**Ενδεικτικές Απαντήσεις και Μετρήσεις**

## Μετρήσεις Μήκους - Η Μέση Τιμή για τον Εκπαιδευτικό

Ειδικοί στόχοι

Επιδιώκεται οι μαθητές: να συζητούν και να προβληματίζονται για τα μετρήσιμα και τα μη μετρήσιμα μεγέθη - να πειραματιστούν και να καταλήξουν σε συμπεράσματα για τη βέλτιστη μέτρηση του μήκους με μετροταινία - να χρησιμοποιούν τη μετροταινία για να πραγματοποιούν μετρήσεις μήκους ελαχιστοποιώντας το σφάλμα μέτρησης - να υπολογίζουν τη μέση τιμή από πολλές μετρήσεις - να διαπιστώσουν ότι οι αποκλίσεις στις μετρήσεις εξομαλύνονται με τον υπολογισμό της μέσης τιμής - να επιλέγουν μεταξύ πολλών και διαφορετικών οργάνων και τρόπων μέτρησης - να αμφισβητούν το "αλάνθαστο" μιας μόνης μέτρησης.

Εκτός των ειδικών στόχων ανά θεματική ενότητα, έχουν τεθεί και γενικοί στόχοι ανά μεθοδολογικό βήμα που συμπληρώνουν τον σκοπό του μαθήματος, αναφέρονται δε αναλυτικά στις "Οδηγίες για τον Εκπαιδευτικό".

**Φύλλο Εργασίας 1** για τον εκπαιδευτικό

**α. παρατηρώ, πληροφορούμαι, ενδιαφέρομαι / έναυσμα ενδιαφέροντος**

Παροτρύνονται οι μαθητές να παρατηρήσουν εικόνες μέτρησης φυσικών μεγεθών στην ελληνική αρχαιότητα ως αφόρμηση του ενδιαφέροντος (ή και της περιέργειας) των μαθητών για τη μέτρηση, αλλά και για τη διάκριση ιδιοτήτων / εννοιών οι οποίες δεν επιδέχονται μέτρησης σε αντίθεση με τα φυσικά μεγέθη. Στο συμπληρωματικό ΦΕ 1+ παρέχονται πληροφορίες για τη μέτρηση (και τον καθορισμό) του μήκους του σταδίου της αρχαίας Ολυμπίας. Η παράθεση εικόνων θεατρικών προσωπείων που παραπέμπουν σε χαρά, φόβο, πόνο στοχεύει στην ανάδειξη της αδυναμίας μέτρησης και σύγκρισής τους με αντικειμενικό τρόπο. Οι μαθητές ενθαρρύνονται για την αναζήτηση και άλλων πληροφοριών, ειδήσεων ή επίκαιρων συμβάντων που αφορούν στη μέτρηση ή την αδυναμία μέτρησης, ειδικότερα δε στη μέτρηση μήκους με διάφορους τρόπους. Στην επικαιροποίηση των πληροφοριών, αλλά και στην αξιολόγησή τους, σημαντική -μπορεί να- είναι η συμβολή του/της εκπαιδευτικού.

### β. συζητώ, αναρωτιέμαι, υποθέτω / διατύπωση υποθέσεων

Έχει αναφερθεί ότι: "*Η μέτρηση είναι πρωταρχική και σημαντική διαδικασία για τη φυσική επιστήμη. Οι ποσότητες που μπορούν να μετρηθούν ονομάζονται φυσικά μεγέθη. Η μέτρησή τους γίνεται με σύγκριση με ομοειδή μεγέθη, που τα ονομάζουμε μονάδες μέτρησης*". Με δεδομένο αυτό οι μαθητές συζητούν για τα φυσικά μεγέθη και ειδικότερα το μήκος, καταλήγουν δε συνήθως ότι το μήκος είναι φυσικό μέγεθος.

Επίσης, παρατηρώντας τις εικόνες, οι μαθητές διαπιστώνουν ότι το μήκος μπορεί να μετρηθεί με μετροταινία και διατυπώνουν υποθέσεις για το πώς γίνεται η μέτρηση, ποια είναι τα συνήθη λάθη και πώς αποφεύγονται. Η εκπαιδευτική διαδικασία θα διευκολυνθεί, κυρίως στο βήμα της διατύπωσης των συμπερασμάτων, αν οι μαθητές διατυπώσουν (και κάποιες) υποθέσεις οι οποίες θα επιβεβαιωθούν (και θα καταγραφούν και) ως συμπεράσματα. Στην περίπτωση της μέτρησης του μήκους με μετροταινία, οι υποθέσεις των μαθητών αναμένεται να είναι: 1) η αρχή της μετροταινίας (το 0) πρέπει να συμπίπτει με την αρχή της μετρούμενης απόστασης, 2) η μετροταινία δεν πρέπει να συστρέφεται, 3) η μετροταινία πρέπει να ακολουθεί ευθεία και παράλληλη προς τη μετρούμενη απόσταση γραμμή, 4) η ένδειξη της μετροταινίας που

εκλαμβάνεται ως τιμή της μέτρησης πρέπει να συμπίπτει με το τέλος της μετρούμενης απόστασης.

Στο ερώτημα: "αν προσπαθούν όλοι να αποφεύγουν αυτά τα λάθη, νομίζεις ότι όλες οι μετρήσεις του μήκους του ίδιου αντικειμένου θα είναι ίδιες;", οι υποθέσεις συνήθως διίστανται και απαιτείται πειραματική επιβεβαίωση ή διάψευση.

Είναι ευκταίο ο εκπαιδευτικός να ρωτήσει αν υπάρχει μια "πιθανότερη" τιμή, κάνοντας μια εισαγωγή στην ανάγκη υπολογισμού της μέσης τιμής.

**γ. ενεργώ, πειραματίζομαι / πειραματισμός**

Ο πειραματισμός με τη μέτρηση του μήκους ενός θρανίου με τη χρήση μετροταινίας από 10 ζευγάρια μαθητών, διαδοχικά, που προσπαθούν να τηρήσουν όσα υπέθεσαν ότι πρέπει να κάνουν -και χωρίς να ανακοινώνουν στα άλλα ζευγάρια την τιμή που μέτρησαν- είναι δυνατόν να έχει ως αποτέλεσμα τις εξής ενδεικτικές τιμές, οι οποίες αθροίζονται: 118,8 + 118,9 + 119,5 + 118,7 + 118,7 + 118,8 + 118,9 + 119,0 + 119,1 + 118,7 = 1189,1 (εκατοστά του μέτρου).

Συγκρίνοντας τις 10 τιμές του μήκους, οι μαθητές παρατηρούν ότι αυτές δεν είναι ίδιες μεταξύ τους. Οι διαφορές αποδίδονται σε λάθη (ή σφάλματα) που γίνονται κατά τη διαδικασία της μέτρησης, όπως αυτά που υπέθεσαν οι μαθητές παραπάνω.

Όλες αυτές οι τιμές που μετρήθηκαν είναι το ίδιο πιθανές. Μπορεί να υπολογιστεί η πιθανότερη τιμή, την οποία ονομάζουμε μέση τιμή των μετρήσεων, διαιρώντας το άθροισμά τους διά του αριθμού των μετρήσεων: 1189,1 : 10 = 118,91 (εκατοστά του μέτρου). Επειδή όλες οι μετρήσεις έχουν γίνει με ακρίβεια ενός δεκαδικού ψηφίου, στρογγυλοποιούμε τη μέση τιμή και γράφουμε 118,9 (εκατοστά του μέτρου). Αν η μέση τιμή είχε υπολογιστεί 118,97, η στρογγυλοποίηση θα έδινε 119,0 (εκατοστά του μέτρου).

### δ. συμπεραίνω, καταγράφω / διατύπωση θεωρίας

Για τη μέτρηση του μήκους με μετροταινία, τα ενδεικτικά συμπεράσματα -που συμφωνούν με τις υποθέσεις των μαθητών- αναμένεται να είναι: 1) η αρχή της μετροταινίας (το 0) πρέπει να συμπίπτει με την αρχή της μετρούμενης απόστασης, 2) η μετροταινία δεν πρέπει να συστρέφεται, 3) η μετροταινία πρέπει να ακολουθεί ευθεία και παράλληλη προς τη μετρούμενη απόσταση γραμμή, 4) η ένδειξη της μετροταινίας που εκλαμβάνεται ως τιμή της μέτρησης πρέπει να συμπίπτει με το τέλος της μετρούμενης απόστασης.

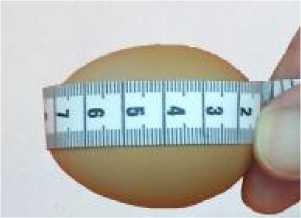
Όσον αφορά στον υπολογισμό της πιθανότερης τιμής, οι μαθητές συμπεραίνουν ότι είναι χρήσιμη η διεξαγωγή πολλών μετρήσεων και ο υπολογισμός της μέσης τιμής τους, αφού εξομαλύνονται πιθανά λάθη κατά τις μετρήσεις και υπολογίζουμε μια τιμή πιο κοντά στην πραγματική.

### ε. εφαρμόζω, εξηγώ, γενικεύω / συνεχής έλεγχος.

*Οι παρακάτω προτεινόμενες απαντήσεις είναι ενδεικτικές και με κανέναν τρόπο δεν είναι δυνατόν να θεωρηθούν ως μοναδικές. Οποιεσδήποτε άλλες σωστές εναλλακτικές ή συμπληρωματικές απαντήσεις είναι αποδεκτές, κατά την κρίση του/της εκπαιδευτικού.*

Πώς θα μετρήσεις τη μεγαλύτερη και τη μικρότερη διάσταση ενός αβγού;

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ένας αποδεκτός τρόπος μέτρησης μιας κυρτής περιφέρειας, όπως αυτής του αβγού. Στο ΦΕ 1+ σημειώνονται διάφορα λάθη που γίνονται συχνά σε μια τέτοια μέτρηση.



Ένας άλλος τρόπος μέτρησης είναι με την κύλιση του αβγού επάνω σε μια μετροταινία, έως ότου συμπληρωθεί μια πλήρης περιστροφή του. Στο ΦΕ 1+ προτείνεται μια εφαρμογή του τρόπου αυτού για τη μέτρηση μεγάλων αποστάσεων.

Συγκέντρωσε εικόνες και πληροφορίες για τη μέτρηση του μήκους με άλλους τρόπους και όργανα.

Η μέτρηση του μήκους μπορεί να γίνει με τη χρήση ηχητικών κυμάτων που } r |

εκπέμπονται και ανιχνεύονται από κατάλληλους μετρητές μήκους / απόστασης. Υπέρηχοι εκπέμπονται και, όταν βρίσκουν ένα εμπόδιο, ανακλώνται και επιστρέφουν. Ο υπολογισμός του μήκους γίνεται με τη μέτρηση του χρόνου που μεσολαβεί από την εκπομπή των υπερήχων από το μετρητή μέχρι την επιστροφή τους σε αυτόν, μετά την ανάκλαση, με δεδομένη και γνωστή την ταχύτητα του ήχου στον αέρα, που είναι περίπου 340 μέτρα το δευτερόλεπτο. ■\*\*

Εξειδικευμένο όργανο μέτρησης μήκους / απόστασης με χρήση υπερήχων, κυρίως στη θάλασσα, είναι το sonar που λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο. Τον ίδιο τρόπο χρησιμοποιούν στην πλοήγησή τους οι φάλαινες και οι νυχτερίδες.

Το radar μετρά μήκος / απόσταση εκπέμποντας και ανιχνεύοντας ηλεκτρομαγνητικά κύματα, τα οποία έχουν ανακλασθεί σε κάποιο εμπόδιο.

Ένας πλέον σύγχρονος και κοινός πια τρόπος μέτρησης του μήκους είναι το παγκόσμιο σύστημα θεσιθεσίας (gps). Στο σύστημα αυτό, όργανα μέτρησης μήκους / απόστασης δέχονται ηλεκτρομαγνητικά κύματα από δορυφόρους.

Ακριβέστερος τρόπος για τη μέτρηση του μήκους είναι η χρήση ακτίνων laser.

Πώς νομίζεις ότι λειτουργεί το όργανο μέτρησης μήκους το οποίο φαίνεται στη διπλανή εικόνα;

Το όργανο αυτό εκπέμπει μια ακτίνα laser που, όταν βρίσκει ένα εμπόδιο και ανακλάται, επιστρέφει. Το όργανο υπολογίζει το μήκος της απόστασης μέχρι το εμπόδιο, μετρώντας το χρόνο που μεσολαβεί από την εκπομπή της ακτίνας μέχρι την επιστροφή της σε αυτό.

Πώς νομίζεις ότι μετράμε την απόσταση γης - σελήνης;

Ειδικά όργανα εγκαταστημένα στην επιφάνεια της γης εκπέμπουν μια ακτίνα laser προς συγκεκριμένο σημείο της σελήνης, όπου έχει τοποθετηθεί από αστροναύτες ή τηλεκατευθυνόμενα διαστημικά οχήματα ανακλαστήρας. Τα όργανα υπολογίζουν την απόσταση γης - σελήνης, μέσω του χρονικού διαστήματος που μεσολαβεί από την εκπομπή της ακτίνας, μέχρι την επιστροφή της πίσω σε αυτά.

Συμπληρωματικό **Φύλλο Εργασίας 1 +** για τον εκπαιδευτικό

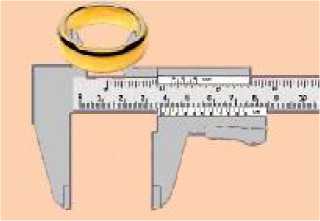
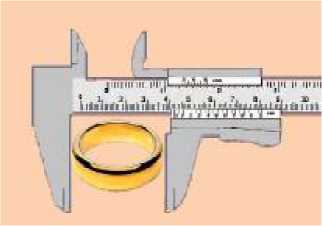
+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++

Σχετικά με το νούμερο των παπουτσιών του Ηρακλή, αν ζούσε σήμερα, θα φορούσε: 192 μέτρα : 600 πόδια = 32 εκατοστόμετρα = 49 νούμερο

+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++

νανόμετρο (nm) = 0,000 000 001 m, μικρόμετρο ^m) = 0,000 001 m, χιλιοστόμετρο (mm) = 0, 001 m, εκατοστόμετρο (cm) = 0,01 m, χιλιόμετρο (km) = 1000 m, ίντσα (in) = 0,0254 m = 2,54 cm, στάδιον = περίπου 192 m (αρχαιοελληνική μονάδα μέτρησης μήκους που ισοδυναμεί με 600 πόδια του Ηρακλή), παρασάγγης = περίπου 30 στάδια = περίπου 5760 m (περσική μονάδα μέτρησης μήκους στην αρχαιότητα, ισούται με την απόσταση που διατρέχει ένας πεζός βαδίζοντας κανονικά σε διάστημα περίπου μιας ώρας, σε αυτήν δε οφείλεται η έκφραση "απέχει παρασάγγας", δηλαδή απέχει πολύ.), έτος φωτός = περίπου 9.460.000.000.000.000 m ή εννιάμισι τρισεκατομμύρια km (το έτος φωτός είναι μονάδα μήκους και ισούται με την απόσταση που διανύει το φως σε ένα έτος)

+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++ Στη μέτρηση των διαστάσεων του αβγού πρέπει το βλέμμα μας ή τα καλαμάκια να κατευθύνονται κατακόρυφα προς τα κάτω, ώστε να αποφευχθεί σφάλμα παράλλαξης. +++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++ Ο τρόπος μέτρησης της εξωτερικής και εσωτερικής διαμέτρου του δαχτυλιδιού με διαστημόμετρο φαίνεται στις παρακάτω εικόνες.



Η ακρίβεια ενός τέτοιου διαστημομέτρου είναι 0,01 mm (10 μm).

+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++

Αν διαθέτουμε μόνο μια μετροταινία του ενός μέτρου, ένα ποδήλατο και μια κιμωλία ο πιο εύκολος αλλά και ακριβής τρόπος μέτρησης μιας μεγάλης απόστασης είναι ο εξής: σημειώνουμε με την κιμωλία μια γραμμή στην περιφέρεια του τροχού και κυλώντας το ποδήλατο μετράμε τον αριθμό των περιστροφών του τροχού, αφού έχουμε μετρήσει την περιφέρεια του τροχού, όπως κάναμε και στην περίπτωση του αβγού παραπάνω. Ο τρόπος αυτός χρησιμοποιείται για τη μέτρηση του μήκους οδών, το όργανο δε μέτρησης ονομάζεται γενικότερα οδόμετρο.

+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++

Η πειραματική προσέγγιση που προτείνεται για τον προσδιορισμό της θέσης σωμάτων (σε γραμμή, σε επιφάνεια, στο χώρο) είναι μια απόπειρα εισαγωγής των μαθητών στο καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων. Α) Η θέση ενός σώματος κατά μήκος μιας γραμμής προσδιορίζεται από μία μέτρηση μήκους. Β) Η θέση ενός σώματος πάνω σε μια επίπεδη επιφάνεια προσδιορίζεται από δύο μετρήσεις μήκους. Γ) Η θέση ενός σώματος στο χώρο προσδιορίζεται από τρεις μετρήσεις μήκους.

+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++