




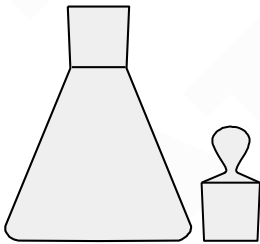
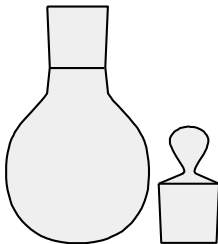
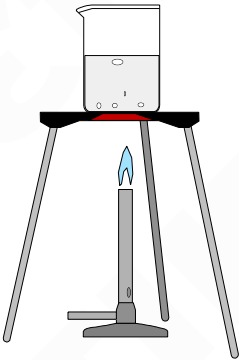
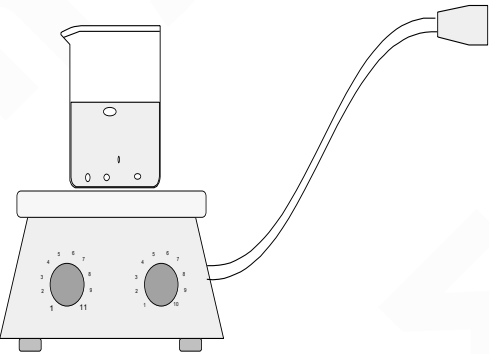
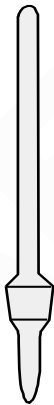
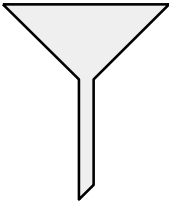

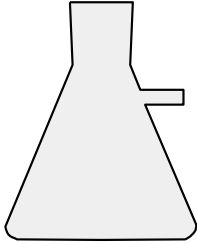
Άσκηση 2: Εργαστηριακά σκεύη χημείας. Μετρήσεις όγκων και μαζών¹

Σκοπός της άσκησης:

Να εξοικειωθούν οι φοιτητές με τα συνήθη σκεύη της Χημείας και την ορθή ανάγνωση όγκων και μαζών από αντίστοιχα κατάλληλα όργανα μέτρησης και η ορθή καταγραφή τους με σκοπό να αποδοθεί το επίπεδο βεβαιότητας για την ακρίβεια των μετρήσεων.

Σκεύη χημείας

Μερικά από τα συνήθη σκεύη που χρησιμοποιούνται σε ένα εργαστήριο χημείας φαίνονται παρακάτω.

 Ποτήρι ζέσεως	 Κωνική φιάλη με εσμύρισμα και πώμα	 Σφαιρική φιάλη με εσμύρισμα και πώμα
 Θέρμανση ποτηριού ζέσεως με λύχνο Bunsen	 Θέρμανση ποτηριού ζέσεως με θερμαντική πλάκα	 Θερμόμετρο με εσμύρισμα (προσαρμοζόμενο σε φιάλη)
 Χωνί διήθησης	 Χωνί ταχείας διήθησης με προσαρμογέα (adaptor)	 Φιάλη ταχείας διήθησης

¹ επιμέλεια άσκησης: Στ. Μπογιατζής, Αναπλ. Καθηγητής ΠΑ.Δ.Α.



Από τα γυάλινα σκεύη κάποια χρησιμοποιούνται (α) αποκλειστικά για μετρήσεις όγκων (ογκομετρικοί κύλινδροι, ογκομετρικές φιάλες, σιφώνια, προχοϊδες), (β) κάποια για βραχυπρόθεσμη ή μακροπρόθεσμη αποθήκευση διαλυμάτων και αντιδραστηρίων αντιδραστηρίων (ύαλοι ωρολογίου, ποτήρια ζέσεως, κωνικές φιάλες με εσμύρισμα, γυάλινες φιάλες με πώμα.), και (γ) κάποια για άλλες βοηθητικές χρήσεις (χωνιά διήθησης, αποστακτήρες, κλπ.).

Μονάδες και μεγέθη

Πίνακας 1: Θεμελιώδη μεγέθη

Μέγεθος	Μονάδες του συστήματος SI
μήκος (l)	μέτρο (m)
μάζα (m)	χιλιόγραμμα (κιλό, kg)
χρόνος (t)	δευτερόλεπτο (s)
ηλεκτρικό ρεύμα (I)	αμπέρ (A)
θερμοκρασία (T)	βαθμός Κέλβιν (K)
ένταση φωτεινότητας (I)	καντέλα (cd)
ποσότητα ουσίας	mole (mol)
επίπεδη γωνία (φ, θ)	ακτίνιο (rad)
στερεά γωνία (ω)	στερακτίνιο (sr)

Παράγωγα μεγέθη

Μέγεθος	Μονάδα	Ορισμός μονάδας
συχνότητα (ν, f)	Χέρτζ, Hz	$1/s = s^{-1}$
δύναμη (F)	Νιούτον, N	$kg \cdot m \cdot s^{-2}$
ενέργεια (E, W)	Τζουλ, J	$N \cdot m = kg \cdot m^2 \cdot s^{-2}$
πίεση (P)	Πασκάλ, Pa	$N \cdot m^{-2} = kg \cdot m^{-1} \cdot s^{-2}$
πυκνότητα (ρ, d)	m/V	$g \cdot mL^{-1} = 10^3 \cdot kg \cdot m^{-3}$

Τα μεγέθη **μάζα** (θεμελιώδες μέγεθος), **όγκος** (ως παράγωγο του μήκους), **θερμοκρασία**, **ενέργεια** και **συχνότητα** θα μας απασχολήσουν στα εργαστήρια χημείας. Στο παρόν εργαστήριο θα ασχοληθούμε με την ορθή ανάγνωση και ορθή καταγραφή της μάζας και του όγκου.

Όλες οι μονάδες μπορούν με τα πολλαπλάσια ή τα υποπολλαπλάσιά τους να γίνουν πιο ευέλικτες και εύχρηστες



Πίνακας 2: Πολλαπλάσια και υπο-πολλαπλάσια μονάδων

peta	P	10^{15}
terra	T	10^{12}
giga	G	10^9
mega	M	10^6
kilo	k	10^3
deca	da	10^1
deci	d	10^{-1}
centi	c	10^{-2}
milli	m	10^{-3}
micro	μ	10^{-6}
nano	n	10^{-9}
pico	p	10^{-12}
femto	f	10^{-15}

Σφάλματα και αβεβαιότητα μετρήσεων

Για την ορθή καταγραφή των μετρήσεων που γίνονται στο εργαστήριο, λαμβάνεται πάντα υπ' όψη η **αβεβαιότητα**, η οποία είναι συνάρτηση μιας σειράς **σφαλμάτων**. Υπάρχουν δυο ειδών σφάλματα: το συστηματικό και το τυχαίο.

Τα **συστηματικά** σφάλματα προέρχονται από ατέλειες στον τρόπο κατασκευής και βαθμονόμησης των οργάνων μέτρησης, από την εσφαλμένη ανάγνωση, ή τέλος, από την επίδραση του περιβάλλοντος (συχνά της θερμοκρασίας) στη διαδικασία της μέτρησης. Τα συστηματικά σφάλματα γενικώς είναι προβλέψιμα και μπορούμε να τα υπολογίζουμε σε μια μέτρησή μας. Η γνώση του συστηματικού σφάλματος οδηγεί σε καλύτερη **ακρίβεια** (*accuracy*) μιας μέτρησης.

Τα **τυχαία** σφάλματα προέρχονται από μη επαναλήψιμες αναγνώσεις μιας μέτρησης, από λανθασμένη παρατήρηση ενός φαινομένου (π.χ. καθυστέρηση στην παρατήρηση μιας αλλαγής χρώματος), ή από λάθος στους χειρισμούς μιας διαδικασίας (π.χ. στη μεταφορά όγκων από δοχείο σε δοχείο, ή από την εξάτμιση διαλύτη κατά την παραμονή του σε σχετικά υψηλή θερμοκρασία). Η μείωση των τυχαίων σφαλμάτων οδηγεί στην καλύτερη **επαναληψιμότητα** (*precision*) των μετρήσεων.

Σειρά μετρήσεων με υψηλή επαναληψιμότητα και υψηλή ακρίβεια. Ιδεώδης περίπτωση.	Σειρά μετρήσεων με υψηλή ακρίβεια, αλλά χαμηλή επαναληψιμότητα. Περίπτωση που το τυχαίο σφάλμα είναι μεγάλο.	Σειρά μετρήσεων με χαμηλή ακρίβεια, αλλά υψηλή επαναληψιμότητα. Στην περίπτωση αυτή, δεν έχει υπολογιστεί, ή δεν έχει ληφθεί υπόψη το συστηματικό σφάλμα.



Καταγραφή μετρήσεων

Οι μετρήσεις καταγράφονται με τρόπο που εξαρτάται από την ακρίβεια της "πηγής" (δηλαδή του οργάνου που παρέχει την μέτρηση), αλλά και από την ακρίβεια άλλων παρατηρήσεων που επίσης πραγματοποιούνται μέσα στην ίδια σειρά μετρήσεων ή πειραμάτων.

Το συστηματικό σφάλμα που αναφέρεται από τον κατασκευαστή ή τον βαθμονομητή ενός οργάνου καθορίζει σε μεγάλο βαθμό τον τρόπο που θα αναφέρουμε ή θα καταγράψουμε μια μέτρηση.

Για παράδειγμα, μια προχοΐδα (όργανο μέτρησης όγκου) αναγράφει συνήθως στο επάνω μέρος της το συστηματικό σφάλμα. Όταν π.χ. αναγράφεται συστ. σφάλμα ± 0.1 , τότε μια μέτρηση που αφορά στάθμη ακριβώς επάνω στη γραμμή των 5 mL θα αναφερθεί ως 5.0 mL. Εάν το συστηματικό σφάλμα που αναγράφεται είναι ± 0.01 , τότε ο ίδιος όγκος θα γραφεί 5.00 mL.

Αντίθετα, εάν η ίδια μέτρηση από μια προχοΐδα με συστηματικό σφάλμα ± 0.01 , αναφερθεί από μας απλά ως "5 mL", δίνουμε την εσφαλμένη πληροφορία ότι κάναμε την μέτρηση με πολύ μικρή ακρίβεια.

Τα επίπεδα συστηματικού σφάλματος καθορίζουν τα **σημαντικά ψηφία** στον τρόπο γραφής της τιμής μιας μέτρησης. Με άλλα λόγια, τα σημαντικά ψηφία που διαβάζουμε στην τιμή μιας μέτρησης μας πληροφορούν για την ακρίβεια με την οποία έγινε η μέτρηση. Σημαντικά ψηφία είναι όλα τα ψηφία που μετρήσαμε με **βεβαιότητα**, συν ένα ακόμη ψηφίο που μετρήθηκε με αβεβαιότητα.

Για παράδειγμα, κάνουμε μια ζύγιση σε αναλυτικό ζυγό ακρίβειας τεσσάρων δεκαδικών του γραμμαρίου (ο κατασκευαστής αναγράφει ακρίβεια ± 0.0001 g, ή ± 0.1 mg), και παίρνουμε την ένδειξη **4.1039 g**. Η μέτρηση αυτή έχει **5 σημαντικά ψηφία**, εκ των οποίων το τελευταίο είναι αβέβαιο. Εάν το ίδιο δείγμα το ζυγίζαμε σε ζυγό ακρίβειας ενός δεκαδικού ψηφίου (ο κατασκευαστής αναγράφει ακρίβεια ± 0.1 g), ενδεχομένως να παίρναμε την ένδειξη 4.1 g (2 σημαντικά ψηφία), στην οποία το τελευταίο ψηφίο είναι αβέβαιο. Στον παρακάτω Πίνακα παραθέτουμε μερικά παραδείγματα μετρήσεων από ζυγίσεις.

Πίνακας: παραδείγματα μετρήσεων

Μέτρηση	Ακρίβεια	Αριθμός σημαντικών ψηφίων
4.1039 g	± 0.0001 g, ή ± 0.1 mg	5 σημαντικά ψηφία
4.1 g	± 0.1 g	2 σημαντικά ψηφία
4.10390 g	± 0.00001 g, ή ± 0.01 mg	6 σημαντικά ψηφία (το μηδέν μετά την υποδιαστολή, στο τέλος του αριθμού έχει μεγάλη σημασία επειδή μας πληροφορεί ότι η μέτρηση έγινε με ζυγό ακρίβειας 5 δεκαδικών ψηφίων)
0. 1039 g	± 0.0001 g, ή ± 0.1 mg	4 σημαντικά ψηφία (το μηδέν πριν την υποδιαστολή δεν υπολογίζεται ως σημαντικό ψηφίο)
0.0 1039 g (=1.039x10 ⁻² g)	± 0.00001 g, ή ± 0.01 mg	4 σημαντικά ψηφία
0.0 104 g (=1.04x10 ⁻² g)	± 0.0001 g, ή ± 0.1 mg	3 σημαντικά ψηφία
410 g (=4.1x10 ²)	± 1 g	2 σημαντικά ψηφία
4100 g (=4.1x10 ³)	± 1 g	2 σημαντικά ψηφία
4100,0 g (=4.10x10 ³)	± 0.1 g	3 σημαντικά ψηφία



Πειραματική διαδικασία

1. Οι φοιτητές οργανώνονται σε ομάδες των 2-3 ατόμων και σχεδιάζουν τα σκεύη που βρίσκονται μπροστά τους σημειώνοντας τα ακριβή τους ονόματα.
2. Εντοπίστε τα σκεύη μέτρησης όγκων και καταγράψτε το όριο μέτρησης στο καθένα, καθώς και την ακρίβεια μέτρησης που δίνεται από τον κατασκευαστή.
3. Από τα σκεύη που έχετε καταγράψει, σημειώστε ποια από αυτά χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για μετρήσεις όγκων και ποια κυρίως για αποθήκευση διαλυμάτων αντιδραστηρίων, κλπ.
4. Στη συνέχεια γίνονται μετρήσεις με τυχαίες ποσότητες υγρών (π.χ. νερού) εντός των σκευών. Καταγράψτε τις αναγνώσεις όγκων σε κάθε περίπτωση.
5. Απαντήστε τα ζητούμενα στο Φύλλο Εργασίας (βλ. **e-class** <https://eclass.teiath.gr/modules/work/index.php?course=SAET120&add=1>).
6. Απαντήστε τις Ερωτήσεις (βλ. **e-class** <https://eclass.teiath.gr/modules/exercise/?course=SAET120>)