

2. Βασικός εργαστηριακός εξοπλισμός

Παρακάτω περιγράφονται ορισμένα σκεύη και απλά όργανα ενός χημικού εργαστηρίου, κυρίως αυτά που θα χρησιμοποιηθούν για την εκτέλεση των περιγραφόμενων πειραμάτων. Επίσης, δίνονται συνοπτικές οδηγίες για τη χρήση τους. Για μια πληρέστερη κατανόηση των περιγραφών, υπάρχει και αντίστοιχη **σχηματική παράσταση** των οργάνων. Σε πρώτη φάση, ο φοιτητής θα πρέπει να εξοικειωθεί με τα **ονόματα** των ειδών του εργαστηριακού του εξοπλισμού. Ο τρόπος χειρισμού μερικών από αυτά και ο σκοπός τον οποίον εξυπηρετούν, θα περιγραφούν αναλυτικά από τους αρμόδιους εκπαιδευτές στην πορεία των εργαστηριακών ασκήσεων. Για μια συστηματική περιγραφή, κατατάσσουμε τα είδη του εργαστηριακού εξοπλισμού σε τέσσερις κατηγορίες:

- ① Το στήριγμα και τα εξαρτήματά του
- ② Συνήθη γυάλινα σκεύη
- ③ Άλλα απαραίτητα σκεύη και υλικά
- ④ Ηλεκτρικές συσκευές

2.1 Το στήριγμα και τα εξαρτήματά του

1. Στήριγμα: είναι μεταλλικό και υπάρχει κυρίως σε δύο τύπους που διαφέρουν στη μορφή της βάσεως (επίπεδη πλάκα ή τρίποδας). Επάνω στο στήριγμα βιδώνονται μεταλλικοί δακτύλιοι, σφικτήρες της προχοΐδας, διπλοκοχλίες κ.λπ. Έτσι, το στήριγμα με τα εξαρτήματά του είναι απαραίτητο για την εγκατάσταση κάθε χημικής συσκευής.

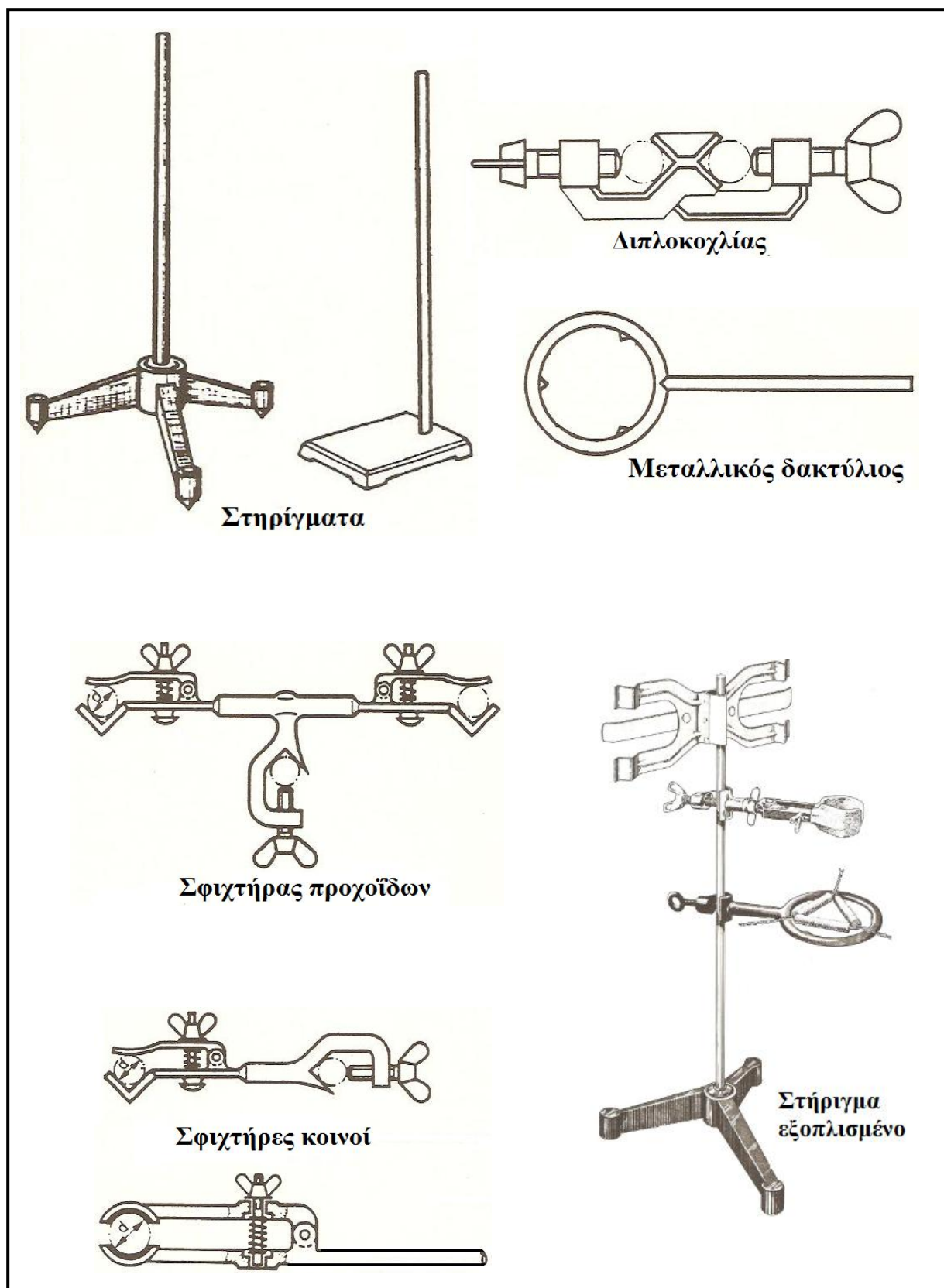
2. Σφικτήρες: Είναι μεταλλικοί και χρησιμοποιούνται για τη στερέωση γυάλινων σκευών. Τα άκρα των βραχιόνων του σφικτήρα θα πρέπει να είναι επενδυμένα εσωτερικά με φελλό ή ελαστικό, ώστε να ελαχιστοποιείται ο κίνδυνος θραύσης του σκεύους κατά το σφίξιμο, το οποίο σημειωτέον δεν πρέπει να είναι υπερβολικό. Όπως βλέπουμε στο **Σχήμα 2.1**, υπάρχουν διάφοροι τύποι σφικτήρων, ανάλογα με τον σκοπό που εξυπηρετούν.

3. Διπλοκοχλίας: Ο διπλοκοχλίας είναι μεταλλικός και χρησιμεύει για τη στήριξη σφικτήρων, μεταλλικών δακτυλίων κ.λπ. πάνω στο στήριγμα. Ο δεξιός κοχλίας βιδώνει πάνω στο στήριγμα και στον αριστερό βιδώνουμε το μεταλλικό δακτύλιο ή το σφικτήρα. Ανάλογα με τις ανάγκες του πειράματος, επιλέγουμε σε ποιο ύψος του στηρίγματος θα βιδώσουμε το δεξιό κοχλία.

4. Μεταλλικός δακτύλιος: Υπάρχει σε διάφορες διαμέτρους και χρησιμεύει για τη στήριξη του πυρίμαχου τριγώνου, ή ενός χωνιού ή του πλέγματος αμιάντου ή της διαχωριστικής χοάνης.

2.2 Συνήθη γυάλινα σκεύη (αλφαβητικά)

1. Δοκιμαστικοί σωλήνες: Χρησιμοποιούνται συχνά σε χημικά και βιοχημικά εργαστήρια, ως σκεύη διεξαγωγής δοκιμασιών (τεστ), πειραμάτων περιορισμένης κλίμακας ή επιδείξεων. Κατασκευάζονται σε διάφορα μεγέθη από γυαλί ανθεκτικό στις μεταβολές της θερμοκρασίας.



Σχήμα 2.1 Το στήριγμα και τα εξαρτήματά του

2. Ηθμοί γυάλινοι (ή χωνευτήρια διήθησεως): Οι ηθμοί αυτοί έχουν πορώδη πυθμένα από ειδικό γυαλί. Προσαρμόζονται, με τη βοήθεια ελαστικών δακτυλίων, σε φιάλες κενού και χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις, όπου, για διάφορους λόγους δεν είναι δυνατή η εφαρμογή χάρτινων ηθμών.

Ανάλογα με τη διάμετρο των πόρων, οι ηθμοί διακρίνονται σε **G₀, G₁, G₂,...G₅** (όσο μεγαλύτερος ο δείκτης, τόσο μικρότερης διαμέτρου οι πόροι του ηθμού). Έτσι, π.χ. οι ηθμοί G₃ είναι κατάλληλοι για ιζήματα με μέτριο μέγεθος σωματιδίων και οι G₄ για λεπτοκρυσταλλικά ιζήματα (π.χ. BaSO₄).

Με την εφαρμογή κενού, μπορούμε να επιταχύνουμε τη διήθηση, καθώς και να ξηράνουμε το ίζημα, το οποίο στη συνέχεια, μπορούμε να ζυγίσουμε, ενώ αυτό βρίσκεται μέσα στον ηθμό.

3. Κωνικές φιάλες ή φιάλες Erlenmeyer: Είναι κατασκευασμένες από γυαλί και τις χρησιμοποιούμε ως δοχεία αντιδράσεων, κυρίως σε **ογκομετρήσεις**. Αποτελούν προσεγγιστικά ογκομετρικά όργανα. Υπάρχουν σε στενόλαιμη και ευρύλαιμη μορφή, με ή χωρίς εσμύρισμα.

4. Ξηραντήρας: Οι ξηραντήρες είναι αεροστεγή κλειστά γυάλινα δοχεία, μέσα στα οποία φυλάγουμε πρότυπες ουσίες και δείγματα ουσιών, χωνευτήρια μετά από πύρωση, φιαλίδια ζυγίσεως και γενικά οτιδήποτε πρέπει να διατηρήσουμε **στεγνό**. Μέσα στον ξηραντήρα, οι διάφορες ουσίες και τα μικροαντικείμενα προφυλάγονται από τους ατμούς των αντιδραστηρίων και τη σκόνη του εργαστηρίου.

Ένας ξηραντήρας αποτελείται βασικά από τρία μέρη: το **κύριο δοχείο**, το **κάλυμμα** και το **υπόβαθρο**. Στον πυθμένα του δοχείου τοποθετούμε το ξηραντικό μέσο, που μπορεί να είναι πυκνό θειικό οξύ (H₂SO₄), οξείδιο του ασβεστίου (CaO), δεκαοξείδιο του τετραφωσφόρου (P₄O₁₀), χλωρίδιο του ασβεστίου (CaCl₂) κ.λπ. Το υπόβαθρο (συνήθως από πορσελάνη) φέρνει οπές για σταθερότερη τοποθέτηση των διαφόρων αντικειμένων επάνω σ' αυτό. Το κάλυμμα του ξηραντήρα καλύπτει αεροστεγώς το κύριο δοχείο. Ο ξηραντήρας, στην κορυφή του, μπορεί να φέρει επίθεμα με στρόφιγγα για εφαρμογή κενού ή πλήρωση με αδρανές αέριο.

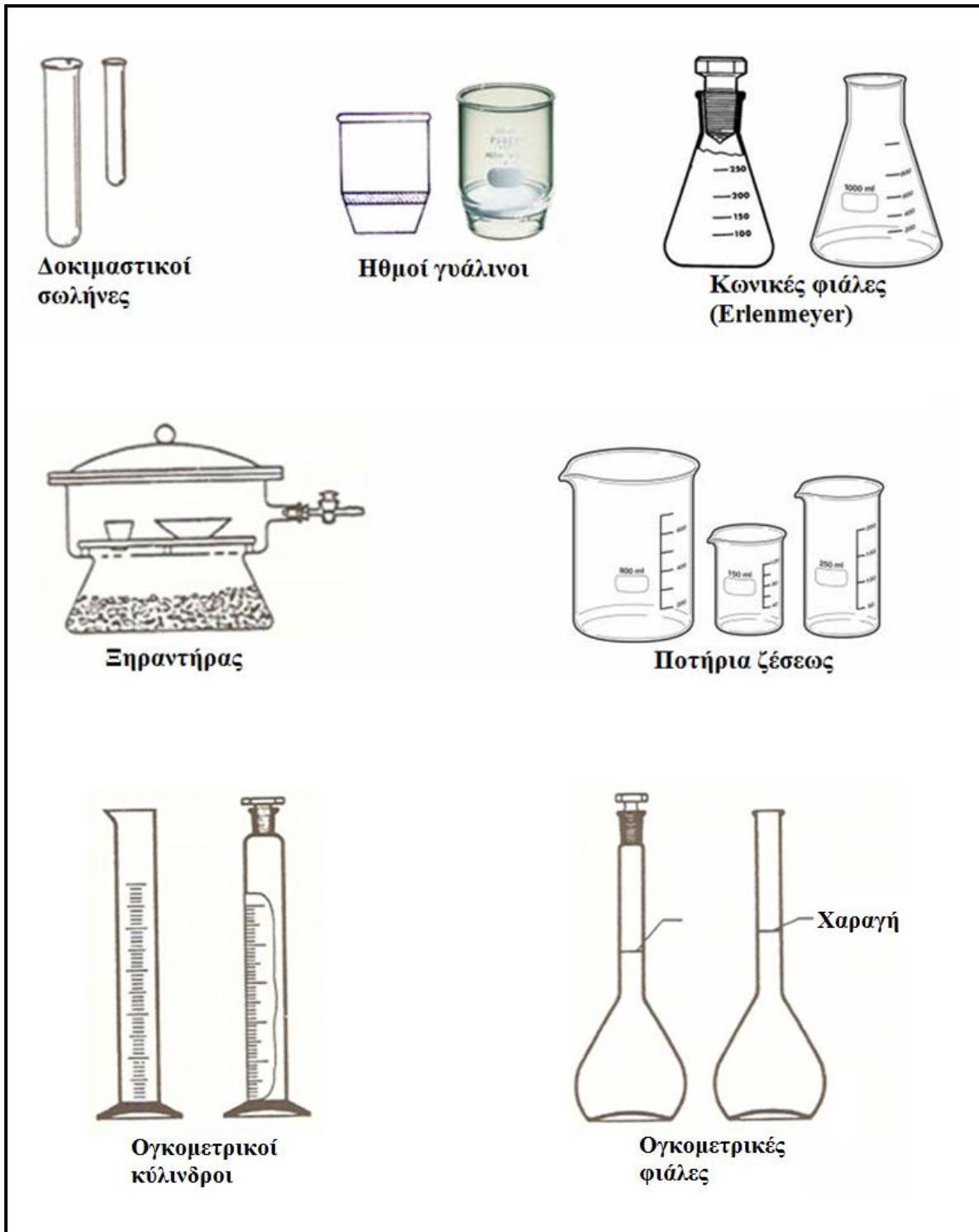
Όταν χρησιμοποιούμε τον ξηραντήρα, θα πρέπει να προσέχουμε ιδιαίτερα στην αφαίρεση του καλύμματός του, καθώς και στη μεταφορά του. Τα εσμυρισμένα μέρη του ξηραντήρα πρέπει να **λιπαίνονται** με λίπος σιλικόνης.

5. Ογκομετρικές φιάλες: Είναι μακρόλαιμες φιάλες χωρητικότητας 5, 10, 50, 100, 250, 500, 1000 mL κ.λπ. Στον λαιμό φέρουν **χαραγή** που δείχνει τη θέση μέχρι την οποία πρέπει να πληρωθεί η φιάλη με το υγρό για να ληφθεί όγκος ίσος με αυτόν που αναγράφεται επάνω της, πρόκειται δηλαδή για ογκομετρικά όργανα ακριβείας. Οι ογκομετρικές φιάλες είναι βαθμονομημένες να περιέχουν και όχι να παρέχουν ορισμένο όγκο υγρού. Χρησιμοποιούνται για την παρασκευή **προτύπων διαλυμάτων**, δηλαδή διαλυμάτων ορισμένης συγκέντρωσης. Κατά την παρασκευή τέτοιων διαλυμάτων απαιτείται πολύ **καλή ανάμιξη** αυτών, η οποία επιτυγχάνεται με ανακίνηση και επανειλημμένες αναστροφές της πωματισμένης φιάλης, πριν από την τελική συμπλήρωσή της μέχρι τη χαραγή.

Τα πώματα των ογκομετρικών φιαλών είναι εσμυρισμένα.

6. Ογκομετρικός κύλινδρος: Με τους βαθμονομημένους αυτούς γυάλινους σωλήνες μετρούμε τους όγκους υγρών που πρόκειται να μεταφέρουμε σε κάποιο άλλο δοχείο. Επειδή η διάμετρος των ογκομετρικών αυτών οργάνων είναι σχετικά μεγάλη, η **ακρίβεια μετρήσεως** είναι **μικρή**.

Πολύ θερμά υγρά δεν πρέπει να τοποθετούνται μέσα στους ογκομετρικούς κυλίνδρους και γενικά σε ογκομετρικά γυάλινα σκεύη, επειδή μπορεί να προκαλέσουν μόνιμες μεταβολές στον όγκο τους. Για τον ίδιο λόγο τα ογκομετρικά σκεύη **δεν πρέπει να θερμαίνονται**. Επίσης, δεν πρέπει να εκτελούνται χημικές αντιδράσεις και παρασκευές διαλυμάτων με διάλυση στερεών μέσα σε ογκομετρικούς κυλίνδρους. Υπάρχουν και ογκομετρικοί κύλινδροι με πώμα, κατάλληλοι για ανάμιξη υγρών.



Σχήμα 2.2 Συνήθη γυάλινα σκεύη χημικού εργαστηρίου

7. Ποτήρια ζέσεως: Πρόκειται για λεπτότοιχα, κυλινδρικά γυάλινα σκεύη, μέσα στα οποία μπορούμε να θερμάνουμε διάφορα υγρά. Επίσης, είναι κατάλληλα για την ανάμιξη υγρών ή την παρασκευή διαλυμάτων. Τα ποτήρια ζέσεως υπάρχουν σε υψηλή και χαμηλή μορφή και σε διάφορα μεγέθη (50, 100, 250, 400 mL κ.λπ.). Είναι **προσεγγιστικά όργανα** μέτρησης όγκου.

8. Προχοΐδες: Όργανα για την **ακριβή μέτρηση** όγκων υγρών. Χρησιμοποιούνται κυρίως στην **ποσοτική ανάλυση**. Οι συνηθισμένες προχοΐδες είναι των 50 mL με αρίθμηση ανά mL και υποδιαιρέσεις ανά δέκατο του mL. Αποτελούνται από έναν γυάλινο βαθμονομημένο σωλήνα, που στο κάτω άκρο του έχει μία στρόφιγγα για τον έλεγχο της ροής του υγρού. Η στρόφιγγα της προχοΐδας είναι από γυαλί ή τεφλόν.

Ο τρόπος χειρισμού της προχοΐδας περιγράφεται αναλυτικά στην Ενότητα 3 «Στοιχειώδεις εργαστηριακές τεχνικές».

9. Ράβδοι αναδέυσεως: Είναι **γυάλινες** και χρησιμοποιούνται για την ανάδευση και τη μεταφορά διαλυμάτων, καθώς και για τη μεταφορά και έκπλυση ιζημάτων. Στην τελευταία περίπτωση, η ράβδος φέρνει στο ένα της άκρο πτερύγιο από καουτσούκ (πεταλούδα ιζήματος). Για την κατασκευή τους, κόβονται τεμάχια μήκους 15-25 cm από ράβδο μαλακού γυαλιού.

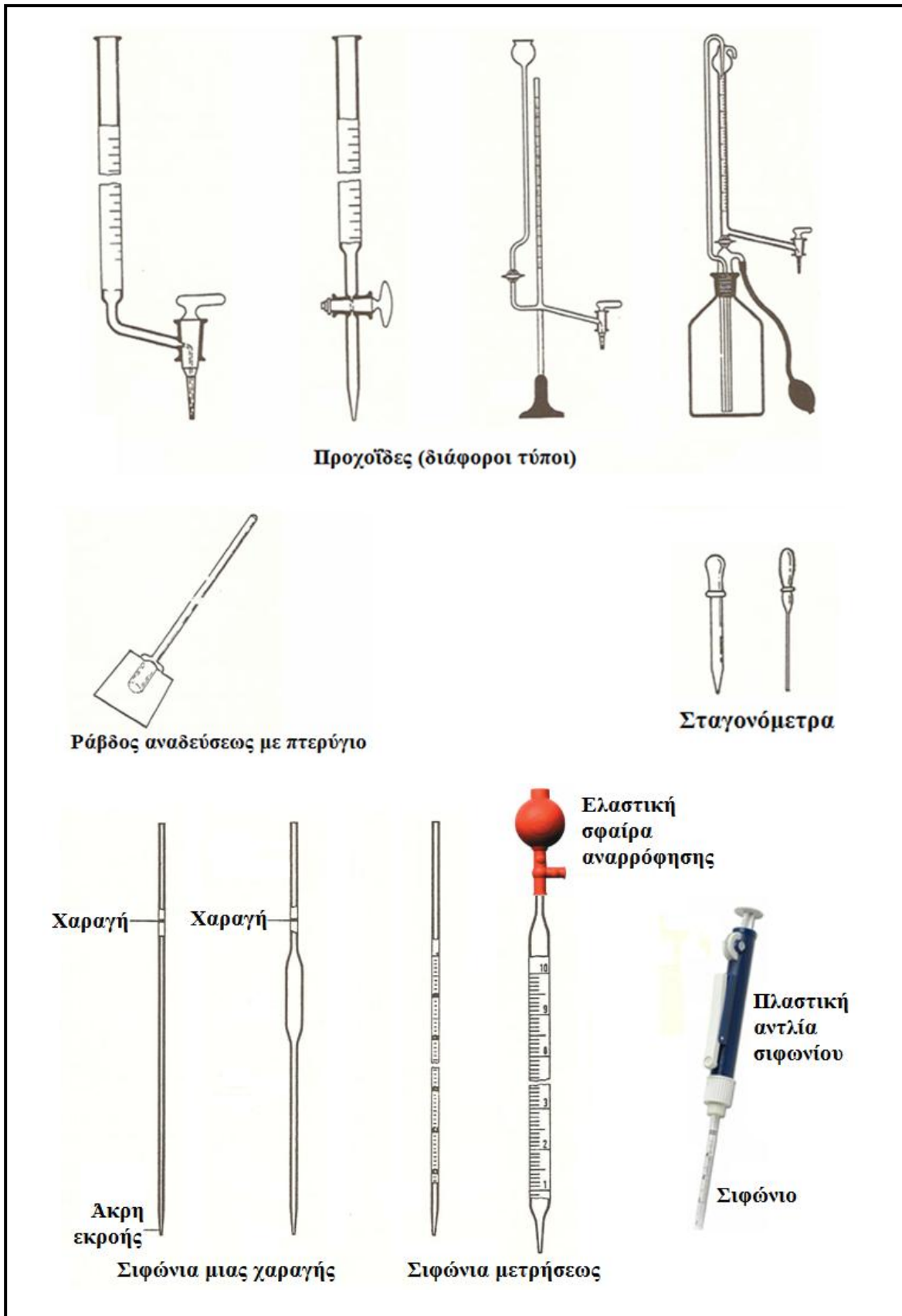
10. Σιφώνια: Τα σιφώνια χρησιμοποιούνται για την ακριβή μέτρηση όγκου υγρών. Αποτελούνται από έναν σωλήνα κατασκευασμένο από λεπτό γυαλί, ανοικτό και κατά τα δύο άκρα του. Ο σωλήνας είναι στενότερος στο κατώτερο άκρο του. Για τη λήψη δείγματος υγρού, βυθίζεται το κατώτερο άκρο του σιφωνίου μέσα στο υγρό και ταυτόχρονα αφαιρείται με ειδική συσκευή ο περιεχόμενος αέρας. Υπάρχουν *σιφώνια μιας χαραγής* που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση ενός μόνον σταθερού όγκου υγρού, ο οποίος αναγράφεται πάνω στο σιφώνιο. Ο σωλήνας αυτού του τύπου σιφωνίων είναι διογκωμένος στο μέσον του, για να μπορεί να χωρέσει τον προβλεπόμενο όγκο υγρού. Έτσι, έχουμε σιφώνια του ενός, των δύο, των 5, των 10, των 25, των 50 και των 100 mL. Τα λεγόμενα *σιφώνια μετρήσεως* είναι βαθμονομημένα και χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση διαφόρων όγκων υγρού.

Η πλήρωση των σιφωνίων γίνεται συνήθως με αναρρόφηση μέσω ειδικής ελαστικής σφαίρας. Εκτός από τη σφαίρα αναρρόφησης, υπάρχουν και άλλες συσκευές πλήρωσης σιφωνίων, όπως η πλαστική αντλία σιφωνίων (Σχήμα 2.3). Αφού στερεώσουμε κατάλληλα το σιφώνιο στο άνοιγμα της αντλίας, όπως φαίνεται στο σχήμα, περιστρέφουμε τον τροχό προς τα κάτω με τον αντίχειρα. Έτσι, δημιουργούμε υποπίεση μέσα στο σιφώνιο και το υγρό ανέρχεται. Για να εκρυσθεί ποσότητα υγρού ή όλο το υγρό, πιέζουμε το έμβολο που βρίσκεται κάτω από τον τροχό.

Αναλυτικά, ο τρόπος χειρισμού των σιφωνίων περιγράφεται στην Ενότητα 3 «Στοιχειώδεις εργαστηριακές τεχνικές».

Πολύ μικροί όγκοι υγρών λαμβάνονται με μικροσύριγγες χωρητικότητας 0,001 – 1 mL. Οι μικροσύριγγες με βελόνα από ανοξείδωτο χάλυβα χρησιμοποιούνται για την έκχυση δειγμάτων σε κλειστά συστήματα (π.χ. στην υγρή διάχυση ή στην αέρια χρωματογραφία).

11. Σταγονόμετρα: Τα χρησιμοποιούμε για την προσθήκη υγρών κατά σταγόνες σε δοχεία αντιδράσεων, καθώς και για την αφαίρεση και μεταφορά μικρών ποσοτήτων υγρών. Ένα σταγονόμετρο αποτελείται από μικρό γυάλινο ή πλαστικό σωλήνα, ο οποίος στο ένα άκρο του καταλήγει σε στένωση. Το άλλο άκρο του κλείνεται με ελαστική προέκταση, με τη βοήθεια της οποίας αναρροφάται το υγρό μέσα στο σωλήνα και στη συνέχεια με μικρή πίεση της προέκτασης το υγρό ρέει κατά σταγόνες, οι οποίες μπορούν να καταμετρώνται.



Σχήμα 2.3 Συνήθη γυάλινα σκεύη χημικού εργαστηρίου

12. Σταγονομετρικά φιαλίδια: Είναι γυάλινες φιάλες, συνήθως των 100 κυβικών εκατοστών, για τη φύλαξη υγρών αντιδραστηρίων τα οποία χρησιμοποιούμε συχνά και σε ποσότητες μερικών σταγόνων κάθε φορά, όπως π.χ. κοινά οξέα (υδροχλωρικό, θειικό ή νιτρικό οξύ), διαλύματα δεικτών (φαινολοφθαλείνη, ερυθρό του μεθυλίου) κ.λπ. Σε ορισμένα φιαλίδια, η κατά σταγόνες προσθήκη του αντιδραστηρίου επιτυγχάνεται χάρις στην εγκοπή που φέρει το ρυγχοειδές πώμα και ο λαιμός της φιάλης. Η εκροή υγρού από το φιαλίδιο είναι δυνατή μόνο στην περίπτωση που η εγκοπή του πώματος συμπέσει απόλυτα με την εγκοπή του λαιμού του φιαλιδίου.

Για υγρά που είναι ευαίσθητα στο φως, χρησιμοποιούνται σταγονομετρικά φιαλίδια με σκούρο χρώμα.

13. Σφαιρικές φιάλες: Τις χρησιμοποιούμε κυρίως ως δοχεία αντιδράσεων. Υπάρχουν σε πολλά μεγέθη, ως ευρύλαιμες ή στενόλαιμες, συνήθως με εσμύρισμα. Συχνά, για πειράματα με ενδιάμεσες ή ταυτόχρονες διεργασίες, όπως μηχανική ανάδευση, διαβίβαση αερίου, εφαρμογή κενού, προσθήκη αντιδραστηρίου κατά σταγόνες κ.λπ., απαιτούνται πολύλαιμες φιάλες (δίλαιμες, τρίλαιμες κ.ο.κ.), με πλάγιους ή κάθετους λαιμούς.

14. Ύαλοι ωρολογίου: Είναι διαφόρων διαμέτρων με σφαιρικό πυθμένα. Χρησιμοποιούνται για να καλύπτουν κάψες και ποτήρια ζέσεως, για την παραλαβή και ζύγιση μη υγροσκοπικών ουσιών, καθώς και για την εκτέλεση σταγονοδοκιμασιών.

15. Φιάλη διηθήσεως με κενό: Μοιάζει με τη φιάλη Erlenmeyer. Επιπλέον φέρνει πλευρικό σωλήνα και το τοίχωμά της είναι παχύ για να αντέχει στις διαφορές πιέσεως. Χρησιμοποιείται για διηθήσεις υπό ελαττωμένη πίεση στην υδραντλία κενού και σε συνδυασμό με τον ηθμό Büchner ή με το χωνευτήριο διηθήσεως (βλ. και Σχήμα 2.6).

16. Φιαλίδια ζυγίσεως: Είναι γυάλινα δοχεία με εσμυρισμένο πώμα, υψηλού ή χαμηλού τύπου και χωρητικότητας 10 έως 100 mL. Τα χρησιμοποιούμε κυρίως για τη ζύγιση, αλλά και την αποθήκευση υγροσκοπικών ουσιών ή ουσιών που απορροφούν διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα, όπως είναι το NaOH, καθώς και ουσιών που εξαχνώνονται εύκολα, όπως π.χ. το ιώδιο.

Για ακριβείς ζυγίσεις, τα φιαλίδια δεν πρέπει να κρατιούνται απευθείας με τα δάκτυλα αλλά με μια διπλωμένη ταινία χαρτιού.

17. Χωνιά: Είναι κατασκευασμένα από γυαλί. Τα χρησιμοποιούμε για διηθήσεις, μεταγγίσεις υγρών, γέμισμα φιαλών, προχοϊδων κ.λπ. Υπάρχουν σε διάφορους τύπους και μεγέθη. Τα χωνιά ταχείας διηθήσεως είναι κατασκευασμένα από χονδρό γυαλί με ραβδώσεις και έχουν μακρύ στέλεχος. Η μεγάλη ταχύτητα διηθήσεως οφείλεται στο ότι ο ηθμός κρέμεται ελεύθερα πάνω στις ραβδώσεις και το στέλεχος του χωνιού είναι συνήθως γεμάτο. Τα χωνιά από πλαστικό με πολύ κοντό και ευρύ στέλεχος είναι κατάλληλα για μεταφορά στερεών ουσιών.

18. Χωνιά σταγονομετρικά: Τα χωνιά αυτά είναι απαραίτητα σε περιπτώσεις που θέλουμε να προσθέσουμε ένα αντιδραστήριο ή ένα διάλυμα κατά σταγόνες. Υπάρχουν σε κυλινδρική και απιοειδή μορφή. Για τέλεια εφαρμογή πάνω σε φιάλες αντιδράσεων, φέρουν στο κάτω μέρος εσμύρισμα. Σταγονομετρικά χωνιά χρησιμοποιούμε και σε παρασκευαστικές εργασίες ως *διαχωριστικές χοάνες*, προκειμένου να διαχωρίσουμε δύο υγρά που δεν αναμιγνύονται.



Σταγονομετρικά
φιαλίδια



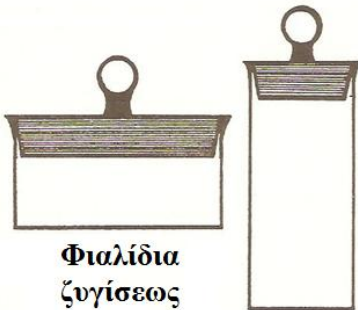
Σφαιρικές φιάλες διαφόρων τύπων



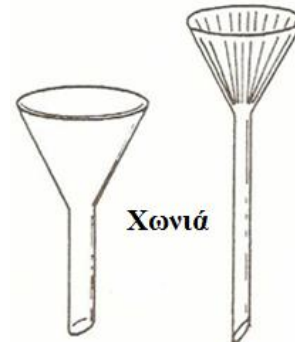
Υαλος ωρολογίου



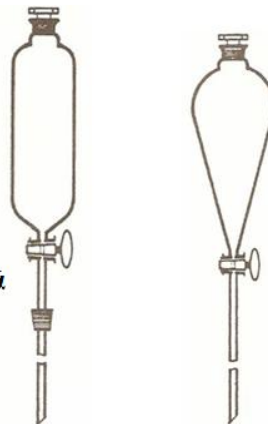
Φιάλη κενού



Φιαλίδια
ζυγίσεως



Χωνιά



Σταγονομετρικά
χωνιά

Σχήμα 2.4 Συνήθη γυάλινα σκεύη χημικού εργαστηρίου

2.3 Άλλα απαραίτητα σκεύη και υλικά

1. Γουδί με γουδοχέρι: Το χρησιμοποιούμε για τη θραύση και το άλεσμα στερεών ουσιών.

Κατασκευάζεται σε διάφορους τύπους από πορσελάνη ή αχάτη. Το γουδί από αχάτη χρησιμεύει για την άλεση και ανάμειξη στερεών δειγμάτων με KBr (παρασκευή δισκίων για τη λήψη φασμάτων υπερύθρου).

2. Θερμόμετρα: Τα χρησιμοποιούμε για τη μέτρηση θερμοκρασιών και είναι πολλών τύπων, ανάλογα προς τον σκοπό που θα εξυπηρετήσουν. Ένα κοινό θερμόμετρο αποτελείται από γυάλινο βολβό συνδεδεμένο με κλειστό βαθμονομημένο τριχοειδές αγγείο. Η λειτουργία των συνηθισμένων θερμομέτρων στηρίζεται πάνω στο φαινόμενο της διαστολής και συστολής των σωμάτων, δηλαδή της αύξησης ή ελάττωσης του όγκου των σωμάτων, όταν αυτά θερμαίνονται ή ψύχονται. Η στάθμη του υγρού ανέρχεται στο εσωτερικό του τριχοειδούς, όταν αυξάνεται η θερμοκρασία του βολβού, διότι ο υδράργυρος διαστέλλεται περισσότερο από το γυαλί που τον περιέχει. Το σημείο πήξης του Hg, που είναι -39°C , προσδιορίζει το κάτω όριο λειτουργίας του υδραργυρικού θερμομέτρου.

Ένα θερμόμετρο χαμηλών θερμοκρασιών περιέχει στη θέση του υδραργύρου κάποιο χρωματισμένο οργανικό υγρό, όπως αιθυλική αλκοόλη, για θερμοκρασίες μέχρι -80°C , ή πεντάνιο, για θερμοκρασίες μέχρι τους -200°C .

3. Κάψες εξάτμισης: Είναι κατασκευασμένες από πορσελάνη ή γυαλί και χρησιμοποιούνται για την εξάτμιση ενός διαλύματος ή τη συμπύκνωσή του. Για να τις θερμάνουμε, τις τοποθετούμε πάνω σε πλέγμα αμιάντου, υδρόλουτρο ή αμμόλουτρο.

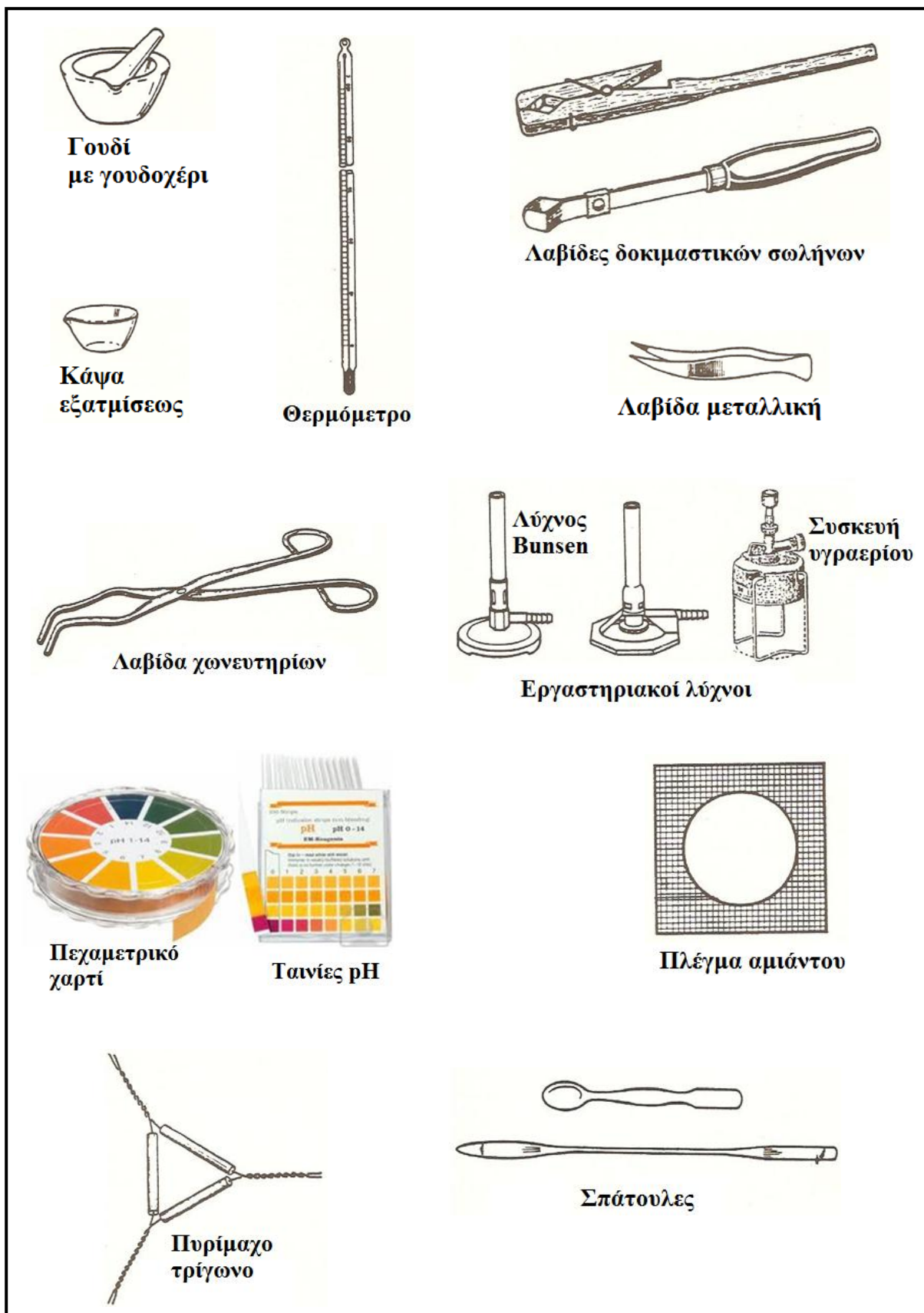
4. Λαβίδα δοκιμαστικών σωλήνων: Αυτή είναι ξύλινη ή μεταλλική και χρησιμεύει για το κράτημα των δοκιμαστικών σωλήνων, όταν τους θερμάνουμε είτε σε υδρόλουτρο είτε σε γυμνή φλόγα.

5. Λαβίδα μεταλλική: Λέγεται και ιατρική λαβίδα. Στην απλούστερη μορφή της αποτελείται από δύο σκέλη ενωμένα κατά το ένα άκρο, που μπορούν να συλλάβουν και να συγκρατήσουν ένα αντικείμενο μεταξύ των δύο ελεύθερων άκρων της. Το βοηθητικό αυτό όργανο θεωρείται απαραίτητο για κάθε καθαρή δουλειά στο εργαστήριο. Για να μην προσβάλλεται από διαβρωτικούς ατμούς και υγρά, είναι επικαλυμμένη με νικέλιο ή χρώμιο.

6. Λαβίδα χωνευτηρίων: Τη χρησιμοποιούμε για τη μεταφορά χωνευτηρίων από και προς τους φούρνους πυρώσεως. Είναι κατασκευασμένη από καθαρό νικέλιο ή σίδηρο επινικελωμένο ή επιχρωμιωμένο. Έχει μακριά σκέλη με γυριστά άκρα για διευκόλυνση της σύλληψης των χωνευτηρίων.

7. Λύχνος: Ο λύχνος Bunsen είναι ο βασικός τύπος όλων των εργαστηριακών λύχνων (βλ. και Σχήμα 3.1). Το καύσιμο αέριο είναι υγραέριο, φωταέριο ή φυσικό αέριο, το οποίο αναμιγνύεται με τον αέρα και καίγεται. Η παροχή του καυσίμου αερίου ρυθμίζεται συνήθως με τη βίδα που βρίσκεται απέναντι ή κάτω από τον σωλήνα εισόδου του αερίου. Ο αέρας που απαιτείται για την καύση εισέρχεται από πλευρικές οπές των οποίων το άνοιγμα ρυθμίζεται από έναν κινητό δακτύλιο. Η γνώση των διαφόρων περιοχών της φλόγας είναι πολύ χρήσιμη στη διεξαγωγή πυροχημικών αντιδράσεων.

Όπου δεν υπάρχει δίκτυο παροχής φωταερίου ή φυσικού αερίου χρησιμοποιούμε συνήθως τον λύχνο υγραερίου, το γνωστό μας «γκαζάκι» (camping gas). Το υγραέριο, που είναι προπάνιο ή βουτάνιο υπό πίεση, κυκλοφορεί στο εμπόριο σε φιαλίδια μιας χρήσεως, τα οποία προσαρμόζονται κατάλληλα στη βάση του λύχνου.



Σχήμα 2.5 Συνήθη γυάλινα σκεύη χημικού εργαστηρίου

8. Πεχαμετρικό χαρτί: Είναι ένα ειδικό απορροφητικό χαρτί διαποτισμένο με μίγμα δεικτών και χρησιμοποιείται για τον κατά προσέγγιση προσδιορισμό του pH ενός διαλύματος. Με τη βοήθεια μιας γυάλινης ράβδου, φέρουμε μια σταγόνα από το υπό εξέταση διάλυμα πάνω σε ένα μικρό κομμάτι πεχαμετρικού χαρτιού και συγκρίνουμε το χρώμα που αποκτά το χαρτί με τα χρώματα που δείχνει το ρολό συσκευασίας του χαρτιού. Σε κάθε χρώμα αντιστοιχεί μια τιμή pH από 1 έως 14. Για να μην αλλοιώνονται τα χρώματα, θα πρέπει τα δάκτυλά μας που πιάνουν το χαρτί να είναι τελείως στεγνά. Αντί του «κλασικού» πεχαμετρικού χαρτιού, χρησιμοποιούνται και ταινίες μιας χρήσεως, ανάλογες εκείνων που χρησιμοποιούν οι διαβητικοί για τη μέτρηση του επιπέδου του σακχάρου.

9. Πλέγμα αμιάντου: Πρόκειται για μεταλλικό πλέγμα, το οποίο φέρνει στο μέσον του έναν κυκλικό δίσκο αμιάντου για να μην καίγεται. Τοποθετείται πάνω σε τρίποδες ή σε δακτυλίους και χρησιμεύει ως βάση για την απόθεση ποτηριών ζέσεως, κωνικών φιαλών κ.λπ., όταν αυτά πρόκειται να θερμανθούν. Χάρη σ' αυτό, αποτρέπεται η απευθείας επαφή του θερμαινόμενου σκεύους με τη φλόγα και ο κίνδυνος θραύσης του σκεύους. Επίσης, διευκολύνεται η μεταφορά θερμότητας σε μια μεγαλύτερη επιφάνεια.

10. Πυρίμαχο τρίγωνο: Το πυρίμαχο υλικό είναι άργιλος. Το τρίγωνο το τοποθετούμε πάνω στον τρίποδα ή τον μεταλλικό δακτύλιο για τη στήριξη χωνευτηρίων κατά την πύρωση ιζημάτων. Υπάρχει σε διάφορα μεγέθη, ανάλογα με τη διάμετρο των χωνευτηρίων.

11. Σπάτουλες: Είναι κατασκευασμένες από ανοξείδωτο χάλυβα, νικέλιο, πλαστικό κ.λπ. και υπάρχουν σε διάφορα μεγέθη και σχήματα. Τις χρησιμοποιούμε για τη λήψη στερεών ουσιών από τα δοχεία των αντιδραστηρίων και πρέπει να τις διατηρούμε σε πολύ καθαρή κατάσταση. Για διευκόλυνση της λήψης στερεών ουσιών, το ένα άκρο τους μπορεί να είναι διαμορφωμένο σε κοχλιάριο (κουταλάκι).

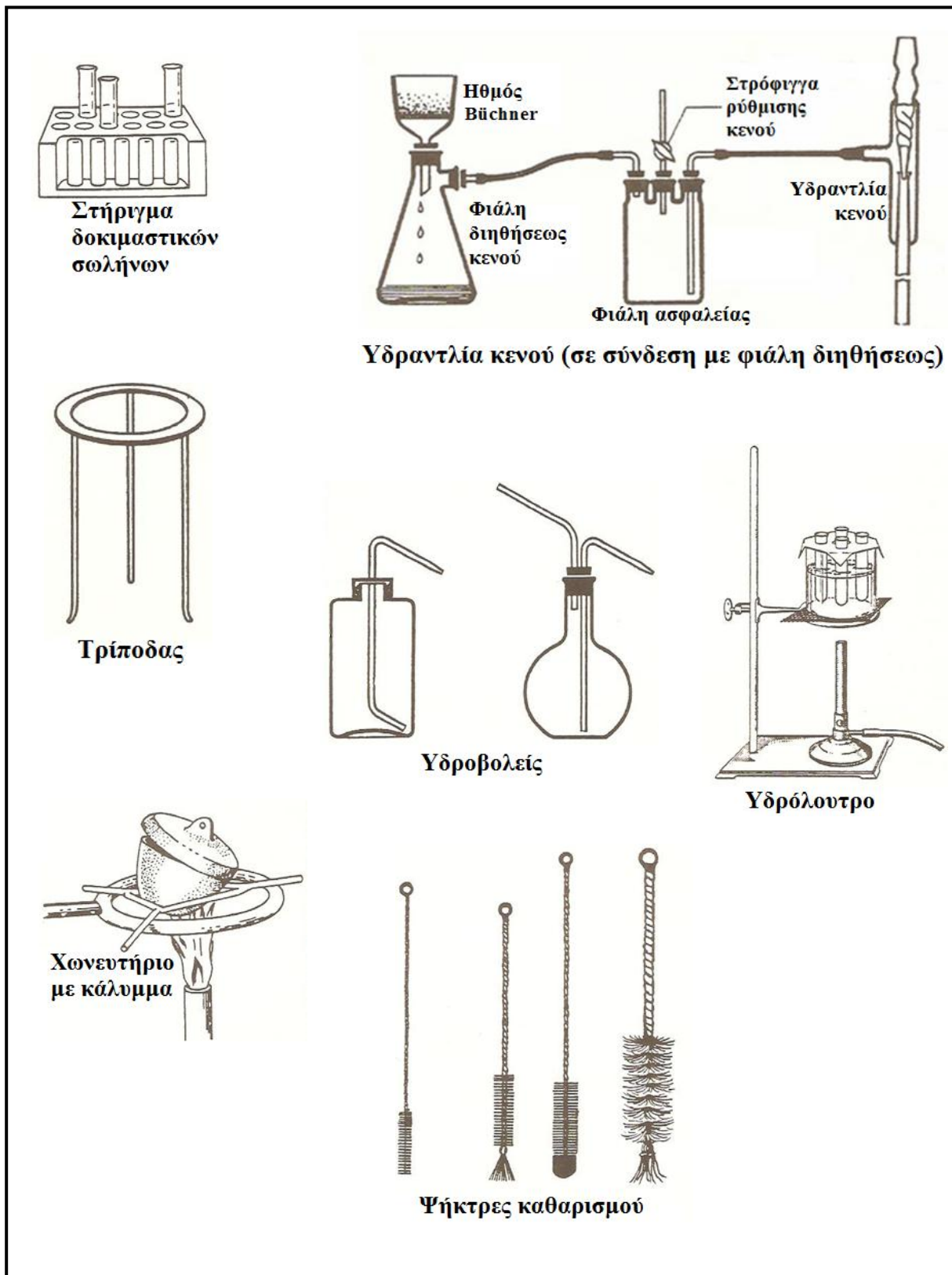
12. Στήριγμα δοκιμαστικών σωλήνων: Είναι μεταλλικό ή πλαστικό και χρησιμεύει για τη στήριξη των δοκιμαστικών σωλήνων. Συνήθως, μπορούμε να τοποθετήσουμε 12 ή 24 δοκιμαστικούς σωλήνες σε δύο ή τρεις σειρές.

13. Τρίποδας: Είναι μεταλλικός. Το ύψος και η διάμετρος του δακτυλίου του ποικίλλουν. Ο τρίποδας είναι απαραίτητος για τη θέρμανση διαλυμάτων και την πύρωση χωνευτηρίων με τον λύχνο Bunsen. Πάνω στον τρίποδα τοποθετούμε το πλέγμα αμιάντου ή το πυρίμαχο τρίγωνο.

14. Υδραντλία κενού: Κατασκευάζεται από γυαλί, πλαστικό ή μέταλλο. Χρησιμοποιείται για τη δημιουργία κενού, δηλαδή ελαττωμένης πίεσης, σε διεργασίες διήθησης και ξήρασης ιζημάτων, εξαχνώσεις, αποστάξεις κ.λπ. Για να λειτουργήσει καλά η υδραντλία, θα πρέπει η πίεση του νερού του δικτύου να είναι τουλάχιστον 2 ατμόσφαιρες. Τότε, το κενό που επιτυγχάνεται με την υδραντλία κενού κυμαίνεται από 10 – 20 mmHg.

Αρχή λειτουργίας: Σε μια τέτοια αντλία, το νερό περνά με μεγάλη ταχύτητα από το στενό ακροφύσιο του βασικού σωλήνα. Ο δεύτερος σωλήνας που περιβάλλει τον πρώτο, έχει ένα στένωμα ακριβώς στο ύψος του ακροφυσίου. Κατά το νόμο του Bernulli, η πίεση στο στένωμα είναι ελαττωμένη σε σχέση με την πίεση στο ελεύθερο στόμιο. Η ελαττωμένη πίεση προκαλεί ροή του αέρα, ο οποίος περιέχεται στο χώρο που θέλουμε να κενώσουμε. Ο αέρας αυτός παρασύρεται από το νερό.

Ανάμεσα στην υδραντλία κενού και στη συσκευή που πρόκειται να κενωθεί, παρεμβάλλεται μια φιάλη ασφαλείας (φιάλη Woulff). Αυτή έχει σκοπό να αποτρέψει τον κίνδυνο εισόδου νερού στη συσκευή. Η είσοδος νερού μπορεί να προκληθεί από αιφνίδια ελάττωση της πίεσεως του νερού ή από λανθασμένη διακοπή του κενού. Γι' αυτό, η παροχή του νερού διακόπτεται, αφού προηγουμένως ανοιχθεί η στρόφιγγα της φιάλης ασφαλείας.



Σχήμα 2.6 Συνήθη γυάλινα σκεύη χημικού εργαστηρίου

15. Υδροβολέας: Κατασκευάζεται συνήθως από πολυαιθυλένιο και χρησιμοποιείται κυρίως ως αποθεματική φιάλη για απεσταγμένο ή απιοντισμένο νερό. Μπορούμε βέβαια να τον χρησιμοποιήσουμε και για άλλα υγρά, όπως ακετόνη, αιθυλική αλκοόλη κ.λπ. Σε μια τέτοια περίπτωση όμως θα πρέπει να γράψουμε ανεξίτηλα πάνω στη φιάλη το περιεχόμενό της.

16. Υδρόλουτρο: Πρόκειται για ένα δοχείο (συνήθως ποτήρι ζέσεως των 400 mL), μέσα στο οποίο θερμαίνεται νερό. Χρησιμοποιείται για τη θέρμανση υδατικών διαλυμάτων σε θερμοκρασίες μέχρι 100°C, καθώς και για μια βραδεία και ομαλή εξάτμιση διαλυμάτων. Αν η εξάτμιση συνοδεύεται από έκλυση επιβλαβών ή δύσσομων αερίων, τότε αυτή εκτελείται σε απαγωγό.

17. Χωνευτήρια: Αυτά τα χρησιμοποιούμε στην ποσοτική ανάλυση, κυρίως για την πύρωση ουσιών, αλλά και για την ξήρανση και απανθράκωση ηθμών. Οι πυρώσεις σε θερμοκρασία 500 έως 1000°C γίνονται σε χωνευτήρια από πορσελάνη, ενώ για υψηλότερες θερμοκρασίες χρησιμοποιούνται χωνευτήρια από λευκόχρυσο. Το κάλυμμα, ανάλογα με το στάδιο της πύρωσης, καλύπτει πλήρως ή εν μέρει το χωνευτήριο.

18. Χωνί ή ηθμός Büchner: Είναι κατασκευασμένος από πορσελάνη. Τον χρησιμοποιούμε για παρασκευαστικούς σκοπούς στη διήθηση κρυσταλλικών ιζημάτων. Στον διάτρητο πυθμένα του τοποθετούμε ένα κυκλικό διηθητικό χαρτί, το οποίο το διαβρέχουμε για να εφαρμόσει τέλεια. Τον ηθμό Büchner τον προσαρμόζουμε σε μια ειδική φιάλη με παχύ τοίχωμα, τη φιάλη κενού (Σχήμα 2.6). Επιταχύνουμε τη διήθηση εφαρμόζοντας υποπίεση που δημιουργούμε με υδραντλία κενού.

19. Ψήκτρες καθαρισμού: Χρησιμοποιούνται για τον καθαρισμό των γυάλινων σκευών. Το κάτω μέρος της ψήκτρας πρέπει πάντοτε να είναι καλυμμένο και μαλακό, για να μην υπάρχει κίνδυνος γδαρσίματος, ραγίσματος ή θραύσεως των γυάλινων σκευών κατά τον καθαρισμό τους.

2.4 Ηλεκτρικές συσκευές

1. Αγωγιμόμετρο: Είναι το όργανο με το οποίο προσδιορίζεται η ηλεκτρική αγωγιμότητα ενός διαλύματος. Προς αποφυγή ηλεκτρολυτικής διασπάσεως, οι μετρήσεις αγωγιμότητας γίνονται με εναλλασσόμενο ρεύμα. Η πιο κοινή μονάδα μέτρησης της αγωγιμότητας είναι το Siemens/cm (S/cm), με υποδιαρέσεις: το microsiemens/cm ($\mu\text{S/cm}$) ίσο με 10^{-6} S/cm και το millisiemens/cm (mS/cm) ίσο με 10^{-3} S/cm. Η αυτόματη ρύθμιση της θερμοκρασίας επιτρέπει μεγάλη ακρίβεια μετρήσεων.

Για τη σωστή λειτουργία του οργάνου, ακολουθούμε πιστά τις οδηγίες χρήσεως και συντήρησης που αναφέρει ο κατασκευαστής.

2. Ζυγός: Είναι το όργανο με το οποίο προσδιορίζουμε τη μάζα ενός σώματος. Κύρια χαρακτηριστικά των ζυγών είναι: η *μέγιστη φόρτιση* (σε g), η *ευαισθησία* (σε υποδιαρέσεις κλίμακας ανά mg) και η *ακρίβεια ανάγνωσης* (σε mg). Στα εργαστήρια χημείας χρησιμοποιούνται σήμερα, κατά βάση, δύο είδη ζυγών, ο ηλεκτρονικός ζυγός ακριβείας και ο αναλυτικός ηλεκτρονικός ζυγός.

Ηλεκτρονικός ζυγός ακριβείας: Συνήθως πρόκειται για ψηφιακό ζυγό, με μία ή δύο περιοχές ζύγισης (π.χ. η πρώτη περιοχή μέχρι 300 g και η δεύτερη περιοχή μέχρι 3000 g). Η ακρίβεια ανάγνωσης κυμαίνεται από 0,1 μέχρι 0,001 g (100 έως 1 mg). Η ακρίβεια ανάγνωσης είναι αντιστρόφως ανάλογη προς τη μέγιστη φόρτιση. Έτσι, ένας ζυγός με ακρίβεια ανάγνωσης 0,1 g μπορεί να έχει μέγιστη φόρτιση μέχρι και 5000 g, ενώ ένας ζυγός με ακρίβεια ανάγνωσης 0,001 g έχει συνήθως μέγιστη φόρτιση μέχρι και 150 g. Η ζύγιση με έναν τέτοιο ζυγό είναι πολύ απλή και

ταχύτατη: μετά τον μηδενισμό της ένδειξης του ζυγού, τοποθετούμε το προς ζύγιση αντικείμενο πάνω στον δίσκο του ζυγού και διαβάζουμε τη φωτεινή ένδειξη της μάζας.

Αναλυτικός ηλεκτρονικός ζυγός: Αποτελεί το βασικό και ακριβέστερο όργανο ενός εργαστηρίου ποσοτικής ανάλυσης, με ακρίβεια ζύγισης που φθάνει συνήθως το 0,0001 g (0,1 mg). Είναι ταχύς, απλός στη χρήση του και πολύ ακριβής στη ζύγιση. Για να ζυγίσουμε ένα αντικείμενο, μηδενίζουμε τον ζυγό πατώντας το σχετικό πλήκτρο, τοποθετούμε το αντικείμενο που θέλουμε να ζυγίσουμε πάνω στον δίσκο του ζυγού, κλείνουμε τις θύρες του θαλάμου και διαβάζουμε τη φωτεινή ένδειξη της μάζας. Οι συρόμενες θύρες του γυάλινου θαλάμου έχουν σκοπό να προφυλάγουν τον ζυγό από τη σκόνη και να μην επιτρέπουν να επηρεάζεται η ζύγιση από ρεύματα αέρος.

Περισσότερα περί ζυγών, βλ. ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΑΖΑΣ, Ενότητα 3.3.

3. Μαγνητικός αναδευτήρας: Πρόκειται για μια ηλεκτρική συσκευή που επιτρέπει, ταυτόχρονα, θέρμανση και ανάδευση υγρών τα οποία βρίσκονται σε δοχείο πάνω στη θερμαντική πλάκα της συσκευής. Με το κουμπί δεξιά (HEAT) ρυθμίζουμε τη θερμοκρασία (μέχρι τους 250 ή 300°C). Κάτω από τη θερμαντική πλάκα υπάρχει ένας ισχυρός μαγνήτης. Με το κουμπί αριστερά (STIR) ρυθμίζουμε την ταχύτητα περιστροφής του μαγνήτη (μέχρι 1400 – 1500 στροφές ανά λεπτό). Την περιστροφή αυτού του μαγνήτη, παρακολουθεί ένα μαγνητικό ραβδάκι που βρίσκεται μέσα στη φιάλη αντίδρασης και το οποίο, με την περιστροφή του, αναδευεί το περιεχόμενο της φιάλης. Μαγνητικά ραβδάκια ανάδευσης υπάρχουν σε διάφορα μεγέθη και σχήματα. Είναι επενδυμένα με τεφλόν, ένα πολύ αδρανές υλικό, προκειμένου να μην έχουμε την παραμικρή πιθανότητα αντίδρασής τους με το υγρό που αναδεύουμε.

Για να ανελκύσουμε τα ραβδάκια ανάδευσης από ένα διάλυμα, βυθίζουμε σε αυτό τη *ράβδο ανέλκυσης*. Η ράβδος αυτή, μήκους 25-40 cm, επενδυμένη με τεφλόν, έχει το ένα άκρο της μαγνητικό, με αποτέλεσμα το ραβδάκι να «κολλάει» επάνω της και να ανασύρεται εύκολα από το δοχείο αντίδρασης. Επιπλέον, η ράβδος ανέλκυσης είναι ευλύγιστη για να μπορεί να εισέρχεται και σε πολύπλοκες συσκευές.

4. Πεχάμετρο: Ονομάζεται η συσκευή που χρησιμοποιείται για την ακριβή και ταχεία μέτρηση του pH ενός διαλύματος. Η λειτουργία του πεχαμέτρου στηρίζεται στο γεγονός ότι το δυναμικό του ηλεκτροδίου του υδρογόνου E είναι ευθέως ανάλογο προς το pH. Συγκεκριμένα, για τους 25°C ισχύει η σχέση

$$E = (59,2 \text{ mV}) \times \text{pH}$$

Δηλαδή, ενώ στην πραγματικότητα ένα πεχάμετρο μετρά διαφορά δυναμικού, η κλίμακά του είναι βαθμονομημένη έτσι ώστε να δίνει απευθείας το pH.

Το πεχάμετρο είναι συνδεδεμένο με ένα ηλεκτρόδιο ευαίσθητο στις μεταβολές του pH (*ηλεκτρόδιο υάλου*) και με ένα *ηλεκτρόδιο αναφοράς*. Το ηλεκτρόδιο υάλου αποτελείται από σύρμα αργύρου επενδυμένου με AgCl και είναι εμβαπτισμένο σε διάλυμα HCl που βρίσκεται μέσα σε ειδική γυάλινη μεμβράνη σχήματος βολβού. Το ηλεκτρόδιο αναφοράς είναι καλομέλανας (Hg/Hg₂Cl₂) ή Ag/AgCl/KCl (κορεσμένο διάλυμα). Στα περισσότερα πεχάμετρα, τα δύο ηλεκτρόδια συνδυάζονται σε ένα στέλεχος, το οποίο ονομάζεται *συνδυασμένο ηλεκτρόδιο*.

Για τη μέτρηση του pH, εμβαπτίζουμε το συνδυασμένο ηλεκτρόδιο στο υδατικό διάλυμα του οποίου την τιμή pH θέλουμε να προσδιορίσουμε και ακολούθως διαβάζουμε την τιμή του pH στην οπτική ένδειξη (αναλογική ή ψηφιακή) του πεχαμέτρου. Το συνδυασμένο ηλεκτρόδιο επιτρέπει την μέτρηση του pH, χωρίς να αλλοιώνεται το εξεταζόμενο διάλυμα, ενώ δεν απαιτείται καμιά κατεργασία του. Ένα ιδιαίτερο πλεονέκτημα του συνδυασμένου ηλεκτροδίου είναι η δυνατότητα συνεχούς ελέγχου μιας διεργασίας, όταν σε αυτήν μεταβάλλεται το pH.

Το ηλεκτρόδιο είναι ευαίσθητο όργανο και θα πρέπει, για τη χρήση και τη συντήρησή του, να ακολουθούνται αυστηρά οι οδηγίες του κατασκευαστή.



Αγωγιμόμετρο



Ηλεκτρονικός ζυγός ακριβείας



Θερμαντική
πλάκα

Μαγνητικός
αναδευτήρας



Μαγνητικό
ραβδάκι
ανάδευσης



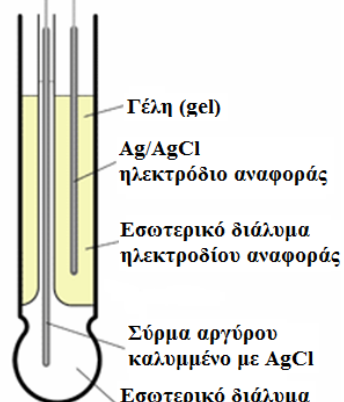
Αναλυτικός ζυγός



Συνδυασμένο
ηλεκτρόδιο

Πεχάμετρο

Καλώδια προς
πεχάμετρο



Συνδυασμένο
ηλεκτρόδιο

Σχήμα 2.7 Ηλεκτρικές συσκευές χημικού εργαστηρίου



Σχήμα 2.8 Ηλεκτρικές συσκευές χημικού εργαστηρίου

5. Φούρνοι: Διακρίνονται σε φούρνους ξηράνσεως και σε φούρνους πυρώσεως. Οι *φούρνοι ξηράνσεως* ή αλλιώς *πυριατήρια* χρησιμοποιούνται για την ξήρανση ουσιών, το στέγνωμα γυάλινων οργάνων ή τη διατήρηση μιας ουσίας για αρκετό χρόνο σε κάποια σταθερή θερμοκρασία. Η θερμοκρασία μπορεί να ρυθμίζεται αυτόματα (συνήθως μέχρι 200°C). Οι *φούρνοι πυρώσεως* χρησιμοποιούνται στη σταθμική ανάλυση για την πύρωση χωνευτηρίων και ιζημάτων πριν τη ζύγιση. Επιτυγχάνουν θερμοκρασίες μέχρι 1200°C.

Στους φούρνους δεν τοποθετούμε ουσίες οι οποίες κατά τη θέρμανση ελευθερώνουν διαβρωτικούς ατμούς, καθώς και ενώσεις του υδραργύρου, επειδή προσβάλλουν την εσωτερική επιφάνεια του φούρνου.

6. Φυγόκεντρος: Είναι ειδικό όργανο, με το οποίο επιτυγχάνουμε τον διαχωρισμό ενός ιζήματος από το μητρικό υγρό, δηλαδή το υγρό μέσα στο οποίο παράχθηκε. Με το κουμπί αριστερά ρυθμίζουμε την ταχύτητα περιστροφής και με το κουμπί δεξιά ρυθμίζουμε τον χρόνο φυγοκέντρωσης. Κύριο μέρος της φυγοκέντρου αποτελεί η περιστρεφόμενη κεφαλή με τους υποδοχείς των δειγμάτων. Λόγω της μεγάλης συχνότητας περιστροφής (1000 – 2000 στροφές/min), αυξάνει σημαντικά η δύναμη που ασκείται πάνω στα σωματίδια του ιζήματος, με αποτέλεσμα αυτά να καθιζάνουν ταχύτατα.

Για τη διαδικασία της φυγοκέντρωσης, βλ. Ενότητα 3.7 (ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΗΘΗΣΗ).