



Φυσική

Γ' γυμνασίου

Κωνσταντίνος Βουρλιάς, Γιώργος Γκρος, Αναστάσιος Μολοχίδης, Κωνσταντίνος Νικολόπουλος,
Γιάννης Παπαδάκης, Λαμπρινή Παπατσίμπα, Θωμάς Σατζουκίδης

ΛΥΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΜΑΘΗΤΗ

Klett Hellas
Αθήνα

Συγγραφείς:

Κωνσταντίνος Βουρλιάς, Γιώργος Γκρος, Αναστάσιος Μολοχίδης,
Κωνσταντίνος Νικολόπουλος, Γιάννης Παπαδάκης,
Λαμπρινή Παπασίμπα, Θωμάς Σατζουκίδης

Επιστημονική εποπτεία:

Κωνσταντίνος Νικολόπουλος

Γλωσσική επιμέλεια:

Δημήτρης Αλεξάκης, Ιφιγένεια Ντούμη

Επιστημονική επιμέλεια:

Θεοχάρης Αγγελέτος

Σχεδιασμός, σελιδοποίηση,
εικονογράφηση:

Publior

© Klett Hellas, Αθήνα 2021

Απαγορεύεται η αναδημοσίευση ή αναπαραγωγή του παρόντος έργου στο σύνολό του ή τμηματικά με οποιονδήποτε τρόπο, καθώς και η μετάφραση, διασκευή ή εκμετάλλευσή του με οποιονδήποτε τρόπο, σύμφωνα με τις διατάξεις του ν. 2121/1993. Επίσης απαγορεύεται η αναπαραγωγή με φωτοτυπικές, ηλεκτρονικές ή οποιεσδήποτε άλλες μεθόδους, σύμφωνα με το άρθρο 51 του ν. 2121/1993.

Εκδόσεις KLETT HELLAS

Λεωφόρος Ιωνίας 110 & Πινδάρου, 17456, Άλιμος, τηλ. 210 9902700

Email: physics@klett.gr

www.klett.gr/physicsbooks

Περιεχόμενα

ΕΝΟΤΗΤΑ 1: ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Κεφάλαιο 1 Ηλεκτρισμός

1.1 Γνωριμία με την ηλεκτρική δύναμη	4
1.2 Το ηλεκτρικό φορτίο	5
1.3 Το ηλεκτρικό φορτίο στο εσωτερικό του ατόμου	6
1.4 Τρόποι ηλεκτρίσης και μικροσκοπική ερμηνεία	7
1.5 Νόμος του Κουλόμπ	8
1.6 Το ηλεκτρικό πεδίο	10
Physics is fun - Ερωτήσεις αξιολόγησης	11

Κεφάλαιο 2 Ηλεκτρικό ρεύμα

2.1 Το ηλεκτρικό ρεύμα	13
2.2 Ηλεκτρικό κύκλωμα	15
2.3 Ηλεκτρικά δίπολα	17
2.4 Παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η αντίσταση ενός αγωγού	19
2.5 Εφαρμογές αρχών διατήρησης στη μελέτη απλών ηλεκτρικών κυκλωμάτων	20
Physics is fun - Ερωτήσεις αξιολόγησης	22

Κεφάλαιο 3 Ενέργεια του ηλεκτρικού ρεύματος

3.1 Θερμικά αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος	26
3.2 Χημικά αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος	29
3.3 Μαγνητικά αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος	30
3.4 Ηλεκτρική και μηχανική ενέργεια	31
3.5 Βιολογικά αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος	32
3.6 Ενέργεια και ισχύς του ηλεκτρικού ρεύματος	33
Physics is fun - Ερωτήσεις αξιολόγησης	35

ΕΝΟΤΗΤΑ 2: ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ ΚΑΙ ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ

Κεφάλαιο 4 Περιοδικές κινήσεις

4.1 Ταλαντώσεις	38
4.2 Φυσικά μεγέθη που χαρακτηρίζουν μια ταλάντωση	40
4.3 Ενέργεια και ταλάντωση	41
Physics is fun - Ερωτήσεις αξιολόγησης	41

Κεφάλαιο 5 Μηχανικά κύματα

5.1 Μηχανικά κύματα	45
5.2 Κύμα και ενέργεια	46
5.3 Χαρακτηριστικά μεγέθη του κύματος	47
5.4 Ήχος	50
5.5 Υποκειμενικά χαρακτηριστικά του ήχου	52
Physics is fun - Ερωτήσεις αξιολόγησης	52

ΕΝΟΤΗΤΑ 3: ΟΠΤΙΚΗ

Κεφάλαιο 6 Οπτική

6.1 Φως: όραση και ενέργεια	56
6.2 Διάδοση του φωτός	58
Physics is fun - Ερωτήσεις αξιολόγησης	60

Κεφάλαιο 7 Ανάκλαση του φωτός

7.1 Ανάκλαση του φωτός	63
7.2 Εικόνες σε καθρέφτες: είδωλα	65
7.3 Τα είδωλα σε κυρτούς και κοίλους καθρέφτες	67
Physics is fun - Ερωτήσεις αξιολόγησης	69

Κεφάλαιο 8 Διάθλαση του φωτός

8.1 Διάθλαση του φωτός	72
8.2 Εφαρμογές της διάθλασης του φωτός	73
8.3 Ανάλυση του φωτός	74
8.4 Το χρώμα	75
Physics is fun - Ερωτήσεις αξιολόγησης	75

Κεφάλαιο 9 Φακοί και οπτικά όργανα

9.1 Συγκλίνοντες και αποκλίνοντες φακοί	78
9.2 Είδωλα φακών	79
9.3 Οπτικά όργανα και το μάτι	80
Physics is fun - Ερωτήσεις αξιολόγησης	80

1 Ηλεκτρισμός

1.1 Γνωριμία με την ηλεκτρική δύναμη

ΑΠΟ ΤΗ ΒΙΩΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ

1. Τα μπαλόνια αλληλεπιδρούν από απόσταση με απωστικές δυνάμεις.
2. Τα μπαλόνια αλληλεπιδρούν από απόσταση με απωστικές δυνάμεις.
3. Τα μπαλόνια αλληλεπιδρούν από απόσταση με ελκτικές δυνάμεις.

Συνόψισε τις παρατηρήσεις σου:

Όταν τρίψουμε δύο αντικείμενα όπως τα μπαλόνια με ένα κατάλληλο υλικό, αποκτούν την ιδιότητα να ασκούν δυνάμεις από απόσταση.

Οι δυνάμεις αυτές άλλοτε είναι απωστικές όταν τα τρίψουμε με το ίδιο υλικό, π.χ. μάλλινο ύφασμα ή πλαστικό χάρακα, και άλλοτε ελκτικές όταν τρίψουμε το ένα μπαλόνι με μάλλινο ύφασμα και το άλλο με τον πλαστικό χάρακα.

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΕ ΤΟ ΔΙΚΟ ΣΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΕΚΚΡΕΜΕΣ

1. Το μπαλάκι παραμένει ακίνητο.
2. Ο ηλεκτρικά φορτισμένος χάρακας έλκει το μπαλάκι.

Συμπέρασμα: Μπορείς να διαπιστώσεις αν ένα σώμα είναι ηλεκτρικά φορτισμένο όταν το πλησιάσεις στο μπαλάκι του ηλεκτρικού εκκρεμούς και παρατηρήσεις να το έλκει.

3. Το μπαλάκι αποκλίνει περισσότερο.

Συμπέρασμα: Όσο πιο έντονα τρίβεις ένα σώμα τόσο περισσότερο φορτίζεται ηλεκτρικά και γι' αυτό το μπαλάκι του εκκρεμούς αποκλίνει περισσότερο.

4. Η μεταλλική ράβδος δεν έλκει το μπαλάκι του εκκρεμούς.

Απαντήσεις ερωτήσεων βιβλίου μαθητή

1 α. ηλεκτρικά φορτισμένα, β. ηλεκτρική, γ. ηλεκτρικές, ελκτικές, απωστικές, δ. ηλεκτρικά φορτισμένο, εκκρεμές

2 α. Λ, β. Λ, γ. Σ, δ. Σ

3 γ

1.2 Το ηλεκτρικό φορτίο

Μια σημαντική ιδιότητα του ηλεκτρικού φορτίου

ΑΠΟ ΤΗ ΒΙΩΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ

1. Τα φύλλα του ηλεκτροσκοπίου απομακρύνονται.
2. Τα φύλλα του ηλεκτροσκοπίου απομακρύνονται περισσότερο.
Οι ράβδοι Α και Β αποκτούν με τριβή θετικό φορτίο. Το συνολικό φορτίο που αποκτούν και οι δύο ράβδοι μαζί είναι το άθροισμα των επιμέρους φορτίων των ράβδων.
3. Τα φύλλα του ηλεκτροσκοπίου απομακρύνονται περισσότερο όταν φέρνουμε σε επαφή με το μεταλλικό ηλεκτροσκόπιο τις δύο ράβδους ταυτόχρονα.

Συμπέρασμα:

- Οι ράβδοι Γ και Δ αποκτούν με τριβή αρνητικό φορτίο. Το συνολικό φορτίο που αποκτούν και οι δύο ράβδοι μαζί είναι το άθροισμα των επιμέρους φορτίων των ράβδων.
4. Τα φύλλα του ηλεκτροσκοπίου αποκλίνουν λιγότερο όταν τοποθετήσουμε και τις δύο ράβδους μαζί.

Συμπέρασμα:

Η ράβδος (Α) απέκτησε με τριβή θετικό φορτίο και η (Γ) αρνητικό. Το ολικό φορτίο των δύο ράβδων προκύπτει με αλγεβρικό άθροισμα των δύο φορτίων της κάθε ράβδου χωριστά.

Απαντήσεις ερωτήσεων βιβλίου μαθητή

- 1 α. έλκονται, απωθούνται, β. αλγεβρικό άθροισμα, γ. φορτισμένο, δ. θετικό, αρνητικό
- 2 α. Σ, β. Λ, γ. Σ, δ. Λ
- 3 δ
- 4 γ (Αιτιολόγηση: Το ολικό ηλεκτρικό φορτίο δύο ή περισσότερων ηλεκτρικά φορτισμένων σωμάτων που έρχονται σε επαφή είναι ίσο με το αλγεβρικό άθροισμα των φορτίων τους.)

1.3 Το ηλεκτρικό φορτίο στο εσωτερικό του ατόμου

Απαντήσεις ερωτήσεων βιβλίου μαθητή

- 1 α. ηλεκτρονίων, μηδέν, β. ιόν, γ. ενέργειας, πυρήνων, δ. πρωτόνια, ηλεκτρόνια, θετικό, αρνητικό, ακέραιο πολλαπλάσιο
- 2 α. Σ, β. Λ, γ. Σ, δ. Λ
- 3 α
- 4 δ

Λύσεις ασκήσεων βιβλίου μαθητή

- 1 Από το άτομο έχουν αποσπαστεί δύο ηλεκτρόνια. Συνεπώς, τα αρνητικά φορτία είναι δύο λιγότερα από τα θετικά, με αποτέλεσμα το ιόν να είναι θετικά φορτισμένο. Το ηλεκτρικό φορτίο του σύμφωνα με την κβάντωση είναι:
 $q_{\text{ιον}} = N \cdot q_p$ ή $q_{\text{ιον}} = 2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ή $q_{\text{ιον}} = +3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

- 2 Το φορτισμένο σώμα έχει $N = 10\,000$ επιπλέον ηλεκτρόνια (αρνητικό φορτίο) από πρωτόνια, άρα είναι αρνητικά φορτισμένο. Το ηλεκτρικό φορτίο του, σύμφωνα με την κβάντωση του ηλεκτρικού φορτίου, είναι:
 $q = N \cdot q_e$ ή $q = 10\,000 \cdot (-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C})$ ή $q = -1,6 \cdot 10^{-15} \text{ C}$.

- 3 α. Επειδή είναι θετικά φορτισμένο $q = 9,6 \text{ nC}$, τα πρωτόνια του είναι περισσότερα από τα ηλεκτρόνια του.
β. Ο αριθμός των ηλεκτρονίων N που απέβαλε το σώμα όταν φορτίστηκε είναι ίσος με τον αριθμό των επιπλέον πρωτονίων N που έχει μετά τη φόρτιση. Σύμφωνα με την κβάντωση του ηλεκτρικού φορτίου, ισχύει:
 $q = N \cdot q_p$ ή $N = \frac{q}{q_p}$ ή $N = \frac{9,6 \cdot 10^{-9} \text{ C}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}}$ ή $N = 6 \cdot 10^{-9} \cdot 10^{+19}$ ή $N = 6 \cdot 10^{10}$ ηλεκτρόνια απέβαλε.

- 4 α. Αν υπήρχε στη φύση ελεύθερο ηλεκτρικό φορτίο $q_1 = -4 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ θα έπρεπε να περιέχει ακέραιο αριθμό ηλεκτρονίων σύμφωνα με την κβάντωση του ηλεκτρικού φορτίου:

$$q = N \cdot q_e \text{ ή } N = \frac{q}{q_e} \text{ ή } N = \frac{-4 \cdot 10^{-19} \text{ C}}{-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}} \text{ ή } N = 2,5 \text{ ηλεκτρόνια.}$$

Αυτό είναι αδύνατον γιατί δεν είναι ακέραιος αριθμός ηλεκτρονίων.

- β. Για το ελεύθερο ηλεκτρικό φορτίο $q_2 = -4 \text{ C}$, σύμφωνα με την κβάντωση του ηλεκτρικού φορτίου, ισχύει:

$$q = N \cdot q_e \text{ ή } N = \frac{q}{q_e} \text{ ή } N = \frac{-4 \cdot \text{C}}{-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}} \text{ ή } N = 2,5 \cdot 10^{19} = 25 \cdot 10^{18} \text{ ηλεκτρόνια.}$$

Αυτό είναι δυνατόν γιατί είναι ακέραιος αριθμός ηλεκτρονίων.

1.4 Τρόποι ηλέκτρισης και η μικροσκοπική ερμηνεία

4α Ηλέκτριση από επαγωγή στα μέταλλα

ΑΠΟ ΤΗ ΒΙΩΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ

Παρατηρώ ότι το σφαιρίδιο του εκκρεμούς που είναι κοντά στον φορτισμένο πλαστικό χάρακα έλκεται ισχυρά, ενώ το σφαιρίδιο του εκκρεμούς που είναι μακριά από τον φορτισμένο πλαστικό χάρακα απωθείται ασθενώς.

Απαντήσεις ερωτήσεων βιβλίου μαθητή

1 α. μικρότερη, λιγότερη, β. ηλεκτρονίων, έλλειμμα, γ. ίσα, αντίθετα, διατήρησης, φορτίου, δ. ηλεκτρικού

2 α. Σ, β. Λ, γ. Λ, δ. Σ

3 δ

4 Το μπαλόνι είναι φορτισμένο και ηλεκτρίζει τον τοίχο εξ επαγωγής, οπότε έλκονται. Ωστόσο, η υγρασία που υπάρχει στο δωμάτιο θα αποφορτίσει το μπαλόνι, με αποτέλεσμα να πέσει.

Λύσεις ασκήσεων βιβλίου μαθητή

1 α. Η σφαίρα (1) έχει έλλειμμα $N_1 = 6 \cdot 10^{10}$ ηλεκτρονίων, άρα είναι θετικά φορτισμένη, με ηλεκτρικό φορτίο:

$$q_1 = N_1 \cdot q_p \quad \text{ή} \quad q_1 = 6 \cdot 10^{10} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \quad \text{ή} \quad q_1 = +9,6 \cdot 10^{-9} \text{ C}$$

Η σφαίρα (2) έχει πλεόνασμα ηλεκτρονίων, άρα είναι αρνητικά φορτισμένη, με ηλεκτρικό φορτίο:

$$q_2 = N_2 \cdot q_e \quad \text{ή} \quad q_2 = 2 \cdot 10^{10} \cdot (-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}) \quad \text{ή} \quad q_2 = -3,2 \cdot 10^{-9} \text{ C}$$

β. Κατά την επαφή, αν μεταφέρθηκαν $N = 3 \cdot 10^{10}$ ηλεκτρόνια από τη σφαίρα (2) στη σφαίρα (1) που είχε έλλειμμα ηλεκτρονίων $N_1 = 6 \cdot 10^{10}$, τότε η σφαίρα (1) θα έχει έλλειμμα ηλεκτρονίων μόνο:

$$N'_1 = N_1 - 3 \cdot 10^{10} = 6 \cdot 10^{10} - 3 \cdot 10^{10} \quad \text{ή} \quad N'_1 = 3 \cdot 10^{10} \text{ ηλεκτρόνια. Άρα είναι θετικά φορτισμένη, με φορτίο:}$$

$$q'_1 = N'_1 \cdot q_p \quad \text{ή} \quad q'_1 = 3 \cdot 10^{10} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \quad \text{ή} \quad q'_1 = +4,8 \cdot 10^{-9} \text{ C}$$

Η σφαίρα (2) είχε αρχικά πλεόνασμα ηλεκτρονίων $N_2 = 2 \cdot 10^{10}$. Αν μεταφέρθηκαν $N = 3 \cdot 10^{10}$ ηλεκτρόνια από τη σφαίρα (2) στη σφαίρα (1), τότε δεν έχει πλεόνασμα αλλά έλλειμμα ηλεκτρονίων:

$N'_2 = N_2 - 3 \cdot 10^{10} = 2 \cdot 10^{10} - 3 \cdot 10^{10} \quad \text{ή} \quad N'_2 = -1 \cdot 10^{10}$ έλλειμμα ηλεκτρονίων, όπως δείχνει και το αρνητικό πρόσημο. Συνεπώς, έχει θετικό φορτίο, γιατί έχει $N''_2 = 1 \cdot 10^{10}$ επιπλέον πρωτόνια από ηλεκτρόνια:

$$q'_2 = N''_2 \cdot q_p \quad \text{ή} \quad q'_2 = 1 \cdot 10^{10} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \quad \text{ή} \quad q'_2 = +9,6 \cdot 10^{-9} \text{ C}$$

γ. Για να ισχύει η αρχή διατήρησης φορτίου για τις σφαίρες (1) και (2) πριν και μετά την επαφή πρέπει:

$$q_{\text{αρχ}} = q_{\text{τελ}} \quad \text{ή} \quad q_1 + q_2 = q'_1 + q'_2 \quad \text{ή} \quad +9,6 \cdot 10^{-9} \text{ C} - 3,2 \cdot 10^{-9} \text{ C} = +4,8 \cdot 10^{-9} \text{ C} + 9,6 \cdot 10^{-9} \text{ C} \quad \text{ή} \\ +6,4 \cdot 10^{-9} \text{ C} = +6,4 \cdot 10^{-9} \text{ C}, \text{ που ισχύει.}$$

Συνεπώς, ισχύει η αρχή διατήρησης του ηλεκτρικού φορτίου για το σύστημα των δύο σφαιρών.

1.5 Νόμος του Κουλόμπ

ΑΠΟ ΤΗ ΒΙΩΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ Ηλεκτρική δύναμη και απόσταση

Σύγκρινε τις δύο γωνίες υπό τις οποίες εκτρέπεται ο χάρακας. Ποια είναι μεγαλύτερη;
Η γωνία εκτροπής είναι μεγαλύτερη στη δεύτερη περίπτωση.

Τι συμπεραίνεις για τη δύναμη που ασκεί το μπαλόνι στον χάρακα;
Η δύναμη που ασκείται ανάμεσα στο φορτισμένο μπαλόνι και τον φορτισμένο χάρακα αυξάνεται όταν η απόστασή τους μειώνεται.

Ηλεκτρική δύναμη και ηλεκτρικό φορτίο

Τι παρατηρείς;
Παρατηρώ πως ο χάρακας αποκλίνει.

Ποια γωνία είναι μεγαλύτερη;
Η γωνία εκτροπής είναι μεγαλύτερη στη δεύτερη περίπτωση.

Τι συμπεραίνεις για τη δύναμη που ασκεί το μπαλόνι στον χάρακα;
Όταν το φορτίο αυξάνεται, η ηλεκτρική δύναμη μεγαλώνει..

Απαντήσεις ερωτήσεων βιβλίου μαθητή

- 1 α. μειώνεται, β. απόσταση, ηλεκτρικών φορτίων, υλικό, γ. αντιστρόφως, τετράγωνο, δ. ανάλογο, γινόμενο,
- 2 α. Λ, β. Σ, γ. Λ, δ. Σ, ε. Λ
- 3 β
- 4 δ

Λύσεις ασκήσεων βιβλίου μαθητή

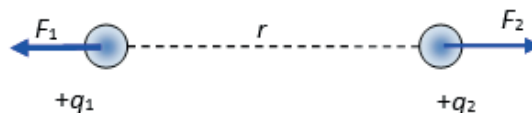
- 1 Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο SI.

$$q_1 = +3 \mu\text{C} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

$$q_2 = +9 \mu\text{C} = 9 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

α. Επειδή οι φορτισμένες σφαίρες είναι ομόσημα φορτισμένες (θετικά φορτία), απωθούνται μεταξύ τους. Οι δυνάμεις Κουλόμπ ασκούνται κατά τη διεύθυνση του ευθυγράμμου τμήματος που συνδέει τα κέντρα των δύο σφαιρών. Σύμφωνα με τον 3° νόμο του Νεύτωνα για τη δράση-αντίδραση, οι δύο αυτές δυνάμεις ασκούνται σε διαφορετικά σώματα, έχουν αντίθετη φορά και ίσα μέτρα: $F_1 = F_2$

β. Το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης υπολογίζεται από τον νόμο του Κουλόμπ. Στη μαθηματική σχέση του νόμου του Κουλόμπ **δεν βάζουμε πρόσημα στα φορτία**, γιατί αναφέρεται στον υπολογισμό του μέτρου της ηλεκτρικής



δύναμης και όχι της κατεύθυνσής της. Τα πρόσημα τα λάβαμε υπόψη μας όταν σχεδιάσαμε τις δυνάμεις στο παραπάνω σχήμα, όπου τις σχεδιάσαμε απωστικές επειδή τα ηλεκτρικά φορτία είναι ομώνυμα.

$$F_1 = F_2 = k_c \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \quad \text{ή} \quad F_2 = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \frac{2 \cdot 10^{-6} \text{C} \cdot 9 \cdot 10^{-6} \text{C}}{(3 \text{ m})^2} \quad \text{ή} \quad F_2 = \frac{2 \cdot 9 \cdot 9}{3^2} \cdot \frac{10^9 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-6}}{1} \text{N} \quad \text{ή}$$

$$F_2 = 18 \cdot 10^{9-6-6} \text{N} \quad \text{ή} \quad F_2 = 18 \cdot 10^{-3} \text{N} \quad \text{ή} \quad F_2 = 0,018 \text{N}$$

- 2** Αν αντικαταστήσουμε τα σύμβολα των φυσικών μεγεθών στον νόμο του Κουλόμπ με τις μονάδες τους στο SI, τότε προκύπτουν οι μονάδες της ηλεκτρικής σταθεράς k_c .

$$F = k_c \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \quad \text{ή} \quad 1 \text{ N} = k_c \cdot \frac{1 \text{ C} \cdot 1 \text{ C}}{1 \text{ m}^2} \quad \text{ή} \quad k_c = \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}.$$

- 3** Αρχικά το μέτρο της δύναμης Κουλόμπ ήταν: $F = k_c \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$ (1)
Τελικά το μέτρο της δύναμης Κουλόμπ είναι:

$$F' = k_c \frac{3q_1 \cdot \frac{q_2}{2}}{r^2} = \frac{3}{2} \cdot k_c \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \quad \text{ή} \quad F' = \frac{3}{2} \cdot F \quad \text{ή} \quad F' = \frac{3}{2} \cdot 200 \text{ N} \quad \text{ή} \quad F' = 300 \text{ N}$$

Σωστή είναι η απάντηση (β).

- 4** Αρχικά το μέτρο της δύναμης Κουλόμπ ήταν: $F = k_c \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$ (1)
Τελικά το μέτρο της δύναμης Κουλόμπ είναι:

$$F' = k_c \frac{2q_1 \cdot \frac{q_2}{4}}{(2r)^2} = \frac{1}{8} \cdot k_c \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \quad \text{ή} \quad F' = \frac{1}{8} \cdot F \quad \text{ή} \quad F' = \frac{1}{8} \cdot 120 \text{ N} \quad \text{ή} \quad F' = 15 \text{ N}$$

Σωστή είναι η απάντηση (α).

- 5** Αρχικά το μέτρο της δύναμης Κουλόμπ ήταν: $F = k_c \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$ (1)
Τελικά το μέτρο της δύναμης Κουλόμπ είναι:

$$F' = k_c \frac{\frac{q_1}{2} \cdot 3q_2}{\left(\frac{r}{2}\right)^2} = 6 \cdot k_c \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \quad \text{ή} \quad F' = 6 \cdot F \quad \text{ή} \quad F' = 6 \cdot 60 \text{ N} \quad \text{ή} \quad F' = 360 \text{ N}$$

Σωστή είναι η απάντηση (β).

1.6 Το ηλεκτρικό πεδίο

Απαντήσεις ερωτήσεων βιβλίου μαθητή

- 1 α. ηλεκτρικό, β. ηλεκτρικό, φορτισμένο, γ. πεδίου, ένταση, δ. πυκνότερες, ισχυρό (αραιότερες, ασθενές), ε. ομογενές
- 2 α. Λ (εκτός αν ο κύλινδρος συνδεθεί με ηλεκτρική πηγή, οπότε δημιουργείται), β. Σ, γ. Λ, δ. Λ, ε. Σ, στ. Σ

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ PHYSICS IS FUN

- 1 Εκτός από τη δύναμη του βάρους του μπαλονιού, υπάρχει τώρα και η ηλεκτρική δύναμη ανάμεσα στο μπαλόνι και την παλάμη σου.
- 2 Ο σωλήνας PVC αποκτά από την τριβή του με το ύφασμα αρνητικό φορτίο και εξ επαγωγής ηλεκτρίζει το κουτάκι, οπότε το έλκει.
- 3 Ο σωλήνας PVC αποκτά από την τριβή του με το ύφασμα αρνητικό φορτίο και εξ επαγωγής ηλεκτρίζει το νερό ή τη ζάχαρη, οπότε τα έλκει.

- 4 Το πλαστικό δοχείο αποκτά από την τριβή του με την πετσέτα αρνητικό φορτίο και ηλεκτρίζει τη ζάχαρη, οπότε την έλκει.

- 5 Να επιλέξεις πολύ λεπτό μπαλόνι ώστε να είναι ελαφρύ.

Για να το δέσεις να μην χρησιμοποιήσεις άλλο υλικό, απλώς κάνε κόμπο.

Μπορείς ακόμα και να κόψεις τον «λαιμό» του αφού το φουσκώσεις.

Να το φουσκώσεις αρκετές φορές πριν κάνεις το πείραμα, ώστε να μειώσεις την ελαστικότητα του, πετυχαίνεις το ίδιο φούσκωμα με λιγότερο αέρα.

Το καλά φουσκωμένο μπαλόνι έχει μεγαλύτερη επιφάνεια αλληλεπίδρασης με τον τοίχο.

Να δοκιμάσεις αρκετά υλικά με τα οποία θα το τρίψεις. Π.χ. χαρτί, χαρτομάντιλο, πλαστική σακούλα, μάλλινη μπλούζα, τα μαλλιά σου.

Να επιλέξεις το σημείο στον τοίχο με την λιγότερη υγρασία, π.χ. κοντά σε καλοριφέρ αλλά μακριά από νεροχύτη, ρεύμα αέρα ή από κλιματιστικό που είναι σε λειτουργία.

Να αποφύγεις τα μεταλιζέ μπαλόνια.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 1

- 1 α. Σ, β. Λ
- 2 α. Για να μην έλκει τα σταγονίδια της μπογιάς όταν εξέρχονται από αυτό.
β. Η προς βαφή επιφάνεια ηλεκτρίζεται εξ επαγωγής, οπότε έλκει τα σταγονίδια.
γ. Δεν θέλουμε να υπάρχει υγρασία.
- 3 Στην κορυφή της καμινάδας υπάρχουν θετικά φορτισμένες μεταλλικές πλάκες οι οποίες έλκουν τα αρνητικά φορτισμένα σωματίδια και τα αέρια.
- 4 Οι οδηγοί τρίβονται στο κάθισμα και ηλεκτρίζονται.
- 5 Αυτό το πιστόλι εκτοξεύει θετικά και αρνητικά ιόντα τα οποία εξουδετερώνουν τα αρνητικά και θετικά φορτία.
- 6 Τα φορτισμένα σωματίδια απωθούνται μεταξύ τους, οπότε θα καλύπτουν μεγαλύτερη περιοχή και μάλιστα πιο ομοιογενώς. Επίσης, εφόσον τα σωματίδια φορτίζονται ηλεκτρικά όταν εγκαταλείπουν το αεροσκάφος, μπορεί να έλκονται από τα φυτά, ακόμα και αν αυτά είναι αφόρτιστα.
- 7 Ηλεκτρολόγοι, εργαζόμενοι με ηλεκτροστατικές βαφές, εργαζόμενοι σε πρατήρια βενζίνης, οδηγοί βυτιοφόρων μεταφοράς υγρών καυσίμων, υπάλληλοι που δουλεύουν σε πίστες αεροδρομίων, ηλεκτρονικοί κλπ.

- 8 Καθώς το αεροπλάνο πετάει, προσκολλώνται πάνω του ηλεκτρικά φορτία με τη μορφή σκόνης. Όταν προσγειώνεται, πρέπει αυτά τα φορτία να διαφύγουν προς τη Γη, ώστε το μεταλλικό περίβλημα του αεροπλάνου να γίνει ουδέτερο. Με αυτόν τον τρόπο οι επιβάτες και το πλήρωμα δεν κινδυνεύουν από ηλεκτρικό σοκ όταν πατήσουν το πόδι τους στη Γη. Επίσης, μπορεί να γίνει με ασφάλεια η τροφοδοσία του με καύσιμο, χωρίς τον κίνδυνο ανάφλεξης.
- 9 Αυτή η αντιστατική σακούλα λειτουργεί ουσιαστικά σαν ένας κλωβός του Φαραντέι. Εκεί μπορείς να φυλάξεις και να μεταφέρεις ευαίσθητα ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά εξαρτήματα, τα οποία με την παραμικρή επαφή με τον στατικό ηλεκτρισμό θα καταστρέφονταν.
- 10 Το αμάξιμο του αυτοκινήτου θωρακίζει το εσωτερικό του από εξωτερικά ηλεκτρικά πεδία, όπως συμβαίνει αν πλήξει το αυτοκίνητο ένας κεραυνός, οπότε η Ελένη είχε δίκιο.

2 Ηλεκτρικό ρεύμα

2.1 Το ηλεκτρικό ρεύμα

Απαντήσεις ερωτήσεων βιβλίου μαθητή

1 α. προσανατολισμένη, ηλεκτρονίων, φορισμένων, β. δευτερόλεπτο, 1 Ampere, γ. ηλεκτρόνια, ιόντα, δ. θεμελιώδες, 1 Ampere, ε. ένταση, στ. μονόμετρο, φορτίου, χρονικό

2 α. Σ, β. Λ, γ. Σ, δ. Λ, ε. Σ, στ. Λ, ζ. Λ

3 γ

4 γ

Λύσεις ασκήσεων βιβλίου μαθητή

1

Βήμα 1° Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο SI.

Βήμα 2° Από τη μαθηματική σχέση του ηλεκτρικού ρεύματος ισχύει:

$$I = \frac{q}{t} \quad \text{ή} \quad I = \frac{\frac{100}{11} \text{ C}}{20 \text{ s}} \quad \text{ή} \quad I = \frac{5}{11} \text{ A} \quad \text{ή} \quad I = 0,45 \text{ A}$$

2

Βήμα 1° Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο SI.

$$I = 100 \text{ mA} = 100 \cdot 10^{-3} \text{ A} = 10^{-1} \text{ A}$$

Βήμα 2° Από τη μαθηματική σχέση του ηλεκτρικού ρεύματος ισχύει:

$$I = \frac{q}{t} \quad \text{ή} \quad t = \frac{q}{I} \quad \text{ή} \quad t = \frac{2 \text{ C}}{10^{-1} \text{ A}} \quad \text{ή} \quad t = 20 \text{ s}$$

Βήμα 1°

Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο SI.

$$I = 64 \mu\text{A} = 64 \cdot 10^{-6} \text{ A}$$

$$t = 1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$$

Βήμα 2°

Από τη μαθηματική σχέση του ηλεκτρικού ρεύματος ισχύει:

$$I = \frac{q}{t} \quad \text{ή} \quad q = I \cdot t \quad \text{ή} \quad q = 64 \cdot 10^{-6} \text{ A} \cdot 3600 \text{ s} \quad \text{ή} \quad q = 2304 \cdot 10^{-4} \text{ C}$$

Βήμα 3°Ο αριθμός των ελεύθερων ηλεκτρονίων που προσκρούουν στην οθόνη σε χρονικό διάστημα $t = 1 \text{ h}$, σύμφωνα με την κβάντωση του ηλεκτρικού φορτίου είναι:

$$q = N \cdot |q_e| \quad \text{ή} \quad N = \frac{q}{|q_e|} \quad \text{ή} \quad N = \frac{2304 \cdot 10^{-4} \text{ C}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}} \quad \text{ή} \quad N = 144 \cdot 10^{16}$$

Απαντήσεις ερωτήσεων βιβλίου μαθητή

1 α. ρεύμα, κύκλωμα, β. ηλεκτρική, ηλεκτρόνια, γ. ενέργειας, ηλεκτρική, δ. χημική, ηλεκτρική

2 α. Σ, β. Σ, γ. Σ, δ. Λ, ε. Λ, στ. Λ

3 γ

4 β

5 1γ, 2β, 3α, 4δ

6 1ε, 2γ, 3δ, 4α, 5β

Λύσεις ασκήσεων βιβλίου μαθητή

1

α.

Ο αριθμός των ελεύθερων ηλεκτρονίων που διέρχονται από μια διατομή του σύρματος ανά λεπτό, $t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$, υπολογίζεται από τον ορισμό της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος και την αρχή της κβάντωσης του ηλεκτρικού φορτίου $q = N \cdot |q_e|$, όπου N ο ζητούμενος αριθμός των ηλεκτρονίων. Ισχύει:

$$I = \frac{q}{t} \quad \text{ή} \quad I = \frac{N \cdot |q_e|}{t} \quad \text{ή} \quad N = \frac{I \cdot t}{|q_e|} \quad \text{ή} \quad N = \frac{4 \text{ A} \cdot 60 \text{ s}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}} \quad \text{ή} \quad N = 15 \cdot 10^{20} \quad \text{ή} \quad N = 1,5 \cdot 10^{21} \text{ ηλεκτρόνια.}$$

β.

Το ηλεκτρικό φορτίο που διέρχεται από μια διατομή του σύρματος ανά λεπτό $t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$ είναι:

$$I = \frac{q}{t} \quad \text{ή} \quad q = I \cdot t \quad \text{ή} \quad q = 4 \text{ A} \cdot 60 \text{ s} \quad \text{ή} \quad q = 240 \text{ C}.$$

Σύμφωνα με τον ορισμό της διαφοράς δυναμικού ισχύει:

$$V = \frac{E_{\eta\lambda}}{q} \quad \text{ή} \quad V = \frac{120 \text{ J}}{240 \text{ C}} \quad \text{ή} \quad V = 0,5 \text{ V}$$

γ.

Η ηλεκτρική ενέργεια που προσφέρει η μπαταρία στο σύρμα σε μία ώρα $t = 1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$ είναι:

$$V = \frac{E_{\eta\lambda}}{q} \quad \text{ή} \quad E_{\eta\lambda} = V \cdot q \quad \text{ή} \quad E_{\eta\lambda} = V \cdot I \cdot t \quad \text{ή} \quad E_{\eta\lambda} = 0,5 \text{ V} \cdot 4 \text{ A} \cdot 3600 \text{ s} \quad \text{ή} \quad E_{\eta\lambda} = 7200 \text{ J}$$

2

α.

Το ηλεκτρικό φορτίο που διέρχεται από μια διατομή του σύρματος ανά δευτερόλεπτο είναι:

$$I = \frac{q}{t} \quad \text{ή} \quad q = I \cdot t \quad \text{ή} \quad q = 9 \text{ A} \cdot 1 \text{ s} \quad \text{ή} \quad q = 9 \text{ C}.$$

β.

Σύμφωνα με την αρχή της κβάντωσης του ηλεκτρικού φορτίου $q = N \cdot |q_e|$ ισχύει:

$$q = N \cdot |q_e| \quad \text{ή} \quad N = \frac{q}{|q_e|} \quad \text{ή} \quad N = \frac{9 \text{ C}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}} \quad \text{ή} \quad N = 5625 \cdot 10^{16}.$$

γ.

Η ηλεκτρική ενέργεια που μεταφέρεται από το ηλεκτρικό ρεύμα στο ηλεκτρικό σίδερο ανά δευτερόλεπτο είναι:

$$V = \frac{E_{\eta\lambda}}{q} \quad \text{ή} \quad E_{\eta\lambda} = V \cdot q \quad \text{ή} \quad E_{\eta\lambda} = V \cdot I \cdot t \quad \text{ή} \quad E_{\eta\lambda} = 220 \text{ V} \cdot 9 \text{ A} \cdot 1 \text{ s} \quad \text{ή} \quad E_{\eta\lambda} = 1980 \text{ J}.$$

2.3 Ηλεκτρικά δίπολα

Απαντήσεις ερωτήσεων βιβλίου μαθητή

- 1 α. αντίσταση, 1 V (Volt), A (αμπέρ), β. τάσης, ρεύμα, γ. ανάλογο, δ. δυσκολίας
- 2 α. Σ, β. Λ, γ. Λ, δ. Λ, ε. Λ στ. Λ, ζ. Σ
- 3 β
- 4 γ
- 5 Στο μεταλλικό σύρμα, σύμφωνα με τον νόμο του Ωμ, αν διπλασιάσεις την διαφορά δυναμικού που ασκείται στα άκρα ενός ηλεκτρικού διπόλου, παρατηρείς ότι το ηλεκτρικό ρεύμα που το διαρρέει διπλασιάζεται, επειδή το ηλεκτρικό ρεύμα και η διαφορά δυναμικού είναι ποσά ανάλογα. Συνεπώς, το παραπάνω ηλεκτρικό δίπολο δεν υπακούει στον νόμο του Ωμ, και δεν είναι μεταλλικό σύρμα.

Λύσεις ασκήσεων βιβλίου μαθητή

- 1 α.
Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο SI.

$$R = 6 \text{ k}\Omega = 6 \cdot 10^3 \Omega$$

$$t = 1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$$

Σύμφωνα με τον νόμο του Ωμ ισχύει:

$$I = \frac{V}{R} \quad \text{ή} \quad I = \frac{3 \text{ V}}{6 \cdot 10^3 \Omega} \quad \text{ή} \quad I = \frac{1}{2} 10^{-3} \text{ A} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ A}$$

β. Από τη μαθηματική σχέση του ηλεκτρικού ρεύματος ισχύει:

$$I = \frac{q}{t} \quad \text{ή} \quad q = It \quad \text{ή} \quad q = 5 \cdot 10^{-4} \text{ A} \cdot 3600 \text{ s} \quad \text{ή} \quad q = 1,8 \text{ C}.$$

- 2 α. Σχεδιάζεις το σχηματικό διάγραμμα του κυκλώματος.

β. Σχεδιάζεις τη συμβατική φορά του ηλεκτρικού ρεύματος από τον θετικό πόλο της πηγής προς τον αρνητικό, μέσω του κυκλώματος.

γ. Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο SI.

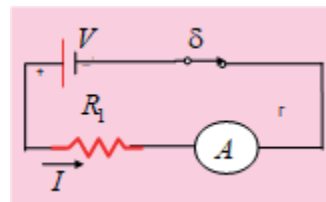
$$I_1 = 2,5 \text{ mA} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

Υπολογίζεις την αντίσταση του σύρματος:

$$R = \frac{V_1}{I_1} \quad \text{ή} \quad R = \frac{1,5 \text{ V}}{2,5 \cdot 10^{-3} \text{ A}} \quad \text{ή} \quad R = 0,6 \cdot 10^3 \Omega \quad \text{ή} \quad R = 600 \Omega$$

δ. Αν συνδέσεις τα άκρα του ίδιου σύρματος με τους πόλους μιας μπαταρίας $V_2 = 9 \text{ V}$, η ένδειξη του αμπερομέτρου είναι:

$$I_2 = \frac{V_2}{R} \quad \text{ή} \quad I = \frac{9 \text{ V}}{600 \Omega} \quad \text{ή} \quad I_2 = \frac{3}{2} 10^{-2} \text{ A} = 0,15 \cdot 10^{-2} \text{ A} = 0,15 \text{ mA}.$$



α. Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο SI.

$$= 12 \text{ mA} = 12 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

Υπολογίζεις την αντίσταση του σύρματος:

$$R = \frac{V}{I} \quad \text{ή} \quad R = \frac{6 \text{ V}}{12 \cdot 10^{-3} \text{ A}} \quad \text{ή} \quad R = 0,5 \cdot 10^3 \Omega \quad \text{ή} \quad R = 500 \Omega.$$

β. Η αντίσταση του σύρματος είναι σταθερή και ανεξάρτητη από την τάση στα άκρα της: $R = 500 \Omega$.

γ. Αν συνδέσεις τα άκρα του ίδιου σύρματος με τους πόλους μιας μπαταρίας $V_1 = 12 \text{ V}$, η ένδειξη του αμπερομέτρου είναι:

$$I_1 = \frac{V_1}{R} \quad \text{ή} \quad I_1 = \frac{12 \text{ V}}{500 \Omega} \quad \text{ή} \quad I_1 = 2,4 \cdot 10^{-2} \text{ A} = 24 \cdot 10^{-3} \text{ A} = 24 \text{ mA}.$$

2.4 Παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η αντίσταση ενός αγωγού

Απαντήσεις ερωτήσεων βιβλίου μαθητή

- 1 α. εμβαδού, β. είδος, γ. μήκος, δ. μικρότερη
- 2 α. Λ, β. Σ, γ. Σ, δ. Λ, ε. Σ, στ. Λ, ζ. Λ
- 3 β. Εφόσον η αντίσταση είναι ανάλογη του μήκους και αντιστρόφως ανάλογη του εμβαδού διατομής και επειδή έχουμε σύρμα ίδιου μήκους με το Άγαλμα της Ελευθερίας, αυτό συνεπάγεται ότι το λιγότερο «φαρδύ» μέταλλο (στην περίπτωση μας το σύρμα) θα έχει τη μεγαλύτερη αντίσταση.
- 4 δ. Όποια μεταβολή και να κάνεις στα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του σύρματος, το υλικό του θα παραμένει το ίδιο. Επειδή η ειδική αντίσταση έχει να κάνει με το υλικό του αγωγού, δεν θα αλλάξει, όσο και να μετασχηματίζεις το σχήμα του αγωγού.

Λύσεις ασκήσεων βιβλίου μαθητή

- 1 Το αρχικό σύρμα είχε αντίσταση $R_1 = \rho \frac{\ell}{A}$. Η ωμική αντίσταση της συστοιχίας που προέκυψε είναι:

$$R_2 = \rho \frac{\frac{\ell}{2}}{\frac{A}{2}} \quad \text{ή} \quad R_2 = \frac{1}{4} \cdot \rho \frac{\ell}{A} \quad \text{ή} \quad R_2 = \frac{1}{4} \cdot R_1 \quad \text{ή} \quad R_2 = 2 \, \Omega.$$

- 2 Το αρχικό σύρμα είχε αντίσταση $R_1 = \rho \frac{\ell}{A}$. Η ωμική αντίσταση καθενός από τα τέσσερα σύρματα είναι:

$$R_2 = \rho \frac{\frac{\ell}{3}}{\frac{A}{3}} \quad \text{ή} \quad R_2 = \frac{1}{3} \cdot \rho \frac{\ell}{A} \quad \text{ή} \quad R_2 = \frac{1}{3} \cdot R_1 \quad \text{ή} \quad R_2 = 4 \, \Omega.$$

- 3 Το αρχικό σύρμα είχε αντίσταση $R = \rho \frac{\ell}{A}$. Η ωμική αντίσταση του δεύτερου σύρματος είναι:

$$R_2 = \rho \frac{\ell_1}{A_2} \quad \text{ή} \quad R_2 = \rho \frac{\ell_1}{2A_1} \quad \text{ή} \quad R_2 = \frac{1}{2} \cdot \rho \frac{\ell_1}{A_1} \quad \text{ή} \quad R_2 = \frac{1}{2} \cdot R_1 \quad \text{ή} \quad R_1 = 12 \, \Omega.$$

- 4 Η διαδικασία ονομάζεται **διαστατική ανάλυση** και μας βοηθάει να υπολογίσουμε τις μονάδες ενός φυσικού μεγέθους από τη μαθηματική σχέση που το ορίζει. Για να υπολογίσεις τη μονάδα της ειδικής αντίστασης στο SI, χρησιμοποιείς τη σχέση που δείχνει τον τρόπο με τον οποίο εξαρτάται η ωμική αντίσταση από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της και επιλύεις ως προς ρ :

$$R = \rho \frac{\ell}{A} \quad \text{ή} \quad \rho = \frac{R \cdot A}{\ell}$$

Ακολουθώντας τις μονάδες των φυσικών μεγεθών στο SI. $\frac{1 \, \Omega \cdot 1 \, \text{m}^2}{1 \, \text{m}} = 1 \, \Omega \cdot \text{m}$

Άρα, η μονάδα μέτρησης της ειδικής αντίστασης ρ στο SI είναι το $1 \, \Omega \cdot \text{m}$.

2.5 Εφαρμογές αρχών διατήρησης στη μελέτη απλών ηλεκτρικών κυκλωμάτων

Απαντήσεις ερωτήσεων βιβλίου μαθητή

1 α. ανοικτό, β. ίσο, γ. φορτίο, ρεύματος, δ. τάση, μπαταρίας

2 α. Λ, β. Σ, γ. Λ, δ. Λ

3 γ

4 α

5 γ

Λύσεις ασκήσεων βιβλίου μαθητή

1

α. Οι δύο αντιστάτες $R_1 = 4 \Omega$ και $R_2 = 2 \Omega$ συνδέονται σε σειρά. Η ισοδύναμη αντίστασή τους είναι:

$$R = R_1 + R_2 \quad \text{ή} \quad R = 4 \Omega + 2 \Omega \quad \text{ή} \quad R = 6 \Omega$$

β. Σύμφωνα με τον νόμο του Ωμ για όλο το κύκλωμα, η ένδειξη του αμπερομέτρου είναι:

$$I = \frac{V}{R} \quad \text{ή} \quad I = \frac{12 \text{ V}}{6 \Omega} \quad \text{ή} \quad I = 2 \text{ A}$$

γ. Επειδή οι αντιστάτες είναι σε σειρά, διαρρέονται από το ίδιο ηλεκτρικό ρεύμα: $I_1 = I_2 = I = 2 \text{ A}$.

Σύμφωνα με τον νόμο του Ωμ για την ωμική αντίσταση $R_1 = 4 \Omega$, η ένδειξη του πρώτου βολτομέτρου είναι:

$$I_1 = \frac{V_1}{R_1} \quad \text{ή} \quad V_1 = I_1 \cdot R_1 \quad \text{ή} \quad V_1 = 2 \text{ A} \cdot 4 \Omega \quad \text{ή} \quad V_1 = 8 \text{ V}$$

Σύμφωνα με τον νόμο του Ωμ για την ωμική αντίσταση $R_2 = 2 \Omega$, η ένδειξη του δεύτερου βολτομέτρου είναι:

$$I_2 = \frac{V_2}{R_2} \quad \text{ή} \quad V_2 = I_2 \cdot R_2 \quad \text{ή} \quad V_2 = 2 \text{ A} \cdot 2 \Omega \quad \text{ή} \quad V_2 = 4 \text{ V}$$

Συμπεραίνω ότι το άθροισμα των ενδείξεων των δύο βολτομέτρων είναι ίσο με την ένδειξη του βολτομέτρου της ηλεκτρικής πηγής. Αυτό είναι αποτέλεσμα της αρχής διατήρησης της ενέργειας:

$$V_1 + V_2 = 8 \text{ V} + 4 \text{ V} = 12 \text{ V} = V$$

2

α. Οι δύο ωμικές αντιστάσεις $R_1 = 30 \Omega$ και $R_2 = 20 \Omega$ συνδέονται παράλληλα. Η ισοδύναμη αντίστασή τους είναι:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad \text{ή} \quad \frac{1}{R} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} \quad \text{ή} \quad R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad \text{ή} \quad R = \frac{30 \Omega \cdot 20 \Omega}{30 \Omega + 20 \Omega} \quad \text{ή} \quad R = 12 \Omega$$

β. Σύμφωνα με τον νόμο του Ωμ για όλο το κύκλωμα, η ένδειξη του αμπερομέτρου είναι:

$$I = \frac{V}{R} \quad \text{ή} \quad I = \frac{12 \text{ V}}{12 \Omega} \quad \text{ή} \quad I = 1 \text{ A}$$

γ. Επειδή οι ωμικές αντιστάσεις είναι παράλληλα, έχουν την ίδια τάση στα άκρα τους και ίση με την τάση της ηλεκτρικής πηγής: $V_1 = V_2 = V = 12 \text{ V}$.

Σύμφωνα με τον νόμο του Ωμ για την ωμική αντίσταση $R_1 = 30 \Omega$, η ένδειξη του πρώτου αμπερομέτρου είναι:

$$I_1 = \frac{V_1}{R_1} \quad \text{ή} \quad I_1 = \frac{12 \text{ V}}{30 \Omega} \quad \text{ή} \quad I_1 = 0,4 \text{ A}$$

Σύμφωνα με τον νόμο του Ωμ για την ωμική αντίσταση $R_2 = 20 \Omega$, η ένδειξη του δεύτερου αμπερομέτρου είναι:

$$I_2 = \frac{V_2}{R_2} \quad \text{ή} \quad I_2 = \frac{12 \text{ V}}{20 \Omega} \quad \text{ή} \quad I_2 = 0,6 \text{ A}$$

Συμπεραίνω ότι το άθροισμα των ενδείξεων των δύο αμπερομέτρων είναι ίσο με την ένδειξη του αμπερομέτρου της ηλεκτρικής πηγής.

Αυτό είναι αποτέλεσμα της αρχής διατήρησης του ηλεκτρικού φορτίου: $I_1 + I_2 = 0,4 \text{ A} + 0,6 \text{ A} = 1 \text{ A} = I$

3

α. Σύμφωνα με τον νόμο του Ωμ για όλο το κύκλωμα είναι:

$$I = \frac{V}{R} \quad \text{ή} \quad R = \frac{V}{I} \quad \text{ή} \quad R = \frac{40 \text{ V}}{5 \text{ A}} \quad \text{ή} \quad R = 8 \Omega$$

Οι δύο ωμικές αντιστάσεις $R_1 = 6 \Omega$ και R_2 συνδέονται σε σειρά. Η ισοδύναμη αντίστασή τους είναι:

$$R = R_1 + R_2 \quad \text{ή} \quad R_2 = 8 \Omega - 6 \Omega \quad \text{ή} \quad R_2 = 2 \Omega$$

β. Επειδή οι ωμικές αντιστάσεις είναι σε σειρά, διαρρέονται από το ίδιο ηλεκτρικό ρεύμα: $I_1 = I_2 = I = 5 \text{ A}$.

Η διαφορά δυναμικού V_2 στα άκρα της ωμικής αντίστασης R_2 , σύμφωνα με τον νόμο του Ωμ για την R_2 , είναι:

$$I = \frac{V_2}{R_2} \quad \text{ή} \quad V_2 = I \cdot R_2 \quad \text{ή} \quad V_2 = 5 \text{ A} \cdot 2 \Omega \quad \text{ή} \quad V_2 = 10 \text{ V}$$

γ. Το ηλεκτρικό φορτίο που διέρχεται σε χρόνο $t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$ από μια διατομή του κυκλώματος, υπολογίζεται από τον ορισμό του ηλεκτρικού ρεύματος:

$$I = \frac{q}{t} \quad \text{ή} \quad q = I \cdot t \quad \text{ή} \quad q = 5 \text{ A} \cdot 60 \text{ s} \quad \text{ή} \quad q = 300 \text{ C}$$

4

α. Από το διάγραμμα του ηλεκτρικού ρεύματος $I(V)$ υπολογίζεις την ισοδύναμη αντίσταση R :

$$R = \frac{V}{I} \quad \text{ή} \quad R = \frac{6 \text{ V}}{50 \text{ mA}} \quad \text{ή} \quad R = \frac{6 \text{ V}}{50 \cdot 10^{-3} \text{ A}} \quad \text{ή} \quad R = 120 \Omega$$

β. Επειδή $R < R_1$, οι ωμικές αντιστάσεις $R_1 = 200 \Omega$ και R_2 είναι συνδεδεμένες παράλληλα. Αν ήταν συνδεδεμένες σε σειρά, τότε θα ήταν $R = R_1 + R_2$ με συνέπεια να ήταν $R > R_1$.

γ. Η ισοδύναμη αντίστασή τους είναι:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad \text{ή} \quad \frac{1}{R_2} = \frac{1}{R} - \frac{1}{R_1} \quad \text{ή} \quad \frac{1}{R_2} = \frac{R_1 - R}{R_1 \cdot R} \quad \text{ή} \quad R_2 = \frac{R_1 \cdot R}{R_1 - R} \quad \text{ή} \quad R_2 = 400 \Omega$$

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ PHYSICS IS FUN ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 2

- 2** Το λεμόνι περιέχει ηλεκτρολύτες, με κυριότερο το κιτρικό οξύ. Τα άτομα του χαλκού, από τον οποίο είναι φτιαγμένο το κέρμα των 5 λεπτών, αντιδρούν με τους ηλεκτρολύτες, αποβάλλοντας με μεγάλη ευκολία ηλεκτρόνια προς τους ηλεκτρολύτες. Η έλλειψη ηλεκτρονίων που εμφανίζεται στο κέρμα δημιουργεί μια μετακίνηση ηλεκτρονίων από τον ψευδάργυρο –που είναι η γαλβανιζέ επικάλυψη– της βίδας προς το κέρμα. Τα άτομα του ψευδαργύρου αντιδρούν με τους ηλεκτρολύτες, προσλαμβάνοντας ηλεκτρόνια, τα οποία αναπληρώνουν τα ηλεκτρόνια που τον εγκατέλειψαν και κατευθύνθηκαν προς το κέρμα. Το αποτέλεσμα είναι να έχουμε μια ροή των ηλεκτρονίων που οδηγεί σε συσσώρευση θετικών φορτίων στο κέρμα και, αντίστοιχα, συσσώρευση αρνητικών φορτίων στον χαλκό. Αυτή η διαφορά μετريέται με το βολτόμετρο ως διαφορά δυναμικού.
- 3** Χρησιμοποίησε το πολύμετρο του εργαστηρίου ως ωμόμετρο (μετρητή αντιστάσεων), με τον επιλογέα στην κατάλληλη θέση, και κάνε τις μετρήσεις.
- 4** Το ανταλλακτικό μύτης από το μηχανικό μολύβι έχει αντίσταση, που η τιμή της εξαρτάται και από το μήκος του. Όσο μεγαλύτερο μήκος από το ανταλλακτικό μύτης μετέχει στο κύκλωμα, τόσο αυξάνεται και η αντίσταση του κυκλώματος. Μεταβάλλοντας, όμως, την αντίσταση του κυκλώματος, μεταβάλλουμε και την ένταση του ρεύματος που το διαρρέει. Έτσι όταν αυξάνουμε ή μειώνουμε το μήκος του ανταλλακτικού μύτης του μολυβιού που μετέχει στο κύκλωμα, μεταβάλλουμε την αντίσταση του κυκλώματος, με αποτέλεσμα να αλλάζει και το ρεύμα που το διαρρέει. Αυτή η μεταβολή του ρεύματος διαπιστώνεται από τη αυξομείωση στη φωτεινότητα του λαμπτήρα. Φτιάξαμε δηλαδή έναν μηχανισμό που ρυθμίζει την ένταση του ρεύματος, δηλαδή έναν ροοστάτη.
- 5** Το συρμάτινο σφουγγάρι κουζίνας είναι φτιαγμένο από πολύ λεπτά σύρματα αλουμινίου που είναι αγωγοί. Αν και το αλουμίνιο έχει πολύ μικρή ειδική αντίσταση, επειδή η διατομή του σύρματος είναι πάρα πολύ μικρή (περίπου 0,05 mm), οι αντιστάσεις είναι μετρήσιμες. Αν κάνουμε την παραδοχή ότι τα σύρματα που κόψαμε έχουν περίπου σταθερή διατομή σε όλο τους το μήκος, μπορούμε να βγάλουμε την συσχέτιση μήκους αγωγού και αντίστασης που είναι σχέση αναλογίας. Αν δεν είναι αρκετά τεντωμένα τα σύρματα, το πραγματικό τους μήκος είναι αρκετά μεγαλύτερο από αυτό που μετράς. Μην χρησιμοποιήσεις «χρυσό» συρμάτινο σφουγγάρι. Είναι κράμα χαλκού με ακόμα μικρότερη ειδική αντίσταση, οι τιμές που θα μετρήσεις είναι πολύ μικρότερες και δεν θα μπορέσεις να βγάλεις συμπεράσματα.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 2

1 Η συμβατική φορά του ηλεκτρικού ρεύματος είναι αντίθετη από την φορά κίνησης των ηλεκτρονίων. Εάν το αρνητικά φορτισμένο μπαλάκι εκτελεί ελεύθερη πτώση, τα ηλεκτρόνια κινούνται προς τα κάτω, συνεπώς, η φορά του ηλεκτρικού ρεύματος είναι προς τα πάνω.

2 Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος ορίζεται ως το πηλίκο του ηλεκτρικού φορτίου που διαρρέει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα προς αυτό το χρονικό διάστημα.

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

Το ηλεκτρικό φορτίο που διαρρέει το φλας στο χρονικό διάστημα λειτουργίας του υπολογίζεται μέσω του τύπου $q = I \cdot t = 0,18 \text{ A} \cdot 78 \text{ s} = 14,04 \text{ C}$. Το ηλεκτρικό φορτίο είναι κβαντισμένο, δηλαδή ακέραιο πολλαπλάσιο του ηλεκτρονίου, που θεωρείται η στοιχειώδης μονάδα ηλεκτρικού φορτίου. Ο αριθμός των ηλεκτρονίων στον οποίο αντιστοιχεί η συγκεκριμένη ποσότητα ηλεκτρικού φορτίου υπολογίζεται μέσω του τύπου:

$$N_e = \frac{q}{q_e} = \frac{14,04 \text{ C}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = 8,775 \cdot 10^{19} \text{ ηλεκτρόνια.}$$

3 Ένα ηλεκτρικό φορτίο δημιουργεί ηλεκτρικό ρεύμα όταν κινείται προς μια συγκεκριμένη κατεύθυνση. Παρότι το ανθρώπινο σώμα αποτελείται από ηλεκτρικά φορτία, είναι ηλεκτρικά ουδέτερο, καθώς ο αριθμός των ηλεκτρονίων είναι ίσος με τον αριθμό των πρωτονίων. Γι' αυτόν τον λόγο, το συνολικό ηλεκτρικό φορτίο του ανθρώπινου σώματος είναι μηδέν και έτσι όταν περπατάμε δεν δημιουργούμε ηλεκτρικό ρεύμα.

4 Κατά το χτένισμα τα μαλλιά σου φορτίζονται με τριβή και αποκτούν φορτίο ίσο και αντίθετο με αυτό της βούρτσας. Αν ξεκινήσεις να περπατάς με τη βούρτσα στο χέρι, το συνολικό ηλεκτρικό φορτίο είναι μηδέν, συνεπώς, δεν παράγεις ηλεκτρικό ρεύμα. Αντίθετα, αν αφήσεις την βούρτσα στο κρεβάτι σου πριν ξεκινήσεις να περπατάς, τότε παράγεις ηλεκτρικό ρεύμα, καθώς το φορτίο που συσσωρεύθηκε στα μαλλιά σου τίθεται σε κίνηση.

5 Το ηλεκτρικό ρεύμα μπορεί να προκαλέσει ανεπανόρθωτες βλάβες στο ανθρώπινο σώμα αν η μεταφερόμενη ενέργεια ξεπεράσει μια συγκεκριμένη τιμή. Η ηλεκτρική ενέργεια είναι ίση με το γινόμενο του ηλεκτρικού φορτίου και της εφαρμοζόμενης τάσης. Όταν καθαρίζεις τα παπούτσια σου στο χαλάκι της εξώπορτας, αυτά φορτίζονται ηλεκτρικά, όμως το ηλεκτρικό φορτίο είναι πολύ μικρό, όπως μικρή είναι και η μεταφερόμενη ηλεκτρική ενέργεια. Αντίθετα, η επαφή με ένα ρευματοφόρο καλώδιο μπορεί να αποβεί μοιραία, καθώς η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος είναι υψηλή και το χρονικό διάστημα της επαφής ικανό να προκαλέσει ακόμη και θάνατο.

6 Η κοπέλα σε καμία περίπτωση δεν κινδυνεύει. Επίσης, δεν υπάρχει καμία διαφορά αν την ακουμπήσει με το ένα ή τα δύο χέρια. Η σφαίρα έχει το ίδιο δυναμικό σε όλη την επιφάνειά της. Αυτό που προκαλεί τη ροή ηλεκτρικού ρεύματος είναι η διαφορά δυναμικού.

7 β

8 α. Παρατηρείς ότι η διαφορά δυναμικού στα άκρα των διπόλων και η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που τα διαρρέει είναι ποσά ανάλογα, γιατί η γραφική παράσταση είναι ευθεία γραμμή που διέρχεται από την αρχή των αξόνων. Συνεπώς, τα δίπολα «υπακούουν» στον νόμο του Ωμ, είναι αντιστάτες.

β. Η κλίση της **χαρακτηριστικής καμπύλης** έντασης ηλεκτρικού ρεύματος – διαφοράς δυναμικού ενός αντιστάτη είναι σταθερή, όπως φαίνεται στο διάγραμμα, και ίση με το αντίστροφο της ωμικής αντίστασης: $\epsilon\phi\phi = \frac{E}{V} = \frac{1}{R}$.

Από το διάγραμμα είναι: $\phi_1 > \phi_2$ ή $\epsilon\phi\phi_1 > \epsilon\phi\phi_2$ ή $\frac{1}{R_1} > \frac{1}{R_2}$ ή $R_1 < R_2$.

γ. Τα δίπολα που χρησιμοποιήσαμε έχουν αντιστάσεις:

$$1^{\circ}: R_1 = \frac{V_1}{I_1} \quad \text{ή} \quad R_1 = \frac{20 \text{ V}}{40 \text{ mA}} \quad \text{ή} \quad R_1 = \frac{1 \text{ V}}{2 \cdot 10^{-3} \text{ A}} \quad \text{ή} \quad R_1 = 0,5 \cdot 10^3 \Omega \quad \text{ή} \quad R_1 = 0,5 \text{ k}\Omega$$

$$2^{\circ}: R_2 = \frac{V_2}{I_2} \quad \text{ή} \quad R_2 = \frac{20 \text{ V}}{10 \text{ mA}} \quad \text{ή} \quad R_2 = \frac{2 \text{ V}}{10^{-3} \text{ A}} \quad \text{ή} \quad R_2 = 2 \cdot 10^3 \Omega \quad \text{ή} \quad R_2 = 2 \text{ k}\Omega$$

9 α

10 Τα φανάρια των αυτοκινήτων συνδέονται παράλληλα, ώστε εάν ένα εξ αυτών καεί, τα υπόλοιπα να λειτουργούν κανονικά, προστατεύοντας τους επιβάτες από ενδεχόμενο ατύχημα.

11 Ο υπολογισμός της ισοδύναμης αντίστασης διαφέρει ανάλογα με τον τύπο της συνδεσμολογίας. Σε ένα κύκλωμα αντιστάτων σε σειρά η ισοδύναμη αντίσταση είναι μεγαλύτερη από τη μεγαλύτερη αντίσταση $R = R_1 + R_2 + \dots + R_N$ ενώ στην παράλληλη σύνδεση η ισοδύναμη αντίσταση είναι μικρότερη από τη μικρότερη αντίσταση του κυκλώματος

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_N}$$

Συνεπώς, εάν ο επιπλέον αντιστάτης συνδεθεί σε σειρά, η ισοδύναμη αντίσταση αυξάνεται, ενώ εάν συνδεθεί παράλληλα, αυτή μειώνεται.

12 α) Επειδή όλα τα λαμπάκια μιας δεσμίδας είναι συνδεδεμένα σε σειρά, η ολική τάση είναι το άθροισμα των επιμέρους τάσεων. Δηλαδή $V_{\text{ολ}} = V_1 + V_2 + \dots + V_N$

Επειδή όλα τα λαμπάκια είναι όμοια, άρα έχουν την ίδια αντίσταση, η διαφορά δυναμικού στα άκρα τους θα είναι η ίδια.

Επομένως, $V_{\text{ολ}} = N \cdot V_1$, όπου V_1 η τάση στα άκρα από κάθε λαμπάκι.

$$\text{Επομένως, } N = \frac{V_{\text{ολ}}}{V_1} \quad \text{ή} \quad N = \frac{220 \text{ V}}{4,4 \text{ V}} = 50 \text{ λαμπάκια.}$$

β) Αν αφαιρέσουμε ένα λαμπάκι, είναι σαν να ανοίγουμε τον διακόπτη. Οπότε όλα τα λαμπάκια θα σβήσουν.

γ) Πραγματικά, τα λαμπάκια είναι σε σειρά, αλλά αν καεί το ένα, τα άλλα λειτουργούν κανονικά, σε αντίθεση με την περίπτωση κατά την οποία έχουμε αφαιρέσει ένα λαμπάκι από τη βάση του.

Στις παλαιότερες διατάξεις με λαμπάκια, αν καίγεται ένα λαμπάκι της δεσμίδας, έσβηναν όλα. Ωστόσο, στις περισσότερες περιπτώσεις αυτό δεν συμβαίνει πλέον. Αν καεί το συρματάκι από μία λάμπα, τα υπόλοιπα λαμπάκια συνεχίζουν να λειτουργούν κανονικά. Ένα εφεδρικό συρματάκι στη βάση του λαμπτήρα επιτρέπει το ρεύμα να συνεχίσει να ρέει, έτσι ώστε το κύκλωμα να μην διακόπτεται.

13 α. Όταν συνδέεις δύο αντιστάτες σε σειρά, τότε η ολική τους αντίσταση R είναι μεγαλύτερη από την αντίσταση καθενός από τους δύο αντιστάτες: $R_2 < R_1 < R$.
Όταν συνδέεις δύο αντιστάτες παράλληλα, τότε η ολική τους αντίσταση R' είναι μικρότερη από την αντίσταση καθενός από τους δύο αντιστάτες: $R' < R_2 < R_1$.

Συνεπώς $R' < R_2 < R_1 < R$ (1).

Η κλίση της **χαρακτηριστικής καμπύλης** έντασης ηλεκτρικού ρεύματος – διαφοράς δυναμικού ενός αντιστάτη είναι σταθερή, όπως φαίνεται στο διάγραμμα, και ίση με το αντίστροφο της ωμικής αντίστασης: $\epsilon\phi\phi = \frac{E}{V} = \frac{1}{R}$.

Από το διάγραμμα είναι: $\phi_A > \phi_B$ ή $\epsilon\phi\phi_A > \epsilon\phi\phi_B$ ή $\frac{1}{R_A} > \frac{1}{R_B}$ ή $R_A < R_B$ (2).

Από τις σχέσεις (1) και (2) προκύπτει ότι η καμπύλη Α αντιστοιχεί στην παράλληλη σύνδεση και η καμπύλη Β στη σύνδεση σε σειρά.

β. Για την καμπύλη Β στη σύνδεση σε σειρά: $R = R_B = \frac{V_B}{I_B}$ ή $R = \frac{24 \text{ V}}{3 \text{ A}}$ ή $R = 8 \Omega$

γ. Για την καμπύλη Α στην παράλληλη σύνδεση: $R' = R_A = \frac{V_A}{I_A}$ ή $R' = \frac{24 \text{ V}}{16 \text{ A}}$ ή $R' = 1,5 \Omega$

δ. Για τη σύνδεση σε σειρά ισχύει: $R = R_1 + R_2$ ή $8 \Omega = R_1 + R_2$ (3).

Για την παράλληλη σύνδεση ισχύει: $R' = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$ ή $1,5 \Omega = \frac{R_1 \cdot R_2}{8 \Omega}$ ή $R_1 \cdot R_2 = 12 \Omega^2$ (4)

Συνεπώς αναζητούμε δύο ακέραιους αριθμούς με άθροισμα 8 και γινόμενο 12.

Ο αριθμός 12 γράφεται ως γινόμενο δύο ακεραίων στις εξής τρεις περιπτώσεις:

- $12 = 1 \cdot 12$, όμως το άθροισμά τους είναι $1 + 12 = 13$, συνεπώς απορρίπτονται.
- $12 = 2 \cdot 6$, το άθροισμά τους είναι $2 + 6 = 8$, συνεπώς είναι δεκτοί.
- $12 = 3 \cdot 4$, όμως το άθροισμά τους είναι $3 + 4 = 7$, συνεπώς απορρίπτονται.

Άρα είναι $R_1 = 6 \Omega$ και $R_2 = 2 \Omega$ αφού $R_1 > R_2$.

14 Αν ο 1^{ος} διακόπτης είναι ανοικτός, τότε διακόπτεται το ηλεκτρικό ρεύμα σε όλο το κύκλωμα και είναι σβηστοί όλοι οι λαμπτήρες.

Το ίδιο συμβαίνει αν ανοίξεις τον 2^ο διακόπτη. Όλοι οι λαμπτήρες είναι σβηστοί.

Αν ο 3^{ος} διακόπτης είναι ανοικτός, τότε διακόπτεται το ηλεκτρικό ρεύμα στον κλάδο του κυκλώματος που περιλαμβάνει τον λαμπτήρα Λ_3 . Ο λαμπτήρας Λ_3 είναι σβηστός, ενώ οι άλλοι είναι αναμμένοι, καθώς το ηλεκτρικό ρεύμα διέρχεται από τον λαμπτήρα Λ_4 και κλείνει το κύκλωμα.

Αν ο 4^{ος} διακόπτης είναι ανοικτός, τότε διακόπτεται το ηλεκτρικό ρεύμα στον κλάδο του κυκλώματος που περιλαμβάνει τον λαμπτήρα Λ_4 . Ο λαμπτήρας Λ_4 είναι σβηστός, ενώ οι άλλοι είναι αναμμένοι, καθώς το ηλεκτρικό ρεύμα διέρχεται από τον λαμπτήρα Λ_3 και κλείνει το κύκλωμα.

Διακόπτης ανοικτός	Λαμπτήρας Λ_1	Λαμπτήρας Λ_2	Λαμπτήρας Λ_3	Λαμπτήρας Λ_4
1 ^{ος} διακόπτης	σβηστός	σβηστός	σβηστός	σβηστός
2 ^{ος} διακόπτης	σβηστός	σβηστός	σβηστός	σβηστός
3 ^{ος} διακόπτης	αναμμένος	αναμμένος	σβηστός	αναμμένος
4 ^{ος} διακόπτης	αναμμένος	αναμμένος	αναμμένος	σβηστός

3 Ενέργεια του ηλεκτρικού ρεύματος

3.1 Θερμικά αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος

Απαντήσεις ερωτήσεων βιβλίου μαθητή

- 1 α. θερμαίνεται, β. ανάλογη, ανάλογη, ανάλογη, γ. βραχυκύκλωμα, δ. θερμική, ε. ηλεκτρική
- 2 α. Λ, β. Λ, γ. Σ, δ. Σ
- 3 γ
- 4 δ
- 5 γ
- 6 γ

Λύσεις ασκήσεων βιβλίου μαθητή

- 1 Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο SI.

$$\Delta t = 5 \text{ min} = 5 \cdot 60 \text{ s} = 300 \text{ s}.$$

Η θερμότητα που μεταφέρεται από τον αντιστάτη στο περιβάλλον υπολογίζεται από τον νόμο του Τζάουλ:

$$Q = I^2 \cdot R \cdot \Delta t \quad \text{ή} \quad Q = 10^2 \text{ A} \cdot 20 \, \Omega \cdot 300 \text{ s} \quad \text{ή} \quad Q = 600\,000 \text{ J}$$

Δεδομένα	Ζητούμενο
$R = 20 \, \Omega$ $I = 10 \text{ A}$ $\Delta t = 300 \text{ s}$	Q
Βασικές σχέσεις	$Q = I^2 \cdot R \cdot \Delta t$

2

Η μεταβολή της θερμοκρασίας του νερού είναι:

$$\Delta\theta = \Delta\theta_{\text{τελ}} - \Delta\theta_{\text{αρχ}} = 36\text{ }^{\circ}\text{C} - 18\text{ }^{\circ}\text{C} = 18\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Οι δύο ωμικές αντιστάσεις $R_1 = 110\text{ }\Omega$ και $R_2 = 220\text{ }\Omega$ συνδέονται παράλληλα. Η ισοδύναμη αντίστασή τους είναι:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad \text{ή} \quad \frac{1}{R} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} \quad \text{ή} \quad R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad \text{ή}$$

$$R = \frac{110\text{ }\Omega \cdot 220\text{ }\Omega}{110\text{ }\Omega + 220\text{ }\Omega} \quad \text{ή} \quad R = \frac{220}{3}\text{ }\Omega.$$

Σύμφωνα με τον νόμο του Ωμ, η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος για όλο το κύκλωμα είναι:

$$I = \frac{V}{R} \quad \text{ή} \quad I = \frac{220\text{ V}}{\frac{220}{3}\text{ }\Omega} \quad \text{ή} \quad I = 3\text{ A}.$$

Σύμφωνα με την εκφώνηση, όλο το ποσό θερμότητας μεταφέρεται από τον αντιστάτη στο νερό. Από τον νόμο της θερμιδομετρίας ισχύει:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta \quad \text{ή} \quad Q = 0,5\text{ kg} \cdot 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}} \cdot 18\text{ }^{\circ}\text{C} \quad \text{ή} \quad Q = 37\,800\text{ J}.$$

Η θερμότητα που μεταφέρεται από τον αντιστάτη στο νερό υπολογίζεται από τον νόμο του Τζάουλ:

$$Q = I^2 \cdot R \cdot \Delta t \quad \text{ή} \quad \Delta t = \frac{Q}{I^2 \cdot R} \quad \text{ή} \quad \Delta t = \frac{37\,800\text{ J}}{3^2\text{ A}^2 \cdot \frac{220}{3}\text{ }\Omega} \quad \text{ή} \quad \Delta t = 57,3\text{ s}$$

3

α. Ποιες από αυτές τις μετρήσεις πραγματοποίησε η φυσικός για να διαπιστώσει:

i. Την εξάρτηση της θερμότητας από τον χρόνο που η αντίσταση διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα;

Απάντηση: Τα πειράματα 1, 2, 3.

ii. Την εξάρτηση της θερμότητας από την αντίσταση;

Απάντηση: Τα πειράματα 4, 5, 6, 7.

iii. Την εξάρτηση της θερμότητας από την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος

Απάντηση: Τα πειράματα 1, 4, 8.

iv. Υπάρχει κάποιο πείραμα που δεν αξιοποίησε;

Απάντηση: Το πείραμα 9.

Δεδομένα	Ζητούμενο
$R_1 = 110\text{ }\Omega$ $R_2 = 220\text{ }\Omega$ $V = 220\text{ V}$ $m = 0,5\text{ kg}$ $c = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}}$ $\Delta\theta = 18\text{ }^{\circ}\text{C}$	Δt
Βασικές σχέσεις: $R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$, $I = \frac{V}{R}$ $Q = I^2 \cdot R \cdot \Delta t$ $Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$	

β. Να συμπληρώσεις τον παρακάτω πίνακα.

Η θερμότητα που μεταφέρεται από τον αντιστάτη στο νερό, υπολογίζεται από τον νόμο του Τζάουλ:

$$Q = P \cdot R \cdot \Delta t$$

α/α	$I \text{ (A)}$	$R \text{ (}\Omega\text{)}$	$t \text{ (s)}$	$Q \text{ (J)}$
1	2	10	20	800
2	2	10	40	1600
3	2	10	60	2400
4	4	10	20	3200
5	4	20	20	6400
6	4	30	20	9600
7	4	50	20	16 000
8	6	10	20	7200
9	6	20	60	43 200

3.2 Χημικά αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος

Απαντήσεις ερωτήσεων βιβλίου μαθητή

- 1 α. οξέα, βάσεις, άλατα, β. χημικά, γ. χημικές, χημική, δ. αγωγοί, ε. ανιόν, θετικά
- 2 α. Λ, β. Σ, γ. Λ, δ. Λ, ε. Λ, στ. Σ
- 3 δ

3.3 Μαγνητικά αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος

Απαντήσεις ερωτήσεων βιβλίου μαθητή

- 1 α. ελκτικές, απωστικές, β. χώρος, γ. μαγνητική, δ. μαγνητική ενέργεια
- 2 α. δύναμη, β. μαγνητικό, γ. παράλληλες, δ. ηλεκτρικό, μαγνητικό
- 3 α. Λ, β. Σ, γ. Σ, δ. Λ, ε. Σ, στ. Σ
- 4 α. Σ, β. Λ, γ. Σ, δ. Λ, ε. Λ
- 5 α. Σ, β. Λ, γ. Λ, δ. Σ, ε. Σ
- 6 γ
- 7 γ

3.4 Ηλεκτρική και μηχανική ενέργεια

Απαντήσεις ερωτήσεων βιβλίου μαθητή

1 α. ηλεκτρικού, ανεμιστήρα, β. κινητική, γ. κινητική, ηλεκτρική, δ. κινητική

2 α. Λ, β. Σ, γ. Σ, δ. Λ

3 β

3.5 Βιολογικά αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος

- 1 α. νευρικού, β. ένταση, χρονική, σώματός, γ. μικρότερη, δ. θερμική ενέργεια
- 2 α. Λ, β. Λ, γ. Λ, δ. Σ
- 3 δ
- 4 β
- 5 Το ηλεκτρικό ρεύμα παραλύει το μυϊκό σύστημα του ανθρώπου και οι μύες του βρίσκονται σε συνεχή σύσπαση, με αποτέλεσμα να μην μπορεί να αφήσει το καλώδιο.
- 6 Υπάρχει η πιθανότητα στην προσπάθειά μας να βοηθήσουμε τον συνάνθρωπό μας να πάθουμε και εμείς οι ίδιοι ηλεκτροπληξία. Επομένως πρέπει να απομακρύνουμε τον αγωγό με ένα μονωτικό υλικό, όπως ξύλο ή πλαστικό. Τα αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες. Ακόμη και μια χαμηλή τάση μπορεί να προκαλέσει μεγάλη ένταση αν η αντίσταση είναι μικρή και ο χρόνος επαφής μεγάλος.
- 7 Το νερό της βρύσης δεν είναι μονωτής, οπότε άγει το ηλεκτρικό ρεύμα. Μάλιστα, το αφρόλουτρο τού δίνει μεγαλύτερη αγωγιμότητα. Σήμερα, παρά τα μέτρα ασφαλείας, ο κίνδυνος από ένα τέτοιο ατύχημα έχει μειωθεί. Ωστόσο, κακοτεχνίες κάποιων συσκευών μπορούν να προκαλέσουν ακόμα και τον θάνατο, όπως συχνά έχει καταγραφεί.

Λύσεις ασκήσεων βιβλίου μαθητή

- 1 α. Από τον νόμο του Ωμ $I = \frac{1}{R} \cdot V$ προκύπτει:

$$\text{Για } R_{\min} = 20 \text{ k}\Omega = 20 \cdot 10^3 \Omega: I_{\max} = \frac{1}{R_{\min}} \cdot V \quad \text{ή} \quad I_{\max} = \frac{220 \text{ V}}{20 \cdot 10^3 \Omega} \quad \text{ή} \quad I_{\max} = 11 \cdot 10^{-3} \text{ A} = 11 \text{ mA}.$$

$$\text{Για } R_{\max} = 100 \text{ k}\Omega = 100 \cdot 10^3 \Omega: I_{\min} = \frac{1}{R_{\max}} \cdot V \quad \text{ή} \quad I_{\min} = \frac{220 \text{ V}}{100 \cdot 10^3 \Omega} \quad \text{ή} \quad I_{\min} = 22 \cdot 10^{-4} \text{ A} = 2,2 \text{ mA}.$$

- β. Από τον νόμο του Ωμ προκύπτει:

$$I = \frac{1}{R} \cdot V \quad \text{ή} \quad R = \frac{V}{I} \quad \text{ή} \quad R = \frac{220 \text{ V}}{1 \text{ mA}} \quad \text{ή} \quad R = \frac{220 \text{ V}}{10^{-3} \text{ A}} \quad \text{ή} \quad R = 220 \cdot 10^3 \Omega \quad \text{ή} \quad R = 220 \text{ k}\Omega$$

Συμπέρασμα: Αν έρθεις σε επαφή με το ηλεκτρικό ρεύμα με το χέρι σου, δεν θα μπορέσεις να αποφύγεις τις δυσάρεστες συνέπειες, αφού αντίσταση $R = 220 \text{ k}\Omega$ δεν μπορεί να έχει το χέρι ενός εφήβου – ίσως μόνο κάποιων τεχνιτών.

3.6 Ενέργεια και ισχύς του ηλεκτρικού ρεύματος

Απαντήσεις ερωτήσεων βιβλίου μαθητή

1 α. ενέργεια, β. τζάουλ, γ. ισχύς, δ. βατ, ε. απόδοσης, μονάδας

2 α. Σ, β. Σ, γ. Λ, δ. Λ, ε. Σ

3 γ

4 γ

Λύσεις ασκήσεων βιβλίου μαθητή

1

α. Η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνει η φρυγανιέρα όταν λειτουργεί για $t = 5 \text{ min} = 5 \cdot 60 \text{ s} = 300 \text{ s}$ συνεχώς είναι:

$$P_{\eta\lambda} = \frac{E_{\eta\lambda}}{t} \quad \text{ή} \quad E_{\eta\lambda} = P_{\eta\lambda} \cdot t \quad \text{ή} \quad E_{\eta\lambda} = 1100 \text{ W} \cdot 300 \text{ s} \quad \text{ή} \quad E_{\eta\lambda} = 330\,000 \text{ J} = 330 \text{ kJ}$$

β. Το ηλεκτρικό ρεύμα που διαρρέει τη φρυγανιέρα όταν λειτουργεί, υπολογίζεται από τα στοιχεία κανονικής λειτουργίας:

$$P_K = V_K \cdot I_K \quad \text{ή} \quad I_K = \frac{P_K}{V_K} \quad \text{ή} \quad I_K = \frac{1100 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 5 \text{ A}$$

γ. Η ωμική αντίσταση της φρυγανιέρας είναι:

$$R = \frac{V_K}{I_K} \quad \text{ή} \quad R = \frac{220 \text{ V}}{5 \text{ A}} \quad \text{ή} \quad R = 44 \text{ }.$$

2

α. Η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνει ο κινητήρας όταν λειτουργεί για $t = 5 \text{ min} = 5 \cdot 60 \text{ s} = 300 \text{ s}$ συνεχώς είναι:

$$P_{\eta\lambda} = \frac{E_{\eta\lambda}}{t} \quad \text{ή} \quad E_{\eta\lambda} = P_{\eta\lambda} \cdot t \quad \text{ή} \quad E_{\eta\lambda} = 120 \text{ kW} \cdot 300 \text{ s} \quad \text{ή} \quad E_{\eta\lambda} = 36\,000 \text{ kJ} = 3,6 \cdot 10^7 \text{ J}.$$

β. Το ηλεκτρικό ρεύμα που τον διαρρέει, είναι:

$$P_K = V_K \cdot I_K \quad \text{ή} \quad I_K = \frac{P_K}{V_K} \quad \text{ή} \quad I_K = \frac{120 \text{ kW}}{408 \text{ V}} = 294,1 \text{ A}$$

γ. Η μηχανική ισχύς που αποδίδει ο κινητήρας υπολογίζεται από την απόδοσή του:

$$n = \frac{P_{\mu\eta\chi}}{P_{\eta\lambda}} \quad \text{ή} \quad P_{\mu\eta\chi} = n \cdot P_{\eta\lambda} \quad \text{ή} \quad P_{\mu\eta\chi} = 90\% \cdot 120 \text{ kW} \quad \text{ή} \quad P_{\mu\eta\chi} = 108 \text{ kW}$$

δ. Η θερμότητα που εκλύεται από τον κινητήρα στο περιβάλλον σε χρονικό διάστημα $t = 5 \text{ min} = 5 \cdot 60 \text{ s} = 300 \text{ s}$ είναι:

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t \quad \text{ή} \quad Q = I^2 \cdot \frac{V_K}{I_K} \cdot t \quad \text{ή} \quad Q = I_K \cdot V_K \cdot t \quad \text{ή} \quad Q = 3\,600\,000 \text{ J} = 36 \cdot 10^5 \text{ J}$$

Ή αλλιώς, με τη βοήθεια της αρχής διατήρησης της ενέργειας:

$$E_{\eta\lambda} = E_{\mu\eta\chi} + E_{\alpha\pi} \quad \text{ή} \quad E_{\alpha\pi} = E_{\eta\lambda} - E_{\mu\eta\chi} \quad \text{ή} \quad Q = P_{\eta\lambda} \cdot t - P_{\mu\eta\chi} \cdot t \quad \text{ή} \quad Q = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$$

3

α. Το ηλεκτρικό ρεύμα που διαρρέει τον **1^ο λαμπτήρα** όταν λειτουργεί κανονικά υπολογίζεται από τα στοιχεία κανονικής λειτουργίας:

$$P_{K,1} = V_{K,1} \cdot I_{K,1} \quad \text{ή} \quad I_{K,1} = \frac{P_{K,1}}{V_{K,1}} \quad \text{ή} \quad I_{K,1} = \frac{20 \text{ W}}{100 \text{ V}} = 0,2 \text{ A}$$

Η ωμική αντίσταση του **1^{ου} λαμπτήρα** είναι:

$$R_1 = \frac{V_{K,1}}{I_{K,1}} \quad \text{ή} \quad R_1 = \frac{100 \text{ V}}{0,2 \text{ A}} \quad \text{ή} \quad R_1 = 500 \, \Omega.$$

Το ηλεκτρικό ρεύμα που διαρρέει τον **2^ο λαμπτήρα** όταν λειτουργεί κανονικά υπολογίζεται από τα στοιχεία κανονικής λειτουργίας:

$$P_{K,2} = V_{K,2} \cdot I_{K,2} \quad \text{ή} \quad I_{K,2} = \frac{P_{K,2}}{V_{K,2}} \quad \text{ή} \quad I_{K,2} = \frac{100 \text{ W}}{100 \text{ V}} = 1 \text{ A}$$

Η ωμική αντίσταση του **2^{ου} λαμπτήρα** είναι:

$$R_2 = \frac{V_{K,2}}{I_{K,2}} \quad \text{ή} \quad R_2 = \frac{100 \text{ V}}{1 \text{ A}} \quad \text{ή} \quad R_2 = 100 \, \Omega.$$

β. Η ολική αντίσταση του κυκλώματος των δύο αντιστατών σε σειρά είναι:

$$R = R_1 + R_2 \quad \text{ή} \quad R = 500 \, \Omega + 100 \, \Omega \quad \text{ή} \quad R = 600 \, \Omega$$

Σύμφωνα με τον νόμο του Ωμ, για όλο το κύκλωμα, η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει την πηγή είναι:

$$I = \frac{V}{R} \quad \text{ή} \quad I = \frac{220 \text{ V}}{600 \, \Omega} \quad \text{ή} \quad I = 0,37 \text{ A}.$$

γ. Για να λειτουργεί κανονικά ένας λαμπτήρας, πρέπει η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που τον διαρρέει $I = 0,37 \text{ A}$ να είναι ίση με το ρεύμα κανονικής λειτουργίας. Για τους δύο λαμπτήρες του κυκλώματος ισχύει:

$$I_{K,1} = 0,2 \text{ A} < I = 0,37 \text{ A} < I_{K,2} = 1 \text{ A}.$$

Συνεπώς, ο 1^{ος} λαμπτήρας υπερλειτουργεί, με κίνδυνο να καεί, ενώ ο 2^{ος} υπολειτουργεί.

4 Γνωρίζεις πως η ισχύς υπολογίζεται μέσω του τύπου $P = \frac{E}{t}$.

Ο ποδηλάτης ασκεί στο πετάλι μια μέση δύναμη $F = 100 \text{ N}$, με αποτέλεσμα αυτό να αναπτύσσει μια μέση ταχύτητα $v = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Συνεπώς, η προσφερόμενη ενέργεια μπορεί να υπολογιστεί μέσω του έργου της δύναμης $W_F = F \cdot \Delta x$.

Με αυτόν τον τρόπο, ο τύπος της ισχύος μετασχηματίζεται ως εξής: $P = \frac{E}{t} = \frac{W_F}{t} = \frac{F \cdot \Delta x}{t} = F \cdot v$,

όπου v η ταχύτητα του ποδηλάτου. Κάνοντας χρήση των παραπάνω αριθμητικών δεδομένων, μπορείς να υπολογίσεις την παραγόμενη ισχύ του ποδηλάτη: $P = F \cdot v = 200 \text{ W}$, καθώς και την παραγόμενη ενέργεια ανά ώρα $E_{\text{ποδ}} = P \cdot t = 0,2 \text{ kWh}$.

Η ενέργεια που μπορεί να παραγάγει σε μία ώρα είναι **0,2 kWh**. Επομένως, ακόμα και αν ποδηλατούσε συνεχώς, δεν θα ήταν αρκετό. Ωστόσο θα μπορούσε να φανεί χρήσιμο για να φορτίσει κάποιος το κινητό του ή να έχει ηλεκτρικό ρεύμα για λίγες ώρες την ημέρα. Πράγμα αρκετά σημαντικό αν σκεφτούμε ότι πολλές περιοχές του πλανήτη μας δεν έχουν πρόσβαση σε σταθερό ηλεκτρικό δίκτυο.

Ενδεικτικές απαντήσεις Physics is fun Κεφαλαίου 3

1 Η μύτη είναι από γραφίτη, ο οποίος είναι καλός αγωγός του ηλεκτρισμού. Συνέπεια αυτού είναι να δημιουργείται βραχυκύκλωμα, με αποτέλεσμα να ανάβει το σπίρτο.

2 Το αλατόνερο είναι ηλεκτρολύτης, περιέχει ιόντα νατρίου και χλωρίου. Τα άτομα του χαλκού αποβάλλουν με πολύ μεγάλη ευκολία ηλεκτρόνια, τα οποία τα παίρνουν τα ιόντα του νατρίου και γίνονται ουδέτερα άτομα. Η έλλειψη ηλεκτρονίων που εμφανίζεται στον χαλκό δημιουργεί μια μετακίνηση ηλεκτρονίων από τον ψευδάργυρο –που είναι η γαλβανιζέ επικάλυψη– της βίδας προς τον χαλκό. Τα ιόντα χλωρίου δίνουν ηλεκτρόνια στον ψευδάργυρο, ώστε να αναπληρωθούν τα ηλεκτρόνια που τον εγκατέλειψαν και κατευθύνθηκαν προς τον χαλκό, και γίνονται ουδέτερα άτομα. Το αποτέλεσμα είναι να έχουμε μια ροή των ηλεκτρονίων, που συντηρείται και ανάβει το LED. Θα ανάβει για αρκετή ώρα, μέχρι να εξαντληθεί κάποιο από τα στοιχεία που μετέχει στο φαινόμενο. Στην πραγματικότητα, το ρεύμα θα ελαττωθεί πολύ πιο γρήγορα γιατί το παραγόμενο χλώριο είναι πολύ δραστικό και αντιδρά με τον χαλκό και τον ψευδάργυρο. Επιλέξαμε τον συνδυασμό χαλκού - ψευδαργύρου γιατί δίνουν σημαντικές διαφορές δυναμικού. Οι έξι βίδες απαιτούνται ώστε το ρεύμα που θα δημιουργηθεί να είναι ικανό να ανάψει το LED. Οι λάμπες LED έχουν πολικότητα, επιτρέπουν το ρεύμα να τις διαρρέει και τότε μόνο ανάβουν, όταν τα ηλεκτρόνια εισέρχονται από το μακρύ ποδαράκι και εξέρχονται από το μικρό. Για τον λόγο αυτό πρέπει να τοποθετήσουμε το μακρύ ποδαράκι στη θήκη με τον χαλκό.

3 Η μπαταρία και το σύρμα χαλκού σχηματίζουν ένα κλειστό αγωγίμο κύκλωμα. Το κύκλωμα διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα. Η κάθε σπείρα του τυλιγμένου σύρματος, εφόσον διαρρέεται από ρεύμα, γίνεται και μαγνήτης. Οι σπείρες έχουν όλες τον ίδιο προσανατολισμό και έτσι το μαγνητικό τους πεδίο λειτουργεί αθροιστικά. Το καρφί είναι από μαλακό σίδηρο και αυξάνει πολλές φορές το μαγνητικό πεδίο των σπειρών. Επειδή, όμως, το ίδιο βρίσκεται πλέον μέσα στο ενισχυμένο μαγνητικό πεδίο, γίνεται το ίδιο μαγνήτης. Ο μαγνήτης αυτός δεν είναι φυσικός μαγνήτης, αλλά φτιάχτηκε από το ηλεκτρικό ρεύμα – πρόκειται για ηλεκτρομαγνήτη. Τα σιδερένια αντικείμενα έλκονται από τον ηλεκτρομαγνήτη που δημιουργήθηκε. Αν διακόψεις το ρεύμα, τα σιδερένια αντικείμενα πέφτουν. Αυτό εξηγείται γιατί ο μαλακός σίδηρος παύει να είναι μαγνήτης όταν δεν βρίσκεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο.

4 Η μπαταρία, οι παραμάνες και ο συρμάτινος βρόχος χαλκού σχηματίζουν ένα κλειστό αγωγίμο κύκλωμα. Το κύκλωμα διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα. Η κάθε σπείρα του συρμάτινου σωλήνα, εφόσον διαρρέεται από ρεύμα, γίνεται και μαγνήτης. Ο μαγνήτης-σπείρα αλληλεπιδρά με τον μαγνήτη νεοδυμίου. Η συνισταμένη δύναμη που ασκείται στον ευκίνητο συρμάτινο βρόχο, λόγω της αλληλοεπίδρασης που εδώ είναι 15πλάσια-20πλάσια, είναι ικανή να τον περιστρέψει. Όταν θα έχει περιστραφεί 180° , δεν διαρρέεται από ρεύμα, γιατί η μία επαφή είναι πλέον μονωμένη. Αν

δεν το είχαμε κάνει αυτό, ο βρόχος θα διαρρεόταν από ρεύμα αντίθετης φοράς και, συνεπώς, η συνιστάμενη δύναμη που θα ασκούσαν στο βρόχο από τον μαγνήτη του νεοδυμίου θα είχε αντίθετη φορά από αυτήν που αρχικά προκάλεσε την κίνηση του βρόχου, με αποτέλεσμα η ταχύτητα του βρόχου να μειώνεται, και μέχρι την ολοκλήρωση της πρώτης περιστροφής αυτός θα σταματούσε. Τώρα στο δεύτερο μισό της περιστροφής περιστρέφεται ανεμπόδιστα. Στη συνέχεια, στο πρώτο μισό της δεύτερης περιστροφής, ο βρόχος διαρρέεται ξανά από ρεύμα και του ασκείται δύναμη ίδιας φοράς με την ταχύτητά του, οπότε επιταχύνεται εκ νέου. Αυτό συμβαίνει διαρκώς μέχρι να εξαντληθεί η χημική ενέργεια της μπαταρίας. Αρχικά ίσως χρειαστεί να δώσουμε μια μικρή εκκίνηση στον συρμάτινο βρόχο γιατί είναι δυνατόν το κύκλωμα να είναι αρχικά ανοικτό ή λόγω προσανατολισμού να μην ασκείται μαγνητική δύναμη.

Απαντήσεις ερωτήσεων αξιολόγησης κεφαλαίου 3

- 1 Η θερμοκρασία ενός ρευματοφόρου αγωγού, καθώς αυτός θερμαίνεται, δεν αυξάνεται συνεχώς. Όταν ο ρυθμός με τον οποίο μετατρέπεται ηλεκτρική ενέργεια σε θερμική στον ρευματοφόρο αγωγό, λόγω φαινομένου Τζάουλ, γίνει ίσος με τον ρυθμό με τον οποίο αποβάλλει αυτός ενέργεια στο περιβάλλον υπό μορφή θερμότητας, τότε η θερμοκρασία του ρευματοφόρου αγωγού σταθεροποιείται.
- 2 Η λάμπα μπορεί να είναι καμένη ή το υγρό δεν είναι καλός αγωγός. Υπάρχει, επίσης, η πιθανότητα η μπαταρία να έχει χαμηλή τάση ή τα καλώδια να μην είναι καλά συνδεδεμένα.
- 3 Τα αποτελέσματα που βλέπω, είναι:
 - α) μαγνητικά – το αποδεικνύει η στροφή της μαγνητικής βελόνας.
 - β) χημικά – το ποτήρι περιέχει υγρό με παράξενο χρώμα, πιθανόν από τις αντιδράσεις που προέκυψαν μεταξύ των συρμάτων και του υγρού, καθώς το ηλεκτρικό ρεύμα τα διαρρέει.
- 4 Η μαγνητική αώρηση (maglev) είναι μια τεχνολογία μεταφοράς η οποία δεν απαιτεί φυσική επαφή του οχήματος με το έδαφος. Η τεχνική αυτή βασίζεται στην απωστική μαγνητική δύναμη μεταξύ δύο όμοιων πόλων δύο μαγνητών οι οποίοι βρίσκονται σε μικρή απόσταση μεταξύ τους. Στο κάτω μέρος του τρένου τοποθετούνται ηλεκτρομαγνήτες ικανοί να δημιουργήσουν υψηλά μαγνητικά πεδία μεταβλητής έντασης. Οι ηλεκτρομαγνήτες, σε συνδυασμό με φυσικούς μαγνήτες που τοποθετούνται στο τρένο, το ανυψώνουν, ενώ το ηλεκτρικό ρεύμα, που διαρρέει τη γραμμή πάνω στην οποία αυτό κινείται, δημιουργεί το απαιτούμενο μαγνητικό πεδίο για τη μεταβολή και τη διατήρηση της ταχύτητάς του. Πρόκειται για έναν συρμό που πρακτικά δεν ρυπαίνει το περιβάλλον, καθώς δεν απαιτεί κάποιο καύσιμο για τη λειτουργία του.
- 5 Η Γη είναι όντως πηγή μαγνητικού πεδίου και γι' αυτόν τον λόγο η μαγνητική βελόνα της πυξίδας προσανατολίζεται. Κάθε μαγνήτης έχει δύο πόλους (βόρειο και νότιο), οι οποίοι δεν μπορούν να διαχωριστούν. Συνεπώς, οι δυναμικές γραμμές του γήινου μαγνητικού πεδίου εισέρχονται από τον νότιο μαγνητικό πόλο και εξέρχονται από τον βόρειο μαγνητικό πόλο. Ο όρος θετικός και αρνητικός πόλος μαγνητικού πεδίου είναι εσφαλμένος.
- 6 Μπορεί να σου φανεί παράξενο, αλλά είναι δυνατό να φορτίσεις το κινητό σου χωρίς να το συνδέσεις στην πρίζα, εξοικονομώντας με αυτόν τον τρόπο ηλεκτρική ενέργεια. Για παράδειγμα, θα μπορούσες να χρησιμοποιήσεις ένα χάμστερ και μια ειδικά κατασκευασμένη ρόδα, συνδεδεμένη με τον ρότορα μιας μικρής ηλεκτρογεννήτριας (δυναμό) που καταλήγει στο βύσμα του κινητού σου. Τοποθετώντας το χάμστερ στη ρόδα, αυτό θα ξεκινήσει να τρέχει. Μέρος της κινητικής του ενέργειας θα μετατραπεί σε ηλεκτρική, η οποία θα μεταφερθεί μέσω του βύσματος στο κινητό σου.
- 7 Σίγουρα η τάση είναι βασικός παράγοντας, αφού είναι η αιτία δημιουργίας του ηλεκτρικού ρεύματος. Ωστόσο, ηλεκτροπληξία μπορεί να πάθει κάποιος ακόμα και μέσα στο σπίτι του από μια πηγή **220 V** ή ακόμη και από μια συσκευή που λειτουργεί με ακόμη λιγότερα volt. Για να πάθει κάποιος ηλεκτροπληξία, αρκεί να περάσει από πάνω του ρεύμα άνω των **10 mA**, ενώ ακόμη και **0,2 mA** μπορούν να προκαλέσουν θάνατο. Επίσης, παίζει ρόλο η αντίσταση του σώματός του, η διάρκεια επαφής με το ηλεκτρικό ρεύμα, ακόμη και η διαδρομή που θα ακολουθήσει το ρεύμα μέσα από το σώμα.

8

Η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεις σε 4 ώρες είναι:

$$E_{\eta\lambda} = P \cdot t \quad \text{ή} \quad E_{\eta\lambda} = 150 \text{ W} \cdot 4 \text{ h} \quad \text{ή} \quad E_{\eta\lambda} = 600 \text{ Wh} = 0,6 \text{ kWh}.$$

9

Η ηλεκτρική εταιρεία δεν χρεώνει τον αριθμό των ελευθέρων ηλεκτρονίων που διέρχονται από τις ηλεκτρικές συσκευές του σπιτιού όταν αυτές λειτουργούν, αλλά την ηλεκτρική ενέργεια που αυτά μεταφέρουν και παρέχουν στους καταναλωτές.

10

Η ισοδύναμη αντίσταση του κυκλώματος που αποτελείται από δύο αντιστάσεις σε σειρά υπολογίζεται μέσω της σχέσης $R = R_1 + R_2$, όπου R_1 η τιμή της αντίστασης του λαμπτήρα και R_2 η τιμή της μεταβλητής αντίστασης.

Η καταναλισκόμενη ισχύς του λαμπτήρα υπολογίζεται από τη σχέση $P = \frac{V^2}{R}$. Τα φυσικά μεγέθη ηλεκτρική ισχύς και ωμική αντίσταση είναι αντιστρόφως ανάλογα για δεδομένη τάση.

Όταν $R = R_1 + R_2$ ή $R = 1,5 \text{ k}\Omega + 10 \text{ }\Omega$ ή $R = 1500 \text{ }\Omega + 10 \text{ }\Omega = 1510 \text{ }\Omega$, η ολική αντίσταση είναι ελάχιστη.

Τότε η καταναλισκόμενη ισχύς γίνεται μέγιστη $P_{\max} = \frac{V^2}{R}$ ή $P_{\max} = \frac{220^2 \text{ V}^2}{1510 \text{ }\Omega} = 32,1 \text{ W}$.

Όταν $R' = R_1 + R_2'$ ή $R' = 1,5 \text{ k}\Omega + 11 \text{ k}\Omega$ ή $R' = 1500 \text{ }\Omega + 11\,000 \text{ }\Omega = 12\,500 \text{ }\Omega$, η ολική αντίσταση είναι μέγιστη.

Τότε η καταναλισκόμενη ισχύς γίνεται ελάχιστη $P_{\min} = \frac{V^2}{R'}$ ή $P_{\min} = \frac{220^2 \text{ V}^2}{12\,500 \text{ }\Omega} = 3,9 \text{ W}$.

11

γ

i. Όταν ο διακόπτης είναι ανοικτός: Η τάση στα άκρα του αντιστάτη είναι V και η ισχύς που δαπανάται σε αυτόν είναι

$$P = \frac{V^2}{R}.$$

ii. Όταν ο διακόπτης είναι κλειστός: Η τάση στα άκρα του ίδιου αντιστάτη είναι πάλι V , διότι η σύνδεση είναι παράλληλη και η ισχύς που δαπανάται σε αυτόν είναι πάλι

$$P' = \frac{V^2}{R}.$$

Σωστή επιλογή είναι η γ.

4

Περιοδικές κινήσεις

4.1 Ταλαντώσεις

Απαντήσεις ερωτήσεων βιβλίου μαθητή

1 α. περιοδικές, β. ταλαντώσεις, γ. αρμονική, δ. περίοδο

2 α. Σ, β. Λ, γ. Λ, δ. Λ

3 γ

Λύσεις ασκήσεων βιβλίου μαθητή

1 α. Η περίοδος της χορδής υπολογίζεται από τη σχέση που συνδέει τη συχνότητα με την περίοδο:

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{ή} \quad T = \frac{1}{f} \quad \text{ή} \quad T = \frac{1}{440 \text{ Hz}} = \frac{1}{440} \text{ s}.$$

β. Οι ταλαντώσεις που κάνει η χορδή σε χρονικό διάστημα $\Delta t = 1 \text{ s}$ είναι:

$$f = \frac{N}{\Delta t} \quad \text{ή} \quad N = f \cdot \Delta t \quad \text{ή} \quad N = 440 \text{ Hz} \cdot 1 \text{ s} \quad \text{ή} \quad N = 440 \text{ ταλαντώσεις}.$$

2 α. Ο φάρος αναβοσβήνει μία φορά κάθε $\Delta t = 5 \text{ s}$, άρα η περιόδός του είναι $T = \Delta t = 5 \text{ s}$. Σε χρονικό διάστημα $\Delta t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$ ο φάρος αναβοσβήνει:

$$N = \frac{\Delta t_1}{T} = \frac{60 \text{ s}}{5 \text{ s}} = 12 \text{ φορές}.$$

β. Η συχνότητα με την οποία αναβοσβήνει ο φάρος είναι:

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{ή} \quad f = \frac{1}{5 \text{ s}} = 0,2 \text{ Hz}.$$

3 α. Αν μετρήσεις σε χρονικό διάστημα $\Delta t = 15 \text{ s}$, $N = 20$ παλμούς τότε οι καρδιακοί παλμοί σου N_1 σε ένα λεπτό $\Delta t_1 = 60 \text{ s}$, επειδή τα μεγέθη χρονικό διάστημα και αντίστοιχοι καρδιακοί παλμοί είναι ανάλογα, είναι:

$$\frac{\Delta t_1}{N_1} = \frac{\Delta t}{N} \quad \text{ή} \quad N_1 \cdot \Delta t = N \cdot \Delta t_1 \quad \text{ή} \quad N_1 = \frac{N \cdot \Delta t_1}{\Delta t} \quad \text{ή} \quad N_1 = \frac{20 \cdot 60 \text{ s}}{15 \text{ s}} = 80 \text{ παλμοί}.$$

β. Η συχνότητα με την οποία χτυπάει η καρδιά σου τότε είναι:

$$f = \frac{N}{\Delta t} = \frac{80 \text{ παλμοί}}{60 \text{ s}} \quad \text{ή} \quad f = \frac{4}{3} \text{ Hz}.$$

Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο SI.

α. Η περίοδος της ταλάντωσης υπολογίζεται από τη σχέση που συνδέει τη συχνότητα με την περίοδο:

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{ή} \quad T = \frac{1}{f} \quad \text{ή} \quad T = \frac{1}{2 \text{ Hz}} = 0,5 \text{ s}.$$

β. Ο αριθμός των πλήρων ταλαντώσεων που εκτελεί η σφαίρα σε κάθε δευτερόλεπτο είναι:

$$f = \frac{N}{\Delta t} \quad \text{ή} \quad N = f \cdot \Delta t \quad \text{ή} \quad N = 2 \text{ Hz} \cdot 1 \text{ s} \quad \text{ή} \quad N = 2 \text{ ταλαντώσεις}.$$

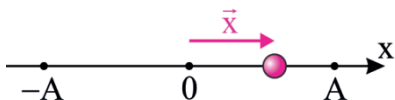
γ. Η απόσταση που διανύει η σφαίρα που ταλαντώνεται, σε χρόνο μίας περιόδου, είναι ίση με το τετραπλάσιο του πλάτους της.

$$\text{Από το } 0 \rightarrow A: s_1 = A = 0,5 \text{ m},$$

$$\text{από το } A \rightarrow 0: s_2 = A = 0,5 \text{ m},$$

$$\text{από το } 0 \rightarrow -A: s_3 = A = 0,5 \text{ m},$$

$$\text{από το } -A \rightarrow 0: s_4 = A = 0,5 \text{ m}.$$



Συνεπώς, η συνολική απόσταση σε χρόνο μίας περιόδου είναι ίση με:

$$s_{ολ} = s_1 + s_2 + s_3 + s_4 = 4A = 4 \cdot 0,5 \text{ m} \quad \text{ή} \quad s_{ολ} = 4A \quad \text{ή} \quad s_{ολ} = 4 \cdot 0,5 \text{ m} = 2 \text{ m}$$

4.2 Φυσικά μεγέθη που χαρακτηρίζουν μια ταλάντωση

Απαντήσεις ερωτήσεων βιβλίου μαθητή

1 α. συχνότητα, πλάτος, β. ανεξάρτητη, γ. Συχνότητα, δ. μεγαλύτερη, ε. μεγαλύτερη

2 α. Σ, β. Σ, γ. Λ, δ. Σ, ε. Λ

3 γ

4 ι. β, ιι. γ

Λύσεις ασκήσεων βιβλίου μαθητή

1 Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο SI: $\Delta t = 3 \text{ min} = 3 \cdot 60 \text{ s} = 180 \text{ s}$.

α. Η συχνότητα της ταλάντωσης είναι:

$$f = \frac{N}{\Delta t} = \frac{90 \text{ ταλαντώσεις}}{180 \text{ s}} \quad \text{ή} \quad f = 0,5 \text{ Hz}.$$

β. Η περίοδος της ταλάντωσης υπολογίζεται από τη σχέση που συνδέει τη συχνότητα με την περίοδο:

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{ή} \quad T = \frac{1}{f} \quad \text{ή} \quad T = \frac{1}{0,5} \text{ s} = 2 \text{ s}.$$

γ. Το χρονικό διάστημα που απαιτείται, ώστε το εκκρεμές να φθάσει από τη μια ακραία θέση στην άλλη, είναι ίσο με τη μισή περίοδο:

$$\Delta t_1 = \frac{T}{2} = \frac{2 \text{ s}}{2} = 1 \text{ s}.$$

2 α. Η περίοδος του απλού εκκρεμούς είναι:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}} \quad \text{ή} \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{9,78 \text{ m}}{9,78 \text{ m/s}^2}} \quad \text{ή} \quad T = 6,28 \text{ s}$$

Αν υποθέσουμε ότι η κίνησή του είναι ανάλογη με αυτήν ενός απλού εκκρεμούς, επειδή ο Ταρζάν κάνει τη μισή

ταλάντωση, το χρονικό διάστημα που κράτησε το ταξίδι του στον αέρα είναι: $t = \frac{T}{2} = 3,14 \text{ s}$.

β. Αν πάνω του βρίσκεται και μια μαϊμού, δεν θα αλλάξει αυτό το χρονικό διάστημα, γιατί η περίοδος είναι ανεξάρτητη από τη μάζα του εκκρεμούς.

3 Η μαθήτρια ακολούθησε λάθος μεθοδολογία, αφού μετέβαλε ταυτόχρονα τη γωνία εκτροπής, τη μάζα του σώματος αλλά και το μήκος του νήματος. Θα έπρεπε να διατηρεί σταθερές δύο παραμέτρους και να μεταβάλλει κάθε φορά μόνο μία, εκείνη δηλαδή που ήθελε να μελετήσει. Συνεπώς, δεν μπορεί να εξαγάγει κανένα συμπέρασμα.

Σωστή είναι η απάντηση (δ).

4.3 Ενέργεια και ταλάντωση

Απαντήσεις ερωτήσεων βιβλίου μαθητή

1 α. κινητική, β. βάρους, γ. μεγαλύτερη, δ. κινητικής, δυναμικής, σταθερή

2 α. Σ, β. Λ, γ. Σ, δ. Λ, ε. Λ

3 γ

4

Θέση	Δυναμική ενέργεια ταλάντωσης	Κινητική ενέργεια
Θέσεις μέγιστης απομάκρυνσης	μέγιστη	μηδενική
Θέση ισορροπίας	μηδενική	μέγιστη

Λύσεις ασκήσεων βιβλίου μαθητή

1 Η μηχανική ενέργεια ενός σώματος που εκτελεί ταλάντωση παραμένει σταθερή. Συνεπώς:

ΘΕΣΗ	K (J)	U (J)	$E_{\text{ΜΗΧ}}$ (J)
A	0	10	10
B	4	6	10
Γ	10	0	10
Δ	0	10	10

2

Επειδή η ταχύτητα είναι η μέγιστη $v_{\text{max}} = 2 \text{ m/s}$

$$\alpha. E_{\text{max}} = \frac{1}{2} m \cdot v_{\text{max}}^2 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 2^2 = 4 \text{ J}$$

$$\beta. U_{\text{max}} = E_{\text{max}} = 4 \text{ J}$$

$$\gamma. U_{\text{max}} = m \cdot g \cdot h \text{ και } h = U_{\text{max}} / g \cdot h = 4/2 \cdot 10 = 0,2 \text{ m}$$

Ενδεικτικές απαντήσεις Physics is fun

1 Μετράς τη χρονική διάρκεια μίας ολόκληρης περιστροφής του καρουζέλ. Επειδή η κίνηση είναι αρκετά αργή, δύσκολα θα κάνεις σφάλματα που θα επηρεάσουν τη μέτρησή σου. Αρκεί, λοιπόν, να μετρήσεις μία μόνο περιστροφή. Κάνε τη μέτρηση και 2^η φορά, ίσως και 3^η. Αν βρεις διαφορετικές τιμές, απλώς πάρε τον μέσο όρο.

Θέλεις να μετρήσεις τη χρονική διάρκεια ενός πηγαινέλα αλλά με τα λιγότερα σφάλματα. Επειδή η κίνηση δεν είναι αρκετά αργή, ένας τρόπος για να περιορίσεις τα σφάλματα, που θα επηρεάσουν τη μέτρησή σου, είναι να μετρήσεις τη διάρκεια αρκετών ταλαντώσεων μαζί και μετά να βρεις τη διάρκεια της μίας. Δεν είναι όμως τόσο γρήγορη ώστε να χρειάζεται να μετρήσεις πάρα πολλές ταλαντώσεις. Οπότε, αν μετρήσεις το πηγαινέλα 3 έως 5 ταλαντώσεων της κούνιας και διαιρέσεις με το πλήθος τους, θα βρεις την περίοδο, με ελάχιστα σφάλματα, χωρίς να κάνεις περιττές μετρήσεις ή να χάσεις χρόνο από το παιχνίδι σου στο λούνα παρκ!

Μπορείς να ακολουθήσεις δύο διαφορετικές διαδικασίες:

1^η: Να κάνεις δοκιμές. Ξεκινάς με ένα τυχαίο μήκος στον σπάγκο και μετράς την περίοδο των ταλαντώσεων. Αν βρεις περίοδο πάνω από 1 s, μικραίνεις το μήκος, ενώ αν βρεις μεγαλύτερη από 1 s, μεγαλώνεις το μήκος. Μετά από αρκετές δοκιμασίες θα βρεις το ζητούμενο μήκος. Απλός τρόπος, αλλά λίγο χρονοβόρος.

2^η: Η περίοδος του απλού εκκρεμούς είναι: $T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$. Επιλύεις ως προς το μήκος και αντικαθιστάς την τιμή της

περιόδου $T=1$ sec, το $\pi=3,14$, και την τιμή της επιτάχυνσης της βαρύτητας $g=10$ m/s²:

$$T^2 = 4\pi^2 \cdot \frac{\ell}{g} \quad \text{ή} \quad \ell = \frac{T^2 \cdot g}{4\pi^2} \quad \text{ή} \quad \ell = \frac{1^2 \cdot 9,81}{4 \cdot 10} \quad \text{ή} \quad \ell = 0,25 \text{ m}$$

Απλός και γρήγορος τρόπος (αρκεί να θυμάσαι τους νόμους του εκκρεμούς), αλλά με αρκετά σφάλματα, τα οποία μπορείς να ελαττώσεις αν μετρήσεις 10 ταλαντώσεις.

Ο σπάγκος με το βαρίδι λειτουργεί με πάρα πολύ καλή προσέγγιση σαν απλό εκκρεμές, γιατί το βαρίδι είναι βαρύ και πολύ μικρό ώστε να θεωρείται σημειακό, ο σπάγκος δεν τεντώνει και σχεδόν δεν έχει βάρος, το πλάτος δε των ταλαντώσεων είναι πολύ μικρό. Η περίοδός του εξαρτάται μόνο από το μήκος του και μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε

τον νόμο του απλού εκκρεμούς $T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$

Από τη σχέση αυτή υπολογίζουμε το μήκος του εκκρεμούς, δηλαδή του σπάγκου: $l = \frac{T^2 \cdot g}{4 \cdot \pi^2} \Rightarrow l = \frac{T^2 \cdot g}{4 \cdot \pi^2}$

Το μήκος του σπάγκου, όμως, είναι ίδιο με το ζητούμενο ύψος: $h = l \Rightarrow h = l$.

Το βαρίδι χρειάζεται να κρατά τον σπάγκο τεντωμένο. Οι τριβές είναι μικρές και το βαρίδι μικρό με πολύ μικρή αντίσταση από τον αέρα καθώς κινείται, γι' αυτό οι ταλαντώσεις φθίνουν αρκετά αργά. Αν δεν έχεις αρκετό χρόνο στη διάθεσή σου, μπορείς να μετρήσεις λιγότερες ταλαντώσεις, π.χ. 5, και να διαιρέσεις με το αντίστοιχο πλήθος, αλλά, σε κάθε περίπτωση, να μη συμπεριλάβεις στη μέτρησή σου σφάλματα που μπορείς να αποφύγεις. Για την επιτάχυνση της βαρύτητας, η προσέγγιση στα 9,8 m/s² είναι αρκετά καλή για τους υπολογισμούς σου.

Η κούνια λειτουργεί σαν εκκρεμές. Με αυτό το δεδομένο, η περίοδός της εξαρτάται μόνο από το μήκος της, ενώ δεν την επηρεάζει η μάζα του παιδιού που κάνει κούνια, ούτε το πλάτος των ταλαντώσεων. Οι κούνιες που παρατηρείς έχουν το ίδιο μήκος από κατασκευής. Αναμένεις η περίοδος των ταλαντώσεων να είναι ίδια στις περιπτώσεις 1 και 2, ενώ ο συγχρονισμός παραμένει για αρκετές ταλαντώσεις στην περίπτωση 3.

Ενδέχεται να υπάρξουν, όμως, μικρές αποκλίσεις από αυτήν τη γενική θεώρηση. Γιατί μπορεί να συμβαίνει αυτό; Οι σημαντικότεροι λόγοι είναι οι παρακάτω:

α) Οι αλυσίδες της κούνιας έχουν μάζα, κάτι που δεν συμβαίνει στο απλό εκκρεμές.

β) Οι κούνιες έχουν το ίδιο μήκος από κατασκευής. Το μήκος, όμως, του εκκρεμούς-κούνια είναι η απόσταση από το σημείο εξάρτησής της μέχρι το κέντρο μάζας του σώματος, που δεν ταυτίζεται με το μήκος της κούνιας. Έτσι έχουμε ταλαντώσεις στο ίδιο μήκος κούνιας, αλλά με διαφορετικό μήκος ως εκκρεμές.

γ) Τα πλάτη των ταλαντώσεων στην κούνια είναι αρκετά μεγάλα και οι ταλαντώσεις δεν είναι γραμμικές, οπότε δεν ισχύουν απόλυτα οι νόμοι του απλού εκκρεμούς.

δ) Οι ταλαντώσεις είναι είτε ελεύθερες (οπότε φθίνουσες) είτε εξαναγκασμένες. Και στις δύο περιπτώσεις, η περίοδός τους δεν είναι ακριβώς ίση με την ιδιοσυχνότητα του συστήματος, που υπολογίζεται με τον νόμο του εκκρεμούς.

Παρά τις τόσες αποκλίσεις, γιατί δεν μετράς, τελικά, ουσιαστικά διαφορά; Όλοι οι παράγοντες που αναφέρθηκαν, επηρεάζουν πολύ λίγο την τελική περίοδο που θα μετρήσεις. Για παράδειγμα, αλλαγή στο μήκος μιας κούνιας 2,5 μέτρων κατά 10 εκατοστά μεταβάλλει την περίοδό της μόνο 2%. Αυτές οι πολύ μικρές διαφορές, σε συνδυασμό με την ακρίβεια λήψης των μετρήσεων που πήρες, οδηγούν στο να μην παρατηρείς διαφορές.

Απαντήσεις ερωτήσεων αξιολόγησης

1

α. Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο SI. Άρα $\Delta t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$

Η συχνότητα του πικάπ είναι:

$$f = \frac{N}{\Delta t} = \frac{45 \text{ στροφές}}{60 \text{ s}} \quad \text{ή} \quad f = \frac{3}{4} \text{ Hz} = 0,75 \text{ s}.$$

β. Η περίοδος του πικάπ είναι:

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{ή} \quad T = \frac{1}{f} \quad \text{ή} \quad T = \frac{1}{\frac{3}{4} \text{ Hz}} = \frac{4}{3} \text{ s}.$$

γ. Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο SI. Άρα $R = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$.

Αφού σε ένα λεπτό έκανε 45 στροφές, τότε ένα σημείο της περιφέρειάς του διάνυσε στο ίδιο χρονικό διάστημα:

$$s_{ολ} = 45 \cdot 2\pi R \quad \text{ή} \quad s_{ολ} = 90\pi \cdot 0,1 \text{ m} \quad \text{ή} \quad s_{ολ} = 9\pi \text{ m} \quad \text{ή} \quad s_{ολ} = 28,26 \text{ m}$$

2

Μπορείς ακολουθήσεις δύο διαφορετικές διαδικασίες:

1^η: Με τον σπάγκο φτιάχνεις ένα απλό εκκρεμές με τυχαίο μήκος και το θέτεις να κάνει ταλαντώσεις. Μετράς με το χρονόμετρο την περίοδο των ταλαντώσεων και με τη μεζούρα το μήκος του εκκρεμούς.

Η περίοδος του απλού εκκρεμούς είναι: $T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$.

Επιλύεις ως προς την επιτάχυνση της βαρύτητας: $g = 4\pi^2 / T^2$.

Αντικαθιστάς την τιμή του μήκους και της περιόδου που μέτρησες, το $\pi = 3,14$, και υπολογίζεις την επιτάχυνση της βαρύτητας. Μπορείς να ελαττώσεις τα σφάλματά σου αν μετρήσεις την περίοδο 10 ταλαντώσεων.

2^η: Μια άλλη μέθοδος (πιο προχωρημένη αλλά περισσότερο ακριβής) είναι η παρακάτω:

Αν υψώσεις στο τετράγωνο τον νόμο της περιόδου του εκκρεμούς $T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$, θα έχεις: $T^2 = 4\pi^2 \cdot \frac{\ell}{g}$

Πρέπει να παρατηρήσεις ότι το τετράγωνο της περιόδου T^2 και το μήκος ℓ είναι ποσά ανάλογα, και η σταθερά αναλογίας είναι η ποσότητα $4\pi^2/g$. Αν κάνεις τη γραφική παράσταση $T^2 - \ell$, θα προκύψει ευθεία –ποσά ανάλογα– και η κλίση της ευθείας θα είναι η σταθερά αναλογίας $4\pi^2/g$.

Με τον σπάγκο φτιάχνεις ένα απλό εκκρεμές με τυχαίο μήκος. Μετράς το μήκος του εκκρεμούς και το θέτεις να κάνει ταλαντώσεις. Μετράς με το χρονόμετρο την περίοδο των ταλαντώσεων. Επαναλαμβάνεις το ίδιο για 4 διαφορετικά μήκη. Κάνεις έναν πίνακα τιμών που να περιέχει τα μεγέθη ℓ , T που μέτρησες. Πρόσθεσε στον πίνακα μία επιπλέον στήλη που θα περιέχει το τετράγωνο της περιόδου T^2 και συμπλήρωσέ την. Από τον πίνακα τιμών φτιάξε τη γραφική παράσταση $T^2 - \ell$, που θα είναι ευθεία, και υπολόγισε την κλίση της. Η επιτάχυνση της βαρύτητας θα υπολογιστεί: $\text{κλίση} = 4\pi^2/g$ ή $g = 4\pi^2/\text{κλίση}$.

Αν μετρήσεις την περίοδο 10 ταλαντώσεων, η μέθοδος είναι εξαιρετικά ακριβής.

3 Η περίοδος του απλού εκκρεμούς είναι:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \quad \text{ή} \quad T^2 = 4\pi^2 \cdot \frac{\ell}{g} \quad \text{ή} \quad \ell = \frac{T^2 \cdot g}{4\pi^2} \quad \text{ή} \quad \ell = \frac{1^2 \text{ s}^2 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{4 \cdot 10} \quad \text{ή} \quad \ell = 0,25 \text{ m}$$

4 α. Από τη σχέση της περιόδου του απλού εκκρεμούς: $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ παρατηρείς ότι όσο αυξάνει το μήκος του αυξάνει και η περίοδος του.

Βεβαίως, τα ποσά δεν είναι ανάλογα. Θα ήταν ανάλογα αν, όταν διπλασιαζόταν το μήκος του, διπλασιαζόταν και η περίοδος του.

5 Η περίοδος του απλού εκκρεμούς, όπως προκύπτει από τη σχέση $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$, εξαρτάται από το μήκος του και την επιτάχυνση της βαρύτητας του τόπου όπου πραγματοποιείται η μέτρηση.

Δεν εξαρτάται από τη μάζα του σφαιριδίου. Συνεπώς, αν διπλασιάσουμε τη μάζα του σφαιριδίου, η περίοδος δεν μεταβάλλεται.

6 Η περίοδος του απλού εκκρεμούς είναι ίση με το χρονικό διάστημα $\Delta t = 20 \text{ s}$ που αντιστοιχεί σε δέκα πλήρεις ταλαντώσεις.

Διαιρείς με το πλήθος των ταλαντώσεων: $T = \frac{\Delta t}{10} = \frac{20 \text{ s}}{10} = 2 \text{ s}$

Από τη σχέση της περιόδου του απλού εκκρεμούς προκύπτει:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \quad \text{ή} \quad T^2 = 4\pi^2 \cdot \frac{\ell}{g} \quad \text{ή} \quad g = \frac{4\pi^2 \cdot \ell}{T^2} \quad \text{ή} \quad g = \frac{4 \cdot 10 \cdot 0,37 \text{ m}}{2^2 \text{ s}^2} \quad \text{ή} \quad g = 3,7 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

7 Σωστή είναι η απάντηση (δ) γιατί η ολική ενέργεια του ταλαντωτή παραμένει σταθερή στη διάρκεια της απλής αρμονικής ταλάντωσης.

8 α. Λ, β. Λ, γ. Λ, δ. Σ

9 α

5 Μηχανικά κύματα

5.1 Μηχανικά κύματα

Απαντήσεις ερωτήσεων βιβλίου μαθητή

- 1 α. ισορροπίας, ενέργεια, β. μηχανικά, γ. υλικά, κενό, δ. στερεά, ε. μεταφοράς / διάδοσης
- 2 α. Σ, β. Λ, γ. Σ, δ. Λ, ε. Λ
- 3 α. Λ, β. Λ, γ. Σ, δ. Λ, ε. Λ
- 4 β
- 5 α
- 6 α

5.2 Κύμα και ενέργεια

Απαντήσεις ερωτήσεων βιβλίου μαθητή

- 1 α. ανέμων, β. ενέργεια, ύλη, γ. πηγή, δ. πηγή, ελαστικό
- 2 α. Λ, β. Σ, γ. Λ, δ. Σ, ε. Σ
- 3 β
- 4 α

5.3 Χαρακτηριστικά μεγέθη του κύματος

Απαντήσεις ερωτήσεων βιβλίου μαθητή

- 1 α. πλήρη / ολόκληρη, β. εγκάρσια, γ. κύματος, δ. εγκάρσια, μικρότερη, ε. συχνότητας, μήκος κύματος, θεμελιώδης εξίσωση, κυματικής, στ. ιδιότητες
- 2 α. Λ, β. Λ, γ. Λ, δ. Λ, ε. Σ
- 3 γ
- 4 β

Λύσεις ασκήσεων βιβλίου μαθητή

1 α. Η συχνότητα του κύματος είναι: $f = \frac{v}{\lambda} = 1 \text{ Hz}$

β. Η περίοδος του κύματος είναι: $T = \frac{\lambda}{v} = 1 \text{ s}$

γ. Επειδή το κύμα διαδίδεται ισοταχώς, τη χρονική στιγμή $t_1 = 1 \text{ s}$, έχει φθάσει:

$$x_1 = v \cdot t \quad \text{ή} \quad x_1 = 2 \text{ m/s} \cdot 1 \text{ s} = 2 \text{ m}$$

- 2 α. Η συχνότητα του κύματος υπολογίζεται από τον ορισμό της:

$$f = \frac{N}{t} \quad \text{ή} \quad f = \frac{1}{1 \text{ s}} = 1 \text{ Hz}$$

Η περίοδος του κύματος υπολογίζεται από τη σχέση της με τη συχνότητα:

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{ή} \quad T = \frac{1}{f} \quad \text{ή} \quad T = \frac{1}{1 \text{ Hz}} = 1 \text{ s}$$

β. Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο SI: $d = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$

Η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών ορέων είναι ίση με ένα μήκος κύματος: $d = \lambda = 0,05 \text{ m}$

Από τη θεμελιώδη εξίσωση κύματος προκύπτει:

$$v = \lambda \cdot f \quad \text{ή} \quad v = 0,05 \text{ m} \cdot 1 \text{ Hz} = 0,05 \text{ m/s}$$

- 3 Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο SI.

$$\lambda = 150 \text{ km} = 150\,000 \text{ m}$$

$$v' = 540 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 540 \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 150 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Από τη θεμελιώδη εξίσωση του κύματος υπολογίζεις τη συχνότητά του:

$$v = \lambda \cdot f \quad \text{ή} \quad f = \frac{v}{\lambda} \quad \text{ή} \quad f = \frac{150 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{150\,000 \text{ m}} \quad \text{ή} \quad f = 10^{-3} \text{ Hz}$$

- 4 Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο SI: $\Delta t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$.
Από τον ορισμό της συχνότητας του κύματος υπολογίζεις τη συχνότητά του:

$$f = \frac{N}{t} \quad \text{ή} \quad f = \frac{15}{60 \text{ s}} \quad \text{ή} \quad f = \frac{1}{4} \text{ Hz}$$

Οι κορυφές δύο διαδοχικών κυμάτων απέχουν απόσταση ίση με ένα μήκος κύματος $\lambda = d = 6 \text{ m}$
Από τη θεμελιώδη εξίσωση του κύματος υπολογίζεις την ταχύτητά του:

$$v = \lambda \cdot f \quad \text{ή} \quad v = \frac{1}{4} \text{ Hz} \cdot 6 \text{ m} \quad \text{ή} \quad v = 1,5 \text{ m/s}$$

- 5 Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο SI:

$$v_E = 4 \text{ km/s} = 4000 \text{ m/s}, \quad v_\Delta = 8 \text{ km/s} = 8000 \text{ m/s}$$

- α. Τα κύματα διαδίδονται ισοταχώς (ευθύγραμμα ομαλά). Το διάμηκες κύμα φθάνει στον σειсмоγράφο σε χρονικό διάστημα $t_\Delta = 25 \text{ s}$:

$$d = v_\Delta \cdot t_\Delta \quad \text{ή} \quad d = 8000 \text{ m/s} \cdot 25 \text{ s} \quad \text{ή} \quad d = 200\,000 \text{ m} = 200 \text{ km}$$

- β. Πρώτο καταγράφηκε στον σειсмоγράφο το διάμηκες κύμα, γιατί έχει μεγαλύτερη ταχύτητα από το εγκάρσιο στο ίδιο μέσο διάδοσης.

- γ. Το εγκάρσιο κύμα φθάνει στον σειсмоγράφο σε χρονικό διάστημα:

$$d = v_E \cdot t_E \quad \text{ή} \quad t_E = \frac{d}{v_E} \quad \text{ή} \quad t_E = \frac{200\,000 \text{ m}}{4000 \text{ m/s}} \quad \text{ή} \quad t_E = 50 \text{ s}$$

Η χρονική καθυστέρηση από τη στιγμή που καταγράφηκε το πρώτο κύμα (διάμηκες) μέχρι να καταγραφεί το δεύτερο κύμα (εγκάρσιο) είναι:

$$\Delta t = t_E - t_\Delta \quad \text{ή} \quad \Delta t = 50 \text{ s} - 25 \text{ s} = 25 \text{ s}$$

Οι σεισμολόγοι υπολογίζουν τη χρονική καθυστέρηση με την οποία καταγράφηκε το δεύτερο κύμα (εγκάρσιο) σε σχέση με το πρώτο (διάμηκες) και με αυτό το στοιχείο μπορούν να υπολογίσουν την απόσταση του σειсмоγράφου από το σημείο όπου έγινε η σεισμική δόνηση.

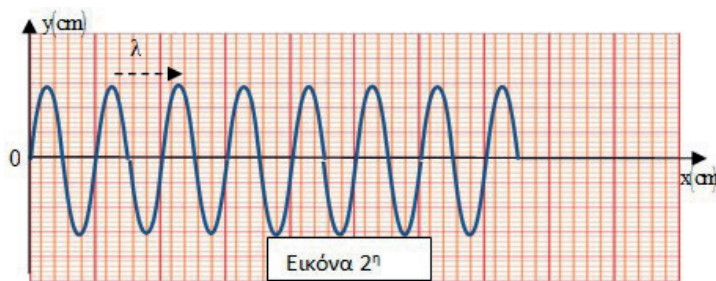
- 6 α. Η 1^η εικόνα παριστάνει το στιγμιότυπο ενός διαμήκους κύματος, γιατί σχηματίζονται πυκνώματα και αραιώματα.

Η 2^η εικόνα παριστάνει το στιγμιότυπο ενός εγκάρσιου κύματος, γιατί σχηματίζονται όρη και κοιλάδες.

- β. Στην 1^η εικόνα μπορείς να σχεδιάσεις ένα μήκος κύματος από ένα πύκνωμα μέχρι το επόμενο. Με τη βοήθεια ενός χάρακα μπορείς να το υπολογίσεις: $\lambda = 5,5 \text{ cm}$.



Στην 2^η εικόνα μπορείς να σχεδιάσεις ένα μήκος κύματος από ένα όρος μέχρι το επόμενο. Με τη βοήθεια του χιλιοστομετρικού χαρτιού μπορείς να το υπολογίσεις:



7

- α. Λάθος. Το μήκος κύματος είναι $\lambda = 0,4 \text{ m}$, όπως φαίνεται στο σχήμα.
- β. Λάθος. Το πλάτος του κύματος είναι $A = 0,6 \text{ m}$, όπως φαίνεται στο σχήμα.
- γ. Σωστό. Η ταχύτητα διάδοσης του κύματος είναι $v = \frac{x}{t_1}$ ή $v = \frac{0,5 \text{ m}}{0,25 \text{ s}} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

5.4 Ήχος

Απαντήσεις ερωτήσεων βιβλίου μαθητή

- 1 α. ανάκλασης, ηχώ, β. υπόηχοι, υπέρηχοι, γ. στερεά, υγρά, αέρια, δ. πυκνώματα, αραιώματα
- 2 α. Λ, β. Λ, γ. Λ, δ. Σ, ε. Σ
- 3 δ
- 4 γ
- 5 γ
- 6 Η παρατήρηση της έκρηξης ενός αστέρα γίνεται από πάρα πολύ μακριά. Γνωρίζουμε, επίσης, ότι στο διάστημα κυριαρχεί το κενό μεταξύ των αστεριών. Ο ήχος δεν διαδίδεται στο κενό. Η καταγραφή, λοιπόν, του ήχου κατά τη διάρκεια της έκρηξης ενός αστέρα από πολύ μεγάλη απόσταση είναι αδύνατη.
- 7 Με την έννοια της κίνησης του αέρα ο Αριστοτέλης εννοούσε τη μετακίνηση του αέρα. Αυτό δεν είναι σωστό, γιατί ο ήχος διαδίδεται μέσω της ταλάντωσης των μορίων του αέρα όχι της μετακίνησης του. Επίσης σήμερα γνωρίζουμε ότι η ταχύτητα με την οποία διαδίδεται ο ήχος εξαρτάται μόνο από τις ιδιότητες του μέσου και όχι από τη συχνότητά του. Άρα και οι δύο ιδέες του Αριστοτέλη για τη διάδοση του ήχου ήταν λάθος.

Λύσεις ασκήσεων βιβλίου μαθητή

- 1 Από τη θεμελιώδη εξίσωση κύματος προκύπτει το μήκος κύματος του ήχου.

Για τον μπασοβαρύτονο τραγουδιστή:

$$v = \lambda_1 \cdot f_1 \quad \text{ή} \quad \lambda_1 = \frac{v}{f_1} \quad \text{ή} \quad \lambda_1 = \frac{340 \text{ m/s}}{100 \text{ Hz}} \quad \text{ή} \quad \lambda_1 = 3,4 \text{ m}.$$

Για τη σοπράνο:

$$v = \lambda_2 \cdot f_2 \quad \text{ή} \quad \lambda_2 = \frac{v}{f_2} \quad \text{ή} \quad \lambda_2 = \frac{340 \text{ m/s}}{1100 \text{ Hz}} \quad \text{ή} \quad \lambda_2 = 0,309 \text{ m}.$$

2

Μέσο διάδοσης	λ (m)	f (Hz)	v (m/s)	Υλικό μέσο
A	11,3	30	340	Αέρας (20 °C)
B	198	30	5940	Χάλυβας
Γ	200	30	6000	Γρανίτης

Η συχνότητα διάδοσης του ηχητικού κύματος είναι ίδια για τα τρία μέσα διάδοσης $f = 30 \text{ Hz}$.

Για το μέσο διάδοσης A, από τη θεμελιώδη εξίσωση κύματος προκύπτει:

$$v_A = \lambda_A \cdot f_A \quad \text{ή} \quad \lambda_A = \frac{v_A}{f_A} \quad \text{ή} \quad \lambda_A = \frac{340 \text{ m/s}}{30 \text{ Hz}} \quad \text{ή} \quad \lambda_A = 11,3 \text{ m}.$$

Για το μέσο διάδοσης Β, από τη θεμελιώδη εξίσωση κύματος προκύπτει:

$$v_B = \lambda_B \cdot f_B \quad \text{ή} \quad \lambda_B = \frac{v_B}{f_B} \quad \text{ή} \quad \lambda_B = \frac{5940 \text{ m/s}}{30 \text{ Hz}} \quad \text{ή} \quad \lambda_B = 198 \text{ m}.$$

Για το μέσο διάδοσης Γ, από τη θεμελιώδη εξίσωση κύματος προκύπτει:

$$v_\Gamma = \lambda_\Gamma \cdot f_\Gamma \quad \text{ή} \quad v_\Gamma = 200 \text{ m} \cdot 30 \text{ Hz} \quad \text{ή} \quad v_\Gamma = 6000 \text{ m}, \text{ οπότε το υλικό είναι ο γρανίτης, όπως προκύπτει από τον σχετικό πίνακα.}$$

Αξίζει να σημειώσουμε πως:

α) η ταχύτητα διάδοσης του ήχου δεν εξαρτάται από τη συχνότητά του.

β) Η συχνότητα του ήχου δεν εξαρτάται από το υλικό μέσο διάδοσης.

- 3** α) Το ηχητικό κύμα διαδίδεται ισοταχώς, διανύοντας απόσταση d από εσένα μέχρι την πλαγιά και απόσταση d από την πλαγιά μέχρι εσένα, δηλαδή διανύει συνολικά απόσταση $2d$ σε χρονικό διάστημα $t = 5,2 \text{ s}$:

$$2d = v \cdot t \quad \text{ή} \quad d = \frac{v \cdot t}{2} \quad \text{ή} \quad d = \frac{340 \text{ m/s} \cdot 5,2 \text{ s}}{2} \quad \text{ή} \quad d = 884 \text{ m}.$$

β) Η συχνότητα του κύματος υπολογίζεται από τη θεμελιώδη εξίσωση κύματος:

$$v = \lambda \cdot f \quad \text{ή} \quad f = \frac{v}{\lambda} \quad \text{ή} \quad f = 453,3 \text{ Hz}.$$

γ) Η περίοδος του κύματος υπολογίζεται από τη σχέση που συνδέει την περίοδο και τη συχνότητα:

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{ή} \quad T = \frac{1}{f} \quad \text{ή} \quad T = \frac{1}{453,3 \text{ Hz}} \quad \text{ή} \quad T = 0,002 \text{ s}.$$

5.5 Υποκειμενικά χαρακτηριστικά του ήχου

Απαντήσεις ερωτήσεων βιβλίου μαθητή

4 α. συχνότητα, β. υποκειμενικά, ύψος, ακουστότητα, γ. πλάτος, δ. ντσεϊμπέλ

4 α. Λ, β. Σ, γ. Λ, δ. Σ, ε. Σ, στ. Λ

4 γ

4 γ

Λύσεις ασκήσεων σχολικού βιβλίου

1 Η ένταση του ήχου εξαρτάται από το πλάτος του, ενώ η οξύτητα από τη συχνότητά του. Ο ήχος 1 έχει μεγαλύτερο πλάτος (2 cm) από τον ήχο 2 (5 cm). Συνεπώς έχει μεγαλύτερη ένταση. Ο ήχος 2 είναι οξύτερος, καθώς η συχνότητά του, $1200/8$, είναι μεγαλύτερη από τη συχνότητα του ήχου 2, που είναι $1000/8$.

4 α-ii, β-iv, γ-v, δ-i, ε-iii

Ενδεικτικές απαντήσεις Physics is fun

1 Η κίνηση που προκαλείς στο 1° καλαμάκι διαδίδεται στα επόμενα και ταξιδεύει κατά μήκος της κατασκευής από τη μία άκρη στην άλλη. Μάλιστα επιστρέφει και προς τα πίσω.

Καθώς δίνεις (κινητική) ενέργεια στο 1° καλαμάκι, κινείται προς τα κάτω, παραμορφώνει την ταινία που συνδέει το 1° με το 2° καλαμάκι, η οποία αποκτά (δυναμική) ενέργεια, ίση με την (κινητική) ενέργεια που ελαττώνεται στο 1° καλαμάκι. Στη συνέχεια η παραμορφωμένη ταινία, επανερχόμενη στην αρχική της θέση, θέτει σε κίνηση το 2° καλαμάκι, που αποκτά (κινητική) ενέργεια ίση με την (δυναμική) ενέργεια που ελαττώνεται στην ταινία. Το ότι η (δυναμική) ενέργεια που ελαττώνεται στη χορδή, δεν επιστρέφει και στο 1° καλαμάκι, αλλά μεταβιβάζεται εξ ολοκλήρου στο 2°, οφείλεται στο ότι τα δύο καλαμάκια έχουν ακριβώς την ίδια μάζα. Έτσι, τελικά, η ενέργεια διαδίδεται από το 1° καλαμάκι στο 2°, από το 2° στο 3° κ.ο.κ. Αν η χορδή δεν ήταν τεντωμένη, δεν θα μπορούσε να συμπεριφερθεί σαν ελαστικό σώμα και να αποθηκεύει προσωρινά δυναμική ενέργεια ελαστικότητας.

Όταν χτυπάς το 1° καλαμάκι, του δίνεις ενέργεια και αρχίζει να κινείται. Το καλαμάκι, όμως, είναι κολλημένο στην ταινία, οπότε καθώς κινείται την παρασύρει και, αντίστοιχα, η ταινία φρενάρει το καλαμάκι. Αυτό στη γλώσσα της Φυσικής σημαίνει ότι το καλαμάκι και ταινία αλληλεπιδρούν, δηλαδή το καλαμάκι ασκεί δύναμη (δράση) στην ταινία και η ταινία ασκεί δύναμη (αντίδραση) στο καλαμάκι. Ο ίδιος ακριβώς μηχανισμός εμφανίζεται ανάμεσα στην ταινία και το 2° καλαμάκι. Η ταινία τού ασκεί δύναμη και το θέτει σε κίνηση προς τα κάτω, ενώ το καλαμάκι ασκεί δύναμη στην ταινία προς τα πάνω να την επαναφέρει στην αρχική της θέση. Το 1° καλαμάκι, που αρχικά κινείται, επανέρχεται στην αρχική θέση ισορροπίας του και, αντίστοιχα, το 2°, που ήταν ακίνητο, τίθεται σε κίνηση – έχουμε, δηλαδή, μεταφορά κινητικής ενέργειας από το 1° καλαμάκι στο 2°. Το ίδιο συμβαίνει και μεταξύ του 2ου και του 3ου και σε όλα τα επόμενα, με αποτέλεσμα να διαδίδεται η κίνηση, δηλαδή ο κυματικός παλμός και η ενέργεια που έδωσες στο 1° καλαμάκι στα επόμενα καλαμάκια. Με τον ίδιο μηχανισμό γίνεται και η ανάκλαση του παλμού.

Για ακριβέστερα συμπεράσματα μπορείς να βιντεοσκοπήσεις τη διάδοση του παλμού με το κινητό σου τηλέφωνο και να πάρεις χρονικές μετρήσεις με ένα πρόγραμμα αναπαραγωγής βίντεο.

Στα τουβλάκια που ήταν πιο πυκνά τοποθετημένα το «πέσιμο» ταξιδεύει πιο γρήγορα, στα αραιά ταξιδεύει πιο αργά και στα πολύ αραιά ακόμα πιο αργά. Ο σκοπός μας είναι να δείξουμε ότι μπορεί η αλλαγή των ιδιοτήτων του μέσου –π.χ. ελαστικότητα– να επηρεάζει την ταχύτητα. Όσο περισσότερα τουβλάκια χρησιμοποιήσεις τόσο εμφανέστερο θα είναι το αποτέλεσμα.

Πολλαπλή φωτογραφία μπορείς να τραβήξεις με το κινητό σου, κρατώντας το πλήκτρο λήψης πατημένο και αφού έχεις ενεργοποιήσει τη σχετική λειτουργία από τις ρυθμίσεις φωτογραφίας.

Στερεά, υγρά και αέρια

Εδώ προσομοιώνουμε τη διάδοση ενός κύματος σε διαφορετικές καταστάσεις της ύλης.

Η αναλογία είναι:

πάρα πολλά τουβλάκια ανά μονάδα μήκους → διάδοση του κύματος στο στερεό

πολλά τουβλάκια ανά μονάδα μήκους → διάδοση του κύματος στο υγρό

λίγα τουβλάκια ανά μονάδα μήκους → διάδοση του ήχου στο αέριο

Κάθε τουβλάκι διανύει μια απόσταση και χτυπάει το διπλανό του, και αυτό στη συνέχεια διανύει πάλι μια απόσταση και χτυπάει το διπλανό του κ.ο.κ. Έτσι έχουμε διάδοση της κίνησης. Αντίστοιχα, κάθε μόριο του αέρα διανύει μια απόσταση και χτυπάει το διπλανό του, και αυτό στη συνέχεια διανύει πάλι μια απόσταση και χτυπάει το διπλανό του κ.ο.κ. Έτσι έχουμε τη διάδοση του ήχου.

Για τη διάδοση της κίνησης στα τουβλάκια: Θεωρούμε ότι αν τα πιόνια-τουβλάκια ακουμπάνε το ένα το άλλο και σπρώξεις το 1^ο, η ενέργεια φτάνει στο τελευταίο σχεδόν ακαριαία. Μπορείς να το δοκιμάσεις. Αντίθετα, ο χρόνος πτώσης του κάθε πιονιού είναι συγκριτικά αρκετά μεγαλύτερος. Ο χρόνος για να ταξιδέψει το «πέσιμο» θα οφείλεται αποκλειστικά στο άθροισμα των χρόνων των πτώσεων στα πιόνια κάθε σειράς. Μπορείτε να δείξετε –αν και είναι πολύπλοκο– ότι ο χρόνος είναι μεγαλύτερος στα πολύ αραιά πιόνια, μικρότερος στα λιγότερο αραιά και ακόμα πιο μικρός στα πυκνά.

Για τη διάδοση των κυμάτων στα διάφορα υλικά: Θεωρούμε ότι ο χρόνος διάδοσης από το ένα μόριο στο γειτονικό του στα στερεά είναι πολύ μικρός, αφού τα μόρια είναι κοντά το ένα με το άλλο, σε σταθερές θέσεις και αλληλεπιδρούν μεταξύ τους με ισχυρές δυνάμεις. Αντίστοιχα, στα υγρά θεωρούμε ότι ο χρόνος διάδοσης από το ένα μόριο στο γειτονικό του είναι μεγαλύτερος από τα στερεά, αφού τα μόρια δεν είναι σε σταθερές θέσεις και αλληλεπιδρούν μεταξύ τους με ασθενέστερες δυνάμεις.

Τέλος, στα αέρια ο χρόνος διάδοσης από το ένα μόριο στο γειτονικό του είναι μεγαλύτερος, αφού τα μόρια είναι κοντά απομακρυσμένα και αλληλεπιδρούν πρακτικά ελάχιστα μεταξύ τους.

Όταν τρίβεις το βρεγμένο δάχτυλό σου κατά μήκος του χείλους του γυαλιού, το δάχτυλό σου θα κολλήσει στο γυαλί καθώς θα συναντήσει αντίσταση ή τριβή κινούμενο πάνω από την επιφάνεια του γυαλιού. Το νερό στο δάχτυλό σου θα το αφήσει να γλιστρήσει, καθώς δρα ως ένα είδος λιπαντικού, που μειώνει την τριβή. Όταν η πίεση και η ποσότητα της υγρασίας είναι σωστές, αυτή η μικρή αλλά κατάλληλη τριβή ανάμεσα στο δάχτυλό σου και το χείλος του γυαλιού θα προκαλέσει δονήσεις στις πλευρές του γυαλιού. Οι πλευρές του γυαλιού μεταδίδουν τη δόνηση στον αέρα μέσα και γύρω στο ποτήρι, δημιουργώντας ένα ηχητικό κύμα με συγκεκριμένη συχνότητα. Υπάρχει μια συγκεκριμένη συχνότητα, η συχνότητα συντονισμού, στην οποία οι πλευρές του γυαλιού δονούνται πιο εύκολα. Η συχνότητα συντονισμού των λεπτών ποτηριών νερού, κρασιού ή σαμπάνιας είναι συνήθως μέσα στο εύρος της ανθρώπινης ακοής και αυτός είναι ο λόγος που ακούς την ηχητική δόνηση ως μουσικό τόνο.

- 4 Με τα χτυπήματα παράγεται ήχος, η έντασή του είναι πολύ μικρή για να την ακούσεις κατευθείαν. Όταν φέρεις το χωνί στο αυτί σου, ακούς τον ήχο από τα χτυπήματα στο τοίχωμα της λεκάνης γιατί το χωνί λειτουργεί σαν ενισχυτής ήχου. Για να το εξηγήσεις πρέπει να σκεφτείς δύο φαινόμενα:

α) Την παραγωγή και διάδοση του ήχου: Καθώς το δάχτυλο χτυπάει το τοίχωμα της λεκάνης, το θέτει σε ταλάντωση. Αυτές οι ταλαντώσεις θέτουν σε ταλάντωση τα μόρια του νερού που είναι σε επαφή με το τοίχωμα της λεκάνης, αυτά τα γειτονικά τους και ούτω καθεξής. Έτσι η ταλάντωση ταξιδεύει στο νερό και φτάνει στη μεμβράνη του χωνιού, η οποία αρχίζει να ταλαντώνεται. Η μεμβράνη θέτει σε ταλάντωση τα μόρια του αέρα που είναι από την άλλη της μεριά μέσα στο χωνί και στη συνέχεια στο λάστιχο, αυτά στα γειτονικά τους, μέχρι η ταλάντωση να φτάσει στο αυτί σου. Τελικά ο ήχος από τα χτυπήματα ταξιδεύει από το σημείο που παράγεται, διαμέσου του νερού, της μεμβράνης, του αέρα του σωλήνα και φτάνει στο αυτί σου.

β) Την ενέργεια που διαδίδεται: Με τον ήχο μεταφέρεται ενέργεια. Η ενέργεια των μορίων της μεμβράνης μεταφέρεται στα μόρια του αέρα που είναι σε επαφή, αυτά στα επόμενα, που είναι όμως όλο και λιγότερα γιατί το χωνί στενεύει. Κάθε μόριο στο στενό μέρος του χωνιού έχει περισσότερη ενέργεια από κάθε μόριο του αέρα που είναι ακριβώς πίσω από τη μεμβράνη στο πλατύ μέρος του χωνιού. Στο στενό μέρος τα μόρια, αφού έχουν περισσότερη ενέργεια, ταλαντώνονται με μεγαλύτερο πλάτος ή, καλύτερα, έχουμε μεγαλύτερες αυξομειώσεις στην πίεση, δηλαδή πιο δυνατό ήχο. Αυτός ο ενισχυμένος ήχος διαδίδεται μέσα στον σωλήνα και φτάνει στο αυτί μας πιο δυνατός από τον αρχικό ήχο. Το δεύτερο χωνί είναι ανοιχτό και δεν μειώνει με αντίστοιχο τρόπο τον ήχο –τον μειώνει αλλά πολύ λιγότερο–, απλώς χρειάζεται να κρατάς το λάστιχο σε κάποια απόσταση ασφαλείας από το αυτί σου σε περίπτωση πολύ δυνατών ήχων. Στους γιατρούς αυτό το δεύτερο χωνί δεν χρειάζεται, γιατί τα ακουστικά τους δεν τα χρησιμοποιούν για πειράματα!

Απαντήσεις ερωτήσεων αξιολόγησης

- 1 α. Για να δημιουργήσεις διαμήκη κύματα στον χάρακα αρκεί να τον χτυπήσεις παράλληλα στον άξονά του με το σφυρί.
β. Αν χτυπήσεις τον χάρακα κάθετα στον άξονά του, παράγεις εγκάρσια κύματα σε αυτόν.

- 2 Ο άνεμος θέτει σε ταλάντωση τα στάχια και η διεύθυνση ταλάντωσης είναι παράλληλη με τη διεύθυνση διάδοσης των κυμάτων. Συνεπώς, τα κύματα είναι διαμήκη.

3 γ

- 4 Από τη θεμελιώδη εξίσωση του κύματος υπολογίζεις τη συχνότητά του:

$$v = \lambda \cdot f \quad \text{ή} \quad f = \frac{v}{\lambda} \quad \text{ή} \quad f = \frac{1500 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{6 \text{ m}} \quad \text{ή} \quad f = 250 \text{ Hz}.$$

- 5 α. Η σωστή απάντηση είναι η **iii**. Γ,Ε.

β. Το σημείο Β είναι στη μέγιστη απομάκρυνσή του.

6 γ

- 7 Η άποψη αυτή είναι λάθος, αφού η ταχύτητα του ήχου είναι ανεξάρτητη του πλάτους του.

- 8 α. Ο χρόνος που απαιτείται ώστε το δελφίνι να ακούσει την ηχώ του υπολογίζεται μέσω της σχέσης της ευθύγραμμης ομαλής κίνησης. Ο ήχος του δελφινιού διατρέχει από απόσταση $2d$ για να φθάσει στον βυθό και να επανέλθει στο δελφίνι.

$$\text{Ισχύει } 2d = v \cdot t \quad \text{ή} \quad t = \frac{2d}{v} \quad \text{ή} \quad t = \frac{2 \cdot 85 \text{ m}}{1500 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \quad \text{ή} \quad t = 0,11 \text{ s}$$

β. Το μήκος κύματος υπολογίζεται μέσω της θεμελιώδους εξίσωσης της κυματικής:

$$v = \lambda \cdot f \quad \text{ή} \quad \lambda = \frac{v}{f} \quad \text{ή} \quad \lambda = \frac{1500 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{50\,000 \text{ Hz}} \quad \text{ή} \quad \lambda = 0,03 \text{ m}$$

9 Από τον ορισμό της ταχύτητας της ευθύγραμμης ομαλής κίνησης $x = v \cdot t$ προκύπτει:

Ο δύτες αντιλαμβάνεται τον ήχο μετά από χρονικό διάστημα:

$$t_1 = \frac{x_1}{v_1} \quad \text{ή} \quad t_1 = \frac{2000 \text{ m}}{1500 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \quad \text{ή} \quad t_1 = \frac{2000 \text{ m}}{1500 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 1,33 \text{ s}$$

Ο ψαράς αντιλαμβάνεται τον ήχο μετά από χρονικό διάστημα:

$$t_2 = \frac{x_2}{v_2} \quad \text{ή} \quad t_2 = \frac{1000 \text{ m}}{340 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \quad \text{ή} \quad t_1 = \frac{1000 \text{ m}}{340 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 2,94 \text{ s}$$

Συνεπώς τον ήχο ακούει πρώτα ο δύτες, καθώς ο ήχος διαδίδεται γρηγορότερα στα υγρά απ' ό,τι στα αέρια.

10 α. Από τη θεμελιώδη εξίσωση του κύματος υπολογίζεις τη συχνότητά του:

$$v = \lambda \cdot f \quad \text{ή} \quad f = \frac{v}{\lambda} \quad \text{ή} \quad f = \frac{340 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{10^{-2} \text{ m}} \quad \text{ή} \quad f = 34\,000 \text{ Hz}$$

Η συχνότητα αυτή είναι εκτός της περιοχής συχνοτήτων που ακούει ο άνθρωπος.

β. Το ποντίκι δεν θα σε ακούσει, εκτός αν είσαι τενόρος ή σοπράνο, γιατί είναι εκτός της περιοχής συχνοτήτων που ακούει το ποντίκι. Η ένταση δεν έχει σχέση με τη συχνότητα.

11 Η μάρτυρας αναγνώρισε τον ένοχο μέσω της χροιάς της φωνής του. Η χροιά είναι το «δακτυλικό αποτύπωμα» του ήχου, καθώς είναι το υποκειμενικό χαρακτηριστικό που επιτρέπει στον άνθρωπο να διακρίνει ένα ηχητικό κύμα από ένα άλλο ίδιας συχνότητας και ύψους. Η χροιά συνδέεται με τη μορφολογία των εκπεμπόμενων κυμάτων, η οποία διαφέρει από άνθρωπο σε άνθρωπο, καθώς εξαρτάται από τη μορφολογία και την ελαστικότητα των φωνητικών χορδών. Συνεπώς, η μαρτυρία είναι ένα σημαντικό στοιχείο, αν και από μόνο του δεν είναι επαρκές για την κατάδειξη του ενόχου.

12 α. Τη μικρότερη ένταση την έχει ο ήχος (β), γιατί όσο πιο μικρό είναι το πλάτος του κύματος τόσο μικρότερη είναι η έντασή του.

β. Τη μεγαλύτερη συχνότητα την έχει ο ήχος (δ), γιατί έχει τη μικρότερη περίοδο. Όσο πιο μικρή είναι η περίοδος του κύματος, τόσο μεγαλύτερη είναι η συχνότητά του, αφού τα δύο φυσικά μεγέθη είναι

αντιστρόφως ανάλογα: $f = \frac{1}{T}$

6 Οπτική

6.1 Φως: όραση και ενέργεια

ΑΠΟ ΤΗ ΒΙΩΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ

Σελ. 239

- 1 β
- 2 Στη φωτεινή κηλίδα στον τοίχο
- 3 Λάθος
- 4 Φαίνεται ξεκάθαρα μια λεπτή διαδρομή φωτός που συνδέει το λέιζερ με τη φωτεινή κηλίδα: η φωτεινή ακτίνα.

Σελ. 240

Το φως, καθώς διέρχεται μέσα από τα νέφη, αλληλεπιδρά με τους υδατμούς και άλλα σωματίδια της ατμόσφαιρας. Το φως, καθώς διέρχεται από το παράθυρο, αλληλεπιδρά με τη σκόνη του δωματίου.

Σύγχρονες αντιλήψεις για το φως και την όραση

Συμφωνώ με την πρόταση Δ.

Σελ. 241

Η κυματική οπτική ή το μοντέλο της κυματικής φύσης του φωτός

Πώς μεταβάλλεται το μήκος κύματος;	Αυξάνεται
Πώς μεταβάλλεται η συχνότητα;	Ελαττώνεται
Πώς μεταβάλλεται η ενέργεια;	Ελαττώνεται

Απαντήσεις ερωτήσεων βιβλίου μαθητή

- 1 α. φωτίζεται, β. ετερόφωτα, γ. μικρότερη, δ. φωτεινή, ηλεκτρική, ε. πηγές, αυτόφωτα, στ. φως, φωτεινή
- 2 α. Λ, β. Σ, γ. Λ, δ. Λ, ε. Λ, στ. Σ, ζ. Σ, η. Λ, θ. Σ
- 3 Ήλιος (Α), Σελήνη (Ε), πλανήτης Άρης (Ε), ένα δέντρο που καίγεται (Α), αναμμένος ηλεκτρικός λαμπτήρας (Α), αναμμένο κερί (Α), αστέρας Σείριος (Α), λάβα (Α), Βόρειο Σέλας (Α)
- 4 Ήλιος (Θ), πυρολαμπίδες (Ψ), λάβα (Θ), αναμμένο κερί (Θ), αναμμένος ηλεκτρικός λαμπτήρας πυράκτωσης (Θ), αναμμένος ηλεκτρικός λαμπτήρας φθορίου (Ψ), αστέρας Σείριος (Θ), αναμμένο LED (Ψ), αναμμένος σωλήνας φωτεινών διαφημίσεων (Ψ)

5 Από τον λαμπτήρα πυράκτωσης / LED κάποιες ακτίνες φωτός πηγαίνουν προς την πίτσα. Από την πίτσα οι ακτίνες διαχέονται και κάποιες από αυτές πηγαίνουν προς τα μάτια του μαθητή.

Φωτεινή πηγή είναι ο λαμπτήρας πυράκτωσης, που είναι θερμή τεχνητή φωτεινή πηγή ή ο λαμπτήρας LED, που είναι ψυχρή τεχνητή φωτεινή πηγή.



6.2 Διάδοση του φωτός

ΑΠΟ ΤΗ ΒΙΩΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ

Δραστηριότητα 1 σελ. 247

Μετακίνηση του CD προς τα πάνω:

Παρατηρώ ότι το φωτεινό ίχνος μετακινείται προς τα κάτω, έτσι ώστε φλόγα, οπή του CD και ίχνος να βρίσκονται στην ίδια ευθεία.

Μετακίνηση του CD προς τα κάτω:

Παρατηρώ ότι το φωτεινό ίχνος μετακινείται προς τα πάνω, έτσι ώστε φλόγα, οπή του CD και ίχνος να βρίσκονται στην ίδια ευθεία.

Δραστηριότητα 2 σελ. 247-248

Παρατηρώ ότι όταν η φλόγα, οι οπές των CD και το μάτι μου βρίσκονται στην ίδια ευθεία, τότε βλέπω τη φλόγα στο ρεσό.

Σε ποιο συμπέρασμα καταλήγεις;

Στον αέρα το φως διαδίδεται ευθύγραμμα.

Πού διαδίδεται το φως; Διαφανή ή αδιαφανή υλικά; Σελ. 249-250

Υπάρχει περίπτωση το φως να μη φθάσει ποτέ στα μάτια μας;

Υπόθεσε ότι είναι νύχτα. Μπορείς να δεις το φως του Ήλιου άμεσα; Γιατί; Πού βρίσκεται ο Ήλιος;

Όχι. Γιατί βρισκόμαστε στη μη φωτιζόμενη από τον Ήλιο πλευρά της Γης.

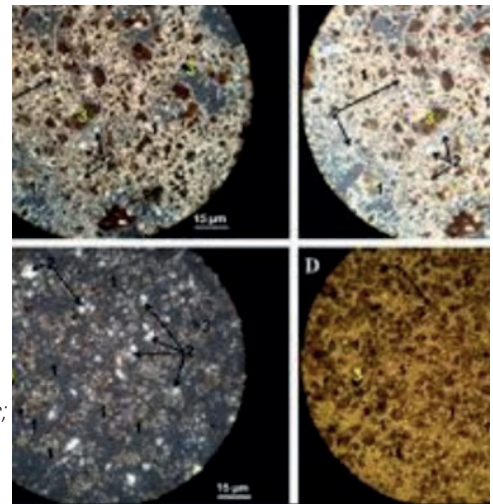
Τι παρεμβάλλεται ανάμεσα σε σένα και τον Ήλιο; Τι είναι ως προς τη διαφάνειά του αυτό το ενδιαίτημα; Διαφανές, ημιδιαφανές ή μήπως αδιαφανές;

Η Γη, που είναι αδιαφανής.

Ποια είναι η γνώμη σου; Το νερό είναι διαφανές, ημιδιαφανές ή μήπως αδιαφανές; Διαφανές.

Το συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι όταν ελέγχουμε ένα σώμα ως προς τη διαφάνειά του, απαραίτητα πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη μας και τη διαδρομή που θα χρειαστεί το φως να διανύσει διερχόμενο από μέσα του. Έτσι, μιλώντας για το νερό, παρόλο που έχουμε τη καθημερινή εικόνα της διαφάνειάς του, ας μην ξεχνάμε ότι αναφερόμαστε σε μικρές ποσότητες. Σε μεγάλες διαδρομές το φως απορροφάται, με την μπλε ακτινοβολία να είναι αυτή που θα διεισδύσει περισσότερο σε βάθος.

Το ίδιο συμβαίνει και για τα αδιαφανή, εκ πρώτης όψεως, σώματα. Ένα ορυκτό φαίνεται αδιαφανές. Για να το ελέγξουμε όμως στο μικροσκόπιο, σε ορυκτολογική μελέτη, πρέπει να πάρουμε μια πολύ λεπτή φέτα του, ώστε το φως (για τα οπτικά μικροσκόπια) ή η δέσμη ηλεκτρονίων (για τα ηλεκτρονικά μικροσκόπια) να μπορεί να διέλθει από μέσα του και να μας αναδείξει την εσωτερική δομή του. Θα έχεις δει και εσύ την ίδια τεχνική να εφαρμόζει ο βιολόγος για να δει μια τομή ενός βλαστού ή ενός φύλλου στο μικροσκόπιο.



Σκιές στο διάστημα. Σελ. 252

Ολική έκλειψη Σελήνης.

Σε ποια μέρη της Γης είναι ορατή η ολική έκλειψη Σελήνης;

Στη μη φωτιζόμενη από τον Ήλιο περιοχή της Γης, δηλαδή στα μέρη που υπάρχει νύχτα.

Σε ποια φάση βρίσκεται η Σελήνη κατά την ολική έκλειψη Σελήνης;

Πανσέληνος

Σελ. 253

Ολική έκλειψη Ηλίου.

Σε ποια μέρη της Γης είναι ορατή η ολική έκλειψη Ηλίου;

Στα μέρη της Γης που βρίσκονται στην σκιά της Σελήνης.

Μερική έκλειψη Ηλίου.

Σε ποια μέρη της Γης είναι ορατή η μερική έκλειψη Ηλίου;

Στα μέρη της Γης που βρίσκονται στην παρασκιά της Σελήνης.

Όπως είναι φανερό, τα μέρη της Γης που έχουν μερική έκλειψη Ηλίου είναι μεγαλύτερης έκτασης από τα μέρη που έχουν ολική έκλειψη Ηλίου.

Απαντήσεις ερωτήσεων βιβλίου μαθητή

1 α. ευθύγραμμο, β. ακτίνα, γ. αδιαφανή, δ. διαφανή, ε. μεγαλύτερη, στ. ευθύγραμμη

2 α. Λ, β. Λ, γ. Λ, δ. Σ, ε. Σ, στ. Σ, ζ. Σ

3 1β, 2γ, 3α

Λύσεις ασκήσεων βιβλίου μαθητή

1 Το φως διαδίδεται ισοταχώς, διανύοντας την απόσταση Γης - Σελήνης και Σελήνης - Γης $2x$ σε χρόνο $t = 2,6 \text{ s}$ με ταχύτητα στο κενό

$$c = 300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}};$$
$$2x = c \cdot t \quad \text{ή} \quad x = \frac{c \cdot t}{2} \quad \text{ή} \quad x = \frac{300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}} \cdot 2,6 \text{ s}}{2} \quad \text{ή} \quad x = 390\,000 \text{ km}$$

2 Η ταχύτητα του φωτός, σύμφωνα με τα δεδομένα που είχε ο Røemer, ήταν:

$$x = c \cdot t \quad \text{ή} \quad c = \frac{x}{t} \quad \text{ή} \quad c = \frac{6 \cdot 10^8 \text{ km}}{10 \text{ min}} \quad \text{ή} \quad c = \frac{6 \cdot 10^8 \text{ km}}{10 \cdot 60 \text{ s}} \quad \text{ή} \quad c = 10^6 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

Ενδεικτικές απαντήσεις Physics is fun

1

Αρχικά, και όσο είναι σκεπασμένο με το βιβλίο το φωτοβολταϊκό, το λαμπάκι LED δεν ανάβει. Μόλις πέσει φως πάνω στην επιφάνειά του από τον Ήλιο, το λαμπάκι LED ανάβει.

Για να ανάψει το λαμπάκι LED, χρειάζεται ηλεκτρική ενέργεια· το ηλεκτρικό ρεύμα που το διαρρέει, το διεγείρει και φωτοβολεί. Όταν δεν έχουμε φως, ή καλύτερα το απαιτούμενο φως, το LED δεν ανάβει. Από αυτό συμπεραίνουμε ότι δεν υπάρχει ηλεκτρική ενέργεια στο κύκλωμα. Δεν υπάρχει δηλαδή στο κύκλωμα κάποιος μηχανισμός που να δημιουργεί ηλεκτρικό ρεύμα, όπως μια μπαταρία.

Αν το τοποθετήσεις στην επιφάνεια του φωτοβολταϊκού, έτσι που να το φωτίζει ο Ήλιος ή άλλη πηγή φωτός, όπως η λάμπα του δωματίου σου ή ο φακός, το LED ανάβει. Αφού το φως έχει την ικανότητα να κάνει το LED να ανάβει, αυτό σημαίνει ότι το φως μεταφέρει ενέργεια. Το φωτοβολταϊκό στοιχείο είναι ο απαραίτητος μηχανισμός που μετατρέπει τη φωτεινή σε ηλεκτρική και την προσφέρει στο κύκλωμα. Απορροφά την ενέργεια που μεταφέρει το φως του Ήλιου, της λάμπας ή του φακού και τη μετατρέπει σε ηλεκτρική. Το φως, καθώς αλληλεπιδρά με τα άτομα της επιφάνειας του φωτοβολταϊκού, προκαλεί εκπομπή ηλεκτρονίων από τις κανονικές τους θέσεις, με αποτέλεσμα να δημιουργείται ηλεκτρικό ρεύμα. Αυτό το ηλεκτρικό ρεύμα μεταφέρει την ενέργεια στο LED. Η ποσότητα της φωτεινής ενέργειας που μεταφέρει το φως και μετατρέπεται σε ηλεκτρική από το φωτοβολταϊκό εξαρτάται από χαρακτηριστικά του φωτός, όπως η ένταση, από τα χαρακτηριστικά του φωτοβολταϊκού, όπως το μέγεθος και η ποιότητα κατασκευής του, και από τον προσανατολισμό του φωτοβολταϊκού ως προς τη διεύθυνση των φωτεινών ακτίνων που πέφτουν πάνω του. Με τον φακό μπορείς καλύτερα να δοκιμάσεις πώς κάποιες από αυτές τις παραμέτρους επηρεάζουν το αν ανάβει ή όχι το LED.

2

Βλέπεις ένα τμήμα της μπάλας να φωτίζεται και στο υπόλοιπο τη σκιά της που δημιουργείται από το φως της λάμπας. Καθώς την περιστρέφεις, το φωτεινό τμήμα μεγαλώνει και στη συνέχεια μικραίνει, μέχρι που χάνεται εντελώς και το φαινόμενο επαναλαμβάνεται.

Πρόκειται για προσομοίωση των φάσεων της Σελήνης.

Η λάμπα παριστάνει τον ήλιο, η μπάλα από φελιζόλ παριστάνει τη Σελήνη, ενώ η Γη είναι ουσιαστικά το κεφάλι σου.

Ανάλογα με τη γωνία θέασης της μπάλας, θα βλέπεις ένα τμήμα της να φωτίζεται (αντιστοιχεί στο φωτεινό μέρος της Σελήνης), ενώ το υπόλοιπο τμήμα της να είναι σκιερό (αντιστοιχεί στο σκοτεινό μέρος της Σελήνης, αυτό που ουσιαστικά δεν φαίνεται). Θα αντιστοιχίσεις εύκολα την Πανσέληνο όταν φωτίζεται ολόκληρη η μπάλα. Τη νέα Σελήνη όταν δεν βλέπεις καθόλου το φως της λάμπας να πέφτει πάνω της. Αυτές είναι και οι δύο θέσεις στις οποίες παρατηρούνται και οι εκλείψεις. Μπορείς να αντιστοιχίσεις και τις υπόλοιπες ενδιάμεσες φάσεις της Σελήνης.

Ίσως να σε προβληματίζει που το σκοτεινό μέρος της μπάλας είναι αρκετά «ορατό». Αυτό συμβαίνει επειδή οι τοίχοι του δωματίου σου επανεκπέμπουν αρκετό από το φως της λάμπας που τους φωτίζει. Τελικά η μπάλα από φελιζόλ δεν φωτίζεται αποκλειστικά και μόνο από τη λάμπα του δωματίου. Φωτίζεται έστω και λίγο από τους τοίχους και από την ατμόσφαιρα που διαχέει το φως της λάμπας. Έτσι εξηγείται γιατί το τμήμα της μπάλας που δεν φωτίζεται άμεσα από τη λάμπα δεν είναι πολύ σκοτεινό, τόσο που να μη φαίνεται όπως η Σελήνη. Στη Σελήνη δεν έχεις τοίχους να επανεκπέμπουν το φως, ούτε ατμόσφαιρα που να το διαχέει.

Αναζήτησε τις δύο θέσεις στις οποίες φωτίζεται η μισή ακριβώς επιφάνεια της Σελήνης ή αλλιώς το πρώτο και το τελευταίο τέταρτο, όπως ονομάζονται αυτές οι φάσεις. Κρύβουν κάτι ενδιαφέρον. Μελετώντας περαιτέρω τις θέσεις αυτές, μπορείς να υπολογίσεις την απόσταση Γης - Ήλιου, ακολουθώντας μια σκέψη που εισήγαγε ο Αρίσταρχος από την αρχαιότητα: Εύκολα διαπιστώνεις ότι το κεφάλι σου - Γη Α, η μπάλα - Σελήνη Β και η λάμπα - Ήλιος Γ σχηματίζουν ορθογώνιο τρίγωνο ΑΒΓ, με την ορθή γωνία στη θέση Β της Σελήνης. Γνωρίζοντας την απόσταση Γης - Σελήνης ΑΒ και τη γωνία $\widehat{BAG}$ Σελήνη- Γη - Ήλιος μπορείς να υπολογίσεις την απόσταση Γης - Ήλιου. Η απόσταση Γης - Ήλιου είναι πολύ σημαντική μονάδα στην αστρονομία, ονομάζεται αστρονομική μονάδα 1 ΑΥ.

Την απόσταση Γης - Σελήνης που χρησιμοποίησες, την υπολόγισε και αυτήν ο Αρίσταρχος. Είναι ένα άλλο ενδιαφέρον θέμα. Αφήνουμε σε σένα να βρεις τον τρόπο που ακολούθησε.

Στην 1^η περίπτωση βλέπεις τη σκιά της μπάλας σαν έναν ολόκληρο κύκλο (ή σαν τμήμα κύκλου αν είναι στην άκρη) να πέφτει στην υδρόγειο. Αντίστοιχα, ο φίλος σου βλέπει το φως του φακού να κρύβεται εντελώς ή εν μέρει από την μπάλα φελιζόλ.

Στη 2^η περίπτωση βλέπεις το φως του φακού να κρύβεται εντελώς ή εν μέρει από την υδρόγειο. Αντίστοιχα, ο φίλος σου βλέπει τη σκιά της υδρογείου να καλύπτει ολόκληρη την μπάλα από φελιζόλ ή σαν τμήμα κύκλου.

Πρόκειται για προσομοίωση των εκλείψεων. Ο φακός παριστάνει τον ήλιο, η μπάλα από φελιζόλ παριστάνει τη Σελήνη, ενώ η Γη είναι η υδρόγειος. Στην 1^η περίπτωση έχουμε έκλειψη Ηλίου και στη 2^η περίπτωση έκλειψη Σελήνης.

1^η περίπτωση: Μας ενδιαφέρει τι βλέπει ο φίλος σου που είναι στη Γη. Βλέπει τη Σελήνη να του κρύβει τον Ήλιο, βλέπει δηλαδή μια έκλειψη Ηλίου. Εσύ, που είσαι πολύ μακριά από τη Γη και βλέπεις την πορεία της σκιάς που δημιουργείς, του εξηγείς ότι η σκιά της Σελήνης πέφτει πάνω του και του κρύβει τον Ήλιο.

2^η περίπτωση: Μας ενδιαφέρει πάλι τι βλέπει ο φίλος σου που είναι στη Γη. Βλέπει τη Σελήνη να κρύβεται καθώς διέρχεται μέσα στη σκιά της Γης, βλέπει δηλαδή μια έκλειψη Σελήνης. Εσύ, που είσαι πολύ μακριά από τη Γη, τη βλέπεις να μπαίνει ανάμεσα στον Ήλιο και τη Σελήνη και να μη φωτίζεται.

Χάρη στις εκλείψεις, οι άνθρωποι έβγαλαν από την αρχαιότητα πάρα πολλά συμπεράσματα, πολύ πριν ταξιδέψουμε στο διάστημα και δούμε με τα μάτια μας τη Γη από μακριά. Μερικά από αυτά ήταν:

- 1) Στις εκλείψεις Σελήνης, η σκιά της Γης όταν έπεφτε στη Σελήνη ήταν τμήμα κύκλου. Από αυτό συμπεράναν ότι η Γη είναι σφαίρα.
- 2) Όταν ξεκινούσε μια έκλειψη Σελήνης και πριν γίνει πλήρης, η σκιά της Γης πάνω στην επιφάνεια της Σελήνης φαινόταν σαν τμήμα κύκλου. Σχεδίασαν τον κύκλο της Σελήνης και το τμήμα του κύκλου της σκιάς της Γης στο ίδιο σχέδιο. Στη συνέχεια υπολόγισαν τον λόγο των ακτίνων των δύο αυτών κύκλων. Επειδή ήδη γνώριζαν την ακτίνα της Γης, υπολόγισαν την ακτίνα της Σελήνης.
- 3) Από τη διάρκεια που χρειάζεται να ολοκληρωθεί μια έκλειψη Σελήνης, μπόρεσαν να μετρήσουν την απόσταση Γης - Σελήνης. Γνώριζαν ότι για να κάνει η Σελήνη μία ολόκληρη περιφορά, δηλαδή να διανύσει απόσταση $2\pi R$ γύρω από τη Γη (όπου R είναι η ακτίνα του κύκλου δηλαδή η απόσταση Γης - Σελήνης), χρειάζεται περίπου 29 ημέρες. Η απόσταση που διάνυσε η Σελήνη στη διάρκεια της έκλειψης παρατήρησαν ότι ήταν όσο δύο φορές το μέγεθος της Γης, δηλαδή 4 ακτίνες της Γης. Τα 4 μεγέθη:
 - α) διάρκεια που χρειάζεται να ολοκληρωθεί μια έκλειψη Δt , β) η απόσταση $2\pi R$, γ) η διάρκεια περίπου $T=29$ ημέρες και δ) η απόσταση ίση με 4 ακτίνες της Γης $4R_g$ συνδυάζονται, και υπολογίζεται η απόσταση R :

$$\frac{2 \cdot \pi \cdot R}{T} = \frac{4 \cdot R_g}{\Delta t}$$

- 4) Μια άλλη ενδιαφέρουσα μέτρηση που έκαναν στη διάρκεια μιας έκλειψης Ηλίου είναι ότι μέτρησαν την ακτίνα του Ήλιου. Υπάρχουν τρία είδη εκλείψεων του Ήλιου.
 - α) η μερική έκλειψη, που κρύβεται ένα μέρος του Ήλιου
 - β) η ολική έκλειψη, που κρύβεται ολόκληρος ο Ήλιος και
 - γ) η δαχτυλοειδής έκλειψη, που κρύβεται ολόκληρος ο Ήλιος, αλλά μένει ορατό ένα μικρό δαχτυλίδι. Αυτή η έκλειψη συμβαίνει όταν η Σελήνη βρεθεί πολύ κοντά στον Ήλιο και η Γη πολύ μακριά. Στην ολική έκλειψη, κατά την οποία κρύβεται ολόκληρος ο Ήλιος, πολύ εύκολα μπορεί κάποιος να χρησιμοποιήσει την ίδια τεχνική που χρησιμοποίησε ο Θαλής να μετρήσει το ύψος της μεγάλης πυραμίδας του Χέοπα, χρησιμοποιώντας:
 - α) την ακτίνα της Σελήνης (την είχαν ήδη μετρήσει σε έκλειψη Σελήνης)
 - β) την απόσταση Γης - Σελήνης (την είχαν ήδη μετρήσει σε έκλειψη Σελήνης)
 - γ) την απόσταση Γης - Ήλιου (την είχαν ήδη μετρήσει με τη φάση της Σελήνης στο 1^ο τέταρτο).

$$\text{Από αυτά υπολόγισαν την ακτίνα του Ήλιου: } \frac{R_{\Sigma}}{d_{\Sigma}} = \frac{R_H}{d_H}$$

Προς το έδαφος / πάτωμα κλπ. Δηλαδή ο Ήλιος είναι από την άλλη μεριά της Γης. Μια εφαρμογή που μπορείς να χρησιμοποιήσεις είναι η SkyView.

Απαντήσεις ερωτήσεων αξιολόγησης

1 Αυτό που βλέπεις είναι η αλληλεπίδραση του φωτός με τους υδρατμούς και τη σκόνη της ατμόσφαιρας.

2 γ

3 α. Λ, β. Λ, γ. Λ, δ. Λ, ε. Λ

4 δ

5 Η Γη και η Σελήνη ως ετερόφωτα σώματα είναι σκιερά. Δημιουργούν δηλαδή στον χώρο σκιά. Στη φωτογραφία είναι ευδιάκριτη μόνο η φωτεινή πλευρά της Γης, που φωτίζεται από τον Ήλιο, όπως φαίνεται από τη Σελήνη.

6 α. Σ, β. Λ, γ. Σ, δ. Λ, ε. Σ, στ. Λ, ζ. Σ, η. Λ

7 α. Θα φωτιστούν τα πιόνια Α, Β από τις ακτίνες που διαχέονται στο χαρτί. Δεν θα φωτιστούν τα πιόνια Γ, Δ, που είναι πίσω από το χαρτόνι, γιατί είναι στη σκιά του.

β. Όταν αντικαθιστάς το χαρτόνι με ένα κομμάτι γυαλί ίδιων διαστάσεων, θα φωτιστούν τα πιόνια Γ, Δ, καθώς το γυαλί είναι διαφανές σώμα. Τα πιόνια Α, Β θα φωτιστούν πιο αχνά από πριν από τις ακτίνες φωτός που ανακλώνται στο γυαλί και από τις ακτίνες φωτός που διαχέονται στους τοίχους του δωματίου.

8 Το φως έφτασε στη Γη από το νεφέλωμα του Καρκίνου μετά από **6500 y** (έτη). Συνεπώς η έκρηξη του σουπερνόβα που καταγράφηκε από Κινέζους αστρονόμους το **1054 π.χ.** έγινε στην πραγματικότητα περίπου το έτος:

$$t = 6500 + 1054 = 7554 \text{ π.χ.}$$

9

α. Παρατηρείται έκλειψη Σελήνης γιατί τα τρία σώματα είναι ευθυγραμμισμένα και η Γη είναι μεταξύ Ήλιου και Γης.

β. Στις θέσεις 2 και 4.

γ. Στο σχήμα φαίνεται η πορεία μιας ακτίνας που φτάνει στον παρατηρητή από τον κρατήρα της Σελήνης.

7

Ανάκλαση του φωτός

7.1 Ανάκλαση του φωτός

Από τη βιωματική δραστηριότητα και το πείραμα στη θεωρία (σελ. 265)

Δραστηριότητα 1

A. Βλέπεις το ίχνος της φωτεινής πηγής λέιζερ πάνω στον καθρέφτη;

Ναι.

Βλέπεις το ίχνος της φωτεινής πηγής λέιζερ κάπου αλλού στους τοίχους του δωματίου;

Ναι.

Μπορείς να περιγράψεις πού το βλέπεις σε σχέση με τη λεία επιφάνεια του καθρέφτη; Βρίσκεται στον τοίχο που «κοιτά» ο καθρέφτης.

B. Αν στη συνέχεια στρέψεις τον καθρέφτη προς κάποια διεύθυνση, μπορείς να προβλέψεις προς τα πού θα κινηθεί το ίχνος της φωτεινής πηγής λέιζερ στον τοίχο;

Προς την πλευρά που στράφηκε ο καθρέφτης.

E. Εκτέλεσε τη δραστηριότητα στον εργαστηριακό οδηγό και μετάφερε τα συμπεράσματά σου εδώ.

Η γωνία που σχηματίζει μια προσπίπτουσα ακτίνα σε λεία επιφάνεια με την κάθετη στο σημείο πρόσπτωσης είναι ίση με τη γωνία που σχηματίζει η ανακλώμενη ακτίνα με την κάθετη (7^η εργαστηριακή άσκηση).

Απαντήσεις ερωτήσεων βιβλίου μαθητή

1 α. ανακλάται/διαχέεται, β. ανάκλασης/διάχυσης, γ. ανακλώμενη, επίπεδο, δ. διαχέεται, ε. ίση, ανάκλασης, στ. τραχιά

2 α. Λ, β. Λ, γ. Σ, δ. Σ

3 Σωστές είναι οι ισότητες γ και δ.

Λύσεις ασκήσεων βιβλίου μαθητή

1

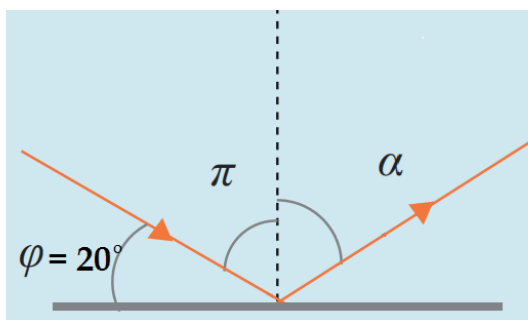
α.

β. $\hat{\pi} = 90^\circ - \hat{\phi}$ ή $\hat{\pi} = 90^\circ - 20^\circ$ ή $\hat{\pi} = 70^\circ$

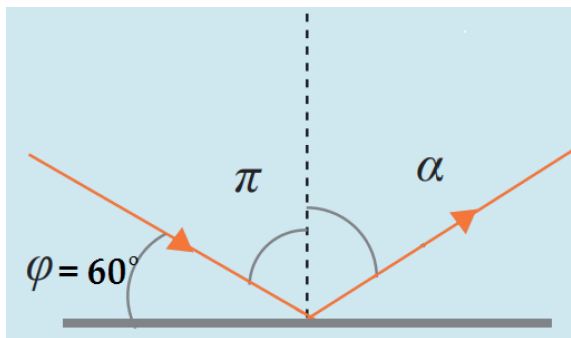
γ. Στην ανάκλαση ισχύει $\hat{\pi} = \hat{\alpha}$, άρα $\hat{\alpha} = 70^\circ$

δ. Γωνία ανάμεσα στην ακτίνα πρόσπτωσης και την ακτίνα ανάκλασης: $\hat{\pi} + \hat{\alpha} = 140^\circ$

ε. Η γωνία πρόσπτωσης αυξάνεται κατά 10° άρα $\hat{\pi}' = 80^\circ$ και $\hat{\alpha}' = 80^\circ$ άρα $\hat{\pi}' + \hat{\alpha}' = 160^\circ$ άρα η γωνία ανάμεσα στην ακτίνα πρόσπτωσης και την ακτίνα ανάκλασης αυξάνεται κατά 20° .

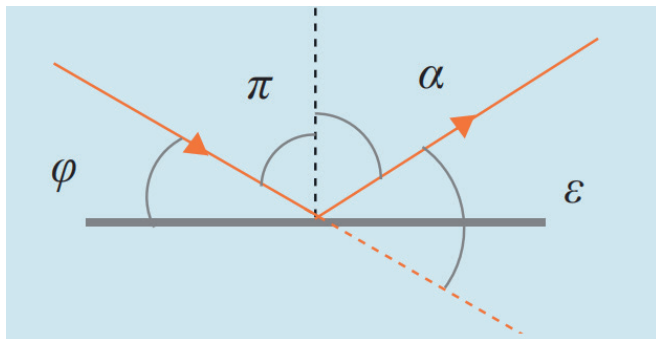


α.



β. $\hat{\pi} = 90^\circ - \hat{\phi}$ ή $\hat{\pi} = 90^\circ - 60^\circ$ ή $\hat{\pi} = 30^\circ$

γ. Στην ανάκλαση ισχύει $\hat{\pi} = \hat{\alpha}$, άρα $\hat{\alpha} = 30^\circ$



δ.

Γωνία εκτροπής $\hat{\pi} + \hat{\alpha} + \hat{\epsilon} = 180^\circ$ ή $\hat{\epsilon} = 180^\circ - \hat{\pi} - \hat{\alpha}$ ή

$$\hat{\epsilon} = 180^\circ - 30^\circ - 30^\circ \text{ ή } \hat{\epsilon} = 120^\circ$$

7.2 Εικόνες σε καθρέφτες: είδωλα

ΑΠΟ ΤΗ ΒΙΩΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ

(σελ. 273)

Σύγκρινε τα αποτελέσματα των δύο μετρήσεων:

Οι αποστάσεις του ειδώλου και του αντικειμένου από την επιφάνεια που ανακλά το φως είναι ίσες.

Απαντήσεις ερωτήσεων βιβλίου μαθητή

1 α. επίπεδο, β. συμμετρικό, ίσο, γ. φανταστικά, όρθια

2 α. Σ, β. Σ, γ. Σ, δ. Λ

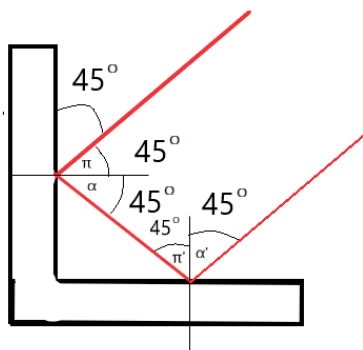
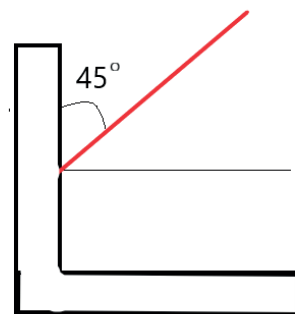
3 α

4 α, στ

Λύσεις ασκήσεων βιβλίου μαθητή

1 Πρόσπτωση ακτίνας στον κατακόρυφο καθρέφτη με γωνία 45° .

α. Πορεία της ακτίνας μετά τις δύο διαδοχικές ανακλάσεις.



β. Παρατηρώ ότι όλες οι προσπίπτουσες και οι ανακλώμενες ακτίνες σχηματίζουν γωνίες 45° με τις κάθετες στους καθρέφτες. Έτσι η αρχική προσπίπτουσα ακτίνα και η τελική ανακλώμενη ακτίνα είναι παράλληλες, δηλαδή η γωνία εκτροπής είναι 180° .

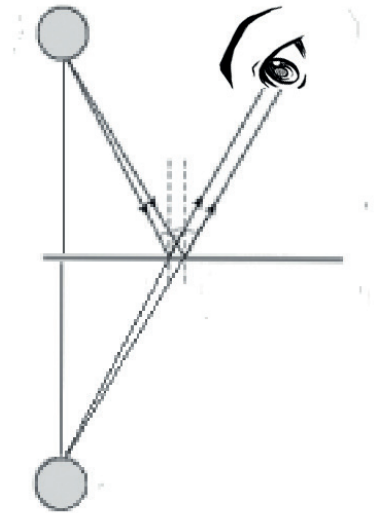
Η αρχική ακτίνα, μετά τις δύο διαδοχικές ανακλάσεις, αντιστρέφεται.

2 Για τον σχεδιασμό του ειδώλου:

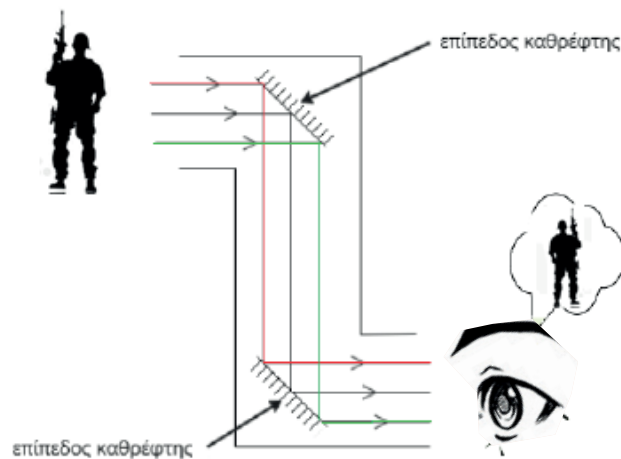
Α' τρόπος: Φέρνουμε τις προεκτάσεις των δύο ανακλώμενων ακτίνων πίσω από τον καθρέφτη. Το σημείο τομής τους, είναι σημείο του ειδώλου της φωτεινής πηγής.

Β' τρόπος: Γνωρίζουμε ότι το είδωλο αντικείμενου σε επίπεδο καθρέφτη είναι συμμετρικό ως προς τον καθρέφτη. Έτσι βρίσκουμε το συμμετρικό της φωτεινής πηγής, φέρνοντας την κάθετη στον καθρέφτη και προεκτείνοντάς την κατά ίσο διάστημα. Το σημείο που προκύπτει, είναι σημείο του ειδώλου της φωτεινής πηγής.

Το είδωλο που σχηματίζεται σε επίπεδο καθρέφτη είναι φανταστικό.



3 Έστω ένας παρατηρητής που βλέπει μέσω περισκοπίου έναν στρατιώτη. Φωτεινές ακτίνες που ανακλώνται στον στρατιώτη, φτάνουν στα μάτια του παρατηρητή. Πρόσεξε πως ο παρατηρητής βλέπει όρθιο τον στρατιώτη, λόγω των δύο διαδοχικών ανακλάσεων της φωτεινής δέσμης, στα δύο επίπεδα κάτοπτρα, που είναι τοποθετημένα στις άκρες του περισκοπίου, παράλληλα και με γωνία 45° με το επίπεδο.



7.3 Τα είδωλα σε κοίλους και κυρτούς καθρέφτες

ΑΠΟ ΤΗ ΒΙΩΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ

Το είδωλο σε κυρτό κάτοπτρο (σελ. 283)

Απόσταση	Είδος ειδώλου	Μέγεθος ειδώλου	Οπτικό πεδίο
Κρατώντας το πολύ κοντά σου	Ορθό	Μεγάλο	Μικρό
Κρατώντας το με τον αγκώνα λυγισμένο (κοντά)	Ορθό	Μεσαίο	Μεσαίο
Κρατώντας το με το χέρι τεντωμένο (μακριά)	Ορθό	Μικρό	Μεγάλο

Το είδωλο σε κοίλο κάτοπτρο (σελ. 284)

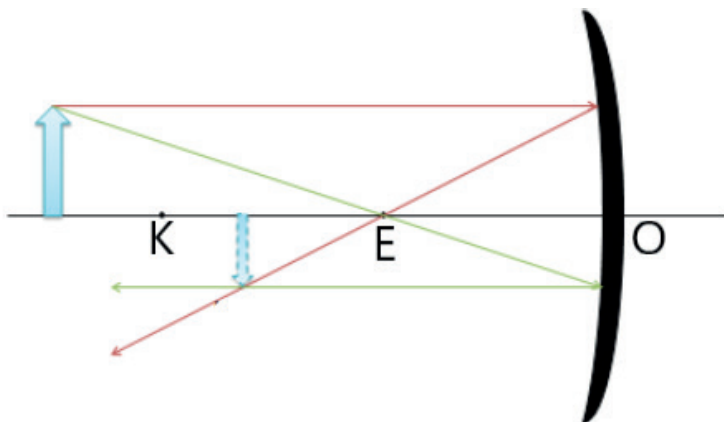
Απόσταση	Θέση ειδώλου	Μέγεθος ειδώλου	Οπτικό πεδίο
Κρατώντας το πολύ κοντά σου	Ορθό	Μεγάλο	Μικρό
Κρατώντας το κοντά σου	Ανεστραμμένο	Μεγάλο	Μικρό
Κρατώντας το με τον αγκώνα λυγισμένο	Ανεστραμμένο	Μεσαίο	Μεσαίο
Κρατώντας το με το χέρι τεντωμένο	Ανεστραμμένο	Μικρό	Μεγάλο

Απαντήσεις ερωτήσεων βιβλίου μαθητή

- 1 α. πραγματικό, β. φανταστικό, αντικείμενο, γ. μικρότερο, φανταστικό, δ. πραγματικό
- 2 α. Λ, β. Σ, γ. Σ, δ. Λ
- 3 δ
- 4 Ο ηλιακός φούρνος είναι ένα κοίλο κάτοπτρο στην εστία του οποίου τοποθετείται το προς θέρμανση αντικείμενο, π.χ. η κατσαρόλα για την προετοιμασία του φαγητού. Οι ακτίνες του Ήλιου συγκεντρώνονται στην εστία του κοίλου κατόπτρου, όπου παρουσιάζεται συγκέντρωση ενέργειας, που θερμαίνει το περιεχόμενο της κατσαρόλας.

Λύσεις ασκήσεων βιβλίου μαθητή

1



α.

Από την κορυφή του μολυβιού φέρνουμε δύο ακτίνες:

Μία παράλληλη προς τον κύριο άξονα (κόκκινη στο σχήμα), που ανακλώμενη θα περάσει από την κύρια εστία του κατόπτρου (E), και

μία ακτίνα διερχόμενη από την κύρια εστία του κατόπτρου (E) (πράσινη στο σχήμα), που ανακλώμενη θα είναι παράλληλη προς τον κύριο άξονα.

Οι δύο αυτές ακτίνες τέμνονται σε ένα σημείο ανάμεσα στο κέντρο καμπυλότητας (K) και την κύρια εστία (E), όπου σχηματίζεται το είδωλο του αντικειμένου.

β.

Το είδωλο σχηματίζεται από τις ανακλάσεις των προσπιπτουσών ακτίνων στο κάτοπτρο, άρα είναι πραγματικό. Είναι, επίσης ανεστραμμένο και μικρότερο του αντικειμένου.

γ.

Στα κοίλα κάτοπτρα, όταν το αντικείμενο βρίσκεται πέραν του κέντρου καμπυλότητας, το είδωλό του βρίσκεται ανάμεσα στο κέντρο καμπυλότητας και την κύρια εστία.

Όσο το αντικείμενο πλησιάζει προς το κέντρο καμπυλότητας τόσο και το είδωλο πλησιάζει το κέντρο καμπυλότητας και τείνει να γίνει ισομεγέθες του αντικειμένου.

2

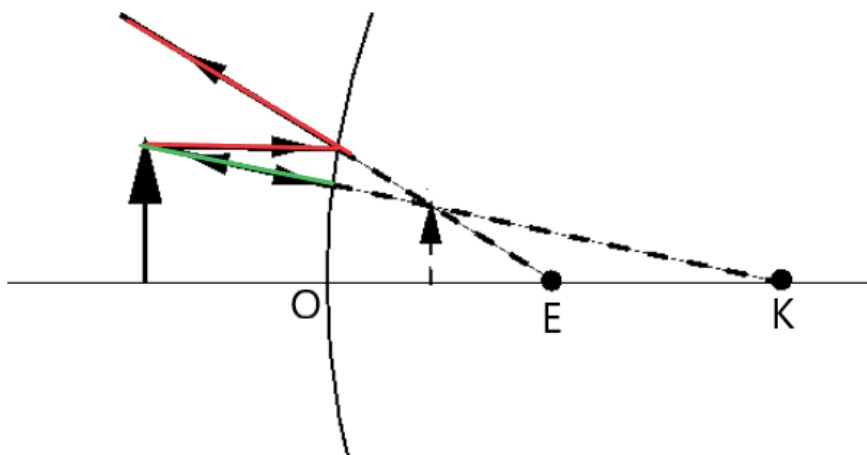
α.

Από την κορυφή του μολυβιού φέρνουμε δύο ακτίνες:

Μία παράλληλη προς τον κύριο άξονα (κόκκινη στο σχήμα), που ανακλώμενη η προέκτασή της θα περάσει από την κύρια εστία του κατόπτρου (E), και

μία ακτίνα, που η προέκτασή της διέρχεται από το κέντρο καμπυλότητας (K) (πράσινη στο σχήμα) και η ανακλώμενή της θα επιστρέψει από την ίδια πορεία.

Οι δύο αυτές ακτίνες τέμνονται σε ένα σημείο ανάμεσα στην κορυφή του κατόπτρου και την κύρια εστία, όπου σχηματίζεται το είδωλο του αντικειμένου.



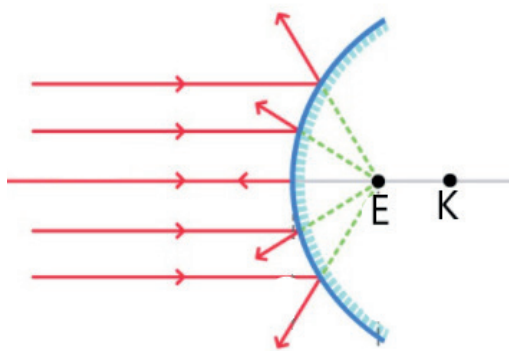
β.

Το είδωλο σχηματίζεται από τις προεκτάσεις των προσιπτουσών ακτίνων στο κάτοπτρο, άρα είναι φανταστικό. Είναι, επίσης ορθό και μικρότερο του αντικειμένου.

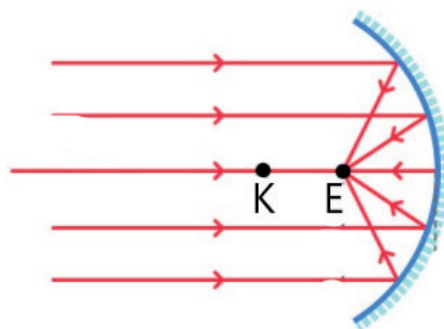
γ.

Στα κυρτά κάτοπτρα, το είδωλό του βρίσκεται ανάμεσα στην κορυφή του κατόπτρου και την κύρια εστία.

- 3** Οι ανακλώμενες ακτίνες μιας δέσμης παράλληλων προς τον οπτικό άξονα ακτίνων, μετά την ανάκλασή τους στο κοίλο κάτοπτρο, συγκλίνουν στην κύρια εστία του κατόπτρου.



- 4** Μια δέσμη παράλληλων προς τον οπτικό άξονα ακτίνων, μετά την ανάκλασή τους σε κυρτό κάτοπτρο, αποκλίνουν. Οι προεκτάσεις των ανακλώμενων ακτίνων διέρχονται από την κύρια εστία του κατόπτρου.



Ενδεικτικές απαντήσεις Physics is fun

- 1** Σε πολύ κοντινή απόσταση στον καθρέφτη το είδωλο φαίνεται όρθιο και μεγαλύτερό σου. Όσο απομακρύνεται ο καθρέφτης από το πρόσωπό σου, το είδωλο παραμένει όρθιο και σταδιακά μεγαλώνει. Σε κάποια συγκεκριμένη θέση το είδωλο θολώνει και χάνεται. Μετά από αυτήν τη θέση το είδωλο εμφανίζεται ξανά μεγαλύτερο και αντεστραμμένο, ενώ όσο τον απομακρύνεις, το είδωλο παραμένει αντεστραμμένο και το μέγεθός του μικραίνει διαρκώς.

Ερμηνεία:

Ο καθρέφτης για μακιγιάζ είναι ένα κοίλο κάτοπτρο. Για το είδωλο σε κοίλο κάτοπτρο διακρίνουμε τις περιπτώσεις:

- Αν το αντικείμενο βρίσκεται μεταξύ του κατόπτρου και της εστίας, το είδωλο είναι όρθιο και μεγαλύτερο του αντικειμένου.
- Αν το αντικείμενο βρίσκεται ακριβώς στην κύρια εστία, οι ανακλώμενες ακτίνες είναι παράλληλες και δεν σχηματίζουν είδωλο.
- Αν το αντικείμενο βρίσκεται μεταξύ της εστίας και του κέντρου καμπυλότητας του κατόπτρου, το είδωλο είναι αντεστραμμένο και μεγαλύτερο του αντικειμένου.
- Αν το αντικείμενο βρίσκεται ακριβώς στο κέντρο καμπυλότητας του κατόπτρου, το είδωλο είναι αντεστραμμένο και ίσο με το μέγεθος του αντικειμένου.

- Αν το αντικείμενο βρίσκεται πέρα από το κέντρο καμπυλότητας του κατόπτρου, το είδωλο είναι αντεστραμμένο και μικρότερο του αντικειμένου.

Τα παραπάνω παρατηρήσεις όσο ήσουν πολύ κοντά και απομακρυνόσουν από τον καθρέφτη. Σημαντικό ρόλο στην παρατήρησή σου έχει η ποιότητα και η κατασκευή του κατόπτρου που χρησιμοποίησες. Το πόσο καθαρά είναι όσα είδες εξαρτάται επίσης από την υπομονή και την παρατηρητικότητα σου.

- 2** Θα δεις κανονικά το λευκό χαρτί, ο καθρέφτης όμως θα είναι μαύρος και όχι ασημί όπως είναι το κανονικό του χρώμα. Αν έχεις τοποθετήσει κάποιο αντικείμενο μπροστά του, θα δεις στον καθρέφτη μόνο το είδωλο του αντικειμένου. Αν φωτίσεις με φακό, το αποτέλεσμα θα είναι το ίδιο.

Ερμηνεία:

Οι επιφάνειες που φωτίζονται επανεκπέμπουν το φως. Οι τραχιές επιφάνειες το επανεκπέμπουν προς όλες τις κατευθύνσεις –διάχυση–, ενώ στις λείες έχουμε κατοπτρική ανάκλαση. Η επιφάνεια του χαρτιού είναι τραχιά. Το φως από το φλας –ή από τον φακό– που πέφτει πάνω του ανακλάται προς όλες τις κατευθύνσεις. Φτάνει και στην κάμερα του κινητού σου και αποτυπώνεται στη φωτογραφία. Η επιφάνεια του καθρέφτη είναι λεία. Το φως από το φλας –ή από τον φακό– που πέφτει πάνω του ανακλάται, ακολουθώντας τον νόμο της ανάκλασης προς συγκεκριμένη κατεύθυνση. Έτσι από την επιφάνεια του καθρέφτη δεν φτάνει φως στην κάμερα του κινητού σου. Η έλλειψη φωτός αποτυπώνεται σαν σκοτεινή επιφάνεια –μαύρη– στη φωτογραφία. Αν τοποθετήσεις μπροστά στον καθρέφτη ένα αντικείμενο: Η επιφάνεια του αντικειμένου είναι τραχιά. Το φως που πέφτει στο αντικείμενο επανεκπέμπεται προς όλες τις κατευθύνσεις. Φτάνει στη φωτογραφική σου μηχανή και μέσω της ανάκλασης στον καθρέφτη. Έτσι στη φωτογραφία, εκτός από το αντικείμενο, αποτυπώνεται και το είδωλό του.

- 3** Βλέπεις αρκετά είδωλα του κεριού μέσα στους καθρέφτες. Το πλήθος των ειδώλων αλλάζει όσο αλλάζει και η γωνία μεταξύ των καθρεφτών; Έχει σημασία η θέση του κεριού;

Ερμηνεία:

Αρχικά βλέπεις από ένα είδωλο του κεριού μέσα στον κάθε καθρέφτη. Όσο «κλείνεις» τους καθρέφτες, βλέπεις επιπλέον και το είδωλο του ενός καθρέφτη στον άλλο. Έτσι στον κάθε καθρέφτη βλέπεις πολλαπλά είδωλα. Το πόσα είδωλα προκύπτουν συνολικά θα διαπιστώσεις ότι εξαρτάται από τη γωνία που σχηματίζουν οι δύο καθρέφτες. Όσο μικραίνει η μεταξύ τους γωνία, τόσο περισσότερα είδωλα φαίνονται. Όταν η γωνία γίνει μηδέν, δηλαδή γίνουν παράλληλοι, θα βλέπεις άπειρα είδωλα. Μπορείς να το δοκιμάσεις τοποθετώντας τους καθρέφτες τον ένα απέναντι από τον άλλο και το κερί ανάμεσά τους. Στις γωνίες 60°, 90°, 120° θα έχεις πιο ξεκάθαρα αποτελέσματα. Το πλήθος των ειδώλων και η γωνία των καθρεφτών εύκολα διαπιστώνεις ότι συνδέονται με τη σχέση:

$$\text{πλήθος (ευκρινών) ειδώλων} = \frac{360^\circ}{\text{γωνία καθρεφτών}}$$

Αν το κερί βρίσκεται στη διχοτόμο της γωνίας των καθρεφτών, έχεις ένα είδωλο λιγότερο.

$$\text{πλήθος (ευκρινών) ειδώλων} = \frac{360^\circ}{\text{γωνία καθρεφτών}} - 1$$

Η κατασκευή αυτή είναι μια πολύ απλή μορφή καλειδοσκοπίου.

Μπορείς να χρησιμοποιήσεις περισσότερους από έναν καθρέφτες και να έχεις εντυπωσιακότερα αποτελέσματα.

Η σχέση που συνδέει το πλήθος των ευκρινών ειδώλων και τη γωνία των καθρεφτών είναι πολύπλοκη και συμπεριλαμβάνει και το πλήθος των καθρεφτών.

- 4** Ο καθρέφτης που σε δείχνει ψηλότερο και πιο λεπτό είναι κοίλος. Ενώ αυτός που σε δείχνει κοντό και πιο εύσωμο είναι κυρτός καθρέφτης.

Απαντήσεις ερωτήσεων αξιολόγησης

1 Το εξώφυλλο είναι συνήθως περισσότερο τραχύ, οπότε εκεί πραγματοποιείται διάχυση. Αυτό μας κάνει να διαβάζουμε καλύτερα το περιεχόμενό τους. Αντίθετα οι σελίδες είναι περισσότερο γυαλιστερές επομένως εκεί πραγματοποιείται κατοπτρική ανάκλαση, με αποτέλεσμα αυτές να γυαλίζουν.

2 γ

3 γ

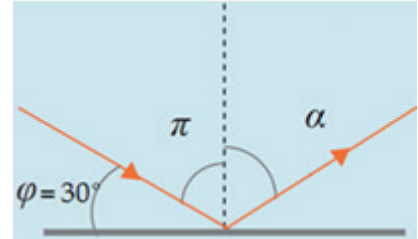
4 γ

5 α.

β. $\hat{\pi} = 90^\circ - \hat{\phi}$ ή $\hat{\pi} = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$

γ. Στην αντανάκλαση ισχύει $\hat{\pi} = \hat{\alpha}$ άρα $\hat{\alpha} = 60^\circ$

δ. Η γωνία που σχηματίζει η ανακλώμενη ακτίνα με την επιφάνεια του καθρέφτη είναι συμπληρωματική της γωνίας ανάκλασης, άρα $90^\circ - 60^\circ$ ή 30°



6 Με βάση τον νόμο της ανάκλασης, η γωνία πρόσπτωσης και η γωνία ανάκλασης είναι ίσες. Συνεπώς η γωνία που σχηματίζει η προσπίπτουσα ακτίνα με τον καθρέφτη είναι ίση με τη γωνία που σχηματίζει η ανακλώμενη ακτίνα με τον καθρέφτη, καθώς οι δυο αυτές γωνίες είναι συμπληρωματικές με τη γωνία πρόσπτωσης και τη γωνία ανάκλασης αντίστοιχα.

Εάν γ η γωνία που σχηματίζει η προσπίπτουσα ακτίνα με τον καθρέφτη, και λαμβάνοντας υπόψη πως η ανακλώμενη ακτίνα είναι κάθετη στον ορίζοντα, ισχύει:

$$\beta = \hat{\gamma} + \hat{\alpha} \text{ και } \beta + \hat{\gamma} + 90^\circ = 180^\circ$$

$$\text{Συνεπώς } \beta + \hat{\gamma} - \hat{\alpha} + 90^\circ = 180^\circ \rightarrow \beta = (180 - 90 + \hat{\alpha}) / 2 = 60^\circ$$

7 Ο αριθμός των διαδοχικών ανακλάσεων της δέσμης laser ελαττώνεται με αύξηση της απόστασης των κατόπτρων. Όταν η απόσταση ανάμεσα στα κάτοπτρα γίνει ίση με το μήκος του κατόπτρου, τότε η δέσμη ανακλάται μια φορά και εξέρχεται του αντηχείου. Τέλος αν η απόσταση αυξηθεί περαιτέρω τότε η δέσμη εξέρχεται χωρίς να υποστεί ανάκλαση. Συνεπώς η μέγιστη απόσταση των κατόπτρων για ανάκλαση είναι 10 cm. Στην περίπτωση αυτή, η διαδρομή που διανύει το φως είναι ίση με την υποτεινούσα του ορθογώνιου και ισοσκελούς τριγώνου, άρα $10\sqrt{2}$.

8 Διάθλαση του φωτός

8.1 Διάθλαση του φωτός

ΑΠΟ ΤΗ ΒΙΩΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ

Τι παρατηρείς; Είναι ευκρινές και ευανάγνωστο το «ε»; Γιατί;

Παρατηρώ ότι το γράμμα «ε» είναι ευανάγνωστο. Τόσο το ποτήρι όσο και ο περιεχόμενος αέρας είναι διαφανή σώματα.

Γέμισε το ποτήρι μέχρι τη μέση με νερό. Τι παρατηρείς; Συνεχίζει να είναι ευανάγνωστο το «ε»;

Παρατηρώ ότι το γράμμα «ε» εμφανίζεται ως «s». Συγκεκριμένα, το μέρος του «ε» που καλύφθηκε από νερό, αντιστράφηκε!

Γέμισε το ποτήρι μέχρι πάνω με νερό. Τι παρατηρείς;

Παρατηρώ ότι το γράμμα «ε» εμφανίζεται ως «3». Συγκεκριμένα, όλο το «ε» που καλύφθηκε από νερό, αντιστράφηκε!

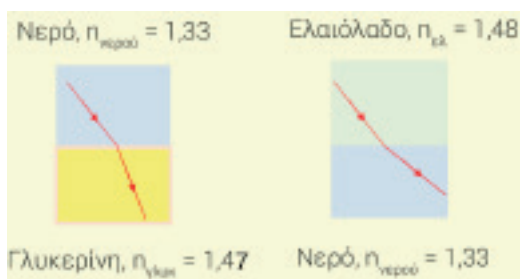
Απαντήσεις ερωτήσεων βιβλίου μαθητή

1 α. μικρότερη, β. αλλάζει, διάθλαση, γ. προσπίπτουσα, επίπεδο, δ. κάθετα

2 α. Λ, β. Σ, γ. Λ, δ. Σ, ε. Σ, στ. Λ, ζ. Σ

3 δ

4



8.2 Εφαρμογές της διάθλασης του φωτός

ΑΠΟ ΤΗ ΒΙΩΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ

Τι παρατηρείς όταν το ποτήρι γεμίσει; (εικ.4)

Παρατηρώ ότι ξαναεμφανίζεται το κέρμα.

Απαντήσεις ερωτήσεων βιβλίου μαθητή

1 α. αυξάνεται, των προεκτάσεων, ψηλότερα, β. διαθλώμενη, ορική/οριακή/κρίσιμη, γ. πλησιάζει, δ. αντικατοπτρισμός

2 α. Σ, β. Λ, γ. Σ, δ. Σ

3 α και δ

8.3 Ανάλυση του φωτός

ΑΠΟ ΤΗ ΒΙΩΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ

Τι παρατηρείς πάνω στη λευκή κόλλα;

Να δημιουργείται ένα φάσμα χρωμάτων.

Να καταγράψεις τα χρώματα που παρατηρείς με τη σειρά, ξεκινώντας από το κόκκινο.

Κόκκινο, πορτοκαλί, κίτρινο, πράσινο, γαλάζιο, ιώδες.

Φωτογραφία 1: με ποτιστικό μηχάνημα Κόκκινο, κίτρινο, πράσινο, μπλε

Φωτογραφία 2: σε σαπουνόφουσκα Κίτρινο, πράσινο, μπλε, ιώδες

Φωτογραφία 3: σε CD Κίτρινο, πράσινο, μπλε, ιώδες

Φωτογραφία 4: σε κηλίδα πετρελαίου στην άσφαλτο Κόκκινο, κίτρινο, πράσινο, μπλε, ιώδες

Απαντήσεις στις ερωτήσεις του βιβλίου μαθητή

1 α. χρώματα, ουράνιο, β. ανάλυσης, γ. λευκού, έγχρωμη, δ. ανάλυση

2 α. Σ, β. Σ, γ. Λ, δ. Σ, ε. Λ, στ. Λ

3 α. δ, β. α, γ. δ

8.4 Το χρώμα (μόνο ψηφιακά)

ΑΠΟ ΤΗ ΒΙΩΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ

Με την κόκκινη διαφάνεια:

Το κόκκινο ορθογώνιο φαίνεται κόκκινο.

Το μπλε ορθογώνιο φαίνεται μαύρο.

Με την μπλε διαφάνεια:

Το κόκκινο ορθογώνιο φαίνεται μαύρο.

Το μπλε ορθογώνιο φαίνεται μπλε.

Τι παρατηρείς;

Πώς φαίνονται με κάθε χρωματιστή διαφάνεια τα ιδίου χρώματος ορθογώνια και πώς

τα άλλου χρώματος που παρατήρησες;

με του ιδίου χρώματος φαίνονται το ίδιο όπως πριν

με του άλλου χρώματος φαίνονται μαύρα

Απαντήσεις στις ερωτήσεις του βιβλίου μαθητή

- 1 α. σκέδαση, β. ιώδες, γ. κωνίων, αμφιβληστροειδή χιτώνα, μήκος κύματος, δ. λιγότερο, γαλάζιος, γαλάζιο, ε. ματιού-εγκεφάλου

- 2 α. Σ, β. Σ, γ. Σ, δ. Λ, ε. Σ

- 3 α. Σ, β. Σ, γ. Σ, δ. Σ

Ενδεικτικές απαντήσεις Physics is fun

1 Το ποτήρι που εξαφανίζεται

Αφού γεμίσει το μικρό ποτήρι και αρχίσει να γεμίζει με σπορέλαιο ο ενδιάμεσος χώρος μεταξύ των δύο ποτηριών, το μέρος του μικρού ποτηριού που καλύπτεται από το σπορέλαιο δεν φαίνεται. Όταν καλυφτεί ολόκληρο το μικρό ποτήρι από σπορέλαιο, δεν φαίνεται καθόλου.

Τα διαφανή υλικά, όπως το νερό, το γυαλί ή ο αέρας, τα βλέπεις το ένα μέσα στο άλλο, γιατί έχουν διαφορετικούς δείκτες διάθλασης. Το σπορέλαιο και το γυαλί έχουν παραπλήσιους δείκτες διάθλασης. Το ηλιέλαιο έχει δείκτη διάθλασης περίπου 1,47, το αραβοσιτέλαιο 1,46, το σογιέλαιο 1,48, ενώ το κοινό γυαλί 1,52. Βέβαια, οι τιμές αυτές είναι μέσες τιμές και μεταβάλλονται με την ποιότητα των υλικών, τη θερμοκρασία αλλά και το μήκος κύματος του φωτός. Έτσι το φως που περνά από αυτά τα δύο υλικά δεν διαθλάται με διαφορετικό τρόπο στο σπορέλαιο απ' ό,τι στο γυαλί. Για τον ίδιο λόγο βλέπεις το διαφανές τζάμι μέσα στον διαφανή αέρα που έχει δείκτη διάθλασης 1,0· επειδή έχουν σημαντικά διαφορετικούς δείκτες διάθλασης. Το πείραμα γίνεται εντυπωσιακότερο αν χρησιμοποιήσεις αντί για σπορέλαιο γλυκερίνη, που είναι διαφανής και έχει δείκτη διάθλασης 1,47.

2 Πώς θα εξαφανίσεις το είδωλο

Το είδωλο του κέρματος εξαφανίζεται.

Το μεγαλύτερο μέρος του φωτός που φεύγει από το κέρμα προς το απέναντι τοίχωμα νερού - γυαλιού διαθλάται και εισέρχεται από το νερό στο γυαλί. Ο αέρας έχει μικρότερο δείκτη διάθλασης από το γυαλί και εσύ αναζητήσεις να βρεις την ολική ανάκλαση. Για τον λόγο αυτό, το φως δεν εξέρχεται καθόλου προς τον αέρα, αλλά παθαίνει ολική ανάκλαση στη διαχωριστική επιφάνεια γυαλιού - αέρα, οπότε εσύ βλέπεις την ανάκλαση του κέρματος στην επιφάνεια αυτή. Έτσι βλέπεις το είδωλο του κέρματος. Ακόμα και όταν τοποθετείς το στεγνό χέρι σου, αέρας παραμένει μεταξύ της παλάμης σου και του γυαλιού, οπότε πάλι γίνεται ολική ανάκλαση και εσύ συνεχίζεις να βλέπεις το είδωλο του

νομίσματος. Όταν τοποθετείς βρεγμένο το χέρι σου στο ποτήρι, και μάλιστα σφιχτά, δημιουργείς ένα λεπτό στρώμα νερού μεταξύ τους. Το νερό έχει μικρότερο δείκτη διάθλασης από το γυαλί αλλά μεγαλύτερο από τον αέρα. Η οριακή γωνία είναι διαφορετική και δεν έχεις πια ολική ανάκλαση αλλά διάθλαση. Μετά τη διάθλαση το φως θα φτάσει στο χέρι σου, που το επανεκπέμπει, και θα δεις πλέον την παλάμη σου και όχι το νόμισμα.

3 Πώς θα λυγίσεις μια ακτίνα λείζερ

Η ακτίνα στο μέσο του διαλύματος δεν είναι ευθύγραμμη αλλά λυγισμένη.

Το ζαχαρόνερο έχει μεγαλύτερη πυκνότητα από το νερό. Στον πυθμένα έχουμε τη μεγαλύτερη πυκνότητα, ενώ από πάνω στρώσεις ζαχαρόνερου με μικρότερη πυκνότητα και πιο πάνω καθαρό νερό. Το ζαχαρόνερο έχει διαφορετικό δείκτη διάθλασης ως προς το καθαρό νερό και, μάλιστα, ανάλογα με την περιεκτικότητα, αυξάνεται ο δείκτης διάθλασης. Έφτιαξες ένα διάλυμα στο οποίο ο δείκτης διάθλασης αυξάνεται σε στρώσεις από πάνω προς τα κάτω. Το φως του πράσινου λείζερ αλληλεπιδρά με το μελάνι του φωσφοριζέ πράσινου μαρκαδόρου και βλέπεις το ίχνος της φωτεινής δέσμης. Όταν φωτίζεις με το λείζερ, περιμένεις το ίχνος των φωτεινών ακτινών να είναι ευθύγραμμο, όπως ήταν αρχικά. Όμως επειδή το φως περνά από στρώσεις ζαχαρόνερου με διαφορετικούς δείκτες διάθλασης, αποκλίνει από την ευθύγραμμη διάδοσή του και, τελικά, βλέπεις τη δέσμη να λυγίζει και μάλιστα σταδιακά, λόγω των διαδοχικών διαθλάσεων. Μεγαλύτερο ενδιαφέρον έχει αν φωτίσεις το διάλυμα με ελαφριά κλίση προς τα πάνω. Επειδή οι ακτίνες λείζερ μεταβαίνουν από στρώματα ζαχαρόνερου με μεγάλο δείκτη διάθλασης σε στρώματα με μικρότερο, απομακρύνονται διαρκώς από την κάθετη, σε κάποιο στρώμα παθαίνουν ολική ανάκλαση και συνεχίζουν την πορεία τους προς κάτω. Βλέπεις την πορεία του φωτός στον αντικατοπτρισμό, αλλά αντίστροφα.

4 Ουράνιο τόξο σε σαπουνόφουσκες

Το χρωματικό φάσμα του λευκού φωτός.

Γνωρίζεις ότι το λευκό φως δεν είναι λευκό αλλά το αποτέλεσμα της σύνθεσης του κόκκινου, πορτοκαλί, κίτρινου, πράσινου, μπλε και του ιώδους φωτός.

Έχεις παρατηρήσει ότι το φάσμα του λευκού φωτός εμφανίζεται στο ουράνιο τόξο μετά τη βροχή και έμαθες ότι είναι αποτέλεσμα της διάθλασης και της ανάλυσης φωτός. Ανάλογα φαινόμενα μπορείς να παρατηρήσεις α) το καλοκαίρι όταν αιωρούνται σταγονίδια νερού στο ντους της παραλίας ή β) όταν πέφτει φως του Ήλιου στο διαφανές στυλό σου. Μπορείς όμως να παρατηρήσεις και αλλού το ίδιο χρωματικό αποτέλεσμα, την ανάλυση του λευκού ηλιακού φωτός, αλλά να είναι αποτέλεσμα διαφορετικών φαινομένων, της ανάλυσης και της συμβολής – την οποία δεν γνώρισες ακόμα. Αυτά τα φαινόμενα συμβαίνουν στην επιφάνεια της σαπουνόφουσкас που έφτιαξες. Ανάλογα φαινόμενα μπορείς να παρατηρήσεις, εκτός από τις σαπουνόφουσκες, α) στην επιφάνεια του δίσκου CD όταν τον φωτίζει ο Ήλιος, β) όταν φως του Ήλιου πέφτει σε λάδι που έχει απλωθεί σαν λεπτό στρώμα στην επιφάνεια του νερού, γ) στο νερό της θάλασσας όταν έχει υγρούς ρύπους στην επιφάνειά της.

5 Μπορείς να δεις το υπέρυθρο φως;

Ενώ το LED φαίνεται ότι παραμένει σβηστό, όσο πατάς το πλήκτρο του τηλεκοντρόλ, μέσα από την κάμερα του κινητού σου φαίνεται ότι φωτίζει.

Πώς ερμηνεύεται;

Το ανθρώπινο μάτι είναι ευαίσθητο στο ορατό φως. Υπάρχει όμως και το μη ορατό φως· το δικό σου μάτι δεν είναι ευαίσθητο σε αυτό και δεν το βλέπει. Αντίθετα, υπάρχουν συσκευές που είναι ευαίσθητες και σε αυτό. Τέτοιο φως μη ορατό σε σένα είναι το υπέρυθρο και το υπεριώδες φως. Το τηλεκοντρόλ χρησιμοποιεί για την επικοινωνία του με τη συσκευή το υπέρυθρο φως που εσύ δεν βλέπεις. Όμως η κάμερα του κινητού σου, του φορητού σου υπολογιστή ή μιας φωτογραφικής μηχανής είναι ευαίσθητες στο υπέρυθρο φως. Έτσι φαίνεται το LED να φωτίζει κανονικά στην οθόνη του κινητού σου.

Η τεχνική αυτή χρησιμοποιείται στη φωτογραφία και λέγεται φωτογραφία υπέρυθρου. Επίσης είναι μια τεχνική στη ζωγραφική, όπου χρησιμοποιώντας κατάλληλα χρώματα σχεδιάζουν εικόνες που φαίνονται διαφορετικές αν τις δεις μέσα από κάμερα.

Απαντήσεις ερωτήσεων αξιολόγησης

1 α

2

Υλικό Μέσο	Ταχύτητα φωτός (km/s)	Δείκτης διάθλασης	Χρόνος (min)
Κενό	300 000	1,00	8
Νερό	226 000	1,33	11
Γυαλί	197 000	1,52	12,5
Διαμάντι	124 000	2,42	20

3 α και δ

4 Το ποτήρι με το νερό, γιατί ο παρατηρητής βλέπει τον πυθμένα πιο ψηλά από ό,τι βρίσκεται στη πραγματικότητα.

5 Ένα μέρος της φωτεινής ακτίνας ανακλάται ενώ το υπόλοιπο εισέρχεται στο πρίσμα με γωνία ίση με τη γωνία πρόσκρουσης. Στη συνέχεια προσκρούει στη μια κάθετη με γωνία 45° και υφίσταται ολική ανάκλαση, καθώς η γωνία πρόσκρουσης είναι μεγαλύτερη της κρίσιμης. Η ανακλώμενη διαδίδεται παράλληλα στην υποτείνουσα έως ότου ανακλαστεί εκ νέου από τη δεύτερη κάθετη του πρίσματος. Μετά τη δεύτερη ολική ανάκλαση η ακτίνα κατευθύνεται προς την υποτείνουσα και εξέρχεται παράλληλα ως προς την εισερχόμενη.

6 β

7 γ

8 δ

9 Το ουράνιο τόξο σχηματίζεται όταν ο ήλιος λάμπει σε όλη την περιοχή του ουρανού ενώ ταυτόχρονα υπάρχουν σταγόνες νερού σε ένα σύννεφο ή βρέχει στην αντίθετη περιοχή του ουρανού. Αν το ουράνιο τόξο φαίνεται δυτικά, ο ήλιος βρίσκεται ανατολικά. Συνεπώς η καταιγίδα έπεσε το πρωί.

10 Όταν μια κόκκινη και μια ιώδης ακτίνα φωτός προσπέσουν με την ίδια γωνία σε μια διαχωριστική επιφάνεια, κατά τη διάθλαση εκτρέπεται περισσότερο η ιώδης.

11 Η όραση του ανθρώπου είναι πιο ευαίσθητη στα μεσαία μήκη κύματος, όπου επικρατεί το πορτοκαλί, το κίτρινο και το πράσινο.

12 1Α, 1Γ, 2Β, 2Δ, 2Ε

9

Φακοί και οπτικά όργανα

9.1 Συγκλίνοντες και αποκλίνοντες φακοί

Απαντήσεις ερωτήσεων βιβλίου μαθητή

- 1 α. φακός, διαφανές, δύο, σφαιρική, β. διάθλασης, γ. συγκλίνοντες, αποκλίνοντες, δ. φακών, τηλεσκόπιο, ε. συγκλίνοντα, κύρια εστία
- 2 α. Λ, β. Σ, γ. Λ, δ. Λ
- 3 γ
- 4 γ
- 5 β

9.2 Είδωλα φακών (μόνο ψηφιακά)

Απαντήσεις ερωτήσεων βιβλίου μαθητή

1 α. οπτικό κέντρο, πορεία, β. πραγματικό, πέτασμα, γ. είδωλα, ανεστραμμένα, μικρότερα, δ. πραγματικά, διαθλώμενες, ε. φανταστικά

2 α. Λ, β. Σ, γ. Σ, δ. Λ, ε. Λ, στ. Λ, ζ. Λ

3 β

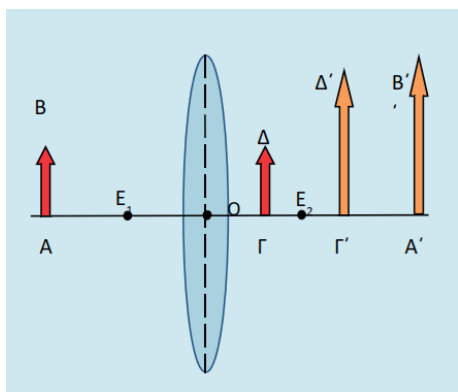
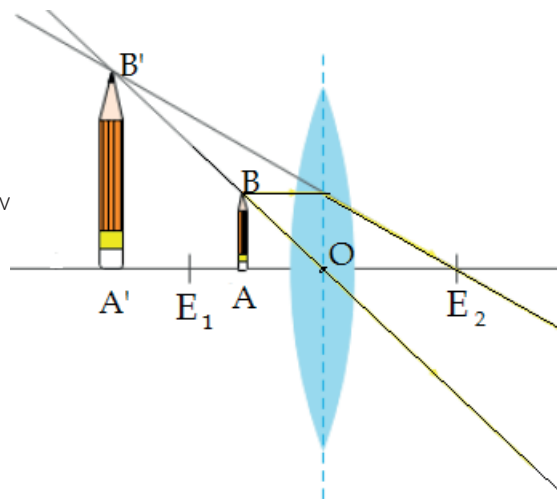
4 γ

5 β

Λύσεις ασκήσεων βιβλίου μαθητή

1

Το είδωλο $A'B'$ σχηματίζεται από τις προεκτάσεις των διαθλωμένων ακτίνων. Είναι φανταστικό, όρθιο και μεγαλύτερο του αντικειμένου.



2

α) η απάντηση της Αργυρώς είναι λάθος ενώ του Γιάννη είναι σωστή.

β) Το AB είναι πιο μακριά από την κύρια εστία του φακού, άρα το είδωλο του $A'B'$ θα είναι μικρότερο ανεστραμμένο και πραγματικό. Η Αργυρώς υποστήριξε, λανθασμένα, ότι είναι μεγαλύτερο και όρθιο.

Το $\Gamma\Delta$ είναι μεταξύ της κύριας εστία και στο φακό, άρα το είδωλο του $\Gamma'\Delta'$ θα είναι μεγαλύτερο όρθιο και φανταστικό. Ο Γιάννης υποστήριξε, σωστά, ότι είναι φανταστικό και μεγαλύτερο.

9.3 Οπτικά όργανα και το μάτι (μόνο ψηφιακά)

Απαντήσεις ερωτήσεων βιβλίου μαθητή

- 1 α. φακών, πραγματικού, ανεστραμμένου, β. αντικειμενικός, εστιακή, πραγματικό, γ. διοπτρικά/διαθλαστικά, κατοπτρικά, δ. κρυσταλλοειδής, εστιάζει, αποστάσεις, ε. αποκλίνοντες
- 2 α. Λ, β. Σ, γ. Σ, δ. Λ, ε. Λ
- 3 α
- 4 Πρόκειται για αποκλίνοντα φακό, ο οποίος μας επιτρέπει να αυξάνουμε το οπτικό μας πεδίο και να βλέπουμε σε σμίκρυνση τα αντικείμενα έξω από την πόρτα μας.

Ενδεικτικές απαντήσεις Physics is fun

1 Αντιστρέφω τα βέλη

Αρχικά, όταν το ποτήρι είναι μακριά, βλέπεις τα βέλη να δείχνουν σε αντίθετες κατευθύνσεις από αυτές που σχεδιάσες. Σε μικρή απόσταση τα βλέπεις να μην αλλάζουν προσανατολισμό.

Το είδωλο του κυρτού φακού, όταν το αντικείμενο είναι πιο πέρα από το κέντρο καμπυλότητας, είναι ανεστραμμένο, έχει αντίθετο προσανατολισμό σε σχέση με το αντικείμενο. Αν είναι μεταξύ της εστίας και της κορυφής του φακού, είναι όρθιο, έχει ίδιο προσανατολισμό σε σχέση με το αντικείμενο. Το ποτήρι με το νερό λειτουργεί σαν κυρτός κυλινδρικός φακός. Για τον λόγο αυτόν, αρχικά σε μακρινή απόσταση βλέπεις τα βέλη να έχουν αλλάξει προσανατολισμό, δηλαδή βλέπεις το είδωλο ανεστραμμένο σε σχέση με το αντικείμενο που είναι τα βέλη που σχεδιάσες. Σε κοντινή απόσταση βλέπεις το είδωλο όρθιο, δηλαδή με τον ίδιο προσανατολισμό του αντικειμένου που σχεδιάσες.

2 Υπολόγισε τη μεγέθυνση που μπορεί να κάνει ένας φακός

Μέσα από τον φακό βλέπω τις γραμμές του χαρτιού πιο αραιές.

Με το μολύβι σημείωσε έξω από το οπτικό πεδίο του φακού την προέκταση των γραμμών που βλέπεις μέσα από τον φακό, με κουκκίδες. Μπορείς για μια προσεγγιστική μέτρηση να κάνεις το εξής: Να μετρήσεις πόσα διαστήματα μεταξύ των γραμμών του χαρτιού βρίσκονται μέσα σε ένα διάστημα (ή περισσότερα) των γραμμών που έβλεπες μέσα από τον φακό και σχεδιάσες κουκκίδες στις προεκτάσεις τους. Ο αριθμός που θα βρεις θα σου δώσει τη μεγεθυντική ικανότητα του φακού σου.

Τι θα έκανες για ακριβέστερη μέτρηση;

Θα μετρούσα όσο περισσότερα διαστήματα μεταξύ των γραμμών που βλέπω μέσα στο οπτικό πεδίο του φακού, αντί για ένα διάστημα. Θα διαιρούσα τα διαστήματα των γραμμών του τετραδίου διά το πλήθος των διαστημάτων που βλέπω στον φακό.

Εναλλακτικά θα χρησιμοποιούσα τον χάρακα για να μετρήσω την απόσταση μεταξύ δύο κουκκίδων στις προεκτάσεις των γραμμών από αυτές που βλέπω μέσα από τον φακό, π.χ. της 1ης και της 4ης. Στη συνέχεια θα μετρούσα την απόσταση μεταξύ ίδιων γραμμών του φύλλου χαρτιού, π.χ. της 1ης και της 4ης. Αν διαιρέσω τις δύο τιμές που μετρώ, θα υπολογίσω τη μεγεθυντική ικανότητα του φακού.

3 Διαβάζω τα μικρά γράμματα

Τα γράμματα του κειμένου έχουν μεγεθυνθεί αρκετά και διαβάζεται πιο εύκολα.

Πώς ερμηνεύεται;

Γνωρίζεις ότι στον κυρτό φακό –που λέγεται και συγκλίνων– όταν το αντικείμενο βρίσκεται μεταξύ της κύριας εστίας και του φακού, το είδωλο είναι όρθιο και μεγαλύτερο από το αντικείμενο. Το μπουκάλι που χρησιμοποιείς είναι κυλινδρικό και γεμίζοντάς το με νερό δημιουργείς έναν κυρτό φακό. Όταν το τοποθετείς πάνω στο κείμενο, το κείμενο βρίσκεται μεταξύ του φακού και της κύριας εστίας του φακού σου. Το είδωλο που βλέπεις είναι όρθιο –μπορείς και το διαβάζεις– και μεγαλύτερο από το κείμενο. Έφτιαξες με αυτόν τον τρόπο έναν μεγεθυντικό φακό. Κύλησε το μπουκάλι σου και θα διαβάσεις και τις υπόλοιπες γραμμές του κειμένου!

4 Ανάβοντας τα σπίρτα

Τι παρατηρείς;

Τα σπίρτα ανάβουν.

Πώς ερμηνεύεται;

Οι ακτίνες του Ήλιου συγκεντρώνονται σε ένα σημείο, την εστία του φακού. Όμως το φως του Ήλιου μεταφέρει και ενέργεια. Όταν συγκεντρώνονται οι ακτίνες σε ένα σημείο, συγκεντρώνεται και η ενέργεια που μεταφέρουν στο σημείο αυτό. Φαντάσου ότι όπως ακριβώς ζεσταίνεσαι όταν κάθεις στον Ήλιο, όλη αυτήν την ενέργεια που δέχεται το σώμα σου τη μαζεύεις σε ένα σημείο. Η ενέργεια αυτή είναι αρκετή για να έρθουν τα σπίρτα πολύ γρήγορα στη θερμοκρασία ανάφλεξης. Με τον ίδιο τρόπο μπορείς να ανάψεις φωτιά και σε ένα χαρτί.

Το ποτήρι νερό θα το χρησιμοποιήσεις για να τα σβήσεις.

5 Δες το παράθυρο στον τοίχο

Όταν κοιτάξεις από το πλάι, όχι μέσα από τον φακό, βλέπεις την εικόνα του παράθυρου και όλο τον εξωτερικό χώρο να αποτυπώνεται με εξαιρετική ακρίβεια και καθαρότητα στον τοίχο. Η εικόνα που βλέπεις είναι ανεστραμμένη σε σχέση με το παράθυρο.

Με τα γυαλιά οράσεως βλέπεις την ίδια ακριβώς εικόνα, αλλά να σχηματίζεται σε διαφορετική απόσταση σε σχέση με τον μεγεθυντικό φακό και σε άλλο μέγεθος.

Πώς ερμηνεύεται;

Γνωρίζεις ότι στον κυρτό φακό, που λέγεται και συγκλίνων, όταν το αντικείμενο βρίσκεται πολύ πιο πέρα από την κύρια εστία του φακού, το είδωλο είναι πραγματικό, ανεστραμμένο και μικρότερο από το αντικείμενο, και σχηματίζεται στην κύρια εστία του φακού.

Ο φακός που χρησιμοποίησες είναι μεγεθυντικός, δηλαδή ένας συγκλίνων φακός. Το αντικείμενο του οποίου το είδωλο παρατηρείς είναι οτιδήποτε βρίσκεται έξω από το παράθυρό σου. Η απόσταση όλων των αντικειμένων από τον φακό είναι πολύ μεγάλη, έτσι οι ακτίνες φωτός από τα αντικείμενα συγκλίνουν όλες στην κύρια εστία του φακού. Τα είδωλα όλων των αντικειμένων, αν και βρίσκονται σε διαφορετικές αποστάσεις, εστιάζονται στην ίδια θέση και τα βλέπεις καθαρά. Επίσης το είδωλο είναι πραγματικό, αφού το βλέπεις να απεικονίζεται σε πέτασμα, είναι ανεστραμμένο και μικρότερο του αντικειμένου.

Τα γυαλιά οράσεως που μπορείς να χρησιμοποιήσεις είναι α) πρεσβυωπίας, β) μυωπίας, γ) υπερμετρωπίας, δ) αστιγματισμού. Από αυτά, παρόμοια εικόνα με τον συγκλίνοντα φακό θα δώσουν μόνο τα γυαλιά πρεσβυωπίας και υπερμετρωπίας, που έχουν και τα δύο συγκλίνοντες φακούς. Επειδή τα γυαλιά έχουν διαφορετική εστιακή απόσταση σε σχέση με τον φακό που χρησιμοποίησες, το είδωλο θα εμφανιστεί σε διαφορετική απόσταση. Αν χρησιμοποιήσεις γυαλιά με μεγάλους βαθμούς, θα δεις καλύτερο αποτέλεσμα.

6 Η γυάλα ενυδρείου γίνεται μεγεθυντικός φακός

Αρχικά θα δεις το είδωλο της φλόγας αντεστραμμένο. Όταν μετακινείς το κερί προς τα πάνω, το είδωλό του κινείται προς τα κάτω. Πολύ κοντά δεν βλέπεις τίποτε. Τόσο το κείμενο όσο και οι φωτογραφίες της εφημερίδας μεγεθύνονται. Πώς ερμηνεύεται;

Οι ακτίνες φωτός από το κερί διαθλώνται όταν εισέρχονται στη γυάλα με το νερό και διαθλώνται ξανά όταν βγαίνουν. Η γυάλα λειτουργεί ακριβώς όπως ένας συγκλίνων φακός, εστιάζοντας το φως που τη διαπερνά στην άλλη πλευρά. Το είδωλο θα είναι αντεστραμμένο και κατακόρυφα (πάνω - κάτω) και οριζόντια (δεξιά - αριστερά). Η κίνηση της εικόνας αντιστρέφεται επίσης: Όταν το αντικείμενο κινείται προς τα πάνω, το είδωλο κινείται προς τα κάτω.

Μπορείς να μετρήσεις την εστιακή απόσταση του φακού σου αν τον φωτίσεις με μια παράλληλη φωτεινή δέσμη και εντοπίσεις το σημείο που συγκλίνει ή αν τοποθετήσεις το κερί σου αρκετά μακριά, κάπου στα 10 μέτρα, και εντοπίσεις το είδωλο του κεριού. Οι ακτίνες του κεριού, επειδή έρχονται από αρκετά μακριά, φτάνουν στη γυάλα σχεδόν παράλληλες. Χρησιμοποίησε το λευκό χαρτόνι για να εντοπίσεις το σημείο σύγκλισης της δέσμης ή το είδωλο του κεριού. Μέτρησε την απόσταση από τον φακό έως το είδωλο. Αυτή είναι η εστιακή απόσταση του φακού.

Αν ένα αντικείμενο βρίσκεται σε μικρότερη απόσταση από την εστιακή απόσταση στο κέντρο του φακού, δεν μπορεί να διαθλάσει αρκετά τις ακτίνες φωτός από το αντικείμενο για να σχηματιστεί είδωλο. Ωστόσο, όταν κοιτάξεις μέσα από φακό ένα κοντινό αντικείμενο, βλέπεις το είδωλο μεγαλύτερο και όρθιο. Η γυάλα με το νερό είναι ένας μεγεθυντικός φακός. Έτσι βλέπεις τα κείμενα και τις εικόνες της εφημερίδας μεγαλύτερα.

Η εικόνα που βλέπεις μπορεί να είναι ασαφής ή και παραμορφωμένη, αλλά θα συνεχίσει να είναι αναγνωρίσιμη. Μπορεί, επίσης, να εμφανιστούν παραμορφώσεις στα χρώματα. Η ασάφεια οφείλεται στο ότι μια σφαίρα δεν είναι το τέλειο σχήμα για έναν φακό. Οι παραμορφώσεις στα χρώματα οφείλονται στο ότι τα χρώματα διαθλώνται στη γυάλα με διαφορετικό τρόπο το καθένα.

7 Μεγεθυντικός φακός με νερό

Τα γράμματα του κειμένου κάτω από τις σταγόνες έχουν μεγεθυνθεί αρκετά και διαβάζεται πιο εύκολα.

Πώς ερμηνεύεται;

Κάθε σταγόνα είναι ένας κυρτός φακός που σου επιτρέπει να διαβάσεις ακόμα και μικρά γράμματα. Πλησίασε και απομάκρυνε το πρόσωπό σου από την εφημερίδα για να εστιάσεις καλύτερα. Παρατήρησε τις μεγεθύνσεις από τις σταγόνες διαφορετικού μεγέθους που δημιούργησες. Αυτό που αλλάζει είναι η καμπυλότητα στις σταγόνες, με συνέπεια να έχεις φακούς διαφορετικών εστιακών αποστάσεων.

8 Ένας... νόστιμος μεγεθυντικός φακός

Βλέπεις το κείμενο μέσα από το ζελέ σε μεγέθυνση.

Πώς ερμηνεύεται;

Με το ζελέ έφτιαξες έναν κυρτό φακό. Όλα τα υλικά που χρησιμοποίησες είναι υλικά που χρησιμοποιούνται στη μαγειρική και τη ζαχαροπλαστική. Τα όργανα που χρησιμοποίησες είναι κουζίνα σκεύη. Αν ακολούθησες τους κανόνες υγιεινής που έχουμε θέσει για την παρασκευή του φαγητού, τον φακό που έφτιαξες μπορείς στη συνέχεια να τον φας!

9 Πώς θα εστιάζεις τα κιάλια

Αρχικά μέσα από τον σωλήνα βλέπεις κανονικά το αντικείμενο που σημαδεύεις. Κοιτάζοντας το αντικείμενο διαδοχικά μόνο με το αριστερό μάτι και μετά μόνο με το δεξί, παρατηρείς ότι το αντικείμενο παραμένει στο οπτικό πεδίο μόνο του ενός ματιού.

Πώς ερμηνεύεται;

Στα μάτια σου φτάνουν οι ίδιες εικόνες καθώς κοιτάς; Η απάντηση είναι όχι. Θα έφταναν ίδιες αν τα μάτια σου ήταν ακριβώς στην ίδια θέση. Όμως δεν είναι, απέχουν μεταξύ τους μια απόσταση. Έτσι στον εγκέφαλό σου φτάνουν δύο διαφορετικές εικόνες, έστω και παραπλήσιες, του αντικείμενου που κοιτάς. Ο εγκέφαλός σου αναλαμβάνει τη δύσκολη δουλειά να ταιριάζει αυτές τις δύο φωτογραφίες και να τις κάνει μία. Ένα από τα δύο σου μάτια αναλαμβάνει να συντονίσει αυτήν την εργασία της όρασης. Ουσιαστικά η εικόνα από το ένα μάτι θα είναι η βασική και η εικόνα από το άλλο μάτι θα δώσει τις επιπλέον λεπτομέρειες και πληροφορίες.

Σε σένα ποιο μάτι συντονίζει αυτήν τη λειτουργία; Το μάτι που συνεχίζει να βλέπει το αντικείμενο μέσα από τον σωλήνα όταν έχεις το άλλο κλειστό!

Μπορείς αντί για χάρτινο σωλήνα να κάνεις έναν κύκλο (ένα όμικρον) με τον αντίχειρα και τον δείκτη του χεριού σου, έχοντάς το τεντωμένο. Με τα δύο μάτια ανοιχτά βάζεις μέσα στον κύκλο και παρατηρείς ένα μακρινό αντικείμενο.

Χωρίς να μετακινήσεις το χέρι σου ούτε το κεφάλι σου, κλείσε το ένα σου μάτι. Αν το αντικείμενο που παρατηρείς παραμένει μέσα στον κύκλο, τότε αυτό είναι και το κυρίαρχό σου μάτι.

Σχεδόν όλα τα κιάλια έχουν δύο σημεία εστίασης: α) έναν ρυθμιζόμενο προσοφθάλμιο φακό και β) έναν ρυθμιζόμενο κεντρικό κοχλία.

Για να ρυθμίσεις σωστά ένα ζευγάρι κιάλια: Κοίταξε μέσα από τα κιάλια ένα μακρινό αντικείμενο, μόνο με το κυρίαρχό σου μάτι, έχοντας το άλλο κλειστό, και ρύθμισε τον κατάλληλο κοχλία ώστε να το βλέπεις καθαρά. Χωρίς να πειράξεις πλέον τον κοχλία που ρύθμισες, κάνε το ίδιο με το άλλο σου μάτι με τον άλλο κοχλία. Τα κιάλια σου πλέον είναι εστιασμένα σωστά, για να βλέπεις μια καθαρή εικόνα και στα δύο σου μάτια ξεκούραστα.

Και ένα κόλπο: Αν φέρεις τον χάρτινο κύλινδρο κοντά στο ένα μάτι, ώστε να κοιτάς με το ένα σου μάτι μέσα από τον κύλινδρο και με το άλλο απ' έξω, θα δεις τις δύο εικόνες τη μία πάνω στην άλλη!

Απαντήσεις ερωτήσεων αξιολόγησης 9^{ου} κεφαλαίου

1 β και γ

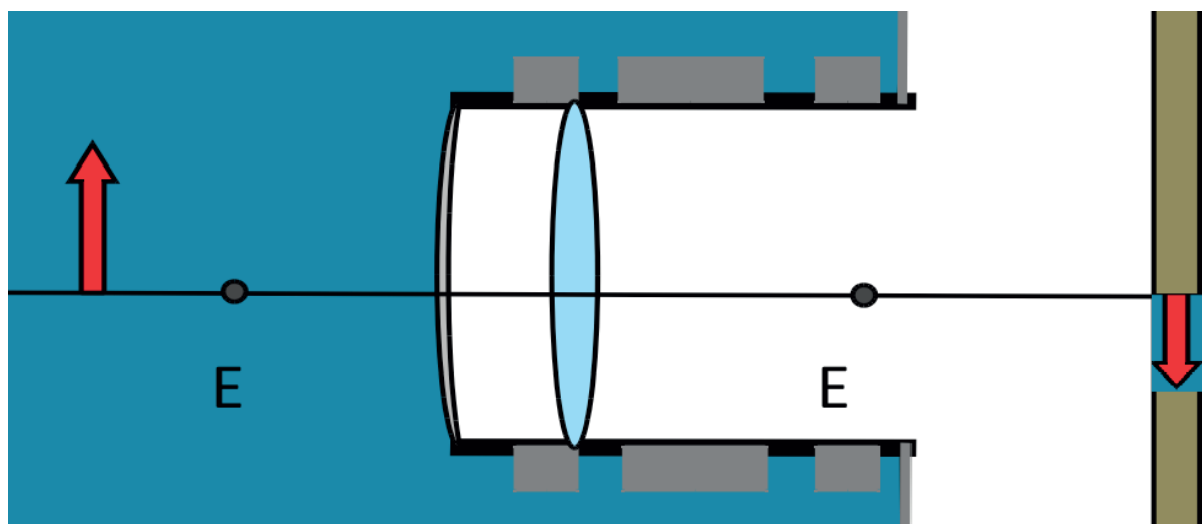
2 i) δ

ii) α

3 γ

4 1δ, 2α, 3β, 4γ

5



6 α. συγκλίνοντα

β. από απόσταση μεγαλύτερη της εστιακής απόστασης πλησίασε προς το οπτικό κέντρο του φακού (ορθό και μεγεθυμένο) και πέρασε από την εστία (στην εστία το είδωλο εξαφανίζεται)

7 Ο φακός της εικόνας είναι κυρτός. Συνεπώς είναι ένας συγκλίνων φακός. Οι φωτεινές ακτίνες εκτρέπονται κατά την έξοδό τους από τον φακό και διέρχονται από την εστία του φακού.

