Περιλαμβάνει τις λύσεις στις ασκήσεις του σχολικού βιβλίου

ΑΝΤΩΝΗΣ ΣΑΡΡΗΓΙΑΝΝΗΣ

Φυσική

Β' Γυμνασίου

ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΠΑΤΑΚΗ
www.patakis.gr
ΒΙΒΛΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΓΥΜΝΑΣΙΟ

Αντωνης Σαρρηγιαννης

ΦΥΣΙΚΗ

Β΄ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΠΑΤΑΚΗ

Θέση υπογραφής δικαιούχου δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας,
εφόσον η υπογραφή προβλέπεται από τη σύμβαση.

Εκδόσεις Πατάκη – Εκπαίδευση
Αντώνης Σαρρηγιάννης, *Φυσική Β΄ Γυμνασίου*
Υπεύθυνος έκδοσης: Νίκος Κύρος
Διορθώσεις: Νάντια Κουτσουρούμπα
Ηλεκτρονική σελιδοποίηση: Χαρά Μυζάλη-Παπαδάκη
Φιλμ-μοντάζ: Μαρία Ποινιού-Ρένεση

Πρώτη έκδοση από τις Εκδόσεις Πατάκη, Αθήνα, Αύγουστος 2017
ΚΕΤ Α916 – ΚΕΠ 565/17
ISBN 978-960-16-7180-2

ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΠΑΤΑΚΗ

ΠΑΝΑΓΗ ΤΣΑΛΔΑΡΗ (ΠΡΩΗΝ ΠΕΙΡΑΙΩΣ) 38, 104 37 ΑΘΗΝΑ,
ΤΗΛ.: 210.36.50.000, 210.52.05.600, 801.100.2665, ΦΑΞ: 210.36.50.069
ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΔΙΑΘΕΣΗ: ΕΜΜ. ΜΠΕΝΑΚΗ 16, 106 78 ΑΘΗΝΑ, ΤΗΛ.: 210.38.31.078
ΥΠΟΚΑΤΑΣΤΗΜΑ ΒΟΡΕΙΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ: ΚΟΡΥΤΣΑΣ (ΤΕΡΜΑ ΠΟΝΤΟΥ-ΠΕΡΙΟΧΗ Β΄ ΚΤΕΟ), 570 09
ΚΑΛΟΧΩΡΙ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ, Τ.Θ. 1213, ΤΗΛ.: 2310.70.63.54, 2310.70.67.15, ΦΑΞ: 2310.70.63.55
Web site: http:/www.patakis.gr • e-mail: info@patakis.gr, sales@patakis.gr

Στη Ρούλα
και στον Γιάννη

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΕΝΕΡΓΕΙΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΑΛΛΑΓΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΔΙΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Γράμμα προς τον μαθητή

Φίλε μαθητή,

Το βιβλίο που κρατάς στα χέρια σου είναι η υλοποίηση μιας πολύχρονης ιδέας για τη διδασκαλία της Φυσικής στο Γυμνάσιο.
Έπειτα από την εισαγωγή της Φυσικής με πειράματα στην Α΄ Γυμνασίου, η διδασκαλία της Φυσικής έχει ευτυχώς γίνει πιο πειραματική τόσο στη Β΄ όσο και στην Γ΄ Γυμνασίου. Το βιβλίο αυτό είναι ενημερωμένο με βάση τον νέο αυτό τρόπο διδασκαλίας. Προετοιμάζει λοιπόν τον μαθητή, ώστε, εκτός των άλλων, να μπορεί να επεξεργαστεί πίνακες πειραματικών δεδομένων, καθώς και να συμπληρώσει τα αντίστοιχα φύλλα εργασίας. Αυτό επιτυγχάνεται με την παράθεση σε κάθε κεφάλαιο και αρκετών πειραματικών θεμάτων. Επίσης, σε κάθε κεφάλαιο παρατίθενται και δοθέντα θέματα Πανελλήνιων Διαγωνισμών Φυσικής της Ένωσης Ελλήνων Φυσικών.

Η φιλοσοφία στο στήσιμο του βιβλίου είναι η εξής:

- Η ύλη χωρίζεται σε αριθμημένες ενότητες με βάση τη σειρά του σχολικού βιβλίου [Η Εισαγωγή και το Κεφάλαιο 1 («Κινήσεις»), για παράδειγμα, έχουν γραφτεί σε πέντε ενότητες].
- Κάθε ενότητα περιλαμβάνει τα εξής μέρη:
  - **Βασική θεωρία:** Η θεωρία σε πρώτο και γρήγορο επίπεδο ανάγνωσης. Σκοπός είναι και το αποτελεσματικό κοίταγμα από τον μαθητή πριν από το τεστ ή την τελική εξέταση.
  - **Εμβαθύνοντας στη θεωρία:** Γίνεται μία πιο εμπεριστατωμένη διείσδυση στη θεωρία με τη μορφή αριθμημένων ερωτήσεων – απαντήσεων.
  - **Λυμένες ασκήσεις – Μεθοδολογία:** Υποδειγματικά λυμένα παραδείγματα. Στον τίτλο τους φαίνεται ο διδακτικός στόχος του καθενός και τι διαπραγματεύεται. Με τα λυμένα αυτά παραδείγματα γίνεται πλήρης κάλυψη των περιπτώσεων που προκύπτουν σε κάθε ενότητα.
  - **Ερωτήσεις:** Ένας μεγάλος αριθμός από ερωτήσεις προς απάντηση όλων των τύπων (κλειστού – ανοικτού τύπου) που «σαρώνουν» την ύλη κάθε ενότητας.
  - **Προτεινόμενες ασκήσεις:** Ένας μεγάλος αριθμός από ασκήσεις και προβλήματα προς λύση που και πάλι «σαρώνουν» την ύλη της ενότητας.
  - **Έλεγξε τις γνώσεις σου:** Στο τέλος κάθε ενότητας ένα κριτήριο αξιολόγησης 40-45 λεπτών σωστά διαβαθμισμένο.
- Στο τέλος κάθε κεφαλαίου παρατίθενται:
  - **Συνδυαστικά θέματα:** Επιτυγχάνεται έτσι το «δέσιμο» της γνώσης μεταξύ των επιμέρους ενοτήτων του κεφαλαίου.
  - **Θέματα υψηλού επιπέδου:** Τα θέματα αυτά κρίνονται απαραίτητα για όποιους μαθητές σκοπεύουν να λάβουν μέρος στον Πανελλήνιο Διαγωνισμό Φυσικής. Γι’ αυτό άλλωστε σε αυτό το τμήμα περιλαμβάνονται και δοθέντα θέματα προηγούμενων διαγωνισμών.

– **Επαναληπτικό διαγώνισμα:** Σε αυτό το διαγώνισμα υπάρχει πάντοτε και πειραματικό θέμα, ώστε να είναι έτοιμος ο μαθητής να απολαύσει χωρίς δυσκολίες τον νέο τρόπο διδασκαλίας της Φυσικής στο Γυμνάσιο.

Από τη θέση αυτή θα ήθελα να ευχαριστήσω:

- Τον υπεύθυνο έκδοσης Νίκο Κύρο για την αμέριστη και γεμάτη μεράκι φροντίδα του, καθώς και τις εύστοχες υποδείξεις και παρατηρήσεις του.
- Τη φιλόλογο Νάντια Κουτσουρούμπα, γιατί, όταν ένα βιβλίο Φυσικής τύχει τέτοιας φιλολογικής (αλλά και τεχνικής) επιμέλειας, γίνεται πολύ καλύτερο.
- Τη γραφίστρια Χαρά Μυζάλη-Παπαδάκη για την εξαιρετική συνέπειά της στη διάρκεια της εκδοτικής αυτής απόπειρας.

Ο συγγραφέας
Αντώνης Σαρρηγιάννης

1 | Εισαγωγή

Α. Βασική θεωρία

Οι φυσικές επιστήμες και η μεθοδολογία τους

Μια απλή ματιά αρκεί για να καταλάβεις ότι όλα γύρω μας μεταβάλλονται: Το σύννεφο γίνεται βροχή ή χιόνι, το νερό της βροχής διαβρώνει χώματα και πετρώματα, το χιόνι κάποτε λιώνει. Άνθρωποι γεννιούνται, μεγαλώνουν, δημιουργούν, πεθαίνουν, γεννιούνται άλλοι!... Η Γη γυρίζει γύρω από τον Ήλιο, αλλά και η Σελήνη γυρίζει γύρω από τη Γη. Πάνω της, ένα σωρό πλοία, τρένα, αεροπλάνα, αυτοκίνητα, αλλά και ένα σωρό άνθρωποι και ζώα κινούνται...

Οι μεταβολές που συμβαίνουν γύρω μας στη φύση ονομάζονται φυσικά φαινόμενα.

Με τη μελέτη των φυσικών φαινομένων ασχολούνται οι **φυσικές επιστήμες**.

Στις φυσικές επιστήμες περιλαμβάνονται η φυσική, η χημεία, η βιολογία, η γεωλογία, η μετεωρολογία, η ωκεανογραφία κτλ.

Φυσική, μια θεμελιώδης επιστήμη

Η μελέτη της φυσικής είναι χρήσιμη ή καλύτερα απαραίτητη. Πολλές από τις επιστήμες, όπως η χημεία, η βιολογία, η ιατρική, η μηχανολογία, η αρχιτεκτονική, αλλά και τέχνες όπως η μουσική ή η ζωγραφική στηρίζονται σε βασικές αρχές της φυσικής.
Η επιστήμη της φυσικής προσπαθεί να περιγράψει όλα τα φυσικά φαινόμενα βασιζόμενη σε ένα ενιαίο σύνολο εννοιών.

Οι έννοιες της ενέργειας και της αλληλεπίδρασης, μαζί με την αντίληψη που έχουμε για τη μικροσκοπική δομή της ύλης, μας βοηθούν ώστε να έχουμε μια πληρέστερη ερμηνεία των φαινομένων.

Γενικά η φυσική είναι η επιστήμη που μελετά τις ιδιότητες όλων των σωμάτων: είτε των πολύ μικρών, όπως είναι τα στοιχειώδη σωματίδια (κουάρκ, πρωτόνια, ηλεκτρόνια, νετρόνια…) και τα άτομα, είτε των μεγάλων, ξεκινώντας από τα διάφορα αντικείμενα γύρω μας και φτάνοντας ως τους γαλαξίες.

Η φυσική μελετά τον χρόνο, τον χώρο, την ύλη και την ενέργεια. Διερευνά επίσης τον τρόπο με τον οποίο όλα αυτά συσχετίζονται.

Οι φυσικές επιστήμες βέβαια **σχετίζονται και με την τεχνολογία.** Για την ακρίβεια, οι φυσικές επιστήμες βρίσκονται πίσω από κάθε τεχνολογικό επίτευγμα. Πολλά τεχνολογικά επιτεύγματα, όπως οι τηλεπικοινωνίες, οι υπολογιστές, η πυρηνική τεχνολογία, η ραδιοφωνία, η τηλεόραση, τα διαστημικά ταξίδια και άλλα, πραγματοποιήθηκαν χάρη στην ανάπτυξη της φυσικής κύρια, αλλά και των φυσικών επιστημών (και των μαθηματικών) γενικότερα.

Η γλώσσα της φυσικής

Βασικές λέξεις – εκφράσεις – έννοιες όπως ο **χώρος,** ο **χρόνος,** η **κίνηση** των σωμάτων και οι **αλληλεπιδράσεις** τους συνθέτουν το λεξιλόγιο της φυσικής.

Οι σχέσεις που συνδέουν της έννοιες της φυσικής εκφράζονται με **τους νόμους της φυσικής**.

Τον 17ο αιώνα μ.Χ. ξεκίνησε η μεγάλη εξέλιξη της φυσικής, όταν στη μεθοδολογία της εισήλθε **το πείραμα** και η διατύπωση των νόμων της **με τη γλώσσα των μαθηματικών**, δηλαδή με τη χρήση των εξισώσεων και των γραφικών παραστάσεων.

Η επιστημονική μέθοδος

Η επιστημονική μέθοδος αναπτύχθηκε σταδιακά από πολλούς ερευνητές κατά τη διάρκεια πολλών αιώνων.

Τα βασικά της στάδια είναι τα εξής:

- **Παρατήρηση** του υπό μελέτη φαινομένου.
- **Ταξινόμηση** των παρατηρήσεων.
- **Έκφραση** των παρατηρήσεων με τη βοήθεια μετρήσιμων μεγεθών.
- **Διατύπωση αρχικών υποθέσεων** για την ερμηνεία των παραπάνω συσχετίσεων.
- **Πείραμα (ή πειράματα).** Με τη βοήθεια του πειράματος οι φυσικοί συνομιλούν κατά κάποιον τρόπο με τη φύση, παίρνοντας χρήσιμες μετρήσεις.
- **Μαθηματική επεξεργασία** των μετρήσεων.
- **Επαλήθευση** ή **διάψευση** της αρχικής υπόθεσης.
- Αν η αρχική υπόθεση επαληθευτεί από το πείραμα και τη χρήση των μαθηματικών, ακολουθεί η **ερμηνεία του πειράματος** και η **διατύπωση μιας τελικής υπόθεσης**.

Η παραπάνω μεθοδολογία ονομάζεται **επιστημονική μεθοδολογία**.

Φυσικά μεγέθη - μετρήσεις

Οι μεταβολές που συμβαίνουν διαρκώς γύρω μας στη φύση ονομάζονται **φυσικά φαινόμενα**.

Με τη μελέτη των φυσικών φαινομένων ασχολούνται οι φυσικές επιστήμες, όπως η φυσική, η χημεία, η βιολογία και η μετεωρολογία.

Ιδιαίτερη σημασία για την έρευνα της φύσης έχουν τα **φυσικά μεγέθη** και οι **μετρήσεις**.

> Μέγεθος είναι κάθε ποσότητα που μπορεί να μετρηθεί. Φυσικά μεγέθη ονομάζονται τα μεγέθη που χρησιμοποιούμε για την περιγραφή ενός φυσικού φαινομένου.

Με τον όρο **μέτρηση** ονομάζουμε τη διαδικασία σύγκρισης ομοειδών μεγεθών. Για να μετρήσουμε ένα φυσικό μέγεθος, το συγκρίνουμε με άλλο ομοειδές, το οποίο ονομάζουμε **μονάδα μέτρησης**.

Θεμελιώδη μεγέθη

Θεμελιώδη ονομάζονται τα μεγέθη που προκύπτουν άμεσα από τη διαίσθησή μας και δεν ορίζονται με τη βοήθεια άλλων μεγεθών.

Οι μονάδες μέτρησης των θεμελιωδών μεγεθών ορίζονται συμβατικά και ονομάζονται **θεμελιώδεις μονάδες**.

Τα βασικότερα θεμελιώδη μεγέθη είναι τρία:

1. **Το μήκος**, με μονάδα μέτρησης το 1 m (1 μέτρο).
2. **Η μάζα**, με μονάδα μέτρησης το 1 kg (1 χιλιόγραμμο ή κιλό).
3. **Ο χρόνος**, με μονάδα μέτρησης το 1 s (1 δευτερόλεπτο). Άλλες γνωστές μονάδες χρόνου είναι το 1 λεπτό (1 min = 60 s) και η 1 ώρα (1 h = 60 min = 3.600 s).

Το μέτρο (m), το δευτερόλεπτο (s) και το κιλό (kg) είναι οι θεμελιώδεις μονάδες στον κλάδο της φυσικής που λέγεται μηχανική.

Όπως θα δεις παρακάτω, υπάρχουν τέσσερις ακόμα θεμελιώδεις μονάδες που αφορούν τα αντίστοιχα θεμελιώδη μεγέθη άλλων κλάδων της φυσικής.

Δες την ερώτηση εμβάθυνσης 1.1.

Παράγωγα μεγέθη

Εκτός από τα θεμελιώδη, υπάρχουν και τα παράγωγα μεγέθη.

Παράγωγα ονομάζονται τα μεγέθη που ορίζονται με απλές μαθηματικές σχέσεις από τα θεμελιώδη μεγέθη.

Οι μονάδες των μεγεθών αυτών μπορούν να εκφραστούν με τις ίδιες απλές μαθηματικές σχέσεις μέσω των μονάδων των θεμελιωδών μεγεθών και ονομάζονται **παράγωγες μονάδες**.

Παρακάτω αναφέρονται ως παράδειγμα τρία παράγωγα μεγέθη και οι μονάδες τους:

1. **Το εμβαδόν**, με μονάδα μέτρησης το 1 m^2 (1 τετραγωνικό μέτρο).
2. **Ο όγκος**, με μονάδα μέτρησης το 1 m^3 (1 κυβικό μέτρο).
3. **Η πυκνότητα**, με μονάδα μέτρησης το 1 $\frac{kg}{m^3}$.

Δες τις ερωτήσεις εμβάθυνσης 1.3, 1.4 και 1.5.

Διεθνές Σύστημα Μονάδων

Το σύνολο των θεμελιωδών και των παράγωγων μονάδων αποτελεί ένα **σύστημα μονάδων**. Σήμερα έχει καθιερωθεί και χρησιμοποιείται από όλες τις χώρες το **Διεθνές Σύστημα Μονάδων** ή αλλιώς System Internationale **(S.I.)**.

Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται τα θεμελιώδη και ορισμένα παράγωγα μεγέθη.

ΔΙΕΘΝΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΟΝΑΔΩΝ (S.I.)			
Θεμελιώδη μεγέθη	**Θεμελιώδεις μονάδες**	**Παράγωγα μεγέθη**	**Παράγωγες μονάδες**
Μήκος	1 μέτρο (1 m)	Εμβαδόν	1 m^2
Μάζα	1 χιλιόγραμμο (1 kg)	Όγκος	1 m^3
Χρόνος	1 δευτερόλεπτο (1 s)	Πυκνότητα	$1\ \frac{kg}{m^3}$
Θερμοκρασία	1 κέλβιν (1 K)		
Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος	1 αμπέρ (1 A)		
Ένταση ακτινοβολίας	1 καντέλλα (1 cd)		
Ποσότητα ύλης	1 γραμμομόριο (1 $mo\ell$)		

Β. Εμβαθύνοντας στη θεωρία

1.1 Συχνά οι επιστήμονες χρειάζεται να εργαστούν με πολύ μικρές ή πολύ μεγάλες ποσότητες. Γι' αυτό υπάρχουν τα πολλαπλάσια και τα υποπολλαπλάσια των μονάδων. Να αναφέρεις τα πολλαπλάσια και τα υποπολλαπλάσια των μονάδων και τα σύμβολά τους, από τα μικρότερα προς τα μεγαλύτερα.

▶ **Απάντηση**

Όλα τα παραπάνω φαίνονται στους πίνακες που ακολουθούν.

ΠΙΝΑΚΑΣ Ι. ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΕΙΣ ΜΕΓΕΘΩΝ

Όνομα	Σύμβολο	Σχέση
Μίκρο	μ	$\frac{1}{1.000.000} = 10^{-6}$
Χιλιοστό (μίλι)	m	$\frac{1}{1.000} = 10^{-3}$
Εκατοστό (σέντι)	c	$\frac{1}{100} = 10^{-2}$
Δέκατο (ντέσι)	d	$\frac{1}{10} = 10^{-1}$

ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙ. ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑ ΜΕΓΕΘΩΝ

Όνομα	Σύμβολο	Σχέση
Χίλιο (κίλο)	k	$1.000 = 10^3$
Μέγα	M	$1.000.000 = 10^6$

1.2 **(α)** Με τι συνδέεται το φυσικό μέγεθος μάζα ενός σώματος; **(β)** Να αναφέρεις μερικά υποπολλαπλάσια και πολλαπλάσια της μονάδας μάζας 1 kg.

▶ Απάντηση

(α) Από την εμπειρία μας γνωρίζουμε ότι ένα φορτωμένο φορτηγό αυτοκίνητο ξεκινάει αλλά και σταματάει πολύ πιο δύσκολα απ' ό,τι όταν είναι άδειο.
Το φορτωμένο φορτηγό λέμε ότι έχει μεγαλύτερη **μάζα** από αυτή που έχει όταν είναι άδειο. Η μάζα λοιπόν φαίνεται να εμπλέκεται με το πόσο εύκολα μεταβάλλεται η κίνηση, αλλά και με την ποσότητα ύλης.

Ώστε:

> Η μάζα ενός σώματος συνδέεται με την κίνηση του σώματος, αλλά και με την ποσότητα της ύλης που περιέχεται σε αυτό.

(β) Η θεμελιώδης μονάδα της μάζας στο S.I. είναι το 1 kg (1 χιλιόγραμμο).
Σημαντικό υποπολλαπλάσιο της μάζας είναι το 1 g (1 γραμμάριο). Ισχύει ότι:
1 kg = 1.000 g ή αλλιώς $1\ \text{g} = \frac{1}{1.000}\ \text{kg}$.
Στη φαρμακολογία χρησιμοποιείται συχνά και η υποδιαίρεση του 1 g, το 1 mg (1 μιλιγράμ ή μιλιγραμμάριο). Σύμφωνα με αυτά που είδαμε, θα ισχύει ότι:
$1\ \text{mg} = \frac{1}{1.000}\ \text{g}$.
Για τη μέτρηση πολύ μεγάλων μαζών υπάρχει το πολλαπλάσιο του 1 kg, ο 1 tn (1 τόνος). Ισχύει ότι:
1 tn = 1.000 kg.

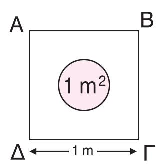
1.3 Να δώσεις περισσότερες λεπτομέρειες για τη μονάδα μέτρησης του εμβαδού (1 m^2) και για τη μονάδα μέτρησης του όγκου (1 m^3).

▶ Απάντηση

i. Μέτρηση εμβαδού

Μονάδα μέτρησης του εμβαδού είναι το 1 m^2 (ένα τετραγωνικό μέτρο).

> Το 1 τετραγωνικό μέτρο (1 m^2) είναι το εμβαδόν της επιφάνειας ενός τετραγώνου με πλευρά 1 μέτρο (1 m).



Το τετράγωνο ΑΒΓΔ με πλευρά 1 m έχει εμβαδόν 1 m^2.

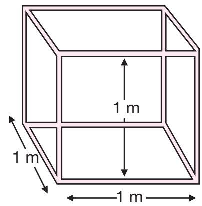
Υποπολλαπλάσια του 1 m^2

Είναι:

- 1 dm^2 (τετραγωνικό ντεσιμέτρ) $= \frac{1}{100}\ m^2 = 10^{-2}\ m^2$.
- 1 cm^2 (τετραγωνικό σεντιμέτρ) $= \frac{1}{10.000}\ m^2 = 10^{-4}\ m^2$.
- 1 mm^2 (τετραγωνικό μιλιμέτρ) $= \frac{1}{1.000.000}\ m^2 = 10^{-6}\ m^2$.

ii. Μέτρηση όγκου

Μονάδα μέτρησης όγκου είναι το 1 m^3 (ένα κυβικό μέτρο).



> Το 1 κυβικό μέτρο (1 m^3) είναι ο όγκος κύβου με ακμή 1 μέτρο (1 m).

Υποπολλαπλάσια του 1 m^3

Είναι:

- 1 dm^3 (κυβικό ντεσιμέτρ) $= \frac{1}{1.000}\ m^3 = 10^{-3}\ m^3$. [Η μονάδα όγκου 1 dm^3 είναι πιο γνωστή ως 1 ℓ (1 λίτρο). Σπουδαιότερη υποδιαίρεση του 1 ℓ είναι το 1 mℓ (1 μιλιλίτρ), όπου 1 mℓ $= \frac{1}{1.000}\ \ell = 10^{-3}\ \ell$.]

> **ΠΡΟΣΕΞΕ** Τη μονάδα όγκου 1 λίτρο (1 ℓ) θα δεις να τη συμβολίζουν και ως 1 L.

- 1 cm^3 (κυβικό σεντιμέτρ) $= \frac{1}{1.000.000}\ m^3 = 10^{-6}\ m^3$.
- 1 mm^3 (κυβικό μιλιμέτρ) $= \frac{1}{1.000.000.000}\ m^3 = 10^{-9}\ m^3$.

1.4 Τι είναι η πυκνότητα ενός υλικού, τι εκφράζει και ποιες είναι οι σπουδαιότερες μονάδες μέτρησής της;

▶ Απάντηση

Η πυκνότητα είναι το φυσικό μέγεθος με το οποίο μπορούμε να συγκρίνουμε ως προς τη μάζα διάφορα υλικά που έχουν τον ίδιο όγκο.

> Η πυκνότητα ενός υλικού ορίζεται ως το πηλίκο που έχει ως αριθμητή τη μάζα του υλικού και παρονομαστή τον όγκο του.

Δηλαδή:

$$\text{Πυκνότητα} = \frac{\text{μάζα}}{\text{όγκος}} \quad \text{ή με σύμβολα:} \quad \rho = \frac{m}{V}$$

Η πυκνότητα εκφράζει τη μάζα του υλικού που περιέχεται σε μία μονάδα όγκου.
Η πυκνότητα αποτελεί χαρακτηριστικό του υλικού κάθε σώματος.

Μονάδα πυκνότητας στο S.I. είναι το $1\,\frac{kg}{m^3}$.

Στη χημεία χρησιμοποιείται και η πρακτική μονάδα πυκνότητας $1\,\frac{g}{cm^3}$ ή $1\,\frac{g}{m\ell}$.

1.5 Να μετατρέψεις τη μονάδα πυκνότητας $1\,\frac{g}{cm^3}$ στο S.I., δηλαδή σε $\frac{kg}{m^3}$.

▶ **Απάντηση**

ΠΡΟΣΕΞΕ

1. Θυμήσου ότι: $1\ g = \frac{1}{1.000}\ kg$, $1\ cm^3 = \frac{1}{1.000.000}\ m^3$.

2. Για να μετατρέψουμε ένα **σύνθετο** κλάσμα σε **απλό**, πολλαπλασιάζουμε «άκρους με άκρους και μέσους με μέσους όρους», όπως λέγεται. Δες, για παράδειγμα, το αλγεβρικό κλάσμα: $\dfrac{\frac{\alpha}{\beta}}{\frac{\gamma}{\delta}} = \dfrac{\frac{\alpha}{\beta}}{\frac{\gamma}{\delta}} = \dfrac{\alpha \cdot \delta}{\beta \cdot \gamma}$.

$$1\,\frac{g}{cm^3} = 1 \cdot \frac{\frac{1}{1.000}\,kg}{\frac{1}{1.000.000}\,m^3} = 1 \cdot \frac{1 . 1.000.\cancel{000}\,kg}{1 . 1.\cancel{000}\,m^3} = \frac{1.000\ kg}{1\ m^3} = 1.000\,\frac{kg}{m^3}$$

Δηλαδή:

- Αντικαταστήσαμε το 1 g με τα ισοδύναμά του $\frac{1}{1.000}$ kg. Επίσης, αντικαταστήσαμε το 1 cm^3 με τα ισοδύναμά του $\frac{1}{1.000.000}$ m^3.
- Στη συνέχεια μετατρέψαμε το σύνθετο κλάσμα που προέκυψε σε απλό με τη μέθοδο που φαίνεται παραπάνω.

Γ. Λυμένες ασκήσεις - Μεθοδολογία

1.6 ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΣ ΣΤΙΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΗΚΟΥΣ

Να κάνεις τις παρακάτω μετατροπές μονάδων μήκους: **(α)** μήκος 3 m σε dm, **(β)** μήκος 25 dm σε m, **(γ)** μήκος 3,5 m σε cm, **(δ)** μήκος 60 cm σε m, **(ε)** μήκος 7 dm σε mm, **(στ)** μήκος 20 mm σε dm, **(ζ)** μήκος 1,5 m σε mm, **(η)** μήκος 200 mm σε m.

▶ Λύση

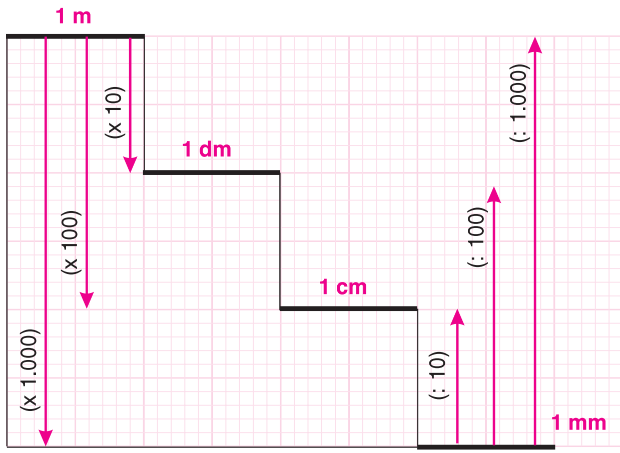
Γενικά

Να μάθεις να μετατρέπεις τις μονάδες μήκους από τη μία στην άλλη με τη «**μέθοδο της σκάλας**» που σου προτείνεται στο σχόλιο που ακολουθεί.

Η σκάλα του μήκους

Φαντάσου τις «συνηθισμένες» μονάδες του μήκους να στέκονται καθεμία και σε ένα σκαλί μιας σκάλας, με τη σειρά, από πάνω προς τα κάτω.
Θα έχεις έτσι τη διπλανή εικόνα.

ΠΡΟΣΕΞΕ Κάθε φορά που «ανεβαίνουμε» ή «κατεβαίνουμε» σκαλί, τα μηδενικά αυξάνονται κατά ένα!



Το ύψος του καθενός από αυτά τα σκαλιά είναι 10 μονάδες.

- Έτσι, όταν «κατεβαίνεις» ένα σκαλί, **πολλαπλασιάζεις** επί 10. (Είναι πιο εύκολο το κατέβασμα, άρα κάνεις την πιο εύκολη πράξη: πολλαπλασιασμό.) Αν «ανεβαίνεις» ένα σκαλί, **διαιρείς** διά 10.
- Αν «κατεβαίνεις» δύο σκαλιά, **πολλαπλασιάζεις** επί 100, ενώ, αν «ανεβαίνεις» δύο σκαλιά, **διαιρείς** διά 100.
- Αν «κατεβαίνεις» τρία σκαλιά, **πολλαπλασιάζεις** επί 1.000, ενώ, αν «ανεβαίνεις» τρία σκαλιά, **διαιρείς** διά 1.000.

Ας κάνουμε τώρα τις ζητούμενες μετατροπές.

(α) Μήκος 3 m σε dm. Σου ζητάνε να «κατέβεις» ένα σκαλί. Επομένως πολλαπλασιάζεις επί 10.
Έτσι, $3 \text{ m} = 3 \cdot 10 = 30 \text{ dm}$.

(β) Μήκος 25 dm σε m. Σου ζητάνε να «ανέβεις» ένα σκαλί. Επομένως διαιρείς διά 10. Έτσι, 25 dm = 25 : 10 = 2,5 m.

(γ) Μήκος 3,5 m σε cm (δύο σκαλιά κάτω). Έτσι, 3,5 m = 3,5 · 100 = 350 cm.

(δ) Μήκος 60 cm σε m (δύο σκαλιά πάνω). Έτσι, 60 cm = 60 : 100 = 0,6 m.

(ε) Μήκος 7 dm σε mm (δύο σκαλιά κάτω). Έτσι, 7 dm = 7 · 100 = 700 mm.

(στ) Μήκος 20 mm σε dm (δύο σκαλιά πάνω). Έτσι, 20 mm = 20 : 100 = 0,2 dm.

(ζ) Μήκος 1,5 m σε mm (τρία σκαλιά κάτω). Έτσι, 1,5 m = 1,5 · 1.000 = 1.500 mm.

(η) Μήκος 200 mm σε m (τρία σκαλιά πάνω). Έτσι, 200 mm = 200 : 1.000 = 0,2~~00~~ m.

1.7 ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΣ ΣΤΙΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΕΜΒΑΔΟΥ

Να κάνεις τις παρακάτω μετατροπές μονάδων εμβαδού: **(α)** εμβαδόν 2 m^2 σε dm^2, **(β)** εμβαδόν 500 mm^2 σε dm^2, **(γ)** εμβαδόν 0,2 m^2 σε cm^2, **(δ)** εμβαδόν 8.000 mm^2 σε m^2.

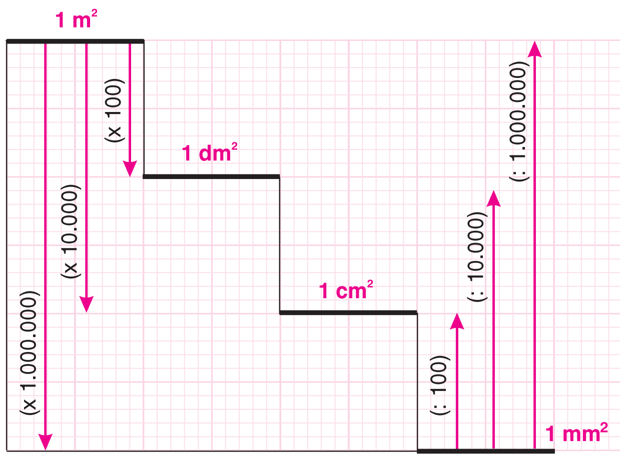
▶ Λύση

Γενικά

Αντίστοιχη με τη «σκάλα» των μονάδων μήκους είναι και η «σκάλα» των μονάδων εμβαδού.

Η σκάλα του εμβαδού

Εδώ, στα σκαλοπάτια «στέκονται» οι μονάδες του εμβαδού.



ΠΡΟΣΕΞΕ

Κάθε φορά που «ανεβαίνουμε» ή «κατεβαίνουμε» σκαλί, τα μηδενικά αυξάνονται κατά δύο!

Στη σκάλα του εμβαδού το ύψος του κάθε σκαλιού είναι **100 μονάδες**.

- Έτσι, αν «κατεβαίνεις» ένα σκαλί, **πολλαπλασιάζεις** επί 100. Αν «ανεβαίνεις» ένα σκαλί, **διαιρείς** διά 100.
- Αν «κατεβαίνεις» δύο σκαλιά, **πολλαπλασιάζεις** επί 10.000. Αν «ανεβαίνεις» δύο σκαλιά, **διαιρείς** διά 10.000.
- Αν «κατεβαίνεις» τρία σκαλιά, **πολλαπλασιάζεις** επί 1.000.000. Αν «ανεβαίνεις» τρία σκαλιά, **διαιρείς** διά 1.000.000.

Ας κάνουμε τώρα τις ζητούμενες μετατροπές.

(α) Εμβαδόν 2 m^2 σε dm^2 (ένα σκαλί κάτω).
Έτσι, 2 m^2 = 2 · 100 = 200 dm^2.

(β) Εμβαδόν 500 mm^2 σε dm^2 (δύο σκαλιά πάνω).
Έτσι, 500 mm^2 = 500 : 10.000 = 0,05 dm^2.

(γ) Εμβαδόν 0,2 m^2 σε cm^2 (δύο σκαλιά κάτω).
Έτσι, 0,2 m^2 = 0,2 · 10.000 = 2.000 cm^2.

(δ) Εμβαδόν 8.000 mm^2 σε m^2 (τρία σκαλιά πάνω).
Έτσι, 8.000 mm^2 = 8.000 : 1.000.000 = $0{,}008\cancel{000}$ m^2.

1.8 ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΣ ΣΤΙΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΟΓΚΟΥ

Να κάνεις τις παρακάτω μετατροπές μονάδων όγκου: **(α)** όγκος 2 m^3 σε dm^3, **(β)** όγκος 400 cm^3 σε m^3, **(γ)** όγκος 0,1 m^3 σε mm^3, **(δ)** όγκος 3 dm^3 σε mm^3.

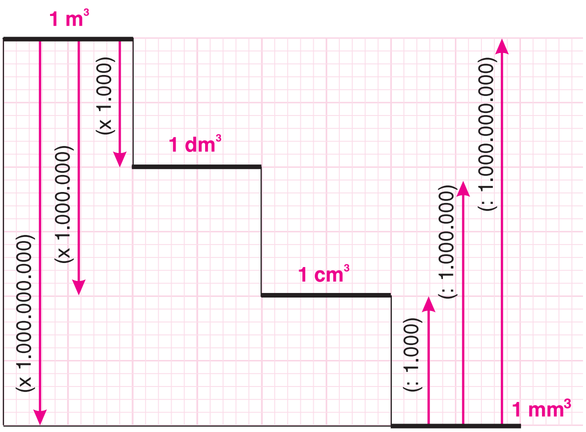
▶ **Λύση**

Γενικά

Αντίστοιχη με τη «σκάλα» των μονάδων μήκους και εμβαδού είναι και η «σκάλα» των μονάδων όγκου.

Η σκάλα του όγκου

Εδώ, στα σκαλοπάτια «στέκονται» οι μονάδες του όγκου.



ΠΡΟΣΕΞΕ

Κάθε φορά που «ανεβαίνουμε» ή «κατεβαίνουμε» σκαλί, τα μηδενικά αυξάνονται κατά τρία!

Στη σκάλα του όγκου το ύψος του κάθε σκαλιού είναι **1.000 μονάδες**.

- Έτσι, αν «κατεβαίνεις» ένα σκαλί, **πολλαπλασιάζεις** επί 1.000. Αν «ανεβαίνεις» ένα σκαλί, **διαιρείς** διά 1.000.
- Αν «κατεβαίνεις» δύο σκαλιά, **πολλαπλασιάζεις** επί 1.000.000. Αν «ανεβαίνεις» δύο σκαλιά, **διαιρείς** διά 1.000.000.
- Αν «κατεβαίνεις» τρία σκαλιά, **πολλαπλασιάζεις** επί 1.000.000.000. Αν «ανεβαίνεις» τρία σκαλιά, **διαιρείς** διά 1.000.000.000.

Ας κάνουμε τώρα τις ζητούμενες μετατροπές.

(α) Όγκος 2 m^3 σε dm^3 (ένα σκαλί κάτω).
Έτσι, $2\ m^3 = 2 \cdot 1.000 = 2.000\ dm^3$.

(β) Όγκος 400 cm^3 σε m^3 (δύο σκαλιά πάνω).
Έτσι, $400\ cm^3 = 400 : 1.000.000 = 0{,}0004\cancel{00}\ m^3$.

(γ) Όγκος 0,1 m^3 σε mm^3 (τρία σκαλιά κάτω).
Έτσι, $0{,}1\ m^3 = 0{,}1 \cdot 1.000.000.000 = 100.000.000\ mm^3$.

(δ) Όγκος 3 dm^3 σε mm^3 (δύο σκαλιά κάτω).
Έτσι, $3\ dm^3 = 3 \cdot 1.000.000 = 3.000.000\ mm^3$.

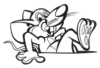
ΠΡΟΣΕΞΕ

1. Πώς πολλαπλασιάζουμε έναν αριθμό με το 10, το 100, το 1.000 κτλ.

- Αν ο αριθμός είναι ακέραιος, του προσθέτουμε στο τέλος τόσα μηδενικά όσα έχει το 10, το 100, το 1.000 κτλ.
  Π.χ. $52 \cdot 1\underbrace{0.000}_{4\ \text{μηδενικά}} = 520.000$.
- Αν ο αριθμός είναι δεκαδικός, μεταφέρουμε την υποδιαστολή προς τα **δεξιά** τόσα ψηφία όσα και τα μηδενικά που έχει το 10, το 100, το 1.000 κτλ.
  Π.χ. $2{,}452 \cdot 100 = 245{,}2$ (δύο θέσεις δεξιά η υποδιαστολή).
  $14{,}5 \cdot 1.000 = 14.500$ (αφού τα μηδενικά ήταν τρία και η υποδιαστολή μπορούσε να μετακινηθεί μόνο μία θέση, προσθέσαμε και δύο μηδενικά).

2. Πώς διαιρούμε έναν αριθμό με το 10, το 100, το 1.000 κτλ.

- Αν ο αριθμός είναι ακέραιος, μετράμε από το τέλος προς την αρχή τόσα ψηφία όσα και τα μηδενικά του 10, του 100, του 1.000 κτλ. και εκεί που φτάνουμε βάζουμε υποδιαστολή, π.χ. $2.365 : 100 = 23{,}65$.
- Αν ο αριθμός είναι δεκαδικός, μετακινούμε την υποδιαστολή προς τα **αριστερά** τόσα ψηφία όσα και τα μηδενικά του 10, του 100, του 1.000 κτλ.
  Π.χ. $254{,}2 : 100 = 2{,}542$ (μετακινήσαμε δύο θέσεις αριστερά την υποδιαστολή).
  $3{,}6 : 1.000 = 0{,}0036$ (αφού η υποδιαστολή μπορούσε να μετακινηθεί μόνο μία θέση, προσθέσαμε και δύο μηδενικά).



Δ. Ερωτήσεις

Να συμπληρώσεις τα κενά που εκφράζονται με τις τελείες (...................) στις προτάσεις 1.9 έως 1.18 που ακολουθούν.

1.9 Οι μεταβολές που συμβαίνουν διαρκώς γύρω μας στη φύση ονομάζονται .... φαινόμενα.

1.10 Μέγεθος είναι κάθε ποσότητα που μπορεί να .... Φυσικά μεγέθη ονομάζονται τα μεγέθη που χρησιμοποιούμε για την .... ενός .... φαινομένου.

1.11 Με τον όρο .... ονομάζουμε τη διαδικασία σύγκρισης ομοειδών μεγεθών.

1.12 Για να μετρήσουμε ένα φυσικό μέγεθος, το .... με άλλο ...., το οποίο ονομάζουμε μονάδα μέτρησης.

1.13 Θεμελιώδη ονομάζονται τα μεγέθη που προκύπτουν άμεσα από τη .... μας και δεν .... με τη βοήθεια άλλων μεγεθών.

1.14 Οι μονάδες μέτρησης των θεμελιωδών μεγεθών ορίζονται .... και ονομάζονται .... μονάδες.

1.15 Παράγωγα ονομάζονται τα μεγέθη που ορίζονται με απλές .... σχέσεις από τα .... μεγέθη.

1.16 Οι μονάδες των παράγωγων μεγεθών ονομάζονται .... μονάδες.

1.17 Το σύνολο των θεμελιωδών και των παράγωγων μονάδων αποτελεί ένα .... μονάδων.

1.18 Να συμπληρώσεις τα κενά στον πίνακα που ακολουθεί.

ΔΙΕΘΝΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΟΝΑΔΩΝ (S.I.)			
Θεμελιώδη μεγέθη	**Θεμελιώδεις μονάδες**	**Παράγωγα μεγέθη**	**Παράγωγες μονάδες**
Μήκος		Εμβαδόν	
	1 χιλιόγραμμο (1 kg)		1 m^3
Χρόνος		Πυκνότητα	
Θερμοκρασία			
	1 αμπέρ (1 A)		
Ένταση ακτινοβολίας			
	1 γραμμομόριο (1 $mo\ell$)		

1.19 Τι ονομάζουμε μέγεθος και τι φυσικό μέγεθος;

1.20 Τι ονομάζουμε με τον όρο «μέτρηση»;

1.21 Τι πρέπει να κάνουμε για να μετρήσουμε ένα φυσικό μέγεθος;

1.22 Ποια μεγέθη ονομάζονται θεμελιώδη και τι είναι οι θεμελιώδεις μονάδες;

1.23 Να χαρακτηρίσεις καθεμία από τις προτάσεις που ακολουθούν ως σωστή (Σ) ή ως λανθασμένη (Λ).

(α) Μονάδα μέτρησης του μήκους στο S.I. είναι το 1 cm.

(β) Μονάδα μέτρησης της μάζας στο S.I. είναι το 1 kg.

(γ) Μόναδα μέτρησης του χρόνου στο S.I. είναι το 1 s.

(δ) Η πυκνότητα είναι θεμελιώδες μέγεθος.

1.24 Ποια μεγέθη ονομάζονται παράγωγα;

1.25 Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι η σωστή;

(α) Το εμβαδόν είναι θεμελιώδες μέγεθος.

(β) Μονάδα όγκου στο S.I. είναι το 1 m^3.

(γ) Μονάδα θερμοκρασίας στο S.I. είναι ο 1 °C (1 βαθμός Κελσίου).

(δ) Τα παράγωγα μεγέθη προκύπτουν άμεσα από τη διαίσθησή μας.

1.26 Να αντιστοιχίσεις κάθε φυσικό μέγεθος από τη στήλη 1 με την κατάλληλη από τις μονάδες της στήλης 2.

Στήλη 1	Στήλη 2
1. Μήκος	α. 1 kg
2. Εμβαδόν	β. 1 m
3. Μάζα	γ. 1 m^3
	δ. 1 m^2

Να γράψεις στα κουτάκια τους σωστούς συνδυασμούς.

1.27 Να αντιστοιχίσεις κάθε φυσικό μέγεθος της στήλης 1 με την κατάλληλη από τις μονάδες της στήλης 2.

Στήλη 1	Στήλη 2
1. Χρόνος	α. 1 cd
2. Ένταση ακτινοβολίας	β. 1 K
3. Ποσότητα ύλης	γ. 1 s
	δ. 1 moℓ

Να γράψεις στα κουτάκια τους σωστούς συνδυασμούς.

1.28 Να αντιστοιχίσεις κάθε μέγεθος της στήλης 1 με την κατάλληλη από τις ιδιότητες της στήλης 2.

Στήλη 1	Στήλη 2
1. Μάζα	α. Θεμελιώδες μέγεθος
2. Όγκος	β. Παράγωγο μέγεθος
3. Χρόνος	
4. Πυκνότητα	

Να γράψεις στα κουτάκια τους σωστούς συνδυασμούς.

Ε. Προτεινόμενες ασκήσεις

1.29 Να κάνεις τις παρακάτω μετατροπές μονάδων μήκους:
(α) μήκος 2 m σε cm,
(β) μήκος 100 mm σε m,
(γ) μήκος 5 dm σε mm.

1.30 Να κάνεις τις παρακάτω μετατροπές μονάδων μήκους:
(α) μήκος 50 cm σε dm,
(β) μήκος 2 cm σε mm,
(γ) μήκος 3 m σε mm,
(δ) μήκος 700 mm σε m.

1.31 Να κάνεις τις παρακάτω μετατροπές μονάδων εμβαδού:
(α) 2 m^2 σε cm^2,
(β) 20 mm^2 σε dm^2,
(γ) 3 cm^2 σε mm^2,
(δ) 10 dm^2 σε m^2,
(ε) 0,5 m^2 σε mm^2.

1.32 Να κάνεις τις παρακάτω μετατροπές μονάδων όγκου:
(α) 0,8 m^3 σε dm^3,
(β) 3.000 mm^3 σε cm^3,
(γ) 0,01 dm^3 σε mm^3,
(δ) 0,2 ℓ σε cm^3,
(ε) 200 $m\ell$ σε m^3.

1.33 Να κάνεις τις παρακάτω μετατροπές μονάδων μάζας:
(α) 2 kg σε g,
(β) 200 g σε kg,
(γ) 0,4 tn σε kg.

1.34 Ένα υλικό έχει πυκνότητα $\rho = 0{,}8\,\frac{g}{cm^3}$. Να τη μετατρέψεις σε $\frac{kg}{m^3}$ (S.I.).

1.35 Ένα υλικό έχει πυκνότητα $\rho = 1.200\,\frac{kg}{m^3}$. Να τη μετατρέψεις σε $\frac{g}{cm^3}$.

1.36 Να κάνεις τις παρακάτω μετατροπές μονάδων χρόνου:
(α) 2 min σε s,
(β) 7.200 s σε h,
(γ) 24 h σε s.

ΣΤ. Έλεγξε τις γνώσεις σου

ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. **(α)** Να μετατρέψεις τον χρόνο των 45 min που σου δόθηκε για να απαντήσεις σε αυτό το διαγώνισμα σε s.
(β) Να αναφέρεις όλα τα θεμελιώδη μεγέθη του S.I. και τις αντίστοιχες μονάδες τους.

2. Τι ονομάζουμε πυκνότητα ενός υλικού και τι εκφράζει;

3. Το δελφίνι εκπέμπει υπερήχους, με τους οποίους εντοπίζει ακόμα και στα σκοτεινά νερά τον στόχο του. Το μικρότερο αντικείμενο που μπορεί να εντοπίσει έτσι ένα δελφίνι έχει μέγεθος 5 mm. Ένα ψαράκι έχει μήκος 0,004 m. Θα γλιτώσει από το δελφίνι ή το δελφίνι θα το εντοπίσει και... θα το φάει;

4. Να κάνεις τις παρακάτω μετατροπές:
(α) 0,8 ℓ σε mm^3,
(β) 50 cm^2 σε dm^2,
(γ) 2 km σε m,
(δ) 2.500 g σε kg.

Α | Εισαγωγή*

Ενότητα 1

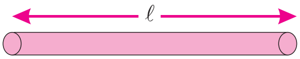
Συνδυαστικά θέματα

Α1 Η στάθμη του νερού σε έναν ογκομετρικό σωλήνα βρίσκεται στην ένδειξη 60 mL. Ρίχνουμε μια πέτρα μέσα στον ογκομετρικό σωλήνα και η στάθμη του ανέρχεται στα 100 mL. Να υπολογίσεις τον όγκο της πέτρας:
(α) Σε cm^3. **(β)** Σε L. **(γ)** Σε m^3.

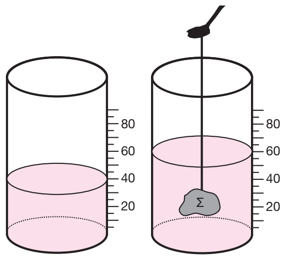
Α2 Η στάθμη του νερού σε έναν ογκομετρικό σωλήνα βρίσκεται στην ένδειξη 50 mL. Ρίχνουμε στον ογκομετρικό σωλήνα έναν μεταλλικό κύβο ακμής $α = 2$ cm. Σε ποια ένδειξη θα ανέλθει η στάθμη του νερού;

Α3 Ζυγίσαμε έναν κενό ογκομετρικό σωλήνα και τον βρήκαμε 20 g. Βάλαμε στον ογκομετρικό σωλήνα 100 mL οινοπνεύματος και, ζυγίζοντάς τον πάλι, βρήκαμε τη μεικτή του μάζα 100 g. Να υπολογίσεις την πυκνότητα του οινοπνεύματος:
(α) Σε $\frac{g}{mL}$. **(β)** Σε $\frac{kg}{m^3}$.

Α4 Κρατάω στα χέρια μου μια μακρόστενη κυλινδρική ξύλινη ράβδο μήκους ℓ, μάζας m και πυκνότητας ρ. Την κόβω σε δύο ίσα κομμάτια που το καθένα έχει μήκος $\ell' = \frac{\ell}{2}$, μάζα $m' = \frac{m}{2}$ και πυκνότητα ρ′. Για την πυκνότητα κάθε κομματιού ισχύει:
(α) $ρ' = \frac{ρ}{2}$. **(β)** $ρ' = ρ$. **(γ)** $ρ' = 2\,ρ$.
Να αιτιολογήσεις την επιλογή σου.



Α5 Στον ογκομετρικό σωλήνα του σχήματος η στάθμη του νερού βρίσκεται αρχικά στην ένδειξη 40 mL. Βυθίσαμε στο νερό το σώμα Σ και η στάθμη ανέβηκε στην ένδειξη 60 mL. Ζυγίσαμε το σώμα Σ σε έναν ηλεκτρονικό ζυγό και η μάζα του βρέθηκε ότι είναι $m = 80$ g. Με βάση τα παραπάνω να υπολογίσεις:
(α) Τον όγκο V του σώματος.
(β) Την πυκνότητα του σώματος.



Α6 Η πυκνότητα του σιδήρου είναι $7{,}8\,\frac{g}{mL}$. Βυθίσαμε έναν κύβο από σίδηρο σε έναν ογκομετρικό κύλινδρο και η στάθμη του νερού ανέβηκε κατά 40 mL. Να υπολογίσεις:
(α) Τον όγκο V του σιδερένιου κύβου.
(β) Τη μάζα του m.

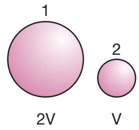
---

* Οι λύσεις των θεμάτων στις σελ. 383-384.

Θέματα υψηλού επιπέδου

Α7 Η στάθμη του νερού σε έναν ογκομετρικό σωλήνα βρίσκεται στην ένδειξη 80 mL. Μέσα στον ογκομετρικό σωλήνα ρίχνουμε ένα μεταλλικό σώμα σχήματος ορθογώνιου παραλληλεπιπέδου με διαστάσεις βάσης μήκος α = 5 cm, πλάτος β = 2 cm και άγνωστο ύψος γ. Η στάθμη του νερού τότε ανέρχεται στην ένδειξη 110 mL. Να υπολογίσεις το ύψος γ του παραλληλεπιπέδου.

Α8 Οι σιδερένιες σφαίρες 1 και 2 του σχήματος έχουν όγκο 2V και V αντίστοιχα στη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Βυθίζουμε τη σφαίρα 1 σε νερό θερμοκρασίας 0 °C και τη σφαίρα 2 σε νερό θερμοκρασίας 100 °C. Για τις πυκνότητές τους ρ_1 και ρ_2 αντίστοιχα καθώς βρίσκονται βυθισμένες στο νερό ισχύει:



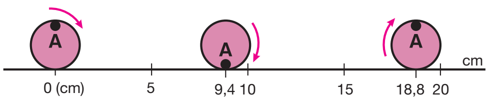
(α) $\rho_1 < \rho_2$. **(β)** $\rho_1 = \rho_2$. **(γ)** $\rho_1 > \rho_2$.
Να αιτιολογήσεις την επιλογή σου.

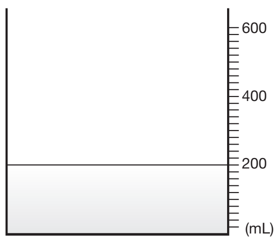
Α9 Ο παρακάτω πίνακας αφορά μετρήσεις που έγιναν για ένα υλικό στη θερμοκρασία του περιβάλλοντος.

Στήλη 1	Στήλη 2	Στήλη 3
m (g)	V (cm^3)	ρ (g/cm^3)
120	100	
48		
	70	

(α) Να συμπληρώσεις τον πίνακα.
(β) Αν οι μετρήσεις γίνουν με τη θερμοκρασία του υλικού να είναι στους 80 °C, ποια ή ποιες από τις τρεις στήλες θα παραμείνουν αμετάβλητες;

Α10 Με έναν ανεξίτηλο μαρκαδόρο σημειώσαμε μια χρωματιστή κουκκίδα Α στο πάνω πάνω μέρος μιας μεταλλικής συμπαγούς σφαίρας η οποία ισορροπεί στο σημείο 0 μιας απλωμένης μετροταινίας. Κυλήσαμε τη σφαίρα σιγά σιγά προσέχοντας ώστε να μη γλιστράει και, όταν η κουκκίδα Α ήρθε πάλι πάνω πάνω για πρώτη φορά, η σφαίρα βρισκόταν στο σημείο 18,8 (18,8 cm) της μετροταινίας. Στη συνέχεια βυθίσαμε τη σφαίρα σε έναν βαθμονομημένο ογκομετρικό σωλήνα που περιέχει νερό μέχρι τη στάθμη 200 mL. Να βρεις σε ποιο ύψος θα ανέλθει η στάθμη του νερού στον ογκομετρικό σωλήνα μετά τη βύθιση της σφαίρας.





(Ο όγκος σφαίρας ακτίνας R δίνεται από τη σχέση $V = \frac{4}{3}\pi R^3$, το μήκος της περιφέρειας κύκλου είναι $L = 2\pi R$ και $\pi = 3{,}14$.)

2 | Περιγραφή της κίνησης

Α. Βασική θεωρία

Η κίνηση είναι χαρακτηριστική ιδιότητα της ύλης.

Εμφανίζεται παντού: από τους μακρινούς γαλαξίες μέχρι καθημερινά δίπλα μας, ακόμα και έως το εσωτερικό των μικροσκοπικών ατόμων.

> Θα λέμε ότι ένα σώμα κινείται, όταν αλλάζει συνεχώς θέση ως προς ένα άλλο σώμα που θα το θεωρούμε παρατηρητή της κίνησης.

Δες την ερώτηση εμβάθυνσης 2.1.

- Σε αυτό το κεφάλαιο θα ασχοληθούμε με την **κινηματική**.

> Κινηματική είναι ο κλάδος της φυσικής που ασχολείται με τις κινήσεις, αγνοώντας τα αίτια που τις προκαλούν.

Επίσης, θα μελετήσουμε κυρίως κινήσεις που πραγματοποιούνται σε ευθείες γραμμές, δηλαδή **ευθύγραμμες κινήσεις**.

Θα μελετήσουμε την κίνηση σωμάτων χωρίς να λαμβάνουμε υπόψη τις διαστάσεις τους. Τα κινούμενα αυτά σώματα θα τα θεωρούμε ως **υλικά σημεία**.

> Υλικό σημείο ονομάζεται κάθε αντικείμενο, όταν έχει ασήμαντες διαστάσεις σε σχέση με τις διαστάσεις που χρησιμοποιούμε για την περιγραφή ενός φαινομένου.

Σε τέτοιες περιπτώσεις, το κινούμενο σώμα μπορούμε να το θεωρούμε ως ένα απλό γεωμετρικό σημείο. (Για παράδειγμα, μία νταλίκα που κινείται στον εθνικό δρόμο τη θεωρούμε ως υλικό σημείο.)

Η κίνηση είναι ένα φυσικό φαινόμενο. Ως τέτοιο θα τη μελετήσουμε με τη βοήθεια των φυσικών εννοιών και μεγεθών που την περιγράφουν.

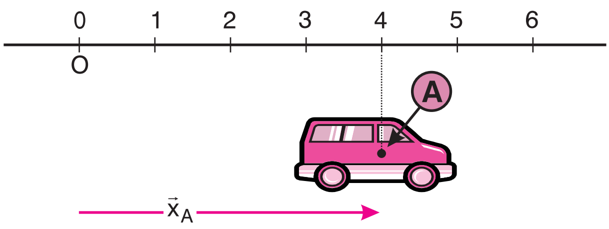
Η έννοια της τροχιάς

Αν ενώσουμε όλες τις διαδοχικές θέσεις από τις οποίες περνάει ένα κινούμενο σώμα, σχηματίζεται μία συνεχής γραμμή. Η γραμμή αυτή ονομάζεται τροχιά της κίνησης.

Πολλές φορές η τροχιά ενός κινούμενου σώματος είναι φανερή, π.χ. η άσπρη γραμμή που αφήνει πίσω της η κιμωλία όταν τη σύρουμε πάνω στον πίνακα, και άλλοτε είναι νοητή, π.χ. η τροχιά που διαγράφει το σώμα του συμμαθητή σου που τρέχει στο προαύλιο του σχολείου.

Η έννοια της θέσης

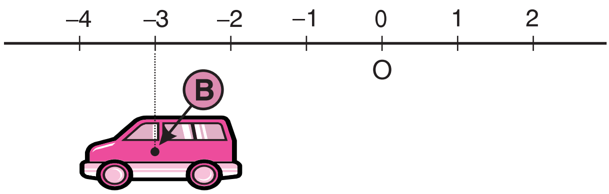
Ένα κινητό κινείται σε έναν ευθύγραμμο δρόμο. Είναι αναγκαίο να μπορούμε να προσδιορίσουμε τη θέση του κάποια στιγμή, ώστε να ξέρουμε πού βρίσκεται τη στιγμή αυτή. Γι' αυτόν τον λόγο στον ευθύγραμμο δρόμο τοποθετείται μία **κλίμακα** (π.χ. μία μετροταινία) και επίσης επιλέγεται κάποιο σημείο του δρόμου (και της κλίμακας), π.χ. το Ο, στο οποίο αντιστοιχεί η θέση 0 (μηδέν).



Σχήμα 2.1

Το σημείο αυτό αποτελεί την αρχή των μετρήσεων και είναι το **σημείο αναφοράς**.

Για να προσδιορίσουμε τη θέση του αυτοκινήτου του σχήματος, πρώτα θα το θεωρήσουμε ως υλικό σημείο, οπότε θα το αντιπροσωπεύει το χρωματισμένο σημείο του Α.



Σχήμα 2.2

Στο σχήμα 2.1 φαίνεται ότι το αυτοκίνητο Α βρίσκεται 4 m δεξιά από το μηδέν, ενώ το αυτοκίνητο Β (σχήμα 2.2) βρίσκεται 3 m αριστερά από το μηδέν. Οι όροι «δεξιά» και «αριστερά» καθορίζουν την **κατεύθυνση** του αυτοκινήτου, αλλά δεν είναι πρακτικοί. Έτσι, δανειζόμαστε από τα μαθηματικά τα πρόσημα (+) και (–).

Ορίζουμε ως **θετική (+)** κάθε θέση που βρίσκεται **δεξιά** από το σημείο αναφοράς, ενώ κάθε θέση που βρίσκεται **αριστερά** του την ορίζουμε ως **αρνητική (–)**.
Για να συμβολίσουμε τη θέση, χρησιμοποιούμε συνήθως το γράμμα **x**.
Έτσι, η θέση του αυτοκινήτου Α του σχήματος 2.1 είναι $x_A = +4$ m, ενώ του αυτοκινήτου Β του σχήματος 2.2 είναι $x_B = –3$ m.

ΠΡΟΣΕΞΕ Η θέση ενός οποιουδήποτε σώματος, όταν αυτό βρίσκεται στο σημείο αναφοράς Ο, θα είναι $x = x_0 = 0$ m.

Η επιλογή του σημείου αναφοράς δεν είναι μοναδική. Μπορούμε να επιλέξουμε ως σημείο αναφοράς ένα άλλο σημείο της κλίμακας. Αν όμως διαλέξουμε άλλο σημείο αναφοράς, θα μεταβληθεί και ο αριθμός που καθορίζει τη θέση των αυτοκινήτων Α και Β.

Δες την ερώτηση εμβάθυνσης 2.2.

Απόσταση

Η έννοια της απόστασης χρησιμοποιείται συχνά στην καθημερινή ζωή.

Η απόσταση μας δείχνει πόσες μονάδες μήκους (εκατοστά, μέτρα, χιλιόμετρα κτλ.) απέχει το κινούμενο σώμα από το σημείο αναφοράς, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η κατεύθυνση.

Για παράδειγμα, η απόσταση του αυτοκινήτου Β (σχήμα 2.2) από το σημείο αναφοράς Ο είναι 3 m, ενώ η θέση του είναι $x_B = –3$ m.
Η απόσταση του αυτοκινήτου Α (σχήμα 2.1) από το Ο είναι 4 m, ενώ η θέση του είναι $x_A = +4$ m.

Μονόμετρα και διανυσματικά μεγέθη

Κάποια μεγέθη, όπως ο χρόνος, προσδιορίζονται πλήρως μόνο από έναν αριθμό (το μέτρο τους) και από τη μονάδα μέτρησής τους, π.χ. χρόνος 4 h (ώρες). Αυτά τα μεγέθη ονομάζονται **μονόμετρα**.

Μονόμετρα ονομάζονται τα μεγέθη που προσδιορίζονται πλήρως μόνο από το μέτρο τους, δηλαδή από έναν αριθμό και τη μονάδα μέτρησης.

Για να προσδιορίσουμε τη θέση ενός σώματος, εκτός από το **μέτρο** απαιτείται να δοθεί και η **κατεύθυνση**, αν δηλαδή το σώμα είναι προς τα αριστερά ή προς τα δεξιά από το σημείο αναφοράς. Αυτού του είδους τα μεγέθη ονομάζονται **διανυσματικά**.

Διανυσματικά ονομάζονται τα μεγέθη που για τον πλήρη προσδιορισμό τους απαιτείται να γνωρίζουμε το μέτρο τους αλλά και την κατεύθυνσή τους.

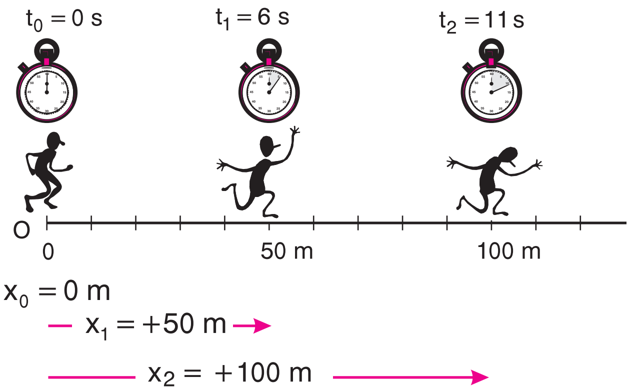
Σύμφωνα με όσα είπαμε, η θέση είναι διανυσματικό μέγεθος, γιατί ο προσδιορισμός της, εκτός από το μέτρο, απαιτεί και την κατεύθυνση. Έτσι, θα τη συμβολίζουμε με ένα βελάκι πάνω από το x, δηλαδή $\vec{x}$, και θα τη σχεδιάζουμε πάλι με ένα βέλος.

Χρονική στιγμή t

Η χρονική στιγμή μάς δείχνει **πότε** ένα κινούμενο σώμα βρίσκεται σε κάποια συγκεκριμένη θέση (στη θέση που μας ενδιαφέρει).

Τη στιγμή αυτή την προσδιορίζουμε χρησιμοποιώντας ένα χρονόμετρο, ως εξής:

- Θέτουμε σε λειτουργία το χρονόμετρο, όταν το κινούμενο σώμα διέρχεται από το σημείο αναφοράς Ο (θέση 0). Έτσι, στη **θέση αναφοράς Ο**, όπου $x = x_0 = 0$ m, το χρονόμετρο μας δείχνει τη **χρονική στιγμή αναφοράς**, που θα είναι $t = t_0 = 0$ s.
- Διαβάζουμε την ένδειξη του χρονομέτρου τότε ακριβώς που το σώμα διέρχεται από τη θέση που μας ενδιαφέρει. Για παράδειγμα, τη στιγμή που ο δρομέας του σχήματος διέρχεται από τη θέση $x_1 = +50$ m το χρονόμετρο δείχνει τη χρονική στιγμή $t_1 = 6$ s.



Σχήμα 2.3

Χρονικό διάστημα Δt

Στο σχήμα 2.3 φαίνεται ότι ο δρομέας πέρασε από τη θέση $x_1 = +50$ m τη χρονική στιγμή $t_1 = 6$ s, ενώ από τη θέση $x_2 = +100$ m περνάει τη χρονική στιγμή $t_2 = 11$ s.

> Το χρονικό διάστημα που μεσολάβησε μεταξύ των δύο χρονικών στιγμών t_1 και t_2 συμβολίζεται με Δt και ισούται με $\Delta t = t_2 - t_1$.

Στο παράδειγμά μας το χρονικό διάστημα που μεσολάβησε ανάμεσα στις θέσεις $x_1 = +50$ m και $x_2 = +100$ m είναι $\Delta t = t_2 - t_1 = 11\text{ s} - 6\text{ s}$, δηλαδή $\Delta t = 5$ s.

Μετατόπιση $\Delta\vec{x}$

Η μεταβολή της θέσης ενός κινούμενου σώματος ονομάζεται μετατόπιση και συμβολίζεται με $\Delta\vec{x}$.

Για να βρούμε τη μετατόπιση $\Delta\vec{x}$ ενός κινούμενου σώματος ανάμεσα σε δύο θέσεις $\vec{x}_1$ και $\vec{x}_2$, χρησιμοποιούμε τη σχέση:

$$\Delta\vec{x} = \vec{x}_2 - \vec{x}_1$$

Η μετατόπιση είναι διανυσματικό μέγεθος. Ωστόσο, στις **ευθύγραμμες κινήσεις** η παραπάνω σχέση μπορεί να γραφεί και ως:

$$\Delta x = x_2 - x_1$$

δηλαδή χωρίς τα βελάκια πάνω από τα σύμβολα.

Η μετατόπιση ως μέγεθος αναφέρεται βέβαια σε κάποιο αντίστοιχο χρονικό διάστημα. Για τον δρομέα του προηγούμενου παραδείγματος μπορούμε να αναφερθούμε στις εξής μετατοπίσεις:

- Μετατόπιση Δx_1 για το χρονικό διάστημα Δt_1 από $t_0 = 0$ s έως $t_1 = 6$ s.

  Θα είναι:

  $$\Delta x_1 = \overbrace{(\text{θέση δρομέα τη στιγμή } t_1)}^{x_1} - \overbrace{(\text{θέση δρομέα τη στιγμή } t_0)}^{x_0}$$

  Αλλά, όπως φαίνεται στο σχήμα, η θέση του δρομέα τη χρονική στιγμή t_1 είναι η x_1, ενώ η θέση του τη χρονική στιγμή t_0 είναι η x_0. Έτσι, προκύπτει ότι:

  $$\Delta x_1 = x_1 - x_0$$

  Επειδή όμως είναι $x_1 = +50$ m και $x_0 = 0$ m (δες σχήμα 2.3), έχουμε:

  $$\Delta x_1 = x_1 - x_0 = +50 \text{ m} - 0 \text{ m} \quad \text{ή} \quad \Delta x_1 = +50 \text{ m}$$

- Μετατόπιση Δx_2 για το χρονικό διάστημα Δt_2 από $t_0 = 0$ s έως $t_2 = 11$ s.

  Θα είναι:

  $$\Delta x_2 = \overbrace{(\text{θέση δρομέα τη στιγμή } t_2)}^{x_2} - \overbrace{(\text{θέση δρομέα τη στιγμή } t_0)}^{x_0}$$

  δηλαδή:

  $$\Delta x_1 = x_2 - x_0$$

  Αλλά $x_2 = +100$ m και $x_0 = 0$ m, οπότε:

  $$\Delta x_2 = x_2 - x_0 = +100 \text{ m} - 0 \text{ m} \quad \text{ή} \quad \Delta x_2 = +100 \text{ m}$$

- Μετατόπιση Δx_3 για το χρονικό διάστημα Δt_3 από $t_1 = 6$ s έως $t_2 = 11$ s.

  Θα είναι:

  $$\Delta x_3 = \overbrace{(\text{θέση δρομέα τη στιγμή } t_2)}^{x_2} - \overbrace{(\text{θέση δρομέα τη στιγμή } t_1)}^{x_1}$$

  δηλαδή:

  $$\Delta x_3 = x_2 - x_1$$

  Αλλά $x_2 = +100$ m και $x_1 = +50$ m, οπότε:

  $$\Delta x_3 = +100 \text{ m} - 50 \text{ m} \quad \text{ή} \quad \Delta x_3 = +50 \text{ m}$$

Β. Εμβαθύνοντας στη θεωρία

2.1 Δες προσεκτικά τη διπλανή εικόνα. Ο Γιάννης και ο Δήμος περπατούν δίπλα δίπλα συζητώντας, ενώ ο Δημήτρης τούς παρακολουθεί καθισμένος στο παγκάκι κάτω από το δέντρο. Να σχολιάσεις αν είναι σωστή ή λανθασμένη καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις.

(α) Ο Γιάννης κινείται ως προς τον Δημήτρη.

(β) Ο Δήμος κινείται ως προς τον Δημήτρη.

(γ) Ο Δήμος κινείται ως προς τον Γιάννη.

Σχήμα 2.4

▶ **Απάντηση**

(α) Ένα σώμα κινείται όταν αλλάζει συνεχώς θέση ως προς ένα σημείο αναφοράς. Αν επιλέξουμε ως σημείο αναφοράς τον Δημήτρη, τότε ο Γιάννης κινείται ως προς αυτόν, αφού βαδίζοντας τον πλησιάζει. Έτσι, αλλάζει συνεχώς η θέση του ως προς το σημείο αναφοράς.
Η πρόταση **α** επομένως είναι **σωστή**.

(β) Ο Δήμος αλλάζει και αυτός συνεχώς θέση ως προς το «σημείο αναφοράς», που είναι ο Δημήτρης. Επομένως ο Δήμος κινείται ως προς τον Δημήτρη.
Η πρόταση **β** είναι και αυτή **σωστή**.

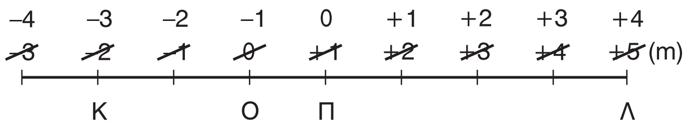
(γ) Αν θεωρήσουμε ως σημείο αναφοράς τον Γιάννη, τότε ο Δήμος, που περπατάει δίπλα του, μαζί του, δεν αλλάζει θέση ως προς αυτόν. Δηλαδή ο Δήμος δεν αλλάζει θέση ως προς το σημείο αναφοράς, αν το σημείο αναφοράς είναι ο Γιάννης. Επομένως ο Δήμος **δεν** κινείται ως προς τον Γιάννη!
Η πρόταση **γ** είναι **λανθασμένη**.

2.2 Δύο παιδιά παίζουν με τα τηλεκατευθυνόμενα αυτοκινητάκια τους. Κάποια στιγμή t_1 το αυτοκινητάκι Α του ενός παιδιού είναι στη θέση $x_A = +5$ m, ενώ το αυτοκινητάκι Β του άλλου παιδιού είναι στη θέση $x_B = -2$ m. Αυτές οι θέσεις είναι ως προς σημείο αναφοράς το Ο (δες σχήμα 2.5). Ποιες θα είναι οι θέσεις που θα είχαν την ίδια στιγμή t_1 τα αυτοκινητάκια, αν δεχόμασταν ως σημείο αναφοράς το σημείο Π; (Δες πάλι το σχήμα 2.5.)

Σχήμα 2.5

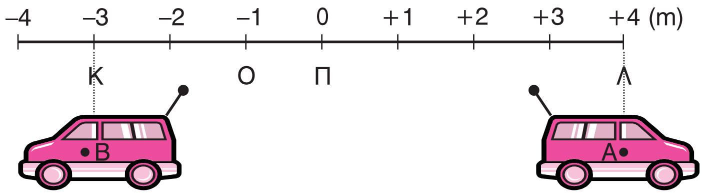
Απάντηση

Αν δεχτούμε ως νέο σημείο αναφοράς το σημείο Π, τότε αλλάζει η αρίθμηση της μετροταινίας. Η θέση μηδέν (0) έρχεται στο Π (αντί για το Ο). Αμέσως δεξιά του Π είναι η θέση +1, η επόμενη η +2 κτλ. Αμέσως αριστερά του Π είναι η θέση –1, η επόμενη η –2 κτλ.
Δες το σχήμα 2.6. Σ' αυτό φαίνεται διαγραμμένη η παλιά αρίθμηση και ακριβώς αποπάνω της η νέα. Βάλαμε τα γράμματα Κ και Λ εκεί που είναι τα αυτοκινητάκια τη χρονική στιγμή t_1.



Σχήμα 2.6

Στο σχήμα 2.7 ξανασχεδιάσαμε τη μετροταινία με τη νέα της μόνο αρίθμηση, τοποθετώντας και τα αυτοκινητάκια στα Κ και Λ. Είναι φανερό ότι η νέα θέση του αυτοκινήτου Α είναι η x'_A = +4 m, ενώ για το αυτοκίνητο Β έχουμε x'_B = –3 m.



Σχήμα 2.7

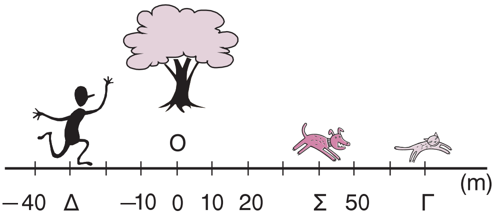
ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Στις νέες τιμές x'_A = +4 m και x'_B = –3 m μπορείς να καταλήξεις με λίγο περισσότερη σκέψη και προσοχή και κατευθείαν από το σχήμα της εκφώνησης.
Η αναλυτική λύση που ακολουθήθηκε εδώ είναι περισσότερο ένα δείγμα του μεθοδικού τρόπου αντίληψης και εξέτασης των πραγμάτων στις φυσικές επιστήμες παρά αναγκαία.
Ωστόσο, δεν είναι καθόλου άσχημο να συνηθίσεις να εργάζεσαι με αυτή τη μεθοδικότητα!

Γ. Λυμένες ασκήσεις - Μεθοδολογία

2.3 ΘΕΣΗ ΣΕ ΑΞΟΝΑ – ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ

Ο Δημήτρης έβγαλε βόλτα τον σκύλο του στο πάρκο. Ο σκύλος είδε μία γάτα και..., ως συνήθως, άρχισε να την κυνηγάει! Κάποια χρονική στιγμή t_1, Δημήτρης, σκύλος και γάτα βρέθηκαν πάνω στον ίδιο άξονα, που έστω ότι είναι αριθμημένος όπως στο σχήμα.



Χρησιμοποιώντας αυτό το σχήμα, να προσδιορίσεις:

(α) Τις θέσεις του Δημήτρη, του σκύλου και της γάτας τη στιγμή t_1.

(β) Την απόσταση ανάμεσα στον σκύλο και στη γάτα τη στιγμή t_1.

(γ) Την απόσταση ανάμεσα στον Δημήτρη και στον σκύλο του την ίδια στιγμή.

▶ **Λύση**

(α) Όπως φαίνεται στο σχήμα, το σημείο αναφοράς του άξονα είναι το Ο, στο οποίο αντιστοιχεί η θέση $x_0 = 0$ m.

- Ο Δημήτρης είναι αριστερά από το σημείο αναφοράς και είναι εύκολο να δεις στο σχήμα ότι η θέση του τη στιγμή t_1 είναι η $x_Δ = –30$ m.
- Ο σκύλος βρίσκεται δεξιά από το σημείο αναφοράς και η θέση του τη στιγμή t_1 είναι η $x_Σ = +40$ m.
- Όμοια, η θέση της γάτας την ίδια στιγμή είναι η $x_Γ = +70$ m.

(β) Ο προσδιορισμός της απόστασης προϋποθέτει μόνο τη μέτρηση κάποιου μήκους και όχι την κατεύθυνση.

Ας εφαρμόσουμε αυτά που λέει το παρακάτω σχόλιο (διάβασέ το οπωσδήποτε), για να βρούμε την απόσταση ανάμεσα στον σκύλο και στη γάτα.

Ξεκινώντας από τον σκύλο (σημείο Σ), μέχρι να φτάσουμε στη γάτα (σημείο Γ) μετράμε 3 (τρεις) γραμμές αρίθμησης. Στον άξονα αυτό, από τη μία γραμμή στην άλλη αντιστοιχεί μήκος 10 m.

Έτσι, αν συμβολίσουμε με $\ell_{ΣΓ}$ αυτή την απόσταση, θα είναι $\ell_{ΣΓ} = 3 \times 10$ m, άρα $\ell_{ΣΓ} = 30$ m.

(γ) Από τον Δημήτρη (θέση Δ) ως τον σκύλο (θέση Σ) μετράμε 7 (επτά) γραμμές αρίθμησης.

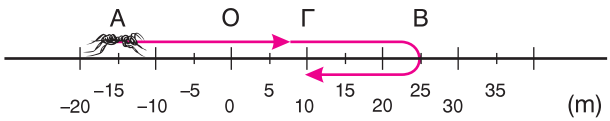
Έτσι, η απόσταση $\ell_{ΔΣ}$ ανάμεσα στον Δημήτρη και στον σκύλο του θα είναι $\ell_{ΔΣ} = 7 \times 10$ m, άρα $\ell_{ΔΣ} = 70$ m.

ΣΧΟΛΙΟ

Για να βρεις λοιπόν την απόσταση ανάμεσα σε δύο κινούμενα σώματα που βρίσκονται πάνω σε έναν άξονα κάποια στιγμή, ξεκινάς από το ένα από αυτά και μετράς μία μία όλες τις γραμμές αρίθμησης που υπάρχουν, μέχρι να φτάσεις στο άλλο. Στη συνέχεια, πολλαπλασιάζεις τον αριθμό γραμμών που βρήκες επί τον αριθμό που δείχνει πόσες μονάδες μήκους αντιστοιχούν από τη μία γραμμή στην άλλη, στον συγκεκριμένο άξονα. (Στον άξονα του παραδείγματος από τη μία γραμμή στην άλλη αντιστοιχούν 10 m. Επομένως, σ’ αυτό το παράδειγμα τον αριθμό των γραμμών από το ένα κινούμενο σώμα ως το άλλο θα τον πολλαπλασιάσεις επί 10.)

2.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ

Ένα μυρμήγκι αποφάσισε να ζήσει την περιπέτειά του πάνω στον άξονα αναφοράς του σχήματος. Ξεκίνησε λοιπόν κάποια στιγμή από το σημείο Α και ύστερα από κάποιο χρονικό διάστημα Δt_1 έφτασε στο σημείο Β. Εκεί ξεκουράστηκε για λίγο και ύστερα γύρισε προς τα πίσω, όπου μετά από χρονικό διάστημα Δt_2 έφτασε στο σημείο Γ και ξανασταμάτησε. Με βάση και το σχήμα να υπολογίσεις:



(α) Τη μετατόπιση $\Delta\vec{x}_{AB}$ του μυρμηγκιού κατά το χρονικό διάστημα Δt_1.

(β) Τη μετατόπιση $\Delta\vec{x}_{B\Gamma}$ του μυρμηγκιού κατά το χρονικό διάστημα Δt_2.

(γ) Τη μετατόπιση $\Delta\vec{x}_{A\Gamma}$ του μυρμηγκιού στον συνολικό χρόνο $\Delta t_{ολ}$ της κίνησης.

Λύση

1ος τρόπος (Γενικός)

Για να βρεις τη μετατόπιση Δx ενός κινητού σε κάποιο χρονικό διάστημα Δt, μπορείς να κάνεις τα εξής:

i) Υπολόγισε την απόσταση ℓ ανάμεσα στα σημεία που μετακινήθηκε το κινούμενο σώμα (όπως στο παράδειγμα 2.3).

ii) Η μετατόπιση θα είναι:

- Όση η απόσταση ℓ με το (+) μπροστά, αν η τελική θέση του σώματος είναι **δεξιά** από την αρχική. Δηλαδή σε αυτή την περίπτωση ισχύει ότι $\Delta x = +\ell$.
- Όση η απόσταση ℓ με το (–) μπροστά, αν η τελική θέση του σώματος είναι **αριστερά** από την αρχική. Σε αυτή την περίπτωση λοιπόν ισχύει ότι $\Delta x = -\ell$.

Ας εργαστούμε εφαρμόζοντας τα παραπάνω για τα τρία ερωτήματα της άσκησης.

(α) • Ξεκινώντας από τη θέση Α, μέχρι να φτάσουμε στη Β μετράμε 8 γραμμές αρίθμησης.
Όπως φαίνεται στο σχήμα, από τη μία γραμμή στην άλλη αντιστοιχούν 5 m.

Η απόσταση ℓ_{AB} λοιπόν είναι:
$\ell_{AB} = 8 \times 5$ m, άρα $\ell_{AB} = 40$ m.

- Η τελική θέση Β του μυρμηγκιού στη μετακίνηση κατά το χρονικό διάστημα Δt_1 βρίσκεται **δεξιά** από την αρχική θέση Α. Έτσι:
$\Delta x_{AB} = +\ell_{AB}$, δηλαδή $\Delta x_{AB} = +40$ m.

(β)
- Ξεκινώντας από το Β, ως το Γ έχουμε 3 γραμμές αρίθμησης. Έτσι, $\ell_{B\Gamma} = 3 \times 5$ m, άρα $\ell_{B\Gamma} = 15$ m.
- Στο χρονικό διάστημα Δt_2 αρχική θέση είναι η Β. Η τελική θέση Γ σ' αυτό το διάστημα βρίσκεται **αριστερά** από την αρχική. Έτσι:
$\Delta x_{B\Gamma} = -\ell_{B\Gamma}$, δηλαδή $\Delta x_{B\Gamma} = -15$ m.

(γ)
- Όμοια, $\ell_{A\Gamma} = 5 \times 5$ m, άρα $\ell_{A\Gamma} = 25$ m.
- Η τελική θέση Γ στο ολικό χρονικό διάστημα $\Delta t_{ολ}$ βρίσκεται **δεξιά** από την αρχική θέση Α. Έτσι:
$\Delta x_{A\Gamma} = +\ell_{A\Gamma}$, δηλαδή $\Delta x_{A\Gamma} = +25$ m.

2ος τρόπος (Με τη σχέση $\Delta x = x_2 - x_1$)

(α) $\Delta x_{AB} = x_B - x_A$.
Από το σχήμα φαίνεται ότι $x_A = -15$ m και $x_B = +25$ m.
Έτσι, $\Delta x_{AB} = +25 - (-15)$ m, άρα $\Delta x_{AB} = +25 + 15$ m, δηλαδή $\Delta x_{AB} = +40$ m.

(β) $\Delta x_{B\Gamma} = x_\Gamma - x_B$.
Από το σχήμα έχουμε ότι $x_B = +25$ m και $x_\Gamma = +10$ m.
Έτσι, $\Delta x_{B\Gamma} = +10 - (+25)$ m, άρα $\Delta x_{B\Gamma} = +10 - 25$ m, δηλαδή $\Delta x_{B\Gamma} = -15$ m.

(γ) $\Delta x_{A\Gamma} = x_\Gamma - x_A$.
Αλλά $x_A = -15$ m και $x_\Gamma = +10$ m.
Έτσι, $\Delta x_{A\Gamma} = +10 - (-15)$ m, άρα $\Delta x_{A\Gamma} = +10 + 15$ m, δηλαδή $\Delta x_{A\Gamma} = +25$ m.

ΠΡΟΣΕΞΕ

Τη σχέση $\Delta x = x_2 - x_1$ θα μπορείς να την εφαρμόσεις σε κάθε περίπτωση **μόνο** όταν στα μαθηματικά θα μάθεις και για τις πράξεις με αρνητικούς αριθμούς!

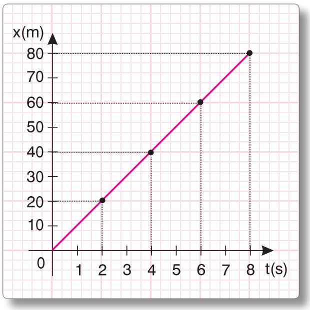
ΘΥΜΗΣΟΥ!

i) $(-) \cdot (-) = +$.
ii) $(-) \cdot (+) = -$.
iii) Για να βρεις το αλγεβρικό άθροισμα δύο ετερόσημων αριθμών, βάζεις το πρόσημο αυτού που έχει πιο μεγάλη τιμή και αφαιρείς.

2.5 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΘΕΣΗΣ – ΧΡΟΝΟΥ

Δίνεται το διάγραμμα θέσης – χρόνου σε μία ευθύγραμμη κίνηση ενός δρομέα.
(α) Ποια είναι η θέση του δρομέα τη χρονική στιγμή $t_1 = 2$ s;
(β) Ποια είναι η θέση του δρομέα τη χρονική στιγμή $t_2 = 3$ s;

(γ) Ποια χρονική στιγμή ο δρομέας βρίσκεται στη θέση x_3 = 60 m;



▶ **Λύση**

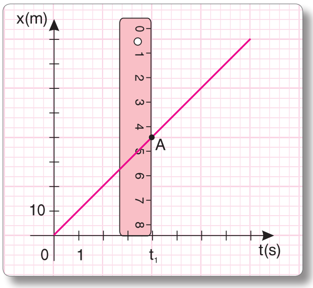
Τι είναι το διάγραμμα θέσης – χρόνου

- Η κίνηση, όπως και κάθε φυσικό φαινόμενο, μπορεί να περιγραφεί με τη γλώσσα των μαθηματικών με χρήση εξισώσεων και διαγραμμάτων. Το διάγραμμα θέσης – χρόνου αποτελείται από έναν οριζόντιο άξονα (άξονας χρόνου t) και από έναν κατακόρυφο άξονα (άξονας θέσης x). Σε αυτούς τους άξονες τοποθετούμε τις τιμές χρόνου και θέσης αντίστοιχα. Στη συνέχεια ενώνουμε κάθε τιμή χρόνου με την αντίστοιχή της τιμή θέσης, φέρνοντας διακεκομμένες παράλληλες γραμμές προς τους δύο άξονες. Σχηματίζονται έτσι κάποια σημεία. Ενώνοντάς τα τελικά, προκύπτει μια συνεχής γραμμή (ευθεία, καμπύλη κτλ.), που είναι η γραφική παράσταση (ή το διάγραμμα) θέσης – χρόνου.

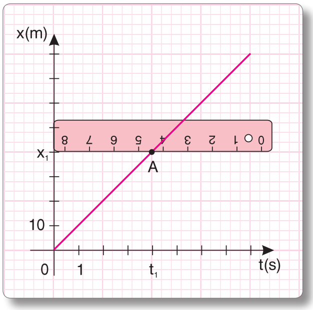
Γενική τεχνική

Τη θέση του δρομέα κάποια χρονική στιγμή t_1 τη «διαβάζεις» από το διάγραμμα θέσης – χρόνου με τη βοήθεια του χάρακα ως εξής:

- Τοποθετείς τον χάρακα στο διάγραμμα με τέτοιον τρόπο, ώστε η μία από τις στενές πλευρές του να εφάπτεται (ακουμπάει) στον οριζόντιο άξονα του χρόνου t, ενώ η μία από τις κάτω γωνίες του να είναι ακριβώς στη χρονική στιγμή t_1 που μας ενδιαφέρει. Δηλαδή στήσαμε όρθιο τον χάρακα πάνω στον οριζόντιο άξονα, φροντίζοντας η μία μύτη του (γωνία) να είναι ακριβώς στη χρονική στιγμή t_1.
  Εκεί που ο χάρακας συναντιέται με τη γραμμή της γραφικής παράστασης σημειώνουμε με κουκκίδα ένα σημείο, έστω Α.



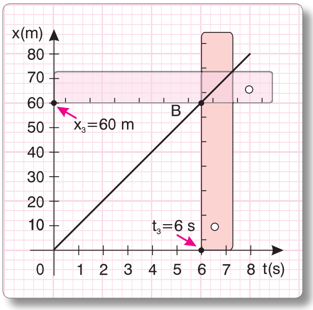
- Αλλάζεις θέση στον χάρακα. Τώρα τον τοποθετείς έτσι ώστε η μία στενή του πλευρά να ακουμπάει στον κατακόρυφο άξονα της θέσης x, ενώ η μία από τις μακριές πλευρές του (π.χ. η αριθμημένη) φροντίζεις να διέρχεται από το σημείο Α. (Είναι φανερό ότι σε αυτό το στάδιο της εργασίας σου ο χάρακας έχει διαταχθεί οριζόντια.)
  Η γωνία (μύτη) της στενής πλευράς που ακουμπάει στον κατακόρυφο άξονα και είναι προς τη μεριά του σημείου Α σου «δείχνει» τη θέση x_1, που αντιστοιχεί στη χρονική στιγμή t_1.
  Δηλαδή ο αριθμός του άξονα των x που είναι σ' αυτή τη γωνία αντιστοιχεί στη ζητούμενη θέση.



(α) Εργαζόμενοι με την τεχνική που περιγράψαμε, βρήκαμε ότι τη χρονική στιγμή $t_1 = 2$ s ο δρομέας βρίσκεται στη θέση $x_1 = 20$ m.

(β) Όμοια προκύπτει ότι τη χρονική στιγμή $t_2 = 3$ s ο δρομέας βρίσκεται στη θέση $x_2 = 30$ m.

(γ) Σ' αυτό το ερώτημα μας δίνουν τη θέση $x_3 = 60$ m και μας ζητάνε τη χρονική στιγμή κατά την οποία ο δρομέας ήταν σ' αυτή τη θέση. Ανάποδο το ερώτημα, γι' αυτό κι εμείς θα εργαστούμε ανάποδα! Στην ουσία όμως κάνουμε τα ίδια πράγματα.



Απλά βάζουμε τον χάρακα πρώτα σε οριζόντια διάταξη, ώστε η μία στενή πλευρά του να ακουμπάει στον κατακόρυφο άξονα και η κάτω γωνία του να είναι στο 60. Εκεί που ο άξονας συναντάει τη γραμμή της γραφικής παράστασης σημειώνουμε σημείο Β.

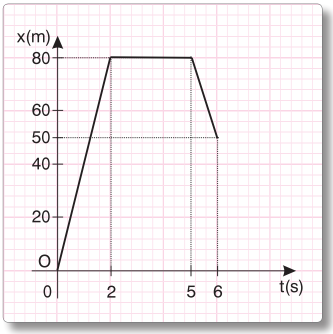
Ύστερα βάζουμε τον χάρακα σε κατακόρυφη διάταξη (όρθιο), ώστε η μία στενή βάση να ακουμπάει στον οριζόντιο άξονα, και φροντίζουμε η μία από τις μακριές πλευρές του να διέρχεται από το Β.

Η γωνία (μύτη) της στενής κάτω βάσης που είναι απ' τη μεριά του σημείου Β μας δείχνει τη χρονική στιγμή t_3.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση ισχύει ότι $t_3 = 6$ s.

2.6 Ένα σώμα κινείται κατά μήκος μιας ευθείας γραμμής. Στην παρακάτω εικόνα παριστάνεται η θέση του σώματος ως συνάρτηση του χρόνου.

(α) Ποιες είναι οι θέσεις του σώματος τις χρονικές στιγμές $t_0 = 0$ s, $t_2 = 2$ s, $t_5 = 5$ s, $t_6 = 6$ s;



(β) Ποια είναι η θέση του σώματος τη χρονική στιγμή $t_3 = 3$ s;

(γ) Να υπολογίσεις τη μετατόπιση του σώματος για το χρονικό διάστημα 0 s → 2 s.

(δ) Υπάρχει χρονική στιγμή από την οποία και μετά άλλαξε η φορά της κίνησης του σώματος; Αν ναι, ποια είναι αυτή η στιγμή και μέχρι πότε το σώμα κινείται προς τα πίσω;

(ε) Να υπολογίσεις τη μετατόπιση του σώματος για το χρονικό διάστημα 5 s → 6 s.

(στ) Για ποιο χρονικό διάστημα το σώμα παρέμεινε ακίνητο;

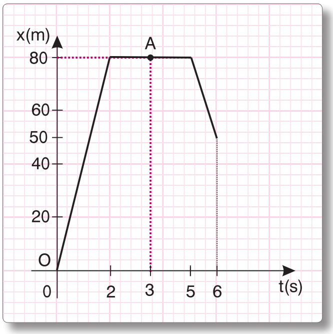
▶ Λύση

(α) Είτε με τη βοήθεια του χάρακα είτε απευθείας από το διάγραμμα προκύπτει ότι:

- Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ s η θέση του σώματος είναι η $x_0 = 0$ m.
- Τη χρονική στιγμή $t_2 = 2$ s η θέση του σώματος είναι η $x_2 = 80$ m.
- Τη χρονική στιγμή $t_5 = 5$ s η θέση του σώματος είναι η $x_5 = 80$ m.
- Τη χρονική στιγμή $t_6 = 6$ s η θέση του σώματος είναι η $x_6 = 50$ m.

(β) Βάζοντας τον χάρακα όρθιο με τη μία κάτω μύτη στο $t_3 = 3$ s, όπως στο παράδειγμα 2.5, συναντήσαμε το διάγραμμα στο σημείο Α.
Βάζοντας στη συνέχεια τον χάρακα οριζόντιο και φροντίζοντας να διέρχεται από το Α, προκύπτει ότι $x_3 = 80$ m.

(γ) Η μετατόπιση Δx_1 του σώματος για το χρονικό διάστημα από 0 s → 2 s θα είναι $\Delta x_1 = x_2 - x_0$.
Αλλά όπως είδαμε στο (α) ερώτημα, είναι $x_0 = 0$ m και $x_2 = 80$ m. Έτσι, $\Delta x_1 = 80\text{ m} - 0\text{ m}$, δηλαδή $\Delta x_1 = 80$ m.

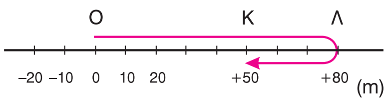


(δ) Δες προσεκτικά το διάγραμμα της εκφώνησης. Τη χρονική στιγμή $t_5 = 5$ s η θέση του σώματος είναι η $x_5 = 80$ m.
Από αυτή τη στιγμή και μετά και μέχρι τη στιγμή $t_6 = 6$ s ο αριθμός που δίνει τη θέση του σώματος γίνεται ολοένα και πιο μικρός, εφόσον το διάγραμμα «γυρνάει» προς τα κάτω. Αυτό σημαίνει ότι η απόσταση του σώματος από το σημείο αναφοράς Ο της κίνησης ολοένα μικραίνει.
Επομένως το σώμα έχει αλλάξει φορά κίνησης και κινείται προς τα πίσω (με κατεύθυνση προς το σημείο αναφοράς). Έτσι, από τη χρονική στιγμή $t_5 = 5$ s ως τη χρονική στιγμή $t_6 = 6$ s το σώμα κινείται προς τα πίσω.

(ε) Θα υπολογίσουμε τη μετατόπιση του σώματος για το χρονικό διάστημα 5 s → 6 s με δύο τρόπους:

1ος τρόπος (Με τον τύπο)
Με τη σχέση $\Delta x_2 = x_6 - x_5$.
Αλλά $x_5 = 80$ m και $x_6 = 50$ m.
Έτσι, $\Delta x_2 = 50\text{ m} - 80\text{ m}$, άρα $\Delta x_2 = -30$ m.

2ος τρόπος (Γενικός)
Θα βοηθήσει αν παραστήσουμε την κίνηση του σώματος σε έναν υποθετικό άξονα αναφοράς και σχεδιάσουμε κάπως την τροχιά του. Εύκολα προκύπτει το διπλανό σχήμα.



Τη χρονική στιγμή $t_5 = 5$ s έχουμε $x_5 = 80$ m (θέση Λ), ενώ τη χρονική στιγμή $t_6 = 6$ s έχουμε $x_6 = 50$ m (θέση Κ).
Από 5 s → 6 s, λοιπόν, το σώμα ξεκινάει από το Λ και καταλήγει στο Κ.

- Ξεκινώντας όμως από το Λ, ως το Κ έχουμε 3 γραμμές αρίθμησης.
  Από τη μία γραμμή στην άλλη αντιστοιχούν 10 m.
  Έτσι, η απόσταση $\ell_{ΛΚ}$ είναι $\ell_{ΛΚ} = 3 \times 10$ m, άρα $\ell_{ΛΚ} = 30$ m.
- Η τελική θέση Κ βρίσκεται **αριστερά** από την αρχική Λ.
  Επομένως:
  $\Delta x_2 = \Delta x_{ΛΚ} = -\ell_{ΛΚ}$, δηλαδή $\Delta x_2 = -30$ m.

(στ) Από 2 s → 5 s η θέση του σώματος είναι συνεχώς x = 80 m. Σ' αυτό το χρονικό διάστημα το σώμα βρίσκεται συνέχεια στην ίδια θέση, επομένως παραμένει ακίνητο.

Δ. Ερωτήσεις

Να συμπληρώσεις τα κενά που εκφράζονται με τις τελείες (...................) στις προτάσεις 2.7 έως και 2.18 που ακολουθούν.

2.7 Ένα σώμα κινείται, όταν αλλάζει συνεχώς .... ως προς ένα άλλο σώμα που θα το θεωρούμε .... της κίνησης.

2.8 Κινηματική είναι ο κλάδος της φυσικής που ασχολείται με τις ...., αγνοώντας τα .... που τις προκαλούν.

2.9 Υλικό σημείο ονομάζεται κάθε αντικείμενο, όταν έχει .... διαστάσεις σε σχέση με τις .... που χρησιμοποιούμε για την περιγραφή ενός φαινομένου.

2.10 Αν ενώσουμε όλες τις διαδοχικές θέσεις από τις οποίες περνάει ένα κινούμενο σώμα, σχηματίζεται μία .... γραμμή. Η γραμμή αυτή ονομάζεται .... της κίνησης.

2.11 Η θέση ενός οποιουδήποτε σώματος, όταν αυτό βρίσκεται στο σημείο αναφοράς Ο, θα είναι $x = x_0 =$ .... m.

2.12 Η απόσταση μας δείχνει πόσες μονάδες .... απέχει το κινούμενο σώμα από το σημείο ...., χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η ....

2.13 Μονόμετρα ονομάζονται τα μεγέθη που προσδιορίζονται πλήρως .... από το .... τους.

2.14 Διανυσματικά ονομάζονται τα μεγέθη που για τον πλήρη .... τους απαιτείται να γνωρίζουμε το .... τους αλλά και την .... τους.

2.15 Η χρονική στιγμή μάς δείχνει .... ένα κινούμενο σώμα βρίσκεται σε κάποια συγκεκριμένη ....

2.16 Το χρονικό διάστημα που μεσολάβησε μεταξύ των δύο χρονικών στιγμών t_1 και t_2 συμβολίζεται με .... και ισούται με $\Delta t =$ ....

2.17 Η μεταβολή της .... ενός κινούμενου σώματος ονομάζεται μετατόπιση και συμβολίζεται με ....

2.18 Η μετατόπιση είναι .... μέγεθος.

2.19 Ο Κώστας και ο αδερφός του ο Νίκος ταξιδεύουν με το λεωφορείο και κάθονται δίπλα δίπλα. Κάποια στιγμή περνάνε μπροστά από ένα δέντρο. Να χαρακτηρίσεις καθεμία από τις προτάσεις που ακολουθούν ως σωστή (Σ) ή ως λανθασμένη (Λ).

(α) Ο Νίκος κινείται ως προς τον Κώστα.
(β) Ο Νίκος κινείται ως προς το δέντρο.
(γ) Ο Κώστας κινείται ως προς το δέντρο.
(δ) Ο Κώστας κινείται ως προς το λεωφορείο.

2.20 Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι η σωστή;
(α) Η θέση είναι μονόμετρο μέγεθος.
(β) Δεν μπορούμε να αλλάξουμε το σημείο αναφοράς στο οποίο αναφέρεται μία κίνηση.
(γ) Η μετατόπιση είναι διανυσματικό μέγεθος.
(δ) Η απόσταση είναι διανυσματικό μέγεθος.

2.21 Ποια κίνηση ονομάζεται ευθύγραμμη;

2.22 Πότε ένα σώμα το θεωρούμε υλικό σημείο;

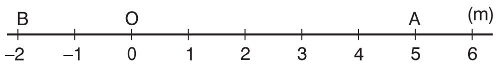
2.23 Από πού πρέπει να ξεκινάει η κίνηση ενός σώματος, ώστε η μετατόπιση να είναι ίση με την τελική του θέση;

2.24 Μπορεί η απόσταση μεταξύ δύο σημείων να είναι αρνητικός αριθμός;

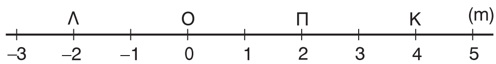
2.25 Γιατί λέμε ότι η κίνηση είναι σχετικό φαινόμενο;

2.26 Να χαρακτηρίσεις τα παρακάτω μεγέθη ως μονόμετρα ή ως διανυσματικά.
(α) Χρόνος. **(β)** Θέση. **(γ)** Απόσταση. **(δ)** Μετατόπιση.

2.27 Στον παρακάτω άξονα κίνησης να σχεδιάσεις τα διανύσματα θέσης $\vec{x}_A$ και $\vec{x}_B$ για τα σημεία Α και Β αντίστοιχα.

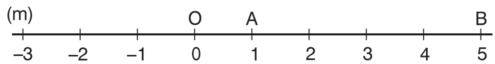


2.28 **(α)** Ποιες είναι οι θέσεις των σημείων Κ και Λ στον άξονα που φαίνεται;



(β) Αν πάρουμε ως σημείο αναφοράς το Π (αντί για το Ο), ποιες θα είναι οι νέες θέσεις των σημείων Κ και Λ;

2.29 Στον άξονα που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα, ένα σώμα μετακινήθηκε από το Α στο Β. Να σχεδιάσεις το διάνυσμα της μετατόπισης $\Delta\vec{x}_{AB}$ του σώματος.



2.30 Σε μία ευθύγραμμη κίνηση είναι δυνατόν η μετατόπιση ενός σώματος να είναι $\Delta x = 0$ και το σώμα να έχει κινηθεί;

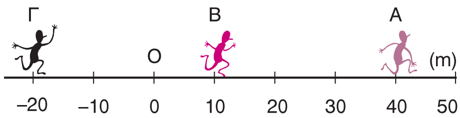
Ε. Προτεινόμενες ασκήσεις

2.31 Οι τρεις φίλοι Α, Β και Γ συναγωνίζονται στο τρέξιμο πάνω σε έναν ευθύγραμμο δρόμο «εξοπλισμένο» με άξονα αναφοράς. Κάποια χρονική στιγμή t_1 βρέθηκαν να είναι όπως φαίνεται στο σχήμα. Χρησιμοποιώντας αυτό το σχήμα, να προσδιορίσεις:

(α) Τις θέσεις των τριών φίλων τη στιγμή t_1.

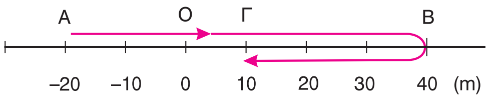
(β) Την απόσταση $\ell_{ΒΑ}$ ανάμεσα στα παιδιά Β και Α τη στιγμή t_1.

(γ) Την απόσταση $\ell_{ΓΑ}$ ανάμεσα στον Γ και στον Α την ίδια στιγμή.



2.32 Οι θέσεις τριών σημείων Α, Β και Γ πάνω σε έναν άξονα αναφοράς είναι $x_Α = -4$ m, $x_Β = -1$ m και $x_Γ = +5$ m. Να υπολογίσεις τις αποστάσεις $\ell_{ΑΒ}$, $\ell_{ΒΓ}$, $\ell_{ΑΓ}$.

2.33 Ένα σώμα ξεκίνησε από το σημείο Α και κινήθηκε πάνω στον άξονα του σχήματος. Ύστερα από χρονικό διάστημα Δt_1 έφτασε στο σημείο Β. Αμέσως γύρισε προς τα πίσω και ύστερα από χρονικό διάστημα Δt_2 έφτασε στο σημείο Γ. Με βάση και το σχήμα να υπολογίσεις:

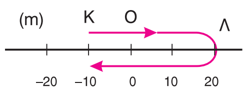


(α) Τη μετατόπιση $\Delta \vec{x}_{ΑΒ}$ του σώματος κατά το χρονικό διάστημα Δt_1.

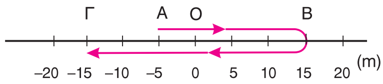
(β) Τη μετατόπιση $\Delta \vec{x}_{ΒΓ}$ κατά το χρονικό διάστημα Δt_2.

(γ) Τη μετατόπιση $\Delta \vec{x}_{ολ}$ του σώματος στον συνολικό χρόνο $\Delta t_{ολ}$ της κίνησης.

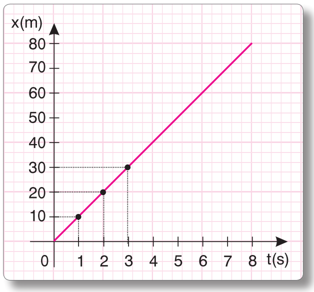
2.34 Ένα σώμα κινείται ευθύγραμμα και διαγράφει τη συνολική διαδρομή Κ → Λ → Κ, όπως στο σχήμα. Να υπολογίσεις τη συνολική μετατόπιση $\Delta \vec{x}_{ολ}$ του σώματος.



2.35 Ένα σώμα κινείται ευθύγραμμα και διαγράφει τη συνολική διαδρομή Α → Β → Γ, όπως στο παρακάτω σχήμα. Να υπολογίσεις τη συνολική μετατόπιση $\Delta \vec{x}_{ολ}$ του σώματος.



2.36 Στην εικόνα φαίνεται το διάγραμμα θέσης – χρόνου σε μία ευθύγραμμη κίνηση ενός δρομέα.



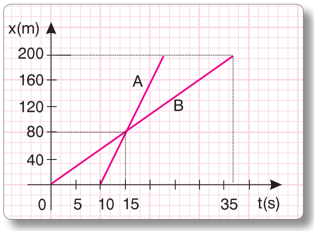
(α) Ποια είναι η θέση του δρομέα τη χρονική στιγμή $t_1 = 1$ s;
(β) Ποια είναι η θέση του δρομέα τη χρονική στιγμή $t_4 = 4$ s;
(γ) Ποια χρονική στιγμή ο δρομέας βρίσκεται στη θέση $x_7 = 70$ m;

2.37 Μελετήσαμε πειραματικά την κίνηση ενός αυτοκινήτου και πήραμε τις εξής τιμές για τη θέση του και τον χρόνο:

t(s)	0	1	2	3	4	5
x(m)	5	20	35	50	65	80

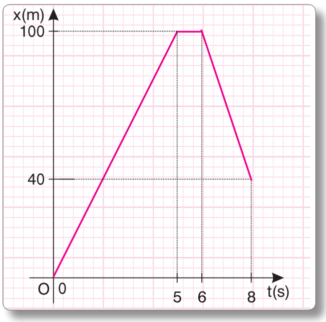
(α) Με βάση τα δεδομένα αυτού του πίνακα να κατασκευάσεις το διάγραμμα θέσης – χρόνου για την κίνηση του αυτοκινήτου.
(β) Στη συνέχεια να υπολογίσεις τη μετατόπιση του αυτοκινήτου στο χρονικό διάστημα από 0 s → 4 s.

2.38 Στην εικόνα φαίνεται το διάγραμμα θέσης – χρόνου σε έναν ευθύγραμμο αγώνα δρόμου μεταξύ δύο φίλων Α και Β.



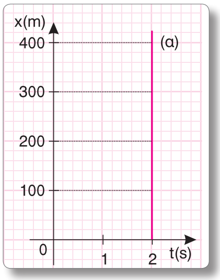
(α) Πόσο είναι το μήκος της διαδρομής του αγώνα;
(β) Για πόσο χρονικό διάστημα ο Β βρισκόταν μπροστά από τον αλαζόνα Α, που αρνούνταν να ξεκινήσει;
(γ) Σε πόση απόσταση από την αφετηρία και ποια χρονική στιγμή συναντήθηκαν;

2.39 Ένα σώμα κινείται κατά μήκος μιας ευθείας γραμμής. Στην εικόνα παριστάνεται η θέση του σώματος ως συνάρτηση του χρόνου.



(α) Ποιες είναι οι θέσεις του σώματος τις χρονικές στιγμές $t_0 = 0$ s, $t_5 = 5$ s, $t_6 = 6$ s, $t_8 = 8$ s;
(β) Να υπολογίσεις τη μετατόπιση του σώματος για το χρονικό διάστημα 0 s → 5 s.
(γ) Υπάρχει χρονική στιγμή από την οποία και μετά άλλαξε η φορά της κίνησης του σώματος; Αν ναι, ποια είναι αυτή η στιγμή και μέχρι πότε το σώμα κινείται προς τα πίσω;
(δ) Να υπολογίσεις τη μετατόπιση του σώματος για το χρονικό διάστημα 6 s → 8 s.
(ε) Για ποιο χρονικό διάστημα το σώμα παρέμεινε ακίνητο;

2.40 Γιατί δεν είναι δυνατόν η κατακόρυφη χρωματιστή γραμμή (α) του διπλανού διαγράμματος να παριστάνει το διάγραμμα θέσης – χρόνου ενός κινούμενου σώματος;



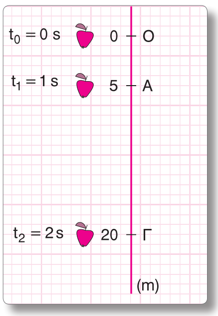
ΣΤ. Έλεγξε τις γνώσεις σου

ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. Τι είναι η τροχιά μιας κίνησης;

2. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι η σωστή;
(α) Δεν υπάρχει κίνηση στους μακρινούς γαλαξίες.
(β) Η απόσταση είναι διανυσματικό μέγεθος.
(γ) Θέση και μετατόπιση εκφράζονται πάντα από τον ίδιο αριθμό.
(δ) Η μετατόπιση είναι διανυσματικό μέγεθος.

3. Το διπλανό μήλο δεν ξέρουμε αν έπεσε από κάποια μηλιά, σίγουρα όμως δεν κατευθύνεται προς το κεφάλι του Νεύτωνα! Ωστόσο, εκτελεί μία ευθύγραμμη κίνηση σε κατακόρυφη διεύθυνση. Με βάση την εικόνα να κάνεις τα εξής:
(α) Να σχεδιάσεις το διάνυσμα θέσης του μήλου τη χρονική στιγμή $t_1 = 1$ s.
(β) Να σχεδιάσεις το διάνυσμα της μετατόπισης $\Delta\vec{x}_{ΑΓ}$ του μήλου στο χρονικό διάστημα από 1 s → 2 s.
(γ) Να υπολογίσεις τη μετατόπιση $\Delta\vec{x}_{ΑΓ}$.



4. Ένα σώμα εκτελεί ευθύγραμμη κίνηση. Στην εικόνα παριστάνεται η θέση του σώματος ως συνάρτηση του χρόνου.
(α) Να υπολογίσεις τη μετατόπιση του σώματος για το χρονικό διάστημα 3 s → 6 s.
(β) Να υπολογίσεις τη μετατόπιση του σώματος για το χρονικό διάστημα 0 s → 2 s.
(γ) Μένει κάπου ακίνητο το σώμα; Αν ναι, σε ποια θέση και για πόσο χρόνο;
(δ) Να υπολογίσεις τη συνολική μετατόπιση του σώματος από 0 s → 6 s.