

4ο Μάθημα

ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΗΚΟΥΣ

Μετρούμε με το μέτρο και με άλλα όργανα

«Πολλές φορές λέω ότι όταν μπορείς να μετρήσεις εκείνο για το οποίο μιλάς και να το εκφράσεις με αριθμούς, ξέρεις κάτι γι' αυτό. Όταν όμως δεν μπορείς να το εκφράσεις με αριθμούς, η γνώση σου είναι φτωχή και ελλιπής».

W. Thomson (Kelvin) (1824-1907), Βρεταννός Φυσικός

Για να μελετήσουμε ένα φυσικό φαινόμενο πρέπει να μετρήσουμε με ακρίβεια όλα όσα μεταβάλλονται κατά τη διάρκεια του φαινομένου. Με ακρίβεια σημαίνει χωρίς σφάλματα ή ακριβέστερα με όσο γίνεται μικρότερο σφάλμα. Η ακριβής μέτρηση είναι απαραίτητο στοιχείο της εργασίας όχι μόνο του φυσικού και του χημικού, αλλά και πολλών άλλων επιστημόνων και τεχνητών.

Άσκηση 1

Να συγκρίνετε το μήκος της πάνω πλευράς του βιβλίου σας με το μήκος μιας οδοντογλυφίδας. Να μη βρείτε απλώς ποιο είναι μεγαλύτερο, αλλά πόσες φορές μεγαλύτερο είναι το ένα μήκος από το άλλο.

- Ποια ήταν η μονάδα μήκους;

.....

- Ποιο ήταν το όργανο μετρήσεως;

- Μπορείτε με την οδοντογλυφίδα να μετρήσετε το μήκος ενός σώματος με ακρίβεια;

.....

Άσκηση 2

Με τη βοήθεια ενός κανόνα, να φτιάξετε μια λωρίδα από χαρτόνι μήκους 10 cm. Με αυτή τη λωρίδα, να εκτιμήσετε το μήκος της πάνω πλευράς του βιβλίου.

.....

Με τη βοήθεια του κανόνα, να σημειώσετε πάνω στη λωρίδα των 10 cm υποδιαίρεσεις ανά 1 cm και με τη βαθμολογημένη λωρίδα να μετρήσετε και πάλι το ίδιο μήκος.

.....

Τέλος, να χρησιμοποιήσετε τον κανόνα για μια τελική μέτρηση του ίδιου μήκους. Να συγκρίνετε τα αποτελέσματα των τριών μετρήσεών σας.

.....

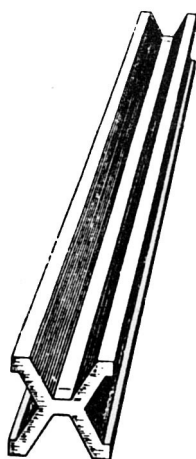
Σε ποια περίπτωση είχατε μεγαλύτερη ακρίβεια στη μέτρησή σας;

.....

- **Μέτρηση** του μήκους ενός σώματος ονομάζεται η σύγκρισή του με το μήκος άλλου σώματος που το παίρνουμε αυθαίρετα ως μονάδα μετρήσεως.

Σε μια μέτρηση δεν βρίσκουμε απλώς ποιο σώμα έχει μεγαλύτερο μήκος, αλλά **πόσες φορές** μεγαλύτερο είναι το μήκος του ενός σώματος από το μήκος του άλλου, που το παίρνουμε ως μονάδα. Το ίδιο κάνουμε και κατά τη μέτρηση οποιουδήποτε άλλου μέγεθος: το συγκρίνουμε με κάποιο ομοειδές μέγεθος που το παίρνουμε αυθαίρετα ίσο με τη μονάδα.

Ο αριθμός που βρίσκουμε κατά τη μέτρηση λέγεται **αριθμητική τιμή** και μαζί με τη μονάδα αποτελεί **το μέτρο (ή την τιμή)** του μεγέθους.



Πρότυπο μέτρο

Μονάδες μήκους

Για να μην παίρνει ο καθένας όποια μονάδα θέλει για το μήκος και προκαλείται σύγχυση, οι επιστήμονες συμφώνησαν πριν από 200 περίπου χρόνια να ορίσουν την ίδια μονάδα, που την ονόμασαν **μέτρο** (στα αγγλικά **metre**), και της έδωσαν το σύμβολο m.

Συχνά συμβαίνει η μονάδα που χρησιμοποιούμε για να μετρήσουμε ένα μέγεθος να είναι αρκετά μεγαλύτερη ή αρκετά μικρότερη από το μέγεθος αυτό. Σ' αυτές τις περιπτώσεις χρησιμοποιούμε πολλαπλάσια ή υποπολλαπλάσια (υποδιαιρέσεις) της μονάδας.

Υποδιαιρέσεις και πολλαπλάσια του μέτρου

Όνομα	Σύμβολο	Σχέση
Μικρόμετρο (micrometre)	μm	1 μm=1/1.000.000 m
Χιλιοστόμετρο (millimetre)	mm	1 mm=1/1000 m
Εκατοστόμετρο (centimetre)	cm	1 cm=1/100 m
Δεκατόμετρο (decimetre)	dm	1 dm=1/10 m
Χιλιόμετρο (kilometre)	km	1 km=1000 m

Άσκηση 3

Μέτρησε με τον κανόνα σου το μήκος των δύο πλευρών του εξωφύλλου του βιβλίου σου καθώς και το πάχος του βιβλίου. Σημείωσε:

μήκος μεγάλης πλευράς:cm
 μήκος μικρής πλευράς:.....cm
 πάχος βιβλίου:cm

4. Μέτρηση μήκους

- Αν το άκρο του μήκους που μέτρησες πέφτει ανάμεσα σε δύο διαδοχικές υποδιαίρεσεις (χαραγές) του κανόνα, είσαι σίγουρος για το αποτέλεσμα της μέτρησής σου;
 - Αν το άκρο του μήκους που μέτρησες πέφτει ακριβώς πάνω σε μια υποδιαίρεση, είσαι πιο σίγουρος;
 - Βρήκαν οι συμμαθητές σου τα ίδια αποτελέσματα με σένα;
Πού μπορεί να οφείλονται τυχόν διαφορές;
 - Είναι ο κανόνας ακριβέστερο όργανο μετρήσεως του μήκους από την οδοντογλυφίδα;
 - Αν σου πούμε ότι υπάρχουν ακριβέστερα όργανα μετρήσεως του μήκους από τον κανόνα (π.χ. διαστημόμετρο με βερνιέρο), τότε μήπως μπορούμε να είμαστε ακόμη πιο σίγουροι για τη μέτρησή μας από ό,τι με τον κανόνα (είτε πέσαμε πάνω σε υποδιαίρεση είτε ανάμεσα σε υποδιαίρεσεις του κανόνα);
- Από τα παραπάνω, μπορείς να φθάσεις σε έναν ορισμό τού τι εννοούμε με τον όρο σφάλμα (που κάνουμε) σε μια μέτρηση;
-
-
-
- Πόσο σφάλμα νομίζεις ότι έκανες στην παραπάνω μέτρηση; (Να βάλεις σε κύκλο τη σωστή απάντηση.)
1 έως 2 mm , 0,5 έως 1 mm , 0,05 mm , 0,05 έως 0,1 mm.

Άσκηση 4

Πάρε ένα οποιοδήποτε κυλινδρικό δοχείο και μέτρησε τη διάμετρο και το ύψος του κυλίνδρου.

διάμετρος κυλίνδρου:.....cm

ύψος κυλίνδρου:.....cm

ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΣΕ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Τι κάνουμε όταν μετράμε το μήκος ενός σώματος;
2. Τι ονομάζεται μέτρηση ενός μεγέθους;
3. Ποια είναι η μονάδα μήκους που συμφωνήθηκε διεθνώς;
4. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το μήκος του χεριού ως μονάδα μήκους (ναι ή όχι, γιατί). Τι δυσκολίες θα προκαλούσε μια τέτοια μονάδα;
5. Τι ονομάζεται αριθμητική τιμή και τι μέτρο ενός μεγέθους;
6. Ποιες είναι οι υποδιαίρεσεις και τα πολλαπλάσια του μέτρου, και ποια η σχέση τους με το μέτρο;
7. Με ποιους τρόπους μπορούμε να περιορίσουμε τα σφάλματα κατά τη μέτρηση του μήκους ενός σώματος;
8. Η λέξη “μέτρο” χρησιμοποιείται με διάφορες έννοιες στο μάθημα. Ποιες είναι αυτές;

Για να γνωρίσεις περισσότερα, να σκεφθείς και να καταλάβεις γιατί

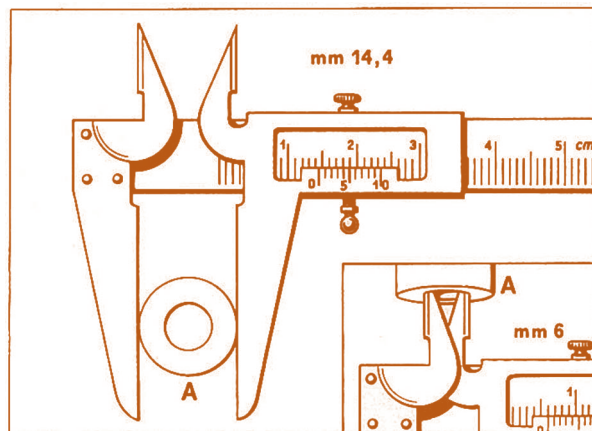
1. Ποια όργανα γνωρίζεις για τη μέτρηση του μήκους;
2. Μέτρησε με τον κανόνα σου το πάχος ενός φύλλου του βιβλίου σου (πάχος φύλλου σε mm). Μπορείς; Σκέψου κάτι για να βελτιώσεις τη μέθοδο (π.χ. μέτρησε το πάχος πολλών φύλλων μαζί).
3. Μέτρησε το πάχος, τη διάμετρο και την περίμετρο ενός κέρματος.

Πάχος κέρματος.....mm Διάμετρος mm
Περίμετρος

4. Επινόησε ένα τρόπο ώστε να μειωθούν τα σφάλματα μετρήσεως του πάχους και της διαμέτρου του κέρματος.

Διάμετρος κέρματος.....mm
Πάχος κέρματος.....mm

5. Αν το σχολείο σας διαθέτει ή έχεις στο σπίτι διαστημόμετρο, μέτρησε τα προηγούμενα και σύγκρινε τα αποτελέσματα. Παρατηρούνται διαφορές;
(Θα διαπιστώσεις ότι και στις απλές ακόμα μετρήσεις υπάρχουν δυσκολίες, όταν ζητάμε ακρίβεια.)



**Διαστημόμετρο με θερνιέρο
για ακρίβεια μέχρι 0,1 mm**

6. Μέτρησε τη διάμετρο της βάσης ενός κυλινδρικού κουτιού.
Διάμετρος βάσηςmm Μήκος περιμέτρουmm
7. Με βάση τις τιμές που βρήκες στις εργασίες 3-6, να βρεις τον λόγο της περιμέτρου προς τη διάμετρο:
για το κέρμα :
για το κυλινδρικό δοχείο :

Είναι παραπλήσιοι οι λόγοι αυτοί;

Ποια είναι η ακριβέστερη τιμή που γνωρίζεις για τον λόγο αυτό;

8. Ποιες μονάδες μήκους είναι πιο κατάλληλες για να εκφραστούν τα παρακάτω:

- Το μήκος, το πλάτος και το ύψος ενός τούβλου.
- Το μήκος, το πλάτος και το ύψος ενός κτιρίου.
- Το μήκος ενός ποταμού.
- Το πάχος μιας λεπτής κλωστής.
- Το μήκος ενός τοίχου.
- Η απόσταση δύο πόλεων.

π

Θέμα 1 για προαιρετική μελέτη:

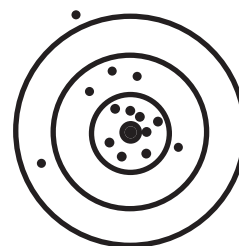
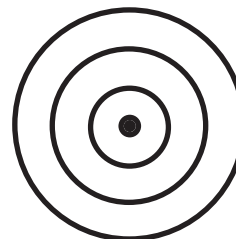
ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΤΥΧΑΙΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΑ

Ποιος φταίει γι' αυτά;

Ας θεωρήσουμε έναν σκοπευτή που βάλλει εναντίον ενός στόχου. Το σχήμα δείχνει ότι όλες οι βολές του πέφτουν μακρινά από τον στόχο. Είναι φανερό ότι γίνεται κάποιο σφάλμα που μπορεί να οφείλεται στο όπλο, στον ίδιο τον σκοπευτή ή και σε κάποιο άλλο αίτιο, π.χ. σε άνεμο που φυσά. Ένα τέτοιο σφάλμα λέγεται **συστηματικό**.

Είναι φανερό ότι τα συστηματικά σφάλματα μπορεί και πρέπει να διορθώνονται, αρκεί να βρούμε τον λόγο που τα προκαλεί. Ανεξάρτητα όμως από το αν υπάρχει συστηματικό σφάλμα ή όχι, παρατηρούμε ότι όλες οι βολές δεν πέφτουν ακριβώς στο ίδιο σημείο, αλλά είναι σκορπισμένες γύρω από ένα σημείο. Το σημείο αυτό είναι ο στόχος αν δεν υπάρχει συστηματικό σφάλμα.

Γενικά, αν επαναλαμβάνει κανείς πολλές φορές την ίδια μέτρηση, παρατηρεί ότι τα αποτελέσματα δεν είναι πάντοτε ακριβώς τα ίδια. Τέτοια σφάλματα μπορεί να οφείλονται στον άνθρωπο που κάνει τις μετρήσεις, αλλά και στο όργανο με το οποίο γίνονται οι μετρήσεις. Τα σφάλματα αυτού του είδους λέγονται **τυχαία**. Αυτά ούτε εύκολο ούτε εντελώς απαραίτητο είναι να διορθώνονται. Τα περιορίζουμε όμως αν κάνουμε τις μετρήσεις προσεκτικά.



Θέμα 2 για προαιρετική μελέτη:**ΤΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ ΨΗΦΙΑ****Στις φυσικές επιστήμες έχει σημασία
με πόσα ψηφία γράφουμε την αριθμητική τιμή ενός μεγέθους**

Μέτρησε με τον κανόνα σου το μήκος της παρακάτω γραμμής με όσο μεγαλύτερη ακρίβεια μπορείς και σημείωσέ το:

_____ cm

Να σημειώσεις και τις τιμές για το ίδιο μήκος αρκετών άλλων συμμαθητών σου.

α) cm β) cm γ) cm δ) cm

ε) cm στ) cm ζ) cm η) cm

Τι παρατηρείς; Να συζητήσετε στην τάξη πιθανές αιτίες των παρατηρήσεών σας.

.....
.....
.....

Στις φυσικές επιστήμες είναι πολύ σημαντικό να δίνουμε στις αριθμητικές τιμές των φυσικών μεγεθών όλα τα ψηφία για τα οποία είμαστε σίγουροι. Επιπλέον χρήσιμο είναι να δίνουμε και το πρώτο ψηφίο για το οποίο δεν είμαστε σίγουροι.

Να σημειώσεις πώς πρέπει να δοθεί το μήκος της παραπάνω γραμμής ώστε να λάβει υπόψη όλα τα ψηφία για τα οποία είμαστε σίγουροι συν το πρώτο ψηφίο για το οποίο δεν είμαστε σίγουροι
..... cm

- Όταν εκφράζουμε λοιπόν την αριθμητική τιμή ενός φυσικού μεγέθους, πρέπει να δίνουμε τον αριθμό με τόσα ψηφία όσα είναι τα ψηφία για τα οποία είμαστε σίγουροι, συν ένα ακόμη ψηφίο για το οποίο υπάρχει σφάλμα ή αβεβαιότητα, για το οποίο δεν είμαστε σίγουροι. Μόνον αυτά τα ψηφία έχουν σημασία, γι' αυτό τα ονομάζουμε **σημαντικά ψηφία**.

Να μετρήσεις τώρα τον αριθμό των σημαντικών ψηφίων που πρέπει να έχει η τιμή του μήκους της παραπάνω γραμμής

Να έχεις υπόψη σου

Τα σημαντικά ψηφία δεν είναι το ίδιο με τα δεκαδικά ψηφία.

Το πόσο αβέβαιο είναι το τελευταίο ψηφίο εξαρτάται από το τυχαίο σφάλμα. Στις επιστημονικές εργασίες, δίδεται και το σφάλμα αυτό, π. χ. $3,40 \pm 0,05$ cm.

Βλέπουμε λοιπόν ότι ενώ στα μαθηματικά $3,40 = 3,4$, στις φυσικές επιστήμες το 3,40 δεν είναι ίδιο με το 3,4. Το 3,40 έχει τρία σημαντικά ψηφία, ενώ το 3,4 έχει δύο σημαντικά ψηφία.

Να έχεις υπόψη σου

Χωρίς να το εξηγήσουμε εδώ, θα πρέπει να ξέρουμε ότι μηδενικά που είναι στην αρχή ενός δεκαδικού αριθμού δεν πρέπει να λογαριάζονται ως σημαντικά ψηφία. Έτσι ο αριθμός 0,0035 έχει δύο σημαντικά ψηφία. Ο αριθμός όμως 5,005 έχει τέσσερα σημαντικά ψηφία. Τέλος, επαναλαμβάνουμε ότι τα μηδενικά στο τέλος ενός δεκαδικού αριθμού είναι σημαντικά, π.χ. ο αριθμός 5,0500 έχει πέντε σημαντικά ψηφία.