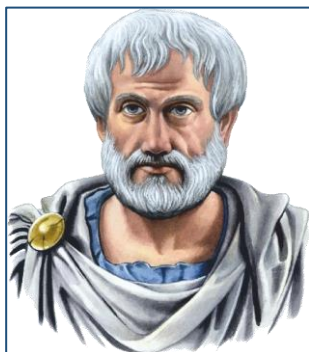
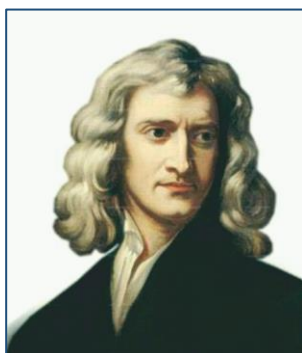


## 1.1 Τι μελετά η Φυσική



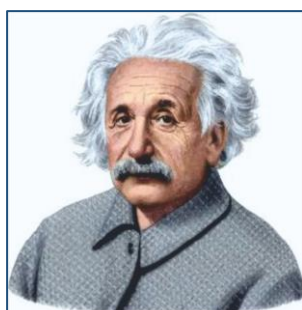
**Εικόνα 1.1**

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 περιγράψει 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 γύρω 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<sup>ο</sup> αιώνα, όπου ο *Isaac Newton* διατύπωσε το 1687 τους νόμους της κίνησης, οι 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 δίκτυο, 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.

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.

### 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 (m)**, το **χιλιόγραμμα (kg)** και το **δευτερόλεπτο (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.



**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)



**Εικόνα 1.5**

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

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	Χιλιόγραμμα	kg
Χρόνος	Δευτερόλεπτο	s
Ηλεκτρικό ρεύμα	Αμπέρ	A
Θερμοκρασία	Κέλβιν	K
Ποσότητα ύλης	Γραμμομόριο	mol
Ένταση φωτός	Καντέλα	cd

$$\text{μονάδα μέτρησης ταχύτητας} = \frac{\text{μον. μέτρησης μήκους}}{\text{μον. μέτρησης χρόνου}} = \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

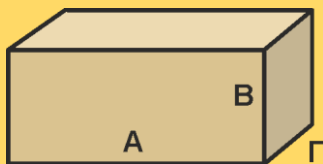
Άλλο παράδειγμα παράγωγου φυσικού μεγέθους είναι η πυκνότητα, η οποία συμβολίζεται με το γράμμα  $\rho$  και ισούται με τη μάζα  $m$  ενός αντικειμένου διαιρεμένης με τον όγκο του  $V$ , δηλαδή  $\rho = \frac{m}{V}$ , συνεπώς η μονάδα μέτρησης της πυκνότητας θα είναι η μονάδα μέτρησης της μάζας διαιρεμένης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

$$\text{μονάδα μέτρησης πυκνότητας} = \frac{\text{μον. μέτρησης μάζας}}{\text{μον. μέτρησης όγκου}}$$

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 A, B 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  $A = 5 \text{ m}$ ,  $B = 2 \text{ m}$  και  $\Gamma = 1,5 \text{ m}$ .

Ο όγκος του ορθογωνίου παραλληλογράμμου είναι:

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

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  $\text{m} \times \text{m} \times \text{m}$ , που γράφεται ως  $\text{m}^3$  και διαβάζεται ως «κυβικό μέτρο».



### Έλεγξε τι έμαθες!

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

- A. Σωστό
- B. 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 υιοθετήσει 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 κατάσταση ευρισκομένου ατόμου του καυσίου – 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.

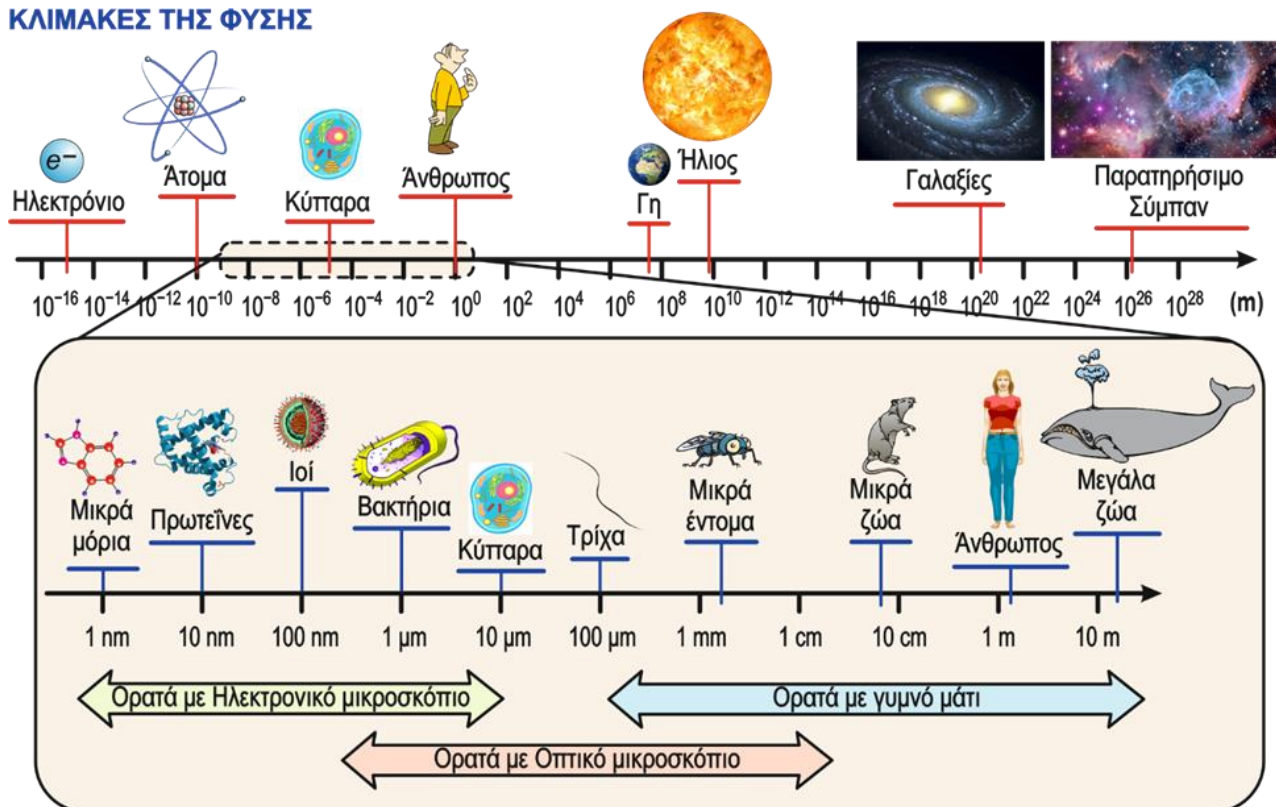
Το χαρακτηριστικό πρότυπο για το κάθε φυσικό μέγεθος δεν είναι τίποτε άλλο από τη βασική μονάδα μέτρησής του, η οποία είναι απαραίτητο να αναγράφεται πάντοτε δίπλα από την τιμή του. Χωρίς τη γραφή της μονάδας μέτρησης δίπλα από την τιμή ενός φυσικού μεγέθους, οι πληροφορίες που γνωρίζουμε γι'

αυτό είναι ελλειπείς. 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.

**ΚΛΙΜΑΚΕΣ ΤΗΣ ΦΥΣΗΣ**



**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 **προθέμα**. Με τη χρήση των προθεμάτων δημιουργούμε πολλαπλάσια ή υποδιαίρεσεις 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.

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

	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.



χιλιόγραμμα	mg
εκατοστόμετρο	km
χιλιοστόμετρο	kg
χιλιόμετρο	cm
χιλιοστόγραμμα	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 Σ.Ι. είναι το λίτρο (lt), το οποίο χρησιμοποιείται για τη μέτρηση του όγκου υγρών. Ένα λίτρο ισούται με το ένα χιλιοστό του κυβικού μέτρου.

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

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 1.8**

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



**Εικόνα 1.9**

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

### 1.3.2 Όργανα μέτρησης βασικών μεγεθών

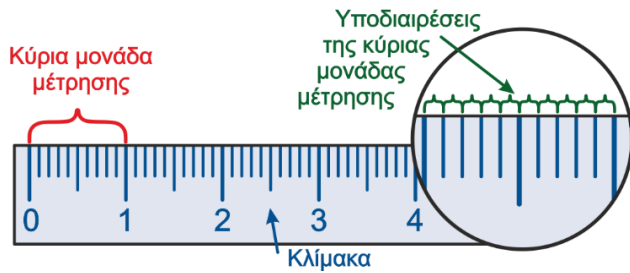
Το όργανο μέτρησης είναι μια συσκευή, με τη βοήθεια της οποίας μετρούμε την τιμή ενός φυσικού μεγέθους. Τα όργανα μέτρησης μπορεί να είναι είτε μηχανικά είτε ηλεκτρονικά (ή ψηφιακά). Τα ηλεκτρονικά όργανα μέτρησης αναγράφουν το αποτέλεσμα της μέτρησης σε οθόνη, ενώ στα μηχανικά χρειάζεται να γνωρίζουμε 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 **υποδιείρεση 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 κάθε εκατοστόμετρο 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**

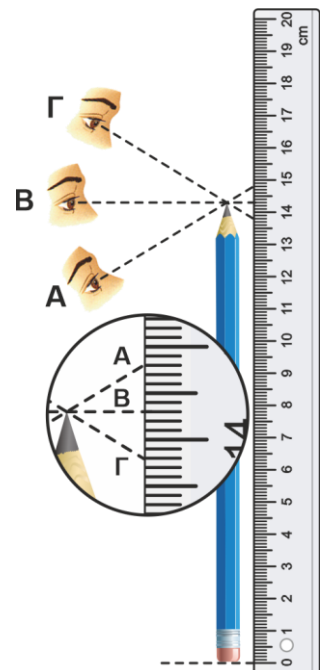
Για να μετρήσουμε σωστά το μήκος ενός αντικειμένου με τον χάρακα ακολουθούμε τα βήματα που φαίνονται στην εικόνα 1.11.



**Εικόνα 1.11**

Ορθή χρήση του χάρακα για τη μέτρηση του μήκους.

Αν δεν κοιτάζουμε 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.



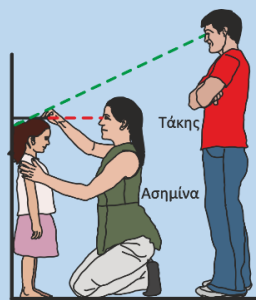
**Εικόνα 1.12**

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;

- A. Η Ασημίνα
- B. Ο Τάκης

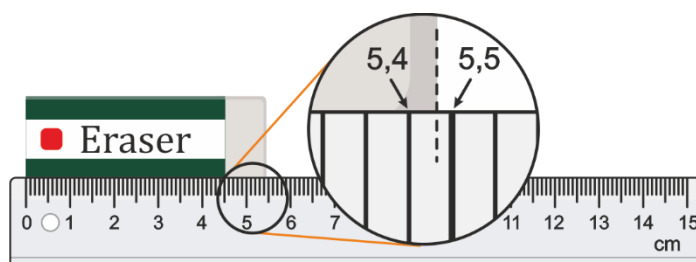


**Εικόνα 1.13**



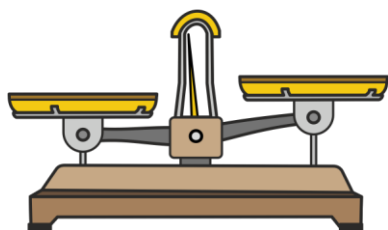
Αν το άκρο του αντικειμένου, το μήκος του οποίου μετρούμε, δεν βρίσκεται ακριβώς πάνω σε κάποια γραμμή της κλίμακας του χάρακα αλλά ενδιάμεσα από δύο, όπως φαίνεται στην εικόνα 1.14, τότε γράφουμε ως αποτέλεσμα την ενδιάμεση τιμή.

Στην εικόνα 1.14 η άκρη του σβηστήριου 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;

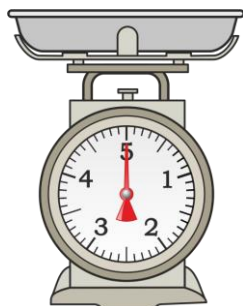
- A. 6,25 cm
- B. 6,2 cm
- Γ. 6,3 cm
- Δ. 6,35 cm



**Εικόνα 1.15**

### 1.3.2.6 Η Ζυγαριά (ζυγός)

Η ζυγαριά είναι όργανο μέτρησης της μάζας. Υπάρχουν πολλά είδη ζυγαριών, 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 υποδιαίρεσεις 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.

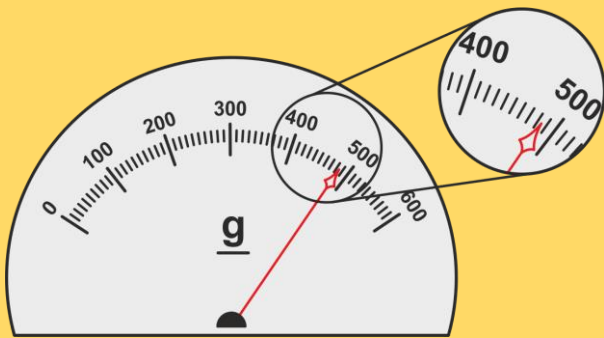
**Παράδειγμα 1.2**

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

**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.



Εικόνα 1.18

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

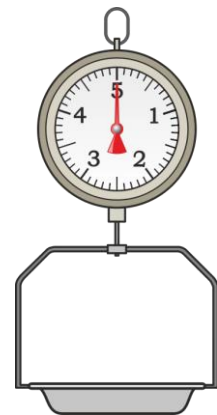
**Έλεγξε τι έμαθες!**

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

- A. 24,5 g
- B. 25 g
- Γ. 2,45 g
- Δ. 2,95 g



Εικόνα 1.21



Εικόνα 1.19

Κρεμαστή ζυγαριά ελατηρίου με κυκλική κλίμακα.



Εικόνα 1.20

Ηλεκτρονική ζυγαριά.



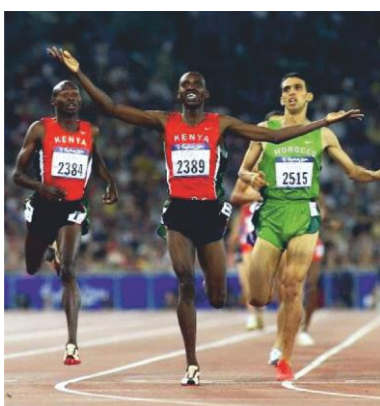
Εικόνα 1.22

Αναλογικό χρονόμετρο.



Εικόνα 1.23

Ψηφιακό χρονόμετρο.



Εικόνα 1.25

Ο ολυμπιονίκης Νόουα Ντζένου 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%202000%2015.jpg>)

### 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 3<sup>η</sup> χιλιετία π.Χ. από τους Σουμερίους. 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 1.24

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 Ντζένου (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 Ντζένου θα ήταν 212,07 s, αντί για 3:32,07.

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.

**Ήξεις 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 εβδομάδας, 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:  
 $t = (3 \times 60 \text{ s}) + 15 \text{ s} = 195 \text{ s}$

**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  $\alpha = 8 \text{ m}$  και  $\beta = 7 \text{ m}$ , ενώ το ύψος της είναι  $\gamma = 3,5 \text{ m}$ .



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  $\times$  πλάτος

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

- (β) Όγκος = μήκος  $\times$  πλάτος  $\times$  ύψος

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

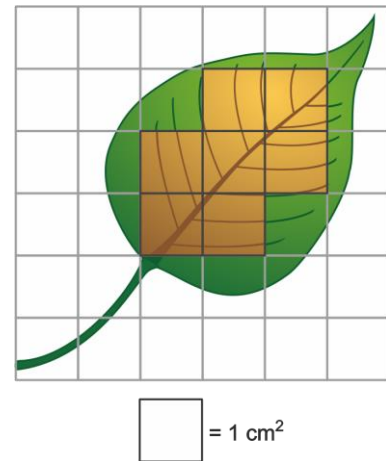
#### 1.4.2 Υπολογισμός εμβαδού επιφανειών και όγκου σωμάτων με ακανόνιστο σχήμα

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.

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



**Εικόνα 1.28**

Μέτρηση εμβαδού επιφάνειας με ακανόνιστο σχήμα.

### Παράδειγμα 1.5

Να υπολογίσετε το εμβαδόν της επιφάνειας του φύλλου της εικόνας 1.28. Το κάθε τετράγωνο έχει εμβαδό  $1 \text{ cm}^2$ .

#### Απάντηση:

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

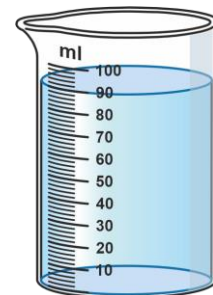
$$E = (7 \times 1 \text{ cm}^2) + \left(\frac{18}{2} \times 1 \text{ cm}^2\right) \Rightarrow$$

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

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.

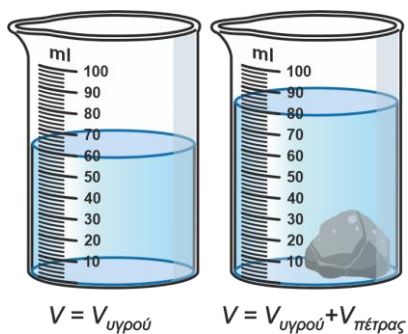
Εκμεταλλευόμαστε την ιδιότητα των υγρών να παίρνουν το σχήμα του δοχείου που τα βάζουμε, για να προσδιορίσουμε τον όγκο στερεών σωμάτων, τα οποία έχουν ακανόνιστο σχήμα, όπως είναι μία πέτρα.

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 1.29**

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



$$V = V_{\text{υγρού}}$$

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

**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:**

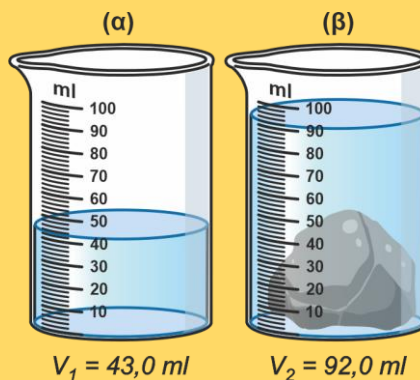
Αρχικά ζυγίζουμε την πέτρα με μια ζυγαριά για να βρούμε τη μάζα της (εικόνα 1.32).



**Εικόνα 1.32**

Η μάζα της πέτρας είναι  $m = 127,4 \text{ g}$

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.

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

$$\Rightarrow V_{\pi} = 49,0 \text{ cm}^3 \text{ (διότι } 1 \text{ ml} = 1 \text{ cm}^3\text{)}$$

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

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

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

## 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.

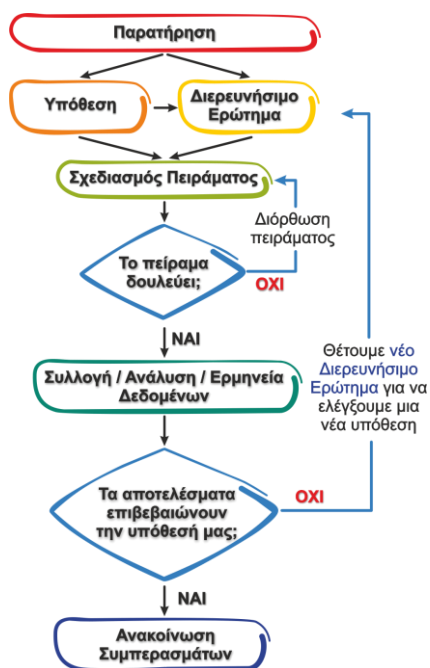
Είναι πάντα χρήσιμο να έχουμε υπόψη μας κάποιες χαρακτηριστικές τιμές ώστε να μπορούμε να ελέγξουμε στο τέλος αν η απάντησή μας είναι λογική ή όχι. Για παράδειγμα, η μάζα του μέσου ανθρώπου είναι γύρω στα 70 kg, οπότε, αν σε ένα πρόβλημα εμείς υπολογίσουμε ότι η μάζα ενός ανθρώπου είναι 7000 kg ή 0,00001 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 μια 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 ποσότητων/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 διερευνησιμο ερώτημα, όπως συζητείται στη συνέχεια.

### Διερευνησιμο ερώτημα

Είναι ένα επιστημονικό ερώτημα για το οποίο εξετάζουμε κατά πόσο υπάρχει σχέση μεταξύ δύο μεταβλητών (π.χ. Πώς ο χρόνος θέρμανσης ενός αντικείμενου 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.

### Έλεγε τι έμαθες!

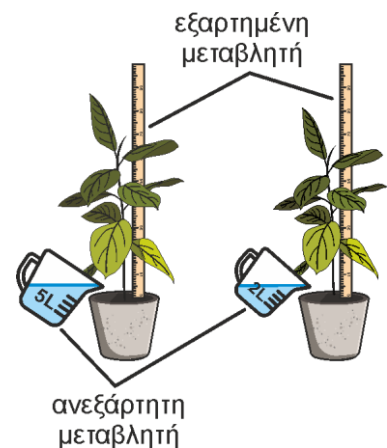
6. Ποια από τα πιο κάτω ερωτήματα είναι διερευνήσιμα;
- A. Πώς το μέγεθος της ζύμης του ψωμιού επηρεάζει τον χρόνο που χρειάζεται για να ψηθεί;
  - B. Πώς ο Ήλιος ζεσταίνει το νερό;
  - Γ. Πώς η διάμετρος μιας σφαίρας επηρεάζει την ταχύτητα με την οποία πέφτει στο έδαφος, από συγκεκριμένο ύψος;
  - Δ. 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.

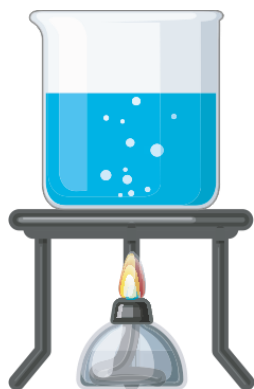
Η μεταβλητή την οποία παρατηρούμε ώστε να ανιχνεύσουμε πιθανές αλλαγές, ονομάζεται εξαρτημένη, ενώ η μεταβλητή που μεταβάλλουμε σκόπιμα ονομάζεται ανεξάρτητη.



**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 διερευνητικό ερώτημα ή να ελέγξουμε την υπόθεση μας. Για παράδειγμα, θέλουμε να εξετάσουμε το διερευνητικό 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 διερευνητικό 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.