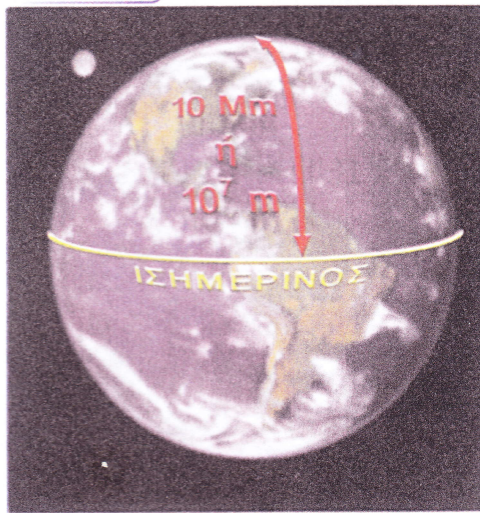


1.3 Τα φυσικά μεγέθη και οι μονάδες τους

Φυσική
και Ιστορία

Εικόνα 1.9.
Μονάδες μήκους

Για πάρα πολλούς αιώνες χρησιμοποιήθηκαν ως μονάδες μέτρησης του μήκους αποστάσεις που είχαν σχέση με το **ανθρώπινο σώμα**. Για παράδειγμα, ως μια ίντσα ορίστηκε το πλάτος του αντίχειρα ενός άνδρα. Με την ανάπτυξη της επιστήμης, η οποία απαιτούσε μετρήσεις με μεγάλη ακρίβεια, αναδείχθηκε η αναγκαιότητα ακριβέστερου ορισμού της μονάδας μήκους. Αρχικά το ένα μέτρο ορίστηκε έτσι ώστε η απόσταση από το Β. πόλο μέχρι τον Ισημερινό να προκύπτει ίση με 10.000 km. Το 1 m ορίστηκε με ακρίβεια το 1983 ως το μήκος που διανύει το φως στο κενό σε χρόνο $1/299792458$ δευτερόλεπτα.

– Αναζήτησε πληροφορίες και κατάγραψε τις μονάδες μέτρησης του μήκους από τους αρχαίους Ανατολικούς λαούς μέχρι και το 18ο αιώνα.

Ιδιαίτερη σημασία για την έρευνα της φύσης έχουν τα **φυσικά μεγέθη** και οι **μετρήσεις**. Μέγεθος είναι κάθε ποσότητα που μπορεί να μετρηθεί. Με τον όρο μέτρηση ονομάζουμε τη διαδικασία σύγκρισης ομοειδών μεγεθών. Για να μελετήσουμε ένα φαινόμενο, είναι ανάγκη να μετρήσουμε τα μεγέθη που χρησιμοποιούμε για την περιγραφή του. Για παράδειγμα, προκειμένου να μελετήσουμε την πτώση των σωμάτων, είναι απαραίτητο να μετρήσουμε το χρόνο της κίνησης και το μήκος της διαδρομής που διανύουν τα σώματα καθώς πέφτουν. Τα μεγέθη που χρησιμοποιούμε για την περιγραφή ενός φυσικού φαινομένου λέγονται **φυσικά μεγέθη**. Το μήκος, το εμβαδόν, ο όγκος, ο χρόνος, η ταχύτητα, η μάζα, η πυκνότητα, είναι φυσικά μεγέθη.

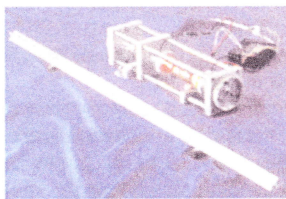
Για να μετρήσουμε ένα φυσικό μέγεθος, το συγκρίνουμε με άλλο ομοειδές, το οποίο ονομάζουμε **μονάδα μέτρησης**. Για να μετρήσουμε το μήκος ενός σώματος, το συγκρίνουμε με ορισμένο μήκος, το οποίο έπειτα από συμφωνία, θεωρούμε ως μονάδα μέτρησης, όπως για παράδειγμα είναι το 1 m (εικόνα 1.9). Η διαδικασία της μέτρησης μπορεί να είναι εύκολη, όπως όταν μετράς το μήκος του θρανίου, ή περίπλοκη, όπως η μέτρηση της απόστασης των πλανητών από τον ήλιο.

Τα θεμελιώδη μεγέθη: Το μήκος, ο χρόνος και η μάζα

Μερικά φυσικά μεγέθη προκύπτουν άμεσα από τη διαίσθησή μας. Δεν ορίζονται με τη βοήθεια άλλων μεγεθών. Αυτά τα φυσικά μεγέθη ονομάζονται **θεμελιώδη**. Τέτοια φυσικά μεγέθη είναι το μήκος, ο χρόνος και η μάζα. Οι μονάδες μέτρησης των θεμελιωδών μεγεθών ορίζονται συμβατικά και ονομάζονται **θεμελιώδεις μονάδες**. Το μέτρο (m), το δευτερόλεπτο (s) και το χιλιόγραμμα (kg) είναι θεμελιώδεις μονάδες στη Μηχανική.

Μέτρηση μήκους

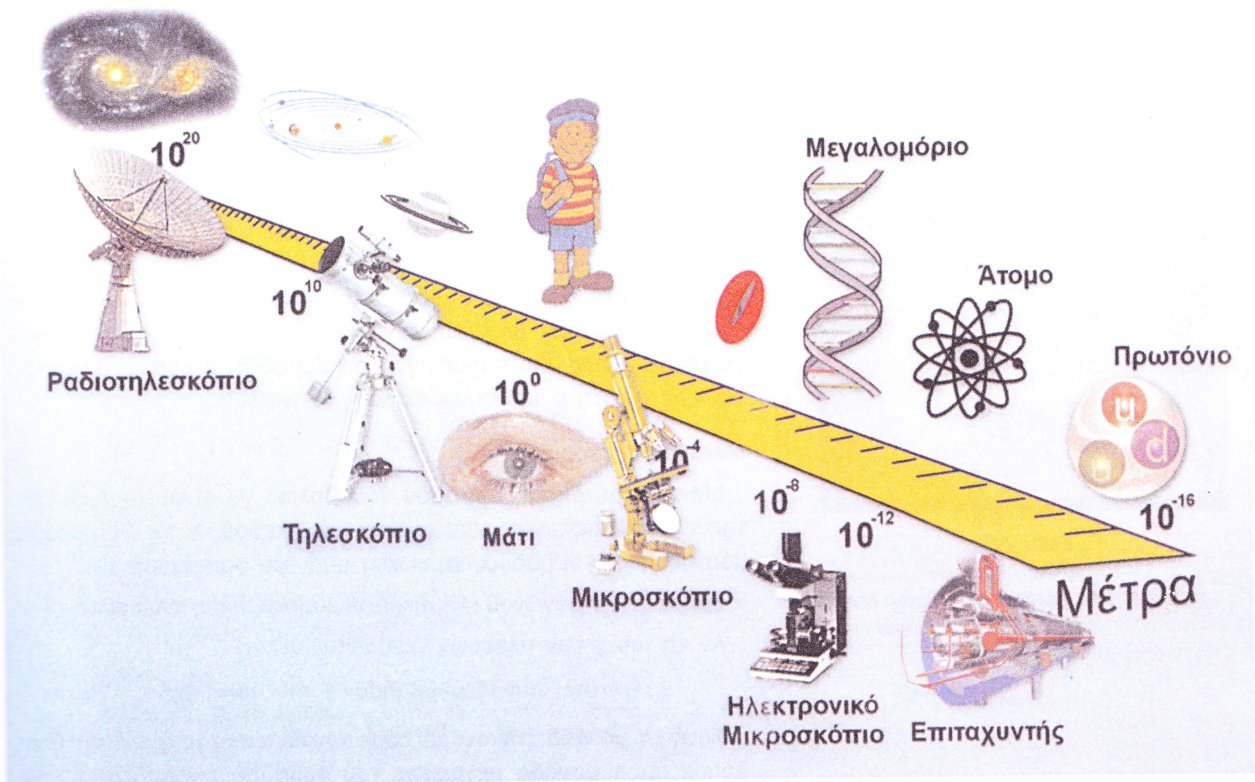
Η θεμελιώδης μονάδα μέτρησης του μήκους είναι το μέτρο (meter) (εικόνα 1.9). Το όνομά του προέρχεται από την ελληνική λέξη μετρώ και παριστάνεται με το γράμμα m. Για τη μέτρηση μικρών μικρότερων του ενός μέτρου, χρησιμοποιούμε τα υποπολλαπλασιάσιά του: το εκατοστό (cm), το χιλιοστό (mm) κ.ά. Για τη μέτρηση μεγάλων πολύ μεγαλύτερων από το 1 m χρησιμοποιούμε τα πολλαπλάσια του μέτρου, όπως το ένα χιλιόμετρο (km) κ.ά. (εικόνα 1.10). Το υποδεκάμετρο, το πτυσσόμενο μέτρο, η μετροταινία κ.ά. είναι τα συνηθισμένα όργανα μέτρησης του μήκους.

Φυσική
και Ιστορία

Η μονάδα μήκους: το 1 m

Για να εξασφαλίσουμε ότι το 1 m θα αντιστοιχεί στο ίδιο μήκος για όλους τους ανθρώπους, κατασκευάσαμε ως **πρότυπο** μια ράβδο από ιριδιούχο λευκόχρυσο και χαραξαμε πάνω σε αυτή δυο εγκοπές. Την απόσταση μεταξύ των δυο εγκοπών την ονομάσαμε 1 μέτρο. Αυτό το πρότυπο μέτρο φυλάσσεται στο Μουσείο Μέτρων και Σταθμών που βρίσκεται στις Σέβρες κοντά στο Παρίσι.

Μπορείς να σκεφτείς κάποια μειονεκτήματα της χρήσης της απόστασης των δυο χαραγών ως μονάδας μέτρησης του μήκους από όλες τις χώρες;



Εικόνα 1.10.

Η κλίμακα των μηκών στον κόσμο μας και όργανα με τα οποία τον αντιλαμβανόμαστε.

Μέτρηση του χρόνου

Για τη μέτρηση του χρόνου χρησιμοποιούμε φαινόμενα τα οποία επαναλαμβάνονται με ίδιο τρόπο σε ίσα χρονικά διαστήματα (περιοδικά φαινόμενα). Τέτοια φαινόμενα είναι η διαδοχή της ημέρας με τη νύχτα (ημερονύκτιο), οι φάσεις της σελήνης, οι κτύποι της καρδιάς ενός ανθρώπου, η κίνηση του εκκρεμούς, η μεταβολή της ενέργειας ορισμένων ατόμων. Η θεμελιώδης μονάδα μέτρησης του χρόνου είναι το δευτερόλεπτο (second ή σύντομα s). Ορίζουμε το δευτερόλεπτο έτσι ώστε το ημερονύκτιο να διαρκεί 86.400 s. Τα όργανα μέτρησης του χρόνου ονομάζονται χρονόμετρα.

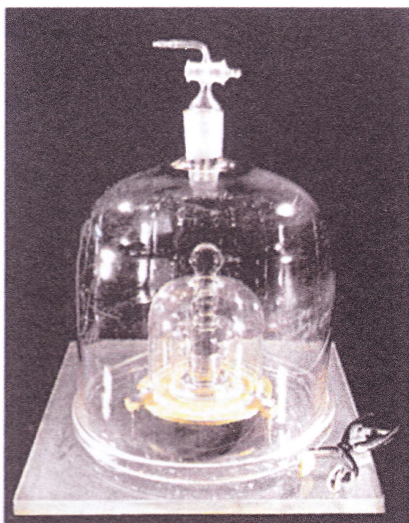
Μάζα και μέτρησή της

Με τι συνδέεται η μάζα ενός σώματος; Ένας οδηγός φορτηγού γνωρίζει από την εμπειρία του ότι το φορτωμένο φορτηγό σταματά πολύ πιο δύσκολα από το άδειο. Είναι πιο δύσκολο να στρώξεις ένα γεμάτο κιβώτιο σε μια πίστα από πάγο, ώστε να κινηθεί, παρά ένα άδειο. Λέμε ότι το φορτωμένο φορτηγό έχει μεγαλύτερη μάζα από το άδειο και το γεμάτο κιβώτιο από το άδειο. Η εμπειρία μας δείχνει ότι όσο πιο δύσκολα ένα σώμα αρχίζει να κινείται ή σταματά, τόσο μεγαλύτερη είναι η μάζα του. Η **μάζα** φαίνεται να **συνδέεται με την κίνηση**. Η **μάζα συνδέεται**, επίσης, με την «ποσότητα της ύλης» που περιέχεται σε ένα σώμα. Πράγματι, όσο περισσότερη ύλη περιέχεται σε κάποιο σώμα, τόσο μεγαλύτερη είναι η μάζα του.

1 ημερονύκτιο = 24 ώρες (h)
1 ώρα (h) = 60 λεπτά (min)
1 λεπτό (min) = 60 δευτερόλεπτα (s)

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1.	
ΚΛΙΜΑΚΑ ΤΩΝ ΧΡΟΝΙΚΩΝ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΩΝ σε s	
Ηλικία Σύμπαντος	$4,0 \cdot 10^{17}$
Ηλικία γης	$1,3 \cdot 10^{17}$
Μέση διάρκεια της ζωής του ανθρώπου	$2,0 \cdot 10^9$
Περιφορά της γης γύρω από τον ήλιο	$3,1 \cdot 10^7$
Περιφορά της γης γύρω από τον άξονά της	$8,6 \cdot 10^4$
Περιστροφή του μορίου	$2,0 \cdot 10^{-23}$

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.2.	
ΚΛΙΜΑΚΑ ΜΑΖΩΝ σε Kg	
Σύμπαν	10^{52}
Γαλαξίας	$7 \cdot 10^{41}$
Ήλιος	$2 \cdot 10^{30}$
Γη	$6 \cdot 10^{24}$
Άνθρωπος	$7 \cdot 10^1$
Βάτραχος	$1 \cdot 10^{-1}$
Κουνούπι	$1 \cdot 10^{-5}$
Βακτήριο	$1 \cdot 10^{-15}$
Μόριο υδρογόνου	$4 \cdot 10^{-27}$



Εικόνα 1.11.

Το πρότυπο χιλιόγραμμα

1 kg είναι η μάζα ενός κυλίνδρου από ιριδιούχο λευκόχρσο που φυλάσσεται στο Μουσείο Μέτρων και Σταθμών που βρίσκεται στις Σέβρες κοντά στο Παρίσι.

Θεμελιώδης μονάδα μάζας είναι το χιλιόγραμμο (1 kg) (εικόνα 1.11). Υποπολλαπλάσιο του 1 kg είναι το 1 g (γραμμάριο), (1 kg=1.000 g). Όργανα μέτρησης της μάζας είναι οι ζυγοί (ζυγαριές). Υπάρχουν διάφοροι τύποι ζυγών (εικόνα 1.12).

Παράγωγα μεγέθη

Τα μεγέθη που ορίζονται με απλές μαθηματικές σχέσεις από τα θεμελιώδη ονομάζονται **παράγωγα**. Οι μονάδες τους μπορούν να εκφραστούν, με τις ίδιες απλές μαθηματικές σχέσεις, μέσω των μονάδων των θεμελιωδών μεγεθών και ονομάζονται **παράγωγες μονάδες**. Για παράδειγμα, το εμβαδόν, ο όγκος, η πυκνότητα, η ταχύτητα κτλ, είναι παράγωγα μεγέθη.

Μέτρηση εμβαδού

Μονάδα μέτρησης **εμβαδού** (συμβολικά A) είναι το εμβαδόν της επιφάνειας ενός τετραγώνου με πλευρά 1 m. Η μονάδα μέτρησης του εμβαδού προκύπτει από τον ορισμό του.

Εμβαδόν τετραγώνου = μήκος πλευράς·μήκος πλευράς.

Αν τα μήκη των πλευρών μετρώνται σε m,

$$\text{τότε: μονάδα εμβαδού} = 1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} = 1 \text{ m}^2.$$

Αυτή τη μονάδα την ονομάζουμε τετραγωνικό μέτρο (m²). Βλέπουμε ότι η **μονάδα μέτρησης του εμβαδού εκφράζεται μέσω της θεμελιώδους μονάδας του μήκους**.

Μέτρηση όγκου

Μονάδα μέτρησης όγκου είναι ο όγκος κύβου ακμής 1 m. Η μονάδα μέτρησής του προκύπτει από τον ορισμό του.

Όγκος κύβου = μήκος ακμής·μήκος ακμής·μήκος ακμής. Αν τα μήκη των πλευρών μετρώνται σε m,

$$\text{τότε: μονάδα όγκου} = (1 \text{ m}) \cdot (1 \text{ m}) \cdot (1 \text{ m}) = 1 \text{ m}^3.$$

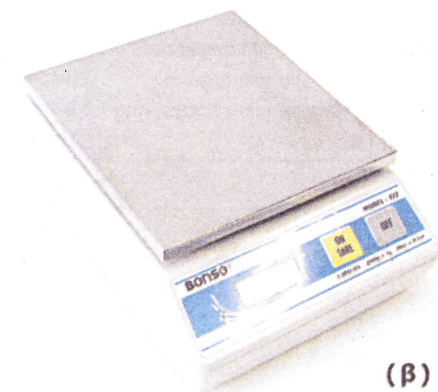
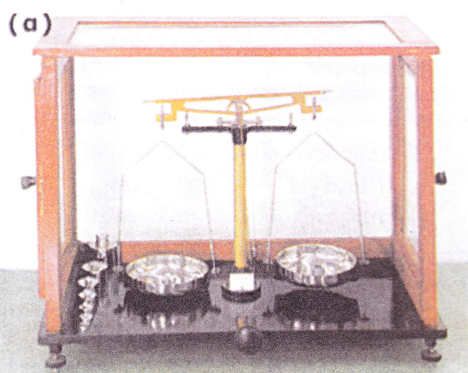
Αυτή τη μονάδα την ονομάζουμε κυβικό μέτρο (m³). Βλέπουμε ότι η **μονάδα μέτρησης του όγκου εκφράζεται μέσω της θεμελιώδους μονάδας του μήκους**.

Μέτρηση της πυκνότητας

Ποιο είναι πιο βαρύ, ο σίδηρος ή το ξύλο; Πολλοί άνθρωποι νομίζουν ότι ο σίδηρος είναι βαρύτερος από το ξύλο, παρόλο που ένα καρφί είναι ελαφρύτερο από μία σανίδα. Για να απαντήσουμε σε αυτή την ερώτηση, ζυγίζουμε ένα κομμάτι από σίδηρο και ένα κομμάτι από ξύλο, που έχουν τον ίδιο όγκο. Για παράδειγμα, 1 cm³ σιδήρου έχει μάζα 7,9 g, ενώ 1 cm³ ξύλου έχει μάζα 0,7 g. Λέμε ότι η **πυκνότητα** του σιδήρου είναι 7,9 g ανά κυβικό εκατοστόμετρο, ενώ του ξύλου 0,7 g ανά κυβικό εκατοστόμετρο. Ο σίδηρος έχει μεγαλύτερη πυκνότητα από το ξύλο.

Η **πυκνότητα** ενός υλικού ορίζεται ως το πηλίκο που έχει ως αριθμητή τη μάζα σώματος από αυτό το υλικό και παρονομαστή τον όγκο του. Δηλαδή

$$\text{πυκνότητα} = \frac{\text{μάζα}}{\text{όγκο}}, \text{ ή με σύμβολα: } \rho = \frac{m}{V}$$



Εικόνα 1.12.

(α) Ζυγαριά ακριβείας-ζυγός ισορροπίας. (β) Ηλεκτρονικός ζυγός-παρόμοιοι ζυγοί υπάρχουν στο εργαστήριο φυσικής του σχολείου σου.

Η πυκνότητα εκφράζει τη μάζα του υλικού που περιέχεται σε μια μονάδα όγκου. Η πυκνότητα είναι χαρακτηριστικό του υλικού κάθε σώματος. Δεν χαρακτηρίζει, για παράδειγμα, μια σιδηροδοκό αλλά γενικά το σίδηρο. Έτσι, η πυκνότητα μιας σιδηροδοκού είναι ίδια με την πυκνότητα ενός πολύ μικρού κομματιού (ρινίσματος) σιδήρου.

Για να υπολογίσουμε την πυκνότητα ενός υλικού, για παράδειγμα του αλουμινίου, αρκεί να διαιρέσουμε τη μάζα ενός σώματος από αλουμίνιο με τον όγκο (εικόνα 1.13). Ένα κομμάτι αλουμινίου μάζας $m=270\text{ g}$ έχει όγκο $V=100\text{ cm}^3$. Επομένως, η πυκνότητα ρ του αλουμινίου είναι:

$$\rho = \frac{\text{μάζα}}{\text{όγκος}} = \frac{m}{V} = \frac{270\text{ g}}{100\text{ cm}^3} = 2,7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

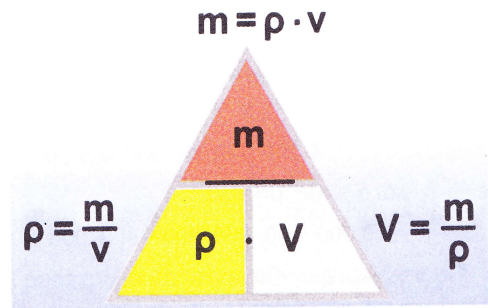
Η πυκνότητα εκφράζεται μέσω της μάζας και του όγκου. Επομένως, είναι ένα παράγωγο μέγεθος. Η μονάδα της πυκνότητας μπορεί να εκφραστεί μέσω των θεμελιωδών μονάδων της μάζας (Kg) και του μήκους (m), δηλαδή:

$$\text{μονάδα πυκνότητας} = \frac{\text{μονάδα μάζας}}{\text{μονάδα όγκου}} = \frac{1\text{ kg}}{1\text{ m}^3}$$

Γενικά η μονάδα μέτρησης κάθε παράγωγου μεγέθους μπορεί πάντοτε να εκφραστεί ως συνάρτηση των μονάδων των θεμελιωδών μεγεθών.

Διεθνές Σύστημα Μονάδων (System Internationale)

Το σύνολο των θεμελιωδών και των παραγώνων μονάδων αποτελεί ένα σύστημα μονάδων. Σήμερα από όλες τις χώρες χρησιμοποιείται το Διεθνές Σύστημα Μονάδων (System Internationale) S.I. Τα θεμελιώδη και ορισμένα παράγωγα μεγέθη στο SI φαίνονται στον πίνακα 1.4.



Εικόνα 1.13.

Για να θυμάστε ευκολότερα: Όταν ξέρουμε δυο από τα μεγέθη ρ , m , V , μπορούμε να υπολογίσουμε το τρίτο.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.3.				
ΠΥΚΝΟΤΗΤΕΣ ΜΕΡΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ				
ΣΤΕΡΕΑ	ΥΓΡΑ	ΑΕΡΙΑ	Kg m ³	g cm ³
Χρυσός			19.300	19,30
	Υδράργυρος		13.600	13,60
Μόλυβδος			11.300	11,30
Χαλκός			8.900	8,90
Σίδηρος			7.800	7,80
Αλουμίνιο			2.700	2,70
Τούβλο			2.600	2,60
Γλυκερίνη			1.260	1,26
Νερό			1.000	1,00
Πάγος			920	0,92
	Πετρέλαιο		850	0,85
	Οινόπνευμα		800	0,80
Φελλός			240	0,24
	Αέρας		0,13	0,0013
	Άζωτο		0,03	0,0003

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.4.			
ΔΙΕΘΝΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΟΝΑΔΩΝ			
Θεμελιώδη μεγέθη	Θεμελιώδεις μονάδες	Παράγωγα μεγέθη	Παράγωγες μονάδες
Μήκος	1 μέτρο (1 m)	Εμβαδόν	1 m ²
Μάζα	1 χιλιόγραμμα (1 Kg)	Όγκος	1 m ³
Χρόνος	1 δευτερόλεπτο (1 s)	Πυκνότητα	1 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
Θερμοκρασία	1 κέλβιν (1 K)		
Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος	1 αμπέρ (1 A)		
Ένταση ακτινοβολίας	1 καντέλλα (cd)		
Ποσότητα ύλης	1 γραμμόμολιο (mol)		

Πολλαπλάσια και υποπολλαπλάσια των μονάδων

Συχνά οι επιστήμονες χρειάζεται να εργασθούν με πολύ μικρές ή πολύ μεγάλες ποσότητες. Για παράδειγμα, η μάζα της γης είναι περίπου

$$6.000.000.000.000.000.000.000.000 \text{ kg}$$

ενώ η μάζα ενός μορίου

$$0,000 \ 000 \ 000 \ 000 \ 000 \ 000 \ 000 \ 000 \ 004 \text{ kg.}$$

Για να διευκολυνθούν στις πράξεις τους, χρησιμοποιούν τα πολλαπλάσια ή τα υποπολλαπλάσια των μονάδων τα οποία συνήθως εκφράζουν με δυνάμεις του 10. Οι εκθέτες των δυνάμεων αυτών είναι πολλαπλάσια ή υποπολλαπλάσια του 3 (πίνακας 1.5). Πολλές φορές επίσης αντί για τις δυνάμεις του 10, χρησιμοποιούμε σύμβολα με γράμματα. Για παράδειγμα, το χίλιες φορές μεγαλύτερο (10^3) το παριστάνουμε με το k (kilo). Δηλαδή, τα 1000 m μπορούν να γραφούν 10^3 m ή 1 km. Παρόμοια το ένα χιλιοστό του μέτρου μπορεί να γραφεί ως 10^{-3} m ή 1 mm.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.5.		
ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑ ΜΕΓΕΘΩΝ		
Όνομα	Σύμβολο	Σχέση
Μίκρο	μ	$1/10000000=10^{-6}$
Χιλιοστό (μλι)	m	$1/1000=10^{-3}$
Εκατοστό (σεντι)	c	$1/100=10^{-2}$
Δέκατο (ντεσι)	d	$1/10=10^{-1}$
ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑ		
Χίλιο (κίλο)	k	$1000=10^3$
Μέγα	M	$10000000=10^6$
Πολλαπλάσια και υποπολλαπλάσια των μονάδων με τα σύμβολά τους.		

Ερωτήσεις

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

► Χρησιμοποίησε και εφάρμοσε τις έννοιες που έμαθες:

1. Ανάφερε μερικούς λόγους για τους οποίους νομίζεις ότι είναι χρήσιμη η μελέτη της φυσικής.
2. Ανάφερε τα βασικά στοιχεία της επιστημονικής μεθόδου. Τι είναι το πείραμα;
3. Τι είναι μέτρηση; Να αναφέρεις τρία παραδείγματα μεγεθών και τις μονάδες μέτρησής τους στο SI.
4. Να συμπληρωθούν οι προτάσεις έτσι ώστε να είναι επιστημονικά ορθές: Η πυκνότητα ενός υλικού ορίζεται ως το που έχει την του σώματος από αυτό το υλικό και τον του. Δηλαδή $\rho =$
5. Στις παρακάτω ερωτήσεις να κυκλώσεις το γράμμα με τη σωστή απάντηση:
 - i. Ένα κομμάτι φελλού κόβεται σε δυο ίσα κομμάτια. Η πυκνότητα του κάθε κομματιού είναι: α) Η μισή εκείνης του αρχικού κομματιού, β) Διπλάσια εκείνης του αρχικού κομματιού, γ) Η ίδια με εκείνη του αρχικού κομματιού.
 - ii. Η διάμετρος του ματιού σου είναι περίπου α) $5 \times 10^{-10} \text{ m}$, β) $2,5 \times 10^2 \text{ mm}$, γ) 2,5 cm δ) $2,5 \times 10^2 \text{ cm}$, ε) καμία από τις παραπάνω.
 - iii. Ένα 24ωρο έχει περίπου α) $864 \times 10^2 \text{ s}$, β) 8640 s γ) $1,44 \times 10^3 \text{ s}$, δ) $9 \times 10^4 \text{ s}$, ε) καμία από τις παραπάνω.

► Εφάρμοσε τις γνώσεις σου και γράψε τεκμηριωμένες απαντήσεις στις ερωτήσεις που ακολουθούν:

1. Πόσο μήκος νομίζεις ότι έχει το χέρι σου; Έλεγξε την απάντησή σου μετρώντας το. Ποιο νομίζεις ότι έχει μεγαλύτερο μήκος, το άνοιγμα των χεριών σου ή το σώμα σου; Μέτρησέ τα για να ελέγξεις την απάντησή σου.
2. Πόσο μήκος νομίζεις ότι έχει η διάμετρος ενός κέρματος δύο ευρώ; Έλεγξε την απάντησή σου μετρώντάς τη. Κατόπιν, υπολόγισε το μήκος της περιμέτρου του κέρματος.
3. Πόσο νομίζεις ότι είναι το εμβαδόν του δωματίου σου; Να ελέγξεις την απάντησή σου μετρώντας τις διαστάσεις του και υπολογίζοντάς το.
4. Διαθέτεις έναν ογκομετρικό σωλήνα βαθμονομημένο σε cm^3 (mL) και ένα κουτί με σκάγια. Πώς μπορείς με αυτόν τον ογκομετρικό σωλήνα να προσδιορίσεις τον όγκο κάθε σκαγιού;