



Φυσική

Β' γυμνασίου

Κωνσταντίνος Βουρλιάς, Ιωάννης Γάτσιος, Γεώργιος Γκρος,
Ευστράτιος Καπότης, Αναστάσιος Μολοχίδης

ΛΥΣΕΙΣ ΒΙΒΛΙΟΥ ΜΑΘΗΤΗ ΚΑΙ ΒΙΒΛΙΟΥ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

Klett Hellas
Αθήνα

Φυσική

Β' γυμνασίου

Συγγραφείς:	Κωνσταντίνος Βουρλιάς, Ιωάννης Γάτσιος, Γεώργιος Γκρος, Ευστράτιος Καπότης, Αναστάσιος Μολοχίδης
Επιστημονική εποπτεία:	Εμμανουήλ Δρης
Συντονισμός-παιδαγωγική επιμέλεια:	Αλεξάνδρα Κουλουμπαρίτση
Αξιολογητές:	Παρασκευάς Γιαλούρης, Λαμπρινή Παπατσιμπα
Διευθύντρια έκδοσης, επιμέλεια και συντονισμός:	Ιφιγένεια Ντούμη
Επιστημονική επιμέλεια:	Θεοχάρης Αγγελέτος
Γλωσσική επιμέλεια:	Χρύσα Φραγκιαδάκη
Σχεδιασμός, σελιδοποίηση, εικονογράφηση:	Cellworks nmc Hellas
Σχεδιασμός και δημιουργία εικονικού εργαστηρίου:	Publior LTD

© Klett Hellas, Αθήνα 2019

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/physics

ISBN: 978-960-582-100-5

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1 – Εισαγωγή 4-7

1.3 Τα φυσικά μεγέθη και οι μονάδες τους	4-7
--	-----

Κεφάλαιο 2 – Κινήσεις 8-25

2.1 Η περιγραφή της κίνησης	8-11
2.2 Η έννοια της ταχύτητας	12-15
2.3 Κίνηση με σταθερή ταχύτητα	16-19
2.4 Μεταβαλλόμενη κίνηση	20-22
Απαντήσεις ερωτήσεων αξιολόγησης	23-25

Κεφάλαιο 3 – Δυνάμεις 26-51

3.1 Η έννοια «Δύναμη»	26-28
3.2 Δύο σημαντικές δυνάμεις: βάρος και τριβή	29-32
3.3 Σύνθεση και ανάλυση δυνάμεων	33-36
3.4 Δυνάμεις σε ισορροπία	37-41
3.5 Ισορροπία υλικού σημείου	42-44
3.6 Δύναμη και μεταβολή της ταχύτητας	45-46
3.7 Δύναμη και αλληλεπίδραση (ο τρίτος νόμος του Νεύτωνα)	47-49
Απαντήσεις ερωτήσεων αξιολόγησης	50-51

Κεφάλαιο 4 – Πίεση 87-135

4.1 Πίεση στα στερεά	89-95
4.2 Υδροστατική πίεση	96-105
4.3 Ατμοσφαιρική πίεση	106-115
4.4 Μετάδοση των πιέσεων στα ρευστά – Αρχή του Πασκάλ	116-119
4.5 Άνωση – Αρχή του Αρχιμήδη	120-125
4.6 Πλεύση	126-133
Απαντήσεις ερωτήσεων αξιολόγησης	134-135

Κεφάλαιο 5 – Ενέργεια 77-103

5.1 Έργο και ενέργεια	77-82
5.2 Δυναμική – Κινητική ενέργεια	83-86
5.3 Η μηχανική ενέργεια και η διατήρησή της	87-91
5.4 Μορφές και μετατροπές ενέργειας	92
5.5 Διατήρηση της ενέργειας	93
5.6 Πηγές ενέργειας	94
5.7 Απόδοση μιας μηχανής	95-96
5.8 Ισχύς μηχανής	97-100
Απαντήσεις ερωτήσεων αξιολόγησης	101-103

Κεφάλαιο 6 – Θερμότητα 104-114

6.1 Θερμόμετρα και μέτρηση θερμοκρασίας	104-106
6.2 Θερμότητα: μια μορφή ενέργειας	107
6.3 Πώς μετράμε τη θερμότητα	108-110
6.4 Θερμοκρασία, θερμότητα και μικρόκοσμος	111
6.5 Θερμική διαστολή και συστολή	112-113
Απαντήσεις ερωτήσεων αξιολόγησης	114

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.3 Τα φυσικά μεγέθη και οι μονάδες τους

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1 α 13,6 g
β θεμελιωδών
γ συγκρίνεις
δ θεμελιώδη, μήκος, χρόνος, μάζα

- 2 α (Λ), β (Λ), γ (Σ), δ (Λ)

- 3 β μεγαλύτερο όγκο

- 4 δ 1 km

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1 Υπολογίζεις τον συνολικό όγκο του χρυσού V που εξορύχτηκε από τη Γη από τη σχέση της πυκνότητας του χρυσού:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{ή} \quad V = \frac{m}{\rho} \quad \text{ή} \quad V = \frac{168\,700\,000\,\text{kg}}{18\,300\,\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \quad \text{ή} \quad V = 9218,6\,\text{m}^3$$

- 2 Υπολογίζεις τη μάζα του αλουμινίου m από τη σχέση της πυκνότητας του αλουμινίου:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{ή} \quad m = \rho \cdot V \quad \text{ή} \quad m = 2700\,\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 1,5\,\text{m}^3 \quad \text{ή} \quad m = 4050\,\text{kg}$$

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

- 1 α μάζα, όγκου
β $8,9\,\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$
γ χιλιόγραμμα 1 kg
δ αριθμητική τιμή, μονάδα

- 2 α (Σ), β (Λ), γ (Σ), δ (Σ)

3 β Η μάζα είναι ανάλογη του όγκου του.

4 γ $1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

1 Υπολογίζεις τη μέση πυκνότητα της Γης από τη σχέση της:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{ή} \quad \rho = \frac{5,98 \cdot 10^{21} \text{ t}}{1,097 \cdot 10^{21} \text{ m}^3} \quad \text{ή} \quad \rho = 5,451 \frac{\text{t}}{\text{m}^3}$$

2 Αρχικά υπολογίζεις τον όγκο του νερού V από τη σχέση της πυκνότητας του νερού:

$$\rho_{\text{νερ}} = \frac{m_{\text{νερ}}}{V} \quad \text{ή} \quad V = \frac{m_{\text{νερ}}}{\rho_{\text{νερ}}} \quad \text{ή} \quad V = \frac{1 \text{ kg}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \quad \text{ή} \quad V = \frac{1}{1000} \text{ m}^3$$

Μετά υπολογίζεις τη μάζα του υδραργύρου $m_{\text{υδρ}}$ από τη σχέση της πυκνότητας του υδραργύρου:

$$\rho_{\text{υδρ}} = \frac{m_{\text{υδρ}}}{V} \quad \text{ή} \quad m_{\text{υδρ}} = \rho_{\text{υδρ}} \cdot V \quad \text{ή} \quad m_{\text{υδρ}} = 13\,600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{1}{1000} \text{ m}^3 \quad \text{ή} \quad m_{\text{υδρ}} = 13,6 \text{ kg}$$

3 Μία ημέρα έχει $1 \text{ d} = 24 \text{ h} = 86\,400 \text{ s}$.

Κάθε έτος έχει $1 \text{ year} = 365 \cdot 86\,400 \text{ s} = 3,15 \cdot 10^7 \text{ s}$.

Αν υποθέσουμε ότι είσαι 14 ετών και 64 ημερών, τότε η ηλικία σου σε δευτερόλεπτα είναι:

$$x = 14 \cdot 3,15 \cdot 10^7 \text{ s} + 64 \cdot 86\,400 \text{ s} \quad \text{ή} \quad x = 44,1 \cdot 10^7 \text{ s} + 0,55 \cdot 10^7 \text{ s} \quad \text{ή} \quad x = 44,65 \cdot 10^7 \text{ s}$$

4

Νομίσματα	Μάζα (g)	Όγκος (cm ³)
Αττική μνα	433,0	41,2
Τετράδραχμο	17,4	0,9
Οβολός	0,7	0,08
Σέκελ	7,0	0,5

Υλικό	Πυκνότητα ($\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$)
Σίδηρος	7,0
Χαλκός	8,9
Ασήμι	10,5
Χρυσός	19,3

- α** Υπολογίζεις την πυκνότητα της αττικής μνας από τη σχέση της:

$$\rho_1 = \frac{m_1}{V_1} \quad \text{ή} \quad \rho_1 = \frac{433 \text{ g}}{41,2 \text{ cm}^3} \quad \text{ή} \quad \rho_1 = 10,5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}.$$

Αυτή συμπίπτει με την πυκνότητα του ασημιού.

- β** Υπολογίζεις την πυκνότητα του τετράδραχμου από τη σχέση της:

$$\rho_2 = \frac{m_2}{V_2} \quad \text{ή} \quad \rho_2 = \frac{17,4 \text{ g}}{0,9 \text{ cm}^3} \quad \text{ή} \quad \rho_2 = 19,3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

Αυτή συμπίπτει με την πυκνότητα του χρυσού.

- γ** Υπολογίζεις την πυκνότητα του οβολού από τη σχέση της:

$$\rho_3 = \frac{m_3}{V_3} \quad \text{ή} \quad \rho_3 = \frac{0,7 \text{ g}}{0,08 \text{ cm}^3} \quad \text{ή} \quad \rho_3 = 8,75 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}.$$

Αυτή συμπίπτει σχεδόν με την πυκνότητα του χαλκού.

- δ** Υπολογίζεις την πυκνότητα του σέκελ από τη σχέση της:

$$\rho_4 = \frac{m_4}{V_4} \quad \text{ή} \quad \rho_4 = \frac{7 \text{ g}}{0,5 \text{ cm}^3} \quad \text{ή} \quad \rho_4 = 14 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}.$$

Αυτή δεν συμπίπτει με καμία γνωστή πυκνότητα, άρα είναι κάποιο κράμα.

5

Υλικό	Μάζα (kg)	Όγκος (m ³)	Πυκνότητα (kg/m ³)
Γλυκό νερό		2,5	1000
Μόλυβδος	226	0,02	11 300
Ξύλο	175		700

- α** Υπολογίζεις τη μάζα του γλυκού νερού m από τη σχέση της πυκνότητας του νερού:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{ή} \quad m = \rho \cdot V \quad \text{ή} \quad m = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 2,5 \text{ m}^3 \quad \text{ή} \quad m = 2500 \text{ kg}$$

- β** Υπολογίζεις την πυκνότητα του μολύβδου από τη σχέση της:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{ή} \quad \rho = \frac{226 \text{ kg}}{0,02 \text{ m}^3} \quad \text{ή} \quad \rho = 11\,300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

- γ** Υπολογίζεις τον συνολικό όγκο του ξύλου V από τη σχέση της πυκνότητας του ξύλου:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{ή} \quad V = \frac{m}{\rho} \quad \text{ή} \quad V = \frac{175 \text{ kg}}{700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \quad \text{ή} \quad V = 0,25 \text{ m}^3$$

- 6 Υπολογίζεις τον συνολικό όγκο του λαδιού V από τη σχέση της πυκνότητας του λαδιού:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{ή} \quad V = \frac{m}{\rho} \quad \text{ή} \quad V = \frac{8,5 \cdot 10^{-7} \text{ kg}}{920 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \quad \text{ή} \quad V = 9,2 \cdot 10^{-10} \text{ m}^3$$

Ο όγκος της κηλίδας του λαδιού δίνεται από τη σχέση:

$$\text{όγκος} = \text{εμβαδόν} \times \text{πάχος} \quad \text{ή} \quad V = A \cdot d \quad \text{ή} \quad d = \frac{V}{A} \quad \text{ή} \quad d = \frac{9,2 \cdot 10^{-10} \text{ m}^3}{0,5 \text{ m}^2} \quad \text{ή} \quad d = 18,4 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

- 7 Ισχύουν $1 \text{ kg} = 10^3 \text{ g}$ ενώ $1 \text{ m} = 10^2 \text{ cm}$, από τον ορισμό της πυκνότητας έχεις:

$$1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1 \frac{10^3 \text{ g}}{(10^2 \text{ cm})^3} \quad \text{ή} \quad 1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1 \frac{10^3 \text{ g}}{10^6 \text{ cm}^3} \quad \text{ή} \quad 1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{1}{1000} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \quad \text{ή} \quad 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

2 ΚΙΝΗΣΕΙΣ

2.1 Η περιγραφή της κίνησης

ΑΠΟ ΤΗ ΒΙΩΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ

A1 Σε ποια από τις δύο περιπτώσεις ο συμμαθητής σου μπορεί να σου πει με ακρίβεια πού βρίσκεται το χαρτάκι και άρα είναι πιο εύκολο να το εντοπίσει; Γιατί;

Στη δεύτερη περίπτωση ο συμμαθητής σου μπορεί να εντοπίσει ευκολότερα το χαρτάκι. Αν δεν ξέρει σε ποια κορυφή είναι το χαρτάκι, πρέπει να επιλέξει στην τύχη μια κορυφή. Η απόσταση των τεσσάρων εκατοστών δεν του είναι πολύ χρήσιμη χωρίς να γνωρίζει την κορυφή όπου έχει τοποθετηθεί το χαρτάκι.

A2 Συζήτησε με τον συμμαθητή σου και κατάγραψε ποια ή ποιες είναι οι πληροφορίες που πρέπει να του δώσεις ώστε να εντοπίσει το χαρτάκι αμέσως.

Για να εντοπίσει με ακρίβεια τη θέση που έχει τοποθετηθεί το χαρτάκι ο συμμαθητής σου πρέπει να γνωρίζει την κορυφή, την απόσταση από την κορυφή αλλά και τη γωνία από την κορυφή όπου έχει τοποθετηθεί το χαρτάκι, σε σχέση με μια από της ακμές του βιβλίου.

B1 Στο τέλος της διαδρομής, πόσα μέτρα **νομίζεις** ότι απέχει (έχει μετατοπιστεί) ο 2ος από τον 1ο και πόσα ο 3ος από τον 1ο;

Τι παρατηρείς;

$4\text{ m} / 4\text{ m}$

Η μετατόπιση του 2ου και του 3ου είναι ίδια.

B2 Προσπάθησε με την ομάδα σου να μετρήσεις, με τη βοήθεια ενός σπάγκου, πόσα μέτρα περπάτησε ο 2ος και πόσα ο 3ος.

Τι παρατηρείς;

Παρατηρώ ότι η μετατόπιση του 2ου και του 3ου είναι ίσες ενώ τα μέτρα που περπάτησε ο καθένας (διάστημα) τους είναι διαφορετικά.

Πώς μετρήσατε την κάθε απόσταση;

Τοποθετώ το σχοινί ακριβώς πάνω από το ίχνος της τροχιάς του κάθε συμμαθητή μου, όπως αυτό έχει σχηματιστεί από την άμμο που έπεφτε στο προαύλιο. Έπειτα, αφού έχω σημειώσει τα σημεία που σχοινί ακουμπά τα άκρα της τροχιάς, μετρώ το συνολικό μήκος του με τη βοήθεια της μετροταινίας.

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1 γ Έχει μάζα όμως δεν έχει διαστάσεις.
- 2 δ 100 m
- 3 α (Σ), β (Σ), γ (Λ), δ (Λ), ε (Λ)
- 4 α Διανύει μεγαλύτερο διάστημα από το μέτρο της μετατόπισής του.

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1 α Η μετατόπιση της Φωτεινής $\Delta \vec{x}$ θα δίνεται από τη σχέση:

$$\begin{aligned}\Delta \vec{x} &= \vec{x}_2 - \vec{x}_1 \quad \text{ή} \\ \Delta x &= +4 \text{ m} - (-2 \text{ m}) \quad \text{ή} \\ \Delta x &= +4 \text{ m} + 2 \text{ m} \quad \text{ή} \\ \Delta x &= +6 \text{ m}\end{aligned}$$

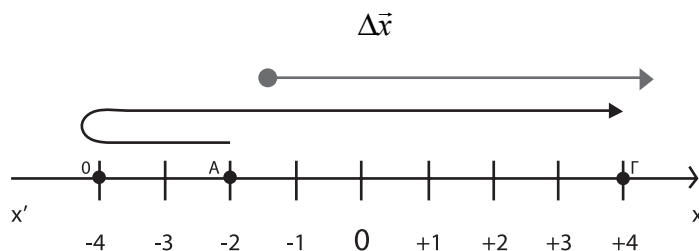
- β Το διάστημα που διάνυσε η Φωτεινή από τη θέση Α έως τη θέση Β είναι:

$$s = 2 \text{ m} + 4 \text{ m} = 6 \text{ m}$$

Παρατηρώ ότι **το μέτρο της μετατόπισης και το διάστημα συμπίπτουν**, αν το κινητό κινείται **ευθύγραμμα προς την ίδια κατεύθυνση**.

- γ Στο σχήμα φαίνονται τα διανύσματα της αρχικής, της τελικής θέσης και της μετατόπισης.

2



- 3 α Η μετατόπιση του Στέλιου $\Delta \vec{x}$ από την αρχική στην τελική θέση θα δίνεται από τη σχέση:

$$\begin{aligned}\Delta \vec{x} &= \vec{x}_3 - \vec{x}_1 \quad \text{ή} \\ \Delta x &= +4 \text{ m} - (-2 \text{ m}) \quad \text{ή} \\ \Delta x &= +4 \text{ m} + 2 \text{ m} \quad \text{ή} \\ \Delta x &= +6 \text{ m}\end{aligned}$$



- β Το διάστημα που διάνυσε ο Στέλιος από τη θέση Α στη θέση Β και μετά έως τη θέση Γ είναι:

$$s = 2 \text{ m} + 4 \text{ m} + 4 \text{ m} = 10 \text{ m}$$

Παρατηρώ ότι **το μέτρο της μετατόπισης και το διάστημα δεν συμπίπτουν** αν το κινητό κινείται **ευθύγραμμα αλλά όχι προς την ίδια κατεύθυνση συνεχώς**.

α Η μετατόπιση της μπάλας $\Delta\vec{x}$ από την αρχική στην τελική θέση θα δίνεται από τη σχέση:

$$\Delta\vec{x} = \vec{x}_2 - \vec{x}_1 \quad \text{ή}$$

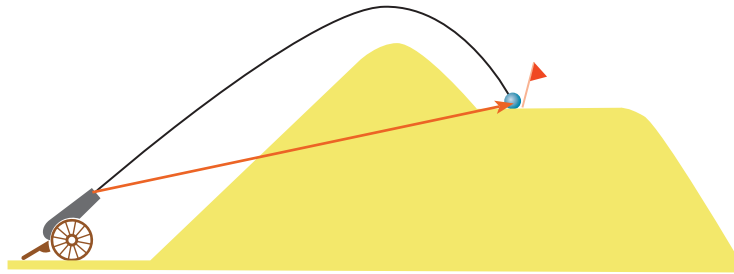
$$\Delta x = 0 - 0 = 0$$

β Το διάστημα που διάνυσε η μπάλα από τη θέση Α έως τη θέση Β είναι:

$$s = 3 \text{ m} + 3 \text{ m} = 6 \text{ m}$$

4 α Το διάνυσμα της μετατόπισης της οβίδας φαίνεται στο σχήμα από την αρχική θέση που είναι στο κανόνι, μέχρι την τελική που είναι στη σημαία.

β Όπως φαίνεται στο σχήμα, το μέτρο της μετατόπισης είναι μικρότερο από το διάστημα που διάνυσε η οβίδα.



Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

1

1η στήλη	2η στήλη	Αντιστοίχιση
1. Θέση	α. Πόσο διαρκεί η κίνηση.	→ 1γ
2. Μετατόπιση	β. Μήκος διαδρομής του σώματος.	→ 2δ
3. Διάστημα	γ. Πού βρίσκεται το σώμα.	→ 3β
4. Χρονική στιγμή	δ. Πόσο και προς τα πού μετακινείται το σώμα.	→ 4ε
5. Χρονικό διάστημα	ε. Ένδειξη χρονομέτρου.	→ 5α

2 γ Το συνολικό διάστημα που έχει διανύσει το αυτοκίνητο.

3 γ 16 min

4 β Χρονική στιγμή είναι η ένδειξη ενός χρονομέτρου ή ενός ρολογιού.

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

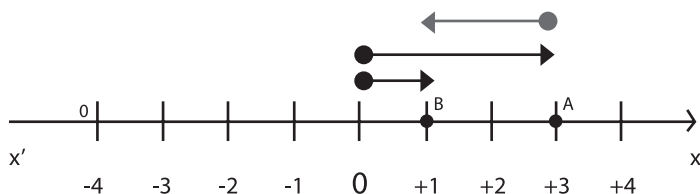
- 1 α Η μετατόπιση που διάνυσε η Δήμητρα $\Delta \vec{x}$ θα δίνεται από τη σχέση:

$$\begin{aligned}\Delta \vec{x} &= \vec{x}_2 - \vec{x}_1 \quad \text{ή} \\ \Delta x &= +1 \text{ m} - (+3 \text{ m}) \quad \text{ή} \\ \Delta x &= +1 \text{ m} - 3 \text{ m} \quad \text{ή} \\ \Delta x &= -2 \text{ m}\end{aligned}$$

- β Το διάστημα που διάνυσε η Δήμητρα από τη θέση Α έως τη θέση Β είναι:
 $s = 2 \text{ m}$

Παρατηρώ ότι το μέτρο της μετατόπισης και το διάστημα συμπίπτουν, αν το κινητό κινείται ευθύγραμμα προς την ίδια κατεύθυνση (αρνητική).

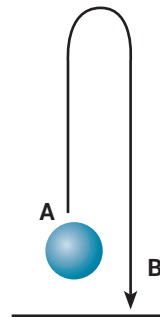
- γ Στο σχήμα φαίνονται τα διανύσματα της αρχικής, της τελικής θέσης και της μετατόπισης.



- 2 α Παρατηρώ ότι το μέτρο της μετατόπισης και το διάστημα συμπίπτουν, αφού ο Λάζαρος κινείται ευθύγραμμα προς την ίδια κατεύθυνση (θετική). Άρα $\Delta x = s = 10 \text{ m}$

- β Η τελική θέση του Λάζαρου x_2 υπολογίζεται ως εξής:

$$\begin{aligned}\Delta \vec{x} &= \vec{x}_2 - \vec{x}_1 \quad \text{ή} \\ 10 \text{ m} &= x_2 - (-6 \text{ m}) \quad \text{ή} \\ 10 \text{ m} &= x_2 + 6 \text{ m} \quad \text{ή} \\ x_2 &= +4 \text{ m}\end{aligned}$$



- 3 α Θεωρώντας σημείο αναφοράς το δάπεδο, η μετατόπιση της μπάλας $\Delta \vec{x}$ από την αρχική στην τελική θέση θα δίνεται από τη σχέση:

$$\Delta \vec{x} = \vec{x}_2 - \vec{x}_1 \quad \text{ή} \quad \Delta x = 0 - 4 \text{ m} = -4 \text{ m}$$

- β Το διάστημα που διάνυσε η μπάλα από τη θέση Α ανεβαίνοντας έως τον τρίτο όροφο είναι $10 \text{ m} - 4 \text{ m} = 6 \text{ m}$, ενώ κατεβαίνοντας από τον τρίτο όροφο έως τη θέση Β που είναι στο δάπεδο είναι 10 m . Συνεπώς, το συνολικό διάστημα που διάνυσε είναι:

$$s = 6 \text{ m} + 10 \text{ m} = 16 \text{ m}$$

2.2 Η έννοια της ταχύτητας

ΑΠΟ ΤΗ ΒΙΩΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ

A Χαρακτηριστικά μέσης και στιγμιαίας ταχύτητας

Σύγκρινε την ταχύτητα που υπολόγισες με αυτές που είχες σημειώσει κατά τη διάρκεια της διαδρομής σου. Τι παρατηρείς; Γιατί νομίζεις ότι συμβαίνει αυτό;

Παρατηρώ ότι, στις περιπτώσεις που το αυτοκίνητο ήταν στα δρόμια και σταματημένο στην κίνηση, η ταχύτητά του ήταν πολύ μικρότερη ή και μηδενική σε σχέση με την ταχύτητα που υπολόγισα. Αντίθετα, όταν ο δρόμος ήταν ανοιχτός, η ταχύτητά του ήταν μικρότερη αυτής που υπολόγισα.

Αυτό συμβαίνει γιατί στον υπολογισμό που έκανα χρησιμοποίησα το συνολικό μήκος της διαδρομής προς τον χρόνο που το αυτοκίνητο την πραγματοποίησε. Στην πραγματικότητα, όμως, το αυτοκίνητο, στο χρονικό αυτό διάστημα, κινούνταν κάποιες φορές με μεγάλη ταχύτητα, κάποιες με μικρή ταχύτητα ή και παρέμενε ακίνητο.

B Η ταχύτητα ως διάνυσμα

- 1 Δεν μπορώ να γνωρίζω αν το αυτοκίνητο κατευθύνεται προς την Αθήνα ή προς τον Πειραιά. Για να απαντήσω στην παραπάνω ερώτηση θα έπρεπε να ξέρω σε ποιο από τα δύο ρεύματα κυκλοφορίας κινείται.
- 2 Θα πρέπει να ενημερώσω τις Πρώτες Βοήθειες σε ποιο από τα δύο ρεύματα της λεωφόρου Συγγρού έχει πραγματοποιηθεί το ατύχημα και σε ποιο ύψος, δηλαδή σε ποιο χιλιόμετρο. Την απόσταση δηλαδή από την αρχή της λεωφόρου έως το σημείο του ατυχήματος.

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο μαθητή

1

Φυσικά μεγέθη	Μονόμετρο ή διανυσματικό	Μονάδα στο SI	Σύμβολο
Θέση	Διανυσματικό	1 m	$\vec{x}$
Χρονικό διάστημα	Μονόμετρο	1 s	Δt
Ταχύτητα	Διανυσματικό	$1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	$\vec{v}$
Μετατόπιση	Διανυσματικό	1 m	$\Delta \vec{x}$
Διάστημα	Μονόμετρο	1 m	s

2 α ταχύτητα, β απόσταση, χρόνου γ $1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ δ στιγμιαία ταχύτητά, ε μικρότερο, μεγαλύτερη

3 β είναι μονόμετρο μέγεθος

4 $\beta \quad 3,6 \text{ km/h}$

5 $\alpha (\wedge), \beta (\Sigma), \gamma (\Sigma), \delta (\wedge)$

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1 α Αρχικά υπολογίζεις τη μετατόπιση Δx του Ανέστη από την αρχική θέση x_1 μέχρι την τελική θέση του σώματος x_2 :

$$\Delta x = x_2 - x_1 \quad \text{ή} \quad \Delta x = +8 \text{ m} - (+2 \text{ m}) \quad \text{ή} \quad \Delta x = +6 \text{ m}$$

Το θετικό πρόσημο στη μετατόπιση σημαίνει ότι ο Ανέστης μετατοπίστηκε προς τη θετική κατεύθυνση δηλαδή προς τα δεξιά. Επομένως μετατόπιση $\Delta x = +3 \text{ m}$ σημαίνει ότι ο Ανέστης μετατοπίστηκε κατά 3 m προς τα δεξιά.

- β Ακολουθώντας υπολογίζουμε το χρονικό διάστημα Δt :

$$\Delta t = t_2 - t_1 \quad \text{ή} \quad \Delta t = 6 \text{ s} - 3 \text{ s} \quad \text{ή} \quad \Delta t = 3 \text{ s}$$

Για τον υπολογισμό του μέτρου της μέσης διανυσματικής ταχύτητας του Ανέστη ισχύει:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad \text{ή} \quad v = +\frac{6 \text{ m}}{3 \text{ s}} \quad \text{ή} \quad v = +2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- 2 Για να συγκρίνεις ταχύτητες πρέπει να τις μετατρέψεις στο ίδιο σύστημα μονάδων. Το όριο ταχύτητας στον αυτοκινητόδρομο είναι:

$$v_{op} = 100 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 100 \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 100 \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 27,78 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Η ταχύτητα του αυτοκινήτου ήταν $v = 30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, μεγαλύτερη από το όριο ταχύτητας.

- 3 Αρχικά μετατρέπεις τα min σε sec: $\Delta t = 8 \text{ min} + 20 \text{ s} = (8 \cdot 60 + 20) \text{ s} = 500 \text{ s}$.

Η ταχύτητα με την οποία διαδίδεται το φως είναι:

$$v = \frac{s}{\Delta t} \quad \text{ή} \quad v = \frac{150 \ 000 \ 000 \text{ km}}{500 \text{ s}} \quad \text{ή} \quad v = 300 \ 000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

- 4 Μετατρέπεις όλα τα μέτρα των ταχυτήτων σε $\frac{\text{m}}{\text{s}}$.

$$\alpha \quad v = 36 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 36 \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\beta \quad v = 54 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 54 \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\gamma \quad v = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 72 \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\delta \quad v = 108 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 108 \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- 5 Μετατρέπεις όλα τα μέτρα των ταχυτήτων σε $\frac{\text{m}}{\text{s}}$, για να μπορούμε να τις συγκρίνουμε:

Ο Νίκος έχει μέση αλγεβρική ταχύτητα $v_N = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Η Αγγελική έχει μέση αλγεβρική ταχύτητα $v_A = 240 \frac{\text{cm}}{\text{s}} = 240 \frac{100}{\text{s}} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 2,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Ο Τάσος έχει μέση αλγεβρική ταχύτητα $v_T = 7,2 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 7,2 \frac{1000}{3600} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Συνεπώς ο Νίκος έχει τη μεγαλύτερη μέση αλγεβρική ταχύτητα.

- 6 α Η επιβατική αμαξοστοιχία ταξιδεύει για χρονικό διάστημα: $\Delta t = 14 : 00 - 9 : 00 = 5 \text{ h}$

Η μέση ταχύτητα της επιβατικής αμαξοστοιχίας είναι:

$$v_{\mu,1} = \frac{s}{\Delta t}$$

$$v_{\mu,1} = \frac{500 \text{ km}}{5 \text{ h}}$$

$$v_{\mu,1} = 100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

- β Η εμπορική αμαξοστοιχία ταξιδεύει για χρονικό διάστημα: $\Delta t' = 19 : 15 - 9 : 15 = 10 \text{ h}$

Η μέση ταχύτητα της επιβατικής αμαξοστοιχίας είναι:

$$v_{\mu,2} = \frac{s}{\Delta t'}$$

$$v_{\mu,2} = \frac{500 \text{ km}}{10 \text{ h}}$$

$$v_{\mu,2} = 50 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

- 7 Η μέση ταχύτητα ενός αυτοκινήτου που πηγαίνει από την Αθήνα στην Κόρινθο, απόσταση 80 km , σε χρονικό

διάστημα $48 \text{ min} = 48 \frac{1}{60} \text{ h}$ είναι:

$$v_{\mu} = \frac{s}{\Delta t} \quad \text{ή}$$

$$v_{\mu} = \frac{80 \text{ km}}{48 \text{ min}} \quad \text{ή}$$

$$v_{\mu} = \frac{80}{48 \frac{1}{60}} \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{80 \cdot 60}{48} \frac{\text{km}}{\text{h}} \quad \text{ή}$$

$$v_{\mu} = 100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

1 δ δεν επαρκούν τα στοιχεία για να απαντήσουμε.

2 δ $\frac{1}{3,6} \frac{\text{m}}{\text{s}}$

3 α (Σ), β (Λ), γ (Σ), δ (Σ)

4 α (Σ), β (Λ), γ (Σ), δ (Λ)

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

1 **Βήμα 1°** Αρχικά μετατρέπεις το χρονικό διάστημα σε ώρες:

$$\Delta t = 15 \text{ min} = 15 \frac{1}{60} \text{ h} = \frac{1}{4} \text{ h}$$

Βήμα 2° Η μέση ταχύτητα του λεωφορείου σε km/h είναι:

$$v_{\mu} = \frac{s}{\Delta t} \quad \text{ή} \quad v_{\mu} = \frac{10 \text{ km}}{\frac{1}{4} \text{ h}} \quad \text{ή} \quad v_{\mu} = 40 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

2 Η χελώνα που διανύει την ίδια απόσταση σε μικρότερο χρονικό διάστημα έχει την μεγαλύτερη ταχύτητα. Μετατρέπεις σε sec όλα τα χρονικά διαστήματα για να μπορείς να τα συγκρίνεις.

Η χελώνα Α: $\Delta t_A = 45 \text{ min} = 45 \cdot 60 \text{ s} = 2700 \text{ s}$

Η χελώνα Β: $\Delta t_B = \frac{3}{4} \text{ h} = \frac{3}{4} \cdot 3600 \text{ s} = 2700 \text{ s}$

Η χελώνα Γ: $\Delta t_{\Gamma} = 1800 \text{ s}$

Συνεπώς, η χελώνα Γ είναι η πιο γρήγορη.

3 α Η μέση ταχύτητα του Μπολτ στα 100 μέτρα είναι:

$$v_{\mu} = \frac{s}{\Delta t} = \frac{100 \text{ m}}{9,58 \text{ s}} = 10,44 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Η μέση ταχύτητα του Μπολτ στα 200 μέτρα είναι:

$$v_{\mu} = \frac{s}{\Delta t} = \frac{200 \text{ m}}{19,19 \text{ s}} = 10,42 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

β Η μέση ταχύτητα της ομάδας σκυταλοδρομίας 4X100 μέτρων είναι:

$$v_{\mu} = \frac{s}{\Delta t} = \frac{400 \text{ m}}{36,84 \text{ s}} = 10,3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

4 Η χρονική διάρκεια της περιφοράς της Γης γύρω από τον Ήλιο είναι:

$$\Delta t = 365 \text{ ημέρες} = 365 \cdot 24 \text{ h} = 8760 \text{ h}$$

Η απόσταση που διανύει η Γη γύρω από τον Ήλιο είναι:

$$s = 2\pi R = 2 \cdot 3,14 \cdot 150\,000\,000 \text{ km} \quad \text{ή} \quad s = 942\,000\,000 \text{ km}$$

Η μέση ταχύτητά της Γης είναι:

$$v_{\mu} = \frac{s}{\Delta t} \quad \text{ή} \quad v_{\mu} = \frac{942\,000\,000 \text{ km}}{8760 \text{ h}} \quad \text{ή} \quad v_{\mu} = 107\,534,2 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

2.3 Κίνηση με σταθερή ταχύτητα

ΑΠΟ ΤΗ ΒΙΩΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ

Παρατηρούμε ότι το αυτοκίνητο κινείται ευθύγραμμα σε σταθερή φορά, με συνέπεια η κατεύθυνση της ταχύτητας να παραμένει σταθερή.

Ταυτόχρονα, το μέτρο της μέσης ταχύτητας, για κάθε χρονικό διάστημα, παραμένει σταθερό.

Η κίνηση αυτή ονομάζεται **ευθύγραμμη ομαλή**.

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1 μέτρο, διεύθυνση, φορά
- 2 α (Λ), β (Σ), γ (Λ), δ (Σ)
- 3 α (Λ), β (Σ), γ (Λ), δ (Σ) ε (Σ), στ (Σ)
- 4 γ δ.
- 5 α (1) → Γ
β (2) → Α
γ (3) → Β

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1 α Η ταχύτητα του λεωφορείου είναι: $v = 36 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 36 \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Το λεωφορείο διανύει απόσταση ίση με $s = 10 \text{ m}$ σε χρονικό διάστημα

$$v = \frac{s}{\Delta t} \quad \text{ή} \quad \Delta t = \frac{s}{v} \quad \text{ή} \quad \Delta t = \frac{10 \text{ m}}{10 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \quad \text{ή} \quad \Delta t = 1 \text{ s}$$

β Σε χρονικό διάστημα ίσο με $\Delta t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$ διανύει απόσταση:

$$v = \frac{s}{\Delta t} \quad \text{ή} \quad s = v \cdot \Delta t \quad \text{ή} \quad s = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 60 \text{ s} \quad \text{ή} \quad s = 600 \text{ m}$$

- 2 Ένας αστερίας κινείται ευθύγραμμα με ταχύτητα:

$$v = 10 \frac{\text{cm}}{\text{min}} = 10 \frac{\frac{1}{100} \text{ m}}{60 \text{ s}} = \frac{1}{600} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Για να διανύσει απόσταση $s = 10 \text{ m}$ χρειάζεται χρονικό διάστημα:

$$v = \frac{s}{\Delta t} \quad \text{ή} \quad \Delta t = \frac{s}{v} \quad \text{ή} \quad \Delta t = \frac{10 \text{ m}}{\frac{1}{600} \frac{\text{m}}{\text{s}}} \quad \text{ή} \quad \Delta t = 6000 \text{ s}$$

- 3 α Οι 30 μέρες είναι: $\Delta t = 30 \text{ d} = 30 \cdot 24 \text{ h} = 720 \text{ h}$.

Η μέση ταχύτητα του γύπα ήταν: $v = \frac{s}{\Delta t}$ ή $v = \frac{4200 \text{ km}}{720 \text{ h}}$ ή $v = 5,8 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

- β Αν ο γύπας πραγματοποιούσε ολόκληρο το ταξίδι του με τη μέγιστη ταχύτητα $v_{\max} = 120 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, θα διαρκούσε:

$$v = \frac{s}{\Delta t} \text{ ή } \Delta t = \frac{s}{v} \text{ ή } \Delta t = \frac{4200 \text{ km}}{120 \frac{\text{km}}{\text{h}}} \text{ ή } \Delta t = 35 \text{ h} = 1,46 \text{ d μέρες}$$

- 4 α Το διάστημα που διάνυσε την πρώτη ώρα ήταν:

$$v_1 = \frac{s_1}{\Delta t_1} \text{ ή } s_1 = v_1 \cdot \Delta t_1 \text{ ή } s_1 = 100 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot 1 \text{ h} \text{ ή } s_1 = 100 \text{ km}$$

Το διάστημα που διάνυσε τη δεύτερη ώρα ήταν:

$$v_2 = \frac{s_2}{\Delta t_2} \text{ ή } s_2 = v_2 \cdot \Delta t_2 \text{ ή } s_2 = 120 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot 1 \text{ h} \text{ ή } s_2 = 120 \text{ km}$$

Το συνολικό διάστημα που διάνυσε το αυτοκίνητο ήταν:

$$s = s_1 + s_2 \text{ ή } s = 100 \text{ km} + 120 \text{ km} = 220 \text{ km}.$$

- β Η μέση ταχύτητά του ήταν:

$$v = \frac{s}{\Delta t_{\text{ολ}}} \text{ ή } v = \frac{220 \text{ km}}{2 \text{ h}} \text{ ή } v = 110 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

- 1 δ Τα στοιχεία δεν επαρκούν για να απαντήσεις.

- 2 α (Λ), β (Λ), γ (Σ), δ (Σ)

- 3 α (Λ), β (Λ), γ (Σ), δ (Λ)

- 4 β Το σώμα δεν κινείται στην αρχή, μετά κινείται προς τα πίσω και σταματά.

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

- 1 Η Κρήτη θα ενωθεί με την Αφρική σε χρονικό διάστημα:

$$v = \frac{s}{\Delta t} \text{ ή } \Delta t = \frac{s}{v} \text{ ή } \Delta t = \frac{1000 \text{ km}}{5 \frac{\text{cm}}{\text{Ετος}}} \text{ ή } \Delta t = \frac{100\,000\,000 \text{ cm}}{5 \frac{\text{cm}}{\text{Ετος}}} \text{ ή } \Delta t = 20\,000\,000 \text{ Έτη}$$

- 2 Η ταχύτητα του σώματος είναι:

$$v = \frac{\Delta x_1}{\Delta t_1} \text{ ή } v = \frac{16 \text{ m}}{4 \text{ s}} \text{ ή } v = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

α Η μετατόπιση του σώματος Δx_2 σε χρονικό διάστημα $\Delta t_2 = 8 \text{ s}$ είναι:

$$v = \frac{\Delta x_2}{\Delta t_2} \quad \text{ή} \quad v = \frac{\Delta x_2}{\Delta t_2} \quad \text{ή} \quad \Delta x_2 = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 8 \text{ s} \quad \text{ή} \quad \Delta x_2 = 32 \text{ m}$$

β Το σώμα μετατοπίζεται κατά $\Delta x_3 = 64 \text{ m}$ σε χρονικό διάστημα Δt_3 :

$$v = \frac{\Delta x_3}{\Delta t_3} \quad \text{ή} \quad \Delta t_3 = \frac{\Delta x_3}{v} \quad \text{ή} \quad \Delta t_3 = \frac{64 \text{ m}}{4 \text{ m/s}} \quad \text{ή} \quad \Delta t_3 = \frac{64 \text{ m}}{4 \text{ m/s}} \quad \text{ή} \quad \Delta t_3 = 16 \text{ s}$$

3

α Υπολογίζεις το χρονικό διάστημα για το πρώτο μισό της διαδρομής:

$$v_1 = \frac{s_1}{\Delta t_1} \quad \text{ή} \quad \Delta t_1 = \frac{s_1}{v_1} \quad \text{ή} \quad \Delta t_1 = \frac{3 \text{ km}}{20 \text{ km/h}} \quad \text{ή} \quad \Delta t_1 = 0,15 \text{ h.}$$

Αφού στο δεύτερο μισό της διαδρομής η ταχύτητα είναι ίδια, τότε και το χρονικό διάστημα θα είναι το ίδιο:

$$v_2 = \frac{s_2}{\Delta t_2} \quad \text{ή} \quad \Delta t_2 = \frac{s_2}{v_2} \quad \text{ή} \quad \Delta t_2 = \frac{3 \text{ km}}{20 \text{ km/h}} \quad \text{ή} \quad \Delta t_2 = 0,15 \text{ h.}$$

β Η μέση ταχύτητα του αυτοκινήτου για τη διαδρομή των $s = 6 \text{ km}$ είναι:

$$v_\mu = \frac{s_1 + s_2}{\Delta t_1 + \Delta t_2} \quad \text{ή} \quad v_\mu = \frac{6 \text{ km}}{0,3 \text{ h}} \quad \text{ή} \quad v_\mu = 20 \frac{\text{km}}{\text{h}}.$$

Αν η ταχύτητα δεν ήταν ίδια στο δεύτερο μισό της διαδρομής, τότε θα είχες διαφορετικά αποτελέσματα. Για παράδειγμα, αν $s_2 = 40 \text{ km}$, τότε:

$$v_2 = \frac{s_2}{\Delta t_2} \quad \text{ή} \quad \Delta t_2 = \frac{s_2}{v_2} \quad \text{ή} \quad \Delta t_2 = \frac{40 \text{ km}}{20 \text{ km/h}} \quad \text{ή} \quad \Delta t_2 = 2 \text{ h}$$

$$\text{και} \quad v_\mu = \frac{s_1 + s_2}{\Delta t_1 + \Delta t_2} \quad \text{ή} \quad v_\mu = \frac{6 \text{ km}}{2,15 \text{ h}} \quad \text{ή} \quad v_\mu = 2,79 \frac{\text{km}}{\text{h}}.$$

4

Μετατρέπεις τα λεπτά σε ώρα: $\Delta t_1 = 0,75 \text{ h}$

Το μέτρο της ταχύτητάς της στρουθοκαμήλου είναι: $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad \text{ή} \quad v = \frac{42 \text{ km}}{0,75 \text{ h}} \quad \text{ή} \quad v = 56 \frac{\text{km}}{\text{h}}.$

5

Η Κατερίνα κινείται ευθύγραμμα ομαλά στην ευθεία του στίβου. Άρα το μέτρο της ταχύτητάς της είναι σταθερό.

$$1\text{η μέτρηση: } v = \frac{\Delta x_1}{\Delta t_1} \quad \text{ή} \quad v = \frac{(15-0) \text{ m}}{(3-0) \text{ s}} \quad \text{ή} \quad v = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

$$2\text{η μέτρηση: } v = \frac{\Delta x_2}{\Delta t_2} \quad \text{ή} \quad t_2 - 0 = \frac{(60-0) \text{ m}}{5 \text{ m/s}} \quad \text{ή} \quad t_2 = 12 \text{ s}.$$

$$3\text{η μέτρηση: } v = \frac{\Delta x_3}{\Delta t_3} \quad \text{ή} \quad x_3 - 0 = v(t_3 - 0) \quad \text{ή} \quad x_3 = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 15 \text{ s} = 75 \text{ m}.$$

Να συμπληρώσεις τα κενά του πίνακα:

$x(\text{m})$	$t(\text{s})$	$v(\text{m/s})$
15	3	5
60	12	5
75	15	5

- 6 Μετατρέπεις τη μέγιστη ταχύτητα σε $\frac{\text{m}}{\text{s}}$:

$$v_{\max} = 44,72 \frac{\text{km}}{\text{h}} \quad \text{ή} \quad v_{\max} = 44,72 \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} \quad \text{ή} \quad v_{\max} = 12,42 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Αν έτρεχε με τη μέγιστη ταχύτητα σε όλη τη διαδρομή των 100 μέτρων, ο Μπολτ θα έκανε επίδοση:

$$v_{\max} = \frac{s}{\Delta t} \quad \text{ή} \quad \Delta t = \frac{s}{v_{\max}} \quad \text{ή} \quad \Delta t = \frac{100 \text{ m}}{12,42 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \quad \text{ή} \quad \Delta t = 8,05 \text{ s}$$

- 7 α Το διάστημα που κολύμπησε ο αθλητής στον τελικό των 100 μέτρων είναι: $s = 100 \text{ m}$

Η μετατόπισή του είναι:

$$\Delta x = 0 - 0 = 0$$

- β1 Η μέση ταχύτητά του αθλητή στο πρώτο μισό της διαδρομής είναι:

$$v_1 = \frac{\Delta x_1}{\Delta t_1} \quad \text{ή} \quad v_1 = \frac{50 \text{ m}}{25 \text{ s}} \quad \text{ή} \quad v_1 = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- β2 Η μέση ταχύτητα του αθλητή στο δεύτερο μισό της διαδρομής είναι:

$$v_2 = \frac{\Delta x_2}{\Delta t_2} \quad \text{ή} \quad v_2 = \frac{50 \text{ m}}{27 \text{ s}} \quad \text{ή} \quad v_2 = 1,85 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- β3 Η μέση ταχύτητά του αθλητή σε όλη τη διαδρομή είναι:

$$v_{\mu} = \frac{\Delta x_{\text{ολ}}}{\Delta t_{\text{ολ}}} \quad \text{ή} \quad v_{\mu} = \frac{100 \text{ m}}{52 \text{ s}} \quad \text{ή} \quad v_{\mu} = 1,92 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- 8 α Από το διάγραμμα θέσης-χρόνου των δύο αυτοκινήτων παρατηρείς ότι κινούνται ευθύγραμμα ομαλά, αφού κινούνται ευθύγραμμα και διανύουν ίσα διαστήματα σε ίσους χρόνους.

Για το αυτοκίνητο (Α) το μέτρο της ταχύτητάς του είναι:

$$\text{—} \quad \text{ή} \quad v_A = \frac{(90-0) \text{ m}}{(5-0) \text{ s}} \quad \text{ή} \quad v_A = 18 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Για το αυτοκίνητο (Β) το μέτρο της ταχύτητάς του είναι:

$$v_B = \frac{\Delta x_B}{\Delta t_B} \quad \text{ή} \quad v_B = \frac{(90-0) \text{ m}}{(15-0) \text{ s}} \quad \text{ή} \quad v_B = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- β Τη χρονική στιγμή $t_1 = 10 \text{ s}$ το αυτοκίνητο (Β) θα είναι στη θέση:

$$v_B = \frac{\Delta x_1}{\Delta t_1} \quad \text{ή} \quad \Delta x_1 = v_B \cdot \Delta t_1 \quad \text{ή} \quad x_1 - 0 = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 10 \text{ s} \quad \text{ή} \quad x_1 = 60 \text{ m}$$

- γ Στην ίδια θέση το αυτοκίνητο (Α) θα είναι τη χρονική στιγμή:

$$v_A = \frac{\Delta x_1}{\Delta t_2} \quad \text{ή} \quad \Delta t_2 = \frac{\Delta x_1}{v_A} \quad \text{ή} \quad t_2 - 0 = \frac{(60-0) \text{ m}}{18 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \quad \text{ή} \quad t_2 = 3,33 \text{ s}$$

2.4 Μεταβαλλόμενη κίνηση

ΑΠΟ ΤΗ ΒΙΩΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ

- 1 Παρατήρησε το ταχύμετρο ενός αυτοκινήτου καθώς ξεκινάει από στάση. Τι συμπέρασμα προκύπτει για την ταχύτητα του αυτοκινήτου;
Η ταχύτητα του αυτοκινήτου αυξάνεται.
- 2 Κάνε το ίδιο όταν ο οδηγός φρενάρει. Τι συμπέρασμα προκύπτει για την ταχύτητα του αυτοκινήτου;
Η ταχύτητα του αυτοκινήτου μειώνεται.
- 3 Όταν ένα αυτοκίνητο στρίβει, τι παρατηρείς για την κατεύθυνσή του;
Η κατεύθυνσή του μεταβάλλεται.
- 4 Τι συμπέρασμα βγάζεις για τις ταχύτητες των σωμάτων; Πιστεύεις ότι στη φύση έχουμε μόνο ευθύγραμμες ομαλές κινήσεις;
Οι ταχύτητες των σωμάτων, όπως και του αυτοκινήτου παραπάνω, συνήθως δεν παραμένουν σταθερές στη φύση. Δεν παρατηρούμε μόνο ευθύγραμμες ομαλές κινήσεις. Υπάρχουν κινήσεις κατά τις οποίες η ταχύτητα αυξάνεται, μειώνεται ή παραμένει σταθερή. Ακόμη, η τροχιά που ακολουθεί το κάθε σώμα δεν είναι υποχρεωτικά ευθύγραμμη.

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1 Σε τι διαφέρει το είδος της κίνησης του αθλητή στις δύο εικόνες;
Παρατηρώ ότι στην εικόνα (α) τα στιγμιότυπα του αθλητή που κινείται ευθύγραμμα ισαπέχουν μεταξύ τους. Αυτό σημαίνει πως σε ίσα χρονικά διαστήματα διανύει ίσες αποστάσεις. Συνεπώς κάνει ευθύγραμμη ομαλή κίνηση. Στην εικόνα (β) τα στιγμιότυπα του αθλητή που κινείται ευθύγραμμα δεν ισαπέχουν μεταξύ τους. Αυτό σημαίνει ότι η ταχύτητά του μεταβάλλεται.
 - ii Να διαχωρίσετε την εικόνα (β) σε περιοχές ανάλογα με το είδος της κίνησης εντοπίζοντας τα διαστήματα όπου ο αθλητής κινείται με σταθερή, αυξανόμενη και μειούμενη ταχύτητα.
Στα οκτώ πρώτα στιγμιότυπα σταδιακά αυξάνουν οι αποστάσεις του αθλητή. Αυτό σημαίνει ότι αυξάνει το μέτρο της ταχύτητάς του. Ακολούθως, οι αποστάσεις του αθλητή διατηρούνται σταθερές οπότε κάνει ευθύγραμμη ομαλή κίνηση. Τέλος, οι αποστάσεις μειώνονται. Αυτό σημαίνει ότι μειώνεται το μέτρο της ταχύτητάς του.
 - iii Με δεδομένο ότι τα στιγμιότυπα της εικόνας (α) τα λάβαμε με χρονική απόσταση $0,5 \text{ s}$ και οι κώνοι προπόνησης απέχουν μεταξύ τους απόσταση 10 m , να υπολογίσετε την ταχύτητα του αθλητή.
Παρατηρώ ότι από κώνο σε κώνο μεσολαβούν τρία στιγμιότυπα. Συνεπώς η απόστασή τους είναι $s = 10 \text{ m}$ ενώ το χρονικό διάστημα είναι $\Delta t = 3 \cdot 0,5 \text{ s} = 1,5 \text{ s}$. Άρα η ταχύτητα του αθλητή είναι:
$$v = \frac{s}{\Delta t} = \frac{10 \text{ m}}{1,5 \text{ s}} = 6,67 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$
- 2
 - α Σε ποιο διάστημα η ταχύτητα του αθλητή αυξάνεται;
Η ταχύτητα του αθλητή αυξάνεται στα πρώτα 45 μέτρα.
 - β Ποιο είναι το διάστημα κατά το οποίο η ταχύτητα παραμένει περίπου σταθερή;
Η ταχύτητα παραμένει περίπου σταθερή από τα 45 έως τα 93 μέτρα.

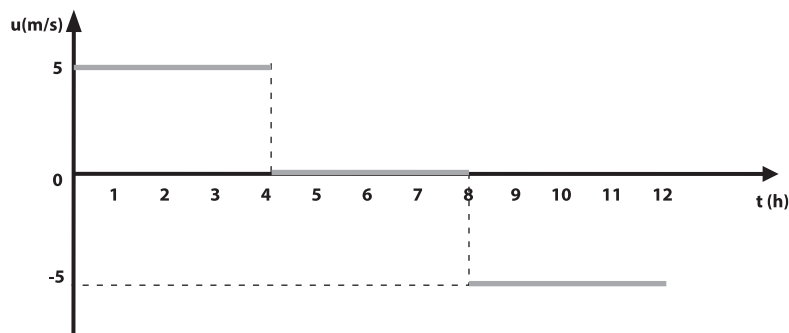
- γ Υπάρχει κάποιο τμήμα της διαδρομής κατά το οποίο η ταχύτητα του Μπολτ μειώνεται;
Η ταχύτητα του Μπολτ μειώνεται από τα 93 έως τα 100 μέτρα.

- 3** β η ταχύτητα του αυτοκινήτου μεταβάλλεται καθ' όλη τη διάρκεια της στροφής
 γ το μέτρο της ταχύτητας είναι σταθερό
 δ Η διεύθυνση της ταχύτητας μεταβάλλεται.

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1** α Έκανε ευθύγραμμη ομαλή κίνηση στο χρονικό διάστημα $(5-10)$ s .
 β Η ταχύτητά του αυξήθηκε στο χρονικό διάστημα $(0-5)$ s .
 γ Ο οδηγός πάτησε φρένο στο χρονικό διάστημα $(10-15)$ s .
 δ Η μέγιστη ταχύτητά του είναι $v = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.
- 2** α Ο Γιάννης εισέρχεται στο πάρκο κινούμενος ευθύγραμμη ομαλά για το χρονικά διάστημα $(0-4)$ s . Μετά μένει ακίνητος για το χρονικά διάστημα $(4-8)$ s . Τέλος, επιστρέφει προς την είσοδο του πάρκου ευθύγραμμη ομαλά για το χρονικό διάστημα $(8-12)$ s .

β



Το χρονικό διάστημα $(0-4)$ s : $v_1 = \frac{\Delta x_1}{\Delta t_1} = \frac{20 \text{ m}}{4 \text{ s}} = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Το χρονικό διάστημα $(4-8)$ s : $v_2 = \frac{\Delta x_2}{\Delta t_2} = \frac{20-20 \text{ m}}{8-4 \text{ s}} = 0$.

Το χρονικό διάστημα $(8-12)$ s : $v_3 = \frac{\Delta x_3}{\Delta t_3} = \frac{0-20 \text{ m}}{12-8 \text{ s}} = -5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

γ Το μέτρο της μέσης διανυσματικής ταχύτητας: $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0-0 \text{ m}}{12-0 \text{ s}} = 0$

δ Η μέση αριθμητική ταχύτητα: $v = \frac{s}{\Delta t} = \frac{20+0+20 \text{ m}}{12-0 \text{ s}} = 3,33 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

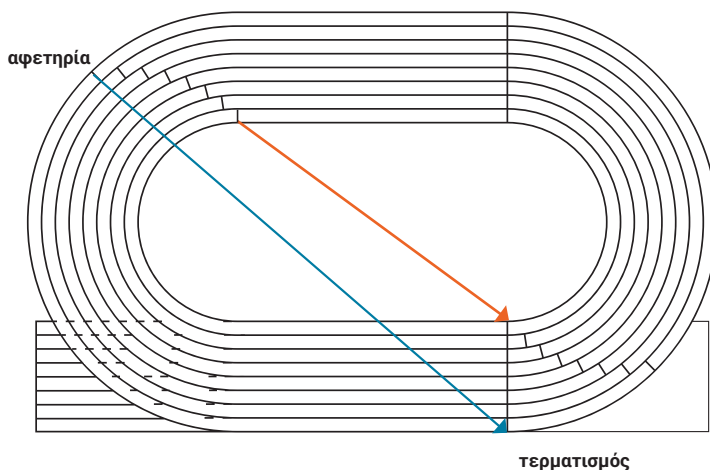
Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

- 1
 - α Το χρονικό διάστημα από $(0 - 5) \text{ s}$ η ταχύτητα αυξάνεται πιο πολύ, γιατί η ταχύτητά του αυξήθηκε κατά $50 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, ενώ στα άλλα χρονικά διαστήματα αυξάνεται λιγότερο.
 - β Η μέγιστη ταχύτητα του αυτοκινήτου είναι $170 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.
 - γ Σε χρονικό διάστημα 12 s , η ταχύτητά του αποκτά την τιμή $100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.
 - δ Όταν αποκτήσει τη μέγιστη ταχύτητά του, το στροφόμετρο δείχνει $5800 \text{ στροφές /min}$.
- 2 Οι άξονες θα είναι θέσης-ύψους $(x - y)$. Ο οριζόντιος άξονας x' θα δείχνει την απομάκρυνση του σώματος από την αρχή των αξόνων και ο κατακόρυφος y' θα δείχνει πόσο απέχει υψομετρικά από τη βάση του λόφου.
- 3 α (Λ), β (Λ), γ (Σ), δ (Λ), ε (Λ), στ (Σ)

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

2.1 Η περιγραφή της κίνησης

- 1 α Το κινητό κινείται προς τα αριστερά. (Σ)
β Η μετατόπιση του κινητού είναι -4 m . (Σ)
γ Το κινητό κινείται προς τη θετική κατεύθυνση του άξονα $x'x$. (Λ)
δ Το κινητό διανύει διάστημα 4 m . (Σ)
- 2 α Το διάστημα που διέτρεξαν ο καθένας από τους δύο αθλητές στην 1η και την 8η διαδρομή είναι ίδιο, 200 m , γι' αυτό οι αθλητές δεν ξεκινούν στην αφετηρία από την ίδια ευθεία, αλλά από κατάλληλες θέσεις, ώστε να διανύσουν ίσες αποστάσεις. Δεδομένου ότι το μήκος τόξου είναι μεγαλύτερο όταν η ακτίνα του κύκλου στον οποίο ανήκει είναι μεγαλύτερη, αν ήταν στην ίδια ευθεία οι αφετηρίες, τότε αυτός που είναι πιο κοντά στον 8ο διάδρομο θα είχε να διανύσει μεγαλύτερο δρόμο από αυτούς που βρίσκονται πιο εσωτερικά στο στάδιο



- β Παρατηρείς ότι το μέτρο του διανύσματος της μετατόπισης που διανύει ο αθλητής στην 1η διαδρομή (κόκκινο διάνυσμα), έχει μικρότερο μήκος από το μέτρο του διανύσματος της μετατόπισης που διανύει ο αθλητής στην 8η διαδρομή (μαύρο διάνυσμα).

- 3 Α Σε έναν αγώνα κολύμβησης των 200 m , η ολική μετατόπιση του κολυμβητή είναι ίση με **μηδέν**. Σωστή απάντηση είναι η γ.

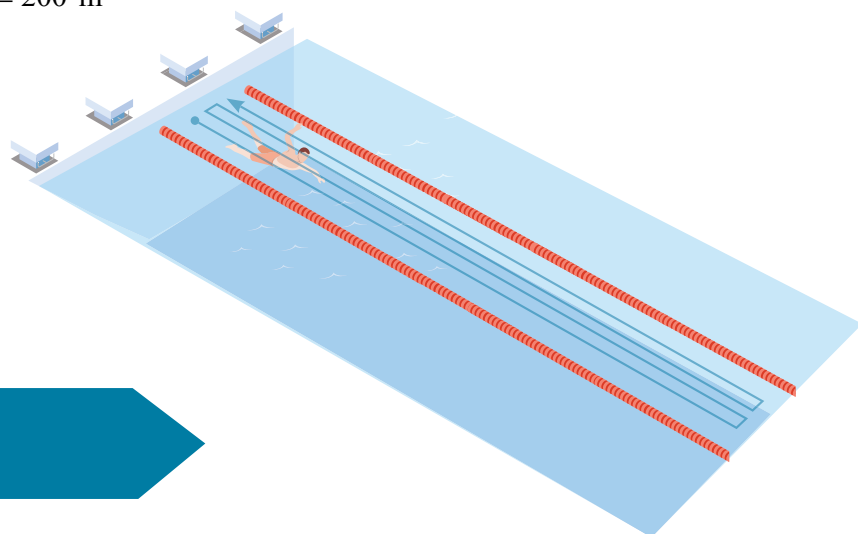
Έστω ότι ο κολυμβητής εισέρχεται από το σημείο Α στην πισίνα, το οποίο είναι και το ένα άκρο του διαδρόμου του, και Β το άλλο άκρο. Όπως βλέπουμε και στο παρακάτω σχήμα, για να διανύσει διάστημα 200 μέτρων , πρέπει να πραγματοποιήσει την εξής μετάβαση: $A \rightarrow B \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow A$, (μιας και το μήκος του ευθύγραμμου τμήματος (AB) ισούται $(AB) = 50 \text{ m}$), άρα επιστρέφει και πάλι στην αρχική του θέση. Για τη συνολική του μετατόπιση λοιπόν ισχύει:

$$\Delta \vec{x} = \vec{x}_{\text{τελ}} - \vec{x}_{\text{αρχ}} \quad \text{ή}$$

$$\Delta \vec{x} = \vec{x}_A - \vec{x}_A \quad \text{ή}$$

$$\Delta \vec{x} = 0$$

- B** Στον ίδιο αγώνα το διάστημα που διάνυσε ο κολυμβητής είναι ίσο με $s = 200 \text{ m}$. Σωστή απάντηση είναι η α.
 Το συνολικό μήκος της διαδρομής των 50 μέτρων που διανύεται τέσσερις φορές είναι:
 $s = 50 \text{ m} + 50 \text{ m} + 50 \text{ m} + 50 \text{ m} = 200 \text{ m}$



2.2 Η έννοια της ταχύτητας

- 4** Η μέση αριθμητική ταχύτητα των παλμών στα νεύρα των φαλαινών είναι:

$$v_{\mu} = \frac{s}{\Delta t} = \frac{30 \text{ m}}{0,5 \text{ s}} = 60 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- 5** α Η μέση αριθμητική ταχύτητα του αυτοκινήτου Α είναι

$$v_A = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 72 \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Η μέση αριθμητική ταχύτητα του αυτοκινήτου Β είναι: $v_B = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Άρα είναι ίσες οι αριθμητικές ταχύτητες.

β Οι διανυσματικές ταχύτητες είναι διαφορετικές γιατί είναι διαφορετικές οι κατευθύνσεις των ταχυτήτων.

2.3 Κίνηση με σταθερή ταχύτητα

- 6** α Το μήκος της συνολικής διαδρομής (διάστημα), όπως φαίνεται στο σχήμα είναι: $s_{ολ} = 200 \text{ cm}$.

β Επειδή η τροχιά της είναι ευθύγραμμη και διανύει σε ίσους χρόνους ίσα διαστήματα, η σφαίρα κάνει ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.

γ Η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών θέσεων της σφαίρας, όπου διανύει απόσταση $s = 50 \text{ cm}$ αντιστοιχεί σε χρονικό διάστημα $\Delta t = 1 \text{ s}$. Το μέτρο της ταχύτητάς της υπολογίζεται από τη σχέση:

$$v = \frac{s}{\Delta t} \quad \text{ή} \quad v = \frac{50 \text{ cm}}{1 \text{ s}} \quad \text{ή} \quad v = 0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- 7** Η συνολική διαδρομή που πρέπει να διανύσει κάθε ζώο έχει μήκος $l = 1,8 \text{ km} = 1800 \text{ m}$ και η τροχιά του, για λόγους απλότητας και χωρίς βλάβη της γενικότητας, μπορεί να θεωρηθεί ευθύγραμμη.

Για να βρούμε ποιο από τα δύο ζώα νίκησε τελικά, αρκεί να βρούμε πόσο χρόνο έκανε το καθένα για να τερματίσει, ανάλογα με το δικό του είδος κίνησης, και στο τέλος να συγκρίνουμε τους χρόνους τους. Το ζώο που έκανε τον μικρότερο χρόνο τερματισμού είναι αυτό που τελικά νίκησε.

Για τη χελώνα:

Η ταχύτητά της είναι καθ' όλη τη διάρκεια του ταξιδιού της σταθερή και ίση με:

$$v_1 = 10 \frac{cm}{s} = 10 \cdot 0,01 \frac{m}{s} = 0,1 \frac{m}{s}.$$

Άρα η κίνηση που κάνει η χελώνα είναι ευθύγραμμη και ομαλή. Για τη μέση αριθμητική ταχύτητά της θα ισχύει κατά τα γνωστά:

$$v_1 = \frac{l}{t_{\chi\epsilon\lambda}} \quad \text{ή} \quad t_{\chi\epsilon\lambda} = \frac{l}{v_1} \quad \text{ή} \quad t_{\chi\epsilon\lambda} = \frac{1800 m}{0,1 \frac{m}{s}} = 18000 s = 18000 \cdot \frac{1}{3600} h = 5 h.$$

Για τον λαγό:

Η ταχύτητα του λαγού καθ' όλη τη διάρκεια του ταξιδιού του δεν είναι σταθερή αλλά μεταβάλλεται. Ωστόσο, αν χωρίσουμε σε κατάλληλα τμήματα τη συνολική του κίνηση θα δούμε ότι αυτή μπορεί να αναλυθεί σε τρεις (3) επιμέρους διαδοχικές κινήσεις, η καθεμία από τις οποίες χαρακτηρίζεται από τη δική της σταθερή ταχύτητα και επομένως αποτελεί ευθύγραμμη και ομαλή κίνηση. Άρα η κίνησή του κατά τη διάρκεια του ταξιδιού μπορεί να θεωρηθεί τμηματικά ευθύγραμμη και ομαλή. Ο συνολικός χρόνος ταξιδιού θα είναι απλά το άθροισμα των επιμέρους χρόνων σε κάθε ένα από τα απλά διαστήματα (I, II και III) της κίνησης του. Κατά τα παραπάνω έχουμε:

$$I) \quad v_2 = 5 \frac{m}{s} \quad \text{και} \quad s_2 = 1,5 km = 1500 m.$$

$$\text{Όμως} \quad v_2 = \frac{s_2}{t_2}, \quad \text{άρα} \quad t_2 = \frac{s_2}{v_2} = \frac{1500 m}{5 \frac{m}{s}} = 300 s = 300 \cdot \frac{1}{3600} h \simeq 0,083 h.$$

$$II) \quad v_2'' = 0 \frac{m}{s} \quad \text{λόγω ακινησίας,} \quad s_2' = 0 m \quad \text{και} \quad t_2'' = 4 h$$

$$III) \quad v_2' = 6 \frac{m}{s} \quad \text{και} \quad s_2' \quad \text{είναι το υπόλοιπο διάστημα που έχει να διανύσει ως τον τερματισμό.}$$

$$\text{Προφανώς,} \quad s_2 = l - s_2 = 1800 m - 1500 m = 300 m.$$

$$\text{Επειδή} \quad v_2' = \frac{s_2'}{t_2'} \quad \text{ή} \quad t_2' = \frac{s_2'}{v_2'} = \frac{300 m}{6 \frac{m}{s}} = 50 s = 50 \cdot \frac{1}{3600} h \simeq 0,014 h.$$

$$\text{Επομένως} \quad t_{\lambda\alpha\gamma} = t_2 + t_2' + t_2'' = 0,083 h + 0,014 h + 4 h \cong 4,1 h.$$

$$\text{Συμπερασματικά,} \quad t_{\chi\epsilon\lambda} = 5 h \quad \text{και} \quad t_{\lambda\alpha\gamma} = 4,1 h.$$

Άρα ο λαγός χρειάζεται μικρότερο χρονικό διάστημα από τη χελώνα για να τερματίσει, άρα θα είναι αυτός ο νικητής και ο μύθος καταρρίπτεται.

2.4 Μεταβαλλόμενη κίνηση

8

α (Σ), β (Λ), γ (Σ), δ (Σ)

9

α (Σ), β (Σ), γ (Λ), δ (Λ), ε (Σ), στ (Σ), ζ (Σ)

3 ΔΥΝΑΜΕΙΣ

3.1 Η έννοια «Δύναμη»

ΑΠΟ ΤΗ ΒΙΩΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ

Γ

Συμπλήρωσε τα παρακάτω συμπεράσματα με τις λέξεις:

Συμπέρασμα 1°: δύναμη

Συμπέρασμα 2°: κινητική / δύναμη

Συμπέρασμα 3°: παραμόρφωση / δύναμη

Κατηγορίες δυνάμεων

Δυνάμεις από επαφή	Δυνάμεις από απόσταση
ένα παιδί κλοτσά μια μπάλα	ένα μπαλόνι έλκει χαρτάκια
σπρώχνω το θρανίο μου	η Σελήνη περιφέρεται γύρω από τη Γη
τσαλακώνω ένα κουτί αναψυκτικού	ένας μαγνήτης έλκει ένα καρφί
η τριβή ανάμεσα σε δύο σώματα που ολισθαίνουν	

Σελίδα 79: Ο νόμος του Hooke

ανάλογη, επανέρχεται, επιμηκύνεται, δύναμη, παραμορφώνω, η κινητική του κατάσταση.

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο μαθητή

- α αλληλεπιδρούν
β επαφή, απόσταση
- α (Λ), β (Σ), γ (Λ), δ (Λ)
- α κινητική, παραμόρφωση
β φυσικό, διάνυσμα, εφαρμογής, κατεύθυνσή
- ασκεί / δέχεται.
- α (Λ), β (Σ), γ (Λ), δ (Λ), ε (Λ), στ (Λ).

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1 α Σε ένα ιδανικό ελατήριο ισχύει ο νόμος του Hooke. Τα μεγέθη μέτρο δύναμης F και παραμόρφωση Δl ελατηρίου είναι ανάλογα, οπότε ισχύει:

$$\frac{F}{\Delta l} = \text{σταθερό} \quad \text{ή} \quad \frac{F_1}{\Delta l_1} = \frac{F_2}{\Delta l_2} \quad \text{ή} \quad \frac{4 \text{ N}}{12 \text{ cm}} = \frac{F_2}{6 \text{ cm}} \quad \text{ή} \quad 12 \text{ cm} \cdot F_2 = 4 \text{ N} \cdot 6 \text{ cm} \quad \text{ή} \quad F_2 = \frac{4 \text{ N} \cdot 6 \text{ cm}}{12 \text{ cm}} = 2 \text{ N}$$

β Ομοίως ισχύει:

$$\frac{F}{\Delta l} = \text{σταθερό} \quad \text{ή} \quad \frac{F_1}{\Delta l_1} = \frac{F_2}{\Delta l_2} \quad \text{ή} \quad \frac{4 \text{ N}}{12 \text{ cm}} = \frac{10 \text{ N}}{\Delta l_3} \quad \text{ή} \quad 4 \text{ N} \cdot \Delta l_3 = 10 \text{ N} \cdot 12 \text{ cm}$$

$$\text{ή} \quad \Delta l_3 = \frac{10 \text{ N} \cdot 12 \text{ cm}}{4 \text{ N}} = 30 \text{ cm}.$$

- γ Ομοίως ισχύει:

$$\frac{F}{\Delta l} = \text{σταθερό} \quad \text{ή} \quad \frac{F_1}{\Delta l_1} = \frac{F_2}{\Delta l_2} \quad \text{ή} \quad \frac{4 \text{ N}}{12 \text{ cm}} = \frac{F_4}{40 \text{ cm}}$$

$$\text{ή} \quad 12 \text{ cm} \cdot F_4 = 4 \text{ N} \cdot 40 \text{ cm} \quad \text{ή} \quad F_4 = \frac{4 \text{ N} \cdot 40 \text{ cm}}{12 \text{ cm}} = 13,3 \text{ N}.$$

- 2 α Επειδή όταν διπλασιάζεται η δύναμη διπλασιάζεται και η επιμήκυνση του ελατηρίου, όταν τριπλασιάζεται η δύναμη τριπλασιάζεται και η επιμήκυνση, τα μεγέθη δύναμη και επιμήκυνση είναι ανάλογα, άρα ισχύει ο νόμος του Hooke.

- β Αφού τα μεγέθη μέτρο δύναμης και παραμόρφωση ελατηρίου Δl είναι ανάλογα, ισχύει:

$$\frac{F}{\Delta l} = \text{σταθερό} \quad \text{ή} \quad \frac{F_1}{\Delta l_1} = \frac{F_2}{\Delta l_2} \quad \text{ή} \quad \frac{5 \text{ N}}{1 \text{ cm}} = \frac{12,5 \text{ N}}{\Delta l_2} \quad \text{ή} \quad 5 \text{ N} \cdot \Delta l_2 = 12,5 \text{ N} \cdot 1 \text{ cm} \quad \text{ή}$$

$$\Delta l_2 = \frac{12,5 \text{ N} \cdot 1 \text{ cm}}{5 \text{ N}} = 2,5 \text{ cm}.$$

- γ Αφού τα μεγέθη μέτρο δύναμης F και παραμόρφωση ελατηρίου Δl είναι ανάλογα, ισχύει:

$$\frac{F}{\Delta l} = \text{σταθερό} \quad \text{ή} \quad \frac{F_1}{\Delta l_1} = \frac{F_2}{\Delta l_2} \quad \text{ή} \quad \frac{5 \text{ N}}{1 \text{ cm}} = \frac{F_3}{5 \text{ cm}} \quad \text{ή}$$

$$1 \text{ cm} \cdot F_3 = 5 \text{ N} \cdot 5 \text{ cm} \quad \text{ή} \quad F_3 = \frac{5 \text{ N} \cdot 5 \text{ cm}}{1 \text{ cm}} = 25 \text{ N}.$$

- 3 α Σε ένα ιδανικό ελατήριο ισχύει ο νόμος του Hooke. Τα μεγέθη μέτρο δύναμης F και παραμόρφωση Δl ελατηρίου είναι ανάλογα, οπότε ισχύει:

$$\frac{F}{\Delta l} = \text{σταθερό} \quad \text{ή} \quad \frac{F_1}{\Delta l_1} = \frac{F_2}{\Delta l_2} \quad \text{ή} \quad \frac{6 \text{ N}}{12 \text{ cm}} = \frac{8 \text{ N}}{\Delta l_2} \quad \text{ή}$$

$$6 \text{ N} \cdot \Delta l_2 = 8 \text{ N} \cdot 12 \text{ cm} \quad \text{ή} \quad \Delta l_2 = \frac{8 \text{ N} \cdot 12 \text{ cm}}{6 \text{ N}} = 16 \text{ cm}$$

- β Η δύναμη που ασκούμε είναι: $F_3 = F_2 + \Delta F = 8 \text{ N} + 2 \text{ N} = 10 \text{ N}$

Αφού τα μεγέθη μέτρο δύναμης F και παραμόρφωση ελατηρίου Δl είναι ανάλογα, ισχύει:

$$\frac{F}{\Delta l} = \text{σταθερό} \quad \text{ή} \quad \frac{F_1}{\Delta l_1} = \frac{F_2}{\Delta l_2} \quad \text{ή} \quad \frac{6 \text{ N}}{12 \text{ cm}} = \frac{10 \text{ N}}{\Delta l_3} \quad \text{ή} \quad 6 \text{ N} \cdot \Delta l_3 = 10 \text{ N} \cdot 12 \text{ cm} \quad \text{ή}$$

$$\Delta l_3 = \frac{10 \text{ N} \cdot 12 \text{ cm}}{6 \text{ N}} = 20 \text{ cm}$$

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

- 1 β 1 N
- 2 δ απ' όλα τα παραπάνω.
- 3 α (Λ), β (Λ), γ (Σ), δ (Σ)
- 4 ανάλογη, δύναμη, δυναμόμετρα
- 5 β είναι ανάλογη της δύναμης που ασκείται σε αυτό.
- 6 β Ο ποδοσφαιριστής ασκεί δύναμη στην μπάλα μόνο όταν την κλοτσά.

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

- 1 α Σε ένα ιδανικό ελατήριο ισχύει ο νόμος του Hooke. Τα μεγέθη μέτρο δύναμης F και παραμόρφωση Δl ελατηρίου είναι ανάλογα, οπότε ισχύει:

$$\frac{F}{\Delta l} = \text{σταθερό} \quad \text{ή} \quad \frac{F_1}{\Delta l_1} = \frac{F_2}{\Delta l_2} \quad \text{ή} \quad \frac{10 \text{ N}}{8 \text{ cm}} = \frac{20 \text{ N}}{\Delta l_2} \quad \text{ή}$$

$$10 \text{ N} \cdot \Delta l_2 = 20 \text{ N} \cdot 8 \text{ cm} \quad \text{ή} \quad \Delta l_2 = \frac{20 \text{ N} \cdot 8 \text{ cm}}{10 \text{ N}} = 16 \text{ cm}$$

- β Αρχικά μετατρέπεις την επιμήκυνση σε cm: $\Delta l_3 = 0,3 \text{ m} = 30 \text{ cm}$
Αφού τα μεγέθη μέτρο δύναμης F και παραμόρφωση ελατηρίου Δl είναι ανάλογα, ισχύει:

$$\frac{F}{\Delta l} = \text{σταθερό} \quad \text{ή} \quad \frac{F_1}{\Delta l_1} = \frac{F}{\Delta l} \quad \text{ή} \quad \frac{10 \text{ N}}{8 \text{ cm}} = \frac{F_3}{30 \text{ cm}} \quad \text{ή}$$

$$8 \text{ cm} \cdot F_3 = 10 \text{ N} \cdot 30 \text{ cm} \quad \text{ή} \quad F_3 = \frac{10 \text{ N} \cdot 30 \text{ cm}}{8 \text{ cm}} = 37,5 \text{ N}.$$

- 2 α Σε ένα ιδανικό ελατήριο ισχύει ο νόμος του Hooke. Τα μεγέθη μέτρο δύναμης F και παραμόρφωση Δl ελατηρίου είναι ανάλογα, οπότε ισχύει:

$$\frac{F}{\Delta l} = \text{σταθερό} \quad \text{ή} \quad \frac{F_1}{\Delta l_1} = \frac{F_2^3}{\Delta l_2^3} \quad \text{ή} \quad \frac{4 \text{ N}}{12 \text{ cm}} = \frac{F_2}{9 \text{ cm}} \quad \text{ή}$$

$$12 \text{ cm} \cdot F_2 = 4 \text{ N} \cdot 9 \text{ cm} \quad \text{ή} \quad F_2 = \frac{4 \text{ N} \cdot 9 \text{ cm}}{12 \text{ cm}} = 3 \text{ N}.$$

- β Η δύναμη που ασκούμε είναι: $F_3 = F_2 + \Delta F = 3 \text{ N} + 2 \text{ N} = 5 \text{ N}$
Αφού τα μεγέθη μέτρο δύναμης F και παραμόρφωση ελατηρίου Δl είναι ανάλογα, ισχύει:

$$\frac{F}{\Delta l} = \text{σταθερό} \quad \text{ή} \quad \frac{F_1}{\Delta l_1} = \frac{F_2}{\Delta l_2} \quad \text{ή} \quad \frac{4 \text{ N}}{12 \text{ cm}} = \frac{5 \text{ N}}{\Delta l_3} \quad \text{ή}$$

$$4 \text{ N} \cdot \Delta l_3 = 5 \text{ N} \cdot 12 \text{ cm} \quad \text{ή} \quad \Delta l_3 = \frac{5 \text{ N} \cdot 12 \text{ cm}}{4 \text{ N}} = 15 \text{ cm}$$

3.2 Δύο σημαντικές δυνάμεις στον κόσμο

ΑΠΟ ΤΗ ΒΙΩΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ (σελ. 87)

Β

Συμπέρασμα 1ο: αφήνω / κατακόρυφα

Συμπέρασμα 2ο: τροχιά / μάζας / σύστασης / σχήματος / όγκου

Συμπέρασμα 3ο: ταχύτητά / δύναμη

Γ

Το αποτέλεσμα θα ήταν το ίδιο και τα τρία αντικείμενα θα έφταναν ταυτόχρονα στο έδαφος. Και στη Σελήνη τα αντικείμενα θα έφταναν ταυτόχρονα στο έδαφος, αυτή τη φορά όμως σε μεγαλύτερο χρονικό διάστημα σε σχέση με τη Γη.

ΑΠΟ ΤΗ ΒΙΩΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ (σελ. 90)

Α

Το παπούτσι παραμένει ακίνητο, άρα του ασκείται μια δύναμη αντίθετη από αυτή που του ασκώ εγώ.

Καθώς αυξάνω προοδευτικά τη δύναμη, κάποια στιγμή το παπούτσι αρχίζει να κινείται.

Όταν το παπούτσι κινείται με σταθερή ταχύτητα, τότε παρατηρώ το μέτρο της δύναμης να παραμένει σταθερό, λίγο μικρότερο από την τιμή που είχε τη στιγμή που άρχισε να κινείται.

Αν επαναλάβω το πείραμα σε μια λεία επιφάνεια, η δύναμη που χρειάζεται για να κινηθεί το παπούτσι μου είναι μικρότερη, ενώ για μια τραχιά επιφάνεια είναι μεγαλύτερη.

Τοποθετώντας ένα βαρύ αντικείμενο μέσα στο παπούτσι η δύναμη που χρειάζεται για να κινηθεί είναι μεγαλύτερη σε σχέση με όλους τους παραπάνω πειραματισμούς.

Β

Σε όλους τους παραπάνω πειραματισμούς προσπάθω να θέσω σε κίνηση ένα αντικείμενο που βρίσκεται σε οριζόντιο δάπεδο. Για να το επιτύχω αυτό πρέπει να ασκήσω μια δύναμη στο αντικείμενο. Αυτό δεν κινείται αμέσως αλλά μόνο όταν το μέτρο της δύναμης που του ασκώ ξεπεράσει μια ορισμένη τιμή. Στη συνέχεια, όταν το αντικείμενο κινείται με σταθερή ταχύτητα, η δύναμη αυτή παραμένει σταθερή.

Το μέτρο αυτής της δύναμης εξαρτάται από το βάρος του αντικειμένου και από το είδος της επιφάνειας στην οποία έχει τοποθετηθεί. Όταν το βάρος του αντικειμένου είναι μικρό, τότε η ασκούμενη από εμένα δύναμη για να το κάνω να κινείται με σταθερή ταχύτητα είναι μικρή. Τέλος, η δύναμη αυτή είναι μικρή για λείες επιφάνειες και μεγαλύτερη για τραχιές.

Γ

Συμπέρασμα 1ο: κίνηση, δύναμη

Συμπέρασμα 2ο: κινείται, εμποδίζει

Συμπέρασμα 3ο: βάρους, λείες, τραχιές

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο μαθητή

1

α έλκει, κέντρο, ελκτικές

β κατακόρυφη, φορά

γ δύναμη, επαφή

δ αντίθετη

2 α (Λ), β (Λ), γ (Λ), δ (Λ), ε (Λ), στ (Σ), ζ (Λ), η (Λ), θ (Λ)

3 Α γ έχει το ίδιο βάρος με αυτό που έχει έξω από αυτό.

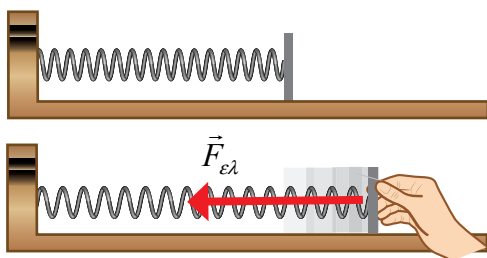
Β δ που βρίσκεται στο διάστημα, έχει βάρος, αλλά αυτό είναι μικρότερο από αυτό που έχει πάνω στη Γη.

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο μαθητή

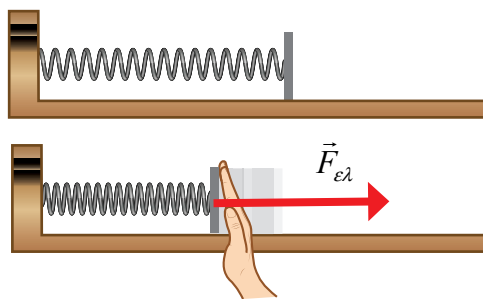
1 Η δύναμη ελατηρίου ($\vec{F}_{ελ}$) είναι δύναμη από **επαφή** που ασκείται σε ένα σώμα, το οποίο είναι σε επαφή με το ελατήριο, **μόνο όταν το ελατήριο είναι επιμηκυμένο ή συσπειρωμένο** κατά Δl . Έχει πάντοτε κατεύθυνση του άξονα του ελατηρίου τέτοια, ώστε να τείνει να επαναφέρει το ελατήριο στη θέση του φυσικού μήκους του.

Στην (α) περίπτωση, το ελατήριο είναι **συσπειρωμένο** και η δύναμη ελατηρίου ($\vec{F}_{ελ}$) ασκείται στο σώμα προς τα δεξιά, ώστε να τείνει να επαναφέρει το ελατήριο στο φυσικό του μήκος.

Στη (β) περίπτωση, το ελατήριο είναι **επιμηκυμένο** και η δύναμη ελατηρίου ($\vec{F}_{ελ}$) ασκείται στο σώμα προς τα αριστερά, ώστε να τείνει να επαναφέρει το ελατήριο στο φυσικό του μήκος.

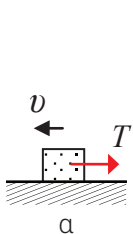


(α)

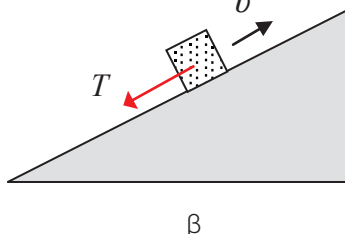


(β)

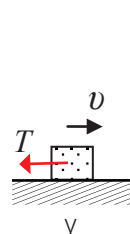
2 Η τριβή ολίσθησης είναι δύναμη παράλληλη στην επιφάνεια επαφής και αντίθετη στην ταχύτητα του σώματος.



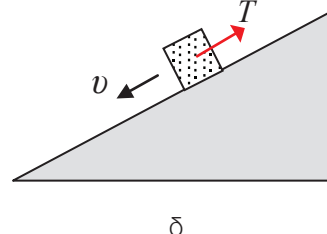
α



β



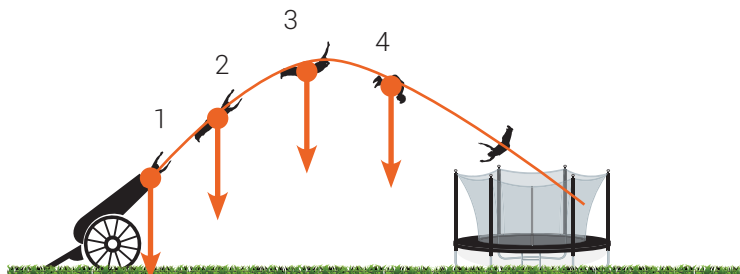
γ



δ

3 Το βάρος και στις τέσσερις περιπτώσεις είναι δύναμη κατακόρυφη με φορά προς το κέντρο της Γης. Το βάρος ασκείται είτε το σώμα κινείται είτε είναι ακίνητο.

Προσοχή στον σχεδιασμό δυνάμεων: Σε διαδοχικά στιγμιότυπα κίνησης, όπως η παραπάνω, τροχιά του «ανθρώπου-οβίδα», δεν μας ενδιαφέρει το ιστορικό της κίνησης, πώς, δηλαδή, βρέθηκε ο άνθρωπος π.χ. στη θέση (3). Εξετάζουμε εκείνη τη στιγμή αν ασκούνται δυνάμεις και ποιες.

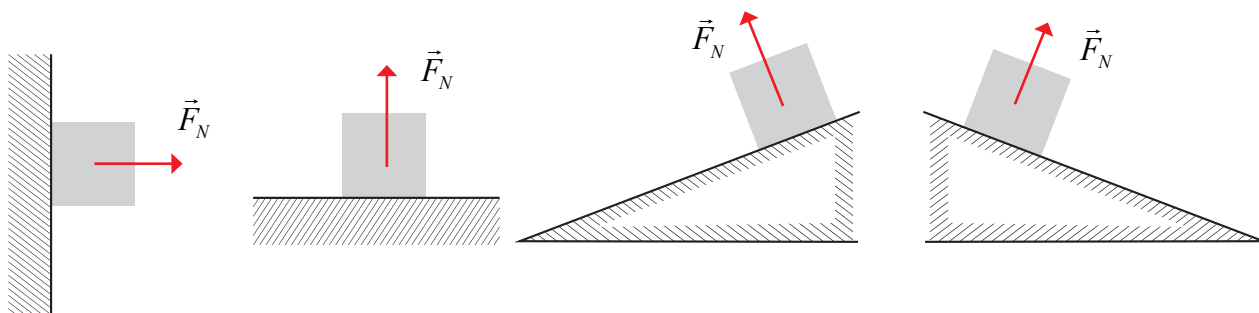


Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

- 1 α δύναμη, βάρος
β δύναμη, 1 N
γ κατακόρυφος, νήμα, στάθμης
δ κατακόρυφη, φορά
- 2 α δύναμη, επαφή
β παράλληλη
γ αντίθετη
δ δύναμη, 1 N
ε τάση
- 3 α (Σ), β (Σ), γ (Λ), δ (Λ), ε (Λ)
- 4 α Η βαρυτική δύναμη ασκείται πάνω στα αντικείμενα ακόμα και όταν αυτά βρίσκονται ακίνητα πάνω σε ένα τραπέζι.
- 5 α Η τριβή σε θετικό ρόλο είναι η δύναμη που μας βοηθάει να βαδίζουμε και **που είναι απαραίτητη στην κίνηση των τροχών του αυτοκινήτου.**
β Η τριβή σε αρνητικό ρόλο είναι η δύναμη **που αντιστέκεται στην κίνηση ενός κολυμβητή ή ενός αλεξιπτωτιστή.**
- 6 Α δ Από όλα τα παραπάνω.
Β γ Έχει το ίδιο βάρος με αυτό που έχει έξω από το νερό, για μικρό βάθος.
Γ α Δεν υπάρχει ατμόσφαιρα.
- 7 α Θα πέσει πάνω στη Γη.

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

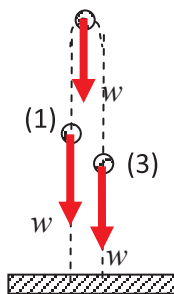
- 1 Η κάθετη δύναμη ($\vec{F}_N$) που δέχεται το κιβώτιο από το αντίστοιχο δάπεδο είναι πάντα κάθετη στο δάπεδο.



- 2 Στο σώμα ασκούνται το βάρος του ($\vec{w}$), δύναμη από απόσταση, και η δύναμη επαφής του ελατηρίου ($\vec{F}_{ελ}$).

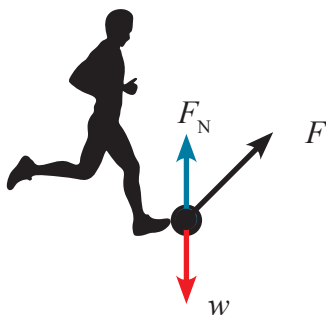
3

Το βάρος ($\vec{w}$) και στις τρεις περιπτώσεις είναι δύναμη κατακόρυφη με φορά προς το κέντρο της Γης. Το βάρος ασκείται είτε το σώμα κινείται είτε είναι ακίνητο.

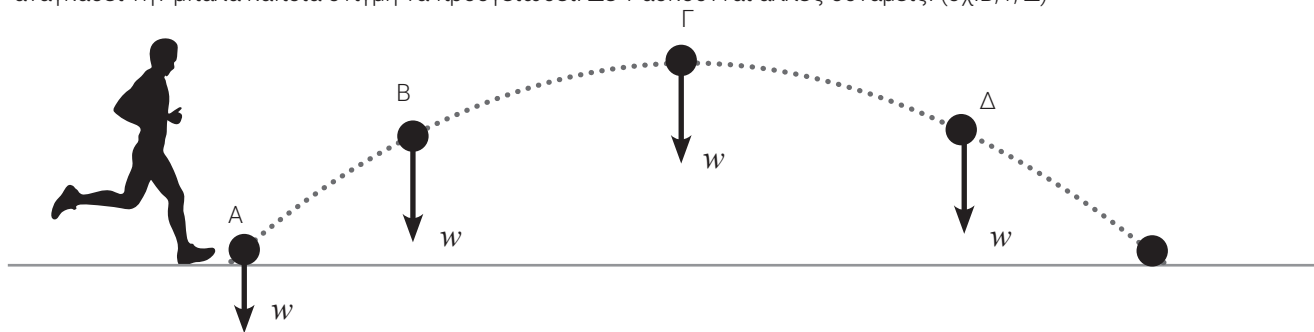


4

Τη στιγμή που η μπάλα ισορροπεί στο έδαφος, ασκούνται πάνω της η κατακόρυφη (με φορά προς τα κάτω) δύναμη του βάρους και η αντίσταση του εδάφους, κατακόρυφη (με φορά προς τα πάνω). Οι δυο αυτές δυνάμεις είναι ίσες και αντίθετες, γι' αυτό η μπάλα ισορροπεί. Όταν η μαθήτρια κλοστήσει την μπάλα, τότε ασκείται μια νέα δύναμη που θα αναγκάσει την μπάλα να διαγράψει μια τροχιά. Άρα, στη θέση Α στιγμιαία ασκούνται 3 δυνάμεις. (σχ. Α)



Όταν η μπάλα διαγράφει την καμπύλη τροχιά, τότε ασκείται μόνο η δύναμη από απόσταση της έλξης της Γης, που θα αναγκάσει την μπάλα κάποια στιγμή να προσγειωθεί. Δε ν ασκούνται άλλες δυνάμεις. (σχ.Β, Γ, Δ)



Προσοχή λοιπόν: Σε στιγμιότυπα κίνησης, όπως η παραπάνω τροχιά της μπάλας, δεν μας ενδιαφέρει το ιστορικό της κίνησης, πώς, δηλαδή, βρέθηκε η μπάλα π.χ. στη θέση Γ. Εξετάζουμε εκείνη τη στιγμή αν ασκούνται δυνάμεις και ποιες.

3.3 Σύνθεση και ανάλυση δυνάμεων

ΑΠΟ ΤΗ ΒΙΩΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ

Β Σύγκρινε το μέτρο της δύναμης με το μέτρο της υποτεινουσας του τριγώνου. Συνόψισε τις παρατηρήσεις και τα συμπεράσματά σου.

Παρατηρώ ότι η δύναμη του βάρους του σώματος είναι αριθμητικά ίση με την υποτεινούσα του τριγώνου που υπολόγισα. Δηλαδή στην περίπτωση του παραπάνω πειράματος η δύναμη του βάρους είναι ίση με την τετραγωνική ρίζα του αθροίσματος των τετραγώνων των δύο άλλων δυνάμεων.

Γ Συμπλήρωσε την παρακάτω φράση με τις λέξεις και τα σύμβολα:

Συμπέρασμα: Παρατηρείς ότι η δύναμη $F_{ολ}$ έχει το ίδιο αποτέλεσμα με τις δυνάμεις F_1 και F_2 .

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο μαθητή

1

Σύγκριση χαρακτηριστικών	Χαρακτηρισμός δυνάμεων	Γωνία θ μεταξύ των δυνάμεων	Ζεύγη δυνάμεων
α. Ίσα μέτρα, ίδια διεύθυνση και ίδια φορά	Ίσες	$\theta = 0^\circ$	F_7, F_8
β. Ίσα μέτρα, ίδια διεύθυνση και αντίθετη φορά	Αντίθετες	$\theta = 180^\circ$	F_1, F_2
γ. Άνισα μέτρα, ίδια διεύθυνση και ίδια φορά	Ομόρροπες	$\theta = 0^\circ$	F_3, F_4
δ. Άνισα μέτρα, ίδια διεύθυνση και αντίθετη φορά	Αντίρροπες	$\theta = 180^\circ$	F_5, F_6
ε. Ίσα μέτρα, διαφορετικές διευθύνσεις	Κάθετες	$\theta = 90^\circ$	F_9, F_{10}

2

Δυνάμεις F_1, F_2	Γωνία θ	Τύπος υπολογισμού της συνισταμένης δύναμης $F_{ολ}$	Μέτρο της συνισταμένης δύναμης $F_{ολ}$
Ομόρροπες	$\theta = 0^\circ$	$F_{ολ} = F_1 + F_2$	$F_{ολ} = 7 \text{ N}$
Κάθετες	$= 90^\circ$	$F_{ολ} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$	$F_{ολ} = 5 \text{ N}$
Αντίρροπες	$\theta = 180^\circ$	$F_{ολ} = F_2 - F_1$	$F_{ολ} = 1 \text{ N}$

3

α (Λ), β (Λ), γ (Σ) δ (Λ), ε (Λ), στ (Λ).

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο μαθητή

1 Βήμα 1° Προσδιορίζεις τη μερική συνισταμένη των ομόρροπων δυνάμεων F_1 και F_2 προς τα δεξιά:

$$F_{1,2} = F_1 + F_2 \quad \text{ή} \quad F_{1,2} = 10 \text{ N} + 6 \text{ N} = 16 \text{ N}$$

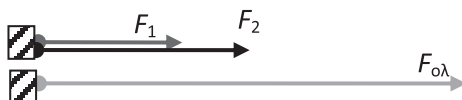
Βήμα 2° Ακολουθώντας, προσδιορίζεις τη συνισταμένη των αντίρροπων δυνάμεων $F_{1,2}$ και F_3 :

$$F_{ολ} = F_{1,2} - F_3 \quad \text{ή} \quad F_{ολ} = 16 \text{ N} - 13 \text{ N} = 3 \text{ N}$$

Επειδή για τα μέτρα των δυνάμεων ισχύει $F_{1,2} > F_3$, η συνισταμένη τους $F_{ολ}$ είναι προς την κατεύθυνση της $F_{1,2}$ (προς τα δεξιά).



2 α Βήμα 1° Προσδιορίζεις τη συνισταμένη των ομόρροπων δυνάμεων F_1 και F_2 προς τα δεξιά:



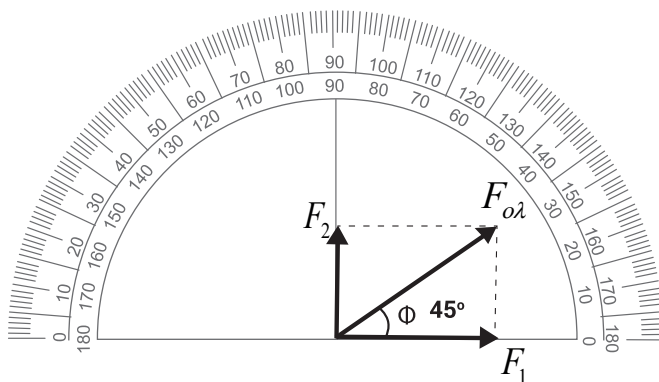
$$F_{ολ} = F_1 + F_2 \quad \text{ή} \quad F_{ολ} = 40 \text{ N} + 30 \text{ N} = 70 \text{ N}$$

β Βήμα 2° Προσδιορίζεις τη συνισταμένη των αντίρροπων δυνάμεων F_1 και F_2 :

$$F_{ολ} = F_1 - F_2 \quad \text{ή} \quad F_{ολ} = 40 \text{ N} - 30 \text{ N} = 10 \text{ N}$$

Επειδή για τα μέτρα των δυνάμεων ισχύει $F_1 > F_2$, η συνισταμένη τους $F_{ολ}$ είναι προς την κατεύθυνση της F_1 (προς τα δεξιά).

γ Βήμα 1ο Σχεδιάζεις τις δυνάμεις υπό κλίμακα αντιστοιχίζοντας 10 N σε 1 cm .



Επειδή οι δυνάμεις είναι κάθετες, η συνισταμένη τους έχει μέτρο:

$$F_{ολ} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} \quad \text{ή} \quad F_{ολ} = \sqrt{(40 \text{ N})^2 + (30 \text{ N})^2} = 50 \text{ N}$$

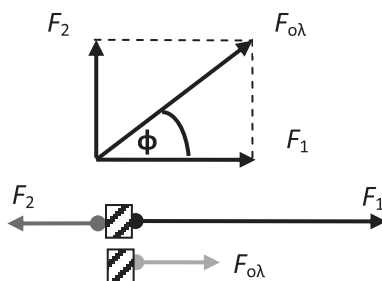
Η κατεύθυνση της συνισταμένης υπολογίζεται με τη βοήθεια του μοιρογνωμονίου και είναι: $\varphi = 37^\circ$.

3 Σχεδιάζεις τις δυνάμεις υπό κλίμακα αντιστοιχίζοντας 1 N σε 1 cm .

Επειδή οι δυνάμεις είναι κάθετες, η συνισταμένη τους έχει μέτρο:

$$F_{ολ} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} \quad \text{ή} \quad F_{ολ} = \sqrt{(4 \text{ N})^2 + (4 \text{ N})^2} = 4\sqrt{2} \text{ N}$$

Η κατεύθυνση της συνισταμένης υπολογίζεται με τη βοήθεια του μοιρογνωμονίου και είναι: $\varphi = 45^\circ$.



Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

1

Δυνάμεις F_1, F_2	Γωνία θ	Τύπος υπολογισμού της συνισταμένης δύναμης $F_{ολ}$	Μέτρο της συνισταμένης δύναμης $F_{ολ}$
Ομόρροπες	$\theta = 0^\circ$	$F_{ολ} = F_1 + F_2$	$F_{ολ} = 700 \text{ N}$
Κάθετες	$\theta = 90^\circ$	$F_{ολ} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$	$F_{ολ} = 500 \text{ N}$
Αντίρροπες	$\theta = 180^\circ$	$F_{ολ} = F_2 - F_1$	$F_{ολ} = 100 \text{ N}$

2

α (Σ), β (Σ), γ (Λ), δ (Σ)

3

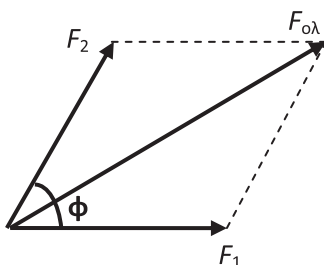
γ $F_{ολ} = 6 \text{ N}$ και κατεύθυνση της δύναμης F_1

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

1

Σχεδιάζεις τις συνιστώσες δυνάμεις με κοινό σημείο εφαρμογής στο σώμα, υπό κλίμακα. Αντιστοιχούμε 1 N σε 1 cm . Από το τέλος του διανύσματος της δύναμης F_1 φέρνουμε μια παράλληλη ευθεία προς τη δύναμη F_2 . Από το τέλος του διανύσματος F_2 φέρνουμε μια παράλληλη ευθεία προς τη δύναμη F_1 . Στο σημείο τομής των δύο ευθειών είναι η τέταρτη κορυφή του παραλληλογράμμου. Η διαγώνιος του παραλληλογράμμου που διέρχεται από την κοινή αρχή των διανυσμάτων παριστάνει τη συνισταμένη δύναμη $F_{ολ}$. Το μήκος της διαγώνιου καθορίζει το μέτρο της συνισταμένης δύναμης. Με τη βοήθεια του υποδεκάμετρου, υπολογίζεται ότι είναι $F_{ολ} = 7 \text{ N}$.

Η διεύθυνσή της υπολογίζεται από τη γωνία φ που σχηματίζει η δύναμη F_1 με τη συνισταμένη δύναμη $F_{ολ}$ και μετρίεται με τη βοήθεια του μοιρογνωμονίου: $\varphi = 30^\circ$.



2 **Βήμα 1ο** Προσδιορίζεις τη μερική συνισταμένη των αντίρροπων δυνάμεων F_1 και F_3 στον άξονα $x'x$:

$$F_{1,3} = F_1 - F_3 \quad \text{ή} \quad F_{1,3} = 5 \text{ N} - 1 \text{ N} = 4 \text{ N}$$

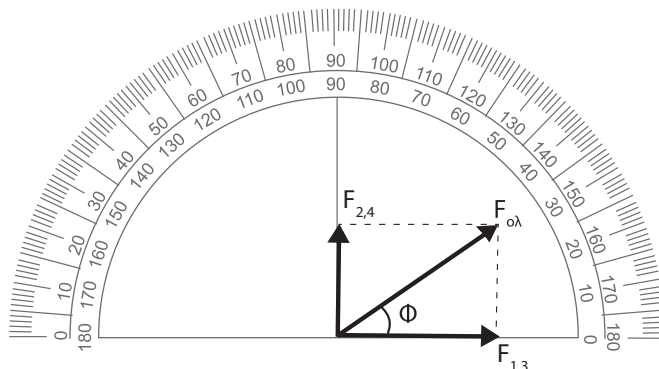
Επειδή για τα μέτρα των δυνάμεων ισχύει $F_1 > F_3$, η συνισταμένη τους $F_{1,3}$ είναι προς την κατεύθυνση της F_1 (προς τα δεξιά).

Βήμα 2ο Ακολούθως προσδιορίζεις τη μερική συνισταμένη των αντίρροπων δυνάμεων F_2 και F_4 στον άξονα $y'y$:

$$F_{2,4} = F_2 - F_4 \quad \text{ή} \quad F_{2,4} = 5 \text{ N} - 2 \text{ N} = 3 \text{ N}$$

Επειδή για τα μέτρα των δυνάμεων ισχύει $F_2 > F_4$, η συνισταμένη τους $F_{2,4}$ είναι προς την κατεύθυνση της F_2 (προς τα πάνω).

Βήμα 3ο Σχεδιάζεις τις μερικές συνισταμένες δυνάμεις $F_{1,3}$ και $F_{2,4}$.



Επειδή οι δυνάμεις είναι κάθετες, η συνισταμένη τους έχει μέτρο:

$$F_{ολ} = \sqrt{F_{1,3}^2 + F_{2,4}^2} \quad \text{ή}$$

$$F_{ολ} = \sqrt{(4 \text{ N})^2 + (3 \text{ N})^2} = 5 \text{ N}$$

Η κατεύθυνση της συνισταμένης υπολογίζεται με τη βοήθεια του μοιρογνωμονίου και είναι: $\varphi = 37^\circ$.

3.4 Δυνάμεις σε ισορροπία

ΑΠΟ ΤΗ ΒΙΩΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ

Β Συνόψισε τις παρατηρήσεις και τα συμπεράσματά σου.

Η μικρότερη απόσταση που έφτασε το σώμα ήταν για τον αρχικό πειραματισμό. Όταν σκούπισα την επιφάνεια με ένα πανί η απόσταση έγινε μεγαλύτερη. Τέλος, το σώμα πήγε μακρύτερα τη φορά που η επιφάνεια είχε σκουπιστεί με το βρεγμένο πανί.

Γ Συμπλήρωσε τις παρακάτω προτάσεις με τις λέξεις:

- Συμπέρασμα 1ο** τριβής
Συμπέρασμα 2ο τριβής / αυξάνεται
Συμπέρασμα 3ο τριβής / συνεχώς
Συμπέρασμα 4ο τριβής / δύναμης.

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο μαθητή

1 ακίνητο, ομαλά, δύναμη, συνισταμένη, μηδέν, 1ου (πρώτου)

2 α (Λ), β (Λ), γ (Σ) δ (Λ), ε (Λ)

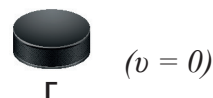
3 **A. δ.** Η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται πάνω του είναι μηδέν.
B. β. όταν ο οδηγός πατά απότομα το γκάζι.

4 α (Λ), β (Σ), γ (Λ), δ (Λ), ε (Σ).

5 **Θέση Α:** Στον μικρό δίσκο του χόκεϊ ασκούνται οι οριζόντιες δυνάμεις F από το μπαστούνι και η αντίρροπη δύναμη της τριβής T .

Θέση Β: Ασκείται στον οριζόντιο άξονα μόνο η δύναμη της τριβής T .

Θέση Γ: Δεν ασκείται καμία δύναμη αφού ο δίσκος ακινητεί.

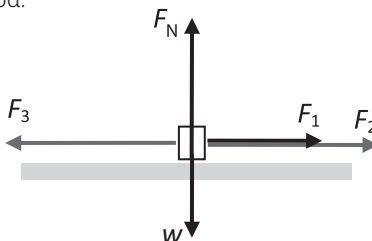


Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1 α **Βήμα 1ο** Επειδή το σώμα ισορροπεί η συνισταμένη των δυνάμεων στον οριζόντιο άξονα κίνησης $x'x$ είναι ίση με το μηδέν.

$$F_{ολ,x} = 0$$

- Βήμα 2ο** Υπολογίζεις τη συνισταμένη των δυνάμεων στον οριζόντιο άξονα $x'x$ θεωρώντας θετική την αλγεβρική τιμή των δυνάμεων που κατευθύνονται δεξιά και αρνητική την αλγεβρική τιμή των δυνάμεων που κατευθύνονται αριστερά.



$$F_{ολ,x} = F_1 + F_2 - F_3 \quad \text{ή} \quad 0 = 5 \text{ N} + F_2 - 12 \text{ N} \quad \text{ή} \quad F_2 = 12 \text{ N} - 5 \text{ N} = 7 \text{ N}.$$

- Βήμα 3ο** Επειδή το σώμα κινείται προς τα δεξιά με σταθερή ταχύτητα στον άξονα $x'x$, η συνισταμένη των δυνάμεων στον οριζόντιο άξονα κίνησης $x'x$ είναι ίση με το μηδέν, σύμφωνα με τον πρώτο νόμο του Νεύτωνα.

$$F_{ολ,x} = 0$$

- Βήμα 4ο** Υπολογίζεις τη συνισταμένη των δυνάμεων στον οριζόντιο άξονα $x'x$ θεωρώντας θετική την αλγεβρική τιμή των δυνάμεων που κατευθύνονται δεξιά και αρνητική την αλγεβρική τιμή των δυνάμεων που κατευθύνονται αριστερά.

$$F_{ολ,x} = F_1 + F_2 - F_3 \quad \text{ή} \quad 0 = 5 \text{ N} + F_2 - 12 \text{ N} \quad \text{ή} \quad F_2 = 12 \text{ N} - 5 \text{ N} = 7 \text{ N}.$$

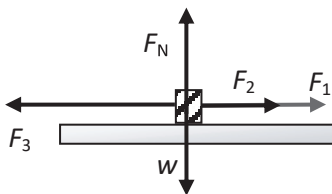
- γ **Βήμα 5ο** Επειδή το σώμα κινείται προς τα αριστερά με σταθερή ταχύτητα στον άξονα $x'x$, η συνισταμένη των δυνάμεων στον οριζόντιο άξονα κίνησης $x'x$ είναι ίση με το μηδέν, σύμφωνα με τον πρώτο νόμο του Νεύτωνα.

$$F_{ολ,x} = 0$$

- Βήμα 6ο** Υπολογίζεις τη συνισταμένη των δυνάμεων στον οριζόντιο άξονα $x'x$ θεωρώντας θετική την αλγεβρική τιμή των δυνάμεων που κατευθύνονται δεξιά και αρνητική την αλγεβρική τιμή των δυνάμεων που κατευθύνονται αριστερά.

$$F_{ολ,x} = F_1 + F_2 - F_3 \quad \text{ή} \quad 0 = 5 \text{ N} + F_2 - 12 \text{ N} \quad \text{ή} \quad F_2 = 12 \text{ N} - 5 \text{ N} = 7 \text{ N}.$$

- 2 α **Βήμα 1ο** Υπολογίζεις τη συνισταμένη των δυνάμεων στον οριζόντιο άξονα $x'x$ θεωρώντας θετική την αλγεβρική τιμή των δυνάμεων που κατευθύνονται δεξιά και αρνητική την αλγεβρική τιμή των δυνάμεων που κατευθύνονται αριστερά.



$$F_{ολ,x} = F_1 + F_2 - F_3 \quad \text{ή} \quad F_{ολ,x} = 6 \text{ N} + 4 \text{ N} - 10 \text{ N} \quad \text{ή} \quad F_{ολ,x} = 0$$

- Βήμα 2ο** Επειδή το σώμα κινείται στον άξονα $x'x$ και η συνισταμένη των δυνάμεων στον οριζόντιο άξονα κίνησης $x'x$ είναι ίση με το μηδέν, σύμφωνα με τον πρώτο νόμο του Νεύτωνα, κάνει ευθύγραμμη ομαλή κίνηση (με σταθερή ταχύτητα).

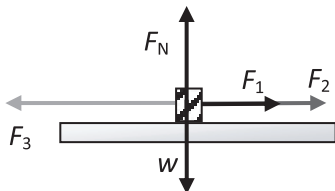
β Η μετατόπιση του σώματος είναι:

$$\Delta x = x_2 - x_1 \quad \text{ή} \quad \Delta x = 10 \text{ m} - 2 \text{ m} \quad \text{ή} \quad \Delta x = 8 \text{ m}$$

γ Η ταχύτητα του σώματος είναι:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad \text{ή} \quad v = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \quad \text{ή} \quad v = \frac{10 \text{ m} - 2 \text{ m}}{5 \text{ s} - 1 \text{ s}} \quad \text{ή} \quad v = \frac{8 \text{ m}}{4 \text{ s}} \quad \text{ή} \quad v = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- 3 Βήμα 1ο** Υπολογίζεις τη συνισταμένη των δυνάμεων στον οριζόντιο άξονα $x'x$ θεωρώντας θετική την αλγεβρική τιμή των δυνάμεων που κατευθύνονται δεξιά και αρνητική την αλγεβρική τιμή των δυνάμεων που κατευθύνονται αριστερά.



$$F_{ολ,x} = F_1 + F_2 - F_3 \quad \text{ή} \\ F_{ολ,x} = 30 \text{ N} + 10 \text{ N} - 40 \text{ N} \quad \text{ή} \\ F_{ολ,x} = 0$$

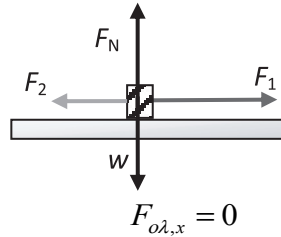
- Βήμα 2ο** Επειδή το σώμα κινείται στον άξονα $x'x$ και η συνισταμένη των δυνάμεων στον οριζόντιο άξονα κίνησης $x'x$ είναι ίση με το μηδέν, σύμφωνα με τον πρώτο νόμο του Νεύτωνα, κάνει ευθύγραμμη ομαλή κίνηση (με σταθερή ταχύτητα).

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

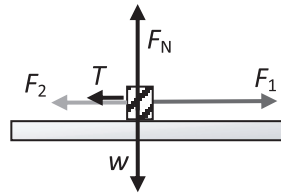
- 1** τάση, αντιστέκονται, μεταβολή, μάζα
- 2 γ** Η μάζα των σωμάτων είναι το μέτρο της αδράνειάς τους.
- 3 β** Η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται στο αυτοκίνητο είναι μηδέν.
- 4** Έχουν ίσες αδράνειες γιατί έχουν ίσες μάζες, αφού μέτρο της αδράνειας είναι η μάζα.
- 5** Η αδράνεια είναι ιδιότητα της ύλης που συνδέεται με τη μάζα. Η μάζα των σωμάτων διατηρείται, είτε στη Γη είναι το σώμα είτε μακριά της.

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

- 1 α Βήμα 1ο** Υπολογίζεις τη συνισταμένη των δυνάμεων στον οριζόντιο άξονα $x'x$ θεωρώντας θετική την αλγεβρική τιμή των δυνάμεων που κατευθύνονται δεξιά και αρνητική την αλγεβρική τιμή των δυνάμεων που κατευθύνονται αριστερά. Επειδή το σώμα κινείται πάνω σε οριζόντιο δάπεδο προς τα δεξιά ευθύγραμμα ομαλά, η συνισταμένη των δυνάμεων στον οριζόντιο άξονα κίνησης $x'x$ είναι ίση με το μηδέν, σύμφωνα με τον πρώτο νόμο του Νεύτωνα.



Βήμα 2ο Οπότε:



$$F_{ολ,x} = F_1 - F_2 \quad \text{ή} \quad 0 = 16 \text{ N} - 10 \text{ N} \quad \text{ή} \quad 6 \text{ N} = 0$$

Αυτό είναι αδύνατον. Άρα υπάρχει τριβή που έχει την κατεύθυνση της δύναμης μικρότερου μέτρου F_2 προς τα αριστερά. Συνεπώς το έδαφος είναι τραχύ.

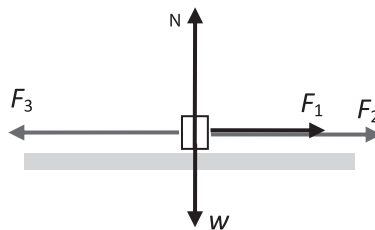
- β Βήμα 3ο** Επειδή το σώμα κινείται πάνω σε οριζόντιο δάπεδο προς τα δεξιά, ευθύγραμμα ομαλά, η συνισταμένη των δυνάμεων στον οριζόντιο άξονα κίνησης $x'x$ είναι ίση με το μηδέν, σύμφωνα με τον πρώτο νόμο του Νεύτωνα.

$$F_{ολ,x} = 0 \quad \text{ή} \quad F_{ολ,x} = F_1 - F_2 - T \quad \text{ή} \quad 0 = 16 \text{ N} - 10 \text{ N} - T \quad \text{ή} \quad T = 6 \text{ N}$$

- 2 α Βήμα 1ο** Επειδή το σώμα ισορροπεί, η συνισταμένη των δυνάμεων στον οριζόντιο άξονα κίνησης $x'x$ είναι ίση με το μηδέν.

$$F_{ολ,x} = 0$$

- Βήμα 2ο** Υπολογίζεις τη συνισταμένη των δυνάμεων στον οριζόντιο άξονα $x'x$, θεωρώντας θετική την αλγεβρική τιμή των δυνάμεων που κατευθύνονται δεξιά και αρνητική την αλγεβρική τιμή των δυνάμεων που κατευθύνονται αριστερά.



$$F_{ολ,x} = F_1 + F_2 - F_3 \quad \text{ή} \quad 0 = 5 \text{ N} + 7 \text{ N} - F_3 \quad \text{ή} \quad F_3 = 7 \text{ N} + 5 \text{ N} = 12 \text{ N}$$

- β. Βήμα 3ο** Επειδή το σώμα κινείται προς τα δεξιά με σταθερή ταχύτητα, η συνισταμένη των δυνάμεων στον οριζόντιο άξονα κίνησης $x'x$ είναι ίση με το μηδέν, σύμφωνα με τον πρώτο νόμο του Νεύτωνα.
- $$F_{ολ,x} = 0$$

- Βήμα 4ο** Υπολογίζεις τη συνισταμένη των δυνάμεων στον οριζόντιο άξονα $x'x$, θεωρώντας θετική την αλγεβρική τιμή των δυνάμεων που κατευθύνονται δεξιά και αρνητική την αλγεβρική τιμή των δυνάμεων που κατευθύνονται αριστερά.

$$F_{ολ,x} = F_1 + F_2 - F_3 \quad \text{ή} \quad 0 = 5 \text{ N} + 7 \text{ N} - F_3 \quad \text{ή} \quad F_3 = 7 \text{ N} + 5 \text{ N} = 12 \text{ N}$$

- γ Βήμα 5ο** Επειδή το σώμα κινείται προς τα αριστερά με σταθερή ταχύτητα, η συνισταμένη των δυνάμεων στον οριζόντιο άξονα κίνησης $x'x$ είναι ίση με το μηδέν, σύμφωνα με τον πρώτο νόμο του Νεύτωνα.
- $$F_{ολ,x} = 0$$

- Βήμα 6ο** Υπολογίζεις τη συνισταμένη των δυνάμεων στον οριζόντιο άξονα $x'x$, θεωρώντας θετική την αλγεβρική τιμή των δυνάμεων που κατευθύνονται δεξιά και αρνητική την αλγεβρική τιμή των δυνάμεων που κατευθύνονται αριστερά.

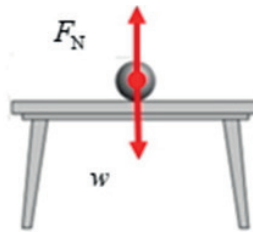
$$\begin{aligned} F_{ολ,x} &= F_1 + F_2 - F_3 \quad \text{ή} \\ 0 &= 5 \text{ N} + 7 \text{ N} - F_3 \quad \text{ή} \\ F_3 &= 7 \text{ N} + 5 \text{ N} = 12 \text{ N} \end{aligned}$$

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1
 - α ισορροπεί
 - β ακίνητο, σταθερή
 - γ πρώτος
 - δ ισοδύναμες
- 2 α (Λ), β (Λ), γ (Λ) δ (Σ).
- 3 γ Αυτό είναι δυνατόν να συμβεί αν υπάρχει τριβή μέτρου $T = 2 \text{ N}$ στην κατεύθυνση της δύναμης $F_1 = 8 \text{ N}$.

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1 α Στη σφαίρα ασκούνται η κάθετη αντίδραση από το τραπέζι F_N και το βάρος της w . Επειδή η σφαίρα ισορροπεί ισχύει:



$$\Sigma F = 0 \quad \text{ή} \quad F_N = w$$

- β Αν το βάρος της σφαίρας είναι $w = 7 \text{ N}$ τότε:

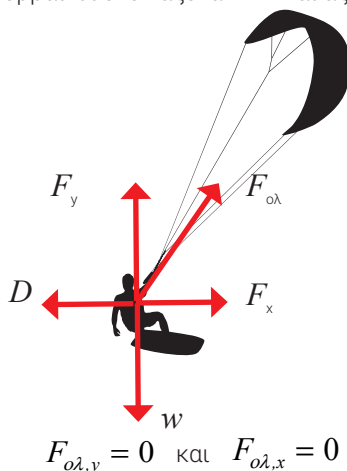
$$\Sigma F = 0 \quad \text{ή} \quad F_N = w \quad \text{ή} \quad F_N = 7 \text{ N}.$$

- 2 Σύμφωνα με τον πρώτο νόμο του Νεύτωνα όταν ένα σώμα ηρεμεί ή κινείται ευθύγραμμα με σταθερή ταχύτητα προς τα δεξιά ή προς τα αριστερά ισχύει και για τις τρεις περιπτώσεις:



$$\Sigma F = 0 \quad \text{ή} \quad F_1 + F_2 = F_3 \quad \text{ή} \quad F_2 = F_3 - F_1 \quad \text{ή} \quad F_2 = 12 \text{ N} - 7 \text{ N} = 5 \text{ N}$$

- 3 Για να κινείται ο αθλητής με σταθερή ταχύτητα θα πρέπει η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται πάνω του να είναι ίση με το μηδέν. Το ίδιο πρέπει να συμβαίνει στον άξονα $x'x$ και άξονα $y'y$:



Για διευκόλυνση, μπορούμε να αναλύσουμε τη δύναμη F από τον αετό στο σώμα του αθλητή σε δύο κάθετες συνιστώσες δυνάμεις, την F_x και την F_y , όπως φαίνεται στο σχήμα.

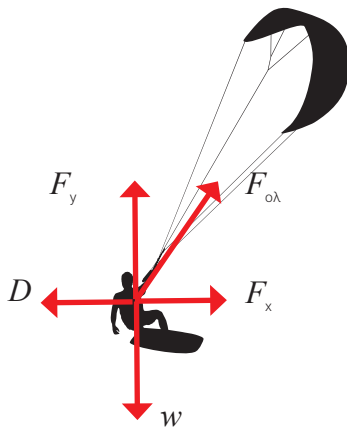
- α Από την ισορροπία στον άξονα $y'y$ θα έχουμε ότι το βάρος του αθλητή είναι ίσο με την F_y :

$$F_{ολ,y} = 0 \quad \text{ή} \quad F_y = w \quad \text{ή} \quad F_y = 667 \text{ N}$$

Για τις δύο κάθετες συνιστώσες της δύναμης F , ισχύει $F^2 = F_x^2 + F_y^2$, άρα η δύναμη F_x είναι ίση με:

$$F_x^2 = F^2 - F_y^2 \quad \text{ή} \quad F_x = \sqrt{F^2 - F_y^2} \quad \text{ή} \quad F_x = \sqrt{(685 \text{ N})^2 - (667 \text{ N})^2} \quad \text{ή} \quad F_x = 156 \text{ N}.$$

- β Από την ισορροπία στον άξονα $x'x$ θα έχουμε ότι η αντίσταση από τον αέρα D , θα είναι ίση με τη δύναμη F_x :



$$F_{ολ,x} = 0 \quad \text{ή} \quad F_x = D \quad \text{ή} \quad F_x = 156 \text{ N}.$$

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

- 1 δ είναι μηδέν.
- 2 β Όταν σε ένα σώμα ασκούνται δύο δυνάμεις, μπορεί να ισορροπεί.

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

- 1 Αφού το δεξαμενόπλοιο κινείται με σταθερή ταχύτητα, η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται πάνω του είναι ίση με το μηδέν. Τα ρυμουλκά ασκούν την ίδια δύναμη το καθένα στο δεξαμενόπλοιο, με αντίθετη κατεύθυνση από αυτή του νερού. Αν ονομάσουμε F τη δύναμη που ασκεί το καθένα, θα έχουμε:

$$F_{ολ} = 0 \quad \text{ή} \quad F + F + F - D = 0 \quad \text{ή} \quad 3F = D \quad \text{ή}$$

$$3F = 45\,000 \text{ N} \quad \text{ή} \quad F = \frac{45\,000 \text{ N}}{3} \quad \text{ή} \quad F = 15\,000 \text{ N}.$$

3.6 Δύναμη και μεταβολή της ταχύτητας

ΑΠΟ ΤΗ ΒΙΩΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ

A Τι παρατηρείς για την ταχύτητα που αποκτά το αυτοκινητάκι, όταν φτάνει στην άκρη του τραπεζιού, σε σχέση με τη συνολική του μάζα κάθε φορά;
Όσο μειώνεται η συνολική μάζα από το αυτοκινητάκι τόσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα που έχει αυτό τη στιγμή που φτάνει στην άκρη του τραπεζιού.

B Συνόψισε τις παρατηρήσεις και τα συμπεράσματά σου και συμπλήρωσε τις παρακάτω προτάσεις με τις λέξεις:

Συμπέρασμα 1°: σταθερή / μάζα

Συμπέρασμα 2°: ταχύτητα / μάζα / μάζα / ταχύτητα / αυξάνεται

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο μαθητή

1 A γ Θα κινηθεί με μεταβαλλόμενη (αυξανόμενη) ταχύτητα.

1B δ Είναι το μέτρο της αδράνειας του σώματος.

2 α μεγαλύτερη, μικρότερη

β μάζα, δυσκολότερα

γ μάζα, βάρος

δ βάρους, μάζα, επιτάχυνσης της βαρύτητας

ε δύσκολο, μάζα

3 α (Λ), β (Σ), γ (Λ), δ (Σ)

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο μαθητή

1 Όταν δύο μεγέθη x και y είναι αντιστρόφως ανάλογα τότε το γινόμενό τους είναι σταθερό.

$$x \cdot y = \text{σταθερό} \quad \text{ή} \quad x_1 \cdot y_1 = x_2 \cdot y_2$$

Βήμα 1ο Σύμφωνα με τον δεύτερο νόμο του Νεύτωνα, η μάζα ενός σώματος είναι αντιστρόφως ανάλογη με τη μεταβολή της ταχύτητάς του αν ασκηθεί η ίδια δύναμη για το ίδιο χρονικό διάστημα, $m \cdot \Delta v = \text{σταθερό}$.

Βήμα 2ο Συνεπώς ισχύει:

$$m_1 \cdot \Delta v_1 = m_2 \cdot \Delta v_2 \quad \text{ή} \quad 10 \cdot 4 = 30 \cdot \Delta v_2 \quad \text{ή} \quad \Delta v_2 = \frac{40}{30} \quad \text{ή} \quad \Delta v_2 = \frac{4}{3} \text{ m/s}$$

2 α Βήμα 1ο Η μάζα του οχήματος υπολογίζεται αφού γνωρίζουμε το βάρος του στη Γη:

$$w_1 = m \cdot g_{\Gamma} \quad \text{ή} \quad m = \frac{w_1}{g_{\Gamma}} \quad \text{ή} \quad m = \frac{8820 \text{ N}}{9,8 \text{ m/s}^2} \quad \text{ή} \quad m = 900 \text{ kg}$$

β Βήμα 2° Το βάρος του οχήματος στον Άρη είναι:

$$w_2 = m \cdot g_A \quad \text{ή} \quad w_2 = 900 \text{ kg} \cdot 3,8 \text{ m/s}^2 \quad \text{ή} \quad w_2 = 3420 \text{ N}$$

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

- 1 α $\Delta v = 10 \text{ m/s}$.
- 2 γ Το αυτοκίνητο είχε την ίδια μάζα στη Σελήνη όσο και στη Γη.
- 3 α (Λ), β (Λ), γ (Σ), δ (Λ), ε (Σ)

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

- 1 Όταν δύο μεγέθη x και y είναι ανάλογα, τότε ο λόγος τους είναι σταθερός.

$$\frac{x}{y} = \text{σταθερός} \quad \text{ή} \quad \frac{x_1}{y_1} = \frac{x_2}{y_2}$$

Βήμα 1ο Σύμφωνα με τον δεύτερο νόμο του Νεύτωνα:

η δύναμη που ασκείται σε ένα σώμα είναι ανάλογη με τη μεταβολή της ταχύτητάς του, αν ασκηθεί για το ίδιο χρονικό διάστημα, $\frac{F}{\Delta v} = \text{σταθερό}$.

Βήμα 2ο Συνεπώς ισχύει:

$$\frac{F_1}{\Delta v_1} = \frac{F_2}{\Delta v_2} \quad \text{ή} \quad \frac{50 \text{ N}}{10 \text{ m/s}} = \frac{75 \text{ N}}{\Delta v_2} \quad \text{ή} \quad \Delta v_2 \cdot 50 = 75 \cdot 10 \quad \text{ή} \quad \Delta v_2 = 15 \text{ m/s}$$

- 2 **Βήμα 1ο** Η μάζα του σώματος υπολογίζεται αφού γνωρίζεις το βάρος του στη Γη:

$$w_{\Gamma} = m \cdot g_{\Gamma} \quad \text{ή} \quad m = \frac{w_{\Gamma}}{g_{\Gamma}} \quad \text{ή} \quad m = \frac{29,43 \text{ N}}{9,81 \text{ m/s}^2} \quad \text{ή} \quad m = 3 \text{ kg}$$

Βήμα 2ο Το βάρος του στη Σελήνη είναι:

$$w_{\Sigma} = m \cdot g_{\Sigma} \quad \text{ή} \quad w_{\Sigma} = 3 \text{ kg} \cdot 1,62 \text{ m/s}^2 \quad \text{ή} \quad w_{\Sigma} = 4,86 \text{ N}$$

3.7 Δύναμη και αλληλεπίδραση (τρίτος νόμος του Νεύτωνα)

ΑΠΟ ΤΗ ΒΙΩΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ

- A**
- α** Είναι αδύνατον να μην ασκήσω δύναμη στον αντίπαλό μου όταν μου ασκεί και αυτός.
- β** Αυξάνοντας προοδευτικά τη δύναμη που ασκείτε ο ένας στον άλλο, σύγκρινε την ένδειξη του δικού σου δυναμόμετρου με αυτή του αντιπάλου σου. Τι παρατηρείς;
Η ένδειξη και των δύο δυναμόμετρων είναι πάντα η ίδια. Καθώς αυξάνουμε προοδευτικά τη δύναμη οι ενδείξεις στα δύο δυναμόμετρα αυξάνουν το ίδιο ταυτόχρονα.
- γ** Συζήτησε με τον «αντίπαλό» σου ποιος από τους δυο σας είναι αυτός που ασκεί τη δράση και ποιος αυτός που ασκεί την αντίδραση. Επίσης, ποια δύναμη ασκείται πρώτη και ποια διαρκεί περισσότερο.
Δεν μπορεί να πει κάποιος ότι ασκεί τη δράση και κάποιος την αντίδραση. Οι δύο δυνάμεις φαίνεται να εμφανίζονται ταυτόχρονα και είναι απλώς θέμα ορισμού ποια λέμε δράση και ποια αντίδραση. Οι δυνάμεις εμφανίζονται ταυτόχρονα και η διάρκειά τους είναι ίδια.

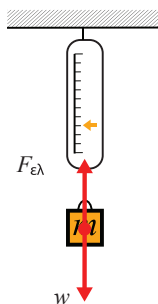
- B**
- Συμπέρασμα 1°:** δράση / αντίδραση
- Συμπέρασμα 2°:** αντίδραση / μέτρα
- Συμπέρασμα 3°:** δράσης / αντίδρασης

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1** γ Ίσες και αντίθετες.
- 2** β Οι δυνάμεις που ασκήθηκαν στα δύο αυτοκίνητα έχουν ίσα μέτρα, ανεξάρτητα από τα αποτελέσματα λόγω της σύγκρουσης.
- 3** β Αν ο μποξέρ ασκήσει μια δύναμη πολύ γρήγορα στον αντίπαλό του, τότε και ο αντίπαλός του ασκεί μια δύναμη ίσου μέτρου.
- 4** α (Λ), β (Λ), γ (Λ), δ (Σ), ε (Λ), στ (Σ).
- 5** α Αν αγνοήσουμε την αντίσταση του αέρα στο μπουκάλι, ασκείται μόνο το βάρος του κατά την πτώση του μπουκαλιού.
β Η αντίδραση του βάρους του μπουκαλιού ασκείται στο κέντρο της Γης. Επειδή η Γη έχει τεράστια μάζα σε σχέση με τη μάζα του μπουκαλιού, η δύναμη αυτή δεν μπορεί να τη θέσει σε κίνηση.
- 6** γ Ο μαγνήτης ασκεί δύναμη στο καρφί και το καρφί ασκεί δύναμη στον μαγνήτη.

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1 α Στο σώμα ασκούνται δύο δυνάμεις: το βάρος w και η δύναμη από το ελατήριο του δυναμόμετρου $F_{ελ}$. Επειδή το σώμα ισορροπεί ισχύει:

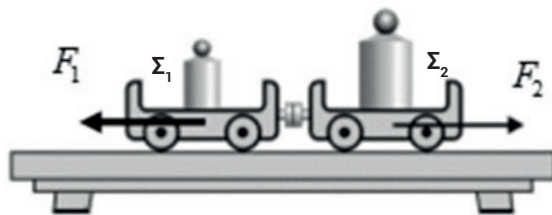


$$\Sigma F = 0 \quad \text{ή} \quad F_{ελ} = w \quad \text{ή} \quad F_{ελ} = m \cdot g \quad \text{ή} \quad F_{ελ} = 1 \, \text{kg} \cdot 10 \, \text{m/s}^2 \quad \text{ή} \quad F_{ελ} = 10 \, \text{N}$$

- β Οι δυνάμεις αυτές το βάρος w και η δύναμη από το ελατήριο του δυναμόμετρου $F_{ελ}$, επειδή ασκούνται στο ίδιο σώμα, δεν έχουν σχέση δράσης αντίδρασης.
- γ Η αντίδραση του βάρους του σώματος ασκείται στο κέντρο της Γης. Επειδή η Γη έχει τεράστια μάζα σε σχέση με τη μάζα του σώματος, η δύναμη αυτή δεν μπορεί να τη θέσει σε κίνηση.

Η αντίδραση της δύναμης από το ελατήριο του δυναμόμετρου, ασκείται στο δυναμόμετρο, έχει κατεύθυνση προς τα κάτω, αντίθετη της δύναμης του ελατηρίου, και το επιμηκύνει.

- 2 α Η δύναμη F_1 που ασκεί το δεύτερο αμαξίδιο (Σ_2) μάζας m_2 στο πρώτο αμαξίδιο (Σ_1), είναι η αντίδραση της δύναμης F_2 .



- β Λόγω του τρίτου νόμου του Νεύτωνα για τα μέτρα των δυνάμεων ισχύει:

$$F_1 = F_2 = 120 \, \text{N}$$

- γ Επειδή η μάζα είναι το μέτρο της αδράνειας των σωμάτων, το αμαξίδιο με τη μεγαλύτερη μάζα $m_2 = 6 \, \text{kg}$, το (Σ_2) έχει τη μεγαλύτερη αδράνεια.
- δ Σύμφωνα με τον δεύτερο νόμο του Νεύτωνα, στο ίδιο χρονικό διάστημα Δt , αν σε δύο σώματα ασκηθεί η ίδια δύναμη, **όσο μεγαλύτερη είναι η μάζα ενός σώματος τόσο δυσκολότερα μπορεί να μεταβληθεί η ταχύτητά του.** Άρα μεγαλύτερη μεταβολή στην ταχύτητα υφίσταται το πρώτο αμαξίδιο (Σ_1) που έχει μικρότερη μάζα $m_1 = 3 \, \text{kg}$.

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

- 1 α (Λ), β (Λ), γ (Σ), δ (Λ), ε (Λ)
- 2 γ από το τραπέζι στο μπουκάλι.
- 3 γ Οι δύο βάρκες θα κινηθούν προς αντίθετη κατεύθυνση με την επίδραση δύναμης ίδιου μέτρου.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

3.1 Η έννοια «Δύναμη»

- 1 Η μπάλα ασκεί μια δύναμη που παραμορφώνει το κεφάλι του αθλητή ενώ, λόγω αλληλεπίδρασης, ο αθλητής παραμορφώνει την μπάλα, ασκώντας της αντίθετη δύναμη.
- 2 Η διαφορά οφείλεται στο ότι κάθε ελατήριο από το σετ των έξι δυναμομέτρων έχει διαφορετική σταθερά ελατηρίου.

Το πλαστικό μπουκάλι με το νερό περιέχει $1,5 \text{ kg} = 1500 \text{ g}$ νερού. Άρα η δύναμη που ασκεί θα είναι $F = \frac{1500}{100} \text{ N} = 15 \text{ N}$. Συνεπώς, θα χρησιμοποιήσεις το κόκκινο δυναμόμετρο με όριο μέτρησης 20 N, που έχει όριο μέτρησης το αμέσως μεγαλύτερο από τη δύναμη που θέλεις να μετρήσεις.

3.2 Δύο σημαντικές δυνάμεις στον κόσμο

- 3 Ο ισχυρισμός της συμμαθήτριάς σου είναι λανθασμένος. Το βάρος της μπάλας ασκείται συνεχώς, είτε το σώμα κινείται είτε είναι ακίνητο.
- 4 Η τριβή που ασκείται ανάμεσα στην κιμωλία και τον πίνακα είναι η αιτία του αποκρουστικού ήχου που παράγεται.
- 5 Το βάρος της διαστημικής στολής των αστροναυτών ζυγίζει στη Γη 860 N . Το βάρος της στολής του αστροναύτη στη Σελήνη ζυγίζει το 1/6 του βάρους που θα είχε αν βρισκόταν στην επιφάνεια της Γης. Η στολή του θα είχε βάρος $143,3 \text{ N}$ οπότε μπορεί να τη σηκώσει άνετα και να μιμηθεί τις κινήσεις του καγκουρό.

3.3 Σύνθεση και ανάλυση δυνάμεων

- 6 Οι αντίθετες δυνάμεις έχουν τα μέτρα τους ίσα ενώ οι αντίρροπες όχι.

3.4 Δύναμη και ισορροπία

- 7 Επειδή το σώμα κινείται και η συνισταμένη των δυνάμεων στον άξονα κίνησης $x'x$ είναι ίση με το μηδέν, αφού είναι μακριά από οποιοδήποτε ουράνιο σώμα, σύμφωνα με τον πρώτο νόμο του Νεύτωνα, κάνει ευθύγραμμη ομαλή κίνηση (με σταθερή ταχύτητα).

- 8 Όσο διαρκεί το παιχνίδι, ο αέρας που βγαίνει δεν αφήνει τον δίσκο να έρθει σε επαφή με το τραπέζι, με συνέπεια να μην εμφανίζεται τριβή, οπότε ο δίσκος κινείται εύκολα και με σταθερή ταχύτητα μετά από κάθε χτύπημα, σύμφωνα με τον πρώτο νόμο του Νεύτωνα.

Όταν δεν βγαίνει αέρας τότε η τριβή ανάμεσα στον δίσκο και το τραπέζι δυσκολεύει την κίνηση του δίσκου.

3.5 Ισορροπία υλικού σημείου

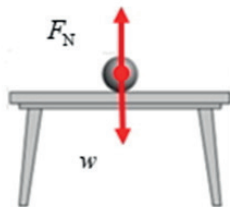
- 9 Αφού η ακροβάτισσα ισορροπεί, η συνισταμένη δύναμη που δέχεται είναι ίση με το μηδέν.
- 10 Αφού η σταγόνα κινείται με σταθερή ταχύτητα, η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται σε αυτή είναι μηδέν. Στη σταγόνα ασκείται το βάρος με φορά προς τα κάτω και αντίθετα η αντίσταση του αέρα ή οπισθέλκουσα, με μέτρο ίσο με του βάρους.

3.6 Δύναμη και μεταβολή της ταχύτητας

- 11 Το κάνουν για να μειώσουν τη μάζα του αυτοκινήτου, ώστε να αποκτήσει μεγαλύτερη ταχύτητα.

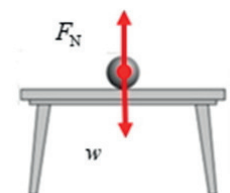
3.7 Δύναμη και αλληλεπίδραση (τρίτος νόμος του Νεύτωνα)

- 12 α Στην μπάλα ασκούνται το βάρος της w από τη Γη και η κάθετη αντίδραση F_N από το τραπέζι. Επειδή η μπάλα ισορροπεί στον κατακόρυφο άξονα yy' , οι δυνάμεις αυτές είναι αντίθετες και για τα μέτρα τους, σύμφωνα με τον πρώτο νόμο του Νεύτωνα, ισχύει: $F_N = w$



- β Οι δυνάμεις αυτές δεν έχουν σχέση δράσης-αντίδρασης γιατί ασκούνται στο ίδιο σώμα, την μπάλα. Οι δυνάμεις δράσης-αντίδρασης ασκούνται πάντα σε διαφορετικά σώματα.

- γ Οι δυνάμεις αλληλεπίδρασης μεταξύ της μπάλας και του τραπεζιού είναι η κάθετη αντίδραση F_N από το τραπέζι στην μπάλα και η δράση της μπάλας F'_N στο τραπέζι. Σύμφωνα με τον τρίτο νόμο του Νεύτωνα ισχύει για τα μέτρα τους: $F_N = F'_N$



4 ΠΙΕΣΗ

4.1 Πίεση στα στερεά

ΑΠΟ ΤΗ ΒΙΩΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ

A

Πείραμα 1ο

Το μπουκάλι βυθίζεται περισσότερο στην εικόνα (1). Αυτό οφείλεται στο ότι έχει περισσότερο βάρος.

Πείραμα 2ο

Το μπουκάλι βυθίζεται περισσότερο στην εικόνα (4). Αυτό οφείλεται στο μικρότερο εμβαδό επαφής ανάμεσα στο μπουκάλι και το σφουγγάρι.

B

Συμπέρασμα 1ο: αυξάνεται

Συμπέρασμα 2ο: μεγαλύτερη

Γ

	Ποια μεταβλητή αλλάζει;	Ποια μεταβλητή κρατάς σταθερή;
Πείραμα 1	το βάρος του σώματος	την επιφάνεια επαφής
Πείραμα 2	την επιφάνεια επαφής	το βάρος του σώματος

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1 β** Η πίεση έχει πάντα την κατεύθυνση της δύναμης που ασκείται στην επιφάνεια.
- 2** πίεση, εμβαδόν, μικρότερη, φαρδιές, μικρή, πίεση
- 3** Το μεγάλο εμβαδόν επιφάνειας κατανέμει σε μεγαλύτερη επιφάνεια το σημαντικό βάρος του κτιρίου, με αποτέλεσμα η πίεση στο έδαφος να είναι μικρότερη.
- 4** Η λεπτή μύτη, λόγω πολύ μικρής επιφάνειας, προκαλεί μεγάλη πίεση, άρα μεγάλη παραμόρφωση, δηλ. ευκολότερη διείσδυση. Η φαρδιά βάση, ακριβώς για τον αντίθετο λόγο, της μεγάλης επιφάνειας, βοηθά στην ευκολότερη άσκηση της εφαρμοζόμενης δύναμης.
- 5** Με το κομμάτι χαρτονιού ή το ύφασμα αυξάνεται το εμβαδόν της επιφάνειας επαφής, με αποτέλεσμα να μειώνεται η πίεση στα χέρια του Γιωργάκη.
- 6** Το πέλμα της καμήλας είναι πλατύτερο, έχει δηλ. μεγαλύτερο εμβαδόν, λόγω του αμμώδους εδάφους στο οποίο ζει.

- 7 α Θα διπλασιαστεί.
- 8 γ Από το μέτρο της δύναμης και από το εμβαδόν της επιφάνειας.
- 9 μεγαλύτερη, μεγαλύτερη, μικρότερο.
- 10 μεγαλύτερη, μεγάλη, μικρή, μικρή.
- 11 Να ελαττώσεις την πίεση για να «φαρδύνουν» τα λάστιχα.
- 12 α Ο λύκος, γιατί έχει μεγαλύτερο πέλμα.
β Ο ελέφαντας, γιατί έχει μεγαλύτερο πέλμα.

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1 **Βήμα 1°** Αναγνωρίζεις τα δεδομένα και μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο σύστημα SI.
α Βήμα 2° Υπολογίζεις το εμβαδόν της επιφάνειας.

$$A = a \cdot b \quad A = 4 \text{ cm} \cdot 10 \text{ cm} \quad \text{ή} \quad A = 40 \text{ cm}^2 \quad \text{ή} \quad A = 40 \cdot \frac{1}{10^4} \text{ m}^2$$

- β Βήμα 3°** Υπολογίζεις την πίεση στην επιφάνεια από τον ορισμό της:

$$p = \frac{F}{A} \quad \text{ή} \quad p = \frac{200 \text{ N}}{40 \cdot \frac{1}{10^4} \text{ m}^2} \quad \text{ή} \quad p = 5 \cdot 10^4 \text{ Pa} \quad \text{ή} \quad p = 50 \text{ kPa}$$

- γ Βήμα 4°** Υπολογίζεις την πίεση στην επιφάνεια από τον ορισμό της, αν διπλασιαστεί η κάθετη δύναμη
 $F_1 = 2F = 400 \text{ N}$:

$$p_1 = \frac{F_1}{A} \quad \text{ή} \quad p_1 = \frac{400 \text{ N}}{40 \cdot \frac{1}{10^4} \text{ m}^2} \quad \text{ή} \quad p_1 = 10 \cdot 10^4 \text{ Pa} \quad \text{ή} \quad p_1 = 100 \text{ kPa}$$

- 2 **Βήμα 1°** Αναγνωρίζεις τα δεδομένα και μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο σύστημα SI.

$$A_1 = 0,04 \text{ mm}^2 \quad \text{ή} \quad A_1 = 0,04 \cdot \frac{1}{10^6} \text{ m}^2 \quad \text{ή} \quad A_1 = 4 \cdot \frac{1}{10^8} \text{ m}^2$$

$$A_2 = 40 \text{ mm}^2 \quad \text{ή} \quad A_2 = 40 \cdot \frac{1}{10^6} \text{ m}^2 \quad \text{ή} \quad A_2 = 4 \cdot \frac{1}{10^5} \text{ m}^2$$

$$p = 500 \text{ 000 kPa} \quad \text{ή} \quad p = 5 \cdot 10^8 \text{ Pa}$$

- α Βήμα 2°** Υπολογίζεις την κάθετη δύναμη στο ξύλο από την πινέζα από τον ορισμό της πίεσης:

$$p_1 = \frac{F}{A_1} \quad \text{ή} \quad F = p_1 \cdot A_1 \quad \text{ή} \quad F = 5 \cdot 10^8 \text{ Pa} \cdot 4 \cdot \frac{1}{10^8} \text{ m}^2 \quad \text{ή} \quad F = 20 \text{ N}$$

- β Βήμα 3°** Υπολογίζεις την πίεση στο δάχτυλο του μαθητή από την πινέζα από τον ορισμό της:

$$p_2 = \frac{F}{A_2} \quad \text{ή} \quad p_2 = \frac{20 \text{ N}}{4 \cdot \frac{1}{10^5} \text{ m}^2} \quad \text{ή} \quad p_2 = 5 \cdot 10^5 \text{ Pa} \quad \text{ή} \quad p_2 = 500 \text{ kPa}$$

3

Βήμα 1° Αναγνωρίζεις τα δεδομένα και μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο σύστημα SI.

$$A_1 = 400 \text{ cm}^2 \quad \text{ή} \quad A_1 = 400 \cdot \frac{1}{10^4} \text{ m}^2, \quad A_2 = 1 \text{ cm}^2 \quad \text{ή} \quad A_2 = 1 \cdot \frac{1}{10^4} \text{ m}^2$$

- α** Υπολογίζεις την πίεση στο οριζόντιο έδαφος κάτω από το κάθε ένα από τα τέσσερα πέλματα του ελέφαντα όταν αυτός είναι ακίνητος, από τον ορισμό της. Συνεπώς, σε κάθε πέλμα ασκείται το $1/4$ του βάρους του ελέφαντα :

$$p_1 = \frac{F_1}{A_1} \quad \text{ή} \quad p_1 = \frac{\frac{40\,000}{4} \text{ N}}{400 \cdot \frac{1}{10^4} \text{ m}^2} \quad \text{ή} \quad p_1 = 25 \cdot 10^4 \text{ Pa} \quad \text{ή} \quad 25 \text{ kPa}$$

- β Βήμα 3°** Υπολογίζεις την πίεση στο οριζόντιο έδαφος από το κάθε ένα από τα δύο τακούνια της γυναίκας όταν αυτή είναι ακίνητη στην επιφάνεια από τον ορισμό της. Θεώρησε ότι κάθε πόδι στηρίζει το μισό ($1/2$) από το βάρος της γυναίκας, ενώ σε κάθε τακούνι ασκείται το μισό ($1/2$) από το βάρος που ασκείται στο κάθε πόδι της γυναίκας, ενώ το άλλο μισό ασκείται στο μπροστινό μέρος του ποδιού. Συνεπώς σε κάθε τακούνι ασκείται το $1/4$ του βάρους της γυναίκας:

$$p_2 = \frac{F_2}{A_2} \quad \text{ή} \quad p_2 = \frac{\frac{500}{4} \text{ N}}{1 \cdot \frac{1}{10^4} \text{ m}^2} \quad \text{ή} \quad p_2 = 125 \cdot 10^4 \text{ Pa} \quad \text{ή} \quad p_2 = 1250 \text{ kPa} \quad \text{ή} \quad p_2 = 1,25 \text{ MPa}$$

4

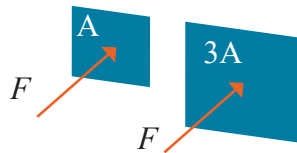
- α Βήμα 1°** Προσδιορίζεις τα φυσικά μεγέθη που δίνονται ως δεδομένα και μετατρέπουμε όλες τις μονάδες στο ίδιο σύστημα, συνήθως στο SI, αν χρειάζεται.

Η κάθετη δύναμη: $F_K = 600 \text{ N}$.

Η πίεση: $p = 1500 \text{ Pa}$.

Βήμα 2° Χρησιμοποιείς τον ορισμό της πίεσης για να υπολογίσεις το εμβαδόν της επιφάνειας:

$$p = \frac{F_K}{A} \quad \text{ή} \quad A = \frac{F_K}{p} \quad \text{ή} \quad A = \frac{600 \text{ N}}{1500 \text{ Pa}} \quad \text{ή} \quad A = 0,4 \text{ m}^2$$



- β Βήμα 2°** Αν τριπλασιαστεί το εμβαδόν της επιφάνειας τότε

$$A_1 = 3 \cdot A = 1,2 \text{ m}^2.$$

Χρησιμοποιείς τον ορισμό της πίεσης για να υπολογίσεις τη νέα πίεση:

$$p_1 = \frac{F_K}{A_1} \quad \text{ή} \quad p_1 = \frac{600 \text{ N}}{1,2 \text{ m}^2} \quad \text{ή} \quad p_1 = 500 \text{ Pa}$$

5

- α Βήμα 1°** Αναγνωρίζεις τα δεδομένα και το ζητούμενο, ενώ μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο SI:

· Η μάζα του τραπεζιού είναι: $m_1 = 10 \text{ kg}$,

· η μάζα του παιδιού είναι: $m_2 = 40 \text{ kg}$,

· το εμβαδόν του κάθε ποδιού του τραπεζιού είναι: $A_1 = 5 \text{ cm}^2 = 5 \cdot \frac{1}{10^4} \text{ m}^2$,

- το εμβαδόν του κάθε πέλματος του παιδιού είναι: $A_2 = 80 \text{ cm}^2 = 80 \cdot \frac{1}{10^4} \text{ m}^2$,
και το ζητούμενο που είναι η πίεση, ώστε να κατανοήσεις ότι θα χρησιμοποιήσεις
τον ορισμό της πίεσης $p = \frac{F_K}{A}$.

Βήμα 2° Υπολογίζεις το βάρος του παιδιού, γιατί αυτό είναι ίσο με την κάθετη δύναμη στο τραπέζι:

$$w_2 = m_2 \cdot g \quad \text{ή} \quad w_2 = 40 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \quad \text{ή} \quad w_2 = 400 \text{ N}$$

Βήμα 3° Υπολογίζεις την πίεση στο τραπέζι που προκαλεί το κάθε ένα από τα δύο πέλματα του παιδιού θεωρώντας ότι στηρίζει σε κάθε πόδι του το μισό βάρος του:

$$p_2 = \frac{w_2/2}{A_2} \quad \text{ή} \quad p_2 = \frac{200 \text{ N}}{80 \cdot \frac{1}{10^4} \text{ m}^2} \quad \text{ή} \quad p_2 = 12,5 \cdot 10^4 \text{ Pa}.$$

β Βήμα 4° Υπολογίζεις το βάρος του τραπεζιού:

$$w_1 = m_1 \cdot g \quad \text{ή} \quad w_1 = 10 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \quad \text{ή} \quad w_1 = 100 \text{ N}$$

Το συνολικό βάρος του παιδιού και του τραπεζιού είναι:

$$w_{ολ} = w_1 + w_2 \quad \text{ή} \quad w_{ολ} = 500 \text{ N}$$

Βήμα 5° Υπολογίζεις την πίεση στο δάπεδο που προκαλεί το κάθε πόδι του τραπεζιού, θεωρώντας ότι στηρίζει σε κάθε πόδι του, το ένα τέταρτο του συνολικού βάρους:

$$p_1 = \frac{w_{ολ}/4}{A_1} \quad \text{ή} \quad p_1 = \frac{125 \text{ N}}{5 \cdot \frac{1}{10^4} \text{ m}^2} \quad \text{ή} \quad p_1 = 25 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

- 1 β Θα παραμείνει ίδια.
- 2 α Αν ακουμπάει η βάση με εμβαδόν A_1 .
- 3 α $F_1 = F_2$.
- 4 δ Είναι ίδια και στις τρεις περιπτώσεις.
- 5 α $1 \text{ Pa} \cdot \text{m}^2$, γ 1 N/m^3 .
- 6 Λάθος
- 7 Σωστό

- 8 Η πίεση σε μια επιφάνεια είναι τόσο **μεγαλύτερη** όσο μεγαλύτερη είναι η δύναμη που ασκείται κάθετα στην επιφάνεια και όσο **μικρότερο** είναι το εμβαδόν της επιφάνειας.
- 9 Όχι, η πίεση είναι η κατανομή της δύναμης σε μια επιφάνεια.
Ένας χιονοδρόμος, είτε φοράει τα χιονοπέδιλα είτε τις μπότες του, έχει το ίδιο βάρος αν τα χιονοπέδιλα και οι μπότες έχουν το ίδιο βάρος. Όμως η πίεση στο χιόνι είναι πολύ μικρότερη όταν ο χιονοδρόμος φοράει χιονοπέδιλα που έχουν μεγαλύτερο εμβαδόν διατομής από τις μπότες.
- 10 Όταν έρχεται σε επαφή η μικρή βάση, όπως δηλαδή τα τοποθετούμε σε μια βιβλιοθήκη.

4.2 Υδροστατική πίεση

ΑΠΟ ΤΗ ΒΙΩΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ

A

Παρατηρώ ότι πιο μακριά θα πεταχτεί η φλέβα νερού από τη πιο χαμηλή τρύπα (Γ).

B

Παρατηρώ ότι η φλέβα νερού θα πεταχτεί κάθετα στο τοίχωμα του κουτιού (B).

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1 α ανάλογη
β υπερκείμενου
γ κάθετα
δ μεγαλύτερη
- 2 Ίδια στους πυθμένες των δύο δοχείων.
- 3 α (Λ), β (Λ), γ (Λ), δ (Σ), ε (Σ)
- 4 α Οι τροχιές του νερού θα είναι κάθετες στα τοιχώματα του πλοίου.
β Το νερό θα μπει πιο ορμητικά από την τρύπα που είναι πιο βαθιά, γιατί εκεί η πίεση είναι πιο μεγάλη.

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1 α **Βήμα 1ο** Ελέγχεις αν όλες οι μονάδες είναι στο SI.

Βήμα 2ο Η υδροστατική πίεση στο σημείο που είναι το πώμα είναι:

$$p = \rho \cdot g \cdot h \quad \text{ή} \quad p = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 2 \text{ m} \quad \text{ή} \quad p = 20\,000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

- β **Βήμα 3ο** Ελέγχεις αν όλες οι μονάδες είναι στο SI.

Το εμβαδόν του ρήγματος είναι: $A = 200 \text{ cm}^2 = \frac{200}{10\,000} \text{ m}^2 = \frac{1}{50} \text{ m}^2$

Βήμα 4ο Το μέτρο της ελάχιστης κάθετης δύναμης που πρέπει να ασκήσουμε στο πώμα ώστε να εμποδίσουμε την εισροή του νερού στο πλοίο είναι ίσο με την πιεστική δύναμη που ασκείται εξαιτίας της υδροστατικής πίεσης που επικρατεί:

$$p = \frac{F_K}{A} \quad \text{ή} \quad F_K = p \cdot A \quad \text{ή} \quad F_K = 20\,000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot \frac{1}{50} \text{ m}^2 \quad \text{ή} \quad F_K = 400 \text{ N}$$

2 α Βήμα 1ο Ελέγχεις αν όλες οι μονάδες είναι στο SI.

Βήμα 2ο Το μέτρο της κάθετης δύναμης που ασκεί το νερό στο βαρέλι είναι:

$$p_1 = \frac{F_1}{A} \quad \text{ή} \quad F_1 = p_1 \cdot A \quad \text{ή} \quad F_1 = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m}^2 \quad \text{ή} \quad F_1 = 10\,000 \text{ N}$$

β Βήμα 3ο Ελέγχουμε αν όλες οι μονάδες είναι στο SI.

Το μέτρο της κάθετης δύναμης που ασκεί το νερό στο βαρέλι αφού έχει προσαρμοστεί ο σωλήνας είναι:

$$p_2 = \frac{F_2}{A} \quad \text{ή} \quad F_2 = p_2 \cdot A \quad \text{ή} \quad F_2 = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 10 \text{ m} \cdot 1 \text{ m}^2 \quad \text{ή} \quad F_2 = 100\,000 \text{ N}$$

3 α Βήμα 1ο Ελέγχεις αν όλες οι μονάδες είναι στο SI.

Βήμα 2ο Το μέτρο της κάθετης δύναμης που πρέπει να ασκήσει ο οδηγός στην πόρτα είναι ίσο με το μέτρο της δύναμης που ασκείται από το νερό:

$$p = \frac{F}{A} \quad \text{ή} \quad F = p \cdot A \quad \text{ή} \quad F = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 6 \text{ m} \cdot 1 \text{ m}^2 \quad \text{ή} \quad F = 60\,000 \text{ N}$$

Η δύναμη αυτή είναι πολύ μεγάλη και δεν μπορεί να ανοίξει την πόρτα.

β Βήμα 3ο Όταν έχει γεμίσει με νερό όλο το αυτοκίνητο, η εσωτερική και η εξωτερική πίεση έχουν εξισωθεί και απαιτείται μια ελάχιστη δύναμη για να ανοίξει η πόρτα.

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

1 Η υδροστατική πίεση είναι μεγαλύτερη στο αριστερό μέρος της στρόφιγγας γιατί είναι μεγαλύτερο το ύψος της στήλης του νερού. Συνεπώς θα έχουμε ροή νερού από τα αριστερά προς τα δεξιά.

2 Σωστή είναι η απάντηση **(β)** $\rho_1 > \rho_2$, γιατί στο ίδιο βάθος μεγαλύτερη είναι η υδροστατική πίεση στο υγρό με τη μεγαλύτερη πυκνότητα σύμφωνα με το νόμο της υδροστατικής.

3 α αυξηθεί.

4 α (Σ), **β** (Λ), **γ** (Λ), **δ** (Σ)

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

1 Βήμα 1ο Ελέγχεις αν όλες οι μονάδες είναι στο SI. Το βάθος είναι: $h = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$

Βήμα 2ο Η υδροστατική πίεση στο σημείο που είναι ο φελλός είναι:

$$p = \rho \cdot g \cdot h \quad \text{ή} \quad p = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,2 \text{ m} \quad \text{ή} \quad p = 2000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Βήμα 3ο Το εμβαδόν του φελλού είναι:

$$p = \frac{F}{A} \quad \text{ή} \quad A = \frac{F}{p} \quad \text{ή} \quad A = \frac{100 \text{ N}}{2000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}} \quad \text{ή} \quad A = \frac{1}{20} \text{ m}^2 = 0,5 \text{ m}^2.$$

2 α Βήμα 1ο Ελέγχεις αν όλες οι μονάδες είναι στο SI.

Βήμα 2ο Η υδροστατική πίεση είναι:

$$p = \rho \cdot g \cdot h \quad \text{ή} \quad p = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 30 \text{ m} \quad \text{ή} \quad p = 300\,000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

β Βήμα 3ο Ελέγχεις αν όλες οι μονάδες είναι στο SI. Το εμβαδόν του υμένα του τυμπάνου του αυτιού είναι:

$$A = 0,6 \text{ cm}^2 = \frac{0,6}{10\,000} \text{ m}^2$$

Βήμα 4ο Το μέτρο της ελάχιστης κάθετης δύναμης που ασκείται στο τύμπανο του αυτιού του αυτοδύτη σε αυτό το βάθος είναι:

$$p = \frac{F_K}{A} \quad \text{ή} \quad F_K = p \cdot A \quad \text{ή} \quad F_K = 300\,000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot \frac{0,6}{10\,000} \text{ m}^2 \quad \text{ή} \quad F_K = 18 \text{ N}$$

3 α Βήμα 1ο Ελέγχεις αν όλες οι μονάδες είναι στο SI.

Βήμα 2ο Το διαμέρισμα του δευτέρου ορόφου απέχει ύψος $\frac{h}{4}$ από τον οριζόντιο σωλήνα που είναι κάτω από το έδαφος, ενώ από την επιφάνεια του νερού απέχει ύψος $h_T = h - \frac{h}{4} = \frac{3h}{4}$. Η υδροστατική πίεση του νερού στο έδαφος είναι $p = \rho \cdot g \cdot h$ ή $p = 5 \text{ atm} = \rho \cdot g \cdot h$

Βήμα 3ο Η υδροστατική πίεση του νερού στο σημείο Γ είναι:

$$p_T = \rho \cdot g \cdot h_T \quad \text{ή} \quad p_T = \rho \cdot g \cdot \frac{3}{4} h \quad \text{ή} \quad p_T = \frac{3}{4} \cdot 5 \text{ atm} = 3,75 \text{ atm}$$

β Βήμα 4ο Ελέγχεις αν όλες οι μονάδες είναι στο SI.

Βήμα 5ο Το διαμέρισμα στον λόφο απέχει ύψος $\frac{h}{2}$ από τον οριζόντιο σωλήνα που είναι κάτω από το έδαφος ενώ από την επιφάνεια του νερού απέχει ύψος $h_T = h - \frac{h}{2} = \frac{h}{2}$. Η υδροστατική πίεση του νερού στο έδαφος είναι: $p = \rho \cdot g \cdot h$ ή $p = 5 \text{ atm} = \rho \cdot g \cdot h$

Βήμα 6ο Η υδροστατική πίεση του νερού στο σημείο Δ είναι:

$$p_\Delta = \rho \cdot g \cdot h_\Delta \quad \text{ή} \quad p_\Delta = \rho \cdot g \cdot \frac{1}{2} h \quad \text{ή} \quad p_\Delta = \frac{1}{2} \cdot 5 \text{ atm} = 2,5 \text{ atm}$$

4.3 Ατμοσφαιρική πίεση

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1 α συμπιεστά, ασυμπίεστα.
β βάρος.
γ 1 Pa.
δ βαρόμετρο.
ε αέρα, υγρών.

- 2 γ στον Παρθενώνα.

- 3 α (Λ), β (Σ), γ (Λ), δ (Σ), ε (Σ)

4

Όργανα μέτρησης	Φυσικά μεγέθη
Δυναμόμετρο	Βάρος
Βαρόμετρο	Ατμοσφαιρική πίεση
Πιεσόμετρο	Αρτηριακή πίεση
Μανόμετρο	Υδροστατική πίεση

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1 **Βήμα 1ο** Ελέγχεις αν όλες οι μονάδες είναι στο SI.

Βήμα 2ο Το εμβαδόν του γραφείου είναι: $A = 1,2 \text{ m} \cdot 0,5 \text{ m} = 0,6 \text{ m}^2$

Βήμα 3ο Από τον ορισμό της πίεσης η δύναμη που δέχεται η πάνω πλευρά του γραφείου είναι:

$$p = \frac{F_K}{A} \quad \text{ή} \quad F_K = p \cdot A \quad \text{ή} \quad F_K = 100\,000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 0,6 \text{ m}^2 \quad \text{ή} \quad F_K = 60\,000 \text{ N}$$

Το γραφείο δεν καταρρέει γιατί ασκείται ίση δύναμη από την κάτω πλευρά του γραφείου εξαιτίας της ατμοσφαιρικής πίεσης που υπάρχει εκεί.

- 2 **Βήμα 1ο** Ελέγχεις αν όλες οι μονάδες είναι στο SI.

Βήμα 2ο Το ύψος της στήλης του νερού που θα σχηματιζόταν στον γυάλινο σωλήνα είναι:

$$p = \rho \cdot g \cdot h = p_{\alpha\mu} \quad \text{ή} \quad h = \frac{p_{\alpha\mu}}{\rho \cdot g} \quad \text{ή} \quad h = \frac{100\,000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \quad \text{ή} \quad h = 10 \text{ m}.$$

- 3 α **Βήμα 1ο** Ελέγχεις αν όλες οι μονάδες είναι στο SI.

Βήμα 2ο Το εμβαδόν του υμένα του τυμπάνου του αυτιού είναι:

$$A = 1 \text{ cm}^2 = \frac{1}{10\,000} \text{ m}^2$$

Βήμα 3ο Η συνολική πίεση σε βάθος h_1 είναι το άθροισμα της ατμοσφαιρικής πίεσης στην επιφάνεια του νερού και της υδροστατικής πίεσης σε βάθος h_1 .

$$p_{ολ,1} = p_{ατμ} + \rho \cdot g \cdot h_1 \quad \text{ή} \quad p_{ολ,1} = 100\,000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} + 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 5 \text{ m} \quad \text{ή}$$

$$p_{ολ,1} = 150\,000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Βήμα 4ο Το μέτρο της κάθετης δύναμης που ασκείται στο τύμπανο του αυτιού του αυτοδύτη σε αυτό το βάθος είναι:

$$p = \frac{F_K}{A} \quad \text{ή} \quad F_K = p \cdot A \quad \text{ή} \quad F_K = 150\,000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot \frac{1}{10\,000} \text{ m}^2 \quad \text{ή} \quad F_K = 15 \text{ N}$$

β Βήμα 5ο Η συνολική πίεση σε βάθος h_2 είναι το άθροισμα της ατμοσφαιρικής πίεσης στην επιφάνεια του νερού και της υδροστατικής πίεσης σε βάθος h_2 .

$$p_{ολ,2} = p_{ατμ} + \rho \cdot g \cdot h_2 \quad \text{ή} \quad p_{ολ,2} = 100\,000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} + 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 10 \text{ m} \quad \text{ή}$$

$$p_{ολ,2} = 200\,000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 2 \text{ atm}$$

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

- 1 α μεγαλύτερη.
β 76 cm.
γ 10^5 Pa.
δ κίνησης
- 2 α (Λ), β (Λ), γ (Λ), δ (Σ), ε (Λ), στ (Σ).
- 3 β μειώνεται η ατμοσφαιρική πίεση.
- 4 δ αν χρησιμοποιήσεις υδράργυρο πυκνότητας $13,6 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.
- 5 α (Σ), β (Λ), γ (Λ), δ (Σ).
- 6 Γιατί από την άλλη τρύπα εισέρχεται αέρας, με συνέπεια η ατμοσφαιρική πίεση να σε βοηθάει στην εκροή του υγρού.
- 7 Η ατμοσφαιρική πίεση που υπάρχει στο εξωτερικό της ποτίστρας συγκρατεί το νερό στην ποτίστρα.
- 8 Γιατί μέσα από τις προεξοχές εισέρχεται αέρας, με συνέπεια η ατμοσφαιρική πίεση να σε βοηθάει στην μετάγγιση υγρών. Αν λειαίναμε τις προεξοχές του χωνιού, δεν θα εισερχόταν αέρας με συνέπεια η ατμοσφαιρική πίεση να μη σε βοηθάει στην μετάγγιση υγρών.

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

- 1 α Βήμα 1ο** Η αίθουσα έχει όγκο $V = 4 \text{ m} \cdot 5 \text{ m} \cdot 3 \text{ m} = 60 \text{ m}^3$ δηλαδή ένα ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο διαστάσεων.

Βήμα 2ο Από τον ορισμό της πυκνότητας του αέρα στο δωμάτιο $\rho_{\alpha\epsilon\rho} = \frac{m_{\alpha\epsilon\rho}}{V} = 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ προκύπτει ότι:

$$\rho_{\alpha\epsilon\rho} = \frac{m_{\alpha\epsilon\rho}}{V} \quad \text{ή} \quad m_{\alpha\epsilon\rho} = \rho_{\alpha\epsilon\rho} \cdot V \quad \text{ή} \quad m_{\alpha\epsilon\rho} = 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 60 \text{ m}^3 \quad \text{ή} \quad m_{\alpha\epsilon\rho} = 72 \text{ kg}.$$

- β Βήμα 3ο** Το βάρος του αέρα στο δωμάτιο είναι:

$$w_{\alpha\epsilon\rho} = m_{\alpha\epsilon\rho} \cdot g \quad \text{ή} \quad w_{\alpha\epsilon\rho} = 72 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad \text{ή} \quad w_{\alpha\epsilon\rho} = 720 \text{ N}$$

Το βάρος αυτό είναι ίσως μεγαλύτερο από το δικό σου.

- γ Βήμα 4ο** Από τον ορισμό της πυκνότητας του νερού στο δωμάτιο έχεις:

$$\rho_{\nu\epsilon\rho} = \frac{m_{\nu\epsilon\rho}}{V} \quad \text{ή} \quad m_{\nu\epsilon\rho} = \rho_{\nu\epsilon\rho} \cdot V \quad \text{ή} \quad m_{\nu\epsilon\rho} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 60 \text{ m}^3 \quad \text{ή} \quad m_{\nu\epsilon\rho} = 60\,000 \text{ kg}$$

Βήμα 5ο Το βάρος του νερού αν γεμίσεις πλήρως αυτό το δωμάτιο με νερό είναι:

$$w_{\nu\epsilon\rho} = m_{\nu\epsilon\rho} \cdot g \quad \text{ή} \quad w_{\nu\epsilon\rho} = 60\,000 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad \text{ή} \quad w_{\nu\epsilon\rho} = 600\,000 \text{ N}$$

Δύναμη τεράστια. Τα συνηθισμένα σπίτια δεν αντέχουν αυτό το βάρος.

- 2** Με τη βοήθεια ενός μιλιμετρέ χαρτιού μπορείς να μετρήσεις το εμβαδόν που έχει η κορυφή του κεφαλιού σου. Αν το εμβαδόν είναι $A = 0,03 \text{ m}^2$, η δύναμη που ασκεί η ατμόσφαιρα πάνω σε αυτό είναι:

$$p = \frac{F_K}{A} \quad \text{ή} \quad F_K = p \cdot A \quad \text{ή} \quad F_K = 100\,000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 0,03 \text{ m}^2 \quad \text{ή} \quad F_K = 3000 \text{ N}$$

- 3 α Βήμα 1ο** Αν η αίθουσα έχει όγκο $V = 120 \text{ m}^3$ δηλαδή όσο ένα ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο διαστάσεων $5 \text{ m} \cdot 8 \text{ m} \cdot 3 \text{ m}$, από τον ορισμό της πυκνότητας του αέρα στο δωμάτιο

$$\rho_{\alpha\epsilon\rho} = \frac{m_{\alpha\epsilon\rho}}{V} = \frac{1,2 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3} = 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad \text{προκύπτει:}$$

$$\rho_{\alpha\epsilon\rho} = \frac{m_{\alpha\epsilon\rho}}{V} \quad \text{ή} \quad m_{\alpha\epsilon\rho} = \rho_{\alpha\epsilon\rho} \cdot V \quad \text{ή} \quad m_{\alpha\epsilon\rho} = 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 120 \text{ m}^3 \quad \text{ή} \quad m_{\alpha\epsilon\rho} = 144 \text{ kg}$$

- β Βήμα 2ο** Το βάρος του αέρα στο δωμάτιο είναι:

$$w_{\alpha\epsilon\rho} = m_{\alpha\epsilon\rho} \cdot g \quad \text{ή} \quad w_{\alpha\epsilon\rho} = 144 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad \text{ή} \quad w_{\alpha\epsilon\rho} = 1440 \text{ N}$$

Το βάρος αυτό είναι πολύ μεγαλύτερο από το δικό σου.

- 4 Βήμα 1ο** Η συνολική πίεση σε βάθος h είναι το άθροισμα της ατμοσφαιρικής πίεσης στην επιφάνεια του νερού και της υδροστατικής πίεσης σε βάθος h

$$p_{ολ} = p_{ατμ} + \rho \cdot g \cdot h \quad \text{ή} \quad p_{ολ} = 100\,000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} + 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 50 \text{ m}$$

$$\text{ή} \quad p_{ολ} = 600\,000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 6 \text{ atm}$$

Βήμα 2ο Η δύναμη που πρέπει να ασκήσουν οι ναύτες στην μπουκαπόρτα εμβαδού $A = 1 \text{ m} \cdot 0,5 \text{ m} = 0,5 \text{ m}^2$ υπολογίζεται από τον ορισμό της πίεσης. Είναι:

$$p = \frac{F_K}{A} \quad \text{ή} \quad F_K = p \cdot A \quad \text{ή} \quad F_K = 600\,000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 0,5 \text{ m}^2 \quad \text{ή} \quad F_K = 300\,000 \text{ N}$$

Δύναμη που ξεπερνά κατά πολύ τις ανθρώπινες ικανότητες.

5

Βήμα 1ο Η συνολική πίεση σε βάθος h είναι το άθροισμα της ατμοσφαιρικής πίεσης στην επιφάνεια του νερού και της υδροστατικής πίεσης σε βάθος h

$$p_{ολ} = p_{ατμ} + \rho \cdot g \cdot h \quad \text{ή} \quad 1,5 \text{ atm} = 1 \text{ atm} + \rho \cdot g \cdot h \quad \text{ή} \quad \rho \cdot g \cdot h = 0,5 \text{ atm}$$

Βήμα 2ο Η συνολική πίεση σε διπλάσιο βάθος $2h$ είναι:

$$p'_{ολ} = p_{ατμ} + \rho \cdot g \cdot 2h \quad \text{ή} \quad p'_{ολ} = 1 \text{ atm} + 2 \cdot 0,5 \text{ atm} \quad \text{ή} \quad p'_{ολ} = 2 \text{ atm}$$

Σωστή είναι η απάντηση (γ).

6

Οπως φαίνεται από την εικόνα:

α Η υδροστατική πίεση σε βάθος 10 m είναι 200 kPa . (Λ)

(Η ολική πίεση είναι τόση, δηλαδή το άθροισμα της ατμοσφαιρικής και της υδροστατικής)

β Η ατμοσφαιρική πίεση είναι 100 kPa . (Σ)

γ Η πίεση του ατμοσφαιρικού αέρα στην επιφάνεια της θάλασσας ισοδυναμεί με την αντίστοιχη πίεση που δημιουργεί μια στήλη νερού ύψους 10 m . (Σ)

Πράγματι στην επιφάνεια η ατμοσφαιρική πίεση είναι: $p_{ατμ} = 100 \text{ kPa} = 100\,000 \text{ Pa} = 1 \text{ atm}$

Η υδροστατική πίεση σε βάθος $h = 10 \text{ m}$ είναι:

$$p = \rho \cdot g \cdot h \quad \text{ή} \quad p = 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 10 \text{ m} \quad \text{ή} \quad p_{ολ} = 100\,000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 100\,000 \text{ Pa}$$

Οι δύτες γνωρίζουν αυτόν τον απλό κανόνα: κάθε δέκα μέτρα βάθος η πίεση αυξάνει κατά 1 atm .

δ Η υδροστατική πίεση είναι ανάλογη του βάθους h . (Σ)

Πράγματι από τον νόμο της υδροστατικής ισχύει: $p = \rho \cdot g \cdot h$

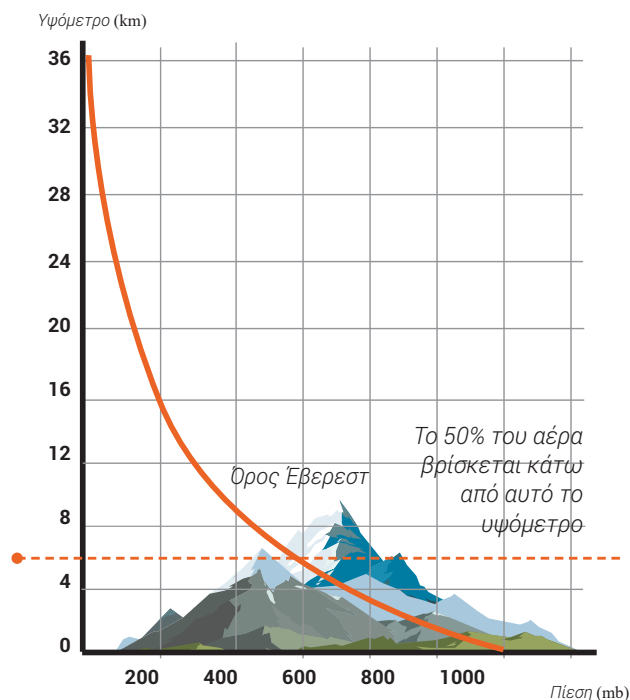
7

α Τα αέρια, σε αντίθεση με τα υγρά, είναι συμπιεσστά. Έτσι, και λόγω του βάρους τους, τα μόρια των αερίων της ατμόσφαιρας «συμπιέζονται» σε μικρότερο χώρο, από τον χώρο που ο ίδιος αριθμός μορίων θα χρειαζόταν στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας.

Στη διπλανή γραφική παράσταση παρουσιάζεται η πτωτική τάση της

πυκνότητας του αέρα καθ' ύψος και φαίνεται στην καμπύλη με μπλε χρώμα. Η ατμοσφαιρική πίεση, με κόκκινο χρώμα, μειώνεται, καθώς ανεβαίνουμε σε υψόμετρο, πολύ πιο γρήγορα στην αρχή και αυτό γιατί, όπως είπαμε, ο αέρας είναι συμπιεστός και καθώς ανεβαίνουμε ελαττώνεται και η πυκνότητά του. Έτσι, η πτωτική τάση της ατμοσφαιρικής πίεσης είναι μεγαλύτερη στα πρώτα μέτρα της ατμόσφαιρας και μικρότερη στα μεγαλύτερα ύψη. Αυτήν την τάση τη λέμε εκθετική. Δεξιά της καμπύλης μπορείς να διακρίνεις πώς κατανέμονται τα μόρια του αέρα με το ύψος.

Έτσι γίνεται κατανοητό γιατί οι ορειβάτες όταν βρίσκονται σε μεγάλα υψόμετρα αναγκάζονται να επιταχύνουν τον ρυθμό



της αναπνοής τους έτσι ώστε να εισπνέουν την κανονική και απαραίτητη ποσότητα οξυγόνου. Πολλοί μάλιστα από τους ορειβάτες του Έβερεστ, που δεν είναι συνηθισμένοι στα μεγάλα υψόμετρα, αναπνέουν με βοηθητικά μέσα, ενώ αντίθετα οι ντόπιοι οδηγοί τους, οι Σέρπας, δεν τα χρειάζονται. Αυτό συμβαίνει γιατί σε μεγάλα υψόμετρα το οξυγόνο που περιέχεται σε 1 m^3 αέρα είναι ποσοτικά λιγότερο από εκείνο που περιέχεται σε 1 m^3 αέρα σε μικρότερα υψόμετρα. Σημειώνεται ότι η συγκέντρωση (21%) και η ποιότητα του οξυγόνου δεν αλλάζει με το ύψος. Η ατμοσφαιρική πίεση εξαρτάται και από τη θερμοκρασία του αέρα και από την περιεκτικότητα σε υδρατμούς.

Αποτέλεσμα της συμπιεστότητας του αέρα είναι και το ότι στα πρώτα $5,5 \text{ km}$ περιέχεται το 50% του ατμοσφαιρικού αέρα και μέχρι τα $5,5 \text{ km}$ περίπου, το 90% του ατμοσφαιρικού αέρα (βλ. διάγραμμα).

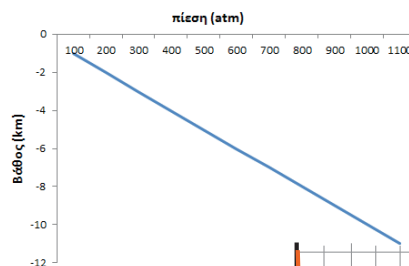
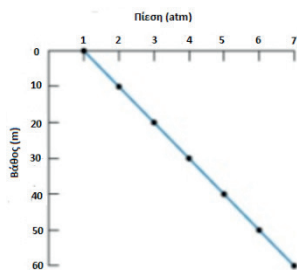
- β Είδαμε ότι για κάθε 10 m περίπου που βυθιζόμαστε, η πίεση αυξάνεται κατά 1 atm . Αυτό συνάγεται από τον παρακάτω υπολογισμό, όπου υπολογίζουμε τη διαφορά πίεσης Δp που υπάρχει σε θαλασσινό νερό σταθερής πυκνότητας $\rho = 1025 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, σε βαρυτικό πεδίο με $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ και για μεταβολή βάθους $\Delta h = 10 \text{ m}$:

$$\Delta p = \rho \cdot g \cdot \Delta h \quad \text{ή} \quad \Delta p = 1025 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 10 \text{ m} \quad \text{ή}$$

$$\Delta p = 100552,5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \quad \text{ή} \quad \Delta p \approx 10^5 \text{ Pa} \quad \text{ή} \quad \Delta p \approx 1 \text{ atm}$$

Δεχόμενοι ότι:

1. τα υγρά είναι ασυμπίεστα και
2. η πυκνότητα του νερού των ωκεανών δεν μεταβάλλεται σημαντικά, δεχόμαστε ότι για κάθε 10 m περίπου που βυθιζόμαστε, η πίεση αυξάνεται κατά 1 atm . Αυτό συνεπάγεται **γραμμική αύξηση της πίεσης**, που φαίνεται στα παρακάτω διαγράμματα: αριστερά για μερικές δεκάδες μέτρα, δεξιά για το μεγαλύτερο βάθος των ωκεανών στην Τάφρο των Μαριανών νήσων στον Ειρηνικό Ωκεανό. Σε βάθος 10 km υπάρχει πίεση περίπου $10^5 \text{ kPa} = 1000 \text{ atm}$.

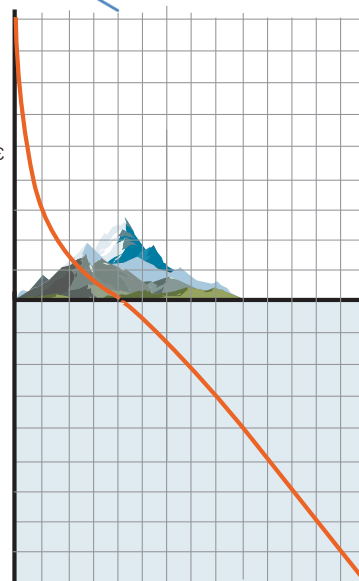


Οι παραδοχές που κάναμε δεν είναι απολύτως σωστές: η πυκνότητα του νερού επηρεάζεται και από την αλατότητα και από τη θερμοκρασία του νερού. Οι μεταβολές, όμως, αυτές δεν επηρεάζουν την εικόνα της γραμμικής αύξησης της πίεσης με το βάθος.

- γ Είναι φανερό ότι οι δύο γραμμές που αναπαριστούν τη μεταβολή της πίεσης είναι διαφορετικές: η μεν μεταβολή της υδροστατικής πίεσης είναι γραμμική, παριστάνεται δηλαδή με ευθεία γραμμή, η δε μεταβολή της ατμοσφαιρικής πίεσης είναι **εκθετική**, παριστάνεται δηλαδή με καμπύλη γραμμή.

δ παρατηρούμε:

- για την υδροστατική πίεση: από επιφάνεια θάλασσας (0 m) έως τον πυθμένα ωκεανών ($10\,000 \text{ m}$) έχουμε μεταβολή από $100 \text{ kPa} = 1 \text{ atm}$ έως $10^5 \text{ kPa} = 1000 \text{ atm}$.



- για την ατμοσφαιρική πίεση: από επιφάνεια θάλασσας (**0 m**) έως την ανώτερη ατμόσφαιρα (**50 000 m**) έχουμε μεταβολή από **100 kPa = 1 atm** έως **1 mb = 100 Pa = 0,001 atm**.

Οι μεταβολές δεν είναι ανάλογες, άρα για να παραστήσουμε μαζί τις γραφικές παραστάσεις χρειαζόμαστε μεγάλες επιφάνειες χιλιοστομετρικού χαρτιού. Σε αυτές τις περιπτώσεις, οι επιστήμονες, προτιμούν άλλου είδους αναπαραστάσεις.

Στο σχήμα φαίνεται μια ποιοτική αναπαράσταση των φαινομένων:

Πρόσεξε:

- στον άξονα της πίεσης την απόσταση μεταξύ **0 atm** (πίεση στα εξωτερικά όρια της ατμόσφαιρας) και της **100 kPa = 1 atm** (πίεση στην επιφάνεια της θάλασσας) και την απόσταση μεταξύ **1 atm** και **100 atm** (πίεση στο **1 km** βάθος των θαλασσών): είναι προφανές πως ο άξονας της πίεσης δεν αυξάνεται ομοιόμορφα, γι' αυτό παρατηρείς μια διακοπή (\\) στο άξονα.
- στον άξονα του ύψους θέλουμε να καταγράψουμε τιμές για ύψη στην ατμόσφαιρα (εκατοντάδων χιλιομέτρων) πολλαπλάσια του βάθους (μόλις **10 km**), γι' αυτό παρατηρείς διακοπές στον άξονα του ύψους: τα ύψη αυξάνονται δυσανάλογα.

Αυτό που πρέπει να θυμόμαστε από την καμπύλη είναι:

η γραμμική αύξηση της πίεσης με το βάθος των θαλασσών και η εκθετική μείωση της πίεσης με το ύψος της ατμόσφαιρας.

4.4 Μετάδοση των πιέσεων στα ρευστά - Αρχή του Pascal

ΑΠΟ ΤΗ ΒΙΩΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ

- 1 Παρατηρώ ότι ασκώντας μικρή δύναμη στο μικρό έμβολο, το έμβολο κατεβαίνει αλλά το μεγάλο μένει ακίνητο. Ασκώντας ακόμη μεγαλύτερη δύναμη, κάποια στιγμή το μεγάλο έμβολο αρχίζει να κινείται. Αυτό συμβαίνει γιατί ο αέρας στο εσωτερικό της διάταξης συμπιέζεται.
- 2 Παρατηρώ ότι με οποιαδήποτε δύναμη που ασκώ στο μικρό έμβολο, αυτό κατεβαίνει και το μεγάλο κινείται προς τα πάνω. Αυτό συμβαίνει γιατί το νερό στο εσωτερικό της διάταξης δεν συμπιέζεται.
- 3 Παρατηρώ ότι για το ίδιο αποτέλεσμα (ανύψωση του εμβόλου) χρειάζεται να ασκήσω μικρότερη δύναμη στο μικρό έμβολο και μεγαλύτερη δύναμη στο μεγάλο έμβολο.

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1 α πίεσης, αναλλοίωτη
β δύναμη
γ υδροστατικής, ατμοσφαιρικής
- 2 β θα αυξηθεί σε όλη την έκταση του υγρού
- 3 α (Λ), β (Σ), γ (Λ), δ (Σ)

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1 α **Βήμα 1ο** Είναι $F_2 = w = 12\ 000\ \text{N}$
Βήμα 2ο Άρα από τον ορισμό της πίεσης;

$$p_2 = \frac{F_2}{A_2} \quad \text{ή} \quad p_2 = \frac{12\ 000\ \text{N}}{400 \frac{1}{10\ 000} \text{m}^2} \quad \text{ή} \quad p_2 = 300\ 000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

β Σύμφωνα με την αρχή του Pascal ισχύει:

$$p_2 = p_1 \quad \text{ή} \quad \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad \text{ή} \quad F_1 = F_2 \frac{A_1}{A_2} \quad \text{ή} \quad F_1 = 12\ 000\ \text{N} \frac{10\ \text{cm}^2}{400\ \text{cm}^2} \quad \text{ή} \quad F_1 = 300\ \text{N}$$

- 2 **Βήμα 1ο** Ασκώντας στο μικρό έμβολο κάθετη δύναμη F_1 δημιουργείται πίεση που είναι: $p_1 = \frac{F_1}{A_1}$, η οποία σύμφωνα με την αρχή του Pascal μεταφέρεται μέσω του υγρού σε όλα τα σημεία του αναλλοίωτη. Επομένως θα ασκηθεί δύναμη F_2 στο μεγαλύτερης διατομής έμβολο μέτρου:

$$p_1 = p_2 \Leftrightarrow \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \Leftrightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{A_1}{A_2} \Leftrightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{\pi \frac{\delta_1^2}{4}}{\pi \frac{\delta_2^2}{4}} \Leftrightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{\delta_1^2}{\delta_2^2} \Leftrightarrow \sqrt{\frac{F_1}{F_2}} = \frac{\delta_1}{\delta_2} \Leftrightarrow \frac{\delta_1}{\delta_2} = \sqrt{\frac{10\ \text{N}}{160\ \text{N}}} = \frac{1}{4}$$

3

Βήμα 1ο Όπως φαίνεται στο σχήμα είναι:

$$F_2 = w_2 = m_2 g = 5000 \text{ N}$$

$$F_1 = w_1 = m_1 g = 100 \text{ N}$$

Βήμα 2ο Σύμφωνα με την αρχή του Pascal ισχύει:

$$p_2 = p_1 \quad \text{ή} \quad \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad \text{ή} \quad A_2 = A_1 \cdot \frac{F_2}{F_1} \quad \text{ή} \quad = 2 \text{ cm} \cdot \frac{5000 \text{ N}}{100 \text{ N}} \quad \text{ή} \quad A_2 = 100 \text{ cm}^2$$

4

Βήμα 1ο Ασκώντας στο μικρό έμβολο κάθετη δύναμη $F_1 = 20 \text{ N}$ δημιουργείται πίεση που είναι: $p_1 = \frac{F_1}{A_1}$, η οποία σύμφωνα με την αρχή του Pascal μεταφέρεται μέσω του υγρού σε όλα τα σημεία του αναλλοίωτη. Επομένως θα ασκηθεί δύναμη F_2 στο μεγαλύτερης διατομής έμβολο μέτρου:

$$p_1 = p_2 \quad \text{ή} \quad \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad \text{ή} \quad F_2 = \frac{F_1}{A_1} \cdot A_2 \quad \text{ή} \quad F_2 = \frac{F_1}{\pi \frac{\delta_1^2}{4}} \cdot \pi \frac{\delta_2^2}{4}$$

$$F_2 = \frac{F_1}{\delta_1^2} \cdot (3\delta_1)^2 \quad \text{ή} \quad F_2 = 9 \cdot F_1 \quad \text{ή} \quad F_2 = 9 \cdot 20 \text{ N} \quad \text{ή} \quad F_2 = 180 \text{ N}$$

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

1

β Η πίεση που δημιουργεί η δύναμη που ασκήθηκε μεταφέρεται αναλλοίωτη σε όλα τα σημεία του υγρού.

2

α (Λ), **β** (Λ), **γ** (Σ), **δ** (Σ), **ε** (Λ)

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

1

Βήμα 1ο Είναι: $F_2 = w_2$ και $F_1 = w_1 = 200 \text{ N}$ **Βήμα 2ο** Σύμφωνα με την αρχή του Pascal ισχύει:

$$p_2 = p_1 \quad \text{ή} \quad \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad \text{ή} \quad \frac{w_1}{A_1} = \frac{w_2}{A_2} \quad \text{ή} \quad w_2 = w_1 \cdot \frac{A_2}{A_1} \quad \text{ή} \quad w_2 = 200 \text{ N} \cdot \frac{20 \text{ cm}^2}{2 \text{ cm}^2} \quad \text{ή} \quad w_2 = 2000 \text{ N}$$

2

Βήμα 1ο Ασκώντας στο μικρό έμβολο κάθετη δύναμη $F_1 = 80 \text{ N}$ δημιουργείται πίεση που είναι: $p_1 = \frac{F_1}{A_1}$, η οποία σύμφωνα με την αρχή του Pascal μεταφέρεται μέσω του υγρού σε όλα τα σημεία του αναλλοίωτη. Επομένως θα ασκηθεί δύναμη F_2 στο μεγαλύτερης διατομής έμβολο μέτρου:

$$p_1 = p_2 \quad \text{ή} \quad \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad \text{ή} \quad F_2 = \frac{F_1}{A_1} \cdot A_2 \quad \text{ή} \quad F_2 = \frac{F_1}{\pi \frac{\delta_1^2}{4}} \cdot \pi \frac{\delta_2^2}{4}$$

$$F_2 = \frac{F_1}{\delta_1^2} \cdot (5\delta_1)^2 \quad \text{ή} \quad F_2 = 25 \cdot F_1 \quad \text{ή} \quad F_2 = 25 \cdot 80 \text{ N} \quad \text{ή} \quad F_2 = 2000 \text{ N}$$

ΑΠΟ ΤΗ ΒΙΩΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ

A3

Παρατηρώ ότι το αυγό κινείται προς την επιφάνεια. Αυτό συμβαίνει γιατί προσθέτοντας αλάτι στο νερό αυξάνεται η πυκνότητα του διαλείμματος του αλατόνευρου που δημιουργούμε.

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1 α κατακόρυφη, πάνω
β υγρό, αέριο
γ βάρος, υγρού, Αρχιμήδη
δ $A = \rho_{\nu\eta\rho} \cdot g \cdot V_{\beta\nu\theta}$

- 2 γ μεγαλύτερο όγκο.

- 3 δ ασκούμε την ίδια δύναμη και στις τρεις θέσεις.

- 4 α (Λ), β (Σ), γ (Λ), δ (Σ), ε (Λ)

- 5 γ $A_{\nu\epsilon\rho} = A_{\lambda\alpha\delta}$
δ $V_{\beta\nu\theta,\nu\epsilon\rho} < V_{\beta\nu\theta,\lambda\alpha\delta}$

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1 α **Βήμα 1ο** Η πυκνότητα της μπάλας είναι $\rho = \frac{m}{V}$ ή $m = \rho \cdot V$ (1)

Βήμα 2ο Η μπάλα δέχεται δύο δυνάμεις, το βάρος της w και την άνωση A από το νερό. Επειδή η μπάλα επιπλέει, βυθισμένη κατά τα $V_{\beta\nu\theta} = \frac{4}{5}V$ του όγκου της, η συνισταμένη των δυνάμεων είναι ίση με το μηδέν.

$$\Sigma F = 0 \quad \text{ή} \quad w = A \quad \text{ή} \quad m \cdot g = \rho_{\nu} \cdot g \cdot V_{\beta\nu\theta} \quad \text{ή} \quad \rho \cdot V = \rho_{\nu} \cdot \frac{4}{5}V$$

$$\text{ή} \quad \rho = \frac{4}{5} \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad \text{ή} \quad \rho = 800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

- β **Βήμα 3ο** Η μπάλα δέχεται δύο δυνάμεις, το βάρος της w και την άνωση A από το λάδι. Επειδή η μπάλα επιπλέει, βυθισμένη κατά $V'_{\beta\nu\theta}$ του όγκου της, η συνισταμένη των δυνάμεων είναι ίση με το μηδέν.

$$\Sigma F = 0 \quad \text{ή} \quad w = A \quad \text{ή} \quad m \cdot g = \rho_{\lambda\alpha\delta} \cdot g \cdot V'_{\beta\nu\theta} \quad \text{ή} \quad \rho \cdot V = \rho_{\nu} \cdot V'_{\beta\nu\theta} \quad \text{ή}$$

$$800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot V = 800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot V'_{\beta\nu\theta} \quad \text{ή} \quad V'_{\beta\nu\theta} = V$$

- 2** **Βήμα 1ο** Η πυκνότητα του σώματος είναι $\rho = \frac{m}{V}$ ή $m = \rho \cdot V$ (1)
Βήμα 2ο Το σώμα δέχεται δύο δυνάμεις, το βάρος της w και την άνωση A από το υγρό. Επειδή η μπάλα επιπλέει, βυθισμένη κατά τα $V_{\beta\upsilon\theta}$ του όγκου της, η συνισταμένη των δυνάμεων είναι ίση με το μηδέν.

$$\Sigma F = 0 \quad \text{ή} \quad w = A \quad \text{ή} \quad m \cdot g = \rho_v \cdot g \cdot V_{\beta\upsilon\theta} \quad \text{ή} \quad \rho \cdot V = \rho_v \cdot V_{\beta\upsilon\theta} \quad \text{ή}$$

$$600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot V = 1100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot V_{\beta\upsilon\theta} \quad \text{ή} \quad V_{\beta\upsilon\theta} = \frac{6}{11} \cdot V \quad \text{ή}$$

$$V_{\beta\upsilon\theta} = \frac{6}{11} \cdot 4 \text{ m}^3 \quad \text{ή} \quad V_{\beta\upsilon\theta} = \frac{24}{11} \text{ m}^3$$

- 3 α Βήμα 1ο** Στον αέρα το σώμα δέχεται δύο δυνάμεις τη δύναμη από το δυναμόμετρο $F = 80 \text{ N}$ και το βάρος του w . Επειδή το σώμα ισορροπεί, η συνισταμένη των δυνάμεων είναι ίση με το μηδέν:

$$\Sigma F = 0 \quad \text{ή} \quad w = F = 80 \text{ N}$$

- Βήμα 2ο** Στο νερό το σώμα δέχεται τρεις δυνάμεις τη δύναμη από το δυναμόμετρο $F' = 30 \text{ N}$, το βάρος του w και την άνωση A . Επειδή το σώμα ισορροπεί η συνισταμένη των δυνάμεων είναι ίση με το μηδέν:

$$\begin{aligned} \Sigma F = 0 \quad \text{ή} \quad w &= F' + A \quad \text{ή} \quad A = w - F' \quad \text{ή} \\ &= 80 \text{ N} - 30 \text{ N} = 50 \text{ N} \quad \text{ή} \quad A = 50 \text{ N} \end{aligned}$$

- β Βήμα 3ο** Επειδή το σώμα είναι βυθισμένο εξ ολοκλήρου στο νερό ισχύει: $A = \rho_v \cdot g \cdot V$ ή $V = \frac{A}{\rho_v \cdot g}$ ή

$$V = \frac{50 \text{ N}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \quad \text{ή} \quad V = 0,005 \text{ m}^3$$

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

- 1** α σταθερή, βάρους
 β 1 N
 γ υγρού
- 2** α θα αυξηθεί
- 3** α θα αυξηθεί
- 4** γ θα παραμείνει στο ίδιο ύψος
- 5** α (Λ), β (Λ), γ (Λ), δ (Σ)

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

1

α Βήμα 1ο Αναγνωρίζουμε τα δεδομένα και μετατρέπουμε όλες τις μονάδες στο SI, που είναι:

- η μάζα του αγάλματος $m = 560 \text{ kg}$,
 - η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/s}^2$,
 - η πυκνότητα του μαρμάρου $\rho_{\mu} = 2800 \text{ kg/m}^3$,
 - η πυκνότητα του θαλασσινού νερού $\rho_{\theta\alpha\lambda} = 1030 \text{ kg/m}^3$,
- και το ζητούμενο που είναι η τάση του καλωδίου T .

Βήμα 2ο Υπολογίζουμε τον όγκο του αγάλματος με τη βοήθεια της πυκνότητάς του:

$$\rho_{\mu} = \frac{m}{V} \quad \text{ή} \quad V = \frac{m}{\rho_{\mu}} \quad \text{ή} \quad V = \frac{560 \text{ kg}}{2800 \text{ kg/m}^3} \quad \text{ή} \quad V = 0,2 \text{ m}^3$$

Βήμα 3ο Υπολογίζεις την άνωση που ασκείται στο άγαλμα από το νερό:

$$A = \rho_{\theta\alpha\lambda} \cdot g \cdot V \quad \text{ή} \quad A = 1030 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 0,2 \text{ m}^3 \quad \text{ή} \quad A = 2060 \text{ N}$$

Για το άγαλμα ισχύει: $\Sigma F = 0$ ή $N = w$ ή $N = w = 10\,000 \text{ N}$.

Επειδή το άγαλμα κινείται με σταθερή ταχύτητα στο νερό, πρέπει η συνισταμένη των δυνάμεων να είναι ίση το μηδέν. Στο άγαλμα ασκείται το βάρος του w , η άνωση A και η τάση του καλωδίου T :

$$\Sigma F = 0 \quad \text{ή} \quad T + A = w \quad \text{ή} \quad T = w - A \quad \text{ή}$$

$$T = 560 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 - 2060 \text{ N} \quad \text{ή} \quad T = 3540 \text{ N}$$

β Βήμα 4ο Αναγνωρίζεις τα δεδομένα και μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο SI:

- τη μάζα του αγάλματος $m = 560 \text{ kg}$,
 - την επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/s}^2$,
- και το ζητούμενο που είναι η τάση του καλωδίου T' .

Βήμα 5ο Επειδή το άγαλμα κινείται με σταθερή ταχύτητα στον αέρα πρέπει η συνισταμένη των δυνάμεων να είναι ίση το μηδέν. Στο άγαλμα ασκείται το βάρος του w και η τάση του καλωδίου T' :

$$\Sigma F = 0 \quad \text{ή} \quad T' = w \quad \text{ή} \quad T' = mg \quad \text{ή} \quad T' = 560 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \quad \text{ή} \quad T' = 5600 \text{ N}$$

Τη διαφορά των τάσεων λόγω της άνωσης γνώριζαν οι αρχαίοι Έλληνες και μετέφεραν βαριά τμήματα μαρμάρου μέσω θαλάσσης, με φορτηγίδες. Τα τμήματα ήταν βυθισμένα στο νερό και συγκρατούνταν με σχοινιά.

Σήμερα ανεγκύουν βαριά αντικείμενα από τον βυθό της θάλασσας με τη βοήθεια μπαλονιών που τα φουσκώνουν με αέρα αφού τα κατεβάσουν στον βυθό. Έτσι η ανέλκυση γίνεται ευκολότερη με τη βοήθεια της άνωσης.

- 2 α Βήμα 1ο** Στον αέρα το σώμα δέχεται δύο δυνάμεις τη δύναμη από το δυναμόμετρο $F = 60 \text{ N}$ και το βάρος του W . Επειδή το σώμα ισορροπεί, η συνισταμένη των δυνάμεων είναι ίση με το μηδέν:

$$\Sigma F = 0 \quad \text{ή} \quad w = F = 60 \text{ N}$$

- Βήμα 2ο** Στο νερό το σώμα δέχεται τρεις δυνάμεις: τη δύναμη από το δυναμόμετρο $F' = 40 \text{ N}$, το βάρος του W και την άνωση A . Επειδή το σώμα ισορροπεί, η συνισταμένη των δυνάμεων είναι ίση με το μηδέν:

$$\Sigma F = 0 \quad \text{ή} \quad w = F' + A \quad \text{ή} \quad A = w - F' \quad \text{ή}$$

$$A = 60 \text{ N} - 40 \text{ N} = 20 \text{ N} \quad \text{ή} \quad A = 20 \text{ N}$$

- β Βήμα 3ο** Επειδή το σώμα είναι βυθισμένο εξ ολοκλήρου στο νερό ισχύει:

$$A = \rho_v \cdot g \cdot V \quad \text{ή} \quad V = \frac{A}{\rho_v \cdot g} \quad \text{ή}$$

$$V = \frac{20 \text{ N}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \quad \text{ή} \quad V = 0,002 \text{ m}^3$$

- 3 Βήμα 1ο** Το σώμα δέχεται δύο δυνάμεις, το βάρος της W και την άνωση A από τη θάλασσα. Επειδή το σώμα επιπλέει, βυθισμένο κατά τα $V_{\beta\upsilon\theta} = \frac{4}{5}V$ του όγκου του, η συνισταμένη των δυνάμεων είναι ίση με το μηδέν.

$$\Sigma F = 0 \quad \text{ή} \quad w = A \quad \text{ή} \quad w = \rho_{\theta\alpha\lambda} \cdot g \cdot V_{\beta\upsilon\theta} \quad \text{ή} \quad w = \rho_{\theta\alpha\lambda} \cdot g \cdot \frac{4}{5}V \quad (1)$$

- Βήμα 2ο** Όταν το σώμα επιπλέει στο οινόπνευμα, τότε:

$$\Sigma F = 0 \quad \text{ή} \quad w = A' \quad \text{ή} \quad w = \rho_{οιν} \cdot g \cdot V'_{\beta\upsilon\theta} \quad \text{ή} \quad \rho_{\theta\alpha\lambda} \cdot g \cdot \frac{4}{5}V = \rho_{οιν} \cdot g \cdot V'_{\beta\upsilon\theta} \quad \text{ή}$$

$$\frac{4}{3}\rho_{οιν} \cdot \frac{4}{5}V = \rho_{οιν} \cdot V'_{\beta\upsilon\theta} \quad \text{ή} \quad V'_{\beta\upsilon\theta} = \frac{16}{15}V.$$

Ο όγκος του βυθισμένου σώματος είναι μεγαλύτερος από τον συνολικό όγκο!

Επειδή $V'_{\beta\upsilon\theta} > V$, δεν γίνεται να επιπλέει και βυθίζεται στο οινόπνευμα.

4.6 Πλεύση

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1 α επιπλέει, βυθίζεται.
β βυθίζεται, επιπλέει.
γ αυξηθεί.
δ αυξάνει.
ε ελαττώνεται.

2 β $\rho_2 > \rho_1$ και $\rho_2 = \rho_v$

- 3 γ να αυξήσεις τον όγκο σου.

- 4 β Η άνωση που δέχεται το Α είναι μικρότερη από αυτή που δέχεται το Β.

Πράγματι ο βυθισμένος όγκος του σώματος Α είναι μικρότερος από τον βυθισμένο όγκο του σώματος Β. Η άνωση δίνεται από τη σχέση $A = \rho_v \cdot g \cdot V_{\beta\upsilon\theta}$ και είναι ανάλογη του βυθισμένου όγκου του σώματος. Συνεπώς, σε όποιο σώμα είναι πιο βυθισμένο ασκείται μεγαλύτερη άνωση.

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1 **Βήμα 1** Για να επιπλέει το παγόβουνο πρέπει να ισχύει η συνθήκη πλεύσης:

$$A' = w \quad \text{ή} \quad \rho_{\text{παγ}} \cdot g \cdot V = \rho_{\text{θαλ}} \cdot g \cdot V_{\beta\upsilon\theta} \quad \text{ή} \quad V_{\beta\upsilon\theta} = \frac{\rho_{\text{παγ}}}{\rho_{\text{θαλ}}} \cdot V \quad \text{ή}$$

$$V_{\beta\upsilon\theta} = \frac{900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{1030 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \cdot V \quad \text{ή} \quad V_{\beta\upsilon\theta} = 0,87 \cdot V \quad \text{ή} \quad V_{\beta\upsilon\theta} = 87\% \cdot V$$

- 2 α **Βήμα 1ο** Επειδή η πυκνότητα του σώματος είναι μικρότερη από την πυκνότητα του νερού

$$\rho = 600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} < 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \rho_v, \text{ το σώμα θα επιπλέει.}$$

- β **Βήμα 2ο** Ο όγκος του σώματος υπολογίζεται από την πυκνότητά του:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{ή} \quad V = \frac{m}{\rho} \quad \text{ή} \quad V = \frac{4 \text{ kg}}{600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \quad \text{ή} \quad V = \frac{1}{150} \text{ m}^3$$

- Βήμα 3ο** Για να επιπλέει το ξύλινο σώμα πρέπει:

$$w = A \quad \text{ή} \quad m \cdot g = A \quad \text{ή} \quad \rho \cdot V \cdot g = A \quad \text{ή} \quad \rho \cdot V \cdot g = \rho_v \cdot g \cdot V_{\beta\upsilon\theta} \quad \text{ή} \quad \rho \cdot V = \rho_v \cdot V_{\beta\upsilon\theta} \quad \text{ή} \quad V_{\beta\upsilon\theta} = \frac{\rho \cdot V}{\rho_v}$$

$$\text{ή} \quad V_{\beta\upsilon\theta} = \frac{600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot V}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \quad \text{ή} \quad V_{\beta\upsilon\theta} = 0,6 \cdot V \quad \text{ή} \quad V_{\beta\upsilon\theta} = 0,004 \text{ m}^3.$$

3 α Βήμα 1ο Τα βάρη των δύο σωμάτων είναι:

$$(A): w_A = m_A \cdot g \quad \text{ή} \quad w_A = \rho_A \cdot V_A \cdot g \quad \text{ή} \quad w_A = 990 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,5 \text{m}^3 \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad \text{ή} \quad w_A = 4950 \text{ N}$$

$$(B): w_B = m_B \cdot g \quad \text{ή} \quad w_B = \rho_B \cdot V_B \cdot g \quad \text{ή} \quad w_B = 1010 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,5 \text{m}^3 \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad \text{ή} \quad w_B = 5050 \text{ N}$$

β Βήμα 2ο Αν είναι εξ ολοκλήρου βυθισμένα στο νερό τότε $V_{\beta\nu\theta} = V$.

$$(A): A_A = \rho_v \cdot g \cdot V_{\beta\nu\theta} \quad \text{ή} \quad A_A = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,5 \text{m}^3 \quad \text{ή} \quad A_A = 5000 \text{ N}.$$

$$(B): A_B = \rho_v \cdot g \cdot V_{\beta\nu\theta} \quad \text{ή} \quad A_B = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,5 \text{m}^3 \quad \text{ή} \quad A_B = 5000 \text{ N}.$$

γ Βήμα 3ο Επειδή $A_A = 5000 \text{ N} > 4950 \text{ N} = w_A$ το σώμα Α επιπλέει.

Επειδή $A_B = 5000 \text{ N} < 5050 \text{ N} = w_B$ το σώμα Β βυθίζεται.

δ Βήμα 4ο Για ένα συμπαγές σώμα, αν η πυκνότητά του είναι μικρότερη της πυκνότητας του υγρού τότε το σώμα επιπλέει.

Για το σώμα Α είναι $\rho_A = 990 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} < \rho_v = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, άρα επιπλέει.

Για το σώμα Β είναι $\rho_B = 1010 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} > \rho_v = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, άρα δεν επιπλέει.

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

1 β Αν θέλεις να επιπλέεις πιο εύκολα στο νερό, πρέπει να αυξήσεις τον όγκο σου ή να μειώσεις τη μάζα σου.

2 β αυξάνοντας τον όγκο του, μειώνεται η πυκνότητά τους και αναδύονται.

3 β $\rho_{\text{σολι}} > \rho_{\text{υγρ}}$

4 γ ίδια και στα δύο σώματα.

5 β στο σίδερο.

6 Όταν το σωσίβιο φουσκώνει, αυξάνει ο όγκος του και κατά συνέπεια ο συνολικός όγκος του καταδύτη. Συνεπώς δέχεται μεγαλύτερη άνωση, οπότε ανέρχεται, γιατί $A = \rho_v \cdot g \cdot V_{\beta\nu\theta}$. όταν αφαιρείται αέρας από το σωσίβιο και αυτό ξεφουσκώνει, μειώνεται όγκος του. Συνεπώς δέχεται μικρότερη άνωση, οπότε κατέρχεται.

7 Καθώς είσαι κάτω από το νερό και φυσάς δυνατά για να βγάλεις όλον τον αέρα, μειώνεται ο όγκος του σώματός σου και συνεπώς η άνωση που δέχεσαι από το νερό.

- 8 Οι κροκόδειλοι καταπίνουν πέτρες ώστε να αυξήσουν το βάρος τους και να θηρεύουν πιο βαθιά στα ποτάμια. Για τον ίδιο λόγο οι καταδύτες φέρουν ζώνες με βαρίδια.

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

- 1 **Βήμα 1ο** Αφού ο κολυμβητής και το στρώμα μόλις επιπλέουν $V_{\beta\upsilon\theta} = V$, ισχύει η συνθήκη πλεύσης:

$$w = A \quad \text{ή} \quad m_{ολ} \cdot g = \rho_v \cdot g \cdot V_{\beta\upsilon\theta} \quad \text{ή} \quad m_{ολ} = \rho_v \cdot V \quad \text{ή} \\ m_{ολ} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,08 \text{m}^3 \quad \text{ή} \quad m_{ολ} = 80 \text{ kg}$$

- Βήμα 2ο** Συνεπώς η μάζα του κολυμβητή είναι:

$$m_{ολ} = m_{\kappa} + m_{σ\tau\rho} \quad \text{ή} \quad 80 \text{ kg} = m_{\kappa} + 1 \text{ kg} \quad \text{ή} \quad m_{\kappa} = 79 \text{ kg}$$

- 2 **Βήμα 1ο** Η κολυμβήτρια επιπλέει στη Νεκρά Θάλασσα με το $\frac{3}{20}$ του όγκου της να είναι έξω από το νερό

$$\text{δηλαδή: } V_{\beta\upsilon\theta} = V - \frac{3}{20}V = \frac{17}{20}V$$

- Βήμα 2ο** Αφού η κολυμβήτρια επιπλέουν, ισχύει η συνθήκη πλεύσης:

$$w = A \quad \text{ή} \quad m \cdot g = \rho_{\theta\alpha\lambda} \cdot g \cdot V_{\beta\upsilon\theta} \quad \text{ή} \quad \rho_{αν\theta} \cdot V = \rho_{\theta\alpha\lambda} \cdot \frac{17}{20}V \quad \text{ή} \quad \rho_{αν\theta} = \rho_{\theta\alpha\lambda} \cdot \frac{17}{20} \quad \text{ή} \quad \rho_{\theta\alpha\lambda} = \rho_{αν\theta} \frac{20}{17} \quad \text{ή} \\ \rho_{\theta\alpha\lambda} = 980 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{20}{17} \quad \text{ή} \quad \rho_{\theta\alpha\lambda} = 1152,9 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

4.1 Πίεση στα στερεά

- 1 Απαγορεύονται τα ψηλοτάκουνα παπούτσια για να μην προκληθούν φθορές από τη μεγάλη πίεση που αναπτύσσεται λόγω της μικρής επιφάνειας επαφής των τακουνιών.
- 2 Όταν το φορτίο των φορτηγών αυτοκινήτων είναι μεγάλο, τότε χρειάζεται μεγαλύτερη επιφάνεια επαφής για καλύτερη κατανομή του βάρους, ώστε να έχουμε μικρότερη πίεση στο οδόστρωμα.

4.2 Υδροστατική πίεση

- 3 Η σωστή απάντηση είναι η γ.
Η υδροστατική πίεση στον δύτε 1 είναι: $p_1 = \rho_{\gamma\lambda} \cdot g \cdot h$
Η υδροστατική πίεση στον δύτε 2 είναι: $p_2 = \rho_{\gamma\lambda} \cdot g \cdot h$
Άρα $p_1 = p_2$.
- 4 Η σωστή απάντηση είναι η β.
Η υδροστατική πίεση στον δύτε 1 είναι: $p_1 = \rho_{\theta\alpha\lambda} \cdot g \cdot h$
Η υδροστατική πίεση στον δύτε 2 είναι: $p_2 = \rho_{\gamma\lambda} \cdot g \cdot h$
Όμως $\rho_{\theta\alpha\lambda} > \rho_{\gamma\lambda}$, άρα $p_1 > p_2$.

4.3 Ατμοσφαιρική πίεση

- 5 Παρατηρείς ότι η χαρτονένια συσκευασία συμπιέζεται. Καθώς ρουφάς τον χυμό με το καλαμάκι, μειώνεται η πίεση του αέρα στο εσωτερικό της συσκευασίας, με συνέπεια, εξαιτίας της διαφοράς πίεσης ανάμεσα στα τοιχώματα του κουτιού, να ασκείται πιεστική δύναμη που το συμπιέζει.
- 6 Πρέπει η πιεστική δύναμη της ατμόσφαιρας στη βεντούζα να είναι ίση με το βάρος του ανθρώπου: $F_K = w = m \cdot g$
Από τον ορισμό της πίεσης έχεις:

$$p_{\alpha\tau\mu} = \frac{F_K}{A} \quad \text{ή} \quad A = \frac{F_K}{p_{\alpha\tau\mu}} = \frac{mg}{p_{\alpha\tau\mu}} \quad \text{ή} \quad A = \frac{80 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{100\,000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}} \quad \text{ή} \quad A = \frac{80}{10\,000} \text{ m}^2 = 80 \text{ cm}^2$$

4.4 Μετάδοση των πιέσεων στα ρευστά - Αρχή του Pascal

- 7 α Αναγνωρίζεις τα δεδομένα και μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο SI, που είναι:

$$A_1 = 5 \text{ cm}^2 = 5 \frac{1}{10000} \text{ m}^2$$

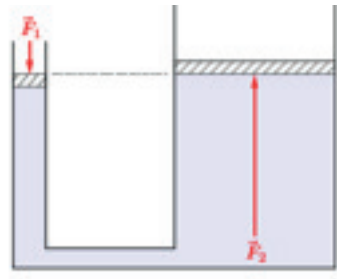
Η πίεση στο μικρό έμβολο που ασκεί η δύναμη F_1 είναι:

$$p_1 = \frac{F_1}{A_1} \quad \text{ή} \quad p_1 = \frac{200 \text{ N}}{5 \frac{1}{10000} \text{ m}^2} \quad \text{ή} \quad p_1 = 400000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

- β Λόγω της αρχής του Pascal ισχύει: $p_2 = p_1 = 400000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$

- γ Λόγω της αρχής του Pascal ισχύει:

$$p_2 = p_1 \quad \text{ή} \quad \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad \text{ή} \quad F_2 = F_1 \frac{A_2}{A_1} \quad \text{ή} \quad F_2 = 200 \text{ N} \frac{50 \text{ cm}^2}{5 \text{ cm}^2} \quad \text{ή} \quad F_2 = 2000 \text{ N}$$



4.5 Άνωση - Αρχή του Αρχιμήδη

- 8 Σωστή είναι η απάντηση (γ). Για σώματα ίσου όγκου που είναι βυθισμένα εξ ολοκλήρου σε υγρά έχουν ίσες ανώσεις: $A = \rho_v \cdot g \cdot V$.

- 9 Σωστή είναι η απάντηση (α). Η ένδειξη του δυναμόμετρου στο νερό είναι η συνισταμένη του βάρους και της άνωσης: $\Sigma F = w - A \quad \text{ή} \quad \Sigma F = mg - \rho_v \cdot g \cdot V \quad \text{ή} \quad \Sigma F = \rho_{\text{σολμ}} \cdot V \cdot g - \rho_v \cdot g \cdot V$.

Επειδή $\rho_{\text{σιδ}} > \rho_{\text{αλουμ}}$ θα είναι $\rho_{\text{σιδ}} \cdot V \cdot g - \rho_v \cdot g \cdot V > \rho_{\text{αλουμ}} \cdot V \cdot g - \rho_v \cdot g \cdot V \quad \text{ή} \quad \Sigma F_{\text{σιδ}} > \Sigma F_{\text{αλουμ}}$

4.6 Πλεύση

- 10 Επειδή το βάρος του κυλίνδρου είναι ίσο με την άνωση, και το βάρος του είναι σταθερό, η άνωση είναι ίδια και στα τρία υγρά. Η σωστή απάντηση είναι η (δ).

5 ΕΝΕΡΓΕΙΑ

5.1 Έργο και ενέργεια

ΑΠΟ ΤΗ ΒΙΩΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ

1 Τι παρατηρείς;

Παρατηρώ ότι το γινόμενο δύναμη επί μετατόπιση παραμένει πάντα σταθερό.

2 Τι παρατηρείς κάθε φορά για το γινόμενο της δύναμης επί τη μετατόπιση;

Επαναλαμβάνοντας τους πειραματισμούς μου με διαφορετικές ποσότητες νερού στο κουτάκι, παρατηρώ ότι αλλάζει η τιμή του γινομένου δύναμη επί μετατόπιση για κάθε νέο πειραματισμό. Όμως για τους πειραματισμούς με ίδια ποσότητα νερού στο κουτάκι, το γινόμενο δύναμη επί μετατόπιση παραμένει σταθερό.

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1** α κάθετη
β αριθμητικά, ίση
γ μεταφέρεται, μετατρέπεται
δ αντίθετη

- 2** β του μέτρου της δύναμης επί του μέτρου της μετατόπισης του σώματος.

- 3** β διπλασιάζεται.

- 4** α (Σ), β (Λ), γ (Λ), δ (Σ), ε (Λ)

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1** **Βήμα 1ο** Μετατρέπουμε όλες τις μονάδες στο σύστημα SI.

α Βήμα 2ο Σχεδιάζουμε τις δυνάμεις που ασκούνται στο κιβώτιο:

- την οριζόντια σταθερή δύναμη F που έχει την ίδια φορά με τη μετατόπιση Δx του σημείου εφαρμογής της δύναμης.
- την τριβή T που έχει αντίθετη φορά με τη μετατόπιση Δx του σημείου εφαρμογής της δύναμης.
- το βάρος W και την κάθετη αντίδραση F_N που έχουν φορά κάθετη στη μετατόπιση Δx του σημείου εφαρμογής της δύναμης.

Βήμα 3ο Επειδή το κιβώτιο κινείται πάνω σε οριζόντιο δάπεδο με σταθερή ταχύτητα, ισχύει για τον άξονα xx' :

$$\Delta F_x = 0 \quad \text{ή} \quad F - T = 0 \quad \text{ή} \quad T = F = 200 \text{ N}$$

Ακόμη ισχύει για τον άξονα yy' : $\Delta F_y = 0$ ή $F_N - w = 0$ ή $F_N = w = 600 \text{ N}$

β Βήμα 4ο Υπολογίζεις το έργο της δύναμης F που είναι θετικό γιατί η δύναμη έχει την ίδια κατεύθυνση με τη μετατόπιση Δx :

$$W_F = F \cdot \Delta x \quad \text{ή} \quad W_F = 200 \text{ N} \cdot 12 \text{ m} \quad \text{ή} \quad W_F = 2400 \text{ J}$$

Βήμα 5ο Υπολογίζεις το έργο της δύναμης T που είναι αρνητικό γιατί η δύναμη έχει αντίθετη φορά με τη μετατόπιση Δx :

$$W_T = -T \cdot \Delta x \quad \text{ή} \quad W_T = -200 \text{ N} \cdot 12 \text{ m} \quad \text{ή} \quad W_T = -2400 \text{ J}$$

Βήμα 6ο Υπολογίζεις το έργο του βάρους w και της κάθετης αντίδρασης F_N . Οι δυνάμεις έχουν διεύθυνση κάθετη στη μετατόπιση Δx . Συνεπώς το έργο τους είναι μηδενικό.

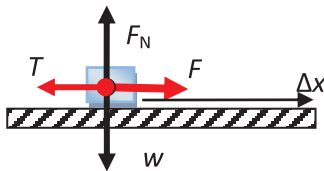
$$W_w = 0 \quad \text{και} \quad W_{F_N} = 0$$

2

Βήμα 1ο Μετατρέπουμε όλες τις μονάδες στο σύστημα SI.

α Βήμα 2ο Σχεδιάζουμε τις δυνάμεις που ασκούνται στο κιβώτιο:

- την οριζόντια σταθερή δύναμη F που έχει την ίδια φορά με τη μετατόπιση Δx του σημείου εφαρμογής της δύναμης.
- την τριβή T που έχει αντίθετη φορά με τη μετατόπιση Δx του σημείου εφαρμογής της δύναμης.
- το βάρος w και την κάθετη αντίδραση F_N που έχουν φορά κάθετη με τη μετατόπιση Δx του σημείου εφαρμογής της δύναμης.



Βήμα 3ο Υπολογίζεις το έργο της δύναμης F που είναι θετικό γιατί η δύναμη έχει την ίδια κατεύθυνση με τη μετατόπιση Δx :

$$W_F = F \cdot \Delta x \quad \text{ή} \quad W_F = 12 \text{ N} \cdot 2 \text{ m} \quad \text{ή} \quad W_F = 24 \text{ J}$$

β Βήμα 4ο Υπολογίζεις το έργο της δύναμης T που είναι αρνητικό γιατί η δύναμη έχει αντίθετη φορά με τη μετατόπιση Δx :

$$W_T = -T \cdot \Delta x \quad \text{ή} \quad W_T = -2 \text{ N} \cdot 2 \text{ m} \quad \text{ή} \quad W_T = -4 \text{ J}$$

γ Βήμα 5ο Υπολογίζεις το έργο του βάρους w και της κάθετης αντίδρασης F_N . Οι δυνάμεις έχουν διεύθυνση κάθετη στη μετατόπιση Δx . Συνεπώς το έργο τους είναι μηδενικό.

$$W_w = 0 \quad \text{και} \quad W_{F_N} = 0$$

Βήμα 6ο Το ολικό έργο στον κουβά είναι:

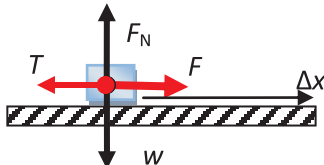
$$W_{ολ} = W_F + W_T + W_w + W_{F_N} \quad \text{ή} \quad W_{ολ} = 24 \text{ J} - 4 \text{ J} + 0 + 0 \quad \text{ή} \quad W_{ολ} = 20 \text{ J}$$

δ Βήμα 7ο Το έργο του βάρους, αν σηκώσεις κατακόρυφα τον κουβά κατά $h = 1 \text{ m}$, είναι αρνητικό γιατί η δύναμη του βάρους έχει αντίθετη φορά με τη μετατόπιση h :

$$W_w = -w \cdot h \quad \text{ή} \quad W_w = -m \cdot g \cdot h \quad \text{ή} \quad W_w = -2 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 1 \text{ m} \quad \text{ή} \quad W_w = -20 \text{ J}$$

3

Βήμα 1ο Μετατρέπουμε όλες τις μονάδες στο σύστημα SI.



α Βήμα 2ο Σχεδιάζουμε τις δυνάμεις που ασκούνται στο κιβώτιο:

- την οριζόντια σταθερή δύναμη F που έχει την ίδια φορά με τη μετατόπιση Δx του σημείου εφαρμογής της δύναμης.
- την τριβή T που έχει αντίθετη φορά με τη μετατόπιση Δx του σημείου εφαρμογής της δύναμης.
- το βάρος w και την κάθετη αντίδραση F_N που έχουν φορά κάθετη στη μετατόπιση Δx του σημείου εφαρμογής της δύναμης.

Βήμα 3ο Το έργο της δύναμης F είναι θετικό γιατί η δύναμη έχει την ίδια κατεύθυνση με τη μετατόπιση Δx :

$$W_F = F \cdot \Delta x \quad \text{ή} \quad F = \frac{W_F}{\Delta x} \quad \text{ή} \quad F = \frac{100 \text{ J}}{2 \text{ m}} \quad \text{ή} \quad F = 50 \text{ N}$$

β Βήμα 4ο Επειδή το κιβώτιο κινείται πάνω σε οριζόντιο δάπεδο με σταθερή ταχύτητα, ισχύει για τον άξονα xx' :

$$\Delta F_x = 0 \quad \text{ή} \quad F - T = 0 \quad \text{ή} \quad T = F \quad \text{ή} \quad T = 50 \text{ N}$$

4

Βήμα 1ο Μετατρέπουμε όλες τις μονάδες στο σύστημα SI.

α Βήμα 2ο Το βάρος της τσάντας έχει διεύθυνση κάθετη στη μετατόπιση Δx . Συνεπώς το έργο του είναι μηδενικό, για τη μετατόπιση της τσάντας από το γραφείο των καθηγητών στην αίθουσα διδασκαλίας:

$$W_w = 0$$

β Βήμα 3ο Αν αρχικά η τσάντα ήταν στο έδαφος και η καθηγήτρια τη σήκωσε σε ύψος $h = 60 \text{ cm} = 0,6 \text{ m}$, το έργο του βάρους της τσάντας είναι αρνητικό, γιατί η δύναμη του βάρους έχει αντίθετη φορά με τη μετατόπιση h :

$$W_w = -w \cdot h \quad \text{ή} \quad W_w = -m \cdot g \cdot h \quad \text{ή} \quad W_w = -1,5 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 0,6 \text{ m} \quad \text{ή} \quad W_w = -9 \text{ J}.$$

Αφου σηκώνει την τσάντα, για την υπολοιπη διαδρομή, το έργο του βάρους της τσάντας είναι μηδενικό. Άρα, συνολικά το έργο του βάρους είναι $W_w = 0$.

γ Βήμα 4ο Αν η καθηγήτρια αποφασίσει να σύρει την τσάντα στο έδαφος με σταθερή ταχύτητα, τότε, επειδή το κιβώτιο κινείται πάνω σε οριζόντιο δάπεδο με σταθερή ταχύτητα, ισχύει για τον άξονα xx' :

$$\Delta F_x = 0 \quad \text{ή} \quad F - T = 0 \quad \text{ή} \quad F = T = 1,2 \text{ N}$$

Η ενέργεια που κατανάλωσε η καθηγήτρια είναι ίση με το έργο της δύναμης F :

$$W_F = F \cdot s \quad \text{ή} \quad W_F = 1,2 \text{ N} \cdot 10 \text{ m} \quad \text{ή} \quad W_F = 12 \text{ J}$$

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

- 1 α διαδρομή, υψομετρική
β την ίδια φορά
γ δύναμη, δρόμο
δ μηδέν

- 2 α (Λ), β (Σ), γ (Σ), δ (Σ), ε (Λ)

3

Φυσικά μεγέθη	Μονόμετρο ή διανυσματικό	Μονάδα στο SI	Σύμβολο
Δύναμη	Διανυσματικό	1 N	$\vec{F}$
Μάζα	Μονόμετρο	1 kg	m
Ταχύτητα	Διανυσματικό	$1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	$\vec{v}$
Μετατόπιση	Διανυσματικό	1 m	$\Delta\vec{x}$
Έργο	Μονόμετρο	1 J	W

- 4 α αρνητικό

- 5 γ το χρονικό διάστημα που η δύναμη ασκείται στο σώμα.

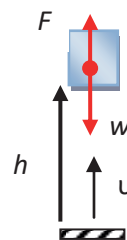
Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

- 1 **Βήμα 1ο** Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο σύστημα SI.

Βήμα 2ο Το κιβώτιο κινείται κατακόρυφα προς τα πάνω με σταθερή ταχύτητα, ισχύει για τον άξονα yy' :

$$\Delta F_y = 0 \quad \text{ή} \quad F - w = 0 \quad \text{ή}$$

$$F = w = m \cdot g = 20 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad \text{ή} \quad F = 200 \text{ N}$$



Βήμα 3ο Το έργο που δαπανά ο εργάτης είναι ίσο με το έργο της δύναμης F που είναι θετικό γιατί η δύναμη έχει την ίδια κατεύθυνση με τη μετατόπιση h :

$$W_F = F \cdot h \quad \text{ή} \quad W_F = 200 \text{ N} \cdot 6 \text{ m} \quad \text{ή} \quad W_F = 1200 \text{ J}$$

- 2 α **Βήμα 1ο** Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο σύστημα SI.

Η μπάλα έχει μάζα $m = 500 \text{ g} = 0,5 \text{ kg}$.

Βήμα 2ο Τα διανύσματα του βάρους και της μετατόπισης h , έχουν την ίδια κατεύθυνση, καθώς η μπάλα πέφτει.

Το έργο του βάρους είναι θετικό:

$$W_w = w \cdot h \quad \text{ή} \quad W_w = m \cdot g \cdot h \quad \text{ή} \\ W_w = 0,5 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 12 \text{ m} \quad \text{ή} \quad W_w = 60 \text{ J}.$$

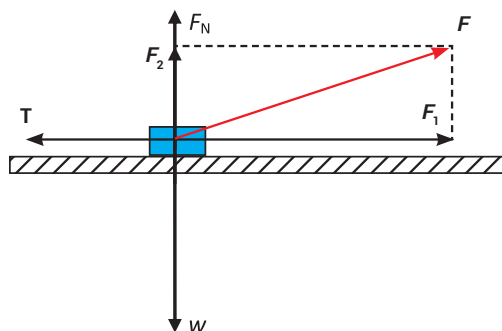
β Βήμα 3ο Το έργο του βάρους είναι θετικό για μετατόπιση $(h - h_1)$ κατά την κάθοδο:

$$W_w = w \cdot (h - h_1) \quad \text{ή} \quad W_w = m \cdot g \cdot (h - h_1) \quad \text{ή} \quad W_w = 0,5 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (12 \text{ m} - 7 \text{ m}) \quad \text{ή} \quad W_w = 25 \text{ J}$$

3

Βήμα 1ο Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο σύστημα SI.

Βήμα 2ο Σχεδιάζεις τις δυνάμεις που ασκούνται στη βαλίτσα. Αναλύουμε τη δύναμη F σε δύο κάθετες, την F_2 που είναι κάθετη στη μετατόπιση Δx και δεν παράγει έργο, και την F_1 που έχει την ίδια κατεύθυνση με τη μετατόπιση Δx και παράγει θετικό έργο.



Βήμα 3ο Η βαλίτσα κινείται πάνω σε οριζόντιο δάπεδο με σταθερή ταχύτητα, ισχύει για τον άξονα xx' :

$$\Delta F_x = 0 \quad \text{ή} \quad F_1 - T = 0 \quad \text{ή} \quad F_1 = T = 25 \text{ N}$$

Βήμα 4ο Το έργο της δύναμης F είναι:

$$W_F = F_1 \cdot s \quad \text{ή} \quad W_F = 25 \text{ N} \cdot 20 \text{ m} \quad \text{ή} \quad W_F = 500 \text{ J}$$

4

Όταν ασκείς δύναμη σε έναν τοίχο που δεν μετακινείται, δεν παράγεις έργο πάνω στον τοίχο, αλλά παράγεις έργο μέσα στους ίδιους τους μυς σου και, συνεπώς, κουράζεσαι. Ένας συνεσταλμένος μυς δεν βρίσκεται ποτέ σε ηρεμία αλλά συνεχώς πάλλεται, καθώς συστέλλεται και διαστέλλεται. Αυτό σημαίνει ότι έργο παράγεται στο εσωτερικό των μυών και πάει χαμένο προκαλώντας κόπωση, ενώ έργο δεν παράγεται ούτε στα οστά ούτε εξωτερικά στον τοίχο. Εν γένει, αυτό το έργο μετατρέπεται τελικά σε δυναμική ενέργεια παραμόρφωσης των ελαστικών τμημάτων του σώματός μας, καθώς και σε θερμότητα.

5

Βήμα 1ο Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο σύστημα SI.

Βήμα 2ο Ο χορευτής σηκώνει, με σταθερή ταχύτητα, την ντάμα του, μάζας $m = 50 \text{ kg}$, σε ύψος $h = 80 \text{ cm} = 0,8 \text{ m}$ από το έδαφος, οκτώ φορές, ασκώντας δύναμη F .

Βήμα 3ο Η χορεύτρια κινείται κατακόρυφα προς τα πάνω με σταθερή ταχύτητα, ισχύει για τον άξονα yy' :

$$\Delta F_y = 0 \quad \text{ή} \quad F - w = 0 \quad \text{ή} \quad F = w = m \cdot g = 50 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad \text{ή} \quad F = 500 \text{ N}$$

Βήμα 4ο Το έργο που δαπανά ο χορευτής, είναι ίσο με το έργο της δύναμης F , επί οκτώ, που είναι θετικό, γιατί η δύναμη έχει την ίδια κατεύθυνση με τη μετατόπιση h :

$$W_F = 8 \cdot F \cdot h \quad \text{ή} \quad W_F = 8 \cdot 500 \text{ N} \cdot 0,8 \text{ m} \quad \text{ή} \quad W_F = 3200 \text{ J}.$$

6 Οι φοιτητές Φυσικής δεν μετατόπισαν το σημείο εφαρμογής των δυνάμεων που άσκησαν στο αυτοκίνητο, με συνέπεια να μην παράγουν έργο.

7 α Βήμα 1ο Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο σύστημα SI.

Βήμα 2ο Η τσάντα βάρους w κινείται κατακόρυφα προς τα πάνω, για ύψος h . Η κατεύθυνση του βάρους και της μετατόπισης h έχουν την αντίθετη φορά. Το έργο του βάρους είναι αρνητικό:

$$W_w = -w \cdot h \quad \text{ή} \quad W_w = -30 \text{ N} \cdot 6 \text{ m} \quad \text{ή} \quad W_w = -180 \text{ J}$$

β Βήμα 3ο Στον οριζόντιο διάδρομο το βάρος της τσάντας είναι κάθετο στη μετατόπιση, με συνέπεια το έργο του βάρους να είναι μηδέν.

γ Βήμα 4ο Η χημική σου ενέργεια μειώθηκε για να ανεβάσεις την τσάντα από την είσοδο μέχρι το διαμέρισμα όσο είναι το έργο του βάρους της:

$$\Delta E_{\text{χημ}} = W_w = -180 \text{ J}$$

5.2 Δυναμική και κινητική ενέργεια

ΑΠΟ ΤΗ ΒΙΩΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ

Δραστηριότητα Α

- 1 μπάσκετ, μπάσκετ, μάζα
Συμπέρασμα 1ο: μεγαλύτερη

- 2 μεγαλύτερη, μεγαλύτερη
Συμπέρασμα 2ο: αυξάνεται

Δραστηριότητα Β

- 1 έργο
Συμπέρασμα 1ο: έργο

- 2 βυθίζεται

- 3 περισσότερο
Συμπέρασμα 2ο: αυξάνεται

- 4 λιγότερο
Συμπέρασμα 3ο: μειώνεται

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1 α κινητική
β μονόμετρο, μάζα, ταχύτητά
γ αυξάνεται
δ μικρότερη
- 2 α (Σ), β (Σ), γ (Λ), δ (Σ), ε (Λ), στ (Λ)

- 3 α το σώμα Α.

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1 α **Βήμα 1ο** Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο σύστημα SI.
Βήμα 2ο Η κινητική ενέργεια του σώματος που έχει ταχύτητα $v_1 = 4 \text{ m/s}$ είναι:

$$E_{K,1} = \frac{1}{2} m \cdot v_1^2 \quad \text{ή} \quad E_{K,1} = \frac{1}{2} \cdot 20 \text{ kg} \cdot \left(4 \text{ m/s}\right)^2 \quad \text{ή} \quad E_{K,1} = 160 \text{ J}$$

β Βήμα 3ο Αν τετραπλασιαστεί η κινητική του ενέργεια, τότε:

$$E_{K,2} = 4 \cdot E_{K,1} \quad \text{ή} \quad \frac{1}{2} m \cdot v_2^2 = 4 \cdot \frac{1}{2} m \cdot v_1^2 \quad \text{ή} \quad v_2^2 = 4 \cdot v_1^2 \quad \text{ή} \\ \sqrt{v_2^2} = \sqrt{4 \cdot v_1^2} \quad \text{ή} \quad v_2 = 2 \cdot v_1 \quad \text{ή} \quad v_2 = 2 \cdot 4 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

2 α Βήμα 1ο Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο σύστημα SI.

Βήμα 2ο Το έργο του βάρους του ανθρώπου που ανεβαίνει τις σκάλες είναι αρνητικό, γιατί η δύναμη του βάρους έχει αντίθετη κατεύθυνση με τη μετατόπιση h :

$$W_w = -w \cdot h \quad \text{ή} \quad W_w = -m \cdot g \cdot h \quad \text{ή}$$

$$W_w = -80 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 380 \text{ m} \quad \text{ή} \quad W_w = -304\,000 \text{ J}$$

β Βήμα 3ο Η δυναμική βαρυτική ενέργεια του ανθρώπου, αν θεωρήσεις ότι στο επίπεδο του εδάφους είναι μηδενική, είναι:

$$U = m \cdot g \cdot h \quad \text{ή} \quad U = 80 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 380 \text{ m} \quad \text{ή} \quad U = 304\,000 \text{ J}.$$

3 α Βήμα 1ο Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο σύστημα SI. $v = 648 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 648 \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} \quad \text{ή} \quad v = 180 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Βήμα 2ο Η κινητική ενέργεια του αεροπλάνου που έχει ταχύτητα $v = 180 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ είναι:

$$E_K = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \quad \text{ή} \quad E_K = \frac{1}{2} \cdot 200\,000 \text{ kg} \cdot \left(180 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 \quad \text{ή} \quad E_K = 3\,240\,000\,000 \text{ J}$$

β Βήμα 3ο Η δυναμική του ενέργεια ως προς το επίπεδο της θάλασσας είναι:

$$U = m \cdot g \cdot h \quad \text{ή} \quad U = 200\,000 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 10\,000 \text{ m} \quad \text{ή} \quad U = 20\,000\,000\,000 \text{ J}$$

4 α Βήμα 1ο Μετατρέπουμε όλες τις μονάδες στο σύστημα SI.

$$v = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 72 \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} \quad \text{ή} \quad v = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$m = 500 \text{ g} = 0,5 \text{ kg}$$

Βήμα 2ο Η αρχική κινητική ενέργεια της μπάλας είναι:

$$E_K = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \quad \text{ή} \quad E_K = \frac{1}{2} \cdot 0,5 \text{ kg} \cdot \left(20 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 \quad \text{ή} \quad E_K = 100 \text{ J}$$

β Βήμα 3ο Το έργο που πρέπει να καταναλώσει για να δώσει στην μπάλα αυτή την ταχύτητα είναι ίσο με την κινητική ενέργεια που απέκτησε αρχικά η μπάλα:

$$W_F = E_K = 100 \text{ J}$$

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

- 1 α μεγαλύτερη
β δυναμική, κινητική.
γ επίπεδο
δ μάζα, ύψος
- 2 α (Λ), β (Σ), γ (Λ), δ (Λ), ε (Σ), στ (Σ)
- 3 δ 4 K
- 4 β τριπλάσια της αρχικής.
- 5 β που καταναλώνει ένας άνθρωπος για να μεταφέρει ένα μήλο από το ένα ράφι του ψυγείου στο άλλο.
- 6 γ η δυναμική της ενέργεια θα μειωθεί.

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

- 1 α **Βήμα 1ο** Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο σύστημα SI.

Βήμα 2ο Η δυναμική βαρυτική ενέργεια των βαρών, αν θεωρήσεις ότι στο επίπεδο του εδάφους είναι μηδενική, είναι:

$$U = m \cdot g \cdot h \quad \text{ή} \quad U = 258 \, \text{kg} \cdot 10 \, \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 2,2 \, \text{m} \quad \text{ή} \quad U = 5676 \, \text{J}$$

- β **Βήμα 3ο** Το έργο του βάρους που παράγεται όταν κρατάει ακίνητη την μπάρα πάνω από το κεφάλι του είναι μηδέν, γιατί δεν μετατοπίζει το σημείο εφαρμογής της δύναμης.

- γ **Βήμα 4ο** Το έργο των βαρών όταν ανυψώνει την μπάρα είναι αρνητικό, γιατί η δύναμη του βάρους έχει αντίθετη κατεύθυνση με τη μετατόπιση h :

$$W = -w \cdot h \quad \text{ή} \quad W_w = -m \cdot g \cdot h \quad \text{ή}$$

$$W_w = -258 \, \text{kg} \cdot 10 \, \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 2,2 \, \text{m} \quad \text{ή} \quad W_w = -5676 \, \text{J}$$

- δ **Βήμα 5ο** Το έργο των βαρών όταν κατεβάζει την μπάρα είναι θετικό, γιατί η δύναμη του βάρους έχει την ίδια κατεύθυνση με τη μετατόπιση h :

$$W_w = w \cdot h \quad \text{ή} \quad W_w = m \cdot g \cdot h \quad \text{ή} \quad W_w = 258 \, \text{kg} \cdot 10 \, \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 2,2 \, \text{m} \quad \text{ή} \quad W_w = 5676 \, \text{J}$$

- 2 α **Βήμα 1ο** Αν εκτιμήσεις τη διάρκεια της μέσης ανθρώπινης ζωής σε 80 χρόνια, τότε σε λεπτά αυτό το χρονικό διάστημα είναι:

$$t = 80 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \, \text{min} \quad \text{ή} \quad t = 42 \, 048 \, 000 \, \text{min}$$

Βήμα 2ο Αν δεχτείς ότι οι παλμοί της καρδιάς είναι 60 ανά λεπτό και η καρδιά δίνει ενέργεια 1 J σε κάθε παλμό, τότε το ολικό έργο που δίνει η καρδιά σε μια ζωή είναι:

$$W_{\text{καρδ}} = 42 \, 048 \, 000 \cdot 60 \, \text{J} \quad \text{ή} \quad W_{\text{καρδ}} = 2 \, 522 \, 880 \, 000 \, \text{J}$$

β Βήμα 3ο Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο σύστημα SI.

Βήμα 4ο Η μάζα του σώματος που πρέπει να ανυψώσεις από το επίπεδο της θάλασσας μέχρι την κορυφή του Ολύμπου, ώστε να προκαλέσεις αύξηση της δυναμικής βαρυτικής ενέργειας του σώματος ίση με το έργο που δίνει η καρδιά σε μια ζωή $U = W_{\text{καρδ}}$ (αν θεωρήσεις ότι στο επίπεδο της θάλασσας η δυναμική βαρυτική ενέργεια είναι μηδενική), μπορεί να υπολογιστεί από τη δυναμική ενέργεια:

$$U = m \cdot g \cdot h \quad \text{ή} \quad m = \frac{U}{g \cdot h} \quad \text{ή} \quad m = \frac{2\,522\,880\,000\,\text{J}}{10\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 2918\,\text{m}} \quad \text{ή} \quad m = 86\,459,2\,\text{kg}.$$

Η καρδιά είναι είναι αξιοθαύμαστο ανθρώπινο όργανο.

3

Βήμα 1ο Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο σύστημα SI.

$$v = 11\,034\,\frac{\text{km}}{\text{h}} = 11\,034\,\frac{1000\,\text{m}}{3600\,\text{s}} \quad \text{ή} \quad v = 3065\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Βήμα 2ο Η κινητική ενέργεια του δορυφόρου είναι:

$$E_K = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \quad \text{ή} \quad E_K = \frac{1}{2} \cdot 5800\,\text{kg} \cdot \left(3065\,\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 \quad \text{ή} \quad E_K = 27\,243\,252\,500\,\text{J}.$$

4

Βήμα 1ο Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο σύστημα S.I.

Βήμα 2ο Θεώρησε ότι στη βάση του λόφου είναι μηδενική η δυναμική βαρυτική ενέργεια της σκιέρ. Η δυναμική ενέργειά της στην κορυφή του λόφου είναι:

$$U = m \cdot g \cdot h \quad \text{ή} \quad U = 60\,\text{kg} \cdot 10\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 220\,\text{m} \quad \text{ή} \quad U = 132\,000\,\text{J}$$

5.3 Η μηχανική ενέργεια και η διατήρησή της

ΑΠΟ ΤΗ ΒΙΩΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ

- 1 Η κίνηση που πραγματοποιεί η σφαίρα είναι μια περιοδική κίνηση, δηλαδή επαναλαμβάνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα. Η κίνηση αυτή ονομάζεται ταλάντωση.
- 2 Υπάρχουν σημεία όπου η ταχύτητα της σφαίρας μηδενίζεται και μεγιστοποιείται. Η ταχύτητά της έχει τη μέγιστη τιμή στο σημείο Α και μηδενίζεται στιγμιαία στα σημεία που απέχουν τη μεγαλύτερη απόσταση από το Α. Τα σημεία αυτά είναι το Β και το συμμετρικό του Β σε σχέση με το Α.
- 3 Η σφαίρα αποκτά τη μέγιστη δυναμική ενέργεια στα σημεία όπου η ταχύτητά της μηδενίζεται στιγμιαία και τη μέγιστη κινητική της ενέργεια στο σημείο όπου η ταχύτητά της μεγιστοποιείται. Σε όλα τα ενδιάμεσα σημεία, η σφαίρα έχει κινητική και δυναμική ενέργεια. Για όλα τα σημεία από τα οποία διέρχεται η σφαίρα το άθροισμα κινητικής και δυναμικής ενέργειας παραμένει σταθερό. Στην πραγματικότητα όσο περνά ο χρόνος το άθροισμα αυτό μειώνεται γιατί ένα μέρος της ενέργειας της σφαίρας μετατρέπεται σε θερμότητα.

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1 α δυναμικής, μηχανική
β δυναμική, κινητική
γ κινητική
δ δυναμική, κινητική
- 2 α (Σ), β (Σ), γ (Λ), δ (Σ)
- 3 δ 500 J

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1 α **Βήμα 1ο** Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο σύστημα SI.
Βήμα 2ο Όταν το σώμα φτάσει στο μέγιστο ύψος, η κινητική του ενέργεια θα είναι μηδέν. Ισχύει το **θεώρημα διατήρησης της μηχανικής** ενέργειας ανάμεσα στη θέση (1) που είναι σε ύψος $h = 0$ και τη θέση (2) στο μέγιστο ύψος:

$$E_{\text{MHX},1} = E_{\text{MHX},2} \quad \text{ή} \quad E_{\text{K},1} + U_1 = E_{\text{K},2} + U_2 \quad \text{ή} \quad 0 + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = m \cdot g \cdot h + 0$$
$$\text{ή} \quad h = \frac{v^2}{2 \cdot g} \quad \text{ή} \quad h = \frac{20^2}{2 \cdot 10} \text{ m} \quad \text{ή} \quad h = 20 \text{ m}$$

- β **Βήμα 3ο** Ισχύει το **θεώρημα διατήρησης της μηχανικής ενέργειας** για το σώμα ανάμεσα στη θέση (2) που είναι στο μέγιστο ύψος h και τη θέση (3) όταν αυτό φτάσει στο έδαφος:

$$E_{\text{MHX},2} = E_{\text{MHX},3} \quad \text{ή} \quad E_{\text{K},2} + U_2 = E_{\text{K},3} + U_3 \quad \text{ή} \quad 0 + m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_3^2 + 0 \quad \text{ή} \quad v_3 = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad \text{ή}$$
$$v_3 = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 20} \quad \text{ή} \quad v_3 = 20 \text{ m/s}$$

2 α Βήμα 1ο Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο σύστημα SI.

Βήμα 2ο Όταν η μπάλα φτάσει στο μέγιστο ύψος h , η κινητική της ενέργεια θα είναι μηδέν. **Ισχύει το θεώρημα διατήρησης της μηχανικής ενέργειας** ανάμεσα στη θέση (1) που είναι σε ύψος $h = 0$ και τη θέση (2) στο μέγιστο ύψος h :

$$E_{\text{MHX},1} = E_{\text{MHX},2} \quad \text{ή} \quad E_{\text{K},1} + U_1 = E_{\text{K},2} + U_2 \quad \text{ή} \quad 0 + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = m \cdot g \cdot h + 0 \quad \text{ή} \quad v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad \text{ή}$$

$$v = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 1,8} \quad \text{ή} \quad v = 6 \text{ m/s}$$

β Βήμα 3ο Η μέγιστη δυναμική ενέργεια της μπάλας είναι:

$$U = m \cdot g \cdot h \quad \text{ή} \quad U = 0,2 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 1,8 \text{ m} \quad \text{ή} \quad U = 3,6 \text{ J}$$

3 Βήμα 1ο Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο σύστημα SI.

$$m = 100 \text{ g} = 0,1 \text{ kg}$$

Βήμα 2ο Η δυναμική ενέργεια που είχε το παραμορφωμένο τόξο μετατράπηκε σε κινητική του βέλους τη στιγμή που έχασε την επαφή με τη χορδή.

$$U_{\text{ελ},\text{τοξ}} = E_{\text{K}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad \text{ή} \quad U_{\text{ελ},\text{τοξ}} = \frac{1}{2} \cdot 0,1 \text{ kg} \cdot (20 \text{ m/s})^2 \quad \text{ή} \quad U_{\text{ελ},\text{τοξ}} = 20 \text{ J}$$

Τη δυναμική ενέργεια που είχε το παραμορφωμένο τόξο την απόκτησε από τον άνθρωπο που τέντωσε τη χορδή, ο οποίος δαπάνησε χημική ενέργεια.

4 Βήμα 1ο Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο σύστημα SI.

Βήμα 2ο • Στη θέση Α επειδή είναι ακίνητο $E_{\text{K},1} = 0$.

Σύμφωνα με το θεώρημα διατήρησης της μηχανικής ενέργειας:

$$E_{\text{MHX},1} = E_{\text{MHX},2} = E_{\text{MHX},2} = 160 \text{ J}.$$

• Στην ενδιάμεση θέση Β:

$$E_{\text{MHX},2} = E_{\text{K},2} + U_2 \quad \text{ή} \quad U_2 = E_{\text{MHX},2} - E_{\text{K},2} \quad \text{ή} \quad U_2 = 160 \text{ J} - 70 \text{ J} = 90 \text{ J}.$$

• Στη θέση Γ στο έδαφος:

$$E_{\text{MHX},3} = E_{\text{K},3} + U_3 \quad \text{ή} \quad E_{\text{K},3} = E_{\text{MHX},3} - U_3 \quad \text{ή} \quad E_{\text{K},3} = 160 \text{ J} - 0 = 160 \text{ J}.$$

ΘΕΣΗ	$U \text{ (J)}$	$E_{\text{K}} \text{ (J)}$	$E_{\text{MHX}} \text{ (J)}$
Α	160	0	160
Β	90	70	160
Γ	0	160	160

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

- 1 α δυναμική
β δυναμική, κινητική
γ κινητική
δ σώμα, μηχανική, σταθερή.
- 2 γ Όταν στέκεσαι στον Παρθενώνα και κοιτάς την Αθήνα, δεν έχεις δυναμική ενέργεια ως προς τον ιερό βράχο.
- 3 α (Σ), β (Λ), γ (Λ), δ (Σ)
- 4 δ 4,5 m
- 5 δ 2 h
- 6 i γ κινητική και δυναμική
ii γ κινητική και δυναμική
iii α μόνο κινητική
- 7 Τα οχήματα έχουν μέγιστη ταχύτητα καθώς και μέγιστη ικανότητα αύξησης της ταχύτητάς τους που εξαρτάται από την ικανότητα του κινητήρα.
Αν οι δρόμοι που ανεβαίνουν στα βουνά ήταν ευθείες, καθώς η κλίση θα αύξανε συνεχώς, θα έπρεπε να αυξάνεται συνεχώς η δύναμη που θα ασκούσε ο κινητήρας του αυτοκινήτου. Αυτό δεν είναι δυνατόν. Με τις συνεχείς στροφές η κινητική ενέργεια του αυτοκινήτου στις ελαφρά ανηφορικές ευθείες μετατρέπεται σε δυναμική στις ανηφορικές στροφές.

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

- 1 **Βήμα 1ο** Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο σύστημα SI.

- Βήμα 2ο**
- Στην κορυφή επειδή το παιδί είναι ακίνητο $E_{K,1} = 0$.
Σύμφωνα με το θεώρημα διατήρησης της μηχανικής ενέργειας :
 $E_{\text{MHX},1} = E_{\text{MHX},2} = E_{\text{MHX},2} = 4000 \text{ J}$.
 - Στην ενδιάμεση θέση:
 $E_{\text{MHX},2} = E_{K,2} + U_2$ ή $U_2 = E_{\text{MHX},2} - E_{K,2}$ ή $U_2 = 4000 \text{ J} - 1200 \text{ J} = 2800 \text{ J}$.
 - Στον πυθμένα:
 $E_{\text{MHX},3} = E_{K,3} + U_3$ ή $U_3 = E_{\text{MHX},3} - E_{K,3}$ ή $U_3 = 4000 \text{ J} - 0 = 4000 \text{ J}$.

ΘΕΣΗ	$U \text{ (J)}$	$E_K \text{ (J)}$	$E_{\text{u}} \text{ (J)}$
Κορυφή	4000	0	4000
Ενδιάμεση θέση	2800	1200	4000
Πυθμένας	0	4000	4000

2

Βήμα 1ο Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο σύστημα SI.

Βήμα 2ο Όταν η μπάλα φτάσει στο μέγιστο ύψος, η κινητική της ενέργεια θα είναι μηδέν. Ισχύει το θεώρημα διατήρησης της μηχανικής ενέργειας ανάμεσα στη θέση (1) που είναι σε ύψος $h = 0$ πάνω από το χέρι του διαιτητή και τη θέση (2) στο μέγιστο ύψος της μπάλας πάνω από το χέρι του διαιτητή:

$$E_{\text{MHX},1} = E_{\text{MHX},2} \quad \text{ή} \quad E_{\text{K},1} + U_1 = E_{\text{K},2} + U_2 \quad \text{ή} \quad 0 + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = m \cdot g \cdot h + 0$$

$$\text{ή} \quad h = \frac{v^2}{2 \cdot g} \quad \text{ή} \quad h = \frac{10^2}{2 \cdot 10} \text{ m} \quad \text{ή} \quad h = 5 \text{ m}$$

3

Βήμα 1ο Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο σύστημα SI.

α Βήμα 2ο Θεωρούμε επίπεδο μηδενικής δυναμικής ενέργειας το έδαφος, οπότε $U_2 = 0$. Τη στιγμή που το κιβώτιο αφήνεται δεν έχει κινητική ενέργεια $E_{\text{K},1} = 0$. Ισχύει το θεώρημα διατήρησης της μηχανικής ενέργειας για το κιβώτιο ανάμεσα στη θέση (1) που είναι σε ύψος h και τη θέση (2) όταν αυτό φτάνει στη βάση του κεκλιμένου δαπέδου:

$$E_{\text{MHX},1} = E_{\text{MHX},2} \quad \text{ή} \quad E_{\text{K},1} + U_1 = E_{\text{K},2} + U_2 \quad \text{ή} \quad 0 + m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_2^2 + 0$$

$$\text{ή} \quad v_2 = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad \text{ή} \quad v_2 = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,8} \quad \text{ή} \quad v_2 = 4 \text{ m/s}$$

β Βήμα 3ο Η κλίση του κεκλιμένου δαπέδου δεν παίζει κανένα ρόλο στο θεώρημα διατήρησης της μηχανικής ενέργειας για το κιβώτιο, οπότε θα φτάσει στη βάση του με ταχύτητα ίδιου μέτρου $v_2 = 4 \text{ m/s}$.

γ Βήμα 4ο Εφαρμόζουμε το θεώρημα διατήρησης της μηχανικής ενέργειας για το κιβώτιο ανάμεσα στη θέση (1) που είναι σε ύψος h και τη θέση (2) όταν αυτό φτάνει στη βάση του κεκλιμένου δαπέδου για σώμα διπλάσιας μάζας:

$$E_{\text{MHX},1} = E_{\text{MHX},2} \quad \text{ή} \quad E_{\text{K},1} + U_1 = E_{\text{K},2} + U_2 \quad \text{ή} \quad 0 + 2m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot 2m \cdot v_2^2 + 0 \quad \text{ή}$$

$$v_2 = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad \text{ή} \quad v_2 = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,8} \quad \text{ή} \quad v_2 = 4 \text{ m/s}$$

4

Βήμα 1ο Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο σύστημα SI.

Βήμα 2ο Αν η μπάλα φεύγει από τα χέρια της Άννας με ταχύτητα v φτάνει σε μέγιστο ύψος H . Όταν η μπάλα φτάσει στο μέγιστο ύψος, η κινητική της ενέργεια θα είναι μηδέν. Ισχύει το θεώρημα διατήρησης της μηχανικής ενέργειας ανάμεσα στη θέση (1) που είναι σε ύψος $h = 0$ πάνω από το χέρι της Άννας και τη θέση (2) στο μέγιστο ύψος της μπάλας πάνω από το χέρι της Άννας:

$$E_{\text{MHX},1} = E_{\text{MHX},2} \quad \text{ή} \quad E_{\text{K},1} + U_1 = E_{\text{K},2} + U_2 \quad \text{ή}$$

$$0 + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = m \cdot g \cdot H + 0 \quad \text{ή} \quad v = \sqrt{2 \cdot g \cdot H} \quad (1)$$

Βήμα 3ο Ακόμη, ισχύει το θεώρημα διατήρησης της μηχανικής ενέργειας ανάμεσα στη θέση (1) που είναι σε ύψος $h = 0$ πάνω από το χέρι της Άννας και τη θέση (3) σε ύψος h πάνω από το χέρι της Άννας, στην οποία το μέτρο της ταχύτητας της μπάλας είναι ίσο με το μισό του αρχικού της $v_3 = \frac{v}{2}$:

$$\begin{aligned}
E_{\text{MHX},1} &= E_{\text{MHX},3} \quad \text{ή} \quad E_{\text{K},1} + U_1 = E_{\text{K},3} + U_3 \quad \text{ή} \quad 0 + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = m \cdot g \cdot h + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_3^2 \\
\text{ή} \quad \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 &= m \cdot g \cdot h + \frac{1}{2} \cdot m \cdot \left(\frac{v}{2}\right)^2 \quad \text{ή} \quad \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = m \cdot g \cdot h + \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad \text{ή} \\
\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 - \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 &= m \cdot g \cdot h \quad \text{ή} \quad \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{2} v^2 = g \cdot h \quad \text{ή} \\
\frac{3}{8} \cdot \left(\sqrt{2 \cdot g \cdot H}\right)^2 &= g \cdot h \quad \text{ή} \quad \frac{3}{8} \cdot 2 \cdot g \cdot H = g \cdot h \quad \text{ή} \quad h = \frac{3}{4} H
\end{aligned}$$

5

Βήμα 1ο

Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο σύστημα SI.

Βήμα 2ο

Αρχικά η μπίλια εκτοξεύεται κατακόρυφα προς τα πάνω με αρχική ταχύτητα μέτρου v . Όταν η μπίλια φτάσει στο μέγιστο ύψος h , η κινητική της ενέργεια θα είναι μηδέν. Ισχύει το θεώρημα διατήρησης της μηχανικής ενέργειας ανάμεσα στη θέση (1) που είναι σε ύψος $h = 0$ και τη θέση (2) στο μέγιστο ύψος της μπίλιας:

$$\begin{aligned}
E_{\text{MHX},1} &= E_{\text{MHX},2} \quad \text{ή} \quad E_{\text{K},1} + U_1 = E_{\text{K},2} + U_2 \quad \text{ή} \\
0 + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 &= m \cdot g \cdot h + 0 \quad \text{ή} \quad v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad (1)
\end{aligned}$$

Βήμα 3ο

Μετά η μπίλια εκτοξεύεται κατακόρυφα προς τα πάνω με αρχική ταχύτητα μέτρου $2 \cdot v$. Όταν η μπίλια φτάσει στο μέγιστο ύψος h' , η κινητική της ενέργεια θα είναι μηδέν. Ισχύει το θεώρημα διατήρησης της μηχανικής ενέργειας ανάμεσα στη θέση (1) που είναι σε ύψος $h = 0$ και τη θέση (3) στο νέο μέγιστο ύψος της μπίλιας h' :

$$\begin{aligned}
E_{\text{MHX},1} &= E_{\text{MHX},3} \quad \text{ή} \quad E_{\text{K},1} + U_1 = E_{\text{K},3} + U_3 \quad \text{ή} \quad 0 + \frac{1}{2} \cdot m \cdot (2 \cdot v)^2 = m \cdot g \cdot h' + 0 \\
\text{ή} \quad 2 \cdot v^2 &= g \cdot h' \quad \text{ή} \quad 2 \cdot \left(\sqrt{2 \cdot g \cdot h}\right)^2 = g \cdot h' \quad \text{ή} \quad h' = 4 h
\end{aligned}$$

5.4 Μορφές και μετατροπές ενέργειας

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1 α κινητικής
β χημική
γ κινητική, δυναμική
δ ηλεκτρική, κινητική
ε χημική
στ χημική
ζ ηλεκτρική, φωτεινή
η χημικής, θερμότητα.
- 2 α (Σ), β (Σ), γ (Λ), δ (Λ)
- 3 α να πίνεις το γάλα σου γιατί σου δίνει ενέργεια.
β οι άνθρωποι μπορούν να αγοράσουν ενέργεια αλλά όχι δύναμη.
γ ένα ιστιοφόρο που ταξιδεύει έχει ενέργεια.

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

- 1 α κινητική, θερμική.
β δυναμική, κινητική, έργου.
γ χημική, ηλεκτρική, φωτεινή, θερμική.
δ χημική, ηχητική, φωτεινή.
ε χημική, κινητική, δυναμική.

2

A	B
1	στ
2	α
3	ε
4	γ
5	β
6	δ

- 3 α αποθηκευτεί, μετατραπεί.
β δημιουργηθεί, καταστραφεί.
γ μεταφερθεί.

5.5 Διατήρηση της ενέργειας

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1 α ενέργεια
β σταθερή
- 2 β λιγότερη από 20 J
- 3 α (Λ), β (Σ), γ (Λ)

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1 **Βήμα 1ο** Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο σύστημα SI.

$$v = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 72 \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} \quad \text{ή} \quad v = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- α **Βήμα 2ο** Η αρχική μηχανική ενέργεια που έχει το τρενάκι του λούνα παρκ τη στιγμή που αφήνεται $v = 0$, οπότε η κινητική του ενέργεια είναι μηδενική είναι:

$$E_{\text{MHX},1} = E_{\text{K},1} + U_1 \quad \text{ή} \quad E_{\text{MHX},1} = 0 + m \cdot g \cdot h \quad \text{ή} \quad E_{\text{MHX},1} = 2000 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 45 \text{ m} \quad E_{\text{MHX},1} = 900\,000 \text{ J}$$

Σύμφωνα με το θεώρημα διατήρησης της μηχανικής ενέργειας : $E_{\text{MHX},1} = E_{\text{MHX},2} = 900\,000 \text{ J}$

- Βήμα 3ο** Αν διατηρείται η μηχανική ενέργεια του τρένου, τότε το μέτρο της ταχύτητάς του όταν φτάσει στο έδαφος, όπου $h = 0$, άρα η δυναμική του ενέργεια είναι μηδενική, είναι:

$$E_{\text{MHX},2} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_2^2 + 0 \quad \text{ή} \quad v_2^2 = \frac{2 \cdot E_{\text{MHX},2}}{m} \quad \text{ή} \quad \sqrt{v_2^2} = \sqrt{\frac{2 \cdot E_{\text{MHX},2}}{m}}$$

$$\text{ή} \quad v_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot E_{\text{MHX},2}}{m}} \quad \text{ή} \quad v_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot 900\,000 \text{ J}}{2000 \text{ kg}}} \quad \text{ή} \quad v_2 = 30 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Όμως η ταχύτητα του τρένου όταν φτάσει στο έδαφος είναι $v = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Άρα δεν διατηρείται η μηχανική ενέργεια.

- β **Βήμα 4ο** Η θερμική ενέργεια που αναπτύχθηκε μέχρι το τρενάκι να φτάσει στο έδαφος είναι ίση με τη διαφορά των δύο κινητικών ενεργειών, αυτής που θα είχε αν διατηρούνταν η μηχανική ενέργεια και της πραγματικής κινητικής ενέργειας:

$$Q = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_2^2 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad \text{ή} \quad Q = \frac{1}{2} \cdot m (v_2^2 - v^2) \quad \text{ή}$$

$$Q = \frac{1}{2} \cdot 2000 \text{ kg} (30^2 - 20^2) \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \quad \text{ή} \quad Q = 500\,000 \text{ J}$$

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

- 1 γ Η ενέργεια που έχει ένα ακίνητο πυροτέχνημα στο έδαφος είναι χημική.
- 2 α, γ, δ

5.6 Πηγές ενέργειας

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο μαθητή

1 γ Πυρηνική ενέργεια παράγεται και στον ήλιο.

2 β ο ήλιος.

3 α (Λ), β (Σ), γ (Σ)

4 1 στ, 2 δ, 3 β, 4 γ, 5 α, 6 ε

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

1 α (Σ), β (Λ), γ (Σ)

2 γ ηλεκτρική

3 γ Τα ορυκτά καύσιμα ανανεώνονται κάθε 100 χρόνια.

4 I β ποτάμια

II β δυναμική

III δυναμική, κινητική, ηλεκτρική

5 α (Λ), β (Λ), γ (Λ), δ (Λ)

6 Κάνε την έρευνά σου στο διαδίκτυο και κατάγραψε τα συμπεράσματά σου.

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1 α χρήσιμης, προσφερόμενη
β προσφερόμενη, ωφέλιμης
γ καθαρός, μικρότερος

- 2 α (Σ), β (Λ), γ (Σ), δ (Σ), ε (Λ)

- 3 δ $\frac{200 \text{ J}}{500 \text{ J}}$

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1 **Βήμα 1ο** Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο σύστημα SI.

Βήμα 2ο Η ωφέλιμη ενέργεια είναι ίση με τη δυναμική ενέργεια που απόκτησε το κιβώτιο όταν ανέβηκε σε ύψος $h = 1 \text{ m}$:

$$E_{\omega\phi} = U = m \cdot g \cdot h \quad \text{ή} \quad E_{\omega\phi} = 10 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1 \text{ m} \quad \text{ή} \quad E_{\omega\phi} = 100 \text{ J}$$

Βήμα 3ο Η απόδοση του ανθρώπου είναι:

$$n = \frac{E_{\omega\phi}}{E_{\kappa\alpha\tau}} \quad \text{ή} \quad n = \frac{100 \text{ J}}{1000 \text{ J}} \quad \text{ή} \quad n = 0,1 \quad \text{ή} \quad n = 10\%$$

- 2 **Βήμα 1ο** Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο σύστημα SI.

Βήμα 2ο Η απόδοση της μηχανής είναι:

$$n = \frac{E_{\omega\phi}}{E_{\kappa\alpha\tau}} \quad \text{ή} \quad n = \frac{80 \text{ J}}{400 \text{ J}} \quad \text{ή} \quad n = 0,2 \quad \text{ή} \quad n = 20\%$$

- 3 **Βήμα 1ο** Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο σύστημα SI.

Βήμα 2ο Η ωφέλιμη ενέργεια της μηχανής είναι:

$$E_{\omega\phi} = E_{\kappa\alpha\tau} - Q \quad \text{ή} \quad E_{\omega\phi} = 500 \text{ J} - 300 \text{ J} = 200 \text{ J}$$

Βήμα 3ο Η απόδοση της μηχανής είναι:

$$n = \frac{E_{\omega\phi}}{E_{\kappa\alpha\tau}} \quad \text{ή} \quad n = \frac{200 \text{ J}}{500 \text{ J}} \quad \text{ή} \quad n = 0,4 \quad \text{ή} \quad n = 40\%$$

- 4 **Βήμα 1ο** Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο σύστημα SI.

α **Βήμα 2ο** Η απόδοση της μηχανής είναι:

$$n = \frac{E_{\omega\phi}}{E_{\kappa\alpha\tau}} \quad \text{ή} \quad E_{\kappa\alpha\tau} = \frac{E_{\omega\phi}}{n} \quad \text{ή} \quad E_{\kappa\alpha\tau} = \frac{4000 \text{ J}}{0,4} \quad \text{ή} \quad E_{\kappa\alpha\tau} = 10\,000 \text{ J}$$

β Βήμα 3ο Η θερμική ενέργεια που εκλύεται είναι:

$$Q = E_{\kappa\alpha\tau} - E_{\omega\phi} \quad \text{ή} \quad Q = 10\,000 \text{ J} - 4000 \text{ J} = 6000 \text{ J}$$

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

1

α Βήμα 1ο Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο σύστημα SI.

Βήμα 2ο Η απόδοση της μηχανής είναι:

$$n = \frac{E_{\omega\phi}}{E_{\text{προσφ}}} \quad \text{ή} \quad E_{\omega\phi} = E_{\text{προσφ}} \cdot n \quad \text{ή} \quad E_{\omega\phi} = 0,45 \cdot 10\,000 \text{ J} \quad \text{ή} \quad E_{\omega\phi} = 4500 \text{ J}$$

β Βήμα 3ο Εφόσον η ενέργεια διατηρείται, το υπόλοιπο μέρος της ενέργειας είναι η εκλυόμενη θερμική ενέργεια. Άρα: $10\,000 - 4500 = 5500 \text{ J}$

2

Βήμα 1ο Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο σύστημα SI.

Βήμα 2ο Αφού η μηχανή αποβάλλει το **80%** της προσφερόμενης (καταναλισκόμενης) ενέργειας, η ωφέλιμη ενέργεια θα είναι το **100% – 80% = 20%** της προσφερόμενης (καταναλισκόμενης) ενέργειας. Άρα η απόδοση της μηχανής θα είναι:

$$n = \frac{E_{\omega\phi}}{E_{\text{προσφ}}} \quad \text{ή} \quad n = \frac{20\% \cdot E_{\text{προσφ}}}{E_{\text{προσφ}}} = 20\%$$

5.8 Ισχύς μηχανής

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1 α μονόμετρο
β 1 W
γ ισχύ
δ γρήγορα
- 2 α (Σ), β (Σ), γ (Λ), δ (Λ)
- 3 β όταν αποδίδει έργο 100 J σε χρόνο 0,5 s.
- 4 β Ένας ίππος 1 HP είναι μεγαλύτερη ισχύς από 1 kW.

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1 **Βήμα 1ο** Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο σύστημα SI.
α Βήμα 2ο Για να ανεβάσεις το κιβώτιο σε ύψος $h = 4 \text{ m}$ απαιτείται έργο:

$$W_F = w \cdot h \quad \text{ή} \quad W_F = 1000 \text{ N} \cdot 4 \text{ m} \quad \text{ή} \quad W_F = 4000 \text{ J}$$

Βήμα 3ο Υπολογίζεις από τον ορισμό της ισχύος την ισχύ του κινητήρα:

$$P_{MHX} = \frac{W_F}{t} \quad \text{ή} \quad P_{MHX} = \frac{4000 \text{ J}}{5 \text{ s}} \quad \text{ή} \quad P_{MHX} = 800 \text{ W}$$

- β** Η ωφέλιμη ενέργεια σε χρονικό διάστημα $t = 5 \text{ s}$ είναι $E_{\omega\phi} = W_F = 4000 \text{ J}$

Βήμα 4ο Η απόδοση αυτής της μηχανής είναι:

$$n = \frac{E_{\omega\phi}}{E_{\text{προσφ}}} \quad \text{ή} \quad n = \frac{4000 \text{ J}}{40\,000 \text{ J}} \quad \text{ή} \quad n = 0,1 \quad \text{ή} \quad n = 10\%.$$

- 2 **Βήμα 1ο** Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο σύστημα SI.

$$W = 20 \text{ kJ} = 20\,000 \text{ J}$$

Βήμα 2ο Από τον ορισμό της ισχύος έχεις:

$$P = \frac{W}{t} \quad \text{ή} \quad t = \frac{W}{P} \quad \text{ή} \quad t = \frac{20\,000 \text{ J}}{1000 \text{ W}} \quad \text{ή} \quad t = 20 \text{ s}$$

- 3 **Βήμα 1ο** Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο σύστημα SI.

$$t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$$

Βήμα 2ο Από τον ορισμό της ισχύος έχεις:

$$P = \frac{W}{t} \quad \text{ή} \quad W = P \cdot t \quad \text{ή} \quad W = 1000 \text{ W} \cdot 60 \text{ s} \quad \text{ή} \quad W = 60\,000 \text{ J}$$

4

Βήμα 1ο Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο σύστημα SI.

$$t = 4 \text{ min} = 4 \cdot 60 \text{ s} = 240 \text{ s}$$

Βήμα 2ο Το μυρμήγκι παράγει έργο:

$$W = F \cdot x \quad \text{ή} \quad W = 1 \text{ N} \cdot 10 \text{ m} \quad \text{ή} \quad W = 10 \text{ J}$$

Βήμα 3ο Από τον ορισμό της ισχύος έχεις:

$$P = \frac{W}{t} \quad \text{ή} \quad P = \frac{10 \text{ J}}{240 \text{ s}} \quad \text{ή} \quad P = \frac{1}{24} \text{ W} = 0,04 \text{ W}$$

5

Μετατρέπουμε όλες τις μονάδες στο σύστημα S.I.

$$t = 6 \text{ h} = 6 \cdot 3600 \text{ s} = 21\,600 \text{ s}$$

Από τον ορισμό της ισχύος έχεις:

$$P = \frac{W}{t} \quad \text{ή} \quad W = P \cdot t \quad \text{ή} \quad W = 0,03 \text{ W} \cdot 21\,600 \text{ s} \quad \text{ή} \quad W = 648 \text{ J}$$

6

Αν κάθε λαμπτήρας λειτουργεί $t = 8 \text{ h}$ ημερησίως, τότε σε έναν χρόνο έχει λειτουργήσει:

$$t_{ολ} = 8 \text{ h} \cdot 365 \text{ d} = 2920 \text{ h}$$

· Η ενέργεια που καταναλώνει σε έναν χρόνο ένας λαμπτήρας πυρακτώσεως ισχύος $P_{\pi\upsilon\rho} = 100 \text{ W}$ είναι:

$$P_{\pi\upsilon\rho} = \frac{W_{\pi\upsilon\rho}}{t_{ολ}} \quad \text{ή} \quad W_{\pi\upsilon\rho} = P_{\pi\upsilon\rho} \cdot t_{ολ} \quad \text{ή} \quad W_{\pi\upsilon\rho} = 100 \text{ W} \cdot 2920 \text{ h}$$

$$\text{ή} \quad W_{\pi\upsilon\rho} = 292\,000 \text{ Wh} = 292 \text{ kWh}, \text{ γιατί } 1 \text{ kWh} = 1000 \text{ Wh}.$$

Επειδή $\text{ευρώ /kWh} \rightarrow 0,2$ ευρώ η λειτουργία του λαμπτήρα πυρακτώσεως σε έναν χρόνο κοστίζει:

$$x_{\text{κόστοςΠΥΡ}} = 292 \text{ kWh} \cdot 0,2 \text{ ευρώ /kWh} \quad \text{ή} \quad x_{\text{κόστοςΠΥΡ}} = 58,4 \text{ ευρώ}$$

· Η ενέργεια που καταναλώνει σε έναν χρόνο ένας λαμπτήρας LED ισχύος $P_{\text{LED}} = 16 \text{ W}$ είναι:

$$P_{\text{LED}} = \frac{W_{\text{LED}}}{t_{ολ}} \quad \text{ή} \quad W_{\text{LED}} = P_{\text{LED}} \cdot t_{ολ} \quad \text{ή} \quad W_{\text{LED}} = 16 \text{ W} \cdot 2920 \text{ h}$$

$$\text{ή} \quad W_{\pi\upsilon\rho} = 46\,720 \text{ Wh} = 46,72 \text{ kWh}, \text{ γιατί } 1 \text{ kWh} = 1000 \text{ Wh}.$$

Επειδή $\text{ευρώ /kWh} \rightarrow 0,2$ ευρώ η λειτουργία του λαμπτήρα LED σε έναν χρόνο κοστίζει:

$$x_{\text{κόστοςLED}} = 46,72 \text{ kWh} \cdot 0,2 \text{ ευρώ /kWh} \quad \text{ή} \quad x_{\text{κόστοςLED}} = 9,344 \text{ ευρώ}$$

Οι λαμπτήρες LED έχουν διάρκεια ζωής $50\,000 \text{ h}$. Με ετήσια χρήση 2920 h μπορούν να λειτουργούν για περισσότερο.

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

- 1 α 1 J, 1 s
β έργου W , χρονικού διαστήματος
γ μεγαλύτερη
δ HP

- 2 α (Λ), β (Λ), γ (Σ), δ (Σ)

- 3 β 1 J·s

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

- 1 **Βήμα 1ο** Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο σύστημα SI.

- Βήμα 2ο** Για να ανεβάσει τα βάρη σε ύψος $h = 2,3 \text{ m}$ απαιτείται έργο:

$$W_F = w \cdot h \quad \text{ή} \quad W_F = m \cdot g \cdot h \quad \text{ή} \quad W_F = 200 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 2,3 \text{ m} \quad \text{ή} \quad W_F = 4600 \text{ J}$$

- Βήμα 3ο** Υπολογίζεις από τον ορισμό της ισχύος την ισχύ του αρσιβαρίστα:

$$P = \frac{W_F}{t} \quad \text{ή} \quad P = \frac{4600 \text{ J}}{1,6 \text{ s}} \quad \text{ή} \quad P = 2875 \text{ W}$$

- 2 **Βήμα 1ο** Μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο σύστημα SI.

Αν κάθε λαμπτήρας λειτουργεί $t = 8 \text{ h}$ ημερησίως, τότε σε έναν χρόνο έχει λειτουργήσει:

$$t_{ολ} = 8 \text{ h} \cdot 365 \text{ d} = 2920 \text{ h}$$

- Βήμα 2ο** Η ενέργεια που καταναλώνει σε έναν χρόνο ένας λαμπτήρας πυρακτώσεως ισχύος $P_{\text{πυρ}} = 100 \text{ W}$ είναι:

$$P_{\text{πυρ}} = \frac{W_{\text{πυρ}}}{t_{ολ}} \quad \text{ή} \quad W_{\text{πυρ}} = P_{\text{πυρ}} \cdot t_{ολ} \quad \text{ή} \quad W_{\text{πυρ}} = 100 \text{ W} \cdot 2920 \text{ h}$$

$$\text{ή} \quad W_{\text{πυρ}} = 292\,000 \text{ Wh} = 292 \text{ kWh}, \text{ γιατί } 1 \text{ kWh} = 1000 \text{ Wh}.$$

- Βήμα 3ο** Επειδή $\text{ευρώ} / \text{kWh} \rightarrow 0,2 \text{ ευρώ}$ η λειτουργία του λαμπτήρα πυρακτώσεως σε ένα χρόνο κοστίζει:

$$x_{\text{κόστοςΠΥΡ}} = 292 \text{ kWh} \cdot 0,2 \text{ ευρώ} / \text{kWh} \quad \text{ή} \quad x_{\text{κόστοςΠΥΡ}} = 58,4 \text{ ευρώ}$$

- Βήμα 4ο** Η ενέργεια που καταναλώνει σε ένα χρόνο ένας λαμπτήρας LED ισχύος $P_{\text{LED}} = 16 \text{ W}$ είναι:

$$P_{\text{LED}} = \frac{W_{\text{LED}}}{t_{ολ}} \quad \text{ή} \quad W_{\text{LED}} = P_{\text{LED}} \cdot t_{ολ} \quad \text{ή} \quad W_{\text{LED}} = 16 \text{ W} \cdot 2920 \text{ h} \quad \text{ή}$$

$$W_{\text{πυρ}} = 46\,720 \text{ Wh} = 46,72 \text{ kWh}, \text{ γιατί } 1 \text{ kWh} = 1000 \text{ Wh}.$$

Βήμα 5ο Επειδή ευρώ /kWh $\rightarrow 0,2$ ευρώ η λειτουργία του λαμπτήρα LED σε ένα χρόνο κοστίζει:

$$x_{\text{κόστοςLED}} = 46,72 \text{ kWh} \cdot 0,2 \text{ ευρώ /kWh} \quad \text{ή} \quad x_{\text{κόστοςLED}} = 9,344 \text{ ευρώ}$$

Οι λαμπτήρες LED έχουν διάρκεια ζωής **50 000 h**. Με ετήσια χρήση **2920 h** μπορούν να λειτουργούν για περισσότερο από 17 χρόνια.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

5.1 Έργο και ενέργεια

- 1 Επειδή το βάρος του είναι κάθετο στη μετατόπιση, δεν παράγει έργο.
- 2 Το έργο που απαιτείται για να μεταφέρεις το καρότσι του σουπερμάρκετ μέχρι τον χώρο στάθμευσης είναι:

$$W_F = F \cdot \Delta x \quad \text{ή} \quad W_F = 50 \text{ N} \cdot 40 \text{ m} \quad \text{ή} \quad W_F = 2000 \text{ J}$$

- 3 γ Ένα μυρμήγκι σπρώχνει ένα ποπ κορν.

5.2 Δυναμική και κινητική ενέργεια

- 4 Οι γερανοί ανεβάζουν ψηλά τη βαριά σιδερένια μπάλα με τη βοήθεια συρματόσχοινου και μετά την αφήνουν να κινηθεί προς το παλιό κτίριο. Η δυναμική ενέργεια της μπάλας γίνεται κινητική και γκρεμίζει σταδιακά τους τοίχους του κτιρίου.
- 5 α Στο ανώτερο σημείο η βάρκα έχει μόνο δυναμική ενέργεια γιατί είναι ακίνητη.
β Στο κατώτερο σημείο έχει μόνο κινητική (ορίζουμε το κατώτερο σημείο να μην έχει δυναμική ενέργεια).
γ Σε όλες τις ενδιάμεσες σχέσεις έχει και δυναμική και κινητική.

- 6 α Μετατρέπουμε την ταχύτητα του αυτοκινήτου της F1 στο SI:

$$v_1 = 324 \text{ km/h} \quad \text{ή} \quad v_1 = 324 \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} \quad \text{ή} \quad v_1 = 90 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Η κινητική του ενέργεια είναι:

$$E_{K,1} = \frac{1}{2} m \cdot v_1^2 \quad \text{ή} \quad E_{K,1} = \frac{1}{2} \cdot 700 \text{ kg} \cdot \left(90 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 \quad \text{ή} \quad E_{K,1} = 2\,835\,000 \text{ J}$$

- β Μετατρέπουμε την ταχύτητα του τραμ στο SI:

$$V_2 = 36 \text{ km/h} \quad \text{ή} \quad V_2 = 36 \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} \quad \text{ή} \quad V_2 = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Η κινητική του ενέργεια είναι:

$$E_{K,2} = \frac{1}{2} M \cdot V_2^2 \quad \text{ή} \quad E_{K,2} = \frac{1}{2} \cdot 64\,800 \text{ kg} \cdot \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 \quad \text{ή} \quad E_{K,2} = 3\,240\,000 \text{ J}$$

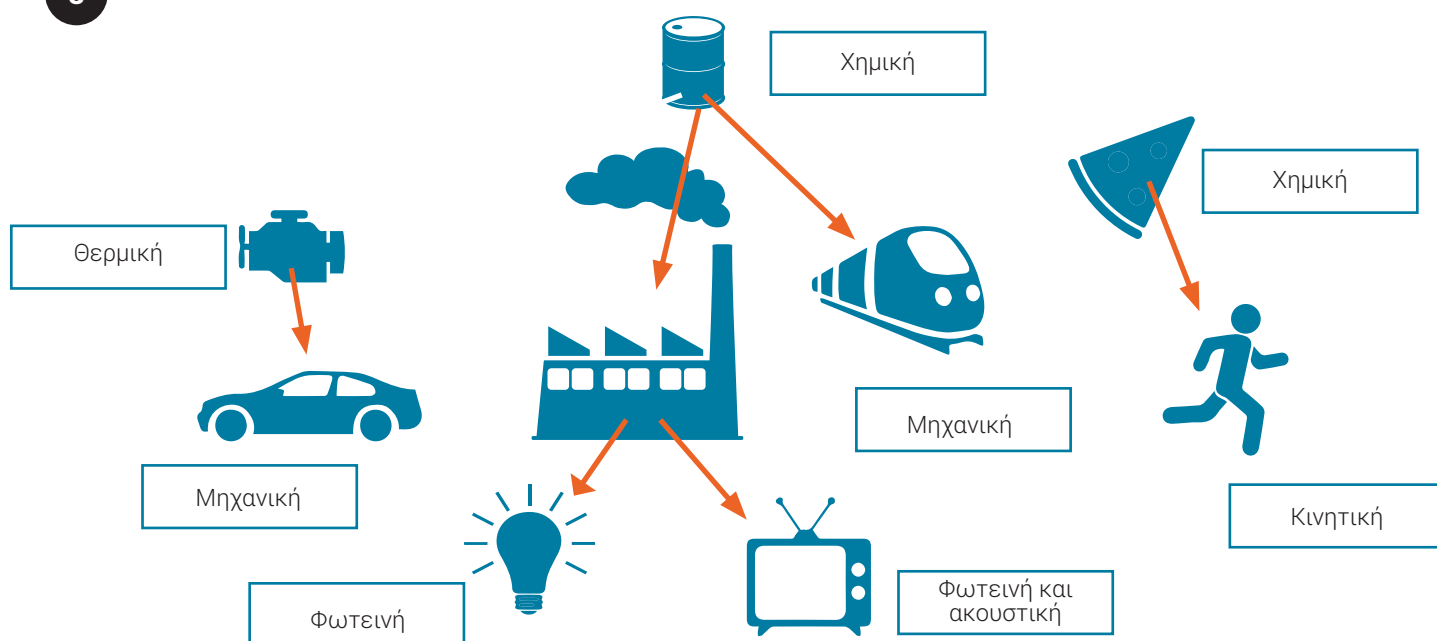
Παρατηρούμε ότι η κινητική ενέργεια του τραμ είναι μεγαλύτερη από την κινητική ενέργεια του αυτοκινήτου της F1.

5.3 Η μηχανική ενέργεια και η διατήρηση

- 7 Ένας ηλεκτροκινητήρας ανεβάζει το τρενάκι στο υψηλότερο σημείο της διαδρομής δίνοντάς του δυναμική ενέργεια. Ακολουθώντας, καθώς κατεβαίνει μετατρέπει διαδοχικά τη δυναμική σε κινητική ενέργεια και το αντίστροφο όταν ανεβαίνει.

5.4 Μορφές και μετατροπές ενέργειας

8



5.5 Διατήρηση της ενέργειας

- 9 α (Σ), β (Σ), γ (Σ), δ ($\wedge$)

5.7 Απόδοση μηχανής

10 $n = \frac{E_{\omega\phi}}{E_{\kappa\alpha\tau}}$ ή $E_{\omega\phi} = E_{\kappa\alpha\tau} \cdot n$ ή $E_{\omega\phi} = 360\,000\text{ J} \cdot 0,05$ ή $E_{\omega\phi} = 18\,000\text{ J}$

11 Η ωφέλιμη ενέργεια του λαμπτήρα LED είναι:

$$E_{\omega\phi} = E_{\kappa\alpha\tau} - Q \quad \text{ή} \quad E_{\omega\phi} = 360\,000\text{ J} - 36\,000\text{ J} = 324\,000\text{ J}$$

Η απόδοση του λαμπτήρα LED είναι:

$$n = \frac{E_{\omega\phi}}{E_{\kappa\alpha\tau}} \quad \text{ή} \quad n = \frac{324\,000\text{ J}}{360\,000\text{ J}} = 0,9 = 90\%$$

5.8 ΙΣΧΥΣ ΜΗΧΑΝΗΣ

12 α Μεγαλύτερη ισχύ αναπτύσσει ο Γιώργος. (Λ)

β Μεγαλύτερο έργο παράγει ο Κώστας. (Σ)

γ Και οι δύο αποδίδουν το ίδιο έργο. (Λ)

δ Και οι δύο αναπτύσσουν την ίδια ισχύ. (Λ)

Ο Κώστας έχει μεγαλύτερη μάζα άρα και βάρος από τον Γιώργο και όταν ανεβαίνουν την ίδια σκάλα θα παράγει περισσότερο έργο.

$$W_w = -w \cdot h$$

Επειδή ανεβαίνουν την ίδια σκάλα στο ίδιο χρονικό διάστημα, ο Κώστας που παράγει μεγαλύτερο έργο θα αναπτύσσει μεγαλύτερη ισχύ.

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

6 ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

6.1 Θερμόμετρα και μέτρηση θερμοκρασίας

ΑΠΟ ΤΗ ΒΙΩΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ

Με το χέρι που αρχικά είχε βυθιστεί στο κρύο νερό νιώθω ότι το δοχείο με το χλιαρό νερό έχει καυτό νερό.

Με το χέρι που αρχικά είχε βυθιστεί στο ζεστό νερό νιώθω το δοχείο με το χλιαρό νερό να έχει κρύο νερό.

Για νερό της ίδιας θερμοκρασίας, η αίσθηση της θερμοκρασίας μέσω της αφής μου είναι διαφορετική, ανάλογα με το πού βρισκόταν το χέρι μου πριν. Θεωρώ ότι η αφή δεν μπορεί να είναι ένας αντικειμενικός τρόπος μέτρησης της θερμοκρασίας ενός σώματος.

Ένας αντικειμενικός τρόπος μέτρησης θερμοκρασίας ενός σώματος θα ήταν η χρήση ενός ηλεκτρονικού θερμομέτρου ή οινόπνεύματος.

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1 α μονόμετρο, θερμόμετρα.
β 0°C , 100°C
γ -273°C , απόλυτο, απόλυτη

- 2 α (Λ), β (Σ), γ (Σ), δ (Λ), ε (Λ)

- 3 Α γ θα γίνει 307 K .
Β β 3 K

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1 α Για να μετατρέψεις τους βαθμούς της κλίμακας Φαρενάιτ σε βαθμούς της κλίμακας Κελσίου χρησιμοποιείς τη σχέση:

$$\theta_c = \frac{(T_F - 32)}{1,8}$$

· Για την περιοχή Dasht-e Lut στο Ιράν:

$$\theta_{c,1} = \frac{(T_{F,1} - 32)}{1,8} \quad \text{ή} \quad \theta_{c,1} = \frac{(159,3 - 32)}{1,8} \quad \text{ή} \quad \theta_{c,1} = 70,7^{\circ}\text{C}$$

· Για την περιοχή στον σταθμό Βοστόκ της Ανταρκτικής:

$$\theta_{c,2} = \frac{(T_{F,2} - 32)}{1,8} \quad \text{ή} \quad \theta_{c,2} = \frac{(-128,6 - 32)}{1,8} \quad \text{ή} \quad \theta_{c,2} = -89,2^{\circ}\text{C}$$

- β** Για να μετατρέψεις μια θερμοκρασία από βαθμούς Κελσίου στην κλίμακα Κέλβιν χρησιμοποιείς τη μαθηματική σχέση:

$$T_K = \theta + 273$$

· Για την περιοχή Dasht-e Lut στο Ιράν:

$$T_{K,1} = \theta_{C,1} + 273 \quad \text{ή} \quad T_{K,1} = 70,7 + 273 \quad \text{ή} \quad T_{K,1} = 343,7 \text{ K}$$

· Για την περιοχή στον σταθμό Βοστόκ της Ανταρκτικής:

$$T_{K,2} = \theta_{C,2} + 273 \quad \text{ή} \quad T_{K,1} = -89,2 + 273 \quad \text{ή} \quad T_{K,1} = 183,8 \text{ K}$$

- 2** Για να μετατρέψεις μια θερμοκρασία από βαθμούς Κελσίου στην κλίμακα Κέλβιν χρησιμοποιείς τη μαθηματική σχέση:

$$T_K = \theta + 273$$

Για να μετατρέψεις μια θερμοκρασία από kelvin σε βαθμούς Κελσίου χρησιμοποιείς τη μαθηματική σχέση:

$$\theta = T_K - 273$$

Βαθμοί Κελσίου	Κλίμακα Kelvin
-50°C	$T_K = -50 + 273 = 223 \text{ K}$
$\theta = 253 - 273 = -20^\circ\text{C}$	253 K
$\theta = 270 - 273 = -3^\circ\text{C}$	270 K
0°C	$T_K = 0 + 273 = 273 \text{ K}$
20°C	$T_K = 20 + 273 = 293 \text{ K}$
31°C	$T_K = 31 + 273 = 304 \text{ K}$
$\theta = 373 - 273 = 100^\circ\text{C}$	373 K

- 3 α** Η διαφορά των δύο θερμοκρασιών σε βαθμούς Κελσίου είναι:

$$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 = 36^\circ\text{C} - 24^\circ\text{C} = 12^\circ\text{C}$$

- β** Η διαφορά των δύο θερμοκρασιών στην κλίμακα kelvin είναι:

$$\Delta T = T_{K,2} - T_{K,1} = (36 + 273) \text{ K} - (24 + 273) \text{ K} = 12 \text{ K}$$

Παρατηρείς ότι οι μεταβολές της θερμοκρασίας σε βαθμούς Κελσίου και στην κλίμακα Kelvin είναι ίσες.

- 4** Ο συντάκτης του σχολικού περιοδικού συγγέει τις έννοιες της θερμοκρασίας με τη θερμότητα. Το φυσικό μέγεθος που μετράει πόσο ζεστή ή κρύα είναι μια περιοχή είναι η θερμοκρασία. Προφανώς θέλει να πει: «σε περιοχές της Ανταρκτικής ίσως αυξηθεί κατά τρεις βαθμούς η θερμοκρασία σε σχέση με το σήμερα».

- 5** Το απόλυτο μηδέν σε βαθμούς Κελσίου είναι:

$$\theta = T_K - 273 \quad \text{ή} \quad \theta = 0 - 273 = -273^\circ\text{C}$$

Για να μετατρέψεις τους βαθμούς της κλίμακας Κελσίου σε βαθμούς της κλίμακας Φαρενάιτ μπορείς να χρησιμοποιήσεις τη σχέση:

$$T_F = 32 + 1,8 \cdot \theta_c \quad \text{ή} \quad T_F = 32 + 1,8 \cdot (-273) \quad \text{ή} \quad T_F \approx -460^\circ\text{F}$$

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

- 1 α αφής
β αφής, θερμοσκόπιο
γ Φαρενάιτ, Φαρενάιτ
- 2 α (Λ), β (Λ), γ (Λ), δ (Σ), ε (Σ)
- 3 δ ίση και στις τρεις πόλεις.
- 4 γ κλίμακα Κέλβιν

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

- 1 Για να μετατρέψεις μια θερμοκρασία από kelvin σε βαθμούς Κελσίου χρησιμοποιείς τη μαθηματική σχέση:

$$\theta = T_K - 273 \quad \text{ή} \quad \theta = 310 - 273 \quad \text{ή} \quad \theta = 37^\circ\text{C}$$

Όχι γιατί η θερμοκρασία σου είναι φυσιολογική.

- 2 Για να μετατρέψεις τους βαθμούς της κλίμακας Φαρενάιτ σε βαθμούς της κλίμακας Κελσίου χρησιμοποιείς τη σχέση:

$$\theta_c = \frac{(T_F - 32)}{1,8} \quad \text{ή} \quad \theta_c = \frac{(82,4 - 32)}{1,8} \quad \text{ή} \quad \theta = 28^\circ\text{C}$$

6.2 Θερμότητα: μια μορφή ενέργειας

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1 α διαφορετικές, υψηλότερη (μεγαλύτερη), χαμηλότερη (μικρότερη)
β θερμοκρασίας
γ κατέχει (περιέχει), κατέχει (περιέχει)
δ θερμοκρασία, 0°C

- 2 α (Λ), β (Λ), γ (Λ), δ (Λ), ε (Σ)

- 3 α θερμοκρασία
β υψηλότερης, χαμηλότερης
γ 1 J
δ μεταφορά, κατέχει (περιέχει)

- 4 α (Λ), β (Σ), γ (Λ), δ (Λ)

6.3 Πώς μετράμε τη θερμότητα

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1 α θερμότητας, θερμοκρασία
β θερμότητας, είδος
γ αυξάνεται, θερμότητας
δ θερμότητα, περιέχεται

- 2 α (Σ), β (Σ), γ (Λ), δ (Σ)

- 3 γ από το α και το β

- 4 δ $1 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1 Υπολογίζεις την ειδική θερμότητα του αλουμινίου από τον νόμο της θερμιδομετρίας:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta \quad \text{ή} \quad c = \frac{Q}{m \cdot \Delta\theta} \quad \text{ή} \quad c = \frac{54\,600 \text{ J}}{1,5 \text{ kg} \cdot 40^\circ\text{C}} \quad \text{ή} \quad c = 910 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}.$$

- 2 **Βήμα 1ο** Υπολογίζεις τη μεταβολή της θερμοκρασίας του χάλκινου κυλίνδρου:

$$\Delta\theta = \theta_\tau - \theta_\alpha \quad \text{ή} \quad \Delta\theta = 30^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C} \quad \text{ή} \quad \Delta\theta = 30^\circ\text{C}$$

- Βήμα 2ο** Υπολογίζεις τη θερμότητα Q που απορρόφησε ο χάλκινος κύλινδρος από τον νόμο της θερμιδομετρίας:

$$Q = m \cdot c_x \cdot \Delta\theta \quad \text{ή} \quad Q = 0,4 \text{ kg} \cdot 390 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 30^\circ\text{C} \quad \text{ή} \quad Q = 4680 \text{ J}.$$

- 3 α **Βήμα 1ο** Υπολογίζεις τη μεταβολή της θερμοκρασίας του σιδερένιου δακτυλίου:

$$\Delta\theta = \theta_\tau - \theta_\alpha \quad \text{ή} \quad \Delta\theta = 25^\circ\text{C} - 75^\circ\text{C} \quad \text{ή} \quad \Delta\theta = -50^\circ\text{C}$$

- Βήμα 2ο** Υπολογίζεις τη θερμότητα Q που απέβαλε ο σιδερένιος δακτύλιος από τον νόμο της θερμιδομετρίας:

$$Q_\sigma = m_\sigma \cdot c_\sigma \cdot \Delta\theta \quad \text{ή} \quad Q_\sigma = 1 \text{ kg} \cdot 470 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (-50^\circ\text{C}) \quad \text{ή} \quad Q_\sigma = -23\,500 \text{ J}$$

- β **Βήμα 3ο** Υπολογίζεις τη μεταβολή της θερμοκρασίας του νερού:

$$\Delta\theta' = \theta_\tau - \theta_1 \quad \text{ή} \quad \Delta\theta' = 25^\circ\text{C} - 15^\circ\text{C} \quad \text{ή} \quad \Delta\theta' = 10^\circ\text{C}$$

Βήμα 4ο Η θερμότητα Q_v που απορρόφησε το νερό είναι ίση με τη θερμότητα που απέβαλε ο σιδερένιος δακτύλιος δηλαδή $Q_v = -Q_\sigma = 23\,500\text{ J}$. Υπολογίζεις την ποσότητα νερού που υπάρχει στο μονωμένο δοχείο από τον νόμο της θερμιδομετρίας:

$$Q_v = m_v \cdot c_v \cdot \Delta\theta \quad \text{ή} \quad m_v = \frac{Q_v}{c_v \cdot \Delta\theta} \quad \text{ή} \quad m_v = \frac{23\,500\text{ J}}{4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 10^\circ\text{C}} \quad \text{ή} \quad m_v = 0,56\text{ kg}$$

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

- 1 α θερμότητα, 1 kg, 1°C
β θερμότητας, θερμοκρασίας
γ θερμότητα
- 2 α (Λ), β (Σ)
- 3 β Για να αυξηθεί η θερμοκρασία ενός σώματος από το ίδιο υλικό αλλά διπλάσιας μάζας κατά 1°C απαιτείται θερμότητα 4000 J.

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

- 1 α **Βήμα 1ο** Την αύξηση της θερμοκρασίας του νερού την υπολογίζεις από τον νόμο της θερμιδομετρίας:

$$Q = m \cdot c_v \cdot \Delta\theta \quad \text{ή} \quad \Delta\theta = \frac{Q}{c_v \cdot m} \quad \text{ή} \quad \Delta\theta = \frac{168\,000\text{ J}}{4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 2\text{ kg}} \quad \text{ή} \quad \Delta\theta = 20^\circ\text{C}$$

- β **Βήμα 1ο** Υπολογίζεις τη μεταβολή της θερμοκρασίας του νερού:

$$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 \quad \text{ή} \quad 20^\circ\text{C} = \theta_2 - 18^\circ\text{C} \quad \text{ή} \quad \theta_2 = 38^\circ\text{C}$$

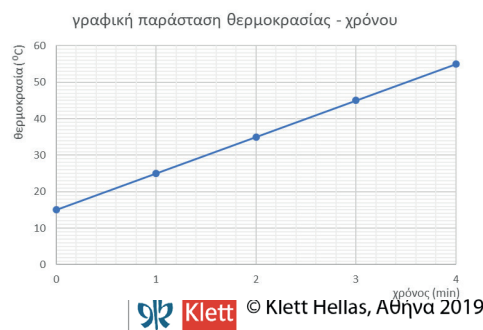
- 2 Η θερμότητα Q_1 που απορρόφησε το νερό χαμηλής θερμοκρασίας είναι ίση με τη θερμότητα Q_2 που απέβαλε το νερό υψηλής θερμοκρασίας δηλαδή $Q_1 = -Q_2$. Υπολογίζεις τη θερμοκρασία θ_r , όπου θα έχεις θερμική ισορροπία από τον νόμο της θερμιδομετρίας:

$$Q_1 = -Q_2 \quad \text{ή} \quad m_1 \cdot c_v \cdot \Delta\theta_1 = -m_2 \cdot c_v \cdot \Delta\theta_2 \quad \text{ή} \quad m_1 \cdot (\theta_r - \theta_1) = -m_2 \cdot (\theta_r - \theta_2) \quad \text{ή}$$

$$2\text{ kg} \cdot (\theta_r - 10^\circ\text{C}) = -3\text{ kg} \cdot (\theta_r - 80^\circ\text{C}) \quad \text{ή} \quad 2 \cdot \theta_r - 20^\circ\text{C} = -3 \cdot \theta_r - 240^\circ\text{C} \quad \text{ή}$$

$$5 \cdot \theta_r = 260^\circ\text{C} \quad \text{ή} \quad \theta_r = 52^\circ\text{C}$$

- 3 α Σχεδιάζεις τη γραφική παράσταση της θερμοκρασίας σε συνάρτηση με τον χρόνο.
β Υπολογίζεις τη θερμότητα που απορρόφησε το νερό τη χρονική στιγμή $t_1 = 2\text{ min}$ όπου $\theta_r = 35^\circ\text{C}$.
Από τον νόμο της θερμιδομετρίας ισχύει :



$$Q_1 = m \cdot c_v \cdot \Delta\theta_1 \quad \text{ή} \quad Q_1 = 0,5 \text{ kg} \cdot 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (35^\circ\text{C} - 15^\circ\text{C}) \quad \text{ή} \quad Q_1 = 42\,000 \text{ J}$$

γ Υπολογίζεις τη θερμότητα που απορρόφησε το νερό τη χρονική στιγμή $t_2 = 3 \text{ min}$ όπου $\theta_r = 45^\circ\text{C}$.
Από τον νόμο της θερμιδομετρίας ισχύει :

$$Q_2 = m \cdot c_v \cdot \Delta\theta_2 \quad \text{ή} \quad Q_2 = 0,5 \text{ kg} \cdot 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (45^\circ\text{C} - 15^\circ\text{C}) \quad \text{ή} \quad Q_2 = 63\,000 \text{ J}$$

ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ

A Δραστηριότητα 1

Παρατηρώ ότι το παγάκι αρχίζει να λιώνει, να μετατρέπεται δηλαδή από στερεό σε υγρό.

Όσο προσφέρω θερμότητα παρατηρώ το υγρό να γίνεται αέριο.

Παρατηρώ ότι το νερό από την αέρια κατάσταση, δηλαδή την κατάσταση των υδρατμών, περνά στην υγρή.

Περιμένω ότι το νερό στην υγρή κατάσταση, μέσα στο πλαστικό ποτήρι, θα γίνει πάγος. Δηλαδή, από υγρό θα γίνει ξανά στερεό.

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

- 1 α κινητικών
β κινητική
γ μεταφορά
- 2 α (Σ), β (Λ), γ (Σ), δ (Λ)
- 3 γ το άθροισμα της κινητικής και της δυναμικής ενέργειας
- 4 γ αέρια

6.5 Θερμική διαστολή και συστολή

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1 α όγκος, διαστολή
β μήκους, θερμοκρασίας
γ ανώμαλη, νέκρωνε
δ διαστέλλονται, αυξάνεται

- 2 α (Σ), β (Σ), γ (Σ), δ (Λ)

- 3 δ όλα τα παραπάνω

- 4 δ Η αύξηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο μαθητή

- 1 Αναγνωρίζεις τα δεδομένα και μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο σύστημα SI. Η θερμοκρασία δεν μετατρέπεται σε Kelvin.

Υπολογίζεις τον συντελεστή γραμμικής διαστολής της ράβδου από τη σχέση της γραμμικής διαστολής:

$$\Delta l = l_0 \cdot a \cdot \Delta \theta \quad \text{ή} \quad a = \frac{\Delta l}{l_0 \cdot \Delta \theta} \quad \text{ή} \quad a = \frac{34 \cdot 10^{-3} \text{ m}}{20 \text{ m} \cdot 100^\circ \text{C}} \quad \text{ή} \quad a = 17 \cdot 10^{-6} (^\circ \text{C})^{-1}$$

Η ράβδος είναι από χαλκό όπως προκύπτει από τους πίνακες διαστολής.

- 2 Αναγνωρίζεις τα δεδομένα και μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο σύστημα SI. Η θερμοκρασία δεν μετατρέπεται σε Kelvin.

Υπολογίζεις την αύξηση του όγκου του ελαιόλαδου από τη σχέση της κυβικής διαστολής:

$$\Delta V = a_v \cdot V_0 \cdot \Delta \theta \quad \text{ή} \quad \Delta V = 680 \cdot 10^{-6} (^\circ \text{C})^{-1} \cdot 4 \text{ m}^3 \cdot 20^\circ \text{C} \quad \text{ή} \quad \Delta V = 0,0544 \text{ m}^3$$

Απαντήσεις ερωτήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

- 1 α γραμμική
β αύξηση, διαστολή, κυβική
γ συστέλλεται
δ θερμοκρασίας, όγκου

- 2 α (Σ), β (Σ), γ (Λ), δ (Σ)

- 3 β Αυξάνονται οι αποστάσεις ανάμεσα στους δομικούς λίθους.

- 4 β $(^\circ \text{C})^{-1}$

5 δ invar

Λύσεις ασκήσεων από το βιβλίο ασκήσεων

1 Αναγνωρίζεις τα δεδομένα και μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο σύστημα SI. Η θερμοκρασία δεν μετατρέπεται σε Kelvin.

Υπολογίζεις την αύξηση του μήκους της ράβδου από τη σχέση της γραμμικής διαστολής:

$$\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta \theta \quad \text{ή} \quad \Delta l = 2 \text{ m} \cdot 24 \cdot 10^{-6} (\text{°C})^{-1} \cdot 30 \text{°C} \quad \text{ή} \quad \Delta l = 0,00144 \text{ m}$$

2 Αναγνωρίζεις τα δεδομένα και μετατρέπεις όλες τις μονάδες στο σύστημα SI. Η θερμοκρασία δεν μετατρέπεται σε Kelvin.

Υπολογίζεις την αύξηση της θερμοκρασίας της βενζίνης $\Delta \theta$, από τη σχέση της κυβικής διαστολής:

$$\Delta V = \alpha_V \cdot V_0 \cdot \Delta \theta \quad \text{ή} \quad \Delta \theta = \frac{\Delta V}{\alpha_V \cdot V_0} \quad \text{ή}$$

$$\Delta \theta = \frac{0,198 \text{ m}^3}{990 \cdot 10^{-6} (\text{°C})^{-1} \cdot 20 \text{ m}^3} \quad \text{ή} \quad \Delta \theta = 10 \text{°C}$$

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

6.1 Θερμόμετρα και μέτρηση θερμοκρασίας

- 1 Η Ιωάννα δεν κατανοεί ότι μιλάνε για δύο διαφορετικές κλίμακες θερμοκρασίας, την Κελσίου και την Kelvin. Για να μετατρέψεις μια θερμοκρασία από kelvin σε βαθμούς Κελσίου χρησιμοποιείς τη μαθηματική σχέση:

$$\theta = T_K - 273 \quad \text{ή} \quad \theta = 233 - 273 \quad \text{ή} \quad \theta = -40^\circ\text{C}$$

Γ' αυτό η Ulaanbaatar στη Μογγολία είναι η πιο κρύα πρωτεύουσα του κόσμου.

- 2 Για να μετατρέψεις μια θερμοκρασία από βαθμούς Κελσίου στην κλίμακα kelvin χρησιμοποιείς τη μαθηματική σχέση:

$$T_K = \theta + 273 \quad \text{ή} \quad T_K = -196 + 273 \quad \text{ή} \quad T_K = 77 \text{ K}$$

6.2 Θερμότητα: μια μορφή ενέργειας

- 3 α Τη χρονική στιγμή $t_1 = 2 \text{ min}$
β Από τη χρονική στιγμή $t_1 = 2 \text{ min}$ έως τη $t_2 = 3 \text{ min}$, όπου μεταβάλλεται η θερμοκρασία των δύο υγρών.
γ Από τον καυτό καφέ μεταφέρεται θερμότητα στο κρύο νερό.
δ Όπως φαίνεται από το διάγραμμα, όταν η θερμοκρασία σταθεροποιηθεί, είναι $\theta = 35^\circ\text{C}$. Τότε τα υγρά είναι σε κατάσταση θερμικής ισορροπίας.

6.3 Πώς μετράμε τη θερμότητα

- 4 Εξαιτίας της μεγάλης ειδικής θερμότητας της θάλασσας, οι περιοχές που είναι κοντά στη θάλασσα, όπως η Οσάν-δη, έχουν πιο ήπιο κλίμα από τις ηπειρωτικές, όπως το Κάλγκαρι στον Καναδά, που βρίσκονται στο ίδιο γεωγραφικό πλάτος και δέχονται την ίδια ποσότητα θερμότητας.

6.5 Θερμική διαστολή και συστολή

- 5 Όταν αυξάνεται η θερμοκρασία του περιβάλλοντος, τότε διαστέλλονται οι σιδηροτροχιές, με συνέπεια να αυξάνουν τις διαστάσεις τους. Αν ήταν σε επαφή μεταξύ τους, θα παραμορφώνονταν, με συνέπεια τη βλάβη της σιδηροδρομικής γραμμής.