ΕΚΦΕ Αν. Αττικής
Υπεύθυνος: Κ. Παπαμιχάλης Δρ Φυσικής

ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΗΚΟΥΣ – ΕΜΒΑΔΟΥ – ΟΓΚΟΥ

ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗ

Βασική επιδίωξη των εργαστηριακών ασκήσεων φυσικής στην Α' Γυμνασίου, είναι οι μαθητές να οικοδομήσουν βασικές έννοιες και σχέσεις της φυσικής μέσα από δραστηριότητες ή απλές πειραματικές διαδικασίες. Παράλληλος στόχος είναι οι μαθητές να αποκτήσουν την ικανότητα να διεξάγουν μετρήσεις σημαντικών φυσικών μεγεθών, που θα χρησιμοποιήσουν και στα επόμενα επίπεδα της σχολικής εκπαίδευσης και να χειρίζονται τα όργανα μέτρησης του σχολικού εργαστηρίου που απαιτούνται για τη διεξαγωγή των μετρήσεών τους. Ιδιαίτερη έμφαση δίδεται στο πώς καταγράφεται μια μέτρηση σε συνάρτηση με την ακρίβεια του χρησιμοποιούμενου οργάνου.

Έννοιες και φυσικά μεγέθη
Μέτρηση και μονάδες μέτρησης - Όργανα μέτρησης - Ακρίβεια οργάνου - Σημαντικά ψηφία - Μήκος - Εμβαδόν επιφάνειας - Όγκος σώματος

Στόχοι
Οι μαθητές να αποκτήσουν την ικανότητα:
1. Να κάνουν μετρήσεις μήκους με χάρακα και διαστημόμετρο και να καταγράφουν το αποτέλεσμα της μέτρησης με τον αριθμό των σημαντικών ψηφίων που προσδιορίζεται από το κάθε όργανο μέτρησης.
2. Να υπολογίζουν πειραματικά το εμβαδό γεωμετρικών ή ακανόνιστων επίπεδων σχημάτων καθώς και την επιφάνεια γεωμετρικών στερεών.
3. Να υπολογίζουν πειραματικά τον όγκο ενός υγρού και ενός στερεού σώματος.

Τα φυσικά μεγέθη «μήκος», «επιφάνεια», «όγκος» και η μέτρησή τους
Η έννοια του χώρου προκύπτει ως **κοινή ιδιότητα όλων των αντικειμένων** που μας περιβάλλουν: Κάθε άνθρωπος αντιλαμβάνεται ότι όλα τα σώματα καταλαμβάνουν κάποιο χώρο. Για να προσδιορίσουμε το χώρο που καταλαμβάνει ένα αντικείμενο, χρησιμοποιούμε τις έννοιες **μήκος**, **επιφάνεια** και **όγκος**. Σε αυτή την άσκηση θα ασχοληθούμε με τη **μέτρηση** των μεγεθών αυτών. ***Όμως τι εννοούμε όταν λέμε ότι μετράμε ένα μέγεθος;***

Μέτρηση και μονάδες μέτρησης
Μέτρηση ονομάζουμε κάθε διαδικασία σύγκρισης ομοειδών μεγεθών. Αν για παράδειγμα, συγκρίνουμε το ύψος της αίθουσας του εργαστηρίου με το μήκος μιας συγκεκριμένης ράβδου και βρίσκουμε ότι το ύψος της αίθουσας είναι εξαπλάσιο του μήκους της ράβδου, λέμε ότι κάναμε μια μέτρηση μήκους. Όταν συγκρίνουμε τις επιφάνειες της Ελλάδας και της Γαλλίας και βρίσκουμε ότι το εμβαδόν της Γαλλίας είναι 5,1 φορές μεγαλύτερο από το εμβαδόν της Ελλάδας, κάναμε μέτρηση εμβαδού κλπ.
Για να έχουν οι άνθρωποι έναν ενιαίο τρόπο σύγκρισης των μεγεθών που μετράνε, **συμφώνησαν** να χρησιμοποιούν ένα κοινό «σύστημα **μονάδων μέτρησης**». Δηλαδή συμφώνησαν με ποιο τρόπο θα ορίσουν το μέτρο (m) για τη μέτρηση του μήκους, πώς θα ορίσουν το δευτερόλεπτο (s) για τη μέτρηση του χρόνου, το κιλό (Kg) για τη μέτρηση της μάζας κλπ. Έτσι, κάθε μέγεθος έχει τη δική του μονάδα μέτρησης ως προς την οποία το μετράμε.

Μέτρηση και Σφάλματα
Σε κάθε μέτρηση υπεισέρχεται πάντοτε ένα **σφάλμα**, μικρό ή μεγάλο. Το σφάλμα αυτό μπορεί να οφείλεται:

α) Σε **ατέλειες της κατασκευής του οργάνου** που χρησιμοποιούμε (ακρίβεια του οργάνου, κατάλληλη κλίμακα, κατασκευαστικές ατέλειες κλπ).
β) Σε **υποκειμενικές εκτιμήσεις** που μπορεί να κάνουμε κατά τη μέτρηση (στην τοποθέτηση των οργάνων μέτρησης, στην ανάγνωση της ένδειξης κλπ).
γ) Σε βαθύτερες αιτίες που είναι συνυφασμένες με την ίδια την δομή και τη λειτουργία του φυσικού κόσμου. [Για παράδειγμα, δεν μπορούμε να μετρήσουμε ταυτόχρονα και με απεριόριστη ακρίβεια τη θέση και την ταχύτητα ενός ηλεκτρονίου, όσο περίπλοκες συσκευές και αν επινοήσουμε!]
Τα υποκειμενικά σφάλματα, που είναι αναπόφευκτα σε κάθε μέτρηση, μπορούμε να τα υπολογίσουμε. Το πετυχαίνουμε επαναλαμβάνοντας την ίδια μέτρηση πολλές φορές (του ίδιου μεγέθους, με τον ίδιο τρόπο και με το ίδιο όργανο). Η τιμή που προσεγγίζει με τη μεγαλύτερη ακρίβεια το μετρούμενο μέγεθος είναι η **μέση τιμή** (μέσος όρος) όλων των αποτελεσμάτων των μετρήσεων που πραγματοποιήσαμε.

Ακρίβεια ενός οργάνου μέτρησης - Σημαντικά ψηφία
Ας προσπαθήσουμε να μετρήσουμε το πάχος ενός φύλλου του βιβλίου μας με ένα χάρακα. Διαπιστώνουμε ότι αυτό δεν είναι δυνατό. Δεν μπορούμε να είμαστε βέβαιοι για το αποτέλεσμα της μέτρησης. Ο χάρακας δεν είναι ένα όργανο αρκετά ακριβές για να κάνουμε μετρήσεις τόσο μικρών μηκών.
Πώς θα προσδιορίσουμε και θα εκφράσουμε την ***ακρίβεια*** *ενός οργάνου μέτρησης;*

Οι μαθητές μετρούν με το χάρακά τους το πλάτος (α) ενός βιβλίου σε cm. Καταγράφουν και ανακοινώνουν στην τάξη το αποτέλεσμα της μέτρησης.

α= ________cm

Ας υποθέσουμε ότι οι μαθητές Α, Β, Γ και Δ, για το ίδιο βιβλίο, ανακοινώνουν τα αποτελέσματα:
Α: 20,35cm, ο Β: 20cm, ο Γ: 20,34624cm, ο Δ: 20,4cm.

Κάθε μαθητής κατάγραψε το αποτέλεσμα της μέτρησής του με ένα αριθμό που έχει ένα συγκεκριμένο αριθμό ψηφίων. *Τι σημαίνουν τα αριθμητικά ψηφία που προέκυψαν από κάθε μέτρηση;*

Ο Α έκανε τη μέτρησή του (20,35cm) με ακρίβεια τεσσάρων ψηφίων: Ισχυρίζεται ότι είναι σίγουρος για τα τρία πρώτα (το 2, το 0, και το 3), σχεδόν σίγουρος για το τελευταίο (το 5) και αβέβαιος για τα επόμενα ψηφία.
Ο Β έκανε τη μέτρησή του (20cm) με ακρίβεια δύο ψηφίων: Ισχυρίζεται ότι είναι σίγουρος για το 2, σχεδόν σίγουρος (ή σίγουρος) για το 0 και αβέβαιος για τα επόμενα ψηφία.
Ο Γ έκανε τη μέτρησή του (20,34624cm) με ακρίβεια 7 ψηφίων (!!): Ισχυρίζεται ότι είναι σίγουρος για το 2, το 0, το 3, το 4, το 6, το 2, σχεδόν σίγουρος για το τελευταίο ψηφίο (το 4) και αβέβαιος για τα επόμενα ψηφία.
Ο Δ έκανε τη μέτρησή του (20,4cm) με ακρίβεια τριών ψηφίων: Ισχυρίζεται ότι είναι σίγουρος για το 2, και το 0, σχεδόν σίγουρος (ή σίγουρος) για το 4 και αβέβαιος για τα επόμενα ψηφία.

Τα ψηφία του αριθμητικού αποτελέσματος κάθε μέτρησης, για τα οποία είμαστε σίγουροι (ή σχεδόν σίγουροι) θα τα ονομάζουμε **σημαντικά ψηφία της μέτρησης**.
Ο αριθμός των σημαντικών ψηφίων προσδιορίζει την ακρίβεια της μέτρησης. Έτσι, λέμε ότι:
Ο Α έκανε τη μέτρησή του με ακρίβεια τεσσάρων σημαντικών ψηφίων.
Ο Β έκανε τη μέτρησή του με ακρίβεια δύο σημαντικών ψηφίων.
Ο Γ έκανε τη μέτρησή του με ακρίβεια επτά σημαντικών ψηφίων.

Ο Δ έκανε τη μέτρησή του με ακρίβεια τριών σημαντικών ψηφίων.

Η ακρίβεια μιας μέτρησης εξαρτάται από το είδος των οργάνων μέτρησης που χρησιμοποιούμε. Για παράδειγμα, άλλη ακρίβεια έχει μια μέτρηση που γίνεται με το χάρακα, άλλη (μεγαλύτερη ακρίβεια) μια μέτρηση που γίνεται με το διαστημόμετρο και διαφορετική μια μέτρηση που γίνεται με δέσμη laser.

Είναι δυνατό με το χάρακα να κάνουμε μέτρηση με την ακρίβεια που ισχυρίζεται ο Γ; Ασφαλώς ΟΧΙ. Με το χάρακα μπορούμε να κάνουμε τις μετρήσεις του πλάτους του βιβλίου το πολύ με τέσσερα σημαντικά ψηφία. Η **μέγιστη ακρίβεια** στη μέτρηση εκφράζεται από το αποτέλεσμα που ανακοίνωσε ο Α: α=20,35cm.
Ωστόσο, μπορεί να μη χρειάζεται να εκφράσουμε το αποτέλεσμα μιας μέτρησης με τη μέγιστη ακρίβεια που μας παρέχει το όργανο μέτρησης που χρησιμοποιούμε. Στο παράδειγμά μας, είναι πιθανό να θέλουμε να εκφράσουμε το αποτέλεσμα με τρία ή με δύο σημαντικά ψηφία. Στη περίπτωση αυτή **στρογγυλοποιούμε** κατάλληλα το αριθμητικό αποτέλεσμα: έτσι, αν θέλουμε να εκφράσουμε το αποτέλεσμα της μέτρησης του πλάτους του βιβλίου με τρία σημαντικά ψηφία, το αποτέλεσμα θα είναι α=20,4cm και με δύο σημαντικά ψηφία α=20cm.
Συμπεραίνουμε ότι οι μετρήσεις των μαθητών Α, Β και Δ είναι αξιόπιστες: τα αποτελέσματα που ανακοίνωσαν διαφέρουν ως προς τον αριθμό των σημαντικών ψηφίων, αλλά βρίσκονται μέσα στα περιθώρια της ακρίβειας που μας παρέχει ο χάρακας. Το αποτέλεσμα όμως που ανακοίνωσε ο Γ είναι αναξιόπιστο: ο χάρακας δεν μας παρέχει δυνατότητα μέτρησης με τόσα πολλά σημαντικά ψηφία.

Σημείωση: Αν εκφράσουμε το αποτέλεσμα α=20,35cm της μέτρηση του πλάτους του βιβλίου σε μέτρα, πρέπει να γράψουμε: α=0,2035m. Αν το εκφράσουμε σε χιλιόμετρα, θα γράψουμε: α=0,0002035Km. Βλέπουμε ότι στο αριθμητικό αποτέλεσμα εμφανίστηκαν μερικά μηδενικά, πριν το πρώτο μη μηδενικό ψηφίο της αρχικής έκφρασης (πριν από το 2). Πώς θα μετρήσουμε σε τέτοιες περιπτώσεις τα σημαντικά ψηφία της μέτρησης;
Είναι φανερό ότι ο αριθμός των μηδενικών αριστερά του πρώτου μη μηδενικού ψηφίου (αριστερά του 2 στα παραδείγματά μας) δεν επηρεάζει την ακρίβεια της μέτρησης, αλλά εξαρτάται από τις μονάδες ως προς τις οποίες εκφράζουμε το αποτέλεσμα. Επομένως για να βρούμε τον αριθμό των σημαντικών ψηφίων αγνοούμε όλα τα μηδενικά αριστερά του πρώτου μη μηδενικού ψηφίου του αριθμητικού αποτελέσματος.

Διδακτικά βήματα

Για τη διεξαγωγή της διδακτικής πρότασης προτείνεται να διατεθούν τέσσερεις διδακτικές ώρες.

1) Μέτρηση μήκους

a. Εισάγουμε την έννοια «μήκος», μέσα από παραστάσεις της καθημερινής εμπειρίας των μαθητών. Καταγράφουμε συγκεκριμένα παραδείγματα, όπου εμφανίζεται η έννοια του μήκους (το μήκος της διαδρομής Αθήνας-Πάτρας, το μήκος των τριών διαστάσεων της αίθουσας, το μήκος των τριών διαστάσεων του βιβλίου, η απόσταση Γης - Σελήνης κλπ).
b. Εισάγουμε την έννοια της μέτρησης, τις μονάδες μέτρησης και τα όργανα μέτρησης. Παρουσιάζουμε τουλάχιστον δύο όργανα μέτρησης μήκους: το χάρακα και το διαστημόμετρο. Δείχνουμε πώς γίνεται η μέτρηση των διαστάσεων ενός βιβλίου με το χάρακα. Δείχνουμε πώς γίνονται μετρήσεις με το διαστημόμετρο (για παράδειγμα, μετράμε το πάχος ενός βιβλίου).

c. Εισάγουμε με παραδείγματα την έννοια των σφαλμάτων σε μια μέτρηση και τη μέση τιμή πολλών μετρήσεων του ίδιου μεγέθους με το ίδιο όργανο.
d. Πραγματοποιούμε μετρήσεις των διαστάσεων ενός βιβλίου με το χάρακα. *Πώς καταγράφουμε το αριθμητικό αποτέλεσμα μιας μέτρησης με συγκεκριμένο όργανο μέτρησης;* Στο πλαίσιο του παραδείγματος, εισάγουμε την έννοια των σημαντικών ψηφίων και της ακρίβειας ενός οργάνου μέτρησης.
e. Οι μαθητές χωρίζονται σε ομάδες και διεξάγουν την Ε**ργαστηριακή άσκηση 1: Μέτρηση μήκους**, με βάση το επισυναπτόμενο φύλλο εργασίας.

2) Μέτρηση εμβαδού

a. Δείχνουμε παραδείγματα επίπεδων επιφανειών και επιφανειών στερεών σωμάτων. Εισάγουμε τρεις μονάδες μέτρησης επιφάνειας: το m^2, το cm^2 και το mm^2. Με τη βοήθεια σχημάτων και τετραγωνισμένου χαρτιού καθοδηγούμε τους μαθητές να βρουν τη σχέση cm^2 και mm^2. Στη συνέχεια να υπολογίσουν τις σχέσεις του cm^2 και mm^2 με το m^2.
b. Δείχνουμε με παραδείγματα πώς υπολογίζουμε το εμβαδόν του ορθογωνίου παραλληλογράμμου, του ορθογώνιου τριγώνου, του κύκλου, της επιφάνειας ενός κύβου και της επιφάνειας της σφαίρας.
c. Δείχνουμε πώς μπορούμε να υπολογίσουμε το εμβαδόν μιας ακανόνιστης επιφάνειας με τη βοήθεια τετραγωνισμένου χαρτιού.
d. Οι μαθητές χωρίζονται σε ομάδες και διεξάγουν την Ε**ργαστηριακή άσκηση 2: Μέτρηση εμβαδού**, με βάση το επισυναπτόμενο φύλλο εργασίας.

3) Μέτρηση όγκου

a. Δείχνουμε έναν κύβο ακμής 1cm και ορίζουμε τη μονάδα μέτρησης όγκου $1cm^3$. Ορίζουμε με κατάδειξη τις μονάδες $1m^3$, $1cm^3$ και $1mm^3$. Καθοδηγούμε τους μαθητές να βρουν τις σχέσεις μεταξύ των τριών μονάδων.
b. Δείχνουμε με παραδείγματα πώς υπολογίζουμε τον όγκο ενός κύβου, ενός (ορθού) κυλίνδρου και μιας σφαίρας.
c. Δείχνουμε πώς μετράμε τον όγκο μιας ποσότητας υγρού σώματος με χρήση ογκομετρικού κυλίνδρου.
d. Δείχνουμε πώς μετράμε τον όγκο ενός στερεού σώματος με τη βοήθεια ογκομετρικού κυλίνδρου.
e. Οι μαθητές χωρίζονται σε ομάδες και διεξάγουν την Ε**ργαστηριακή άσκηση 3: Μέτρηση όγκου**, με βάση το επισυναπτόμενο φύλλο εργασίας.

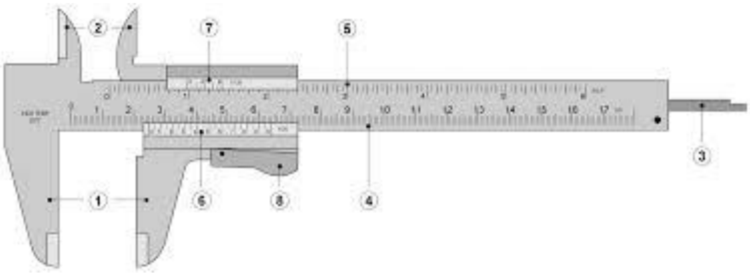
ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΗΚΟΥΣ – ΕΜΒΑΔΟΥ – ΟΓΚΟΥ
ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Έννοιες και φυσικά μεγέθη
Μέτρηση και μονάδες μέτρησης - Όργανα μέτρησης - Ακρίβεια οργάνου - Σημαντικά ψηφία - Μήκος - Εμβαδόν επιφάνειας - Όγκος σώματος

Σκοπός των Εργαστηριακών Ασκήσεων
Ο στόχος των εργαστηριακών ασκήσεων 1, 2 και 3 είναι να μάθετε να κάνετε μετρήσεις μήκους, εμβαδού επιφανειών και όγκου υγρών και στερεών σωμάτων που ανήκουν στον κόσμο της καθημερινής μας ζωής. Να χρησιμοποιείτε σωστά τα διαθέσιμα όργανα μέτρησης και να καταγράφετε τα πειραματικά αποτελέσματα.

Εργαστηριακή Άσκηση 1: Μέτρηση μήκους

Απαιτούμενα όργανα και υλικά
1. Χάρακας
2. Διαστημόμετρο
3. Κέρμα των 2€
4. Φύλλο χαρτιού Α4



Πειραματική διαδικασία
1) Μετρήστε πέντε φορές **με τον ίδιο χάρακα** το μήκος, το πλάτος και τη διαγώνιο ενός φύλλου Α4 (κάθε διαδοχική μέτρηση να γίνεται από διαφορετικό μαθητή της ομάδας). Οι μετρήσεις να εκφραστούν με τρία σημαντικά ψηφία, σε cm. Καταγράψτε τα αποτελέσματα στον Πίνακα Α. Υπολογίστε τη **μέση τιμή** του μήκους, του πλάτους και της διαγωνίου του φύλου Α4 σε cm, σε m και mm (Πίνακας Α).

ΠΙΝΑΚΑΣ Α		
Μήκος L_1 του φύλλου Α4 (cm)	Πλάτος L_2 του φύλλου Α4 (cm)	Μήκος της διαγωνίου Δ του φύλλου Α4 (cm)
1η μέτρηση:	1η μέτρηση:	1η μέτρηση:
2η μέτρηση:	2η μέτρηση:	2η μέτρηση:
3η μέτρηση:	3η μέτρηση:	3η μέτρηση:
4η μέτρηση:	4η μέτρηση:	4η μέτρηση:
5η μέτρηση:	5η μέτρηση:	5η μέτρηση:
Μέση τιμή του μήκους σε cm L= _______cm	Μέση τιμή του μήκους σε cm L= _______cm	Μέση τιμή του μήκους σε cm L= _______cm
Μέση τιμή του μήκους σε m L= _______m	Μέση τιμή του μήκους σε m L= _______m	Μέση τιμή του μήκους σε m L= _______m
Μέση τιμή του μήκους σε mm L= _______mm	Μέση τιμή του μήκους σε mm L= _______mm	Μέση τιμή του μήκους σε mm L= _______mm

2) Μετρήστε με το διαστημόμετρο το πάχος **α** 50 εσωτερικών φύλλων του βιβλίου της Φυσικής, με ακρίβεια τριών σημαντικών ψηφίων, σε mm. Υπολογίστε το πάχος **β** που έχει το κάθε φύλλο σε mm. Εκφράστε τα αποτελέσματα σε cm και m και καταχωρίστε τα στον πίνακα Β.

ΠΙΝΑΚΑΣ Β
Πάχος (α) 50 φύλλων του βιβλίου α= _________mm= ___________cm= ___________m
Πάχος (β) ενός φύλλου του βιβλίου β= _________mm= ___________cm= ___________m

3) Κάθε μαθητής της ομάδας, μετράει με το ίδιο διαστημόμετρο σε cm και με ακρίβεια τριών σημαντικών ψηφίων, τη διάμετρο του κέρματος των δύο ευρώ. Καταγράψτε πέντε από τις μετρήσεις σας στον Πίνακα Γ. Υπολογίστε τη μέση τιμή της διαμέτρου του κέρματος. Υπολογίστε την περίμετρο του κέρματος και καταγράψτε τα αποτελέσματα στον πίνακα Γ.

4) Επαναλάβατε τις μετρήσεις και τους υπολογισμούς του βήματος 3 χρησιμοποιώντας αντί του διαστημομέτρου, το χάρακα. Γράψτε δύο λόγους για τους οποίους οι μετρήσεις με το διαστημόμετρο είναι ακριβέστερες.

$1^{ος}$ λόγος: ____

____

$2^{ος}$ λόγος: ____

____

ΠΙΝΑΚΑΣ Γ	
Μετρήσεις με το διαστημόμετρο	Μετρήσεις με το χάρακα
Διάμετρος του κέρματος (cm)	Διάμετρος του κέρματος (cm)
$1^η$ μέτρηση:	$1^η$ μέτρηση:
$2^η$ μέτρηση:	$2^η$ μέτρηση:
$3^η$ μέτρηση:	$3^η$ μέτρηση:
$4^η$ μέτρηση:	$4^η$ μέτρηση:
$5^η$ μέτρηση:	$5^η$ μέτρηση:
Μέση τιμή της διαμέτρου σε cm Δ= ________cm	Μέση τιμή της διαμέτρου σε cm Δ= ________cm
Περίμετρος του κέρματος σε cm L= ________cm	Περίμετρος του κέρματος σε cm L= ________cm

Εργαστηριακή Άσκηση 2: Μέτρηση εμβαδού

Απαιτούμενα όργανα και υλικά

1. Χάρακας
2. Χαρτί μιλιμετρέ
3. Διαφανή φύλλα Α4

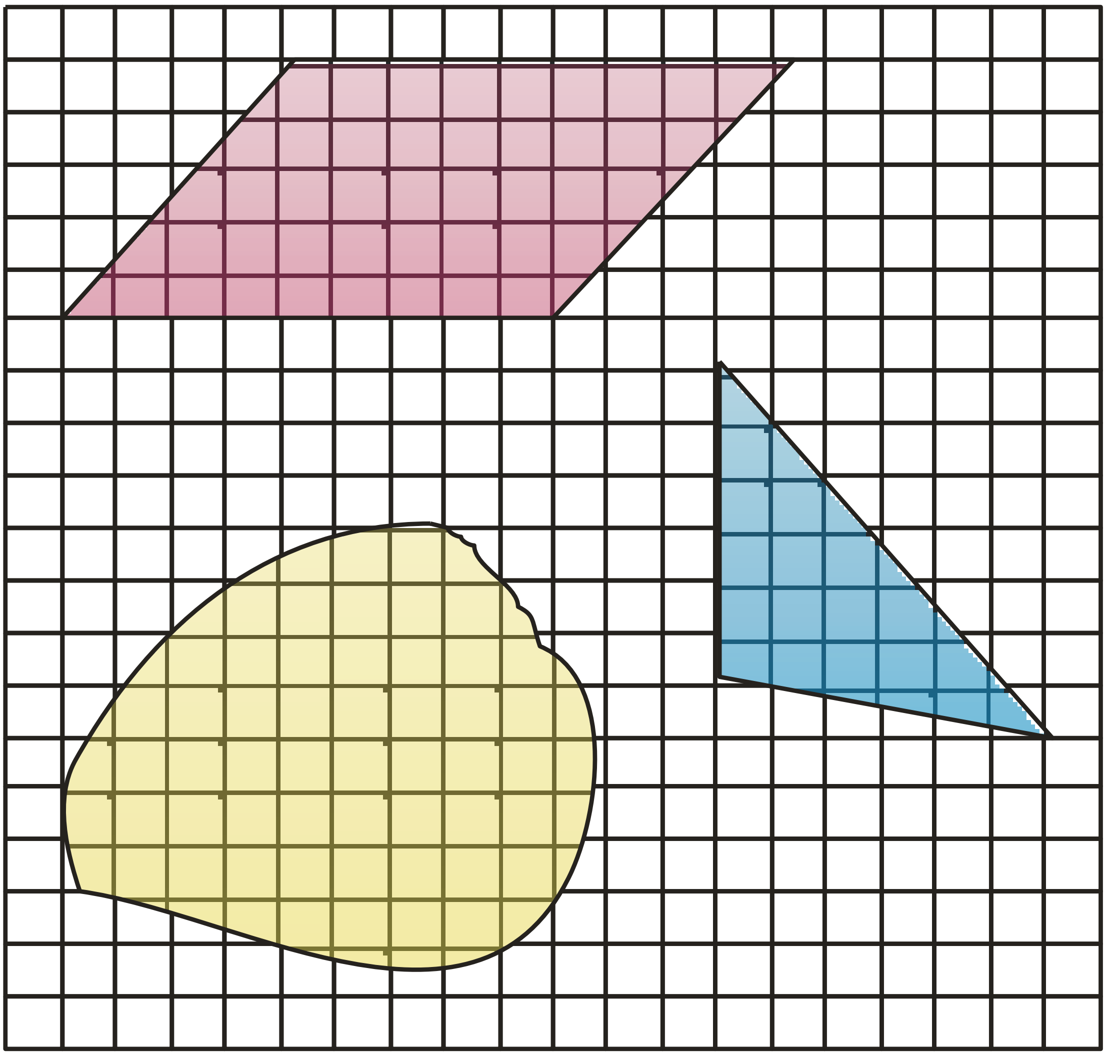
Πειραματική διαδικασία

1) Κάντε τις κατάλληλες μετρήσεις για να υπολογίσετε το εμβαδόν του τριγώνου και του παραλληλογράμμου που εικονίζονται στο σχήμα 1, **χρησιμοποιώντας το χάρακα**. [Οι μετρήσεις σας να γίνουν σε cm, με ακρίβεια δύο σημαντικών ψηφίων. Οι υπολογισμοί των εμβαδών να γίνουν σε cm^2, με ακρίβεια δύο σημαντικών ψηφίων] Καταγράψτε τα αποτελέσματα στις αντίστοιχες στήλες του Πίνακα Δ.

2) Μετρήστε το εμβαδόν των ίδιων σχημάτων με τη βοήθεια του χαρτιού μιλιμετρέ, σε cm^2. Καταγράψτε τα αποτελέσματα στην αντίστοιχη στήλη του πίνακα Δ.

3) Μετρήστε το εμβαδόν της ακανόνιστης επιφάνειας του σχήματος σε mm^2. Γράψτε το αποτέλεσμα στον πίνακα Δ.

ΠΙΝΑΚΑΣ Δ		
	Υπολογισμός με χρήση του χάρακα	Μέτρηση με τη βοήθεια του χαρτιού μιλιμετρέ
Εμβαδόν του τριγώνου (cm^2):		
Εμβαδόν του παραλληλογράμμου (cm^2):		
Εμβαδόν της ακανόνιστης επιφάνειας (cm^2):		

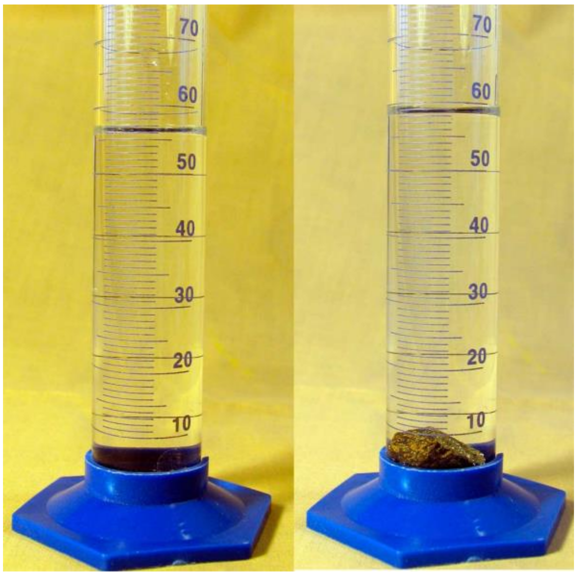


Σχήμα 1

Εργαστηριακή Άσκηση 3: Μέτρηση όγκου

Απαιτούμενα όργανα και υλικά

1. Διαστημόμετρο
2. Ογκομετρικός κύλινδρος 200mL
3. Σφαιρίδιο (γυάλινο ή πλαστικό)
4. Φιαλίδιο πλαστικό
5. Νερό
6. Πλαστελίνη



Πειραματική διαδικασία

1) Υπολογίστε πειραματικά τη χωρητικότητα του πλαστικού φιαλιδίου σε cm^3 (με ακρίβεια τριών σημαντικών ψηφίων). Η μέτρηση να γίνει με τη βοήθεια του ογκομετρικού κυλίνδρου.

2) Ρίξτε μέσα στον ογκομετρικό κύλινδρο (των 200ml) νερό, περίπου μέχρι τη μέση.
   a) Τοποθετήστε τον κύλινδρο πάνω σε μια οριζόντια επιφάνεια και σημειώστε στον πίνακα Ε την ένδειξη που αντιστοιχεί στην ελεύθερη επιφάνεια του νερού, με ακρίβεια τριών σημαντικών ψηφίων.
   b) Πάρτε ένα κομμάτι πλαστελίνης που να χωρά στον κύλινδρο. Δέστε το με ένα νήμα και βυθίστε το μέσα στο νερό κρατώντας την ελεύθερη άκρη του νήματος.
   c) Σημειώστε στον πίνακα Ε τη νέα ένδειξη που αντιστοιχεί στην ελεύθερη επιφάνεια του νερού στον κύλινδρο, με την ίδια ακρίβεια.
   d) Με βάση τις δύο ενδείξεις υπολογίστε τον όγκο του κομματιού της πλαστελίνης και γράψτε το αποτέλεσμα στον πίνακα Ε.

ΠΙΝΑΚΑΣ Ε	
Όγκος νερού (cm^3):	
Όγκος νερού και πλαστελίνης (cm^3):	
Όγκος πλαστελίνης (cm^3):	

3) Μετρήστε με το διαστημόμετρο σε cm, τη διάμετρο Δ του σφαιριδίου, με ακρίβεια τριών σημαντικών ψηφίων. Υπολογίστε τον όγκο του σφαιριδίου σε cm^3 (με ακρίβεια τριών σημαντικών ψηφίων).

   Δ= ________cm Όγκος σφαιριδίου V= ________cm^3

4) Υπολογίστε τον όγκο του ίδιου σφαιριδίου με τη βοήθεια του ογκομετρικού κυλίνδρου. Να συγκρίνετε το αποτέλεσμα με το αποτέλεσμα τους βήματος 3.

   Όγκος σφαιριδίου V'= ________cm^3

k_pm