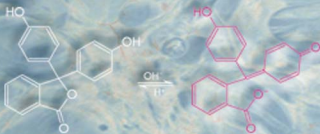


ΠΕΡΙΚΛΗΣ ΑΚΡΙΒΟΣ

ΠΕΤΡΟΣ ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΙΔΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Γενικής & Ανόργανης Χημείας



Κάθε γνήσιο αντίτυπο φέρει την υπογραφή των συγγραφέων

ISBN 960-431-556-0

© Copyright: Π. Ακριβος, Π. Καραγιαννίδης - Εκδόσεις Ζήτη,
Οκτώβριος 1999, Θεσσαλονίκη

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



**Φωτοστοιχειοθεσία
Εκτύπωση**

Π. ΖΗΤΗ & Σια ΟΕ

18ο χλμ Θεσ/νίκης - Περαιάς
Τ.Θ. 17057 • 542 10 Θεσσαλονίκη
Τηλ.-Fax: 0392-72.222

Βιβλιοπωλείο

ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΖΗΤΗ

Αρμενοπούλου 27 • 546 35 Θεσσαλονίκη
Τηλ. (031) 203.720, Fax 211.305

www.ziti.gr

e-mail: ziti@hyper.gr

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
Η ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΟ ΧΗΜΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ	7
Γενικοί κανόνες ασφάλειας	7
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ	14
ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ	22
Μέτρηση μάζας	22
Μέτρηση όγκου	23
Υπολογισμός συγκεντρώσεως	24
Μεγέθη και μονάδες μέτρησης	26
Θέρμανση διαλύματος	27
Μεταφορά μάζας	28
Διαχωρισμός φάσεων	29
ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	32
Μαθηματική ανάλυση μετρήσεων	32
Παρουσίαση αριθμητικών αποτελεσμάτων	37
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ	
1. Κατηγορίες χημικών αντιδράσεων. Κύκλος αντιδράσεων του χαλκού.	41
2. Ισορροπία χημικών αντιδράσεων	48
3. Διάσταση ασθενών ηλεκτρολυτών. pH υδατικών διαλυμάτων	55
4. Παρασκευή και υδρόλυση αλάτων	63
5. Ρυθμιστικά διαλύματα	70
6. Εξουδετέρωση - Παρασκευή και τιτλοδότηση κανονικών διαλυμάτων	74
7. Σχηματισμός και σταθερότητα συμπλόκων - Συμπλοκομετρία	80
8. Οξειδοαναγωγικές δράσεις, Δραστικότητα μετάλλων και αμετάλλων	85

9. Αρχές Φασματοφωτομετρίας υπεριώδους-ορατού	.89
10. Προσδιορισμός της σταθεράς ισορροπίας αντίδρασης	.95
11. Προσδιορισμός της ταχύτητας αντίδρασης	.100
12. Θερμοχημεία	.105

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

A. Ο Νόμος του Μέρφυ	.110
B. Δεδομένα για τους πιο κοινούς διαλύτες	.111
Γ. Δεδομένα επικινδυνότητας των αντιδραστηρίων	.112
Δ. Δεδομένα για τα χημικά στοιχεία	.114

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Χημεία είναι η πειραματική επιστήμη που κατεξοχήν στόχο έχει τη διερεύνηση των χημικών φαινομένων που συμβαίνουν τόσο στον περιβάλλοντα χώρο όσο και μέσα στον ανθρώπινο οργανισμό. Είναι γνωστή η συμβολή της Χημείας στη μελέτη της δομής και της δράσης των ουσιών (ανάλυση και επεξεργασία αποβλήτων, εξέταση της ποιότητας τροφίμων και υλικών για τεχνολογικές εφαρμογές κλπ) καθώς επίσης και στη σύνθεση νέων ουσιών (φάρμακα, συντηρητικά, πολυμερή, κρούαμα κλπ).

Ο καλύτερος τρόπος διερεύνησης και κατανόησης των νόμων που διέπουν τα χημικά φαινόμενα είναι η μελέτη τους κάτω από απόλυτα γνωστές και σχολαστικά ελεγχόμενες συνθήκες. Ο χώρος που εκτελούνται πειραματικά αυτές οι χημικές διαδικασίες είναι το χημικό εργαστήριο. Αυτός είναι ο λόγος που η μελέτη των φαινομένων αυτών απαιτεί προσοχή, αυτοσυγκέντρωση και σχολαστική τήρηση ορισμένων κανόνων ασφάλειας που αναφέρονται στη διατήρηση της λειτουργικότητας του χώρου εργασίας, αλλά και στην αρτιμέλεια των εργαζόμενων σ' αυτόν.

Αμέσως παρακάτω καταγράφονται οι γενικοί κανόνες ασφάλειας που πρέπει να εφαρμόζουν όλοι όσοι ασκούνται στο εργαστήριο, σ' όλη τη διάρκεια της εργαστηριακής τους εκπαίδευσης. Παράλληλα γίνεται επισήμανση και του σωστού τρόπου χειρισμού των κοινών εργαστηριακών οργάνων και σκευών. Ακόμη παρουσιάζονται μια σειρά από απλές έννοιες που εφαρμόζονται σ' όλη την έκταση της Χημείας καθώς επίσης και ένας αριθμός σχετικά απλών πειραμάτων που σκοπό έχουν την εξοικείωση μ' αυτές καθώς και με τη χρήση των βασικών εργαστηριακών οργάνων και σκευών.

Η ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΟ ΧΗΜΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

Η ατομική αλλά και η ομαδική ασφάλεια πρέπει να είναι η πρώτη και η τελευταία σκέψη για καθένα που εκτελεί διάφορα πειράματα σ' ένα χημικό εργαστήριο. Για να επιτευχθεί ο στόχος αυτός πρέπει να ληφθούν υπόψη τα εξής:

- 1 Κατανόηση των κινδύνων και των βλαβών που μπορεί να προκληθούν από τις χρησιμοποιούμενες χημικές ουσίες και τις εκτελούμενες πειραματικές διαδικασίες.
- 2 Κατανόηση της σημασίας της προσωπικής ασφάλειας κατά την εκτέλεση του πειράματος, για καθένα που απασχολείται στο εργαστήριο, καθώς και της ομαδικής ασφάλειας των γύρω από αυτόν συναδέλφων του.
- 3 Κατανόηση των εκτελούμενων πειραματικών διαδικασιών καθώς και των τρόπων αντιμετώπισης των αποτελεσμάτων από κακούς ή λαθεμένους χειρισμούς.

Γενικοί Κανόνες Ασφάλειας

Τα περισσότερα από τα αντιδραστήρια ή συνδυασμοί διαφόρων αντιδραστηρίων, μπορεί να είναι επικίνδυνα για τον άνθρωπο. Γι' αυτό, ένας χρυσός κανόνας είναι η μικρότερη δυνατή έκθεση στα χημικά αντιδραστήρια, σε σχέση τόσο με τη χρονική διάρκεια όσο με την επιφάνεια του σώματος που θα εκτεθεί.

Επίσης, τα όργανα, που τα περισσότερα είναι γυάλινα, πρέπει να χρησιμοποιούνται με προσοχή, ιδιαίτερα όταν πρόκειται να θερμανθούν ή να μετακινηθούν. Φυσικά, τα ηλεκτρικά σκεύη και τα ηλεκτρονικά όργανα καθώς και οι παροχές ρεύματος είναι σημεία που πρέπει να προσεχθούν ιδιαίτερα, σε ό,τι αφορά την καλή τους λειτουργία.

Οι ενέργειες που σχετίζονται με την ασφάλεια στο εργαστήριο ξεκινούν πριν ακόμη αρχίσει η εκτέλεση ενός ορισμένου πειράματος ή μιας σειράς ομοειδών και αλληλοσχετιζόμενων διεργασιών. Καλό είναι οι ασκούμενοι να συμβουλευονται το πρόγραμμα των ασκήσεων και να διαβάσουν προηγουμένως τις πειραματικές διαδικασίες που θα εκτελεστούν (αντιδράσεις, κατεργασίες και λοιπές σχετικές ενέργειες). Χρήσιμη είναι η καταγραφή της σειράς των

διαδοχικών διαδικασιών με χημικές αντιδράσεις όπου αυτό μπορεί να γίνει ή ακόμη και περιγραφικά. Πάντοτε πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι επισημάνσεις που δίνονται στις εργαστηριακές σημειώσεις ή αναφέρονται από τον υπεύθυνο του εργαστηρίου και που σχετίζονται με την επικινδυνότητα των αντιδραστηρίων ή των διαφόρων πειραματικών διαδικασιών.

Κατά τη χρονική διάρκεια της εκτέλεσης της πειραματικής διαδικασίας σε οποιαδήποτε άσκηση, οι ασκούμενοι πρέπει να έχουν υπόψη τους και να τηρούν τα ακόλουθα:

- α** Πάντοτε πρέπει να φορούν την εργαστηριακή τους ποδιά, καλά κουμπωμένη. Πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή για να μη κρέμονται ούτε τα μανίκια ούτε η ζώνη, γιατί μπορεί να παρασύρουν όργανα και σκεύη ή να αγκιστρωθούν σε κάποιο εμπόδιο και να ανατρέψουν τον κάτοχό της.
- β** Εφόσον κρίνεται απαραίτητο για ορισμένη πειραματική εργασία, πρέπει να φορούν τα σχετικά προστατευτικά γυαλιά. Κάτι τέτοιο θα επισημαίνεται φυσικά στις οδηγίες εκτέλεσης του πειράματος ή μπορεί να υποδειχθεί από τον υπεύθυνο του εργαστηρίου. Φακοί επαφής καλό είναι να μη χρησιμοποιούνται στο εργαστήριο, ειδικά όταν τα αντιδραστήρια ατμίζουν (π.χ. πυκνά οξέα, αμμωνία, πτητικοί οργανικοί διαλύτες), επειδή δυσκολεύουν σημαντικά την πλύση των ματιών στην περίπτωση που γίνει κάποιο ατύχημα.
- γ** Τα μακριά μαλιά πρέπει να συγκεντρώνονται και να μαζεύονται πίσω για να μη εμποδίζουν τις κινήσεις και να ελαχιστοποιείται ο κίνδυνος να πιάσουν φωτιά ή να βυθισθούν σε κάποιο διάλυμα.
- δ** Τα υποδήματα πρέπει να είναι κλειστά και ανθεκτικά. Τα σανδάλια και άλλου είδους ανοιχτά υποδήματα, προφανώς δεν προσφέρουν προστασία στις περιοχές του ποδιού που μένουν ακάλυπτες.
- ε** Καλό είναι επίσης, τα κοσμήματα και ειδικότερα τα δαχτυλίδια να αφαιρούνται πριν από την εκτέλεση του πειράματος επειδή μπορεί να εμποδίσουν διαδικασίες πλύσης των χεριών ή ν' αντιδράσουν με κάποιο από τα χημικά αντιδραστήρια ή να παρασύρουν κάποιο σκεύος.
- στ** Εκτός από την προετοιμασία που πρέπει πάντοτε να έχει προηγηθεί, απαιτείται προσοχή σε κάθε στάδιο της πειραματικής εργασίας. Παρ' όλο που κάθε πείραμα διαφέρει από όλα τα υπόλοιπα, υπάρχουν, όμως, μερικοί κανόνες που πρέπει να εφαρμόζονται πιστά με πολύ μεγάλη προσοχή. Οι κανόνες αυτοί μπορούν να συνοψισθούν στα παρακάτω:

1 Χρήση της κοινής λογικής

Είναι ίσως η κυριότερη και γενικότερη αρχή που πρέπει να ακολουθείται απαραίτητα. Προφανώς δεν μπορεί να επιχειρηθεί μια διεργασία ή

να γίνει μια ενέργεια που αντίκειται στην κοινή λογική. Δεν είναι σωστό, για παράδειγμα, να περιφέρει κάποιος ένα ποτήρι γεμάτο με διάλυμα μέσα στην αίθουσα, ιδιαίτερα όταν αυτό είναι θερμό ή διαβρωτικό.

2 Εξοικείωση με το χώρο

Ως “χώρος” εννοείται τόσο το μέρος εκείνο του εργαστηριακού πάγκου όπου υπάρχουν (ή τοποθετούνται) τα σκεύη που χρησιμοποιούνται για το κάθε συγκεκριμένο πείραμα όσο και ο γενικότερος χώρος του εργαστηρίου. Ο ασκούμενος πρέπει να γνωρίζει που βρίσκονται τα αντιδραστήρια καθώς και από που μπορεί να προμηθευθεί κάποια πρόσθετα όργανα, σκεύη, υλικά ή, εάν αυτό είναι απαραίτητο, ν’ αντικαταστήσει τα ήδη υπάρχοντα. Καλό είναι επίσης να γνωρίζει την πλησιέστερη παροχή ρεύματος και νερού. Οι παροχές αυτές πρέπει να κλείσουν με ασφάλεια πριν από την αποχώρηση από την αίθουσα. Οποσδήποτε είναι απαραίτητο να γνωρίζει και την πλησιέστερη προς τη θέση του έξοδο από την αίθουσα, καθώς και το διάδρομο που πρέπει ν’ ακολουθήσει μέχρι την πλησιέστερη έξοδο του κτιρίου, ώστε να είναι σε θέση να εγκαταλείψει την αίθουσα των ασκήσεων γρήγορα και με ασφάλεια, αν απαιτηθεί εκκένωση του κτιρίου.

3 Αποφυγή της βιασύνης

Όταν μια ενέργεια γίνεται βιαστικά, έχει πολλές πιθανότητες να οδηγήσει σε άσχημα αποτελέσματα. Στην απλούστερη περίπτωση κάποιες ενέργειες δεν θα γίνουν σωστά και οι αντιδράσεις δεν θα ολοκληρωθούν σύμφωνα με το πρόγραμμα.

4 Αποφυγή άστοχων ενεργειών

Ως τέτοιες εννοούνται οι κακές συνήθειες να προσέρχονται οι ασκούμενοι στο εργαστήριο τρώγοντας ή πίνοντας ή μασώντας και να θέλουν να συνεχίζουν και κατά τη διάρκεια του πειράματος. Οποσδήποτε *απαγορεύεται το κάπνισμα* στο εργαστήριο, επειδή υπάρχουν πολλοί ατμοί εύφλεκτων ουσιών. Εννοείται ότι δεν επιτρέπεται *κανενός είδους παιχνίδι* ή ενόχληση των άλλων ασκουμένων και ασφαλώς αυτό δεν μπορεί να θεωρηθεί σωστή εργαστηριακή συμπεριφορά.

5 Πιστή τήρηση των οδηγιών

Οι οδηγίες που συνοδεύουν κάθε πειραματική διαδικασία έχουν προκύψει από τη μακρόχρονη εμπειρία πολλών ερευνητών. Πρέπει συνεχώς να ακολουθούνται πιστά και ν’ αποφεύγονται “*συντομεύσεις*” των διαδικασιών ή “*εμπνεύσεις της στιγμής*” που συνήθως δεν αποδίδουν αλλά και μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα στους γείτονες.

Φυσικά, αν πρέπει λόγω ανυπέροβλητων εμποδίων ή απροσδόκητων εξελίξεων, π.χ. διακοπή ρεύματος ή νερού, έλλειψη ή καταστροφή κά-

ποιου αντιδραστηρίου, να γίνει τροποποίηση της πειραματικής διαδικασίας αυτό ρυθμίζεται από τον υπεύθυνο του εργαστηρίου σε συνεργασία με τον υπεύθυνο του παρασκευαστηρίου.

6 Επισήμανση προβλημάτων

Πολύ χρήσιμη και ουσιαστική είναι η συνήθεια ν' αναφέρεται στον υπεύθυνο της άσκησης, κάθε πρόβλημα σχετικά με τη λειτουργία των οργάνων ή την παροχή νερού, αερίου, ηλεκτρικού ρεύματος ή τέλος την ύπαρξη και την ποιότητα κάποιου από τ' απαιτούμενα αντιδραστήρια. Επίσης, επιβάλλεται η άμεση επισήμανση διαρροής χημικών ουσιών καθώς και οποιουδήποτε ατυχήματος, όπως σπάσιμο γυάλινων σκευών, προκειμένου να καθαρισθεί άμεσα ο χώρος από την επικίνδυνη παρουσία τους.

7 Γενικότερη προσοχή.

Επειδή κανένας δεν είναι μόνος του στο εργαστήριο και η ασφάλεια είναι υπόθεση όλων, καλό είναι να ελέγχεται, εκτός των άλλων, και η εργαστηριακή συμπεριφορά των γειτόνων.

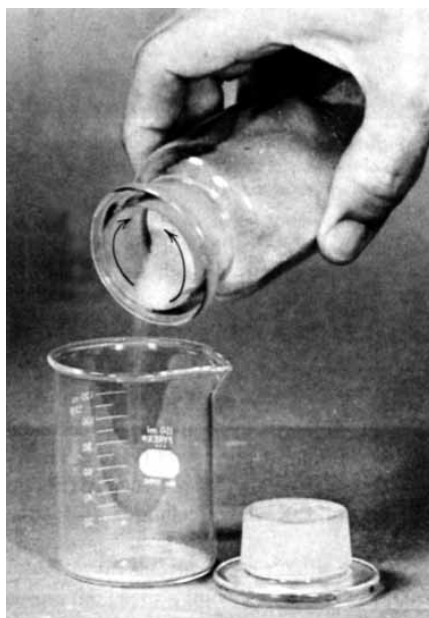
Z

Η ελαχιστοποίηση του χρόνου και της έκτασης της επαφής με τα χημικά αντιδραστήρια, που αναφέρθηκε ήδη, εξασφαλίζεται με την πιστή τήρηση μιας σειράς ενεργειών, όπως:

- 1 Άνοιγμα και κλείσιμο των δοχείων των αντιδραστηρίων με προσοχή (σχ. 1). Ειδικότερα επιβάλλεται το άμεσο κλείσιμο του δοχείου από το οποίο μόλις αφαιρέθηκε ουσία, επειδή ξένα σώματα μπορούν να μπουν σ' αυτό και κυρίως υγρασία, στην οποία πολλά αντιδραστήρια είναι ευαίσθητα. Επιπλέον, ανοιχτά δοχεία είναι πιθανόν να ανατραπούν και να χυθεί το περιεχόμενό τους.

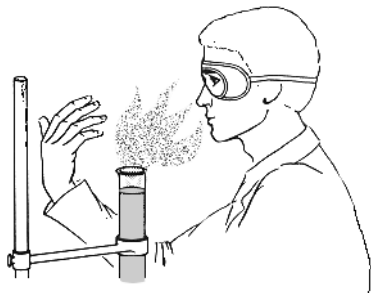
Σχήμα 1.

Σωστός τρόπος ανοίγματος δοχείου που περιέχει αντιδραστήριο και σωστός τρόπος τοποθέτησης του πώματος στον πάγκο. Τα βέλη υποδηλώνουν την περιστροφική κίνηση του δοχείου.



- 2 Τα αντιδραστήρια δεν εξετάζονται ποτέ οργανοληπτικά, δηλαδή δεν αναπνέονται και δεν καταπίνονται. Έτσι, αποφεύγονται οι δύο κύριες οδοί δηλητηρίασης από χημικά αντιδραστήρια, που είναι η αναπνοή και η κατάποσή τους. Εάν όμως συμβεί κάτι τέτοιο, τότε η ενδεδειγμένη λύση είναι η προσφυγή σε άμεση ιατρική παρακολούθηση.

Αν είναι απαραίτητο να διαπιστωθεί η οσμή ενός αντιδραστηρίου, τότε πάνω από το δοχείο που το περιέχει δημιουργείται με το ένα χέρι ρεύμα αέρα με κατεύθυνση το πρόσωπο του ασκούμενου, όπως φαίνεται στο σχ. 2.



Σχήμα 2.

Σωστός τρόπος ανίχνευσης της οσμής ενός πτητικού σώματος.

- 3 Υπάρχει περίπτωση ορισμένα χημικά αντιδραστήρια ν' απορροφηθούν από το δέρμα και να προκαλέσουν προβλήματα στην υγεία. Η απορρόφηση από το δέρμα αποτελεί άλλωστε τον τρίτο δρόμο εισόδου μιας χημικής ουσίας στον οργανισμό. Σ' αυτές τις περιπτώσεις συνιστάται η χρησιμοποίηση ειδικών γαντιών.
- 4 Τα αραιά διαλύματα ουσιών, όταν είναι σε υψηλή θερμοκρασία, διατηρούνται στο χώρο εργασίας μέχρις ότου αποκτήσουν τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Κατόπιν, εάν επιτρέπεται, αποχύνονται στο νεροχύτη με ταυτόχρονη παροχή ισχυρού ρεύματος νερού της βρύσης. Τα πυκνά διαλύματα ή τα διαλύματα τοξικών ουσιών, απορρίπτονται με τρόπο που υποδεικνύεται από τον υπεύθυνο της άσκησης.
- 5 Στερεά σώματα, ιδιαίτερα όταν έχουν συγκεντρωθεί σε ηθμό, ποτέ δεν απορρίπτονται στο νεροχύτη, αλλά σε ειδικά δοχεία απορριμμάτων.
- 6 Στις περιπτώσεις που χρησιμοποιούνται υδραργυρικά θερμοόμετρα πρέπει να λαμβάνεται ειδική μέριμνα για να μη σπάσουν, επειδή ο τοξικός υδράργυρος που περιέχουν σχηματίζει μικρές σφαίρες που διασκορπίζονται παντού και είναι ιδιαίτερα δύσκολο να συγκεντρωθεί σε ένα σημείο και να αδρανοποιηθεί.
- 7 Σε ορισμένα πειράματα είναι απαραίτητο να γίνει εργασία στον απαγωγό. Εννοείται ότι, στην περίπτωση αυτή, τα σώματα που είναι πτητι-

κά ή εύφλεκτα ή τοξικά, παραμένουν και χρησιμοποιούνται μέσα στο χώρο του απαγωγού, ενώ το πρόσωπο του ασκούμενου βρίσκεται έξω από το χώρο αυτό (σχήμα 3).



Σχήμα 3.

Σωστός τρόπος πραγματοποίησης εργασίας στον απαγωγό.

- n** Η επιφάνεια εργασίας στον πάγκο πρέπει να διατηρείται καθαρή κατά τη διάρκεια του πειράματος και οπωσδήποτε να καθαρίζεται με επιμέλεια μετά το τέλος της πειραματικής εργασίας. Ο καθαρισμός αυτός είναι καλό να γίνεται καταρχήν με βρεγμένο σφουγγάρι και στη συνέχεια με στεγνό χαρτί κουζίνας. Αντίστοιχη επιμέλεια χρειάζεται για την καθαριότητα του χώρου του απαγωγού, καθώς επίσης και του χώρου όπου βρίσκονται οι φιάλες των αντιδραστηρίων και οι ζυγοί.
- θ** Όλα τα γυάλινα σκεύη που χρησιμοποιούνται σ' ένα πείραμα, καθαρίζονται πριν τοποθετηθούν και πάλι μέσα στο συρτάρι του πάγκου. Ο καθαρισμός των ηλεκτρικών οργάνων που χρησιμοποιούνται, γίνεται πάντοτε σύμφωνα με τις υποδείξεις του υπεύθυνου.
- ι** Ποτέ και για κανένα απολύτως λόγο δεν αφήνεται μια πειραματική διαδικασία να προχωρεί μόνη της και χωρίς να παρακολουθείται. Ιδιαίτερα οι διαδικασίες θέρμανσης δεν αφήνονται στην τύχη τους, γιατί συνήθως αποτελούν παράδειγμα εφαρμογής του λεγόμενου νόμου του Μέρφου (δες παράρτημα).

Είναι γνωστό ότι ο λύχνος Bunsen που συνήθως χρησιμοποιείται για τη θέρμανση, τροφοδοτείται με καύσιμο αέριο. Παρά την ύπαρξη όμως

συστημάτων ασφαλείας, είναι πιθανόν να συμβεί αναρρόφηση της φλόγας και να δημιουργηθεί έκρηξη.

Κάτι που δεν πρέπει να παραβλέψει κανείς είναι ότι, και οι πιο “απλές” συσκευές μπορεί να προξενήσουν ατυχήματα. Για παράδειγμα, τα τυπικά απλά θερμαντικά σώματα μπορεί να ξεχασθούν συνδεδεμένα στην παροχή ρεύματος και να προκαλέσουν εγκαύματα σ’ οποιοδήποτε απρόσεκτο τα ακουμπήσει χωρίς να ελέγξει προηγούμενα την κατάστασή τους.

ια Κατά τη θέρμανση ουσιών μέσα σε σωλήνα και πάνω από γυμνή φλόγα, πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα ώστε ο σωλήνας να μη κατευθύνεται στο πρόσωπο κανενός που βρίσκεται στο χώρο του εργαστηρίου. Η θέρμανση πρέπει να γίνεται κατά το δυνατόν ομοιόμορφα, με ανακίνηση του σωλήνα περιμετρικά στον κώνο της φλόγας.

ιβ Τέλος, υπάρχουν αρκετοί συνδυασμοί μεταξύ χημικών ουσιών που θα πρέπει ν’ αποφεύγονται επειδή το αποτέλεσμα της αντίδρασής τους μπορεί να είναι είτε τοξικό είτε απλώς ερεθιστικό για τον άνθρωπο.

Στο παράρτημα δίνονται τα σύμβολα που δείχνουν την επικινδυνότητα κάποιων χημικών ουσιών και βρίσκονται στις ετικέτες των φιαλών των χημικών αντιδραστηρίων.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ Εάν, παρόλη την προσοχή, συμβεί κάποιο ατύχημα, η αντίδραση



πρέπει να είναι άμεση αλλά χωρίς πανικό.

Εάν έχει συμβεί κάψιμο, τότε σε άμεση συνεννόηση με τον υπεύθυνο γίνεται χρήση των κατάλληλων αλοιφών που βρίσκονται στο φαρμακείο του εργαστηρίου.

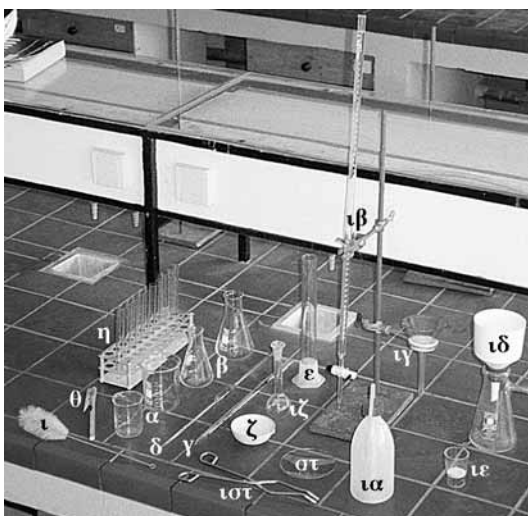
Εάν έχει συμβεί κόψιμο ή έχει πέχει αντιδραστήριο στο δέρμα, γίνονται επανειλημμένες πλύσεις με άφθονο νερό και κατόπιν το τραύμα δένεται και η περιοχή που προσβλήθηκε πλένεται με αραιό διάλυμα οξέος ή βάσεος που βρίσκεται στο φαρμακείο (εφόσον το χημικό αντιδραστήριο που προσέβαλε το δέρμα ήταν βασικό ή όξινο αντίστοιχα).

Τέλος, αν έχουν προσβληθεί τα μάτια, ξεπλένονται πολλές φορές με τη χρήση των κατάλληλων πλυντρίδων.

Σε κάθε περίπτωση που το ατύχημα είναι σοβαρό, επιβάλλεται η ταχύτερη δυνατή παρέμβαση ιατρού και η άμεση ιατρική παρακολούθηση.

● ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ

Η χρήση των γυάλινων οργάνων γίνεται πάντοτε με προσοχή, ιδιαίτερα, επειδή μπορεί να σπάσουν κατά τη διάρκεια της θέρμανσής τους ή της μεταφοράς τους. Φυσικά, πρέπει να χρησιμοποιούνται με προσοχή, ακόμη και όταν δεν πρόκειται να θερμανθούν. Ένα σύνολο από απλά όργανα, γυάλινα και μη, που χρησιμοποιούνται στα διάφορα πειράματα παρουσιάζονται στο σχήμα 4. Η τοποθέτηση των γυάλινων οργάνων στην επιφάνεια του πάγκου εργασίας πρέπει να γίνεται πάντοτε με προσοχή. Σκευή όπως ο ογκομετρικός κύλινδρος και τα σιφώνια δεν πρέπει να τοποθετούνται στην άκρη του πάγκου, γιατί εκεί μπορεί εύκολα να παρασυρθούν και ν' ανατραπούν με ενδεχόμενο να σπάσουν.



Σχήμα 4.

Βασικά όργανα εργαστηρίου.

- α) ποτήρι ζέσεως, β) κωνική φιάλη, γ) σιφώνιο μετρήσεως, δ) σιφώνιο πληρώσεως, ε) ογκομετρικός κύλινδρος, στ) ύαλος ωρολογίου, ζ) κάβα πορσελάνης, η) στήριγμα δοκιμαστικών σωλήνων, θ) λαβίδα δοκιμαστικών σωλήνων, ι) ψήκτρα, ια) πλαστικός υδροβολέας, ιβ) προχοΐδα με το στήριγμά της, ιγ) μεταλλικός δακτύλιος, ιδ) ηθμός διήθησης Buchner, ιε) ηθμός διήθησης Gooch, ιστ) πυράγρα, ιζ) ογκομετρική φιάλη

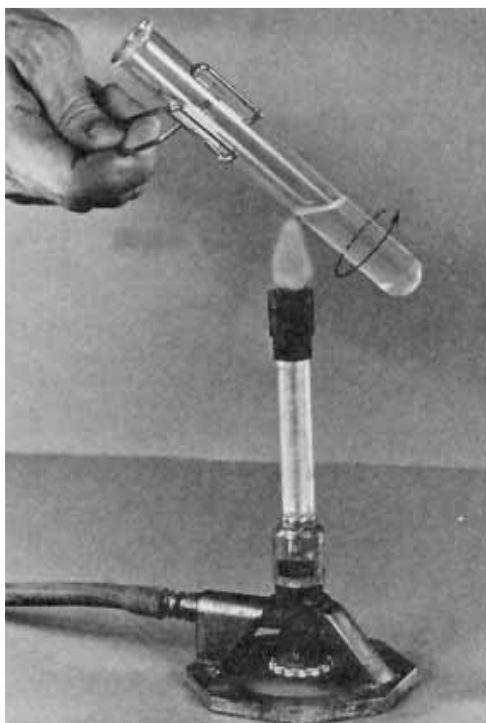
Στο σχήμα 5 παρουσιάζεται μια λογική και ασφαλής τοποθέτηση των σκευών στο συρτάρι, όπου *α π α ρ α ί τ η τ α* συγκεντρώνονται μετά το τέλος της πειραματικής εργασίας.

- Τα **ποτήρια ζέσεως** και οι κωνικές φιάλες, είναι κατασκευασμένα από θερμοάντοχο γυαλί (Pyrex) που έχει μικρό συντελεστή διαστολής, και γ' αυτό δεν



Σχήμα 5. Τοποθέτηση των οργάνων στο συρτάρι με τακτικό και ασφαλή τρόπο.

ραγίζουν κατά τη μετακίνησή τους από θερμό σε ψυχρό περιβάλλον και αντίστροφα. Εννοείται ότι η μετακίνηση αυτή γίνεται με προσοχή προκειμένου να μη σπάσει το σκεύος από άλλου είδους απρόσεκτη χρήση. Η μεταφορά των σκευών αυτών γίνεται με τη βοήθεια της πυράγρας, όπως φαίνεται στο σχήμα 6.



Σχήμα 6.

Χρήση της πυράγρας για τη μεταφορά γυάλινου σκεύους στο χώρο θέρμανσης. Το ένθετο βέλος υποδεικνύει ότι ο σωλήνας περιστρέφεται διαρκώς, κατά τη διάρκεια της θέρμανσης

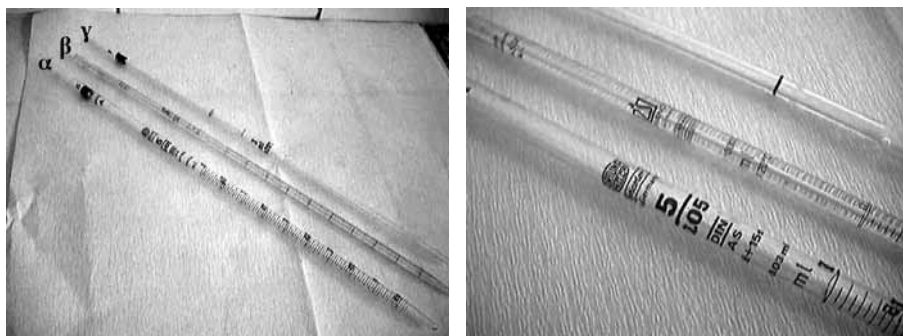


Τα ποτήρια και οι κωνικές φιάλες έχουν προσεγγιστικές ενδείξεις σε κυβικά εκατοστά, αλλά **ποτέ** δεν χρησιμοποιούνται για την ακριβή μέτρηση όγκου.

Για τη μέτρηση όγκου, ανάλογα με την ακρίβεια που απαιτείται, χρησιμοποιούνται είτε ογκομετρικός κύλινδρος είτε κάποιο είδος σιφώνιου.

● Ο **ογκομετρικός κύλινδρος** είναι βαθμολογημένος σε κυβικά εκατοστά, συνήθως από 0 μέχρι 100 και με βαθμολογήσεις κάθε ένα ή δύο κυβικά εκατοστά. Έτσι, η ακρίβεια μέτρησης όγκου με τον κύλινδρο είναι της τάξης του ενός κυβικού εκατοστού.

Τα σιφώνια διακρίνονται σε **μετρήσεως** και **πληρώσεως**. Το σιφώνιο μετρήσεως (ή αριθμημένο σιφώνιο) δίνει μεγαλύτερη ακρίβεια μέτρησης όγκου από τον κύλινδρο. Αυτό που συνήθως χρησιμοποιείται στα εργαστήρια είναι χωρητικότητας 10 κυβικών εκατοστών και φέρει ενδείξεις κάθε 0,1 κυβικό εκατοστό. Υπάρχουν σιφώνια μετρήσεως με μεγάλη ποικιλία χωρητικότητας, από 0,1 μέχρι και 50 κυβικά εκατοστά. Έτσι, η ακρίβεια της μέτρησης όγκου με σιφώνιο, καθώς και ο μέγιστος όγκος που μπορεί να μετρηθεί μ' αυτό, εμφανίζει αρκετό εύρος.



Σχήμα 7. Σιφώνια μετρήσεως συνολικού όγκου α) 5 ml, β) 0,2 ml και σιφώνιο πληρώσεως γ) συνολικού όγκου 3 ml. Στο σιφώνιο πληρώσεως δεν αναφέρεται ακρίβεια σε αντίθεση με τα σιφώνια μετρήσεως. Στα σιφώνια μετρήσεως είναι εμφανείς οι γραμμές που βοηθούν στη μέτρηση του όγκου.

Το σιφώνιο πληρώσεως χρησιμοποιείται για την παραλαβή, με πολύ μεγάλη ακρίβεια, συγκεκριμένου όγκου διαλύματος. Ο όγκος είναι ακριβώς αυτός που δηλώνει ο κατασκευαστής του οργάνου και για τα πειράματα του εργαστηρίου είναι συνήθως 10 κυβικά εκατοστά. Για να ληφθεί ο όγκος αυτός, πρέπει το υγρό να φθάσει μέχρι τη χαραγή που φέρει το σιφώνιο σε ορισμένο ση-

μείο, λίγο ψηλότερα από τη διεύθυνση που παρουσιάζει στο μέσον του.

Η προχοΐδα είναι κι αυτή όργανο μέτρησης όγκου και μάλιστα μοιάζει πολύ με το σιφώνιο μετρήσεως. Επιπλέον, φέρει στη κάτω άκρη της στρόφιγγα για τη ρύθμιση της ροής του υγρού που περιέχει, είτε με μορφή ρεύματος, είτε κατά σταγόνες είτε τέλος για τη διακοπή της.

Πολύ μεγάλη σημασία έχει για τον ασκούμενο η ακριβής ανάγνωση της ένδειξης ενός οργάνου μέτρησης όγκου. Συνήθως τα υγρά δημιουργούν, μέσα στους σωλήνες των σιφωνίων ή της προχοΐδας, μηνίσκους. Η μάζα του διαλύματος που βρίσκεται στα άκρα του μηνίσκου είναι πάρα πολύ μικρή. Φυσικά, λόγω της διαφοράς μεταξύ δυνάμεων συναφείας και συνοχής, που βοηθούν στη δημιουργία του μηνίσκου, υπάρχει πολύ μεγάλη πιθανότητα η μάζα αυτή να παραμείνει στο σωλήνα και μετά το άδειασμα του διαλύματος. Έτσι, ένα καλό μέτρο προσδιορισμού του όγκου του υγρού στο σωλήνα (του κυλίνδρου, του σιφωνίου ή της προχοΐδας) είναι η θέση της βάσης του μηνίσκου που σχηματίζεται. Για τον προσδιορισμό αυτό πρέπει το βλέμα του χρήστη του οργάνου να βρίσκεται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο με την εφαπτόμενη στη βάση του μηνίσκου (σχήμα 8).



Σχήμα 8.

Χρήση σιφωνίου και ανάγνωση της θέσης του υγρού σ' αυτό.

Για τον προσδιορισμό της εφαπτόμενης αυτής χρησιμοποιούνται οι ενδείξεις των οργάνων, που δεν είναι απλές γραμμές μικρού μήκους αλλά καλύπτουν μεγάλο μέρος της επιφάνειας του οργάνου. Με τον τρόπο αυτό η γραμμή που βρίσκεται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο με την ιδεατή ευθεία από το μάτι του παρατηρητή, φαίνεται πραγματικά ως μια οριζόντια γραμμή, ενώ σε κάθε

άλλη περίπτωση φαίνεται ως τμήμα έλλειψης. Συχνά το σύστημα διάλυμα-σωλήνας συμπεριφέρεται σαν φακός και το αποτέλεσμα είναι να μη γίνεται απόλυτα ξεκάθαρη η θέση του μηνίσκου. Γι' αυτό καλό είναι να τοποθετείται πίσω από το σωλήνα κάποιο μικρό σώμα σκούρου χρώματος (συνιστάται μια μαύρη ταινία σε κομάτι άσπρου χαρτιού) ώστε να γίνει πιο σαφής η θέση αυτή.

● Η **προχοΐδα** χρησιμοποιείται σε ορισμένα πειράματα, όπου το περιεχόμενό της έρχεται σε αντίδραση με το περιεχόμενο μιας κωνικής φιάλης. Στις αντιδράσεις αυτές πρέπει να εξασφαλισθεί η ομοιογένεια του τελικού διαλύματος καθώς και η συνεχής ροή του ενός διαλύματος στο άλλο. Για το λόγο αυτό, πρέπει να γίνεται σωστή χρήση της στρόφιγγας της προχοΐδας. Η ανάμειξη του διαλύματος της κωνικής με το προστιθέμενο από την προχοΐδα διάλυμα γίνεται με συνεχή ανάδευση (με ήπιες παλινδρομικές κινήσεις) της κωνικής φιάλης με το ένα χέρι. Η προσθήκη κατά σταγόνες του διαλύματος της προχοΐδας γίνεται με τον έλεγχο της στρόφιγγάς της με το άλλο χέρι. Η λαβή του χεριού αυτού στην προχοΐδα είναι τέτοια που επιτρέπει την περιστροφή της στρόφιγγας με τη μικρότερη δυνατή μυική κίνηση.



Σχήμα 9

Διάταξη εκτέλεσης εργασίας με προχοΐδα. Παρουσιάζεται η σχετική τοποθέτηση των οργάνων και η θέση του εκτελούντος το πείραμα.

Η διακοπή της προσθήκης διαλύματος από την προχοΐδα συνδέεται συνήθως με την εμφάνιση ή την εξαφάνιση κάποιου χρώματος ή ιζήματος στην κω-

νική φιάλη όπου γίνεται η αντίδραση. Πρέπει συνεπώς ν' αποφευχθεί η προσθήκη επιπλέον ποσότητας διαλύματος από την προχοΐδα. Στο σώμα της στρόφιγγας υπάρχει μόνο ένα διαμπερές άνοιγμα που επιτρέπει τη ροή του διαλύματος, και αρκεί μια μικρή μετατόπισή του για να σταματήσει η ροή αυτή. Δεν είναι δηλαδή ανάγκη η στρόφιγγα να περιστραφεί κατά 90 μοίρες. Γι' αυτό η διακοπή της προσθήκης πρέπει να γίνει ακαριαία με το γύρισμα της στρόφιγγας και ακριβώς στο σημείο όπου η αντίδραση μόλις έχει ολοκληρωθεί.

Καλό είναι, πάντοτε να βρίσκεται, κάτω από την κωνική φιάλη, ένα λευκό υπόβαθρο, συνήθως χαρτί, για να γίνονται άμεσα αντιληπτές από τον ασκούμενο οι αλλαγές χρώματος στο διάλυμα.

● Η **γυάλινη ράβδος** είναι, από άποψη κατασκευής, το πιο απλό όργανο, έχει όμως μεγάλη σημασία η σωστή χρήση της. Χρησιμοποιείται συνήθως για ν' αναμειχθούν καλά δύο διαλύματα με ήπια ανάδευση ή στη διαδικασία θέρμανσης κάποιων διαλυμάτων. Επίσης, η χρήση της είναι ουσιαστική κατά τη μετάγγιση, του συνόλου ή μέρους ενός διαλύματος, από ένα δοχείο (ποτήρι ή κωνική φιάλη) σε άλλο. Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιείται, κατά κάποιο τρόπο, ως "οδηγός" μεταφοράς. Η ράβδος προσαρμόζεται στο χείλος του σκεύους που περιέχει το διάλυμα ενώ η μια άκρη της εφάπτεται με τα εσωτερικά τοιχώματα του υποδοχέα. Με τον τρόπο αυτό, ούτε σταγόνες από το χείλος του πρώτου δοχείου χάνονται, ούτε σταγόνες του διαλύματος αναπηδούν στον υποδοχέα (ιδιαίτερα όταν αυτός είναι ποτήρι ή φιάλη με ευρύ στόμιο), με κίνδυνο να καταλήξουν στον πάγκο του εργαστηρίου.



Σχήμα 10.

Μεταφορά διαλύματος από δοχείο σε δοχείο με τη βοήθεια γυάλινης ράβδου.

● Ένα άλλο απλό σκεύος είναι ο **πλαστικός υδροβολέας**, που χρησιμοποιείται για την προσθήκη νερού σε κάποιο σκεύος (ποτήρι ή κωνική φιάλη) με σκοπό τη διάλυση ενός στερεού σώματος ή την αραιώση ενός διαλύματος. Η προσθήκη της απαραίτητης ποσότητας νερού γίνεται με μικρές διακοπόμενες πιέσεις στο σώμα του υδροβολέα.

Ο υδροβολέας γεμίζεται με απιονισμένο νερό από το δοχείο απιονισμένου νερού που βρίσκεται σε ορισμένο σημείο μέσα στην αίθουσα του εργαστηρίου. Το πώμα του υδροβολέα ανοίγεται μόνο για να γεμίσει με νερό από το δοχείο αυτό. Ο πλαστικός σωλήνας που βυθίζεται μέσα στον υδροβολέα κρατιέται από το ανώτερο τμήμα του, δηλαδή εκείνο που δεν πρόκειται στη συνέχεια να έρθει σ' επαφή με το νερό του υδροβολέα. Πρέπει να ληφθεί πρόνοια για την καλή εφαρμογή του πώματος (που πετυχαίνεται με περιστροφή του πώματος μέχρι του σημείου όπου το σύστημα παρουσιάζει αντίσταση στην παραπέρα περιστροφή), γιατί σε αντίθετη περίπτωση η πίεση που ασκείται στον υδροβολέα δεν προκαλεί εκτόξευση ρεύματος νερού από το στόμιό του.



Σε καμιά περίπτωση δεν παραλαμβάνεται νερό από τον υδροβολέα με σιφώνιο ή άλλο όργανο. Ο σωστός τρόπος είναι η προσθήκη νερού από τον υδροβολέα σε ποτήρι ή άλλο σκεύος και στη συνέχεια, αναρρόφησή του από εκεί με το σιφώνιο.

Η μεταφορά στερεών σωμάτων γίνεται με τη βοήθεια της “υάλου ωρολογίου”. Η ουσία, προωθείται στο ποτήρι ή την κωνική φιάλη όπου πρέπει να μεταφερθεί, σταδιακά με τη χρήση της γυάλινης ράβδου. Τα τελευταία μικρά ποσά ουσίας που πιθανόν έχουν προσκολληθεί στην επιφάνεια της υάλου, απομακρύνονται ρίχνοντας λίγο νερό από τον υδροβολέα, με τρόπο ώστε η ροή του νερού να οδηγείται μέσα στον υποδοχέα.

● Ο **λύχνος θέρμανσης Bunsen** ονομάζεται έτσι προς τιμήν του πρώτου κατασκευαστή του, Robert Bunsen (1811-1899). Είναι ένα σχετικά απλό όργανο που καίει κάποιο αέριο καύσιμο, αφού πρώτα αναμειχθεί με οξυγόνο (αυτό που περιέχεται στον ατμοσφαιρικό αέρα). Το αέριο διαβιβάζεται με ελαστικό σωλήνα στη βάση του λύχνου και η ροή του ρυθμίζεται με τη σχετική στρόφιγγα που βρίσκεται κοντά στο σημείο αυτό. Ακριβώς κάτω από το κυρίως σώμα του λύχνου υπάρχει μια κινητή μεταλλική ροδέλα, με τη μετακίνηση της οποίας ρυθμίζεται το ποσό του αέρα που αναμειγνύεται με το αέριο καύσιμο. Προφανώς, για να επιτευχθεί η καύση πρέπει να υπάρχει παροχή καυσίμου στο λύχνο καθώς και ορισμένη παροχή αέρα. Εάν δεν υπάρχει σημαντική ποσότητα αέρα δεν μπορεί να διατηρήσει την καύση, ενώ πολύ μεγάλη ποσότητά του, με-

τατρέπει το καύσιμο μείγμα σε “φτωχό” με αποτέλεσμα την αναστολή της καύσης. Για τη σωστή χρησιμοποίηση του λύχνου, πρέπει ν’ ακολουθηθούν τα εξής στάδια:

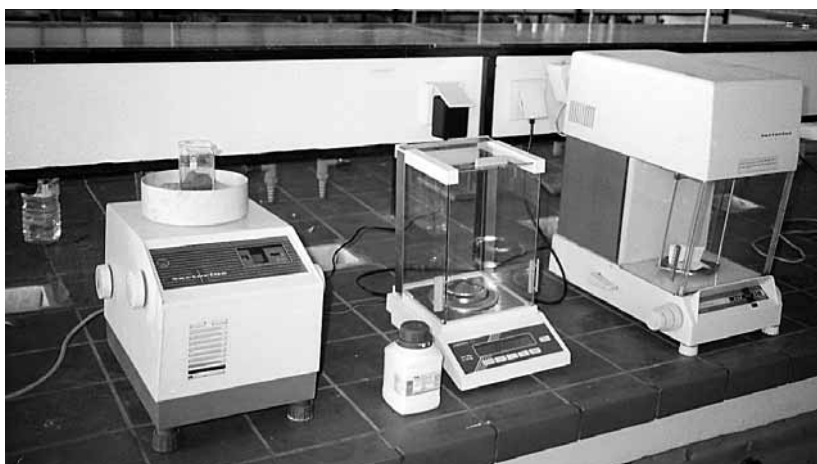
- α) Σύνδεση του λύχνου στην πλησιέστερη παροχή αερίου, εφόσον έχει προηγηθεί έλεγχος του ελαστικού σωλήνα για διαρροές καθώς και έλεγχος της ικανοποιητικής λειτουργίας της παροχής. Κλείσιμο της ροδέλας παροχής αέρα και της στρόφιγγας παροχής αερίου.
- β) Άνοιγμα της μόνιμης παροχής αερίου και κατόπιν άνοιγμα της στρόφιγγας ρύθμισης ροής του αερίου στο λύχνο.
- γ) Άναμα φωτιάς με σπίρτα ή αναπτήρα, στην ανώτερη άκρη του λύχνου. Εφόσον η μόνιμη παροχή έχει ελεγχθεί για την καλή της λειτουργία και δεν γίνει ανάφλεξη, τότε ανοίγει ακόμη περισσότερο η στρόφιγγα ροής του αερίου.
- δ) Άνοιγμα, σταδιακά και με προσοχή, της ροδέλας εισόδου του αέρα, μέχρις ότου το μείγμα αέρα - καυσίμου αποκτήσει την ιδανική αναλογία. Αυτό συμπεραίνεται από την εμφάνιση τουλάχιστον τριών διάκριτων κώνων στην περιοχή της φλόγας, από τους οποίους ο εξωτερικός είναι ιώδης και ο αμέσως επόμενος ανοιχτός κυανός.

● **Οι δοκιμαστικοί σωλήνες** είναι από τα πλέον χρησιμοποιούμενα και τα πλέον “αναλώσιμα” σκεύη του εργαστηρίου. Αυτό συμβαίνει γιατί σε ορισμένα πειράματα γίνονται μέσα σ’ αυτούς αντιδράσεις σύντηξης ή παρασκευής κολλωδών υλικών, που η παραλαβή τους μπορεί να γίνει μόνον αν σπάσει ο σωλήνας. Σε κάθε άλλη περίπτωση, οι δοκιμαστικοί σωλήνες πρέπει να διατηρούνται καθαροί και ακέραιοι. Έτσι, μετά το τέλος κάθε πειραματικής διαδικασίας πρέπει να καθαρίζονται με επιμέλεια, με νερό της βρύσης, να απομακρύνεται κάθε ίζημα ή πολυμερές προϊόν με τη βοήθεια της ψήκτρας και, αν αυτό δεν αποδειχθεί αρκετό, τότε χρησιμοποιείται, μαζί με την ψήκτρα και σαπωνοδιάλυμα ή διάλυμα απορρυπαντικού. Οι καθαροί σωλήνες, γεμίζονται με νερό της βρύσης και τοποθετούνται στο στήριγμά τους.

ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ

Μέτρηση μάζας

Η μέτρηση της μάζας, κυρίως όταν πρόκειται για στερεό σώμα, γίνεται με τη χρήση ζυγού. Η αρχή λειτουργίας του ζυγού βασίζεται στην αντιστάθμιση του βάρους που εφαρμόζεται στην άκρη μιας ελαφριάς μεταλλικής ράβδου. Η ράβδος στηρίζεται στη μέση της σε σταθερό αιχμηρό πρίσμα. Οι παλιότεροι ζυγοί λειτουργούσαν κυρίως με τη χρήση αντίβαρων συγκεκριμένου βάρους. Στους νεότερους ζυγούς υπάρχει η δυνατότητα να μεταβάλλει ο πειραματιζόμενος το αντίβαρο, κατά ορισμένα διακριτά ποσά, δηλαδή γραμμάρια, δέκατα, εκατοστά, χιλιοστά του γραμμαρίου κλπ. μέσα από αντίστοιχα κουμπιά. Τέλος, υπάρχουν και οι λεγόμενοι ψηφιακοί ζυγοί, όπου οι παραπάνω διαδικασίες γίνονται αυτόματα και στην οθόνη τους εμφανίζεται ψηφιακή ένδειξη με το βάρος του ζυγιζόμενου σώματος.



Σχήμα 11. Διάφορα είδη ζυγών που χρησιμοποιούνται στο εργαστήριο. Η ακρίβεια της μέτρησης ανξάνει (10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-6} g) και το όριο φόρτισης μειώνεται στην ομάδα αυτή των ζυγών, από αριστερά στα δεξιά.

Προφανώς ο χώρος όπου τοποθετείται η ουσία πρέπει να είναι και να παραμένει καθαρός. Αν κατά τη διάρκεια της ζύγισης πέσει ποσότητα της ουσίας στο δίσκο του ζυγού, πρέπει να σκουπιστεί αμέσως. Εάν η ουσία είναι υγρή, πρέπει οπωσδήποτε να ειδοποιηθεί και ο υπεύθυνος του εργαστηρίου για να φροντίσει για την άμεση απομάκρυνσή της.

Κάθε ζυγός είναι προορισμένος, από τον κατασκευαστή του, να έχει ορισμένα όρια αντοχής, δηλαδή να ζυγίζει μέχρι ένα ανώτατο όριο φόρτισης, ενώ αντίστοιχα έχει και όριο ακρίβειας. Στο εργαστήριο υπάρχουν ζυγοί με όρια φόρτισης 250, 100 και 50 γραμμάρια και ακρίβεια 0,001, 0,0001 και 0,000001 γραμμάρια αντίστοιχα. Εκτός από τους άλλους παράγοντες, αυτό που καθορίζει το είδος του ζυγού που πρέπει να χρησιμοποιηθεί, είναι και η ποσότητα της ουσίας που πρέπει να ζυγισθεί. Έτσι, αν πρέπει να ζυγισθεί ποσότητα 0,020 g δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ζυγός με ακρίβεια 0,01 g.

Κάθε ζυγός πρέπει να ελέγχεται για την καλή του λειτουργία τόσο πριν όσο και μετά τη χρήση του. Πρέπει να είναι και μηδενισμένος και ο χώρος υποδοχής του δείγματος σε οριζόντια θέση. Επίσης, αν στη διαδικασία έχει τοποθετηθεί αντίβαρο (tara), αυτό πρέπει να αφαιρεθεί πριν από το κλείσιμο του ζυγού με το μηδενισμό του, για να μη παραμείνει με το αντίβαρο και καταπονηθεί η ράβδος μέτρησης και το πρίσμα στήριξης.

Μέτρηση όγκου

Η μέτρηση όγκου γίνεται με τη χρήση των σχετικών οργάνων. Ο τρόπος της μέτρησης έχει ήδη περιγραφεί. Για να γίνει όμως η μέτρηση πρέπει το υγρό να μεταφερθεί μέσα στο συγκεκριμένο όργανο. Αν αυτό είναι ογκομετρικός κύλινδρος, γίνεται μεταφορά υγρού από το δοχείο όπου περιέχεται, με τη βοήθεια της γυάλινης ράβδου. Αν το δοχείο όπου περιέχεται το υγρό είναι ογκώδες, τότε αποχύνεται ποσότητα του υγρού σε ποτήρι ζέσεως ή άλλο μικρότερο σκεύος και από εκεί πλέον μεταφέρεται στον κύλινδρο.

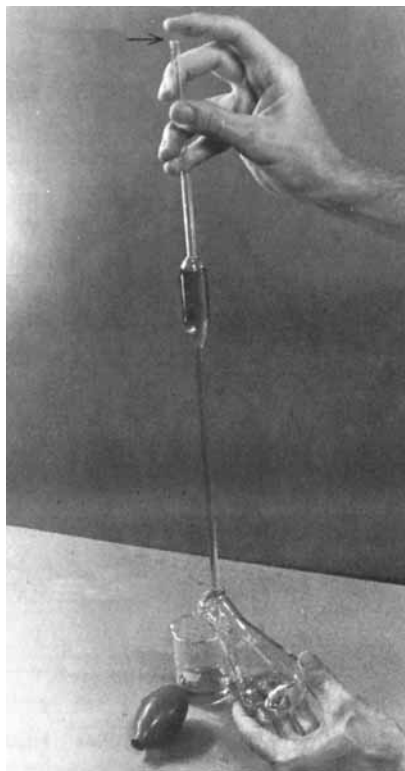
ΠΡΟΣΟΧΗ! Ποτέ δεν θα επιστραφεί στο αρχικό δοχείο ποσότητα του υγρού που τελικά περίσσεψε είτε στον ογκομετρικό κύλινδρο, είτε σε ποτήρι ζέσεως. Η ποσότητα αυτή θα διατεθεί είτε κατά τρόπο που θα υποδειχθεί από τον υπεύθυνο του εργαστηρίου, είτε όπως προβλέπεται από την πειραματική διαδικασία.



Στις μετρήσεις όγκου είναι προφανές ότι πρέπει ν' αποφεύγεται ο σχηματισμός φυσαλίδων αέρα μέσα στο στέλεχος των οργάνων, γιατί αυτό επηρεάζει

την αξιοπιστία της μέτρησης. Για το λόγο αυτό, τα όργανα μέτρησης όγκου πρέπει να καθαρίζονται επιμελώς πριν τη χρήση τους και να ελέγχονται για την ύπαρξη φυσαλίδων όταν έχουν πληρωθεί με το υγρό. Επίσης, αν πρόκειται να μετρηθεί υγρό ορισμένης περιεκτικότητας, τότε επιβάλλεται η έκπλυση του οργάνου 2-3 φορές με μικρή ποσότητα του διαλύματος, ώστε τυχόν υπολείμματα νερού από την προηγούμενη πλύση του, να μη επηρεάσουν τη συγκέντρωση του διαλύματος.

Χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή στη χρήση σιφωνίων. Ποτέ δεν επιχειρείται να μεταφερθεί όλη η ποσότητα του διαλύματος στο δοχείο υποδοχής, φυσώντας στο ανώτερο άκρο του σιφωνίου. Οι δυνάμεις συναφείας θα διατηρήσουν στο κάτω άκρο του σιφωνίου ποσότητα του διαλύματος, η οποία όμως είναι υπολογισμένη από τον κατασκευαστή του οργάνου (εννοείται, για υγρά με κανονικό ιξώδες). Κατά τη μεταφορά του διαλύματος από το σιφώνιο στο δοχείο υποδοχής, το άκρο του σιφωνίου και πάλι ακουμπά στα τοιχώματα του δοχείου.



Σχήμα 12.

Σωστός τρόπος χρήσης του σιφωνίου για τη μεταφορά ποσότητας υγρού σε ένα δοχείο.

Υπολογισμός συγκεντρώσεως

Ο υπολογισμός της συγκέντρωσης ενός διαλύματος γίνεται από τον πειραματιζόμενο σε οποιοδήποτε στάδιο που προβλέπεται από το πείραμα. Χρήσιμη είναι η υπενθύμιση, στο σημείο αυτό, των διαφόρων τρόπων έκφρασης της συγκέντρωσης ενός διαλύματος.

Βάρος κατά βάρος στα εκατό (%κ.β., % w/w). Γραμμάρια της διαλυμένης ουσίας σε 100 g διαλύματος. Έτσι, διάλυμα που αποτελείται από 30 g αιθανόλη και 70 g νερό είναι 30%κ.β. σε αιθανόλη.

Βάρος κατ' όγκο στα εκατό (% κ.ο., % w/v). Γραμμάρια της διαλυμένης ουσίας σε 100 ml διαλύματος. Έτσι, διάλυμα που περιέχει 10 g χλωριούχο νάτριο σε όγκο 100 ml είναι 10% κ.ο.

Μοριακότητα κατά βάρος (molality, m). Γραμμομόρια διαλυμένης ουσίας σε 1000 g διαλύτη. Το παραπάνω διάλυμα χλωριούχου νατρίου, αν υποθεθεί ότι με την προσθήκη του στερεού στο νερό δεν μεταβάλλεται ο όγκος του, είναι περιεκτικότητας 10 g/100 ml ή, το ίδιο 100 g/ 1000 ml. Εάν υποθεθεί ότι η πυκνότητα του νερού είναι $1 \text{ g}\cdot\text{ml}^{-1}$, αυτό θα είναι ισοδύναμο με 100 g / 1000 g νερού. Επειδή το Μ.Β. του χλωριούχου νατρίου είναι $58,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, η συγκέντρωση του διαλύματος είναι $100/58,5 = 1,71 \text{ mol}/1000 \text{ g}$ νερού ή 1,71 m.

Μοριακότητα κατ' όγκο (Molarity, M). Γραμμομόρια διαλυμένης ουσίας σε 1 λίτρο διαλύματος. Το προηγούμενο διάλυμα αιθανόλης 30% κ.β. είναι ίσο με 30 g/ 100 ml, με την προϋπόθεση ότι η πυκνότητά του δεν διαφέρει από τη μονάδα. Αυτό εκφράζεται ισοδύναμα ως 300 g/ 1000 ml και επειδή το Μ.Β. της αιθανόλης είναι $46,07 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, η συγκέντρωση του διαλύματος είναι $300/46,07 = 6,51 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$ ή 6,51 M.

Κανονικότητα (Normality, N). Περιεκτικότητα σε ισοδύναμα διαλυμένης ουσίας ανά λίτρο διαλύματος. Χρειάζεται προσοχή στον προσδιορισμό του ισοδυναμίου των ουσιών που παίρνουν μέρος σε οξειδοαναγωγικές δράσεις.

Μέρη ανά εκατομμύριο (parts per million, ppm). Είναι μονάδα συγκέντρωσης για πολύ αραιά διαλύματα. Αναφέρεται στην παρουσία 1 μέρους βάρους της διαλυμένης ουσίας σε 1.000.000 μέρη βάρους διαλύματος. Εφόσον το διάλυμα είναι υδατικό, μπορεί να θεωρηθεί ότι η πυκνότητά του είναι κατά προσέγγιση ίση με τη μονάδα και το ppm μπορεί να θεωρηθεί ως 1 g διαλυμένης ουσίας σε 1.000.000 ml διαλύματος, ή αντίστοιχα ως $1 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$.

Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται στην περίπτωση που επιβάλλεται η αραιώση ενός διαλύματος. Η συνήθης πρακτική είναι να γίνονται διαδοχικές αραιώσεις.

Αν, π.χ. πρέπει να παρασκευασθεί διάλυμα $\text{NaOH } 1 \times 10^{-5} \text{ N}$ από διάλυμα που έχει συγκέντρωση 1 N, τότε γίνεται αραιώση ενός ml από το αρχικό διάλυμα σε 10 ml με νερό για να προκύψει διάλυμα $1 \times 10^{-1} \text{ N}$. Ακολουθεί αραιώση 1 ml του νέου διαλύματος σε 10 ml με νερό για να προκύψει διάλυμα $1 \times 10^{-2} \text{ N}$ κ.ο.κ. μέχρις ότου επιτευχθεί η τελική συγκέντρωση. Βέβαια, όσο το διάλυμα γίνεται αραιότερο, τόσο πιο δύσκολο είναι να επιτευχθεί η ιδανική κατάσταση ομοιογένειας και κατά συνέπεια εισάγεται στη διαδικασία όλο και σημαντικότερο σφάλμα.

Μια άλλη σχετική διαδικασία είναι η παρασκευή του τελικού διαλύματος με απευθείας αραιώση, όμως αυτό δεν είναι πάντοτε απλό. Αν για παράδειγμα χρειάζονται 100 ml του παραπάνω τελικού διαλύματος, θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν 10^{-3} ml του αρχικού διαλύματος συγκέντρωσης 1 N. Ο μικρός

αυτός όγκος δεν είναι καθόλου εύκολο να μετρηθεί με ικανοποιητική αξιοπιστία επειδή χρειάζεται οργανο ακρίβειας περίπου 10^{-5} ml.

Επειδή δεν είναι πάντοτε δυνατό να βρεθούν τα κατάλληλα σιφώνια, παρόλο που υπάρχουν τα μικροσιφώνια που μπορούν να μετρήσουν με ακρίβεια τέτοιους όγκους, στην πράξη εφαρμόζεται συνήθως, μια μέση διαδικασία. Για παράδειγμα, στην παραπάνω περίπτωση γίνεται αραιώση από διάλυμα 1 N σε 10^{-2} N και από εκεί σε 10^{-4} N για να καταλήξει το διάλυμα στην τελική επιθυμητή συγκέντρωση.

Για την επιτυχή αραιώση διαλυμάτων χρησιμοποιούνται συνήθως φιάλες ογκομετρικές, που μοιάζουν στον τρόπο χρήσης τους με τα σιφώνια πληρώσεως, φέρουν δηλαδή στο “λαιμό τους” μια χαραγή. Η πλήρωσή της φιάλης ακριβώς μέχρι τη χαραγή εξασφαλίζει την παρασκευή διαλύματος με ακρίβεια που εγγυάται ο κατασκευαστής. Υπάρχουν ογκομετρικές φιάλες σε όγκο από 5 λίτρα μέχρι και 1 κυβικό εκατοστό.

Εννοείται ότι για όλες τις περιπτώσεις αραιώσεων εφαρμόζεται η σχέση:

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

όπου C_1 , C_2 η αρχική και η τελική συγκέντρωση του διαλύματος (σε όποιες μονάδες κι αν μετρείται) και V_1 , V_2 ο αρχικός (απαιτούμενος) και ο τελικός όγκος (δηλαδή ο όγκος της φιάλης μέχρι τη χαραγή).

Μεγέθη και μονάδες μέτρησης

Σε όλες τις μετρήσεις που εξετάστηκαν, γίνεται αναφορά σε κάποια μεγέθη (μήκος, όγκος, μάζα κ.λ.π.) και στις μονάδες μέτρησής τους. Σήμερα όλα αυτά έχουν συγκεντρωθεί σε ένα συνεπές σύστημα μονάδων που χρησιμοποιείται παγκόσμια, αποκαλείται Διεθνές Σύστημα (Système Internationale, S.I.). Αυτό αποτελείται από ορισμένα βασικά και αρκετά παράγωγα μεγέθη. Στον παρακάτω πίνακα δίνονται οι μονάδες για τα πιο κοινά από τα μεγέθη αυτά:

Μέγεθος	Μονάδα	Σύμβολο
Μάζα	χιλιόγραμμα (kilogram)	kg
Μήκος	μέτρο (meter)	m
Χρόνος	δευτερόλεπτο (second)	s
Θερμοκρασία	βαθμός κλίμακας Κέλβιν (Kelvin)	K
Ποσότητα ουσίας	γραμμομόριο (mol)	mol
Ένταση ακτινοβολίας	κηρίον (candela)	cd
Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος	αμπέρ (Ampère)	A

Μέγεθος	Μονάδα	Σύμβολο
Ενέργεια	Τζάουλ (Joule)	J
Ηλεκτρικό φορτίο	Κουλόμπ (Coulomb)	C (A·s)
Ισχύς	Βατ (Watt)	W (J·s ⁻¹)
Δυναμικό	Βολτ (Volt)	V (W·A ⁻¹)
Συχνότητα	Χέρτζ (Hertz)	Hz (s ⁻¹)
Αντίσταση	Ωμ (Ohm)	Ω (V·A ⁻¹)

Θέρμανση διαλύματος

Πολλές φορές, για να γίνει μια αντίδραση ή προκειμένου να διαλυθεί μια ουσία χρειάζεται η θέρμανση ενός υγρού. Το είδος της θέρμανσης που εφαρμόζεται εξαρτάται από το είδος του διαλύτη και της διαλυμένης ουσίας καθώς και από την επιδιωκόμενη αντίδραση. Όταν ο διαλύτης είναι υγρό πτητικό και εύφλεκτο, η θέρμανση πρέπει να είναι ήπια και να αποφεύγεται η χρήση γυμνής φλόγας. Στις περιπτώσεις αυτές χρησιμοποιείται είτε θερμοαντικό σώμα, είτε ατμόλουτρο. Αν η θέρμανση πρέπει να γίνει σε υψηλή θερμοκρασία, τότε χρησιμοποιείται ελαιόλουτρο ή αμμόλουτρο. Όταν ο διαλύτης δεν είναι πολύ πτητικός και συνάμα δεν είναι εύφλεκτος, η θέρμανση, όπως έχει ήδη αναφερθεί, μπορεί να γίνει με τη χρήση λύχνου Bunsen και με τη βοήθεια μεταλλικού τρίποδα και πλέγματος.



Σχήμα 13.

Διάταξη λύχνου - τρίποδα - πλέγματος για τη θέρμανση διαλύματος.

Αν κατά τη διαδικασία θέρμανσης χρειάζεται ήπια ανάδευση του διαλύματος, αυτή επιτυγχάνεται με τη χρήση της γυάλινης ράβδου που περιφέρεται κυκλικά και ομαλά μέσα στο διάλυμα (για να δημιουργήσει περιδινήσεις). Αν η ανάδευση πρέπει να είναι ισχυρότερη, χρησιμοποιείται μαγνητική ανάδευση με τη βοήθεια του θερμαντικού σώματος και κατάλληλου μεγέθους μαγνήτη. Τα περισσότερα θερμαντικά σώματα έχουν και τη δυνατότητα ανάδευσης, με ενσωματωμένο κινητήρα που περιστρέφει ένα μικρό ηλεκτρομαγνήτη. Αυτός με τη σειρά του περιστρέφει ένα μικρό μαγνήτη, καλυμμένο με λεπτό στρώμα από τεφλόν ή άλλο ελαφρό, μη μαγνητικό και αδρανές υλικό, που έχει τοποθετηθεί στο διάλυμα.

Μεταφορά μάζας

Η μεταφορά μάζας στερεού ή υγρού σώματος δεν παρουσιάζει κάποια ιδιαίτερη δυσκολία, πρέπει όμως να γίνεται με ασφάλεια, χωρίς απώλειες της ουσίας αλλά ταυτόχρονα να διατηρείται καθαρό το δοχείο που περιείχε αρχικά την ουσία.

Για την παραλαβή στερεού σώματος από δοχείο, χρησιμοποιείται η μεταλλική σπάτουλα, εκτός φυσικά από τις περιπτώσεις που χρησιμοποιούνται πολύ διαβρωτικά αντιδραστήρια. Εάν το δοχείο είναι πολύ μικρό, η μεταφορά της ουσίας στο χαρτί ή την ύαλο ωρολογίου μπορεί να γίνει απευθείας με μικρές περιστροφικές κινήσεις του δοχείου.

Η μεταφορά ποσότητας μιας στερεής ουσίας από την ύαλο ωρολογίου, σε ποτήρι ή κωνική φιάλη που περιέχει ορισμένο διάλυμα, γίνεται σταδιακά και με μικρές περιστροφικές κινήσεις της ύαλου ή με τη βοήθεια της γυάλινης ράβδου. Μικροί κόκκοι που τυχόν παραμένουν κολλημένοι στην ύαλο απομακρύνονται με νέα μικρή ποσότητα διαλύτη.

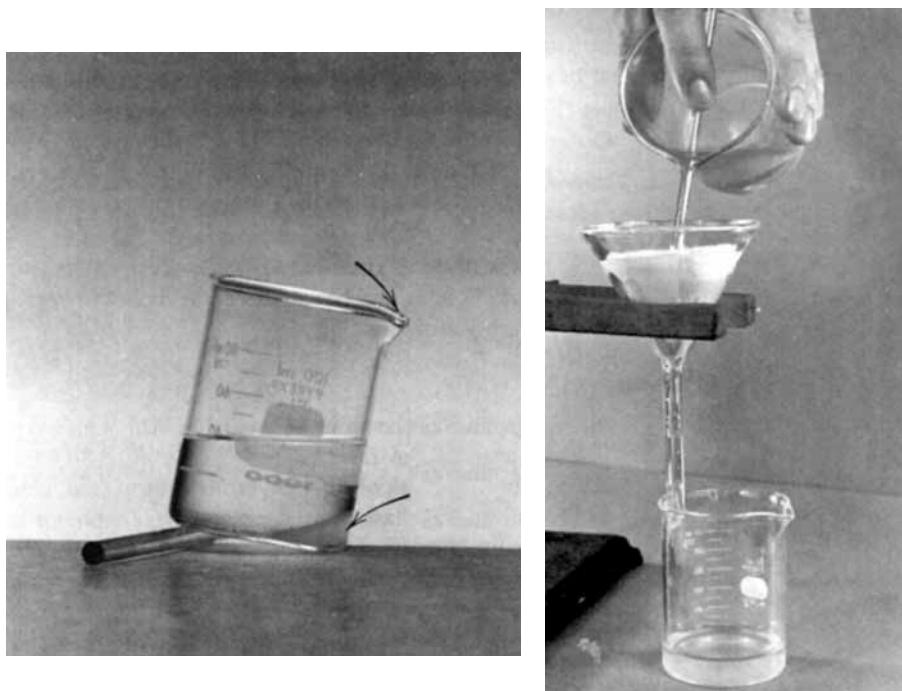
Για τη μεταφορά υγρού, χρησιμοποιείται ως ενδιάμεσο ένα ποτήρι ζέσεως, όπου μεταφέρεται ποσότητα του υγρού από το δοχείο του. Στη συνέχεια παραλαμβάνεται με σιφώνιο από το ποτήρι η απαιτούμενη ποσότητα του υγρού. Σε ορισμένες περιπτώσεις χρησιμοποιείται μόνο το σιφώνιο που ο υπεύθυνος της άσκησης έχει τοποθετήσει ήδη μέσα στο δοχείο. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται η “προσβολή” του διαλύματος από τις πολλές και ανεξέλεγκτες ουσίες που τυχόν θα μετέφεραν μαζί τους τα σιφώνια των ασκουμένων.

Η μεταφορά υγρού από ποτήρι σε ποτήρι γίνεται με τη χρήση της γυάλινης ράβδου, που παίζει το ρόλο του “οδηγού”. Προσαρμόζεται στην άκρη του ποτηριού που περιέχει το διάλυμα, και το τελικό άκρο της εφάπτεται στα τοιχώματα του υποδοχέα. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται η ποσοτική μεταφορά του υγρού από το ένα ποτήρι στο άλλο.

Διαχωρισμός φάσεων

Ο διαχωρισμός των φάσεων είναι αναγκαίος στις περιπτώσεις κατά τις οποίες δημιουργούνται μίγματα. Αποτελεί μια γενική διαδικασία και για το λόγο αυτό στη συνέχεια θα περιγραφούν μόνο οι ενέργειες που απαιτούνται για την απομάκρυνση ενός στερεού προϊόντος από ένα διάλυμα, επειδή σ' ένα γενικό χημικό εργαστήριο αυτή είναι η διαδικασία που απαντάται συχνότερα.

Η απομάκρυνση ενός ιζήματος που σχηματίζεται στην πορεία μιας αντίδρασης είναι διαδικασία που πρέπει να εκτελείται προσεκτικά και άσχετα αν το επιθυμητό προϊόν είναι το ίζημα ή το διάλυμα. Η τεχνική που συνήθως εφαρμόζεται είναι η διήθηση. Αυτή γίνεται με διάφορους τρόπους, ανάλογα με τον όγκο του διαλύματος και την ποσότητα και την υφή της στερεής ουσίας (σχήμα 14).



Σχήμα 14. Προετοιμασία ιζήματος με αργή κατακάθισή του για απόχυση. Στο δεύτερο στάδιο φαίνεται η διαδικασία διήθησης σε απλό χάρτινο ηθμό.

Η βασική διάταξη των διαφόρων σκευών παραμένει η ίδια άσχετα από τη χρήση οποιουδήποτε είδους ηθμού ή φιάλης διήθησης. Ο ηθμός προσαρμόζεται στο γυάλινο χωνί διηθήσεως κι αυτό με τη σειρά του στο μεταλλικό δακτύλιο. Το ύψος του δακτυλίου καθορίζεται έτσι ώστε η άκρη του χωνιού διηθήσεως να

βρίσκεται σαφώς μέσα στα όρια του ποτηριού που παίζει το ρόλο του συλλέκτη του διηθήματος και να εφάπτεται στο τοίχωμά του για να μη υπάρχει περίπτωση εκτίναξης σταγόνων του διηθήματος έξω από το ποτήρι.

Για ογκώδη ιζήματα που αποτελούνται από μεγάλους κόκκους αρκεί ένας απλός ηθμός από διηθητικό χαρτί. Ο ηθμός κόβεται σε κυκλικό σχήμα (αν δεν διατίθεται ήδη κομμένος) και διπλώνεται δύο φορές, την πρώτη ακριβώς στη μέση και τη δεύτερη, με μια μικρή απόκλιση από την “ιδανική διεύθυνση”. Στη συνέχεια τοποθετείται στο χωνί διήθησης και βρέχεται με λίγες σταγόνες του διαλύτη που χρησιμοποιείται στο πείραμα.

ΠΡΟΣΟΧΗ! Όχι υποχρεωτικά με νερό, αλλά με το διαλύτη που στη συνέχεια θα περάσει από τον ηθμό. Αυτό γίνεται για την καλύτερη συγκράτηση του ηθμού στο χωνί διήθησης. Αν ο διαλύτης που χρησιμοποιήθηκε δεν αναμειγνύεται με το νερό και ο ηθμός διαβραχεί με νερό, τότε υπάρχει μεγάλη πιθανότητα ν’ αποτύχει η διήθηση.



Εάν η ποσότητα του ιζήματος είναι μεγάλη δεν επαρκεί ο κλασικός χάρτινος ηθμός, χρησιμοποιείται ο ηθμός Μπούχνερ (Eduard Buchner, 1860-1917). Η διήθηση γίνεται με τη βοήθεια σχετικής κωνικής φιάλης και υδραντλίας που δημιουργεί υποπίεση στο χώρο της κωνικής φιάλης διηθήσεως με συνέπεια να διευκολύνεται η διέλευση του υγρού από τον ηθμό. Ένα κομάτι διηθητικό χαρτί τοποθετείται στην επιφάνεια του ηθμού και διαβρέχεται με μικρή ποσότητα του διαλύτη και στη συνέχεια, με σταδιακή αύξηση της ροής της βρύσης άρα και του εφαρμοζόμενου κενού, γίνεται η διήθηση.

Εάν το ιζημα είναι λεπτόκοκκο, είναι δυνατό να περάσει στο διήθημα από τους πόρους του διηθητικού χαρτιού. Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιείται ένας ηθμός Gooch κατάλληλα προσαρμοσμένος στην κωνική φιάλη διηθήσεως. Ο ηθμός αυτός είναι ένας κυκλικός δίσκος από πορσελάνη ή άλλο ανάλογο υλικό που τοποθετείται σε κυλινδρικό γυάλινο χωνευτήριο. Ανάλογα με το μέγεθος των πόρων οι ηθμοί χαρακτηρίζονται με σύμβολα από G0 έως G5, με το μέγεθος των πόρων τους να μειώνεται με την αύξηση του συμβολικού τους αριθμού.

Φυσικά, και στην περίπτωση αυτή ισχύουν οι διαδικασίες μεταφοράς μάζας από ένα δοχείο σε άλλο. Χρειάζεται προσοχή ώστε η γυάλινη ράβδος που χρησιμοποιείται να μη βρίσκεται σε επαφή με τον ηθμό, ιδιαίτερα όταν αυτός είναι απλό διηθητικό χαρτί, γιατί μπορεί να τον τρυπήσει. Καλό είναι το περιεχόμενο του ποτηριού που πρόκειται να διηθηθεί να αναδεύεται καλά αμέσως πριν τη μεταφορά ποσότητάς του στον ηθμό. Αν δεν γίνει αυτή η ενέργεια υπάρχει κίνδυνος το στερεό να παραμείνει στο τέλος με μικρή μόνο ποσότητα

διαλύτη και κατά συνέπεια, μεγάλο μέρος του να παραμένει προσκολλημένο στα τοιχώματα του ποτηριού.

Για την παραλαβή του ιζήματος που παραμένει στα τοιχώματα του ποτηριού της διήθησης, προστίθεται σ' αυτό μικρή ποσότητα διαλύτη και μετά από ισχυρή ανακίνηση μεταφέρεται στον ηθμό. Προτιμότερο είναι να χρησιμοποιηθεί όχι νέα ποσότητα καθαρού διαλύτη, αλλά μέρους του διηθήματος, επειδή αυτό είναι ήδη κορεσμένο στην ουσία που έχει καταβυθισθεί. Έτσι η προσθήκη του στο ίζημα δεν θα επαναδιαλύσει ποσότητα αυτού, πράγμα που θα συμβεί με την προσθήκη νέας ποσότητας διαλύτη.