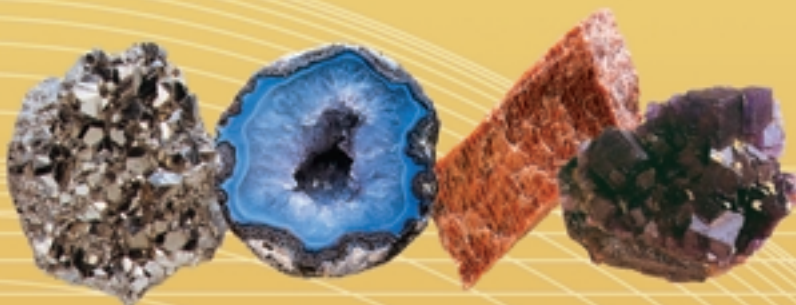


Κ. Γιούρη-Τσοχατζή Επικ. καθηγήτρια Α.Π.Θ.

Δημ. Χαριστός Επικ. καθηγητής Α.Π.Θ.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

Γενικής και Ανόργανης



Κάθε γνήσιο αντίτυπο φέρει την υπογραφή των συγγραφέων

Εξώφυλλο: Πείραμα σε μικροκλίμακα αλλαγής χρώματος δεικτών

Σιδηροπυρίτης, *Περου*
Αχάτης, *Βραζιλία*
Περθίτης, *Οντάριο*
Φθορίτης, *Ν. Μεξικό*

ISBN 960-431-749-0

© Copyright, 2001, Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Κ. Γιούρη - Τσοχατζή, Δ. Χαριστός

Το παρόν έργο πνευματικής ιδιοκτησίας προστατεύεται κατά τις διατάξεις του Ελληνικού νόμου (Ν.2121/1993 όπως έχει τροποποιηθεί και ισχύει σήμερα) και τις διεθνείς συμβάσεις περί πνευματικής ιδιοκτησίας. Απαγορεύεται απολύτως η άνευ γραπτής άδειας του εκδότη κατά οποιοδήποτε τρόπο ή μέσο αντιγραφή, φωτοανατύπωση και εν γένει αναπαραγωγή, εκμίσθωση ή δανεισμός, μετάφραση, διασκευή, αναμετάδοση στο κοινό σε οποιαδήποτε μορφή (ηλεκτρονική, μηχανική ή άλλη) και η εν γένει εκμετάλλευση του συνόλου ή μέρους του έργου.



Φωτοστοιχειοθεσία
Εκτύπωση

Βιβλιοπωλείο

www.ziti.gr

Π. ΖΗΤΗ & Σια ΟΕ

18ο χλμ Θεσ/νίκης-Περαίας
Τ.Θ. 171 • Νέοι Επιβάτες Θεσσαλονίκης • Τ.Κ. 570 19
Τηλ.: 0392-0-72.222 (3 γραμ.) - Fax: 0392-0-72.229
e-mail: info@ziti.gr

ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΖΗΤΗ

Αρμενοπούλου 27 • 546 35 Θεσσαλονίκη
Τηλ. (0310) 203.720, Fax 211.305
e-mail: sales@ziti.gr

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Οι «**Εργαστηριακές Ασκήσεις Χημείας**» απευθύνονται γενικά σε φοιτητές και φοιτήτριες που διδάσκονται **Χημεία** και ειδικότερα σ' αυτούς του Τμήματος Γεωλογίας.

Σκοπός του βιβλίου είναι η πειραματική εφαρμογή των κανόνων της Χημείας, δηλαδή η σύνδεση της θεωρίας με την πρακτική άσκηση, μέσα από μια ποικιλία **πειραμάτων χημείας**. Στην επιλογή των πειραμάτων συνεκτιμήθηκε η δυνατότητα αυτών να πραγματοποιούνται με επιτυχία και με ασφάλεια μέσα στον προβλεπόμενο χρόνο.

Σε ορισμένες ασκήσεις, εκτός από τα κλασικά πειράματα Χημείας που ονομάζονται πλέον «**πειράματα σε μακροκλίμακα**» περιλαμβάνονται και «**πειράματα σε μικροκλίμακα**». Τα «**πειράματα σε μικροκλίμακα**» απαιτούν πολύ λιγότερες ποσότητες αντιδραστηρίων και επομένως είναι προτιμότερα από οικολογική και από οικονομική άποψη, ενώ από διδακτική άποψη είναι ισάξια με αυτά των «**πειραμάτων σε μακροκλίμακα**».

Η εργαστηριακή άσκηση αποτελεί ουσιαστικό κομμάτι της εκπαιδευτικής διαδικασίας, για να είναι όμως παραγωγική η εργαστηριακή χημική εκπαίδευση για τους φοιτητές και τις φοιτήτριες, βασική προϋπόθεση είναι η καλύτερη δυνατή συνεργασία διδασκομένων και διδασκόντων. Στη συνεργασία αυτή με συνέπεια αποβλέπουμε.

Η επιμελημένη εμφάνιση του βιβλίου οφείλεται στις δυνατότητες του Εκδοτικού οίκου «**ΖΗΤΗ**», τους εκπροσώπους του οποίου ευχαριστούμε θερμά.

Θεσσαλονίκη, Οκτώβριος 2001

*Καίτη Γιούρη-Τσοχατζή
Δημήτρη Χαριστός*

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή	9
A. Ασφάλεια στο εργαστήριο	13
A.1. Κανόνες εργαστηριακής άσκησης.	
Ασφάλεια και χρήση αντιδραστηρίων και οργάνων	16
A.2. Μέτρα ασφάλειας για ορισμένα αντιδραστήρια	18
B. Διάφορες πειραματικές εργασίες	21
B.1. Θέρμανση	21
B.2. Μέτρηση όγκου	22
B.3. Διήθηση	22
B.4. Ζύγιση	23
B.5. Καθαρισμός γυάλινων οργάνων και συσκευών	24
Γ. Πειράματα χημείας σε μικροκλίμακα	25
Γ.1. Όργανα που χρησιμοποιούνται στα πειράματα χημείας σε μικροκλίμακα	26
Εργαστηριακές ασκήσεις	29
▶ Εργαστηριακή άσκηση 1	
Εξοικείωση με χημικά όργανα και εργασίες	31
Πείραμα 1.1 Διάφορες πειραματικές εργασίες	31
▶ Εργαστηριακή άσκηση 2	
Μελέτη της ισορροπίας σε ομογενή και ετερογενή χημικά συστήματα	33
Πείραμα 2.1 Επίδραση της συγκέντρωσης (μάζας) στη χημική ισορροπία	
Αντίδραση τριχλωριούχου σιδήρου με θειοκυανιούχο αμμώνιο	35

Πείραμα 2.2	Επίδραση της συγκέντρωσης (μάζας) στη χημική ισορροπία. Αντίδραση χρωμικού καλίου με θειικό οξύ	39
Πείραμα 2.3	Επίδραση της θερμοκρασίας στη χημική ισορροπία μεταξύ των συμπλόκων ιόντων $\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$ - CoCl_4^{2-}	41
Πείραμα 2.4	Επίδραση κοινού ιόντος στην ετερογενή ισορροπία (εξαλάτωση)	45
Πείραμα 2.5	Επίδραση της θερμοκρασίας στη διάλυση στερεού άλατος (NH_4Cl)	46
<hr/>		
► Εργαστηριακή άσκηση 3		
	Προσδιορισμός του pH. Οξέα - Βάσεις - pH - Δείκτες - Αμφολύτες	49
Πείραμα 3.1	Αλλαγή χρώματος δεικτών κατά την προσθήκη οξέος ή βάσης	52
Πείραμα 3.2	Μέτρηση του pH με πεχαμετρικό χαρτί	55
Πείραμα 3.3	Ηλεκτρολυτικός προσδιορισμός του pH. Εύρεση της σταθε- ράς ιοντισμού και του βαθμού ιοντισμού ασθενούς οξέος	57
Πείραμα 3.3.1	Μέτρηση του pH διαφόρων διαλυμάτων με πεχάμετρο	58
Πείραμα 3.3.2	Μέτρηση του pH διαλυμάτων του ίδιου οξέος σε διάφορες συγκεντρώσεις. Εύρεση της σταθεράς ιοντισμού και του βαθμού ιοντισμού του οξικού οξέος	59
Πείραμα 3.4	Παρασκευή και ιδιότητες ανόργανου αμφολύτη	61
<hr/>		
► Εργαστηριακή άσκηση 4		
	Υδρόλυση αλάτων - Ρυθμιστικά διαλύματα	65
Πείραμα 4.1	Υδρόλυση αλάτων	65
Πείραμα 4.1.1	Υδρόλυση αλάτων	69
Πείραμα 4.2	Ρυθμιστικά διαλύματα	70
Πείραμα 4.2.1	Το pH των ρυθμιστικών διαλυμάτων δεν επηρεάζεται από την προσθήκη μικρών ποσοτήτων οξέος ή βάσης	73

► Εργαστηριακή άσκηση 5

Οξειδωση και Αναγωγή	75
Πείραμα 5.1 Οξειδωτική δράση ορισμένων ουσιών. Κατάταξη στοιχείων κατά σειρά αυξανόμενης ηλεκτροθετικότητας	76
Πείραμα 5.2 Οξειδωτική δράση του υπερμαγγανικού καλίου σε όξινο περιβάλλον	79
Πείραμα 5.3 Σχετική δραστικότητα των αλογόνων	84

► Εργαστηριακή άσκηση 6

Ογκομετρική ανάλυση ή ογκομετρία	85
Πείραμα 6.1 Οξυμετρία - Αλκαλιμετρία	89
Πείραμα 6.2 Συμπλοκομετρική ογκομέτρηση	91
Πείραμα 6.2.1 Προσδιορισμός ασβεστίου	92
Πείραμα 6.3 Σκληρότητα νερού	95
Πείραμα 6.3.1 Προσδιορισμός της ολικής σκληρότητας του (φυσικού) νερού	95
Πείραμα 6.4 Προσδιορισμός χλωριούχων, Cl^- με νιτρικό άργυρο, AgNO_3 (αργυρομετρία ή μέθοδος Mohr)	97
Πείραμα 6.5 Ογκομετρικός προσδιορισμός ιόντων Fe^{2+} με πρότυπο διάλυμα KMnO_4	100

► Εργαστηριακή άσκηση 7

Εισαγωγή στην ηλεκτρονική φασματοσκοπία (φασματοσκοπία ορατού)	
Προσδιορισμός της συγκέντρωσης έγχρωμης ουσίας φασματοσκοπικά	103
7.1 Εισαγωγή	103
7.2 Διαδικασία προσδιορισμού της άγνωστης συγκέντρωσης	106
Πείραμα 7.1 Προσδιορισμός άγνωστης συγκέντρωσης έγχρωμων ενώσεων $\text{KMnO}_4(aq)$, $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3(aq)$, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(aq)$ και $\text{CoCl}_2(aq)$	108

► Εργαστηριακή άσκηση 8

Φασματοσκοπία υπερύθρου	111
Πείραμα 8.1 Λήψη και μελέτη φάσματος υπερύθρου (IR ή FT-IR) ανόργανης ένωσης	121

► Εργαστηριακή άσκηση 9

Ακτινοβολία Ραδιενεργού πηγής	
Μέτρηση ραδιενέργειας ασθενούς πηγής με τη χρησιμοποίηση ανιχνευτών Geiger-Müller	129
Πείραμα 9.1 Εύρεση της περιοχής λειτουργίας και της τάσης εργασίας απαριθμητή Geiger-Müller	135
Πείραμα 9.2 Προσδιορισμός του νεκρού χρόνου ανιχνευτή G-M. Στατιστική των μετρήσεων	141

Παράρτημα

Πίνακας 1 Σχετικές ατομικές μάζες των στοιχείων	149
Πίνακας 2 Τρόπος παρασκευής διαλυμάτων των πιο συνηθισμένων δεικτών	150
Πίνακας 3 Συγκεντρώσεις διαλυμάτων ορισμένων οξέων και βάσεων	150
Πίνακας 4 Διαλυτότητες διαφόρων αλάτων στο νερό στους 25 °C	151
Πίνακας 5 Σταθερές ισορροπίας διάστασης οξέων και βάσεων (25 °C)	152

Βιβλιογραφία	153
---------------------------	-----

Εισαγωγή

Σκοπός των εργαστηριακών ασκήσεων στο μάθημα της Χημείας είναι η εξοικείωση των φοιτητών στη χρήση οργάνων και συσκευών του χημικού εργαστηρίου και η πειραματική μελέτη, σε μακροκλίμακα και μικροκλίμακα, ορισμένων χημικών φαινομένων .





Για την επιτυχία των εργαστηριακών ασκήσεων πρέπει:








- να είναι γνωστή εκ των προτέρων η θεωρία στην οποία βασίζεται κάθε άσκηση,
- να τηρούνται με αυστηρότητα οι κανόνες ασφάλειας στο χημικό εργαστήριο.

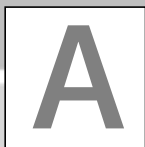


Πίνακας 1

Σημασία συμβόλων που χρησιμοποιούνται στις ετικέτες

Σημασία	Σύμβολο	Περιγραφή κινδύνων	Παραδείγματα	Απαραίτητες προφυλάξεις
<div>ΣΗΜΑΣΙΑ</div> <div>ΕΚΡΗΚΤΙΚΟ EXPLOSIVE</div> <div>E</div>		Η έκρηξη εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του προϊόντος, τη θερμοκρασία, την επαφή με άλλα προϊόντα, την τριβή κ.λπ.	<ul style="list-style-type: none">Υπερχλωρικά (KClO₄)(NH₄)₂Cr₂O₇	<ul style="list-style-type: none">Πρέπει να διατηρούνται μακριά από γυμνές φλόγες και ηλεκτρικούς σπινθήρες. Πρέπει να προστατεύονται από τις ηλιακές ακτίνες.Πρέπει να αποφεύγεται η τριβή, η κρούση τους και η επαφή με άνυδρες οργανικές ουσίες.
<div>ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΟ OXIDIZING</div> <div>O</div>		Η καύση (οξειδωση) χρειάζεται μια καύσιμη ύλη, οξυγόνο και μια πηγή ανάφλεξης. Επομένως οι οξειδωτικές ουσίες (πηγές οξυγόνου) μπορούν να προκαλέσουν ανάφλεξη ορισμένων ουσιών, να αναζωπυρώσουν εστίες φωτιάς ή ακόμη να παρεμποδίσουν το σβήσιμό τους.	<ul style="list-style-type: none">KMnO₄H₂O₂	<ul style="list-style-type: none">Πρέπει να διατηρούνται μακριά από γυμνές φλόγες, πηγές θερμότητας και ηλεκτρικού, σπινθήρες (π.χ. θερμαντικά σώματα).
<div>ΤΟΞΙΚΟ TOXIC</div> <div>T</div> <div>ΠΟΛΥ ΤΟΞΙΚΟ VERY TOXIC</div> <div>T+</div>		Παρουσιάζουν κίνδυνο για την υγεία ακόμη και σε μικρές ποσότητες. Μπορούν να διεισδύσουν στον οργανισμό με εισπνοή, κατάπιψη ή από το δέρμα. Ανάλογα με την περίπτωση μπορεί να προκαλέσουν ακόμη και θανατηφόρες δηλητηριάσεις. Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται στο χειρισμό καρκινογόνων και μεταλλαξιογόνων ουσιών.	<ul style="list-style-type: none">ΑνιλίνηΑτμοί HgΘάλιοΜεθανόλη	<ul style="list-style-type: none">Πρέπει να αποφεύγεται οποιαδήποτε επαφή των τοξικών ουσιών με το δέρμα και τα μάτια.Δεν πρέπει να εισπνέονται ή να καταπίνονται.Σε περίπτωση συμπτωμάτων αδιαθεσίας ζητείται αμέσως η βοήθεια γιατρού.
<div>ΕΥΦΛΕΚΤΟ FLAMMABLE</div> <div>F</div>		Αναφλέγονται παρουσία μιας φλόγας, μιας πηγής θερμότητας ή μιας σπίθας. Δημιουργούνται ενδεχομένως αναφλέξιμα μίγματα αερίου-αέρα.	<ul style="list-style-type: none">Ουσίες που αναφλέγονται αυθόρμητα π.χ. αλκυλαλουμινίδια, φωσφόρος.Αέρια και υγροποιημένα αέρια που καίγονται στον αέρα, π.χ. προπάνιο, βουτάνιο.Ουσίες ευαίσθητες στην υγρασία που σχηματίζουν αναφλέξιμα αέρια όταν έρθουν σε επαφή με το νερό όπως π.χ. τα αλκυλαλογησιολογονίδια.Υγρά με σημεία ανάφλεξης κάτω από 21 °C (όχι της κατηγορίας F+).Αλκοόλες, ακετόνη	<ul style="list-style-type: none">Πρέπει να φυλάγονται μακριά από γυμνές φλόγες, εστίες θέρμανσης, ηλεκτρικούς σπινθήρες και να μην έρχονται σε επαφή με θερμές επιφάνειες.Πρέπει ν' αποφεύγεται η επαφή τους με τον αέρα, με το νερό ή την υγρασία.

ΠΟΛΥ ΕΦΛΕΚΤΟ HIGHLY FLAMMABLE		Αναφλέγονται πολύ εύκολα από τη δράση μιας πηγής ενέργειας (φλόγα, σπίθες κ.λπ.) ακόμη και κάτω από 0 °C.	<ul style="list-style-type: none"> Υγρές ουσίες με σημεία ανάφλεξης κάτω από 0 °C και σ.ζ. μέχρι 25 °C. Μήγματα αερίων και υγροποιημένων αερίων που αναφλέγονται στον αέρα σε συνθήκες πιέσεις. 	<ul style="list-style-type: none"> Πρέπει να φυλάγονται μακριά από φλόγες, εστίες θέρμανσης, ηλεκτρικούς σπινθήρες και να μην ερχονται σε επαφή με θερμές επιφάνειες. Πρέπει να αποφεύγεται η τριβή και η κρούση τους.
ΔΙΑΒΡΩΤΙΚΟ CORROSIVE		Καταστρέφουν τους ζωντανούς ιστούς και τα όργανα υλικά. Η αντίδραση μπορεί να οφείλεται και στην παρουσία νερού ή υγρασίας.	<ul style="list-style-type: none"> Βρώμιο Οξέα Θεικό και Νιτρικό οξύ Καυστικά αλκάλια, ΚΟΗ, ΝΑΟΗ 	<ul style="list-style-type: none"> Πρέπει να αποφεύγεται οποιαδήποτε επαφή με τα μάτια, το δέρμα, τα ρούχα ή ακόμη τις διάφορες συσκευές. Πρέπει να διατηρούνται σε δοχεία καλά κλεισμένα με πώματα ασφαλείας Πρέπει να τακτοποιούνται σωστά, ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος πτώσης.
ΕΠΙΒΛΑΒΕΣ HARMFUL		Παρουσιάζουν κίνδυνο για την υγεία ακόμη και σε μικρές ποσότητες. Προκαλούν ερεθισμό στο δέρμα, στα μάτια και στις βλεννογόνους.	<ul style="list-style-type: none"> Πυριδίνη Οξαλικό οξύ Τριχλωραιθυλένιο 	<ul style="list-style-type: none"> Πρέπει να αποφεύγεται η εισπνοή ατμών και η επαφή με το ανθρώπινο σώμα. Πρέπει να δίνεται μεγάλη προσοχή στις καρκινογόνες και μεταλλαξίμες ιδιότητες ορισμένων ουσιών.
ΕΡΕΘΙΣΤΙΚΟ IRRITANT		Η επαφή προκαλεί φλεγμονές στο δέρμα, τα μάτια και στους βλεννογόνους.	<ul style="list-style-type: none"> Αμμωνία Χλωρίνη, Χλώριο Βενζυλογχλωρίδιο 	<ul style="list-style-type: none"> Πρέπει να αποφεύγεται η επαφή με το δέρμα και τα μάτια, καθώς και η εισπνοή ατμών.
ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ		<ul style="list-style-type: none"> Ιδιαίτερα τοξική για τους υδροβίους οργανισμούς. Τοξική για την πανίδα. Επικίνδυνη για το στρώμα του όζοντος. 	<ul style="list-style-type: none"> Χλωροφθοράνθρακες (CFC). Ενεργά συστατικά εντομοκτόνων. 	<ul style="list-style-type: none"> Πρέπει να απομακρύνεται το προϊόν ή τα υπολείμματά του, με μέτρα και προφυλάξεις που ισχύουν για τα επικίνδυνα προϊόντα. Πρέπει ν' αποθηκεύεται σωστά, για ν' αποφεύγεται η μόλυνση του περιβάλλοντος.
ΡΑΔΙΟΕΝΕΡΓΟ RADIOACTIVE		Τα ραδιενεργά υλικά λόγω της ακτινοβολίας που εκπέμπουν, μπορούν να προκαλέσουν σωματικές ή γενετικές βλάβες. Οι βλάβες εξαρτώνται από το είδος και την ενέργεια της ακτινοβολίας, καθώς επίσης και το χρόνο έκθεσης σ' αυτήν.		<ul style="list-style-type: none"> Πρέπει να παίρνονται ιδιαίτερες προφυλάξεις όπως μέτρηση, θωράκιση και διαφύλαξη των πηγών εκπομπής και να επιτηρούνται οι εργαζόμενοι.
ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ BIOLOGICAL				<ul style="list-style-type: none"> Οι βιολογικά επικίνδυνες ουσίες δεν αφορούν άμεσα αυτούς που ασχολούνται με τα χημικά εργαστήρια.



Ασφάλεια στο εργαστήριο

Η χημεία είναι κατεξοχήν πειραματική επιστήμη, επομένως έχει γίνει πλέον πεποίθηση ότι στη διδασκαλία του μαθήματος της χημείας η άσκηση στο εργαστήριο είναι απαραίτητη. Είναι όμως φυσικό ότι όσο περισσότερα πειράματα γίνονται, τόσο οι κίνδυνοι ατυχημάτων αυξάνονται. Τα τυχόν ατυχήματα οφείλονται συνήθως σε απροσεξία ή σε άγνοια των κανόνων ασφάλειας. Επομένως για την ακίνδυνη διεξαγωγή των πειραμάτων είναι απαραίτητο ο υπεύθυνος και ο επιβλέπων στο εργαστήριο, να γνωρίζει καλά τους κανόνες ασφάλειας και να μπορεί να τους εφαρμόζει, να ενημερώνει σωστά τους φοιτητές του για τους κανόνες αυτούς, ώστε να αποφεύγονται επικίνδυνες και ανεπιθύμητες καταστάσεις, επειδή:



Ο φοιτητής πρέπει ν' αντιλαμβάνεται την ασφάλεια ως μία προσωπική ευθύνη απέναντι στους συμφοιτητές του και στον ίδιο, γιατί όταν γίνονται πειράματα ο διδάσκων και ο επιβλέπων δεν είναι δυνατό να γνωρίζει τι συμβαίνει κάθε στιγμή επακριβώς σε κάθε σημείο της αίθουσας.

Ο επιβλέπων πρέπει να επικεντρώνει την προσοχή του σ' ορισμένους κανόνες ασφάλειας, ανάλογα με τα πειράματα που θα διδάξει. Είναι ευθύνη του επιβλέποντος να εκτιμήσει τον κίνδυνο.

Επισημαίνεται ιδιαίτερα ότι:

- ✓ οι πολλοί κανόνες ασφάλειας, όπως και οι λίγοι κανόνες, δεν φέρουν το επιθυμητό αποτέλεσμα και
- ✓ η ασφάλεια των φοιτητών και του προσωπικού του εργαστηρίου προέχει από την ασφάλεια των οργάνων και γενικά του εργαστηριακού εξοπλισμού.

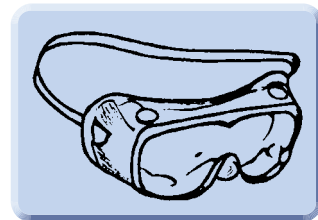
Οι γενικοί κανόνες ασφάλειας, μπορεί να είναι γραμμένοι σε ειδικό πίνακα, αναρτημένο σε εμφανές μέρος του εργαστηρίου, ενώ ορισμένοι άλλοι κανόνες που αφορούν ειδικότερες περιπτώσεις, πρέπει να επισημαίνονται προφορικά.

Οι απαραίτητοι κανόνες ασφαλείας συνοψίζονται στις ακόλουθες «δέκα εντολές».

► «Οι δέκα εντολές»

Όταν εκτελούμε πειράματα,

1 Είναι απαραίτητο να φορούμε εργαστηριακή ποδιά, γάντια και για να προστατεύουμε τα μάτια μας, καλό είναι να φοράμε γυαλιά ασφαλείας (σχήμα Α.1).



Σχήμα Α.1 Ειδικά πλαστικά γυαλιά προστασίας των ματιών. Το πλεονέκτημά τους είναι ότι δεν σπάζουν και ότι προσφέρουν προστασία και από τα πλάγια, θολώνουν όμως από ορισμένους διαλύτες και οξέα.

2 Πρέπει, πριν χρησιμοποιήσουμε κάποιο αντιδραστήριο, να διαβάσουμε προσεκτικά την ετικέτα που υπάρχει στο δοχείο ή στη φιάλη όπου βρίσκεται, για να είμαστε σίγουροι ότι είναι αυτό που θέλουμε. Στην ετικέτα πρέπει να αναγράφεται και το διεθνές προειδοποιητικό σήμα επικινδυνότητας, ώστε να λαμβάνονται πάντα οι στοιχειώδεις προφυλάξεις (πίνακας 1).

3 Ποτέ δεν δοκιμάζουμε με το στόμα ουσίες, ούτε μυρίζουμε χημικά αντιδραστήρια. Στην περίπτωση που χρειάζεται να μυρίσουμε, κρατάμε μακριά από τη μύτη μας τη φιάλη ή το δοχείο με το αντιδραστήριο και με το χέρι μας «σπρώχνουμε» τους ατμούς προς τη μύτη μας (σχήμα Α.2).

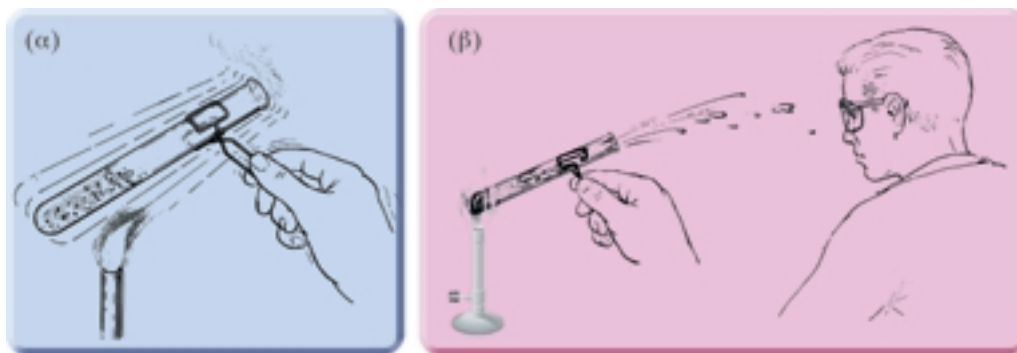


Σχήμα Α.2 Με το χέρι μας δημιουργούμε ρεύμα αέρα.

4 Ποτέ δεν θερμαίνουμε σε γυμνή φλόγα υγρά που αναφλέγονται εύκολα, όπως αιθέρα, αιθανόλη, διθειάνθρακα κ.ά. Ο λύχνος δεν πρέπει να μένει αναμμένος όταν δεν τον χρειαζόμαστε ούτε ηλεκτρικά θερμαντικά σώματα σε λειτουργία όταν δεν τα χρειαζόμαστε, ιδιαίτερα όταν δίπλα συνεχίζουμε να εκτελούμε άλλα πειράματα. Δεν είναι μόνο θέμα οικονομίας αλλά και ασφάλειας.

5 Όταν θερμαίνουμε σε λύχνο, υγρό σε δοκιμαστικό σωλήνα, πρέπει το ύψος του να μην υπερβαίνει τα δύο τρίτα του σωλήνα και να κρατούμε το σωλήνα με λαβίδα, γιατί αλλιώς υπάρχει κίνδυνος να μας κάψει τα δάχτυλα. Η θέρμανση του υγρού σε δοκιμαστικό σωλήνα πρέπει να γίνεται με συνεχή ανακίνηση και δεν πρέπει να γίνεται στον πυθμένα του σωλήνα, αλλά κοντά στην επιφάνεια του υγρού (σχήμα Α.3α), για ν' αποφύγουμε εκτίναξη του περιεχομένου του σωλήνα, αν τυχόν δημιουργηθούν αέρια από χημική αντίδραση ή βρασμό.

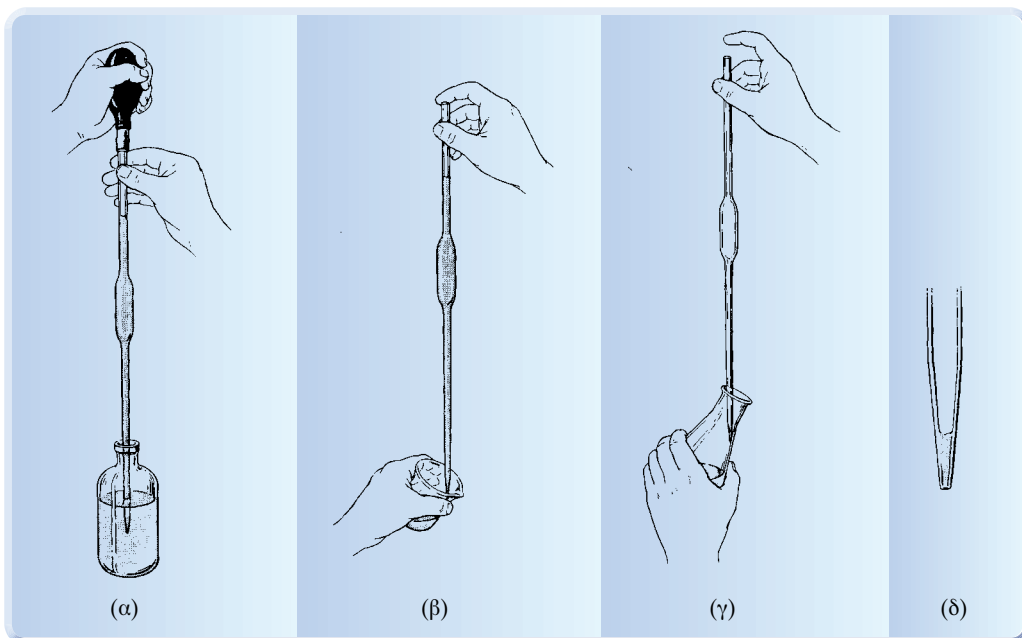
6 Όταν θερμαίνουμε υγρό σε δοκιμαστικό σωλήνα, φροντίζουμε το στόμιο του σωλήνα να μην είναι στραμμένο προς το πρόσωπό μας ή προς άλλο παρευρισκόμενο άτομο (σχήμα Α.3β).



Σχήμα Α.3 Τρόπος θέρμανσης σε δοκιμαστικό σωλήνα. α. Σωστός, β. Λανθασμένος

7

Η μετάγγιση καυστικών υγρών ή τοξικών διαλυμάτων δεν πρέπει να γίνεται με αναρρόφηση με το σιφώνιο, αλλά με τη βοήθεια «φούσκας» (πουάρ, poire) που προσαρμόζεται στο σιφώνιο (σχήμα Α.4).



Σχήμα Α.4. Η αναρρόφηση πτητικού ή τοξικού υγρού:

- α. Προσαρμόζουμε στο σιφώνιο «φούσκα» (πουάρ, poire).
- β. Αφού την απομακρύνουμε, κλείνουμε το άκρο του σιφωνίου με το δείκτη του χεριού μας.
- γ. Όταν αδειάζει το σιφώνιο σε δοχείο, ακουμπάμε την άκρη του στην πλευρά του δοχείου.
- δ. Αφήνουμε το υγρό να τρέξει και δεν τινάζουμε το υγρό που παραμένει στην άκρη του σιφωνίου, γιατί το σιφώνιο έχει αριθμηθεί με την ποσότητα αυτή να παραμένει.

8

Οι αραιώσεις των ισχυρών οξέων, ιδιαίτερα του θειικού οξέος, ΠΡΕΠΕΙ να γίνονται με την προσθήκη ΟΞΕΟΣ στο ΝΕΡΟ και ποτέ αντίστροφα. Στην αντίθετη περίπτωση, δηλαδή προσθήκης νερού στο οξύ υπάρχει κίνδυνος λόγω της ισχυρής

εξώθευρης αντίδρασης, να εκτιναχθούν σταγονίδια οξέος και να προκαλέσουν ζημιές.

9 Όταν χυθεί κάπου οξύ, πρώτα το εξουδετερώνουμε με σόδα φαγητού (βάση) και κατόπιν το πλύνουμε με άφθονο νερό. Όταν χυθεί αλκαλικό υγρό, η εξουδετέρωση γίνεται με ξίδι ή αραιό οξικό οξύ.

Όταν οξύ έρθει σε επαφή με το δέρμα μας, το στόμα ή τα μάτια, τα πλύνουμε πρώτα με αραιό διάλυμα σόδας φαγητού, NaHCO_3 , συγκέντρωσης περίπου 5% w/v και κατόπιν με άφθονο νερό. Αν πέσει βάση, πλύνουμε πρώτα με αραιό διάλυμα βορικού οξέος, H_3BO_3 συγκέντρωσης περίπου 5% w/v και κατόπιν με άφθονο νερό.

10 Μετά το τέλος της εργαστηριακής άσκησης καθαρίζουμε τη θέση εργασίας μας, τοποθετούμε τα όργανα που χρησιμοποιήσαμε καθαρά στην ίδια θέση απ' όπου τα πήραμε, πλύνουμε οπωσδήποτε τα χέρια μας και ελέγχουμε πριν εγκαταλείψουμε την αίθουσα αν οι βρύσες είναι κλειστές, αν κάποιο όργανο βρίσκεται σε λειτουργία και αν όλοι οι λύχνοι ή τα γκαζάκια (labogas) είναι κλειστοί.

A.1 Κανόνες εργαστηριακής άσκησης

Ασφάλεια και χρήση αντιδραστηρίων και οργάνων

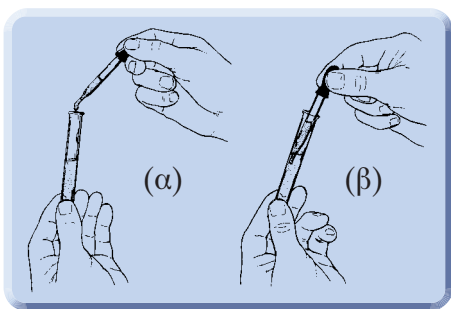
■ Όταν εργαζόμαστε στο εργαστήριο χημείας ΠΡΕΠΕΙ:

- ✓ Να εκτελούμε ΜΟΝΟ τα πειράματα που υποδεικνύονται από τον διδάσκοντα, να ακολουθούμε πιστά τις οδηγίες που μας δίνονται και να μην αυτοσχεδιάζουμε.
- ✓ Να μη χρησιμοποιούμε όργανα και χημικά αντιδραστήρια, πριν δοθούν οι κατάλληλες οδηγίες.
- ✓ Να ζητάμε τη βοήθεια των υπεύθυνων του εργαστηρίου σε κάθε απορία, αμφιβολία, δυσκολία ή ατυχήματα που αντιμετωπίζουμε.
- ✓ Να μη φοράμε φακούς επαφής και να μη βάζουμε τα δάχτυλά μας στο στόμα.
- ✓ Να πετάμε τα απόβλητα ακολουθώντας τις υποδείξεις του διδάσκοντα. Συνήθως πετάμε τα υγρά απόβλητα στην αποχέτευση, αφήνοντας τη βρύση να τρέχει. Τα στερεά απορρίμματα ή τα σπασμένα γυαλιά τα τοποθετούμε σε σακούλες απορριμμάτων. Το καλάθι για άχρηστα χαρτιά είναι μόνο για χαρτιά.

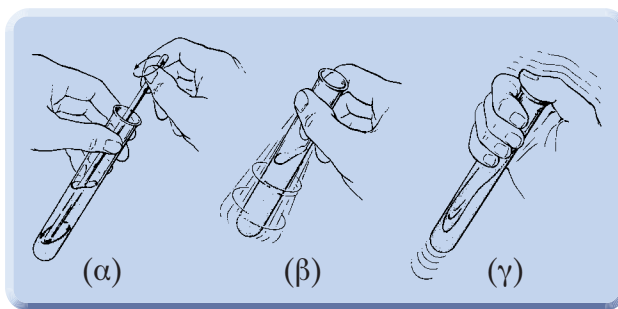
■ Κατά τη χρήση των χημικών αντιδραστηρίων ΠΡΕΠΕΙ:

- ✓ Να χρησιμοποιούμε με μεγάλη προσοχή και σχολαστικότητα τα χημικά αντιδραστήρια, στις αναλογίες που καθορίζονται στις οδηγίες.
- ✓ Να αποφεύγουμε τη σπατάλη αντιδραστηρίων και να παίρνουμε τόση ποσότητα όση χρειάζεται.

- ✓ Να μη χρησιμοποιούμε το περιεχόμενο του δοχείου ή της φιάλης αντιδραστηρίων, αν δεν υπάρχει ετικέτα που να βεβαιώνει για το περιεχόμενό τους, έστω και αν είμαστε βέβαιοι γι' αυτό.
- ✓ Να ξεπλύνουμε αμέσως με νερό της βρύσης την επιδερμίδα και τα μάτια μας, αν ήρθαν σ' επαφή με χημικά αντιδραστήρια.
- ✓ Αν κάποιο αντιδραστήριο χυθεί κατά τη μεταφορά του, να ειδοποιήσουμε αμέσως τον υπεύθυνο του εργαστηρίου για να λάβει τα κατάλληλα μέτρα για τον καθαρισμό.
- ✓ Να μην επαναφέρουμε αντιδραστήρια που περίσσεψαν στις φιάλες τους. Να πωματίζουμε τα δοχεία με τα ίδια τα πώματα.
- ✓ Να μη βυθίζουμε σιφώνια ή σταγονόμετρα στις φιάλες αντιδραστηρίων, αλλά να αδειάζουμε πρώτα το διάλυμα, που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε, σε ποτήρι ζέσης.
- ✓ Όταν προσθέτουμε το περιεχόμενο ενός σταγονόμετρου ή ενός σιφωνίου σε δοκιμαστικό σωλήνα, να μη βυθίζουμε το σταγονόμετρο ή το σιφώνιο στο διάλυμα που περιέχεται στο δοκιμαστικό σωλήνα (σχήμα Α.5).
- ✓ Όταν αναμιγνύουμε διαλύματα σε δοκιμαστικό σωλήνα πρέπει, **α)** να ανακατεύουμε με γυάλινη ράβδο, προσέχοντας να μην κτυπήσουμε τον πυθμένα του σωλήνα γιατί θα σπάσει, **β)** να ανακινούμε συνεχώς το σωλήνα, **γ)** να μη χρησιμοποιούμε το δάκτυλό μας, για να κλείσουμε το σωλήνα κατά την ανακίνησή του (σχήμα Α.6), αν όμως ανακινούμε μ' αυτόν τον τρόπο πρέπει, αμέσως να πλύνουμε το δάκτυλό μας.



Σχήμα Α.5. Τρόπος χρήσης σταγονόμετρου ή σιφωνίου α) σωστός τρόπος, β) λανθασμένος τρόπος.



Σχήμα Α.6. Τρόποι ανάμιξης διαλυμάτων σε δοκιμαστικό σωλήνα, α) και β) σωστοί τρόποι, γ) λανθασμένος τρόπος.

➤ Κατά τη χρήση γυάλινων οργάνων ΠΡΕΠΕΙ:

- ✓ Να κρατούμε τα γυάλινα όργανα με τα χέρια μας όσο γίνεται πιο σταθερά.
- ✓ Να μην πιέζουμε εύθραυστα υλικά, π.χ. γυάλινους σωλήνες ή θερμομέτρα για να περάσουν μέσα από την τρύπα ενός πώματος από λάστιχο ή φελλό, αλλά ν' αλείφουμε πρώτα το μέρος του γυάλινου αντικειμένου με λίγη βαζελίνη ή νερό. Διαφορετικά υπάρχει κίνδυνος να σπάσει και να κοπούμε.

- ✓ Η διάμετρος της τρύπας του πώματος να είναι λίγο μικρότερη από την εξωτερική διάμετρο του σωλήνα, για να εφαρμόζει αεροστεγώς. Πιάνουμε πάντοτε μ' ένα πανί το σωλήνα και το πώμα και προσπαθούμε να περάσουμε το σωλήνα μέσα από το πώμα, πιέζοντας και γυρίζοντας το σωλήνα δεξιά-αριστερά.
- ✓ Να μη βάζουμε γυάλινα αντικείμενα στην άκρη του πάγκου, γιατί υπάρχει κίνδυνος να πέσουν και να σπάσουν.
- ✓ Να τοποθετούμε τους δοκιμαστικούς σωλήνες στα ειδικά στηρίγματα.
- ✓ Να προσέχουμε μη σπάσει υδραργυρικό θερμομέτρο, γιατί ο υδράργυρος είναι ιδιαίτερα τοξικός. Αν σπάσει, ενημερώνουμε τον υπεύθυνο του εργαστηρίου.

■ Κατά τη θέρμανση ΠΡΕΠΕΙ:

- ✓ Όταν θερμαίνουμε υγρά σε δοκιμαστικούς σωλήνες, ποτέ να μην κοιτούμε από πάνω το σωλήνα, ούτε να στρέφουμε το σωλήνα προς το μέρος κάποιου συμφοιτητή μας. Επίσης, η θέρμανση πρέπει να γίνεται με συνεχή ανακίνηση. Έτσι αποφεύγεται η εκτίναξη του περιεχομένου του σωλήνα, στην περίπτωση που θα δημιουργηθούν αέρια, από χημική αντίδραση ή βρασμό (σχήμα Α.3).
- ✓ Το περιεχόμενο του δοκιμαστικού σωλήνα, που θέλουμε να θερμάνουμε, να μην είναι περισσότερο από τα 2/3 της χωρητικότητάς του και να κρατάμε το σωλήνα με λαβίδα, γιατί υπάρχει κίνδυνος να μας κάψει τα δάχτυλα.
- ✓ Να μην αφήνουμε λύχνους να καίνε, ούτε ηλεκτρικά θερμαντικά σώματα σε λειτουργία, όταν δεν τα χρησιμοποιούμε. Δεν είναι μόνο θέμα οικονομίας αλλά και ασφάλειας.
- ✓ Να τοποθετούμε τα θερμά αντικείμενα πάνω σε άκαυστη πλάκα ή πλακάκι, όταν τα αφήνουμε να κρυώσουν και να μην τα ακουμπάμε για να μην καούμε.
- ✓ Να φοράμε προστατευτικά γυαλιά.
- ✓ Να γνωρίζουμε τη θέση και τον τρόπο λειτουργίας του πυροσβεστήρα.

A.2 Μέτρα ασφάλειας για ορισμένα αντιδραστήρια

Αιθανόλη και Ακετόνη. Είναι εύφλεκτοι και πτητικοί διαλύτες. Δεν πρέπει να θερμαίνονται σε γυμνή φλόγα. Πρέπει να βρίσκονται μακριά από αναμμένους λύχνους και να αποφεύγεται η εισπνοή των ατμών τους.

Αέρια αμμωνία, $\text{NH}_3(\text{g})$ και πυκνό υδατικό διάλυμα αμμωνίας, $\text{NH}_3(\text{aq})$, επειδή ατμίζει προσβάλλει τα μάτια, το δέρμα και το αναπνευστικό σύστημα. Όταν εισπνέεται σε μεγαλύτερες ποσότητες προκαλεί ανακοπή της αναπνοής.

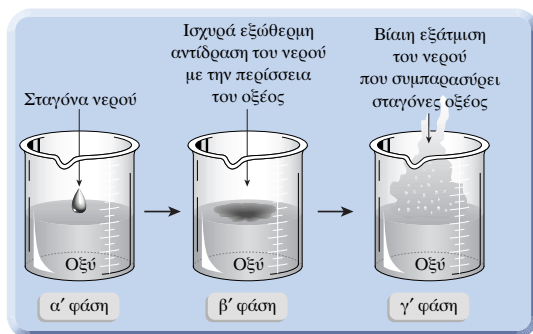
Ενώσεις **κοβαλτίου** π.χ. $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Είναι επιβλαβείς ουσίες όταν εισπνέονται ή καταπίνονται.

Ενώσεις **μολύβδου** π.χ. $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$. Είναι τοξικές ουσίες, πρέπει ν' αποφεύγεται η επαφή με το δέρμα. Είναι επικίνδυνες για το περιβάλλον, τα ιζήματα πρέπει ν' απομονώνονται και να πετιούνται στα στερεά απορρίμματα και όχι στο νεροχύτη.

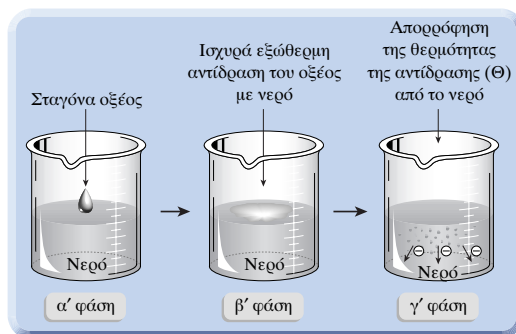
Ενώσεις **χαλκού** π.χ. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Είναι επιβλαβείς και τοξικές ουσίες. Πρέπει ν' αποφεύγεται η επαφή με το δέρμα. Το διάλυμα CuSO_4 είναι επικίνδυνο για το περιβάλλον, γι' αυτό πρέπει να προστίθεται ασβέστης, οπότε το ιζήμα που σχηματίζεται πρέπει να πετιέται στα στερεά απορρίμματα και το υγρό να αποχύνεται στο νεροχύτη.

Θεικό οξύ, H_2SO_4 , (βιτριόλι). Όταν πέσει στα μάτια προκαλεί τύφλωση και στο δέρμα προκαλεί σοβαρά εγκαύματα και καταστροφή ιστών. Αραιό θεικό οξύ προκαλεί δερματίτιδα. **ΠΡΟΣΟΧΗ!** Για την αναρρόφηση του θεικού οξέος ποτέ δεν χρησιμοποιούμε σιφώνιο, γιατί όταν καταπίνεται προκαλεί εγκαύματα στον οισοφάγο και το στομάχι και σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις τον θάνατο. Ακόμη λόγω της ισχυρής εξώθερμης αντίδρασης του θεικού οξέος με το νερό, η αραίωση του θεικού οξέος γίνεται με σταδιακή προσθήκη του ΟΞΕΟΣ στο ΝΕΡΟ και ποτέ αντίστροφα, γιατί υπάρχει κίνδυνος εκτίναξης σταγονιδίων θεικού οξέος με τις γνωστές συνέπειες. Η διαδικασία αυτή ισχύει για όλα τα οξέα.

Η αντίδραση $\text{OΞΥ} + \text{H}_2\text{O}$ είναι ισχυρά εξώθερμη. Αν προστεθεί ΝΕΡΟ στο ΟΞΥ (σχήμα Α.7α) γίνεται ισχυρή εξώθερμη χημική αντίδραση (σχήμα Α.7β) με αποτέλεσμα την εξάτμιση του ΝΕΡΟΥ που συμπαρασύρει σταγόνες του ισχυρού ΟΞΕΟΣ (σχήμα Α.7γ) που μπορούν να πεταχτούν στα μάτια, στο δέρμα ή οπουδήποτε. Αντίθετα αν προστεθεί οξύ (μικρή ποσότητα κάθε φορά) στο νερό (σχήμα Α.8α) ή παραγόμενη θερμότητα κατά την αντίδραση (σχήμα Α.8β) απορροφάται από τη μάζα του νερού (σχήμα Α.8γ) χωρίς ανεπιθύμητα φαινόμενα.



Σχήμα Α.7. Προσθήκη ΝΕΡΟΥ στο ΟΞΥ



Σχήμα Α.8. Προσθήκη ΟΞΕΟΣ στο ΝΕΡΟ

ΠΡΟΣΟΧΗ: Στην περίπτωση της φάσης Α.8γ η μέγιστη θερμοκρασία καταγράφεται αρκετά λεπτά μετά την προσθήκη του οξέος!!!

Ιώδιο στερεό ή πυκνά διαλύματα ιωδίου δίνουν τοξικούς ατμούς επικίνδυνους για τα μάτια, γι' αυτό πρέπει να χειρίζονται με προσοχή, επειδή προκαλούν εγκαύματα στην επιδερμίδα.

Νιτρικός άργυρος. Είναι οξειδωτική ουσία προκαλεί εγκαύματα και μαυρίζει το δέρμα. Πρέπει να χρησιμοποιείται με προσοχή. Τα ιζήματα από AgNO_3 ή τα διαλύματα δεν πρέπει να πετιούνται στο νεροχύτη, γιατί οι ενώσεις του Ag σκοτώνουν τους μικρο-

οργανισμούς. Πρέπει να θερμαίνονται με πυκνό HNO_3 και HCl σε αναλογία 1:1 σε ποτήρι ζέσης, για να μετατραπούν σε AgNO_3 και να ξαναχρησιμοποιηθούν.

Νιτρικό οξύ, HNO_3 , (aqua forte) προκαλεί σοβαρές ζημιές στα μάτια και στο δέρμα προκαλεί αρχικά συρρίκνωση, κιτρίνισμα και κατόπιν σοβαρά εγκαύματα. Οι ατμοί του προκαλούν ζαλάδες, ναυτία, πονοκεφάλους και εμέτους. Όταν γίνεται εισπνοή μεγαλύτερων ποσοτήτων, μετά από πέντε έως οκτώ ώρες εμφανίζονται σοβαρότατα προβλήματα.

Οξικό οξύ πυκνό (glacial) CH_3COOH . Προκαλεί εγκαύματα στο δέρμα και καταστροφή των ιστών και είναι πολύ ενοχλητικό στο αναπνευστικό σύστημα και στην αναπνοή.

Υδροξείδιο του νατρίου, NaOH , (καυστική σόδα) και το υδροξείδιο του καλίου, KOH , (καυστική ποτάσσα) είναι διαβρωτικές και επικίνδυνες ουσίες. Τα πυκνά τους διαλύματα προκαλούν εγκαύματα στο δέρμα, ενώ πιο επικίνδυνα είναι σε μορφή τήγματος. Πρέπει να χειρίζονται με προσοχή και να πετιούνται στο νεροχύτη αφού εξουδετερωθούν με οξέα.

Υδροχλωρικό οξύ (κεζάπι) είναι ερεθιστικό και προκαλεί εγκαύματα στην επιδερμίδα. Πρέπει να χειρίζεται με προσοχή χρησιμοποιώντας πλαστικά γάντια και σε καλά αεριζόμενο χώρο. Πρέπει να χύνεται στο νεροχύτη αφού εξουδετερωθεί με διάλυμα σόδας.

Υπερμαγγανικό κάλιο. Είναι οξειδωτική ουσία, ερεθίζει το δέρμα και είναι επικίνδυνη όταν καταπίνεται. Προκαλεί ανάφλεξη όταν έρθει σ' επαφή με εύφλεκτες ουσίες.

Χρωμικά ή διχρωμικά άλατα π.χ. K_2CrO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ είναι καρκινογόνες ενώσεις. Πρέπει ν' αποφεύγεται κάθε επαφή με την επιδερμίδα. Δεν πρέπει να ρίχνονται στο νεροχύτη αλλά σε δοχείο απορριμμάτων.

B



Διάφορες πειραματικές εργασίες

B.1 Θέρμανση

Θερμαντικά μέσα που χρησιμοποιούνται στο εργαστήριο (σχήμα B.1) είναι:

Ο **λύχνος Bunsen** λειτουργεί με καύσιμο μίγμα υγραερίου-αέρα, γι' αυτό απαιτεί κεντρική παροχή αερίου ή μεγάλες φιάλες αερίου, πολύ επικίνδυνες για φοιτητική χρήση, γι' αυτό έχει αντικατασταθεί από τον **εργαστηριακό λύχνο** (labogas) ή **γκαζάκι**. Τα γκαζάκια (labogas) είναι μικρές φορητές συσκευ-



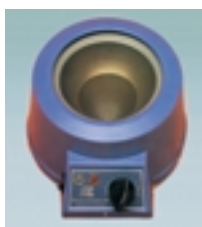
Λύχνος Bunsen



Εργαστηριακός λύχνος (labogas)



Ηλεκτρική πλάκα



Ηλεκτρικός μανδύας (φωλιά)



Υδρολούτρο

Σχήμα B.1 Θερμαντικά μέσα στο εργαστήριο.

ές υγραερίου με σύστημα καύσης Bunsen. Όταν τα χρησιμοποιούμε φροντίζουμε ώστε η παροχή αέρα (οξυγόνου) να είναι τόση, ώστε η φλόγα να είναι γαλάζια (θερμαντική και οξειδωτική) και όχι κίτρινη (φωτιστική, αναγωγική και αιθαλίζουσα). Κίτρινη φλόγα σημαίνει όχι τέλεια καύση λόγω έλλειψης οξυγόνου, οπότε τα άκαυστα κομματάκια άνθρακα (ή αιθάλη) λερώνουν τα όργανα που χρησιμοποιούμε.

Το **υδρολούτρο** χρησιμοποιείται όταν δεν θέλουμε να ξεπεράσουμε τη θερμοκρασία βρασμού του νερού, δηλαδή τους 100 °C. Το υδρολούτρο μπορεί να είναι ηλεκτρική συσκευή με θερμοστάτη ή ένα ποτήρι με νερό που θερμαίνεται σε λύχνο ή άλλη πηγή θέρμανσης.

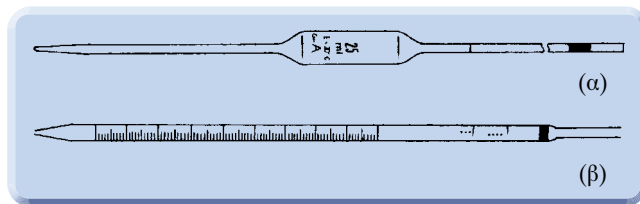
Τα **ηλεκτρικά θερμαντικά σώματα** όπως είναι ο **ηλεκτρικός μανδύας** (φωλιά) και η **ηλεκτρική πλάκα**, που έχουν πηγή θερμότητας την ηλεκτρική ενέργεια. Η ρύθμιση της επιθυμητής και σταθερής θερμοκρασίας γίνεται με θερμοστάτη.

B.2 Μέτρηση όγκου

Η μέτρηση του όγκου γίνεται με διάφορα όργανα, όπως: τα σιφώνια, την ογκομετρική φιάλη, τον ογκομετρικό κύλινδρο και την προχοΐδα.

Τα **σιφώνια**, τα πιο ακριβή όργανα μέτρησης όγκου, είναι λεπτοί γυάλινοι σωλήνες. Διακρίνονται σε:

- Σιφώνια πλήρωσης** βαθμολογημένα σε mL και δέκατα του mL. Μετρούμε πάντοτε καθορισμένο όγκο υγρού, ίσο με τη χωρητικότητα (mL), που αναγράφεται στο σιφώνιο.
- Σιφώνια μέτρησης ή αριθμημένα**, βαθμολογημένα σε mL και δέκατα του mL. Μετρούμε τον όγκο που θέλουμε, διαβάζοντας την ένδειξη του σιφονίου.



Σχήμα B.2. α. Σιφώνιο πλήρωσης και β. σιφώνιο μέτρησης.

Με το σιφώνιο παίρνουμε την ποσότητα του υγρού που θέλουμε, κάνοντας αναρρόφηση με το στόμα και το συγκρατούμε στο σιφώνιο, κλείνοντας το πάνω άκρο του σιφονίου με το δάχτυλό μας το δείκτη του χεριού μας. Όταν όμως το υγρό είναι πτητικό διαβρωτικό ή δηλητηριώδες η αναρρόφηση δεν γίνεται με το στόμα, αλλά χρησιμοποιούμε το σιφώνιο, αφού έχουμε προσαρμόσει ειδική λαστιχένια «φούσκα» (πουάρ, poire) όπως φαίνεται στο σχήμα A.4, σελ. 15).

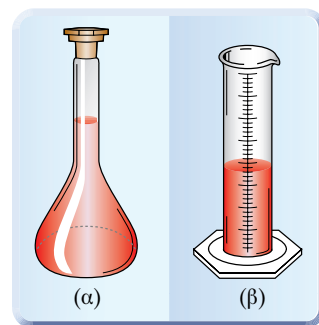
Οι **ογκομετρικές φιάλες** χρησιμοποιούνται για την παρασκευή διαλυμάτων καθορισμένης συγκέντρωσης. Είναι γυάλινες σφαιρικές φιάλες με μακρόστενο λαιμό και περιέχουν καθορισμένο όγκο υγρού, όταν γεμίσουν μέχρι τη χαραγή που βρίσκεται στο μακρόστενο λαιμό τους (σχήμα B.3α).

Η μέτρηση όγκου γίνεται σε καθορισμένη θερμοκρασία, που αναγράφεται πάνω στη φιάλη και συνήθως είναι η μέση θερμοκρασία δωματίου (25°C).

Ο **ογκομετρικός κύλινδρος** είναι όργανο μέτρησης όγκου, όχι μεγάλης ακρίβειας, βαθμολογημένος ανά 10 mL και ανά mL (σχήμα B.3β).

Η **προχοΐδα** (σελ. 86) είναι γυάλινος σωλήνας βαθμολογημένος σε mL και δέκατα του mL που μοιάζει με αριθμημένο σιφώνιο και καταλήγει σε στρόφιγγα. Για να πάρουμε την ποσότητα του υγρού που επιθυμούμε, ανοιγοκλείνουμε τη στρόφιγγα.

Στο εργαστήριο οι προχοΐδες που χρησιμοποιούνται συνήθως, είναι χωρητικότητας 50 mL.



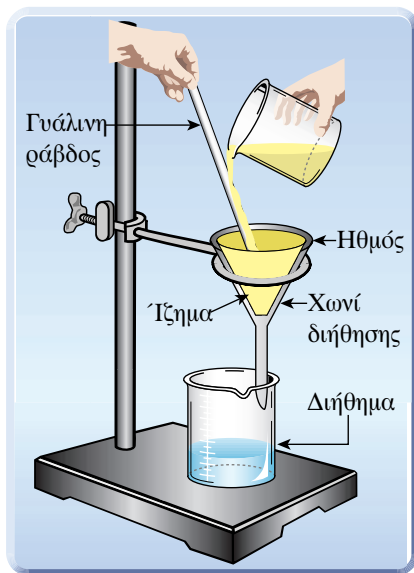
Σχήμα B.3. α. Ογκομετρική φιάλη. β. Ογκομετρικός κύλινδρος

B.3 Διήθηση

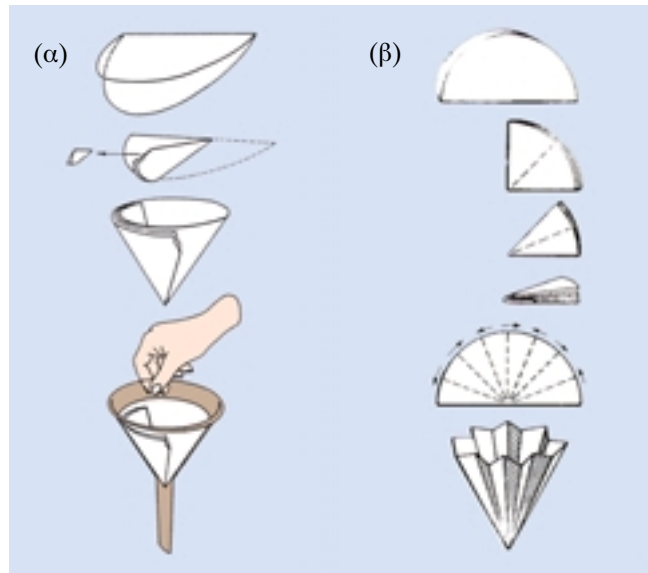
Όταν μια στερεή ουσία αιωρείται σε διάλυμα και καθιζάνει δύσκολα, για το διαχωρισμό της χρησιμοποιείται η **διήθηση** (κοινώς φιλτράρισμα).

Κατά τη διήθηση το διάλυμα, που περιέχει και το αδιάλυτο στερεό, περνά μέσα από πορώδες υλικό (**ηθμός**), που συγκρατεί το στερεό (**ίζημα**) και επιτρέπει τη διέοδο του υγρού (**διήθημα**). Ως πορώδες υλικό χρησιμοποιείται διηθητικό χαρτί, πορώδης πορσελάνη, υαλοβάμβακας κ.λπ.

Για την απλή διήθηση με διηθητικό χαρτί (σχήμα B.4), χρησιμοποιούνται απλοί ηθμοί (σχήμα B.5α), ενώ για την ταχύτερη χρησιμοποιούνται πτυχωτοί ηθμοί (σχήμα B.5β).



Σχήμα B.4 Διάταξη διήθησης



Σχήμα B.5. Τρόπος χρήσης διηθητικού χαρτιού: α. για απλό ηθμό, β. για πτυχωτό ηθμό.

B.4 Ζύγιση

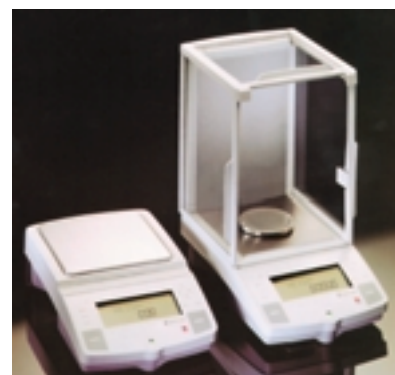
Η μέτρηση της μάζας μιας ουσίας γίνεται με τη **ζύγιση**. Οι συσκευές που χρησιμοποιούνται για τη ζύγιση ονομάζονται **ζυγοί** (ζυγαριές).

Χαρακτηριστικό κάθε ζυγού είναι η ευαισθησία και η ακρίβειά του.

Ευαισθησία ζυγού θεωρείται η ικανότητα του ζυγού να αποκλίνει από τη θέση ισορροπίας όταν προστίθεται σ' αυτόν ελάχιστο βάρος.

Ακρίβεια ζυγού θεωρείται το μικρότερο κλάσμα του γραμμαρίου, του οποίου την αριθμητική τιμή δίνει ο ζυγός.

Το είδος του ζυγού που θα χρησιμοποιήσουμε εξαρτάται από την ακρίβεια ζύγισης που επιθυμούμε.



Σχήμα B.6 Ηλεκτρονικοί ζυγοί

Στο εργαστήριο χρησιμοποιούνται ζυγοί (ζυγαριές) συνήθως ηλεκτρονικοί, που φαίνονται στο σχήμα Β.6. Ανάλογα με την ικανότητα ζύγισης και την ακρίβειά τους, οι ζυγοί διακρίνονται σε:

- ▶ **Κοινούς ζυγούς**, που ζυγίζουν μάζα μέχρι 5 kg και έχουν ακρίβεια 0,5 g.
- ▶ **Φαρμακευτικούς ή ημιαναλυτικούς** ζυγούς, που ζυγίζουν μάζα μέχρι 200 g και έχουν ακρίβεια 0,05-0,2 g.
- ▶ **Αναλυτικούς** ζυγούς, που ζυγίζουν μάζα μέχρι 200 g και έχουν ακρίβεια 0,0001 g.

Ανεξάρτητα από το είδος του ζυγού, πρέπει κατά τη ζύγιση μιας ουσίας να τηρούνται απαραίτητα ορισμένοι κανόνες όπως:

- ✓ Η ουσία που ζυγίζεται ποτέ δεν τοποθετείται απευθείας στο δίσκο του ζυγού, αλλά σε κάψα, ύαλο ωρολογίου ή φιαλίδιο ζύγισης.
- ✓ Ουσίες υγροσκοπικές, πτητικές ή ευαίσθητες στον αέρα, ζυγίζονται πάντα μέσα σε ειδικό φιαλίδιο ζύγισης.
- ✓ Τα όργανα που χρησιμοποιούνται στη ζύγιση, πρέπει να είναι στεγνά και καθαρά.
- ✓ Ο ζυγός πρέπει να καθαρίζεται προσεκτικά πριν και μετά από κάθε ζύγιση.
- ✓ Δεν προστίθεται ούτε αφαιρείται ουσία όταν ο ζυγός βρίσκεται σε λειτουργία.
- ✓ Οι ζυγοί πρέπει να βρίσκονται σε ειδικό χώρο στο εργαστήριο και να μη μετακινούνται.
- ✓ Η προσθήκη ή αφαίρεση ουσιών κατά τη ζύγιση, γίνεται πάντοτε με τη βοήθεια σπάτουλας.

B.5 Καθαρισμός γυάλινων οργάνων και συσκευών

Η καθαριότητα των οργάνων και συσκευών που χρησιμοποιούνται, είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την επιτυχία ενός χημικού πειράματος.

- ✓ Ο καθαρισμός γίνεται με ψήκτρα (βουρτσάκι) και απορρυπαντικό ή άλλο μέσο καθαρισμού. Κατόπιν ξεπλύνουμε με άφθονο νερό της βρύσης και τέλος με απιοντισμένο νερό ό,τι χρησιμοποιήσαμε.
- ✓ Το μέσο καθαρισμού εξαρτάται από τη φύση του ρύπου:
 - για ρύπους με όξινες ουσίες χρησιμοποιούμε διάλυμα σόδας ή υδροξειδίου του νατρίου,
 - για ρύπους από αλκαλικές ουσίες χρησιμοποιούμε διάλυμα οξέος,
 - για ρύπους από λιπαρές ουσίες χρησιμοποιούμε ακετόνη ή αιθανόλη.
- ✓ Μετά την πλύση των οργάνων, τα στεγνώνουμε με θέρμανση σε ειδικές συσκευές, τα **πυριατήρια**. Αν δεν υπάρχουν πυριατήρια για γρηγορότερη ξήρανση, μετά την πλύση με απιοντισμένο νερό, τα πλύνουμε με ακετόνη. Η ακετόνη, λόγω του χαμηλού σημείου ζέσης εξατμίζεται γρήγορα και παρασύρει τα ίχνη του νερού.
- ✓ Τα όργανα μέτρησης όγκου δεν πρέπει να ξηραίνονται σε πυριατήριο, αφήνονται να στεγνώσουν αργά ή διαβιβάζεται σ' αυτά θερμός αέρας με κατάλληλες συσκευές (π.χ. στεγνωτήρες μαλλιών).



Πειράματα χημείας σε μικροκλίμακα

Η χημεία σε μικροκλίμακα (microscale chemistry ή small scale chemistry), είναι η χημεία που πειραματικά χρησιμοποιεί πολύ μικρές ποσότητες χημικών αντιδραστηρίων και συχνά (όχι πάντα) απλές συσκευές.

Στο τέλος της δεκαετίας του '70 και τις αρχές του '80 στις ΗΠΑ άρχισε να προωθείται η ιδέα της αντικατάστασης των παραδοσιακών πειράματων χημείας με πειράματα μικροκλίμακας, κυρίως για περιβαλλοντικούς και οικονομικούς λόγους.

Το 1993 ιδρύθηκε σε κολλέγιο της Μασαχουσέτης το εθνικό κέντρο χημείας σε μικροκλίμακα (MMC), με σκοπό να προωθήσει τη χρήση πειραμάτων μικροκλίμακας, ως ένα τρόπο μείωσης της ρύπανσης από απόβλητα που προέρχονταν από εργαστηριακά πειράματα.

Ήδη τα πειράματα σε μικροκλίμακα χρησιμοποιούνται σε πολλές χώρες κυρίως στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, επειδή συγκεντρώνουν πολλά πλεονεκτήματα όπως:

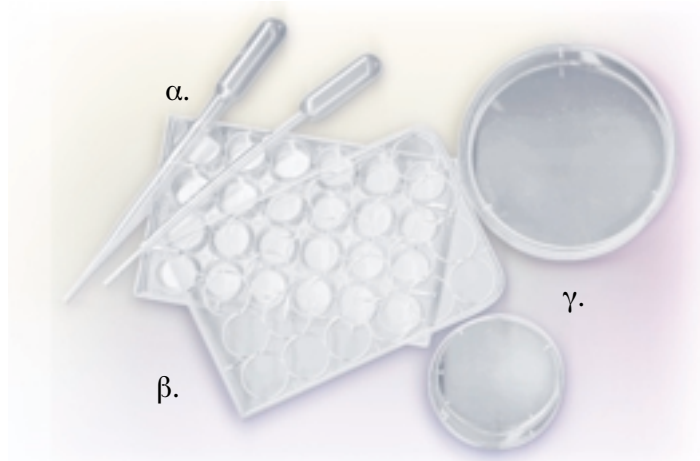
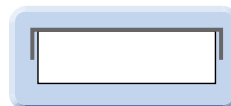
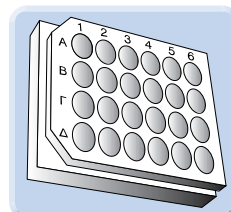
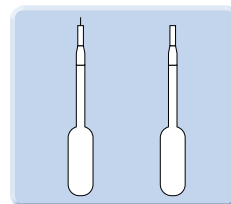
- ✓ είναι οικονομικά, επειδή χρησιμοποιούν μικρές ποσότητες χημικών αντιδραστηρίων και όργανα συνήθως πλαστικά,
- ✓ υπάρχει μείωση των χημικών αποβλήτων,
- ✓ οι μαθητές ευαισθητοποιούνται στην υπεύθυνη χρήση των χημικών ουσιών, θέμα πολύ σημαντικό για τα σύγχρονα περιβαλλοντικά προβλήματα,
- ✓ μειώνονται οι κίνδυνοι για την προσωπική ασφάλεια, έτσι πολλά συμβατικά πειράματα που χρησιμοποιούν επικίνδυνα αντιδραστήρια, π.χ. βρώμιο, μπορούν ν' αντικατασταθούν με πειράματα σε μικροκλίμακα και να γίνονται άφοβα από τους μαθητές,
- ✓ η διαδικασία των πειραμάτων είναι ευκολότερη, οπότε μειώνεται και ο χρόνος πραγματοποίησης κάθε πειράματος (π.χ. λιγότερα ή καθόλου πλυσίματα),
- ✓ πολλές φορές ορισμένες χημικές αντιδράσεις με μικρούς όγκους διαλυμάτων γίνονται καλύτερα, παρά αν χρησιμοποιηθούν μεγαλύτερες ποσότητες σε δοκιμαστικούς σωλήνες ή ποτήρια. Απαιτούν όμως πιο προσεκτική παρατήρηση, κάτι που είναι άλλωστε απαραίτητο για κάθε επιστημονική προσπάθεια,

Τα πειράματα σε μικροκλίμακα δεν έχουν σκοπό να αντικαταστήσουν όλα τα παραδοσιακά πειράματα χημείας. Μπορούν όμως ν' αντικαταστήσουν ορισμένες ασκήσεις για λόγους ασφάλειας ή να χρησιμοποιούνται συμπληρωματικά στις ήδη υπάρχουσες μεθόδους επιτρέποντας στους μαθητές να εκτελούν τα πειράματα είτε παράλληλα με τα παραδοσιακά, είτε σαν μια επανάληψη στο τέλος μιας εργαστηριακής άσκησης.

Γ.1 Όργανα που χρησιμοποιούνται στα πειράματα χημείας σε μικροκλίμακα

Τα όργανα που χρησιμοποιούνται στα πειράματα μικροκλίμακας είναι:

- **Σταγονόμετρα πλαστικά.**
- **Ράβδοι ανάδευσης.** Οι γυάλινες ράβδοι ανάδευσης αντικαθίστανται από πλαστικά καλαμάκια (πορτοκαλάδας).
- **Διαφανή πλαστικά φύλλα** ή διαφάνειες, που χρησιμοποιούνται στους προβολείς διαφανειών, ΟΗΡ, αντικαθιστούν τους δοκιμαστικούς σωλήνες.
Οι μαθητές τοποθετούν στις διαφάνειες 1-2 σταγόνες διαλυμάτων για να γίνουν οι αντιδράσεις. Οι διαφάνειες αυτές όταν δεν χρησιμοποιούνται ισχυρά οξέα ή ιώδιο οπότε βάζονται, μπορούν να καθαριστούν με μαλακό χαρτί ή ύφασμα και να ξαναχρησιμοποιηθούν.
Φυσικά το σχήμα των σταγόνων από υδατικά διαλύματα ποικίλει και μπορεί να δώσει στους φοιτητές ενδιαφέρουσες ιδέες, όπως για τις συνέπειες του δεσμού υδρογόνου ή της επιφανειακής τάσης.
- **Πλαστικά σιφώνια** (plastic pipettes) χωρητικότητας 1 mL ή 2 mL.
- **Πλαστικός δίσκος με κοιλότητες** (plastic well plate ή cell culture cluster). Ο πλέον χρήσιμος είναι αυτός που αποτελείται από 24 κοιλότητες χωρητικότητας περίπου 3 mL η καθεμία. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πειράματα οργανικής χημείας, χημικής ισορροπίας, ταχύτητας χημικών αντιδράσεων ή σε πειράματα όπου εμφανίζονται διάφορα χρώματα.
- **Πλαστικά κουτάκια από φωτογραφικά φιλμ** που αντικαθιστούν τα δοχεία αντιδραστηρίων.
- **Πλαστικά τριβλία petri** (plastic petri dishes) με καπάκι, με διάμετρο περίπου 4,5 cm ή 9 cm.



Όργανα που χρησιμοποιούνται στα πειράματα χημείας σε μικροκλίμακα.

α) Πλαστικά σιφώνια.

β) Πλαστικός δίσκος με κοιλότητες.

γ) Τριβλία petri.



Όργανα που χρησιμοποιούνται σε χημικό εργαστήριο