

Π. ΑΚΡΙΒΟΣ – Γ. ΜΑΝΟΥΣΑΚΗΣ – ΧΡ. ΜΠΟΛΟΣ  
Σ. ΠΑΠΑΣΤΕΦΑΝΟΥ – Α. ΣΥΓΚΟΛΙΤΟΥ-ΚΟΥΡΑΚΟΥ – Χ. ΧΑΤΖΗΚΩΣΤΑΣ

# ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΓΕΝΙΚΗΣ ΑΝΟΡΓΑΝΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ



*Κάθε γνήσιο αντίτυπο υπογράφεται από τους συγγραφείς*

ISBN 960-431-672-9

© Copyright: Ακριβός Π., Μανουσάκης Γ., Μπόλος Χρ., Παπαστεφάνου Σ.,  
Συγκολλίτου-Κουράκου Α., Χατζηκώστας Χ., Εκδόσεις Ζήτη,  
Οκτώβριος 2000, Θεσσαλονίκη

---

*Απαγορεύεται η με κάθε τρόπο αντιγραφή ή αναπαραγωγή μέρους ή όλου του βιβλίου  
χωρίς την έγγραφη άδεια των συγγραφέων.*

---



**Φωτοστοιχειοθεσία  
Εκτύπωση**

**Π. ΖΗΤΗ & Σια ΟΕ**

18ο χλμ Θεσ/νίκης-Περαίας  
Τ.Θ. 171 • Νέοι Επιβάτες Θεσσαλονίκης • Τ.Κ. 570 19  
Τηλ.: 0392-72.222 (3 γραμ.) - Fax: 0392-72.229  
*e-mail: info@ziti.gr*

**Βιβλιοπωλείο**

**ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΖΗΤΗ**

Αρμενοπούλου 27 • 546 35 Θεσσαλονίκη  
Τηλ. (031) 203.720, Fax 211.305  
*e-mail: sales@ziti.gr*

**www.ziti.gr**

## Πρόλογος

---

Το βιβλίο αυτό απευθύνεται στους φοιτητές που για πρώτη φορά θα ασκηθούν σε χημικό εργαστήριο. Γιαντό όλα τα κεφάλαια του βιβλίου παρουσιάζονται με βάση το επίπεδο των γνώσεων των πρωτοετών φοιτητών, πάνω στη θεωρία και το πείραμα. Η επιλογή των ασκήσεων έγινε έτσι, ώστε να ολοκληρώνονται στον προβλεπόμενο από το πρόγραμμα χρόνο και με τον υπάρχοντα τεχνολογικό εξοπλισμό. Στο βιβλίο περιέχονται, επίσης, χρήσιμες οδηγίες για την ασφαλή παραμονή και άσκηση των φοιτητών στους εργαστηριακούς χώρους καθώς και για τη χρήση των βασικών οργάνων. Για την κατανόηση και την επιτυχή διεκπεραίωση των πειραμάτων κάθε άσκησης αναπτύσσονται βασικές θεωρητικές έννοιες και πειραματικές τεχνικές.

Για τη διαπίστωση της κατανόησης και της εμπέδωσης από τους φοιτητές της όλης πειραματικής διαδικασίας, στο Παράρτημα του βιβλίου επισυνάπτονται φύλλα εργασίας στα οποία ο φοιτητής καλείται να απαντήσει σε ερωτήματα σχετικά με κάθε άσκηση.

Λάθη, ασάφειες και παρατηρήσεις που θα επισημανθούν από τους αναγνώστες θα γίνονται με ευχαρίστηση δεκτές.

Θεσσαλονίκη Οκτώβριος 2000

Οι συγγραφείς



## Περιεχόμενα

---

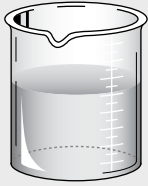
<b>ΓΕΝΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ</b> .....	7
<b>Εισαγωγή</b> .....	9
Ασφάλεια στον Εργαστηριακό Χώρο .....	11
Βασικές Εργαστηριακές Τεχνικές .....	15
Μέτρηση του όγκου υγρών .....	20
Το Μικροσκόπιο και η χρήση του .....	23
<b>ΑΣΚΗΣΕΙΣ</b> .....	25
<b>Άσκηση 1η – Διαλύματα</b> .....	27
Γενικό Μέρος .....	29
Πειραματικό Μέρος .....	34
<b>Άσκηση 2η – Διαχωρισμός φάσεων</b> .....	37
Γενικό Μέρος .....	39
Πειραματικό Μέρος .....	41
<b>Άσκηση 3η – Χημική ισορροπία</b> .....	45
Γενικό Μέρος .....	47
Πειραματικό Μέρος .....	51
<b>Άσκηση 4η – Ηλεκτρολύτες</b> .....	57
Γενικό Μέρος .....	59
Πειραματικό Μέρος .....	68
<b>Άσκηση 5η – Υδρόλυση αλάτων</b> .....	75
Γενικό Μέρος .....	77
Πειραματικό Μέρος .....	80
<b>Άσκηση 6η – Ρυθμιστικά Διαλύματα</b> .....	81
Γενικό Μέρος .....	83
Πειραματικό Μέρος .....	86

Άσκηση 7η – Ογκομετρική Ανάλυση .....	89
Γενικό Μέρος .....	91
Πειραματικό Μέρος .....	102
Άσκηση 8η – Οξείδωση-Αναγωγή .....	113
Γενικό Μέρος .....	115
Πειραματικό Μέρος .....	120
Άσκηση 9η – Ηλεκτρόλυση .....	125
Γενικό Μέρος .....	127
Πειραματικό Μέρος .....	131
Άσκηση 10η – Φασματοφωτομετρία Υπεριώδους-Ορατού .....	135
Γενικό Μέρος .....	137
Πειραματικό Μέρος .....	140
Βιβλιογραφία .....	145
Ευρετήριο όρων .....	147
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ (Φύλλα εργασίας) .....	149

# Γενικές οδηγίες



# ΜΕΡΙΚΑ ΑΠΟ ΤΑ ΟΡΓΑΝΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΣΕ ΧΗΜΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ



Ποτήρι ζέσης



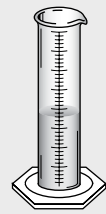
Κωνική φιάλη



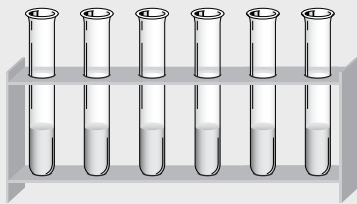
Ογκομετρική φιάλη



Φιάλη διηθήσεως υπό κενό



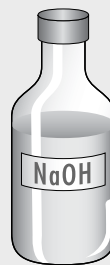
Ογκομετρικός κύλινδρος



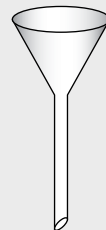
Δοκιμαστικοί σωλήνες σε στήριγμα



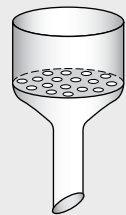
Σταγονομετρικό δοχείο



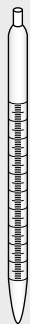
Φιάλη αντιδραστηρίου



Χωνί



Χωνί Büchner



Σιφώνιο αριθμημένο



Σιφώνιο πλήρωσης



Προχοΐδα



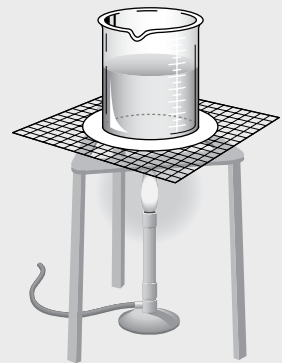
Θερμόμετρο



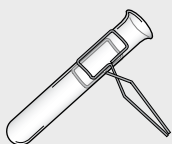
Ψήκτρα



Γυάλινη ράβδος ανάδευσης



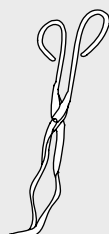
Θέρμανση με λύχνο Bunsen σε τρίποδα με πλέγμα αμιάντου



Λαβίδα δοκιμαστικού σωλήνα



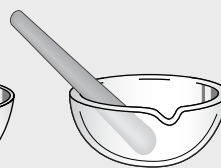
Ύαλοι ωρολογίου



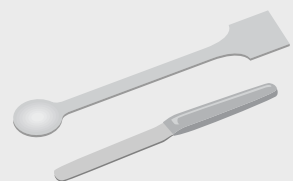
Πυράγγρα



Κάψα πορσελάνης



Γουδί με γουδοχέρι



Σπάτουλες





σκοπός της άσκησης των φοιτητών στα εργαστήρια είναι να έλθουν σ'επαφή με την Πειραματική Χημεία, να εξοικειωθούν με τη σωστή χρήση των αντιδραστηρίων, των χημικών οργάνων και συσκευών, επίσης, να μάθουν βασικές μεθόδους και τεχνικές σύνθεσης και μελέτης των ιδιοτήτων των χημικών ουσιών.

Για την επίτευξη των παραπάνω στόχων απαιτείται η τήρηση ορισμένων γενικών κανόνων και οδηγιών, ώστε η εργασία να είναι αποτελεσματική, ακίνδυνη, άνετη και ευχάριστη. Συγκεκριμένα:

1. Μέσα στο χώρο των εργαστηρίων δεν επιτρέπεται το κάπνισμα ή η λήψη τροφής και ποτών.
2. Δεν επιτρέπεται, για λόγους ασφαλείας, ο αυτοσχεδιασμός και η εκτέλεση πειραμάτων διαφορετικών απ'αυτά που διδάσκονται.
3. Η εργασία πρέπει να γίνεται με τάξη και πειθαρχία και να τηρούνται επακριβώς οι οδηγίες που δίδονται από τον υπεύθυνο του εργαστηρίου, ώστε να εξοικονομείται χρόνος και να διευκολύνεται η επιτυχημένη και ασφαλής έκβαση της πειραματικής διαδικασίας.
4. Κατά την εκτέλεση των πειραμάτων πρέπει να χρησιμοποιείται απαραίτητα εργαστηριακή ποδιά. Επίσης, σκόπιμη είναι η χρήση προστατευτικών (άθραυστων) γυαλιών, ώστε να προστατεύονται αποτελεσματικά τα μάτια.
5. Ο χώρος εργασίας, και ειδικότερα το τμήμα του εργαστηριακού πάγκου, που αντιστοιχεί στον κάθε ασκούμενο, πρέπει να καθαρίζεται επιμελώς πριν από την έναρξη της πειραματικής διαδικασίας και, επίσης, στο τέλος της.
6. Συναφώς προς το προηγούμενο, τα γυάλινα όργανα και οι συσκευές που χρησιμοποιούνται στα διάφορα εκτελούμενα πειράματα, πρέπει να είναι καθαρά και ενδεχόμενα στεγνά. Η διαδικασία καθαρισμού τους εξαρτάται, κυρίως, από τη διαλυτότητα των αρχικών αντιδραστηρίων που χρησιμοποιήθηκαν και, επίσης, των προϊόντων της αντίστοιχης αντίδρασης. Έτσι, εφόσον όλες αυτές οι χημικές ουσίες είναι περισσότερο ή λιγότερο υδατοδιαλυτές, η πλύση των οργάνων με άφθονο νερό της βρύσης και στη συνέχεια με απεσταγμένο (ή απιονισμένο) νερό είναι επαρκής. Εφόσον όμως υπάρχουν δυσδιάλυτες στο νερό ουσίες, πρέπει να χρησιμοποιηθεί απορρυπαντικό και βούρτσα κατάλληλου μεγέθους και σχήματος. Η απομάκρυνση των τελευταίων υπολειμμάτων νερού από τα όργανα που πλύθηκαν, και εφόσον αυτό είναι απαραίτητο, μπορεί να πραγματοποιηθεί σε κατάλληλους, ηλεκτρικά θερμαινόμενους θαλάμους, που είναι γνωστοί ως πυριατήρια. Η ξήρανση των γυάλινων οργάνων μπορεί, επίσης, να επιτευχθεί με την έκπλυσή τους με πτητικούς οργανικούς διαλύτες, οι οποίοι αναμιγνύονται με το νερό, όπως π.χ. ακετόνη.

**ΠΙΝΑΚΑΣ Ι. Ελάχιστες συγκεντρώσεις χημικών ουσιών που προκαλούν βλάβη στον άνθρωπο.**

Ουσία	Τύπος Ουσίας	mg/m <sup>3</sup>
Αιθέρας	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	1200
Ακετόνη	CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>	2400
Αλκοόλη	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	1900
Αμμωνία	NH <sub>3</sub>	35
Βενζόλιο	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	80
Βρώμιο	Br <sub>2</sub>	97
Διοξείδιο του αζώτου	NO <sub>2</sub>	9
Διοξείδιο του θείου	SO <sub>2</sub>	13
Ιώδιο	I <sub>2</sub>	1
Μεθυλική αλκοόλη	CH <sub>3</sub> OH	260
Μονοξείδιο του άνθρακα	CO	110
Νιτρικό οξύ	HNO <sub>3</sub>	25
Οξικό οξύ	CH <sub>3</sub> COOH	25
Τετραχλωράνθρακας	CCl <sub>4</sub>	65
Πεντοξείδιο του βαναδίου	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,5
Τριφθοριούχο Βόριο	BF <sub>3</sub>	3
Υδράργυρος	Hg	0,1
Υδροβρώμιο	HBr	10
Υδροθείο	H <sub>2</sub> S	30
Υδροφθόριο	HF	2
Υδροχλώριο	HCl	7
Υπεροξείδιο του Υδρογόνου, 90%	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	1,4
Φωσφορικό οξύ	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	1
Χλώριο	Cl <sub>2</sub>	3
Χρωμικά, Διχρωμικά	CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup>	0,1

**Παρατηρήσεις επί του Πίνακα**

1. Οι οξειδωτικές ενώσεις είναι οι πιο βλαβερές.
2. Πολλές από τις ενώσεις δεν αποβάλλονται από τον οργανισμό.
3. Η βλάβη αναφέρεται σε παραμονή στο χώρο εργασίας επί 8/ωρο και μέρα παρά μέρα.

7. Απαραίτητη είναι η άριστη γνώση των ιδιοτήτων των αντιδραστηρίων που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν (καυστικό, εύφλεκτο, ερεθιστικό, τοξικό κτλ.). Η χρήση τους πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις οδηγίες που δίνονται και στο τέλος να επαναποθετούνται στις αρχικές θέσεις για τη διευκόλυνση της εύρεσής τους σε τυχόν επαναχρησιμοποίηση.
  - *Στερεές ουσίες* μεταφέρονται από τα μεγάλα δοχεία πάνω σε ύαλο ωρολογίου ή σε ποτήρι ζέσης ή πάνω σε διηθητικό χαρτί.
  - *Υγρές ουσίες* μεταφέρονται με σιφώνιο από τη φιάλη αντιδραστηρίου σε δοκιμαστικό σωλήνα ή ποτήρι ζέσης ή κωνική φιάλη. Το πάμα της φιάλης κρατιέται ανάμεσα στα δάκτυλα και δεν αφήνεται στον πάγκο εργασίας.
  - *Ποτέ δεν επιστρέφεται στην αρχική φιάλη αντιδραστήριο που δε χρησιμοποιήθηκε.*
  - *Ουδέποτε δοκιμάζονται οργανοληπτικά τα αντιδραστήρια, ούτε εισπνέονται αυτά απευθείας, αλλά σχηματίζοντας πάντα ρεύμα αέρα, ώστε να εισπνέεται η μικρότερη δυνατή ποσότητα από αυτά.*
8. Πειράματα στα οποία χρησιμοποιούνται ή παράγονται δηλητηριώδεις, ερεθιστικές ή τοξικές ενώσεις γίνονται πάντοτε με επιπλέον προσοχή σε απαγωγούς, που λειτουργούν σωστά και τίθενται σε λειτουργία πριν την έναρξη του πειράματος.
9. Οι αραιώσεις πυκνών διαλυμάτων οξέων γίνονται με την προσθήκη οξέων σε ύδωρ και ποτέ αντίστροφα.
10. Ποτέ δε χρησιμοποιούνται με το στόμα σιφώνια για μεταφορά καυστικών υγρών ουσιών. Οι εργαζόμενοι σε ένα χημικό εργαστήριο έρχονται σε επαφή με διάφορες χημικές ουσίες, η επικινδυνότητα των οποίων εξαρτάται από την συγκέντρωσή τους και το χρόνο παραμονής στο χώρο εργασίας. Στον Πίνακα I δίνονται οι ελάχιστες συγκεντρώσεις των κυριότερων χημικών ουσιών που χρησιμοποιούνται στο Εργαστήριο και προκαλούν βλάβη στον ανθρώπινο οργανισμό.
11. Οι φοιτητές δεν πρέπει να διστάζουν να συμβουλευτούν τον υπεύθυνο σε κάθε δυσκολία.

## ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΟΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΧΩΡΟ

### Πρώτες βοήθειες

Κατά τη διεξαγωγή των πειραμάτων μέσα σ'ένα χημικό εργαστήριο πάντοτε υπάρχει κίνδυνος να συμβεί ατύχημα, αν δεν έχουν ληφθεί τα κατάλληλα μέτρα.

Γι'αυτό ο φοιτητής πριν αρχίσει κάποιο πείραμα, πρέπει να είναι ενημερωμένος για τις ιδιότητες των ουσιών που θα χρησιμοποιήσει (καυστική, εύφλεκτη, τοξική κτλ.), για την πειραματική διαδικασία που θα ακολουθήσει, για το χώρο που θα εργαστεί δηλ. αν διαθέτει αυτός απαγωγό, έξοδο κινδύνου, πυροσβεστήρες κτλ. Αν εργάζεται με σοβαρότητα, υπευθυνότητα και σύμφωνα με τις οδηγίες του υπευθύνου, περιορίζεται στο ελάχιστο η πιθανότητα ατυχήματος. Μέσα στο εργαστήριο μόνο σε περιπτώσεις μικροατυχημάτων (προσβολή από καυστικά υγρά, μικρής έκτασης εγκαύματα κτλ.), μπορούν να δοθούν πρώτες βοήθειες.

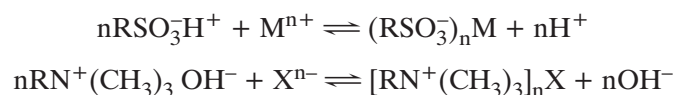
Έτσι:

1. Αν διάλυμα καυστικής ή διαβρωτικής ουσίας προσβάλει τα μάτια ή το δέρμα και προκαλέσει ερεθισμό, πρέπει να πλυθεί αμέσως η προσβληθείσα περιοχή με άφθονο νερό βρύσης και κατόπιν με διάλυμα  $H_3BO_3$  5% αν η ουσία ήταν αλκαλική και με διάλυμα  $NaHCO_3$  5% αν η προσβολή έγινε από ουσία όξινης προέλευσης.

2. Αν γίνει εισπνοή ερεθιστικής ή δηλητηριώδους ουσίας αμέσως μεταφέρεται ο προσβληθείς σε ανοιχτό χώρο εκτός εργαστηρίου και σε σοβαρότερες περιπτώσεις στο εφημερεύον νοσοκομείο. Αν η προσβολή έγινε από ατμούς όξινης ουσίας σε πρώτη φάση συνιστάται ελαφρά εισπνοή αμμωνίας.
3. Σε περίπτωση ελαφρού τραύματος από σπασμένα γυάλινα σκεύη, γίνεται αμέσως πλύση με νερό βρύσης, κατόπιν με αλκοόλη, επάλειψη με βάμμα ιωδίου και τέλος επίδεση με αποστειρωμένη γάζα.
4. Όταν από απροσεξία εκδηλωθεί πυρκαγιά, μικρής έκτασης, τότε χρησιμοποιούνται αμέσως οι πυροσβεστήρες της αίθουσας, μετά αυτοί του κτιρίου και ταυτόχρονα ειδοποιείται η πυροσβεστική υπηρεσία, κλείνονται τα παράθυρα και εκκενώνεται η αίθουσα.
5. Αν από λάθος χειρισμό θερμοαντικιών πηγών αναφλεγούν ενδύματα ή μαλλιά, καταφεύγει ο προσβληθείς κάτω από καταιωνιστή ύδατος που υπάρχει στην αίθουσα εργαστηρίων ή τυλίγεται η προσβληθείσα περιοχή με ειδικό ένδυμα για την κατάσβεση της φωτιάς.
6. Αν από τη χρήση της θερμοαντικής πηγής (λύχνος, θερμοαντικός μανδύας κτλ.) ή την επαφή με πυρωμένο αντικείμενο προκληθεί μικρής έκτασης έγκαυμα γίνεται πλύση με αιθυλική αλκοόλη ή διάλυμα πικρικού οξέος και κατόπιν επάλειψη με αλοιφή ειδική για τα εγκαύματα και τέλος επίδεση.
7. Σε περίπτωση σεισμού συνιστάται να παραμένει κάποιος ακίνητος κατά τη διάρκεια της δόνησης, μακριά από παράθυρα, τζαμαρίες, απαγωγούς κτλ. και μόλις σταματήσει η δόνηση ψύχραιμα και χωρίς πανικό να εγκαταλείψει το κτίριο από την πλησιέστερη έξοδο χρησιμοποιώντας πάντοτε τη σκάλα και ποτέ το ασανσέρ.
8. Όταν ο εργαζόμενος στο εργαστήριο παρουσιάζει ευαισθησία (αλλεργία, εξανθήματα κτλ.) από την επαφή με ορισμένες ουσίες, υποφέρει από παθήσεις που δεν επιτρέπουν την παραμονή του σε χημικά εργαστήρια οφείλει να συμβουλευθεί γιατρό του και να ενημερώσει τον υπεύθυνο.

## Απιονισμένο και Απεσταγμένο ύδωρ

Το ύδωρ που χρησιμοποιείται στα χημικά εργαστήρια είναι ή απιονισμένο ή απεσταγμένο. Το απιονισμένο ύδωρ λαμβάνεται κατά τη διέλευση, με μικρή ταχύτητα ροής, κοινού ποσίου ύδατος, διαμέσου μιας ιοντοανταλλακτικής στήλης, ύψους περίπου 1,5 m. Η στήλη περιέχει ιοντοανταλλακτικές ρητίνες (οργανικές πολυμερείς ενώσεις), οι οποίες έχουν την ικανότητα να ανταλλάσσουν τα ιόντα  $H^+$  και  $OH^-$  που έχουν στο μόριό τους με τα ιόντα που έχει το ύδωρ, σύμφωνα με τον εξής απλό τρόπο:



(όπου R = οργανική πολυμερής ρητίνη)

Έτσι, λαμβάνεται γρήγορα, εύκολα και φθηνά, ύδωρ απαλλαγμένο ανεπιθύμητων ιόντων. Πλεονέκτημα της ιοντοανταλλακτικής ρητίνης είναι το ότι μπορεί να αναγεννηθεί με την προσθήκη οξέων και βάσεων.

**Το απεσταγμένο ύδωρ** λαμβάνεται από την απόσταξη του ποσίου ύδατος, σε κατάλληλη αποστακτική συσκευή. Είναι απαλλαγμένο ιόντων, έχει pH μεταξύ 6– 6,6 και όχι 7, όπως αναμένεται, διότι περιέχει διαλυμένο  $CO_2$  που προέρχεται από τον ατμοσφαιρικό αέρα. Στον πίνα-

κα (ακολουθεί παρακάτω) δίνονται οι τιμές pH απεσταγμένου ύδατος σε σχέση με την ποσότητα του περιεχομένου διοξειδίου του άνθρακα. Η απομάκρυνση του CO<sub>2</sub> από το απεσταγμένο ύδωρ γίνεται με τη διοχέτευση ρεύματος N<sub>2</sub> δια μέσου του ύδατος, ή ρεύματος αέρα του οποίου το CO<sub>2</sub> δεσμεύθηκε από διάλυμα NaOH 40%.

CO <sub>2</sub> (mg/L)	pH	CO <sub>2</sub> (mg/L)	pH
690	4,16	4,4	5,26
315	4,31	3,6	5,31
178	4,36	3,0	5,34
90	4,61	2,8	5,35
55	4,71	2,6	5,37
24	4,89	2,4	5,39
16	4,89	2,2	5,41
6,1	5,19	0	7,00

Όταν κατά την πειραματική διαδικασία απαιτούνται αποτελέσματα μεγάλης ακρίβειας (αναλυτική χημεία, πολαρογραφία, αγωγιμομετρία κτλ) χρησιμοποιείται το δισ- ή τρις-απεσταγμένο ύδωρ. Στα μικροβιολογικά εργαστήρια για τις διάφορες αναλύσεις χρησιμοποιείται δισ ή τρις-απεσταγμένο ύδωρ στο οποίο προστίθεται μικρή ποσότητα οξειδωτικής ουσίας (π.χ. KMnO<sub>4</sub>) για την καταστροφή τυχόν μικροβιακών οργανισμών.

## Αντιδραστήρια







Τα αντιδραστήρια που χρησιμοποιούνται στα χημικά εργαστήρια έρχονται από το εμπόριο σε φιάλες γυάλινες ή πλαστικές και μερικά, συνήθως τα ασταθή ή ευαίσθητα στον αέρα ή την υγρασία, σε κλειστές γυάλινες αμπούλες, διαφόρου χωρητικότητας. Εξωτερικά, όλες οι συσκευασίες φέρουν ετικέτα με το όνομα του αντιδραστηρίου, γραμμένο συνήθως σε τρεις ξένες γλώσσες, το χημικό τύπο, το μοριακό βάρος, το σημείο τήξης, όταν είναι στερεό, την πυκνότητα και το σημείο ζέσης, όταν είναι υγρό. Σε εμφανές σημείο της ετικέτας υπάρχει και το χαρακτηριστικό σήμα επικινδυνότητας του αντιδραστηρίου (καυστικό, διαβρωτικό, εύφλεκτο, εκρηκτικό κτλ.), καθώς και η επί τοις εκατό (%) ποσοτική σύστασή του, ενώ η καθαρότητά του αποδίδεται με τους όρους *analar*, *pro analysi*, *for spectroscopy* κτλ. (σχ. 1 και σχ. 2).

Πριν από τη χρήση ενός αντιδραστηρίου, επιβάλλεται η προσεκτική ανάγνωση της ετικέτας της συσκευασίας του, η γνώση των ιδιοτήτων του και η ειδική μεταχείρισή του. Ποτέ δε γίνεται οργανοληπτική δοκιμασία αντιδραστηρίων, γιατί δε μπορεί να είναι γνωστή για όλα τα αντιδραστήρια η βιολογική τους δράση στον ανθρώπινο οργανισμό. Γενικά, για τα αντιδραστήρια υπάρχουν οι εξής χαρακτηρισμοί:

- **For synthesis.** Αντιδραστήρια που χρησιμοποιούνται στις απλές συνθετικές χημικές αντιδράσεις.
- **Pro analysi** ή **Analytical.** Αντιδραστήρια χημικώς καθαρά για αναλυτικούς σκοπούς με ετικέτα όπου αναγράφεται η επί τοις εκατό (%) περιεκτικότητά τους και συνοδεύονται από πιστοποιητικό καθαρότητας.
- **For spectroscopy.** Αντιδραστήρια μεγάλης καθαρότητας που χρησιμοποιούνται ως διαλύτες ειδικά μόνο στη φασματοσκοπία.

Στο σχήμα 2 παρουσιάζονται οι κυριότερες κατηγορίες ενδείξεων για την επικινδυνότητα των αντιδραστηρίων.

### Εικονίδια Επικινδυνότητας

<b>Εκρηκτικό</b>	 <b>E</b>	<p>Κίνδυνος: Το σύμβολο αυτό χαρακτηρίζει ουσίες που ενδέχεται να εκραγούν υπό ορισμένες συνθήκες.</p> <p>Προσοχή: Αποφύγετε το τράνταγμα, τριβή, φωτιά ή άλλες πηγές ανάφλεξης.</p>
<b>Οξειδωτικό</b>	 <b>O</b>	<p>Κίνδυνος: Οξειδωτικές ουσίες. Ενδέχεται να προκαλέσουν ανάφλεξη καυσίμων υλικών ή να καταστήσουν δυσκολότερη την κατάσβεση φωτιάς.</p> <p>Προσοχή: Διατηρείται μακριά από καύσιμες ύλες.</p>
<b>Εξαιρετικά εύφλεκτο</b>	 <b>F+</b>	<p>Κίνδυνος: 1. Υγρά με σημείο ανάφλεξης κάτω των 0 °C και σημείο ζέσεως κάτω των 35 °C.</p> <p>Προσοχή: Μακριά από πηγές ανάφλεξης. Απαγορεύεται το κάπνισμα.</p> <p>Κίνδυνος: 2. Αέριες ουσίες που αναφλέγονται σε επαφή με τον αέρα σε θερμοκρασία και πίεση περιβάλλοντος.</p> <p>Προσοχή: Αποφύγετε το σχηματισμό εύφλεκτων μειγμάτων αερίου \ αέρα. Διατηρείται μακριά από πηγές ανάφλεξης.</p>
<b>Λίαν εύφλεκτο</b>	 <b>F</b>	<p>Κίνδυνος: 1. Εύφλεκτο σε επαφή με τον αέρα.</p> <p>Προσοχή: Αποφύγετε την επαφή με τον αέρα.</p> <p>Κίνδυνος: 2. Εύφλεκτο σε επαφή με νερό - υγρασία.</p> <p>Προσοχή: Αποφύγετε την επαφή με νερό - υγρασία.</p> <p>Κίνδυνος: 3. Υγρό με σημείο ανάφλεξης κάτω των 21 °C.</p> <p>Προσοχή: Διατηρείται μακριά από πηγές ανάφλεξης.</p> <p>Κίνδυνος: 4. Εύφλεκτο στερεό κατά την έκθεση σε πηγές ανάφλεξης.</p> <p>Προσοχή: Μακριά από πηγές ανάφλεξης.</p>
<b>Λίαν τοξικό τοξικό</b>	 <b>T+</b> <b>T</b>	<p>Κίνδυνος: Μπορεί να προκαλέσει σοβαρές μόνιμες επιδράσεις όταν εισπνέεται, σε επαφή με το δέρμα και σε περίπτωση κατάποσης. Επαναλαμβανόμενη και εκτενής έκθεση σε τέτοιες ουσίες μπορεί να προκαλέσει σοβαρές μόνιμες επιδράσεις. Μπορεί επίσης να προκαλέσει θάνατο.</p> <p>Προσοχή: Αποφύγετε κάθε επαφή με το σώμα και σε περίπτωση ατυχήματος ή αν αισθανθείτε αδιαθεσία ζητήστε αμέσως ιατρική συμβουλή (δειξτε την ετικέτα όπου αυτό είναι δυνατό).</p>
<b>Επιβλαβές ή Ερεθιστικό</b>	 <b>Xn</b>	<p>Κίνδυνος: Είναι βλαβερό όταν εισπνέεται, σε επαφή με το δέρμα και σε περίπτωση κατάποσης. Επαναλαμβανόμενη και εκτενής έκθεση σε τέτοιες ουσίες μπορεί να προκαλέσει σοβαρές μόνιμες επιδράσεις.</p> <p>Προσοχή: Αποφύγετε την επαφή με το δέρμα, την εισπνοή και σε περίπτωση ατυχήματος ή αν αισθανθείτε αδιαθεσία ζητήστε αμέσως ιατρική συμβουλή (δειξτε την ετικέτα όπου αυτό είναι δυνατό).</p>
<b>Διαβρωτικό</b>	 <b>C</b>	<p>Κίνδυνος: Ισχυρό διαβρωτικό σε επαφή με δέρμα / υλικά.</p> <p>Προσοχή: Να αποφεύγεται η εισπνοή ατμών του προϊόντος, η επαφή με το δέρμα και τα ενδύματα.</p>
<b>Ερεθιστικό</b>	 <b>Xi</b>	<p>Κίνδυνος: Το σύμβολο αυτό υποδεικνύει ουσίες που μπορεί να προκαλέσουν ερεθισμό στο δέρμα, τα μάτια και το αναπνευστικό σύστημα.</p> <p>Προσοχή: Να αποφεύγεται η εισπνοή ατμών του προϊόντος και η επαφή με το δέρμα και τα μάτια.</p>
<b>Επικίνδυνο για το περιβάλλον</b>	 <b>N</b>	<p>Κίνδυνος: Μπορεί να προκαλέσει μακροχρόνιες δυσμενείς επιπτώσεις στους υδροβίους οργανισμούς, τη χλωρίδα και την πανίδα.</p> <p>Προσοχή: Να μην απορρίπτεται σε δίκτυο υπονόμων ή στο περιβάλλον.</p>

Σχήμα 2. Χαρακτηρισμοί και σημάνσεις της επικινδυνότητας χημικών αντιδραστηρίων.

1.06009.2511 K24458409 748 30.11.02  
net. wvt. 30.11.02. 0747 84

CH<sub>3</sub>OH  
 1 l = 0.79 kg  
 M = 32.04 g/mol

**Garantieschein:**

Reinheit (GC)	min 99.8	%
Isomertät (IR)		entspricht
Farbe	max 10	Hazen
Abdampfvolumen	max 0.001	%
Wasser	max 0.05	%
Acetaldehyd	max 0.0003	mg/g
Alkohole	max 0.0002	mg/g
Dichte (d 20 °C / 4 °C)	0.791 - 0.793	%
Ethanol (GC)	max 0.1	%
Aceton	max 0.001	%
Acetaldehyd	max 0.001	%
Formaldehyd	max 0.001	%
Mit H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> verflübbare		
Anionen	max 10	Hazen
Carbonylverbindungen (als CO)	max 0.005	%
Kaliumpermanganat reduzierende Anionen (als O)	max 0.00025	%
Al (Aluminium)	max 0.000025	%
B (Bor)	max 0.000002	%
Ba (Barium)	max 0.00001	%
Ca (Calcium)	max 0.00005	%
Cd (Cadmium)	max 0.000005	%
Co (Cobalt)	max 0.000002	%
Cr (Chrom)	max 0.000002	%
Cu (Kupfer)	max 0.000002	%
Fe (Eisen)	max 0.00001	%
Mg (Magnesium)	max 0.00001	%
Mn (Mangan)	max 0.000002	%
Ni (Nickel)	max 0.000002	%
Pb (Blei)	max 0.00001	%
Sr (Strontium)	max 0.00001	%
Zn (Zink)	max 0.00001	%
ACS: ISO-Resistenz		

**Leichtentzündlich**  
**Highly flammable**  
**Facilement inflammable**  
**Facilmente inflamabile**  
**Facilmente inflamabile**

**Giftig**  
**Toxic**  
**Toxique**  
**Tossico**  
**Toxico**

pro analysi  
**Methanol**  
 zur Analyse  
**Methanol**  
 GR  
**Méthanol**  
 p.a.  
**Metanolo**  
 p.a.  
**Metanol**  
 p.a.  
**ACS,ISO**  
**MERCK**

Merck KGaA, 64271 Darmstadt, Germany, Tel.: (06151)720  
 EG-Nr. / EC-No. / CE n°. / N°. CE / N°. CE 200-659-6, EG-Kennzeichnung / EC-Label / Etiquetage CE / Etichetta CE / Etiquetado CE  
 R: 11-23/75 S: 7-16-24-45

VfB 6, 3 (MDG-Code)

Εικόνα 1. Ετικέτα από εμπορικό αντιδραστήριο. Στο παράδειγμα δίνεται η ετικέτα μεθανόλης, της εταιρείας Merck που χαρακτηρίζεται ως Pro analysi.

## ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ

<b>1</b> Ζύγιση	<b>2</b> Θέρμανση	<b>3</b> Ψύξη	<b>4</b> Ξήρανση
<b>5</b> Διήθηση	<b>6</b> Απόσταξη	<b>7</b> Μέτρηση όγκου υγρών	

### Ζύγιση

Η ζύγιση των ουσιών γίνεται σε ζυγούς διαφόρων τύπων. Κοινό χαρακτηριστικό όλων των ζυγών είναι η ακρίβεια και ευαισθησία τους. Διακρίνονται σε ανοικτού και σε κλειστού τύπου.

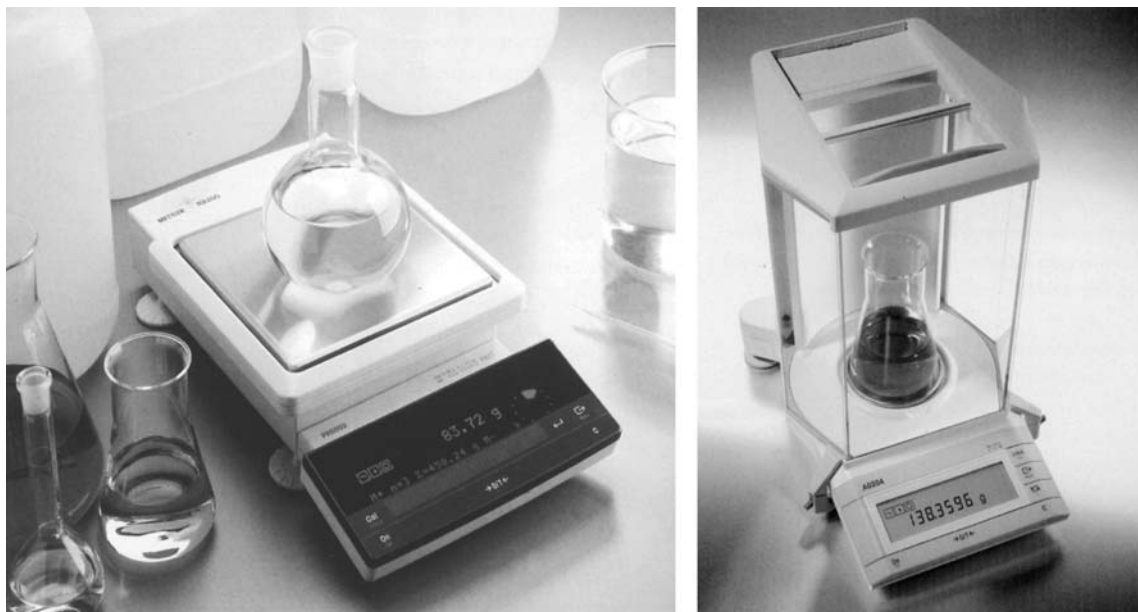
**Ευαισθησία** του ζυγού καλείται η ικανότητα του, ευρισκόμενος στην κατάσταση ισορροπίας, να αποκλίνει από αυτήν αν προστεθεί σ'αυτόν ελάχιστο βάρος.

**Ακρίβεια** του ζυγού ονομάζεται η αριθμητική τιμή του κλάσματος του γραμμαρίου που δίνει ο ζυγός, π.χ. 0,00001g. Ανάλογα με την ακρίβεια που επιζητείται χρησιμοποιείται ο κατάλληλης ακρίβειας ζυγός.

Γενικά κατά τη ζύγιση πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα εξής:

1. Ο ζυγός πρέπει να είναι οριζοντιομένος.
2. Πριν από κάθε ζύγιση και μετά από αυτήν η ένδειξη του ζυγού πρέπει να είναι μηδέν.
3. Η ουσία που πρόκειται να ζυγιστεί τοποθετείται πάντοτε σε ύαλο ωρολογίου ή σε ποτήρι γυάλινο ή σε κάψα πορσελάνης και **ποτέ απευθείας στο δίσκο του ζυγού.**
4. Δε ζυγίζονται ουσίες που είναι θερμές ή έχουν ακόμη υγρασία. Πρέπει να προηγηθεί η ψύξη και η ξήρανση των ουσιών σε κοινό ξηραντήριο ή ξηραντήρα κενού.

5. Τα σκεύη που χρησιμοποιούνται πρέπει να είναι τελείως καθαρά και στεγνά.
6. Η ζύγιση υγροσκοπικών, πτητικών ή ευπαθών ουσιών γίνεται πάντοτε σε ειδικά φιαλίδια ζύγισης.
7. Η υγρασία στο εσωτερικό του ζυγού κλειστού τύπου πρέπει να ελέγχεται με την τοποθέτηση και ανανέωση ξηραντικού μέσου, π.χ. silica gel.
8. Ποτέ δεν εκτελούνται αντιδράσεις μέσα στο ζυγό και κατά τη διάρκεια της ζύγισης.
9. Μετά το τέλος της ζύγισης καθαρίζεται ο ζυγός, αν έτυχε να λερωθεί και κλείνεται.



Εικόνα 2. Ζυγός ανοικτού - κλειστού τύπου

## Θέρμανση

Πολύ συχνά κατά την εκτέλεση διαφόρων πειραμάτων απαιτείται θέρμανση για την επιτυχή ή ταχύτερη πραγματοποίηση της αντίστοιχης αντίδρασης. Η θέρμανση αυτή μπορεί να γίνει με φλόγα του **λύχνου Bunsen**, προερχόμενη από καύση αερίου, με **θερμαντικούς ηλεκτρικούς μανδύες**, με **θερμαινόμενες πλάκες** ειδικών συσκευών, με **υδρόλουτρα**, **ελαιόλουτρα** ή άλλα λουτρά ανάλογα με το είδος της ουσίας που θερμαίνεται και τις συνθήκες διεξαγωγής των πειραμάτων.



Εικόνα 3. Θέρμανση σε λύχνο Bunsen, σε θερμαινόμενες πλάκες, σε μανδύα



Γενικά, στη φλόγα του λύχνου Bunsen θερμαίνονται ουσίες που δεν είναι εύφλεκτες και αντέχουν σε υψηλές θερμοκρασίες (Εικόνα 3). Ποτήρια και κωνικές φιάλες θερμαίνονται, γενικά, σε πλέγμα αμιάντου, το οποίο τοποθετείται πάνω σε μεταλλικό τρίποδα και παρεμβάλλεται μεταξύ αυτών και της φλόγας. Τα γυάλινα σκεύη όταν θερμαίνονται πρέπει να είναι στεγνά στην εξωτερική τους επιφάνεια. Δοκιμαστικοί σωλήνες και σκεύη από πορσελάνη θερμαίνονται απευθείας στη φλόγα. Μεγάλη προσοχή απαιτείται κατά τη θέρμανση του υγρού περιεχομένου δοκιμαστικών σωλήνων, η οποία πρέπει να γίνεται πάντοτε με συνεχή ανακίνηση του σωλήνα, ώστε να αποφεύγεται εκτίναξη του περιεχομένου του ή θραύση του. Υγρά εύφλεκτα (π.χ αιθέρες, αλκοόλες, διθειάνθρακας κτλ.) ουδέποτε θερμαίνονται σε γυμνή φλόγα· στις περιπτώσεις αυτές πρέπει πάντοτε να χρησιμοποιούνται αμμόλουτρα, υδρόλουτρα ή ελαιόλουτρα. Ποτέ δε θερμαίνονται πωματισμένα δοχεία, ούτε αυτά στα οποία γίνεται αντίδραση με έκλυση αερίου. Γενικά, για θέρμανση μέχρι 100 °C χρησιμοποιούνται υδρόλουτρα, για θερμοκρασίες μέχρι 250 °C ελαιόλουτρα, όλα δε φέρουν θερμόμετρο, με το οποίο παρακολουθείται η θερμοκρασία του λουτρού.

## Ψύξη

Πολλές φορές σε μία αντίδραση απαιτείται ψύξη για την επιτυχή πορεία της. Τότε, χρησιμοποιείται ψυκτικό μέσο, η εκλογή του οποίου γίνεται με κριτήρια τη θερμοκρασία ψύξης και το ποσό της παραγόμενης θερμότητας, και αυτής που πρέπει να απομακρυνθεί. Το πιο εύχρηστο και προσιτό μέσο ψύξης είναι το νερό, λόγω της μεγάλης θερμοχωρητικότητάς του, καθώς και ο πάγος. Αν, μάλιστα, χρησιμοποιηθεί νερό μαζί με πάγο η ψυκτική ικανότητα καθίσταται μεγαλύτερη και επομένως πιο αποτελεσματική η μεταφορά θερμότητας. Εξάλλου, η προσθήκη NaCl στον πάγο αυξάνει σημαντικά την ψυκτική του ικανότητα. Άλλα ψυκτικά μέσα για την επίτευξη ακόμη πιο χαμηλών θερμοκρασιών, είναι ο ξηρός πάγος (στερεό CO<sub>2</sub>) και το υγρό άζωτο. Όταν οι ουσίες αυτές αναμιχθούν με διάφορους οργανικούς διαλύτες, όπως αιθυλική αλκοόλη, χλωροφόρμιο, ακετόνη κτλ., δίνουν ψυκτικά μίγματα πολύ χαμηλών θερμοκρασιών.

## Ξήρανση

Ξήρανση είναι η διαδικασία απομάκρυνσης υγρασίας ή υπολειμμάτων διαλύτη από μια στερεή ουσία. Η ξήρανση πραγματοποιείται στον αέρα, σε πυριατήριο, σε ξηραντήρα απλό - εφοδιασμένο με αφυδραντικό μέσο - και σε ξηραντήρα κενού. Ο τρόπος ξήρανσης μιας ουσίας εξαρτάται από τη φύση της. Ουσίες που είναι υγροσκοπικές ή οξειδώνονται στην ατμόσφαιρα ή είναι ευπαθείς, δεν ξηραίνονται ποτέ στον αέρα. Η ξήρανση στον αέρα είναι χρονοβόρα μέθοδος και γίνεται για ουσίες που δεν είναι ευπαθείς και έχουν γνωστές ιδιότητες.



**Εικόνα 4:** Ξηραντήρας κοινός και ξηραντήρας κενού

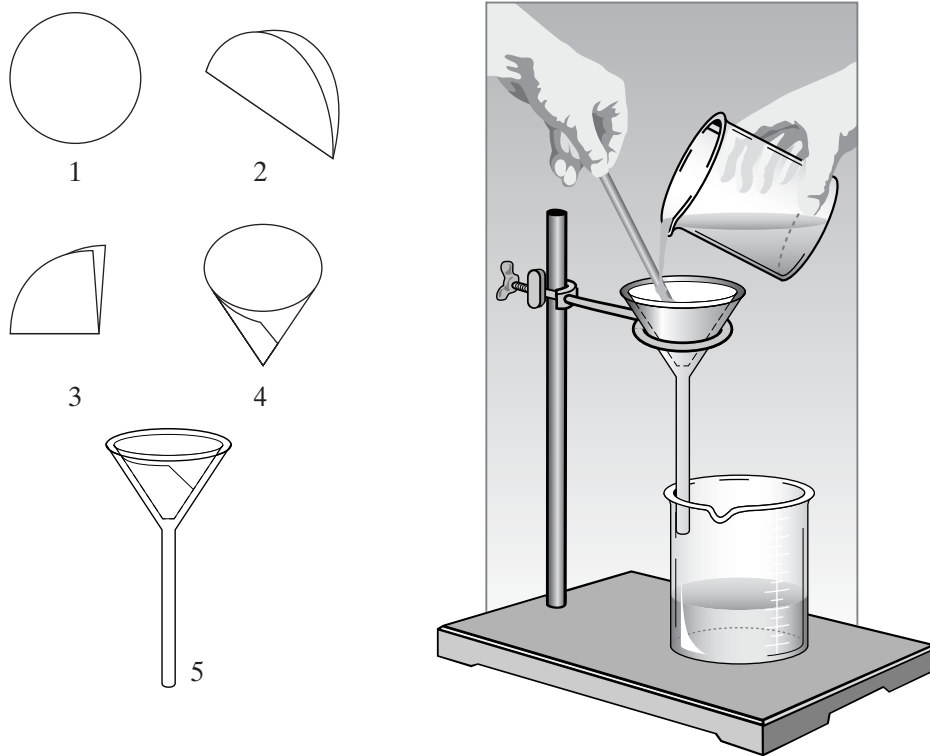
Τα πυριατήρια είναι μεταλλικοί θάλαμοι, διαφόρου χωρητικότητας, με θερμόμετρο και θερμοστάτη, που ρυθμίζει τη θερμοκρασία, συνήθως μεταξύ 25-350 °C. Μπορεί, επίσης, να τοποθετηθεί στο εσωτερικό τους και αφυδραντικό μέσο π.χ. silica gel, για τη δέσμευση της υγρασίας και την επιτάχυνση της ξήρανσης.

Η ξήρανση στο πυριατήριο γίνεται πιο γρήγορα και πάντοτε σε θερμοκρασία χαμηλότερη του σημείου τήξης της ουσίας που ξηραίνεται. Πολλές φορές η ξήρανση ουσιών στα εργαστήρια γίνεται σε ξηραντήρες κοινούς ή κενού. Οι κοινοί ξηραντήρες είναι δοχεία γυάλινα με χοντρά τοιχώματα και κάλυμμα που εφαρμόζει τέλεια με επάλειψη κατάλληλου λιπαντικού στα εσφυρισμένα μέρη του κυρίως δοχείου. Μέσα στο δοχείο υπάρχει διάτρητη βάση από πορσελάνη πάνω στην οποία τοποθετείται το δοχείο που φέρει την προς ξήρανση ουσία, ενώ κάτω απ' αυτήν τοποθετείται σε κάψα ξηραντική ουσία (silica gel, άνυδρο  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  κτλ.). Οι ξηραντήρες κενού είναι συσκευές παρόμοιες με τους κοινούς ξηραντήρες με τη διαφορά ότι φέρουν στο κάλυμμα τους στρόφιγγα, η οποία μπορεί να συνδεθεί με διάταξη κενού. Με τον τρόπο αυτό ελαττώνεται η πίεση στο εσωτερικό του ξηραντήρα και επομένως, επιταχύνεται η ξήρανση των ουσιών.

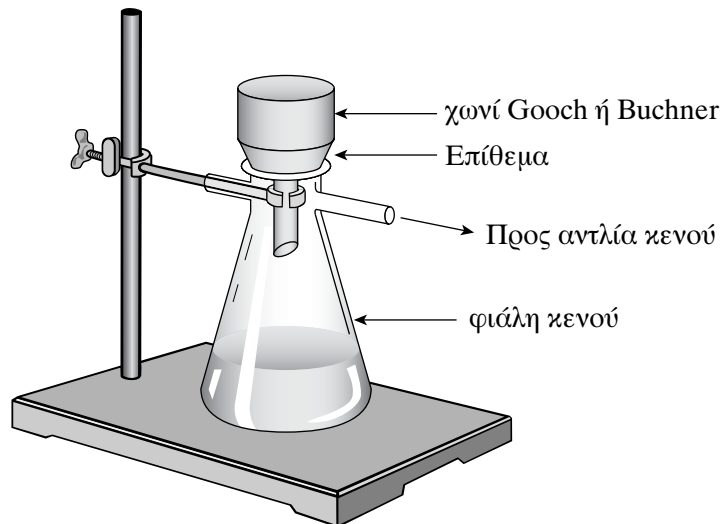
## Διήθηση

**Διήθηση** ονομάζεται ο διαχωρισμός στερεής φάσης από υγρή με τη χρήση ηθμού. Η τεχνική αυτή είναι πολύ συνηθισμένη στο χημικό εργαστήριο και εφαρμόζεται τόσο στην ανάλυση όσο και τη συνθετική χημεία. Κατά κανόνα, το στερεό (**ίζημα**) που προκύπτει μέσω μιας αντίδρασης και είναι αυτό ακριβώς που πρέπει να απομονωθεί (παραληφθεί) από το μίγμα της αντίδρασης, ενώ το υγρό που περνά από τον ηθμό (**διήθημα**) απορρίπτεται. Το στερεό παραμένει, προφανώς, στον ηθμό και, γενικά, μετά τη διήθηση πλένεται με κατάλληλο διαλύτη (ή μίγμα διαλυτών) με τον οποίο δεν πρέπει να αντιδρά, ούτε να διαλύεται σ' αυτόν, και ξηραίνεται. Η πιο απλή και συνηθισμένη πειραματική διάταξη για την πραγματοποίηση διηθήσεων αποτελείται από διηθητικό χαρτί με ποικίλο μέγεθος πόρων, το οποίο λειτουργεί ως ηθμός, και γυάλινο χωνί. Ο χάρτινος ηθμός κόβεται σε κυκλικό σχήμα και διπλώνεται δύο φορές σε ορθή γωνία, ώστε όταν κρατηθούν μαζί τα τρία τεταροκύκλια από τη μια πλευρά και το τέταρτο από την άλλη να δημιουργείται χάρτινος κώνος (Εικόνα 5). Ο κώνος αυτός τοποθετείται στο γυάλινο χωνί που στηρίζεται σε δακτύλιο, συνήθως μεταλλικό, και ο οποίος είναι σταθερά συνδεδεμένος σε κατάλληλο στήριγμα. Το πάνω άκρο του ηθμού πρέπει να απέχει περίπου 1 cm από το αντίστοιχο άκρο του χωνιού. Στη συνέχεια, προστίθεται μικρό ποσό του αντίστοιχου διαλύτη, ώστε ο ηθμός να εφαρμόσει στο χωνί και πραγματοποιείται η διήθηση. Κατά την εκτέλεση της διήθησης το μίγμα υγρού-στερεού μεταφέρεται στον ηθμό κατά μικρά ποσά και μετά από προηγούμενη ανακίνηση, ώστε το ποσό του στερεού που θα μείνει στο γυάλινο σκεύος στο οποίο έγινε η αντίδραση (ποτήρι, κωνική φιάλη κτλ.) να είναι όσο γίνεται μικρότερο. Ιδιαίτερη επιμέλεια για την πλήρη μεταφορά του στερεού στον ηθμό πρέπει, προφανώς, να επιδεικνύεται όταν πραγματοποιείται ποσοτική χημική ανάλυση. Επίσης, όταν το γυάλινο σκεύος είναι ποτήρι ζέσης, η μεταφορά του αιωρήματος στον ηθμό διευκολύνεται σημαντικά με τη χρησιμοποίηση γυάλινης ράβδου.

Σε περιπτώσεις κατά τις οποίες το ίζημα είναι εξαιρετικά λεπτόκοκκο, είναι σκόπιμο να αφεθεί προηγουμένως να κατακαθίσει κατά το δυνατόν, να μεταφερθεί πρώτα το υπερκείμενο υγρό στον ηθμό και κατόπιν το κυρίως αιώρημα, ώστε να μην επέλθει πρόωγη απόφραξη των πόρων του ηθμού. Είναι προφανές ότι με τη χρησιμοποίηση της παραπάνω διάταξης η διήθηση πραγματοποιείται με την επίδραση της βαρύτητας και είναι σχετικά βραδεία. Η διαδικασία της διήθησης μπορεί να επιταχυνθεί, αν εφαρμοστεί ελαττωμένη πίεση, με τη χρησιμοποίηση αντλίας κενού π.χ. υδραντλίας (Εικόνα 6).



Εικόνα 5. Προετοιμασία του ηθμού και διαδικασία διήθησης.



Εικόνα 6. Διάταξη διήθησης υπό κενό.

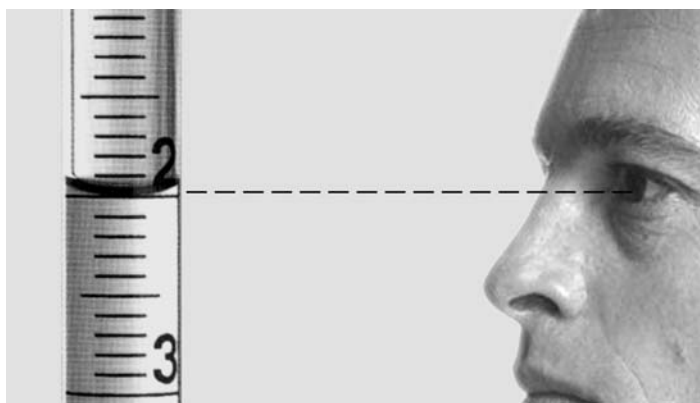
Στην περίπτωση αυτή πρέπει να χρησιμοποιηθούν χωνιά Buchner ή “χωνευτήρια” Gooch (με ή χωρίς “πόδι”) σε συνδυασμό με φιάλη διήθησης (παχύτοιχη κωνική φιάλη με πλευρικό σωλήνα), κωνικά λαστιχένια επιθέματα, λαστιχένιους σωλήνες κτλ.

## Απόσταξη

Η απόσταξη είναι μια μέθοδος απομάκρυνσης υγρού κατόπιν βρασμού και συμπύκνωσης στη συνέχεια, με ψύξη, των ατμών του. Η διάταξη απόσταξης αποτελείται από φιάλη, όπου τοποθετείται η προς απόσταξη ουσία, κατάλληλο επίθεμα που φέρει θερμόμετρο, ψυκτήρα με λάστιχα και φιάλη ή ποτήρι ως υποδοχέα του αποστάγματος. Η απλή απόσταξη χρησιμοποιείται ακόμη και για το διαχωρισμό υγρών σχετικά χαμηλού σ.ζ., ενώ η υπό κενό απόσταξη για υγρά που έχουν υψηλό σ.ζ. ή είναι ευπαθή.

## Μέτρηση του όγκου υγρών

Για τη μέτρηση του όγκου υγρών (καθαρών ουσιών ή διαλυμάτων) χρησιμοποιούνται διάφορα γυάλινα ή πλαστικά όργανα, τα οποία, ανάλογα με την ακρίβεια στη μέτρηση του όγκου, μπορούν να διακριθούν σε δύο κατηγορίες: α) Στην πρώτη κατηγορία κατατάσσονται τα όργανα με τα οποία η μέτρηση του όγκου πραγματοποιείται με μεγάλη ακρίβεια και αποτελούν τα κατεξοχήν ογκομετρικά όργανα: ογκομετρικές φιάλες, σιφώνια, προχοίδες, ογκομετρικοί κύλινδροι. β) Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν όργανα, όπως τα βαθμολογημένα ποτήρια ζέσης και οι βαθμολογημένες κωνικές φιάλες, με τα οποία η μέτρηση του όγκου είναι εξαιρετικά προσεγγιστική. Στα όργανα μέτρησης όγκου η επιφάνεια του υγρού είναι κοίλη και η ένδειξη του όγκου συμπίπτει με την εφαπτομένη της κοίλης επιφάνειας (Εικόνα 7).



**Εικόνα 7.** Σωστός τρόπος ανάγνωσης της ένδειξης σε όργανο μέτρησης όγκου υγρών

## Ογκομετρικές φιάλες

Οι ογκομετρικές φιάλες είναι σφαιρικά γυάλινα ή πλαστικά διαφανή σκεύη, με επίπεδη βάση και μακρόστενο λαιμό, ο οποίος φέρει σε κάποιο σημείο του χαραγή ή έγχρωμη ένδειξη και στο άνω άκρο του οποίου μπορεί να εφαρμοστεί γυάλινο ή πλαστικό πώμα. Με τις ογκομετρικές φιάλες μπορεί να μετρηθεί ένας καθορισμένος κάθε φορά όγκος υγρού, και είναι αυτός που αναγράφεται στο σφαιρικό τους τμήμα π.χ. 5 mL, 10 mL, 20 mL, 250 mL κτλ. Προφανώς, τόσο ο μετρούμενος όγκος του συγκεκριμένου υγρού (διαλύτη) όσο και η χωρητικότητα της ογκομετρικής φιάλης εξαρτώνται από τη θερμοκρασία. Η θερμοκρασία στην οποία πραγματοποιήθηκε η βαθμολόγηση μιας ογκομετρικής φιάλης αναγράφεται, επίσης, στο σφαιρικό τμήμα της.

Οι παραπάνω παρατηρήσεις ισχύουν για όλα τα όργανα μέτρησης όγκου υγρών.

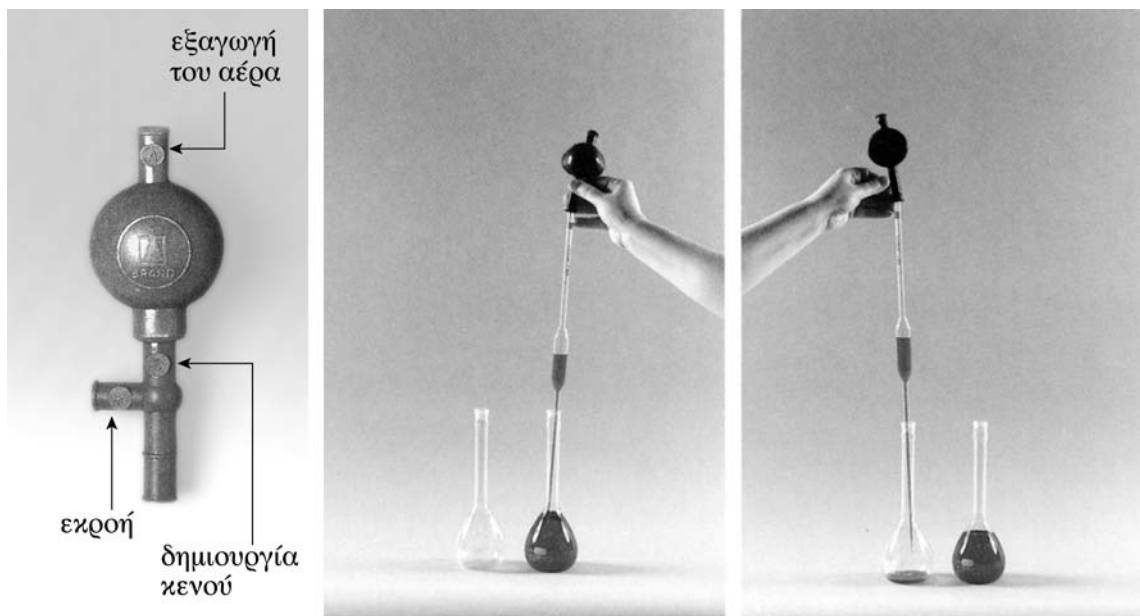
Οι ογκομετρικές φιάλες χρησιμοποιούνται, κατεξοχήν, για την παρασκευή διαλυμάτων ορισμένης συγκέντρωσης. Για το σκοπό αυτό, το απαιτούμενο ποσό μιας στερεής π.χ. ουσίας, ζυγίζεται σε ύαλο ωρολογίου ή σε ποτήρι ζέσης, μεταφέρεται στη συνέχεια στην ογκομετρική φιάλη με τη βοήθεια γυάλινου χωνιού, πλένεται η ύαλος ωρολογίου και το χωνί με τον αντίστοιχο διαλύτη, συμπληρώνεται ο όγκος με τον ίδιο διαλύτη μέχρι τη χαραγή και ανακινείται το περιεχόμενο της φιάλης, ώστε το διάλυμα να καταστεί ομογενές. Εναλλακτικά, το απαιτούμενο ποσό στερεής ή υγρής ουσίας μπορεί να ζυγιστεί σε καθαρό και στεγνό ποτήρι ζέσης, να διαλυθεί σε μικρό όγκο του αντίστοιχου διαλύτη, μικρότερο από τον τελικά απαιτούμενο και να ακολουθηθεί στη συνέχεια, η διαδικασία που περιγράφηκε προηγουμένως.

## Σιφώνια

Τα σιφώνια είναι λεπτοί γυάλινοι σωλήνες, με ποικίλες χωρητικότητες, τα οποία χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση, με σημαντική ακρίβεια, του όγκου υγρών. Διακρίνονται σε **σιφώνια πλήρωσης** και σε **αριθμημένα σιφώνια**. Με τα σιφώνια πλήρωσης μπορεί να μετρηθεί ένας συγκεκριμένος όγκος π.χ. 5 mL, 10 mL, 20 mL κτλ. ενώ, με τα αριθμημένα σιφώνια είναι δυνατόν να μετρηθεί σειρά από όγκους, οι οποίοι εξαρτώνται από τις σχετικές υποδιαίρεσεις τους.

Κατά τη χρήση των σιφωνίων ισχύουν οι ακόλουθες γενικές αρχές:

Το κάτω άκρο του σιφωνίου πρέπει να εμβαπτίζεται σε επαρκές βάθος στην υγρή στιβάδα, και να εφαρμόζεται υποπίεση με το στόμα (ρουφώντας) στο πάνω άκρο του, ενώ ταυτόχρονα παρακολουθείται η ανερχόμενη επιφάνεια του υγρού μέσα στο σιφώνιο. Όταν το επίπεδο του υγρού ανέλθει λίγο πιο πάνω από την απαιτούμενη ένδειξη, απομακρύνουμε το σιφώνιο από το στόμα μας και ταχύτατα κλείνουμε το πάνω άκρο του με το δείκτη του χεριού μας. Στη συνέχεια, “παίζοντας” ελαφρά το δείκτη μας επιτυγχάνουμε, ώστε η επιφάνεια του υγρού (του σιφωνίου, σύμφωνα με όσα ελέχθηκαν προηγουμένως) να σταθεροποιηθεί στην επιθυμητή ένδειξη. Στη συ-



Εικόνα 8. Πλαστική αντλία (πουάθ) και διαδικασία χρήσης

νέχεια, μετακινούμε το σιφώνιο στο αντίστοιχο δοχείο, στο οποίο θέλουμε να μεταφέρουμε το υγρό, και τραβώντας το δείκτη μας το αφήνουμε να εκρεύσει. Στο σημείο αυτό πρέπει να τονίστουν τα ακόλουθα:

- Η χρήση του δείκτη στην παραπάνω διαδικασία είναι απλώς θέμα ευκινησίας του αντίστοιχου δακτύλου. Επίσης, η επιφάνεια του δείκτη μας δεν πρέπει να είναι ούτε υπερβολικά ξηρή ούτε εντελώς υγρή.
- Μετά την εκροή του υγρού από το σιφώνιο στο κάτω άκρο του παραμένει μια περίπου σταγόνα. Η σταγόνα αυτή πρέπει να αφήνεται στο σιφώνιο, *εκτός αν είναι διαφορετικές οι οδηγίες που αναγράφονται πάνω στο συγκεκριμένο σιφώνιο*. Τονίζεται, επίσης, ότι σε καμιά περίπτωση δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται κοινά σιφώνια για τη μέτρηση του όγκου υγρών και διαλυμάτων που είναι τοξικά, διαβρωτικά, καυστικά κτλ. Στις περιπτώσεις αυτές πρέπει να χρησιμοποιούνται σιφώνια με έμβολο ή ειδικές διατάξεις για την πλήρωσή τους.

## Προχοΐδες

Οι προχοΐδες είναι γυάλινοι βαθμολογημένοι σωλήνες διαφόρων μεγεθών, οι οποίοι στο ένα άκρο τους φέρουν στρόφιγγα. Χρησιμοποιούνται όταν απαιτείται μεγάλη ακρίβεια στη μέτρηση του όγκου ενός υγρού και στην ογκομετρική ανάλυση. Στο εργαστήριο συνήθως χρησιμοποιούνται προχοΐδες που έχουν μέγιστη χωρητικότητα 50 mL και οι οποίες είναι βαθμολογημένες ανά 1 mL, που υποδιαιρείται σε δέκατα. Προφανώς, ο ελάχιστος όγκος που μπορεί να μετρηθεί με τις προχοΐδες αυτές είναι 0,1 mL (αντιστοιχεί σε δύο περίπου σταγόνες). Υπάρχουν, ακόμη, οι μικροπροχοΐδες με υποδιαιρέσεις ανά 0,01 mL και 0,02 mL. Πριν χρησιμοποιηθεί η προχοΐδα πρέπει να ελεγχθεί σχολαστικά η καθαριότητά της και η σωστή λειτουργία της στρόφιγγας. Έτσι, πλένεται επιμελώς με νερό και στη συνέχεια με νερό απεσταγμένο. Οι μικροποσότητες νερού που παραμένουν μέσα στην προχοΐδα πρέπει να απομακρυνθούν. Για το σκοπό αυτό αφήνεται στον αέρα να στεγνώσει ή αν υπάρχει στενότητα χρόνου, πλένεται με το υγρό που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί. Εξάλλου, ρυθμίζεται η στρόφιγγα, ώστε να μην είναι σφιχτή, αλλά ούτε και υπερβολικά χαλαρή και λιπαίνονται οι εσωτερικές (εσωρευμένες) επιφάνειες της με κατάλληλη λιπαντική ουσία (σιλικόνη ή βαζελίνη). Στις σύγχρονες προχοΐδες το εσωτερικό τμήμα της στρόφιγγας είναι κατασκευασμένο από Teflon και δε χρειάζεται λίπανση. Στη συνέχεια, με τη χρησιμοποίηση καθαρού και στεγνού ποτηριού, γεμίζεται η προχοΐδα, έτσι ώστε η επιφάνεια του υγρού να βρίσκεται 2-3 mL πάνω από την ένδειξη μηδέν. Μετά, με κατάλληλο χειρισμό της στρόφιγγας, αφήνεται να εισρεύσει ο επιπλέον όγκος υγρού, ώστε το σημείο μέγιστης καμπυλότητας του μηνίσκου να βρίσκεται στο ύψος της ένδειξης μηδέν και ταυτόχρονα, *να γεμίσει με υγρό το τμήμα της προχοΐδας από τη στρόφιγγα μέχρι το κάτω άκρο της*. Εάν τυχόν υπάρχουν προσκολλημένες φυσαλίδες αέρα στα τοιχώματα, μπορούμε να τις απομακρύνουμε με ελαφρά κτυπήματα.

Πρέπει να τονιστεί στο σημείο αυτό ότι:

- δεν είναι απαραίτητο η προχοΐδα πριν από κάθε ογκομέτρηση να είναι πλήρης, ωστόσο πρέπει να υπάρχει επαρκής ποσότητα υγρού μέσα σ'αυτή για την εργασία που θα κάνουμε στη συνέχεια, και
- πρέπει οπωσδήποτε να σημειώνεται η ένδειξη πριν και μετά την εκτέλεση του πειράματος. Στο τέλος κάθε πειράματος πρέπει να απομακρύνεται το υγρό που έχει απομείνει σ'αυτή, να καθαρίζεται επιμελώς και να προστίθεται νερό.

## Ογκομετρικοί κύλινδροι

Οι ογκομετρικοί κύλινδροι είναι βαθμολογημένοι κύλινδροι κατασκευασμένοι από γυαλί ή διαφανές πλαστικό και οι οποίοι ποικίλουν όσον αφορά το μέγιστο όγκο που μπορεί να μετρηθεί και τις αντίστοιχες υποδιαίρεσεις.

Αναφορικά με τα ογκομετρικά όργανα, που περιγράφηκαν προηγουμένως πρέπει να γίνει η εξής γενική παρατήρηση. Η ακρίβεια του μετρούμενου όγκου εξαρτάται από τη διάμετρο εκείνου ακριβώς του τμήματος του αντίστοιχου ογκομετρικού οργάνου, στο οποίο υπάρχει η χαραγή, σε συνδυασμό και με το συνολικά μετρούμενο όγκο.

Τέλος, όσον αφορά τα ποτήρια ζέσης και τις κωνικές φιάλες, οι ενδείξεις όγκου που υπάρχουν σ'αυτές είναι εντελώς προσεγγιστικές και δε μπορούν να ληφθούν υπόψη για πειραματικές ερρασιές, οι οποίες απαιτούν, έστω και περιορισμένη ακρίβεια.

## ΤΟ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ

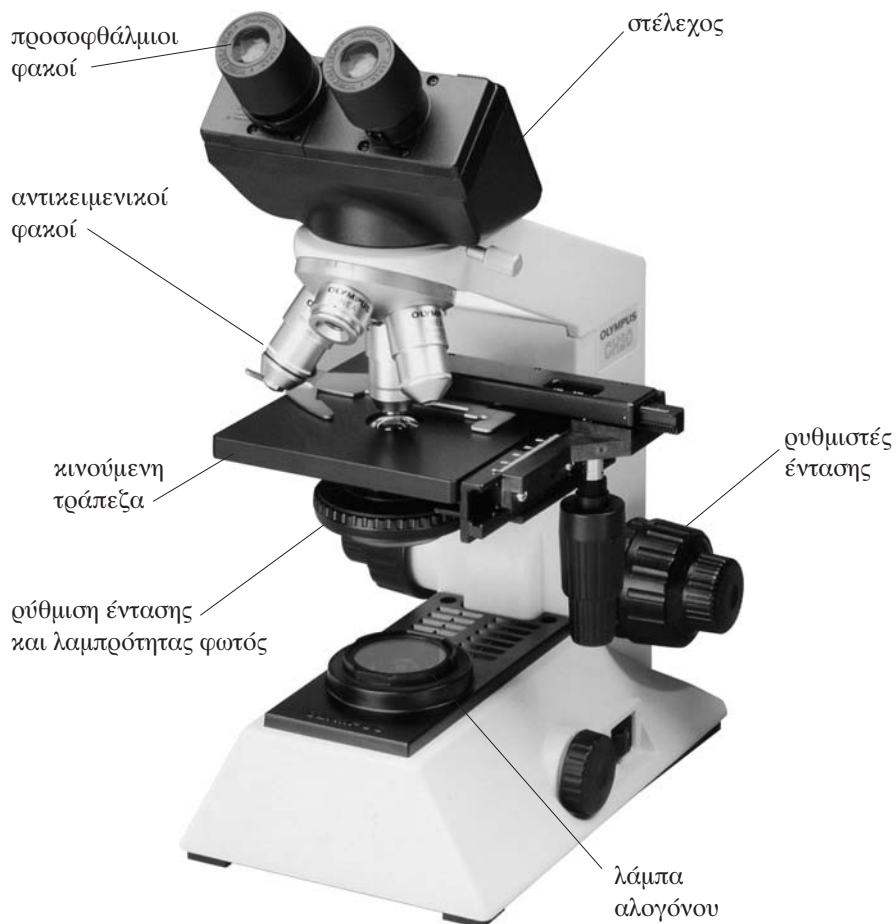
Το μικροσκόπιο είναι όργανο παρατήρησης της υφής και των διαστάσεων στερεών ουσιών σε μεγέθυνση. Με την παρατήρηση αυτή ελέγχεται ακόμη και η καθαρότητα των ουσιών. Οι τυχόν προσμίξεις που μπορεί να συνυπάρχουν διακρίνονται είτε από το διαφορετικό χρώμα, είτε από το σχήμα που έχουν.

Η ανακάλυψη των διαφόρων ειδών μικροσκοπίων άνοιξε καινούργιους δρόμους σε πολλά πεδία της Βιολογίας, της Χημείας, της Φυσικής και της Ιατρικής. Ιδιαίτερα έγινε κατορθωτή η διαλεύκανση της δομής πολύπλοκων μακρομοριών και η παρατήρηση των γονιδίων και των χρωματοσωμάτων.

## Είδη μικροσκοπίων

Η διαχωριστική ικανότητα του μικροσκοπίου αυξάνει όσο μειώνεται το μήκος κύματος της ακτινοβολίας που χρησιμοποιείται για το φωτισμό της ουσίας. Αποδείχτηκε ότι τα ηλεκτρόνια συμπεριφέρονται ως μια δέσμη ακτινοβολίας με πολύ μικρό μήκος κύματος, πολύ μικρότερο του μήκους κύματος της ορατής ακτινοβολίας. Η χρήση των δεσμών ηλεκτρονίων δημιούργησε τα ιονικά - **ηλεκτρονικά μικροσκόπια**. Το **μικροσκόπιο ακτίνων -X** χρησιμοποιεί ακτίνες -X με μήκος κύματος 5 - 50 Å. Το **ηλεκτρονικό μικροσκόπιο** περιέχει μεγεθυντική διάταξη στην οποία χρησιμοποιούνται ηλεκτρικά ή μαγνητικά πεδία αντί για τους κοινούς μεγεθυντικούς φακούς.

Τα συνήθη μικροσκόπια αποτελούνται από το στέλεχος και την κινούμενη τράπεζα. Ένας τύπος συνήθους μικροσκοπίου που χρησιμοποιείται και στο εργαστήριό μας φαίνεται στην Εικόνα 9. Στο **στέλεχος** υπάρχει μια κεφαλή με ένα ζεύγος ρυθμιζόμενων **προσοφθάλμιων φακών**, σε μια απόσταση μεταξύ τους 54-76 mm για την καλή προσαρμογή των οφθαλμών. Ακόμη στο στέλεχος υπάρχουν, σε περιστρεφόμενο δίσκο, τέσσερες **αντικειμενικοί αχρωματικοί φακοί** (A4 , A10 , A40 και ο ελαιοκαταδυτικός 100 ), οι οποίοι μεγενθύνουν το αντικείμενο 4, 10, 40, 100 φορές, αντίστοιχα. Οι προσοφθάλμιοι και οι αντικειμενικοί φακοί αποτελούν το **οπτικό σύστημα** του μικροσκοπίου.



Εικόνα 9. Τύπος συνήθους μικροσκοπίου

Στην επάνω επιφάνεια της κινούμενης τράπεζας στερεώνεται μια **αντικειμενοφόρος γυάλινη πλάκα** διαστάσεων 2,5 8 cm στην οποία τοποθετείται μικρή ποσότητα ουσίας για παρατήρηση. Κάτω από την τράπεζα υπάρχει σύστημα κοχλιών οι οποίοι την μετακινούν οριζόντια εμπρός-πίσω/δεξιά-αριστερά., έτσι ώστε η ουσία να βρίσκεται στο κέντρο. Η ουσία φωτίζεται από μια **λάμπα αλογόνου** που είναι στερεωμένη στη βάση του στελέχους του μικροσκοπίου ακριβώς κάτω από την τράπεζα. Η ένταση και η λαμπρότητα της ακτινοβολίας ρυθμίζεται από κοχλίες που είναι προσαρμοσμένοι στο κάτω μέρος της τράπεζας. Η ακριβής εστίαση επιτυγχάνεται από δύο ομοαξονικούς κοχλίες/ρυθμιστές προσαρμοσμένους στο στέλεχος, και οι οποίοι μετακινούν την τράπεζα κάθετα (πάνω-κάτω). Ο εξωτερικός κοχλίας χρησιμοποιείται για μια κατά προσέγγιση εστίαση, ενώ ο εσωτερικός για μια ακριβή και λεπτομερή παρατήρηση.

## Χρήση του μικροσκοπίου

Για την παρατήρηση του μεγέθους των κρυστάλλων ή για τον έλεγχο της καθαρότητας μιας ουσίας τοποθετείται μικρή ποσότητα της ουσίας στην αντικειμενοφόρο πλάκα. Η πλάκα στερεώνεται στην τράπεζα, φωτίζεται και μετακινείται προς όλες τις κατευθύνσεις, μέχρις ότου επιτευχθεί η τέλεια εστίαση.