ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ, ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΝΕΟΛΑΙΑΣ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΚΥΠΡΟΥ | ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

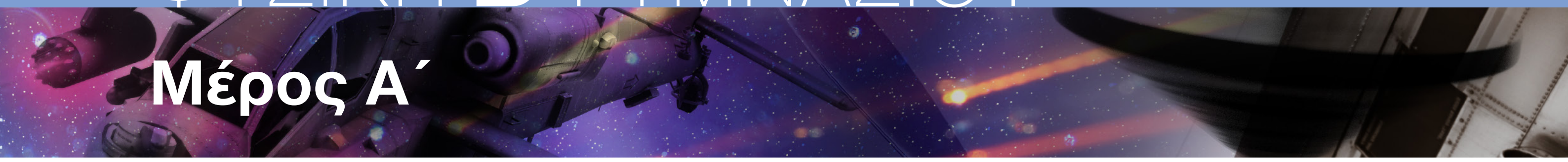
## ΜΕΡΟΣ Α΄

# ΦΥΣΙΚΗ Β΄ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

**ISBN: 978-9963-54-312-0**

© ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ,
ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΝΕΟΛΑΙΑΣ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

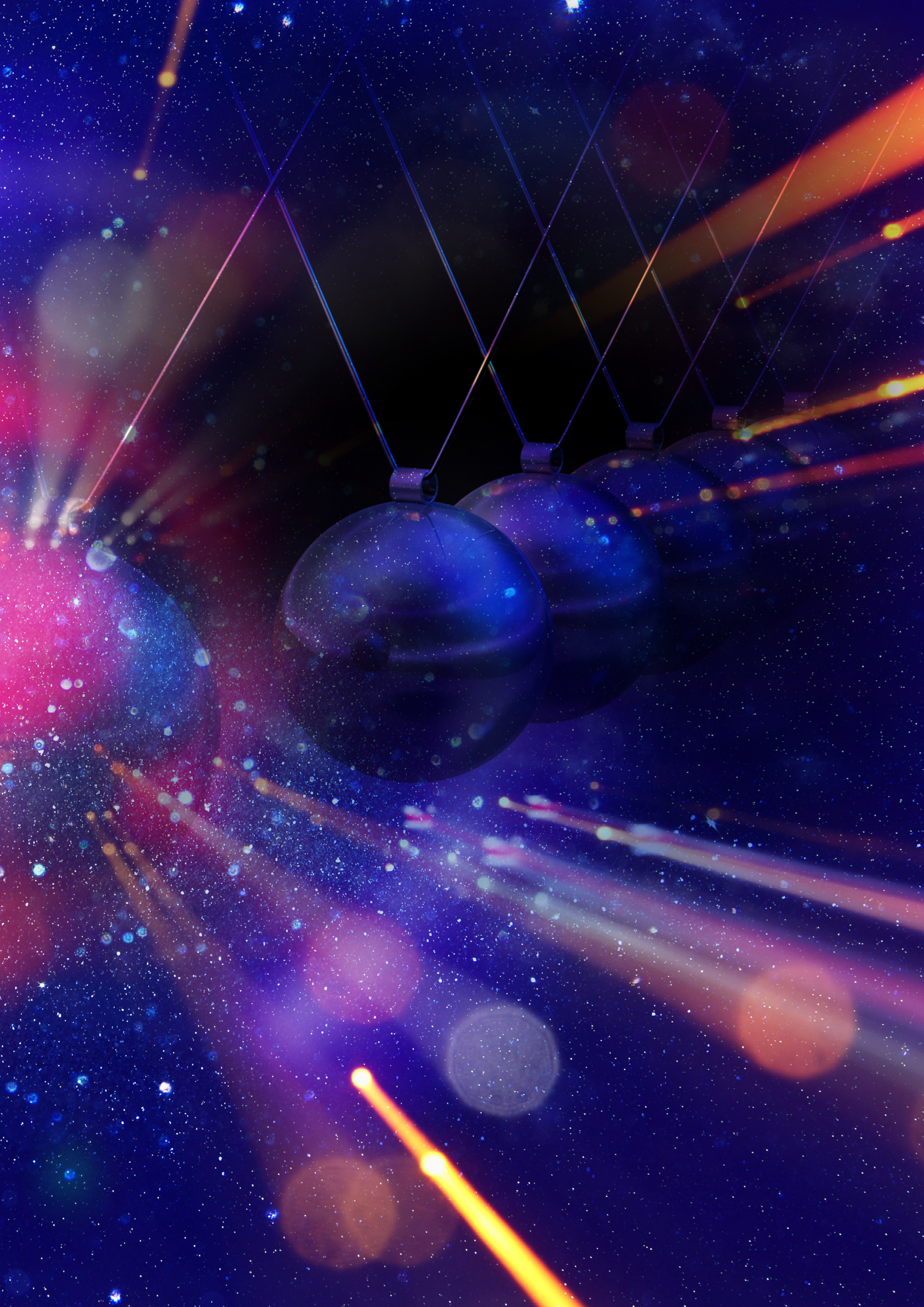
# ΦΥΣΙΚΗ Β΄ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

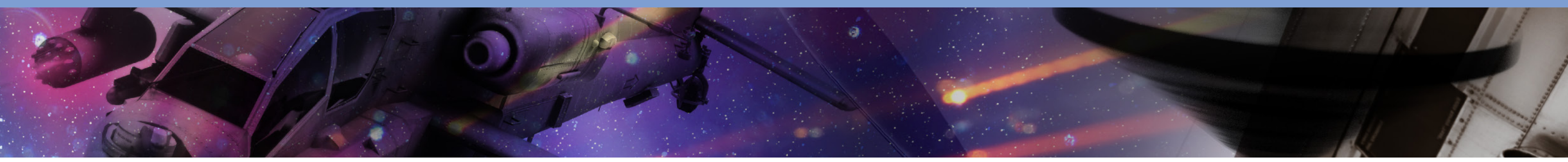


## Μέρος Α΄

| | |
|---|---|
| Συγγραφή: | **Αντρέας Αντωνίου**<br>Φυσικός, Καθηγητής Μέσης Εκπαίδευσης, ΥΠΠΑΝ<br>**Γεώργιος Αρχοντής**<br>Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Φυσικής, Πανεπιστήμιο Κύπρου<br>**Γιαννάκης Χατζηκωστής**<br>Επιθεωρητής Φυσικής, Μέσης Εκπαίδευσης, ΥΠΠΑΝ<br>**Ζαχαρίας Ζαχαρία**<br>Καθηγητής, Τμήμα Επιστημών της Αγωγής, Πανεπιστήμιο Κύπρου<br>**Νικόλαος Τούμπας**<br>Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Φυσικής, Πανεπιστήμιο Κύπρου<br>**Παναγιώτης Ελευθερίου**<br>Επιθεωρητής Φυσικής, Μέσης Εκπαίδευσης, ΥΠΠΑΝ<br>**Φώτιος Πτωχός**<br>Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Φυσικής, Πανεπιστήμιο Κύπρου |
| Επιμέλεια Σχημάτων: | **Αντώνιος Τσάκωνας**<br>Φυσικός, Καθηγητής Μέσης Εκπαίδευσης |
| Σχεδιασμός Έκδοσης: | **Αντρέας Αντωνίου**<br>Φυσικός, Καθηγητής Μέσης Εκπαίδευσης |
| Σχεδιασμός Εξωφύλλου: | **Έλενα Ηλιάδου**<br>Λειτουργός Υπηρεσίας Ανάπτυξης Προγραμμάτων |
| Γλωσσική Επιμέλεια: | **Ευαγγελία Χαραλάμπους**<br>Λειτουργός Υπηρεσίας Ανάπτυξης Προγραμμάτων |
| Επιμέλεια Έκδοσης: | **Αντρέας Αντωνίου**<br>Φυσικός, Καθηγητής Μέσης Εκπαίδευσης |
| Συντονισμός Έκδοσης: | **Χρίστος Παρπούνας**<br>Συντονιστής Υπηρεσίας Ανάπτυξης Προγραμμάτων |

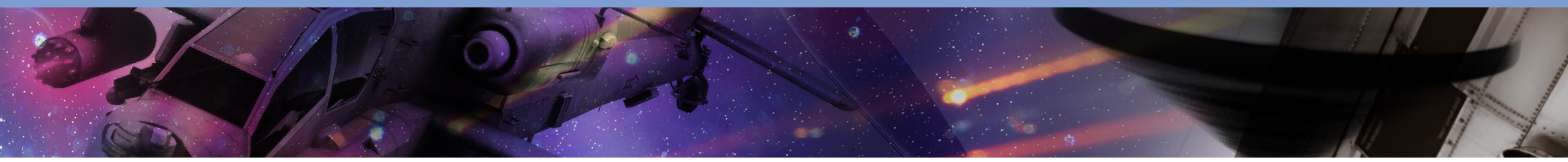
Α΄ Έκδοση (Δοκιμαστική) 2022
Εκτύπωση: GREENPACK GRAPHIC LTD





# Περιεχόμενα

# Κεφάλαιο 2 69



# Προλογικό σημείωμα

Με το νέο βιβλίο Φυσικής για το Γυμνάσιο επιδιώκεται η εισαγωγή των μαθητών και των μαθητριών στον επιστημονικό τρόπο σκέψης, αλλά και η παρουσίαση της Φυσικής ως της επιστήμης μέσω της οποίας οι άνθρωποι προσπαθούν να κατανοήσουν πώς λειτουργεί ο κόσμος μας, από τον μικρότερο δομικό λίθο της ύλης μέχρι τα άστρα και τους γαλαξίες.

Κατά τη συγγραφή του βιβλίου δόθηκε έμφαση στη σύνδεση της σχολικής γνώσης με τον πραγματικό κόσμο και, όπου αυτό ήταν δυνατό, με το ευρύτερο περιβάλλον της Κύπρου, ώστε το περιεχόμενό του να μην αποτελεί ένα συνονθύλευμα αφηρημένων εννοιών και κανόνων που βρίσκουν εφαρμογές σε υποθετικά και εξιδανικευμένα συστήματα. Χρησιμοποιήθηκαν παραδείγματα από την καθημερινή μας ζωή, ώστε οι μαθητές και οι μαθήτριες να αισθανθούν την ικανοποίηση που αισθάνεται κανείς όταν κατανοεί βασικές έννοιες που μπορεί να χρησιμοποιήσει. Καταβλήθηκε δηλαδή προσπάθεια να γίνει πράξη αυτό που η σύγχρονη παιδαγωγική ονομάζει «αυθεντική μάθηση». Η γνώση δηλαδή που αποκομίζουν οι μαθητές και οι μαθήτριες όταν αισθάνονται την ανάγκη να γνωρίσουν ή να μάθουν κάτι.

Στο βιβλίο επιλέγηκαν πολλαπλοί τρόποι παρουσίασης των εννοιών του κάθε κεφαλαίου, ώστε να καλυφθούν τα διαφορετικά στυλ μάθησης. Πέρα από την αναλυτική περιγραφή στο κυρίως κείμενο του κάθε κεφαλαίου, το περιεχόμενο εμπλουτίστηκε με πολλές εικόνες που αφορούν σε πραγματικές εφαρμογές των όσων παρουσιάζονται στο κείμενο, πίνακες και γραφήματα. Τα ένθετα που περιλήφθηκαν στο βιβλίο, άλλοτε ιστορικά και άλλοτε για τεχνολογικές εφαρμογές, αποσκοπούν στη βαθύτερη κατανόηση του περιεχομένου αλλά και στο να δώσουν απάντηση στο αιώνιο ερώτημα που θέτουν τα παιδιά για το πώς προέκυψαν όλα αυτά.

Μικρές ερωτήσεις κατανόησης μετά από κάθε καινούργια έννοια, περιλήφθηκαν για να διευκολυνθεί η κατανόηση του περιεχομένου, ενώ όπου παρουσιάζονται εφαρμογές μαθηματικών σχέσεων, ακολουθούν αριθμητικά παραδείγματα.

Σε κάθε κεφάλαιο υπάρχει μια συλλογή ασκήσεων, στις οποίες γίνεται διαβάθμιση ώστε οι πρώτες ασκήσεις, συνήθως πολλαπλής επιλογής, να ελέγχουν τη γνώση και την κατανόηση των εννοιών, ενώ οι τελευταίες να είναι κυρίως εφαρμογές.

Στο πίσω μέρος του κάθε κεφαλαίου βρίσκονται οι δραστηριότητες οι οποίες ακολουθούν διερευνητική προσέγγιση και είναι δομημένες με τέτοιον τρόπο, ώστε με την ολοκλήρωση της καθεμιάς, να καλύπτεται και ο αντίστοιχος δείκτης επιτυχίας και επάρκειας. Μικρές ερωτήσεις, πειράματα με απλά υλικά, βίντεο και μικρές εργασίες εμπλουτίζουν τις γνώσεις και καλλιεργούν την περιέργεια των μαθητών και μαθητριών για τον φυσικό κόσμο.

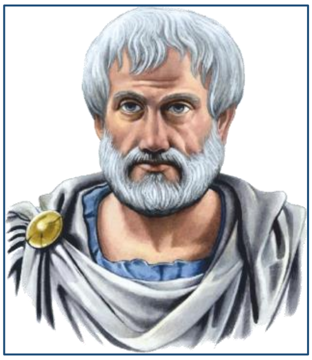
Τέλος, λαμβάνοντας υπόψη τα σύγχρονα δεδομένα στην εκπαίδευση, κρίθηκε αναγκαίο το νέο βιβλίο να εκδοθεί σε τεύχη, ώστε τα παιδιά να απαλλαγούν από το επιπλέον βάρος των κεφαλαίων που θα διδαχθούν στο μέλλον ή αυτών που έχουν ήδη διδαχθεί.

Ελπίζουμε τόσο οι μαθητές και οι μαθήτριες όσο και οι εκπαιδευτικοί που θα διδάξουν το μάθημα της Φυσικής στο Γυμνάσιο, να βρουν χρήσιμο και ευχάριστο το νέο βιβλίο, ενώ προσβλέπουμε και στις παρατηρήσεις τους για τη βελτίωσή του σε επόμενες εκδόσεις.

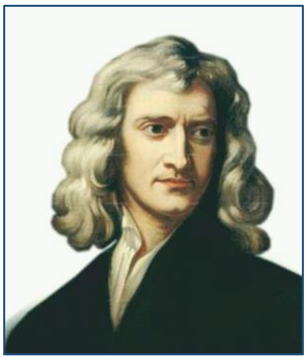
**Οι επιμελητές της έκδοσης**

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

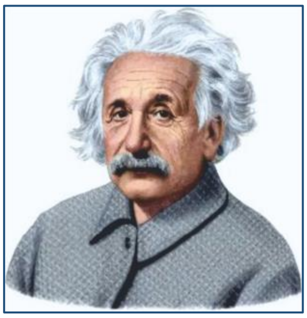
## 1.1 Τι μελετά η Φυσική



**Εικόνα 1.1**
*Αριστοτέλης 384 – 322 π.Χ.*



**Εικόνα 1.2**
*Isaac Newton 1643 – 1727 μ.Χ.*



**Εικόνα 1.3**
*Albert Einstein 1879 – 1955 μ.Χ.*

**Η Φυσική** είναι η επιστήμη που μελετά τον φυσικό κόσμο, από τα μικρότερα σωματίδια μέχρι το σύμπαν. Σκοπός της Φυσικής είναι να περιγράφει τα φυσικά φαινόμενα με τη βοήθεια των φυσικών νόμων, οι οποίοι πρέπει να είναι απλά διατυπωμένοι, με σαφήνεια και ακρίβεια με τη βοήθεια μαθηματικών εξισώσεων.

Οι φυσικοί αναπτύσσουν θεωρίες με τις οποίες εξηγούν φαινόμενα όπως την κίνηση των πλανητών γύρο από τον Ήλιο, τη ροή του ηλεκτρικού ρεύματος σε ένα κύκλωμα, τα χρώματα του ουράνιου τόξου κ.ά. και προβλέπουν ή επιβεβαιώνουν τα αποτελέσματα πειραμάτων. Αν τα αποτελέσματα των πειραμάτων που γίνονται δεν συμφωνούν με τις προβλέψεις, η θεωρία συχνά τροποποιείται ώστε να καλύπτει και τα νέα δεδομένα. Για τον λόγο αυτό, οι επιστημονικές θεωρίες δεν είναι αναλλοίωτες στον χρόνο, αλλά μπορούν να αλλάξουν καθώς περνούν από διάφορα στάδια βελτίωσης και γενίκευσης. Για παράδειγμα, οι ιδέες του Έλληνα φιλόσοφου *Αριστοτέλη* για την κίνηση των σωμάτων θεωρούνταν σωστές για σχεδόν 2000 χρόνια μέχρι τον 17$^{o}$ αιώνα, όπου ο *Ισαάκ Νεύτωνας* διατύπωσε το 1687 τους νόμους της κίνησης, ο οποίοι θεωρούνται εφαρμόσιμοι για ταχύτητες πολύ μικρότερες από την ταχύτητα του φωτός. Στις περιπτώσεις που οι ταχύτητες των σωμάτων είναι πολύ κοντά στην ταχύτητα του φωτός, χρειαζόμαστε την ειδική θεωρία της σχετικότητας του *Albert Einstein*.

Πέρα από την περιγραφή του φυσικού κόσμου, η συνεισφορά της Φυσικής στην εξέλιξη του πολιτισμού μέσα από την ανάπτυξη της τεχνολογίας, η οποία βασίζεται στην επιστημονική γνώση, είναι ανεκτίμητη. Τεχνολογικές εφαρμογές όπως το διαδίκτυο, το παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού θέσης (GPS), οι ακτινογραφίες, η τηλεόραση, οι τηλεπικοινωνίες και πολλά άλλα, τα οποία διευκολύνουν σήμερα τη ζωή μας, βασίζονται σε γνώσεις που αναπτύχθηκαν στα πλαίσια της Φυσικής.

## 1.2 Τα φυσικά μεγέθη

Η Φυσική είναι μια επιστήμη που βασίζεται στη μέτρηση και τη σύγκριση φυσικών μεγεθών, γι' αυτό είναι σημαντικό οι νόμοι της να είναι διατυπωμένοι με τη βοήθεια φυσικών μεγεθών και των αντίστοιχων προτύπων τους, τα οποία ορίζονται με σαφήνεια. Τα ***φυσικά μεγέθη*** είναι ποσότητες που μπορούν να μετρηθούν και χωρίζονται σε ***θεμελιώδη*** και ***παράγωγα***.

Τα θεμελιώδη φυσικά μεγέθη είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους και μπορούμε να μάθουμε την τιμή τους με απευθείας μέτρηση με τη βοήθεια ενός οργάνου μέτρησης. Τα παράγωγα φυσικά μεγέθη προκύπτουν από συνδυασμούς των θεμελιωδών φυσικών μεγεθών και η τιμή τους υπολογίζεται από τις μετρήσεις των θεμελιωδών φυσικών από τα οποία ορίζονται. Βέβαια, υπάρχουν όργανα μέτρησης τα οποία μπορούν να μας δώσουν απευθείας την τιμή ενός παράγωγου φυσικού μεγέθους, αλλά αυτό συμβαίνει γιατί τα όργανα αυτά έχουν κατασκευαστεί έτσι ώστε ο υπολογισμός να γίνεται αυτόματα.


**Εικόνα 1.4**
*Το έμβλημα του Διεθνούς Γραφείου Μέτρων και Σταθμών στο οποίο αναγράφεται η φράση «Μετρώ Χρω» του Πιττακού του Μυτιληναίου (περ. 650–570 π.Χ.), ο οποίος υπήρξε πολιτικός και στρατιωτικός ηγέτης της Μυτιλήνης, καθώς και ένας από τους επτά σοφούς της αρχαίας Ελλάδας. (© Bureau international des poids et mesures)*

Κάθε φυσικό μέγεθος έχει μία μονάδα μέτρησης. Οι μονάδες μέτρησης των θεμελιωδών φυσικών μεγεθών ονομάζονται ***βασικές μονάδες μέτρησης***, ενώ των παράγωγων φυσικών μεγεθών ονομάζονται ***παράγωγες μονάδες μέτρησης***. Το *1961* η Διεθνής Διάσκεψη Μέτρων και Σταθμών καθιέρωσε το ***Διεθνές Σύστημα Μονάδων Μέτρησης*** (*Système International d' Unités ή συντομογραφικά S.I.*) στο οποίο υπάρχουν επτά θεμελιώδη φυσικά μεγέθη και οι βασικές μονάδες μέτρησής τους, τα οποία φαίνονται στον πίνακα 1.1.


**Εικόνα 1.5**
*Οι επτά βασικές μονάδες μέτρησης του Διεθνούς Συστήματος Μονάδων Μέτρησης. (© Bureau international des poids et mesures)*

### *1.2.1 Τα θεμελιώδη φυσικά μεγέθη*

Τα τρία κυριότερα φυσικά μεγέθη είναι το ***μήκος***, η ***μάζα*** και ο ***χρόνος*** με βασικές μονάδες μέτρησης το ***μέτρο*** ($\mathbf{m}$), το ***χιλιόγραμμο*** ($\mathbf{kg}$) και το ***δευτερόλεπτο*** ($\mathbf{s}$).

Οι βασικές μονάδες μέτρησης των θεμελιωδών φυσικών μεγεθών, όταν πρόκειται για πολύ – πολύ μεγάλα φυσικά μεγέθη, όπως για παράδειγμα στην αστρονομία ή όταν πρόκειται για πολύ – πολύ μικρά φυσικά μεγέθη, δεν είναι ιδιαίτερα εύχρηστες και γι' αυτό, στις περιπτώσεις αυτές χρησιμοποιούμε πολλαπλάσια ή υποδιαιρέσεις των μονάδων αυτών.

### *1.2.2 Τα παράγωγα φυσικά μεγέθη*

Τα παράγωγα φυσικά μεγέθη ορίζονται από σχέσεις μεταξύ των θεμελιωδών φυσικών μεγεθών. Για παράδειγμα, το φυσικό μέγεθος «ταχύτητα» προκύπτει από τη διαίρεση του θεμελιώδους φυσικού μεγέθους «μήκος» με το θεμελιώδες φυσικό μέγεθος «χρόνος». Με τον ίδιο τρόπο που ορίζεται, ένα παράγωγο φυσικό μέγεθος, ορίζεται και η μονάδα μέτρησης του. Δηλαδή, για την ταχύτητα, η βασική μονάδα μέτρησης θα είναι το μέτρο διά το δευτερόλεπτο.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1**
**Θεμελιώδη φυσικά μεγέθη και οι βασικές μονάδες μέτρησής τους**

| Θεμελιώδες φυσικό μέγεθος | Βασική μονάδα μέτρησης στο S.I. | |
|---|---|---|
| | Όνομα | Σύμβολο |
| Μήκος | Μέτρο | m |
| Μάζα | Χιλιόγραμμο | kg |
| Χρόνος | Δευτερόλεπτο | s |
| Ηλεκτρικό ρεύμα | Αμπέρ | A |
| Θερμοκρασία | Κέλβιν | K |
| Ποσότητα ύλης | Γραμμομόριο | mol |
| Ένταση φωτός | Καντέλα | cd |

$$\mu o\nu \acute{\alpha}\delta\alpha\ \mu \acute{\varepsilon}\tau\rho\eta\sigma\eta\varsigma\ \tau\alpha\chi\acute{\upsilon}\tau\eta\tau\alpha\varsigma = \frac{\mu o\nu.\mu \acute{\varepsilon}\tau\rho\eta\sigma\eta\varsigma\ \mu\acute{\eta}\kappa o\upsilon\varsigma}{\mu o\nu.\mu \acute{\varepsilon}\tau\rho\eta\sigma\eta\varsigma\ \chi\rho\acute{o}\nu o\upsilon} = \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

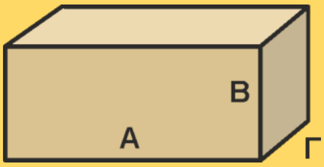
Άλλο παράδειγμα παράγωγου φυσικού μεγέθους είναι η πυκνότητα, η οποία συμβολίζεται με το γράμμα ρ και ισούται με τη μάζα $m$ ενός αντικειμένου διαιρεμένης με τον όγκο του $V$, δηλαδή $\rho = \frac{m}{V}$, συνεπώς η μονάδα μέτρησης της πυκνότητας θα είναι η μονάδα μέτρησης της μάζας διαιρεμένης με τη μονάδα μέτρησης του όγκου.

$$\mu o\nu \acute{\alpha}\delta\alpha\ \mu \acute{\varepsilon}\tau\rho\eta\sigma\eta\varsigma\ \pi\upsilon\kappa\nu\acute{o}\tau\eta\tau\alpha\varsigma = \frac{\mu o\nu.\mu \acute{\varepsilon}\tau\rho\eta\sigma\eta\varsigma\ \mu\acute{\alpha}\zeta\alpha\varsigma}{\mu o\nu.\mu \acute{\varepsilon}\tau\rho\eta\sigma\eta\varsigma\ \acute{o}\gamma\kappa o\upsilon}$$

Στο παράδειγμα 1.1 που ακολουθεί, μπορείτε να δείτε τη διαδικασία με την οποία υπολογίζουμε την τιμή ενός παράγωγου φυσικού μεγέθους, όπως είναι ο όγκος ενός ορθογωνίου παραλληλογράμμου.

### Παράδειγμα 1.1

Το ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο της πιο κάτω εικόνας έχει ακμές Α, Β και Γ.
Να υπολογίσετε τον όγκο του.




Εικόνα 1.6

**Απάντηση:**

Για να υπολογίσουμε τον όγκο του ορθογωνίου παραλληλογράμμου, πρέπει να μετρήσουμε τα μήκη των τριών ακμών του και να τα πολλαπλασιάσουμε.

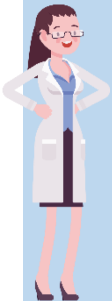
Έστω ότι τα μήκη των τριών ακμών είναι Α = 5 m, Β = 2 m και Γ = 1,5 m.

Ο όγκος του ορθογωνίου παραλληλογράμμου είναι:

$$V = (5\ \mathrm{m}) \times (2\ \mathrm{m}) \times (1{,}5\ \mathrm{m}) = 15\ \mathrm{m} \times \mathrm{m} \times \mathrm{m}$$
$$\Rightarrow V = 15\ \mathrm{m}^3$$

Η μονάδα μέτρησης του όγκου, ο οποίος είναι παράγωγο φυσικό μέγεθος, προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό των μονάδων μέτρησης του μήκους της κάθε ακμής, δηλαδή με τον ίδιο τρόπο που ορίζεται το φυσικό μέγεθος «όγκος».

Όπως είδαμε και στο παράδειγμα 1.1 πιο πάνω, η μονάδα μέτρησης του όγκου προκύπτει από τον ίδιο συνδυασμό της βασικής μονάδας μέτρησης του μήκους, δηλαδή m × m × m, που γράφεται ως $\mathrm{m}^3$ και διαβάζεται ως «κυβικό μέτρο».



**Έλεγξε τι έμαθες!**

1. Η μονάδα μέτρησης ενός παράγωγου φυσικού μεγέθους είναι πάντοτε συνδυασμός δύο ή περισσοτέρων βασικών μονάδων μέτρησης.

**Α.** Σωστό

**Β.** Λάθος

**Ήξερες ότι…**

Η Κύπρος καθιέρωσε το διεθνές σύστημα μονάδων μέτρησης με νομοθεσία, η οποία ψηφίστηκε από τη Βουλή των Αντιπροσώπων το 1974. Πιο κάτω παρατίθενται αποσπάσματα του περί Μέτρων και Σταθμών Νόμου του 1974.

***«Ο περί Μέτρων και Σταθμών Νόμος του 1974»***

*Αι μονάδες μέτρων και σταθμών βασίζονται επί του μετρικού συστήματος:*

*(1) Αι μονάδες μέτρων και σταθμών βασίζονται επί των μονάδων του μετρικού συστήματος.*

*(2) Διά τους σκοπούς του εδαφίου (1) αι μονάδες του μετρικού συστήματος είναι το διεθνές σύστημα μονάδων ως τούτο καθιερώθη υπό της Γενικής Συνελεύσεως Μέτρων και Σταθμών.*

*(3) Το Υπουργικόν Συμβούλιον δύναται διά Κανονισμών να υιοθετήση ως νόμιμον μονάδα εν τη Δημοκρατία οιανδήποτε ετέραν βασικήν μονάδα του διεθνούς μετρικού συστήματος ως η Γενική Συνέλευσις Μέτρων και Σταθμών ήθελε συστήσει. […]*

***6. Βασική μονάς μήκους***

*(1) Η βασική μονάς μήκους είναι το μέτρον. (2) Το μέτρον είναι το μήκος του διαστήματος που διανύει το φως στο κενό σε χρόνο 1/299 792 458 του δευτερολέπτου.*

***7. Βασική μονάς χρόνου***

*(1) Η βασική μονάς χρόνου είναι το δευτερόλεπτον.*
*(2) Το δευτερόλεπτον είναι η διάρκεια 9 192 631 770 περιόδων ακτινοβολίας αντιστοιχούσης εις την φασματικήν γραμμήν εκπομπής μεταξύ των δύο υπερλέπτων σταθμών ενεργείας του εις την θεμελιώδη κατάστασιν ευρισκομένου ατόμου του καισίου – 133. […]»*

## 1.3 Μετρήσεις και όργανα μέτρησης

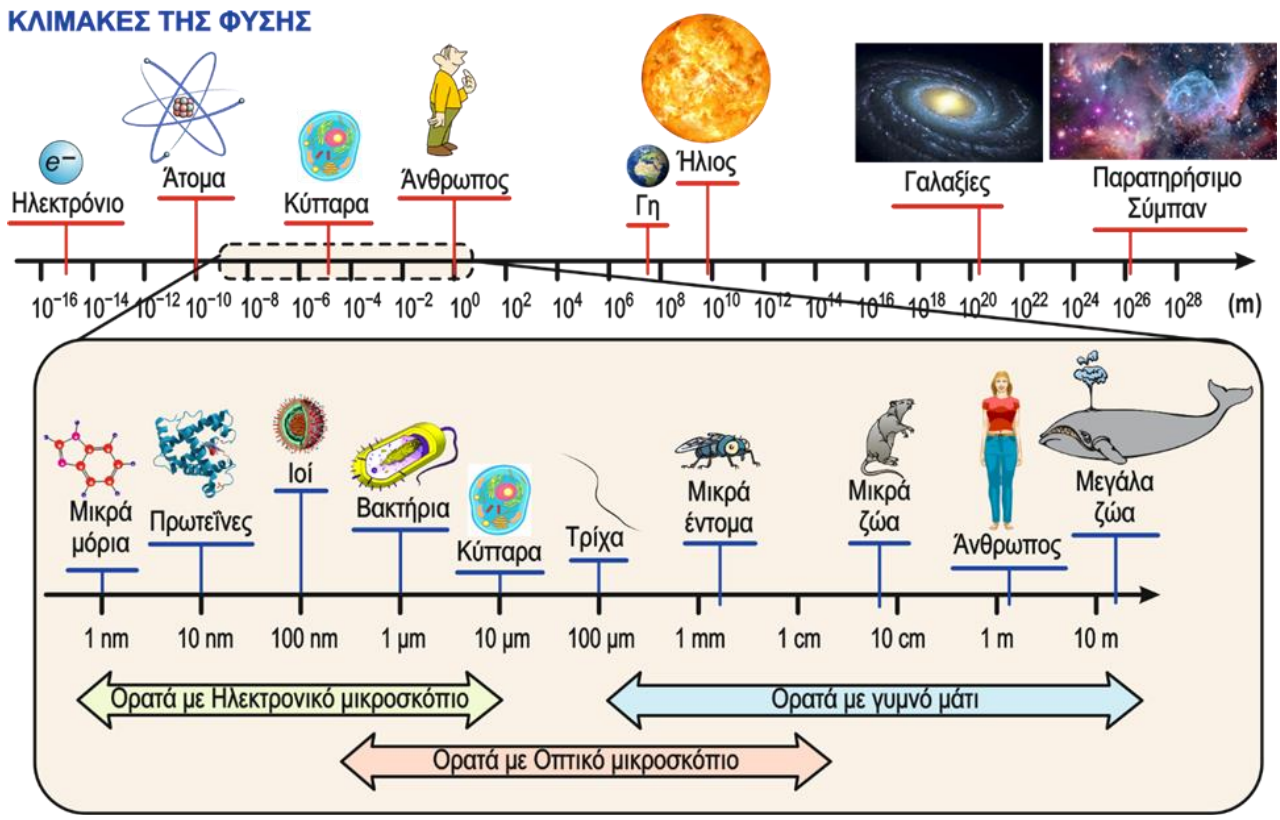
Όπως έχει αναφερθεί και στην παράγραφο 1.1, η Φυσική περιγράφει τον φυσικό κόσμο με τη βοήθεια ποσοτήτων που μπορούν να μετρηθούν, οι οποίες ονομάζονται φυσικά μεγέθη. Συνεπώς, η ***μέτρηση*** είναι μία απαραίτητη διαδικασία για την εύρεση της τιμής ενός φυσικού μεγέθους.

***Μέτρηση** ονομάζεται η διαδικασία σύγκρισης ενός φυσικού μεγέθους με ένα χαρακτηριστικό πρότυπο.*

Το χαρακτηριστικό πρότυπο για το κάθε φυσικό μέγεθος δεν είναι τίποτε άλλο από τη βασική μονάδα μέτρησής του, η οποία είναι απαραίτητο να αναγράφεται πάντοτε δίπλα από την τιμή του. Χωρίς τη γραφή της μονάδας μέτρησης δίπλα από την τιμή ενός φυσικού μεγέθους, οι πληροφορίες που γνωρίζουμε γι’ αυτό είναι ελλιπείς. Για παράδειγμα, αν κάποιος μας πει ότι η μάζα ενός αντικειμένου είναι «25» χωρίς να μας αναφέρει τη μονάδα μέτρησης, τότε δεν μπορούμε να προσδιορίσουμε αν η μάζα είναι 25 γραμμάρια (g), 25 χιλιόγραμμα (κιλά, kg) ή 25 τόνοι (tonne). Βέβαια, αν γνωρίζουμε για τι αντικείμενο πρόκειται, μπορούμε να αντιληφθούμε ποια μονάδα μέτρησης είναι η καταλληλότερη. Για παράδειγμα, αν πρόκειται για μία σοκολάτα, τότε δεν θα θεωρούσαμε ότι ζυγίζει 25 τόνους! Αυτό όμως απαιτεί μεγάλη εξοικείωση με τις μονάδες μέτρησης.

### *1.3.1 Μονάδες μέτρησης*

Στον φυσικό κόσμο κάποια σώματα είναι πολύ – πολύ μικρά και κάποια είναι πολύ – πολύ μεγάλα, όπως φαίνεται και στην εικόνα 1.7. Για τον λόγο αυτό δεν είναι βολική η χρήση μόνο μίας μονάδας μέτρησης. Έτσι, για να δηλώσουμε τις τιμές πολύ – πολύ μικρών φυσικών μεγεθών, χρησιμοποιούμε τις υποδιαιρέσεις των βασικών μονάδων μέτρησης, ενώ για τις τιμές των πολύ – πολύ μεγάλων φυσικών μεγεθών χρησιμοποιούμε τα πολλαπλάσια των βασικών μονάδων μέτρησης.




**Εικόνα 1.7**
*Οι κλίμακες της φύσης.*

Στο διεθνές σύστημα μονάδων οι πολύ μεγάλες και οι πολύ μικρές ποσότητες δηλώνονται ως δυνάμεις του δέκα (δεκαδικό σύστημα), έτσι η απόσταση μεταξύ του Ήλιου και της Γης είναι $1{,}5 \times 10^{11}$ m, ενώ το μέσο μήκος μίας μύγας είναι $5 \times 10^{-3}$ m. Τις περισσότερες φορές η δύναμη του δέκα, η οποία γράφεται μπροστά από τη μονάδα μέτρησης, δηλώνεται με ένα γράμμα, που ονομάζεται ***πρόθεμα***. Με τη χρήση των προθεμάτων δημιουργούμε πολλαπλάσια ή υποδιαιρέσεις των βασικών μονάδων μέτρησης.

Στον πίνακα 1.2 που ακολουθεί, παρουσιάζονται τα προθέματα του Διεθνούς Συστήματος Μονάδων Μέτρησης και οι δυνάμεις του δέκα στις οποίες αντιστοιχούν. Στον πίνακα τονίζονται τα τέσσερα προθέματα που χρησιμοποιούνται συχνότερα και τα οποία πρέπει να θυμάστε.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.2**
**Προθέματα των μονάδων μέτρησης του Διεθνούς Συστήματος (S.I.)**

| Πρόθεμα | Σύμβολο | Αριθμητικός συντελεστής | Δύναμη του 10 |
|---|---|---|---|
| **Giga** | **G** | 1 000 000 000 | $10^9$ |
| **Mega** | **M** | 1 000 000 | $10^6$ |
| **Kilo/ χίλιο** | **k** | 1 000 | $10^3$ |
| **hector** | **h** | 100 | $10^2$ |
| **deca** | **da** | 10 | $10^1$ |
| **---** | **--** | 1 | $10^0$ |
| **deci** | **d** | 0,1 | $10^{-1}$ |
| **centi/ εκατοστό** | **c** | 0,01 | $10^{-2}$ |
| **mili/ χιλιοστό** | **m** | 0,001 | $10^{-3}$ |
| **micro** | **μ** | 0,000 001 | $10^{-6}$ |
| **nano** | **n** | 0,000 000 001 | $10^{-9}$ |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.3**
**Χαρακτηριστικές τιμές μαζών**

| | Μάζα (kg) |
|---|---|
| Γαλαξίας | $7 \times 10^{41}$ |
| Ήλιος | $2 \times 10^{30}$ |
| Γη | $6 \times 10^{24}$ |
| Σελήνη | $7 \times 10^{22}$ |
| Άνθρωπος | $7 \times 10^{1}$ |
| Ποντίκι | $1 \times 10^{-1}$ |
| Κουνούπι | $1 \times 10^{-5}$ |
| Βακτήριο | $1 \times 10^{-15}$ |
| Άτομο του Υδρογόνου | $1{,}67 \times 10^{-27}$ |

Μερικές μονάδες μέτρησης παράγωγων φυσικών μεγεθών έχουν ειδικό όνομα και σύμβολο. Έτσι, για τη δύναμη χρησιμοποιούμε ως μονάδα μέτρησης το newton με σύμβολο το N, ενώ για την πίεση χρησιμοποιούμε ως μονάδα μέτρησης το pascal με σύμβολο το Pa.

**Έλεγξε τι έμαθες!**

**2.** Να αντιστοιχήσεις τα ονόματα των μονάδων μέτρησης της αριστερής στήλης με τα σύμβολα των μονάδων μέτρησης της δεξιάς στήλης.

| | |
|---|---|
| χιλιόγραμμο | mg |
| εκατοστόμετρο | km |
| χιλιοστόμετρο | kg |
| χιλιόμετρο | cm |
| χιλιοστόγραμμο | mm |

Σε αρκετές περιπτώσεις χρησιμοποιούνται μονάδες μέτρησης όπως τα λεπτά, οι ώρες, τα εκτάρια, οι σκάλες κ.ά., οι οποίες δεν ανήκουν στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων Μέτρησης. Οι μονάδες αυτές χρησιμοποιούνται είτε διότι είναι πιο εύχρηστες είτε διότι έχουν επικρατήσει για ιστορικούς λόγους.

Ένα παράδειγμα, εκτός από αυτά που αναφέρθηκαν πιο πάνω, μονάδας μέτρησης η οποία χρησιμοποιείται χωρίς να ανήκει στο S.I. είναι το λίτρο (lt), το οποίο χρησιμοποιείται για τη μέτρηση του όγκου υγρών. Ένα λίτρο ισούται με το ένα χιλιοστό του κυβικού μέτρου.

$$1 \text{ lt} = 0{,}001 \text{ m}^3$$

**Εικόνα 1.8**
*Διάφοροι ογκομετρικοί κύλινδροι και φλασκιά που μετρούν τον όγκο των υγρών σε χιλιοστόλιτρα (ml).*

Κυριότερες υποδιαιρέσεις του λίτρου είναι το χιλιοστόλιτρο (ml) και το εκατοστόλιτρο (cl), που ισούνται αντίστοιχα με ένα χιλιοστό και ένα εκατοστό του λίτρου. Χρησιμοποιώντας την πιο πάνω ισότητα, αποδεικνύεται ότι το ένα χιλιοστό του λίτρου ισούται ακριβώς με ένα κυβικό εκατοστόμετρο.

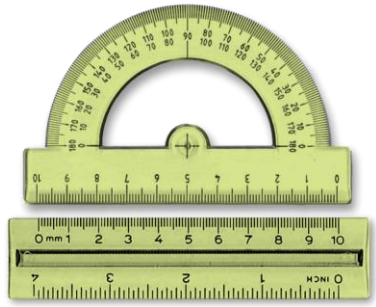
$$1 \text{ ml} = 1 \text{ cm}^3$$


**Εικόνα 1.9**
*Ετικέτα προϊόντος με αναγραφή του όγκου του περιεχομένου σε εκατοστόλιτρα (cl).*

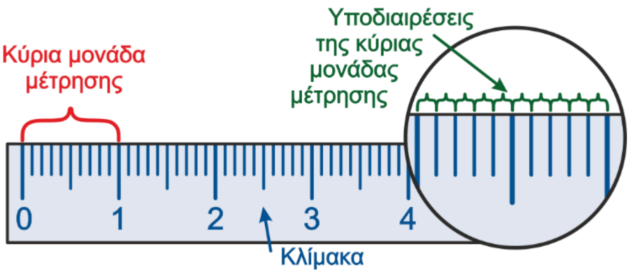
### *1.3.2 Όργανα μέτρησης βασικών μεγεθών*

Το όργανο μέτρησης είναι μια συσκευή, με τη βοήθεια της οποίας μετρούμε την τιμή ενός φυσικού μεγέθους. Τα όργανα μέτρησης μπορεί να είναι είτε μηχανικά είτε ηλεκτρονικά (ή ψηφιακά). Τα ηλεκτρονικά όργανα μέτρησης αναγράφουν το αποτέλεσμα της μέτρησης σε οθόνη, ενώ στα μηχανικά χρειάζεται να γνωρίζουμε πώς να διαβάζουμε την κλίμακά τους. Όλα τα μηχανικά όργανα μέτρησης έχουν κάποια κοινά χαρακτηριστικά, όπως είναι η κλίμακα μέτρησης, η οποία μπορεί να είναι ευθεία ή κυκλική, όπως φαίνεται στην εικόνα 1.10.

Γενικά, μια ***κλίμακα*** μέτρησης είναι χωρισμένη σε ίσα διαστήματα και το κάθε διάστημα αντιπροσωπεύει μία μονάδα της ***κύριας μονάδας μέτρησης***. Το κάθε διάστημα διαιρείται περαιτέρω σε μικρότερα υποδιαστήματα, που το καθένα αντιπροσωπεύει μια ***υποδιαίρεση της κύριας μονάδας μέτρησης***.




**Εικόνα 1.10**
*Χάρακας με ευθύγραμμη κλίμακα μέτρησης και μοιρογνωμόνιο με κυκλική κλίμακα μέτρησης.*




**Εικόνα 1.11**
*Μέρος της κλίμακας οργάνου μέτρησης που φαίνεται ότι είναι χωρισμένη σε ίσα διαστήματα.*

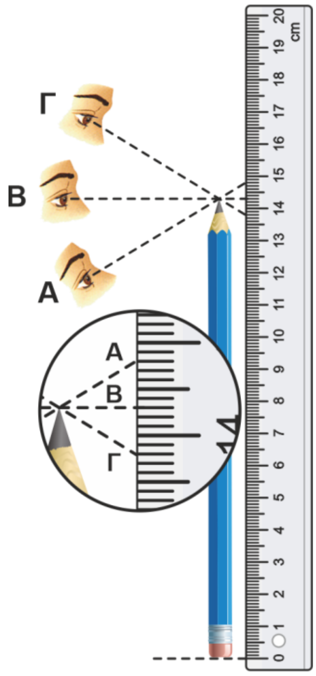
### *1.3.2.α Ο χάρακας*

Ο χάρακας είναι όργανο μέτρησης του μήκους. Διαθέτει μία ευθύγραμμη κλίμακα, χωρισμένη σε ίσα διαστήματα, που το καθένα αντιστοιχεί σε ένα εκατοστόμετρο (cm). Το κάθε εκατοστόμετρο υποδιαιρείται σε δέκα μικρότερα διαστήματα, που το καθένα αντιστοιχεί σε ένα χιλιοστόμετρο (mm). Για τη μέτρηση μηκών μεγαλύτερων από ένα μέτρο, ο χάρακας συνήθως έχει τη μορφή ταινίας για να μπορεί να τυλίγεται και ονομάζεται μετροταινία.

**Ορθή χρήση του χάρακα**
Για να μετρήσουμε σωστά το μήκος ενός αντικειμένου με τον χάρακα ακολουθούμε τα βήματα που φαίνονται στην εικόνα 1.11.


**Εικόνα 1.11**
*Ορθή χρήση του χάρακα για τη μέτρηση του μήκους.*

Αν δεν κοιτάξουμε κάθετα την κλίμακα του χάρακα, το αποτέλεσμα της μέτρησής μας θα είναι λάθος. Στην εικόνα 1.12 φαίνονται τρεις παρατηρητές που προσπαθούν να μετρήσουν το μήκος ενός μολυβιού με χάρακα. Οι παρατηρητές Α και Γ κοιτάζουν το μολύβι και τον χάρακα από τυχαίες γωνίες, ενώ ο παρατηρητής Β κοιτάζει κάθετα στην κλίμακα του χάρακα. Ο παρατηρητής Γ βρίσκει μικρότερο μήκος, ενώ ο παρατηρητής Α βρίσκει μεγαλύτερο.



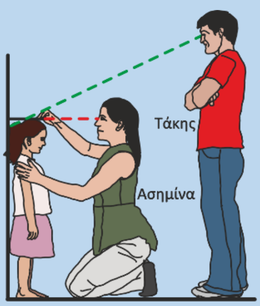

**Εικόνα 1.12**
*Η ανάγνωση της ένδειξης του χάρακα από διαφορετική γωνία, δίνει διαφορετικά αποτελέσματα.*

**Έλεγξε τι έμαθες!**

**3.** Η Ασημίνα βρίσκει το ύψος του παιδιού 104 cm και ο Τάκης το βρίσκει 101 cm. Ποιος από τους δύο έκανε την πιο σωστή μέτρηση;.

**Α.** Η Ασημίνα

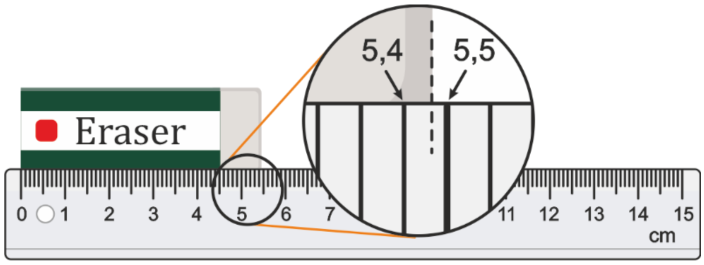
**Β.** Ο Τάκης



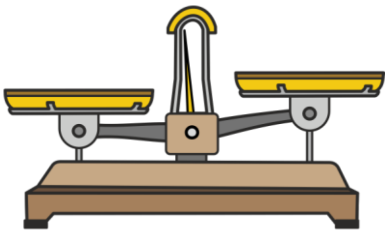

**Εικόνα 1.13**

Αν το άκρο του αντικειμένου, το μήκος του οποίου μετρούμε, δεν βρίσκεται ακριβώς πάνω σε κάποια γραμμή της κλίμακας του χάρακα αλλά ενδιάμεσα από δύο, όπως φαίνεται στην εικόνα 1.14, τότε γράφουμε ως αποτέλεσμα την ενδιάμεση τιμή.

Στην εικόνα 1.14 η άκρη του σβηστηριού είναι μεταξύ του 5,4 cm και του 5,5 cm, οπότε ως αποτέλεσμα της μέτρησης γράφουμε 5,45 cm, που είναι η ενδιάμεση τιμή.




**Εικόνα 1.14**
*Όταν το μήκος του σώματος δεν ταυτίζεται με τις γραμμές της κλίμακας, γράφουμε το μικρότερο αποτέλεσμα προσθέτοντας το ψηφίο 5 στο τέλος.*

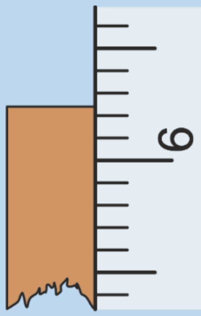


**Εικόνα 1.16**
*Ζυγός ισορροπίας με δύο βραχίονες ίσου μήκους.*

**Έλεγξε τι έμαθες!**

**4.** Ποιο από τα πιο κάτω αποτελέσματα δίνει την καλύτερη δυνατή μέτρηση μήκους σε cm, στο παράδειγμα της εικόνας 1.15;

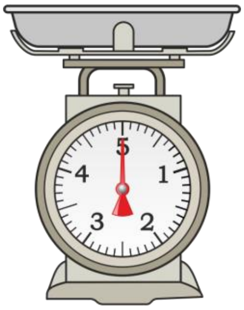
**Α.** 6,25 cm
**Β.** 6,2 cm
**Γ.** 6,3 cm
**Δ.** 6,35 cm




**Εικόνα 1.15**

### *1.3.2.β Η Ζυγαριά (ζυγός)*

Η ζυγαριά είναι όργανο μέτρησης της μάζας. Υπάρχουν πολλά είδη ζυγαριάς, όπως ζυγαριά ισορροπίας, ζυγαριά ελατηρίου (ωρολογιακή), κρεμαστή ζυγαριά ελατηρίου (κανταράκι) και ηλεκτρονική ζυγαριά. Εκτός από την ηλεκτρονική ζυγαριά, στις περισσότερες περιπτώσεις οι ζυγαριές διαθέτουν μία κύρια κλίμακα, που ανάλογα με το πόση είναι η μέγιστη μάζα που μπορούν να ζυγίσουν, χωρίζεται ανά 10 g, 100 g, 1000 g (1 kg) ή ακόμα και ανά 10 kg, και έναν δείκτη που δηλώνει την ένδειξη της μετρούμενης μάζας.

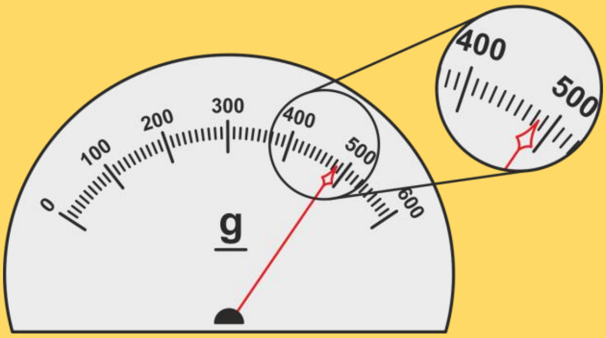



**Εικόνα 1.17**
*Ζυγαριά ελατηρίου με κυκλική κλίμακα (ωρολογιακή).*

Όσες περισσότερες υποδιαιρέσεις έχει η κύρια κλίμακα της ζυγαριάς, τόσο πιο κοντά στην πραγματική τιμή της μάζας είναι το αποτέλεσμα της μέτρησης. Αυτό ισχύει για όλα τα όργανα μέτρησης και όλα τα φυσικά μεγέθη.

**Παράδειγμα 1.2**

Στην εικόνα 1.18 πιο κάτω, φαίνεται το αποτέλεσμα της μέτρησης της μάζας ενός σώματος με μηχανική ζυγαριά.
Να γράψετε το αποτέλεσμα της μέτρησης.



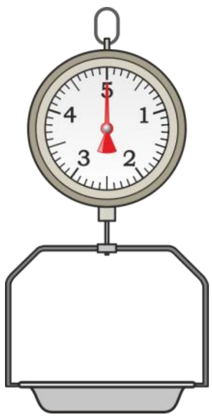

**Εικόνα 1.18**

**Απάντηση:**

Ο δείκτης της κλίμακας της ζυγαριάς βρίσκεται κοντά στην τιμή των 500 g, πάνω από τα 480 g και κάτω από τα 490 g.

Άρα, το αποτέλεσμα της μέτρησης της μάζας είναι 485 g.

Όταν χρησιμοποιούμε ηλεκτρονική ζυγαριά, η ένδειξη δίνεται με έναν αριθμό οπότε, το αποτέλεσμα της μέτρησης είναι αυτό που διαβάζουμε στην οθόνη.




**Εικόνα 1.19**
*Κρεμαστή ζυγαριά ελατηρίου με κυκλική κλίμακα.*


**Εικόνα 1.20**
*Ηλεκτρονική ζυγαριά.*

**Έλεγξε τι έμαθες!**

**5.** Ποιο από τα πιο κάτω αποτελέσματα δίνει την καλύτερη δυνατή μέτρηση μάζας σε g στο παράδειγμα της εικόνας 1.21;

**Α.** 24,5 g

**Β.** 25 g

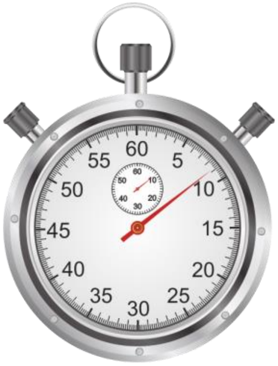
**Γ.** 2,45 g

**Δ.** 2,95 g


**Εικόνα 1.21**

### *1.3.2.γ Το Χρονόμετρο*

Το χρονόμετρο είναι όργανο μέτρησης του χρόνου. Υπάρχουν αναλογικά και ψηφιακά χρονόμετρα. Τα αναλογικά χρονόμετρα (εικόνα 1.22) λειτουργούν με μηχανισμό που περιστρέφει δείκτες, οι οποίοι βρίσκονται στο κέντρο κυκλικής κλίμακας. Τα ψηφιακά χρονόμετρα γράφουν την ένδειξή τους με αριθμούς.
Οι μονάδες μέτρησης του χρόνου που χρησιμοποιούμε στην καθημερινότητα δεν έχουν ως βάση το δέκα (δεκαδικό σύστημα), το οποίο είναι η βάση των μονάδων του διεθνούς συστήματος μονάδων μέτρησης, αλλά το εξήντα, που είναι ένα σύστημα αρίθμησης το οποίο αναπτύχθηκε την 3η χιλιετία π.Χ. από τους Σουμέριους. Για τον λόγο αυτό οι χρόνοι, αντί να γράφονται ως δεκαδικοί αριθμοί, γράφονται σε στήλες χωρισμένες με άνω – κάτω τελεία, όπως φαίνεται πιο κάτω.



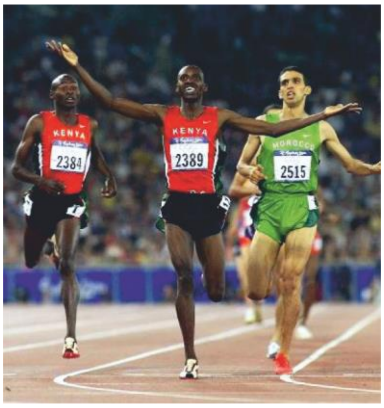
**Εικόνα 1.22**
*Αναλογικό χρονόμετρο.*


**Εικόνα 1.24**


**Εικόνα 1.23**
*Ψηφιακό χρονόμετρο.*

Αν θέλουμε να γράψουμε και τις μέρες, τότε προσθέτουμε μία στήλη μπροστά από τις ώρες. Η μόνη εξαίρεση στον κανόνα είναι τα εκατοστά του δευτερολέπτου, τα οποία χωρίζονται με κόμμα από τα δευτερόλεπτα.

Για παράδειγμα, το ρεκόρ χρόνου για το ολυμπιακό αγώνισμα του δρόμου ημιαντοχής των 1500 μέτρων είναι 3:32,07 (τρία λεπτά, 32 δευτερόλεπτα και 7 εκατοστά του δευτερολέπτου) και το κατέχει από τις 29 Σεπτεμβρίου 2000 ο Κενυάτης δρομέας Νόουα Ντζένυ (Noah Ngeny). Αν γράφαμε τον χρόνο του δρομέα στο διεθνές σύστημα μονάδων μέτρησης, τότε θα έπρεπε να γράφουμε μόνο δευτερόλεπτα, έτσι ο χρόνος του Νόουα Ντζένυ θα ήταν 212,07 s, αντί για 3:32,07.




**Εικόνα 1.25**
*Ο ολυμπιονίκης Νόουα Ντζένυ κατά τη στιγμή του τερματισμού του στον αγώνα των 1500 m στους Ο.Α. του Σίδνεϋ το 2000, όπου σημείωσε παγκόσμιο ρεκόρ χρόνου. (Retrieved from http://thegreatdistancerunners.de/OG%20 2000%2015.jpg)*

Ένα άλλο χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η διάρκεια της μέρας, όπου αντί για 24 ώρες θα έπρεπε να λέμε 86 400 s. Όπως φαίνεται από τα δύο παραδείγματα, η χρήση των μονάδων του S.I. στην καταγραφή του χρόνου δεν είναι καθόλου βολική. Ωστόσο, για επιστημονικές και τεχνολογικές εφαρμογές, η χρήση των μονάδων μέτρησης του S.I. είναι απαραίτητη.

Σε αρκετές περιπτώσεις γράφουμε τον χρόνο ως δεκαδικό αριθμό, όπως για παράδειγμα το 1,5 h και εννοούμε μία ώρα και τριάντα λεπτά και όχι μία ώρα και πέντε λεπτά. Γι’ αυτό πρέπει η χρήση των δεκαδικών αριθμών στον χρόνο να γίνεται με προσοχή.

**Ήξερες ότι…**

Κατά τη διάρκεια της Γαλλικής Επανάστασης, το 1792, όπου άρχισε να χρησιμοποιείται στη Γαλλία το μετρικό σύστημα μονάδων με βάση το 10, χρησιμοποιούσαν διαφορετικό τρόπο μέτρησης του χρόνου.

Η ημέρα είχε χωριστεί σε 10 ώρες, που η καθεμιά είχε 100 λεπτά και το κάθε λεπτό είχε 100 δευτερόλεπτα, που με τη σειρά τους διαιρούνταν σε 100 τριτόλεπτα.

Έτσι, αντί το πρωί να λένε ότι η ώρα είναι έξι (6:00 π.μ.) έλεγαν ότι η ώρα είναι 2,5 (δεκαδικές ώρες), ενώ τα μεσάνυχτα τα ρολόγια έδειχναν ακριβώς 10. Στην εικόνα 1.26 φαίνεται ένα ρολόι με ένδειξη του δεκαδικού χρόνου που λειτουργεί στις μέρες μας στην πόλη Folkestone του Ηνωμένου Βασιλείου.

Πολλά ρολόγια που κατασκευάστηκαν για να δείχνουν τον δεκαδικό χρόνο διέθεταν διπλή κλίμακα που μετρούσε τον χρόνο και με βάση το εικοσιτετράωρο,

**Εικόνα 1.26**
*Ρολόι που δείχνει τον δεκαδικό χρόνο στην πόλη Folkestone του Ηνωμένου Βασιλείου.*
*(Photo © Chris Downer (cc–by–sa/2.0))*

Ο δεκαδικός χρόνος έγινε επίσημος χρόνος της Γαλλίας με την εγκαθίδρυση της 3ης Γαλλικής Δημοκρατίας το 1795 και η Γαλλία προσπάθησε πολλές φορές να καθιερωθεί αυτός ο τρόπος μέτρησης του χρόνου στο σύστημα S.I., αλλά τελικά η δύναμη της συνήθειας και τα τεράστια προβλήματα μετατροπής της διάρκειας της βδομάδας, του έτους κ.λπ. που θα δημιουργούνταν, δεν επέτρεψαν μια τέτοια αλλαγή.

**Παράδειγμα 1.3**

Να μετατρέψετε το πιο κάτω χρονικό διάστημα σε μονάδες του Διεθνούς Συστήματος Μονάδων Μέτρησης.

00:03:15

**Απάντηση:**

Παρατηρούμε ότι ο πιο πάνω χρόνος αντιστοιχεί σε 0 ώρες, 3 λεπτά και 15 δευτερόλεπτα. Γνωρίζοντας ότι 1 λεπτό ισούται με 60 δευτερόλεπτα, τότε:

Οπότε, στο S.I. θα είναι:
$t = (3 \times 60\ s) + 15\ s = 195\ s$

## 1.4 Μέτρηση παράγωγων φυσικών μεγεθών

Κάποια από τα παράγωγα φυσικά μεγέθη μπορούν να μετρηθούν άμεσα με τη χρήση ορισμένων οργάνων μέτρησης, όπως για παράδειγμα, η δύναμη, η οποία μπορεί να μετρηθεί απευθείας με ένα όργανο μέτρησης, το οποίο ονομάζεται δυναμόμετρο. Κάποια άλλα παράγωγα φυσικά μεγέθη, όπως το εμβαδόν, πρέπει να τα υπολογίσουμε αφού μετρήσουμε πρώτα τις τιμές των θεμελιωδών φυσικών μεγεθών από τα οποία παράγονται.

### 1.4.1 Υπολογισμός εμβαδού επιφανειών και όγκου σωμάτων με κανονικό σχήμα

Αν μία αίθουσα έχει ορθογώνιο σχήμα, τότε, για να υπολογίσουμε το εμβαδόν *A* της επιφάνειας του πατώματός της πρέπει να μετρήσουμε τα μήκη των πλευρών της και στη συνέχεια να τα πολλαπλασιάσουμε, ενώ αν θέλουμε να υπολογίσουμε και τον όγκο *V* της αίθουσας, πρέπει από τα μήκη των πλευρών της να μετρήσουμε και το ύψος της και στη συνέχεια τα πολλαπλασιάζουμε.
Σχετικοί υπολογισμοί φαίνονται στο παράδειγμα που ακολουθεί.

**Παράδειγμα 1.4**

Τα μήκη των πλευρών της αίθουσας της εικόνας 1.27 είναι α = 8 m και β = 7 m, ενώ το ύψος της είναι γ = 3,5 m.


**Εικόνα 1.27**

Να υπολογίσετε:
(α) Το εμβαδόν *A* της επιφάνειας του πατώματος της αίθουσας
(β) Τον όγκο *V* της αίθουσας.

**Απάντηση:**

(α) Εμβαδόν = μήκος x πλάτος

$$A = \alpha\beta \Rightarrow$$
$$A = (8 \text{ m}) \times (7 \text{ m}) \Rightarrow$$
$$A = 56 \text{ m}^2$$

(β) Όγκος = μήκος x πλάτος x ύψος

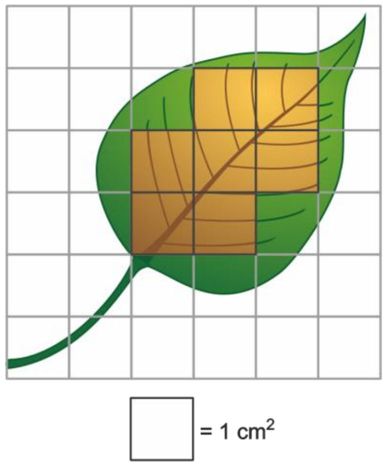
$$V = \alpha\beta\gamma \Rightarrow$$
$$V = (8 \text{ m}) \times (7 \text{ m}) \times (3{,}5\ m) \Rightarrow$$
$$V = 196 \text{ m}^3$$

### 1.4.2 Υπολογισμός εμβαδού επιφανειών και όγκου σωμάτων με ακανόνιστο σχήμα

Επειδή στη φύση δεν έχουν όλα τα αντικείμενα κανονικό σχήμα, πολλές φορές εφαρμόζουμε διαφορετικές τεχνικές μέτρησης.

Για παράδειγμα, αν θέλουμε να υπολογίσουμε το εμβαδόν της επιφάνειας ενός φύλλου, εργαζόμαστε με τον εξής τρόπο:

1. Καλύπτουμε το φύλλο με ένα τετραγωνισμένο πλαίσιο, όπως δείχνει η εικόνα 1.28.
2. Μετράμε τα τετράγωνα που καλύπτονται πλήρως από το φύλλο και τα τετράγωνα που καλύπτονται μερικώς.
3. Πολλαπλασιάζουμε τον αριθμό των πλήρως καλυπτόμενων τετραγώνων με το εμβαδόν του ενός τετραγώνου και τον αριθμό των μερικώς καλυπτόμενων τετραγώνων με το εμβαδόν του ενός τετραγώνου και διαιρούμε με το δύο.
4. Προσθέτουμε τα δύο αποτελέσματα.




**Εικόνα 1.28**
*Μέτρηση εμβαδού επιφάνειας με ακανόνιστο σχήμα.*

Αξίζει να σημειωθεί ότι όσο πιο μικρά είναι τα τετράγωνα, τόσο πιο κοντά στην πραγματική τιμή του εμβαδού θα είναι το αποτέλεσμα.

**Παράδειγμα 1.5**

Να υπολογίσετε το εμβαδόν της επιφάνειας του φύλλου της εικόνας 1.28.

**Απάντηση:**

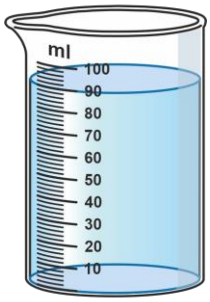
Παρατηρούμε ότι υπάρχουν 7 τετράγωνα που επικαλύπτονται πλήρως με το φύλλο και 18 που επικαλύπτονται μερικώς.

Το κάθε τετράγωνο έχει εμβαδό 1 $\mathrm{cm}^2$.

$$E = (7 \times 1\ \mathrm{cm}^2) + \left(\frac{18}{2} \times 1\ \mathrm{cm}^2\right) \Rightarrow$$

$$E = 7\ \mathrm{cm}^2 + 9\ \mathrm{cm}^2 = 16\ \mathrm{cm}^2$$

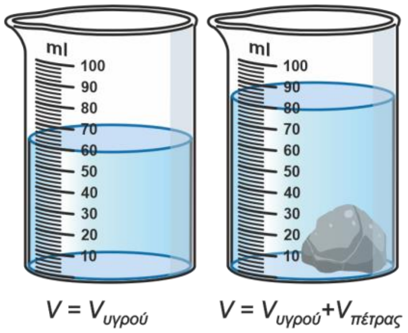
Για τον υπολογισμό του όγκου υγρών και σωμάτων χαλαρής ύλης όπως η άμμος, χρησιμοποιούμε ογκομετρικούς κυλίνδρους (εικόνα 1.29), διότι τα σώματα αυτά έχουν την ιδιότητα να παίρνουν το σχήμα του δοχείου στο οποίο τα βάζουμε.




**Εικόνα 1.29**
*Ογκομετρικό δοχείο σε σχήμα κυλίνδρου. Με τη βοήθεια της κλίμακας στην κυλινδρική επιφάνεια μετρούμε τον όγκο του περιεχομένου.*

Εκμεταλλευόμαστε την ιδιότητα των υγρών να παίρνουν το σχήμα του δοχείου που τα βάζουμε, για να προσδιορίσουμε τον όγκο στερεών σωμάτων, τα οποία έχουν ακανόνιστο σχήμα, όπως είναι μία πέτρα.

Αν βυθίσουμε ένα στερεό σώμα με ακανόνιστο σχήμα, όπως για παράδειγμα μια πέτρα (εικόνα 1.30) σε ένα υγρό, που βρίσκεται μέσα σε έναν ογκομετρικό σωλήνα, ο συνολικός όγκος του περιεχομένου του σωλήνα θα είναι ο όγκος του υγρού μαζί με τον όγκο της πέτρας. Έτσι, αφαιρώντας από τον συνολικό όγκο του υγρού (που μετρήσαμε από πριν) μπορούμε να υπολογίσουμε τον όγκο της πέτρας.




**Εικόνα 1.30**
*Μέτρηση του όγκου πέτρας, ακανόνιστου σχήματος, με τη βοήθεια ογκομετρικού σωλήνα.*

Στο παράδειγμα 1.6, που ακολουθεί, γίνεται υπολογισμός της πυκνότητας ενός μικρού κομματιού γρανίτη. Η διαδικασία που ακολουθείται αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα υπολογισμού ενός παράγωγου φυσικού μεγέθους.

### Παράδειγμα 1.6

Να εξηγήσετε πώς θα εργαστείτε για να υπολογίσετε την πυκνότητα της μικρής πέτρας από γρανίτη, που φαίνεται στην εικόνα 1.31.

**Εικόνα 1.31**

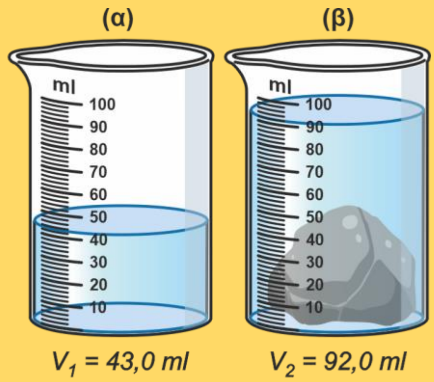
**Απάντηση:**

Αρχικά ζυγίζουμε την πέτρα με μια ζυγαριά για να βρούμε τη μάζα της (εικόνα 1.32).


**Εικόνα 1.32**

Η μάζα της πέτρας είναι m = 127,4 g

Στη συνέχεια βάζουμε νερό σε έναν ογκομετρικό σωλήνα και μετρούμε τον όγκο του (εικόνα 1.33α) και μετά βυθίζουμε την πέτρα στο νερό και μετρούμε ξανά τον όγκο (εικόνα 1.33β).




**Εικόνα 1.33**

Από τα αποτελέσματα των μετρήσεων υπολογίζουμε τον όγκο της πέτρας.

$$V_\pi = 92{,}0\ ml - 43{,}0\ ml \ \Rightarrow V_\pi = 49{,}0\ ml$$

$$\Rightarrow V_\pi = 49{,}0\ cm^3 \ (\delta\iota\acute{o}\tau\iota\ 1\ ml = 1\ cm^3)$$

Διαιρούμε τη μάζα της πέτρας με τον όγκο της για να υπολογίσουμε την πυκνότητά της.

$$\rho_\pi = \frac{m}{V_\pi} \Rightarrow \rho_\pi = \frac{127{,}4\ g}{49{,}0\ cm^3} \Rightarrow$$

$$\rho_\pi = 2{,}60 \frac{g}{cm^3}$$

## 1.5 Εκτίμηση της τάξης μεγέθους

Αν κάποιος σας ζητούσε να υπολογίσετε τον αριθμό των ανθρώπων που βρίσκονται μέσα στην τάξη σας και εσείς, μετά από υπολογισμό, βρίσκετε ότι μέσα στην τάξη βρίσκονται 1 000 000 άνθρωποι, τότε αμέσως αντιλαμβάνεστε ότι έχετε κάνει λάθος, διότι είναι εντελώς παράλογο να βρίσκονται τόσοι πολλοί άνθρωποι μέσα σε μια αίθουσα διδασκαλίας.

Είναι πάντα χρήσιμο να έχουμε υπόψη μας κάποιες χαρακτηριστικές τιμές ώστε να μπορούμε να ελέγξουμε στο τέλος αν η απάντησή μας είναι λογική ή όχι. Για παράδειγμα, η μάζα του μέσου ανθρώπου είναι γύρω στα 70 kg, οπότε, αν σε ένα πρόβλημα εμείς υπολογίσουμε ότι η μάζα ενός ανθρώπου είναι 7000 kg ή 0,00001 kg, τότε θα πρέπει να είμαστε σε θέση να αντιληφθούμε ότι η απάντησή μας είναι λανθασμένη και ότι πρέπει να ελέγξουμε προσεκτικά τις πράξεις μας για να εντοπίσουμε και να διορθώσουμε το λάθος.

Στον πίνακα 1.4 δίνονται μερικές τυπικές και μερικές μέγιστες τιμές ορισμένων φυσικών μεγεθών.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.4**
**Τυπικές και μέγιστες τιμές διαφόρων φυσικών μεγεθών.**

| | |
|---|---|
| Βαρύτερος άνθρωπος | 635 kg |
| Μάζα αγελάδων | 700 kg – 1 100 kg |
| Ταχύτερο επιβατικό αεροπλάνο | 769 km/h |
| Ταχύτερο αυτοκίνητο | 354 km/h |
| Τυπική μάζα αυτοκινήτου | 1500 kg |
| Τυπικό ύψος ενήλικων ανθρώπων | |
| άνδρες | 1,70 m – 1,80 m |
| γυναίκες | 1,65 m – 1,70 m |
| Τυπική μάζα ανθρώπων | |
| άνδρες | 70 kg – 75 kg |
| γυναίκες | 60 kg – 65 kg |

## 1.6 Η επιστημονική μέθοδος

Με τον όρο ***επιστημονική μέθοδος*** περιγράφουμε τις επιστημονικές πρακτικές που μπορεί να ακολουθήσει κάποιος για να μπορέσει να εξηγήσει ένα φαινόμενο. Κάποιες βασικές επιστημονικές πρακτικές είναι: η ***παρατήρηση***, η ***διατύπωση υποθέσεων***, η ***διατύπωση διερευνήσιμων ερωτημάτων***, ο ***πειραματισμός***, η ***συλλογή και ανάλυση δεδομένων***, η ***ερμηνεία δεδομένων*** και η ***εξαγωγή συμπερασμάτων***.


**Εικόνα 1.34**
*Ένα διάγραμμα ροής της εφαρμογής των πρακτικών της επιστημονικής μεθόδου σε μια διερεύνηση.*

Κατά τη διαδικασία μιας επιστημονικής διερεύνησης οι πιο πάνω επιστημονικές πρακτικές συνδυάζονται μεταξύ τους, είτε όλες μαζί είτε κάποιες από αυτές, μέχρι την κατάληξη σε κάποιο αποτέλεσμα. Η εικόνα 1.34 παρουσιάζει ένα παράδειγμα συνδυασμού των πιο πάνω επιστημονικών πρακτικών.

Η επιστημονική μέθοδος αποτελεί μιαν αξιόπιστη μέθοδο έρευνας για την εξήγηση των φυσικών φαινομένων και την ανάπτυξη της επιστημονικής γνώσης, ιδιαίτερα όταν η διερεύνηση γίνεται για κάτι εντελώς άγνωστο. Ωστόσο, η επιστημονική μέθοδος δεν είναι ο μοναδικός τρόπος που έχει οδηγήσει στην παραγωγή σημαντικών επιστημονικών ευρημάτων. Είναι γνωστό ότι πολλές ανακαλύψεις έγιναν τυχαία ή από λάθος ωστόσο, αυτό δεν είναι ο κανόνας αλλά η εξαίρεση.

Κάθε πρακτική της επιστημονικής μεθόδου έχει ιδιαίτερη σημασία και αξίζει τον κόπο να αναφερθούμε στην καθεμιά ξεχωριστά.

### Παρατήρηση
Είναι η καταγραφή των χαρακτηριστικών ενός φαινομένου είτε ποσοτικά, με τη βοήθεια αριθμών, είτε ποιοτικά, χρησιμοποιώντας τις αισθήσεις μας (όραση, ακοή, αφή, γεύση, όσφρηση) και συνήθως όργανα μέτρησης/παρατήρησης. Για παράδειγμα, κατά την παρατήρηση ενός φαινομένου μπορούμε να αναφερθούμε σε ποσότητες που μεταβάλλονται, όπως η αύξηση της θερμοκρασίας, του όγκου κ.λπ. ή να αναφερθούμε σε γεύσεις, χρώματα, υφές ή αλλαγές που παρατηρούνται, όπως φαίνεται στην εικόνα 1.36, όπου παρατηρούνται φυσαλίδες κατά τη θέρμανση μιας ποσότητας νερού.

### Υπόθεση
Η υπόθεση είναι μια πρόταση της μορφής «Αν ..., τότε ...» ή «Όσο..., τόσο...», η οποία φανερώνει μια σχέση μεταξύ δύο φυσικών μεγεθών/μεταβλητών. Για παράδειγμα: «Όσο περισσότερο γυμνάζομαι, τόσο περισσότερες θερμίδες καταναλώνω» ή «Αν αυξήσω τον χρόνο εκγύμνασής μου, τότε θα αυξήσω τον αριθμό των θερμίδων που καταναλώνω». Όπως φαίνεται και στο παράδειγμα, υποθέτουμε μια σχέση μεταξύ ποσοτήτων/μεταβλητών, η οποία μπορεί να εξηγήσει το φαινόμενο που παρατηρούμε. Μια υπόθεση πρέπει να ελεγχθεί μέσα από ένα πείραμα, ώστε να επιβεβαιωθεί ή να απορριφθεί. Όταν δεν είμαστε σε θέση να διατυπώσουμε μια συγκεκριμένη υπόθεση, διατυπώνουμε ένα διερευνήσιμο ερώτημα, όπως συζητείται στη συνέχεια.

### Διερευνήσιμο ερώτημα
Είναι ένα επιστημονικό ερώτημα για το οποίο εξετάζουμε κατά πόσο υπάρχει σχέση μεταξύ δύο μεταβλητών (π.χ. Πώς ο χρόνος θέρμανσης ενός αντικειμένου αλλάζει τη θερμοκρασία

του;). Για να απαντήσουμε σε ένα διερευνήσιμο ερώτημα, πρέπει οπωσδήποτε να συλλέξουμε και να αναλύσουμε δεδομένα. Αυτό συνήθως γίνεται μέσα από μια πειραματική διαδικασία.

Ένα διερευνήσιμο ερώτημα πρέπει πάντα να καθορίζει τα φυσικά μεγέθη μεταξύ των οποίων αναζητούμε να βρούμε μια σχέση. Το ερώτημα «Πώς πετούν τα πουλιά;», παρόλο που έχει επιστημονικό ενδιαφέρον, δεν είναι διερευνήσιμο ερώτημα, διότι δεν αναζητεί τη σχέση μεταξύ δύο φυσικών μεγεθών/μεταβλητών.

**Έλεγξε τι έμαθες!**

**6.** Ποια από τα πιο κάτω ερωτήματα είναι διερευνήσιμα;

**Α.** Πώς το μέγεθος της ζύμης του ψωμιού επηρεάζει τον χρόνο που χρειάζεται για να ψηθεί;

**Β.** Πώς ο Ήλιος ζεσταίνει το νερό;

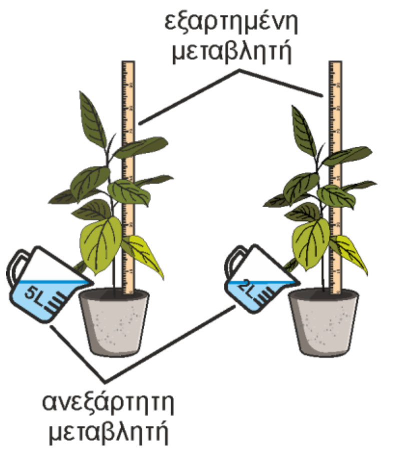
**Γ.** Πώς η διάμετρος μιας σφαίρας επηρεάζει την ταχύτητα με την οποία πέφτει στο έδαφος, από συγκεκριμένο ύψος;

**Δ.** Πώς αλλάζουν χρώμα τα φύλλα των δέντρων;

**Πειραματισμός**

Είναι η διαδικασία μέσα από την οποία ελέγχεται μία υπόθεση ή εξετάζεται ένα διερευνήσιμο ερώτημα. Στο πείραμα γίνεται αναπαραγωγή του φυσικού φαινομένου σε ελεγχόμενες συνθήκες, έτσι ώστε να μπορεί να επαναληφθεί όσες φορές χρειάζεται. Κατά τον σχεδιασμό ενός πειράματος, ο ερευνητής πρέπει να καθορίσει τα φυσικά μεγέθη που εμπλέκονται στο φυσικό φαινόμενο, τα οποία ονομάζονται μεταβλητές, και τον αριθμό των πειραματικών διατάξεων (π.χ. στην Εικόνα 1.35 έχουμε δύο πειραματικές διατάξεις). Κατά τη διενέργεια του πειράματος παρατηρούμε πως μεταβάλλεται η τιμή μίας μεταβλητής όταν αλλάζουμε σκόπιμα την τιμή μίας άλλης μεταβλητής, ενώ όλες οι υπόλοιπες μεταβλητές παραμένουν σταθερές.

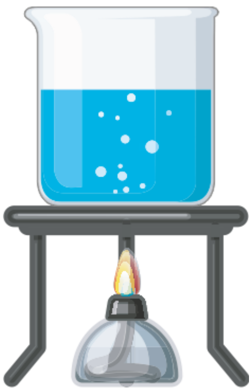
Η μεταβλητή την οποία παρατηρούμε ώστε να ανιχνεύσουμε πιθανές αλλαγές, ονομάζεται εξαρτημένη, ενώ η μεταβλητή που μεταβάλλουμε σκόπιμα ονομάζεται ανεξάρτητη.




**Εικόνα 1.35**

*Σχεδιασμός πειράματος: Η ποσότητα του νερού είναι ο ανεξάρτητος παράγοντας, το ύψος του φυτού είναι ο εξαρτημένος παράγοντας, ενώ όλοι οι υπόλοιποι παράγοντες (φωτισμός, θερμοκρασία, μέγεθος γλάστρας, ποσότητα χώματος, κ.λπ.) κρατούνται σταθεροί.*

Οποιαδήποτε άλλη μεταβλητή μπορεί να επηρεάζει το πείραμα πρέπει να διατηρείται σταθερή. Αυτές οι μεταβλητές ονομάζονται ελεγχόμενες. Ο λόγος που πρέπει να διατηρούνται σταθερές όλες τις σχετικές μεταβλητές εκτός από την ανεξάρτητη είναι ότι εάν ανιχνεύσουμε αλλαγές στην εξαρτημένη μεταβλητή, δεν θα μπορούμε να καταλάβουμε ποια μεταβλητή την έχει προκαλέσει και έτσι δεν θα μπορούμε να απαντήσουμε στο διερευνήσιμο ερώτημα ή να ελέγξουμε την υπόθεση μας. Για παράδειγμα, θέλουμε να εξετάσουμε το διερευνήσιμο ερώτημα «Η ποσότητα του νερού που λαμβάνει ένα φυτό επηρεάζει την αύξηση του ύψους του;». Με βάση το συγκεκριμένο ερώτημα, η εξαρτημένη μεταβλητή είναι το ύψος του φυτού και η ανεξάρτητη η ποσότητα του νερού. Όλες οι υπόλοιπες μεταβλητές που πιστεύουμε ή γνωρίζουμε ότι συνδέονται με την ανάπτυξη ενός φυτού (π.χ. φωτισμός, θερμοκρασία, μέγεθος γλάστρας, ποσότητα χώματος, είδος φυτού) θα πρέπει να είναι οι ελεγχόμενες μεταβλητές μας, δηλαδή οι μεταβλητές που θα παραμείνουν οι ίδιες/αμετάβλητες σε όλες μας τις πειραματικές διατάξεις.



**Εικόνα 1.36**

*Κατά τη θέρμανση του νερού στο δοχείο **παρατηρούνται φυσαλίδες**. Η ερμηνεία της παρατήρησης αυτής είναι ότι μία ποσότητα νερού μετατρέπεται σε αέριο κατά την αλλαγή φάσης.*

### Συλλογή δεδομένων

Κατά τη διενέργεια ενός πειράματος όλες οι πληροφορίες που συλλέγονται μέσω των αισθήσεών μας ή/και των σχετικών οργάνων μέτρησης, και αφορούν στους παράγοντες/μεταβλητές που διερευνούμε, πρέπει να καταγράφονται με λεπτομέρεια. Τα δεδομένα πρέπει να οργανώνονται ώστε να είναι εύκολη η μελέτη τους, γι’ αυτό συνήθως παρουσιάζονται σε πίνακες ή και γραφικές παραστάσεις. Στη συνέχεια τα δεδομένα αναλύονται με τη βοήθεια των μαθηματικών, ώστε να βρεθεί μια μαθηματική σχέση που συνδέει τον εξαρτημένο με τον ανεξάρτητο παράγοντα.

### Ερμηνεία δεδομένων

Αφού αναλυθούν τα δεδομένα του πειράματος, ο ερευνητής προχωρεί με την ερμηνεία τους προσπαθώντας να διακρίνει τάσεις, σχέσεις και μοτίβα μεταξύ των μεταβλητών, έτσι ώστε να καταλήξει σε κάποιο συμπέρασμα. Είναι σημαντικό να έχουμε στο μυαλό μας ότι η παρατήρηση και η ερμηνεία της παρατήρησης είναι δύο ξεχωριστά πράγματα. Για παράδειγμα, στην εικόνα 1.36, κατά τον βρασμό ενός υγρού παρατηρούμε την παραγωγή φυσαλίδων. Οι φυσαλίδες είναι αυτό που παρατηρούμε, αλλά η ερμηνεία της παρατήρησης είναι ότι παράγεται αέριο από τη μετατροπή του υγρού σε αέριο.

### Εξαγωγή συμπερασμάτων

Μετά την ανάλυση και την ερμηνεία των δεδομένων, ο ερευνητής εξάγει τα συμπεράσματά του, τα οποία απαντούν στο διερευνήσιμο ερώτημά του ή μπορεί να επιβεβαιώνουν ή να διαψεύδουν την αρχική του υπόθεση. Αν τα αποτελέσματα του πειράματος δεν απαντούν στο διερευνήσιμο ερώτημα ή διαψεύδουν την αρχική υπόθεση, τότε ο ερευνητής σχεδιάζει ένα νέο πείραμα για να απαντήσει στο συγκεκριμένο διερευνήσιμο ερώτημα ή να ελέγξει την καινούργια, αναθεωρημένη υπόθεσή του.

## 1.7 Ερωτήσεις - Ασκήσεις

Στις ερωτήσεις 1 μέχρι 6, να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

**1 |** Μετά τη διεξαγωγή ενός πειράματος και τη συλλογή δεδομένων, αυτό που πρέπει να βρούμε είναι:

**Α.** Αν απαντήσαμε σωστά.
**Β.** Αν τα αποτελέσματα επαληθεύουν την υπόθεσή μας.
**Γ.** Αν οι απαντήσεις μας μπορούν να διορθωθούν.
**Δ.** Αν τα αποτελέσματα μπορούν να αλλάξουν.

**2 |** Ποια εργαλεία/όργανα μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε για να συλλέξουμε και να αναλύσουμε δεδομένα σε μια διερεύνηση;

**Α.** Ψαλίδι, υπολογιστική μηχανή, συνδετήρα, φάκελο.
**Β.** Σαρωτή, εκτυπωτή, υπολογιστή, ηχεία.
**Γ.** Χάρακα, χρονόμετρο, ζυγαριά, υπολογιστή.
**Δ.** Χρονόμετρο, κατσαβίδι, χάρακα, τρυπάνι.

**3 |** Ποια από τις πιο κάτω προτάσεις είναι ο καλύτερος ορισμός για την επιστήμη;

**Α.** Είναι η διαδικασία απομνημόνευσης απαντήσεων για τον φυσικό κόσμο.
**Β.** Είναι η διαδικασία απόκτησης γνώσεων για τον φυσικό κόσμο.
**Γ.** Είναι η διαδικασία της μελέτης όσων είναι γνωστά για τον φυσικό κόσμο.
**Δ.** Είναι η διαδικασία επίλυσης ασκήσεων για τον φυσικό κόσμο.

**4 |** Αν στο τέλος μιας διερεύνησης τα αποτελέσματά σας δεν υποστηρίζουν την αρχική σας υπόθεση, τι πρέπει να κάνετε;

**Α.** Να αγοράσετε καινούρια όργανα μέτρησης.
**Β.** Να αλλάξετε πεδίο μελέτης.
**Γ.** Να επαναλάβετε τη διερεύνηση και να αλλάξετε την υπόθεσή σας, αν είναι απαραίτητο.
**Δ.** Να επαναλαμβάνετε τη διερεύνησή σας ξανά και ξανά μέχρι να πάρετε τα αποτελέσματα που θέλετε.

**5 |** Τι ονομάζουμε επιστημονικό μοντέλο;

**Α.** Είναι η κατασκευή ομοιώματος ενός αντικειμένου σε μικρότερο μέγεθος.
**Β.** Είναι μια ακριβής αναπαράσταση κάποιου αντικειμένου, φτιαγμένου με τα ίδια υλικά.
**Γ.** Είναι μια αναπαράσταση ενός αντικειμένου ή συστήματος.
**Δ.** Είναι ένα ακριβές αντίγραφο ενός αντικειμένου.

**6 |** Με το λίτρο μετράμε:

**Α.** Όγκο
**Β.** Μάζα
**Γ.** Μήκος
**Δ.** Επιφάνεια

**7 |** Να βάλετε σε σειρά τις πιο κάτω αποστάσεις, αρχίζοντας από τη μικρότερη και καταλήγοντας στη μεγαλύτερη.

150 cm    0,2 km    25 m    4800 mm    2 dm

**8 |** Να επιλέξετε ποιες από τις πιο κάτω μονάδες μέτρησης μήκους είναι μονάδες του S.I.

**Α.** Εκατοστόμετρο (cm)
**Β.** Πόδι (ft)
**Γ.** Χιλιόμετρο (km)
**Δ.** Ίντζα (in)
**Ε.** Ναυτικό μίλι (M)

**9 |** Για καθεμιά από τις πιο κάτω προτάσεις να γράψετε δίπλα «Σ», αν είναι σωστή και «Λ», αν είναι λανθασμένη.

**(α)** Η μάζα είναι θεμελιώδες φυσικό μέγεθος. __
**(β)** Η ταχύτητα είναι θεμελιώδες φυσικό μέγεθος. __
**(γ)** Το λίτρο είναι μονάδα μέτρησης εμβαδού. __
**(δ)** Η ώρα, το λεπτό και το δευτερόλεπτο είναι μονάδες μέτρησης του χρόνου στο S.I. __

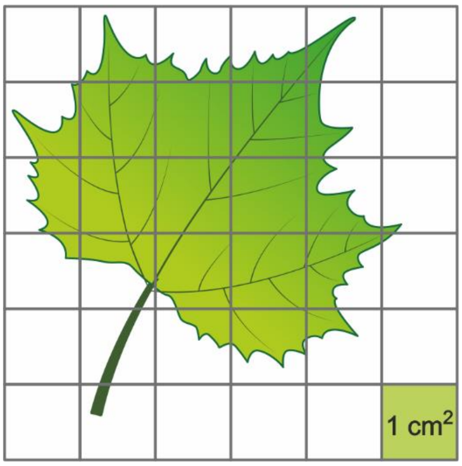
**10 |** Να υπολογίσετε με πόσα μέτρα ισούνται οι πιο κάτω αποστάσεις.

**(α)** 20 cm
**(β)** 1,5 km
**(γ)** 4 mm

**11 |** Να μετατρέψετε την πιο κάτω ένδειξη του χρονομέτρου σε δευτερόλεπτα.

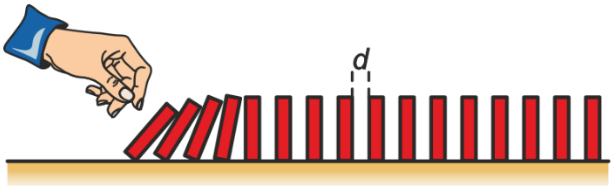
00:12:03,20

**12 |** Να υπολογίσετε το εμβαδόν του φύλλου της εικόνας 1.37 (μαζί με το κοτσάνι), αν γνωρίζετε ότι το εμβαδόν του κάθε τετραγώνου είναι 1 $\mathrm{cm}^2$.




Εικόνα 1.37

**13 |** Θέλετε να διερευνήσετε αν η απόσταση ανάμεσα στα τουβλάκια του ντόμινο επηρεάζει τον χρόνο που χρειάζεται για να πέσουν όλα τα τουβλάκια, από τη στιγμή που κτυπάμε το πρώτο. Να εφαρμόσετε τις πρακτικές της επιστημονικής μεθόδου για να απαντήσετε.




Εικόνα 1.38

**(α)** Να διατυπώσετε μία αρχική υπόθεση για το πείραμα.

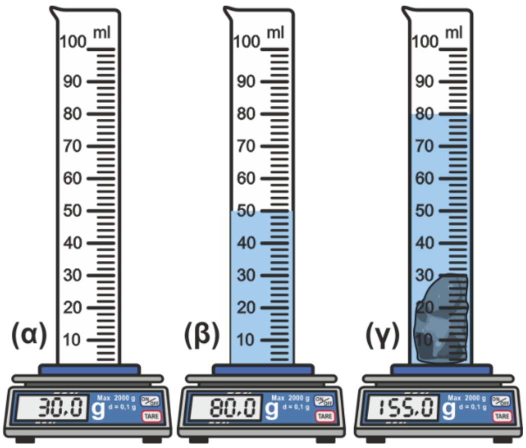
**(β)** Να καταγράψετε όλους τους πιθανούς παράγοντες (μεταβλητές) που εμπλέκονται στο φαινόμενο (πτώση των ντόμινο).

**(γ)** Να καθορίσετε τον εξαρτημένο, τον ανεξάρτητο και τους ελεγχόμενους παράγοντες στο πείραμα.

**(δ)** Να περιγράψετε σε συντομία τον τρόπο που θα εργαστείτε για να απαντήσετε.

**(ε)** Τι μπορείτε να κάνετε για να βελτιώσετε τα πειραματικά σας αποτελέσματα;

**14 |** Μια μαθήτρια τοποθέτησε πάνω σε μια ηλεκτρονική ζυγαριά έναν άδειο ογκομετρικό σωλήνα όπως φαίνεται στην εικόνα 1.39α και στη συνέχεια έριξε μέσα σε αυτόν 50 ml νερό (εικόνα 1.39β). Ακολούθως, βύθισε μέσα στο νερό μία μικρή πέτρα (εικόνα 1.39γ) και η στάθμη του νερού ανέβηκε στα 80 ml. Οι ενδείξεις της ζυγαριάς και στις τρεις περιπτώσεις φαίνονται στην πιο εικόνα.




Εικόνα 1.39

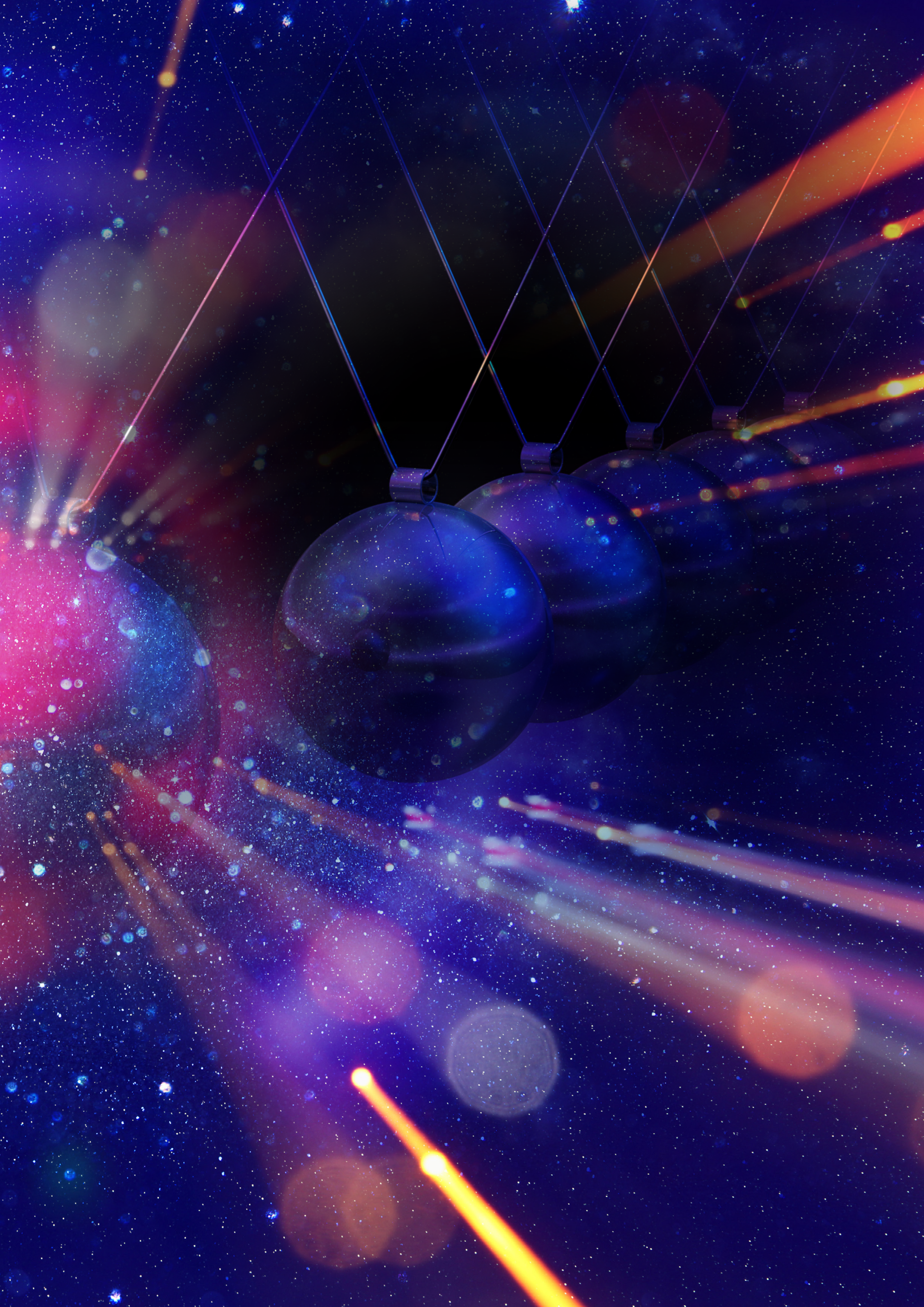
**(α)** Να προσδιορίσετε τη μάζα του ογκομετρικού σωλήνα.

**(β)** Να υπολογίσετε τη μάζα:

- **i.** του νερού
- **ii.** της πέτρας

**(γ)** Να υπολογίσετε την πυκνότητα:

- **i.** του νερού
- **ii.** της πέτρας



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## Δραστηριότητες

## 1.1 Τι μελετά η Φυσική

Με τη βοήθεια της επιστήμης της Φυσικής, οι άνθρωποι προσπαθούν να ερμηνεύσουν τον τρόπο που λειτουργεί η Φύση. Οι επιστήμονες ορίζουν ποσότητες που μπορούν να μετρηθούν, οι οποίες ονομάζονται ***φυσικά μεγέθη*** και με τη βοήθεία τους, μπορούν να υπολογίσουν και να ερμηνεύσουν τα ***φυσικά φαινόμενα***. Συνεπώς, μια επιστημονική πρόταση πρέπει να διατυπώνεται με τη βοήθεια φυσικών μεγεθών.

### 1.1.α Επιστημονικές προτάσεις

**i.** Να διαβάσετε τις πιο κάτω προτάσεις:

**(A)** *Ο Θεός Ήλιος, κάθε πρωί οδηγεί το χρυσό του άρμα και αναδύεται πάνω από το χρυσό παλάτι, στο οποίο κατοικεί, στην κοίτη του ποταμού Ωκεανού, φτάνοντας το μεσημέρι στο πιο ψηλό σημείο (μεσουράνημα) και αργά το απόγευμα καταλήγει στη δύση, στην γη των Εσπερίδων.*

**(B)** *Η βαρυτική δύναμη που ασκεί ο Ήλιος στη Γη, προκαλεί αλλαγή στην κατεύθυνση της ταχύτητας της Γης, έτσι ώστε να περιφέρεται σε κυκλική τροχιά γύρω από αυτόν.*

**ii.** Να αναφέρετε ποια από τις δύο προτάσεις περιέχει ποσότητες που μπορούμε να μετρήσουμε και να ονομάσετε κάποιες από αυτές.

____________________________________________

____________________________________________

____________________________________________

____________________________________________

**iii.** Να αναφέρετε ποια από τις δύο προτάσεις είναι επιστημονική δήλωση.

____________________________________________

____________________________________________

____________________________________________

## 1.2 Τα φυσικά μεγέθη

### 1.2.α Πρότυπο σύγκρισης

Εικόνα 1.39α

Να διαβάσετε το κείμενο που ακολουθεί.

*Τέσσερις αγρότες, μία Ινδή, μία Ελληνίδα, ένας Κινέζος και ένας Ινδιάνος, συζητούν για το ποια ποικιλία σιταριού δίνει τα πιο ψηλά φυτά.*
*Η Ινδή αγρότισσα λέει ότι το φυτό του σιταριού στη χώρα της φτάνει σε ύψος τα* ***500 yava****.*
*Ο Κινέζος αγρότης λέει ότι το δικό του σιτάρι φτάνει σε ύψος τα* ***25 cùn****.*
*Ο Ινδιάνος αγρότης λέει ότι το δικό του σιτάρι φτάνει σε ύψος τα* ***40 anguls*** *και η Ελληνίδα αγρότισσα λέει ότι το δικό της σιτάρι φτάνει σε ύψος τα* ***45 δάκτυλα****.*

Εικόνα 1.39β

| Α/Α | Ερώτηση | ΝΑΙ / ΟΧΙ |
|---|---|---|
| 1 | Γνωρίζετε κάποια από τις μονάδες μέτρησης **yava**, **cùn**, **angul** ή **δάκτυλο**; | |
| 2 | Μπορείτε να συμπεράνετε σε ποια από τις τέσσερις χώρες, το φυτό του σιταριού έχει το μεγαλύτερο ύψος; | |

Από την πιο πάνω δραστηριότητα αντιλαμβανόμαστε ότι για να μπορούμε να συγκρίνουμε όμοιες ποσότητες μεταξύ τους, θα πρέπει να έχουμε ένα κοινό ***πρότυπο σύγκρισης***.

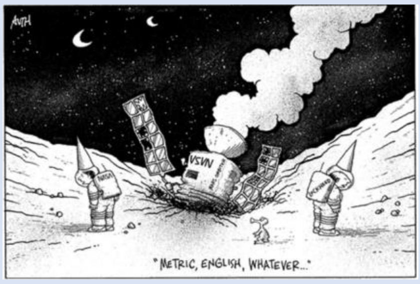
### 1.2.β Η ανάγκη εισαγωγής κοινών προτύπων για τη σύγκριση φυσικών μεγεθών.

Η ανάγκη για τη σύγκριση φυσικών μεγεθών, όπως είναι η μάζα, ο όγκος, το μήκος, ο χρόνος κ.λπ., γινόταν όλο και πιο έντονη, όσο οι μετακινήσεις των ανθρώπων και των αγαθών γίνονταν ευκολότερες. Έτσι, το *1960* μια διεθνής επιτροπή καθιέρωσε το Διεθνές Σύστημα Μονάδων (S.I.), στο οποίο ορίζονταν κοινά πρότυπα σύγκρισης για όλα τα φυσικά μεγέθη.
Το Διεθνές Σύστημα Μονάδων έχει τις ρίζες του στη Γαλλική Επανάσταση, περίοδο κατά την οποία καθιερώθηκε

το δεκαδικό σύστημα. Δηλαδή όλες οι μονάδες μέτρησης υποδιαιρούνταν σε δέκατα για να είναι εύκολες στη χρήση τους.

Αν πιστεύετε ότι με την εισαγωγή του Διεθνούς Συστήματος Μονάδων λύθηκαν όλα τα προβλήματα συνεννόησης, το κείμενο που ακολουθεί θα σας κάνει να το ξανασκεφτείτε.

*Τον Δεκέμβριο του 1998, ο αξίας 125 εκατομμυρίων δολαρίων δορυφόρος της NASA Mar's Climate Orbiter, κάηκε στην ατμόσφαιρα του πλανήτη Άρη. Δέκα μήνες μετά την καταστροφή του δορυφόρου, το πόρισμα της έρευνας έδειξε ότι η αιτία της συντριβής του δορυφόρου ήταν ότι η εταιρεία που τον κατασκεύασε και η εταιρεία που τον εκτόξευσε χρησιμοποιούσαν διαφορετικές μονάδες μέτρησης, χωρίς η μία να ενημερώσει την άλλη για το σύστημα μονάδων που χρησιμοποιούσε!*




Εικόνα 1.40

*Συγκεκριμένα, η εταιρεία Lockheed Martin στο Ντένβερ των Η.Π.Α. χρησιμοποιούσε το Βρετανικό (αυτοκρατορικό) σύστημα μονάδων μέτρησης, ενώ η εταιρεία Jet Propulsion Laboratory στην Καλιφόρνια των Η.Π.Α. χρησιμοποιούσε το διεθνές σύστημα μονάδων.*

Πηγή: Metric mishap caused loss of NASA orbiter. (n.d.). Retrieved from http://edition.cnn.com/TECH/space/9909/30/mars.metric.02/

### 1.2.γ Θεμελιώδη και Παράγωγα φυσικά μεγέθη του S.I.

Τα ***φυσικά μεγέθη*** που μετρούνται με τις βασικές μονάδες μέτρησης ονομάζονται ***θεμελιώδη,*** ενώ τα φυσικά μεγέθη που μετρούνται σε μονάδες μέτρησης οι οποίες είναι συνδυασμοί των βασικών, ονομάζονται ***παράγωγα***.

Στον πίνακα 1.1 παρουσιάζονται τα εφτά θεμελιώδη φυσικά μεγέθη του S.I. και οι βασικές μονάδες μέτρησής τους.

Τα παράγωγα φυσικά μεγέθη παράγονται από συνδυασμούς μεταξύ των θεμελιωδών φυσικών μεγεθών, ενώ οι μονάδες μέτρησής τους παράγονται με τους ίδιους συνδυασμούς, από τις μονάδες μέτρησης των θεμελιωδών μεγεθών.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1**
**Θεμελιώδη φυσικά μεγέθη και οι βασικές μονάδες μέτρησής τους**

| Θεμελιώδες φυσικό μέγεθος | Βασική μονάδα μέτρησης στο S.I. | |
|---|---|---|
| | Όνομα | Σύμβολο |
| Μήκος | Μέτρο | m |
| Μάζα | Χιλιόγραμμο | kg |
| Χρόνος | Δευτερόλεπτο | s |
| Ηλεκτρικό ρεύμα | Αμπέρ | A |
| Θερμοκρασία | Κέλβιν | K |
| Ποσότητα ύλης | Γραμμομόριο | mol |
| Ένταση φωτός | Καντέλα | cd |

### 1.2.γ.i Να εντοπίσετε τα θεμελιώδη και τα παράγωγα φυσικά μεγέθη.

Να γράψετε δίπλα από το κάθε φυσικό μέγεθος αν είναι θεμελιώδες ή παράγωγο.

| Α/Α | Φυσικό μέγεθος | Μονάδα μέτρησης στο S.I. | Θεμελιώδες ή Παράγωγο |
|---|---|---|---|
| 1 | **Απόσταση** | $\mathrm{m}$ | |
| 2 | **Εμβαδόν Επιφάνειας** | $\mathrm{m}^2$ | |
| 3 | **Ταχύτητα** | $\dfrac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ | |
| 4 | **Χρόνος** | $\mathrm{s}$ | |
| 5 | **Ενέργεια** | $\mathrm{kg}\cdot\dfrac{\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}^2}$ | |
| 6 | **Πίεση** | $\dfrac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^2}$ | |
| 7 | **Δύναμη** | $\mathrm{kg}\cdot\dfrac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$ | |
| 8 | **Ροή** | $\dfrac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{s}}$ | |

Για ιστορικούς, κυρίως, λόγους, ορισμένες μονάδες μέτρησης έχουν ξεχωριστό όνομα και σύμβολο.

| Φυσικό μέγεθος | Μονάδα μέτρησης στο S.I. | Όνομα και σύμβολο της μονάδας μέτρησης | Επιστήμονας προς τιμήν του οποίου αφιερώθηκε η μονάδα μέτρησης |
|---|---|---|---|
| **Δύναμη** | $\mathrm{kg}\cdot\dfrac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$ | newton (N) [νιούτον] | Ισαάκ Νεύτωνας (1643 – 1727 μ.Χ.) |
| **Ενέργεια** | $\mathrm{kg}\cdot\dfrac{\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}^2}$ | joule (J) [τζάουλ] | Τζέιμς Πρέσκοτ Τζάουλ (1818 – 1889 μ.Χ.) |
| **Πίεση** | $\dfrac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^2}$ | pascal (Pa) [πασκάλ] | Μπλεζ Πασκάλ (1623 – 1662 μ.Χ.) |
| **Ηλεκτρικό φορτίο** | $\mathrm{A}\cdot\mathrm{s}$ | coulomb (C) [κουλόμπ] | Σαρλ-Ωγκυστέν ντε Κουλόμπ (1736 – 1806 μ.Χ.) |

Μικρή Εργασία

*Να αναζητήσετε στο διαδίκτυο πληροφορίες για τη ζωή και το έργο κάποιου από τους πιο πάνω επιστήμονες και να γράψετε λίγα λόγια γι' αυτόν. Μπορείτε να αναρτήσετε τις πληροφορίες που βρήκατε, μαζί με το πορτραίτο του επιστήμονα, στην πινακίδα της τάξης σας.*

### 1.2.γ.ii Μονάδες μέτρησης παράγωγων φυσικών μεγεθών

Να συνδυάσετε τις μονάδες μέτρησης m, kg και s, ώστε να δημιουργήσετε μονάδες μέτρησης για τα παράγωγα φυσικά μεγέθη «όγκος», «επιτάχυνση» και «πυκνότητα».

| Φυσικό μέγεθος | Σχέση ορισμού | Μονάδα μέτρησης |
|---|---|---|
| **Όγκος** | $Όγκος = μήκος \times πλάτος \times ύψος$ | |
| **Επιτάχυνση** | $Επιτάχυνση = \dfrac{απόσταση}{(χρόνος)^2}$ | |
| **Πυκνότητα** | $Πυκνότητα = \dfrac{μάζα}{όγκος}$ | |

## 1.3 Μετρήσεις και Όργανα Μέτρησης

Η ***μέτρηση*** με τη βοήθεια κάποιου οργάνου μέτρησης είναι η μόνη διαδικασία με την οποία μπορούμε να μάθουμε την τιμή κάποιου φυσικού μεγέθους.

***Μέτρηση*** *ονομάζεται η διαδικασία σύγκρισης ενός φυσικού μεγέθους με ένα χαρακτηριστικό πρότυπο.*

### 1.3.α. Ίδια απόσταση, διαφορετικό αποτέλεσμα

i. Να ζητήσετε από μερικούς/ές συμμαθητές/συμμαθήτριές σας να μετρήσουν με τον βηματισμό τους το πλάτος της αίθουσας διδασκαλίας και να συμπληρώσετε τα αποτελέσματα στον πιο κάτω πίνακα.

| Α/Α | Μαθητής/Μαθήτρια | Πλάτος αίθουσας (σε βήματα) |
|---|---|---|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |

ii. Υπάρχουν διαφορές μεταξύ των αποτελεσμάτων των συμμαθητών/τριών σας; Αν ναι, πού νομίζετε ότι οφείλονται αυτές;

__________________________________________

__________________________________________

__________________________________________

__________________________________________

### 1.3.β. Τα χαρακτηριστικά πρότυπα

Το χαρακτηριστικό πρότυπο είναι μια ποσότητα που συμφωνήθηκε να αποτελεί τη βασική μονάδα σύγκρισης. Για παράδειγμα, το χαρακτηριστικό πρότυπο για το μήκος είναι το 1 μέτρο. Όλες οι αποστάσεις, τα μήκη και τα ύψη εκφράζονται σε σχέση με το 1 μέτρο.

*Όταν λέμε ότι το ύψος του Γιώργου είναι 1,88 m, σημαίνει ότι το ύψος του Γιώργου σε σύγκριση με το 1 m είναι 1,88 φορές μεγαλύτερο.*

Για τα τρία θεμελιώδη φυσικά μεγέθη μήκος, μάζα και χρόνος, υπάρχουν τρία χαρακτηριστικά πρότυπα, το ***μέτρο*** (m), το ***χιλιόγραμμο*** (kg) και το ***δευτερόλεπτο*** (s).

Χρησιμοποιούμε τα χαρακτηριστικά πρότυπα για να βαθμονομήσουμε τις κλίμακες των οργάνων μέτρησης, έτσι ώστε να μπορούμε να μετρούμε τις τιμές των φυσικών μεγεθών.

### 1.3.γ. Πολύ μεγάλα και πολύ μικρά φυσικά μεγέθη

Να διαβάσετε τις πιο κάτω προτάσεις

**i.** Η διάμετρος του Ήλιου είναι ένα δισεκατομμύριο, τριακόσια ενενήντα δύο εκατομμύρια, επτακόσιες χιλιάδες μέτρα (1 392 700 000 m).

**ii.** Η μέση απόσταση μεταξύ της Γης και του Ήλιου είναι εκατόν σαράντα εννέα δισεκατομμύρια, πεντακόσια ενενήντα επτά εκατομμύρια, οκτακόσιες εβδομήντα χιλιάδες, επτακόσια μέτρα (149 597 870 700 m).

**iii.** Η διάμετρος του ατόμου του Οξυγόνου είναι εκατόν πενήντα δύο τρισεκατομμυριοστά του μέτρου (0,000 000 000 152 m).

**iv.** Η μάζα του πρωτονίου είναι 1,67 οκτάκις εκατομμυριοστά του χιλιόγραμμου (0, 000 000 000 000 000 000 000 000 001 67 kg).

| Α/Α | Ερώτηση | ΝΑΙ/ΟΧΙ |
|---|---|---|
| **1** | Θα ήταν πιο εύκολο και πιο βολικό, αν υπήρχαν μονάδες μέτρησης τέτοιες, ώστε, τα πολύ μεγαλύτερα και τα πολύ μικρότερα από το χαρακτηριστικό πρότυπο φυσικά μεγέθη, να γράφονταν με έναν απλό και σύντομο τρόπο; | |

Παρατηρούμε ότι όταν προσπαθήσουμε να εκφράσουμε πολύ μεγάλους ή πολύ μικρούς αριθμούς ως πολλαπλάσια της βασικής μονάδας μέτρησης, τόσο με λόγια όσο και με αριθμούς, οι εκφράσεις γίνονται πολύ μεγάλες και δυσνόητες.

Για να κάνουμε πιο εύκολη τη μέτρηση, την ανάγνωση και την επεξεργασία των τιμών των φυσικών μεγεθών σε κάθε κλίμακα της φύσης, ορίζουμε κάποιες ***νέες μονάδες μέτρησης***, που είναι ***πολλαπλάσια*** (μεγαλύτερα) ή ***υποδιαιρέσεις*** (μικρότερα) των βασικών μονάδων μέτρησης.

Έτσι, όταν θέλουμε, για παράδειγμα, να μετρήσουμε το μήκος ενός φυσικού μεγέθους στην κλίμακα των εκατομμυριοστών, δεν το συγκρίνουμε με το **1 m**, που είναι η βασική μονάδα μέτρησης του μήκους αλλά με το **1 μm**, που είναι η μονάδα μέτρησης του μήκους στην κλίμακα των εκατομμυριοστών.

Το **μm** ονομάζεται **μικρόμετρο** και ισούται με 0,000 001 m ή **$10^{-6}$ m**.

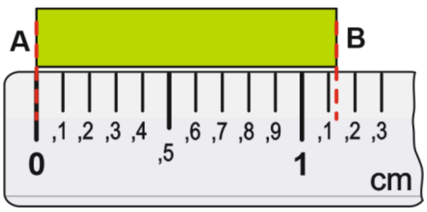
Το γράμμα **μ**, ονομάζεται ***πρόθεμα*** και αντιστοιχεί σε μια ***δύναμη του δέκα***, με την οποία πολλαπλασιάζουμε τη βασική μονάδα μέτρησης (π.χ. το m) για να δημιουργήσουμε μια μικρότερη ή μεγαλύτερη μονάδα μέτρησης.

## 1.4 Πώς διαβάζουμε την ένδειξη σε ένα όργανο μέτρησης.

### Α) Μέτρηση μήκους με χάρακα

Ο χάρακας διαθέτει μία κλίμακα μέτρησης, η οποία είναι χωρισμένη σε κύριες μονάδες μέτρησης, που είναι τα εκατοστόμετρα (cm) και το κάθε εκατοστόμετρο υποδιαιρείται σε 10 χιλιοστόμετρα (mm).

Για να μετρήσουμε το μήκος ενός σώματος, ακολουθούμε τα πιο κάτω βήματα.



Εικόνα 1.41

- Τοποθετούμε το ένα άκρο του σώματος στο σημείο μηδέν του χάρακα και παρατηρούμε, κάθετα στην κλίμακα του χάρακα, σε ποιο σημείο βρίσκεται το άλλο άκρο.
- Αν το άκρο του σώματος πέφτει ακριβώς πάνω σε μια υποδιαίρεση του χάρακα, γράφουμε την ένδειξη του χάρακα στο σημείο αυτό.
- Αν το άκρο του σώματος δεν πέφτει πάνω σε υποδιαίρεση, τότε γράφουμε την τιμή που είναι πίσω από το άκρο του σώματος και το ψηφίο 5 μετά.

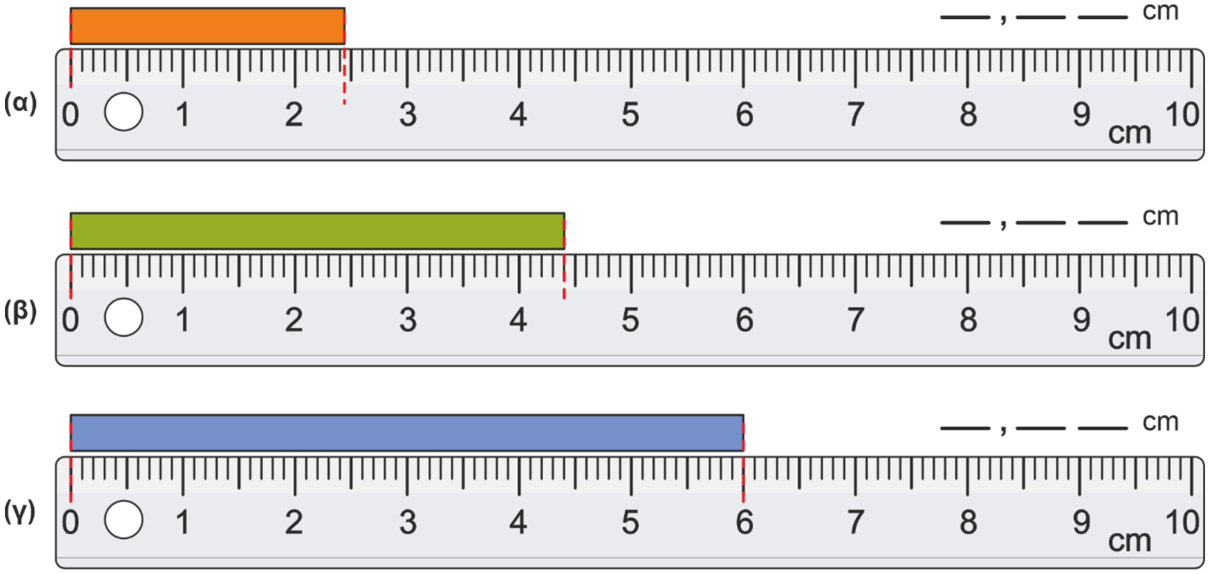
### Εφαρμογή 4: Μέτρηση μήκους με χάρακα

Να γράψετε το αποτέλεσμα του μήκους του ορθογωνίου της εικόνας 1.41.

_____________ cm

### Εφαρμογή 5: Μέτρηση μήκους (2)

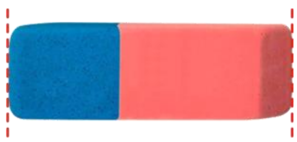
Να μετρήσετε το μήκος του ορθογωνίου σε καθεμιά από τις τρεις πιο κάτω εικόνες, και να γράψετε σωστά το αποτέλεσμα.




Εικόνα 1.42

### Εφαρμογή 6: Μέτρηση μήκους (3)

**i.** Να μετρήσετε με τον χάρακά σας το μήκος του σβηστηριού που φαίνεται στην εικόνα και να συγκρίνετε το αποτέλεσμά σας με τα αποτελέσματα άλλων μαθητών/μαθητριών της τάξης σας.



Εικόνα 1.43

| μήκος που βρήκα | μικρότερο μήκος που βρέθηκε | μεγαλύτερο μήκος που βρέθηκε |
| --- | --- | --- |
| | | |

**ii.** Αν υπάρχουν διαφορές μεταξύ των αποτελεσμάτων που βρήκαν οι συμμαθητές/συμμαθήτριές σας, να αναφέρετε κάποιους λόγους που μπορούν να τις δικαιολογήσουν.

________________________________________

________________________________________

________________________________________

________________________________________

*Στο **παράρτημα Β**, (φύλλο πειραματικής διαδικασίας 2) θα βρείτε τρεις χάρακες με παράξενες και πρωτότυπες μονάδες μέτρησης.*

*Μπορείτε να εκτελέσετε ατομικά ή ομαδικά τη δραστηριότητα και να καταλάβετε από μόνοι/μόνες σας ποια είναι η χρησιμότητα των κοινών προτύπων μέτρησης.*

### B) Ανάγνωση ένδειξης οργάνου με δείκτη

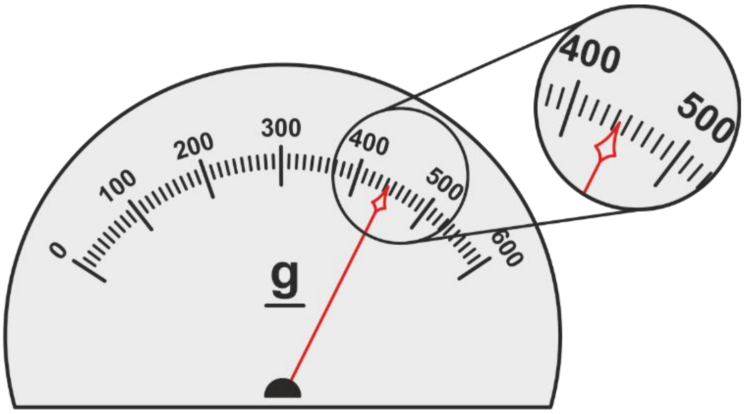
Κάποια όργανα μέτρησης διαθέτουν δείκτες, για να δηλώνουν την τιμή του φυσικού μεγέθους που μετρούν. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι η ζυγαριά ελατηρίου.

Για να μετρήσουμε τη μάζα ενός αντικειμένου το οποίο έχει τοποθετηθεί στη ζυγαριά, πρέπει να:

- Κοιτάζουμε κάθετα την κλίμακα της ζυγαριάς.
- Παρατηρούμε αν ο δείκτης συμπίπτει με κάποια υποδιαίρεση της κλίμακας και να γράφουμε την τιμή της ένδειξης.
- Αν ο δείκτης βρίσκεται μεταξύ δύο υποδιαιρέσεων, τότε γράφουμε τη μικρότερη τιμή και βάζουμε στο τέλος το ψηφίο 5.

**Εφαρμογή 7: Ανάγνωση ένδειξης οργάνου με δείκτη**

Να καταγράψετε σωστά την ένδειξη της πιο κάτω κλίμακας.




Εικόνα 1.44

Αποτέλεσμα μέτρησης: __________ g

**Εφαρμογή 9: Μέτρηση της μάζας ενός αντικειμένου με ζυγαριά μπάνιου.**

**i.** Να μετρήσετε με μια ζυγαριά μπάνιου (ή άλλη ζυγαριά με δείκτη) τη μάζα του ίδιου αντικειμένου και να συγκρίνετε τα αποτελέσματα που βρήκατε.

| μάζα που βρήκα | μικρότερη μάζα που βρέθηκε | μεγαλύτερη μάζα που βρέθηκε |
| --- | --- | --- |
| | | |

Αντικείμενο: ______________________________

**ii.** Αν υπάρχουν διαφορές μεταξύ των αποτελεσμάτων που βρήκαν οι συμμαθητές/συμμαθήτριές σας, να αναφέρετε κάποιους λόγους που μπορούν να τις δικαιολογήσουν.

______________________________________________

______________________________________________

______________________________________________

______________________________________________

## 1.5 Μέτρηση παράγωγων φυσικών μεγεθών

Κάποια παράγωγα φυσικά μεγέθη μπορούμε να τα μετρήσουμε απευθείας, με τη χρήση κάποιου ειδικού οργάνου μέτρησης, ενώ κάποια άλλα πρέπει να τα υπολογίσουμε, αφού μετρήσουμε πρώτα τα θεμελιώδη φυσικά μεγέθη από τα οποία παράγονται.

### 1.5.α Όγκος υγρών.

Τα υγρά δεν έχουν σταθερό σχήμα, αλλά παίρνουν το σχήμα του δοχείου, στο οποίο βρίσκονται. Έτσι, για τη μέτρηση του όγκου μιας ποσότητας υγρού, χρησιμοποιούμε ογκομετρικό κύλινδρο.

Εικόνα 1.45

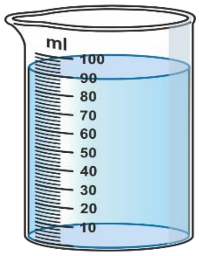
### Εφαρμογή 10: Χωρητικότητα ποτηριών μιας χρήσης

Να πάρετε διάφορα ποτηράκια μίας χρήσης (για κυπριακό καφέ, για νερό κ.λπ.) και να τα γεμίσετε με νερό.

Στη συνέχεια, να αδειάζετε το νερό από το κάθε ποτήρι μέσα σε ογκομετρικό κύλινδρο και να καταγράφετε την ένδειξη, με τον ίδιο τρόπο που καταγράφουμε την ένδειξη όταν μετρούμε με τον χάρακα. Η μονάδα μέτρησης στην κλίμακα του ογκομετρικού κυλίνδρου είναι το ml.

Να συμπληρώσετε τον διπλανό πίνακα.

| Α/Α | Είδος ποτηριού (π.χ. καφέ, νερού, φραπέ κ.λπ.) | Όγκος περιεχομένου σε ml |
|---|---|---|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |




Εικόνα 1.39

### 1.5.β Όγκος στερεού με κανονικό σχήμα.

Τον όγκο ενός στερεού με ***κανονικό σχήμα*** τον μετρούμε *έμμεσα* με τη βοήθεια του ***χάρακα***. Μετρούμε πρώτα το μήκος της κάθε ακμής του σώματος και στη συνέχεια υπολογίζουμε τον όγκο του, εφαρμόζοντας την ανάλογη σχέση (μήκος x πλάτος x ύψος).

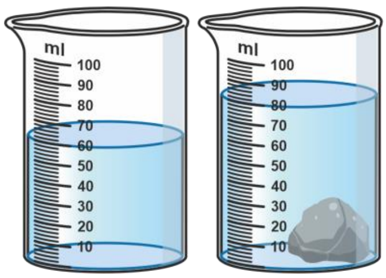
**Εφαρμογή 11: Όγκος μικρών τούβλων**

Να πάρετε 3 τουβλάκια σε σχήμα ορθογωνίου παραλληλεπιπέδου, φτιαγμένα από διαφορετικά υλικά και να μετρήσετε με χάρακα, το μήκος της κάθε ακμής τους.

Να καταγράψετε τα αποτελέσματα των μετρήσεών σας στον πιο κάτω πίνακα και να υπολογίσετε τον όγκο για το κάθε τουβλάκι.

| | Υλικό | μήκος ακμής $\alpha$ (cm) | μήκος ακμής $\beta$ (cm) | μήκος ακμής $\gamma$ (cm) | Όγκος $V = \alpha\beta\gamma$ ($cm^3$) |
|---|---|---|---|---|---|
| **Τουβλάκι 1** | | | | | |
| **Τουβλάκι 2** | | | | | |
| **Τουβλάκι 3** | | | | | |

### 1.5.γ Όγκος στερεού με ακανόνιστο σχήμα.




$V = V_{υγρού}$ $V = V_{υγρού} + V_{πέτρας}$

Εικόνα 1.46

Τον όγκο ενός στερεού με ***ακανόνιστο σχήμα*** τον μετράμε *έμμεσα*, με τη βοήθεια ***ογκομετρικού κυλίνδρου,*** ακολουθώντας τα πιο κάτω βήματα:

- Βάζουμε νερό στον ογκομετρικό κύλινδρο και μετρούμε τον όγκο του.
- Βάζουμε μέσα στον ογκομετρικό κύλινδρο με το νερό το σώμα ακανόνιστου σχήματος και μετρούμε τον νέο όγκο.
- Αφαιρούμε την πρώτη τιμή από τη δεύτερη για να βρούμε τον όγκο του σώματος.

| Όγκος νερού $V_{νερού}$ (ml ή cm$^3$) | Συνολικός όγκος περιεχομένου $V_{συνολικός}$ (ml ή cm$^3$) | Όγκος πέτρας $V_{πέτρας} = V_{συνολικός} - V_{νερού}$ (ml ή cm$^3$) |
|---|---|---|
| | | |

### 1.5.δ Πυκνότητα στερεού.

Η πυκνότητα είναι ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα παράγωγου φυσικού, το οποίο για τα στερεά μπορεί να μετρηθεί μόνο έμμεσα, συνδυάζοντας τη μέτρηση της μάζας και τον υπολογισμό του όγκου ενός σώματος.

Για να υπολογίσουμε την πυκνότητα $\rho$ ενός στερεού σώματος, διαιρούμε τη μάζα του $m$, με τον όγκο $V$ του.

Η μονάδα μέτρησης της πυκνότητας προκύπτει από τον συνδυασμό των μονάδων μέτρησης της μάζας και του όγκου.

#### Εφαρμογή 12: Πυκνότητα στερεών

Με τη βοήθεια μιας ζυγαριάς, να μετρήσετε τη μάζα για το καθένα από τα τρία τουβλάκια και της πέτρας που χρησιμοποιήσατε στην προηγούμενη δραστηριότητα και στη συνέχεια να υπολογίσετε την πυκνότητα του κάθε σώματος.

Να συμπληρώσετε τον πιο κάτω πίνακα.

Εικόνα 1.47

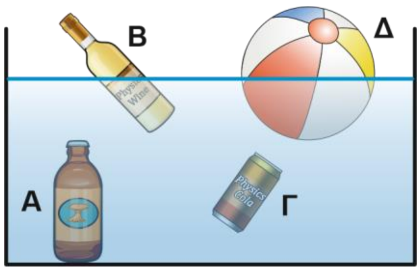
| | Μάζα ( g ) | Όγκος ( cm$^3$ ) | Πυκνότητα ( g/cm$^3$ ) |
|---|---|---|---|
| **Τουβλάκι 1** | | | |
| **Τουβλάκι 2** | | | |
| **Τουβλάκι 3** | | | |
| **Πέτρα** | | | |

## 1.6 Η επιστημονική μέθοδος

Η επιστημονική μέθοδος αποτελείται από ένα σύνολο πρακτικών, τις οποίες ακολουθούν οι επιστήμονες, και όχι μόνο, για να διερευνήσουν ένα φυσικό φαινόμενο.

## 1.6.α Πρακτικές της επιστημονικής μεθόδου.

### i. Παρατήρηση



Εικόνα 1.48

Παρατήρηση είναι η λεπτομερής καταγραφή ενός γεγονότος, το οποίο έχουμε αντιληφθεί μέσω των αισθήσεών μας (όραση, ακοή, όσφρηση, αφή κ.λπ.) ή με τη βοήθεια οργάνων μέτρησης.

Για τη διπλανή εικόνα να επιλέξετε ποιες από τις πιο κάτω προτάσεις είναι παρατηρήσεις.

| | Πρόταση | Παρατήρηση Ναι / Όχι |
|---|---|---|
| Α | Το μπουκάλι Α είναι βυθισμένο | **Ναι** |
| Β | Το μπουκάλι Α βυθίζεται γιατί είναι πιο βαρύ από το νερό | |
| Γ | Το τενεκεδάκι Γ είναι πιο βαρύ από το μπουκάλι Β | |
| Δ | Η μπάλα Δ επιπλέει | |
| Ε | Το τενεκεδάκι Γ είναι πιο βαρύ από το νερό | |
| Στ | Η μπάλα Δ είναι πιο ελαφριά από το μπουκάλι Α | |
| Ζ | Το τενεκεδάκι Γ αιωρείται μέσα στο νερό | |
| Η | Το μπουκάλι Β επιπλέει | |
| Θ | Το μπουκάλι Α πρέπει να είναι γεμάτο και γι’ αυτό βυθίζεται, ενώ το μπουκάλι Β πρέπει να είναι άδειο και γι’ αυτό επιπλέει | |

### ii. Υπόθεση

Η υπόθεση είναι μία πρόταση της μορφής «Αν ..., τότε …» ή «Όσο …, τόσο …», η οποία φανερώνει μια σχέση μεταξύ δύο φυσικών μεγεθών ή μεταξύ ενός αιτίου και ενός αποτελέσματος.

Για παράδειγμα, στην πιο πάνω εικόνα παρατηρούμε ότι το μπουκάλι Α είναι βυθισμένο στο νερό.

**(α)** Να γράψετε μία υπόθεση, η οποία να εξηγεί την πιο πάνω παρατήρηση.

______________________________________________

______________________________________________

______________________________________________

______________________________________________

**(β)** Στο φαινόμενο της ελεύθερης πτώσης ένα σώμα αφήνεται από συγκριμένο ύψος να πέσει στο έδαφος. Να διατυπώσετε μία υπόθεση για το πώς η μάζα του σώματος μπορεί να επηρεάσει την ταχύτητα με την οποία πέφτει στο έδαφος.

______________________________________________

______________________________________________

______________________________________________

______________________________________________

**iii. Διερευνήσιμα ερωτήματα**

Ένα επιστημονικό ερώτημα, για να είναι διερευνήσιμο, πρέπει να αναζητεί τη σχέση μεταξύ δύο φυσικών μεγεθών. Για παράδειγμα, τα ερωτήματα «Υπάρχει ζωή στον πλανήτη Άρη;» και «Πώς πετούν τα πουλιά;», αν και έχουν επιστημονικό ενδιαφέρον, δεν είναι διερευνήσιμα. Αντίθετα, ερωτήματα όπως «Η περιεκτικότητα ενός διαλύματος αλατόνερου σε αλάτι επηρεάζει το σημείο βρασμού;» ή «Το υψόμετρο επηρεάζει τη μέση θερμοκρασία;» είναι διερευνήσιμα, διότι αναζητούν τη σχέση μεταξύ δύο φυσικών μεγεθών.

Να σημειώσετε δίπλα από κάθε ερώτημα αν είναι διερευνησιμο ή όχι.

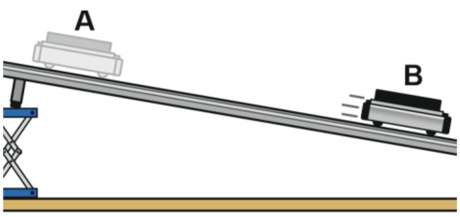
| | Ερώτημα | Διερευνήσιμο Ναι / Όχι |
|---|---|---|
| **Α** | Η ποσότητα του νερού που λαμβάνει ημερησίως ένα φυτό επηρεάζει το ύψος του; | |
| **Β** | Το μήκος ενός καλωδίου επηρεάζει την αντίστασή του στο ηλεκτρικό ρεύμα; | |
| **Γ** | Πώς σχηματίστηκε το Τρόοδος; | |
| **Δ** | Η μάζα ενός σώματος επηρεάζει τον χρόνο που χρειάζεται για να αυξηθεί η θερμοκρασία του κατά 10 $^{o}$C; | |
| **Ε** | Γιατί επιπλέουν τα πλοία; | |

**iv. Πειραματισμός** (Σχεδιασμός πειράματος)

Κατά τον σχεδιασμό ενός πειράματος, ο ερευνητής πρέπει να καθορίσει ποια φυσικά μεγέθη εμπλέκονται ή μπορεί να εμπλέκονται στο φαινόμενο. Αυτά τα φυσικά μεγέθη ονομάζονται ***μεταβλητές*** του πειράματος.

Κατά τη διενέργεια ενός πειράματος παρατηρούμε την αλλαγή της τιμής μίας μεταβλητής, όταν αλλάζουμε σκόπιμα την τιμή κάποιας άλλης (μόνο μίας όμως) μεταβλητής, ενώ όλες οι υπόλοιπες παραμένουν σταθερές. Η πρώτη μεταβλητή ονομάζεται ***εξαρτημένη***, η δεύτερη ονομάζεται ***ανεξάρτητη*** και οι μεταβλητές οι οποίες διατηρούνται σταθερές ονομάζονται ***ελεγχόμενες***.

Αν κατά τη διενέργεια του πειράματος αλλάζουμε ταυτόχρονα την τιμή δυο ή περισσοτέρων μεταβλητών, τότε δεν θα μπορούμε να διακρίνουμε ποια από όλες τις αλλαγές επηρέασε την τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής.



Εικόνα 1.49

Στο πείραμα της εικόνας 1.49, τοποθετούμε ένα αμαξάκι γνωστής μάζας στη θέση (Α) στην επιφάνεια ενός κεκλιμένου επιπέδου και το αφήνουμε να κινηθεί μέχρι τη θέση (Β), καταγράφοντας το χρονικό διάστημα που χρειάζεται για να πάει από τη θέση (Α) στη θέση (Β).

Οι μεταβλητές που εμπλέκονται στο φαινόμενο είναι: η μάζα, ο χρόνος, η απόσταση ΑΒ, το είδος της επιφάνειας του διαδρόμου και η κλίση του διαδρόμου.

**(α)** Αν θέλουμε να ελέγξουμε αν η μάζα του οχήματος επηρεάζει τον χρόνο που χρειάζεται για να διανύσει την απόσταση ΑΒ, ποια από τις γραμμές του πίνακα καθορίζει σωστά την εξαρτημένη, την ανεξάρτητη και τις ελεγχόμενες μεταβλητές του πειράματος;

| | Ανεξάρτητη μεταβλητή | Εξαρτημένη μεταβλητή | Ελεγχόμενες μεταβλητές |
|---|---|---|---|
| **Α** | κλίση | απόσταση | χρόνος, είδος επιφάνειας, μάζα |
| **Β** | χρόνος | μάζα | απόσταση, είδος επιφάνειας, κλίση |
| **Γ** | απόσταση | χρόνος | μάζα, είδος επιφάνειας, κλίση |
| **Δ** | μάζα | χρόνος | απόσταση, είδος επιφάνειας, κλίση |
| **Ε** | είδος επιφάνειας | κλίση | μάζα, απόσταση, χρόνος |

**(β)** Να περιγράψετε τη διαδικασία που θα ακολουθήσουμε για να απαντήσουμε το ερώτημα (α).

______________________________________________

______________________________________________

______________________________________________

______________________________________________

______________________________________________

______________________________________________

______________________________________________

______________________________________________

______________________________________________

______________________________________________

______________________________________________

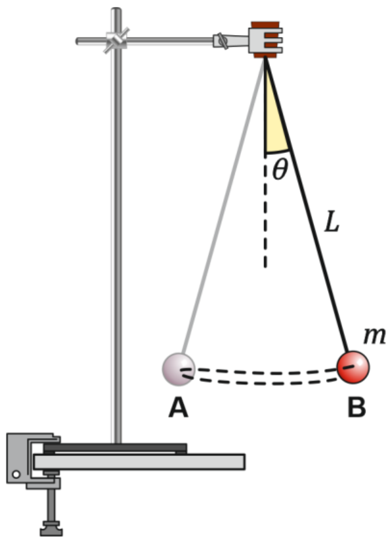
______________________________________________

## 1.6.β Εφαρμογή της επιστημονικής μεθόδου στη διερεύνηση του απλού εκκρεμούς.

Η διάταξη της εικόνας 1.50 ονομάζεται απλό εκκρεμές. Αποτελείται από ένα μικρό σφαιρίδιο μάζας $m$, αναρτημένο σε ένα σταθερό σημείο, με τη βοήθεια νήματος μήκους $L$.

Αν απομακρύνουμε το σφαιρίδιο από τον κατακόρυφο άξονα μέχρι μία θέση Α και το αφήσουμε να αιωρηθεί, παρατηρούμε ότι αυτό κινείται από το σημείο Α μέχρι το απέναντι σημείο Β και επιστρέφει στο σημείο Α, επαναλαμβάνοντας συνέχεια την κίνηση.

Με ένα χρονόμετρο μπορούμε να μετρήσουμε τον χρόνο $T$ τον οποίο χρειάζεται το σφαιρίδιο να ολοκληρώσει τη διαδρομή
$\mathrm{A} \rightarrow \mathrm{B} \rightarrow \mathrm{A}$.



Εικόνα 1.50

Αν απομακρύνουμε το σφαιρίδιο ακόμη περισσότερο από τον κατακόρυφο άξονα, σε μια θέση $A'$, πόσο θα αλλάξει ο χρόνος που χρειάζεται για να ακολουθήσει τη διαδρομή $A' \rightarrow B' \rightarrow A'$, η οποία είναι μεγαλύτερη;

***Πριν προχωρήσουμε στη διερεύνηση, ας δούμε πώς μπορούμε να μετρήσουμε τον χρόνο με την καλύτερη δυνατή ακρίβεια.***

### Μέτρηση του χρόνου $T$

Να πάρετε ένα χρονόμετρο ή να ανοίξετε την εφαρμογή «ρολόι» στο κινητό σας, στη λειτουργία «χρονόμετρο».

Ένα άτομο θα πρέπει να απομακρύνει το σφαιρίδιο από τον κατακόρυφο άξονα και να το αφήσει να αιωρηθεί, ενώ τα υπόλοιπα άτομα θα πρέπει να χρονομετρήσουν **ΜΙΑ διαδρομή** $A \rightarrow B \rightarrow A$.

**i.** Να εκτελέσετε το πείραμα και να καταγράψετε τους χρόνους που μετρήσατε στον πίνακα Α.

**Πίνακας Α**

| Α/Α | χρόνος $T$ (s) |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

**ii.** Να συγκρίνετε τους χρόνους που μετρήσατε.
Υπάρχουν διαφορές μεταξύ τους;
Αν ναι, τότε να προσπαθήσετε να τις δικαιολογήσετε.
Πού μπορεί να οφείλονται;

________________________________________

________________________________________

________________________________________

________________________________________

**iii.** Να επαναλάβετε το πείραμα, αλλά αυτή τη φορά χρονομετρήστε **ΠΕΝΤΕ διαδρομές** $A \rightarrow B \rightarrow A$ και στη συνέχεια να διαιρέσετε το χρόνο που βρήκατε με το 5, για να υπολογίσετε τον χρόνο που διαρκεί μία διαδρομή.

**iv.** Να καταγράψετε τα αποτελέσματα στον πίνακα Β.

**Πίνακας Β**

| Α/Α | χρόνος 5T (s) | χρόνος T (s) |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

**v.** Να συγκρίνετε τα αποτελέσματα της 3ης στήλης του πίνακα. Είναι μικρότερες ή μεγαλύτερες οι αποκλίσεις, σε σχέση με την προηγούμενη δραστηριότητα;

## Διερεύνηση

### Ερευνητικά Ερωτήματα

***Ερευνητικό ερώτημα 1:*** *Η αρχική απομάκρυνση του σφαιριδίου από τον κατακόρυφο άξονα επηρεάζει τον χρόνο που χρειάζεται για να ολοκληρώσει μια πλήρη διαδρομή;*

Να γράψετε και κάποια δικά σας ερευνητικά ερωτήματα, ακολουθώντας το πιο πάνω παράδειγμα.

### Σχεδιασμός Πειράματος

Στο απλό εκκρεμές έχουμε τις ακόλουθες μεταβλητές:

*μάζα σφαιριδίου $m$, μήκος νήματος $L$, χρόνος $T$, αρχική απομάκρυνση από τον κατακόρυφο άξονα (μπορούμε να την εκφράσουμε μέσω της γωνίας $\theta$).*

**(α)** Για το ερευνητικό ερώτημα (1) να καθορίσετε την εξαρτημένη, την ανεξάρτητη και τις ελεγχόμενες μεταβλητές.

**(β)** Να ακολουθήσετε την ίδια διαδικασία για ένα από τα δικά σας ερευνητικά ερωτήματα, που θέσατε πιο πάνω.

| Ερευνητικό ερώτημα (1) | | |
|---|---|---|
| Εξαρτημένη μεταβλητή | Ανεξάρτητη μεταβλητή | Ελεγχόμενες μεταβλητές |
| | | |

| Ερευνητικό ερώτημα (   ) | | |
|---|---|---|
| Εξαρτημένη μεταβλητή | Ανεξάρτητη μεταβλητή | Ελεγχόμενες μεταβλητές |
| | | |

**Εκτέλεση πειράματος**

Με τη βοήθεια του ***φύλλου πειραματικής διαδικασίας***, που θα βρείτε στο **παράρτημα Α**, να εκτελέσετε το κατάλληλο πείραμα για να απαντήσετε το ερευνητικό ερώτημα (1).

**Συμπέρασμα**

Να γράψετε πιο κάτω το συμπέρασμά σας για το αν επηρεάζεται ή όχι ο χρόνος $T$, τον οποίο χρειάζεται το σφαιρίδιο του εκκρεμούς να διαγράψει μια πλήρη διαδρομή, από την αρχική γωνία απόκλισής του από τον κατακόρυφο άξονα.

ΦΥΛΛΟ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ 1

## ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ

**ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΠΙΤΥΧΙΑΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ (ΔΕΕ 1.2)**

### Α) Ερευνητικό ερώτημα

Να γράψετε το ερευνητικό ερώτημα

_______________________________________________

_______________________________________________

_______________________________________________

_______________________________________________

_______________________________________________

### Β) Υπόθεση

Να γράψετε μια υπόθεση που να απαντά στο πιο πάνω ερευνητικό ερώτημα.
Η υπόθεσή σας να είναι μία πρόταση της μορφής «Όσο..., τόσο...» ή «Αν..., τότε…».

_______________________________________________

_______________________________________________

_______________________________________________

_______________________________________________

### Γ) Πειραματική διαδικασία

Να περιγράψετε τη ***διαδικασία*** που θα ακολουθήσετε για τη λήψη πειραματικών δεδομένων.

_______________________________________________

_______________________________________________

_______________________________________________

_______________________________________________

_______________________________________________

_______________________________________________

_______________________________________________

_______________________________________________

### Δ) Οργάνωση δεδομένων

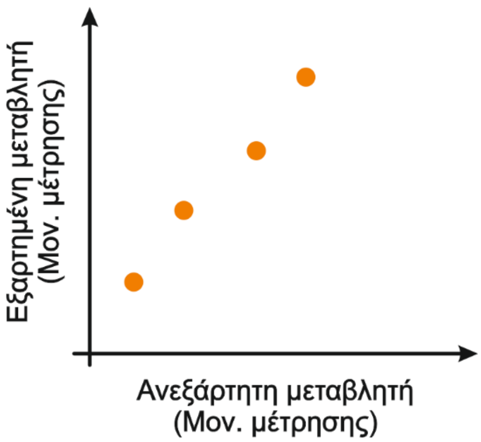
Να οργανώσετε τα δεδομένα από τις μετρήσεις σας σε έναν πίνακα με δύο στήλες.

| Ανεξάρτητη μεταβλητή[1] (μον. μέτρησης) | Εξαρτημένη μεταβλητή[2] (μον. μέτρησης) |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

[1] *Ανεξάρτητη μεταβλητή είναι το φυσικό μέγεθος που μεταβάλλουμε κατά τη διάρκεια του πειράματος.*
[2] *Εξαρτημένη μεταβλητή είναι το φυσικό μέγεθος που μετρούμε κατά τη διάρκεια του πειράματος.*

### Ε) *Ανάλυση δεδομένων*

**(α)** Να χαράξετε σε βαθμολογημένους άξονες, ***στο τετραγωνισμένο φύλλο***, τη γραφική παράσταση των τιμών της ανεξάρτητης μεταβλητής σε συνάρτηση με τις τιμές της εξαρτημένης, όπως φαίνεται στην εικόνα.




Εικόνα 1.51

**(β)** Να σχεδιάσετε μία γραμμή που να προσαρμόζει καλύτερα τα πειραματικά σας σημεία. Η γραμμή δεν είναι ανάγκη να περνά από όλα τα σημεία, αλλά να είναι όσο το δυνατόν πιο κοντά στο καθένα.

**ΣΤ)** ***Συμπέρασμα***

Από το είδος της γραμμής που σχεδιάσατε, να εξαγάγετε ένα συμπέρασμα για τη σχέση μεταξύ της εξαρτημένης και της ανεξάρτητης μεταβλητής.

***Για παράδειγμα****, αν η γραμμή είναι ευθεία, οι δύο παράγοντες είναι ευθέως ανάλογοι μεταξύ τους. Δηλαδή, όσο αυξάνεται το ένα, τόσο αυξάνεται και το άλλο (αν το ένα γίνει διπλάσιο, θα διπλασιαστεί και το άλλο, κ.λπ.).*

Να γράψετε το συμπέρασμα που προκύπτει από την ανάλυση των δεδομένων σας.

**ΠΡΟΧΕΙΡΟ**

ΦΥΛΛΟ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ 2

# ΠΡΩΤΟΤΥΠΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΟΙΝΑ ΠΡΟΤΥΠΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

## (Μέτρηση μήκους με χάρακα)

ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΠΙΤΥΧΙΑΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ (ΔΕΕ 1.4)

**Διάρκεια:** 25 λεπτά
**Τρόπος Εργασίας:** Σε ομάδες ή Ατομικά

Αν θέλουμε να πληροφορήσουμε κάποιον για το αποτέλεσμα μιας μέτρησης ή για την τιμή κάποιου φυσικού μεγέθους, θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε ως μέτρο σύγκρισης ένα καθιερωμένο **πρότυπο,** διαφορετικά δεν έχει νόημα να αναφερθούμε απλώς σε αριθμούς ή άγνωστες και ασυνήθιστες μονάδες μέτρησης.

Μέτρηση ονομάζεται η διαδικασία σύγκρισης ενός φυσικού μεγέθους με ένα χαρακτηριστικό πρότυπο.

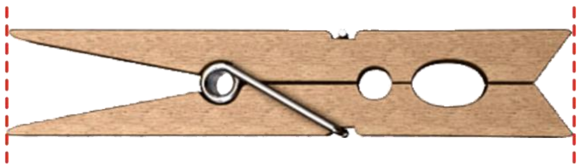
Το χαρακτηριστικό πρότυπο είναι μια ποσότητα που έχει συμφωνηθεί να αποτελεί τη βασική μονάδα σύγκρισης.

Στην τελευταία σελίδα υπάρχουν τρεις χάρακες με πρωτότυπες μονάδες μέτρησης.

- Ο πρώτος χάρακας έχει ως πρότυπο μέτρο σύγκρισης μία μύγα, γι' αυτό και η μονάδα μέτρησης θα ονομάζεται «fly».
- Ο δεύτερος χάρακας έχει μονάδα μέτρησης τη μέλισσα («bee»).
- Ο τρίτος χάρακας έχει μονάδα μέτρησης τον συνδετήρα (paper clip, «pclip»).

**1.** Να κόψετε τους τρεις χάρακες και να μετρήσετε με τον καθένα το μήκος των πιο κάτω αντικειμένων, εφαρμόζοντας τους κανόνες μέτρησης με χάρακα.

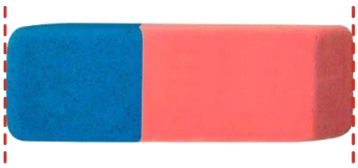
**Α.**



Εικόνα 1.52

_______ *fly*
_______ *bee*
_______ *pclip*

**Β.**



Εικόνα 1.53

_______ *fly*
_______ *bee*
_______ *pclip*

**Γ.**


Εικόνα 1.54

______ *fly*

______ *bee*

______ *pclip*

**2.** Αν ο/η κάθε μαθητής/μαθήτρια είχε χάρακα με διαφορετική μονάδα μέτρησης ή αν στο εμπόριο κυκλοφορούσαν όργανα μέτρησης που χρησιμοποιούσαν διαφορετικά πρότυπα, νομίζετε ότι η καθημερινότητά μας θα ήταν ευκολότερη ή δυσκολότερη;

______________________________________________

______________________________________________

______________________________________________

______________________________________________

**3.** Για να μπορούμε να συγκρίνουμε τα αποτελέσματα μετρήσεων, πρέπει όλες να είναι δοσμένες με τις ίδιες μονάδες μέτρησης. Οπότε, μερικές φορές πρέπει να μπορούμε να μετατρέψουμε ένα αποτέλεσμα από μια μονάδα μέτρησης σε άλλη. Για να το κάνουμε αυτό, ακολουθούμε τη διαδικασία που φαίνεται στο πιο κάτω παράδειγμα:

Αν γνωρίζουμε ότι *1* fly ισούται με *0,8* cm, τότε *X* fly με πόσα cm ισούνται;

$$\left.\begin{array}{llll}\text{το} & 1\ \text{fly} & \text{ισούται με} & 0{,}8\ \text{cm} \\ \text{τα} & X\ \text{fly} & \text{ισούνται με} & Y\ \ \text{cm}\end{array}\right\} \Rightarrow \frac{1\ \text{fly}}{X\ \text{fly}} = \frac{0{,}8\ \text{cm}}{Y\ \text{cm}} \Rightarrow (1\ \text{fly})\times(Y\ \text{cm}) = (X\ \text{fly})\times(0{,}8\ \text{cm}) \Rightarrow$$

$$Y\ \text{cm} = \frac{(X\ \cancel{\text{fly}})\times(0{,}8\,\text{cm})}{1\ \cancel{\text{fly}}} \Rightarrow \boxed{Y = X\times 0{,}8\,\text{cm}}$$

**3.1** Αν γνωρίζετε ότι *1* bee = *1,2* cm και ότι *1* pclip = *2,8* cm, να γράψετε τις σχέσεις μετατροπής των μονάδων αυτών σε εκατοστόμετρα (cm).

______________________________________________

______________________________________________

______________________________________________

______________________________________________

______________________________________________

**3.2** Να μετατρέψετε τα αποτελέσματα των μετρήσεών σας για τα τρία αντικείμενα Α, Β και Γ από τις μονάδες μέτρησης fly, bee και pclip σε cm και να συμπληρώσετε τον πιο κάτω πίνακα.

| | **Α** | **Β** | **Γ** |
|---|---|---|---|
| από fly σε cm | | | |
| από bee σε cm | | | |
| από pclip σε cm | | | |

**3.3** Να συγκρίνετε τις τρεις τιμές του μήκους για το κάθε αντικείμενο, αναφέροντας αν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους ή όχι. Αν υπάρχουν διαφορές, πού μπορεί να οφείλονται;

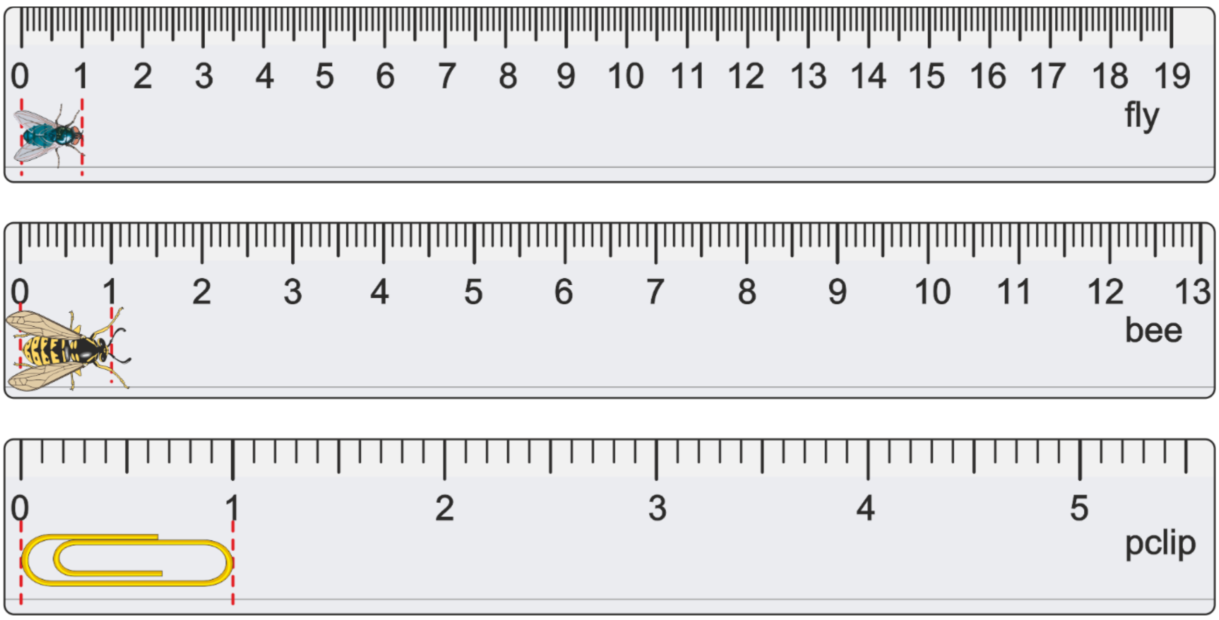
________________________________________

________________________________________

________________________________________

________________________________________

________________________________________




Εικόνα 1.55

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΚΙΝΗΣΕΙΣ

## 2.1. Περιγραφή της κίνησης

**(α)** *Κινήσεις στην καθημερινότητα*

**(β)** *Κινήσεις στο Ηλιακό σύστημα*

**Εικόνα 2.1**
*Η κίνηση είναι βασικό χαρακτηριστικό του κόσμου μας, τόσο στην καθημερινότητα όσο και στη φύση γενικότερα.*

**Η κίνηση** είναι ένα από κυριότερα χαρακτηριστικά της φύσης, αφού όλα τα υλικά σώματα, από τα πιο μικρά μέχρι τα πιο μεγάλα, βρίσκονται σε κίνηση.

Η περιγραφή της κίνησης είναι σημαντική τόσο στις επιστημονικές εφαρμογές όσο και στην καθημερινή ζωή. Για παράδειγμα, αν δεν μπορούσαμε να περιγράψουμε την κίνηση, δεν θα είχαμε δρομολόγια για τις μετακινήσεις μας ή θα ήταν αδύνατο να βρούμε τον νικητή σε έναν αγώνα δρόμου επιπλέον, δεν μπορούσαμε να παρακολουθήσουμε τις κινήσεις της ατμόσφαιρας, ώστε να προβλέψουμε τον καιρό.

Κατά την κίνηση ενός σώματος η διαδρομή του μπορεί να είναι μία ευθεία γραμμή, όπως ο αγώνας δρόμου των 100 μέτρων ή άλλου είδους καμπύλη, όπως η στροφή ενός δρόμου ή ακόμα και σπειροειδής, όπως η κίνηση του νερού στον νιπτήρα. Για την περιγραφή μιας κίνησης χρησιμοποιούμε τα φυσικά μεγέθη *θέση, μετατόπιση, διανυόμενη απόσταση, χρονικό διάστημα (χρόνος), χρονική στιγμή, μέση αριθμητική ταχύτητα, μέση διανυσματική ταχύτητα, στιγμιαία ταχύτητα και επιτάχυνση*.

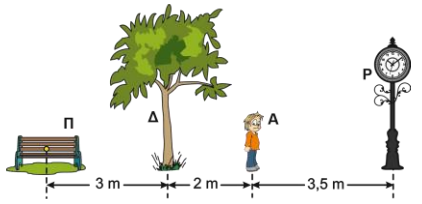
Για να περιγράψουμε την κίνηση ενός σώματος, πρέπει πάντα να συσχετίζουμε τη θέση του με τον χρόνο. Για παράδειγμα, κοιτάζοντας έξω από το παράθυρο μπορεί να βλέπουμε ένα σκυλάκι σε ένα σημείο και αν κοιτάξουμε ένα λεπτό αργότερα, να δούμε το σκυλάκι σε άλλο σημείο. Παρόλο που δεν έχουμε δει το σκυλάκι να μετακινείται, αντιλαμβανόμαστε ότι κινήθηκε γιατί από ένα σημείο βρέθηκε σε ένα άλλο.

Στο βιβλίο αυτό, θα ασχοληθούμε με την κίνηση που κάνει ένα σώμα σε ευθεία γραμμή. Θα θεωρήσουμε ότι τα σώματα είναι υλικά σημεία, δηλαδή δεν θα μας απασχολήσει το σχήμα ή οι διαστάσεις τους. Αργότερα, θα δούμε ότι οι βασικές αρχές και οι ορισμοί γενικεύονται εύκολα ώστε να περιγράφουν και πιο σύνθετες κινήσεις.

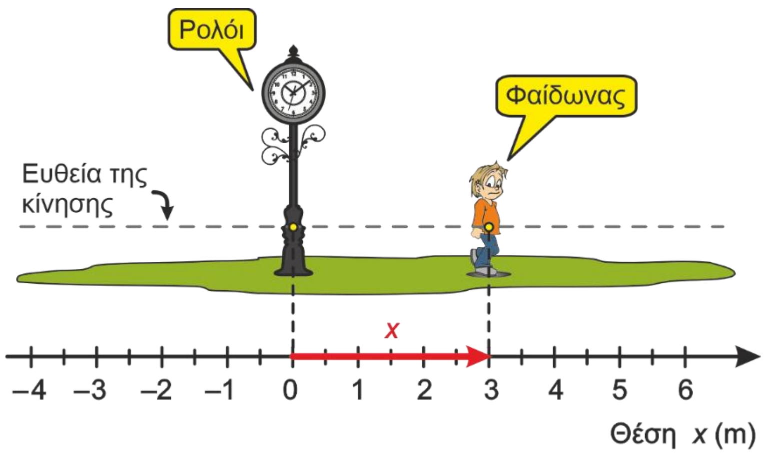
### *2.1.α Θέση*

Για να περιγράψουμε την κίνηση ενός σώματος σε μία ευθεία χρειάζεται να καθορίσουμε τη θέση του πάνω σε έναν άξονα θέσεων, όπως φαίνεται στο παράδειγμα που ακολουθεί.

Ο Φαίδωνας περπατά σε μία οριζόντια ευθεία. Για να περιγράψουμε τη θέση του ορίζουμε ένα σημείο αναφοράς και το αντιστοιχούμε με τον αριθμό μηδέν στον άξονα θέσεων. Στην εικόνα 2.3 επιλέγουμε για σημείο αναφοράς το ρολόι, το οποίο βρίσκεται κοντά στον Φαίδωνα, ωστόσο η επιλογή του σημείου αναφοράς είναι αυθαίρετη. Δηλαδή μπορούμε να επιλέξουμε για σημείο αναφοράς οποιοδήποτε σταθερό σημείο μας βολεύει.



**Εικόνα 2.2**
*Η θέση προσδιορίζεται πάντα σε σχέση με ένα σημείο αναφοράς, το οποίο επιλέγουμε αυθαίρετα.*



**Εικόνα 2.3**

***Το σημείο αναφοράς*** χωρίζει τον άξονα των θέσεων σε δύο ημιάξονες. Η πλευρά του άξονα στην οποία οι τιμές των αριθμών (συντεταγμένων) αυξάνονται είναι η ***θετική κατεύθυνση***, ενώ η πλευρά του άξονα στην οποία οι τιμές των αριθμών μειώνονται είναι η ***αρνητική κατεύθυνση***. Ο άξονας θέσεων είναι βαθμονομημένος σε μονάδες μήκους, συνήθως μέτρα (m).

**Εικόνα 2.4**
*Η θέση προσδιορίζεται πάντα σε σχέση με ένα σημείο αναφοράς, πάνω σε έναν άξονα βαθμονομημένο με μονάδες μήκους.*

Όταν λέμε ότι η θέση ενός σώματος είναι $x = +3\ \mathrm{m}$ εννοούμε ότι το σώμα απέχει απόσταση $3\ \mathrm{m}$ από το σημείο αναφοράς, προς τη θετική κατεύθυνση, ενώ όταν λέμε ότι η θέση ενός σώματος είναι $x = -2\ \mathrm{m}$ εννοούμε ότι το σώμα απέχει απόσταση $2\ \mathrm{m}$ από το σημείο αναφοράς, προς την αρνητική κατεύθυνση.

Στο παράδειγμα της εικόνας 2.3 ο Φαίδωνας απέχει απόσταση $3\ \mathrm{m}$ από το ρολόι προς τη θετική κατεύθυνση, συνεπώς η θέση του είναι $x_{\Phi} = +3\ \mathrm{m}$

Παρατηρούμε ότι η θέση μπορεί να πάρει είτε θετικές, είτε αρνητικές τιμές, ανάλογα με την κατεύθυνση που βρίσκεται το σώμα στον άξονα θέσεων, σε σχέση με το σημείο αναφοράς. Άρα, αφού για να προσδιορίσουμε πλήρως τη θέση ενός σώματος χρειάζεται να γνωρίζουμε το μέτρο και την κατεύθυνσή της, η θέση είναι ***διανυσματικό μέγεθος***.

*Η **θέση** είναι το διανυσματικό φυσικό μέγεθος που περιγράφει πού βρίσκεται ένα σώμα, σε σχέση με ένα σημείο αναφοράς.*

Εφόσον η θέση είναι διανυσματικό μέγεθος, παριστάνεται γραφικά με ένα βέλος, το ***διάνυσμα θέσης***, το οποίο έχει αρχή το σημείο αναφοράς και τέλος το σημείο στο οποίο βρίσκεται το σώμα. Στον άξονα θέσεων της εικόνας 2.3 είναι σχεδιασμένο το διάνυσμα θέσης του Φαίδωνα.

**Παράδειγμα 2.1**

Αν στην εικόνα 2.2 θεωρήσουμε ως σημείο αναφοράς το δέντρο:

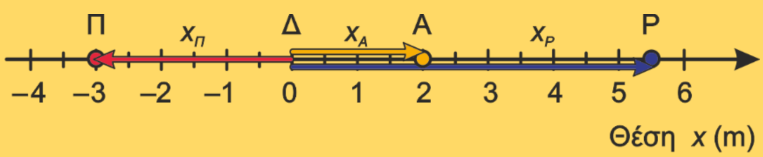
(α) Ποια είναι η θέση ως προς το νέο σημείο αναφοράς, για το παγκάκι, τον άνθρωπο και το ρολόι;
(β) Να βαθμονομήσετε κατάλληλα τον άξονα θέσεων και να σχεδιάσετε τα διανύσματα θέσης των σωμάτων του ερωτήματος (α).

**Απάντηση:**

Με σημείο αναφοράς το δέντρο:

(α) οι θέσεις των σωμάτων είναι
Παγκάκι: $x_Π = -3\ \mathrm{m}$
Άνθρωπος: $x_A = +2\ \mathrm{m}$
Ρολόι: $x_P = +6{,}5\ \mathrm{m}$

(β) Διανύσματα θέσης




Εικόνα 2.5

### *2.1.β Χρονική στιγμή και χρονικό διάστημα*

Χρησιμοποιούμε την έννοια της **χρονικής στιγμής *t*** για να προσδιορίσουμε το ***πότε*** έλαβε χώρα ένα γεγονός και την έννοια του **χρονικού διαστήματος *Δt*** για να προσδιορίσουμε τη διαφορά μεταξύ δύο χρονικών στιγμών, στις οποίες συμβαίνουν δύο γεγονότα.

***Χρονικό διάστημα***

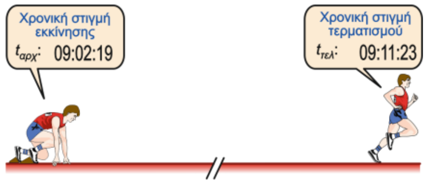
$$\Delta t = t_{τελ} - t_{αρχ}$$

Για τη μέτρηση του χρόνου χρησιμοποιούμε ρολόγια, χρονόμετρα ή και άλλες συσκευές, οι οποίες είναι βαθμονομημένες με μονάδες μέτρησης χρόνου. Στο S.I. η μονάδα μέτρησης του χρόνου είναι τα δευτερόλεπτα (s). Ωστόσο, πολλές φορές, για την καταγραφή του χρόνου χρησιμοποιούμε μονάδες μέτρησης που δεν ανήκουν στο S.I., όπως τα λεπτά (min) και οι ώρες (h).

Όταν ο χρόνος καταγράφεται σε ώρες, λεπτά, δευτερόλεπτα και εκατοστά του δευτερολέπτου γράφεται σε στήλες, όπως φαίνεται στην εικόνα 2.6, χωρίς να αναγράφεται η μονάδα μέτρησης σε κάθε στήλη.


**Εικόνα 2.6**
*Οι ώρες, τα λεπτά και τα δευτερόλεπτα χωρίζονται με άνω-κάτω τελεία, ενώ τα εκατοστά του δευτερολέπτου χωρίζονται με κόμμα από τα δευτερόλεπτα.*

Στην εικόνα 2.7 φαίνονται οι χρονικές στιγμές της εκκίνησης και του τερματισμού ενός δρομέα. Το *χρονικό διάστημα Δt* που χρειάστηκε ο δρομέας για να διανύσει την απόσταση από την αφετηρία στο τέρμα, είναι η διαφορά των δύο χρονικών στιγμών. Δηλαδή, πρέπει να αφαιρέσουμε από την τελική χρονική στιγμή την αρχική, όπως φαίνεται πιο κάτω:




**Εικόνα 2.7**
*Χρονικές στιγμές.*

Για το παράδειγμα της εικόνας 2.7, το χρονικό διάστημα της κίνησης του δρομέα θα είναι:

$$\Delta t = t_{τελ} - t_{αρχ} \Rightarrow$$

$$\begin{array}{r l} 09{:}11{:}23 & \\ 09{:}02{:}19 & - \\ \hline 00{:}09{:}04 & \end{array}$$

Άρα, ο δρομέας συνολικά κινήθηκε 9 λεπτά και 4 δευτερόλεπτα.

Υπάρχουν περιπτώσεις κατά τις οποίες η τιμή της στήλης των δευτερολέπτων της τελικής χρονικής στιγμής είναι μικρότερη από την τιμή της στήλης των δευτερολέπτων της αρχικής χρονικής στιγμής, όπως φαίνεται πιο κάτω.

$t_{αρχ}$ = 00:02:34 και $t_{τελ}$ = 00:04:13

Σε αυτή την περίπτωση, για να μπορέσουμε να τις αφαιρέσουμε, θα αυξήσουμε την τιμή της στήλης των δευτερολέπτων της τελικής χρονικής στιγμής κατά 60 και θα μειώσουμε την τιμή της στήλης των λεπτών κατά 1, δηλαδή $t_{τελ}$ = 00:03:73.

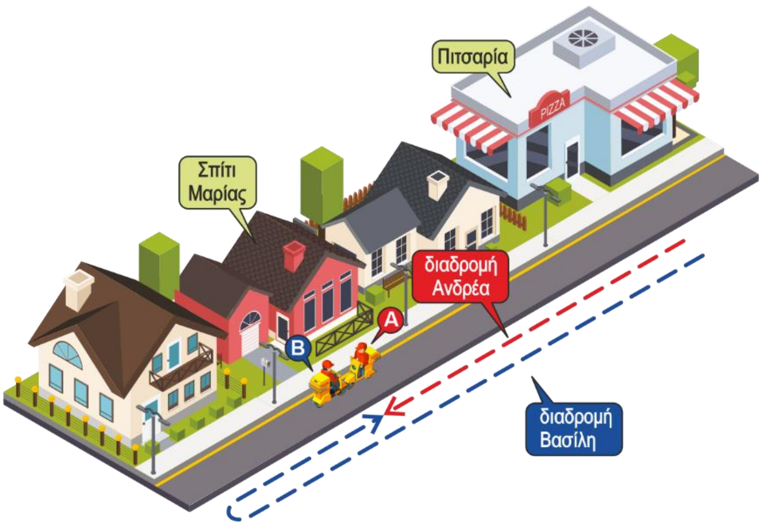
$$\Delta t = t_{τελ} - t_{αρχ} \Rightarrow$$

$$\begin{array}{r l} 00{:}03{:}73 & \\ 00{:}02{:}34 & - \\ \hline 00{:}01{:}39 & \end{array}$$

Άρα, $\Delta t$ = 00:01:39

### 2.1.γ Διανυόμενη απόσταση και μετατόπιση

Δύο διανομείς φαγητού, ο Ανδρέας και ο Βασίλης, ξεκινούν από την πιτσαρία για να παραδώσουν μία μεγάλη παραγγελία στο πάρτι της Μαρίας, το οποίο γίνεται στο σπίτι της, που βρίσκεται στον ίδιο δρόμο με την πιτσαρία, σε απόσταση 200 m από αυτή. Ο Βασίλης κάνει λάθος το σπίτι και προχωρεί 300 m, αλλά αντιλαμβάνεται το λάθος του και επιστρέφει για να παραδώσει τις πίτσες στη σωστή διεύθυνση. Οι διαδρομές των δύο διανομέων φαίνονται στην εικόνα 2.8, πιο κάτω.




Εικόνα 2.8

Ενώ κατά την παράδοση της παραγγελίας ο Ανδρέας και ο Βασίλης βρίσκονται στην ίδια θέση σε σχέση με την πιτσαρία, η διαδρομή που ακολούθησαν ο καθένας για να φθάσει στη θέση αυτή είναι διαφορετική.

Βλέπουμε ότι ενώ η αλλαγή της θέσης είναι η ίδια και στις δύο περιπτώσεις (από την πιτσαρία στο σπίτι της Μαρίας), το μήκος της διαδρομής που διένυσε ο κάθε διανομέας για να μετακινηθεί από την αρχική του θέση στην τελική είναι διαφορετικό.

*Το **μήκος της διαδρομής** που ακολουθεί ένα σώμα για να μεταβεί από μία θέση σε μία άλλη ονομάζεται **διανυόμενη απόσταση** και συμβολίζεται με **s**.*

*Η διανυόμενη απόσταση είναι μονόμετρο μέγεθος με μονάδα μέτρησης το μέτρο (m).*

Τόσο το μήκος της διαδρομής όσο και η αλλαγή της θέσης ενός σώματος κατά την κίνησή του μας δίνουν πληροφορίες για την κίνηση.

Η ***μεταβολή της θέσης*** ενός σώματος ονομάζεται ***μετατόπιση*** και συμβολίζεται με ***Δx***.

Η μετατόπιση, όπως και η θέση ενός σώματος, είναι διανυσματικό μέγεθος με μονάδα μέτρησης το μέτρο (m).

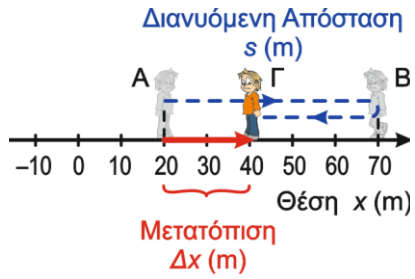
Για να υπολογίσουμε τη μετατόπιση ενός σώματος από μία αρχική θέση $x_{αρχ}$ σε μία τελική θέση $x_{τελ}$ αφαιρούμε από την τελική θέση την αρχική θέση.

***Υπολογισμός μετατόπισης***

$$\Delta x = x_{τελ} - x_{αρχ}$$

Για να δηλώσουμε τη μεταβολή οποιουδήποτε φυσικού μεγέθους, χρησιμοποιούμε το γράμμα Δ, μαζί με το σύμβολο του φυσικού μεγέθους. Δηλαδή, στη Φυσική, η μεταβολή ενός φυσικού μεγέθους Φ σημαίνει τελική τιμή του φυσικού μεγέθους μείον την αρχική τιμή του φυσικού μεγέθους.

$$\Delta \Phi = \Phi_{τελικό} - \Phi_{αρχικό}$$




**Εικόνα 2.9**
*Διανυόμενη απόσταση και μετατόπιση.*

Στην εικόνα 2.9 ένας άνθρωπος αρχίζει να περπατά από τη θέση Α ($x_A$ = 20 m) στη θέση Β ($x_B$ = 70 m) και από εκεί πηγαίνει στη θέση Γ ($x_Γ$ = 40 m). Το μήκος της διαδρομής που ακολούθησε ο άνθρωπος είναι 80 m αλλά η θέση του άλλαξε μόνο 20 m προς τη θετική κατεύθυνση (δεξιά). Γι' αυτό και το διάνυσμα της μετατόπισης από την αρχική προς την τελική θέση έχει μέτρο 20 m και θετική κατεύθυνση.

Για να υπολογίσουμε την διανυόμενη απόσταση $s$ που κάλυψε ο άνθρωπος κατά την κίνησή του χωρίζουμε τη διαδρομή που ακολούθησε σε ευθύγραμμα τμήματα και προσθέτουμε τα μήκη τους.

Στο παράδειγμα της εικόνας 2.9, ο άνθρωπος ακολουθεί μία διαδρομή $s$ = ΑΒΓ, η οποία χωρίζεται σε δύο ευθύγραμμα τμήματα ΑΒ και ΒΓ. Για να βρούμε τη διανυόμενη απόσταση προσθέτουμε τα μήκη των ευθύγραμμων τμημάτων ΑΒ και ΒΓ ακολουθώντας τη διαδικασία που φαίνεται πιο κάτω.

$$\begin{aligned} s = (AB) + (BΓ) \Rightarrow\ s &= |x_B - x_A| + |x_Γ - x_B| \\ \Rightarrow s &= |70\ \mathrm{m} - 20\ \mathrm{m}| + |40\ \mathrm{m} - 70\ \mathrm{m}| \\ \Rightarrow s &= 50\ \mathrm{m} + 30\ \mathrm{m} \\ \Rightarrow s &= 80\ \mathrm{m} \end{aligned}$$

Για τον υπολογισμό της μετατόπισης αφαιρούμε την αρχική από την τελική θέση, όπως φαίνεται πιο κάτω.

$$\Delta x = x_{\tau\varepsilon\lambda} - x_{\alpha\rho\chi} \Rightarrow \Delta x = x_{\Gamma} - x_{A}$$
$$\Rightarrow \Delta x = 40\ \mathrm{m} - (20\ \mathrm{m}) = 20\ \mathrm{m} \Rightarrow \Delta x = 20\ \mathrm{m}$$

### Παράδειγμα 2.2

Ένα μυρμήγκι περπατά στην οριζόντια διεύθυνση, πάνω στην τετραγωνισμένη σελίδα ενός τετραδίου. Ξεκινά από τη θέση $x_1 = 4\ \mathrm{cm}$ και φθάνει στη θέση $x_2 = 16\ \mathrm{cm}$. Ακολούθως, επιστρέφει στη θέση $x_3 = 7\ \mathrm{cm}$.

**Να υπολογίσετε:**

(α) τη μετατόπιση $\Delta x$ του μυρμηγκιού
(β) την απόσταση $s$ που διένυσε

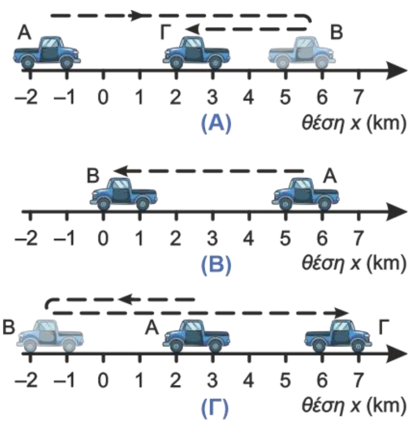
**Απάντηση:**
Η τελική θέση του μυρμηγκιού είναι η $x_3 = 7\ \mathrm{cm}$ και η αρχική είναι $x_1 = 4\ \mathrm{cm}$, συνεπώς η μετατόπισή του είναι:

$$\Delta x = x_3 - x_1 \Rightarrow \Delta x = 7\ \mathrm{cm} - 4\ \mathrm{cm}$$
$$\Rightarrow \Delta x = 3\ \mathrm{cm}$$

Για να βρούμε την απόσταση που διένυσε κατά τη διαδρομή του (διανυόμενη απόσταση), πρέπει να προσθέσουμε τα μήκη των ευθύγραμμων τμημάτων $x_1x_2$ και $x_2x_3$.

$$s = |x_2 - x_1| + |x_3 - x_2|$$
$$\Rightarrow s = |16\ \mathrm{cm} - 4\ \mathrm{cm}| + |7\ \mathrm{cm} - 16\ \mathrm{cm}|$$
$$\Rightarrow s = 12\ \mathrm{cm} + 9\ \mathrm{cm}$$
$$\Rightarrow s = 21\ \mathrm{cm}$$

Γενικά, η διανυόμενη απόσταση και το μέτρο της μετατόπισης δεν έχουν την ίδια τιμή, ωστόσο, όταν ένα σώμα κινείται σε ευθεία γραμμή, συνέχεια προς την ίδια κατεύθυνση, η απομάκρυνσή του από την αρχική του θέση ισούται με την απόσταση που διένυσε. Οπότε, σε αυτή την περίπτωση το μέτρο της μετατόπισης ταυτίζεται με τη διανυόμενη απόσταση που κάλυψε.



Εικόνα 2.10

### Έλεγξε τι έμαθες!

**1.** Οι εικόνες 2.10 (Α), (Β) και (Γ) παρουσιάζουν τις διαδρομές ενός αυτοκινήτου.

Σε ποια/ποιες από τις διαδρομές (Α), (Β) και (Γ) του αυτοκινήτου:

**(α)** Η μετατόπιση του αυτοκινήτου είναι θετική;

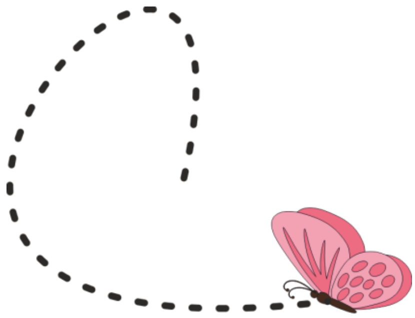
**(β)** Η μετατόπιση του αυτοκινήτου είναι αρνητική;

**(γ)** Η διανυόμενη απόσταση είναι ίση με το μέτρο της μετατόπισης;

### *2.1.δ Τροχιά*

Όταν ένα σώμα κινείται, αλλάζει συνεχώς θέσεις περνώντας διαδοχικά από τη μία θέση στην άλλη.
Όταν ενώσουμε όλες τις θέσεις από τις οποίες πέρασε το σώμα σχηματίζεται μία καμπύλη η οποία ονομάζεται *τροχιά*.

> ***Τροχιά*** *ονομάζεται το σύνολο των διαδοχικών θέσεων από τις οποίες πέρασε ένα σώμα κατά την κίνησή του.*



**Εικόνα 2.11**
*Η τροχιά της πεταλούδας είναι το σύνολο των θέσεων από τις οποίες πέρασε.*

Αν ένα σώμα κινείται σε ευθεία γραμμή, η τροχιά του είναι ευθύγραμμη ωστόσο, η τροχιά της κίνησης ενός σώματος μπορεί να είναι οποιαδήποτε καμπύλη, όπως για παράδειγμα όταν μία μπάλα αναπηδά ή όταν ένα αυτοκίνητο κινείται σε κυκλικό κόμβο.

Ανάλογα με το είδος της τροχιάς ενός σώματος η κίνησή του μπορεί να χαρακτηριστεί ως ευθύγραμμη, καμπυλόγραμμη ή κυκλική, όπως φαίνεται στις εικόνες 2.12 (α), (β) και (γ).

(α) ευθύγραμμη (β) καμπυλόγραμμη (γ) κυκλική

**Εικόνα 2.12**
*Ευθύγραμμη, καμπυλόγραμμη και κυκλική κίνηση.*

## 2.2. Μέση αριθμητική ταχύτητα


**Εικόνα 2.13**
*Ο λαγός και η χελώνα καλύπτουν την ίδια διανυόμενη απόσταση σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα.*

Στην εικόνα 2.13 ο λαγός και η χελώνα ξεκίνησαν ταυτόχρονα από το ίδιο σημείο να τρέχουν ευθύγραμμα, σε έναν αγώνα δρόμου. Ο λαγός τερματίζει πρώτος και η χελώνα τερματίζει δεύτερη. Παρόλο που τόσο ο λαγός όσο και η χελώνα έχουν διανύσει την ίδια απόσταση, από την αφετηρία στο τέρμα, ο λαγός χρειάστηκε μικρότερο χρονικό διάστημα από τη χελώνα για να διανύσει την απόσταση αυτή.

Στη Φυσική ορίζουμε το φυσικό μέγεθος *μέση αριθμητική ταχύτητα* για να εκφράσουμε το πόσο γρήγορα ένα σώμα καλύπτει μία διανυόμενη απόσταση. Έτσι, στο παράδειγμα της εικόνας 2.13 μπορούμε να πούμε ότι ο λαγός κινείται με μεγαλύτερη μέση αριθμητική ταχύτητα από τη χελώνα.

*Η **μέση αριθμητική ταχύτητα** ισούται με το πηλίκο της διανυόμενης απόστασης προς το αντίστοιχο χρονικό διάστημα.*

$$\boldsymbol{\upsilon_\alpha = \frac{s}{\Delta t} = \frac{s}{t_2 - t_1}}$$

*Η μέση αριθμητική ταχύτητα είναι μονόμετρο μέγεθος και στο S.I. έχει μονάδα μέτρησης το $\mathrm{m/s}$.*

Με βάση τον ορισμό της μέσης αριθμητικής ταχύτητας, ένα αυτοκίνητο που καλύπτει διανυόμενη απόσταση 200 $\mathrm{m}$ σε χρονικό διάστημα 10 s, λέμε ότι κινείται με μέση αριθμητική ταχύτητα 20 $\mathrm{m/s}$.

$$\upsilon_\alpha = \frac{s}{\Delta t} \Rightarrow \upsilon_\alpha = \frac{200\ \mathrm{m}}{10\ \mathrm{s}} \Rightarrow \upsilon_\alpha = 20\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

### Παράδειγμα 2.3

Στο Παγκόσμιο Πρωτάθλημα Στίβου, το *2009*, ο Τζαμαϊκανός αθλητής στίβου Usain Bolt, σημείωσε την καλύτερη παγκόσμια επίδοση στο άθλημα δρόμου ταχύτητας των *100* μέτρων. Ο Usain Bolt χρειάστηκε *9,58* s για να διανύσει την απόσταση από την αφετηρία στο τέρμα, της ευθύγραμμης διαδρομής μήκους *100* m.

Να υπολογίσετε τη μέση αριθμητική ταχύτητα του Usain Bolt.


**Εικόνα 2.14**
*Ο Usain Bolt περνά μπροστά από το επίσημο χρονόμετρο του αγώνα των 100 μέτρων, στο Παγκόσμιο Πρωτάθλημα Στίβου του Βερολίνου, το 2009.*
*(© eagle1effi from Flickr)*

**Απάντηση:**
Η μέση αριθμητική ταχύτητα του αθλητή δίνεται από το πηλίκο της διανυόμενης απόστασης προς το αντίστοιχο χρονικό διάστημα.

$$\upsilon_\alpha = \frac{s}{\Delta t} \Rightarrow \upsilon_\alpha = \frac{100\ \mathrm{m}}{9{,}58\ \mathrm{s}} \Rightarrow \upsilon_\alpha = 10{,}44\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

### 2.2.α Άλλες μονάδες μέτρησης της ταχύτητας

Στην καθημερινή ζωή χρησιμοποιούμε άλλες μονάδες μέτρησης για την ταχύτητα, με κυριότερο παράδειγμα τη μονάδα $\mathrm{km/h}$ (χιλιόμετρα ανά ώρα), την οποία συναντούμε πολύ συχνά στις οδικές μεταφορές, όπως φαίνεται στο ταχύμετρο της εικόνας 2.15.


**Εικόνα 2.15**
*Το ταχύμετρο του αυτοκινήτου αναγράφει την τιμή της ταχύτητας σε μονάδες μέτρησης* $\mathrm{km/h}$.

Γενικά, οποιαδήποτε μονάδα μέτρησης μήκους διαιρεμένη με οποιαδήποτε μονάδα μέτρησης του χρόνου, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μονάδα μέτρησης της ταχύτητας. Για παράδειγμα, η ταχύτητα κίνησης των τεκτονικών πλακών είναι περίπου $1\ \mathrm{nm/s}$, δηλαδή ένα δισεκατομμυριοστό του μέτρου κάθε δευτερόλεπτο. Ωστόσο, αυτή η μονάδα μέτρησης δεν μας βοηθά να κατανοήσουμε την κίνηση των τεκτονικών πλακών. Αν όμως μας έλεγαν ότι η Αφρικανική ήπειρος πλησιάζει την Ευρωπαϊκή περίπου $3\ \mathrm{cm}$ κάθε χρόνο ($3\ \mathrm{cm/year}$), θα μπορούσαμε να κατανοήσουμε ευκολότερα την τιμή αυτής της ταχύτητας.

Για να μπορούμε να συγκρίνουμε δύο τιμές του ίδιου φυσικού μεγέθους, όπως είναι η ταχύτητα, πρέπει να είναι εκφρασμένες στην ίδια μονάδα μέτρησης, διαφορετικά δεν μπορούμε να γνωρίζουμε αν, για παράδειγμα, η ταχύτητα $36\ \mathrm{km/h}$ είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη από την ταχύτητα $20\ \mathrm{m/s}$. Γενικά, η σύγκριση γίνεται πάντα μεταξύ όμοιων μεγεθών (ταχύτητα με ταχύτητα, μάζα με μάζα, απόσταση με απόσταση κ.λπ.) εκφρασμένων στις ίδιες μονάδες μέτρησης. Οπότε, θα πρέπει να μπορούμε να μετατρέψουμε τις μονάδες μέτρησης ενός φυσικού μεγέθους, για να το συγκρίνουμε ή να το κατανοήσουμε.

**Εικόνα 2.16**
*Οι ταχύτητες των κυλιόμενων σκαλών κυμαίνονται μεταξύ 0,5* m/s *και 0,75* m/s.
*(© Siggy Nowak from Pixabay)*

Ο πιο εύκολος τρόπος για να αλλάξουμε τη μονάδα μέτρησης ενός φυσικού μεγέθους είναι χρησιμοποιώντας κλάσματα που ισούνται με τη μονάδα ακολουθώντας τα εξής βήματα:

**Βήμα 1ο:** Δημιουργούμε ένα κλάσμα που ισούται με ένα, χρησιμοποιώντας τη σχέση μεταξύ των μονάδων μέτρησης.

$$1\ \mathrm{m} = 100\ \mathrm{cm} \Rightarrow \frac{1\ \mathrm{m}}{100\ \mathrm{cm}} = 1$$

**Βήμα 2ο:** Πολλαπλασιάζουμε το φυσικό μέγεθος με το κλάσμα.

$$30\ \mathrm{cm} \times \left(\frac{1\ \mathrm{m}}{100\ \mathrm{cm}}\right)$$

**Βήμα 3ο:** Διαγράφουμε την κοινή μονάδα μέτρησης, η οποία βρίσκεται και στον αριθμητή και στον παρονομαστή.

$$30\ \mathrm{cm} \times \left(\frac{1\ \mathrm{m}}{100\ \mathrm{cm}}\right) = \frac{30\ \cancel{\mathrm{cm}} \times 1\ \mathrm{m}}{100\ \cancel{\mathrm{cm}}} = 0{,}3\ \mathrm{m}$$

**Ας δούμε μια απλή μετατροπή.**
Έστω ότι θέλουμε να μετατρέψουμε την απόσταση των 350 cm σε m.

Γνωρίζουμε ότι 1 m = 100 cm, άρα το κλάσμα μας θα είναι $\frac{1\ \text{m}}{100\ \text{cm}}$.

Πολλαπλασιάζουμε με το κλάσμα την απόσταση των 350 cm.

$$350\ \text{cm} \times \left(\frac{1\ \text{m}}{100\ \text{cm}}\right) = \frac{350\ \text{cm}\ \times 1\ \text{m}}{100\ \text{cm}}$$

Διαγράφουμε την κοινή μονάδα μέτρησης που βρίσκεται και στον αριθμητή και στον παρονομαστή

$$\frac{350\ \cancel{\text{cm}}\ \times 1\ \text{m}}{100\ \cancel{\text{cm}}} = \frac{350\ \times 1\ \text{m}}{100} = 3{,}5\ \text{m}$$

***Πώς γνωρίζουμε ότι το κλάσμα που πρέπει να δημιουργήσουμε είναι $\frac{1\ \text{m}}{100\ \text{cm}}$ και όχι $\frac{100\ \text{cm}}{1\ \text{m}}$;***

Η απάντηση είναι ότι το κλάσμα πρέπει να είναι τέτοιο που να διαγράφεται η μονάδα μέτρησης που θέλουμε να αλλάξουμε. Αν χρησιμοποιήσουμε το αντίστροφο κλάσμα, τότε δεν θα μπορούμε να διαγράψουμε την αρχική μονάδα μέτρησης, όπως φαίνεται πιο κάτω.

$$350\ \text{cm} \times \left(\frac{100\ \text{cm}}{1\ \text{m}}\right) = \frac{350\ \text{cm}\ \times 100\ \text{cm}}{1\ \text{m}}$$

Οπότε, εφαρμόζοντας τη μέθοδο με τα κλάσματα, μπορούμε να καταλάβουμε αν το κλάσμα μας είναι το σωστό ή όχι από το αν διαγράφεται η μονάδα μέτρησης που θέλουμε να αλλάξουμε.

| **ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1 Χαρακτηριστικές τιμές μέσων ταχυτήτων διαφόρων ζώων** | |
|---|---|
| | ταχύτητα (m/s) |
| Γατόπαρδος | 31,3 |
| Λαγωνικό κυνοδρομιών | 18,0 |
| Λαγός | 15,7 |
| Οικιακή γάτα | 13,4 |
| Ελέφαντας | 11,0 |
| Γουρούνι | 5,0 |
| Κότα | 4,0 |
| Ποντίκι | 3,5 |
| Κατσαρίδα | 1,3 |
| Σαλιγκάρι | < 0,01 |

**Παράδειγμα 2.4**

Να μετατρέψετε την ταχύτητα *36* km/h σε m/s.

**Απάντηση:**
Πρέπει να μετατρέψουμε τα km σε m και την h σε s.

Μετατρέπουμε πρώτα τα χιλιόμετρα σε μέτρα, αφού γνωρίζουμε ότι *1* km = *1000* m.

$$36\frac{\text{km}}{\text{h}} = 36\frac{\cancel{\text{km}}}{\text{h}} \times \left(\frac{1000\ \text{m}}{1\ \cancel{\text{km}}}\right) = 36000\frac{\text{m}}{\text{h}}$$

Στη συνέχεια μετατρέπουμε τις ώρες σε δευτερόλεπτα.

Γνωρίζοντας ότι *1* h = *60* min και *1* min = *60* s, τότε *1* h = *3600* s.

$$36000\frac{\text{m}}{\cancel{\text{h}}} \times \left(\frac{1\ \cancel{\text{h}}}{3600\ \text{s}}\right) = \frac{36000\ \times 1}{3600}\frac{\text{m}}{\text{s}} = 10\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Άρα, $36\frac{\text{km}}{\text{h}} = 10\frac{\text{m}}{\text{s}}$

**Παράδειγμα 2.5**

Να μετατρέψετε την ταχύτητα των 25 cm/s σε m/s.

**Απάντηση:**
Αφού 1 m = 100 cm, τότε

$$25\frac{\mathrm{cm}}{\mathrm{s}} \times \left(\frac{1\ \mathrm{m}}{100\ \mathrm{cm}}\right) = \frac{25\ \times 1\ \mathrm{m}}{100\ \mathrm{s}} = 0{,}25\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

**Έλεγξε τι έμαθες!**

**2.** Να κυκλώσετε ποιες από τις πιο κάτω μονάδες μέτρησης είναι μονάδες μέτρησης της ταχύτητας.

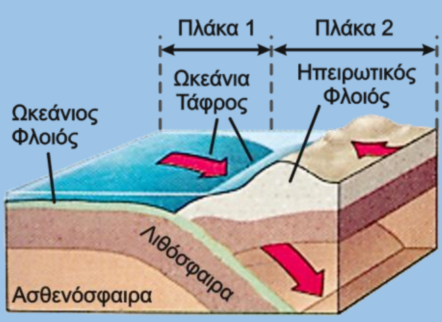
**(α)** $\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{min}}$, **(β)** $\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{cm}}$, **(γ)** $\frac{\mathrm{mm}}{\mathrm{s}}$, **(δ)** $\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{h}}$, **(ε)** $\frac{\mathrm{cm}}{\mathrm{min}}$

**Ήξερες ότι...**

*Αναδημοσίευση από την ιστοσελίδα kathimerini.gr**

Επί 15 εκατομμύρια χρόνια συγκρούονται ανηλεώς στην περιοχή του νοτίου Αιγαίου οι δύο μεγάλες λιθοσφαιρικές πλάκες, η ευρασιατική και η αφρικανική.

Η αφρικανική πλάκα βυθίζεται κινούμενη βορείως, κάτω από το νοτιότερο άκρο της ευρασιατικής, στην ευρύτερη περιοχή της Κρήτης. Οι τρομερές πιέσεις και συγκρούσεις γεννούν σεισμούς, νησιά, εξαφανίζουν θάλασσες και σχηματίζουν βουνά, όπως φαίνεται στην εικόνα 2.17.




**Εικόνα 2.17**
*Όταν συγκλίνουν οι δύο πλάκες, δημιουργούνται πτυχώσεις στην επιφάνεια της ηπειρωτικής πλάκας και σχηματίζονται οροσειρές. Εκεί που βυθίζεται η ωκεάνια πλάκα, σχηματίζεται υποθαλάσσια τάφρος.*

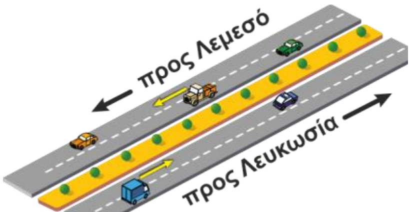
Όπως λένε οι ειδικοί, πριν από εκατομμύρια χρόνια η Μεσόγειος ήταν ωκεανός. Με την κίνηση της αφρικανικής πλάκας άρχισε να «κλείνει σιγά - σιγά» για να γίνει μια κλειστή θάλασσα και σε ***30 εκατομμύρια χρόνια προβλέπεται ότι θα φτάσει η Αφρική στην Ευρώπη και η Μεσόγειος θα μετατραπεί σε στεριά...***

Οι συμπιεστικές δυνάμεις που δημιουργούνται σπρώχνουν προς τα πάνω το έδαφος, ειδικά στην περιοχή της σύγκρουσης, με αποτέλεσμα τα Λευκά Όρη στην Κρήτη, ο Πενταδάκτυλος στην Κύπρο, ο Ταΰγετος στην Πελοπόννησο και ο Σμόλικας στην Ήπειρο να ψηλώνουν με ταχύτητα κάποια εκατοστά τον χρόνο! Ταυτόχρονα, οι δυνάμεις εφελκυσμού «τεντώνουν σαν χαρτοπετσέτα» σε πολλά σημεία την περιοχή του Αιγαίου και το νότιο τμήμα της Ελλάδας. Έτσι, ***η Πελοπόννησος απομακρύνεται με ταχύτητα ελάχιστα εκατοστά τον χρόνο και κατεβαίνει προς την Αφρική, η οποία ανεβαίνει προς την Ευρώπη με ταχύτητα τέσσερα εκατοστά τον χρόνο.***

**Δεχόμαστε πιέσεις από Αφρική και ψηλώνουν τα βουνά μας* | Kathimerini. (2006, January 10). Kathimerini.gr | Η ηλεκτρονική έκδοση της Καθημερινής στο διαδίκτυο. https://www.kathimerini.gr/238651/article/epikairothta/ellada/dexomaste-pieseis-apo-afrikh-kai-yhlwnoyn-ta-voyna-mas

### 2.2.β Η ταχύτητα ως διανυσματικό μέγεθος

Σε αρκετές περιπτώσεις, εκτός από την απόσταση που διένυσε ένα σώμα σε κάποιο χρονικό διάστημα, μας ενδιαφέρει να γνωρίζουμε και την κατεύθυνση στην οποία κινήθηκε αλλά και ποια ήταν η αλλαγή στη θέση του. Έτσι, χρησιμοποιούμε την έννοια της *μέσης διανυσματικής ταχύτητας* για να δηλώσουμε την αλλαγή της θέσης ενός σώματος σε κάποιο χρονικό διάστημα.




**Εικόνα 2.18**
*Οι ταχύτητες των αυτοκινήτων στα δύο ρεύματα κυκλοφορίας είναι αντίρροπες.*

*Η **μέση διανυσματική ταχύτητα** ισούται με το πηλίκο της μετατόπισης προς το αντίστοιχο χρονικό διάστημα.*

$$\boldsymbol{\upsilon_{\mu\delta} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_{\tau\varepsilon\lambda} - x_{\alpha\rho\chi}}{t_2 - t_1}}$$

*Η μέση διανυσματική ταχύτητα είναι διανυσματικό μέγεθος και στο S.I. έχει μονάδα μέτρησης το* $\mathrm{m/s}$.

Η μέση διανυσματική ταχύτητα έχει μέτρο και κατεύθυνση. Αν δύο αυτοκίνητα κινούνται σε ένα ευθύγραμμο τμήμα του αυτοκινητοδρόμου Λευκωσίας – Λεμεσού με μέση αριθμητική ταχύτητα 100 $\mathrm{km/h}$ και το ένα κινείται με κατεύθυνση τη Λευκωσία και το άλλο με κατεύθυνση τη Λεμεσό, τότε λέμε ότι τα αυτοκίνητα έχουν αντίθετες ταχύτητες (εικόνα 2.18).

Η μέση διανυσματική ταχύτητα είναι ένα παράγωγο φυσικό μέγεθος και στο S.I. η βασική μονάδα μέτρησής του είναι το $\mathrm{m/s}$. Η διανυσματική ταχύτητα μπορεί να πάρει είτε θετικές είτε αρνητικές τιμές ή ακόμα και την τιμή μηδέν, αφού είναι διανυσματικό μέγεθος και η τιμή της εξαρτάται από την μετατόπιση.

### 2.2.γ Στιγμιαία ταχύτητα


**Εικόνα 2.19**
*Η ένδειξη του ταχύμετρου σε μια χρονική στιγμή είναι το μέτρο της στιγμιαίας ταχύτητας.*

Αν ταξιδεύουμε με το αυτοκίνητο από μία πόλη σε μία άλλη, οι οποίες απέχουν μεταξύ τους απόσταση 150 $\mathrm{km}$ και διανύουμε την απόσταση αυτή σε χρονικό διάστημα 2 $\mathrm{h}$, τότε λέμε ότι κινούμαστε με μέση αριθμητική ταχύτητα 75 $\mathrm{km/h}$. Ωστόσο, η ταχύτητα αυτή είναι μία μέση τιμή και όχι η ταχύτητα με την οποία κινείται το αυτοκίνητο σε κάθε χρονική στιγμή. Υπάρχουν τμήματα της διαδρομής στα οποία το αυτοκίνητο κινείται πιο γρήγορα και τμήματα στα οποία κινείται πιο αργά και γενικά η ταχύτητα μπορεί να μεταβάλλεται από τη μία χρονική στιγμή στην άλλη.

*Η ταχύτητα ενός σώματος σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή ονομάζεται **στιγμιαία ταχύτητα**.*

Μπορούμε να μετρήσουμε το μέτρο της στιγμιαίας ταχύτητας ενός αυτοκινήτου από την ένδειξη του ταχύμετρου (εικόνα 2.19). Πρακτικά, η στιγμιαία αριθμητική ταχύτητα σε κάποια χρονική στιγμή $t$ αντιστοιχεί στο μέτρο της μέσης διανυσματικής ταχύτητας για ένα πολύ μικρό χρονικό διάστημα, γύρω από τη στιγμή $t$.

## 2.3. Ευθύγραμμη κίνηση με σταθερή ταχύτητα

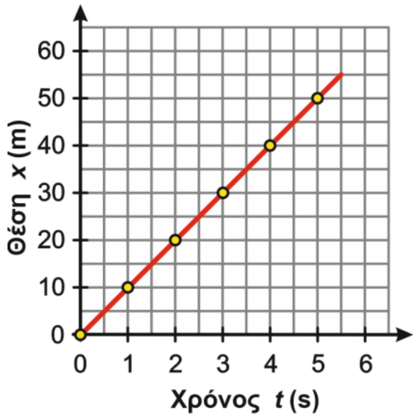
Ένα αυτοκίνητο ξεκινά από ένα σημείο αναφοράς και κινείται σε μια ευθεία διαδρομή. Κάθε 1 δευτερόλεπτο διανύει απόσταση 10 μέτρα. Μελετούμε την κίνησή του για 5 δευτερόλεπτα και καταγράφουμε τη θέση του κάθε 1 δευτερόλεπτο, όπως φαίνεται στον πίνακα 2.2.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2**

| χρόνος t (s) | θέση x (m) |
|---|---|
| 0 | 0 |
| 1 | 10 |
| 2 | 20 |
| 3 | 30 |
| 4 | 40 |
| 5 | 50 |

Ο πίνακας μάς πληροφορεί για τις θέσεις στις οποίες βρίσκεται το αυτοκίνητο σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές αλλά όχι για κάθε χρονική στιγμή, όπως για παράδειγμα τη χρονική στιγμή $t = 2{,}5$ s ή $t = 3{,}5$ s.

Τις περισσότερες φορές επιλέγουμε να περιγράψουμε την κίνηση ενός σώματος με τη βοήθεια μίας γραφικής παράστασης θέσης – χρόνου. Στη γραφική παράσταση θέσης – χρόνου 2.1, για την κίνηση του αυτοκινήτου, ο χρόνος είναι η ανεξάρτητη μεταβλητή και αναγράφεται στον οριζόντιο άξονα ενώ η θέση είναι η εξαρτημένη και αναγράφεται στον κατακόρυφο άξονα.




**Γραφική παράσταση 2.1**
*Τα σημεία στη γραφική παράσταση θέσης – χρόνου σχηματίζουν ευθεία γραμμή.*

Για να χαράξουμε τη γραφική παράσταση θέσης – χρόνου πρώτα σχεδιάζουμε και βαθμονομούμε τους δύο κάθετους άξονες. Στη συνέχεια εντοπίζουμε και σημειώνουμε με κουκίδες τα σημεία που αντιστοιχούν στα ζευγάρια τιμών ($t$, $x$). Κατόπιν, χαράσσουμε μία ευθεία τέτοια ώστε να περνά όσο το δυνατό πιο κοντά από το κάθε σημείο, χωρίς απαραίτητα να διέρχεται από όλα. Η ευθεία αυτή αντιπροσωπεύει τις πιο πιθανές θέσεις του αυτοκινήτου σε διάφορες χρονικές στιγμές ενδιάμεσα των καταγεγραμμένων θέσεων.

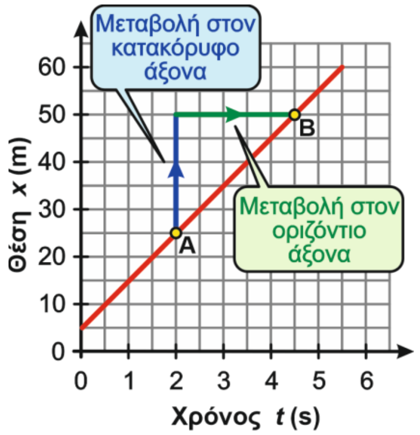
Δηλαδή, με τη βοήθεια της ευθείας θέσης – χρόνου μπορούμε να βρούμε που βρίσκεται το αυτοκίνητο τη χρονική στιγμή $t = 2{,}5$ s ή σε ποια χρονική στιγμή βρίσκεται στη θέση $x = 25$ m.

**Προσοχή!** Η ευθεία στη γραφική παράσταση θέσης – χρόνου δεν αντιπροσωπεύει την τροχιά του αυτοκινήτου, η οποία είναι ευθύγραμμη και κατά μήκος του άξονα $x$.

## *2.3.α Υπολογισμός της μέσης διανυσματικής ταχύτητας από τη γραφική παράσταση θέσης – χρόνου*

Εκτός από τη θέση σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή, η γραφική παράσταση θέσης – χρόνου μπορεί να μας δώσει και πληροφορίες για την ταχύτητα ενός σώματος.

Για παράδειγμα, η γραφική παράσταση θέσης – χρόνου 2.2, περιγράφει την κίνηση ενός αυτοκινήτου. Αν θέλουμε να μάθουμε την ταχύτητα του αυτοκινήτου, τότε ακολουθούμε τα εξής βήματα:




**Γραφική παράσταση 2.2**
*Η κλίση της ευθείας στη γραφική παράσταση θέσης – χρόνου ισούται με τη μέση διανυσματική ταχύτητα.*

**Βήμα 1ο:** Επιλέγουμε δύο σημεία Α και Β ***πάνω στην ευθεία*** της θέσης.

**Βήμα 2ο:** Υπολογίζουμε πόσο πρέπει να μετακινηθούμε στον κατακόρυφο άξονα, για να πάμε από το σημείο Α στο σημείο Β.

$$\Delta x = x_B - x_A$$

**Βήμα 3ο:** Υπολογίζουμε πόσο πρέπει να μετακινηθούμε στον οριζόντιο άξονα, για να πάμε από το σημείο Α στο σημείο Β.

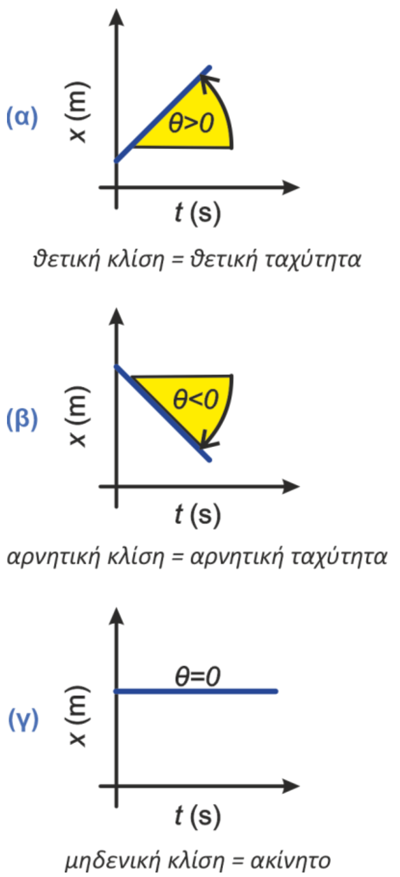
$$\Delta t = t_B - t_A$$

**Βήμα 4ο:** Διαιρούμε τη μεταβολή στον κατακόρυφο άξονα με τη μεταβολή στον οριζόντιο άξονα. Το πηλίκο της διαίρεσης ονομάζεται κλίση και ισούται με τη μέση διανυσματική ταχύτητα.

$$\kappa\lambda\acute{\iota}\sigma\eta = \frac{\mu\varepsilon\tau\alpha\beta o\lambda\acute{\eta}\ \sigma\tau o\nu\ \kappa\alpha\tau\alpha\kappa\acute{o}\rho\upsilon\varphi o\ \acute{\alpha}\xi o\nu\alpha}{\mu\varepsilon\tau\alpha\beta o\lambda\acute{\eta}\ \sigma\tau o\nu\ o\rho\iota\zeta\acute{o}\nu\tau\iota o\ \acute{\alpha}\xi o\nu\alpha}$$

$$\Rightarrow \kappa\lambda\acute{\iota}\sigma\eta = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \mu\acute{\varepsilon}\sigma\eta\ \delta\iota\alpha\nu\upsilon\sigma\mu\alpha\tau\iota\kappa\acute{\eta}\ \tau\alpha\chi\acute{\upsilon}\tau\eta\tau\alpha$$

*Η **κλίση** της ευθείας στη γραφική παράσταση θέσης – χρόνου ισούται με τη **μέση διανυσματική ταχύτητα**.*



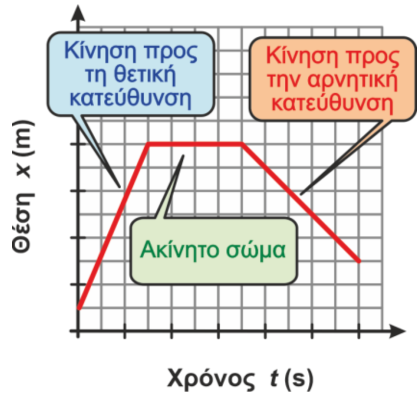

**Εικόνα 2.20**
*Η κλίση της ευθείας θέσης – χρόνου δίνει ποιοτικά χαρακτηριστικά της κίνησης.*

Η κλίση στη γραφική παράσταση θέσης – χρόνου μας βοηθά επίσης να ερμηνεύσουμε ποιοτικά μία κίνηση, χωρίς αριθμητικούς υπολογισμούς. Μπορούμε, για παράδειγμα, να προσδιορίσουμε αν το σώμα κινείται προς τη θετική ή προς την αρνητική κατεύθυνση ή, ακόμα, αν είναι ακίνητο. Επίσης, συγκρίνοντας τις κλίσεις δύο ευθειών μπορούμε να προσδιορίσουμε ποιο σώμα κινείται με μεγαλύτερη ταχύτητα ή προς ποια κατεύθυνση κινείται.

*Ευθεία με **<u>θετική κλίση</u>** σημαίνει ότι το σώμα κινείται προς τη **<u>θετική κατεύθυνση</u>*** (εικόνα 2.20.α).

*Ευθεία με **<u>αρνητική κλίση</u>** σημαίνει ότι το σώμα κινείται προς την **<u>αρνητική κατεύθυνση</u>*** (εικόνα 2.20.β).

*Ευθεία με **<u>μηδενική κλίση</u> (οριζόντια)** σημαίνει ότι το σώμα είναι **<u>ακίνητο</u>*** (εικόνα 2.20.γ).

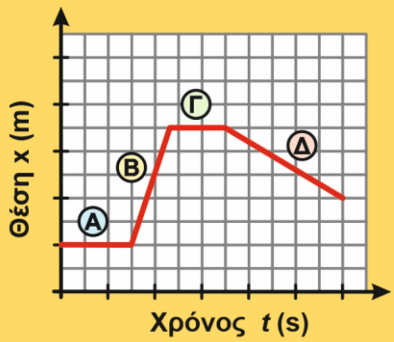



**Εικόνα 2.21**
*Η κλίση της ευθείας στη γραφική παράσταση θέσης – χρόνου δηλώνει την κατεύθυνση της κίνησης.*

**Παράδειγμα 2.6**

Σας δίνεται η γραφική παράσταση θέσης – χρόνου, η οποία περιγράφει την κίνηση ενός σώματος (γραφική παράσταση 2.3). Η γραφική παράσταση χωρίζεται σε τέσσερα τμήματα Α, Β, Γ και Δ.

Να προσδιορίσετε για κάθε τμήμα της γραφικής παράστασης, αν το σώμα κινείται προς τη θετική ή προς την αρνητική κατεύθυνση ή αν είναι ακίνητο.




**Γραφική παράσταση 2.3**

**Απάντηση:**

Στα τμήματα Α και Γ το σώμα είναι ακίνητο, επειδή η κλίση είναι μηδέν.

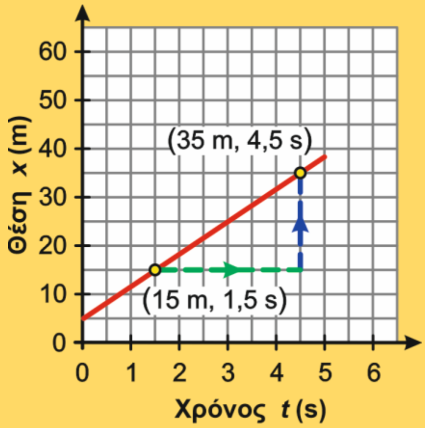
Στο τμήμα Β το σώμα κινείται προς τη θετική κατεύθυνση.

Στο τμήμα Δ το σώμα κινείται προς την αρνητική κατεύθυνση.

**Παράδειγμα 2.7**

Σας δίνεται η γραφική παράσταση θέσης – χρόνου (γρ. παρ. 2.4), για την κίνηση ενός αυτοκινήτου. Με τη βοήθεια της γραφικής παράστασης:

**(α)** Να εξηγήσετε αν το αυτοκίνητο αρχίζει να κινείται από το σημείο αναφοράς ή από κάποια άλλη θέση και αν ναι, να προσδιορίσετε τη θέση αυτή.
**(β)** Να υπολογίσετε την ταχύτητα του αυτοκινήτου.




Γραφική παράσταση 2.4

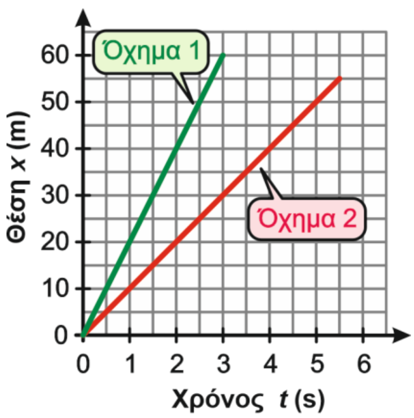
**Απάντηση:**

**(α)** Η ευθεία της θέσης τέμνει τον άξονα των θέσεων στο σημείο $x = 5$ m. Συνεπώς, το αυτοκίνητο τη χρονική στιγμή $t = 0$ s το αυτοκίνητο βρίσκεται στη θέση $x = 5$ m και όχι στο σημείο αναφοράς (θέση $x = 0$ m).

**(β)** Η ταχύτητα υπολογίζεται από την κλίση της ευθείας.

$$\kappa\lambda \acute{\iota}\sigma\eta = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \upsilon = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

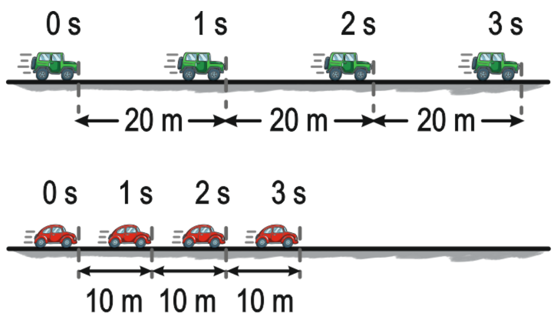
$$\Rightarrow \upsilon = \frac{35\ \mathrm{m} - 15\ \mathrm{m}}{4{,}5\ \mathrm{s} - 1{,}5\ \mathrm{s}} = \frac{20}{3}\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \Rightarrow \upsilon = 6{,}67\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$




Γραφική παράσταση 2.5
*Όσο μεγαλύτερη είναι η γωνία μεταξύ της γραμμής της ταχύτητας και του άξονα του χρόνου, τόσο μεγαλύτερο είναι το μέτρο της ταχύτητας.*

Τα οχήματα της εικόνας 2.22 κινούνται με διαφορετικές ταχύτητες προς τη θετική κατεύθυνση. Το όχημα 1 κινείται με ταχύτητα 20 m/s ενώ το όχημα 2 κινείται με ταχύτητα 10 m/s. Η κίνηση των δύο οχημάτων παρουσιάζεται σε κοινή γραφική παράσταση θέσης – χρόνου (γραφική παράσταση 2.5).

Παρατηρούμε ότι όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα ενός σώματος, τόσο μεγαλύτερη είναι η κλίση της ευθείας στη γραφική παράσταση θέσης – χρόνου.




Εικόνα 2.22

**Έλεγξε τι έμαθες!**

**3.** Από τη γραφική παράσταση 2.5 να προσδιορίσετε τη θέση του οχήματος 1 και του οχήματος 2 τη χρονική στιγμή $t$ = 2,5 s.

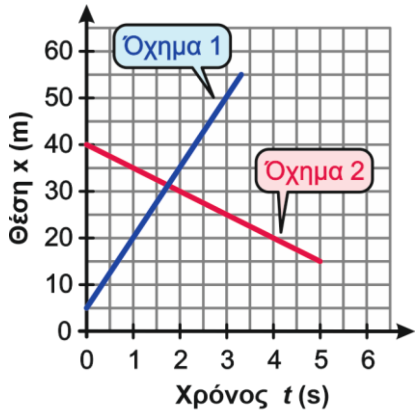
**(α)** $x_1 = 40\ \mathrm{m}$ και $x_2 = 20\ \mathrm{m}$

**(β)** $x_1 = 2{,}5\ \mathrm{m}$ και $x_2 = 2{,}5\ \mathrm{m}$

**(γ)** $x_1 = 35\ \mathrm{m}$ και $x_2 = 35\ \mathrm{m}$

**(δ)** $x_1 = 50\ \mathrm{m}$ και $x_2 = 25\ \mathrm{m}$

Η γραφική παράσταση 2.6, παρουσιάζει την κίνηση δύο οχημάτων. Το όχημα 1 διανύει 15 m κάθε 1 s, ενώ το σώμα 2 διανύει 5 m κάθε 1 s. Οι δύο ευθείες έχουν διαφορετική κλίση. Για το όχημα 1, η τιμή της κλίσης είναι μεγάλη ενώ για το όχημα 2, η τιμή της κλίσης είναι μικρή. Στο σημείο που τέμνονται οι δύο ευθείες, τα οχήματα απέχουν την ίδια απόσταση από το σημείο αναφοράς, δηλαδή βρίσκονται στην ίδια θέση αλλά, δεν έχουν την ίδια ταχύτητα, αφού οι δύο ευθείες έχουν διαφορετική κλίση. Το όχημα 2 κινείται προς την αρνητική κατεύθυνση, ενώ το όχημα 1 κινείται προς τη θετική κατεύθυνση.




**Γραφική παράσταση 2.6**
*Κίνηση προς αντίθετες κατευθύνσεις με διαφορετικές ταχύτητες.*

**Έλεγξε τι έμαθες!**

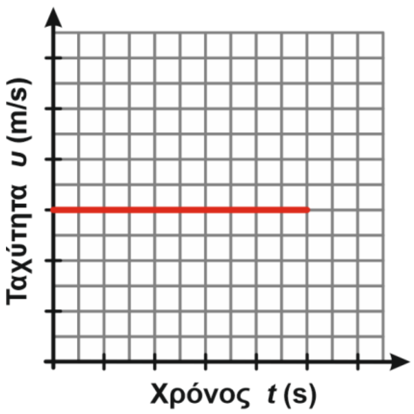
**4.** Να επιλέξετε ποιες από τις πιο κάτω προτάσεις, οι οποίες αφορούν στη γραφική παράσταση 2.6, είναι ορθές.

**(α)** Η μέση αριθμητική ταχύτητα του οχήματος 1 είναι μεγαλύτερη από τη μέση αριθμητική ταχύτητα του οχήματος 2.

**(β)** Στο σημείο που τέμνονται οι δύο ευθείες, τα οχήματα έχουν την ίδια ταχύτητα.

**(γ)** Στο σημείο που τέμνονται οι δύο ευθείες, τα οχήματα απέχουν την ίδια απόσταση από το σημείο αναφοράς.

**(δ)** Τα δύο οχήματα κινούνται συνεχώς με σταθερές ταχύτητες.



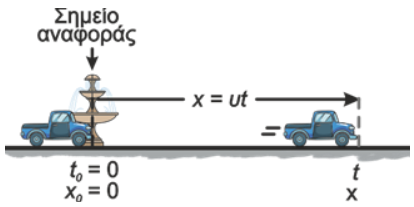

**Γραφική παράσταση 2.7**
*Γραφική παράσταση ταχύτητας – χρόνου για σώμα που κινείται με σταθερή ταχύτητα.*

### *2.3.β Γραφική παράσταση ταχύτητας - χρόνου*

Όταν ένα σώμα κινείται με σταθερή ταχύτητα, σημαίνει ότι για κάθε χρονική στιγμή η στιγμιαία του ταχύτητα θα έχει την ίδια τιμή. Γι' αυτό, σε μια γραφική παράσταση ταχύτητας – χρόνου, η γραμμή της ταχύτητας θα είναι μία οριζόντια ευθεία, όπως φαίνεται στη γραφική παράσταση 2.7. Σε αυτή την περίπτωση λέμε ότι το σώμα εκτελεί ***ευθύγραμμη ομαλή κίνηση***.

*Όταν ένα σώμα κινείται σε ευθεία γραμμή με σταθερή ταχύτητα, λέμε ότι εκτελεί **ευθύγραμμη ομαλή κίνηση**.*

### *2.3.γ Σχέση θέσης, ταχύτητας και χρόνου στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση*




**Εικόνα 2.23**

Το όχημα της εικόνας 2.23 αρχίζει τη χρονική στιγμή $t_0$ να κινείται ευθύγραμμα από το σημείο αναφοράς με σταθερή ταχύτητα. Αν θέλουμε να μάθουμε σε ποια θέση θα βρίσκεται το όχημα σε μια επόμενη χρονική στιγμή $t$, τότε γνωρίζοντας τη μέση διανυσματική του ταχύτητα και υπολογίζοντας το χρονικό διάστημα μεταξύ της χρονικής στιγμής $t$ και της χρονικής στιγμής $t_0$ μπορούμε να υπολογίσουμε τη μετατόπιση του οχήματος και άρα πόσο θα απέχει από την αρχική του θέση. Επειδή το όχημα κινείται σε σταθερή κατεύθυνση, το μέτρο της μετατόπισής του ισούται με την απόσταση που κάλυψε.

Για να υπολογίσουμε τη μετατόπιση ενός σώματος σε χρονικό διάστημα $\Delta t$, πολλαπλασιάζουμε τη μέση διανυσματική του ταχύτητα με το χρονικό διάστημα.

$$\boldsymbol{\Delta x = \upsilon \Delta t}$$

Η πιο πάνω σχέση προκύπτει εύκολα και από τον ορισμό της μέσης διανυσματικής ταχύτητας, λύνοντας την εξίσωση ως προς τη μετατόπιση $\Delta x$.

$$\upsilon = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \upsilon \cdot \Delta t = \frac{\Delta x}{\cancel{\Delta t}} \cdot \cancel{\Delta t} \Rightarrow \upsilon \Delta t = \Delta x \Rightarrow \Delta x = \upsilon \Delta t$$

Αν ένα σώμα τη χρονική στιγμή μηδέν βρίσκεται στο σημείο αναφοράς ($t_0 = 0\ \mathrm{s}, x_0 = 0\ \mathrm{m}$), η πιο πάνω εξίσωση παίρνει την απλούστερη μορφή, η οποία φαίνεται πιο κάτω.

$$x - x_0 = \upsilon(t - t_o) \Rightarrow x - 0 = \upsilon(t - 0) \Rightarrow x = \upsilon t$$

$$\boldsymbol{x = \upsilon t}$$

**Παράδειγμα 2.8**

Ένα αυτοκίνητο κινείται σε ευθύγραμμο δρόμο με ταχύτητα 15 $\mathrm{m/s}$. Πόση διανυόμενη απόσταση θα έχει καλύψει σε χρονικό διάστημα 12 s;

**Απάντηση:**
Επειδή το αυτοκίνητο κινείται ευθύγραμμα, η διανυόμενη απόσταση ισούται με το μέτρο της μετατόπισής του, $s = |\Delta x|$.

$$\Delta x = \upsilon \Delta t \ \Rightarrow \Delta x = \left(15 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right) \times (12\ \mathrm{s})$$

$$\Rightarrow \Delta x = 180\ \mathrm{m} \ \Rightarrow \mathrm{s} = 180\ \mathrm{m}$$

**Παράδειγμα 2.9**

Ένα αυτοκίνητο κινείται ευθύγραμμα με σταθερή ταχύτητα 10 $\mathrm{m/s}$. Πόσο χρονικό διάστημα χρειάζεται για να καλύψει διανυόμενη απόσταση $s$ = 360 m;

**Απάντηση:**
Επειδή το αυτοκίνητο κινείται ευθύγραμμα, η διανυόμενη απόσταση ισούται με το μέτρο της μετατόπισής του, $s = |\Delta x|$.

Λύνουμε τη σχέση $\Delta x = \upsilon \Delta t$ ως προς το χρονικό διάστημα $\Delta t$.

$$\Delta x = \upsilon \Delta t \ \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta x}{\upsilon} \Rightarrow \Delta t = \frac{360\ \mathrm{m}}{10 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}$$

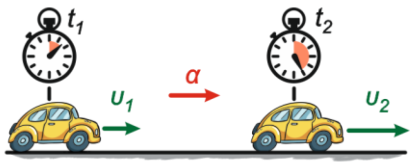
$$\Rightarrow \Delta t = 36\ \mathrm{s}$$

## 2.4. Ευθύγραμμη κίνηση με μεταβαλλόμενη ταχύτητα

Σε πολλές περιπτώσεις σωμάτων τα οποία κινούνται ευθύγραμμα η ταχύτητα αλλάζει, όπως όταν ένα αυτοκίνητο πλησιάζει σε έναν φωτεινό σηματοδότη με αναμμένο το κόκκινο ή ένα αεροπλάνο που τροχοδρομεί για να απογειωθεί ή μία μπάλα που την πετάμε προς τα πάνω ή προς τα κάτω. Σε αυτές τις περιπτώσεις η στιγμιαία ταχύτητα του σώματος μεταβάλλεται και μπορεί να μεταβάλλεται γρήγορα ή μπορεί να μεταβάλλεται αργά.

Για να περιγράψουμε τη μεταβολή της ταχύτητας ενός σώματος σε ένα χρονικό διάστημα ορίζουμε ένα φυσικό μέγεθος, το οποίο ονομάζεται ***επιτάχυνση***.

Η επιτάχυνση περιγράφει τον ρυθμό με τον οποίο μεταβάλλεται η στιγμιαία ταχύτητα ενός σώματος. Αν ένα σώμα τη χρονική στιγμή $t_1$ έχει στιγμιαία ταχύτητα $\upsilon_1$ και τη χρονική στιγμή $t_2$ έχει στιγμιαία ταχύτητα $\upsilon_2$, τότε το πηλίκο της μεταβολής της στιγμιαίας ταχύτητας $\Delta\upsilon$ προς το αντίστοιχο χρονικό διάστημα $\Delta t$ δίνει τον ρυθμό μεταβολής της ταχύτητας του σώματος.




**Εικόνα 2.24**
*Καθώς το αυτοκίνητο κινείται με επιτάχυνση α, η στιγμιαία του ταχύτητα μεταβάλλεται από $\upsilon_1$ σε $\upsilon_2$ σε χρονικό διάστημα $\Delta t = t_2 - t_1$.*

*Η **μέση επιτάχυνση** ενός σώματος ισούται με το πηλίκο της μεταβολής της στιγμιαίας ταχύτητας Δυ του σώματος, προς το αντίστοιχο χρονικό διάστημα Δt, στο οποίο συνέβη η μεταβολή αυτή.*

$$\boldsymbol{\alpha = \frac{\Delta \upsilon}{\Delta t} = \frac{\upsilon_2 - \upsilon_1}{t_2 - t_1}}$$

**Εικόνα 2.25**
*Ο δρομέας τη στιγμή της εκκίνησης έχει μηδενική ταχύτητα, αλλά μεγάλη επιτάχυνση.*

Από τον ορισμό της επιτάχυνσης βλέπουμε ότι είναι ένα παράγωγο, διανυσματικό φυσικό μέγεθος με μονάδα μέτρησης στο S.I. το $\mathrm{m/s/s}$ ή $\mathrm{m/s^2}$.

Αν η στιγμιαία ταχύτητα ενός σώματος τη χρονική στιγμή $t_2$ είναι μικρότερη από τη στιγμιαία του ταχύτητα τη χρονική στιγμή $t_1$, τότε η μέση επιτάχυνση του σώματος θα είναι αρνητική. Αν οι στιγμιαίες ταχύτητες $\upsilon_1$ και $\upsilon_2$ είναι ίσες, τότε η μέση επιτάχυνση θα είναι μηδέν. Δηλαδή, η μέση επιτάχυνση μπορεί να πάρει τιμές θετικές, αρνητικές ή και την τιμή μηδέν.

Συγκρίνοντας την επιτάχυνση με την ταχύτητα, μπορούμε να πούμε ότι:

- Η επιτάχυνση δίνει τον ρυθμό με τον οποίο αλλάζει η ταχύτητα ενός σώματος.
- Η ταχύτητα δίνει τον ρυθμό με τον οποίο αλλάζει η θέση ενός σώματος.


**Εικόνα 2.26**
*Το αυτοκίνητο στον αγώνα επιτάχυνσης από την ηρεμία (drag race) ξεκινά με πολύ μεγάλη επιτάχυνση αλλά η αρχική του ταχύτητα είναι μηδέν.*

Συνεπώς, αν η επιτάχυνση ενός σώματος είναι μηδέν, δεν σημαίνει ότι και η ταχύτητά του είναι μηδέν, αλλά σημαίνει ότι η ταχύτητά του δεν μεταβάλλεται. Ακόμα, αν η ταχύτητα ενός σώματος σε μια χρονική στιγμή είναι μηδέν, δεν σημαίνει ότι η επιτάχυνσή του είναι μηδέν. Για παράδειγμα, ένας αθλητής του στίβου ή ένα αυτοκίνητο κούρσας, κατά τη χρονική στιγμή της εκκίνησής τους αρχίζουν να κινούνται από την ηρεμία (αρχική ταχύτητα μηδέν) με μεγάλη επιτάχυνση, όπως φαίνεται στις εικόνες 2.25 και 2.26.

### Έλεγξε τι έμαθες!

**5.** Δύο αυτοκίνητα Α και Β κινούνται ευθύγραμμα στην ίδια κατεύθυνση με διαφορετική μέση επιτάχυνση. Το αυτοκίνητο Α έχει μεγαλύτερη μέση επιτάχυνση από το αυτοκίνητο Β. Αυτό σημαίνει ότι:

**(α)** Το αυτοκίνητο Α κινείται συνεχώς με μεγαλύτερη ταχύτητα από το αυτοκίνητο Β.

**(β)** Στο ίδιο χρονικό διάστημα $\varDelta t$ η ταχύτητα του αυτοκινήτου Α μεταβάλλεται περισσότερο από την ταχύτητα του αυτοκινήτου Β.

### Παράδειγμα 2.10

Ένα αυτοκίνητο ξεκινά από την ηρεμία και κινείται με σταθερή επιτάχυνση και σε χρονικό διάστημα 4 s η ταχύτητά του γίνεται 12 m/s.

Να υπολογίσετε τη μέση επιτάχυνση του αυτοκινήτου.

**Απάντηση:**

$$\alpha = \frac{\varDelta \upsilon}{\varDelta t} \Rightarrow a = \frac{(12\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} - 0\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}})}{4\ s}$$

$$\Rightarrow a = 3\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$$

### Παράδειγμα 2.11

Ένα αυτοκίνητο κινείται ευθύγραμμα με σταθερή επιτάχυνση 3 m/s². Αν τη χρονική στιγμή $t_1$ = 2 s η στιγμιαία ταχύτητα του αυτοκινήτου είναι 9 m/s, σε ποια χρονική στιγμή η στιγμιαία ταχύτητα του αυτοκινήτου θα είναι 13,5 m/s;

**Απάντηση:**

$$\alpha = \frac{\varDelta \upsilon}{\varDelta t} \Rightarrow \alpha = \frac{\upsilon_2 - \upsilon_1}{t_2 - t_1} \Rightarrow \upsilon_2 - \upsilon_1 = \alpha(t_2 - t_1)$$

$$\Rightarrow 13{,}5\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} - 9\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = 3\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}(t_2 - 2\ s) \Rightarrow$$

$$4{,}5\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} + 6\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = \left(3\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}\right)t_2 \Rightarrow t_2 = \frac{10{,}5\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{3\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}}$$

$$\Rightarrow t_2 = 3{,}5\ \mathrm{s}$$

## 2.5. Ερωτήσεις - Ασκήσεις

**1 |** Ποιο από τα πιο κάτω φυσικά μεγέθη εξαρτάται από την αρχική και την τελική θέση ενός σώματος;

**(A)** Διανυόμενη απόσταση **(B)** Μετατόπιση

**2 |** Πώς ονομάζεται το σύνολο των διαδοχικών θέσεων από τις οποίες πέρασε ένα σώμα κατά την κίνησή του;

**(A)** Μετατόπιση **(B)** Διανυόμενη απόσταση **(Γ)** Τροχιά **(Δ)** Θέση

**3 |** Να αντιστοιχίσετε τις μονάδες μέτρησης της αριστερής στήλης με τα φυσικά μεγέθη της δεξιάς στήλης. (Σημείωση: κάποια μονάδα μέτρησης μπορεί να αντιστοιχεί σε περισσότερα από ένα φυσικά μεγέθη)

| | |
|---|---|
| | επιτάχυνση |
| $\frac{m}{s}$ | απόσταση |
| $m$ | θέση |
| $\frac{m}{s^2}$ | ταχύτητα |
| | μετατόπιση |

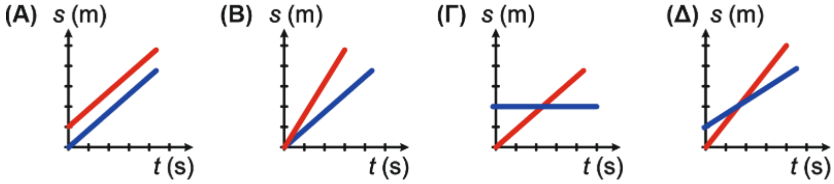
**4 |** Όταν ένα σώμα κινείται ευθύγραμμα με σταθερή ταχύτητα, με ποια από τις παρακάτω σχέσεις μπορούμε να υπολογίσουμε την απόσταση που διανύει σε χρονικό διάστημα Δt;

**(A)** $s = \upsilon/m$ , **(B)** $s = \upsilon\Delta t$, **(Γ)** $s = \upsilon/\Delta t$, **(Δ)** $s = \Delta t/\upsilon$

**5 |** Να αντιστοιχίσετε τους τρόπους κίνησης της αριστερής στήλης με τις ταχύτητες της δεξιάς στήλης, έτσι ώστε η τιμή να είναι ρεαλιστική.

| τρόπος κίνησης | ταχύτητα $(\mathrm{m/s})$ |
|---|---|
| περπάτημα | 5 |
| τρέξιμο | 1,5 |
| ποδηλασία | 15 – 30 |
| αυτοκίνητο | 7 |
| αεροπλάνο | 250 |

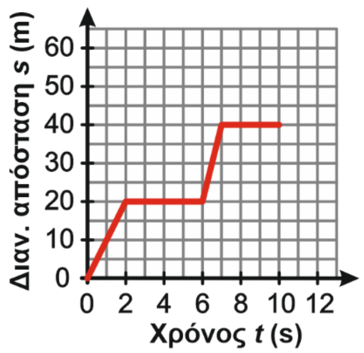
**6 |** Να αντιστοιχίσετε τις γραφικές παραστάσεις Α, Β, Γ και Δ με τις περιγραφές (i), (ii), (iii) και (iv) των κινήσεων δύο σωμάτων.




**Εικόνα 2.27**

| | *Περιγραφή* | *Γραφική παράσταση* |
|---|---|---|
| (i) | *Το ένα σώμα είναι ακίνητο και το άλλο σώμα κινείται με σταθερή ταχύτητα.* | |
| (ii) | *Τα δύο σώματα κινούνται με σταθερές ταχύτητες και η μεταξύ τους απόσταση αυξάνεται συνέχεια.* | |
| (iii) | *Τα δύο σώματα κινούνται με την ίδια ταχύτητα.* | |
| (iv) | *Τα δύο σώματα κινούνται με διαφορετικές ταχύτητες και σε κάποια χρονική στιγμή συναντιούνται.* | |

**7 |** Η πιο κάτω γραφική παράσταση περιγράφει την κίνηση ενός αυτοκινήτου.




**Γραφική παράσταση 2.8**

Να βάλετε τις προτάσεις Α, Β, Γ και Δ στη σωστή χρονική σειρά, ώστε να περιγράφουν ορθά την κίνηση.

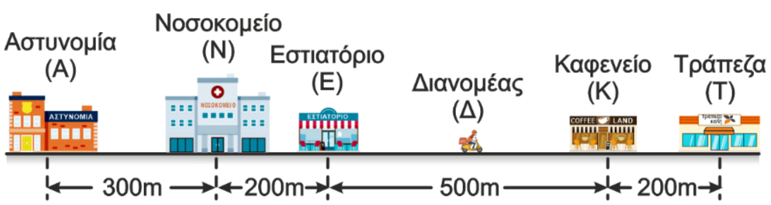
**(Α)** Κίνηση με σταθερή ταχύτητα 20 $\mathrm{m/s}$

**(Β)** Ακίνητο για 4 s

**(Γ)** Κίνηση με σταθερή ταχύτητα 10 $\mathrm{m/s}$

**(Δ)** Ακίνητο για 3 s

**8 |** Ένας διανομέας φαγητού ξεκινά από το εστιατόριο (Ε) και πηγαίνει στην τράπεζα (Τ) για να παραδώσει μία παραγγελία και ακολούθως από την τράπεζα πηγαίνει στην αστυνομία (Α), για να παραδώσει την επόμενη παραγγελία.




**Εικόνα 2.28**

**(Α)** Να επιλέξετε ένα από τα σημεία Α, Ν, Ε, Κ και Τ ως σημείο αναφοράς και να υπολογίσετε:

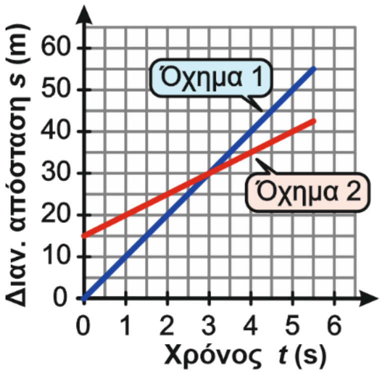
(i) τη μετατόπιση του διανομέα και

(ii) την απόσταση που διένυσε.

**(Β)** Να επιλέξετε ένα σημείο αναφοράς, διαφορετικό από το σημείο που επιλέξατε στο ερώτημα (Α) και να υπολογίσετε ξανά τη μετατόπιση του διανομέα, ως προς το νέο σημείο αναφοράς.

**(Γ)** Να συγκρίνετε το αποτέλεσμα της μετατόπισης στο ερώτημα **(Α)** με το αποτέλεσμα της μετατόπισης στο ερώτημα **(Β)**.

**9 |** Δύο οχήματα κινούνται σε ευθεία γραμμή με σταθερή ταχύτητα και η κίνησή τους παρουσιάζεται σε κοινή γραφική παράσταση απόστασης – χρόνου.




**Γραφική παράσταση 2.9**

**(Α)** Να υπολογίσετε την ταχύτητα του κάθε οχήματος.

**(Β)** Να εξηγήσετε αν τη χρονική στιγμή 3 s, τα δύο οχήματα έχουν την ίδια ταχύτητα ή όχι.

**(Γ)** Ποιο από τα δύο οχήματα διένυσε μεγαλύτερη απόσταση στο χρονικό διάστημα από 1 s μέχρι 2 s;

**10 |** Ένα αυτοκίνητο κινείται σε μία ευθεία διαδρομή με σταθερή ταχύτητα 12 m/s. Να υπολογίσετε το χρονικό διάστημα που χρειάζεται για να διανύσει απόσταση 0,5 km.

**11 |** Ένας δρομέας διανύει απόσταση 5 km σε χρονικό διάστημα 20 min. Να υπολογίσετε τη μέση αριθμητική ταχύτητα του δρομέα.

**12 |** Η ταχύτητα ενός αυτοκινήτου αυξάνεται κατά 3 m/s σε χρονικό διάστημα 2 s. Να υπολογίσετε την επιτάχυνση του αυτοκινήτου.

**13 |** Ένα αυτοκίνητο ξεκινά από την ηρεμία να κινείται σε ευθεία διαδρομή. Στο πρώτο δευτερόλεπτο της κίνησής του διένυσε απόσταση 2 m και μέχρι το δεύτερο δευτερόλεπτο της κίνησής του διένυσε απόσταση 8 m. Μπορείτε να συμπεράνετε αν το αυτοκίνητο κινείται με σταθερή ταχύτητα ή όχι;

**14 |** Ένα μεγάλο επιβατικό αεροσκάφος ξεκινά από την ηρεμία να κινείται, στον διάδρομο απογείωσης για χρονικό διάστημα 32,8 s, μέχρι η ταχύτητά του να γίνει 82 m/s. Να υπολογίσετε την επιτάχυνση του αεροπλάνου.

**15 |** Ο αθλητής της κούρσας των 100 m τη στιγμή της εκκίνησης έχει αρχική ταχύτητα 0 m/s. Να εξηγήσετε αν και η επιτάχυνση του αθλητή τη στιγμή της εκκίνησης, είναι επίσης μηδέν ή όχι.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΚΙΝΗΣΕΙΣ

## Δραστηριότητες

## 2.1 Φυσικά μεγέθη της κίνησης

Για να μπορούμε να περιγράψουμε την κίνηση ενός σώματος, πρέπει να γνωρίζουμε τη θέση του σε κάθε χρονική στιγμή. Η δήλωση της θέσης ενός σώματος, είτε πρόκειται για ένα άστρο είτε πρόκειται για ένα κτήριο ή οτιδήποτε άλλο, γίνεται με συγκεκριμένο τρόπο και έχει κάποια χαρακτηριστικά.

Για την περιγραφή της κίνησης χρησιμοποιούμε τα φυσικά μεγέθη θέση, μετατόπιση, διανυόμενη απόσταση, χρονική στιγμή και χρονικό διάστημα. Επίσης, η ταχύτητα και η επιτάχυνση είναι δύο σημαντικά μεγέθη της κίνησης.

### 2.1.α Χρονική στιγμή t και χρονικό διάστημα Δt

Ένας μαθητής, *τη στιγμή που αρχίζει να περπατά* κοιτάζει το ρολόι του που γράφει **12:45:12**, ενώ τη στιγμή που σταματά, το κοιτάζει ξανά και γράφει **12:58:40**.

Χρονικές στιγμές

**Εικόνα 2.29**

Οι ενδείξεις του ρολογιού 12:45:12 και 12:58:40 είναι οι **χρονικές στιγμές** που συνέβησαν η *έναρξη* της κίνησης και η *λήξη* της κίνησης, αντίστοιχα.

Η διαφορά αυτών των δύο χρονικών στιγμών, μας δίνει το **χρονικό διάστημα** που διήρκησε η κίνηση.

$$\Delta t = t_{τελ} - t_{αρχ}$$

12:58:40 –

12:45:12

00:13:28

Άρα, η κίνηση διήρκησε χρονικό διάστημα 13 λεπτά και 28 δευτερόλεπτα ή στο S.I., Δt = 808 s [Δt = 13 x (60 s)+ 28 s].

Για να βρούμε το χρονικό διάστημα θα πρέπει να αφαιρέσουμε τα εκατοστά με τα εκατοστά, τα δευτερόλεπτα με τα δευτερόλεπτα, τα λεπτά με τα λεπτά και τις ώρες με τις ώρες.

Θυμηθείτε ότι ο χρόνος γράφεται ως:

### Εφαρμογή 1: Υπολογισμός χρονικού διαστήματος

Ένας δρομέας καταγράφει τον ρυθμό με τον οποίο τρέχει, με τη βοήθεια ειδικής εφαρμογής στο κινητό του. Τη στιγμή της εκκίνησης το χρονόμετρο μηδενίζεται και μετά καταγράφει τη χρονική στιγμή για κάθε 1 km που διανύει. Στον πίνακα που ακολουθεί, φαίνονται οι πρώτες τρεις χρονικές στιγμές.

| Απόσταση (km) | Χρονική στιγμή |
|---|---|
| 0,0 | 00:00:00,00 |
| 1,0 | 00:03:01,21 |
| 2,0 | 00:06:13,45 |

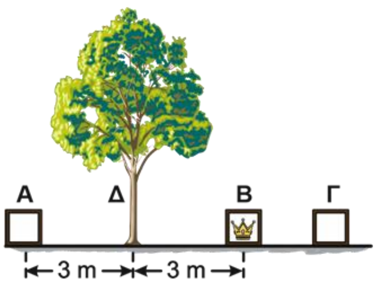
Να υπολογίσετε το χρονικό διάστημα που χρειάστηκε για να διανύσει:

**(α)** το πρώτο χιλιόμετρο της διαδρομής του

**(β)** το δεύτερο χιλιόμετρο της διαδρομής του.

### 2.1.β Θέση x

Η εικόνα 2.30 δείχνει τρία κιβώτια Α, Β και Γ δίπλα από ένα δέντρο (Δ). Τα κιβώτια Α και Γ είναι άδεια, ενώ το κιβώτιο Β περιέχει ένα πολύτιμο αντικείμενο.



Εικόνα 2.30

**i.** Ποια από τις πιο κάτω οδηγίες περιγράφει σωστά τη θέση του κιβωτίου με το πολύτιμο αντικείμενο; [Σημείωση: να γράψετε στην τρίτη στήλη του πίνακα ποιο ή ποια κιβώτια αντιστοιχούν στην κάθε οδηγία.]

| Α/Α | Οδηγία | Κιβώτιο/α |
|---|---|---|
| 1 | Βρίσκεται **δεξιά** από το δέντρο | |
| 2 | Βρίσκεται σε **απόσταση 3 m** από το δέντρο | |
| 3 | Βρίσκεται σε **απόσταση 3 m**, **δεξιά** από το δέντρο | |

**ii.** Με βάση τις απαντήσεις σας στο πιο πάνω ερώτημα, να απαντήσετε ΝΑΙ ή ΟΧΙ στα πιο κάτω.

| Α/Α | Ερώτηση | ΝΑΙ/ΟΧΙ |
|---|---|---|
| 1 | Αν γνωρίζουμε **μόνο την από-σταση** που απέχει ένα σώμα από ένα σημείο αναφοράς, μπορούμε να εντοπίσουμε τη θέση του; | |
| 2 | Αν γνωρίζουμε **μόνο την κατεύ-θυνση** στην οποία βρίσκεται ένα σώμα σε σχέση με ένα σημείο ανα-φοράς, μπορούμε να εντοπίσουμε τη θέση του; | |
| 3 | Αν γνωρίζουμε **την απόσταση** που απέχει ένα σώμα από ένα ση-μείο αναφοράς **και την κατεύ-θυνση**, στην οποία βρίσκεται σε σχέση με αυτό, μπορούμε να εντο-πίσουμε τη θέση του; | |

**iii.** Να συμπληρώσετε με τις λέξεις της παρένθεσης την πιο κάτω πρόταση.

**(αναφοράς, κατεύθυνση, απόσταση)**

*Για να προσδιορίσουμε τη θέση ενός σώματος, πρέπει να δώσουμε πληροφορίες για την ____________ του σε σχέση με ένα σημείο _____________ και την ____________ του από αυτό.*

## 2.1.γ Μονόμετρα και διανυσματικά φυσικά μεγέθη

Τα φυσικά μεγέθη ταξινομούνται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, με βάση την ιδιότητά τους να προσδιορίζονται πλήρως μόνο από το μέτρο τους ή από το μέτρο και την κατεύθυνσή τους.

Τα φυσικά μεγέθη που προσδιορίζονται πλήρως μόνο από το μέτρο τους (π.χ. 5 kg) ονομάζονται ***μονόμετρα*** ενώ τα φυσικά μεγέθη που προσδιορίζονται πλήρως από το μέτρο και την κατεύθυνσή τους (π.χ. 2 m, προς τ' αριστερά), ονομάζονται ***διανυσματικά***.

**i.** Με βάση τις απαντήσεις σας στη δραστηριότητα 2.1β, να εξηγήσετε αν η θέση είναι μονόμετρο ή διανυσματικό φυσικό μέγεθος.

_______________________________________________

_______________________________________________

## 2.1.δ Καθορισμός της θέσης σε άξονα θέσεων

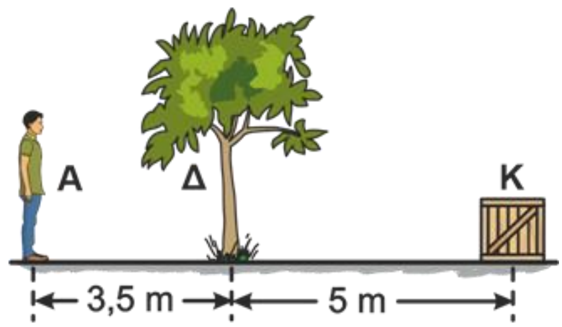
Για τον καθορισμό της θέσης ενός σώματος χρησιμοποιούμε έναν αριθμημένο άξονα, που ονομάζεται ***άξονας θέσεων***. Το σημείο μηδέν στον άξονα ονομάζεται ***σημείο αναφοράς***. Ο άξονας έχει μονάδες μέτρησης μήκους (cm, m, km κλπ).


Εικόνα 2.31

- ✓ Με τους **αρνητικούς αριθμούς** δηλώνουμε τις θέσεις στην **αρνητική κατεύθυνση** και
- ✓ Με τους **θετικούς αριθμούς** δηλώνουμε τις θέσεις στην **θετική κατεύθυνση**.

**i.** Καταγραφή της θέσης

Στην εικόνα που ακολουθεί, ένας άνθρωπος και ένα κιβώτιο βρίσκονται κοντά σε ένα δέντρο σε αποστάσεις 3,5 m και 5 m, αντίστοιχα, από αυτό.




Εικόνα 2.32

Αν θεωρήσουμε ότι η θετική κατεύθυνση βρίσκεται δεξιά από το δέντρο και η αρνητική αριστερά, να καταγράψετε τη θέση του ανθρώπου με σημείο αναφοράς το δέντρο.

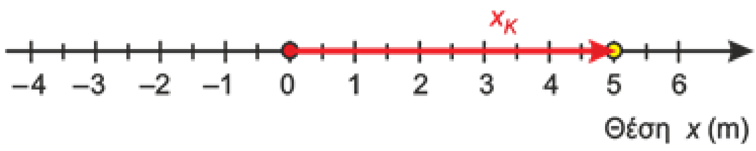
Για το φυσικό μέγεθος θέση στον οριζόντιο άξονα χρησιμοποιούμε το σύμβολο *x*.

| Α/Α | | θέση (πρόσημο και απόσταση) |
|---|---|---|
| 1 | κιβώτιο | $x_K$ = + 5 m |
| 2 | άνθρωπος | $x_A$ = |

**ii.** Το διάνυσμα θέσης

Αναπαριστούμε το διάνυσμα θέσης με ένα βέλος, το οποίο αρχίζει από το σημείο αναφοράς (σημείο μηδέν) και τελειώνει στο σημείο που βρίσκεται το σώμα.

Στον πιο κάτω άξονα θέσεων είναι σχεδιασμένο το διάνυσμα θέσης του κιβωτίου. Να σχεδιάσετε το διάνυσμα θέσης του ανθρώπου.




Εικόνα 2.33

### 2.1.ε Μετατόπιση *Δx*

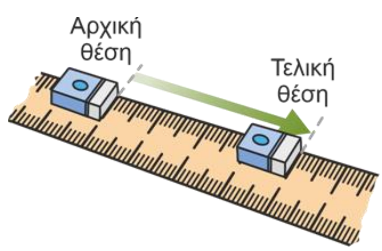
Με το φυσικό μέγεθος μετατόπιση δηλώνουμε το πόσο έχει αλλάξει η θέση ενός σώματος ή διαφορετικά, τη μεταβολή της θέσης.

Για να υπολογίσουμε τη μετατόπιση αφαιρούμε από την τελική θέση ενός σώματος την αρχική του θέση.

$$\Delta x = x_{τελ} - x_{αρχ}$$

### Δραστηριότητα 1

Χρησιμοποιήστε έναν χάρακα μήκους 1 m ως άξονα θέσεων. Η θετική κατεύθυνση είναι από τη θέση 0 cm μέχρι τη θέση 100 cm.

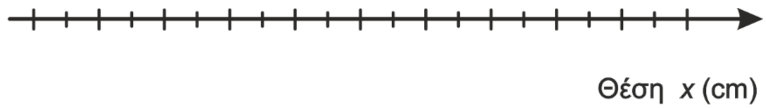



Εικόνα 2.34

**(α)** Να τοποθετήσετε ένα μικρό αντικείμενο (π.χ ένα σβηστήρι) σε μία θέση πάνω στον χάρακα, που να είναι δεκάδα και να είναι κοντά στο 0 cm (π.χ. 10 cm, 20 cm κλπ).
**(β)** Να καταγράψετε την αρχική θέση και να μετακινήσετε το αντικείμενο σε ένα δεύτερο σημείο, πιο κοντά στα 100 cm (πάλι προτιμήστε να είναι δεκάδα).
**(γ)** Να καταγράψετε την τελική θέση.

| Α/Α | θέση | αλγεβρική τιμή |
|---|---|---|
| **1** | αρχική θέση | $x_{αρχ}$ = |
| **2** | τελική θέση | $x_{τελ}$ = |

**(δ)** Να βαθμονομήσετε τον πιο κάτω άξονα θέσεων από το 0 cm μέχρι το 100 cm, ανά 10 cm και να σημειώσετε σε αυτόν την αρχική και την τελική θέση του αντικειμένου. Ακολούθως, να σχεδιάσετε τα διανύσματα της αρχικής και της τελικής θέσης, όπως το παράδειγμα της εικόνας 2.33.




**(ε)** Στον ίδιο άξονα θέσεων, να σχεδιάσετε ένα διάνυσμα που να αρχίζει από την αρχική θέση και να τελειώνει στην τελική θέση. Το διάνυσμα αυτό είναι το ***διάνυσμα της μετατόπισης*** (Δx).

**(στ)** Προς ποιαν κατεύθυνση μετακινήσατε το αντικείμενο; Τη θετική ή την αρνητική;

**(ζ)** Να υπολογίσετε τη μετατόπιση του αντικειμένου.

**(η)** Το αποτέλεσμα που βρήκατε είναι θετικό ή αρνητικό;

Να συμπληρώσετε την πρόταση:

✓ Όταν ένα σώμα μετακινείται προς την ____________ κατεύθυνση, η μετατόπισή του έχει ____________ τιμή.

**(θ)** Να επαναλάβετε τη διαδικασία αλλά, αυτή τη φορά η τελική θέση να είναι πίσω από την αρχική, Δηλαδή η αρχική θέση να είναι κοντά στα 100 cm και η τελική κοντά στο 0 cm. Πάλι, για ευκολία οι θέσεις να είναι δεκάδες.

| Α/Α | θέση | αλγεβρική τιμή |
|---|---|---|
| **1** | αρχική θέση | $x_{αρχ}$ = |
| **2** | τελική θέση | $x_{τελ}$ = |

**(ι)** Να βαθμονομήσετε τον πιο κάτω άξονα θέσεων από το 0 cm μέχρι το 100 cm, ανά 10 cm και να σημειώσετε σε αυτόν την αρχική και την τελική θέση του αντικειμένου. Ακολούθως, να σχεδιάσετε τα διανύσματα της αρχικής θέσης, της τελικής θέσης και της μετατόπισης.


**(ια)** Να υπολογίσετε τη μετατόπιση του αντικειμένου.

**(ιβ)** Το αποτέλεσμα που βρήκατε είναι θετικό ή αρνητικό;

**(ιγ)** Να συμπληρώσετε την πρόταση:

✓ Όταν ένα σώμα μετακινείται προς την ____________ κατεύθυνση, η μετατόπισή του έχει ____________ τιμή.

### 2.1.στ Διανυόμενη απόσταση *s*

Με το φυσικό μέγεθος διανυόμενη απόσταση δηλώνουμε το συνολικό μήκος της διαδρομής που ακολούθησε ένα σώμα για να μετακινηθεί από την αρχική στην τελική του θέση.

Η διανυόμενη απόσταση είναι μονόμετρο φυσικό μέγεθος και δεν ταυτίζεται πάντα με την ευθεία που ενώνει την αρχική και την τελική θέση.

Για να υπολογίσουμε τη διανυόμενη απόσταση, χωρίζουμε τη διαδρομή σε ευθύγραμμα τμήματα και προσθέτουμε *τα μήκη τους*.

## Δραστηριότητα 2

Να χρησιμοποιήσετε τον διάδρομο ευθύγραμμων κινήσεων και ένα εργαστηριακό όχημα.

Στον διάδρομο είναι επικολλημένη μία μετροταινία έτσι ώστε το αριστερό του άκρο να ταυτίζεται με τη θέση 0 cm. Να θεωρήσετε αυτό το άκρο του διαδρόμου ως το σημείο αναφοράς.

**(α)** Να βάλετε το όχημα πάνω στον διάδρομο και σημαδέψτε τη θέση του μπροστινού του μέρους (σημείο Α) πάνω στον διάδρομο (χρησιμοποιήστε αυτοκόλλητο ή μαρκαδόρο λευκού πίνακα).

**(β)** Να σπρώξετε το όχημα προς τα δεξιά, όχι όμως πολύ δυνατά και αφήστε το να κινηθεί έτσι ώστε να κτυπήσει στο εμπόδιο (στόπερ) που βρίσκεται στο δεξί άκρο (σημείο Β) και να επιστρέψει, όπως φαίνεται στην εικόνα.

**(γ)** Όταν το όχημα σταματήσει, να σημαδέψετε τη θέση του μπροστινού του μέρους πάνω στον διάδρομο (σημείο Γ).


Εικόνα 2.35

**(δ)** Να καταγράψετε τις θέσεις Α, Β και Γ και να υπολογίσετε τη συνολική διανυόμενη απόσταση του οχήματος, καθώς και τη μετατόπισή του.

| Α/Α | θέση x (cm) | μήκος ΑΒ (cm) | μήκος ΒΓ (cm) | διανυόμενη απόσταση s = (ΑΒ) + (ΒΓ) | μετατόπιση Δx $\Delta x = x_\Gamma - x_A$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | $x_A$ = | | | | |
| 2 | $x_B$ = | | | | |
| 3 | $x_\Gamma$ = | | | | |

**(ε)** Να επαναλάβετε τη διαδικασία αλλά να φροντίσετε το όχημα να είναι αρχικά, κοντά στο δεξί άκρο, έτσι ώστε όταν σταματήσει, η τελική του θέση να είναι πίσω από την αρχική του θέση.

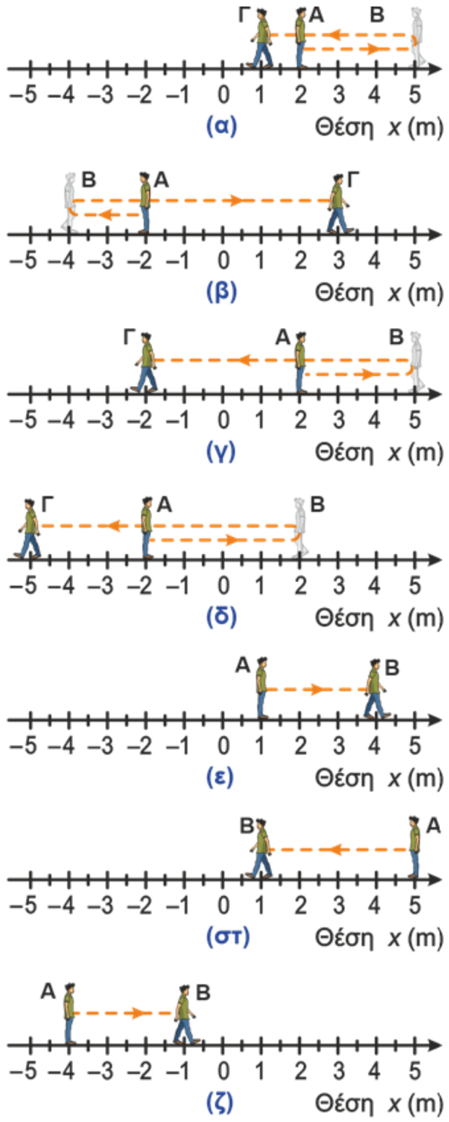
| Α/Α | θέση x (cm) | μήκος ΑΒ (cm) | μήκος ΒΓ (cm) | διανυόμενη απόσταση s = (ΑΒ) + (ΒΓ) | μετατόπιση Δx $\Delta x = x_Γ - x_Α$ |
|---|---|---|---|---|---|
| **1** | $x_Α$ = | | | | |
| **2** | $x_Β$ = | | | | |
| **3** | $x_Γ$ = | | | | |

**(στ)** Να επαναλάβετε τη διαδικασία αλλά, να σπρώξετε ελαφρά το όχημα, ώστε να σταματήσει πριν κτυπήσει στο άκρο του διαδρόμου (να κινηθεί μόνο προς μία κατεύθυνση).

| Α/Α | θέση x (cm) | μήκος ΑΒ (cm) | διανυόμενη απόσταση s = (ΑΒ) | μετατόπιση Δx $\Delta x = x_Β - x_Α$ |
|---|---|---|---|---|
| **1** | $x_Α$ = | | | |
| **2** | $x_Β$ = | | | |

**(ζ)** Να συμπληρώσετε τις προτάσεις.

- ✓ Η διανυόμενη απόσταση παίρνει μόνο __________ τιμές.
- ✓ Η μετατόπιση μπορεί να πάρει __________ ή __________ τιμές.
- ✓ Η διανυόμενη απόσταση ταυτίζεται με το μέτρο της ____________, όταν το σώμα κινείται συνέχεια προς την ίδια ______________ .




Εικόνα 2.36

### Εφαρμογή 2: Υπολογισμός μετατόπισης και διανυόμενης απόστασης.

Για καθεμιά από τις περιπτώσεις της εικόνας 2.36, να υπολογίσετε τη διανυόμενη απόσταση *s* και τη μετατόπιση *Δx*, ακολουθώντας το παράδειγμα της περίπτωσης (α).

| Α/Α | αρχική θέση (m) | τελική θέση (m) | μετατόπιση (m) | απόσταση (m) |
|---|---|---|---|---|
| (α) | 2 | 1 | 1 – 2 = –1 | 3 + 4 = 7 |
| (β) | | | | |
| (γ) | | | | |
| (δ) | | | | |
| (ε) | | | | |
| (στ) | | | | |
| (ζ) | | | | |

### 2.1.ζ Μέση αριθμητική και μέση διανυσματική ταχύτητα.

Με το φυσικό μέγεθος *μέση αριθμητική ταχύτητα* εκφράζουμε το πόσο γρήγορα καλύπτει μία διανυόμενη απόσταση ένα κινούμενο σώμα, ενώ με το φυσικό μέγεθος *μέση διανυσματική ταχύτητα*, δηλώνουμε την αλλαγή της θέσης ενός σώματος σε κάποιο χρονικό διάστημα.

Για να υπολογίσουμε τη μέση αριθμητική ταχύτητα διαιρούμε τη διανυόμενη απόσταση *s* με το αντίστοιχο χρονικό διάστημα *Δt*, ενώ για να υπολογίσουμε τη μέση διανυσματική ταχύτητα, διαιρούμε τη μετατόπιση *Δx* με το αντίστοιχο χρονικό διάστημα *Δt*.

$$\text{μέση αριθμητικη ταχύτητα: } \upsilon_\alpha = \frac{s}{\Delta t}$$

$$\text{μέση διανυσματική ταχύτητα: } \upsilon_\delta = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

**i.** Μονάδες μέτρησης της ταχύτητας

***(α)*** Να γράψετε τη βασική μονάδα μέτρησης στο S.I., των φυσικών μεγεθών *διανυόμενη απόσταση*, *μετατόπιση* και *χρονικό διάστημα.*

| Α/Α | φυσικό μέγεθος | μονάδα μέτρησης |
|---|---|---|
| **1** | $s$ | |
| **2** | $\Delta x$ | |
| **3** | $\Delta t$ | |

**(β)** Με τη βοήθεια των ορισμών των δύο ταχυτήτων να συνδυάστε τις πιο πάνω μονάδες μέτρησης για να βρείτε τη βασική μονάδα μέτρησης της μέσης αριθμητικής και της μέσης διανυσματικής ταχύτητας στο S.I.

| Α/Α | φυσικό μέγεθος | μονάδα μέτρησης |
|---|---|---|
| **1** | $υ_α$ | |
| **2** | $υ_δ$ | |

**(γ)** Να εξηγήσετε αν η ταχύτητα (είτε η διανυσματική είτε η αριθμητική) είναι θεμελιώδες ή παράγωγό φυσικό μέγεθος.

________________________________________

________________________________________

________________________________________

## Δραστηριότητα 3

Για αυτή τη δραστηριότητα θα χρειαστείτε διάδρομο ευθύγραμμης κίνησης, εργαστηριακό όχημα και χρονόμετρο.

Θα υπολογίσετε τη ***μέση αριθμητική*** και τη ***μέση διανυσματική ταχύτητα***.

Το ένα άκρο του διαδρόμου είναι το σημείο αναφοράς ενώ η κίνηση προς το άλλο άκρο θα θεωρείται κίνηση προς τη θετική κατεύθυνση.

**Οδηγίες εκτέλεσης της δραστηριότητας**

- Να τοποθετήσετε το όχημα στον διάδρομο και να σημαδέψετε τη θέση στην οποία βρίσκεται το μπροστινό του τμήματος (με αυτοκόλλητο ή μαρκαδόρο λευκού πίνακα), πάνω στον διάδρομο.
- Να μετρήσετε αντίστροφα από το τρία μέχρι το μηδέν και σπρώξτε το όχημα.
- Να αφήσετε το όχημα να κτυπήσει στο εμπόδιο (θέση Β, εικόνα 2.35) στο δεξί άκρο του διαδρόμου (στόπερ) και να επιστρέψει προς τα πίσω.
- Όταν σταματήσει να κινείται, να σταματήσετε τη χρονομέτρηση και να σημαδέψετε τη θέση του μπροστινού τμήματος του οχήματος στον διάδρομο.
- Επειδή η αρχική χρονική στιγμή ταυτίζεται με την έναρξη της χρονομέτρησης, το χρονικό διάστημα *Δt* ισούται με την ένδειξη του χρονομέτρου, τη στιγμή που αυτό σταματά να μετρά.
- Να καταγράψετε τα δεδομένα σας.

**(α)** Δεδομένα

| θέση | αλγεβρική τιμή (cm) | Χρονικό διάστημα Δt (s) |
|---|---|---|
| Α | $x_A$ = | |
| Β | $x_B$ = | Δt = |
| Γ | $x_\Gamma$ = | |

**(β)** Υπολογισμοί (μην ξεχνάτε τις μονάδες μέτρησης)

| μετατόπιση $\Delta x = x_\Gamma - x_A$ | μήκος ΑΒ | μήκος ΒΓ | διανυόμενη απόσταση $s = (AB) + (B\Gamma)$ | αριθμητική ταχύτητα $\upsilon_\alpha = \frac{s}{\Delta t}$ | διανυσματική ταχύτητα $\upsilon_\delta = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |

**(γ)** Να συμπληρώσετε τις προτάσεις:

- ✓ Η μέση αριθμητική ταχύτητα παίρνει μόνο __________ τι-μές.
- ✓ Όταν η μετατόπιση είναι αρνητική, η μέση ______________ ταχύτητα παίρνει __________ τιμές.
- ✓ Όταν η μετατόπιση είναι θετική, η μέση ______________ ταχύτητα παίρνει __________ τιμές.
- ✓ Η μέση αριθμητική ταχύτητα εξαρτάται από την _____________ ______________ .
- ✓ Η μέση διανυσματική ταχύτητα εξαρτάται από την ______________ .

## 2.2 Μελέτη της ευθύγραμμης κίνησης με σταθερή ταχύτητα (Ευθύγραμμη Ομαλή Κίνηση)

Όταν ένα σώμα κινείται σε ευθεία γραμμή με σταθερή μέση διανυσματική ταχύτητα, σημαίνει ότι το πηλίκο της μετατόπισης προς το αντίστοιχο χρονικό διάστημα είναι σταθερό. Άρα, όσο αυξάνεται το χρονικό διάστημα, τόσο θα αυξάνεται και η μετατόπιση του σώματος και αφού το σώμα κινείται σε ευθεία γραμμή τότε, όσο αυξάνεται η μετατόπιση τόσο αυξάνεται και η διανυόμενη απόσταση που καλύπτει κατά την κίνησή του.

**i.** Συμπληρώστε την πρόταση

✓ *Όταν ένα σώμα κινείται σε ευθεία γραμμή με _____________ μέση διανυσματική ταχύτητα, η διανυόμενη απόσταση που ____________ είναι _____________ του χρονικού ____________ .*

### 2.2.α Γραφική παράσταση θέσης - χρόνου

**Δραστηριότητα 4**

Σε αυτή τη δραστηριότητα θα μάθουμε να χαράζουμε τη γραφική παράσταση της θέσης συναρτήσει του χρόνου, που περιγράφει την κίνηση ενός σώματος, το οποίο κινείται ευθύγραμμα με σταθερή ταχύτητα.

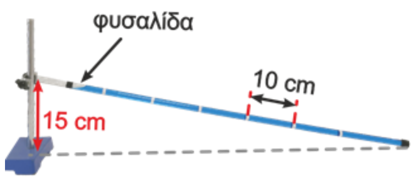
Εικόνα 2.37

Θα χρειαστούμε: σωλήνες φυσαλίδας σταθερής ταχύτητας (εικόνα 2.37), χάρακα, μαρκαδόρο λευκού πίνακα ή αδιαφανή κολλητική ταινία, έξυπνη συσκευή (κινητό τηλέφωνο) με εφαρμογή χρονομέτρου.

Στον σωλήνα φυσαλίδας σταθερής ταχύτητας, βρίσκεται εγκλωβισμένη μία φυσαλίδα αέρα, η οποία κινείται πάντα ανοδικά, όταν ο σωλήνας δεν είναι οριζόντιος.

**Οδηγίες:**

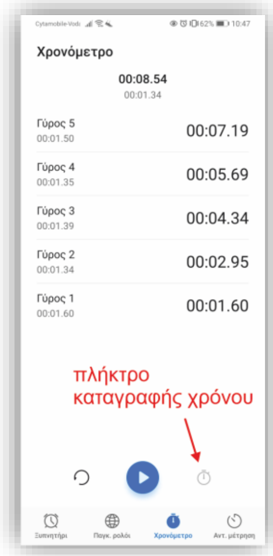
- Ξεκινώντας από απόσταση περίπου 15 cm από το άκρο του κάθε σωλήνα, να σημαδεύετε τους σωλήνες (μπλε, κόκκινο και μωβ) κάθε 10 cm.
- Να δημιουργείσετε μία βάση, με τη βοήθεια ενός ορθοστάτη, που να μπορείτε να στηρίξετε το άκρο του σωλήνα και να έχει ύψος περίπου 15 cm από την επιφάνεια του πάγκου (εικόνα 2.38).




Εικόνα 2.38

- Να ακουμπήσετε πάνω στον πάγκο το άκρο του σωλήνα, στο οποίο βρίσκεται η φυσαλίδα και το άλλο άκρο πάνω στη βάση που φτιάξατε, ώστε η φυσαλίδα να αρχίσει να κινείται.

- Μόλις η φυσαλίδα φθάσει στο πρώτο σημάδι, να ξεκινήσετε το χρονόμετρο και στη συνέχεια, κάθε φορά που η φυσαλίδα φθάνει σε ένα σημάδι, θα πατάτε το πλήκτρο (για συσκευές android, αλλιώς, για iOS θα πατήσετε το πλήκτρο Laps), όπως φαίνεται στην εικόνα 2.39.
- Όταν η φυσαλίδα περάσει και το τελευταίο σημάδι, να σταματήσετε το χρονόμετρο.
- Να καταγράψετε τους χρόνους στον πίνακα που ακολουθεί.
- Να επαναλάβετε τη διαδικασία και για τους τρεις σωλήνες (μωβ, μπλε, κόκκινο).
- Όταν θα έχετε συμπληρώσει τους χρόνους για όλους τους σωλήνες, να υπολογίσετε τη μέση αριθμητική ταχύτητα διαιρώντας την κάθε απόσταση με το αντίστοιχο χρονικό διάστημα.




Εικόνα 2.39

| | μωβ σωλήνας | | μπλε σωλήνας | | κόκκινος σωλήνας | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| απόσταση (cm) | χρονικό διάστημα (s) | αριθμητική ταχύτητα (cm/s) | χρονικό διάστημα (s) | αριθμητική ταχύτητα (cm/s) | χρονικό διάστημα (s) | αριθμητική ταχύτητα (cm/s) |
| 10 | | | | | | |
| 20 | | | | | | |
| 30 | | | | | | |
| 40 | | | | | | |
| 50 | | | | | | |
| 60 | | | | | | |

**(α)** Να παρατηρήσετε τη στήλη της αριθμητικής ταχύτητας για τον κάθε σωλήνα και να τις συγκρίνετε. Μπορούμε να πούμε ότι η μέση αριθμητική ταχύτητα είναι σταθερή, ναι ή όχι;

________________________________________

________________________________________

________________________________________

________________________________________

**(β)** Για τον κάθε σωλήνα ξεχωριστά, να προσθέσετε όλες τις τιμές της αριθμητικής ταχύτητας και να τις διαιρέσετε με το πλήθος τους. Έτσι, θα υπολογίσετε τη μέση τιμή της αριθμητικής ταχύτητας της φυσαλίδας στον κάθε σωλήνα.

| μωβ σωλήνας | μπλε σωλήνας | κόκκινος σωλήνας |
|---|---|---|
| | | |
| **μέση τιμή ταχύτητας** | **μέση τιμή ταχύτητας** | **μέση τιμή ταχύτητας** |
| | | |

**(γ)** Να συγκρίνετε τις μέσες τιμές της αριθμητικής ταχύτητας του μωβ και του μπλε σωλήνα. Είναι σχεδόν ίσες ή όχι;

______________________________________________

______________________________________________

**(δ)** Να κρατήσετε μαζί τον μπλε και τον μωβ σωλήνα και να τους γυρίσετε έτσι ώστε οι φυσαλίδες να ξεκινήσουν ταυτόχρονα, να κινούνται από την ίδια θέση και να παρατηρήσετε την κίνησή τους.

Η παρατήρησή σας επιβεβαιώνει την απάντηση που δώσατε στο ερώτημα (γ);

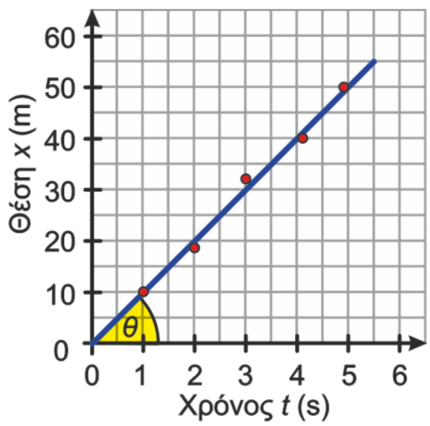
______________________________________________

______________________________________________

**(ε)** Γραφική παράσταση θέσης – χρόνου

- **Στην τετραγωνισμένη σελίδα**, να σχεδιάσετε δύο κάθετους άξονες (ορθογώνιο σύστημα)
- Ο άξονας των τεταγμένων (κατακόρυφος) θα είναι ο άξονας της θέσης και θα έχει μήκος 14 cm.
- Ο άξονας των τετμημένων (οριζόντιος) θα είναι ο άξονας του χρόνου και θα έχει μήκος 13 cm.
- Να βαθμονομήσετε τον άξονα της θέσης από το 0 cm μέχρι τα 60 cm με κλίμακα 2:10 (δηλαδή κάθε 2 cm του τετραγωνισμένου φύλλου θα αντιστοιχεί σε 10 cm της κίνησης της φυσαλίδας).
- Να βαθμονομήσετε τον άξονα του χρόνου από το 0 s μέχρι τα 12 s με κλίμακα 1:1 (δηλαδή κάθε 1 cm του τετραγωνισμένου φύλλου θα αντιστοιχεί σε 1 s).
- Δίπλα από τον κάθε άξονα να γράψετε το σύμβολο του φυσικού μεγέθους που μετρά καθώς και τη μονάδα μέτρησης, όπως φαίνεται στην εικόνα 2.40.
- Να σημειώσετε με μικρές κουκκίδες τα σημεία, στα οποία αντιστοιχούν τα ζευγάρια τιμών (*t*,*s*), από τις μετρήσεις για τον μωβ σωλήνα.
- Ξεκινώντας από την αρχή των αξόνων (0,0) και με τη βοήθεια του χάρακα, να σχεδιάσετε μία ευθεία η οποία να περνά όσο το δυνατό πιο κοντά από όλες τις κουκκίδες (όπως το παράδειγμα της εικόνας 2.40). **ΠΡΟΣΟΧΗ!** **Μην ενώσετε τις κουκκίδες με μια τεθλασμένη γραμμή.**
- Στο ίδιο σύστημα αξόνων, να σημειώσετε τώρα τα ζευγάρια τιμών (*t*,*s*) για τον κόκκινο σωλήνα και να σχεδιάσετε μία ευθεία γραμμή που να διέρχεται από την αρχή των αξόνων και να περνά όσο το δυνατό πιο κοντά από το κάθε σημείο.
- Οι ευθείες που σχεδιάσατε σχηματίζουν γωνίες με τον οριζόντιο άξονα. Η γωνίες αυτές αντιπροσωπεύουν την ***κλίση*** της κάθε ευθείας.
- Να συγκρίνετε τις κλίσεις των δύο ευθειών καθώς και τις ταχύτητες των φυσαλίδων στον κόκκινο και τον μωβ σωλήνα.

| κόκκινος σωλήνας | σχέση <, >, = | μωβ σωλήνας |
|---|---|---|
| $\theta_{κόκκινο}$ | | $\theta_{μωβ}$ |
| $υ_{κόκκινο}$ | | $υ_{μωβ}$ |



Εικόνα 2.40

**(στ)** Ακολουθώντας τα βήματα που περιγράφονται πιο κάτω, να υπολογίσετε την κλίση ***της καθεμιάς*** από τις ευθείες που σχεδιάσατε.

**Βήματα για τον υπολογισμό της κλίσης στη γραφική παράσταση θέσης - χρόνου**

**Βήμα 1ο:** Επιλέγουμε δύο σημεία Α και Β ***πάνω στην ευθεία***.

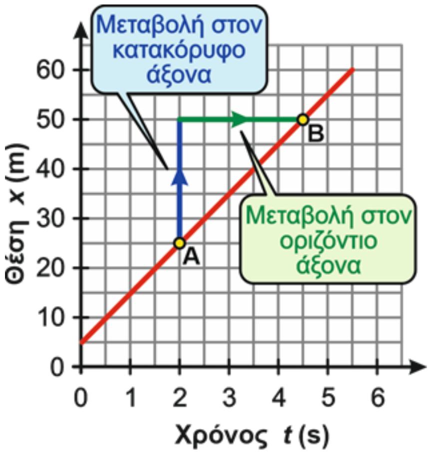
**Βήμα 2ο:** Υπολογίζουμε πόσο πρέπει να μετακινηθούμε στον κατακόρυφο άξονα, για να πάμε από το σημείο Α στο σημείο Β.

$$\Delta x = x_B - x_A$$

**Βήμα 3ο:** Υπολογίζουμε πόσο πρέπει να μετακινηθούμε στον οριζόντιο άξονα, για να πάμε από το σημείο Α στο σημείο Β.

$$\Delta t = t_B - t_A$$

**Βήμα 4ο:** Διαιρούμε τη μεταβολή στον κατακόρυφο άξονα με τη μεταβολή στον οριζόντιο άξονα.




Γραφική παράσταση 2.2

$$κλίση = \frac{μεταβολή\ στον\ κατακόρυφο\ άξονα}{μεταβολή\ στον\ οριζόντιο\ άξονα} \Rightarrow κλίση = \frac{\Delta x}{\Delta t} = μέση\ διαν.ταχύτητα$$

Μικρή Εργασία

*Στο φύλλο πειραματικής διαδικασίας 1 θα βρείτε μία δραστηριότητα στην οποία πρέπει να ταιριάξετε την κίνηση της παλάμης του χεριού σας με μία γραφική παράσταση θέσης – χρόνου.*

*Μπορείτε να εκτελέσετε ομαδικά τη δραστηριότητα ώστε να κατανοήσετε καλύτερα την περιγραφή μιας κίνησης με τη βοήθεια της γραφικής παράστασης.*

**(ζ)** Πώς συνδέεται η κλίση με τη μέση τιμή της ταχύτητας για τον μωβ και τον κόκκινο σωλήνα. Είναι σχεδόν ίσες ή όχι;

**(η)** Να συμπληρώσετε την πρόταση.

✓ Η __________ της ευθείας, στη γραφική παράσταση θέσης – χρόνου, ισούται με την ___________ διανυσματική ____________ του σώματος.

### 2.2.β Σχέση θέσης, ταχύτητας και χρονικού διαστήματος

Για να μπορούμε να μελετήσουμε ένα φυσικό φαινόμενο, εκτός από τον ορισμό των φυσικών μεγεθών που εμπλέκονται σε αυτό, χρειαζόμαστε και μία μαθηματική σχέση που τα συνδέει. Διαφορετικά, η πρόβλεψη και οι υπολογισμοί θα ήταν αδύνατοι.

Για την ευθύγραμμη κίνηση με σταθερή ταχύτητα γνωρίζουμε ότι η μέση αριθμητική ταχύτητα ισούται με το πηλίκο της διανυόμενης απόστασης διά το αντίστοιχο χρονικό διάστημα. Επίσης γνωρίζουμε ότι η διανυόμενη απόσταση ισούται με το μέτρο της μετατόπισης.

$$\upsilon = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

**i.** Να λύσετε την πιο πάνω σχέση ως προς τη μετατόπιση.

Η σχέση που εξαγάγατε συνδέει τη μετατόπιση, με τη μέση διανυσματική ταχύτητα *υ* και το χρονικό διάστημα *Δt*.

**ii.** Επειδή στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση η διανυόμενη απόσταση ισούται με το μέτρο της μετατόπισης, μπορούμε στην πιο πάνω σχέση να αντικαταστήσουμε τη μετατόπιση με τη διανυόμενη απόσταση.

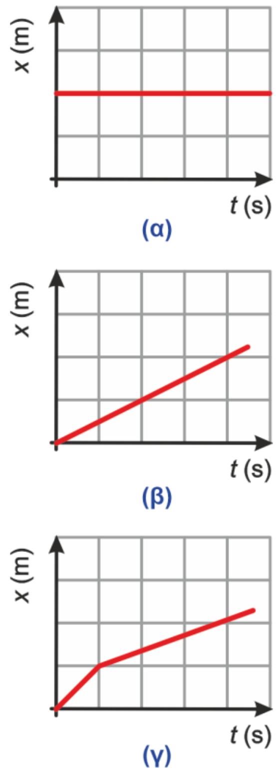
### Εφαρμογή 3:

Ένα ποδήλατο κινείται με σταθερή ταχύτητα 6 m/s. Να υπολογίσετε πόση απόσταση θα διανύσει σε χρονικό διάστημα 35 s.

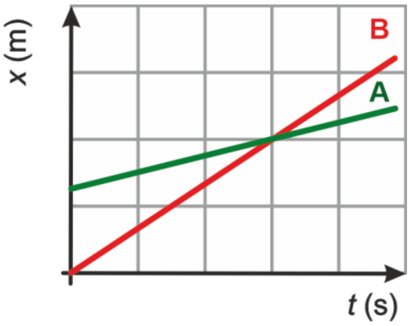
## 2.2.γ Περιγραφή της κίνησης με τη βοήθεια της γραφικής παράστασης θέσης – χρόνου.

**i.** Να γράψετε δίπλα από την καθεμιά από τις πιο κάτω προτάσεις, σε ποια από τις γραφικές παραστάσεις 2.41 (α), (γ) ή (γ) αντιστοιχεί η κίνηση που περιγράφουν.

| Α/Α | Περιγραφή της κίνησης | Γραφική παράσταση |
|---|---|---|
| **1** | Το σώμα ξεκινά από την αφετηρία να κινείται με σταθερή ταχύτητα. | |
| **2** | Το σώμα είναι ακίνητο σε κάποια απόσταση από την αφετηρία. | |
| **3** | Το σώμα κινείται για μικρό χρονικό διάστημα με μεγάλη ταχύτητα και μετά συνεχίζει να κινείται με μικρότερη ταχύτητα | |



Εικόνα 2.41




Εικόνα 2.42

**ii.** Η γραφική παράσταση θέσης – χρόνου της εικόνας 2.42 παρουσιάζει την κίνηση δύο οχημάτων Α και Β. Να απαντήσετε τις ερωτήσεις που αφορούν στη γραφική παράσταση.

1) Να εξηγήσετε ποιο σώμα κινείται με μεγαλύτερη μέση διανυσματική ταχύτητα.

___

___

2) Να εξηγήσετε ποιο σώμα βρίσκεται μπροστά, κατά την εκκίνηση.

___

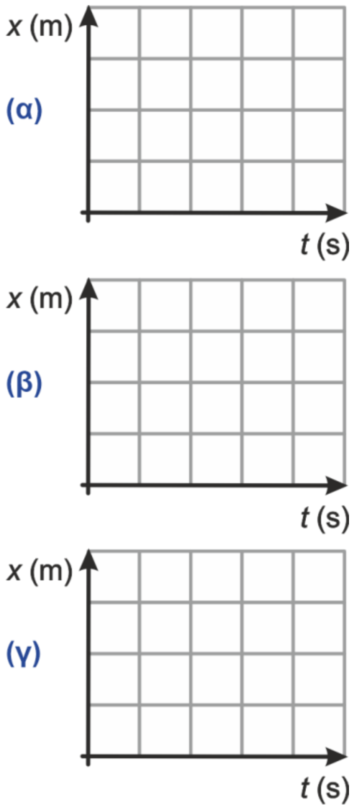
___

3) Να συγκρίνετε την απόσταση που απέχουν από την αφετηρία και την αριθμητική ταχύτητα των δύο οχημάτων στο σημείο τομής των δύο ευθειών.

___

___

___




Εικόνα 2.43

**iii.** Για καθεμιά από τις περιγραφές της κίνησης ενός σώματος, που ακολουθούν, να σχεδιάσετε την κατάλληλη γραφική παράσταση στα κενά, ορθογώνια συστήματα αξόνων της εικόνας 2.43.

1) Το σώμα ξεκινά από την αφετηρία να κινείται με σταθερή στιγμιαία ταχύτητα.

2) Το σώμα είναι ακίνητο σε κάποια απόσταση από την αφετηρία.

3) Το σώμα ξεκινά από την αφετηρία να κινείται με σταθερή στιγμιαία ταχύτητα για κάποιο χρονικό διάστημα και στη συνέχεια παραμένει ακίνητο.

### 2.2.δ Γραφική παράσταση ταχύτητας – χρόνου.

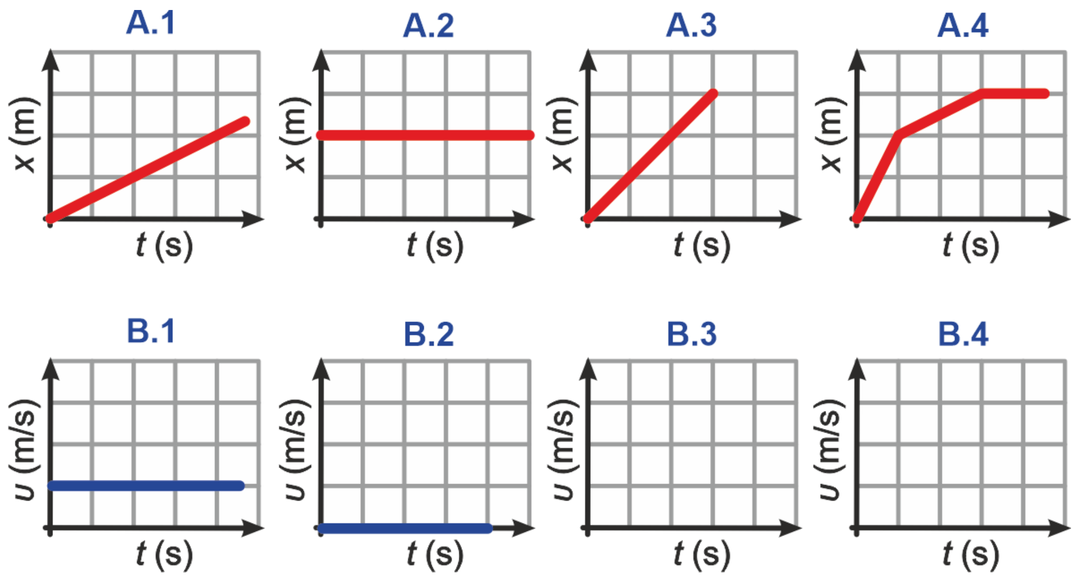
Όταν ένα σώμα κινείται ευθύγραμμα με σταθερή ταχύτητα, τότε η μέση διανυσματική ταχύτητα και η στιγμιαία ταχύτητα είναι ίσες.

Εφόσον η ταχύτητα δεν μεταβάλλεται σε σχέση με τον χρόνο, σε μια γραφική παράσταση ταχύτητας – χρόνου, η γραμμή της ταχύτητας θα είναι παράλληλη με τον άξονα του χρόνου.

**i.** Η μορφή της γραφικής παράστασης ταχύτητας – χρόνου

Για τις γραφικές παραστάσεις θέσης – χρόνου Α.1, Α.2, Α.3 και Α.4 να σχεδιάσετε τη μορφή που θα έχουν οι γραφικές παραστάσεις ταχύτητας – χρόνου.

Να μελετήσετε τα πρώτα δύο παραδείγματα ώστε να κατανοήσετε την αντιστοιχία μεταξύ τους και στη συνέχεια να συμπληρώσετε τις γραφικές παραστάσεις Β.3 και Β.4.




Εικόνα 2.44

## 2.2.ε Μετατροπές μονάδων μέτρησης της ταχύτητας

Μπορούμε να μετατρέψουμε τις μονάδες μέτρησης της ταχύτητας ενός σώματος χρησιμοποιώντας τα ***κλάσματα μετατροπής***. Να ακολουθήσετε τα βήματα που περιγράφονται πιο κάτω, για να μάθετε πώς να μετατρέπετε τις μονάδες μέτρησης της ταχύτητας αλλά και άλλων φυσικών μεγεθών.

### Μετατροπή μονάδων μέτρησης

**Βήμα 1ο:** Δημιουργούμε με τις δύο μονάδες μέτρησης ένα κλάσμα που ισούται με ένα.

**Βήμα 2ο:** Πολλαπλασιάζουμε με το κλάσμα το φυσικό μέγεθος.

**Βήμα 3ο:** Διαγράφουμε τη μονάδα μέτρησης, η οποία βρίσκεται και στον αριθμητή και στον παρονομαστή.

**Παράδειγμα 1:**
Να μετατρέψετε την απόσταση των 350 cm σε m.

Βήμα 1ο: Γνωρίζουμε ότι 1 m = 100 cm, άρα το κλάσμα μετατροπής θα είναι: $\frac{1\ \mathrm{m}}{100\ \mathrm{cm}}$

Βήμα 2ο: Πολλαπλασιάζουμε με το κλάσμα την απόσταση των 350 cm.

$$350\ \mathrm{cm} \times \left(\frac{1\ \mathrm{m}}{100\ \mathrm{cm}}\right) = \frac{350\ \mathrm{cm} \times 1\ \mathrm{m}}{100\ \mathrm{cm}}$$

Βήμα 3ο: Διαγραφή της μονάδας μέτρησης η οποία βρίσκεται και στον αριθμητή και στον παρονομαστή.

$$\frac{350\ \cancel{\mathrm{cm}} \times 1\ \mathrm{m}}{100\ \cancel{\mathrm{cm}}} = \frac{350 \times 1\ \mathrm{m}}{100} = 3{,}5\ \mathrm{m}$$

Άρα, 350 cm = 3,5 m

**Σημείωση:** Πώς γνωρίζουμε ότι το κλάσμα μετατροπής είναι το $\frac{1\ \mathrm{m}}{100\ \mathrm{cm}}$ και όχι το $\frac{100\ cm}{1\ \mathrm{m}}$;

***Το κλάσμα μετατροπής πρέπει να είναι τέτοιο ώστε να διαγράφεται η μονάδα μέτρησης που θέλουμε να αλλάξουμε.***

**Παράδειγμα 2:**
Να μετατρέψετε την ταχύτητα *36* km/h σε m/s.

Πρέπει να μετατρέψουμε τα km σε m και την h σε s.

Βήμα 1ο: Δημιουργία κλασμάτων μετατροπής.

Γνωρίζουμε ότι 1 km = 1000 m, άρα το κλάσμα μετατροπής θα είναι $\frac{1000\ \mathrm{m}}{1\ \mathrm{km}}$ , επίσης γνωρίζουμε ότι 1 h = 60 min και ότι 1 min = 60 s, άρα 1 h = 3600 s. Οπότε το δεύτερο κλάσμα μετατροπής θα είναι $\frac{1\ h}{3600\ s}$.

Βήμα 2ο: Πολλαπλασιάζουμε με τα κλάσματα μετατροπής το φυσικό μέγεθος.

$$36\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}} \times \left(\frac{1000\ \mathrm{m}}{1\ \mathrm{km}}\right) \times \left(\frac{1\ \mathrm{h}}{3600\ \mathrm{s}}\right)$$

Βήμα 3ο: Διαγραφή των μονάδων μέτρησης που βρίσκονται και στον αριθμητή και στον παρονομαστή.

$$36\frac{\cancel{\mathrm{km}}}{\cancel{\mathrm{h}}} \times \left(\frac{1000\ \mathrm{m}}{1\ \cancel{\mathrm{km}}}\right) \times \left(\frac{1\ \cancel{\mathrm{h}}}{3600\ \mathrm{s}}\right) = \frac{36\ \times 1000\ m\ \times 1}{1\ \times 3600\ s} = \frac{36\ 000}{3600}\frac{m}{s}$$

$$\Rightarrow\ 36\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}} = 10\frac{m}{s}$$

## Εφαρμογή 4:

Το κουτί ενός παιχνιδιού γράφει ότι κινείται με ταχύτητα 6 m/min. Αν γνωρίζετε ότι 1 min = 60 s, να μετατρέψετε τις μονάδες μέτρησης της ταχύτητας του παιχνιδιού από m/min σε m/s.

## Εφαρμογή 5:

Το όριο ταχύτητας κοντά σε κυκλικούς κόμβους είναι 30 km/h. Αν γνωρίζετε ότι 1 km = 1000 m και ότι 1 h = 3600 s, να μετατρέψετε τις μονάδες μέτρησης του ορίου ταχύτητας από km/h σε m/s.

**Εφαρμογή 6:**


Εικόνα 2.45

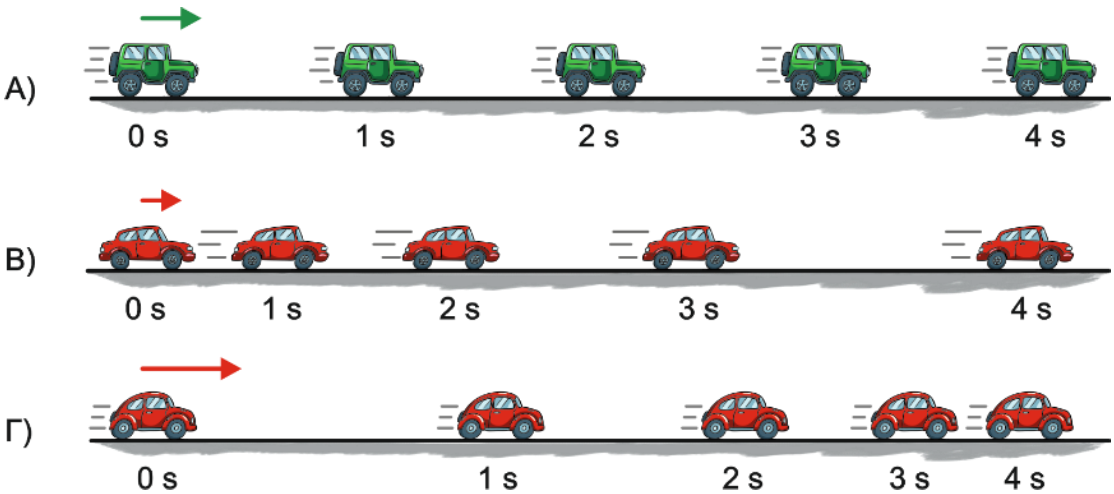
Ο Παντελάκης σπουδάζει στις Η.Π.Α. και αγόρασε δικό του αυτοκίνητο για να πηγαίνει στο πανεπιστήμιο. Στις Η.Π.Α. όμως για καθημερινές και εμπορικές δραστηριότητες δεν χρησιμοποιείται το διεθνές σύστημα μονάδων, αλλά το αμερικάνικο. Έτσι το όριο ταχύτητας στον αυτοκινητόδρομο είναι 80 mi/h (μίλια/ώρα). Αν γνωρίζετε ότι 1 mi = 1,6 km, να μετατρέψετε τις μονάδες μέτρησης από mi/h σε km/h.

## 2.3 Ευθύγραμμη κίνηση με μεταβαλλόμενη ταχύτητα

Ένα αυτοκίνητο που μόλις έχει αρχίσει να κινείται ή που κινείται και φρενάρει για να σταματήσει, αλλάζει συνεχώς την ταχύτητά του. Σε αυτές τις περιπτώσεις, η ταχύτητα του αυτοκινήτου μεταβάλλεται. Στην πρώτη περίπτωση αυξάνεται και στη δεύτερη μειώνεται.

### 2.3.α Αλλαγή του μέτρου της στιγμιαίας ταχύτητας

Στην εικόνα που ακολουθεί, φαίνονται οι θέσεις τριών αυτοκινήτων σε κάθε 1 s της κίνησής τους.




Εικόνα 2.46

Στην περίπτωση Α) η απόσταση που διανύει το αυτοκίνητο είναι η ίδια για κάθε δευτερόλεπτο της κίνησής του. Στην περίπτωση Β), η απόσταση που διανύει το αυτοκίνητο σε κάθε δευτερόλεπτο αυξάνεται, ενώ στην περίπτωση Γ), η απόσταση που διανύει το αυτοκίνητο σε κάθε δευτερόλεπτο μειώνεται.

**i.** Πώς μεταβάλλεται η ταχύτητα του κάθε αυτοκινήτου;

| | |
|---|---|
| **Περίπτωση Α:** | |
| **Περίπτωση Β:** | |
| **Περίπτωση Γ:** | |

**ii.** Πάνω από την πρώτη θέση του κάθε αυτοκινήτου, στην εικόνα 2.46, είναι σχεδιασμένο το διάνυσμα της μέσης ταχύτητας.

Να σχεδιάσετε στις υπόλοιπες θέσεις τα διανύσματα της μέσης διανυσματικής ταχύτητας, έτσι *ώστε να ανταποκρίνονται* στην περιγραφή που δώσατε προηγουμένως.

**iii.** Περιγραφή της κίνησης
Όταν το μέτρο της ταχύτητας ενός σώματος αυξάνεται, λέμε ότι ***επιταχύνεται***, ενώ όταν το μέτρο της ταχύτητάς του μειώνεται, λέμε ότι ***επιβραδύνεται***.

✓ Το αυτοκίνητο στην περίπτωση Β _____________ .

✓ Το αυτοκίνητο στην περίπτωση Γ _____________ .

### 2.3.β Η έννοια της επιτάχυνσης

Για να περιγράψουμε τον ρυθμό με τον οποίο μεταβάλλεται η ταχύτητα ενός σώματος, ορίζουμε το φυσικό μέγεθος *επιτάχυνση*. **Προσοχή όμως: Δεν πρέπει να μπερδεύετε τον όρο *επιτάχυνση* με το ρήμα *επιταχύνεται*.**

✓ Όταν λέμε ότι ένα σώμα κινείται με επιτάχυνση ή ότι η κίνηση ενός σώματος είναι επιταχυνόμενη, δεν σημαίνει απαραίτητα ότι το μέτρο της ταχύτητάς του αυξάνεται, αλλά ότι η ταχύτητά του γενικά μεταβάλλεται.

Η επιτάχυνση ισούται με το πηλίκο της μεταβολής της ταχύτητας σε ένα χρονικό διάστημα, διά το χρονικό διάστημα αυτό.

$$\boldsymbol{\alpha = \frac{\Delta \upsilon}{\Delta t}}$$

Όταν το χρονικό διάστημα $\Delta t$ είναι μεγάλο, η τιμή της επιτάχυνσης είναι μία μέση τιμή και συνήθως ονομάζεται μέση επιτάχυνση. Όταν όμως το χρονικό διάστημα $\Delta t$ είναι πολύ – πολύ μικρό, η επιτάχυνση ονομάζεται στιγμιαία επιτάχυνση.

**i.** Συμπληρώστε τον πιο κάτω πίνακα όπως το παράδειγμα της πρώτης γραμμής και βρείτε τη βασική μονάδα μέτρησης της επιτάχυνσης στο S.I.

| Φυσικό μέγεθος | Υπολογισμός | Μονάδα μέτρησης |
|---|---|---|
| $\Delta \upsilon$ | $\upsilon_{\alpha\rho\chi} - \upsilon_{\tau\varepsilon\lambda}$ | $\frac{m}{s}$ |
| $\Delta t$ | | |
| $\alpha$ | | |

**ii.** Από τον ορισμό της επιτάχυνσης, παρατηρούμε ότι η τιμή της εξαρτάται από τη μεταβολή της ταχύτητας $\Delta \upsilon$ και μπορεί να πάρει θετικές και αρνητικές τιμές, όπως η διανυσματική ταχύτητα, η μετατόπιση και η θέση.

- ✓ Η επιτάχυνση είναι _______________ φυσικό μέγεθος.
- ✓ Το πρόσημο της επιτάχυνσης, μας δείχνει την ______________ της.

### Εφαρμογή 7: Η σχέση υπολογισμού της επιτάχυνσης

Ένα αυτοκίνητο ξεκινά τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ s να κινείται από την ηρεμία με επιτάχυνση α και σε χρονικό διάστημα 4 s η ταχύτητά του είναι 16 m/s.

(α) Να υπολογίσετε την επιτάχυνση του αυτοκινήτου.

(β) Αν το αυτοκίνητο συνεχίζει να κινείται με την ίδια επιτάχυνση, να υπολογίσετε σε ποια χρονική στιγμή η ταχύτητά του θα έχει μέτρο 34 m/s.

ΦΥΛΛΟ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ

## ΤΑΙΡΙΑΣΜΑ ΓΡΑΦΙΚΗΣ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

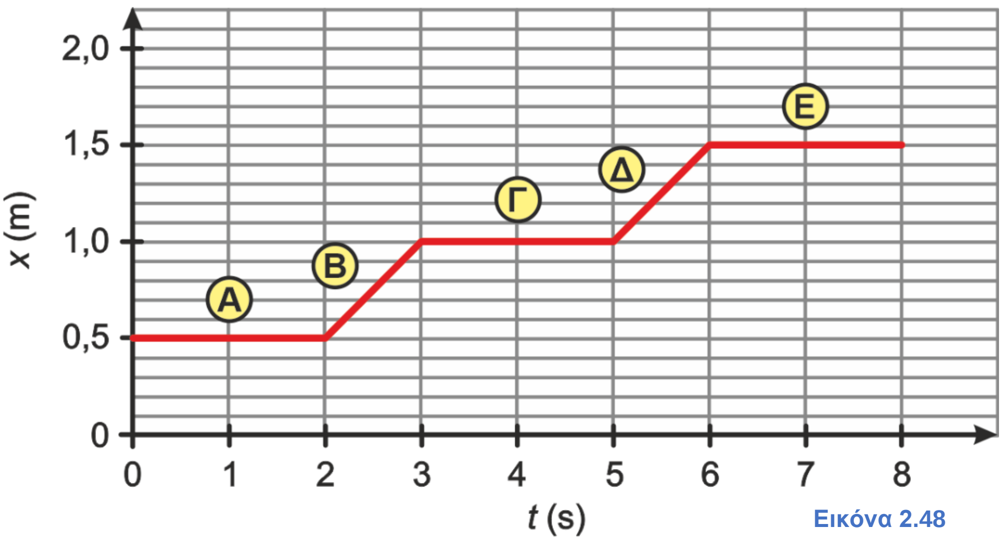
ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΠΙΤΥΧΙΑΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ (ΔΕΕ 2.11-2.12)

Ο αισθητήρας κίνησης είναι μια συσκευή η οποία μπορεί να καταγράφει τη θέση ενός σώματος πολλές φορές σε ένα μικρό χρονικό διάστημα. Έτσι, όταν ένα αντικείμενο κινείται μπροστά από έναν αισθητήρα κίνησης, μπορούμε να βλέπουμε τη γραφική παράσταση διανυόμενης απόστασης – χρόνου, που περιγράφει την κίνηση του αντικειμένου, να δημιουργείται σχεδόν ταυτόχρονα με την κίνηση.


Εικόνα 2.47

Σε αυτή τη δραστηριότητα θα προσπαθήσετε να ταιριάξετε την κίνηση της παλάμης του χεριού σας μπροστά από τον αισθητήρα κίνησης με μια δεδομένη γραφική παράσταση διανυόμενης απόστασης – χρόνου.

Σας δίνεται η πιο κάτω γραφική παράσταση:




Εικόνα 2.48

**Β)** Να περιγράψετε την κίνηση που αναπαριστά η γραφική παράσταση.

| Τμήμα | Περιγραφή |
|---|---|
| **Α** | |
| **Β** | |
| **Γ** | |
| **Δ** | |
| **Ε** | |

**Γ)** Με τη βοήθεια του/της διδάσκοντος/διδάσκουσας να καταγράψετε την κίνηση της παλάμης σας μπροστά στον αισθητήρα εμφανίζοντας ταυτόχρονα τη γραφική παράσταση στην οθόνη του υπολογιστή ή του tablet (αναλόγως ποια διασύνδεση διαθέτει το εργαστήριο).

**Δ)** Αφού εξοικειωθείτε με τη λειτουργία του αισθητήρα, να καθαρίσετε όλα τα δεδομένα από την οθόνη και να εργαστείτε ομαδικά ώστε να πετύχετε την όσο το δυνατό καλύτερη αναπαραγωγή της γραφικής παράστασης.

- Ένα μέλος της ομάδας θα κινεί την παλάμη του μπροστά από τον αισθητήρα και τα υπόλοιπα θα δίνουν οδηγίες.
- Να τηρήσετε τους χρόνους και τις αποστάσεις.
- Όλα τα μέλη της ομάδας πρέπει να προσπαθήσουν.
- Ως αποτέλεσμα της ομάδας, θα κρατήσετε την καλύτερη προσπάθεια.

**Ερώτηση.1.**

Να εξηγήσετε πώς πρέπει να κινείται η παλάμη ώστε να πετύχετε τα τμήματα της γραφικής παράστασης με κλίση.

______________________________________________

______________________________________________

______________________________________________

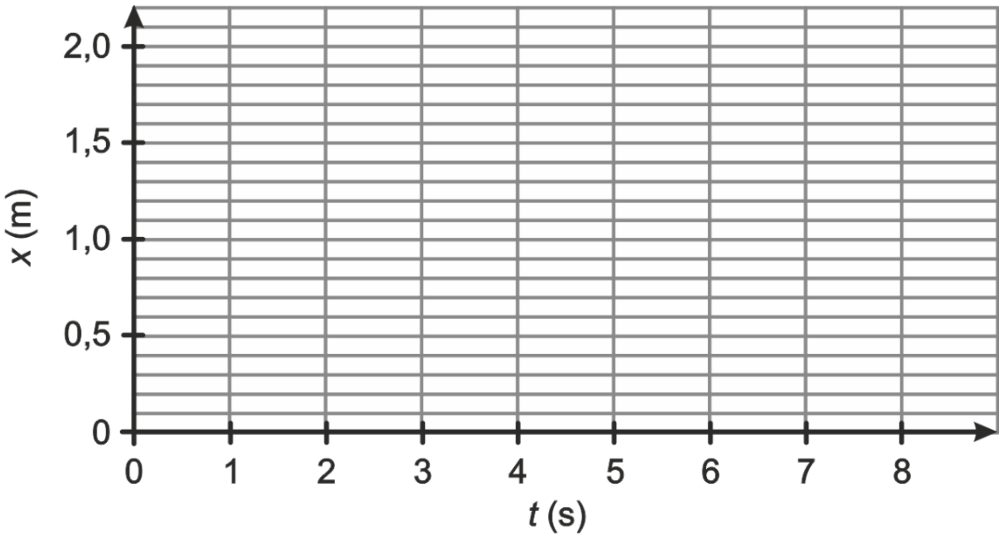
**Ερώτηση.2.**

Να αναφέρετε αν η κίνηση της παλάμης ταιριάζει με την περιγραφή της κίνησης που δώσατε στην παράγραφο Α.

______________________________________________

______________________________________________

**Ε)** Να σχεδιάσετε τη δική σας γραφική παράσταση διανυόμενης απόστασης – χρόνου. Να χρησιμοποιήσετε μόνο ευθείες γραμμές.




Εικόνα 2.49

**ΣΤ)** Να περιγράψετε την κίνηση που αναπαριστά η γραφική παράσταση.

| Τμήμα | Περιγραφή |
|---|---|
| **Α** | |
| **Β** | |
| **Γ** | |
| **Δ** | |
| **Ε** | |

**Ζ)** Να εργαστείτε ομαδικά ώστε να πετύχετε την όσο το δυνατό καλύτερη αναπαραγωγή της γραφικής παράστασης.