9 \text{ N}$ , ii)  $9 \cdot 10^9 \text{ N}$ )

## 1.6 ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ

➤ **Ηλεκτρικό πεδίο:** μια περιοχή του χώρου όταν ασκούνται ηλεκτρικές δυνάμεις σε κάθε φορτισμένο σώμα που φέρνουμε μέσα σ' αυτή. Το ηλεκτρικό πεδίο δημιουργείται γύρω από φορτισμένα σώματα. Κάθε φορτισμένο σώμα δημιουργεί γύρω του ένα ηλεκτρικό πεδίο.

### Ερωτήσεις-Ασκήσεις:

- i) Τι ονομάζουμε ηλεκτρικό πεδίο;
- ii) Να περιγράψετε τα δύο βήματα για τη διαδικασία της άσκησης της ηλεκτρικής δύναμης.
- iii) Πως θα διαπιστώσουμε αν σε μια περιοχή του χώρου υπάρχει ηλεκτρικό πεδίο;

### ΤΕΣΤ 2 ΕΛΕΓΧΩ ΤΙΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΜΟΥ

1. Δύο αρνητικά φορτισμένες σημειακές σφαίρες βρίσκονται ακίνητες σε ορισμένη απόσταση  $r$  μεταξύ τους. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λάθος;

- Μεταξύ των δύο σφαιρών ασκούνται απωστικές ηλεκτρικές δυνάμεις.
- Αν αυξήσουμε την απόσταση μεταξύ των δύο σφαιρών, τα μέτρα των δυνάμεων με τις οποίες αλληλεπιδρούν αυξάνονται.
- Αν μειώσουμε την απόσταση των δύο σφαιρών στο μισό, οι δυνάμεις διπλασιάζονται.
- Όταν διπλασιάσουμε ταυτόχρονα το φορτίο και των δύο σφαιρών χωρίς να αλλάξουμε την απόστασή τους, οι δυνάμεις διπλασιάζονται.

ΜΟΝΑΔΕΣ 6

2. Οι παρακάτω προτάσεις αναφέρονται στο ηλεκτρικό πεδίο. Ποιες είναι σωστές και ποιες λάθος;

- Μια αφόρτιστη μεταλλική σφαίρα δεν δημιουργεί γύρω της ηλεκτρικό πεδίο.
- Ένας μαγνήτης δημιουργεί γύρω του ηλεκτρικό πεδίο.
- Το ηλεκτρικό πεδίο ασκεί δυνάμεις σε φορτισμένα σώματα.
- Η έννοια του ηλεκτρικού πεδίου ερμηνεύει τη δράση από απόσταση των ηλεκτρικών δυνάμεων.

ε) Ηλεκτρικό πεδίο δημιουργούν μόνο τα θετικά φορτισμένα σώματα.

ΜΟΝΑΔΕΣ 10

3. Ένα σημειακό φορτίο  $q_1=2\mu\text{C}$  βρίσκεται ακίνητο σε κάποιο σημείο. Ποια δύναμη θα ασκηθεί σε ένα φορτίο  $q_2=9\mu\text{C}$ , αν το φέρουμε σε απόσταση  $r=3\text{m}$  από το φορτίο  $q_1$ ; Δίνεται  $k=9\cdot 10^9 \text{Nm}^2/\text{C}^2$ .

ΜΟΝΑΔΕΣ 4



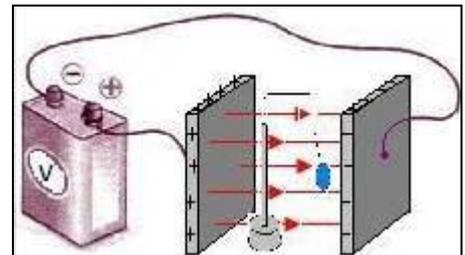
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ

### 1.2

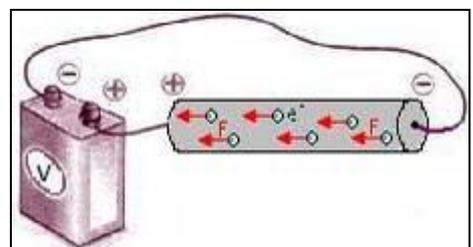
#### Το ηλεκτρικό ρεύμα

- ✓ **Ηλεκτρικό ρεύμα:** η προσανατολισμένη κίνηση των ηλεκτρονίων ή γενικά των φορτισμένων σωματιδίων.
- ✓ **Ηλεκτρικό ρεύμα που διαρρέει ένα μεταλλικό αγωγό:** τα σωματίδια που εκτελούν την προσανατολισμένη κίνηση είναι τα ελεύθερα ηλεκτρόνια που διαθέτουν και τα οποία έχουν τη δυνατότητα να κινούνται σε όλη την έκταση του αγωγού. Αντίθετα τα θετικά ιόντα, λόγω της μεγάλης τους μάζας, δε μπορούν να κινηθούν εύκολα. Ο αριθμός των ηλεκτρονίων που διαθέτει στη μονάδα του όγκου κάθε μέταλλο και η ευκολία με την οποία κινούνται τα ελεύθερα ηλεκτρόνια του μας δείχνουν πόσο καλός αγωγός είναι το μέταλλο αυτό.
- ✓ **Μονωτές:** δε διαθέτουν ελεύθερα ηλεκτρόνια ή διαθέτουν ελάχιστα που κινούνται μέσα τους με πολύ μεγάλη δυσκολία, οπότε είναι δύσκολο να περάσει ηλεκτρικό ρεύμα μέσα απ' αυτούς.
- ✓ **Ημιαγωγοί:** υλικά, τα οποία ανάλογα με τις συνθήκες, συμπεριφέρονται άλλοτε ως αγωγοί και άλλοτε ως μονωτές. Αν αυξηθεί η θερμοκρασία σε ένα ημιαγωγό, αυξάνεται και η κινητικότητα των φορτισμένων σωματιδίων του, οπότε ο ημιαγωγός συμπεριφέρεται σαν αγωγός. Αντίθετα αν μειωθεί η θερμοκρασία και ψυχθεί ένας ημιαγωγός, μειώνεται αρκετά και η κινητικότητα των φορτισμένων σωματιδίων του, οπότε συμπεριφέρεται σαν μονωτής.

✓ Αν συνδέσουμε τους πόλους μιας μπαταρίας με δύο μεταλλικές πλάκες παράλληλες μεταξύ τους και τοποθετήσουμε ένα ηλεκτρικό εκκρεμές ανάμεσα στις δύο πλάκες, θα παρατηρήσουμε ότι το ηλεκτρικό εκκρεμές αποκλίνει από την κατακόρυφη διεύθυνσή του, γιατί ανάμεσα στις δύο μεταλλικές πλάκες υπάρχει **ομογενές ηλεκτρικό πεδίο** το οποίο ασκεί δύναμη στο εκκρεμές, άρα και ανάμεσα στους πόλους της μπαταρίας.

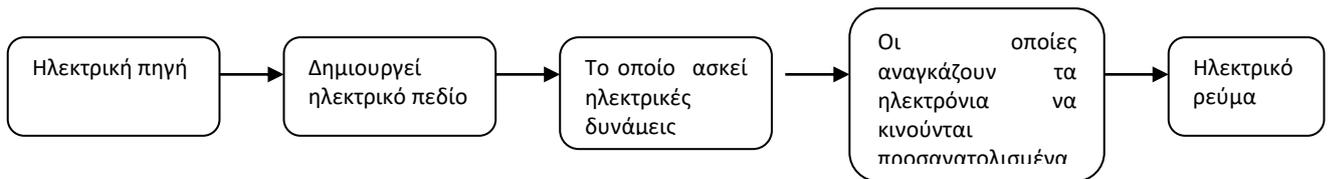


✓ Όταν συνδέσουμε έναν μεταλλικό αγωγό με μια μπαταρία (πηγή), τότε τα ελεύθερα ηλεκτρόνια του δεν κινούνται σε τυχαίες κατευθύνσεις αλλά προσανατολίζονται σε μια συγκεκριμένη, διότι το ηλεκτρικό πεδίο που δημιουργείται από τους πόλους της μπαταρίας, ασκεί **ηλεκτρική δύναμη στα** ελεύθερα ηλεκτρόνια. Έτσι αυτά κινούνται από τον αρνητικό προς το θετικό πόλο, με αποτέλεσμα να δημιουργούν **ηλεκτρικό ρεύμα**. Τα θετικά ιόντα του μεταλλικού αγωγού συγκρατούνται και δεν κινούνται ελεύθερα όπως τα ηλεκτρόνια. Άρα η δύναμη του ηλεκτρικού πεδίου δεν τα επηρεάζει.



- ✓ **Πως μπορούμε να προκαλέσουμε ηλεκτρικό ρεύμα μέσα σε έναν μεταλλικό αγωγό;**

Ηλεκτρικό ρεύμα μπορούμε εύκολα να προκαλέσουμε με τη βοήθεια μιας μπαταρίας (ηλεκτρική πηγή). Σε κάθε **ηλεκτρική πηγή** υπάρχουν δύο αντίθετα ηλεκτρισμένες περιοχές τις οποίες ονομάζουμε **ηλεκτρικούς πόλους**. Αν συνδέσουμε μια ηλεκτρική πηγή με έναν μεταλλικό αγωγό τότε στο εσωτερικό του αγωγού δημιουργείται ηλεκτρικό πεδίο. Το ηλεκτρικό πεδίο ασκεί δυνάμεις στα ελεύθερα ηλεκτρόνια και στα θετικά ιόντα του αγωγού. Τα θετικά ιόντα δεν έχουν τη δυνατότητα να κινηθούν ελεύθερα. Αντίθετα όμως τα ελεύθερα ηλεκτρόνια υπό την επίδραση της ηλεκτρικής δύναμης από το ηλεκτρικό πεδίο της πηγής κινούνται προσανατολισμένα από τον αρνητικό προς το θετικό πόλο της πηγής. Η προσανατολισμένη αυτή κίνηση αποτελεί το ηλεκτρικό ρεύμα.



- ✓ **Ένταση (I) του ηλεκτρικού ρεύματος** που διαρρέει ένα αγωγό ορίζεται ως το φορτίο (q) που διέρχεται από μια διατομή του αγωγού σε χρονικό διάστημα (t), προς το χρονικό διάστημα.

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

- ✓ **Μονάδα μέτρησης** της έντασης (I) του ηλεκτρικού ρεύματος στο S.I. είναι το **1 Ampere (1A)**, με υποπολλαπλάσια το  $1\text{mA}=10^{-3}\text{A}$  και το  $1\mu\text{A}=10^{-6}\text{A}$ . Το Ampere είναι θεμελιώδης μονάδα στο S.I., ενώ το Κουλόμπ είναι παράγωγος μονάδα. Το 1C ορίζεται με βάση το 1A.

Από τη σχέση  $I = \frac{q}{t}$  παίρνουμε:  $1\text{A} = \frac{1\text{C}}{1\text{s}}$  ή  $1\text{C} = 1\text{A} \cdot 1\text{s}$ . Επομένως, 1C είναι το φορτίο το οποίο διέρχεται κάθε δευτερόλεπτο από μια διατομή ενός αγωγού από την οποία διέρχεται ηλεκτρικό ρεύμα έντασης 1A.

- ✓ **Αμπερόμετρα:** τα όργανα που χρησιμοποιούμε για να μετρήσουμε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος. Για να μετρήσουμε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διέρχεται από ένα αγωγό, παρεμβάλουμε το αμπερόμετρο, έτσι ώστε το προς μέτρηση ρεύμα να διέλθει μέσα απ' αυτό (**σύνδεση σε σειρά**).

- ✓ **Πραγματική φορά του ηλεκτρικού ρεύματος:** στους αγωγούς τα ελεύθερα ηλεκτρόνια κινούνται με φορά από τον αρνητικό προς το θετικό πόλο της μπαταρίας.

- ✓ **Συμβατική φορά του ηλεκτρικού ρεύματος:** για ιστορικούς λόγους επικράτησε να θεωρείται ως φορά του ηλεκτρικού ρεύματος η φορά κίνησης που θα είχαν τα θετικά φορτισμένα σωματίδια αν κινούνταν κατά μήκος του αγωγού (με φορά από το θετικό προς τον αρνητικό πόλο της πηγής). Η φορά αυτή είναι αντίθετη με την πραγματική φορά των ελεύθερων ηλεκτρονίων. Σε κάθε ηλεκτρικό κύκλωμα σχεδιάζουμε το ρεύμα (I) να βγαίνει από το θετικό και να μπαίνει στον αρνητικό πόλο της ηλεκτρικής πηγής.



✓ **Αποτελέσματα ηλεκτρικού ρεύματος:**

- **Θερμικά αποτελέσματα,** λόγω της θέρμανσης των σωμάτων που διαρρέονται από ηλεκτρικό ρεύμα, π.χ. θερμοσίφωνα, ηλεκτρική κουζίνα, τοστιέρα κ.α.
- **Ηλεκτρομαγνητικά αποτελέσματα,** καθώς μεταξύ ηλεκτρικών ρευμάτων και μαγνητών υπάρχει αλληλεπίδραση. Η εκτροπή της μαγνητικής βελόνας από ένα σύρμα που διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα είναι ένα φαινόμενο που δείχνει αυτή την αλληλεπίδραση. Λόγω τα αλληλεπίδρασης αυτής κατασκευάστηκαν συσκευές όπως η ηλεκτρική σκούπα, ο κινητήρας του ασανσέρ, το πλυντήριο κ.α.
- **Χημικά αποτελέσματα,** όταν το ρεύμα που διαρρέεται μέσα από χημικές ουσίες προκαλεί χημικές μεταβολές, όπως στις ηλεκτρικές μπαταρίες ή στην παραγωγή χημικών στοιχείων όπως νατρίου και υδρογόνου.
- **Φωτεινά αποτελέσματα,** όταν το ρεύμα προκαλεί εκπομπή φωτός είτε λόγω αύξησης της θερμοκρασίας (λαμπτήρες πυρακτώσεως), είτε λόγω της διέλευσής του από αέρια (λαμπτήρες φθορισμού).



## Λυμένες ασκήσεις :

### Υπολογισμός έντασης ρεύματος

Άσκηση: Να υπολογίσετε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει έναν αγωγό αν γνωρίζετε ότι σε χρόνο 2 λεπτών περνά από μια διατομή του αγωγού φορτίο 2,4C.

Λύση: Προκειμένου να υπολογίσουμε την ένταση του ρεύματος θα χρησιμοποιήσουμε την εξίσωση του ορισμού της έντασης:

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

Στην εξίσωση αυτή θα αντικαταστήσουμε όλα τα μεγέθη με μονάδες στο Διεθνές Σύστημα.

$\Delta t = 2 \text{ min} = 120 \text{ s}$

Άρα:

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

$$I = \frac{2,4}{120}$$

$$\underline{I = 0,02A}$$

Άσκηση 2: Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει ένα αγωγό είναι  $I=40\text{mA}$ . Πόσο φορτίο περνάει από μια διατομή του αγωγού σε χρόνο  $t=250\text{s}$ ;

Λύση

Πρώτα μεταφέρουμε στο Διεθνές Σύστημα όσες μονάδες χρειάζεται. Εδώ, η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος

$$I = 40\text{mA} = 40 \cdot 10^{-3}\text{A}.$$

Οπότε :

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

$$q = It \Rightarrow$$

$$q = 40 \cdot 10^{-3}\text{A} \cdot 250\text{s} =$$

$$= 10000 \cdot 10^{-3} \Rightarrow$$

$$\underline{I=10C}$$

### Ερωτήσεις Κατανόησης :

- Με ποιες θεμελιώδεις αρχές του ηλεκτρισμού συνδέεται το ηλεκτρικό ρεύμα;
  - Τι ονομάζουμε ηλεκτρικό ρεύμα;
- Γιατί το ηλεκτρικό ρεύμα περνά μέσα από τους αγωγούς και δεν περνά μέσα από τους μονωτές;
  - Στους μεταλλικούς αγωγούς ποια σωματίδια εκτελούν προσανατολισμένη κίνηση όταν περνά ηλεκτρικό ρεύμα;
  - Ποια υλικά ονομάζονται ημιαγωγοί;
- Τι συμβαίνει στο εσωτερικό μεταλλικού σύρματος όταν αυτό συνδεθεί με μια μπαταρία;
- Τι ονομάζουμε ένταση  $I$  του ηλεκτρικού ρεύματος; Ποια είναι η μονάδα μέτρησής της στο S.I.;
  - Με τη βοήθεια της μονάδας  $1\text{A}$  να ορίσετε το  $1\text{C}$ .
- Πως ονομάζονται τα όργανα με τα οποία μετράμε την ένταση  $I$  του ηλεκτρικού ρεύματος;

ii) Για να μετρήσουμε την ένταση  $I$  του ηλεκτρικού ρεύματος σε ένα αγωγό, πως συνδέουμε τα όργανα μέτρησης;

6. i) Σε ένα αγωγό που συνδέεται με μπαταρία ποια είναι η πραγματική και ποια η συμβατική φορά του ηλεκτρικού ρεύματος;

ii) Να αναφέρετε τα αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος και εφαρμογές σε κάθε περίπτωση.

7. Να συμπληρωθούν οι επόμενες προτάσεις με τις κατάλληλες λέξεις.

α. Το ηλεκτρικό ρεύμα και τα αποτελέσματά του περιγράφονται και ερμηνεύονται από την κίνηση ..... σωματιδίων μέσα σε ..... πεδία.

β. Ονομάζουμε ηλεκτρικό ρεύμα την ..... κίνηση των ..... ή γενικότερα των ..... σωματιδίων.

γ. Σε κάθε ηλεκτρική πηγή υπάρχουν δύο αντίθετα ηλεκτρισμένες περιοχές τις οποίες ονομάζουμε ..... Όταν ένα σύρμα το συνδέσουμε στους δύο πόλους μιας μπαταρίας, τότε στο εσωτερικό του σύρματος δημιουργείται ....., οπότε στα ελεύθερα ηλεκτρόνια του ασκείται .....

δ. Ορίζουμε την ένταση ( $I$ ) του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει έναν αγωγό ως ..... (.....) που διέρχεται από μια ..... του αγωγού σε χρονικό διάστημα ( $t$ ) προς αυτό το .....

ε. Ένα Coulomb είναι το ..... που διέρχεται κάθε δευτερόλεπτο από μια ..... ενός αγωγού ο οποίος διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης .....

στ. Η φορά κίνησης των ..... σ' έναν μεταλλικό αγωγό είναι η ..... φορά του ηλεκτρικού ρεύματος. Η φορά κίνησης των ..... σ' έναν αγωγό ονομάζεται ..... φορά του ρεύματος.

8. Τι ονομάζουμε ηλεκτρικό ρεύμα;

α. Ηλεκτρικό ρεύμα ονομάζουμε μόνο την προσανατολισμένη ροή ηλεκτρονίων.

β. Ηλεκτρικό ρεύμα ονομάζουμε την προσανατολισμένη ροή ηλεκτρικού φορτίου.

γ. Ηλεκτρικό ρεύμα ονομάζουμε τη διάδοση ηλεκτρικού πεδίου.

δ. Ηλεκτρικό ρεύμα ονομάζουμε την κίνηση ατόμων μέσα σε ένα αγωγίμο υλικό.

9. Ποιοι είναι οι φορείς του ηλεκτρικού ρεύματος μέσα σε ένα μεταλλικό αγωγό;

α. Τα πρωτόνια

β. Τα νετρόνια

γ. Τα ηλεκτρόνια των ατόμων

δ. Τα ελεύθερα ηλεκτρόνια.

10. Η ένταση  $I$  του ηλεκτρικού ρεύματος ορίζεται ως:

α.  $Q/t$

β.  $Q \cdot t$

γ.  $V/t$

δ.  $V \cdot t$

11. Μονάδα της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος στο σύστημα S.I. είναι το:

α. 1A

β. 1V

γ. 1Ω

δ. 1C.

12. Η σχέση που συνδέει τη μονάδα έντασης ηλεκτρικού ρεύματος με τη μονάδα ηλεκτρικού φορτίου είναι:

**ΦΥΣΙΚΗ Γ' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ**  
**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2°**

- α.  $1A=1C/1s$                       β.  $1A=1s/1C$   
γ.  $1A=1C/1s^2$                      δ.  $1A=1C^2/1s$

**13.** Ποιο από τα παρακάτω αποτελεί ηλεκτρομαγνητικό αποτέλεσμα του ηλεκτρικού ρεύματος;

- α. Η ηλεκτρόλυση  
β. Η λειτουργία ενός λαμπτήρα πυρακτώσεως  
γ. Η λειτουργία ενός ηλεκτρικού τρένου  
δ. Η λειτουργία ενός θερμοσυσσωρευτή.

**14.** Αγωγός διαρρέεται από σταθερό ρεύμα έντασης 2A. Σε χρονική διάρκεια 10s το ηλεκτρικό φορτίο που περνά από μια διατομή του αγωγού είναι:

- α. 5C                      β. 20C                      γ. 10C                      δ. 0,2 C

Ποια είναι η σωστή απάντηση;

**15.** Ένας αγωγός διαρρέεται από σταθερό ρεύμα έντασης 1 A, όταν από μια διατομή του διέρχεται φορτίο:

- α. ενός ηλεκτρονίου σε 1s,  
β. 1C σε 0,1 s,  
γ. 0,1C σε 0,1 s,  
δ. 0,1C σε 1 s.

Ποια είναι η σωστή απάντηση;

**16.** Από δύο αγωγούς περνά ηλεκτρικό ρεύμα έντασης 5A και 10A αντίστοιχα. Αυτό σημαίνει ότι:

- α. η ίδια ποσότητα φορτίου διέρχεται από τους δύο αγωγούς σε 1s  
β. η ίδια ποσότητα φορτίου διέρχεται από τον πρώτο αγωγό σε 2s και από το δεύτερο σε 1s  
γ. η ίδια ποσότητα φορτίου διέρχεται από τον πρώτο αγωγό σε 1s και από το δεύτερο σε 2s  
δ. σε καμιά περίπτωση.

**17.** Το ηλεκτρικό ρεύμα στους μεταλλικούς αγωγούς οφείλεται στην κίνηση:

- α. των θετικά φορτισμένων πυρήνων των ατόμων του μετάλλου,  
β. των ηλεκτρονίων που κινούνται γύρω από τους πυρήνες των ατόμων του μετάλλου,  
γ. των θετικών ιόντων του μετάλλου,  
δ. των ελεύθερων ηλεκτρονίων του μετάλλου.

Ποια είναι η σωστή απάντηση;

**18.** Να χαρακτηρίσετε τις επόμενες προτάσεις ως σωστές ή λανθασμένες.

Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει έναν αγωγό:

- α. Είναι μονόμετρο φυσικό μέγεθος.  
β. Αυξάνεται ανάλογα με τον χρόνο που το ηλεκτρικό ρεύμα διαρρέει τον αγωγό.  
γ. Έχει διαφορετική τιμή κατά μήκος του αγωγού.  
δ. Έχει μονάδα μέτρησης στο S.I. το 1A.  
ε. Μετριέται με αμπερόμετρο.

**19.** Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις ως σωστές ή λανθασμένες.

- α. Το αμπερόμετρο είναι όργανο με το οποίο μετράμε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος.

β. Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος είναι μεγαλύτερη κοντά στην πηγή και μικρότερη μακριά της.

γ. Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος είναι ο ρυθμός με τον οποίο περνούν τα ηλεκτρικά φορτία από μια διατομή του αγωγού.

δ. Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος είναι παράγωγο φυσικό μέγεθος στο S.I.

ε. Η γραφική παράσταση της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος σε σχέση με το φορτίο για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα είναι μια παραβολή.

**20.** Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές ή λανθασμένες.

α. Στους μεταλλικούς αγωγούς το ηλεκτρικό ρεύμα είναι η προσανατολισμένη κίνηση των ελεύθερων ηλεκτρονίων.

β. Από τους μονωτές δεν περνάει ηλεκτρικό ρεύμα διότι δεν διαθέτουν ελεύθερα ηλεκτρόνια.

γ. Στους μεταλλικούς αγωγούς τα σωματίδια που εκτελούν την προσανατολισμένη κίνηση είναι τα θετικά ιόντα.

δ. Σε όλους τους μεταλλικούς αγωγούς τα ελεύθερα ηλεκτρόνια κινούνται με την ίδια ευκολία, δηλαδή όλα τα μέταλλα έχουν την ίδια ηλεκτρική αγωγιμότητα.

ε. Όταν δύο παράλληλες μεταλλικές πλάκες συνδεθούν στους πόλους μιας μπαταρίας, τότε στο χώρο μεταξύ των πλακών δημιουργείται ομογενές ηλεκτρικό πεδίο.

στ. Όταν ένα σύρμα δεν είναι συνδεδεμένο με μια ηλεκτρική πηγή, τότε τα ελεύθερα ηλεκτρόνια του κινούνται προσανατολισμένα.

ζ. Στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων το ηλεκτρικό ρεύμα έχει μονάδα μέτρησης το 1A, ενώ το φορτίο το 1 C.

η. Η πραγματική φορά του ηλεκτρικού ρεύματος είναι η φορά κίνησης των ελεύθερων ηλεκτρονίων.

**21.** Αγωγός διαρρέεται από σταθερό ρεύμα έντασης 4A. σε χρονική διάρκεια 10s το ηλεκτρικό φορτίο που περνά από μία διατομή του αγωγού είναι:

α. 4C

β. 40C

γ. 0.4C

δ. 20C

**22.** Πώς θα μεταβληθεί η ένταση του ρεύματος που διαρρέει έναν αγωγό αν σε διπλάσιο χρόνο περνά από μια διατομή του το ίδιο φορτίο;

**23.** Πώς θα μεταβληθεί η ένταση του ρεύματος που διαρρέει έναν αγωγό αν σε διπλάσιο χρόνο περνά από μία διατομή του αγωγού το μισό φορτίο;

### ΑΣΚΗΣΕΙΣ:

**24.** Σε χρονικό διάστημα 10s περνούν από ένα κύκλωμα 36C. Ποια είναι η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος; Πόσος χρόνος χρειάζεται για να περάσει από τον ίδιο αγωγό διπλάσια ποσότητα ηλεκτρικού φορτίου, αν η ένταση του ρεύματος παραμένει σταθερή;

(Απ: 3,6A, 20sec)

25. Αν το φορτίο του ηλεκτρονίου είναι  $-1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$ , να υπολογίσετε πόσα ηλεκτρόνια θα κινηθούν σ' έναν αγωγό που διαρρέεται από ρεύμα 3A σε χρόνο 3s.  
(Απ:  $5,625 \cdot 10^{19}$  ηλεκτρόνια)

26. Ηλεκτρικό φορτίο  $q=3,6 \cdot 10^{-6} \text{C}$  περνά σε χρόνο  $t=3 \text{min}$  από ένα μεταλλικό αγωγό. Πόση είναι η ένταση του ρεύματος που διαπερνά τον αγωγό;  
(Απ:  $2 \cdot 10^{-8} \text{A}$ )

27. Να υπολογίσετε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος όταν γνωρίζουμε ότι από μια διατομή του σύρματος διέρχεται φορτίο  $q=0,36 \text{mC}$  σε χρόνο  $t=1 \text{min}$ .  
(Απ:  $6 \cdot 10^{-6} \text{A}$ )

28. Μεταλλικός αγωγός διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης  $I=30 \text{mA}$ . Να υπολογίσετε:  
i) σε πόσο χρόνο περνάει από μία διατομή του αγωγού φορτίο  $q=0,36 \mu\text{C}$   
ii) πόσο φορτίο περνά από μια διατομή του αγωγού σε χρόνο  $t=4000 \text{s}$ .  
(Απ: i)  $1,2 \cdot 10^{-5} \text{s}$ , ii) 120C)

29. Από έναν αγωγό περνά ηλεκτρικό φορτίο  $Q=3,2 \cdot 10^{-6} \text{C}$  δημιουργώντας ρεύμα έντασης 10A. Πόσο διαρκεί η διέλευση του ηλεκτρικού φορτίου μέσα από τον αγωγό;  
(Απ:  $3,2 \cdot 10^{-7} \text{s}$ )

30. Το ρεύμα που διαρρέει έναν λαμπτήρα έχει ένταση  $I=400 \text{mA}$ . Να εκφράσετε την ένταση του ρεύματος αυτού σε A, σε  $\mu\text{A}$ , και σε kA.

31. Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει έναν αγωγό είναι  $I=2 \text{A}$ . Να βρεθεί το φορτίο  $q$  που περνά από μια διατομή του αγωγού αυτού σε χρόνο  $t=1 \text{h}$ .  
(Απ: 7200C)

32. Ένας μεταλλικός αγωγός διαρρέεται από ρεύμα έντασης  $I=40 \text{mA}$ .  
i) Μέσα σε πόσο χρόνο περνά από μια διατομή του αγωγού φορτίο ίσο με 2C;  
ii) Πόσο φορτίο περνά από μια διατομή του αγωγού σε χρόνο  $t'=10 \text{s}$ ;  
(Απ: i) 50s, ii) 0,4C)

33. Από ένα μεταλλικό αγωγό περνά ηλεκτρικό ρεύμα 10A για χρόνο 16min. Να υπολογίσετε:  
i) την ποσότητα του ηλεκτρικού φορτίου που διαπερνά τον αγωγό  
ii) το πλήθος των ηλεκτρονίων που διαπερνούν τον αγωγό.  
Δίνεται ότι  $e=1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$ .  
(Απ: i) 9.600C, ii)  $6 \cdot 10^{22}$  ηλεκτρόνια)

34. Ηλεκτρικός λαμπτήρας διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα σταθερής έντασης.  
i) Πόση είναι η ένταση του ρεύματος αυτού, αν σε χρόνο  $t=0,5 \text{min}$  περνά μέσα από το λαμπτήρα ηλεκτρικό φορτίο  $q=12 \text{C}$ ;  
ii) Να εκφράσετε την ένταση του ρεύματος σε mA.  
iii) Πόσο ηλεκτρικό φορτίο περνά από το λαμπτήρα σε χρόνο  $t=50 \text{s}$ ;  
(Απ: i) 0,4A, iii) 20C)

**35.** Λαμπτήρας πυρακτώσεως διαρρέεται από ρεύμα έντασης  $I=760\text{mA}$ .

**i)** Πόσο φορτίο εισέρχεται και πόσο εξέρχεται από το λαμπτήρα σε χρόνο  $t=20\text{s}$ ;

**ii)** Πόσα ηλεκτρόνια εισέρχονται και πόσα εξέρχονται από το λαμπτήρα στον προηγούμενο χρόνο;

Δίνεται ότι:  $q_e=-1,6\cdot 10^{-19}\text{C}$ .

(Απ: i)  $15,2\text{C}$ , ii)  $95\cdot 10^{18}$  ηλεκτρόνια)

**36. i)** Το ηλεκτρικό φορτίο κάθε ηλεκτρονίου είναι ίσο με  $q_e=-1,6\cdot 10^{-19}\text{C}$  και το ηλεκτρικό φορτίο που περνά κάθε δευτερόλεπτο από μια διατομή του νήματος από βολφραίμιο σ' ένα λαμπάκι φανού, που φωτοβολεί, είναι  $q=-4,8\cdot 10^{-3}\text{C}$ . Σε πόσα ηλεκτρόνια αντιστοιχεί αυτό το ηλεκτρικό φορτίο;

**ii)** Πόση θα ήταν η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος σε αυτό το νήμα, αν το φορτίο των  $4,8\cdot 10^{-3}\text{C}$  περνούσε από τη διατομή του σε χρόνο  $0,02\text{s}$ ;

(Απ: i)  $3\cdot 10^{16}$  ηλεκτρόνια, ii)  $0,24\text{A}$ )

**37.** Αγωγός συνδέεται με τους πόλους μιας μπαταρίας. Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό είναι  $I=6,4\text{mA}$ .

**i)** Πόσο ηλεκτρικό φορτίο περνά από μια διατομή του αγωγού σε χρόνο  $t=10\text{s}$ ;

**ii)** Πόσα ελεύθερα ηλεκτρόνια περνούν από μια διατομή του αγωγού σε χρόνο  $t=10\text{s}$ ;

Δίνεται ότι:  $q_e=-1,6\cdot 10^{-19}\text{C}$ .

(Απ: i)  $64\cdot 10^{-3}\text{C}$ , ii)  $4\cdot 10^{17}$  ηλεκτρόνια)

**38.** Οι καθοδικές ακτίνες που χτυπούν την οθόνη της τηλεόρασης είναι ηλεκτρόνια και αντιστοιχούν σε ηλεκτρικό ρεύμα έντασης  $I=40\mu\text{A}$ . Να βρείτε το ηλεκτρικό φορτίο και τον αριθμό των ηλεκτρονίων που χτυπούν στην οθόνη σε χρόνο  $t=1\text{min}$ .

Δίνεται ότι:  $e=1,6\cdot 10^{-19}\text{C}$ .

(Απ: i)  $24\cdot 10^{-4}\text{C}$ , ii)  $15\cdot 10^{15}$  ηλεκτρόνια)

## 2.2. Ηλεκτρικό κύκλωμα

✓ **Ηλεκτρικό κύκλωμα:** κάθε διάταξη που αποτελείται από κλειστούς αγωγίμους δρόμους, μέσω των οποίων διέρχεται ηλεκτρικό ρεύμα. Όλες οι ηλεκτρικές συσκευές έχουν δύο άκρα που ονομάζονται πόλοι.

**Παράδειγμα:** όταν τα άκρα ενός λαμπτήρα συνδεθούν με τους πόλους μιας μπαταρίας, τότε ο λαμπτήρας φωτοβολεί. Στα σύρματα και στον λαμπτήρα τα ελεύθερα ηλεκτρόνια κινούνται με κατεύθυνση από τον αρνητικό προς το θετικό πόλο της μπαταρίας. Μέσα στην μπαταρία τα ελεύθερα ηλεκτρόνια κινούνται με κατεύθυνση από το θετικό προς τον αρνητικό πόλο.

✓ **Απλό ηλεκτρικό κύκλωμα** ονομάζεται ένα σύστημα που περιλαμβάνει μια ηλεκτρική πηγή (π.χ. μπαταρία), σύρματα (αγωγούς), διακόπτη και ηλεκτρικές συσκευές(π.χ. λάμπα). Ένα ηλεκτρικό κύκλωμα λέγεται **κλειστό** όταν διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα και **ανοικτό** όταν δεν διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα.

✓ **Ενέργεια του ηλεκτρικού ρεύματος:** προέρχεται από την πηγή που θέτει σε κίνηση τα ελεύθερα ηλεκτρόνια των συρμάτων και των ηλεκτρικών συσκευών.

✓ **Ηλεκτρική πηγή:** οποιαδήποτε συσκευή μετατρέπει μια μορφή ενέργειας σε ηλεκτρική ενέργεια (δεν έχουμε παραγωγή ενέργειας από το μηδέν).

✓ **Ηλεκτρική τάση ή διαφορά δυναμικού ( $V_{πηγής}$ ) μεταξύ των πόλων μιας ηλεκτρικής πηγής:** το πηλίκο της ενέργειας ( $E_{ηλεκτρική}$ ) που προσφέρεται από την πηγή σε ηλεκτρόνια συνολικού φορτίου  $q$ , τα οποία περνούν από το εσωτερικό της, προς το φορτίο  $q$ .

$$V_{πηγής} = \frac{E_{ηλεκτρική}}{q}$$

Μονάδα μέτρησης της διαφοράς δυναμικού στο S.I. είναι το Volt (1V) το οποίο ορίζεται σύμφωνα με τη σχέση:  $1\text{Volt} = \frac{1\text{Joule}}{1\text{Coulomb}}$  ή  $1\text{V} = \frac{1\text{J}}{1\text{C}}$ .

✓ **Καταναλωτής ή μετατροπέας:** κάθε συσκευή που μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια σε ενέργεια άλλης μορφής.

✓ **Ηλεκτρική τάση ή διαφορά δυναμικού (V) μεταξύ των άκρων ενός καταναλωτή:** το πηλίκο της ενέργειας που μεταφέρουν στον καταναλωτή ηλεκτρόνια συνολικού φορτίου  $q$ , όταν διέρχονται απ' αυτόν, προς το φορτίο  $q$ .

$$V = \frac{E_{ηλεκτρική}}{q}$$

✓ **Βολτόμετρο:** η συσκευή με την οποία μετράμε τη διαφορά δυναμικού στα άκρα μιας ηλεκτρικής συσκευής. Συνδέεται στο κύκλωμα με τέτοιο τρόπο, ώστε οι δύο ακροδέκτες του να συνδέονται με τα δύο σημεία μεταξύ των οποίων ζητάμε τη διαφορά δυναμικού (παράλληλη σύνδεση).

✓ Όταν μια ηλεκτρική συσκευή (καταναλωτής) δε διαρρέεται από ρεύμα, η τάση στα άκρα της είναι μηδέν. Η τάση μιας μπαταρίας (ηλεκτρική πηγή) είναι διάφορη του μηδενός ανεξάρτητα απ' το αν αυτή διαρρέεται από ρεύμα ή όχι.

### Λυμένες ασκήσεις:

---

Άσκηση: Μια μπαταρία των 9V συνδέεται με τα άκρα ενός λαμπτήρα.

α) Να υπολογίσετε την ενέργεια που μεταφέρεται από την πηγή σε ελεύθερα ηλεκτρόνια του αγωγού συνολικού φορτίου 3C.

β) Αν η μπαταρία αντικατασταθεί από μια άλλη, η ενέργεια που μεταφέρεται στο λαμπτήρα μέσω των ελεύθερων ηλεκτρονίων συνολικού φορτίου 4C είναι ίση με 48J. Να υπολογίσετε τη διαφορά δυναμικού μεταξύ των άκρων της μπαταρίας θεωρώντας ότι δεν υπάρχουν απώλειες ενέργειας κατά τη μεταφορά της προς το λαμπτήρα.

#### Λύση

$$\alpha) E_{\text{ηλεκτρική}} = V_{\text{πηγής}} \cdot q = 9V \cdot 3C = \underline{27J}.$$

$$\beta) E_{\text{ηλεκτρική}} = V_{\text{πηγής}} \cdot q \Rightarrow V_{\text{πηγής}} = \frac{E_{\text{ηλεκτρική}}}{q} = \frac{48}{4} = \underline{12V}.$$

Άσκηση 2: Ένας λαμπτήρας είναι συνδεδεμένος με μπαταρία των 9V και διαρρέεται από ρεύμα έντασης  $I=4A$ . Να υπολογίσετε πόση ενέργεια μεταφέρεται από την πηγή στο λαμπτήρα σε χρόνο 2s.

#### Λύση

$$I = \frac{q}{t} \Rightarrow q = I \cdot t \Rightarrow q = 4A \cdot 2s = \underline{8C}.$$

$$E_{\text{ηλεκτρική}} = V_{\text{πηγής}} \cdot q = 9V \cdot 8C = \underline{72J}.$$

### Ερωτήσεις:

---

- i) Τι ονομάζουμε ηλεκτρικό κύκλωμα;

ii) Τα άκρα ενός λαμπτήρα συνδέονται με τους πόλους μιας μπαταρίας. Ποια είναι η κατεύθυνση κίνησης των ελεύθερων ηλεκτρονίων στα σύρματα και στο λαμπτήρα και ποια μέσα στη μπαταρία;
- i) Πότε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα λέγεται κλειστό και πότε ανοικτό;

ii) Διαθέτουμε μια μπαταρία, ένα λαμπτήρα, ένα διακόπτη και αρκετά καλώδια. Να σχεδιάσετε ένα κύκλωμα έτσι ώστε ο λαμπτήρας να ανάψει. Γιατί όταν ανοίξουμε το διακόπτη σ' ένα κύκλωμα δεν περνά ρεύμα από αυτό;
- i) Τι ονομάζουμε ενέργεια του ηλεκτρικού ρεύματος; Από πού προέρχεται αυτή η ενέργεια;

ii) Να αναφέρετε ηλεκτρικές πηγές όπου μιας μορφής ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική.
- i) Τι ονομάζουμε ηλεκτρική τάση ή διαφορά δυναμικού στους πόλους μιας πηγής;

ii) Πως ορίζεται η μονάδα μέτρησης της διαφοράς δυναμικού στο S.I.;

5. i) Πως ονομάζονται οι συσκευές που μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια σε άλλης μορφής ενέργεια; Να δώσετε παραδείγματα τέτοιων συσκευών.

ii) Τι ονομάζουμε ηλεκτρική τάση ή διαφορά δυναμικού μεταξύ των άκρων ενός καταναλωτή;

6. i) Πως μετράμε πειραματικά τη διαφορά δυναμικού μεταξύ των άκρων μιας ηλεκτρικής συσκευής; Πως επιτυγχάνεται αυτό;

ii) Πότε σε μια ηλεκτρική συσκευή η διαφορά δυναμικού στα άκρα της είναι μηδέν;

iii) Υπάρχει περίπτωση η ηλεκτρική τάση στους πόλους μιας μπαταρίας να είναι μηδέν;

7. i) Σε ένα κλειστό κύκλωμα που διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα από πού προέρχονται τα ελεύθερα ηλεκτρόνια;

ii) Η ΔΕΗ τι πουλάει, ελεύθερα ηλεκτρόνια, ηλεκτρικό ρεύμα ή ηλεκτρική ενέργεια;

8. Να συμπληρωθούν οι επόμενες προτάσεις με τις κατάλληλες λέξεις.

α. Συνδέουμε τους πόλους μιας μπαταρίας με τα άκρα ενός λαμπτήρα. Ο λαμπτήρας ..... Στα σύρματα σύνδεσης και στον λαμπτήρα τα ελεύθερα ηλεκτρόνια κινούνται με κατεύθυνση από τον ..... προς τον ..... πόλο της μπαταρίας. Μέσα στην μπαταρία κινούνται με κατεύθυνση από τον ..... προς τον ..... πόλο της.

β. Η ηλεκτρική ενέργεια προέρχεται από την ..... που θέτει σε προσανατολισμένη κίνηση τα ..... του μεταλλικού αγωγού.

γ. Σ' έναν συσσωρευτή (μπαταρία οχημάτων) ..... ενέργεια μετατρέπεται σε ..... Σ' ένα φωτοστοιχείο ενέργεια ..... μετατρέπεται σε ..... Στο θερμοστοιχείο ..... ενέργεια μετατρέπεται σε .....

δ. Ο ρόλος της ηλεκτρικής πηγής δεν είναι να ..... ηλεκτρόνια στον αγωγό που συνδέεται στους πόλους της. Η πηγή θέτει απλώς σε ..... τα ελεύθερα ηλεκτρόνια που προϋπάρχουν στον αγωγό. Η ΔΕΗ δεν μας πουλάει ηλεκτρόνια, αλλά .....

ε. Συνδέουμε με καλώδια τις άκρες ενός λαμπτήρα με τους πόλους μιας μπαταρίας. Έτσι έχει σχηματιστεί ένα ηλεκτρικό ..... Ο λαμπτήρας, η μπαταρία και τα καλώδια διαρρέονται από ..... Γι' αυτό, απαραίτητη προϋπόθεση είναι μεταξύ των πόλων της μπαταρίας να υπάρχει .....

στ. Κάθε συσκευή που μετατρέπει μια μορφή ενέργειας σε ηλεκτρική ενέργεια ονομάζεται ..... ή ..... Η ενέργεια που προσφέρεται από την ..... σε ηλεκτρόνια συνολικού φορτίου 1 ..... όταν διέρχονται μέσα από αυτή ονομάζεται ..... ή διαφορά ..... μεταξύ των πόλων της.

ζ. Κάθε συσκευή που μετατρέπει την ..... σε ενέργεια άλλης μορφής ονομάζεται ηλεκτρικός καταναλωτής. Η ..... που μεταφέρει το ηλεκτρικό ρεύμα σ' έναν καταναλωτή είναι ανάλογη της διαφοράς ..... που εφαρμόζεται στα άκρα του και του ..... που τη διαπερνά όταν αυτή λειτουργεί.

9. Όταν θέλετε να ανάψετε το φως στο δωμάτιό σας, τότε:

α. ανοίγετε τον αντίστοιχο διακόπτη,

β. κλείνετε τον αντίστοιχο διακόπτη,

γ. ανοίγετε το αντίστοιχο κύκλωμα,

δ. κλείνετε το αντίστοιχο κύκλωμα και ανοίγετε τον αντίστοιχο διακόπτη.  
Ποια είναι η σωστή απάντηση;

**10.** Σε ένα κύκλωμα μεταλλικών αγωγών η συμβατική φορά του ηλεκτρικού ρεύματος:

- α. συμπίπτει με τη φορά κίνησης των ελεύθερων ηλεκτρονίων.
- β. είναι αντίθετη από τη φορά κίνησης των ελεύθερων ηλεκτρονίων.
- γ. συμπίπτει με τη φορά κίνησης των αρνητικών ιόντων.
- δ. συμπίπτει με τη φορά κίνησης των θετικών ιόντων.

**11.** Διαφορά δυναμικού στους πόλους μιας πηγής ονομάζεται:

- α. η δύναμη που επιταχύνει κάθε ηλεκτρικό φορέα μέσα σ' έναν αγωγό
- β. η ενέργεια ανά μονάδα φορτίου που προσφέρεται από μια πηγή στους φορείς του ηλεκτρικού ρεύματος
- γ. η δύναμη με την οποία μια πηγή επιταχύνει τους φορείς του ηλεκτρικού ρεύματος στο εσωτερικό της
- δ. η δύναμη που ασκείται στους φορείς του ηλεκτρικού ρεύματος από το ηλεκτρικό πεδίο της πηγής μέσα στον αγωγό.

**12.** Τα άκρα ενός λαμπτήρα συνδέονται με σύρματα στους πόλους μιας μπαταρίας. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες;

- α. Στο σύρμα και στον λαμπτήρα κινούνται ελεύθερα ηλεκτρόνια με κατεύθυνση από τον αρνητικό προς το θετικό πόλο της μπαταρίας.
- β. Μέσα στην μπαταρία τα ελεύθερα ηλεκτρόνια κινούνται με κατεύθυνση από τον αρνητικό πόλο της προς τον θετικό.
- γ. Η (συμβατική) φορά του ρεύματος στον λαμπτήρα είναι από το θετικό πόλο της πηγής προς τον αρνητικό.
- δ. Στην μπαταρία χημική ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική.

**13.** Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες;

- α. Σε μια ηλεκτρική πηγή έχουμε παραγωγή ενέργειας από το μηδέν.
- β. Στο φωτοστοιχείο ενέργεια ακτινοβολίας μετατρέπεται σε ηλεκτρική.
- γ. Σε μια γεννήτρια ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική.
- δ. Σε ένα λαμπτήρα φωτισμού η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε φωτεινή.

**14.** Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες;

- α. Οι συσκευές που μετατρέπουν μια μορφή ενέργειας σε ηλεκτρική ονομάζονται πηγές ηλεκτρικής ενέργειας.
- β. Οι συσκευές που μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια σε άλλης μορφής ενέργεια ονομάζονται μετατροπείς ή καταναλωτές.
- γ. Όταν από μια ηλεκτρική συσκευή δεν περνά ηλεκτρικό ρεύμα, η τάση στα άκρα της είναι μηδέν.
- δ. Όταν από μια μπαταρία δε περνά ηλεκτρικό ρεύμα, η τάση στους πόλους της είναι μηδέν.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ :

15. Να υπολογίσετε το μέγιστο ποσό ενέργειας που μπορεί να προσφέρει μια μπαταρία 1,5V σε μια ηλεκτρική συσκευή, αν υποθέσουμε ότι διακινεί φορτίο  $q=0,3\text{kC}$ .

(Απ: 450J)

16. Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει ένα λαμπτήρα είναι  $I=3\text{A}$  και η διαφορά δυναμικού στα άκρα του είναι  $V_L=9\text{V}$ . Να βρείτε για χρόνο μίας ώρας:

- i) το ηλεκτρικό φορτίο που περνά από τον λαμπτήρα,
- ii) την ηλεκτρική ενέργεια που απορροφά ο λαμπτήρας.

(Απ: i) 10800C, ii) 97200J)

17. Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει μια μπαταρία  $I=4\text{A}$  και η τάση στους πόλους της είναι  $V_{\text{πηγής}}=6\text{V}$ . Για χρόνο  $t=20\text{s}$  να υπολογίσετε:

- i) το φορτίο που περνά από την μπαταρία,
- ii) την ηλεκτρική ενέργεια που δίνει η μπαταρία στο κύκλωμα.

(Απ: i) 80C, ii) 480J)

18. Μια πηγή προσφέρει ενέργεια 10.000J σ' ένα κύκλωμα στο οποίο μετακινείται φορτίο  $q=10^4\text{C}$ .

- i) Πόση είναι η διαφορά δυναμικού ανάμεσα στους πόλους της πηγής;
- ii) Πόση ενέργεια θα μπορούσε να προσφέρει η ίδια πηγή, αν το φορτίο που μετακινείται γινόταν το διπλάσιο;
- iii) Αν διπλασιάσαμε τη διαφορά δυναμικού στους πόλους της πηγής, καθώς και την ενέργεια που προσφέρει η πηγή, πόσο φορτίο θα μπορούσε να μετακινηθεί μέσα στο κύκλωμα;

(Απ: i) 1V, ii) 20000J, iii)  $10^4\text{C}$ )

19. Ηλεκτρικός λαμπτήρας απορροφά ενέργεια 3.000J όταν περνά από αυτόν ηλεκτρικό φορτίο  $q=10^3\text{C}$ .

- i) Πόση είναι η διαφορά δυναμικού ανάμεσα στους πόλους του λαμπτήρα;
- ii) Πόση ενέργεια θα μπορούσε να απορροφήσει ο ίδιος λαμπτήρας, αν το φορτίο που τον διαπερνά γινόταν το διπλάσιο;
- iii) Αν διπλασιάζαμε τη διαφορά δυναμικού στους πόλους του λαμπτήρα, καθώς και την ενέργεια που προσφέρεται σε αυτόν, πόσο φορτίο θα μπορούσε να μετακινηθεί μέσα από το λαμπτήρα;

(Απ: i) 3V, ii) 6000J, iii)  $10^3\text{C}$ )

20. Μια ηλεκτρική συσκευή διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης  $I=10\text{A}$ , για χρόνο  $t=20\text{s}$ . Η διαφορά δυναμικού στα άκρα της συσκευής είναι 220V. Πόση ενέργεια απορροφά η συσκευή;

(Απ: 200C, ii) 44000J)

21. Ηλεκτρική πηγή προσφέρει σ' ένα κύκλωμα ενέργεια 20.000J και προκαλεί σε αυτό ηλεκτρικό ρεύμα έντασης  $I=10\text{A}$  για χρόνο  $t=10\text{s}$ .

- i) Πόση είναι η διαφορά δυναμικού στα άκρα της πηγής;
- ii) Πόσο ηλεκτρικό φορτίο μεταφέρθηκε μέσα από την πηγή;

(Απ: i) 200V, ii) 100C)

22. Μια ηλεκτρική πηγή μετακινεί σ' ένα κύκλωμα ηλεκτρικό φορτίο  $q=12 \cdot 10^5 \text{C}$  για χρόνο  $t=10\text{s}$ . Αν η τάση ανάμεσα στους πόλους της πηγής είναι ίση με  $V=200\text{V}$ , να υπολογίσετε:

- i) την ένταση του ρεύματος που διαπερνά το κύκλωμα
- ii) την ενέργεια που προσφέρει η πηγή στο κύκλωμα.

(Απ: i)  $12 \cdot 10^4 \text{A}$ , ii)  $24 \cdot 10^7 \text{J}$ )

23. Μια ηλεκτρική κουζίνα, που λειτουργεί κανονικά όταν συνδέεται με διαφορά δυναμικού  $V=200\text{V}$ , απορροφά ενέργεια  $E=20.000\text{J}$  από το ηλεκτρικό ρεύμα που τη διαπερνά σε χρόνο  $t=20\text{s}$ . Να υπολογίσετε:

- i) την ένταση του ρεύματος που διαπερνά την κουζίνα
- ii) το φορτίο που διαπέρασε την κουζίνα στο χρόνο αυτό.

(Απ: i)  $5\text{A}$ , ii)  $100\text{C}$ )

26. Μια μπαταρία  $12\text{V}$  συνδέεται με λαμπτήρες που είναι σε σειρά (διαρρέονται όλοι από το ίδιο ρεύμα). Με τη βοήθεια βολτομέτρου μετράμε τη διαφορά δυναμικού στους πόλους της μπαταρίας και τη βρίσκουμε  $V_{\text{πηγής}}=11,8\text{V}$ , ενώ την τάση στα άκρα ενός λαμπτήρα τη βρίσκουμε  $V_{\lambda}=2\text{V}$ . Αν η ένταση του ρεύματος στο κύκλωμα είναι  $I=2\text{A}$ , να βρείτε για χρόνο μιας ώρας:

- i) το φορτίο που περνά από τη μπαταρία,
- ii) την ηλεκτρική ενέργεια που δίνει η μπαταρία στο κύκλωμα,
- iii) την ηλεκτρική ενέργεια που απορροφά ο λαμπτήρας του οποίου η τάση είναι  $V_{\lambda}=2\text{V}$ .

(Απ: i)  $7200\text{C}$ , ii)  $84960\text{J}$ , iii)  $14400\text{J}$ )

27. Σε μια μπαταρία το 80% της χημικής της ενέργειας μετατρέπεται σε ηλεκτρική. Όταν η μπαταρία τροφοδοτεί ένα λαμπτήρα, διαρρέεται από ρεύμα έντασης  $I=2\text{A}$  και η διαφορά δυναμικού στους πόλους της είναι  $V_{\text{πηγής}}=12\text{V}$ . Για το χρονικό διάστημα  $t=200\text{s}$  να βρείτε:

- i) το φορτίο που περνά από τη μπαταρία,
- ii) την ηλεκτρική ενέργεια που δίνει η μπαταρία στο κύκλωμα,
- iii) τη χημική ενέργεια που ξοδεύει η μπαταρία.

(Απ: i)  $400\text{C}$ , ii)  $4800\text{J}$ , iii)  $6000\text{J}$ )

### ΤΕΣΤ 3 ΕΛΕΓΧΩ ΤΙΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΜΟΥ

#### A. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

1. Μια μπαταρία συνδέεται με τα άκρα ενός μεταλλικού αγωγού και με ένα λαμπάκι. Ο ρόλος της μπαταρίας είναι:

- α) να παραγάγει ελεύθερα ηλεκτρόνια
- β) να θέσει σε κίνηση τα θετικά ιόντα του μεταλλικού αγωγού
- γ) να δημιουργήσει ηλεκτρικό πεδίο και να θέσει σε κίνηση τα ελεύθερα ηλεκτρόνια που παράγει
- δ) να δημιουργήσει ηλεκτρικό πεδίο και να θέσει σε κίνηση τα ελεύθερα ηλεκτρόνια που προϋπάρχουν μέσα στο μεταλλικό αγωγό

2. Ένας μεταλλικός αγωγός διαρρέεται από ρεύμα έντασης  $12\text{A}$ . Αυτό σημαίνει:

- α) κάθε χρονική στιγμή από μια διατομή του αγωγού περνάει φορτίο  $12\text{C}$
- β) σε χρόνο  $12\text{s}$  από μια διατομή του αγωγού περνάει φορτίο  $1\text{C}$

- γ) σε χρόνο 1s από μια διατομή του αγωγού περνάει φορτίο 12C  
δ) σε χρόνο 1s από μια διατομή του αγωγού περνάνε 12 ηλεκτρόνια
- 3.** Μια ηλεκτρική θερμάστρα διαρρέεται από ρεύμα έντασης 6A. Πόσο φορτίο εισέρχεται στη θερμάστρα κάθε δευτερόλεπτο;  
α) 6C β) 6μC γ) 6C/s δ) δεν μπορούμε να γνωρίζουμε
- 4.** Με ένα αμπερόμετρο, συνδέοντάς το με κατάλληλο τρόπο σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα, μπορούμε να μετρήσουμε απευθείας από την ένδειξή του:  
α) το φορτίο που διέρχεται από ένα σημείο του κυκλώματος  
β) το ρυθμό ροής του φορτίου που διέρχεται από ένα σημείο του κυκλώματος  
γ) το χρόνο που απαιτείται για να περάσει κάποια συγκεκριμένη ποσότητα φορτίου από ένα σημείο του αγωγού  
δ) όλα τα παραπάνω, ανάλογα με τον τρόπο χρησιμοποίησής του
- 5.** Τι από τα παρακάτω ισχύει για τη φορά του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει ένα μεταλλικό αγωγό;  
α) η φορά κίνησης του θετικού φορτίου είναι η συμβατική φορά του ρεύματος  
β) η φορά κίνησης του θετικού φορτίου είναι η πραγματική φορά του ρεύματος  
γ) η φορά κίνησης των ελεύθερων ηλεκτρονίων είναι η συμβατική φορά του ρεύματος

**ΜΟΝΑΔΕΣ 10**

**B. ΣΩΣΤΟ ΛΑΘΟΣ**

1. Κάθε ηλεκτρικό κύκλωμα διαρρέεται από ρεύμα.
2. Μια ηλεκτρική πηγή παράγει ηλεκτρική ενέργεια από το μηδέν.
3. Η διαφορά δυναμικού μεταξύ των δύο άκρων ενός καταναλωτή εκφράζει την ενέργεια που μεταφέρεται από την πηγή στον καταναλωτή.
4. Η διαφορά δυναμικού μεταξύ των δύο άκρων μιας πηγής εκφράζει την ενέργεια που μεταφέρεται από την πηγή στα ελεύθερα ηλεκτρόνια του κυκλώματος.
5. Η ταχύτητα κίνησης των ελεύθερων ηλεκτρονίων κατά την προσανατολισμένη κίνησή τους πλησιάζει την ταχύτητα του φωτός.
6. Όταν συνδέουμε έναν αγωγό με μια πηγή, τότε στο εσωτερικό του αγωγού δημιουργείται ηλεκτρικό πεδίο.
7. Η πηγή σε ένα κύκλωμα δίνει ενέργεια σε προϋπάρχοντα φορτία.
8. Το βολτόμετρο το συνδέουμε σε σειρά με έναν καταναλωτή.
9. Ηλεκτρική τάση στα άκρα μιας πηγής υπάρχει μόνο όταν τη συνδέσουμε σε κάποιο ηλεκτρικό κύκλωμα.
10. Σε ένα κύκλωμα σχεδιάζεται πάντα η συμβατική φορά του ηλεκτρικού ρεύματος, δηλαδή από το θετικό προς τον αρνητικό πόλο της πηγής.

**ΜΟΝΑΔΕΣ 10**

## 2.3. Ηλεκτρικά δίπολα

✓ **Ηλεκτρικά δίπολα:** όλες οι ηλεκτρικές συσκευές που χρησιμοποιούμε και διαθέτουν δύο άκρα (πόλους) μέσω των οποίων συνδέονται με το ηλεκτρικό κύκλωμα (π.χ. οικιακές συσκευές, μπαταρίες και λαμπτήρες).

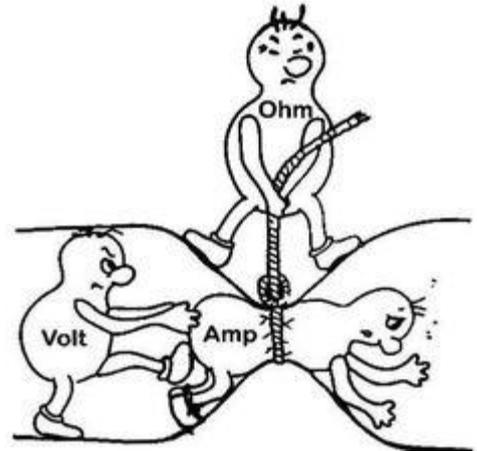
✓ **Ηλεκτρική αντίσταση (R)** ενός ηλεκτρικού διπόλου: το πηλίκο της ηλεκτρικής τάσης (V) που εφαρμόζεται στα άκρα (πόλους) του διπόλου προς την ένταση (I) του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το δίπολο. Η ηλεκτρική αντίσταση ενός διπόλου γενικά μεταβάλλεται με τη μεταβολή της εφαρμοζόμενης τάσης.

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

Μονάδα μέτρησης της ηλεκτρικής αντίστασης είναι το **Ωμ (Ohm)**. Το 1 Ωμ ισούται με:

$$1\Omega = \frac{1V}{1A}$$

Πολλαπλάσια του Ωμ είναι:  $1k\Omega=10^3\Omega$ ,  $1M\Omega=10^6\Omega$ .  
Υποπολλαπλάσια του Ωμ είναι:  $1m\Omega=10^{-3}\Omega$ ,  $1\mu\Omega=10^{-6}\Omega$ .

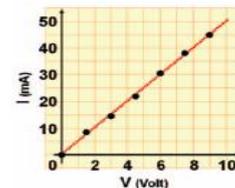


✓ **Ωμόμετρα:** τα όργανα με τα οποία μετράμε την ηλεκτρική αντίσταση και συνήθως είναι ενσωματωμένα σε πολύμετρα.

✓ **Αντιστάτες:** τα ηλεκτρικά δίπολα των οποίων η αντίσταση είναι σταθερή (ανεξάρτητη από την εφαρμοζόμενη τάση V και την ένταση I του ηλεκτρικού ρεύματος που τους διαρρέει). Οι αντιστάτες μετατρέπουν όλη την ηλεκτρική ενέργεια σε θερμική.

✓ **Νόμος του Ωμ (Ohm):** Η ένταση (I) του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει ένα μεταλλικό αγωγό (σταθερής θερμοκρασίας) είναι ανάλογη της διαφοράς δυναμικού (V) που εφαρμόζεται στα άκρα του, δηλαδή ισχύει:

$$I = \left(\frac{1}{R}\right) \cdot V \text{ ή } V = I \cdot R$$



Ο νόμος του Ωμ (Ohm) ισχύει μόνο στους μεταλλικούς αγωγούς και όχι σε όλους τους αγωγούς. Ισχύει μόνο για τους αντιστάτες, όπου η R είναι σταθερή. Δεν ισχύει στις διόδους ή στα τρανζίστορ (διατάξεις που χρησιμοποιούνται στους υπολογιστές, στα ραδιόφωνα κλπ.).

### Λυμένες ασκήσεις:

Άσκηση: Η αντίσταση ενός μεταλλικού αγωγού είναι  $R = 10\Omega$ . Να βρείτε:

**ΦΥΣΙΚΗ Γ' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ**  
**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2°**

- α) Την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό, όταν στα άκρα του εφαρμόζεται τάση  $V = 50V$ .  
β) Το φορτίο που διέρχεται από μια διατομή του αγωγού σε χρόνο  $t = 5s$ .

Λύση

$$\alpha) I = \frac{V}{R} = \frac{50V}{10\Omega} = 5A.$$

$$\beta) I = \frac{q}{t} \Rightarrow q = I \cdot t \Rightarrow q = 5A \cdot 5s = 25C.$$

Άσκηση 2: Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει ένα μεταλλικό αγωγό, όταν στις άκρες του εφαρμόζεται τάση  $V = 50V$ , είναι  $I = 2A$ .

α) Να βρείτε την αντίσταση του αγωγού.

β) Πόση θα ήταν η αντίσταση του αγωγού, αν στα άκρα του εφαρμοζόταν τάση  $V = 120V$ ;

γ) Πόση θα ήταν η αντίσταση του αγωγού, αν η ένταση του ρεύματος που τον διέρρεε ήταν  $I = 4A$ ;

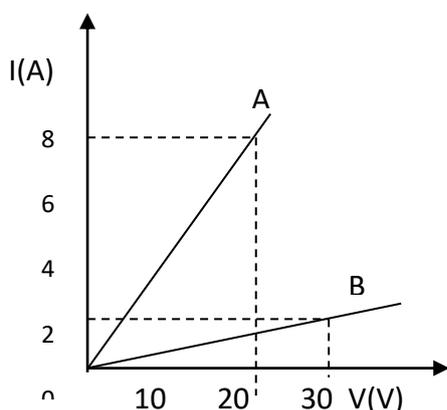
Λύση

$$\alpha) I = \frac{V}{R} \Rightarrow I \cdot R = V \Rightarrow R = \frac{V}{I} = \frac{50V}{2A} = 25\Omega.$$

β) Η αντίσταση του αγωγού παραμένει σταθερή και δεν αλλάζει όταν αλλάξει η τάση που εφαρμόζεται στα άκρα του. Συνεπώς η αντίσταση του αγωγού θα είναι και πάλι  $R = 25\Omega$ .

γ) Η αντίσταση του αγωγού παραμένει σταθερή και δεν αλλάζει όταν αλλάξει η ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει. Συνεπώς η αντίσταση του αγωγού θα είναι και πάλι  $R = 25\Omega$ .

Άσκηση 3: Στο διπλανό σχήμα φαίνεται η ένταση του ρεύματος που διαρρέει δύο μεταλλικούς αγωγούς A και B σε συνάρτηση με την τάση που επικρατεί στα άκρα τους. Να βρείτε την αντίσταση κάθε αγωγού.



Λύση: Όταν στα άκρα του αγωγού A εφαρμόζεται τάση  $V = 20V$ , η ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει είναι  $I = 8A$ . Συνεπώς η αντίστασή του θα είναι:  $I = \frac{V}{R} \Rightarrow I \cdot R = V \Rightarrow R = \frac{V}{I} =$

$$\frac{20V}{8A} = 2,5\Omega.$$

Όταν στα άκρα του αγωγού B εφαρμόζεται τάση  $V = 30V$ , η ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει είναι  $I = 2A$ . Συνεπώς η αντίστασή του θα είναι:  $I = \frac{V}{R} \Rightarrow I \cdot R = V \Rightarrow R = \frac{V}{I} = \frac{30V}{2A} = 15\Omega$ .

## Ερωτήσεις:

- Γιατί οι ηλεκτρικές συσκευές ονομάζονται ηλεκτρικά δίπολα;
  - Τι ονομάζουμε ηλεκτρική αντίσταση (R) ενός ηλεκτρικού διπόλου; Ποια είναι η μονάδα μέτρησης της αντίστασης στο S.I.;
- Ποια ηλεκτρικά δίπολα ονομάζονται αντιστάτες;
  - Όταν στα άκρα ενός αντιστάτη εφαρμόσουμε τάση V, αυτός διαρρέεται από ρεύμα έντασης I. Όταν μεταβάλλουμε την τάση V, πως μεταβάλλεται η ένταση I;
- Να διατυπώσετε το νόμο του Ohm. Ισχύει για όλα τα ηλεκτρικά δίπολα;
- Να συμπληρωθούν οι επόμενες προτάσεις με τις κατάλληλες λέξεις.
  - Ηλεκτρική αντίσταση ενός ηλεκτρικού δίπολου ονομάζεται το πηλίκο της ..... (.....) που εφαρμόζεται στους πόλους του δίπολου προς την ..... (.....) του ηλεκτρικού ρεύματος που το διαρρέει.
  - Στους αντιστάτες η αντίσταση R είναι ....., δηλαδή ..... της ..... που εφαρμόζεται στα άκρα τους. Οι αντιστάτες μετατρέπουν όλη την ..... ενέργεια σε .....
  - Η ένταση (I) του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει έναν μεταλλικό αγωγό είναι ανάλογη της ..... (.....) που εφαρμόζεται στα άκρα του.
- Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις ως Σωστές ή Λανθασμένες.
  - Όλες οι ηλεκτρικές συσκευές ονομάζονται ηλεκτρικά δίπολα.
  - Αντιστάτες είναι τα ηλεκτρικά δίπολα που η αντίστασή τους (R) δεν είναι σταθερή.
  - Μονάδα μέτρησης της ηλεκτρικής αντίστασης στο S.I. είναι το 1 Ω.
  - Δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ του ορισμού της αντίστασης και του νόμου του Ohm.
  - Ο νόμος του Ohm ισχύει μόνο για αγωγούς που η αντίστασή τους είναι σταθερή.
  - Η ένταση (I) του ηλεκτρικού ρεύματος είναι ανάλογη της εφαρμοζόμενης τάσης (V) σε όλα τα ηλεκτρικά δίπολα.
- Ηλεκτρικά δίπολα ονομάζονται:
  - οι συσκευές που έχουν δύο άκρα ή δύο πόλους
  - οι συσκευές που έχουν δύο πόλους ανάμεσα στους οποίους επικρατεί αναγκαστικά κάποια τάση
  - οι συσκευές που έχουν δύο ηλεκτρικά φορτισμένους πόλους
  - οι φορείς του ηλεκτρικού ρεύματος μέσα σ' ένα μεταλλικό αγωγό.
- Μονάδα της αντίστασης ενός διπόλου είναι το:
  - 1V
  - 1A
  - 1Ω
  - 1C

8. Σύμφωνα με το νόμο του Ωμ:

- α. η αντίσταση ενός αγωγού είναι ανάλογη της έντασης του ρεύματος που τον διαρρέει
- β. η αντίσταση ενός αγωγού παραμένει σταθερή
- γ. η ένταση του ρεύματος που διαρρέει ένα μεταλλικό αγωγό είναι ανάλογη της τάσης που εφαρμόζεται στα άκρα του
- δ. η αντίσταση ενός μεταλλικού αγωγού είναι αντιστρόφως ανάλογη της έντασης του ρεύματος που τον διαρρέει.

9. Ο νόμος του Ωμ ισχύει:

- α. σε κάθε είδος αγωγού
- β. μόνο για μεταλλικούς αγωγούς
- γ. μόνο για μεταλλικούς αγωγούς των οποίων η αντίσταση παραμένει σταθερή ως προς τη θερμοκρασία
- δ. μόνο για κυλινδρικούς αγωγούς.

10. Στα άκρα δύο αντιστάτων A και B εφαρμόζεται ηλεκτρική τάση V. Αν για αντιστάσεις τους  $R_A$  και  $R_B$  ισχύει  $R_A=2R_B$ , ποιες από τις παρακάτω σχέσεις, που αναφέρονται στις εντάσεις  $I_A$  και  $I_B$  των ρευμάτων που τους διαρρέουν, είναι σωστές:

- α.  $I_A > I_B$
- β.  $I_A = I_B$
- γ.  $I_A < I_B$
- δ.  $2I_A = I_B$

11. Στα άκρα ενός χάλκινου σύρματος, σταθερής θερμοκρασίας, εφαρμόζεται τάση V. Αν διπλασιάσουμε την τάση, τότε:

- α. θα διπλασιαστεί η ένταση του ρεύματος,
- β. θα διπλασιαστεί η αντίσταση του σύρματος,
- γ. θα διπλασιαστεί και η ένταση του ρεύματος και η αντίσταση του σύρματος,
- δ. θα υποδιπλασιαστεί η αντίσταση του σύρματος.

Ποια είναι η σωστή απάντηση;

12. Αν σ' ένα δίπολο εφαρμόζεται τάση 10V και το ρεύμα που το διαπερνά έχει ένταση 2A, τότε το δίπολο εμφανίζει αντίσταση:

- α. 5μΩ
- β. 5kΩ
- γ. 5Ω
- δ. 5MΩ

13. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές:

- α. Σε ένα μεταλλικό αγωγό, σταθερής θερμοκρασίας, η ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει είναι ανάλογη της τάσης στα άκρα του.
- β. Η αντίσταση ενός αντιστάτη είναι αντιστρόφως ανάλογη της έντασης του ρεύματος που τον διαρρέει.
- γ. Η αντίσταση ενός αντιστάτη είναι ανάλογη της τάσης στα άκρα του.
- δ. Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει έναν αντιστάτη είναι αντιστρόφως ανάλογη με την αντίστασή του στην περίπτωση που η τάση είναι σταθερή.

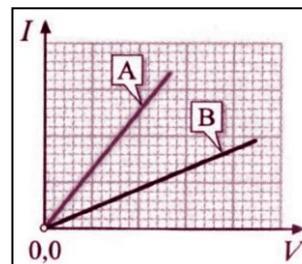
14. Η αντίσταση ενός αγωγού:

- α. ορίζεται ως το πηλίκο της τάσης V που εφαρμόζεται στα άκρα του αγωγού προς την ένταση I του ρεύματος που τον διαρρέει,
- β. για κάθε αγωγό είναι σταθερή, ανεξάρτητη της τάσης V που εφαρμόζεται στα άκρα του,
- γ. για μερικούς αγωγούς εξαρτάται από την τάση V που εφαρμόζεται στα άκρα τους,

δ. έχει μονάδα μέτρησης στο S.I. το  $1\Omega = \frac{1V}{1A}$ .

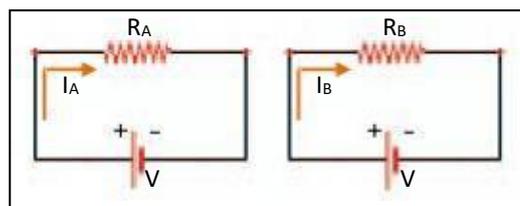
Ποιες από τις προηγούμενες προτάσεις είναι σωστές;

15. Για δύο μεταλλικά σύρματα A και B τα διαγράμματα της έντασης I του ηλεκτρικού ρεύματος σε συνάρτηση με την ηλεκτρική τάση V του κάθε σύρματος φαίνονται στο διπλανό διάγραμμα. Αν  $R_A$  και  $R_B$  οι αντιστάσεις των δύο συρμάτων, να επιλέξετε τη σωστή από τις παρακάτω προτάσεις:



α.  $R_A < R_B$  β.  $R_A > R_B$  γ.  $R_A = R_B$

16. Τα δύο κυκλώματα του διπλανού σχήματος τροφοδοτούνται από ίδια τάση V.



i) Αν  $R_A > R_B$ , τότε:

α.  $I_A > I_B$  β.  $I_A < I_B$  γ.  $I_A = I_B$ .

ii) Αν  $I_A > I_B$ , τότε:

α.  $R_A = R_B$  β.  $R_A > R_B$  γ.  $R_A < R_B$ .

Να σημειώσετε σε κάθε περίπτωση τη σωστή απάντηση και να την αιτιολογήσετε.

17. Να διατυπώσετε τον νόμο του Ωμ και να γράψετε τη μαθηματική του έκφραση.

18. Συμπληρώστε την παρακάτω πρόταση:

α. Η ηλεκτρική αντίσταση ενός ηλεκτρικού διπόλου ισούται με το πηλίκο της \_\_\_\_\_ που εφαρμόζεται στους πόλους του διπόλου προς \_\_\_\_\_.

β. Σύμφωνα με τον νόμο του Ohm η ένταση του ρεύματος που διαρρέει έναν μεταλλικό αγωγό είναι \_\_\_\_\_

20. Αν υποθέσουμε ότι η θερμοκρασία ενός αγωγού διατηρείται σταθερή ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λάθος:

α. Όταν υποδιπλασιάσουμε την τάση στα άκρα ενός αγωγού, η ένταση που τον διαρρέει υποδιπλασιάζεται.

β. Όταν διπλασιάσουμε την τάση στα άκρα ενός αγωγού, η αντίστασή του διπλασιάζεται.

γ. Όταν αυξήσουμε την ένταση που διαρρέει έναν αγωγό η αντίστασή του αυξάνεται.

21. Να σημειώσετε τις σωστές προτάσεις

α. Όλες οι ηλεκτρικές συσκευές ονομάζονται ηλεκτρικά δίπολα.

β. Αντιστάτες είναι ηλεκτρικά δίπολα που η αντίστασή τους δεν είναι σταθερή.

- γ. Μονάδα μέτρησης της αντίστασης στο S.I. είναι το  $1\Omega$ .
- δ .Ο νόμος του  $\Omega\mu$  ισχύει μόνο για αγωγούς που η αντίστασή τους είναι σταθερή.
- ε. Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος ( $I$ ) είναι ανάλογη της τάσης ( $V$ ) που εφαρμόζεται στα άκρα κάθε διπόλου.
- ζ .Οι έννοιες αντίσταση και αντιστάτης είναι ταυτόσημες.

22. Στα άκρα δύο αντιστατών  $R_A$  και  $R_B$  εφαρμόζεται ίδια διαφορά δυναμικού  $V$ . Για τις αντιστάσεις  $R_A$  και  $R_B$  ισχύει ότι  $R_A=2R_B$ . Για την ένταση του ρεύματος  $I$  που διαρρέει τους αντιστάτες ισχύει:

α.  $I_A=I_B$

β.  $I_A>I_B$

γ.  $I_A=2I_B$

δ . $I_B=2I_A$

## ΑΣΚΗΣΕΙΣ

23. Ένας λαμπτήρας διαρρέεται από ρεύμα έντασης  $I=20A$  όταν η τάση που εφαρμόζεται στα άκρα του είναι  $V=500V$ . Να υπολογίσετε την αντίσταση του λαμπτήρα.

(Απ:  $25\Omega$ )

24. Η τάση στα άκρα ενός μεταλλικού αγωγού είναι  $V=50V$  και η αντίστασή του είναι  $R=10\Omega$ . Να βρεθεί η ένταση  $I$  του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το μεταλλικό αγωγό.

(Απ:  $5A$ )

25. Από μια διατομή ενός αντιστάτη με αντίσταση  $R=10\Omega$  περνά φορτίο  $q=360C$ , σε χρονικό διάστημα  $t=1min$ . Να υπολογιστεί η σταθερή τάση  $V$  στα άκρα του.

(Απ:  $60V$ )

26. Ένας αντιστάτης έχει αντίσταση  $R=50\Omega$ . Συνδέουμε τα άκρα του με τους πόλους μιας μπαταρίας και στους πόλους της μπαταρίας συνδέουμε και ένα βολτόμετρο. Η ένδειξη του βολτομέτρου είναι  $V=5V$ .

i) Να κάνετε τη σχηματική αναπαράσταση του αντίστοιχου κυκλώματος.

ii) Να σχεδιάσετε και να βρείτε την ένταση  $I$  του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη και να σχεδιάσετε επίσης την ένταση  $I$  του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει την πηγή.

(Απ: ii)  $0,1A$ )

27. Τρεις αντιστάτες  $A$ ,  $B$  και  $\Gamma$  έχουν αντιστάσεις  $R_A=20\Omega$ ,  $R_B=0,03k\Omega$  και  $R_\Gamma=4\cdot 10^{-5}M\Omega$  αντίστοιχα.

i) Να βρείτε όλες τις αντιστάσεις σε  $\Omega$ .

**ΦΥΣΙΚΗ Γ' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ**  
**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2°**

ii) Αν και στους τρεις αντιστάτες εφαρμοστεί η ίδια ηλεκτρική τάση  $V=120V$ , πόση θα είναι η ένταση του ρεύματος που θα διαρρέει κάθε αντιστάτη;

(Απ: ii) 6A, 4A, 3A)

**28.** Αντιστάτης αντίστασης  $R=10\Omega$  τροφοδοτείται από πηγή τάσης  $V=100V$ .

i) Πόση είναι η ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει;

ii) Πόσα ελεύθερα ηλεκτρόνια περνούν από μια διατομή του σε χρόνο  $t=10s$ ;

Δίνεται:  $e=1,6\cdot 10^{-19}C$ .

(Απ: i) 10A, ii)  $625\cdot 10^{18}$  ηλεκτρόνια)

**29.** Από έναν αντιστάτη περνούν  $N=10^{19}$  ηλεκτρόνια σε χρόνο  $t=2s$ . Αν ο αντιστάτης έχει αντίσταση  $R=10\Omega$ , να υπολογίσετε:

i) την ποσότητα ηλεκτρικού φορτίου που διαπερνά τον αντιστάτη

ii) την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαπερνά τον αντιστάτη

iii) την ενέργεια που προσφέρεται στον αντιστάτη,

iv) την ενέργεια που χρειάζεται κάθε ηλεκτρόνιο για να διαπεράσει τον αντιστάτη.

Δίνεται ότι  $e=1,6\cdot 10^{-19}C$ .

(Απ: i) 1,6C, ii) 0,8A, iii) 12,8J, iv)  $12,8\cdot 10^{-19}J$ )

## 2.5 Εφαρμογές των αρχών διατήρησης στη μελέτη απλών ηλεκτρικών κυκλωμάτων

✓ **Σύστημα ή συνδεσμολογία αντιστατών** ονομάζουμε ένα σύνολο αντιστατών που τους έχουμε συνδέσει με οποιοδήποτε τρόπο.

✓ Σε ένα κύκλωμα με αντιστάτες, η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που μπαίνει και βγαίνει από τα άκρα του κυκλώματος ονομάζεται **ολική ένταση I** και η τάση που εφαρμόζεται στα άκρα του ονομάζεται **ολική τάση V**.

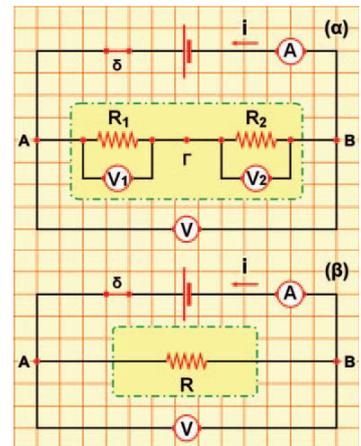
✓ **Ισοδύναμη αντίσταση  $R_{ολ}$**  ενός κυκλώματος λέγεται η αντίσταση η οποία, αν εφαρμόσουμε στα άκρα της τάση V, θα διαρρέεται από ρεύμα έντασης I. Επομένως, η  $R_{ολ}$  θα ικανοποιεί το νόμο του Ωμ:

$$R_{ολ} = \frac{V_{ολ}}{I_{ολ}}$$

Η  $R_{ολ}$  αντιπροσωπεύει τη συνολική αντίσταση από το σύστημα των αντιστατών του κυκλώματος και θα μπορεί να υπολογίζεται αν γνωρίζουμε τον τρόπο σύνδεσης των αντιστατών.

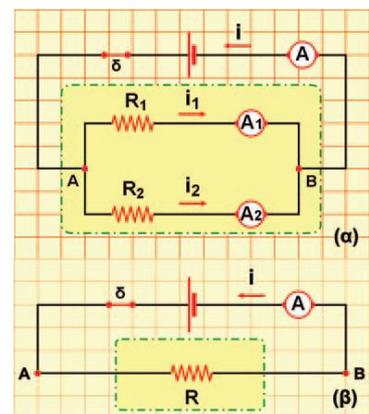
✓ Όταν δύο αντιστάτες είναι συνδεδεμένοι σε σειρά, τότε ο αριθμός των ηλεκτρονίων που διέρχονται από μια διατομή του σύρματος είναι ο ίδιος, οπότε το ηλεκτρικό ρεύμα I που θα διαρρέει τους αντιστάτες θα είναι το ίδιο ( $I=I_1=I_2$ ). Επομένως, **αντιστάτες που διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα λέμε ότι είναι συνδεδεμένοι σε σειρά**. Στη διπλανή εικόνα η συνδεσμολογία τροφοδοτείται από μια μπαταρία τάσης V. Η τάση V θα είναι το άθροισμα των επιμέρους τάσεων:  **$V = V_1 + V_2$** , όπου  $V_1$  και  $V_2$  είναι οι διαφορές δυναμικού στα άκρα κάθε αντιστάτη.

Δύο ή περισσότεροι αντιστάτες σε σειρά μπορούν να αντικατασταθούν από ένα ισοδύναμο αντιστάτη, που διαρρέεται από το ίδιο ρεύμα έντασης I που διαρρέει κάθε αντιστάτη της συνδεσμολογίας, έχει τάση την τάση V της συνδεσμολογίας και έχει αντίσταση  $R_{ολ}$  ίση με το άθροισμα των αντιστάσεων των αντιστατών:  **$R_{ολ} = R_1 + R_2$** .



✓ Όταν δύο αντιστάτες είναι παράλληλα συνδεδεμένοι, τότε το συνολικό ρεύμα θα είναι:  **$I = I_1 + I_2$** , όπου  $I_1$  είναι το ρεύμα που διαρρέει την αντίσταση  $R_1$  και  $I_2$  το ρεύμα που διαρρέει την αντίσταση  $R_2$ . Η συνολική τάση στα άκρα του κυκλώματος θα είναι ίση με την τάση στα άκρα κάθε αντίστασης ( $V=V_1=V_2$ ).

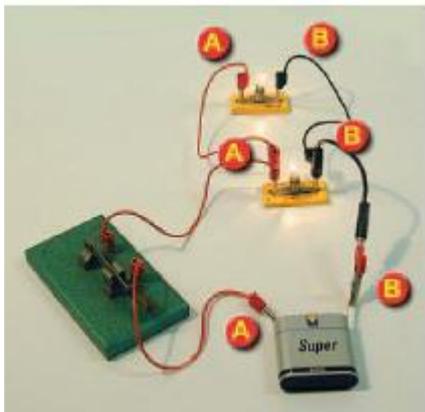
Δύο ή περισσότεροι αντιστάτες συνδεδεμένοι παράλληλα μπορούν να αντικατασταθούν από ένα ισοδύναμο αντιστάτη, ο οποίος διαρρέεται από το ρεύμα έντασης I του κυκλώματος, έχει τάση ίση με την κοινή τάση κάθε αντιστάτη του κυκλώματος και έχει αντίσταση  $R_{ολ}$  που είναι:  **$\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$** .



---

**Πως συνδέονται οι ηλεκτρικές συσκευές στο σπίτι μας και γιατί;**

Τα περισσότερα κυκλώματα κατασκευάζονται έτσι ώστε οι ηλεκτρικές συσκευές να λειτουργούν ανεξάρτητα η μία από την άλλη. Για παράδειγμα, στο σπίτι μας ένας λαμπτήρας μπορεί να φωτοβολεί ή όχι χωρίς να επηρεάζει τη λειτουργία των άλλων λαμπτήρων ή ηλεκτρικών συσκευών. **Αυτό συμβαίνει επειδή οι συσκευές δεν συνδέονται σε σειρά αλλά παράλληλα η μια με την άλλη.** Η παρακάτω εικόνα δείχνει δύο λαμπτήρες που συνδέονται στα άκρα Α και Β ενός ηλεκτρικού κυκλώματος.

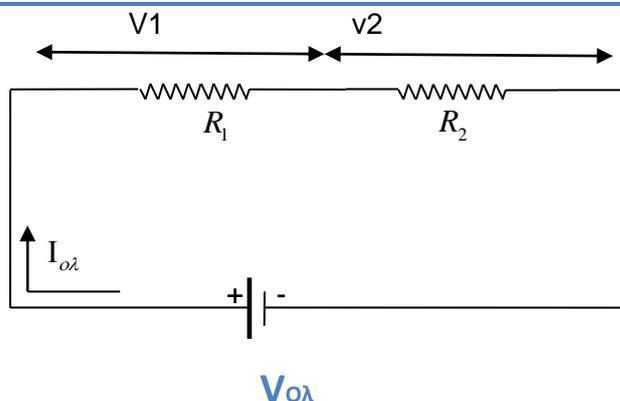


---

**ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΩΝ**  
**ΣΕ ΣΕΙΡΑ ΚΑΙ ΣΕ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ ΣΥΝΔΕΣΗ**

---

**ΣΕ ΣΕΙΡΑ**



τότε ισχύουν τα εξής:

Διαρρέονται από την ίδια ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος  $I_{ολ}$

$$V_{ολ} = V_1 + V_2$$

$$R_{ισοδ} = \frac{V_{ολ}}{I_{ολ}}$$

$$R_{ισοδ} = R_1 + R_2$$

Η  $R_{ισοδ}$  που προκύπτει από τη σύνδεση δύο ή περισσότερων αντιστατών σε σειρά είναι πάντοτε μεγαλύτερη από καθένα από τους αντιστάτες που συνδέσαμε. Συνεπώς συνδέουμε αντιστάτες σε σειρά όταν για μια εφαρμογή απαιτείται να έχουμε τιμές αντίστασης μεγαλύτερες από αυτές που διαθέτει ο κάθε αντιστάτης ξεχωριστά.

**1. Πως αποδεικνύεται η σχέση  $R_{ισοδ} = R_1 + R_2$  ;**  
Ξεκινώντας από τη σχέση:

$$V_{ολ} = V_1 + V_2$$

$$\sqrt{R_{ισοδ}} = \sqrt{R_1} + \sqrt{R_2}$$

$$R_{ισοδ} = R_1 + R_2$$

για την απόδειξη χρησιμοποιήσαμε το Νόμο του Ωμ λύνοντας ως προς  $V$

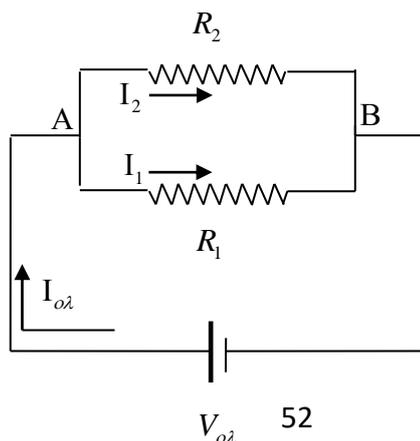
$$R_{ισοδ} = \frac{V_{ολ}}{I} \Rightarrow V_{ολ} = I \cdot R_{ισοδ}$$

$$R_1 = \frac{V_1}{I} \Rightarrow V_1 = I \cdot R_1$$

$$R_2 = \frac{V_2}{I} \Rightarrow V_2 = I \cdot R_2$$

## ΣΕ ΠΑΡΆΛΛΗΛΗ

Όταν δύο ή περισσότεροι αντιστάτες είναι συνδεδεμένοι παράλληλα όπως στο παρακάτω σχήμα



**Όλοι οι αντιστάτες και η πηγή έχουν την ίδια τάση  $V$  στα άκρα τους αφού έχουν τα ίδια άκρα**

$$I_{ολ} = I_1 + I_2$$

$$R_{ισοδ} = \frac{V_{ολ}}{I_{ολ}}$$

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

**Η  $R_{ισοδ}$  που προκύπτει από τη σύνδεση δύο ή περισσότερων αντιστατών παράλληλα είναι πάντοτε μικρότερη από καθένα από τους αντιστάτες που συνδέσαμε.** Συνεπώς συνδέουμε αντιστάτες παράλληλα όταν για μια εφαρμογή απαιτείται να έχουμε τιμές αντίστασης μικρότερες από αυτές που διαθέτει ο κάθε αντιστάτης ξεχωριστά.

**1. Πως αποδεικνύεται η σχέση  $\frac{1}{R_{ισοδ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$  ;**

Ξεκινώντας από τη σχέση:

$$I_{ολ} = I_1 + I_2$$

$$\frac{V}{R_{ισοδ}} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2}$$

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

για την απόδειξη χρησιμοποιήσαμε το Νόμο του Ωμ λύνοντας ως προς  $I$

$$R_{ισοδ} = \frac{V}{I_{ολ}} \Rightarrow V = I_{ολ} \cdot R_{ισοδ} \Rightarrow I_{ολ} = \frac{V}{R_{ισοδ}}$$

$$R_1 = \frac{V}{I_1} \Rightarrow V_1 = I_1 \cdot R_1 \Rightarrow I_1 = \frac{V}{R_1}$$

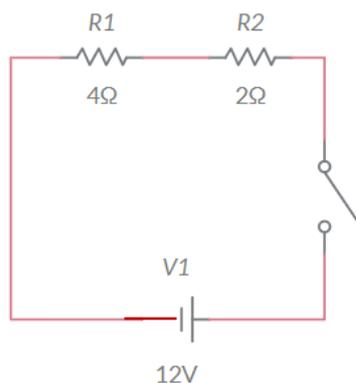
$$R_2 = \frac{V}{I_2} \Rightarrow V_2 = I_2 \cdot R_2 \Rightarrow I_2 = \frac{V}{R_2}$$

## Λυμένες ασκήσεις :

### **Υπολογισμός ολικής αντίστασης και λοιπών παραμέτρων στη συνδεσμολογία σε σειρά**

Άσκηση: δύο αντιστάτες  $R_1=4\Omega$  και  $R_2=2\Omega$  συνδέονται σε σειρά με πηγή συνεχούς τάσης  $V=12V$ . Να σχεδιάσετε το κύκλωμα, να υπολογίσετε την ισοδύναμη αντίσταση του κυκλώματος και την τάση στα άκρα του κάθε αντιστάτη.

Λύση:



Η ισοδύναμη αντίσταση στη συνδεσμολογία σε σειρά υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$R_{ολ} = R_1 + R_2$$

$$R_{ολ} = 4 + 2$$

$$\underline{R_{ολ} = 6\Omega}$$

Από τον νόμο του Ωμ υπολογίζουμε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα:

$$I_{ολ} = \frac{V_{ολ}}{R_{ολ}}$$

$$I_{ολ} = \frac{12}{6}$$

$$\underline{I_{ολ} = 2\text{ A}}$$

Στην συνδεσμολογία σε σειρά ισχύει ότι:  $I_{ολ} = I_1 = I_2 = 2\text{ A}$

Από τον νόμο του Ωμ θα υπολογίσουμε την τάση στα άκρα του κάθε αντιστάτη:

$$I_1 = \frac{V_1}{R_1}$$

$$2 = \frac{V_1}{4}$$

$$\underline{V_1 = 8V}$$

και

$$I_2 = \frac{V_2}{R_2}$$

$$2 = \frac{V_2}{2}$$

$$\underline{V_2 = 4V}$$

Εναλλακτικά για τον υπολογισμό της τάσης στα άκρα του αντιστάτη  $R_2$  μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την εξίσωση:

$$V_{ολ} = V_1 + V_2$$

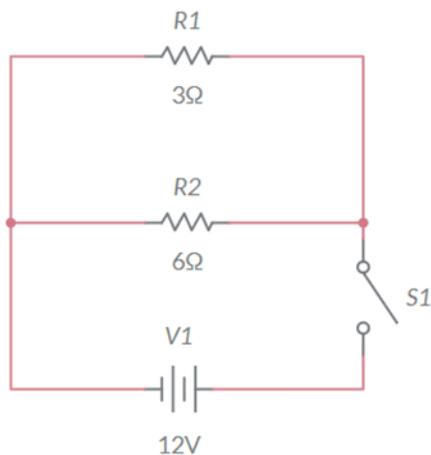
$$12 = 8 + V_2$$

$$\underline{V_2 = 4V}$$

### **Υπολογισμός ολικής αντίστασης και λοιπών παραμέτρων στην παράλληλη συνδεσμολογία**

Άσκηση: δύο αντιστάτες  $R_1=3\Omega$  και  $R_2=6\Omega$  συνδέονται παράλληλα με πηγή συνεχούς τάσης  $V=12V$ . Να σχεδιάσετε το κύκλωμα, να υπολογίσετε την ισοδύναμη αντίσταση του κυκλώματος και την τάση στα άκρα του κάθε αντιστάτη.

Λύση:



Η ισοδύναμη αντίσταση στην παράλληλη συνδεσμολογία υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6}$$

$$\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{3}{6}$$

$$\underline{R_{ολ} = 2\Omega}$$

Από τον νόμο του Ωμ υπολογίζουμε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα:

$$I_{ολ} = \frac{V_{ολ}}{R_{ολ}}$$

$$I_{ολ} = \frac{12}{2}$$

$$\underline{I_{ολ} = 6A}$$

Στην παράλληλη συνδεσμολογία ισχύει ότι:  $V_{ολ} = V_1 = V_2 = 12V$

Από τον νόμο του Ωμ θα υπολογίσουμε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει κάθε αντιστάτη:

$$I_1 = \frac{V_1}{R_1}$$

$$I_1 = \frac{12}{3}$$

$$\underline{I_1 = 4A}$$

και

$$I_2 = \frac{V_2}{R_2}$$

$$I_2 = \frac{12}{6}$$

$$\underline{I_2 = 2A}$$

Εναλλακτικά για τον υπολογισμό της έντασης του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη  $R_2$  μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την εξίσωση:

$$I_{ολ} = I_1 + I_2$$

$$6 = 4 + I_2$$

$$\underline{I_2 = 2A}$$



9. Στο διπλανό σχέδιο παριστάνεται μία συνδεσμολογία με τρεις αντιστάτες και μία πηγή.

i) Να σχεδιάσετε την κατεύθυνση του ρεύματος στο κύκλωμα .

ii) Να χαρακτηρίσετε ως σωστές ή λανθασμένες τις παρακάτω προτάσεις.

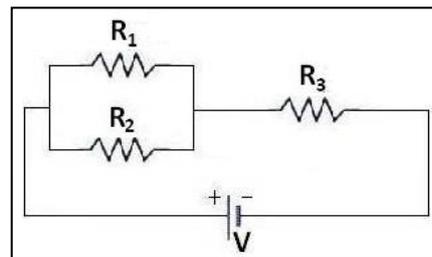
α. Οι αντιστάσεις  $R_1$  και  $R_2$  είναι παράλληλα συνδεδεμένες.

β. Οι αντιστάσεις  $R_1$  και  $R_3$  διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα.

γ. Οι αντιστάσεις  $R_1$  και  $R_2$  έχουν την ίδια τάση στα άκρα τους.

δ. Η ισοδύναμη αντίσταση των  $R_1$  ,  $R_2$  και  $R_3$  διαρρέεται από το ίδιο ρεύμα που διαρρέει την πηγή.

ε. Η ισοδύναμη αντίσταση των  $R_1$  και  $R_2$  έχει στα άκρα της τάση ίση με την τάση της πηγής.



10. Στο διπλανό σχήμα δίνεται η σχηματική αναπαράσταση ενός ηλεκτρικού κυκλώματος.

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

ii) Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές ή λανθασμένες.

α. Οι αντιστάτες  $R_1$  και  $R_2$  συνδέονται σε σειρά.

β. Οι αντιστάτες  $R_2$  και  $R_3$  είναι συνδεδεμένες παράλληλα.

γ. Οι αντιστάτες  $R_3$  και  $R_4$  συνδέονται σε σειρά.

δ. Ο αντιστάτης  $R_2$  συνδέεται παράλληλα με τον ισοδύναμο αντιστάτη των  $R_3$  και  $R_4$ .

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

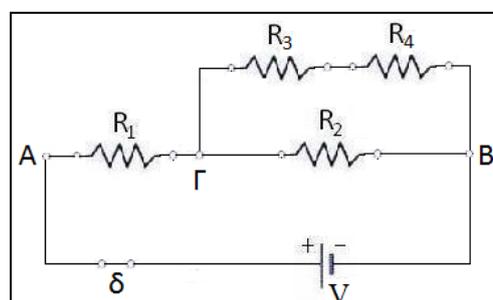
στ. Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη  $R_1$  είναι ίση με την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον  $R_2$ .

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

η. Τα ηλεκτρικά ρεύματα που διαρρέουν τις  $R_3$  και  $R_4$  έχουν ίσες εντάσεις.

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  $R_3$ .

ι. Η τάση στους πόλους της πηγής είναι ίση με το άθροισμα των τάσεων στα άκρα των αντιστατών  $R_1$  και  $R_2$ .



11. Για μια τυχαία συνδεσμολογία αντιστατών ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λάθος;

α. Η  $R_{ολ}$  εξαρτάται από την τάση στα άκρα της συνδεσμολογίας.

β. Η  $R_{ολ}$  εξαρτάται από τις αντιστάσεις των αντιστατών της συνδεσμολογίας και από τον τρόπο με τον οποίο είναι συνδεδεμένοι αυτοί.

γ. Η  $R_{ολ}$  είναι πάντοτε ισοδύναμη με το πηλίκο  $V/I$ , όπου  $V$  η τάση στα άκρα της συνδεσμολογίας και  $I$  η ένταση του ρεύματος που τη διαρρέει.

δ. Το πηλίκο  $V/I$  είναι σταθερό, ανεξάρτητο του τρόπου σύνδεσης των αντιστατών.

12. Δύο αντιστάτες με αντιστάσεις  $R_1=3\Omega$  και  $R_2=6\Omega$  συνδέονται σε σειρά και έπειτα παράλληλα. Να κάνετε τη σχηματική αναπαράσταση της σύνδεσής τους και να υπολογίσετε αναλυτικά την ισοδύναμη αντίσταση για κάθε μία από τις δύο περιπτώσεις.

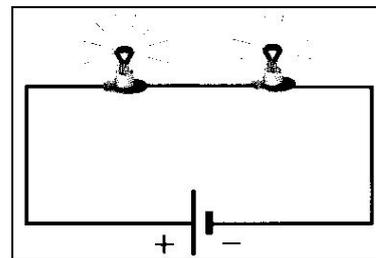
13. Στο διπλανό σχήμα δίνεται ένα ηλεκτρικό κύκλωμα με δύο λαμπάκια αναμμένα.

α. Το ηλεκτρικό κύκλωμα είναι κλειστό.

β. Αν καεί το ένα λαμπάκι τότε το κύκλωμα θα γίνει ανοιχτό.

γ. Αν καεί το ένα λαμπάκι τότε το άλλο θα σβήσει.

Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις ως σωστές ή λανθασμένες και να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

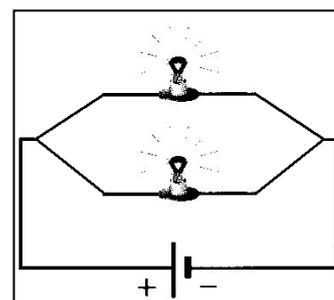


14. Στο διπλανό σχήμα δίνεται ένα ηλεκτρικό κύκλωμα με δύο λαμπάκια αναμμένα.

α. Αν καεί το ένα λαμπάκι τότε το άλλο θα σβήσει.

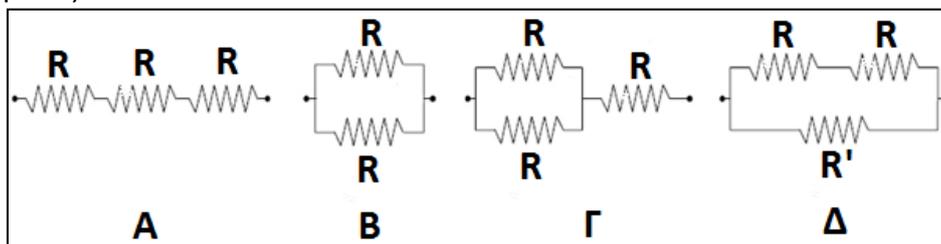
β. Αν καεί το ένα λαμπάκι τότε το άλλο θα φωτοβολήσει εντονότερα.

Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις ως σωστές ή λανθασμένες και να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.



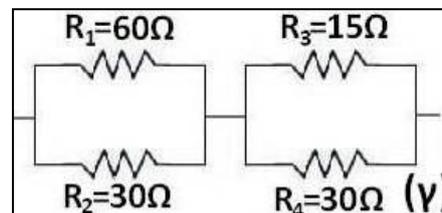
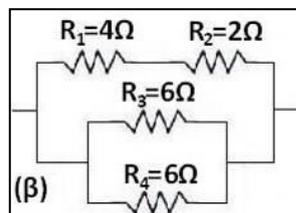
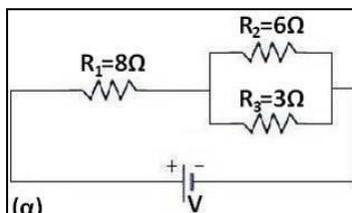
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΙΣΟΔΥΝΑΜΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ :

15. Σε κάθε μια από τις παρακάτω συνδεσμολογίες να υπολογίσετε την ισοδύναμη αντίστασή τους αν  $R=2\Omega$  και  $R'=4\Omega$ .



16. Να

υπολογιστεί η ισοδύναμη αντίσταση σε καθένα από τα κυκλώματα (α), (β) και (γ).



17. Δύο αντιστάτες αντίστασης  $R_1$  και  $R_2$  είναι συνδεδεμένοι σε σειρά και τα άκρα της συνδεσμολογίας συνδέονται με τους πόλους ηλεκτρικής πηγής. Αν οι τάσεις  $V_1$  και  $V_2$  στα άκρα των αντιστατών είναι ίσες να αποδείξετε ότι  $R_1=R_2$ .

18. Τρεις αντιστάτες αντίστασης  $R_1=R_2=R_3=R$  συνδέονται με όλους τους δυνατούς τρόπους μεταξύ τους. Να βρείτε την ισοδύναμη αντίσταση σε κάθε περίπτωση.

19. i) Τρεις αντιστάσεις  $R_1=10\Omega$ ,  $R_2=5\Omega$  και  $R_3=20\Omega$ , είναι συνδεδεμένες σε σειρά. Να βρεθεί η συνολική τους αντίσταση  $R_{ολ}$ .

ii) Δύο αντιστάσεις  $R_1=10\Omega$  και  $R_2=30\Omega$ , είναι συνδεδεμένες παράλληλα. Να βρεθεί η συνολική τους αντίσταση  $R_{ολ}$ .

iii) Τρεις όμοιες αντιστάσεις  $R$  η κάθε μία είναι συνδεδεμένες παράλληλα και η συνολική τους αντίσταση  $R_{ολ}=100\Omega$ . Πόση είναι η  $R$ ;

(Απ: i)  $35\Omega$ , ii)  $7,5\Omega$ , iii)  $300\Omega$ )

**ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑΣ ΣΕ ΣΕΙΡΑ:**

20. Δύο αντιστάτες με αντιστάσεις  $R_1=10\Omega$  και  $R_2=20\Omega$  συνδέονται σε σειρά με πηγή τροφοδοσίας  $V=60V$ .

i) Να σχεδιάσετε το κύκλωμα και να βρείτε την ισοδύναμη αντίσταση.

ii) Να βρείτε την ένταση του ρεύματος και την τάση στα άκρα κάθε αντιστάτη.

(Απ: i)  $30\Omega$ , ii)  $2A$ , iii)  $20V$ ,  $40V$ )

21. Δύο αντιστάτες με αντιστάσεις  $R_1=20\Omega$  και  $R_2=30\Omega$  συνδέονται σε σειρά και στα άκρα του συστήματος εφαρμόζεται τάση  $V=100V$ . Να βρείτε:

i) Την ισοδύναμη αντίσταση του κυκλώματος,

ii) Την ένταση του ρεύματος που διαρρέει κάθε αντιστάτη,

iii) Την τάση στα άκρα κάθε αντιστάτη.

(Απ: i)  $50\Omega$ , ii)  $2A$ , iii)  $40V$ ,  $60V$ )

22. Στο διπλανό κύκλωμα ισχύει ότι  $R_1=4\Omega$ ,  $R_2=12\Omega$  και  $V_1=8V$ .

Να υπολογίσετε:

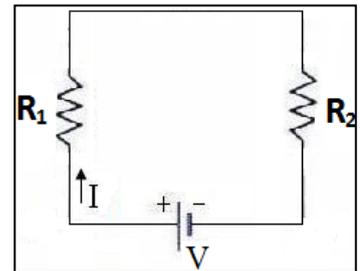
i) την ισοδύναμη αντίσταση του κυκλώματος.

ii) την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη  $R_1$ .

iii) τη διαφορά δυναμικού στα άκρα του αντιστάτη  $R_2$ .

iv) τη διαφορά δυναμικού στους πόλους της πηγής.

(Απ: i)  $16\Omega$ , ii)  $2A$ , iii)  $24V$ , iv)  $32V$ )



23. Δύο αντιστάτες  $R_1=60\Omega$  και  $R_2=30\Omega$  συνδέονται μεταξύ τους παράλληλα. Στα άκρα της συνδεσμολογίας συνδέουμε μια ηλεκτρική πηγή που έχει στους πόλους της τάση  $V=12V$ .

i) Να σχεδιάσετε το κύκλωμα.

ii) Να σχεδιάσετε και να υπολογίσετε όλες τις εντάσεις των ρευμάτων που υπάρχουν στο κύκλωμα.

iii) Να υπολογίσετε την ισοδύναμη αντίσταση του κυκλώματος.

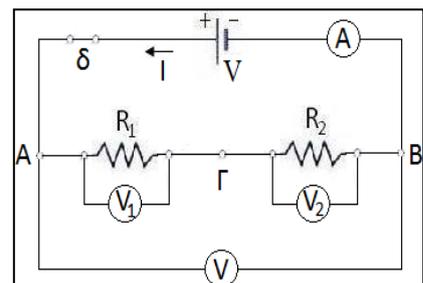
(Απ: ii)  $0,2A$ ,  $0,4A$ ,  $0,6A$ , iii)  $20\Omega$ )

24. Για το διπλανό κύκλωμα δίνεται ότι  $R_1=40\Omega$ ,  $R_2=60\Omega$  και όταν κλείσουμε το διακόπτη  $\delta$  η ένδειξη του βολτομέτρου είναι  $V=6V$ . Να υπολογίσετε:

i) Την ισοδύναμη αντίσταση της συνδεσμολογίας καθώς και την ένδειξη του αμπερομέτρου.

ii) Την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη  $R_1$ .

iii) Την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη  $R_2$ .

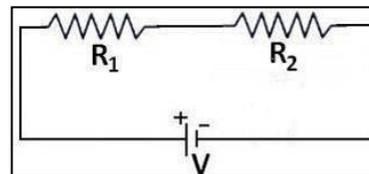


iv) Τις ενδείξεις των βολτομέτρων  $V_1$  και  $V_2$ .

(Απ: i)  $100\Omega$ ,  $0,06A$ , ii)  $0,06A$ , iii)  $0,06A$ , iv)  $2,4V$ ,  $3,6V$ )

25. Δύο αντιστάτες με αντιστάσεις  $R_1=10\Omega$  και  $R_2=30\Omega$  συνδέονται σε σειρά και στα άκρα της συνδεσμολογίας εφαρμόζεται τάση  $V=200V$ . Να βρείτε:

- Την ισοδύναμη αντίσταση της συνδεσμολογίας,
- Την ένταση του ρεύματος που διαρρέει κάθε αντιστάτη,
- Την τάση στα άκρα κάθε αντιστάτη.



(Απ: i)  $40\Omega$ , ii)  $5A$ , iii)  $50V$ ,  $150V$ )

26. Δύο αντιστάτες με αντιστάσεις  $R_1=10\Omega$  και  $R_2=40\Omega$  συνδέονται σε σειρά με πηγή τροφοδοσίας  $V=100V$ . Αφού σχεδιάσετε το κύκλωμα, να υπολογίσετε:

- Την ισοδύναμη αντίσταση,
- Την ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή και τους δύο αντιστάτες,
- Τι τάση εφαρμόζεται στα άκρα κάθε αντίστασης;

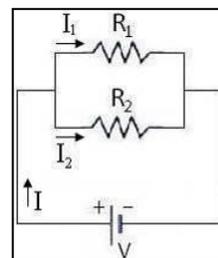
(Απ: i)  $50\Omega$ , ii)  $2A$ , iii)  $20V$ ,  $80V$ )

#### ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑΣ ΣΕ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ :

27. Στο διπλανό κύκλωμα είναι  $R_1=2\Omega$ ,  $R_2=4\Omega$  και η ένταση του ρεύματος της πηγής  $I=3A$ . Να υπολογίσετε:

- Την ισοδύναμη αντίσταση του κυκλώματος,
- Την τάση μεταξύ των σημείων Γ και Δ,
- Το ρεύμα που διαρρέει τον αντιστάτη αντίστασης  $R_1$  και το ρεύμα που διαρρέει τον αντιστάτη αντίστασης  $R_2$ .

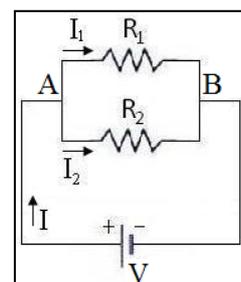
(Απ: i)  $4/3\Omega$ , ii)  $4V$  iii)  $2A$ ,  $1A$ )



28. Στο κύκλωμα του σχήματος είναι  $I=3A$ ,  $I_1=1A$  και  $R_2=10\Omega$ . Να βρείτε:

- την ένταση  $I_2$  και την τάση  $V_{AB}$ ,
- την αντίσταση  $R_1$ ,
- την τάση  $V$  της πηγής

(Απ: i)  $2A$ ,  $20V$ , ii)  $20\Omega$ , iii)  $20V$ )

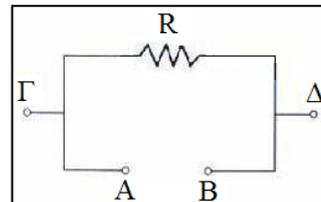


29. Ένα κύκλωμα αποτελείται από μπαταρία και δύο λαμπάκια αντιστάσεων  $R_1=10\Omega$  και  $R_2=15\Omega$  που συνδέονται παράλληλα και ανάβουν κανονικά. Αν η μπαταρία διαρρέεται από ρεύμα έντασης  $I=2A$ :

- Να σχεδιάσετε το παραπάνω κύκλωμα.
- Ποια είναι η συνολική αντίσταση του κυκλώματος.
- Ποια είναι η τάση της μπαταρίας;
- Ποια είναι η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κάθε λαμπάκι

(Απ: ii)  $6\Omega$ , iii)  $12V$ , iv)  $1,2A$ ,  $0,8A$ )

30. Αν μεταξύ των σημείων A και B του σχήματος συνδέσουμε αντιστάτη αντίστασης R, η ισοδύναμη αντίσταση μεταξύ των σημείων Γ και Δ γίνεται R/2. Πως εξηγείται το γεγονός ότι με πρόσθεση αντιστάτη σ' ένα κύκλωμα έχουμε τελικά μείωση της αντίστασής του;

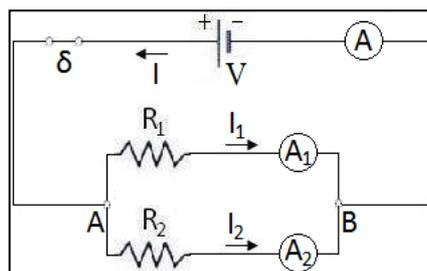


31. Για το διπλανό κύκλωμα δίνεται ότι  $R_1=60\Omega$ ,  $R_2=30\Omega$  και όταν κλείσουμε το διακόπτη δ η ένδειξη του αμπερομέτρου είναι  $I=0,3A$ .

i) Πόση είναι η ισοδύναμη αντίσταση της συνδεσμολογίας;

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

iii) Πόση είναι η ένταση του ρεύματος που διαρρέει κάθε αντιστάτη;



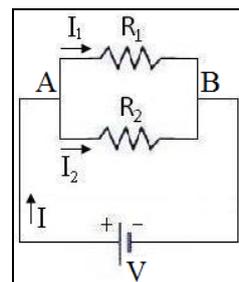
(Απ: i)  $20\Omega$ , ii)  $6V$ , iii)  $0,1A$ ,  $0,2A$ )

32. Για το κύκλωμα του διπλανού σχήματος η διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων A και B είναι  $V_{AB}=80V$ . Η τιμή της αντίστασης  $R_1$  είναι  $5\Omega$ . Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος είναι  $I=20A$ . Να βρείτε:

i) την ένταση  $I_1$  του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη αντίστασης  $R_1$ ,

ii) την ένταση  $I_2$  του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη αντίστασης  $R_2$ ,

iii) την αντίσταση  $R_2$ .



(Απ: i)  $16A$ , ii)  $4A$ , iii)  $20\Omega$ )

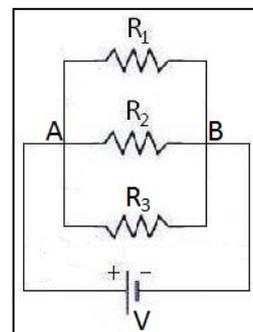
33. Για το διπλανό κύκλωμα δίνεται ότι η τάση της πηγής είναι  $V=120V$ ,  $R_1=120\Omega$ ,  $R_2=60\Omega$  και  $R_3=40\Omega$ .

i) Γιατί οι αντιστάτες είναι συνδεδεμένοι παράλληλα;

ii) Να σχεδιάσετε το ισοδύναμο κύκλωμα και να βρείτε την ισοδύναμη αντίσταση.

iii) Να βρείτε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή και την ένταση του ρεύματος που διαρρέει καθέναν από τους αντιστάτες.

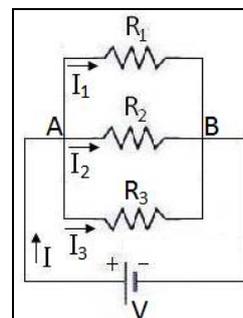
(Απ: ii)  $20\Omega$ , iii)  $6A$ ,  $1A$ ,  $2A$ ,  $3A$ )



34. Αν στο διπλανό κύκλωμα δίνεται ότι  $V=40V$ ,  $R_1=5\Omega$ ,  $R_2=4\Omega$  και  $R_3=20\Omega$ , να βρείτε:

i) την ισοδύναμη αντίσταση του κυκλώματος,

ii) την ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή,



iii) τις εντάσεις  $I_1, I_2, I_3$ .

(Απ: i)  $2\Omega$ , ii)  $20A$ , iii)  $8A, 10A, 2A$ )

35. Τρεις αντιστάτες με αντιστάσεις  $R_1=10\Omega$ ,  $R_2=20\Omega$  και  $R_3=30\Omega$  συνδέονται παράλληλα και στα άκρα του κυκλώματος εφαρμόζεται τάση  $V=120V$ . Να βρείτε:

- i) την ισοδύναμη αντίσταση του κυκλώματος,
- ii) την ένταση του ρεύματος που διαρρέει την ισοδύναμη αντίσταση,
- iii) την ένταση του ρεύματος που διαρρέει κάθε αντιστάτη.

(Απ: i)  $60/11 \Omega$ , ii)  $22A$ , iii)  $12A, 6A, 4A$ )

36. Δύο αντιστάτες με αντιστάσεις  $R_1=8\Omega$  και  $R_2=2\Omega$  συνδέονται παράλληλα και στα άκρα της συνδεσμολογίας συνδέεται πηγή τάσης  $V$ .

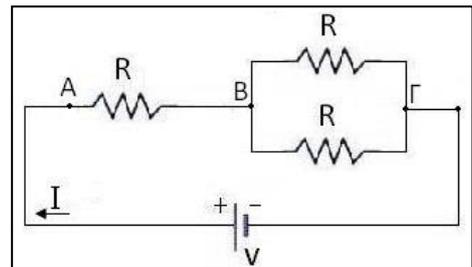
- i) Ποια είναι η ισοδύναμη αντίσταση του κυκλώματος;
- ii) Αν ο αντιστάτης  $R_1$  διαρρέεται από ρεύμα έντασης  $I_1=10A$ , να βρείτε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη αντίστασης  $R_2$ .
- iii) Πόση είναι η τάση  $V$  της πηγής;

(Απ: i)  $1,6\Omega$ , ii)  $40A$ , iii)  $80V$ )

### ΜΙΚΤΗ ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ

37. Το κύκλωμα του σχήματος τροφοδοτείται από ηλεκτρική πηγή τάσης  $V=120V$  και όλες οι αντιστάσεις έχουν την ίδια τιμή  $10\Omega$ . Να βρείτε:

- i) την ισοδύναμη αντίσταση του κυκλώματος,
- ii) το ρεύμα που παρέχει η πηγή στο κύκλωμα,
- iii) την τάση μεταξύ των σημείων A και B.

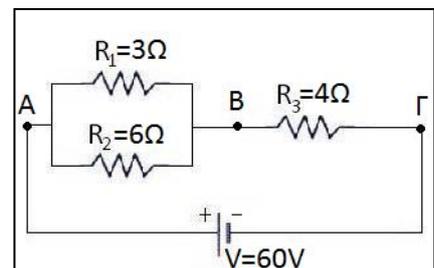


(Απ: i)  $15\Omega$ , ii)  $8A$ , iii)  $80V$ )

38. Για το κύκλωμα του διπλανού σχήματος να βρείτε:

- i) την ισοδύναμη αντίσταση,
- ii) την ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή,
- iii) την τάση  $V_{B\Gamma}$ .

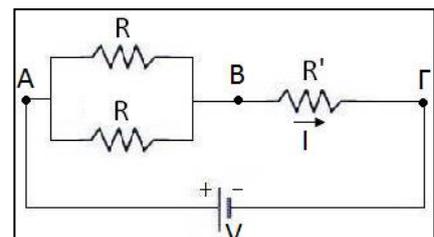
(Απ: i)  $6\Omega$ , ii)  $10A$ , iii)  $40V$ )



39. Για το κύκλωμα του διπλανού σχήματος δίνονται  $V=220V$ ,  $I=1,1A$  και  $R'=100\Omega$ . Να βρείτε:

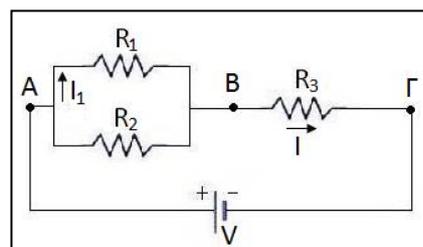
- i) τις τάσεις  $V_{A\Gamma}, V_{B\Gamma}$  και  $V_{AB}$ ,
- ii) το πηλίκο  $V/I$  με ποιο μέγεθος είναι ίσο,
- iii) την τιμή της αντίστασης  $R$ .

(Απ: i)  $220V, 110V, 110V$ , ii)  $200\Omega$ , iii)  $200\Omega$ )



40. Για το κύκλωμα του διπλανού σχήματος δίνονται  $I_1=16\text{A}$ ,  $R_1=2\Omega$ ,  $R_2=8\Omega$  και  $R_3=7\Omega$ . Να βρείτε:

- i) την ισοδύναμη αντίσταση του κυκλώματος,
- ii) την τάση στα άκρα του αντιστάτη αντίστασης  $R_2$ ,
- iii) την ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή και την τάση στα άκρα αυτής,
- iv) τη διαφορά δυναμικού  $V_{B\Gamma}$ .

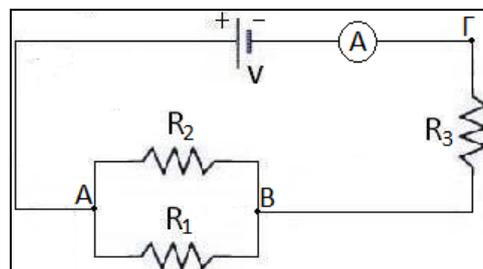


(Απ: i)  $8,6\Omega$ , ii)  $32\text{V}$ , iii)  $20\text{A}$ ,  $172\text{V}$ , iv)  $140\text{V}$ )

41. Για το κύκλωμα του σχήματος δίνονται  $V=30\text{V}$ ,  $R_1=20\Omega$ ,  $R_2=30\Omega$  και  $R_3=18\Omega$ . Να βρείτε:

- i) την ισοδύναμη αντίσταση του κυκλώματος.
- ii) την ένδειξη του αμπερομέτρου.
- iii) την τάση στα άκρα κάθε αντιστάτη.
- iv) το ηλεκτρικό φορτίο που περνά από το αμπερόμετρο σε χρονικό διάστημα  $15\text{s}$ .
- v) τη χημική ενέργεια που μετατρέπεται σε ηλεκτρική από την πηγή σε χρονικό διάστημα  $15\text{s}$ .

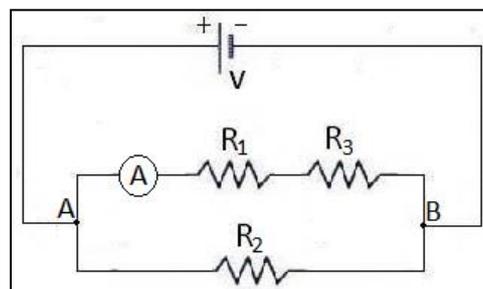
(Απ: i)  $30\text{V}$ , ii)  $1\text{A}$ , iii)  $12\text{V}$ ,  $12\text{V}$ ,  $18\text{V}$ , iv)  $15\text{C}$ , v)  $450\text{J}$ )



42. Στο διπλανό σχήμα η ένδειξη του αμπερομέτρου είναι  $0,5\text{A}$ . Επίσης δίνονται  $R_1=12\Omega$ ,  $R_2=10\Omega$  και  $R_3=8\Omega$ . Να βρείτε:

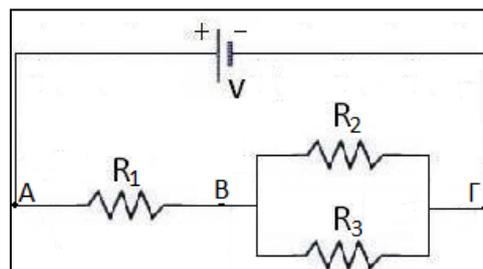
- i) τη διαφορά δυναμικού στα άκρα του αντιστάτη  $R_1$ .
- ii) τη διαφορά δυναμικού στα άκρα του αντιστάτη  $R_3$ .
- iii) τη διαφορά δυναμικού στα άκρα του αντιστάτη  $R_2$ .
- iv) την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη  $R_2$ .
- v) την ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή.
- vi) την ισοδύναμη αντίσταση του κυκλώματος.
- vii) την τάση της πηγής.

(Απ: i)  $6\text{V}$ , ii)  $4\text{V}$ , iii)  $10\text{V}$ , iv)  $1\text{A}$ , v)  $1,5\text{A}$ , vi)  $6,67\Omega$ , vii)  $10\text{V}$ )



43. Για το κύκλωμα του σχήματος δίνονται  $V=50\text{V}$ ,  $R_1=30\Omega$ ,  $R_2=60\Omega$  και  $R_3=30\Omega$ . Να βρείτε τις εντάσεις των ρευμάτων που διαρρέουν τους αντιστάτες.

(Απ:  $1\text{A}$ ,  $1/3\text{A}$ ,  $2/3\text{A}$ )



ΤΕΣΤ 4 ΕΛΕΓΧΩ ΤΙΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΜΟΥ  
ΜΑΘΗΜΑΤΑ 2.3—2.5

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

1. Σύμφωνα με το νόμο του Ωμ:

- α) η τάση στα άκρα ενός μεταλλικού αγωγού είναι ανάλογη με την ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει
- β) η τάση στα άκρα ενός μεταλλικού αγωγού είναι αντιστρόφως ανάλογη με την ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει
- γ) η ένταση του ρεύματος που διαρρέει ένα μεταλλικό αγωγό είναι ανάλογη με την τάση που εφαρμόζεται στα άκρα του
- δ) το πηλίκο της τάσης στα άκρα του μεταλλικού αγωγού προς την ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει είναι σταθερό

2. Η αντίσταση ενός μεταλλικού αγωγού είναι ίση με 9Ω. Αυτό σημαίνει ότι:

- α) ο μεταλλικός αγωγός διαρρέεται από ρεύμα έντασης 9A
- β) στα άκρα του μεταλλικού αγωγού εφαρμόζεται τάση 9V
- γ) όταν στα άκρα του μεταλλικού αγωγού εφαρμοστεί τάση 9V, διαρρέεται από ρεύμα έντασης 1A
- δ) όταν στα άκρα του μεταλλικού αγωγού εφαρμοστεί τάση 1V, διαρρέεται από ρεύμα έντασης 9A

3. Η αντίσταση ενός μεταλλικού αγωγού, όταν αυτός διαρρέεται από ρεύμα 10A, είναι 40Ω. Αν ο αγωγός διαρρέεται από ρεύμα 5A, η αντίσταση του αγωγού θα είναι:

- α) 5Ω β) 10Ω γ) 20Ω δ) 40Ω

4. Η αντίσταση ενός μεταλλικού αγωγού:

- α) είναι ανεξάρτητη από το υλικό που είναι κατασκευασμένος ο αγωγός
- β) είναι ανάλογη με το μήκος του
- γ) είναι ανάλογη με το εμβαδόν της διατομής του
- δ) είναι ανάλογη με την τάση που εφαρμόζεται στα άκρα του

5. Όταν το μήκος ενός χάλκινου σύρματος διπλασιαστεί, η αντίστασή του:

- α) διπλασιάζεται β) υποδιπλασιάζεται γ) τετραπλασιάζεται δ) παραμένει ίδια

6. Για έναν αγωγό σταθερού μήκους και σταθερής διατομής γνωρίζουμε ότι, όταν αυξάνεται η θερμοκρασία, η αντίσταση του μειώνεται. Τι από τα παρακάτω ισχύει για το θερμικό συντελεστή  $\alpha$  της ειδικής αντίστασης του υλικού του αγωγού;

- α)  $\alpha > 0$  β)  $\alpha = 0$  γ)  $\alpha < 0$  δ) δεν μπορούμε να ξέρουμε την τιμή του

7. Σε ένα κύκλωμα σύνδεσης δύο καταναλωτών σε σειρά ισχύει για τις τάσεις  $V_1$  και  $V_2$  στα άκρα των καταναλωτών, καθώς και για την τάση  $V$  της πηγής η σχέση  $V = V_1 + V_2$ . Αυτό είναι συνέπεια της αρχής διατήρησης:

- α) του ηλεκτρικού φορτίου β) της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος
- γ) της ενέργειας δ) της διαφοράς δυναμικού

8. Σε ένα κύκλωμα παράλληλης σύνδεσης δύο καταναλωτών ισχύει για τις εντάσεις των ρευμάτων  $I_1$  και  $I_2$  που διαρρέουν τους καταναλωτές, καθώς και για την ένταση  $I$  του ρεύματος που διαρρέει την πηγή η σχέση  $I = I_1 + I_2$ . Αυτό είναι συνέπεια της αρχής διατήρησης:

**ΦΥΣΙΚΗ Γ' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ**  
**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2°**

α) του ηλεκτρικού φορτίου    β) της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος  
γ) της ενέργειας                    δ) της διαφοράς δυναμικού

**9.** Δύο αντιστάτες με αντιστάσεις  $R$  και  $3R$  είναι συνδεδεμένοι σε σειρά. Η ισοδύναμη τους αντίσταση είναι ίση με:

α)  $R$     β)  $2R$     γ)  $3R$     δ)  $4R$

**10.** Τρεις λάμπες που η καθεμία έχει αντίσταση  $R$  συνδέονται παράλληλα. Η ισοδύναμή τους αντίσταση είναι ίση με:

α)  $3R$     β)  $3/R$     γ)  $R/3$     δ)  $R$

ΜΟΝΑΔΕΣ 20

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

### 3.1

#### 3.1. Θερμικά αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος

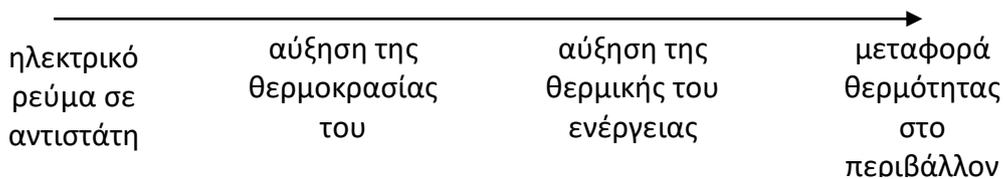
✓ Η μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας επιτυγχάνεται με το ηλεκτρικό ρεύμα που διαρρέει ένα κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα.

✓ **Καταναλωτές:** ηλεκτρικές συσκευές που μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια σε άλλες μορφές ενέργειας (π.χ. θερμική, χημική, μηχανική, ενέργεια μαγνητικού πεδίου), ανάλογα με τις ανάγκες που δημιουργούνται. Ανάλογα με τη μορφή ενέργειας στην οποία μετατρέπεται η ηλεκτρική τα αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος διακρίνονται σε θερμικά, χημικά, μαγνητικά, φωτεινά κλπ.

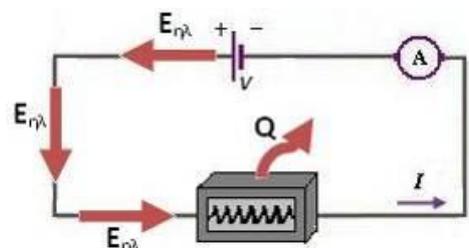
✓ **Φαινόμενο Τζάουλ:** το φαινόμενο κατά το οποίο, όταν από έναν αντιστάτη διέρχεται ηλεκτρικό ρεύμα, τότε η θερμοκρασία του αυξάνεται. Όταν ένας αντιστάτης θερμαίνεται (αυξάνεται δηλαδή η θερμοκρασία του) αυξάνεται η θερμική του ενέργεια. Όταν η θερμοκρασία του αντιστάτη ξεπεράσει τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, τότε ενέργεια με τη μορφή θερμότητας θα μεταφερθεί από τον αντιστάτη στο περιβάλλον. Η διαδικασία αυτή μπορεί να συνεχιστεί μέχρις ότου ολόκληρη η ηλεκτρική ενέργεια να μεταφερθεί στο περιβάλλον. Τότε η θερμοκρασία του αντιστάτη δε θα μεταβληθεί.

✓ **Ποια είναι η συνέπεια του φαινομένου Joule σε έναν αντιστάτη R;**

Όταν η θερμοκρασία του αντιστάτη γίνει μεγαλύτερη της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος, τότε **ενέργεια**, με τη μορφή της θερμότητας, **μεταφέρεται από τον αντιστάτη στο περιβάλλον**.



Σύμφωνα με την **αρχή διατήρησης της ενέργειας**, η ενέργεια δεν παράγεται από το μηδέν, απλά μετατρέπεται από τη μια μορφή στην άλλη, έτσι ώστε η συνολική της ποσότητα να διατηρείται σταθερή. Ο αντιστάτης για να διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα θα είναι μέρος ενός κλειστού κυκλώματος. Όμως κάθε κλειστό κύκλωμα που διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, μεταφέρει ηλεκτρική ενέργεια. Όταν ο αντιστάτης διαρρέεται από ρεύμα, τότε η ηλεκτρική ενέργεια που δίνεται στον αντιστάτη μετατρέπεται σε θερμική στον αντιστάτη και στη συνέχεια η θερμική ενέργεια μετατρέπεται σε θερμότητα που μεταφέρεται στο



περιβάλλον. Άρα, η θερμική ενέργεια (θερμότητα) που μεταφέρεται από τον αντιστάτη στο περιβάλλον προέρχεται από την ηλεκτρική ενέργεια που διαρρέει το κύκλωμα στο οποίο ανήκει ο αντιστάτης.

✓ Στο φαινόμενο Τζάουλ στηρίζεται η λειτουργία πολλών ηλεκτρικών συσκευών που χρησιμοποιούμε στην καθημερινή μας ζωή (π.χ. ο λαμπτήρας πυρακτώσεως, η ηλεκτρική κουζίνα, ο ηλεκτρικός θερμοσίφωνας), οι οποίες αποτελούνται από ένα ή περισσότερους αντιστάτες.

### Εφαρμογές του φαινομένου Joule

#### •Ποιων ηλεκτρικών συσκευών η λειτουργία βασίζεται στο φαινόμενο Joule;

Κάθε ηλεκτρική συσκευή όταν διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα θερμαίνεται λόγω φαινομένου Joule αφού περιέχει μεταλλικούς αγωγούς. Υπάρχουν όμως αρκετές συσκευές που η λειτουργία τους βασίζεται στο φαινόμενο Joule. Αυτές τις συσκευές τις ονομάζουμε και **θερμικές συσκευές** και είναι ουσιαστικά όλες οι συσκευές που **απορροφούν ηλεκτρική ενέργεια και τη μετατρέπουν σε θερμική** όπως π.χ. η ηλεκτρική κουζίνα, ο θερμοσίφωνας, η ηλεκτρική θερμάστρα κ.α.

#### •Που στηρίζεται η λειτουργία του λαμπτήρα πυρακτώσεως;

Στον λαμπτήρα πυρακτώσεως η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε θερμική (στο σύρμα του λαμπτήρα) και ένα μικρό μέρος της θερμικής ενέργειας μετατρέπεται σε **φωτεινή** (όταν η θερμοκρασία του σύρματος αυξάνεται αρκετά, αυτό φωτοβολεί).

#### •Από τι μέταλλο είναι κατασκευασμένο το σύρμα του λαμπτήρα και γιατί; Γιατί υπάρχει το γυάλινο περίβλημα στους λαμπτήρες;

Το σύρμα στους λαμπτήρες πυρακτώσεως κατασκευάζεται από **δύστηκτα μέταλλα** (μέταλλα που λιώνουν πολύ δύσκολα), όπως είναι το **βολφράμιο**, διότι η θερμοκρασία που αναπτύσσεται σε αυτό όταν διαρρέεται από ρεύμα είναι πολύ μεγάλη (περίπου 2000 °C). Λόγω της υψηλής θερμοκρασίας του μεταλλικού νήματος στο λαμπτήρα το νήμα οξειδώνεται πολύ γρήγορα από τον αέρα και κόβεται, για το λόγο αυτό στο εσωτερικό των λαμπτήρων υπάρχει **κενό ή αδρανές αέριο**, ώστε να αποφεύγεται η **οξείδωση** του σύρματος με το οξυγόνο της ατμόσφαιρας.

#### •Πως λειτουργεί η ηλεκτρική κουζίνα και ο ηλεκτρικός θερμοσίφωνας;

Η ηλεκτρική κουζίνα ή ο ηλεκτρικός θερμοσίφωνας αποτελούνται από έναν ή περισσότερους αντιστάτες. Όταν από αυτούς διέρχεται ηλεκτρικό ρεύμα, θερμότητα μεταφέρεται προς το μαγειρικό σκεύος ή το νερό αντίστοιχα.

✓ **Βραχυκύκλωμα:** σύνδεση κατά την οποία, λόγω βλάβης μιας συσκευής ή λόγω ενός τυχαίου γεγονότος, οι δύο πόλοι μιας ηλεκτρικής πηγής ή δύο σημεία του ηλεκτρικού κυκλώματος μπορεί να συνδεθούν μεταξύ τους με έναν αγωγό πολύ μικρής αντίστασης. Σύμφωνα με το νόμο του Ωμ, εφόσον η αντίσταση  $R$  είναι πολύ μικρή, τότε η ένταση  $I$  του ηλεκτρικού ρεύματος που θα περάσει απ' αυτόν θα είναι πολύ μεγάλη. Αν λοιπόν η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει ένα σύρμα ή μια συσκευή (έναν αγωγό γενικά) υπερβεί μια ορισμένη τιμή, οι αγωγοί υπερθερμαίνονται, με αποτέλεσμα την καταστροφή τους, καθώς και την πρόκληση φωτιάς.

**Βραχυκύκλωμα ονομάζεται η σύνδεση δύο σημείων ενός κυκλώματος με αγωγό αμελητέας αντίστασης.** Σύμφωνα και με τη σχέση του νόμου του Ωμ για έναν αντιστάτη

$I = \frac{V}{R}$  αν το  $R$  γίνει πολύ μικρό τότε η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος  $I$  που διαρρέει τον αντιστάτη να γίνεται πολύ μεγάλη, με πιθανότητα να καταστραφούν η πηγή και το αμπερόμετρο, να λιώσουν τα σύρματα σύνδεσης κ.λπ.

**Πως λειτουργεί η τηκόμενη ασφάλεια; Που χρησιμοποιείται; Πως συνδέεται στο ηλεκτρικό κύκλωμα;**

Αν για κάποιο λόγο η ένταση του ρεύματος που διαρρέει ένα σύρμα ή μια συσκευή (αγωγό γενικά) υπερβεί μια ορισμένη τιμή, οι αγωγοί υπερθερμαίνονται, με αποτέλεσμα να προκληθεί, εκτός της καταστροφής αυτών, και πυρκαγιά.

**Οι ασφάλειες προστατεύουν τα ηλεκτρικά κυκλώματα.** Κάθε ασφάλεια χαρακτηρίζεται από την τιμή της έντασης του ρεύματος πάνω από την οποία προκαλείται διακοπή της λειτουργίας του κυκλώματος. υπάρχουν πολλών ειδών ασφάλειες, ανάλογα με την αρχή λειτουργίας τους.

Οι **ασφάλειες που στηρίζονται στο φαινόμενο Τζάουλ** αποτελούνται από ένα σύρμα, μικρού μήκους, το οποίο τήκεται όταν περάσει από αυτό ρεύμα μεγαλύτερο από την αναγραφόμενη τιμή (**τηκόμενες ασφάλειες**), οπότε το κύκλωμα διακόπτεται.

Προσοχή.

**Η παρουσία της ασφάλειας δεν προλαμβάνει ένα βραχυκύκλωμα, προστατεύει όμως το κύκλωμα από τις συνέπειες του βραχυκυκλώματος (καταστροφή αγωγών, συσκευών κ.λπ.)**

✓ **Ηλεκτρικές ασφάλειες:** χρησιμοποιούνται για την προστασία των ηλεκτρικών συσκευών. Υπάρχουν πολλών ειδών ηλεκτρικές ασφάλειες που έχουν διαφορετικές αρχές λειτουργίας. Η λειτουργία της τηκόμενης ασφάλειας στηρίζεται στο φαινόμενο του Τζάουλ. Η παρουσία της ασφάλειας δε προλαμβάνει το βραχυκύκλωμα, προστατεύει όμως το κύκλωμα από τις συνέπειες του βραχυκυκλώματος (καταστροφή αγωγών, συσκευών κλπ).



### 3.2. Ενέργεια και ισχύς του ηλεκτρικού ρεύματος

✓ Όταν το ηλεκτρικό ρεύμα διαρρέει μια συσκευή ή μια μηχανή, μεταφέρει σ' αυτή **ηλεκτρική ενέργεια** η οποία μετατρέπεται σε ενέργεια κάποιας άλλης μορφής. Για παράδειγμα όταν ένας κινητήρας περιστρέφεται και ανυψώνει ένα σώμα, η ηλεκτρική ενέργεια που μεταφέρεται σ' αυτόν από το ηλεκτρικό ρεύμα, μετατρέπεται κατά ένα μέρος σε **μηχανική ενέργεια** και το υπόλοιπο σε **θερμική**, λόγω του φαινομένου Τζάουλ και των τριβών.

$$E_{\eta\lambda} = E_{\mu\eta\chi} + Q$$

✓ Η ενέργεια που προσφέρεται από το ηλεκτρικό ρεύμα σε έναν καταναλωτή (συσκευή) δίνεται από τη σχέση:  $E_{\eta\lambda} = V \cdot q$ . Σύμφωνα και με τον ορισμό της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος η ενέργεια που μεταφέρεται στη συσκευή θα δίνεται από τη σχέση:

$$E_{\eta\lambda} = V \cdot I \cdot t$$

όπου  $V$  η τάση στα άκρα της συσκευής και  $I$  η ένταση του ρεύματος που τη διαρρέει. Βγαίνει, λοιπόν, το συμπέρασμα ότι η **ενέργεια** που μεταφέρει το ηλεκτρικό ρεύμα σε μια συσκευή είναι **ανάλογη της διαφοράς δυναμικού** ( $V$ ) που εφαρμόζεται στα άκρα της συσκευής, **της έντασης** ( $I$ ) του ηλεκτρικού ρεύματος που τη διαρρέει και **του χρόνου** ( $t$ ) στον οποίο λειτουργεί. Η σχέση αυτή ισχύει για κάθε ηλεκτρική συσκευή που μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια σε άλλης μορφής ενέργεια.

✓ Μονάδα ενέργειας στο S.I. είναι το 1 Τζάουλ (1J). Αν στην τελευταία σχέση αντικαταστήσουμε όπου  $V=1V$ ,  $I=1A$  και  $t=1s$  έχουμε:  $E_{\eta\lambda} = (1V) \cdot (1A) \cdot (1s) = 1J$

- ✓ Κάθε ηλεκτρική συσκευή όταν διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έχει διαφορά δυναμικού στα άκρα του που δίνεται από τη σχέση:  $V = \frac{E_{\eta\lambda}}{q}$  όπου  $E$  η ηλεκτρική ενέργεια που μεταφέρεται στη συσκευή από το ηλεκτρικό φορτίο  $q$  που διέρχεται από το εσωτερικό της.
- ✓ Επιπλέον η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει μια συσκευή ορίζεται από τη σχέση  $I = \frac{q}{t}$  αν συνδυάσουμε τις δύο αυτές σχέσεις μπορούμε να καταλήξουμε σε μια εύχρηστη μαθηματική σχέση που μας δίνει τη δυνατότητα να υπολογίσουμε την ηλεκτρική ενέργεια που απορροφά μια ηλεκτρική συσκευή όταν διαρρέεται από ένταση ηλεκτρικού ρεύματος  $I$  για χρονικό διάστημα  $t$  και έχει διαφορά δυναμικού στα άκρα της  $V$ :

$$\left. \begin{aligned} V &= \frac{E_{\eta\lambda}}{q} \Rightarrow E_{\eta\lambda} = V \cdot q \\ I &= \frac{q}{t} \Rightarrow q = I \cdot t \end{aligned} \right\} E_{\eta\lambda} = V \cdot I \cdot t$$

✓ **Ισχύς P**: μέγεθος το οποίο ισούται με το πηλίκο της ενέργειας  $E$  προς το χρόνο  $t$ . Άρα, για την ισχύ που καταναλώνει μια μηχανή (ή συσκευή) ισχύει:

$$P = \frac{E}{t}$$

Η ηλεκτρική ισχύς δίνεται από τη σχέση:  $P_{\eta\lambda} = \frac{E_{\eta\lambda}}{t}$  ή  $P_{\eta\lambda} = \frac{V \cdot I \cdot t}{t}$  ή  $P_{\eta\lambda} = V \cdot I$

✓ Μονάδα μέτρησης της ηλεκτρικής ισχύος στο S.I. είναι το **1Watt (1W)** όπου:  $1W = \frac{1J}{1s}$ .

Σύμφωνα με τη σχέση  $P_{\eta\lambda} = V \cdot I$  αν αντικαταστήσουμε όπου  $V=1V$  και  $I=1A$  θα ισχύει:

$$P_{\eta\lambda} = (1V) \cdot (1A) = 1W.$$

### Τι εκφράζει η ισχύς;

Η ισχύς μιας ηλεκτρικής συσκευής εκφράζει το πόσο γρήγορα μεταφέρεται η ενέργεια σε αυτήν δηλαδή με ποιο ρυθμό γίνεται η μεταφορά ενέργειας.

### Με ποιες σχέσεις υπολογίζουμε την ηλεκτρική ισχύ; Απόδειξη της σχέσης $P_{\eta\lambda} = V \cdot I$ .

Η ηλεκτρική ισχύς που καταναλώνει μια ηλεκτρική συσκευή δίνεται από τη σχέση:

$$P_{\eta\lambda} = \frac{E_{\eta\lambda}}{t}$$

Επίσης γνωρίζουμε ότι:

$$E_{\eta\lambda} = V \cdot I \cdot t$$

Έτσι έχουμε:

$$P_{\eta\lambda} = \frac{E_{\eta\lambda}}{t} \Rightarrow P_{\eta\lambda} = \frac{V \cdot I \cdot t}{t} \Rightarrow P_{\eta\lambda} = V \cdot I$$

όπου  $V$  και  $I$  είναι η τάση στα άκρα της συσκευής και η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τη συσκευή αντίστοιχα. Συνεπώς την ηλεκτρική ισχύ μπορούμε να την υπολογίζουμε από τις σχέσεις:

$$P_{\eta\lambda} = \frac{E_{\eta\lambda}}{t}, \quad P_{\eta\lambda} = V \cdot I$$

**Τι σημαίνει η ένδειξη ενός λαμπτήρα είναι 100W;**

$100W=100J/s$  άρα ένας λαμπτήρας των 100W σημαίνει ότι ο λαμπτήρας απορροφάει 100J ηλεκτρικής ενέργειας κάθε 1s.

**Τι μετράει το ρολόι της ΔΕΗ; Τι πληρώνουμε στη ΔΕΗ;**

Το ρολόι της ΔΕΗ μετράει την ηλεκτρική ενέργεια που μεταβιβάζεται στο σπίτι μας και στη ΔΕΗ πληρώνουμε αυτή την ηλεκτρική ενέργεια (όχι ισχύ).

**Πως ονομάζονται και τι δείχνουν οι ενδείξεις 220V – 500W σε μία συσκευή;**

Ονομάζονται **ενδείξεις κανονικής λειτουργίας της συσκευής** και υποδεικνύουν ότι για να λειτουργήσει κανονικά η συσκευή θα πρέπει να συνδεθεί με ηλεκτρική τάση 220V και τότε θα απορροφά ηλεκτρική ενέργεια με ρυθμό 500W.

✓ **Κιλοβατώρα:** μονάδα μέτρησης της ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιείται από τις εταιρίες παροχής ηλεκτρικής ενέργειας. Μία κιλοβατώρα (1kWh) είναι η ενέργεια που καταναλώνεται από μια συσκευή ισχύος 1kW ή 1000W όταν λειτουργεί επί μια ώρα. Αν στη σχέση  $E_{ηλ} = P_{ηλ} \cdot t$  αντικαταστήσω όπου  $P_{ηλ}=1000W=1kW$  και  $t=1h$  παίρνω:

$$E_{ηλ} = 1kW \cdot 1h \text{ ή } E_{ηλ} = 1kWh.$$

Ισχύει ότι:  $1kWh = 1kW \cdot 1h = 1000W \cdot 3600s$  ή  $1kWh = 3600000J$ .

### Λυμένες ασκήσεις:

Άσκηση: Σε μια ηλεκτρική συσκευή αναφέρονται οι ενδείξεις 220V – 1100W να βρείτε:

- A) την τάση κανονικής λειτουργίας της συσκευής
- B) την ένταση του ρεύματος που την διαρρέει όταν λειτουργεί κανονικά
- Γ) την αντίσταση της συσκευής
- Δ) την ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνει σε 1min

Λύση:

A) Η τάση κανονικής λειτουργίας της συσκευής είναι 220V

B)

$$P_{ηλ} = V \cdot I$$

$$1100 = 220 \cdot I$$

$$I = \frac{1100}{220}$$

$$I = 5A$$

$$\Gamma) R = \frac{V}{I} \Rightarrow R = \frac{220}{5} \Rightarrow R = 44\Omega$$

$$\Delta) E_{\eta\lambda} = V \cdot I \cdot t \Rightarrow E_{\eta\lambda} = 220 \cdot 5 \cdot 60 \Rightarrow E_{\eta\lambda} = 66000J$$

### Ερωτήσεις:

1. i) Να αποδείξετε τη σχέση  $E_{\eta\lambda} = V \cdot I \cdot t$  η οποία δίνει την ηλεκτρική ενέργεια που προσφέρεται σε κάθε ηλεκτρική συσκευή.

ii) Ποια είναι η μονάδα μέτρησης της ενέργειας στο S.I.;

2. i) Πως ορίζεται το φυσικό μέγεθος της ισχύος; Ποια είναι η μονάδα της ισχύος στο S.I.;

ii) Ποιος είναι ο τύπος που δίνει την ηλεκτρική ισχύ που μεταφέρει το ηλεκτρικό ρεύμα σε μια ηλεκτρική συσκευή;

iii) Το 1W τι ηλεκτρική ισχύς είναι;

3. i) Τι είναι η κιλοβατώρα (1kWh); Με πόσα Joule ισούται 1kWh;

ii) Τα ρολόγια της ΔΕΗ μετρούν ηλεκτρική ισχύ ή ηλεκτρική ενέργεια;

4. i) Ποια είναι η σημασία των ενδείξεων 1,2kW - 220V που είναι γραμμένες πάνω σε μια ηλεκτρική θερμάστρα;

ii) Ένας λαμπτήρας πυρακτώσεως γράφει πάνω του τις ενδείξεις 150W - 220V. Τι θα συμβεί αν ο λαμπτήρας τροφοδοτηθεί από τάση:

α. 350 V                    β. 110V;

5. Αν τριπλασιάσουμε την τάση στα άκρα μιας αντίστασης, η ηλεκτρική ενέργεια που μεταφέρεται σε αυτή:

α. παραμένει σταθερή.

β. διπλασιάζεται.

γ. τριπλασιάζεται.

δ. εννεαπλασιάζεται.

6. Αν διπλασιάσουμε την ένταση του ρεύματος που διαπερνά μια συσκευή, τότε η ηλεκτρική ενέργεια που της προσφέρεται:

α. διπλασιάζεται.

β. τριπλασιάζεται.

γ. τετραπλασιάζεται.

δ. πενταπλασιάζεται.

7. Ποια σχέση μονάδων ισοδυναμεί με 1J;

α. A·Ω·s                    β. A·Ω<sup>2</sup>·s

γ. A·V·s                    δ. A<sup>2</sup>·V·s

8. Η ΔΕΗ μας τροφοδοτεί με:

α. ηλεκτρικό ρεύμα.

β. ηλεκτρική τάση.

γ. ηλεκτρική ενέργεια.



17. Μια ηλεκτρική θερμάστρα έχει στοιχεία 240V, 1kW και λειτουργεί κανονικά για μια ώρα. Η ηλεκτρική ενέργεια που μετατρέπεται σε θερμότητα είναι:

- α. 1000J
- β. 60000J
- γ. 240000J
- δ. 3600000J
- ε. 14400000J

Ποια είναι η σωστή απάντηση;

18. Σ' έναν ηλεκτρικό κινητήρα η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται:

- α. σε θερμότητα
- β. σε δυναμική ενέργεια
- γ. σε δυναμική και κινητική ενέργεια
- δ. σε κινητική ενέργεια και σε θερμότητα.

19. Η ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να προκύψει από:

- α. δυναμική ενέργεια
- β. κινητική ενέργεια
- γ. χημική ενέργεια
- δ. όλες τις προηγούμενες μορφές.

20. Αντιστάτης αντίστασης  $R_1$  τροφοδοτείται από τάση  $V$ . Αν σε σειρά με τον αντιστάτη αυτόν συνδέσουμε άλλον όμοιο αντιστάτη αντίστασης  $R_2=R_1$  τότε:

- α. Η ένταση του ρεύματος θα διπλασιαστεί
- β. Η τάση στον αντιστάτη αντίστασης  $R_1$  θα παραμείνει ίδια
- γ. Η ισχύς του αντιστάτη αντίστασης  $R_1$  θα παραμείνει ίδια
- δ. Οι δύο αντιστάτες θα απορροφούν την ίδια ηλεκτρική ισχύ.

Ποιες από τις παραπάνω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λάθος; Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

21. Μια ηλεκτρική θερμάστρα έχει ισχύ  $P_{\theta}=2kW$ , ενώ μια ηλεκτρική κουζίνα έχει  $P_{κ}=3kW$ . Αν στη διάρκεια ενός διμήνου λειτουργήσουν ίδιο χρονικό διάστημα, ποια θα επιβαρύνει περισσότερο το λογαριασμό του ηλεκτρικού ρεύματος;

### **ΑΣΚΗΣΕΙΣ:**

22. Δύο αντιστάτες είναι συνδεδεμένοι παράλληλα. Αν για την ισχύ που καταναλώνουν ισχύει  $P_1=4P_2$ , να βρείτε τη σχέση των αντιστάσεών τους  $R_1$  και  $R_2$  αντίστοιχα.

(Απ:  $R_2= 4R_1$ )

23. i) Ένας άνθρωπος έχει αγγίξει καλώδιο υψηλής τάσης. Τι πρέπει να κάνετε για να τον ξεκολλήσετε χωρίς να κινδυνεύσετε;

ii) Η ισχύς που απορροφά ένας αντιστάτης αντίστασης  $R$  δίνεται από τις σχέσεις  $P = I^2 \cdot R$  και  $P = \frac{V^2}{R}$ . Τι συμπεραίνετε; Η ισχύς είναι ανάλογη ή αντιστρόφως ανάλογη της αντίστασης  $R$ ;

24. Μια ηλεκτρική σόμπα λειτουργεί σε τάση  $V$ . Αν ελαττώσουμε την τάση κατά 20%, πόσο τοις εκατό θα ελαττωθεί η ισχύς της;

(Απ: 36%)

25. Ένας γερανός ανυψώνει ένα κιβώτιο καταναλώνοντας ενέργεια 3200J σε χρόνο  $t=2\text{sec}$ . Να υπολογίσετε την ισχύ του γερανού.

(Απ: 1600W)

26. Ηλεκτρικός κινητήρας ισχύος 5kW ανυψώνει ένα κιβώτιο σε χρόνο  $t=10\text{sec}$ . Να υπολογίσετε την ενέργεια που προσφέρεται από τον κινητήρα στο κιβώτιο. (Απ: 50000J)

27. Ηλεκτρική συσκευή καταναλώνει ενέργεια 30kWh σε χρόνο  $t=3\text{h}$ . Να υπολογίσετε τη ισχύ της συσκευής σε μονάδες του S.I.

(Απ: 10000W)

28. Μια ηλεκτρική συσκευή αναγράφει πάνω της τα στοιχεία 1.000W, 200V. Να υπολογίσετε:

i) την ένταση του ρεύματος που διαπερνά τη συσκευή όταν λειτουργεί κανονικά,

ii) την αντίσταση της συσκευής,

iii) την ηλεκτρική ενέργεια που μετατρέπει η συσκευή σε άλλη μορφή σε χρόνο  $t=20\text{min}$ .

(Απ: i) 5 A, ii) 40 Ω, iii)  $1,2 \cdot 10^6$  J)

29. Ηλεκτρική θερμάστρα αναγράφει πάνω της τα στοιχεία 220V, 1100W. Να υπολογίσετε το κόστος λειτουργίας της, όταν συνδέεται στο δίκτυο της ΔΕΗ για χρόνο  $t=20\text{h}$ . Δίνεται ότι 1kWh κοστίζει 0,5€.

(Απ: 11€)

30. Σ' ένα σπίτι λειτουργούν ταυτόχρονα οι παρακάτω ηλεκτρικές συσκευές: ένα ηλεκτρικό ψυγείο ισχύος  $P_1=200\text{W}$ , ένα στοιχείο ηλεκτρικής κουζίνας ισχύος  $P_2=1,3\text{kW}$ , πέντε λάμπες ισχύος  $P_3=100\text{W}$  η καθεμία και μια τηλεόραση ισχύος  $P_4=180\text{W}$ .

i) Πόσα Ampere πρέπει να είναι η γενική ασφάλεια του πίνακα της εγκατάστασης;

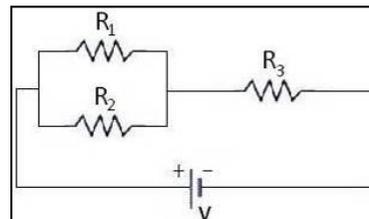
ii) Πόσα χρήματα θα πληρώσουμε αν οι συσκευές λειτουργούν συνέχεια για 10h και 1kWh κοστίζει 0,5€;

Δίνεται ότι η τάση λειτουργίας των συσκευών είναι 220V, όση και η τάση του δικτύου.

(Απ: i) 10A, ii) 10,9€)

31. Για το διπλανό σχήμα δίνεται ότι  $R_1=30\Omega$ ,  $R_2=60\Omega$  και  $R_3=40\Omega$ . Αν η ισχύς που απορροφά ο αντιστάτης αντίστασης  $R_1$  είναι  $P_1=120W$ , να βρείτε:

- την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη αντίστασης  $R_1$ ,
- την ισχύ που απορροφούν οι αντιστάτες με αντίσταση  $R_2$  και  $R_3$ ,
- την τάση  $V$  της πηγής.



(Απ: i) 2A, ii) 60W, 360W, iii) 180V)

### ΤΕΣΤ 5 ΕΛΕΓΧΩ ΤΙΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΜΟΥ!!!!!!!

1. Μια συσκευή έχει στα άκρα της τάση  $V=200V$  και διαρρέεται από ρεύμα έντασης  $I=2A$ .

α) Πόση είναι η ηλεκτρική ισχύς που προσφέρεται στη συσκευή;

ΜΟΝΑΔΕΣ 2,5

β) Πόση είναι η ηλεκτρική ενέργεια που προσφέρεται στη συσκευή μέσα σε 2min;

ΜΟΝΑΔΕΣ 2,5

γ) Αν η συσκευή λειτουργούσε για 10 ώρες, πόση ενέργεια σε kWh θα καταναλώνει;

ΜΟΝΑΔΕΣ 2,5

δ) Αν αντί της συσκευής έχουμε έναν αντιστάτη, ο οποίος για την ίδια τάση  $V=200V$  καταναλώνει ηλεκτρική ισχύ  $P=200W$ , να βρείτε την αντίστασή του.

ΜΟΝΑΔΕΣ 2,5

2. Ένας αντιστάτης έχει στα άκρα του τάση  $V=200V$  και αντίσταση  $R=50\Omega$ .

α) Πόση είναι η ηλεκτρική ισχύς που προσφέρεται στον αντιστάτη;

ΜΟΝΑΔΕΣ 2,5

β) Πόση είναι η ηλεκτρική ενέργεια που προσφέρεται στον αντιστάτη σε χρόνο 0,5min;

ΜΟΝΑΔΕΣ 2,5

γ) Πόση ενέργεια σε kWh θα καταναλώνει, ο αντιστάτης, σε χρόνο 5 ωρών;

ΜΟΝΑΔΕΣ 2,5

δ) Αν αντικαταστήσουμε τον αντιστάτη με έναν άλλο, ο οποίος για την ίδια τάση  $V=200V$  καταναλώνει ηλεκτρική ισχύ  $P=20W$ , να βρείτε την αντίστασή του.

ΜΟΝΑΔΕΣ 2,5

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ

### 4.1

#### Ταλαντώσεις

- ✓ **Περιοδικές κινήσεις:** επαναλαμβάνονται με τον ίδιο τρόπο σε ίσα χρονικά διαστήματα. Παραδείγματα περιοδικών κινήσεων: η κίνηση της Γης γύρω από τον Ήλιο, οι χτύποι της καρδιάς, η ομαλή κυκλική κίνηση, η κίνηση του εκκρεμούς, η κίνηση του λεπτοδείκτη του ρολογιού κλπ.
- ✓ **Ταλαντώσεις:** περιοδικές κινήσεις που γίνονται μεταξύ δύο ακραίων θέσεων. Για παράδειγμα, η κίνηση της κούνιας που ξεκινά από χαμηλά, έπειτα ανεβαίνει, στη συνέχεια κατεβαίνει και συνεχίζει διαρκώς την ίδια κίνηση. Άλλα παραδείγματα: η κίνηση ενός σώματος δεμένου σε ένα ελατήριο, η κίνηση της ράβδου σε ένα παλιό ρολόι τοίχου, η κίνηση της χορδής μιας κιθάρας, το έμβολο της μηχανής ενός αυτοκινήτου κλπ.
- ✓ Η ταλάντωση ενός σώματος γίνεται υπό την επίδραση ορισμένων δυνάμεων ώστε να συνεχίζει αυτή την επαναλαμβανόμενη κίνηση. Οι δυνάμεις ή η δύναμη αυτή μεταβάλλεται συνεχώς και αναγκάζει το σώμα που εκτελεί ταλάντωση να επιστρέφει στη θέση από την οποία πέρασε και πιο πριν και στην οποία μηδενίζεται. Η θέση γύρω από την οποία γίνεται μια ταλάντωση ονομάζεται **θέση ισορροπίας** της ταλάντωσης.
- ✓ Οι δυνάμεις που αναγκάζουν ένα σώμα να εκτελέσει ταλάντωση έχουν πάντα φορά προς τη θέση ισορροπίας. Με άλλα λόγια τείνουν να επαναφέρουν το σώμα στη θέση ισορροπίας. Οι δυνάμεις επαναφοράς στη θέση ισορροπίας έχουν μηδενική τιμή ( $\Sigma F=0$ ), ενώ στις ακραίες θέσεις της ταλάντωσης παίρνουν τη μέγιστή τους τιμή. Οι δυνάμεις που ασκούνται στις ταλαντώσεις ονομάζονται και δυνάμεις επαναφοράς.
- ✓ **Απλή αρμονική ταλάντωση:** ιδιαίτερη περίπτωση ταλάντωσης στην οποία η δύναμη επαναφοράς είναι ανάλογη με την απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας..

#### Ερωτήσεις:

1. i) Ποιες κινήσεις ονομάζουμε περιοδικές; Να αναφέρετε μερικά παραδείγματα περιοδικών κινήσεων.  
ii) Πότε μία περιοδική κίνηση είναι ταλάντωση; Να αναφέρετε μερικά παραδείγματα ταλαντώσεων.
2. i) Η ομαλή κυκλική κίνηση είναι ταλάντωση;  
ii) Σε μία ταλάντωση ποια θέση ονομάζουμε θέση ισορροπίας; Τι γνωρίζετε για τη συνισταμένη δύναμη στη θέση ισορροπίας ενός σώματος που εκτελεί ταλάντωση;
3. i) Να αναφέρετε τρεις, τουλάχιστον, περιπτώσεις δυνάμεων που μπορούν να προκαλέσουν ταλάντωση.

**ii)** Όταν ένα σώμα εκτελεί ταλάντωση, γιατί τη δύναμη (ή τη συνισταμένη δύναμη) που ασκείται σε αυτό την ονομάζουμε δύναμη επαναφοράς;

**4.** Περιοδικές ονομάζονται οι κινήσεις:

- α. που πραγματοποιούνται μόνο μία φορά
- β. που επαναλαμβάνονται σε τυχαίες χρονικές στιγμές
- γ. που επαναλαμβάνονται σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα
- δ. που επαναλαμβάνονται άλλοτε τυχαία και άλλοτε με συγκεκριμένο τρόπο.

**5.** Ποια από τις παρακάτω κινήσεις δεν είναι περιοδική;

- α. Η περιστροφή της Γης γύρω από τον Ήλιο.
- β. Η περιστροφή ενός ηλεκτρονίου γύρω από τον πυρήνα.
- γ. Η περιστροφή του λεπτοδείκτη του ρολογιού.
- δ. Η περιστροφή μιας συνεχώς επιταχυνόμενης μοτοσυκλέτας σε κυκλική πίστα.

**6.** Η δύναμη επαναφοράς σε μια απλή αρμονική ταλάντωση:

- α. διατηρεί σταθερό μέτρο
- β. διατηρεί σταθερή κατεύθυνση
- γ. μεταβάλλει το μέτρο της γραμμικά ως προς την απομάκρυνση
- δ. έχει μέτρο ανάλογο του τετραγώνου της απομάκρυνσης.

**7.** Ποιες δυνάμεις μπορούν να προκαλέσουν μια ταλάντωση;

- α. οι βαρυτικές δυνάμεις
- β. η δύναμη μιας τεντωμένης χορδής
- γ. η δύναμη που ασκεί ένα τεντωμένο ελατήριο
- δ. όλες οι παραπάνω.

**8.** Σε ποιο από τα παρακάτω σώματα δεν μπορεί να παρατηρηθεί ταλάντωση;

- α. σ' ένα ποδήλατο που κινείται σε κατηφόρα
- β. στη στήλη του αέρα μέσα σε ένα πνευστό μουσικό όργανο
- γ. στο έμβολο μιας μηχανής αυτοκινήτου
- δ. σ' ένα εκκρεμές.

**9.** Ποιες από τις επόμενες προτάσεις είναι σωστές;

- α) Η κίνηση της Γης γύρω από τον Ήλιο είναι περιοδικό φαινόμενο.
- β) Η κίνηση της Σελήνης γύρω από τη Γη είναι γραμμική ταλάντωση.
- γ) Η κίνηση των εμβόλων της μηχανής ενός αυτοκινήτου είναι (προσεγγιστικά) ταλάντωση.
- δ) Η κίνηση των τροχών ενός αυτοκινήτου καθώς κινείται ομαλά είναι περιοδική κίνηση.

4.2

## Μεγέθη που χαρακτηρίζουν μια ταλάντωση

- ✓ **Περίοδος (T):** ο χρόνος που χρειάζεται ένα σώμα που εκτελεί ταλαντώσεις για να κάνει μια πλήρη ταλάντωση. Μονάδα μέτρησης της περιόδου στο S.I. είναι το 1s.
- ✓ **Συχνότητα (f) μιας ταλάντωσης:** ο αριθμός των ταλαντώσεων που πραγματοποιεί ένα σώμα σε ορισμένο χρόνο προς το χρόνο αυτό.

$$\text{συχνότητα} = \frac{\text{αριθμός ταλαντώσεων}}{\text{χρονικό διάστημα}} \quad \text{ή} \quad f = \frac{N}{\Delta t}$$

**Τι εκφράζει η συχνότητα μιας ταλάντωσης ή μιας περιοδικής κίνησης; Τι σημαίνει ότι η συχνότητα μιας ταλάντωσης είναι π.χ.  $f=12\text{Hz}$ ;**

Η **Συχνότητα f** μιας ταλάντωσης ή μιας περιοδικής κίνησης εκφράζει τον αριθμό των ταλαντώσεων που πραγματοποιεί ένα σώμα στη μονάδα του χρόνου, σε ένα δευτερόλεπτο δηλαδή.

Επομένως, συχνότητα ταλάντωσης  $f=12\text{Hz}$  σημαίνει ότι συμβαίνουν 12 ταλαντώσεις κάθε ένα δευτερόλεπτο.

- ✓ **Σχέση περιόδου-συχνότητας:** Σε χρόνο μιας περιόδου ένα σώμα εκτελεί μια πλήρη ταλάντωση, επομένως αν στη σχέση  $f = N/\Delta t$  θέσουμε  $\Delta t=T$ , τότε  $N=1$ , άρα:

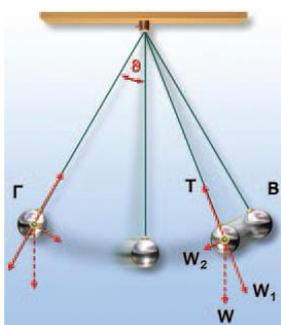
$$f = \frac{1}{T}$$

- ✓ Μονάδα μέτρησης της συχνότητας στο S.I.: το 1Hz (1 Χερτζ). Ισχύει:  $1\text{Hz} = \frac{1}{\text{s}} \Rightarrow 1\text{Hz} = 1\text{s}^{-1}$ . Συχνότητα ταλάντωσης 1Hz σημαίνει ότι το σώμα εκτελεί μια πλήρη ταλάντωση σε 1s.

**✓ συχνότητα και περίοδος είναι μεγέθη αντιστρόφως ανάλογα.**

✓ **Πλάτος της ταλάντωσης:** η μέγιστη απομάκρυνση ενός σώματος (απόσταση ακραίων θέσεων) που εκτελεί ταλάντωση, από τη θέση ισορροπίας. Το πλάτος δηλώνει απόσταση και η μονάδα μέτρησής του στο S.I. είναι το 1m.

✓ **Απλό εκκρεμές:** διάταξη που αποτελείται από ένα σώμα που είναι κρεμασμένο από ένα σημείο μέσω ενός νήματος ή ενός σχοινιού. Η κίνηση που κάνει το σώμα αν το αφήσουμε από κάποιο σημείο διαφορετικό από την κατακόρυφη θέση του νήματος είναι ταλάντωση. Η θέση ισορροπίας της ταλάντωσης του εκκρεμούς είναι όταν το νήμα είναι στην κατακόρυφη θέση του. Αν το σώμα απομακρυνθεί λίγο από τη θέση ισορροπίας του και στη συνέχεια αφεθεί ελεύθερο, εκτελεί ταλάντωση ανάμεσα σε δύο ακραίες θέσεις. Οι δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα (και άρα καθορίζουν την κίνηση του εκκρεμούς) είναι η τάση (T) του νήματος και το βάρος (w) του σώματος. Όπως όλες οι ταλαντώσεις, έτσι και η κίνηση του απλού εκκρεμούς έχει χαρακτηριστικά κίνησης όπως περίοδο, συχνότητα και πλάτος της ταλάντωσης.



- ✓ Η περίοδος ενός εκκρεμούς:
- είναι ανεξάρτητη από τη μάζα του,
  - είναι ανεξάρτητη από το πλάτος της ταλάντωσης, όταν πρόκειται για μικρές τιμές της γωνίας εκτροπής  $\theta$  του εκκρεμούς (κάτω από  $10^\circ$ ),
  - αυξάνεται όταν αυξάνεται το μήκος του  $l$  (όταν το  $l$  τετραπλασιάζεται η  $T$  διπλασιάζεται),
  - εξαρτάται από την επιτάχυνση της βαρύτητας  $g$  (δηλαδή από τον τόπο στον οποίο βρίσκεται).

## Λυμένες ασκήσεις:

### Υπολογισμός μεγεθών ταλάντωσης

Άσκηση 1: Ένα εκκρεμές εκτελεί 20 πλήρεις ταλαντώσεις σε 10s. Να βρείτε τη συχνότητα και την περίοδο του εκκρεμούς.

#### Λύση

Η συχνότητα δίνεται από τη σχέση:

$$f = \frac{N}{\Delta t} = \frac{20}{10} = 2\text{Hz}$$

και η περίοδος:

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{2} = 0,5\text{s}$$

Άσκηση 2: Ένα ελατήριο ταλαντώνεται 24 φορές σε χρόνο ενός λεπτού. Να βρείτε:

**ΦΥΣΙΚΗ Γ' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ**  
**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>**

α) τη συχνότητά του

β) τη περίοδο του

γ) πόσες ταλαντώσεις πραγματοποιεί σε μια ώρα

δ) αν το πλάτος ταλάντωσης του ελατηρίου είναι 1cm πόση απόσταση διανύει σε χρόνο 30s;

Λύση:

α) Για τον υπολογισμό της συχνότητας θα χρησιμοποιήσουμε την εξίσωση του ορισμού της συχνότητας αφού μετατρέψουμε όλα τα μεγέθη σε μονάδες του Διεθνούς Συστήματος:

$$f = \frac{N}{\Delta t}$$

$$f = \frac{24}{60}$$

$$\underline{f = 0,4\text{Hz}}$$

β) Για τον υπολογισμό της περιόδου θα χρησιμοποιήσουμε την εξίσωση:

$$f = \frac{1}{T}$$

$$0,4 = \frac{1}{T}$$

$$\underline{T = 2,5\text{s}}$$

γ) Προκειμένου να υπολογίσουμε τον αριθμό των ταλαντώσεων που πραγματοποιεί σε μια ώρα το ελατήριο θα πρέπει πρώτα να μετατρέψουμε το χρόνο σε δευτερόλεπτα:

$$\Delta t = 1\text{h} = 3600\text{s}$$

$$f = \frac{N}{\Delta t}$$

$$0,4 = \frac{N}{3600}$$

$$\underline{N = 1440 \text{ ταλαντώσεις}}$$

δ) σε χρόνο μιας περιόδου το ελατήριο διανύει απόσταση ίση με 4 πλάτη ταλάντωσης δηλαδή σε χρόνο 2,5 s διανύει απόσταση 4cm. Εκφράζοντας την αναλογία:

$$\frac{2,5}{4} = \frac{30}{x}$$

$$\underline{x = 48\text{cm}}$$

## Ερωτήσεις:

1. i) Τι είναι η περίοδος  $T$  και τι η συχνότητα  $f$  ενός σώματος που εκτελεί ταλάντωση; Να αποδείξετε τη σχέση που συνδέει τα δύο αυτά μεγέθη.  
ii) Τι είναι το  $1\text{Hz}$ ; Τι σημαίνει συχνότητα  $f=10\text{Hz}$  για μια ταλάντωση;
2. i) Ποια είναι η μονάδα μέτρησης στο S.I. της περιόδου ( $T$ ) και ποια της συχνότητας ( $f$ ); Ποια σχέση συνδέει αυτές τις δύο μονάδες;  
ii) Ένα σώμα σε χρόνο  $\Delta t=2\text{s}$  εκτελεί 20 πλήρεις ταλαντώσεις. Ποια είναι η συχνότητα ( $f$ ) και ποια η περίοδος ( $T$ ) της ταλάντωσής του;
3. i) Τι ονομάζουμε πλάτος μιας ταλάντωσης;  
ii) Όταν το πλάτος μιας γραμμικής ταλάντωσης είναι  $2\text{m}$ , να βρείτε:  
α) την απόσταση μεταξύ των δύο ακραίων θέσεων της ταλάντωσης,  
β) το διάστημα που διατρέχει το σώμα σε χρόνο μίας περιόδου της ταλάντωσης.
4. i) Τι είναι το απλό εκκρεμές;  
ii) Από ποια μεγέθη εξαρτάται η περίοδος ενός απλού εκκρεμούς;  
iii) Σε όλα τα σημεία της επιφάνειας της Γης η περίοδος ενός απλού εκκρεμούς είναι ίδια;  
iv) Ένα απλό εκκρεμές έχει την ίδια περίοδο στην επιφάνεια της Γης και στην επιφάνεια της Σελήνης;
5. Η περίοδος ενός ωρολογιακού εκκρεμούς είναι  $T=1,98\text{s}$ . Να βρείτε το σφάλμα του εκκρεμούς αυτού σε μία ώρα ( $1\text{h}=3600\text{s}$ ), δηλαδή σε μία πραγματική ώρα πόσο θα πάει μπροστά.
6. Ένα ρολόι έχει εκκρεμές με περίοδο  $T=1,99\text{s}$ . Πόσα δευτερόλεπτα ( $s$ ) κέρδισε όταν δείχνει (το ρολόι) χρονική διάρκεια  $\Delta t=12\text{h}$ ;
7. Ο ωροδείκτης ενός ρολογιού έχει περίοδο σε ώρες:  
α)  $1\text{h}$    β)  $12\text{h}$    γ)  $24\text{h}$    δ)  $48\text{h}$   
Ποια είναι η σωστή απάντηση;
8. Ένα περιοδικό φαινόμενο επαναλαμβάνεται 10 φορές σε χρόνο  $5\text{s}$ . Η συχνότητα του φαινομένου είναι:  
α)  $0,2\text{Hz}$    β)  $0,5\text{Hz}$    γ)  $2\text{Hz}$    δ)  $5\text{Hz}$   
Ποια είναι η σωστή απάντηση;
9. Ένα σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση και σε χρόνο  $8\text{s}$  κάνει 16 πλήρεις ταλαντώσεις. Η περίοδος  $T$  αυτής της ταλάντωσης είναι:  
α)  $2\text{s}$    β)  $0,5\text{s}$    γ)  $0,5\text{Hz}$   
Ποια από τις παραπάνω απαντήσεις είναι σωστή; Να την αιτιολογήσετε.
10. Η περίοδος μιας ταλάντωσης είναι  $2\text{s}$ . Αν με κάποιον τρόπο διπλασιαστεί η περίοδος, τότε η συχνότητα θα γίνει:

- α. 0,5Hz                      β. 1Hz  
γ. 0,1Hz                      δ. 0,25Hz.

**11.** Στην αναμετάδοση των αγώνων της Φόρμουλα 1 ακούμε το σχολιαστή να υποστηρίζει ότι ένας κινητήρας αποδίδει καλύτερα στις 16.000στροφές/min, δηλαδή ότι:

- α. η συχνότητά του είναι 16.000Hz  
β. η περίοδός του είναι 16.000s  
γ. η περίοδός του είναι 1min  
δ. η συχνότητά του είναι 266,7Hz.

**12.** Η περίοδος ταλάντωσης ενός απλού εκκρεμούς εξαρτάται:

- α. από τη μάζα του εκκρεμούς  
β. μόνο από το μήκος του εκκρεμούς  
γ. μόνο από την επιτάχυνση της βαρύτητας  
δ. από τα (β) και (γ).

**13.** Σ' ένα απλό εκκρεμές η δύναμη που είναι υπεύθυνη για την κίνηση του σώματος είναι:

- α. το βάρος του σώματος  
β. η τάση του νήματος  
γ. η συνιστώσα του βάρους κατά μήκος του νήματος  
δ. η συνιστώσα του βάρους που είναι κάθετη στο νήμα.

**14.** Δύο εκκρεμή διαφορετικού μήκους ταλαντώνονται στον ίδιο τόπο. Τότε:

- α. ταλαντώνεται πιο γρήγορα το πιο κοντό εκκρεμές  
β. ταλαντώνεται πιο γρήγορα το πιο μακρύ εκκρεμές  
γ. τα δύο εκκρεμή ολοκληρώνουν τις ταλαντώσεις τους ταυτόχρονα  
δ. η περίοδος κάθε εκκρεμούς εξαρτάται από τη μάζα του.

**15.** Αν σ' ένα απλό εκκρεμές τετραπλασιάσουμε το μήκος του, τότε η περίοδός του:

- α. μένει ίδια  
β. διπλασιάζεται  
γ. τετραπλασιάζεται  
δ. δεκαεξαπλασιάζεται.

**16.** Η περίοδος ενός εκκρεμούς με σταθερό μήκος αναμένεται να είναι μεγαλύτερη:

- α. στο Βόρειο Πόλο  
β. στον Ισημερινό  
γ. σε μέσο γεωγραφικό πλάτος  
δ. διατηρεί παντού την ίδια τιμή.

**17.** Δύο εκκρεμή Α και Β έχουν το ίδιο μήκος, αλλά το Α έχει μεγαλύτερη μάζα από το Β. Στον ίδιο τόπο:

- α. το Α έχει μεγαλύτερη περίοδο από το Β  
β. το Β έχει μεγαλύτερη περίοδο από το Α  
γ. το Α έχει ίδια περίοδο με το Β  
δ. δεν αρκούν τα στοιχεία για να απαντήσουμε.

**18.** Ένα ρολόι-εκκρεμές αναμένεται να πηγαίνει μπροστά όταν τοποθετηθεί:

- α. στο Νότιο Πόλο
- β. στον Ισημερινό
- γ. σε μέσο γεωγραφικό πλάτος
- δ. στο Βόρειο ημισφαίριο.

19. Δύο πανομοιότυπα εκκρεμή  $E_1$  και  $E_2$  εκτελούν ταλαντώσεις. Αν το  $E_1$  βρίσκεται στην κορυφή ενός βουνού και το  $E_2$  στους πρόποδες του βουνού (περίπου ίδιο γεωγραφικό πλάτος), ποιο από τα δύο έχει μεγαλύτερη περίοδο και ποιο έχει μεγαλύτερη συχνότητα ταλάντωσης;

ΑΣΚΗΣΕΙΣ:

20. Ένα περιοδικό φαινόμενο επαναλαμβάνεται 5 φορές μέσα σε χρόνο 10s. Να βρείτε τη συχνότητά του. Αν η συχνότητά του διπλασιαστεί, σε πόσο χρόνο το φαινόμενο θα επαναλαμβάνεται πάλι 5 φορές;

(Απ: 5s)

21. Ένα σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση και σε χρόνο  $t=4s$  εκτελεί 8 πλήρεις ταλαντώσεις. Να βρείτε για την ταλάντωση αυτή:

- i) τη συχνότητα  $f$ ,
- ii) την περίοδο  $T$ .

(Απ: i) 2Hz, ii) 0,5s)

22. Η περίοδος μιας απλής αρμονικής ταλάντωσης είναι  $T=10s$ .

- i) Να βρείτε τη συχνότητά της  $f$ .
- ii) Σε πόσο χρονικό διάστημα  $\Delta t$  θα έχουμε 10 πλήρεις ταλαντώσεις;

(Απ: i) 0,1Hz, ii) 100s)

23. Ένα φαινόμενο επαναλαμβάνεται 100 φορές με τον ίδιο τρόπο σε χρόνο 10s. Να υπολογίσετε την περίοδο και τη συχνότητα του φαινομένου.

(Απ: i) 10Hz, ii) 0,1s)

24. Ένα σώμα εκτελεί μηχανική ταλάντωση με συχνότητα 2Hz. Να υπολογίσετε την περίοδο της ταλάντωσης.

(Απ: 0,5s)

25. Ένα σώμα εκτελεί μηχανική ταλάντωση με περίοδο 5s. Να υπολογίσετε τη συχνότητα της ταλάντωσης.

(Απ: 0,2Hz)

26. Ένα σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με συχνότητα  $f=10Hz$ .

- i) Πόση είναι η περίοδος της ταλάντωσης;
- ii) Πόσες πλήρεις ταλαντώσεις κάνει το σώμα σε χρόνο  $\Delta t=1s$ ;
- iii) Πόσο χρόνο κάνει το σώμα για να πάει από τη μία ακραία θέση της ταλάντωσης του στην άλλη ακραία θέση;

(Απ: i) 0,1s, ii) 10 ταλαντώσεις iii) 0,05s)

27. Τα φτερά της μέλισσας, όταν αυτή πετάει, εκτελούν ταλάντωση με συχνότητα 225 Hz. Να υπολογίσετε πόσες φορές ανεβοκατεβαίνουν τα φτερά της στο 1s καθώς και την περίοδο της ταλάντωσης.

(Απ: 225 ταλαντώσεις iii) 1/225s)

28. i) Ένα εκκρεμές εκτελεί 40 ταλαντώσεις σε 2 λεπτά. Να βρείτε τη συχνότητα και την περίοδο του εκκρεμούς.

ii) Ένα εκκρεμές εκτελεί 180 ταλαντώσεις σε 1,5 λεπτά. Να βρείτε τη συχνότητα και την περίοδο του εκκρεμούς.

iii) Ένα εκκρεμές εκτελεί 60 ταλαντώσεις σε 120sec. Να βρείτε τη συχνότητα και την περίοδο του εκκρεμούς.

(Απ: i) 1/3Hz, 3s, ii) 2Hz, 0,5s, iii) 1/2Hz, 2s)

## ΤΕΣΤ 6 ΕΛΕΓΧΩ ΤΙΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΜΟΥ

### 1) ΣΩΣΤΟ ΛΑΘΟΣ

Μια σφαίρα είναι δεμένη στο ελεύθερο άκρο ενός κατακόρυφου ελατηρίου και εκτελεί ταλάντωση με συχνότητα  $f=2\text{Hz}$ .

α) Η σφαίρα πραγματοποιεί 2 πλήρεις ταλαντώσεις σε κάθε δευτερόλεπτο.

β) Η περίοδος της ταλάντωσης είναι 2s.

γ) Σε χρόνο 4s η σφαίρα πραγματοποιεί 8 πλήρεις ταλαντώσεις.

δ) Κάθε ταλάντωση διαρκεί 0,5s.

ε) Το πλάτος της ταλάντωσης είναι 2m.

ΜΟΝΑΔΕΣ 10

2) Ένα σώμα εκτελεί ταλάντωση και σε χρόνο  $t=2\text{min}$  πραγματοποιεί 240 ταλαντώσεις. Να βρείτε:

α) τη συχνότητα της ταλάντωσης

ΜΟΝΑΔΕΣ 6

β) την περίοδο της ταλάντωσης

ΜΟΝΑΔΕΣ 4

### 4.3

## Ενέργεια και ταλάντωση

✓ Για να εκτελέσει ένα σώμα ταλάντωση, θα πρέπει να του ασκηθεί αρχικά μια δύναμη η οποία θα το απομακρύνει από τη θέση ισορροπίας του. Η δύναμη αυτή, μέσω του έργου της, προσφέρει ενέργεια στο σώμα. Την ενέργεια που προσφέρουμε στο σώμα για να κάνει ταλάντωση την ονομάζουμε **ενέργεια ταλάντωσης**.

✓ Δύο είναι οι μορφές της ενέργειας ταλάντωσης: η **κινητική (K)** και η **δυναμική ενέργεια (U)**. Όταν ένα σώμα είναι στη θέση ισορροπίας του έχει δυναμική ενέργεια μηδέν. Για να το απομακρύνουμε από τη θέση ισορροπίας μέχρι τη θέση μέγιστης απομάκρυνσης ξοδεύουμε ενέργεια, η οποία εμφανίζεται στη θέση αυτή σαν δυναμική ενέργεια. Όταν ένα σώμα που κάνει ταλάντωση βρίσκεται στη θέση μέγιστης απομάκρυνσής του, η μοναδική ενέργεια που έχει είναι η δυναμική ενέργεια. Καθώς το σώμα πλησιάζει προς τη θέση ισορροπίας, μειώνεται σταδιακά η δυναμική του ενέργεια και ταυτόχρονα αυξάνει η κινητική ενέργεια του σώματος. Όταν φτάσει στη θέση ισορροπίας η δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης του σώματος είναι μηδέν, ενώ η κινητική είναι μέγιστη. Όταν συνεχίζει προς την άλλη ακραία θέση της ταλάντωσης συμβαίνει το αντίθετο. Δηλαδή αυξάνει η δυναμική του ενέργεια και μειώνεται η κινητική μέχρις ότου να φτάσει στη θέση πλάτους όπου η δυναμική ενέργεια γίνεται μέγιστη και η κινητική ενέργεια μηδενική. Κατά τη διάρκεια μιας ταλάντωσης δηλαδή, θα συμβαίνει περιοδική μετατροπή της δυναμικής σε κινητική ενέργεια και το αντίστροφο.

✓ Η **ολική (μηχανική) ενέργεια** της ταλάντωσης είναι σταθερή. Δηλαδή το άθροισμα κινητικής και δυναμικής ενέργειας, για κάθε θέση του σώματος, είναι σταθερό και ίσο με την ολική ενέργεια ταλάντωσης, συνεπώς με την ενέργεια που δώσαμε εμείς για να κάνει το σώμα ταλάντωση.

✓ Όταν ένα σώμα που κάνει ταλάντωση βρίσκεται στη θέση μέγιστης απομάκρυνσής του (πλάτος), στις ακραίες θέσεις δηλαδή η μοναδική ενέργεια που έχει είναι η δυναμική ενέργεια. Καθώς το σώμα πλησιάζει προς τη θέση ισορροπίας, μειώνεται σταδιακά η δυναμική του ενέργεια και ταυτόχρονα μετατρέπεται σε κινητική με αποτέλεσμα να αυξάνει η κινητική ενέργεια του σώματος. Όταν φτάσει στη θέση ισορροπίας η δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης του σώματος είναι μηδέν, ενώ η κινητική είναι μέγιστη. Όταν συνεχίζει προς την άλλη ακραία θέση της ταλάντωσης συμβαίνει το αντίθετο.

✓ Κατά τη διάρκεια μιας ταλάντωσης δηλαδή, θα συμβαίνει περιοδική μετατροπή της δυναμικής σε κινητική ενέργεια και το αντίστροφο.

θέση	δυναμική ενέργεια	κινητική ενέργεια
πλάτος	μέγιστη	μηδενική
θέση ισορροπίας	μηδενική	μέγιστη

✓ Σε κάθε θέση της ταλάντωσης το άθροισμα της κινητικής ενέργειας  $K$  και της δυναμικής ενέργειας  $U$  παραμένει σταθερό εφόσον η ταλάντωση θεωρείται αμείωτη

και ίσο με τη μηχανική ενέργεια της ταλάντωσης  $E_{μηχ}$ , δηλαδή σε κάθε θέση ισχύει:  
 $E_{μηχ} = K + U$

- ✓ Η μηχανική ενέργεια της ταλάντωσης ισούται με την ενέργεια που προσφέραμε στο σώμα που ταλαντώνεται όταν το εκτρέψαμε από τη θέση ισορροπίας του αρχικά.
  
- ✓ **Ελεύθερη ταλάντωση:** εκτελεί ένα σώμα όταν τεθεί σε ταλάντωση, αφού δεχθεί μια αρχική διέγερση, χωρίς στη συνέχεια να επεμβαίνει εξωτερικός παράγοντας.
  
- ✓ **Φθίνουσες ταλαντώσεις ή ταλαντώσεις με απόσβεση:** ελεύθερες ταλαντώσεις στις οποίες λόγω των τριβών το πλάτος τους μειώνεται σταδιακά. Σε μια φθίνουσα ταλάντωση η ενέργεια της ταλάντωσης μετατρέπεται, μέσω του έργου των τριβών, σε θερμότητα.
  
- ✓ **Εξαναγκασμένες ταλαντώσεις:** ταλαντώσεις στις οποίες ασκείται περιοδικά μια εξωτερική δύναμη ώστε να μην μειώνεται το πλάτος τους (π.χ. το παιδί που βρίσκεται στην κούνια της παιδικής χαράς εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση).

## Λυμένες Ασκήσεις:

---

### Υπολογισμός ενέργειας ταλάντωσης

Άσκηση: ένα εκκρεμές ταλαντώνεται και στη θέση ισορροπίας του έχει κινητική ενέργεια 25J. Να βρείτε:

- α) Την ενέργεια της ταλάντωσης
- β) Τη δυναμική και κινητική ενέργεια στην ακραία θέση
- γ) Τη δυναμική ενέργεια του σώματος στη θέση που η κινητική είναι τετραπλάσια της δυναμικής

Λύση:

- α) Στη θέση ισορροπίας η δυναμική ενέργεια είναι μηδενική άρα από την εξίσωση:

$$E = K + U$$

Συμπεραίνουμε ότι η ενέργεια της ταλάντωσης είναι ίση με την κινητική στη θέση ισορροπίας άρα

$$\underline{E=25J}$$

- β) Στην ακραία θέση το σώμα σταματά στιγμιαία άρα η κινητική του ενέργεια είναι μηδενική. Άρα στην ακραία θέση θα ισχύει:

$$E = U$$

Άρα η δυναμική ενέργεια θα είναι

$$\underline{U=25J}$$

γ) Στη συγκεκριμένη θέση  $K=4U$ . Αντικαθιστούμε στην εξίσωση:

$$\begin{aligned}E &= K + U \\E &= 4U + U \\25 &= 5U \\ \underline{U} &= \underline{5J}\end{aligned}$$

### Ερωτήσεις-Ασκήσεις:

---

1. i) Τι πρέπει να κάνουμε για να θέσουμε σε ταλάντωση ένα σώμα δεμένο στο ελεύθερο άκρο ενός ελατηρίου;  
ii) Η ενέργεια που προσφέρουμε σ' ένα σώμα όταν το θέτουμε σε ταλάντωση τι γίνεται;
2. i) Όταν ένα σώμα εκτελεί ταλάντωση, έχει ενέργεια  $E$ . Πόση ενέργεια προσφέραμε στο σώμα για να το θέσουμε σε αυτή την ταλάντωση;  
ii) Με ποιες μορφές εμφανίζεται η ενέργεια ταλάντωσης;
3. i) Σε μια ταλάντωση, σε ποιες θέσεις η ταχύτητα του σώματος είναι μηδέν και σε ποιες θέσεις είναι μέγιστη;  
ii) Τι μορφή ενέργειας έχει ένα σώμα το οποίο εκτελεί ταλάντωση στις ακραίες θέσεις της ταλάντωσης και τι μορφή στη θέση ισορροπίας;
4. i) Σε ποια περίπτωση η μηχανική ενέργεια της ταλάντωσης διατηρείται σταθερή;  
ii) Σε μια κούνια της παιδικής χαράς γιατί το πλάτος της ταλάντωσης μειώνεται;
5. Η ενέργεια μιας ταλάντωσης σταθερού πλάτους:
  - α. διατηρείται σταθερή
  - β. διατηρείται μόνο κατά τη διάρκεια μιας περιόδου
  - γ. μειώνεται σταδιακά με την πάροδο του χρόνου
  - δ. αυξάνεται σταδιακά με την πάροδο του χρόνου.
6. Ένα σώμα στην μία ακραία θέση της ταλάντωσης του έχει:
  - α. μόνο κινητική ενέργεια
  - β. μόνο δυναμική ενέργεια
  - γ. περισσότερη κινητική ενέργεια από δυναμική
  - δ. λιγότερη δυναμική ενέργεια από κινητική.
7. Καθώς ένα σώμα που εκτελεί ταλάντωση σταθερού πλάτους απομακρύνεται από τη θέση ισορροπίας του:
  - α. η κινητική του ενέργεια ελαττώνεται
  - β. η δυναμική του ενέργεια ελαττώνεται
  - γ. η μηχανική του ενέργεια αυξάνεται
  - δ. η κινητική του ενέργεια αυξάνεται.
8. Καθώς ένα σώμα που εκτελεί ταλάντωση σταθερού πλάτους πλησιάζει στη θέση ισορροπίας του:
  - α. η κινητική του ενέργεια αυξάνεται
  - β. η δυναμική του ενέργεια ελαττώνεται
  - γ. η μηχανική του ενέργεια αυξάνεται

δ. η κινητική του ενέργεια ελαττώνεται.

9. Κατά τη διάρκεια μιας μηχανικής ταλάντωσης:

- α. κινητική ενέργεια μετατρέπεται σε μηχανική και αντίστροφα
- β. μηχανική ενέργεια μετατρέπεται σε δυναμική και αντίστροφα
- γ. κινητική ενέργεια μετατρέπεται σε δυναμική και αντίστροφα
- δ. δυναμική ενέργεια μετατρέπεται σε μηχανική και αντίστροφα.

10. Πότε το πλάτος μιας μηχανικής ταλάντωσης μπορεί να μειώνεται με την πάροδο του χρόνου;

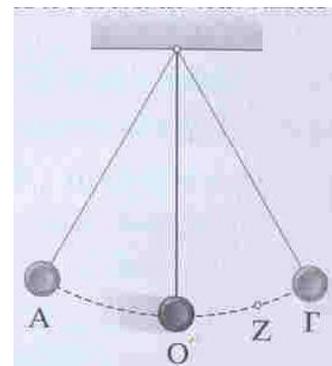
- α. Όταν δυναμική ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική
- β. Όταν η μηχανική ενέργεια διατηρείται σταθερή
- γ. Όταν μηχανική ενέργεια μετατρέπεται σε θερμική
- δ. Όταν θερμική ενέργεια μετατρέπεται σε μηχανική.

11. Πότε το πλάτος μιας ταλάντωσης μειώνεται με την πάροδο του χρόνου;

- α. όταν στο σώμα ασκείται η δύναμη επαναφοράς
- β. όταν στο σώμα ασκείται το βάρος του
- γ. όταν στο σώμα ασκούνται δυνάμεις από νήματα ή ελατήρια
- δ. όταν στο σώμα ασκούνται τριβές ή αντιστάσεις.

12. Για το εκκρεμές του σχήματος η ενέργεια ταλάντωσης είναι  $E=2 \cdot 10^{-4} \text{J}$ . Να βρείτε:

- i) την κινητική και τη δυναμική ενέργεια ταλάντωσης του σφαιριδίου στη θέση ισορροπίας του Ο.
- ii) την κινητική και τη δυναμική ενέργεια ταλάντωσης του σφαιριδίου στην ακραία θέση Α.
- iii) αν στη θέση Ζ η δυναμική ενέργεια του σφαιριδίου είναι  $U=10^{-4} \text{J}$ , πόση θα είναι η κινητική του ενέργεια στην ίδια θέση.

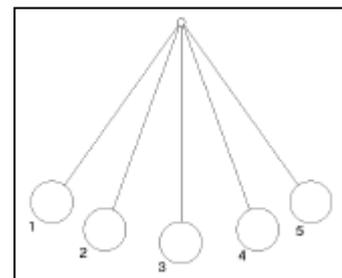


13. Για το εκκρεμές του σχήματος της προηγούμενης άσκησης, στη θέση Ζ το σφαιρίδιο έχει κινητική ενέργεια  $K=2 \cdot 10^{-4} \text{J}$  και δυναμική ενέργεια  $U=10^{-4} \text{J}$ .

- i) Πόση είναι η ολική ενέργεια της ταλάντωσης του εκκρεμούς;
- ii) Πόση είναι η δυναμική ενέργεια ταλάντωσης στην ακραία θέση Α;
- iii) Πόση είναι η κινητική ενέργεια στη θέση ισορροπίας Ο;

14. Το εκκρεμές του παρακάτω σχήματος εκτελεί ταλάντωση ανάμεσα στις θέσεις 1 και 5. Αν στη θέση 2 το εκκρεμές έχει μηχανική ενέργεια ίση με 300J τότε:

- i) Να βρείτε σε ποιες θέσεις η κινητική και η δυναμική ενέργεια έχουν τις μέγιστες τιμές τους και ποιες είναι οι τιμές αυτές.
- ii) Εάν η δυναμική ενέργεια στη θέση 4 είναι 170J να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια στη θέση αυτή.



15. Σε ένα ελατήριο που ταλαντώνεται η κινητική ενέργεια στη θέση ισορροπίας είναι 16J. Αν η μάζα του σώματος που ταλαντώνεται είναι  $m=2\text{kg}$  να βρείτε:

- i. Τη ταχύτητα του σώματος στη θέση ισορροπίας.
- ii. Τη δυναμική ενέργεια του σώματος στη θέση όπου το σώμα έχει ταχύτητα  $2\text{m/s}$
- iii. Τη ταχύτητα που έχει το σώμα στη θέση που η δυναμική ενέργεια είναι 15 φορές μεγαλύτερη από τη κινητική.

16. Ένα σώμα ξεκινά να κινείται εκτελώντας απλή αρμονική ταλάντωση τη χρονική στιγμή 0 από τη θέση ισορροπίας. Αν η ενέργεια της ταλάντωσης είναι 20J να βρείτε πόση είναι η κινητική και η δυναμική ενέργεια μετά από χρόνο:

- i.  $T/4$
- ii.  $T/2$
- iii.  $3T/4$
- iv.  $5T/4$

17. Ένα σώμα μάζας 4kg εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση και περνώντας από τη θέση ισορροπίας έχει ταχύτητα  $6\text{m/s}$ .

- i. Να βρείτε την ολική ενέργεια της ταλάντωσης
- ii. Να βρείτε την ενέργεια που έχει το σώμα στην ακραία θέση
- iii. Να υπολογίσετε τη δυναμική ενέργεια στη θέση όπου η κινητική είναι διπλάσια της δυναμικής.
- iv. Να βρείτε τη ταχύτητα του σώματος στη θέση όπου η δυναμική ενέργεια είναι τριπλάσια της κινητικής.

18. Ένα σώμα ξεκινά να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση τη χρονική στιγμή 0 από την ακραία θέση. Αν η κινητική ενέργεια τη χρονική στιγμή  $T/4$  είναι 10J να υπολογίσετε:

- i. Την ολική ενέργεια της ταλάντωσης
- ii. Τη δυναμική και κινητική ενέργεια τη χρονική στιγμή  $T/2$  και  $3T/4$
- iii. Τη ταχύτητα του σώματος στην ακραία θέση αν γνωρίσετε ότι η μάζα του σώματος είναι  $m=2.5\text{kg}$ .

## ΤΕΣΤ 7 ΕΛΕΓΧΩ ΤΙΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΜΟΥ!!!

1. Ένα εκκρεμές εκτελεί 240 ταλαντώσεις σε χρόνο 2 λεπτών. Να βρείτε τη συχνότητα και την περίοδο ταλάντωσης του εκκρεμούς. (10 ΜΟΝΑΔΕΣ)

2. Ένα εκκρεμές εκτελεί ταλάντωση με περίοδο 4s. Να βρείτε τη συχνότητα του εκκρεμούς και να υπολογίσετε το πόσες ταλαντώσεις εκτελεί σε χρόνο 4 λεπτών. (10 ΜΟΝΑΔΕΣ)

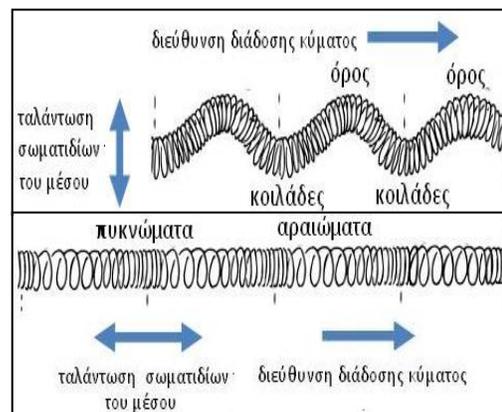


## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ

### 5.1 Μηχανικά κύματα

- ✓ **Κύμα** είναι η διάδοση μιας διαταραχής που προκλήθηκε με κάποιο τρόπο, σε ένα χώρο.
- ✓ Η πιο σημαντική κατηγορία κυμάτων είναι τα μηχανικά κύματα. Για να διαδοθούν τα **μηχανικά κύματα**, απαιτείται ένα μέσο διάδοσης.
- ✓ **Μέσο διάδοσης του κύματος**: Το υλικό μέσο (στερεό, υγρό ή αέριο) που απαιτείται για τη διάδοση κάθε είδους μηχανικού κύματος (πχ. νερό, σκοινί, ελατήριο, αέρας, έδαφος).
- ✓ Παραδείγματα μηχανικών κυμάτων: η διάδοση μιας διαταραχής που προκαλούμε με το χέρι μας σε ένα σχοινί, τα κύματα που δημιουργούνται στο νερό, η διαταραχή που προκαλείται από την κίνηση των πετρωμάτων στο εσωτερικό της Γης.
- ✓ **Βασικά χαρακτηριστικά μηχανικών κυμάτων**:
  - α. Για τη διάδοσή τους απαιτείται κάποιο μέσο διάδοσης.
  - β. Κατά τη διάδοσή τους μεταφέρουν ενέργεια.
- ✓ Κατά τη διάδοση του κύματος μεταφέρεται ενέργεια χωρίς να μεταφέρεται ύλη. Η μεταφορά ενέργειας σε ένα μέσο διάδοσης γίνεται από κάθε σωματίδιο του μέσου στο γειτονικό του.
- ✓ Διακρίνονται δύο βασικοί τύποι κυμάτων, ανάλογα με τον τρόπο κίνησης των σωματιδίων του μέσου διάδοσης: τα **εγκάρσια** κύματα, αν τα σωματίδια του μέσου κινούνται κάθετα στη διεύθυνση διάδοσης του κύματος και τα **διαμήκη**, αν τα σωματίδια του μέσου διάδοσης κινούνται παράλληλα με τη διεύθυνση διάδοσης του κύματος.
- ✓ **Κύριες διαφορές εγκάρσιων και διαμηκών κυμάτων**:

- η κίνηση των σωματιδίων του μέσου, που διαφέρει στα δύο είδη κυμάτων.
- τα εγκάρσια κύματα διαδίδονται μόνο στα στερεά ενώ τα διαμήκη στα στερεά στα υγρά και στα αέρια.
- στα εγκάρσια κύματα κατά τη διάδοσή τους δημιουργούνται όρη και κοιλάδες, ενώ στα διαμήκη δημιουργούνται πυκνώματα και αραιώματα.
- στα στερεά τα εγκάρσια κύματα έχουν μικρότερη ταχύτητα από τα διαμήκη.



✓ **Επιφανειακό κύμα:** το κύμα που διαδίδεται στην επιφάνεια ενός υγρού στο οποίο τα σωματίδια του μέσου διάδοσης ταλαντώνονται και κάθετα και παράλληλα στη διεύθυνση διάδοσης του μέσου (μείγμα εγκάρσιων και διαμηκών κυμάτων).

✓ Μια πηγή που ταλαντώνεται μπορεί να παράγει κύμα. Η ενέργεια που μεταφέρει το κύμα προσφέρεται από την πηγή.

✓ ΣΕΙΣΜΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΙΔΗ ΑΥΤΩΝ

**Τι Είναι Τα Σεισμικά Κύματα;**

Η ενέργεια που παράγεται κατά την εκδήλωση ενός σεισμού διαδίδεται με τα σεισμικά κύματα. Μετρώντας τα χαρακτηριστικά των κυμάτων είναι δυνατή η εκτίμηση της ταυτότητας του σεισμικού γεγονότος (θέση μέγεθος).

✓ **Τύποι Σεισμικών Κυμάτων**

Υπάρχουν πολλά διαφορετικά είδη σεισμικών κυμάτων, και όλα κινούνται με διαφορετικούς τρόπους. Οι δύο κύριοι τύποι κυμάτων είναι τα κύματα χώρου και τα επιφανειακά κύματα. Τα κύματα χώρου διαδίδονται προς όλες τις κατευθύνσεις στο εσωτερικό της Γης, αλλά τα επιφανειακά κύματα διαδίδονται μόνο κατά μήκος των επιφανειακών στρωμάτων της Γης. Οι σεισμοί ακτινοβολούν τη σεισμική ενέργεια ως κύματα χώρου και επιφανειακά κύματα.

✓ **Κύματα Χώρου (Body Waves)**

Διακινούμενα μέσω του εσωτερικού της γης, τα κύματα χώρου φθάνουν σε ένα σεισμολογικό σταθμό πριν από τα επιφανειακά κύματα που εκπέμπονται από το σημείο της εστίας ενός σεισμού. Επίσης αυτά τα κύματα είναι υψηλότερης συχνότητας από τα επιφάνεια κύματα.

✓ **Επιμήκη Κύματα (P Waves)**

Όταν ένας σεισμός χτυπά, ο πρώτος παλμός της ενέργειας που έρχεται από το σημείο της εστίας περιλαμβάνει τα επιμήκη ή πρώτα κύματα (P-WAVES) ή ηχητικά κύματα. Είναι διαμήκη κύματα που διατρέχουν όλη τη γη και είναι τα γρηγορότερα είδη σεισμικών κυμάτων και συνεπώς τα πρώτα που αναγράφονται από τα σεισμόμετρα. Τα επιμήκη κύματα μπορούν να κινηθούν μέσω των συμπαγών πετρώων της γης αλλά και των υγρών, όπως το νερό ή τα υγρά στρώματα της γης. Ωθεί και τραβά τα πετρώματα που κινούνται ακριβώς όπως τα ηχητικά κύματα που ωθούν και τραβούν τον αέρα. Έχετε ακούσει ποτέ ένα μεγάλο κεραυνοβόλο και συγχρόνως έχετε ακούσει το κουδούνισμα παραθύρων; Τα παράθυρα κροταλίζουν επειδή τα ηχητικά κύματα ωθούσαν και τραβούσαν τα τζάμια με τον ίδιο τρόπο που τα ηχητικά κύματα ωθούν και τραβούν το βράχο. Μερικές φορές οι άνθρωποι μπορούν να αισθανθούν την πρόσκρουση και το κουδούνισμα αυτών των κυμάτων. Τα επιμήκη κύματα είναι επίσης γνωστά ως συμπιεστικά κύματα, λόγω της ώθησης και του τραβήγματος που δημιουργούν.

✓ **Εγκάρσια Κύματα (S Waves)**

Τα επόμενα κύματα που φτάνουν σε ένα τόπο είναι τα εγκάρσια ή δευτερεύοντα κύματα (S waves). Είναι πιο αργά αλλά πιο ισχυρά και καταστρεπτικά από τα επιμήκη

κύματα και ακολουθούν τα επιμήκη στο σειсмоγράφημα. Όπως και τα επιμήκη κύματα (P-waves) χαρακτηρίζονται ως κύματα χώρου και διαδίδονται προς κάθε κατεύθυνση τόσο στα επιφανειακά στρώματα όσο και στον πυρήνα. Κατά τη διάδοση των εγκάρσιων κυμάτων τα υλικά σημεία του πετρώματος ταλαντώνονται κάθετα προς τη διεύθυνση διάδοσης του κύματος προκαλώντας μεταβολή στο σχήμα του πετρώματος. Τα δευτερεύοντα κύματα ταξιδεύουν περίπου δύο φορές πιο αργότερα από τα διαμήκη κύματα και λόγω του μεγάλου τους πλάτους είναι αυτά που επιφέρουν την ισχυρή μετακίνηση του εδάφους χαρακτηριστική των μεγάλων σεισμών.

### **Ερωτήσεις:**

---

- 1. i)** Τι ονομάζουμε κύμα; Τι μεταφέρεται κατά τη διάδοση ενός κύματος;
- ii)** Ποια είναι τα δύο βασικά χαρακτηριστικά των μηχανικών κυμάτων;
  
- 2. i)** Ποια κύματα ονομάζουμε εγκάρσια και ποια διαμήκη;
- ii)** Πού διαδίδονται τα εγκάρσια κύματα και πού τα διαμήκη;
  
- 3.** Κατά τη διάδοση ενός εγκάρσιου μηχανικού κύματος μεταφέρεται ενέργεια. Ισχύει το ίδιο και στην περίπτωση όπου το κύμα είναι διάμηκες; Αν ναι, τι είναι τελικά αυτό που διαφοροποιεί τα δύο είδη κυμάτων;
  
- 4. i)** Ποιες είναι οι βασικές διαφορές μεταξύ εγκάρσιων και διαμηκών κυμάτων;
- ii)** Γιατί τα εγκάρσια κύματα δεν διαδίδονται στα υγρά και στα αέρια;
  
- 5.** Ένας οικοδόμος κρατάει στο χέρι του μια σιδερένια ράβδο μήκους 3 m. Με ένα σφυρί χτυπάει το ένα άκρο της ράβδου αρχικά σε διεύθυνση κάθετη και στη συνέχεια παράλληλη προς τον άξονα της ράβδου. Να αναφέρετε το είδος των κυμάτων που δημιουργούνται στη ράβδο σε κάθε περίπτωση και να περιγράψετε το μηχανισμό διάδοσής τους.
  
- 6.** Μια σταγόνα βροχής πέφτει στην επιφάνεια του νερού μιας λίμνης, η οποία είναι ήρεμη. Δημιουργούνται κυκλικά κύματα που μεταφέρουν, καθώς απομακρύνονται, ενέργεια. Από πού προέρχεται η ενέργεια που μεταφέρουν τα κύματα;
  
- 7.** Τα μηχανικά κύματα ονομάζονται έτσι, γιατί:
  - α.** χρειάζονται ένα υλικό μέσο διάδοσης
  - β.** μεταφέρουν κινητική ενέργεια
  - γ.** μεταφέρουν δυναμική ενέργεια
  - δ.** μεταφέρουν μηχανική ενέργεια.
  
- 8.** Στα εγκάρσια κύματα τα σωματίδια του ελαστικού μέσου κινούνται:

**ΦΥΣΙΚΗ Γ' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ**  
**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5°**

- α. παράλληλα στη διεύθυνση διάδοσης
- β. κάθετα στη διεύθυνση διάδοσης
- γ. κυκλικά γύρω από τη διεύθυνση διάδοσης
- δ. πλάγια προς τη διεύθυνση διάδοσης.

**9.** Στα διαμήκη κύματα τα σωματίδια του ελαστικού μέσου κινούνται:

- α. παράλληλα στη διεύθυνση διάδοσης
- β. κάθετα στη διεύθυνση διάδοσης
- γ. κυκλικά γύρω από τη διεύθυνση διάδοσης
- δ. πλάγια προς τη διεύθυνση διάδοσης.

**10.** Τα μηχανικά κύματα δεν μπορούν να διαδοθούν:

- α. στα στερεά υλικά
- β. στα υγρά υλικά
- γ. στα αέρια υλικά
- δ. στο κενό.

**11.** Τα εγκάρσια κύματα δεν μπορούν να διαδοθούν:

- α. στα στερεά υλικά και στα υγρά
- β. στα στερεά υλικά και στα αέρια
- γ. στα αέρια υλικά και στα υγρά
- δ. στα γραμμικά ελαστικά μέσα.

**12.** Τα διαμήκη κύματα διαδίδονται:

- α. μόνο στα στερεά υλικά
- β. μόνο στα υγρά υλικά
- γ. μόνο στα αέρια υλικά
- δ. σε όλα τα υλικά μέσα.

**13.** Τα διαμήκη κύματα διαδίδονται με:

- α. κορυφές και κοιλάδες
- β. πυκνώματα και αραιώματα
- γ. περιοχές μικρής πίεσης
- δ. περιοχές μεγάλης πυκνότητας.

**14.** Σ' ένα κύμα επιφανείας, οι τροχιές των σωματιδίων της επιφάνειας του υγρού είναι:

- α. ευθύγραμμες
- β. παραβολικές
- γ. κυκλικές
- δ. κυματοειδείς.

**15.** Ποια από τα παρακάτω κύματα δεν είναι μηχανικά;

- α. τα σεισμικά
- β. τα κύματα επιφανείας στη θάλασσα

**ΦΥΣΙΚΗ Γ' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ**  
**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5°**

- γ. τα ηχητικά
- δ. τα ηλεκτρομαγνητικά.

**16.** Τα επιφανειακά κύματα που διαδίδονται στη θάλασσα είναι:

- α. διαμήκη
- β. εγκάρσια
- γ. σύνθεση εγκάρσιων και διαμηκών κυμάτων
- δ. ούτε εγκάρσια ούτε διαμήκη.

**17.** Σ' ένα σεισμό τα πρωτεύοντα κύματα είναι:

- α. εγκάρσια
- β. διαμήκη
- γ. σύνθεση εγκάρσιων και διαμηκών κυμάτων
- δ. ούτε εγκάρσια ούτε διαμήκη.

**18.** Σ' ένα σεισμό τα δευτερεύοντα κύματα είναι:

- α. εγκάρσια
- β. διαμήκη
- γ. σύνθεση εγκάρσιων και διαμηκών κυμάτων
- δ. ούτε εγκάρσια ούτε διαμήκη.

**19.** Ποια κύματα διέρχονται από τον πυρήνα της Γης;

- α. τα εγκάρσια
- β. τα διαμήκη
- γ. τα εγκάρσια και τα διαμήκη
- δ. τα κύματα επιφανείας

**20.** Οι γεωφυσικοί απέδειξαν ότι ο πυρήνας της Γης είναι σε ρευστή κατάσταση, αφού δε διαδίδονται σε αυτόν:

- α. τα διαμήκη σεισμικά κύματα
- β. τα εγκάρσια σεισμικά κύματα
- γ. τα διαμήκη και τα εγκάρσια σεισμικά κύματα
- δ. τα μηχανικά κύματα.

**21.** Ένα κύμα μεταφέρει:

- α. μάζα
- β. ταχύτητα
- γ. ενέργεια
- δ. επιτάχυνση.

**22.** Ένα μηχανικό κύμα μεταφέρει μόνο:

- α. κινητική ενέργεια
- β. δυναμική ενέργεια
- γ. μηχανική ενέργεια

δ. θερμική ενέργεια.

**23.** Από πού προέρχεται η ενέργεια που μεταφέρει ένα μηχανικό κύμα;

- α. από τη θερμική ενέργεια του ελαστικού μέσου
- β. από τη δυναμική ενέργεια του ελαστικού μέσου
- γ. από την κινητική ενέργεια του ελαστικού μέσου
- δ. από τη μηχανική ενέργεια της πηγής

**24.** Τα κύματα της θάλασσας δημιουργούνται εξαιτίας:

- α. των ανέμων
- β. της διαφοράς θερμοκρασίας
- γ. της ύπαρξης των ακτών
- δ. της περιστροφής της Γης γύρω από τον εαυτό της.

**25.** Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες;

- α. Τα εγκάρσια κύματα διαδίδονται στα στερεά και στην επιφάνεια των υγρών.
- β. Τα εγκάρσια κύματα διαδίδονται στα υγρά και στα στερεά ενώ τα διαμήκη σε υγρά, στερεά και αέρια.
- γ. Το επιφανειακό κύμα αποτελείται μόνο από διαμήκη κύματα.
- δ. Τα διαμήκη κύματα διαδίδονται σε υγρά, στερεά και αέρια.
- ε. Τα διαμήκη κύματα προκαλούν όρη και κοιλάδες.
- στ. Ένα κύμα μετακινείται και συγχρόνως μετακινείται και η ύλη του μέσου, που διαδίδεται κατά τη διεύθυνση της διάδοσης.
- ζ. Τα σεισμικά κύματα είναι μηχανικά κύματα.

**26.** Από τις παρακάτω προτάσεις να επιλέξετε τις σωστές.

Τα εγκάρσια κύματα διαφέρουν από τα διαμήκη στα εξής σημεία:

- α. Τα εγκάρσια κύματα δε διαδίδονται στα στερεά σώματα.
- β. Τα εγκάρσια κύματα σχηματίζουν όρη και κοιλάδες ενώ τα διαμήκη όχι.
- γ. Τα εγκάρσια κύματα διαδίδονται με μεγαλύτερη ταχύτητα όταν διαδίδονται στα στερεά απ' ότι τα διαμήκη.
- δ. Στα εγκάρσια κύματα τα μόρια του μέσου ταλαντώνονται παράλληλα με τη διεύθυνση διάδοσης του κύματος.

## 5.2

### Χαρακτηριστικά μεγέθη του κύματος

- ✓ **Περίοδος (T):** ο χρόνος για να εκτελέσουν τα σωματίδια μία πλήρη ταλάντωση.
- ✓ **Συχνότητα (f):** αριθμός ταλαντώσεων των σωματιδίων προς το χρόνο.
- ✓ **Πλάτος (A ή  $x_0$ ):** μέγιστη απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας ταλάντωσης των σωματιδίων.
- ✓ **Μήκος κύματος ( $\lambda$ ):** μήκος κύματος είναι η απόσταση που διανύει ένα κύμα στο χρονικό διάστημα μιας περιόδου. Με άλλα λόγια είναι η μικρότερη απόσταση μεταξύ δύο σημείων με την ίδια απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας και την ίδια κατεύθυνση κίνησης.
- ✓ **Ταχύτητα διάδοσης (u):** η ταχύτητα που διαδίδεται το κύμα στο μέσο.

$$u = \frac{\lambda}{T} \quad \text{ή} \quad u = \lambda \cdot f \quad (\text{θεμελιώδης νόμος της κυματικής})$$

- ✓ Για ένα μέσο η ταχύτητα διάδοσης (u) ενός κύματος:
  - δεν εξαρτάται από το πλάτος του κύματος,
  - δεν εξαρτάται από τη συχνότητα f (ή την περίοδο T) του κύματος,
  - δεν εξαρτάται από το μήκος κύματος  $\lambda$ ,
  - εξαρτάται μόνο από τις ιδιότητες του μέσου.
- ✓ Στο ίδιο (στερεό) μέσο τα διαμήκη κύματα έχουν μεγαλύτερη ταχύτητα απ' ό,τι τα εγκάρσια.

### Λυμένες ασκήσεις:

---

#### Υπολογισμός μεγεθών κύματος

**Άσκηση:** Ένας μαθητής αφήνει πέτρες να πέσουν στην ήρεμη επιφάνεια μιας λίμνης, η μια μετά την άλλη με σταθερό ρυθμό. Παρατηρεί ότι μια σημαδούρα που απέχει 2m αρχίζει να ταλαντώνεται μετά από 5s από τη στιγμή που έπεσε η πρώτη πέτρα στο νερό. Παρατηρεί επίσης ότι η σημαδούρα ανεβοκατεβαίνει 10 φορές μέσα σε χρόνο 20s.

Να βρεθούν:

- α) Η ταχύτητα διάδοσης του κύματος στην επιφάνεια της λίμνης
- β) Η συχνότητα και η περίοδος του
- γ) Το μήκος κύματός του

δ) Πόσο απέχει ένα όρος από το μεθεπόμενο όρος.

Λύση:

α) Προκειμένου να υπολογίσουμε την ταχύτητα διάδοσης του κύματος θα χρησιμοποιήσουμε την εξίσωση:

$$v = \frac{\Delta x}{\frac{\Delta t}{2}}$$
$$v = \frac{5}{5}$$
$$v = 0,4 \text{ m/s}$$

β) Για τον υπολογισμό της συχνότητας θα χρησιμοποιήσουμε την εξίσωση:

$$f = \frac{N}{\Delta t}$$
$$f = \frac{10}{20}$$
$$f = 0,5 \text{ Hz}$$

Για τη περίοδο:

$$f = \frac{1}{T}$$
$$0,5 = \frac{1}{T}$$
$$T = 2 \text{ s}$$

γ) Για το μήκος κύματος θα χρησιμοποιήσουμε τη θεμελιώδη εξίσωση της κυματικής:

$$v = \lambda \cdot f$$
$$0,4 = \lambda \cdot 0,5$$
$$\lambda = 0,8 \text{ m}$$

δ) Η απόσταση ανάμεσα σε ένα όρος και το μεθεπόμενο όρος είναι ίση με δύο μήκη κύματος άρα εδώ η ζητούμενη απόσταση d θα είναι:

$$d = 1,6 \text{ m}$$

## Ερωτήσεις:

1. i) Ποια είναι τα χαρακτηριστικά φυσικά μεγέθη των κυμάτων;  
ii) Όταν κατά μήκος ενός σχοινιού διαδίδεται ένα κύμα, τι είδους κίνηση κάνει κάθε σημείο του σχοινιού;
2. i) Με τι ισούται το μήκος κύματος σ' ένα εγκάρσιο κύμα και με τι σ' ένα διάμηκες κύμα;  
ii) Να δώσετε τον ορισμό του μήκους κύματος.
3. i) Τι ονομάζουμε πλάτος του κύματος; Υπάρχει σχέση του πλάτους ενός κύματος με την ενέργεια που μεταφέρεται μέσω του κύματος;  
ii) Ποια είναι η σχέση του θεμελιώδους νόμου της κυματικής;



**ΦΥΣΙΚΗ Γ΄ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ**  
**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>**

α. 150m/s    β. 300m/s    γ. 600m/s    δ. 75m/s

iii) Το μήκος κύματος θα γίνει:

α. 1200m    β. 600m    γ. 300m    δ. 75m

**13.** Ένα μηχανικό κύμα διαδίδεται σ' ένα μέσο με ταχύτητα  $υ$ . Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές.

α. Η ταχύτητα του κύματος είναι ανάλογη της συχνότητας

β. Η ταχύτητα του κύματος είναι σταθερή

γ. Η ταχύτητα του κύματος είναι ανάλογη του μήκους κύματος

δ. Επειδή η ταχύτητα είναι σταθερή, η συχνότητα και το μήκος κύματος είναι ποσά αντιστρόφως ανάλογα

**14.** Ποια από τα παρακάτω χαρακτηριστικά ενός κύματος είναι ανεξάρτητα από τα υπόλοιπα;

α. το πλάτος ταλάντωσης της πηγής,

β. η ταχύτητα διάδοσης του κύματος,

γ. το μήκος του κύματος,

δ. η συχνότητα του κύματος.

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

**15.** Δυο μηχανικά κύματα διαδίδονται στο ίδιο μέσο. Τότε:

α. διαδίδεται πιο γρήγορα αυτό με τη μικρότερη συχνότητα

β. διαδίδεται πιο γρήγορα αυτό με το μεγαλύτερο μήκος κύματος

γ. η ταχύτητα και των δύο κυμάτων είναι η ίδια

δ. διαδίδεται πιο αργά αυτό με τη μεγαλύτερη συχνότητα.

**16.** Μια πηγή συχνότητας 10Hz δημιουργεί κύμα που διαδίδεται σε κάποιο μέσο. Αν διπλασιάσουμε τη συχνότητα της πηγής, τότε το νέο κύμα έχει:

α. διπλάσια περίοδο από το αρχικό.

β. διπλάσια ταχύτητα διάδοσης από το αρχικό.

γ. το μισό μήκος κύματος από το αρχικό.

**17.** Σ' ένα υποθαλάσσιο σεισμό το παραγόμενο σεισμικό κύμα διαδίδεται από το στερεό φλοιό της Γης στα νερά του ωκεανού. Από τις παρακάτω προτάσεις να επιλέξετε τη σωστή. Όταν το σεισμικό κύμα διέρχεται από τον πυθμένα στο νερό, τότε μεταβάλλεται:

α. μόνο η ταχύτητα διάδοσης

β. μόνο η συχνότητα

γ. μόνο το μήκος κύματος

δ. η ταχύτητα και η συχνότητα

ε. η ταχύτητα και το μήκος κύματος

στ. η συχνότητα και το μήκος κύματος

ζ. και τα τρία

η. κανένα από τα παραπάνω.

**18.** Ποια από τις ακόλουθες προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες;

α. Κατά τη διάδοση ενός διαμήκους κύματος σε ρευστό, στα πυκνώματα αντιστοιχούν περιοχές αυξημένης πίεσης.

β. Όσο μεγαλύτερο είναι το πλάτος ενός κύματος τόσο μεγαλύτερη ενέργεια μεταφέρει το κύμα.

γ. Η ταχύτητα ενός κύματος είναι η απόσταση που διανύεται από το κύμα στη μονάδα του χρόνου.

δ. Η συχνότητα ενός κύματος είναι ο χρόνος που απαιτείται για να περάσει ένα πλήρες κύμα από ένα σημείο.

ε) Μήκος κύματος είναι η απόσταση μεταξύ μιας κορυφής ενός εγκάρσιου κύματος και της αμέσως επόμενης κορυφής του.

στ) Η ταχύτητα των κυμάτων εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του μέσου στο οποίο διαδίδονται.

ζ) Τα κύματα μπορούν να μεταφέρουν ενέργεια από ένα μέρος σ' ένα άλλο.

**19.** Αν τριπλασιάσουμε την περίοδο ταλάντωσης του ενός άκρου μιας τεντωμένης χορδής χωρίς να μεταβάλλουμε τις ιδιότητες της χορδής, τι θα συμβεί για τη συχνότητα, το μήκος κύματος και την ταχύτητα διάδοσης του κύματος;

### ΑΣΚΗΣΕΙΣ:

**20.** Ένα θαλάσσιο κύμα έχει μήκος 10m και περίοδο 2s. Πόση είναι η ταχύτητα διάδοσης του κύματος;

(Απ: 5m/s)

**21.** Σ' ένα εγκάρσιο κύμα η απόσταση ενός όρους από τη γειτονική του κοιλάδα είναι  $\Delta x = 0,2\text{m}$ . Αν η ταχύτητα διάδοσης του κύματος είναι  $v = 10\text{m/s}$ , να βρείτε:

i) το μήκος κύματος  $\lambda$  του κύματος,

ii) τη συχνότητα  $f$  και την περίοδο  $T$  του κύματος.

(Απ: i) 0,4m ii) 25Hz, 0,04s)

**22.** Ένα σωματίδιο ενός μέσου τη χρονική στιγμή  $t=0$  αρχίζει να ταλαντώνεται με συχνότητα  $f=10\text{Hz}$ . Το μήκος κύματος του κύματος που δημιουργείται είναι  $\lambda=40\text{cm}$ . Να βρείτε:

i) τη συχνότητα του κύματος,

ii) την ταχύτητα διάδοσης του κύματος,

iii) το χρονικό διάστημα που απαιτείται ώστε ένα σωματίδιο του μέσου να πάει από τη θέση ισορροπίας του στη θέση μέγιστης απομάκρυνσης, καθώς και την απόσταση στην οποία διαδίδεται το κύμα στο ίδιο χρονικό διάστημα.

(Απ: i) 10Hz ii) 4m/s iii) 0,025s, 0,1m)

**23.** Σ' ένα ρηχό πιάτο σχηματίζονται κύματα νερού με συχνότητα 5Hz και μήκος κύματος

**ΦΥΣΙΚΗ Γ' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ**  
**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5°**

6cm. Να βρεθούν:

i) η ταχύτητα των κυμάτων

ii) η περίοδος των κυμάτων

iii) ο χρόνος στον οποίο τα κύματα διανύουν μια διάμετρο του πιάτου που έχει μήκος 30cm.

(Απ: i) 0,3m/s ii) 0,2s iii) 1s)

24. Ένα κύμα διαδίδεται στον αέρα με ταχύτητα  $v=100\text{m/s}$  και έχει μήκος κύματος  $\lambda=20\text{cm}$ . Αν το ίδιο κύμα διαδίδεται στη θάλασσα με ταχύτητα  $v'=500\text{m/s}$ , να βρεθεί το μήκος κύματος στο θαλασσινό νερό.

(Απ: 1m)

25. Ένας μαθητής παρατηρεί ότι σ' ένα τεντωμένο σχοινί μήκους 10m χωρούν 4 μήκη κύματος ενός εγκάρσιου κύματος και κάθε σημείο του σχοινού εκτελεί 4 πλήρεις ταλαντώσεις σε χρόνο 4s. Πόση είναι η ταχύτητα του κύματος κατά μήκος του σχοινού;

(Απ: 2,5m/s)

26. Ένα διάμηκες κύμα χρειάζεται χρόνο  $t=2\text{s}$  για να διατρέξει μια απόσταση  $\Delta x=800\text{m}$  όταν διαδίδεται στον αέρα. Αν η απόσταση μεταξύ του πρώτου πυκνώματος και του πρώτου αραιώματος είναι 40cm, να βρεθεί η συχνότητα του κύματος.

(Απ: 500Hz)

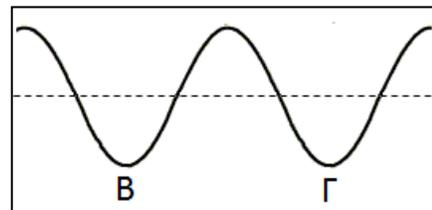
27. Ένα κύμα συχνότητας 4Hz διαδίδεται σε μέσο με ταχύτητα  $v=12\text{m/s}$ . Πόση είναι η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών σημείων με μετατόπιση μηδέν;

(Απ: 1,5m)

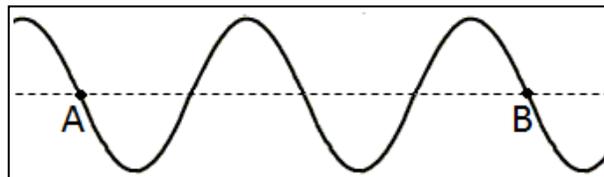
28. Σε ένα σημείο του ωκεανού σχηματίζονται κύματα με μήκος κύματος  $\lambda=1\text{m}$  και συχνότητα  $f=1,25\text{Hz}$ . Πόση είναι η ταχύτητα διάδοσης αυτών των κυμάτων;

(Απ: 1,25m/s)

29. Η απόσταση μεταξύ των σημείων Β και Γ του κύματος της εικόνας, είναι 80cm. Πόση απόσταση διανύει το κύμα σε χρόνο μιας περιόδου;



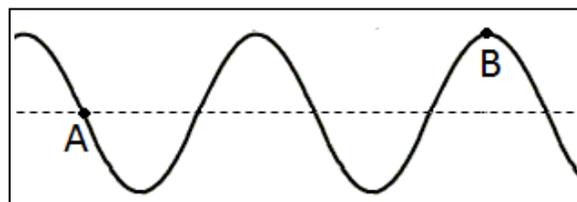
30. Η απόσταση μεταξύ των σημείων Α και Β του κύματος της εικόνας είναι 10m. Αν  $f=20\text{Hz}$  να υπολογίσετε την ταχύτητα του κύματος και την περιόδό του.



(Απ: 4m/s, 0,1s)

31. Η απόσταση μεταξύ των σημείων Α και Β

81



**ΦΥΣΙΚΗ Γ' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ**  
**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5°**

του κύματος της εικόνας είναι 70cm. Αν  $f=10\text{Hz}$  να υπολογίσετε την ταχύτητα του κύματος και την περίοδό του.

(Απ: 4m/s, 0,1s)

**32.** Η πηγή ενός κύματος ταλαντώνεται με περίοδο  $T=0,02\text{s}$ , ενώ το κύμα που παράγεται από την ταλάντωση αυτή έχει μήκος κύματος  $\lambda=3\text{m}$ . Να υπολογίσετε:

- i)** τη συχνότητα του κύματος,
- ii)** την ταχύτητα με την οποία διαδίδεται το κύμα.

(Απ: i) 50Hz ii) 150m/s)

**33.** Η ταχύτητα διάδοσης ενός εγκάρσιου κύματος είναι  $u=300\text{m/s}$  και το μήκος κύματος είναι  $\lambda=2\text{m}$ . Να υπολογίσετε:

- i)** τη συχνότητα ταλάντωσης των σωματιδίων του μέσου,
- ii)** την απόσταση στην οποία διαδίδεται το κύμα σε χρόνο  $t=10\text{s}$ ,
- iii)** πόσο απέχουν μεταξύ τους δύο διαδοχικά όρη και πόσο δύο διαδοχικές κοιλάδες του κύματος.

(Απ: i) 150Hz ii) 3000m iii) 2m)

**34.** Μια λεκάνη είναι γεμάτη με νερό. Στην επιφάνειά του διαδίδονται κύματα πλάτους  $x_0=5\text{mm}$  και μήκους κύματος  $\lambda=40\text{mm}$ , με ταχύτητα  $u=0,2\text{m/s}$ . Ένα караβάκι που βρίσκεται στο νερό ταλαντώνεται λόγω των κυμάτων. Για το караβάκι να υπολογίσετε:

- i)** τη συχνότητα ταλάντωσης,
- ii)** την περίοδο ταλάντωσης,
- iii)** το πλάτος ταλάντωσης.

(Απ: i) 5Hz ii) 0,2s iii) 5mm)

**35.** Σ' έναν κυματοθραύστη σπάνε κύματα με ρυθμό 12 κύματα ανά λεπτό. Αν το μήκος κύματός τους είναι  $\lambda=50\text{m}$ , να υπολογίσετε:

- i)** την περίοδο του κύματος,
- ii)** την ταχύτητα διάδοσης του κύματος,
- iii)** την απόσταση στην οποία διαδίδεται το κύμα σε χρόνο τριών περιόδων.

(Απ: i) 5s ii) 10m/s iii) 3λ)

**36.** Σ' ένα κύμα, ένα σωματίδιο του μέσου για να πάει από την μία ακραία θέση της ταλάντωσης στην αμέσως επόμενη, χρειάζεται χρόνο  $\Delta t=0,1\text{s}$ . Η ταχύτητα διάδοσης του κύματος στο μέσο είναι  $u=2\text{m/s}$ . Να υπολογίσετε:

- i)** την περίοδο του κύματος,
- ii)** τη συχνότητα του κύματος,
- iii)** το μήκος κύματος του κύματος.

(Απ: i) 0,2s ii) 5Hz iii) 0,4m)

**37.** Μια πηγή τη χρονική στιγμή  $t=0$  αρχίζει να παράγει κύματα συχνότητας  $f=0,1\text{Hz}$ . Σ' ένα στιγμιότυπο του κύματος η απόσταση ενός όρους από την πλησιέστερη κοιλάδα είναι  $x=2\text{m}$ . Να υπολογίσετε:

- i)** το μήκος κύματος και την ταχύτητα διάδοσης του κύματος,

**ΦΥΣΙΚΗ Γ' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ**  
**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5°**

ii) πόσα όρη και πόσες κοιλάδες υπάρχουν στο στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή  $t=30s$ ,

iii) πόσο θα γίνει το μήκος κύματος αν διπλασιαστεί η συχνότητα του κύματος.

(Απ: i) 4m, 0,4m/s ii) 3 όρη, 3 κοιλάδες iii) 2m)

**38.** Η ταχύτητα διάδοσης ενός κύματος σ' ένα ελαστικό μέσο είναι  $u=340m/s$  και η συχνότητα  $f=10^3Hz$ .

i) Να υπολογίσετε την περίοδό του και το μήκος του κύματος

ii) Στην ευθεία διάδοσης του κύματος δύο σημεία Κ και Λ απέχουν κατά  $(ΚΛ)=34m$ . Πόσα μήκη κύματος αντιστοιχούν στην απόσταση μεταξύ των Κ και Λ;

(Απ: i)  $10^{-3}s$ , 0,34m ii) 100λ)

**39.** Ένας μαθητής κάθεται στο λιμάνι και παρατηρεί μια βάρκα η οποία λικνίζεται στον ρυθμό των κυμάτων της θάλασσας. Διαπιστώνει ότι ο χρόνος που απαιτείται για να πάει η βάρκα από το ανώτατο στο κατώτατο σημείο της ταλάντωσής της είναι  $\Delta t=3s$ . Αν οι διαδοχικές κορυφές των κυμάτων απέχουν 9m, να υπολογίσετε:

i) την περίοδο και τη συχνότητα των θαλάσσιων κυμάτων ,

ii) πόσο γρήγορα ταξιδεύουν τα κύματα της θάλασσας.

(Απ: i) 6s, 1/6 Hz ii) 1,5m/s)

**40.** Ένα αρμονικό κύμα διαδίδεται κατά μήκος μιας χορδής. Ένα σωματίδιο της χορδής, για να κάνει μία πλήρη ταλάντωση, χρειάζεται χρόνο  $\Delta t=0,4s$ . Αν το μήκος κύματος είναι  $\lambda=2m$ , να υπολογίσετε:

i) τη συχνότητα του κύματος,

ii) την ταχύτητα του κύματος,

iii) το χρονικό διάστημα στο οποίο η κυματική εικόνα επαναλαμβάνεται,

iv) την απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών υλικών σημείων της χορδής που απέχουν το ίδιο από τη θέση ισορροπίας τους και κινούνται με αντίθετες φορές.

(Απ: i) 2,5Hz ii) 5m/s iii) 0,4s, iv)  $\lambda/2$ )

**41.** Σ' ένα σημείο μιας λίμνης μια μέρα χωρίς αέρα, ένα σκάφος ρίχνει άγκυρα. Από το σημείο της επιφάνειας της λίμνης που πέφτει η άγκυρα ξεκινά εγκάρσιο κύμα. Ένας άνθρωπος που βρίσκεται σε βάρκα παρατηρεί ότι το κύμα φτάνει σ' αυτόν 50s μετά την πτώση της άγκυρας. Η απόσταση ανάμεσα σε δύο διαδοχικές κορυφές του κύματος είναι 1m, ενώ σε χρόνο 5s χτυπούν στη βάρκα 10 κύματα. Να υπολογίσετε:

i) την περίοδο του κύματος που φτάνει στη βάρκα,

ii) την ταχύτητα διάδοσης του κύματος,

iii) την απόσταση της βάρκας από το σημείο πτώσης της άγκυρας.

(Απ: i) 0,5s ii) 2m/s iii) 100m)

**42.** Σε μια λεκάνη που περιέχει νερό ρίχνουμε στην επιφάνειά του με τη βοήθεια ενός σταγονόμετρου 2 σταγόνες νερού ανά δευτερόλεπτο, οπότε σχηματίζονται κύματα νερού. Μετράμε την απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών ορέων και τη βρίσκουμε 10cm. Να υπολογίσετε την περίοδο και την ταχύτητα των κυμάτων.

(Απ: 0,5s ,0,2m/s)

43. Ένα παιδί ρίχνει 24 μικρές πετρούλες ανά λεπτό, στα ήρεμα νερά μιας λίμνης. Παρατηρεί μια μπάλα που βρίσκεται σε απόσταση 20m από το σημείο που ρίχνει τις πετρούλες, την οποία βλέπει να κινείται ύστερα από 10s από τη στιγμή που η πρώτη πέτρα έπεσε στο νερό. Να υπολογίσετε την περίοδο και το μήκος κύματος των κυμάτων που δημιουργούνται στην επιφάνεια της λίμνης.

(Απ: 2,5s ,5m)

44. Σε μια σεισμική δόνηση παράχθηκαν εγκάρσια κύματα που διαδίδονται με ταχύτητα 5km/s και διαμήκη κύματα που διαδίδονται με ταχύτητα 9km/s. Ένας σειсмоγράφος βρίσκεται σε απόσταση 400km από την εστία του σεισμού. Ποιο είδος κυμάτων καταγράφηκε πρώτο από το σειсмоγράφο; Με πόση χρονική καθυστέρηση καταγράφηκε το δεύτερο κύμα;

(Απ: 35,6s)

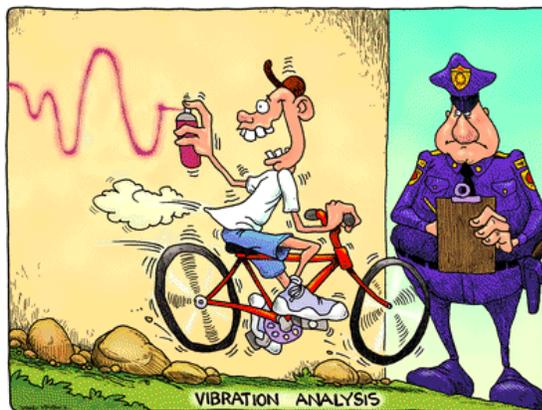
45. Ένας ψαράς παρατηρεί μια σημαδούρα να αναδύεται και να βυθίζεται στο νερό εξαιτίας των κυμάτων που προκαλούνται από τη διέλευση ταχύπλοου σκάφους. Αν η ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων στο νερό είναι 2,5m/s και το μήκος κύματος 7,5m, πόσες φορές θα παρατηρήσει ο ψαράς τη σημαδούρα να αναδύεται σε χρόνο 1min;

(Απ: 20)

46. Ο ραδιοφωνικός σταθμός FM100, εκπέμπει κύματα συχνότητας 100MHz και μήκους κύματος  $\lambda=3m$ . Να υπολογίσετε:

- i) την ταχύτητα των ραδιοφωνικών κυμάτων.
- ii) τον χρόνο που χρειάζεται για να φθάσουν τα κύματα από την Αθήνα στην Θεσσαλονίκη αν η απόσταση των δύο πόλεων είναι 510Km.
- iii) Σε 2s πόση απόσταση διανύουν τα κύματα.
- iv) Ποιο το μήκος κύματος των ραδιοφωνικών κυμάτων που εκπέμπει ο σταθμός FM102.

(Απ: i)  $3 \cdot 10^8 m/s$ , ii) 0,0017s iii) 600.000km iv) 2,94m)



5.3

### Ήχος-Υποκειμενικά χαρακτηριστικά του ήχου

✓ **Ηχητικά κύματα:** διαμήκη μηχανικά κύματα που παράγονται από τις δονήσεις των σωματιδίων (μορίων) του αέρα.

✓ Όταν η συχνότητα των ηχητικών κυμάτων παίρνει τιμές από 20Hz μέχρι 20.000Hz, τότε γίνονται αντιληπτές από το ανθρώπινο αυτί (**ήχος**). Αν η συχνότητα των ηχητικών κυμάτων είναι μικρότερη από 20Hz, τα ηχητικά κύματα ονομάζονται **υπόηχοι**, ενώ αν η συχνότητα είναι μεγαλύτερη από 20.000Hz, τα ηχητικά κύματα ονομάζονται **υπέρηχοι**.

✓ Τα χαρακτηριστικά των ηχητικών κυμάτων είναι ίδια με εκείνα των απλών κυμάτων (συχνότητα, περίοδος, πλάτος, ταχύτητα διάδοσης και μήκος κύματος).

✓ Τα ηχητικά κύματα **διαδίδονται σε όλα τα μέσα**, δηλαδή στερεά, υγρά και αέρια. Δε διαδίδονται στο κενό λόγω της έλλειψης μορίων του αέρα. Άρα, η ενέργεια δεν μπορεί να μεταφερθεί στο κενό. Η ταχύτητα διάδοσης των ηχητικών κυμάτων είναι μεγαλύτερη στα στερεά σώματα απ' ότι στα υγρά και στα αέρια. Στα υγρά επίσης η ταχύτητα διάδοσης είναι μεγαλύτερη απ' ότι στα αέρια ( $U_{\text{στερ.}} > U_{\text{υγρ.}} > U_{\text{αερ.}}$ ).

✓ Η συχνότητα του ήχου δεν αλλάζει όταν αλλάζει το μέσο διάδοσης.

✓ **Ηχώ:** το φαινόμενο της επανάληψης του ήχου λόγω ανάκλασης του ηχητικού κύματος.

✓ **Υποκειμενικά χαρακτηριστικά του ήχου:** είναι εκείνα που συνδέονται με τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε τον ήχο. Τα υποκειμενικά χαρακτηριστικά του ήχου είναι:

- Το ύψος: πως διακρίνουμε έναν οξύ ή ψηλό ήχο από ένα βαρύ ή χαμηλό ήχο. Το ύψος καθορίζεται από τη συχνότητα του ηχητικού κύματος. Για μεγαλύτερες συχνότητες έχουμε ψηλότερο ήχο.
- Η ακουστότητα: πως ξεχωρίζουμε τους ισχυρούς και τους ασθενείς ήχους. Η ακουστότητα καθορίζεται από την ένταση του ηχητικού κύματος και από τη συχνότητα του ήχου.
- Η χροιά: πως ξεχωρίσουμε δύο ήχους που προέρχονται από δύο διαφορετικές πηγές (π.χ. δύο όργανα), ακόμη και αν οι ήχοι έχουν ίδιο ύψος και ίδια ακουστότητα. Καθορίζεται από την κυματομορφή του ηχητικού κύματος.

✓ **Κλίμακα Ντεσιμπέλ** (decibel-dB): είναι χρήσιμη για τη μέτρηση της στάθμης της έντασης του ήχου, η οποία βασίζεται στο πλάτος του κύματος. Το μηδέν της κλίμακας αυτής αντιστοιχεί σε ήχο που μόλις ακούγεται, ενώ ο ήχος από ένα αεροπλάνο που φτάνει τα 120dB προκαλεί πόνο στο αυτί του ανθρώπου. Αύξηση



κατά 10dB αντιστοιχεί σε ήχο 10 φορές μεγαλύτερης έντασης, ενώ αύξηση κατά 20dB αντιστοιχεί σε 100 φορές μεγαλύτερη ένταση.

## Ερωτήσεις-Ασκήσεις:

---

1. i) Ποιο είναι το αίτιο δημιουργίας των ηχητικών κυμάτων;  
ii) Γιατί τα ηχητικά κύματα είναι διαμήκη;
2. i) Τι συχνότητες πρέπει να έχουν τα ηχητικά κύματα για να είναι αντιληπτά από το ανθρώπινο αφτί;  
ii) Ποια ηχητικά κύματα ονομάζονται υπόηχοι και ποια υπέρηχοι;
3. i) Γιατί τα ηχητικά κύματα δεν διαδίδονται στο κενό;  
ii) Τα ηχητικά κύματα διαδίδονται στα στερεά και στα υγρά;
4. i) Δύο αστροναύτες έχουν βγει έξω από το διαστημόπλοίο τους για να κάνουν επισκευές και κατά τη διάρκεια των εργασιών χάλασε το ηλεκτρομαγνητικό σύστημα επικοινωνίας τους. Είναι δυνατόν οι δύο συνεργάτες να επικοινωνήσουν φωνάζοντας απλώς δυνατά;  
ii) Εξαρτάται, και αν ναι πώς, η ταχύτητα των ηχητικών κυμάτων από τη θερμοκρασία;
5. i) Πώς ο άνθρωπος ανιχνεύει τους ήχους και πώς τους αντιλαμβάνεται;  
ii) Ποιο υποκειμενικό χαρακτηριστικό του ήχου ονομάζουμε ύψος; Ποιο φυσικό μέγεθος καθορίζει το ύψος του ήχου;
6. i) Τι ονομάζουμε ακουστότητα του ήχου; Πώς καθορίζεται η ακουστότητα του ήχου; Εξαρτάται η ακουστότητα από τη συχνότητα του ήχου και γιατί;  
ii) Τι μετράει η κλίμακα ντεσιμπέλ (dB); Πού βασίζεται η μέτρησή της;
7. i) Ήχος 60dB, πόσες φορές μεγαλύτερης έντασης είναι απ' ότι ένας ήχος 50dB; Τι σχέση έχουν οι δύο παραπάνω ήχοι ως προς την ακουστότητά τους;  
ii) Πόσα dB πρέπει να έχει ένας ήχος ώστε να έχει 1000 φορές μεγαλύτερη ένταση από ήχο 50dB;
8. i) Ποιο υποκειμενικό χαρακτηριστικό του ήχου ονομάζουμε χροιά;  
ii) Όταν δύο μουσικά όργανα παίζουν την ίδια νότα, τα ξεχωρίζουμε ή όχι;
9. Ένα ηχητικό κύμα διαδίδεται με:  
α. όρη και κοιλάδες                      β. πυκνώματα και αραιώματα  
γ. όρη και πυκνώματα                     δ. αραιώματα και κοιλάδες.

**ΦΥΣΙΚΗ Γ΄ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ**  
**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>**

**10.** Ο ήχος διαδίδεται πιο γρήγορα:

- α. στα αέρια                      β. στα υγρά  
γ. στα στερεά                    δ. στο κενό.

**11.** Οι υπόηχοι είναι:

- α. ήχοι μικρής συχνότητας                      β. ήχοι μεγάλης ταχύτητας  
γ. ήχοι μικρού μήκους κύματος                δ. ήχοι μικρής έντασης.

**12.** Οι υπέρηχοι είναι:

- α. ήχοι μεγάλης συχνότητας                    β. ήχοι μεγάλης ταχύτητας  
γ. ήχοι μεγάλου μήκους κύματος              δ. ήχοι μεγάλης έντασης.

**13.** Ο ήχος ενός διαπασών διανύει την ίδια απόσταση σε αέρα, νερό και ξύλο. Ο χρόνος που χρειάζεται:

- α. είναι μικρότερος στον αέρα                β. είναι μικρότερος στο νερό  
γ. είναι μικρότερος στο ξύλο                    δ. σε όλα τα υλικά θα χρειαστεί τον ίδιο χρόνο.

**14.** Ο ήχος από ένα διαπασών διαδίδεται στον αέρα, στο πετρέλαιο και στο ατσάλι. Το μήκος κύματος του ήχου είναι:

- α. μεγαλύτερο στον αέρα                        β. μεγαλύτερο στο πετρέλαιο  
γ. μεγαλύτερο στο ατσάλι                        δ. το ίδιο σε όλα τα υλικά.

**15.** Ο ήχος ενός διαπασών διαδίδεται σ' ένα υγρό, ένα αέριο και ένα στερεό. Η συχνότητα του ήχου θα είναι:

- α. μεγαλύτερη στο αέριο                        β. μεγαλύτερη στο υγρό  
γ. μεγαλύτερη στο στερεό                        δ. η ίδια σε όλα τα υλικά.

**16.** Η σειρήνα ενός περιπολικού που βρίσκεται πολύ κοντά στην ακτή παράγει ήχο συχνότητας 1200Hz. Ο ήχος γίνεται αντιληπτός από τη Μαρία που παίζει στην παραλία και το Σάββα που εκείνη τη στιγμή κάνει ένα μακροβούτι. Η συχνότητα του ήχου που αντιλαμβάνεται η Μαρία είναι:

- α. μικρότερη  
β. μεγαλύτερη  
γ. ίδια με αυτή που αντιλαμβάνεται ο Σάββας.

**17.** Ο ήχος δεν μπορεί να διαδοθεί:

- α. στα αέρια      β. στα υγρά      γ. στα στερεά      δ. στο κενό.

**18.** Δύο σχολικά συγκροτήματα βρίσκονται το ένα δίπλα στο άλλο. Το κουδούνι του ενός παράγει ήχο συχνότητας 300Hz και του άλλου ήχο 320Hz. Σε ένα μαθητή που ισαπέχει από τα δύο κουδούνια:

- α. γρηγορότερα φτάνει ο ήχος από το κουδούνι που παράγει ήχο 300Hz.  
β. γρηγορότερα φτάνει ο ήχος από το κουδούνι που παράγει ήχο 320Hz.  
γ. οι ήχοι φτάνουν στον ίδιο χρόνο.



- α. Είναι διαμήκη κύματα.
- β. Διαδίδονται σε όλα τα μέσα.
- γ. Επειδή διαδίδονται στον αέρα, δε μεταφέρουν ενέργεια.
- δ. Δημιουργούν στον αέρα πυκνώματα και αραιώματα.

**29.** Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες;

- α. Ο ήχος είναι μηχανικό κύμα και δε διαδίδεται στο κενό.
- β. Όταν η θερμοκρασία του μέσου μέσα στο οποίο διαδίδεται ένας ήχος αυξάνεται, αυξάνεται και η ταχύτητα του ήχου, επειδή αυξάνεται η ταχύτητα κίνησης των μορίων του αέρα.
- γ. Οι νυχτερίδες και τα δελφίνια εκπέμπουν υπερήχους που χρησιμοποιούν για να προσανατολίζονται και να εντοπίζουν το θήραμά τους.
- δ. Όταν τα ηχητικά κύματα αλλάζουν μέσο διάδοσης, η περίοδός τους παραμένει σταθερή.

## ΤΕΣΤ 8 ΕΛΕΓΧΩ ΤΙΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΜΟΥ!!!!

### 1) ΣΩΣΤΟ ΛΑΘΟΣ

- α) Τα κύματα μεταφέρουν ύλη και ενέργεια.
- β) Τα κύματα μεταφέρουν μόνο ύλη.
- γ) Το μήκος κύματος ισούται με την απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών ορέων ή κοιλάδων.
- δ) Η ταχύτητα του κύματος εξαρτάται από το πλάτος του κύματος.
- ε) Όσο μεγαλύτερο είναι το πλάτος τόσο περισσότερη ενέργεια μεταφέρεται από ένα κύμα.
- στ) Στο ίδιο μέσο διάδοσης τα εγκάρσια κύματα διαδίδονται με μεγαλύτερη ταχύτητα απ' ότι τα διαμήκη.

ΜΟΝΑΔΕΣ 6

**2)** Σε μια λεκάνη που περιέχει νερό ρίχνουμε στην επιφάνειά του με τη βοήθεια ενός σταγονόμετρου 2 σταγόνες νερού το δευτερόλεπτο οπότε σχηματίζονται κύματα νερού. Μετράμε την απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών ορέων και την βρίσκουμε 10cm. Να βρείτε:

- α) την περίοδο των κυμάτων

ΜΟΝΑΔΕΣ 3

- β) την ταχύτητα των κυμάτων

ΜΟΝΑΔΕΣ 5

**3)** Ο chicken ακούει τον ήχο μιας βροντής μετά από 10s αφού βλέπει την αστραπή. Αν γνωρίζουμε ότι ο ήχος στον αέρα διαδίδεται με ταχύτητα 340m/s, να υπολογίσετε σε ποια απόσταση από το σημείο που βρίσκεται ο chicken εκδηλώθηκε η ηλεκτρική εκκένωση.

ΜΟΝΑΔΕΣ 6



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΦΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

### 6.1 Φως: όραση και ενέργεια

- ✓ **Αυτόφωτα αντικείμενα:** τα ορατά στο μάτι μας αντικείμενα που αποτελούν τα ίδια φωτεινές πηγές (π.χ. ο ήλιος ή μια αναμμένη λάμπα..)
- ✓ **Ετερόφωτα αντικείμενα:** τα ορατά στο μάτι μας αντικείμενα που φωτίζονται από άλλες φωτεινές πηγές (π.χ. η Σελήνη ή ένα οποιοδήποτε αντικείμενο). Ένα ετερόφωτο αντικείμενο επανεκπέμπει ένα μέρος του φωτός που φτάνει σε αυτό (από αυτόφωτα σώματα. προς κάθε κατεύθυνση.
- ✓ **Φωτεινή ενέργεια:** είναι η ενέργεια που μεταφέρει το φως. Αποτελεί ειδική περίπτωση της ενέργειας ακτινοβολίας.
- ✓ **Φωτόνια:** μικρά σωματίδια με τα οποία γίνεται η μεταφορά της φωτεινής ενέργειας. Ανάλογα με το είδος του χρώματος (συχνότητα του φωτός) έχουν και διαφορετικό χρώμα και μεταφέρουν καθορισμένη ποσότητα ενέργειας ( $E=h \cdot f$ ). Φωτόνια ίδιου χρώματος (ίδιας συχνότητας) μεταφέρουν το ίδιο ποσό ενέργειας. Για παράδειγμα τα φωτόνια του κόκκινου χρώματος έχουν μικρότερη ενέργεια από τα φωτόνια του πράσινου.
- ✓ **Η φωτεινή ενέργεια μπορεί να μετασχηματιστεί σε άλλες μορφές:**
  - θερμική (ηλιακοί θερμοσίφωνες),
  - κινητική (ακτινόμετρο),
  - χημική ( φωτοσύνθεση),
  - ηλεκτρική (φωτοβολταϊκά στοιχεία).
- ✓ Όταν το φως φτάνει στα μάτια μας, στα οπτικά κύτταρα πραγματοποιούνται χημικές αντιδράσεις με τις οποίες η φωτεινή ενέργεια μετατρέπεται σε χημική και έπειτα σε ηλεκτρική. Το ηλεκτρικό σήμα μεταφέρεται μέσω του οπτικού νεύρου στον εγκέφαλο και προκαλείται το **αίσθημα της όρασης.**
- ✓ **Φωτεινή πηγή:** μια συσκευή ή ένα σώμα που εκπέμπει φως. Στις φωτεινές πηγές η φωτεινή ενέργεια που εκπέμπεται μέσω των φωτονίων προέρχεται από τη μετατροπή κάποιας άλλης μορφής ενέργειας. Χωρίζονται σε **φυσικές και τεχνητές** ανάλογα με τη φύση τους (π.χ. ο Ήλιος είναι φυσική φωτεινή πηγή ενώ ένας ηλεκτρικός λαμπτήρας είναι τεχνητή φωτεινή πηγή). Ανάλογα με το αν εκπέμπουν θερμότητα ταυτόχρονα με την εκπομπή φωτός οι πηγές διακρίνονται σε θερμές φωτεινές πηγές (π.χ. η φλόγα ενός κεριού) και ψυχρές φωτεινές πηγές (π.χ. η οθόνη της τηλεόρασης).



**ΦΥΣΙΚΗ Γ' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ**  
**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6°**

- α. χημική ενέργεια.                      β. κίνηση  
γ. γλυκόζη                                      δ. σάκχαρα.

**12.** Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία μετατρέπουν φως σε:

- α. θερμική ενέργεια                      β. κινητική ενέργεια  
γ. χημική ενέργεια                      δ. ηλεκτρική ενέργεια.

**13.** Η Σελήνη είναι:

- α. αυτόφωτο σώμα                      β. ετερόφωτο σώμα  
γ. θερμή φωτεινή πηγή                      δ. ψυχρή φωτεινή πηγή

**14.** Να περιγράψετε τις μετατροπές ενέργειας που συμβαίνουν:

- α. σ' ένα ηλεκτρικό λαμπτήρα που φωτοβολεί  
β. σε ένα αναμμένο κερί  
γ. όταν το ηλιακό φως πέφτει πάνω στα φύλλα των δέντρων  
δ. όταν το ηλιακό φως προσπίπτει στο συλλέκτη του ηλιακού θερμοσίφωνα  
ε) όταν φως προσπίπτει σε ένα ακτινόμετρο.

**15. i)** Γιατί βλέπουμε το φεγγάρι.

**ii)** Ποια ενεργειακή μετατροπή συμβαίνει:

- α. κατά τη λειτουργία του λαμπτήρα πυρακτώσεως;  
β. κατά τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης;

**16. i)** Πώς συμπεραίνουμε ότι το φως μεταφέρει ενέργεια;

**ii)** Αφού ο Ήλιος είναι πηγή φωτός, γιατί δεν τον βλέπουμε κατά τη διάρκεια της νύχτας;

**17. i)** Ένας άνθρωπος βρίσκεται μέσα σ' ένα σκοτεινό δωμάτιο, κοντά στο παράθυρο. Ένας άλλος βρίσκεται κάτω από την αναμμένη λάμπα του δρόμου. Ποιος από τους δύο μπορεί να δει τον άλλο και γιατί;

**ii)** Μπορεί μια γάτα να δει σε απόλυτο σκοτάδι; Να αιτιολογήσετε την άποψή σας.

**18. i)** Ποια είναι η προέλευση της ενέργειας του φωτός;

**ii)** Πώς σχετίζεται το φως με την ενέργεια;

**iii)** Γιατί λέμε ότι ο Ήλιος είναι πηγή ζωής για τον πλανήτη μας;

**19. i)** Από πού προέρχονται τα τεράστια ποσά της ενέργειας που ακτινοβολεί, και θα συνεχίσει να ακτινοβολεί για πολύ ακόμη, ο Ήλιος;

**ii)** Είναι σωστή η πρόταση ότι ο Ήλιος είναι φωτεινή πηγή μόνο κατά τη διάρκεια της ημέρας;

## 6.2

### Διάδοση του φωτός

**Γεωμετρική οπτική:** ο κλάδος της φυσικής που βασίζεται στη μελέτη του φωτός χρησιμοποιώντας το σχεδιασμό της πορείας διάδοσης του φωτός. Μελετά τα φαινόμενα της οπτικής χρησιμοποιώντας τη βοήθεια της γεωμετρίας και της ακτίνας φωτός

✓ **Ακτίνα φωτός:** μια πολύ λεπτή δέσμη φωτός την οποία παριστάνουμε με μια ευθεία γραμμή.

✓ **Ομογενές υλικό μέσο:** έχει τις ίδιες ιδιότητες σε όλα τα σημεία του. Στα ομογενή μέσα το φως διαδίδεται ευθύγραμμα.

✓ **Το φως δε διαδίδεται σε όλα τα μέσα.** Υπάρχουν μέσα στα οποία διαδίδεται και άλλα στα οποία δε διαδίδεται.

- **Διαφανή μέσα:** αυτά στα οποία διαδίδεται το φως (το γυαλί, το νερό, ο αέρας κ.α.). Μπορούμε να διακρίνουμε τα αντικείμενα που υπάρχουν πίσω από αυτά. Άρα το φως διαπερνά τα διαφανή σώματα. Στα διαφανή υλικά τα άτομα απορροφούν τα φωτόνια του φωτός και στη συνέχεια επανεκπέμπουν φωτόνια που έχουν ίδια ενέργεια με τα αρχικά.

- **Αδιαφανή μέσα:** αυτά στα οποία δε διαδίδεται το φως (το ξύλο, η πέτρα, ο σίδηρος κ.α.). Δε μπορούμε να διακρίνουμε τα αντικείμενα που υπάρχουν πίσω από αυτά. Άρα το φως δε διαπερνά τα αδιαφανή μέσα. Στα αδιαφανή υλικά η ενέργεια των φωτονίων γίνεται κινητική ενέργεια στα άτομα (ή μόρια., με αποτέλεσμα να αυξάνεται η θερμοκρασία των υλικών

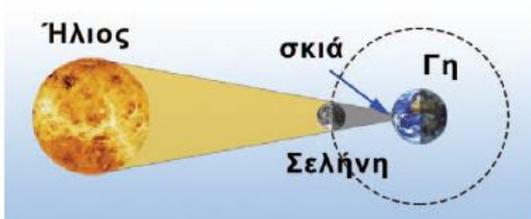
- **Ημιδιαφανή μέσα:** τα μέσα στα οποία διαδίδεται μερικώς το φως και στα οποία δε διακρίνουμε καθαρά τα σώματα. Ημιδιαφανή υλικά είναι ο καπνός, η ομίχλη, το άσπρο βαμμένο γυαλί κ.α.

✓ **Το φως, σε αντίθεση με τον ήχο, διαδίδεται στο κενό.**

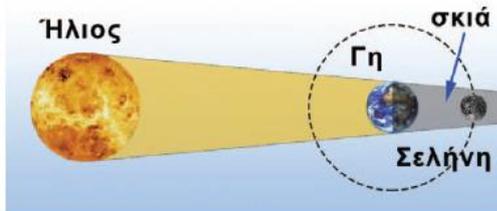
✓ **Σκιά:** ο σκοτεινός χώρος που δημιουργείται πίσω από ένα αδιαφανές σώμα όταν πάνω του πέσει φως. Το αδιαφανές σώμα εμποδίζει το φως να περάσει από μέσα του και έτσι δημιουργείται η σκιά. Η σκιά είναι αποτέλεσμα της ευθύγραμμης διάδοσης του φωτός.

✓ **Παρασκιά:** είναι μια περιοχή που φωτίζεται μερικώς και βρίσκεται γύρω από την κυρίως σκιά. Η παρασκιά που σχηματίζεται γύρω από τη σκιά (κύρια σκιά) οφείλεται στο ότι στον χώρο αυτό φτάνουν ακτίνες μόνο από ορισμένα σημεία της φωτεινής πηγής.

✓ **Έκλειψη Ηλίου** συμβαίνει όταν η Σελήνη βρεθεί στην περιοχή μεταξύ Γης και Ήλιου. Τότε πάνω στην επιφάνεια της Γης σχηματίζεται σκιά. Στην επιφάνεια της Γης εκτός από σκιά σχηματίζεται και παρασκιά. Τότε οι κάτοικοι της περιοχής αυτής δεν αντιλαμβάνονται την ολική έκλειψη Ηλίου αλλά μερική έκλειψη.



✓ **Έκλειψη Σελήνης:** όταν ανάμεσα στον Ήλιο και τη Σελήνη παρεμβάλλεται η Γη. Τότε η Σελήνη δεν είναι ορατή από τη Γη. Η έκλειψη Σελήνης μπορεί να συμβεί μόνο όταν έχουμε πανσέληνο.



✓ **Ταχύτητα του φωτός:** στο κενό (και κατά προσέγγιση στον αέρα, είναι 300.000 km/s. Έχει τη μεγαλύτερη τιμή της στο κενό και στον αέρα. Σε υλικά διαφορετικά από τον αέρα (πχ. το νερό ή το γυαλί) το φως διαδίδεται με μικρότερη ταχύτητα.

Η ταχύτητα διάδοσης του φωτός είναι περίπου 1000000 φορές μεγαλύτερη από την ταχύτητα διάδοσης του ήχου στον αέρα.

Ενώ ο ήχος δε διαδίδεται στο κενό, το φως μπορεί. Στο κενό έχει και τη μεγαλύτερη δυνατή τιμή της ταχύτητας που μπορεί να πάρει και είναι  $c=300000$  km/s. Σε διαφορετικά μέσα διάδοσης της ακτίνας του φωτός η ταχύτητα παίρνει μικρότερες τιμές, ανάλογα με το μέσο διάδοσης.

✓ **Έτος φωτός:** είναι η απόσταση που διανύει το φως σε ένα έτος.

Το έτος φωτός χρησιμοποιείται στην αστρονομία για την μέτρηση των αποστάσεων γιατί το 1m η το 1km δεν αποτελούν βολικές μονάδες μέτρησης για τη μέτρηση των τεράστιων αποστάσεων ανάμεσα στα αστέρια και στους γαλαξίες.

## Λυμένες Ασκήσεις:

### Ένα αστέρι γεννιέται

Οι υπερκαινοφανείς αστέρες (super nova) είναι αστέρια που εκρήγνυνται. Οι ποσότητες της ενέργειας που εκπέμπουν κατά την έκρηξή τους είναι τεράστιες. Ένα μεγάλο μέρος της παραπάνω ενέργειας είναι φωτεινή. Η φωτεινότητα των παραπάνω αστέρων είναι κατά δισεκατομμύρια φορές μεγαλύτερη από αυτή ενός συνηθισμένου αστεριού. Γι' αυτό το λόγο κάποιοι από τους υπερκαινοφανείς αστέρες γίνονται για μικρό χρονικό διάστημα ορατοί με γυμνό μάτι παρόλο που βρίσκονται πολύ μακριά. Οι τελευταίοι δύο υπερκαινοφανείς που παρατηρήθηκαν από τη Γη με γυμνό μάτι ήταν το 1604 και το 1987.

Στη διπλανή φωτογραφία δείχνεται ο νυχτερινός ουρανός πριν και μετά την παρατήρηση του υπερκαινοφανούς. Η απόσταση του παραπάνω αστεριού από τη γη είναι 169.000 έτη φωτός. Για να καταλάβουμε πόσο μακριά είναι το αστερί από τη Γη μετατρέπουμε την παραπάνω απόσταση σε μέτρα. Το ταξίδι του φωτός από το αστερί στη Γη διαρκεί χρονικό διάστημα  $t=170.000$  έτη ή

$$t = 169.000 \text{ έτη} \cdot \frac{365 \text{ ημέρ}}{\text{έτος}} \cdot \frac{24 \text{ h}}{\text{ημέρ}} \cdot \frac{3.600 \text{ s}}{\text{h}} \quad \text{ή} \quad t = 5,33 \cdot 10^{12} \text{ s}$$

$$\text{Η απόσταση που διανύει είναι: } \Delta x = c \cdot t = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 5,33 \cdot 10^{12} \text{ s} = 1,6 \cdot 10^{21} \text{ m}$$

## Ερωτήσεις:

---

- i) Τι ονομάζουμε ακτίνα φωτός;

ii) Ποια υλικά ονομάζονται ομογενή; Πώς διαδίδεται το φως μέσα σε ομογενή υλικά;
- i) Ποια σώματα ονομάζουμε διαφανή, ποια αδιαφανή και ποια ημιδιαφανή; Τα μέταλλα σε ποια κατηγορία ανήκουν;

ii) Τι συμβαίνει όταν τα φωτόνια του φωτός πέσουν πάνω:  
α. σε διαφανή υλικά      β. σε αδιαφανή υλικά      γ. σε μέταλλα,
- i) Πώς δημιουργείται η σκιά;

ii) Πότε εμφανίζεται το φαινόμενο της παρασκιάς;
4. Πότε έχουμε έκλειψη Ηλίου; Πότε αντιλαμβανόμαστε ολική έκλειψη και πότε μερική έκλειψη;
5. i) Τι ονομάζουμε σεληνιακό κύκλο; Πόσο διαρκεί;

ii) Πότε έχουμε έκλειψη Σελήνης;
6. i) Το φως διαδίδεται με την ίδια ταχύτητα σε όλα τα διαφανή υλικά;

ii) Τι ονομάζουμε έτος φωτός;
7. i) Να κατατάξετε τα παρακάτω υλικά και σώματα σε διαφανή, ημιδιαφανή και αδιαφανή: Γη, αέρας, σύννεφο, πάγος, φιάλη νερού, λαδόχαρτο, φακός επαφής, καπνός, αλουμινόχαρτο, γυαλί λάμπας φθορισμού, σαπουνόφουσκα, κρυστάλλινο ποτήρι, καθρέφτης, μπουκάλι μπίρας, λάδι, φωτογραφικό φιλμ.

ii) Να εξηγήσετε γιατί υπάρχει φως στη Γη ακόμα και όταν ο Ήλιος καλύπτεται από νέφη.
8. i) Να εξηγήσετε πότε δημιουργείται πίσω από ένα σώμα μόνο σκιά και πότε σκιά και παρασκιά.

**ii)** Γιατί και η Γη και η Σελήνη, καθώς φωτίζονται από τον Ήλιο, δημιουργούν πίσω τους και σκιά και παρασκιά;

**iii)** Υπάρχουν σώματα τα οποία, παρά το ότι φωτίζονται, δεν δημιουργούν πίσω τους σκιά;

**9. i)** Μια συγκεκριμένη απόσταση διανύεται από το φως πιο γρήγορα μέσα στον αέρα ή μέσα στο νερό;

**ii)** Μπορεί να υπάρξει ταχύτητα μεγαλύτερη από την ταχύτητα του φωτός στο κενό;

**iii)** Μπορείτε να φανταστείτε τι θα επικρατούσε στο ηλιακό μας σύστημα αν το φως δεν διαδιδόταν στο κενό;

**10. i)** Ο αέρας μιας περιοχής είναι διαφανής για το φως κατά τη διάρκεια της ημέρας και αδιαφανής κατά τη διάρκεια της νύχτας. Είναι σωστή ή όχι η άποψη αυτή; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

**ii)** Γιατί τα μέταλλα είναι στυλπνά (λάμπουν);

**11.** Ο γαλαξίας της Ανδρομέδας βρίσκεται περίπου δύο εκατομμύρια έτη φωτός μακριά από τη Γη. Υποθέτουμε ότι κάπου στην Ανδρομέδα υπάρχει ένας παρατηρητής που παρατηρεί τη Γη μ' ένα ισχυρό τηλεσκόπιο. Πώς θα φαίνεται η Γη από αυτόν;

**12. i)** Είναι σωστή η έκφραση: Ένα σώμα ρίχνει σκιά; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

**ii)** Στους βραδινούς αγώνες ποδοσφαίρου, στο κέντρο του γηπέδου, γύρω από κάθε παίκτη σχηματίζονται τέσσερις σκιές. Να εξηγήσετε τον σχηματισμό τους.

**13.** Το φως μέσα σ' ένα ομογενές υλικό διαδίδεται:

- α. κυκλικά                      β. παραβολικά  
γ. ευθύγραμμα                δ. ελλειπτικά

**14.** Η ταχύτητα του φωτός στο κενό είναι περίπου ίση με:

- α. 300km/s                      β. 3.000km/s  
γ. 30.000km/s                 δ. 300.000km/s

**15.** Το φως διαδίδεται πιο γρήγορα:

- α. στον αέρα                    β. στο νερό                    γ. στο λάδι                    δ. στο γυαλί.

**16.** Το φως διαδίδεται πιο αργά:

- α. στο κενό                      β. στη βενζίνη  
γ. στο διαμάντι                δ. στον αέρα.

**17.** Ποια πρόταση ερμηνεύει καλύτερα τη διάδοση του φωτός στα διαφανή υλικά;

- α. Το φως περνά από τον κενό χώρο ανάμεσα στα άτομα του υλικού.  
β. Το φως περνά από τον κενό χώρο ανάμεσα στα ηλεκτρόνια και τον πυρήνα των ατόμων.  
γ. Το φως απορροφάται και εκπέμπεται από τα άτομα του υλικού.  
δ. Το φως γλιστρά από μικρούς πόρους που υπάρχουν σε κάθε υλικό.

#### ΑΣΚΗΣΕΙΣ:

18. Πόση απόσταση διανύει το φως σε:

α. 1s                    β. 1min                    γ. 1h                    δ. μία ημέρα;

19. Αν το φως διανύει μια ορισμένη απόσταση σε 1min, πόσο χρόνο θα χρειαστεί για να διανύσει την ίδια απόσταση ένα αεροπλάνο που κινείται με ταχύτητα 1.080km/h. Δίνεται η ταχύτητα του φωτός στο κενό  $v=300.000.000\text{m/s}$ .

(Απ:  $6 \cdot 10^7\text{s}$ )

20. Η απόσταση της Γης από τον Ήλιο είναι  $d=150.000.000\text{km}$ . Πόσο χρόνο χρειάζεται το φως για να φτάσει από τον Ήλιο στη Γη; Δίνεται η ταχύτητα του φωτός στο κενό:  $c=300.000\text{km/s}$ .

(Απ: 500s)

21. Ο χρόνος που χρειάζεται το φως για να πάει από τη Γη στη Σελήνη και να επιστρέψει πάλι στη Γη είναι 2,6s. Να υπολογίσετε την απόσταση Γης-Σελήνης. Δίνεται η ταχύτητα του φωτός στο κενό:  $c=300.000\text{km/s}$ .

(Απ: 390000km)

22. Η ταχύτητα του φωτός στο κενό είναι ίση με  $3 \cdot 10^8\text{m/s}$  και η μέση απόσταση του πλανήτη Άρη από τον Ήλιο είναι ίση με  $228 \cdot 10^9\text{m}$ . Πόσο χρόνο χρειάζεται το φως για να φτάσει στον Άρη ξεκινώντας από τον Ήλιο;

(Απ. 12,7min)

(Απ: 6m)

23. Για να φτάσει το φως του Ήλιου στη Γη, χρειάζεται χρόνο ίσο με 8min και 20s. Γνωρίζοντας ότι το φως διαδίδεται στο κενό και στον αέρα με ταχύτητα ίση με  $c=300.000\text{km/s}$ , να υπολογίσετε την απόσταση της Γης από τον Ήλιο σε km.

(Απ:  $150 \cdot 10^6\text{km}$ )

## ΤΕΣΤ 9 ΕΛΕΓΧΩ ΤΙΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΜΟΥ

### ΜΑΘΗΜΑ: ΦΩΣ ΟΡΑΣΗ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

1) Ποια σώματα ονομάζονται αυτόφωτα και ποια ετερόφωτα;

ΜΟΝΑΔΕΣ 4

2) Να αναφέρετε ονομαστικά πέντε παραδείγματα φαινομένων που μπορεί να προκαλέσει το φως.

ΜΟΝΑΔΕΣ 10

3) Σε ποιες κατηγορίες διακρίνονται οι φωτεινές πηγές; Να αναφέρετε από ένα παράδειγμα για κάθε περίπτωση.

ΜΟΝΑΔΕΣ 6

## ΤΕΣΤ 10 ΕΛΕΓΧΩ ΤΙΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΜΟΥ!!

### ΜΑΘΗΜΑ: ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

#### ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

1) Τα σύννεφα είναι σώματα

- α) διαφανή
- β) ημιδιαφανή
- γ) αδιαφανή
- δ) δεν μπορούμε να γνωρίζουμε

2) Που δε διαδίδεται ευθύγραμμο το φως;

- α) στο κενό
- β) στο νερό
- γ) στο γυαλί
- δ) σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις το φως διαδίδεται ευθύγραμμο

3) Μια λεπτή δέσμη φωτός που διαδίδεται σε ένα υγρό περνά στον αέρα. Η ταχύτητα διάδοσής της

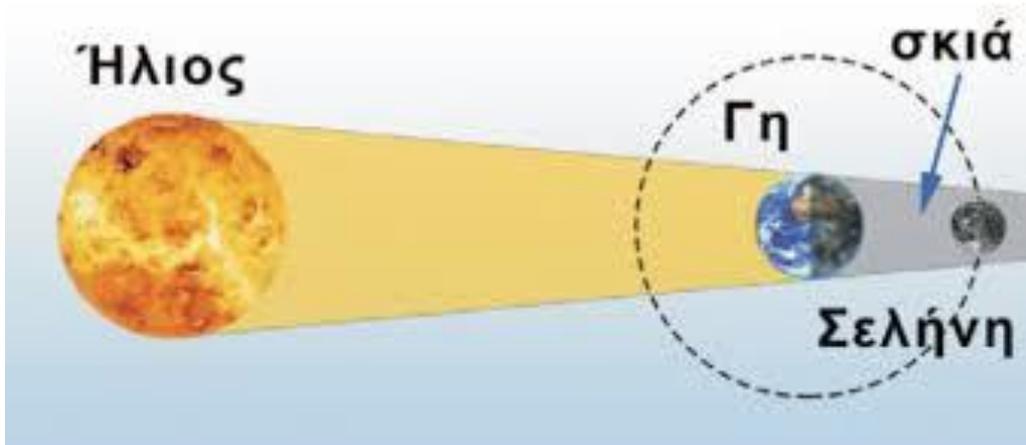
- α) μειώνεται
- β) αυξάνεται
- γ) δεν αλλάζει
- δ) δεν μπορούμε να γνωρίζουμε

4) Το φως για να διανύσει μια απόσταση AB στο κενό χρειάζεται χρόνο 0,2s. Για να διανύσει την ίδια απόσταση AB μέσα στο γυαλί, χρειάζεται χρόνο

- α) μεγαλύτερο από 0,2s
- β) ίσο με 0,2s
- γ) μικρότερο από 0,2s
- δ) δεν μπορούμε να γνωρίζουμε

5) Το έτος φωτός είναι μονάδα μέτρησης

- α) χρόνου
- β) απόστασης
- γ) ταχύτητας
- δ) φωτεινής ενέργειας

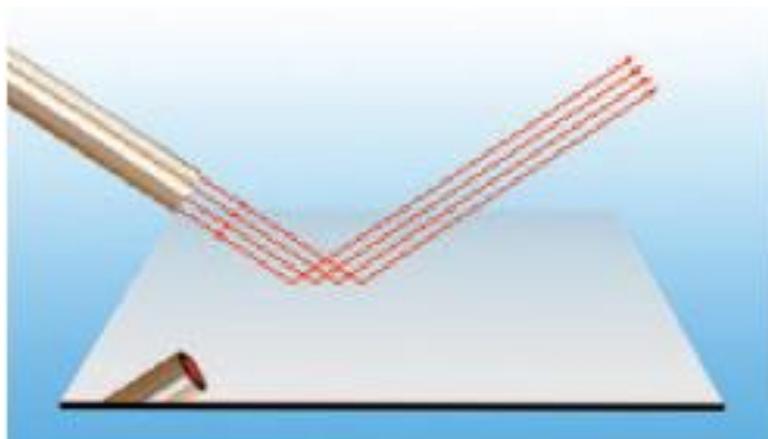


## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΑΝΑΚΛΑΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

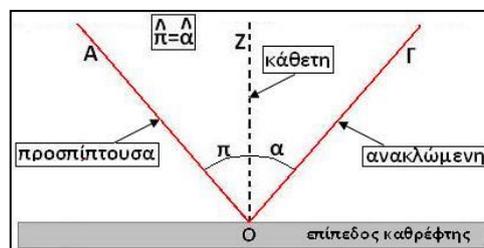
### 7.1 Ανάκλαση του φωτός

**Ανάκλαση του φωτός:** η αλλαγή της πορείας του φωτός μέσα σ' ένα μέσο όταν το φως συναντά την επιφάνεια ενός σώματος.

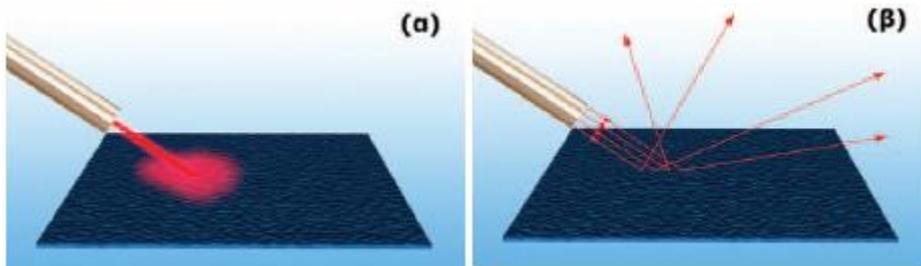
- ✓ **Δέσμη φωτός:** το σύνολο των ακτινών του φωτός.
- ✓ **Κατοπτρική ανάκλαση:** όταν μια φωτεινή δέσμη προσπίπτει σε μια λεία επιφάνεια. Όλες οι ανακλώμενες ακτίνες της δέσμης φωτός να κινούνται παράλληλα μεταξύ τους και μετά την ανάκλαση.



- **Γωνία πρόσπτωσης:** η γωνία που σχηματίζει η φωτεινή δέσμη με την κάθετη στο επίπεδο που πέφτει η δέσμη.
- **Γωνία ανάκλασης:** η γωνία που σχηματίζει η ανακλώμενη δέσμη φωτός με την κάθετη στο επίπεδο.



- ✓ **Νόμοι κατοπτρικής ανάκλασης:**
  - Η γωνία πρόσπτωσης, η γωνία ανάκλασης και η κάθετη ευθεία βρίσκονται όλες στο ίδιο επίπεδο.
  - Η γωνία πρόσπτωσης ισούται με τη γωνία ανάκλασης.
- ✓ **Διάχυση:** το φαινόμενο κατά το οποίο η δέσμη του φωτός που πέφτει σε μια επιφάνεια δεν ανακλάται στην ίδια διεύθυνση αλλά οι ανακλώμενες ακτίνες της φωτεινής δέσμης έχουν διαφορετικές διευθύνσεις. Το φαινόμενο της διάχυσης γίνεται όταν η επιφάνεια στην οποία προσπίπτει η φωτεινή δέσμη δεν είναι λεία.

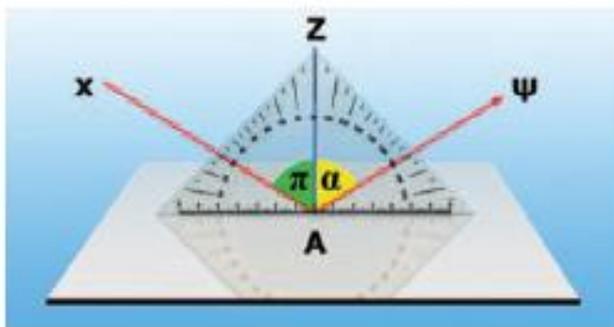


### Λυμένες Ασκήσεις:

Άσκηση: Μια φωτεινή δέσμη προσπίπτει σε ένας επίπεδο καθρέπτη με γωνία  $45^\circ$  ως προς την κάθετη: α) Ποια είναι η τιμή της γωνίας ανάκλασης ;

β) Ποια είναι η τιμή της γωνίας που σχηματίζει η ανακλώμενη με την προσπίπτουσα;

ΛΥΣΗ:



Εικόνα 7.5

Αx: η ακτίνα που προσπίπτει, Αψ: η ακτίνα που ανακλάται, π: η γωνία πρόσπτωσης, α: η γωνία ανάκλασης.

Λύση: Σύμφωνα με τον **ΝΟΜΟ ΤΗΣ ΚΑΤΟΠΤΡΙΚΗΣ ΑΝΑΚΛΑΣΗΣ** η γωνία ανάκλασης είναι ίση με την γωνία πρόσπτωσης. Άρα η τιμή της είναι  $45^\circ$ . Η τιμή της γωνίας που σχηματίζει η ανακλώμενη με την προσπίπτουσα είναι  $45^\circ+45^\circ=90^\circ$

### Ερωτήσεις-Ασκήσεις:

1. Ποιες διαφορές υπάρχουν ανάμεσα στην κατοπτρική ανάκλαση και στη διάχυση μιας φωτεινής δέσμης παράλληλων ακτίνων;

2. Γιατί βλέπουμε τα σώματα γύρω μας όταν φωτίζονται;
3. Μια δέσμη παράλληλων φωτεινών ακτίνων πέφτει κάθετα σ' έναν επίπεδο καθρέφτη.
  - i) Έχουμε ανάκλαση στην περίπτωση αυτή;
  - ii) Αν έχουμε ανάκλαση, κατά πόση γωνία εκτρέπεται η δέσμη από την αρχική της πορεία;
4. Γιατί το φαινόμενο της διάχυσης παίζει σπουδαίο ρόλο στη ζωή μας;
5. Η Σελήνη είναι ορατή στη Γη επειδή ένα μέρος από το φως του Ήλιου που πέφτει πάνω της φτάνει στη Γη. Να εξηγήσετε αν η Σελήνη είναι ορατή λόγω κατοπτρικής ανάκλασης ή λόγω διάχυσης.
6. Η επιφάνεια της θάλασσας ανακλά το φως του Ήλιου. Πότε το ανακλώμενο από τη θάλασσα φως του Ήλιου μάς θαμπώνει περισσότερο; Όταν η θάλασσα είναι απολύτως ήρεμη ή όταν έχει κύματα;
7. Ανάκλαση συμβαίνει:
  - α. μόνο όποτε το φως συναντά έναν καθρέφτη.
  - β. κάθε φορά που το φως χτυπά πάνω σ' ένα σώμα.
  - γ. μόνο όταν το φως πέφτει κάθετα σ' ένα σώμα.
  - δ. μόνο όταν το φως πέφτει πλάγια σ' ένα σώμα.
8. Σε ποια από τις παρακάτω επιφάνειες μπορεί να συμβαίνει κανονική ανάκλαση;
  - α. στην επιφάνεια μιας ήρεμης λίμνης
  - β. στην επιφάνεια ενός τοίχου
  - γ. στην επιφάνεια του κορμού ενός δέντρου
  - δ. στην επιφάνεια ενός δρόμου
9. Κατά την ανάκλαση η γωνία πρόσπτωσης:
  - α. και η γωνία ανάκλασης είναι συμπληρωματικές.
  - β. είναι ίση με τη γωνία ανάκλασης.
  - γ. και η γωνία ανάκλασης είναι παραπληρωματικές.
  - δ. είναι διαφορετική από τη γωνία ανάκλασης.
10. Έστω ότι η γωνία που σχηματίζει μια ακτίνα με μια επιφάνεια είναι ίση με  $60^\circ$ . Τότε η γωνία ανάκλασης θα είναι ίση με:
  - α.  $60^\circ$
  - β.  $45^\circ$
  - γ.  $30^\circ$
  - δ.  $20^\circ$
11. Σε ποια από τις παρακάτω επιφάνειες μπορεί να συμβαίνει διάχυση;
  - α. στην επιφάνεια ενός γυάλινου μπουκαλιού
  - β. στη γυαλισμένη επιφάνεια ενός μαρμάρου
  - γ. στην επιφάνεια ενός βότσαλου
  - δ. σε μια ήρεμη επιφάνεια νερού.
12. Φωτεινή δέσμη προσπίπτει σε έναν επίπεδο καθρέφτη υπό γωνία  $30^\circ$  ως προς τον καθρέφτη. Να υπολογίσετε:
  - i) τη γωνία πρόσπτωσης και τη γωνία ανάκλασης,

ii) τη γωνία εκτροπής της αρχικής ακτίνας.

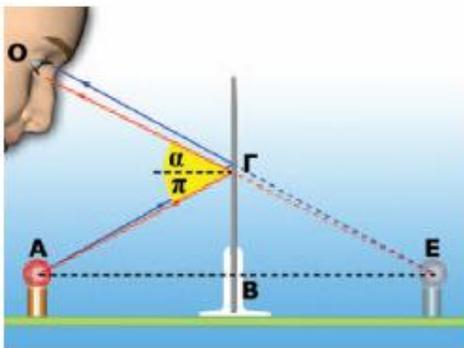
(Απ: i)  $60^\circ$ ,  $60^\circ$  ii)  $60^\circ$ )

**13.** Μια προσπίπτουσα ακτίνα, σ' έναν επίπεδο καθρέφτη, είναι κάθετη με την αντίστοιχη ανακλώμενη ακτίνα. Να υπολογίσετε τη γωνία πρόσπτωσης και τη γωνία ανάκλασης στην περίπτωση αυτή.

(Απ:  $45^\circ$ ,  $45^\circ$ )

## 7.2. Εικόνες σε καθρέφτες: είδωλα

- ✓ **Είδωλο:** η εικόνα ενός αντικειμένου που σχηματίζεται από έναν καθρέφτη (κάτοπτρο).
- ✓ **Φανταστικό είδωλο:** το είδωλο που σχηματίζεται από τις προεκτάσεις ανακλώμενων ακτίνων. Τα είδωλα που σχηματίζουν οι **επίπεδοι καθρέφτες** είναι πάντοτε φανταστικά.
- ✓ Τα βασικά συμπεράσματα στα οποία καταλήγουμε παρατηρώντας ένα είδωλο που σχηματίζεται σε επίπεδο καθρέφτη είναι:
  - Η απόσταση κάθε σημείου του ειδώλου από τον καθρέφτη ισούται με την απόσταση κάθε σημείου του αντικειμένου από τον καθρέφτη.
  - Το είδωλο είναι συμμετρικό του αντικειμένου ως προς τον καθρέφτη.
  - Το είδωλο είναι ίσο σε μέγεθος με το αντικείμενο.



- **Τι είναι τα καμπύλα κάτοπτρα και ποια τα πιο γνωστά είδη καμπύλων κατόπτρων;**  
Τα κάτοπτρα στα οποία η ανακλαστική τους επιφάνεια δεν είναι επίπεδη αλλά καμπύλη ονομάζονται καμπύλα κάτοπτρα.  
Τα δύο γνωστά είδη καμπύλων καθρεφτών είναι οι κοίλοι και οι κυρτοί καθρέφτες.  
Οι κοίλοι καθρέφτες είναι εκείνοι στους οποίους η ανακλαστική επιφάνεια είναι καμπύλη προς τα μέσα.  
Οι κυρτοί καθρέφτες είναι εκείνοι στους οποίους η ανακλαστική επιφάνεια είναι καμπύλη προς τα έξω.  
Παράδειγμα κοίλων καθρεφτών είναι η εσωτερική επιφάνεια ενός κουταλιού, ενώ παράδειγμα κυρτών καθρεφτών είναι η εξωτερική επιφάνεια ενός κουταλιού.

### Ερωτήσεις-Ασκήσεις:

1. i) Τι ονομάζουμε είδωλο; Πότε ένα είδωλο είναι φανταστικό;  
ii) Σ' έναν επίπεδο καθρέφτη πού σχηματίζεται το είδωλο; Να αποδείξετε ότι το είδωλο είναι συμμετρικό του αντικειμένου ως προς τον καθρέφτη.
2. Ένα συνηθισμένο τζάμι γιατί δεν είναι επίπεδος καθρέφτης;

- 3.** Φωτεινό σημείο βρίσκεται μεταξύ δύο παράλληλων επίπεδων κατόπτρων. Ποιος είναι ο αριθμός των ειδώλων που λαμβάνονται με τα δύο κάτοπτρα;
- 4.** Τοποθετήστε δύο επίπεδους καθρέφτες κατά τέτοιον τρόπο, ώστε η προσπίπτουσα ακτίνα και η τελικά ανακλώμενη να είναι παράλληλες μεταξύ τους.
- 5.** Το είδωλο ενός αντικείμενου που δημιουργείται από ένα επίπεδο κάτοπτρο είναι:
- α. μεγαλύτερο από το αντικείμενο.
  - β. μικρότερο από το αντικείμενο.
  - γ. συμμετρικό με το αντικείμενο.
  - δ. ακριβώς ίδιο με το αντικείμενο.
- 6.** Η απόσταση του ειδώλου ενός αντικείμενου από ένα κάτοπτρο είναι:
- α. ίση με την απόσταση του αντικείμενου από το κάτοπτρο
  - β. ανάλογη με τις διαστάσεις του κατόπτρου
  - γ. ίση με το πλάτος του κατόπτρου
  - δ. ίση με το μήκος του αντικείμενου.
- 7.** Ένα είδωλο ονομάζεται πραγματικό όταν:
- α. μπορούμε να το πιάσουμε.
  - β. μπορούμε να το δούμε.
  - γ. είναι πανομοιότυπο με το αντικείμενο.
  - δ. δημιουργείται από τις ανακλώμενες ακτίνες.
- 8.** Ένα είδωλο ονομάζεται φανταστικό όταν:
- α. δε δημιουργείται καθόλου
  - β. είναι πανομοιότυπο με το αντικείμενο
  - γ. δημιουργείται από τις ανακλώμενες ακτίνες
  - δ. δημιουργείται από προεκτάσεις των ανακλώμενων ακτίνων.

## ΤΕΣΤ 11 ΕΛΕΓΧΩ ΤΙΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΜΟΥ !!!

**A)** Ποιοι είναι οι νόμοι της κατοπτρικής ανάκλασης του φωτός;

ΜΟΝΑΔΕΣ 8

**B)** ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

1) Τι από τα παρακάτω δεν ισχύει για το είδωλο που σχηματίζεται από έναν επίπεδο καθρέφτη;

- α) είναι φανταστικό
- β) έχει μέγεθος μικρότερο από το αντικείμενο
- γ) είναι συμμετρικό ως προς το αντικείμενο
- δ) η δεξιά του πλευρά αντιστοιχεί στην αριστερή πλευρά του αντικειμένου

2) Τι από τα παρακάτω ισχύει για το είδωλο που σχηματίζεται από έναν επίπεδο καθρέφτη;

- α) σχηματίζεται από προεκτάσεις ανακλώμενων ακτίνων
- β) έχει μέγεθος μεγαλύτερο από το αντικείμενο
- γ) σχηματίζεται σε μικρότερη απόσταση από τον καθρέφτη σε σχέση με την απόσταση αντικείμενο-καθρέφτη
- δ) η αριστερή πλευρά του ειδώλου αντιστοιχεί στην αριστερή πλευρά του αντικειμένου

3) Για να έχουμε καλύτερο οπτικό πεδίο στο εσωτερικό ενός μαγαζιού, είναι καλύτερο να χρησιμοποιήσουμε έναν

- α) επίπεδο καθρέφτη
- β) κοίλο καθρέφτη
- γ) κυρτό καθρέφτη
- δ) οποιονδήποτε καθρέφτη

ΜΟΝΑΔΕΣ 12

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΔΙΑΘΛΑΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

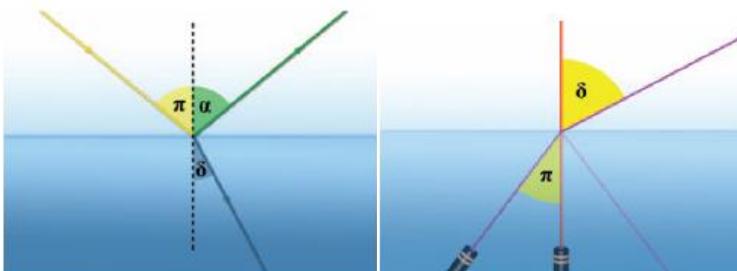
### 8.1 Διάθλαση του φωτός

✓ **Διάθλαση του φωτός:** το φαινόμενο κατά το οποίο, όταν το φως περνά από ένα διαφανές υλικό σ' ένα άλλο διαφανές υλικό, στο οποίο διαδίδεται με διαφορετική ταχύτητα, η διεύθυνση διάδοσής του αλλάζει.

✓ **Οπτικά πυκνότερα** από τον αέρα είναι τα υλικά (π.χ. γυαλί, νερό) στα οποία η ταχύτητα του φωτός είναι μικρότερη από την ταχύτητά του στον αέρα.

#### ✓ **Νόμοι της διάθλασης:**

- Η προσπίπτουσα ακτίνα, η διαθλώμενη ακτίνα και η κάθετη στη διαχωριστική επιφάνεια των δύο μέσων στο σημείο πρόσπτωσης της ακτίνας βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο.
- Όταν το φως περνά από ένα διαφανές σώμα σε άλλο οπτικά πυκνότερο (π.χ. από τον αέρα στο γυαλί), ισχύει ότι η γωνία διάθλασης είναι μικρότερη από τη γωνία πρόσπτωσης. Αντίθετα, όταν το φως περνά από ένα διαφανές σώμα σε άλλο οπτικά αραιότερο (π.χ. από το νερό στον αέρα), ισχύει ότι η γωνία διάθλασης είναι μεγαλύτερη από τη γωνία πρόσπτωσης. Όταν η γωνία πρόσπτωσης ισούται με μηδέν, δηλαδή η ακτίνα του φωτός προσπίπτει κάθετα στην επιφάνεια επαφής, τότε το φως δεν διαθλάται, δηλαδή συνεχίζει να διαδίδεται στο άλλο μέσο με την ίδια διεύθυνση.



Διάθλαση (αλλαγή στη διεύθυνση διάδοσης) συμβαίνει μόνο όταν η γωνία πρόσπτωσης είναι μη μηδενική. Όταν η γωνία πρόσπτωσης ισούται με μηδέν (κάθετη πρόσπτωση), δηλαδή όταν η δέσμη του φωτός προσπίπτει κάθετα στην επιφάνεια, τότε η γωνία διάθλασης ισούται επίσης με το μηδέν. Το φως περνά στο άλλο μέσο, αλλά συνεχίζει να διαδίδεται στην ίδια διεύθυνση.

## Ερωτήσεις-Ασκήσεις:

---

1. Τι ονομάζουμε διάθλαση του φωτός και πού οφείλεται;
2. i) Ποια υλικά λέμε ότι είναι οπτικά πυκνότερα από τον αέρα;  
ii) Το υλικό Α είναι οπτικά αραιότερο από το υλικό Β. Σε ποιο από τα δύο υλικά το φως έχει μεγαλύτερη ταχύτητα διάδοσης;
3. i) Να διατυπώσετε τους νόμους της διάθλασης του φωτός.  
ii) Όταν το φως πάει από ένα σημείο Α του αέρα σ' ένα σημείο Β του νερού, όπου τα Α, Β ισαπέχουν από τη διαχωριστική επιφάνεια, πού διανύει μεγαλύτερη διαδρομή, στον αέρα ή στο νερό;
4. Για να γίνει διάθλαση πρέπει:
  - α. να υπάρχει ένα αδιαφανές σώμα
  - β. να υπάρχει διαχωριστική επιφάνεια δύο διαφανών υλικών
  - γ. να υπάρχει διαχωριστική επιφάνεια δύο διαφανών υλικών και πάντα η γωνία πρόσπτωσης να είναι μεγαλύτερη από την οριακή γωνία
  - δ. να μεταβληθεί από μόνη της η ταχύτητα του φωτός.
5. Κατά τη διάθλαση μιας ακτίνας φωτός από πυκνότερο σε αραιότερο μέσο, η γωνία διάθλασης είναι πάντα:
  - α. μικρότερη από τη γωνία πρόσπτωσης
  - β. μεγαλύτερη από τη γωνία πρόσπτωσης
  - γ. μεγαλύτερη από τη γωνία πρόσπτωσης, αν αυτή είναι διαφορετική από  $0^{\circ}$
  - δ. μικρότερη από τη γωνία πρόσπτωσης, αν αυτή είναι διαφορετική από  $90^{\circ}$ .
6. Όταν η διαθλώμενη ακτίνα κλίνει προς την κάθετη στη διαχωριστική επιφάνεια δύο υλικών, τότε:
  - α. η ταχύτητα του φωτός αυξάνεται από το ένα μέσο στο άλλο κατά τη διεύθυνση διάδοσής της.
  - β. η ταχύτητα του φωτός μειώνεται από το ένα μέσο στο άλλο κατά τη διεύθυνση διάδοσής της.
  - γ. η ταχύτητα του φωτός παραμένει σταθερή από το ένα μέσο στο άλλο κατά τη διεύθυνση διάδοσής της.
  - δ. η γωνία πρόσπτωσης είναι μεγαλύτερη από τη γωνία ολικής ανάκλασης.
7. Όταν η διαθλώμενη ακτίνα απομακρύνεται από την κάθετη στη διαχωριστική επιφάνεια δύο υλικών, τότε:
  - α. η ταχύτητα του φωτός είναι η ίδια και στα δύο μέσα
  - β. η ταχύτητα του φωτός στο πρώτο μέσο είναι μικρότερη από την ταχύτητα του φωτός στο δεύτερο μέσο

- γ. η ταχύτητα του φωτός στο πρώτο μέσο είναι μεγαλύτερη από την ταχύτητα του φωτός στο δεύτερο μέσο  
δ. η γωνία πρόσπτωσης είναι μικρότερη από τη γωνία ολικής ανάκλασης.

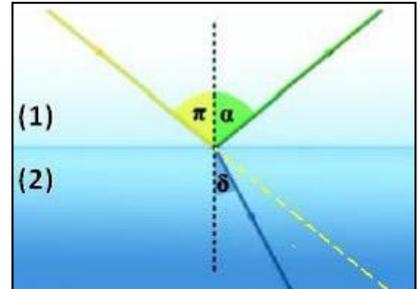
8. Μια ακτίνα μονοχρωματικού φωτός διαδίδεται από το οπτικό μέσο (1) στο οπτικό μέσο (2). Ποιες από τις επόμενες προτάσεις είναι σωστές; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

α. Το μέσο (2) είναι οπτικά πυκνότερο από το μέσο (1).

β. Το μέσο (1) είναι οπτικά πυκνότερο από το μέσο (2).

γ. Η ταχύτητα του φωτός στο μέσο (2) είναι μεγαλύτερη από την ταχύτητα φωτός στο μέσο (1).

δ. Η ταχύτητα του φωτός στο μέσο (1) είναι μεγαλύτερη από την ταχύτητα φωτός στο μέσο (2).



## ΤΕΣΤ 12 ΕΛΕΓΧΩ ΤΣΙ ΓΝΩΣΕΙΣ ΜΟΥ!!!!

### ΜΑΘΗΜΑ: ΔΙΑΘΛΑΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

ΣΩΣΤΟ ΛΑΘΟΣ

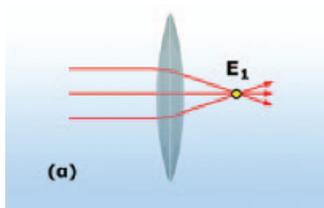
- 1) Κατά τη διάθλαση το φως αλλάζει μέσο διάδοσης.
- 2) Αν μια φωτεινή ακτίνα πέσει κάθετα στη διαχωριστική επιφάνεια των δύο μέσων, τότε ανακλάται.
- 3) Αιτία της διάθλασης είναι η διαφορετική ταχύτητα διάδοσης του φωτός στα διάφορα υλικά.
- 4) Αν μεταξύ δύο υλικών A και B το φως διαδίδεται με μεγαλύτερη ταχύτητα στο μέσο A, τότε αυτό θα χαρακτηρίζεται ως οπτικά πυκνότερο.
- 5) Σύμφωνα με τους νόμους της διάθλασης, η προσπίπτουσα ακτίνα, η διαθλώμενη ακτίνα και η κάθετη δεν είναι απαραίτητο να βρίσκονται πάντα στο ίδιο επίπεδο.
- 6) Για να συμβεί το φαινόμενο της διάθλασης, θα πρέπει το ένα από τα δύο υλικά να είναι το κενό.
- 7) Το φαινόμενο της διάθλασης εμφανίζεται μόνο όταν μια ακτίνα φωτός περνά από τον αέρα σε κάποιο άλλο υλικό.
- 8) Όταν η γωνία πρόσπτωσης είναι ίση με το μηδέν, η γωνία διάθλασης είναι επίσης ίση με το μηδέν.
- 9) Μια ακτίνα φωτός διέρχεται από τον αέρα στο γυαλί. Η γωνία διάθλασης εξαρτάται από τη γωνία πρόσπτωσης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9: ΦΑΚΟΙ ΚΑΙ ΟΠΤΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ

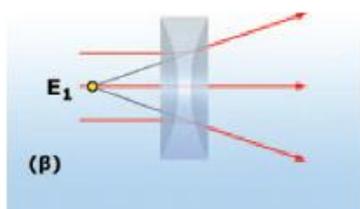
### 9.1

#### Συγκλίνοντες και αποκλίνοντες φακοί-Είδωλα φακών

- ✓ **Οπτικός φακός:** διαφανές σώμα, συνήθως από γυαλί, το οποίο έχει καμπύλες επιφάνειες (σφαιρικές ή κυλινδρικές).
- ✓ **Συγκλίνοντες:** οι φακοί που είναι παχύτεροι στο μέσο και λεπτότεροι στα άκρα (κυρτοί φακοί). Όταν μια δέσμη παράλληλων ακτίνων φωτός πέσει πάνω σ' έναν συγκλίνοντα φακό, μετατρέπεται σε συγκλίνουσα.



- ✓ **Αποκλίνοντες:** οι φακοί που είναι λεπτότεροι στο μέσο και παχύτεροι στα άκρα (κοίλοι φακοί). Όταν μια δέσμη παράλληλων ακτίνων φωτός πέσει πάνω σ' έναν αποκλίνοντα φακό, μετατρέπεται σε αποκλίνουσα.



- ✓ **Κύρια εστία ενός συγκλίνοντα φακού:** το σημείο στο οποίο συγκεντρώνονται οι ακτίνες της συγκλίνουσας δέσμης φωτός.
- ✓ **Κύρια εστία ενός αποκλίνοντα φακού:** το σημείο στο οποίο συγκεντρώνονται οι προεκτάσεις των ακτίνων της αποκλίνουσας δέσμης φωτός.
- ✓ Λόγω συμμετρικού σχήματος, κάθε φακός διαθέτει δυο κύριες εστίες. Η απόσταση της κύριας εστίας από το κέντρο του φακού (εστιακή απόσταση) είναι χαρακτηριστική για κάθε φακό.
- ✓ **Κύριος άξονας** του φακού: η ευθεία η οποία περνά από το κέντρο ενός φακού και είναι κάθετη σε αυτόν.

✓ **Πορεία χαρακτηριστικών ακτίνων μέσα από έναν συγκλίνοντα φακό:**

- κάθε ακτίνα παράλληλη προς τον κύριο άξονα του φακού, μετά την έξοδο της από τον φακό, περνά από την κύρια εστία του φακού.
- κάθε ακτίνα που η διεύθυνσή της περνά από την κύρια εστία E του φακού, μετά την έξοδο της από τον φακό, γίνεται παράλληλη προς τον κύριο άξονα του.
- κάθε ακτίνα που περνά από το κέντρο του φακού βγαίνει από τον φακό χωρίς εκτροπή.

✓ **Πορεία χαρακτηριστικών ακτίνων μέσα από έναν αποκλίνοντα φακό:**

- κάθε ακτίνα παράλληλη προς τον κύριο άξονα του φακού, μετά την έξοδο της από τον φακό, αποκλίνει έτσι ώστε η προέκτασή της να περνά από την κύρια εστία του φακού.
- κάθε ακτίνα που κατευθύνεται προς την κύρια εστία του φακού, μετά την έξοδο της από τον φακό, γίνεται παράλληλη προς τον κύριο άξονά του.
- κάθε ακτίνα που περνά από το κέντρο του φακού βγαίνει από το φακό χωρίς εκτροπή.

✓ **Είδωλα φακών:**

**Συγκλίνοντες φακοί:**

- Δίνουν πραγματικά και αντεστραμμένα είδωλα όταν το αντικείμενο βρίσκεται σε απόσταση από τον φακό μεγαλύτερη από την απόσταση της εστίας από το κέντρο του φακού.
- Δίνουν φανταστικά και όρθια είδωλα όταν το αντικείμενο βρίσκεται μεταξύ της εστίας και του φακού. Στην περίπτωση αυτή το είδωλο είναι μεγαλύτερο του αντικειμένου.

**Αποκλίνοντες φακοί:**

Για όλες τις θέσεις του αντικειμένου σχηματίζεται είδωλο φανταστικό, όρθιο και μικρότερο του αντικειμένου.

## Ερωτήσεις-Ασκήσεις:

---

1. Πόσες διαθλάσεις παθαίνει μια φωτεινή ακτίνα όταν πέφτει σ' έναν φακό;
2. Να περιγράψετε τον τρόπο με τον οποίο μπορούμε να πάρουμε το είδωλο του Ήλιου πάνω σε πέτασμα με τη βοήθεια συγκλίνοντα φακού.
3. Γιατί δεν πρέπει να εγκαταλείπουμε μπουκάλια ή σπασμένα γυαλιά στο δάσος;
4. Το καλοκαίρι μπορούμε να ανάψουμε φωτιά με τη βοήθεια ενός συγκλίνοντα φακού. Μπορείτε να φανταστείτε πώς γίνεται αυτό;
5. Σε ποια σημεία του κύριου άξονα ενός συγκλίνοντα φακού πρέπει να τοποθετήσουμε ένα κερί (κάθετα στον άξονα), ώστε να μπορούμε να πάρουμε το είδωλό του πάνω σε πέτασμα;
6. Όταν ένα αντικείμενο τοποθετείται μεταξύ της εστίας και του κέντρου ενός συγκλίνοντα φακού, μπορούμε να πάρουμε το είδωλό του πάνω σε πέτασμα;

**7. i)** Σε ποιες θέσεις του κύριου άξονα ενός συγκλίνοντα και ενός αποκλίνοντα φακού πρέπει να τοποθετήσουμε κάθετα στον άξονα ένα κερι, ώστε να σχηματιστεί είδωλο όρθιο;  
**ii)** Είναι δυνατό το όρθιο είδωλο από τον συγκλίνοντα φακό να έχει ίδιο μήκος με το όρθιο είδωλο από τον αποκλίνοντα φακό;

**8.** Να αναφέρετε τρεις διαφορές ανάμεσα στους συγκλίνοντες και στους αποκλίνοντες φακούς.

**9.** Να συγκρίνετε την πορεία μιας δέσμης παράλληλων ακτίνων φωτός σ' έναν συγκλίνοντα φακό και σ' έναν κοίλο καθρέφτη. Να γράψετε ποια κοινά χαρακτηριστικά διαπιστώνετε.

**10.** Ποια ομοιότητα και ποια διαφορά παρουσιάζουν τα είδωλα που δίνουν οι κυρτοί καθρέφτες με τα είδωλα που δίνουν οι αποκλίνοντες φακοί;

**11.** Να συμπληρώσετε τις παρακάτω προτάσεις με τις κατάλληλες λέξεις.

α) Για να προσδιορίσουμε το ..... ενός σημείου σχεδιάζουμε την πορεία δύο ακτίνων, μια ..... προς τον κύριο άξονα και την άλλη να διέρχεται από το ..... του φακού.

β) Κάθε ακτίνα που είναι παράλληλη προς τον κύριο ..... ενός κυρτού, συγκλίνοντος φακού, μετά τη διάθλαση διέρχεται από την κύρια ..... του φακού.

γ) Μια ακτίνα, η οποία διέρχεται από την ..... εστία ενός αποκλίνοντος φακού, μετά τη ..... της γίνεται ..... προς τον κύριο άξονα.

δ) Μια ακτίνα που περνά από το ..... του φακού δεν αλλάζει .....

**12.** Η λειτουργία ενός οπτικού φακού βασίζεται στο φαινόμενο:

α. της διάθλασης

β. της ανάκλασης

γ. της ολικής ανάκλασης

δ. της ανάλυσης.

**13.** Ένας φακός δημιουργείται από ένα διαφανές υλικό με δύο έδρες:

α. παράλληλες

β. επίπεδες

γ. σφαιρικές με διαφορετική καμπυλότητα

δ. καμπύλες με διαφορετική καμπυλότητα.

**14.** Ένας συγκλίνοντας φακός είναι:

α. παχύς

β. λεπτός

γ. παχύτερος στη μέση απ' ότι στα άκρα

δ. λεπτότερος στη μέση απ' ότι στα άκρα.

**15.** Ένας αποκλίνοντας φακός είναι:

α. παχύς

β. λεπτός

γ. παχύτερος στη μέση απ' ότι στα άκρα

δ. λεπτότερος στη μέση απ' ότι στα άκρα.

**16.** Ένας μεγεθυντικός φακός είναι:

- α. συγκλίνοντας ή κυρτός
- β. αποκλίνοντας ή κοίλος
- γ. συγκλίνοντας ή κοίλος
- δ. αποκλίνοντας ή κυρτός.

**17.** Για αντικείμενο τοποθετημένο μεταξύ ενός συγκλίνοντα φακού και της εστίας του, κάθετα στον κύριο άξονα του φακού, τι είδωλο σχηματίζει ο φακός;

- α. Μικρότερο και φανταστικό
  - β. Μεγαλύτερο και πραγματικό
  - γ. Μεγαλύτερο και όρθιο
  - δ. Μικρότερο και αντεστραμμένο.
- Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

**18.** Όταν μια ακτίνα φωτός παράλληλη στον κύριο άξονα διαπερνά ένα συγκλίνοντα φακό:

- α. εκτρέπεται ώστε να πλησιάζει τον κύριο άξονα
- β. εκτρέπεται ώστε να απομακρύνεται από τον κύριο άξονα
- γ. παραμένει παράλληλη στον κύριο άξονα
- δ. περνά από το κέντρο καμπυλότητας της μιας επιφάνειας του φακού.

**19.** Όταν μια ακτίνα φωτός παράλληλη στον κύριο άξονα διαπερνά έναν αποκλίνοντα φακό:

- α. εκτρέπεται ώστε να απομακρύνεται από τον κύριο άξονα
- β. εκτρέπεται ώστε να πλησιάζει τον κύριο άξονα
- γ. περνά από το κέντρο καμπυλότητας της μιας επιφάνειας του φακού
- δ. παραμένει παράλληλη στον κύριο άξονα.

**20.** Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές;

- α. Οι συγκλίνοντες φακοί είναι λεπτότεροι στο μέσο και παχύτεροι στα άκρα
- β. Όταν το φως διέρχεται μέσα από έναν φακό διαθλάται
- γ. Εστία έχουν μόνο οι συγκλίνοντες φακοί
- δ. Οι αποκλίνοντες φακοί μετατρέπουν μια δέσμη παράλληλων ακτίνων φωτός σε αποκλίνουσα.

**21.** Να σχηματίσετε γραφικά το είδωλο ενός μολυβιού που δίνει ένας αποκλίνοντας φακός. Το μολύβι βρίσκεται σε απόσταση μεγαλύτερη από την εστιακή απόσταση του φακού. Κατόπιν να περιγράψετε τον τρόπο με τον οποίο εργαστήκατε, για να προσδιορίσετε το είδωλο αυτό.

**22.** Διαθέτουμε έναν συγκλίνοντα και έναν αποκλίνοντα φακό και θέλουμε να σχηματίσουμε είδωλο ενός κεριού όρθιο και μεγαλύτερο του κεριού. Το κεριό το τοποθετούμε κάθετα στον κύριο άξονα του κάθε φακού.

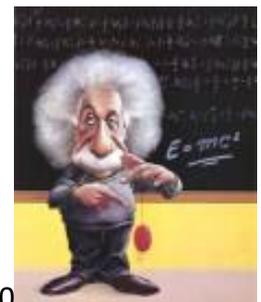
- i) Ποιον φακό θα χρησιμοποιήσουμε και πού θα τοποθετήσουμε το κεριό;
- ii) Το είδωλο που σχηματίσαμε μπορούμε να το πάρουμε πάνω σε πέτασμα;

### ΤΕΣΤ 13 ΕΛΕΓΧΩ ΤΙΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΜΟΥ!!!

#### ΜΑΘΗΜΑ: ΣΥΓΚΛΙΝΟΝΤΕΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΛΙΝΟΝΤΕΣ ΦΑΚΟΙ + ΕΙΔΩΛΑ ΦΑΚΩΝ

##### ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

- 1) Ποιο από τα παρακάτω χαρακτηριστικά δεν είναι κοινό στους αποκλίνοντες και στους συγκλίνοντες φακούς;
- α) έχουν δύο εστίες
  - β) έχουν ένα κύριο άξονα
  - γ) έχουν ένα κέντρο
  - δ) οι φωτεινές ακτίνες μετά τη διέλευσή τους από κάθε φακό συγκεντρώνονται στην εστία του φακού
- 2) Όταν μια φωτεινή ακτίνα πέσει σε ένα φακό, παθαίνει
- α) μία διάθλαση
  - β) δύο διαθλάσεις
  - γ) τρεις διαθλάσεις
  - δ) μία διάθλαση και μία ανάκλαση
- 3) Τι από τα παρακάτω δεν ισχύει για το είδωλο που σχηματίζεται από έναν αποκλίνοντα φακό;
- α) είναι φανταστικό
  - β) είναι όρθιο
  - γ) έχει μέγεθος μεγαλύτερο από το αντικείμενο
  - δ) έχει μέγεθος μικρότερο από το αντικείμενο
- 4) Η εστιακή απόσταση ενός συγκλίνοντος φακού είναι ίση με 20cm. Σε ποια από τις παρακάτω αποστάσεις (από το κέντρο του φακού) πρέπει να τοποθετηθεί ένα κερί κάθετα στον κύριο άξονα του φακού, έτσι ώστε το είδωλό του να είναι όρθιο;
- α) 10cm
  - β) 20cm
  - γ) 30cm
- 5) Η απόσταση μεταξύ των δύο εστιών ενός αποκλίνοντος φακού είναι ίση με 20cm. Σε πόση απόσταση από το κέντρο του φακού πρέπει να τοποθετηθεί ένα μολύβι κάθετα στον κύριο άξονα του φακού, έτσι ώστε το είδωλό του να είναι φανταστικό;
- α) σε 15cm
  - β) σε 20cm
  - γ) σε 30cm
  - δ) σε οποιαδήποτε από τις παραπάνω αποστάσεις



ΜΟΝΑΔΕΣ 20