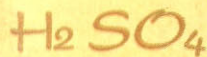
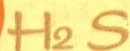


ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ

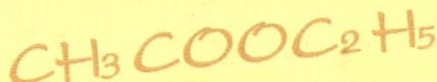
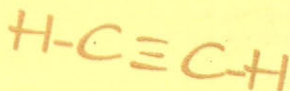
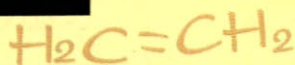
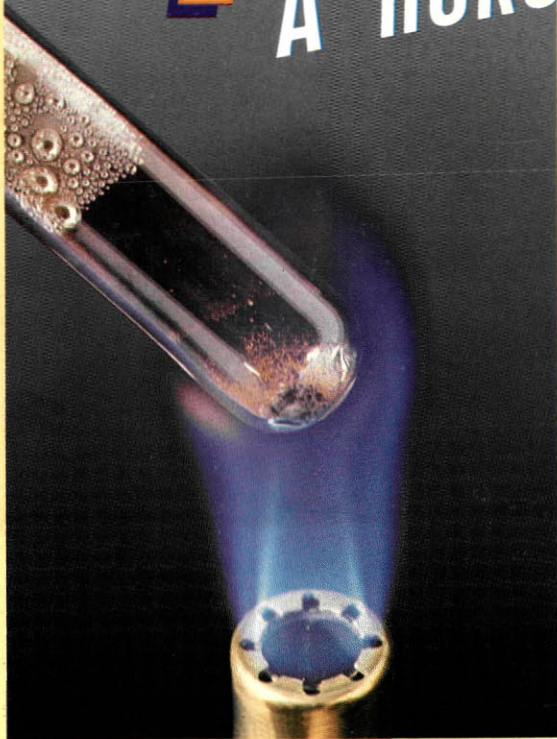
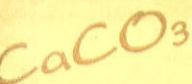
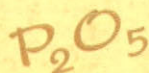
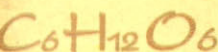
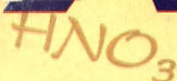


ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ



# Χημεία

## Α' λυκείου



ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ  
ΑΘΗΝΑ

**Στέλιος Λιοδάκης**

**Δημήτρης Γάκης**

**εργαστηριακός οδηγός**

**χημείας**

**α' Γενικού Λυκείου**

**Επιστημονικός υπεύθυνος- Διεύθυνση Ομάδων Εργασίας:**  
**ΣΤΕΛΙΟΣ. ΛΙΟΔΑΚΗΣ**

**Ομάδα συγγραφής**

**ΣΤΕΛΙΟΣ. ΛΙΟΔΑΚΗΣ**, Δρ. Χημικός, Επίκουρος Καθηγητής ΕΜΠ  
**ΔΗΜΗΤΡΗΣ. ΓΑΚΗΣ**, Δρ. Χημικός Μηχανικός, Λέκτορας ΕΜΠ

**Ομάδα Τεχνικής Υποστήριξης:**

**ΣΤΑΘΗΣ ΣΙΑΝΟΣ** Χημικός Μηχανικός Ε.Μ.Π.

**ANNA ΓΑΚΗ**, φοιτήτρια στη σχολή Χημικών Μηχανικών ΕΜΠ

**ΗΡΑΚΛΗΣ ΑΓΙΟΒΛΑΣΙΤΗΣ**, φοιτητής στη σχολή Χημικών Μηχανικών ΕΜΠ

**ΒΛΑΣΗΣ ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ**, φοιτητής στη σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών ΕΜΠ

**Υπεύθυνος στο Πλαίσιο του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου:**

**Αντώνιος Σ. Μπομπέτσης**, Χημικός, M.ed, Ph.D, Σύμβουλος Π.Ι.

**Βασιλική Ν. Περάκη**, Δρ. Βιολογίας, Μόνιμη Πάρεδρος του Π.Ι.

## ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΥ ΟΔΗΓΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΩΝ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ

Ο εργαστηριακός οδηγός περιλαμβάνει αναλυτικές οδηγίες για τη σωστή και ασφαλή εκτέλεση των πειραμάτων που αναφέρονται. Όμως κάθε πείραμα είναι αποτυχημένο, αν απλώς είναι μια πιστή, ακολούθια κάποιων «συνταγών». Χρειάζεται ενεργός συμμετοχή του μαθητή και αυτή πέτυχαινεται μόνον αν αυτός **προηγουμένως** έχει **μελετήσει** και **κατανοήσει** σαφώς τα πάντα γύρω από αυτό. Για να τονισθεί αυτή η ανάγκη στο τετράδιο εργαστηριακών ασκήσεων υπάρχει μια μικρή καινοτομία με παράθεση **προκαταρκτικών** ερωτήσεων. Πριν λοιπόν μπει κανείς στην εκτέλεση του πειράματος είναι απαραίτητο να μπορεί να εξετάζεται και να απαντά στις ερωτήσεις αυτές.

Κατά τα άλλα η δομή του οδηγού είναι λίγο πολύ κλασική. Περιλαμβάνει:

### 1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Εδώ αναφέρονται οι επιδιωκόμενοι στόχοι, δηλαδή τι αναμένεται να κατέχει ο μαθητής μετά την επιτυχή εκτέλεση του πειράματος. Αυτό δε τόσο σε επίπεδο θεωρίας, όσο και απόκτηση δεξιοτήτων.

### 2 ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

Εδώ αναφέρονται συνοπτικά ορισμένα θέματα θεωρίας τα οποία κατά κανόνα υπάρχουν και στο βιβλίο θεωρίας. Πολλές φορές όμως αναφέρονται επιπλέον θέματα, αν οι ανάγκες και οι σκοποί του πειράματος το απαιτούν.

### 3 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΟΡΓΑΝΑ, ΣΥΣΚΕΥΕΣ, ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

Εδώ έχουν ταξινομηθεί τα όργανα, οι συσκευές, τα αντιδραστήρια και τα γενικότερα υλικά τα οποία χρειάζονται για τη



διεξαγωγή του πειράματος. Πριν την έναρξη πρέπει να γίνεται έλεγχος για το αν αυτά υπάρχουν και αν είναι σωστά τοποθετημένα ή συναρμολογημένα. Η καθαριότητα, η τάξη και η πειθαρχία είναι βασικά χαρακτηριστικά κάθε εργαστηριακής δουλειάς.

#### **4 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ**

Εδώ περιγράφονται, το δυνατόν λεπτομερειακά, τα βήματα που πρέπει να ακολουθηθούν για την εκτέλεση του πειράματος. Τα βήματα να ακολουθούνται όχι «ρομποτικά», αλλά συνειδητά. Και με πολλά «γιατί». Είναι φανερό ότι πριν κανείς ξεκινήσει το πείραμα οφείλει με προσοχή να μελετήσει τη διαδικασία και να την κατανοήσει πλήρως.

Κλείνοντας την μικρή αυτή εισαγωγή πρέπει να τονίσουμε και κάτι εξίσου σημαντικό. Το εργαστήριο διδάσκει πολλά πράγματα τα οποία πιθανόν κανείς να τα λησμονήσει. Όμως του δίνει την δυνατότητα να «μάθει τον τρόπο δουλειάς» γενικότερα. Οργάνωση, τάξη και πειθαρχία είναι οι μεγαλύτεροι στόχοι που κρύβονται πίσω από τους επιμέρους.

«μου το είπαν ... το άκουσα  
το διάβασα ... το έμαθα  
το έκανα... το κατάλαβα»

# **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

## **ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΥ ΟΔΗΓΟΥ Α΄ ΛΥΚΕΙΟΥ**

### **1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ**

|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| 1.1 Οδηγίες - Κανόνες Ασφάλειας Εργαστηρίου | 3  |
| 1.2 Βασικά Όργανα Εργαστηρίου               | 6  |
| 1.3 Βασικές Εργαστηριακές τεχνικές          | 11 |
| 1.4 Σφάλματα κατά τις μετρήσεις             | 23 |
| 1.5 Σημαντικά ψηφία                         | 24 |
| Ασκήσεις                                    | 25 |

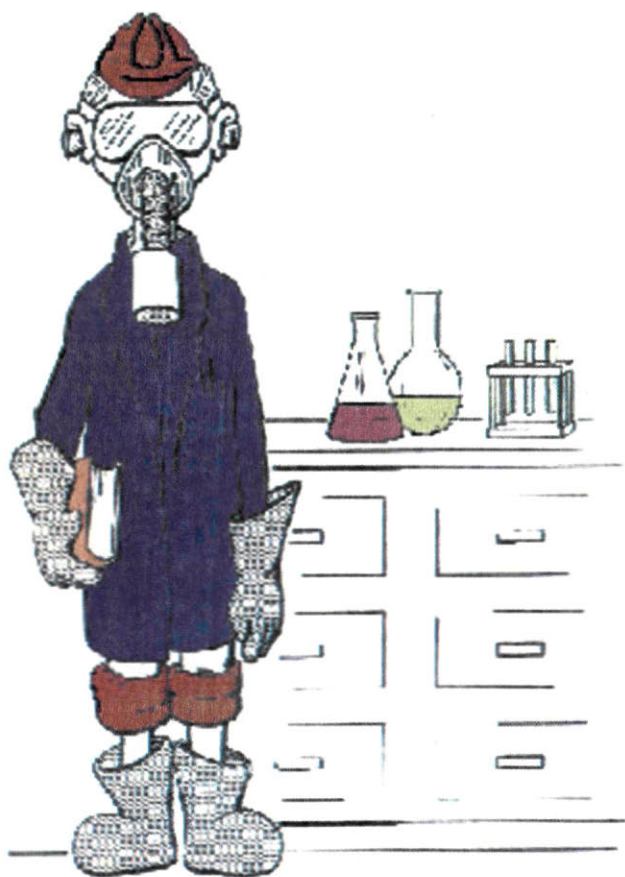
### **2 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ**

1. Παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα διάλυσης
2. Πυροχημική ανίχνευση μετάλλων
3. Χημικές αντιδράσεις και ποιοτική ανάλυση ιόντων
4. Παρασκευή διαλύματος ορισμένης συγκέντρωσης-Αραίωση διαλυμάτων
5. Ανίχνευση Υδατανθράκων
6. Παρασκευή Σαπουνιού

### **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ**

# 1

## Εισαγωγικές γνώσεις



**ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΝΑ ΠΡΟΣΕΞΟΥΜΕ, ΑΛΛΑ ΟΧΙ ΚΑΙ ΕΤΣΙ !!!!!**



## 1.1 Οδηγίες-κανόνες ασφάλειας εργαστηρίου

1. Μη ξεχνάτε ότι το εργαστήριο είναι χώρος για σοβαρή εργασία.
2. Να έρχεστε πάντα προετοιμασμένοι για το πείραμα που θα εκτελέσετε.
3. Ποτέ μη αυτοσχεδιάζετε, να κάνετε μόνο όσα δίνονται στις οδηγίες.
4. Αν πεταχτεί πάνω σας οξύ ή κάποιο καυστικό αντιδραστήριο, ξεπλυθείτε αμέσως με άφθονο νερό.
5. Μη πιάνετε τα αντιδραστήρια με τα χέρια σας.
6. Πριν γίνει χρήση ενός αντιδραστηρίου, διαβάσετε προσεκτικά την ετικέτα. Ποτέ μη κάνετε χρήση ενός αντιδραστηρίου, από φιάλη που δεν έχει ετικέτα.
7. Η μετάγγιση καυστικών και τοξικών υγρών με σιφώνιο δεν γίνεται με αναρρόφηση με το στόμα αλλά με πουάρ.
8. Κατά τις αραιώσεις των πυκνών οξέων, ιδιαίτερα του  $H_2SO_4$ , ποτέ δεν προστίθεται το νερό στο οξύ αλλά το οξύ προστίθεται σιγά-σιγά στο νερό.
9. Να ενημερωθείτε για τη θέση / λειτουργία των πυροσβεστήρων.
10. Να ενημερωθείτε για το κουτί πρώτων βοηθειών και τη χρησιμότητά του.
11. Πριν την αποχώρησή σας από το εργαστηριακό χώρο πρέπει να γίνεται σχολαστικός έλεγχος στους διακόπτες παροχής ηλεκτρικού ρεύματος, υγραερίου και νερού.

**ΤΟ ΤΡΙΠΤΥΧΟ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ  
ΣΤΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ ΧΗΜΕΙΑΣ**  
(με βάση τα συνηθέστερα ατυχήματα)

**ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΤΑ ΜΑΤΙΑ**

Φοράτε προστατευτικά γυαλιά. Μη θερμαίνετε το δοκιμαστικό σωλήνα στο πυθμένα του, αλλά λίγο παρακάτω από την επιφάνεια του υγρού, ανακινώντας συγχρόνως τον σωλήνα. Έτσι αποφεύγουμε τον απότομο βρασμό με εκτίναξη του περιεχομένου του. Όχι στους φακούς επαφής, αυτοί μπορούν να παγιδεύσουν στα μάτια σας επικίνδυνα αντιδραστήρια.

**ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΤΟ ΚΑΨΙΜΟ**

Μη ξεχνάτε ότι το θερμό γυαλί δεν ξεχωρίζει από το κρύο.

**ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΤΟ ΚΟΨΙΜΟ**

Αυτό συμβαίνει συνήθως από σπασμένα γυαλιά. Γι' αυτό να χρησιμοποιείται πανί όταν πιέζετε γυάλινους σωλήνες π.χ. όταν περνάτε θερμόμετρο από την τρύπα φελλού. Επίσης η μεταφορά σπασμένων γυαλιών να γίνεται με πανί.

## Σύμβολα επικινδυνότητας χημικών ουσιών



Τοξικό



Επιβλαβές /  
ερεθιστικό



Διαβρωτικό



Εύφλεκτο



Εκρηκτικό



Ραδιενεργό

Τα σύμβολα επικίνδυνων ουσιών αποτελούν ένα τρόπο επισήμανσής τους, ώστε να πάρουμε τα κατάλληλα μέτρα προφύλαξης, όταν χρειαστεί να κάνουμε χρήση τους. Έτσι αποφεύγουμε τυχόν ατυχήματα. Για κάθε ενδεχόμενο καλό είναι να θυμάστε:

Πρώτες βοήθειες: 166

Πυροσβεστική υπηρεσία: 199

Τηλεφωνικό κέντρο δηλητηριάσεων: 01- 7793777

## 1.2 Βασικά όργανα εργαστηρίου

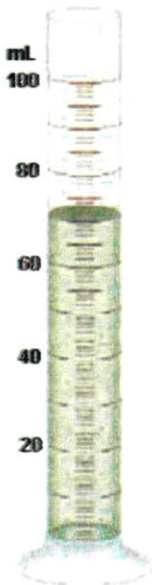
### Όργανα Μέτρησης Όγκου Υγρών



Προχοΐδα



Σιφώνιο



Ογκομετρικός  
κύλινδρος



Ογκομετρική  
φιάλη

**1. Προχοΐδα:** όργανο για την ακριβή μέτρηση όγκων υγρών, χρησιμοποιείται κυρίως για την ποσοτική ανάλυση (ογκομετρήσεις).

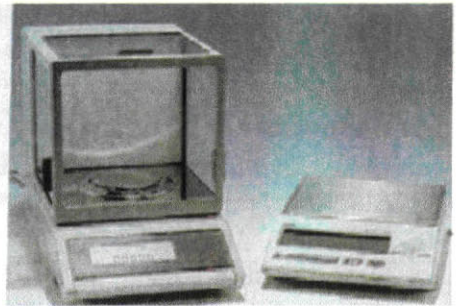
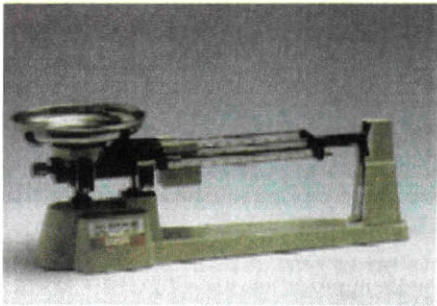
**2. Σιφώνιο εκροής:** για την ακριβή μέτρηση και μεταφορά ενός σταθερού όγκου υγρού.

**3. Ογκομετρικός κύλινδρος:** μετράται ο όγκος ενός υγρού με σχετικά μικρή ακρίβεια.

**4. Ογκομετρική φιάλη:** για τη μέτρηση ορισμένου όγκου υγρού και ιδιαίτερα για την παρασκευή διαλυμάτων ορισμένης συγκέντρωσης.

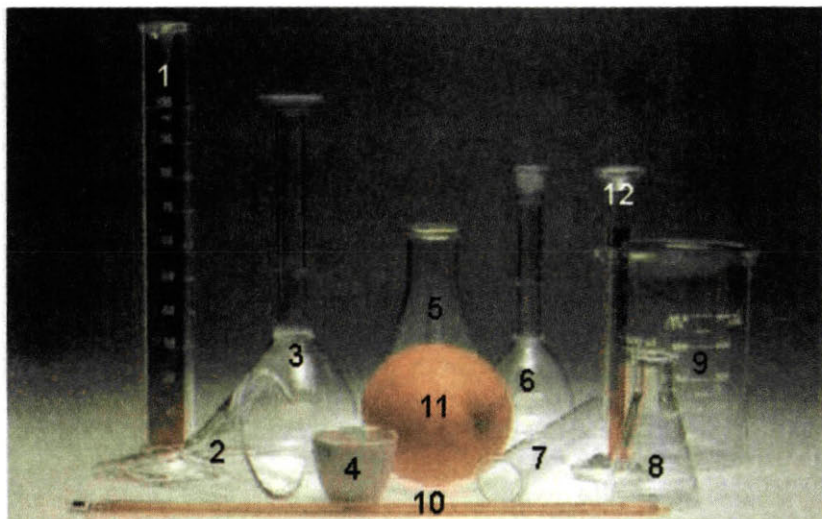


## Όργανα Μέτρησης Μάζας (Ζυγοί)



1. Εργαστηριακός ζυγός δύο δίσκων. Στον ένα δίσκο βάζουμε την ουσία που θέλουμε να ζυγίσουμε και στον άλλο τα σταθμά.
2. Εργαστηριακός ζυγός ενός δίσκου με βερνιέρο.
3. Σύγχρονοι ηλεκτρονικοί ζυγοί ακριβείας.

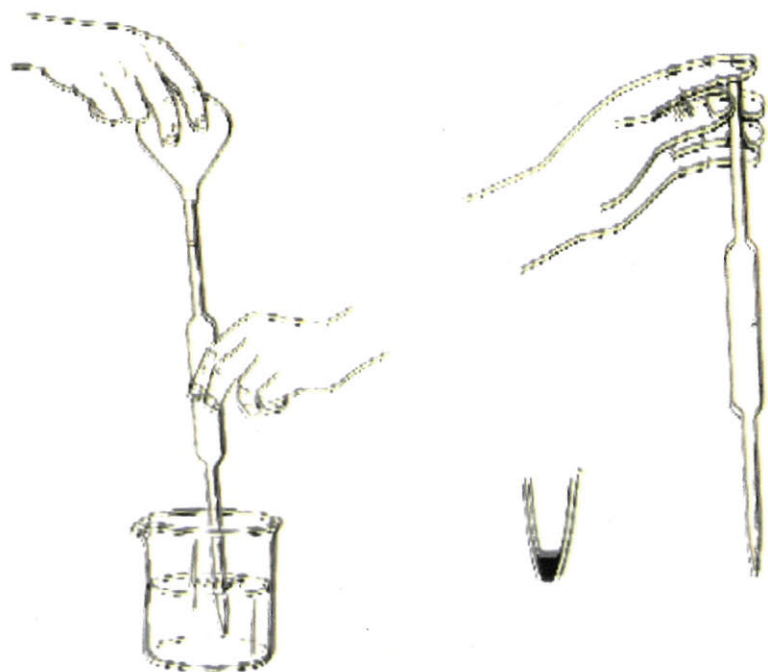
## Μερικά Από Τα Πιο Συνηθισμένα Όργανα Χημείας



1. Ογκομετρικός κύλινδρος των 100 mL
2. Χωνί διηθήσεως.
3. Ογκομετρική φιάλη των 250 mL.
4. χωνευτήριο πορσελάνης.
5. Κωνική φιάλη (Erlenmeyer) των 250 mL.
6. Ογκομετρική φιάλη των 100 mL.
7. Δοκιμαστικός σωλήνας.
8. Κωνική φιάλη (Erlenmeyer) των 100 mL.
9. Ποτήρι ζέσεως των 500 mL.
10. Θερμόμετρο.
11. Πορτοκάλι για να γίνει η σύγκριση μεγέθους των χημικών οργάνων.
12. Ογκομετρικός κύλινδρος των 10 mL.



## Χρήση Σιφωνίου Εκροής



### Παρατηρήσεις

α) Με το σιφώνιο μεταφέρεται με μεγάλη ακρίβεια ένας ορισμένος όγκος υγρού από ένα δοχείο σε κάποιο άλλο. Η αναρρόφηση από το δοχείο στο σιφώνιο γίνεται με το στόμα, αν το υγρό δεν είναι τοξικό ή καυστικό. Σ' αντίθετη περίπτωση, η αναρρόφηση του υγρού γίνεται με τη βοήθεια ελαστικής σφαίρας (πουάρ), όπως φαίνεται στο σχήμα.

β) Η τελευταία σταγόνα που μένει στην άκρη του σιφωνίου έχει υπολογιστεί κατά τη βαθμονόμηση του σιφωνίου και γι' αυτό δεν πρέπει να αποφυσάται.

## Συνήθη Σιδερένια Σκεύη

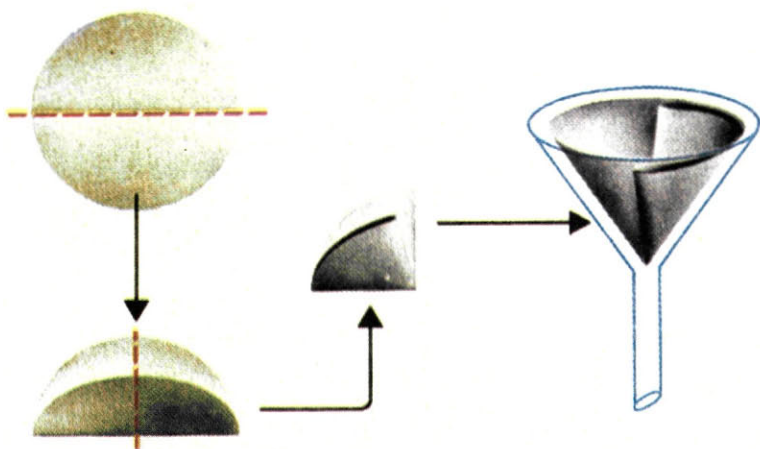


## 1.3 Βασικές Εργαστηριακές Τεχνικές

### Διήθηση

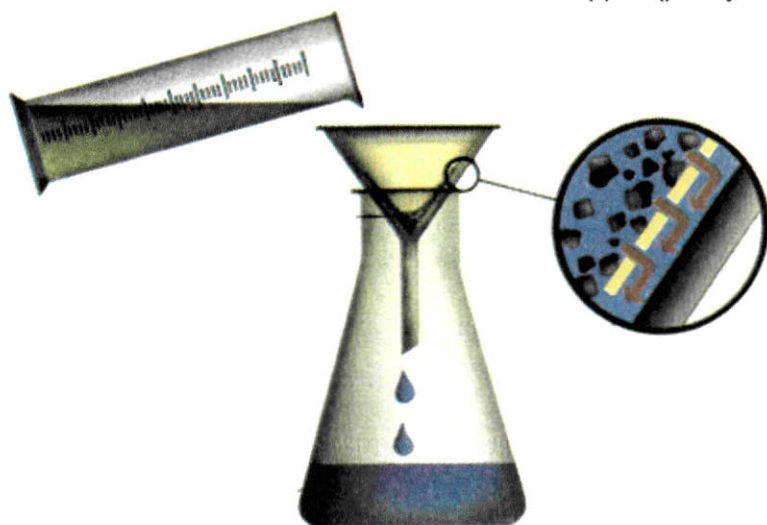
Η διήθηση είναι η πιο συνηθισμένη μέθοδος διαχωρισμού στερεού από υγρό. Βασίζεται στην αδυναμία του στερεού να περάσει λόγω μεγέθους μέσα από τους πόρους του ηθμού (φίλτρο). Έτσι το στερεό συγκρατείται στο ηθμό (ιζήμα), ενώ το υγρό διαπερνά τον ηθμό (διήθημα).

Υπάρχουν διάφορα είδη ηθμών τα οποία έχουν διαφορετική διάμετρο πόρων, ώστε να χρησιμοποιούνται για ανάλογα ιζήματα. Ο ηθμός πριν την τοποθέτηση του στο χωνί διπλώνεται, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



**ΣΧΗΜΑ 1.1** Πως διπλώνεται ο ηθμός.

Αμέσως μετά την τοποθέτηση του ηθμού στο χωνί αυτός διαβρέχεται με λίγο απιονισμένο νερό ή λίγο από το υπερκείμενο υγρό του μείγματος που πρόκειται να διηθήσουμε. Ακολουθεί η διήθηση, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



**ΣΧΗΜΑ 1.2** Διάταξη διήθησης και στη λεπτομέρεια η αρχή λειτουργία διήθησης.

Να σημειωθεί ότι αν το χωνί έχει μακρύ στέλεχος εκροής και μικρή διάμετρο, τότε λόγω των τριχοειδών φαινομένων η διήθηση γίνεται γρηγορότερα (*χωνί ταχείας διηθήσεως*).

Το ίζημα που λαμβάνεται εκπλένεται για να απαλλαγεί από το τυχόν προσμίξεις που περιέχει με κατάλληλο υγρό έκπλυσης. Έτσι παίρνουμε καθαρό ίζημα. Το ίζημα στη συνέχεια τοποθετείται σε ύαλο ωρολογίου και τοποθετείται στο *πυριατήριο* προς ξήρανση. Το πυριατήριο είναι ηλεκτρική συσκευή θέρμανσης με μεταλλικά ράφια στα οποία τοποθετούνται τα προς ξήρανση υλικά.

Στην περίπτωση που αποτυγχάνει η μέθοδος της διήθησης να διαχωρίσει το στερεό, π.χ. το ίζημα διαπερνά τους πόρους του ηθμού, η εναλλακτική λύση είναι η φυγοκέντρωση. Το διάλυμα τοποθετείται στους σωλήνες φυγοκέντρωσης και περιστρέφεται με μεγάλη ταχύτητα σε κατάλληλη συσκευή. Στην περίπτωση αυτή το ίζημα κολλάει στον πυθμένα του σωλήνα και διαχωρίζεται από το υπερκείμενο υγρό με απόχυση.





## Απόσταξη

Η απόσταξη είναι μέθοδος διαχωρισμού ή καθαρισμού ενός ομογενούς μίγματος (διαλύματος), λόγω της διαφοράς στα σημεία βρασμού μεταξύ των διαχωριζομένων συστατικών.

Η διάταξη μιας απλής απόσταξης δίνεται στο παρακάτω σχήμα. Η διαδικασία της απόσταξης με λίγα λόγια είναι η εξής:

Βάζουμε το υγρό που θέλουμε να αποστάξουμε στον **κλασματήρα**, που είναι μια σφαιρική φιάλη μ' ένα πλάγιο σωλήνα (περίπου μέχρι τη μέση). Τοποθετούμε το θερμόμετρο στο στόμιο του κλασματήρα σε τέτοιο ύψος, ώστε το άκρο του θερμομέτρου να βρίσκεται στο ύψος του πλάγιου σωλήνα του. Στη συνέχεια θερμαίνουμε το υγρό, οπότε αρχίζει ο βρασμός του.

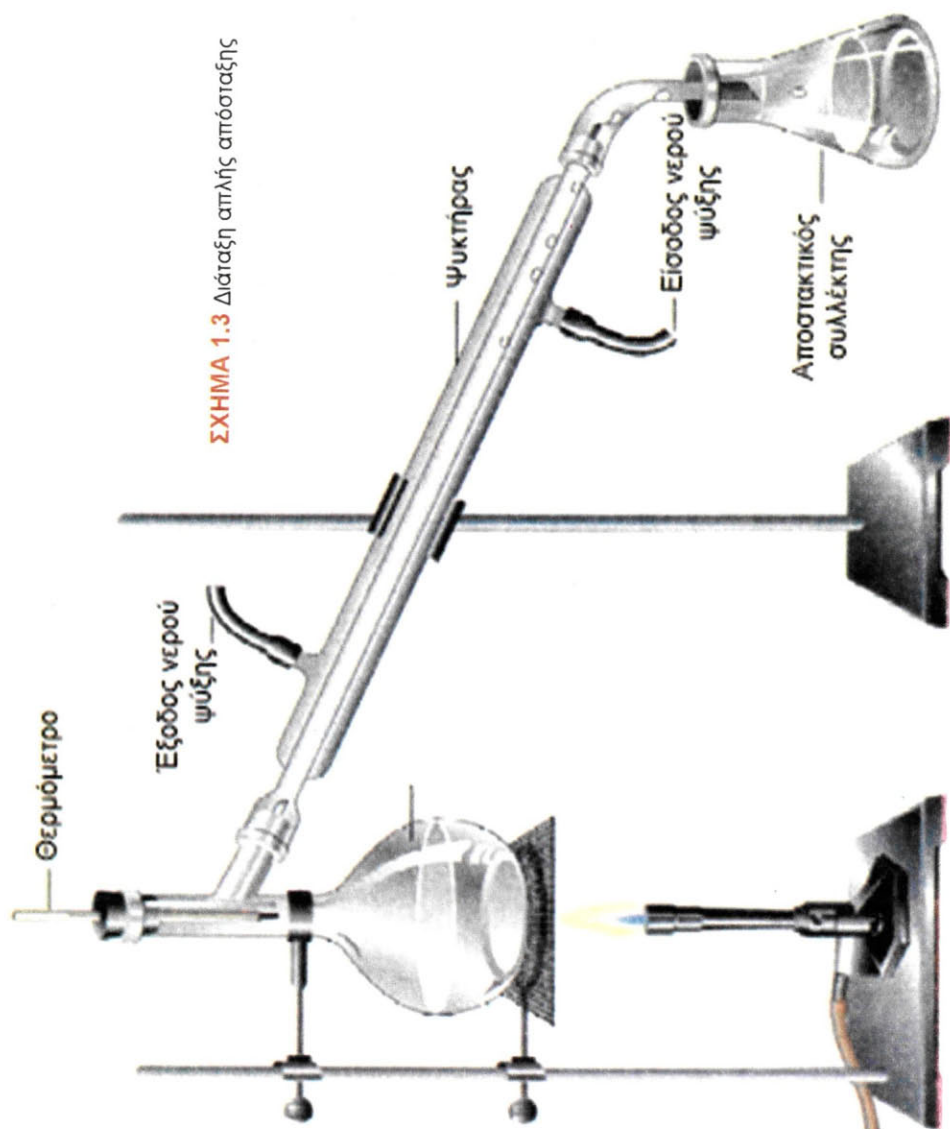
Οι παραγόμενοι ατμοί περνούν στο **ψυκτήρα**, που ένας σωλήνα με διπλά τοιχώματα από όπου περνά το υγρό ψύξεως (συνήθως νερό). Εκεί οι ατμοί του αποσταζόμενου υγρού συμπυκνώνονται και στη συνέχεια συλλέγονται στο **υποδοχέα** σταγόνα - σταγόνα. Αυτό είναι το **απόσταγμα**, ενώ το υγρό που παρέμεινε στο κλασματήρα αποτελεί το **υπόλειμμα της απόσταξης**.

Να σημειωθεί ότι για να αποφύγουμε απότομο βρασμό και εκτινάξεις σταγονιδίων από τον κλασματήρα, προσθέτουμε γυάλινα σφαιρίδια ή κομμάτια πορσελάνης στο υγρό που αποστάζουμε κατά την έναρξη της απόσταξης (πυρήνες βρασμού).

Η απόσταξη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή αποσταγμένου νερού ή την απόσταξη κρασιού για την παρασκευή κονιάκ κλπ.

Η απόσταξη που περιγράψαμε είναι η απλή απόσταξη. Πέραν αυτής υπάρχουν πολλά είδη απόσταξης, πχ απόσταξη υπό κενό, με υδρατμούς, κλασματική κλπ.

Το τελευταίο είδος περιλαμβάνει πολλές διαδοχικές απλές αποστάξεις δηλαδή, το απόσταγμα αποστάζεται ξανά και το νέο απόσταγμα ξανά κοκ. Η κλασματική απόσταξη βρίσκει εφαρμογή στη διύλιση του πετρελαίου.



## Εξάτμιση

Η εξάτμιση αποσκοπεί στην μερική ή ολική απομάκρυνση του διαλύτη (νερό) από το διάλυμα. Κατά την εξάτμιση ελαττώνεται ο όγκος του διαλύματος, οπότε συμπυκνώνεται το διάλυμα. Αν συνεχιστεί η εξάτμιση, τότε απομακρύνεται εντελώς το διαλυτικό μέσο και το διαλυμένο σώμα παραμένει σε στερεή κατάσταση. Το στερεό αυτό σώμα λέγεται **στερεό υπόλειμμα** και η διαδικασία καλείται **εξάτμιση μέχρι ξηρού**.

Η εξάτμιση γίνεται συνήθως σε κάψες πορσελάνης σε ειδικές συσκευές, όπως είναι τα ατμόλουτρα ή αμμόλουτρα. Τα ατμόλουτρα είναι μεταλλικά δοχεία που περιέχουν νερό, το οποίο θερμαίνεται συνήθως ηλεκτρικά. Οι παραγόμενοι ατμοί υδρατμοί θερμαίνουν το διάλυμα που πρόκειται να εξατμίσουμε. Ανάλογα τα αμμόλουτρα είναι δοχεία που περιέχουν άμμο που θερμαίνεται ομοιόμορφα. Στην επιφάνεια της άμμου τοποθετείται η κάψα με το προς εξάτμιση διάλυμα.



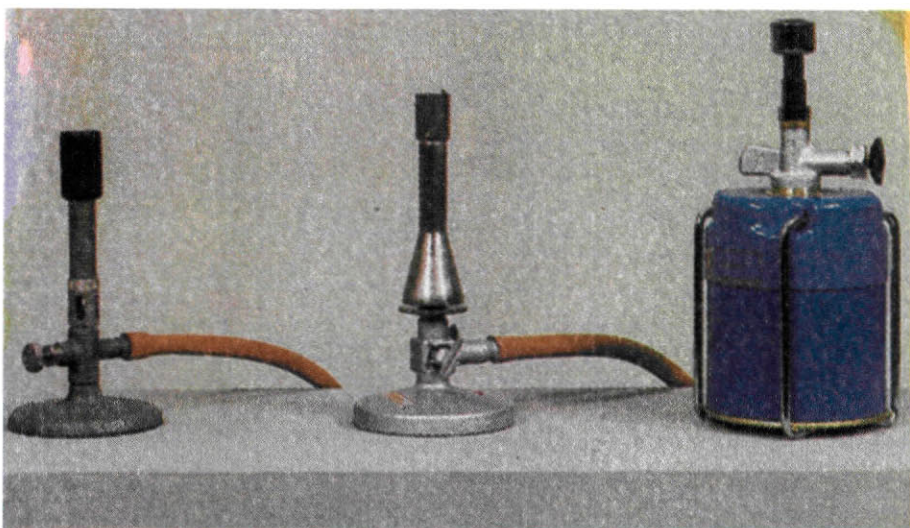
**ΣΧΗΜΑ 1.4** Διάταξη εξάτμισης.





## Θέρμανση - Πύρωση

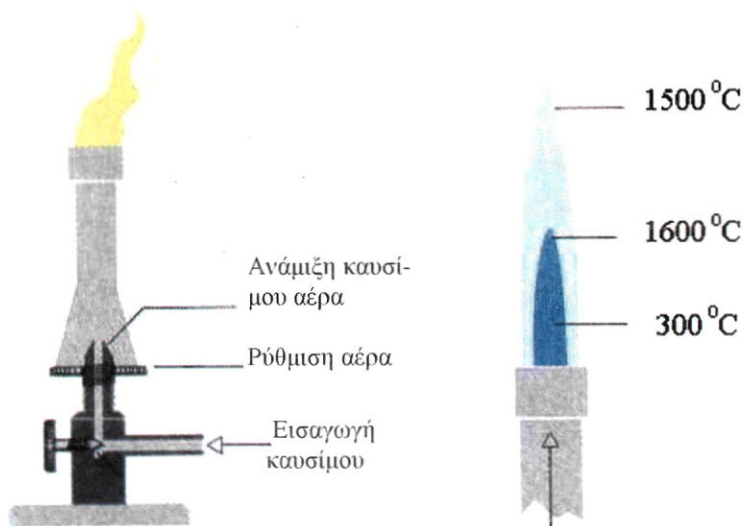
Η θέρμανση αποτελεί μια από τις βασικές διεργασίες στο χημικό εργαστήριο. Αυτό συμβαίνει επειδή πολλές χημικές αντιδράσεις γίνονται σε υψηλές μόνο θερμοκρασίες. Επίσης, πολλές φυσικές διεργασίες, όπως η απόσταξη, η εξάτμιση κλπ, απαιτούν θέρμανση. Συνηθίζουμε να λέμε θέρμανση, όταν η αύξηση της θερμοκρασίας φτάνει τους  $500\text{ }^{\circ}\text{C}$  και πύρωση, όταν ξεπερνά τους  $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Οι πιο συνηθισμένοι τύποι καυστήρων που χρησιμοποιούνται στο εργαστήριο είναι ο λύχνος Bunsen και Teclu που εικονίζονται στο παρακάτω σχήμα.



**ΣΧΗΜΑ 1.5** Από αριστερά προς τα δεξιά λύχνος Bunsen, λύχνος Teclu, καυστήρας τύπου Bunsen με ενσωματωμένη φιάλη υγραερίου.

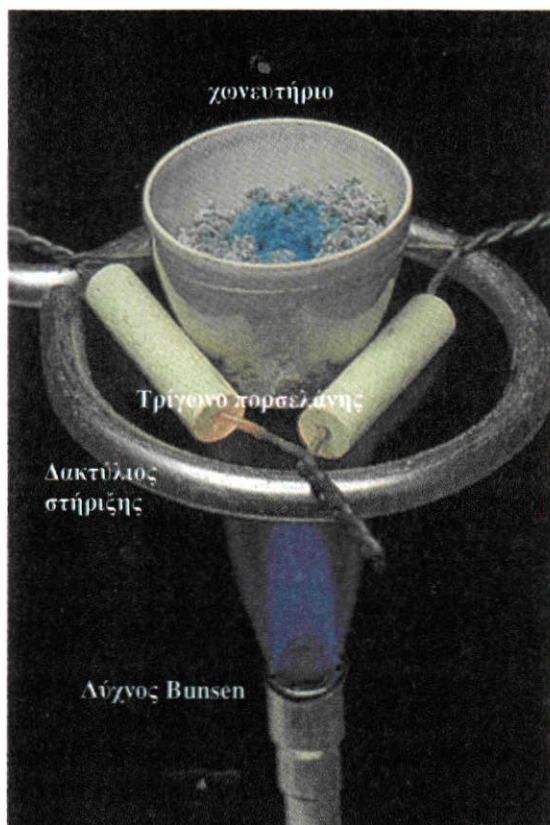


Με τους λύχνους μπορούν να επιτύχουμε πολύ υψηλές θερμοκρασίες. Η θερμοκρασία της φλόγας εξαρτάται από το ύψος αυτής, το είδος του καυσίμου, την αναλογία καυσίμου - αέρα και τον τύπο του λύχνου.



**ΣΧΗΜΑ 1.6** Η θερμοκρασία που αναπτύσσεται συσχετίζεται με το ύψος της φλόγας.

Άλλα βοηθητικά όργανα πύρωσης είναι τα τρίγωνα πορσελάνης, τα χωνευτήρια, τα πλέγματα αμιάντου, οι τρίποδες πυρώσεως κλπ. Στο παρακάτω σχήμα εικονίζεται διάταξη πύρωσης σε χωνευτήριο με τη βοήθεια λύχνου. Μ' αυτό τον τρόπο μπορούμε να πετύχουμε τη σύντηξη (λίωσιμο) στερεών σωμάτων υψηλού σημείου τήξης. Να σημειωθεί ότι το ίδιο αποτέλεσμα μπορεί να επιτευχθεί και με ηλεκτρική θέρμανση ( ηλεκτρικοί κάμινοι ).



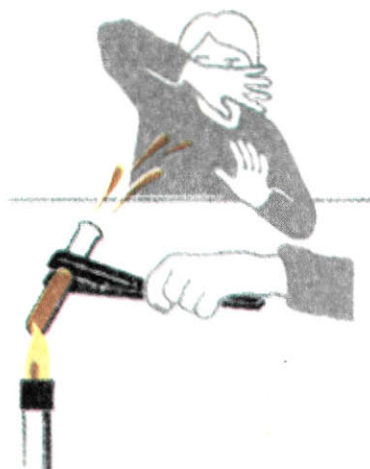
**ΣΧΗΜΑ 1.7** Σύντηξη με πύρωση με λύχνο Bunsen.

Το παρακάτω σχήμα απεικονίζει διάταξη θέρμανσης ουσίας σε δοκιμαστικό σωλήνα. Το συνηθισμένο όμως γυαλί αντέχει μέχρι  $94 - 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , γι' αυτό συνήθως μεταξύ φλόγας και γυαλιού παρεμβάλλεται ειδικό πλέγμα. Γυαλί από Pyrex αντέχει μέχρι τους  $450\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ενώ τα πυρίμαχα πχ. το χωνευτήριο πορσελάνης έχει θερμική αντοχή που ξεπερνά τους  $1500\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



**ΣΧΗΜΑ 1.8** Διάταξη θέρμανσης.

Κατά τη θέρμανση αντιδραστηρίων με δοκιμαστικούς σωλήνες πρέπει να είμαστε ιδιαίτερα προσεκτικοί για να αποφύγουμε ατυχήματα από την εκτίναξη σταγονιδίων από το σωλήνα. Ποτέ δε στρέφουμε το στόμιο του σωλήνα στο πρόσωπό μας ή στο πρόσωπο άλλου. Το καλύτερο που μπορούμε να κάνουμε κατά τη διάρκεια μιας θερμικής διεργασίας είναι να προστατεύσουμε τα μάτια μας, φορώντας προστατευτικά γυαλιά.



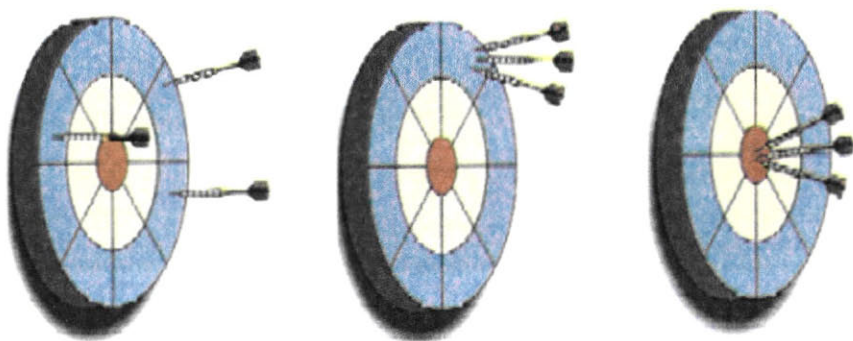
## 1.4 Σφάλματα κατά τις μετρήσεις

Το σφάλμα ( $E$ ) σε μια μέτρηση αναφέρεται στην αριθμητική διαφορά ανάμεσα στην πειραματική τιμή ( $\chi$ ) και την πραγματική τιμή ( $\mu$ ), δηλαδή  $E = \chi - \mu$ .

Τα σφάλματα διακρίνονται σε συστηματικά, π.χ. σφάλματα λόγω του τύπου του ζυγού που χρησιμοποιούμε και σε τυχαία, π.χ. αν ξεχάσουμε να καθαρίσουμε το ζυγό πριν τη μέτρηση.

**Ακρίβεια είναι ο βαθμός συμφωνίας ανάμεσα στην πειραματική και πραγματική τιμή.** Προφανώς όσο μικρότερο είναι το σφάλμα, τόσο μεγαλύτερη είναι η ακρίβεια. Μπορούμε να κάνουμε έλεγχο της ακρίβειας μιας μέτρησης χρησιμοποιώντας πρότυπο δείγμα, δηλαδή ουσία της οποίας το προσδιοριζόμενο μέγεθος είναι εκ των προτέρων γνωστό.

**Αναπαραγωγιμότητα ή επαναληπτικότητα εκφράζει τη συμφωνία που δείχνουν οι πειραματικές τιμές μεταξύ τους.** Η ακρίβεια και η αναπαραγωγιμότητα δεν πρέπει να συγχέονται. Καλή ακρίβεια δε σημαίνει κατ' ανάγκη και καλή αναπαραγωγιμότητα και το αντίστροφο, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



**ΣΧΗΜΑ 1.9** α) μικρή ακρίβεια και αναπαραγωγιμότητα β) μικρή ακρίβεια με μεγάλη αναπαραγωγιμότητα γ) μεγάλη ακρίβεια και αναπαραγωγιμότητα.



## 1.5 Σημαντικά ψηφία

**Όλα τα ψηφία ενός αριθμού θεωρούνται βέβαια εκτός από το τελευταίο που θεωρείται αβέβαιο. Τα βέβαια ψηφία μαζί με το αβέβαιο δίνουν τον αριθμό των σημαντικών ψηφίων.** Για παράδειγμα σε 9,12 g έχουμε 3 σημαντικά ψηφία, ενώ σε 11,245 g έχουμε 5 σημαντικά ψηφία. Γενικά, θα πρέπει να γνωρίζουμε:

- 1) τα μηδενικά που βρίσκονται ανάμεσα σε άλλα ψηφία θεωρούνται σημαντικά π.χ. ο αριθμός 55,002 έχει 5 σημαντικά ψηφία.
- 2) τα μηδενικά που βρίσκονται στην αρχή ενός αριθμού δεν είναι σημαντικά π.χ. ο αριθμός 0,0021 έχει 2 σημαντικά ψηφία.
- 3) τα μηδενικά που βρίσκονται δεξιά της υποδιαστολής είναι σημαντικά π.χ. ο αριθμός 0,6021 έχει 4 σημαντικά ψηφία.
- 4) τα μηδενικά στο τέλος ενός αριθμού που δεν έχει υποδιαστολή μπορεί να είναι σημαντικά ή όχι, π.χ. ο αριθμός 150 έχει δύο ή τρία σημαντικά ψηφία, ενώ ο αριθμός 1400 έχει δύο ή τρία ή τέσσερα σημαντικά ψηφία.

Η εκθετική μορφή ενός αριθμού είναι :  $A \times 10^B$

Όπου, A είναι ένας δεκαδικός αριθμός με ένα μη μηδενικό ψηφίο πριν την υποδιαστολή και μ ακέραιος αριθμός. Για παράδειγμα ο αριθμός 500 με ακρίβεια δύο σημαντικών ψηφίων γράφεται  $5,0 \times 10^2$ . Επίσης, η ταχύτητα του φωτός με ακρίβεια τριών δεκαδικών ψηφίων γράφεται  $3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ .

## Αριθμητικές πράξεις και σημαντικά ψηφία

1) Στον πολλαπλασιασμό και τη διαίρεση το τελικό αποτέλεσμα έχει τα σημαντικά ψηφία του μικρότερου σε ακρίβεια (σημαντικά ψηφία) αριθμού.

$$\text{π.χ. } 26,19 (4\sigma\psi) \times 11,12(4\sigma\psi) \times 1,00(3\sigma\psi) = 291,23\cancel{28} = 291(3\sigma\psi).$$

2) Στην πρόσθεση και αφαίρεση το τελικό αποτέλεσμα έχει τόσα δεκαδικά ψηφία, όσα ο αριθμός με τα λιγότερα δεκαδικά ψηφία.

$$\text{π.χ. } 26,2 (1\delta\psi) + 11,21(2\delta\psi) + 0,005(3\delta\psi) = 37,4\cancel{15} = 37,4(1\delta\psi).$$

## Στρογγυλοποίηση αριθμητικών αποτελεσμάτων

Αν για τη στρογγυλοποίηση ενός αριθμητικού αποτελέσματος πρέπει να απορριφθεί ένα ψηφίο, έστω το  $\chi$ , τότε ακολουθείται ο εξής κανόνας:

- 1) αν  $\chi$  είναι μικρότερο του 5, τότε το ψηφίο που προηγείται του  $\chi$  παραμένει αμετάβλητο. Π.χ. η στρογγυλοποίηση του αριθμού 7,248 σε δύο σημαντικά ψηφία είναι 7,2.
- 2) αν  $\chi$  είναι μεγαλύτερο ή ίσο του 5, τότε το ψηφίο που προηγείται του  $\chi$  μεγαλώνει κατά μία μονάδα. Π.χ. η στρογγυλοποίηση του αριθμού 4,945 σε τρία σημαντικά ψηφία είναι 4,95.

## Ασκήσεις

1. Να γραφούν σε εκθετική μορφή οι παρακάτω αριθμοί: α) 23678  
β) 425,6 γ) 0,00256 δ) 671756 ε) 0,01156.

2. Πόσα είναι τα σημαντικά ψηφία στους παρακάτω αριθμούς;  
α) 0,00123 β) 7,310 γ) 322 δ)  $2,574 \times 10^{-3}$  ε)  $2,00 \times 10^{-5}$ .

3. Να γίνουν οι παρακάτω υπολογισμοί και να εκφραστούν τα αποτελέσματα σε εκθετική μορφή με βάση τον κατάλληλο αριθμό σημαντικών ψηφίων:

α)  $48,2552 + 1,002 + 0,0223$  β)  $217,843 / 0,025$  γ)  $18,55 - 0,02 - 1,001$   
δ)  $(2,7 \times 10^3) \times (3,005 \times 10^{-2})$ .

### ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΔΙΑΛΥΣΗΣ

#### ΣΤΟΧΟΙ

Στο τέλος του πειράματος αυτού θα πρέπει να μπορείς :

1. Να αναγνωρίζεις ότι το φαινόμενο της διάλυσης είναι αποτέλεσμα «ανταγωνισμού» δυνάμεων μεταξύ μορίων (ή ιόντων) διαλυμένης ουσίας - διαλύτη και διαλυμένης ουσίας - διαλυμένης ουσίας.
2. Να ορίζεις την ταχύτητα διάλυσης και να αναλύεις τους παράγοντες που μπορούν να επηρεάζουν την ταχύτητα, με την οποία ένα στερεό διαλύεται σε ένα διαλύτη.

#### ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΘΕΜΑ

Για να μπορέσει κανείς να μελετήσει τους παράγοντες που επηρεάζουν την **ταχύτητα διάλυσης** ενός στερεού σε ένα διαλύτη, π.χ. στο νερό, πρέπει να καταλάβει πρώτα από όλα δύο πράγματα. Το ένα είναι ο **μηχανισμός** ή τα «βήματα» με τα οποία γίνεται αυτή η διάλυση. Το άλλο είναι να ορίσει την ταχύτητα της διάλυσης, καθώς και τον τρόπο με τον οποίο αυτή θα μετρηθεί.

Ωστόσο, θα πρέπει να τονίσουμε ότι οι **δομικές μονάδες** ενός **κρυσταλλικού στερεού** ( **μόρια ή ιόντα** ), συγκρατούνται στις θέσεις τους με δυνάμεις είτε χημικού δεσμού είτε δια-μοριακές.

Όταν εισαχθεί ο κρύσταλλος στο διαλύτη (συνήθως νερό) τα μόρια ή ιόντα του αρχικά περιβάλλονται από τα μόρια του διαλύτη. Αυτό γίνεται μια και αναπτύσσεται μια νέα δύναμη μεταξύ μορίων διαλύτη και δομικών μονάδων του στερεού. Υπάρχουν δηλαδή συνολικά τρεις δυνάμεις. Η μία αναπτύσσεται μεταξύ των δομικών μονάδων του στερεού, η άλλη μεταξύ των μορίων του δια-

λύτη και η τρίτη μεταξύ των μορίων του διαλύτη και των δομικών μονάδων του στερεού.

Ανάλογα τώρα με την ένταση των δυνάμεων αυτών - η οποία εξαρτάται από τη φύση του στερεού και του διαλύτη - και από τις συνθήκες διάλυσης (π.χ. θερμοκρασία), είναι δυνατόν οι δυνάμεις μεταξύ μορίων διαλύτη και δομικών μονάδων του στερεού να υπερσχύσουν των δύο άλλων. Τότε το μόριο ή ιόν περιβάλλεται από κάποια μόρια διαλύτη, δηλαδή **διαλύεται**. Άρα για δεδομένα στερεό και διαλύτη, οι παράγοντες που επηρεάζουν τη διάλυση, θα είναι εκείνοι οι οποίοι θα μεταβάλλουν την ένταση των δυνάμεων μεταξύ των μορίων του διαλύτη, καθώς και μεταξύ των δομικών μονάδων του στερεού. Τέτοιοι παράγοντες είναι:

**α. Η θερμοκρασία.** Η αύξηση της θερμοκρασίας του διαλύματος κάνει τα μόρια του διαλύτη, αλλά και του στερεού, πιο ευκίνητα.

**β. Η ανάδευση του διαλύματος,** η οποία έχει μικρότερο, αλλά ανάλογο αποτέλεσμα, με τη θερμοκρασία. Η ανάδευση επιπλέον, ομογενοποιεί το διάλυμα, αραιώνοντάς το κυρίως γύρω από τον κρύσταλλο.

**γ. Η επιφάνεια επαφής στερεού.** Προφανώς, όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των δομικών μονάδων του στερεού, οι οποίοι έρχονται σε επαφή με το διαλύτη, τόσο ταχύτερη είναι η διάλυση. Ο αριθμός αυτός εξαρτάται από την επιφάνεια του στερεού σε επαφή με το διαλύτη. Όσο πιο λεπτόκοκκο είναι το στερεό, τόσο μεγαλύτερη επιφάνεια παρουσιάζει στο διαλύτη και τόσο γρηγορότερη είναι η διάλυση.

Όσον αφορά την ταχύτητα της διάλυσης, αυτή μπορεί να οριστεί σαν **η ποσότητα της ουσίας, η οποία διαλύεται στη μονάδα του χρόνου σε ορισμένο ποσό διαλύτη, κάτω από ορισμένες συνθήκες**. Για ευδιάλυτα σώματα ορίζεται συνήθως σε g ανά 100 mL διαλύτη στην μονάδα του χρόνου (π.χ. s). Η μέτρησή της ταχύτητας μπορεί να βασιστεί στην **εξάτμιση μέχρι ξηρού** του διαλύματος και ζύγιση του **στερεού υπολείμματος**.

Στο πείραμα που ακολουθεί θα μελετηθεί η επίδραση των παρακάτω παραγόντων στη ταχύτητα διάλυσης της ζάχαρης: **θερμοκρασία, ανάδευση και μέγεθος κόκκων**.



## ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

Για την εκτέλεση του πειράματος απαιτούνται:

1. Δύο ποτήρια ζέσεως των 250 mL.
2. Διάταξη διήθησης με χωνί, στήριγμα, δακτύλιο στήριξης, ηθμούς, υάλινα ραβδιά.
3. Κάψα πορσελάνης με 12 cm διάμετρο και μία ύαλος ωρολογίου αντίστοιχη.
4. Λύχνο και πλέγμα.
5. Μικρό γουδί από πορσελάνη.
6. Θερμόμετρο.
7. Ποτήρι ζέσεως των 400 mL σαν υδρόλουτρο.
8. Ογκομετρικός κύλινδρος των 10 mL.
9. Χρονόμετρο.
10. Ζάχαρη σε κύβους και μικροκρυσταλλική.

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

### α. μελέτη της επίδρασης της θερμοκρασίας

1. Σε ποτήρι ζέσεως των 100 mL φέρονται 50 mL απιονισμένο νερό και μετريέται η θερμοκρασία του ( $\approx 20^{\circ}\text{C}$ ). Ζυγίζονται τώρα 20 g ζάχαρης και ρίχνονται στο ποτήρι, ενώ ταυτόχρονα με την ρίψη αρχίζει η μέτρηση του χρόνου. Χωρίς καμία άλλη επέμβαση, μετά την πάροδο 5 min, διηθείται το διάλυμα και συλλέγεται στην κάψα, η οποία προηγουμένως έχει ζυγιστεί με ακρίβεια. Το διάλυμα τώρα καλύπτεται με την ύαλο ωρολογίου και εξατμίζεται μέχρι ξηρού, προσεκτικά με μικρή φλόγα. Μετά την ψύξη της, ζυγίζεται η κάψα και σημειώνεται η ποσότητα του στερεού εκ διαφοράς.

2. Σε ποτήρι ζέσεως των 400 mL προστίθεται ποσότητα νερού βρύσης και θερμαίνεται με μικρή φλόγα, ώστε η θερμοκρασία να φτάσει τους  $\approx 60^{\circ}\text{C}$ . Μετريέται τότε ακριβέστερα η θερμοκρασία και συντηρείται με τη μικρή φλόγα. Επαναλαμβάνουμε τη



διαδικασία που περιγράφηκε στο 1 και προσδιορίζουμε την ποσότητα της ζάχαρης η οποία διαλύεται σε 5 min στους  $\approx 60^\circ \text{C}$ .

### **β. μελέτη της επίδρασης της ανάδευσης**

Επαναλαμβάνεται η ίδια με την αρχική διαδικασία (θερμοκρασία σταθερή και ίση με του περιβάλλοντος), μόνο που κατά την διάρκεια των 5 min το μίγμα αναδεύεται σταθερά με την υάλινη ράβδο. Σημειώνεται η ποσότητα της ζάχαρης που διαλύεται.

### **γ. μελέτη της κοκκομετρίας**

Θα επαναληφθεί η ίδια διαδικασία μόνο που η αρχική ποσότητα της ζάχαρης είναι σε μορφή κύβων ακμής  $\approx 1\text{cm}$ .

Αν υπάρχει ευχέρεια χρόνου μπορεί σε άλλη μέτρηση να χρησιμοποιηθεί ζάχαρη η οποία προηγουμένως έχει λειοτριβηθεί στο γουδί, ώστε να γίνει αναφής σκόνη (άχνη). Και στις δύο περιπτώσεις σημειώνεται η ποσότητα της ζάχαρης η οποία διαλύθηκε στα 5 αυτά λεπτά της ώρας.

### ΠΥΡΟΧΗΜΙΚΗ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΜΕΤΑΛΛΩΝ

#### ΣΤΟΧΟΙ

Στο τέλος του πειράματος αυτού θα πρέπει να μπορείς :

1. Να αναγνωρίζεις ότι το χρώμα μιας φλόγας αλλάζει ανάλογα με την παρουσία διαφόρων αλάτων.
2. Να ορίζεις το *φάσμα εκπομπής* διαφόρων στοιχείων και τη χρήση του σε «δακτυλικό αποτύπωμα» στην ανίχνευση των στοιχείων.
3. Να αναγνωρίζεις ότι ο πυροχημικός έλεγχος είναι μια μέθοδος ποιοτικής ανάλυσης.

#### ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΘΕΜΑ

Θέρμανση μιας ουσίας ουσιαστικά σημαίνει προσφορά ενέργειας σ' αυτή. Ενέργεια η οποία αυξάνει όσο αυξάνει η θερμοκρασία. Τα αποτελέσματα της θέρμανσης αυτής ποικίλλουν ανάλογα με το είδος της ουσίας η οποία θερμαίνεται.

Ένα από τα φαινόμενα που περιμένουμε είναι η διάσπαση της ουσίας στα στοιχεία που την αποτελούν και η απελευθέρωση τους σε μορφή ατόμων ή ιόντων. Αυτό συνήθως γίνεται αφού προηγουμένως η ένωση περάσει τα στάδια της τήξης και της εξαέρωσης. Στη συνέχεια και εφόσον η πηγή ενέργειας είναι ικανή, γίνεται *διέγερση* ατόμων που εκδηλώνεται με άλματα ηλεκτρονίων σε στιβάδες μεγαλύτερης ενέργειας. Η φάση αυτή κρατά κλάσματα του δευτερολέπτου. Τα ηλεκτρόνια που επιστρέφουν στην αρχική τους ενεργειακή στάθμη εκπέμπουν την επιπλέον ενέργεια με μορφή *ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας*. Μέρος της ακτινοβολίας αυτής ανήκει στην περιοχή του *ορατού φωτός* με αποτέλεσμα, στην προκειμένη περίπτωση, τον χρωματισμό της φλόγας.

Εκείνα τα στοιχεία τα οποία διεγείρονται ευκολότερα είναι τα μέταλλα και μάλιστα τα ελαφρά, όπως τα αλκάλια και οι αλκαλικές γαίες. Επειδή δε η ηλεκτρονιακή δομή καθενός από αυτά είναι μοναδική, αναμένεται και ο χρωματισμός της φλόγας να ταυτοποιεί το διεγειρόμενο στοιχείο. Πρέπει να τονισθεί ότι το χρώμα της φλόγας οφείλεται αποκλειστικά στο μεταλλικό ιόν. Το ανιόν δηλαδή, με το οποίο είναι συνδεδεμένο το μεταλλικό ιόν στη στερεά κατάσταση, δεν επηρεάζει το χρώμα της φλόγας. Παρακάτω δίνεται πίνακας με τα χαρακτηριστικά χρώματα ορισμένων στοιχείων που μπορούν ν' ανιχνευθούν *πυροχημικά*.

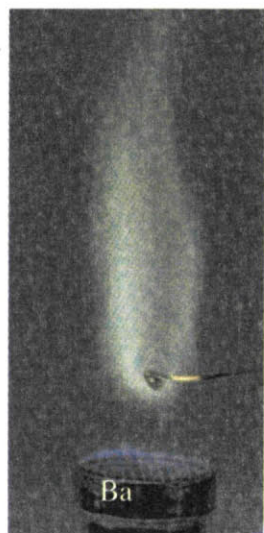
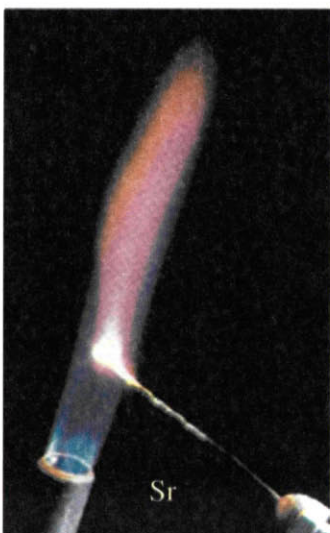
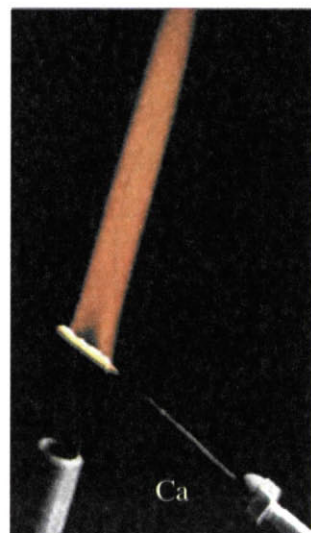
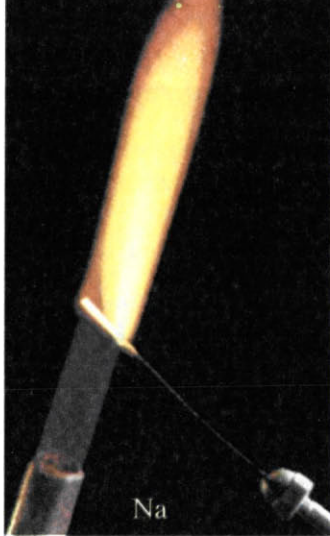
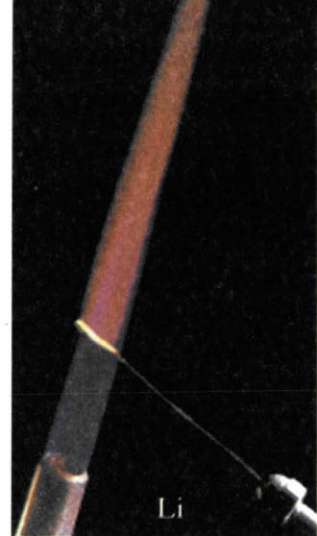
**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1:** Πυροχημική ανίχνευση μερικών ιόντων.

| ΙΟΝ                        | ΧΡΩΜΑ ΦΛΟΓΑΣ   |
|----------------------------|----------------|
| Λίθιο, $\text{Li}^+$       | κόκκινο        |
| Νάτριο, $\text{Na}^+$      | έντονο κίτρινο |
| Κάλιο, $\text{K}^+$        | ιώδες          |
| Ασβέστιο, $\text{Ca}^{2+}$ | κεραμιδί       |
| Βάριο, $\text{Ba}^{2+}$    | πρασινοκίτρινο |
| Στρόντιο, $\text{Sr}^{2+}$ | βυσσινί        |
| Χαλκός, $\text{Cu}^{2+}$   | γαλαζοπράσινο  |

## ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

Για την εκτέλεση του πειράματος απαιτούνται:

1. Ένα *σύρμα* από λευκόχρυσο ή από χρωμονικελίνη.
2. Μία ύαλος ωρολογίου.
3. Πυκνό διάλυμα  $\text{HCl}$ .
4. Μία σειρά από στερεά άλατα τα οποία θα εξεταστούν  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{BaCl}_2$ ,  $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{CuSO}_4$ .
5. Το "άγνωστο" δείγμα το οποίο μπορεί να είναι αλάτι του εμπορίου κατά προτίμηση ιωδιόμενο.



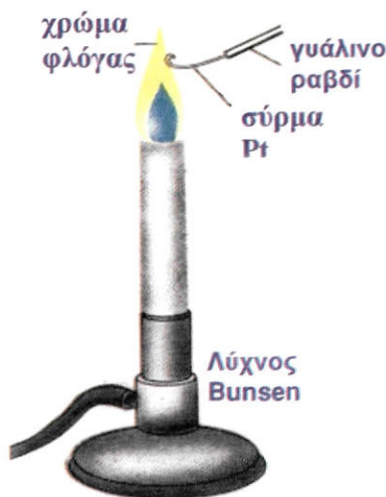
**ΣΧΗΜΑ 3.1** Παραδείγματα πυροχημικής ανίχνευσης σε αλκάλια (πάνω σειρά) και αλκαλικές γαίες (κάτω σειρά).

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Καθαρίζεται αρχικά το σύρμα λευκοχρύσου ή χρωμονικελίνης βουτώντας το σε πυκνό  $\text{HCl}$ , μικρή ποσότητα του οποίου έχει τοποθετηθεί σε ύαλο ωρολογίου. Η διαδικασία αυτή του καθαρισμού επαναλαμβάνεται μετά από κάθε δοκιμασία. Η ποσότητα του  $\text{HCl}$  θα πρέπει να ανανεώνεται μετά από κάθε εμβάπτιση, ώστε να μη μολύνεται το σύρμα.

Φέρεται τώρα η άκρη του καθαρού σύρματος στη φλόγα και πυρώνεται. Η πυρακτωμένη άκρη τώρα βυθίζεται στο στερεό υπό εξέταση δείγμα και φέρεται πάλι στη φλόγα. Σημειώνεται το χρώμα της. Στην πρώτη αυτή φάση επιβεβαιώνει κανείς τη σχέση φύσεως ιόντος και χρώματος φλόγας, όπως προκύπτει από τον παραπάνω πίνακα.

Επαναλαμβάνεται η διαδικασία και με το άγνωστο δείγμα, οπότε από το χρώμα της φλόγας γίνεται μία ποιοτική εκτίμηση της σύστασής του.



**ΣΧΗΜΑ 3.2** Διάταξη για την πυροχημική ανίχνευση μετάλλων



### ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΙΟΝΤΩΝ

#### ΣΤΟΧΟΙ

Στο τέλος του πειράματος αυτού θα πρέπει να μπορείς :

1. Να αναγνωρίζεις τις μεταθετικές χημικές αντιδράσεις ή αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης. Ιδιαίτερα αυτές με συνένωση ιόντων προς δημιουργία ιζήματος.
2. Να αναγνωρίζεις ότι οι αντιδράσεις αυτές γίνονται μέσα σε υδατικά διαλύματα και κυρίως, ότι το ιζήμα σε πολλές περιπτώσεις επιτρέπει την ταυτοποίηση ενός αντιδρώντος σώματος ή καλύτερα ιόντος.
3. Να αναλύεις ποιοτικά ορισμένα ιόντα.

#### ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΘΕΜΑ

Όπως είναι ήδη γνωστό, τα χημικά στοιχεία συνδυάζονται και σχηματίζουν τις χημικές ενώσεις. Για παράδειγμα συναντά κανείς το θείο ελεύθερο, σαν ένα κίτρινο στερεό, αλλά και σε ενώσεις του, όπως είναι το  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CaSO}_4$ , κλπ. Σε κάθε μάλιστα ένωση εμφανίζει και άλλες ιδιότητες, διαφορετικές από εκείνες του ελεύθερου στοιχείου. Αυτό κάνει την αναζήτηση των στοιχείων από τα οποία αποτελείται μία ένωση – ποιοτική ανάλυση – όχι ιδιαίτερα εύκολη υπόθεση.

Για τις ενώσεις εκείνες που διαλυόμενες στο νερό δίστανται σε ιόντα, δηλαδή τους ηλεκτρολύτες (οξέα, βάσεις και άλατα) ο «παραδοσιακός» τρόπος ταυτοποίησης των ιόντων είναι κυρίως οι μεταθετικές αντιδράσεις. Απ' αυτές, επιλέγουμε εκείνες που οδηγούν σε ιζήματα με χαρακτηριστικές ιδιότητες. Στις ιδιότητες αυτές περιλαμβάνονται το χρώμα του ιζήματος, η διαλυτότητά του – όχι βέβαια στο νερό, αλλά σε οξέα ή βάσεις ή άλλους διαλύτες – και σε δεύτερη μοίρα πιο εξειδικευμένες ιδιότητες. Τέλος,

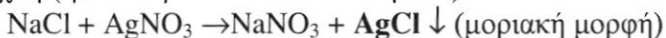
θα πρέπει να διευκρινίσουμε ότι οι αντιδράσεις αυτές είναι χαρακτηριστικές των ιόντων και όχι των ενώσεων που τα περιέχουν.

Η ένωση της οποίας το διάλυμα χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό ενός ιόντος ονομάζεται **αντιδραστήριο**.

Αν για παράδειγμα σε τρία διαλύματα που περιέχουν αντίστοιχα  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCl}_2$  και  $\text{HCl}$  προστεθούν σταγόνες από διάλυμα  $\text{AgNO}_3$  (αντιδραστήριο των χλωριδίων), τότε η «καθαρή» αντίδραση που λαμβάνει χώρα είναι :



και όχι η ( για το πρώτο από τα διαλύματα)



η οποία είναι κατάλληλη για στοιχειομετρικούς υπολογισμούς.

Ο παραγόμενος χλωριούχος άργυρος είναι ένα λευκό ίζημα αδιάλυτο σε οξέα, αλλά διαλυτό σε αραιή  $\text{NH}_3$ . Επιπλέον, το ίζημα αυτό είναι *φωτοπαθές* και αν εκτεθεί σε ηλιακό φως μαυρίζει. Αν αναζητήσει κανείς άλλα χλωριούχα ιζήματα, θα βρει τα  $\text{PbCl}_2$  και  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ , τα οποία όμως δεν διαλύονται στην  $\text{NH}_3$  ούτε είναι φωτοπαθή. Γι' αυτό και διακρίνονται από το  $\text{AgCl}$ . Συνεπώς, η παραπάνω αντίδραση μπορεί να αποτελέσει τη βάση για την ταυτοποίηση των ιόντων  $\text{Ag}^+$ .

Με ανάλογο τρόπο, μπορούν να ανιχνευτούν  $\text{X}^-$  ( ιόντα αλογόνων) με προσθήκη  $\text{Ag}^+$ . Ο σχηματιζόμενος λευκός  **$\text{AgCl}$** , θα πρέπει να διαφοροποιηθεί από τον λευκοκίτρινο και διαλυτό στην πυκνή  $\text{NH}_3$ ,  **$\text{AgBr}$** , καθώς και από τον κίτρινο και αδιάλυτο και στην πυκνή  $\text{NH}_3$ ,  **$\text{AgI}$** .

Η αναζήτηση τέτοιων αντιδράσεων και ιδιοτήτων οδήγησε τελικά σε ταξινόμηση των κατιόντων και των ανιόντων σε *αναλυτικές ομάδες* και σε μία πορεία ανάλυσης η οποία είναι η, υγροχημική, *ποιοτική ανάλυση*. Η εξέλιξη έφερε την *ενόργανη ποιοτική ανάλυση*, όπου με τη βοήθεια οργάνων γίνεται ανάλυση πολύπλοκων δειγμάτων ταχύτατα, ακριβέστατα και αν χρειαστεί εξ αποστάσεως- θυμηθείτε τον *path finder* της τελευταίας αποστολής στον πλανήτη Άρη-.

Στο πείραμα που ακολουθεί, θα δοθούν οι αντιδράσεις ταυτοποίησης μερικών από τα συνήθη ιόντα, τα οποία συναντά κανείς

συχνά, ακόμα και στις ετικέτες των εμφιαλωμένων νερών. Αυτά είναι τα  $\text{Cl}^-$  και τα  $\text{SO}_4^{2-}$ , από τα ανιόντα και τα  $\text{Fe}^{3+}$  και  $\text{Al}^{3+}$ , από τα κατιόντα.

## ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

Για την εκτέλεση του πειράματος αυτού θα χρειαστούν:

1. 12 δοκιμαστικοί σωλήνες με το στήριγμά τους.
2. Σταγονόμετρο.
3. Διαλύματα  $\approx 100$  ppm από:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{FeCl}_3$ ,\*  $\text{AgNO}_3$ . Αντί διαλυμάτων είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν στερεά. Από αυτά απαιτείται ελάχιστη ποσότητα στην άκρη της σπαθίδας και διάλυση τους σε 5-10 mL νερό.
4.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,01 M,  $\text{HCl}$  0,01 M,  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  0,01 M, πυκνό  $\text{HNO}_3$ , διάλυμα  $\text{NH}_3$  1 M, διάλυμα  $\text{NaOH}$  1 M.
5. Σιφώνιο των 5 mL βαθμολογημένο.
6. Χαλύβδινη σπαθίδα.
  - Το διάλυμα του  $\text{FeCl}_3$  να οξινίζεται με 2-3 σταγόνες πυκνού  $\text{HCl}$ .

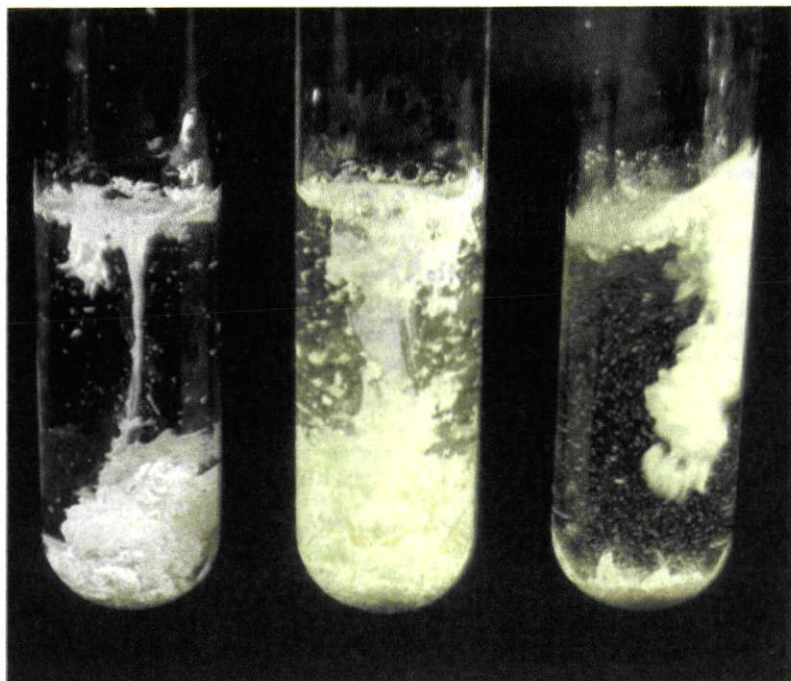
## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

### *α. ανίχνευση χλωριόντων*

Σε τρεις δοκιμαστικούς σωλήνες εισάγονται από 5 mL των διαλυμάτων  $\text{NaCl}$ ,  $\text{AlCl}_3$  και  $\text{HCl}$ . Σε καθένα τώρα από τους τρεις δοκιμαστικούς σωλήνες, προστίθενται με το σταγονόμετρο δύο σταγόνες από το διάλυμα του  $\text{AgNO}_3$ .

Στον πρώτο από τους δοκιμαστικούς σωλήνες, προστίθενται σταγόνες από πυκνό  $\text{HNO}_3$ . Στο δεύτερο προστίθεται 1 mL από το διάλυμα  $\text{NH}_3$  1 M και αναταράσσεται ο σωλήνας. Τι παρατηρείτε;

Στον τρίτο σωλήνα χύνουμε το υπερκείμενο διάλυμα και εκθέτουμε το ίζημα στο άμεσο ηλιακό φως. Σημειώστε τυχόν αλλαγή στο χρώμα του ιζήματος.



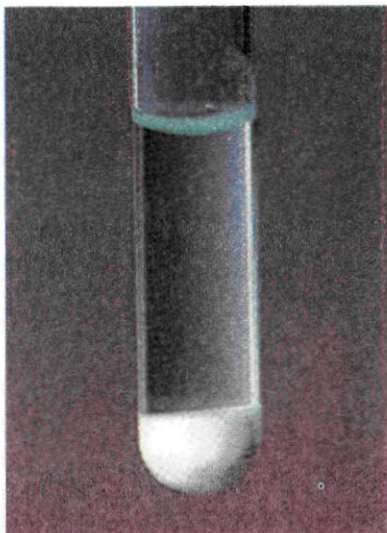
**ΣΧΗΜΑ 6.1** Ανίχνευση  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$  με αντιδραστήριο  $\text{Ag}^+$ , προς σχηματισμό αντίστοιχα λευκού ιζήματος ( $\text{AgCl}$ ) διαλυτού σε αραιή  $\text{NH}_3$ , κίτρινου ιζήματος ( $\text{AgBr}$ ) διαλυτού σε πυκνή  $\text{NH}_3$  και κίτρινου ιζήματος ( $\text{AgI}$ ) αδιάλυτου σε πυκνή  $\text{NH}_3$

### ***β. ανίχνευση θεικόν***

Σε δύο δοκιμαστικούς σωλήνες προστίθενται 10 mL διαλύματος  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  και  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , αντίστοιχα. Στη συνέχεια προστίθενται σε κάθε σωλήνα από δύο σταγόνες διαλύματος  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ , το οποίο είναι το αντιδραστήριο των  $\text{SO}_4^{2-}$ . Τι παρατηρείτε;

Αποβάλουμε τώρα το υπερκείμενο διάλυμα από τους σωλήνες και προστίθεται στο μεν ένα διάλυμα  $\text{HCl}$  και στο άλλο διάλυμα  $\text{NH}_3$ . Υπάρχει καμιά μεταβολή;





**ΣΧΗΜΑ 6.2** Ανίχνευση  $\text{SO}_4^{2-}$  με αντιδραστήριο  $\text{Ba}^{2+}$ , προς σχηματισμό λευκού ιζήματος  $\text{BaSO}_4$ .

**γ. ανίχνευση ιόντων Αργιλίου,  $\text{Al}^{3+}$**

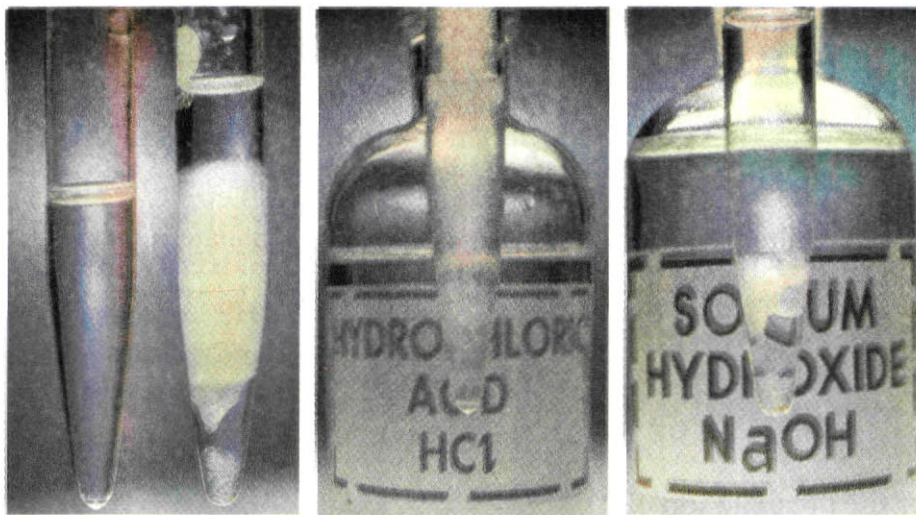
Σε τρεις δοκιμαστικούς σωλήνες προστίθενται από 10 mL του διαλύματος του  $\text{AlCl}_3$ . Στη συνέχεια προστίθενται από δύο σταγόνες από το διάλυμα του  $\text{NaOH}$ . Τι παρατηρείτε;

Στον ένα τώρα από τους σωλήνες προστίθεται περίσσεια από το αντιδραστήριο, το διάλυμα του  $\text{NaOH}$  και το μίγμα αναταράσσεται. Σημειώστε όποια αλλαγή.

Στον δεύτερο προστίθενται σταγόνες από το διάλυμα του  $\text{HCl}$  και το μίγμα αναταράσσεται. Σημειώνεται η τυχόν μεταβολή.

Στον τρίτο προστίθενται σταγόνες από το διάλυμα της  $\text{NH}_3$  και μετά την ανατάραξη, σημειώνεται η τυχόν μεταβολή.





**ΣΧΗΜΑ 6.3** Ανίχνευση  $\text{Al}^{3+}$  με αντιδραστήριο  $\text{OH}^-$ , προς σχηματισμό λευκού ιζήματος  $\text{Al}(\text{OH})_3$ . Το σχηματιζόμενο ίζημα διαλύεται τόσο σε διάλυμα  $\text{HCl}$  όσο και σε διάλυμα  $\text{NaOH}$ . Δηλαδή, το  $\text{Al}(\text{OH})_3$  έχει επαμφοτερίζοντα χαρακτήρα (αντιδρά τόσο με οξέα όσο και με βάσεις).

#### δ. ανίχνευση ιόντων $\text{Fe}^{3+}$

Σε δύο δοκιμαστικούς σωλήνες προστίθενται από 10 mL του διαλύματος του  $\text{FeCl}_3$ . Στην συνέχεια προστίθενται από δύο σταγόνες από το διάλυμα του  $\text{NaOH}$ . Αναταράσσονται οι σωλήνες και σημειώνεται η μεταβολή.

Στον ένα τώρα από τους σωλήνες προστίθεται περίσσεια από το αντιδραστήριο, ενώ στον άλλο περίσσεια από το διάλυμα του  $\text{HCl}$ . Σημειώστε τις μεταβολές.



**ΣΧΗΜΑ 6.5** Ανίχνευση  $\text{Fe}^{3+}$  με αντιδραστήριο  $\text{OH}^-$ , προς σχηματισμό ιζήματος  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ . Το σχηματιζόμενο ίζημα διαλύεται σε διάλυμα  $\text{HCl}$ .

## ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΟΡΙΣΜΕΝΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ-ΑΡΑΙΩΣΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ

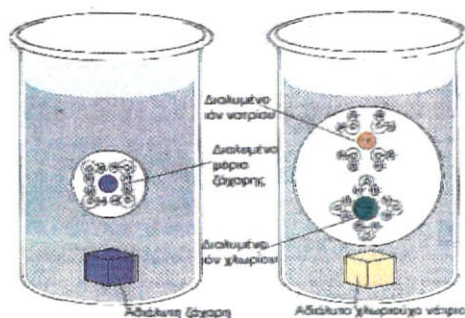
### ΣΤΟΧΟΙ

Στο τέλος του πειράματος αυτού θα πρέπει να μπορείς :

1. Να εφαρμόζεις το ζυγό.
2. Να μετράς τον όγκο ενός υγρού.
3. Να παρασκευάζεις διαλύματα ορισμένης συγκέντρωσης.

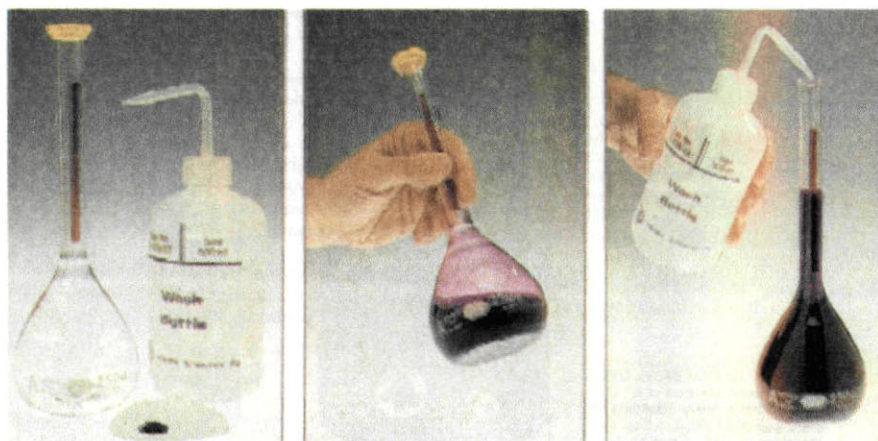
### ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΘΕΜΑ

**Διάλυμα** είναι το ομογενές μίγμα δύο ή περισσότερων συστατικών. **Διαλύτης** είναι το συστατικό που βρίσκεται συνήθως στη μεγαλύτερη αναλογία στο διάλυμα και που διατηρεί τη φυσική του κατάσταση μετά την ανάμιξη. **Διαλυμένη ουσία** είναι το συστατικό που βρίσκεται σε μικρότερη αναλογία στο διάλυμα. Από τα διαλύματα τα πιο σημαντικά είναι τα υδατικά. Το νερό έχει την ικανότητα να διαλύει τόσο τις ομοιοπολικές ενώσεις π.χ. ζάχαρι ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ), όσο και τις ετεροπολικές π.χ.  $NaCl$ . Η διάλυση επιτυγχάνεται με την εφυδάτωση μορίων ή ιόντων, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Μ' αυτό τον τρόπο σχηματίζονται τα μοριακά και τα ιοντικά διαλύματα, αντίστοιχα.



**ΣΧΗΜΑ 7.1** Το νερό διαλύει τις ομοιοπολικές και ετεροπολικές ενώσεις.

Η **παρασκευή διαλύματος** ορισμένης συγκέντρωσης, γίνεται με διάλυση προζυγισμένης ποσότητας στερεού σε ορισμένο όγκο απιονισμένου νερού. Η διαδικασία που ακολουθούμε για την παρασκευή ενός διαλύματος, περιλαμβάνει τα εξής στάδια, όπως φαίνεται στο σχήμα 7.2 : α) ποσότητα του στερεού προστίθεται στην ογκομετρική φιάλη, κατόπιν προστίθεται απιονισμένο νερό με τη βοήθεια του υδροβολέα. β) το στερεό διαλύεται με προσεκτική ανακίνηση της ογκομετρικής φιάλης. γ) όταν το στερεό έχει πλήρως διαλυθεί προσθέτουμε νερό μέχρι τη χαραγή. Με βάση τον όγκο του διαλύματος και την ποσότητα του στερεού μπορούμε να υπολογίσουμε τη μοριακή κατ'όγκο συγκέντρωση (Molarity) του διαλύματος. Να σημειωθεί ότι η θερμοκρασία παίζει ιδιαίτερο ρόλο στην παρασκευή ενός διαλύματος, γιατί η θερμοκρασία επηρεάζει τον όγκο του διαλύματος. Γι' αυτό τα διαλύματα ορισμένης συγκέντρωσης αναφέρονται σε ορισμένη θερμοκρασία, που συνήθως είναι η θερμοκρασία δωματίου.



**ΣΧΗΜΑ 7.2** Παρασκευή διαλύματος.

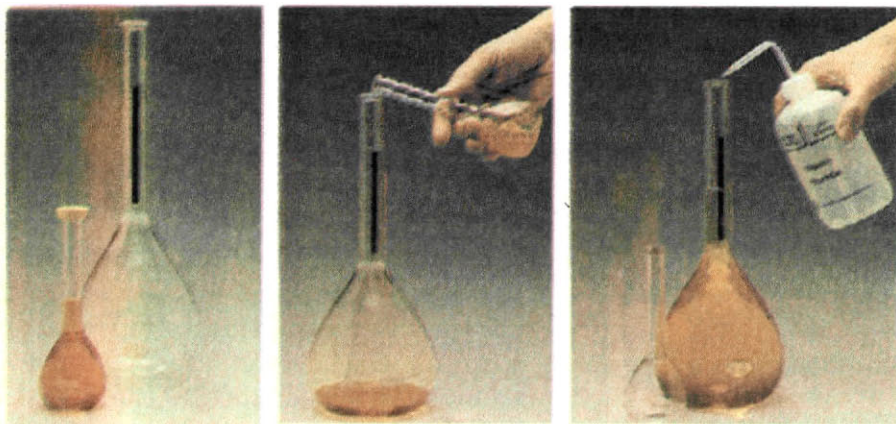


Η *αραίωση ενός διαλύματος* π.χ. σε δεκαπλάσιο όγκο, οδηγεί σε υποδεκαπλασιασμό της μοριακής συγκέντρωσης του διαλύματος, σύμφωνα με τη σχέση:  $M_1 V_1 = M_2 V_2$

Όπου  $M_1$  και  $M_2$  η μοριακή κατ'όγκο συγκέντρωση του διαλύματος πριν και μετά την αραίωση, ενώ  $V_1$  και  $V_2$  ο όγκος του διαλύματος πριν και μετά την αραίωση

Η διαδικασία που ακολουθούμε για την αραίωση ενός διαλύματος περιλαμβάνει τα εξής στάδια, όπως φαίνεται στο σχήμα 7.2 :

α) παίρνουμε 100 mL του προς αραίωση διαλύματος σε ογκομετρική φιάλη β) την ποσότητα αυτή μεταφέρουμε σε ογκομετρική φιάλη του 1 L γ) κατόπιν προστίθεται απιονισμένο νερό με τη βοήθεια του υδροβολέα.



**ΣΧΗΜΑ 7.3** Αραίωση διαλύματος.



Για το πείραμα αυτό θα χρειαστείτε:

1. Αναλυτικό ζυγό.
2. Ογκομετρικές φιάλες των 100 mL και 1 L.
3. Υδροβολέα.
4. Υαλο ωρολογίου.
5.  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  περίπου 5 g.

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

### ΜΕΡΟΣ 1: Παρασκευή Διαλύματος $\text{CuSO}_4$ 0,1 M

Ζυγίζουμε την ύαλο ωρολογίου και στη συνέχεια προσθέτουμε με τη σπάτουλα 2,50 g  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . Την ποσότητα αυτή, μεταφέρουμε σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL και τη διαλύουμε προσθέτοντας μικρή ποσότητα απιονισμένου νερού (πωματίζουμε τη φιάλη και ανακινούμε προσεκτικά). Μετά την πλήρη διάλυση συνεχίζουμε την προσθήκη νερού, μέχρις ότου ο όγκος του διαλύματος να γίνει 100 mL, δηλαδή μέχρι το διάλυμα να φθάσει τη χαραγή (πρέπει η εφαπτομένη της κορυφής του υγρού μηνίσκου να περνά από τη χαραγή).

Με ανάλογο τρόπο να παρασκευαστεί διάλυμα 0,05 M  $\text{CuSO}_4$

### ΜΕΡΟΣ 2: Αραίωση Διαλύματος

Παίρνουμε τα 100 mL του διαλύματος  $\text{CuSO}_4$  0,1 M, που έχουμε παρασκευάσει και τα μεταφέρουμε προσεκτικά σε ογκομετρική φιάλη του 1 L. Στη συνέχεια προστίθεται απιονισμένο νερό με τη βοήθεια του υδροβολέα, μέχρι το διάλυμα να φθάσει τη χαραγή. Μ' αυτό τον τρόπο δεκαπλασιάζεται ο όγκος του διαλύματος και συνεπώς, με βάση τη σχέση  $M_1 V_1 = M_2 V_2$ , η μοριακή κατ' όγκο συγκέντρωση του διαλύματος υποδεκαπλασιάζεται. Με αντίστοιχο τρόπο να παρασκευαστεί διάλυμα 0,005 M.

### ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΩΝ

#### ΣΤΟΧΟΙ

Στο τέλος του πειράματος αυτού θα πρέπει να μπορείς :

1. Να χρησιμοποιείς τα αντιδραστήρια του Fehling και του Tollens, για την ανίχνευση των υδατανθράκων και συγκεκριμένα όσων εξ αυτών είναι αναγόμενα σάκχαρα. Εξέλιξη του πρώτου αντιδραστήριου είναι το αντιδραστήριο Benedickt.

#### ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΘΕΜΑ

Από χημική σκοπιά οι υδατάνθρακες ή σάκχαρα είναι πολυυδροξυαλδεύδες ή πολυυδροξυκετόνες. Φέροντες λοιπόν δυο χαρακτηριστικές ομάδες,  $-OH$  και  $-CH=O$  ή  $>C=O$ , θα έχουν και τις αντίστοιχες αυτών ιδιότητες. Μια από τις πιο χαρακτηριστικές είναι και ο αναγωγικός ή μη χαρακτήρας των σακχάρων οφειλόμενος κατά κύριο λόγο στην  $-CHO$ . Αυτό άλλωστε αποτελεί και μία βάση διάκρισης των σακχάρων σε **αναγόμενα και μη**. Επίσης, διακρίνονται σε μόνο ή πολυσακχαρίτες, σε σακχαροειδείς και μη, σε αλδόζες και κετόζες.

Η ανίχνευση των υδατανθράκων στηρίζεται στον έντονο αναγωγικό τους χαρακτήρα, για όσους βέβαια από αυτούς ανήκουν στα αναγόμενα ζάχαρα. Αυτός οφείλεται κυρίως στην  $-CHO$ .

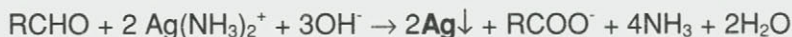
Οι κυριότεροι από τους υδατάνθρακες που ανάγονται, είναι η γλυκόζη και η μαλτόζη. Αντίθετα, το καλαμοζάχαρο (κοινή ζάχαρη) δεν οξειδώνεται άμεσα.

Το οξειδωτικό το οποίο θα χρησιμοποιηθεί θα πρέπει να είναι ή-πιο, ώστε εκλεκτικά να οξειδώνει την αλδεϋδομάδα και όχι τα αλκοολικά υδροξύλια τα οποία υπάρχουν άφθονα στο μόριο. Επίσης, πρέπει η αντίδραση να έχει ένα άμεσο οπτικό αποτέλεσμα,

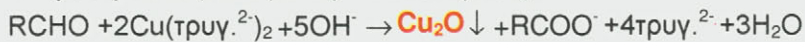
όπως π.χ. δημιουργία χαρακτηριστικού ίζηματος ή αλλαγή χρώματος.

Τα δύο πιο κλασικά οξειδωτικά τα οποία χρησιμοποιούνται στην περιοχή αυτή, είναι τα ιόντα  $\text{Ag}^+$  και  $\text{Cu}^{2+}$ , σε κατάλληλες και αυστηρά ορισμένες συνθήκες.

Το πρώτο με τη μορφή αμμινοσυμπλόκου,  $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$  είναι το **αντιδραστήριο του Tollens**. Αυτό αναφέρεται ως *αμμωνιακό διάλυμα  $\text{AgNO}_3$*  και ήδη χρησιμοποιήθηκε στην ανίχνευση των αλδεϋδών με προϊόν  $\text{Ag}$  (κάτοπτρο αργύρου). Η αντίδραση για την αλδεϋδομάδα είναι:



Το δεύτερο που είναι και το πλέον χρησιμοποιούμενο είναι το **αντιδραστήριο του Fehling**. Αυτό περιέχει το  $\text{Cu}^{2+}$  με μορφή τρυγικού συμπλόκου και η αντίδραση της οξειδοαναγωγής γίνεται σε αλκαλικό περιβάλλον. Παράγεται ένα ερυθρό ίζημα από  $\text{Cu}_2\text{O}$  το οποίο αποτελεί τη θετική ένδειξη της δοκιμασίας (test). Η αντίδραση είναι (πάλι για την αλδεϋδομάδα):



Όπου το ιόν  $\text{τρυγ.}^{2-}$  είναι το  $^-\text{OOCCHOHCHOHCOO}^-$ .

Εξέλιξη του αντιδραστηρίου του Fehling, το οποίο παρασκευάζεται λίγο πριν την αντίδραση από την ανάμειξη δύο διαλυμάτων, είναι το διάλυμα του Benedict. Αυτό είναι ένα διάλυμα το οποίο περιέχει ιόντα  $\text{Cu}^{2+}$  συμπλοκοποιημένα με κιτρικά, αντί τρυγικά, ιόντα. Η στοιχειομετρία της αντίδρασης και το ερυθρό ίζημα του  $\text{Cu}_2\text{O}$  είναι τα ίδια.

Στο πείραμα που ακολουθεί, γίνονται και οι δύο δοκιμασίες με τα ανάγοντα απλά σάκχαρα, γλυκόζη και φρουκτόζη, καθώς και με τη μη ανάγουσα κοινή ζάχαρη.

## ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

Για την εκτέλεση του πειράματος θ' απαιτηθούν:

1. 12 δοκιμαστικοί σωλήνες των 20 mL.
2. Στήριγμα δοκιμαστικών σωλήνων.
3. Ξύλινη λαβίδα.

4. Σιφώνιο εκροής του 1 mL.
5. Ποτήρι ζέσεως των 250 mL ( σαν υδατόλουτρο).
6. Λύχνος Bunsen με τρίποδο και πλέγμα.
7. Ζυγός.
8. Γλυκόζη, φρουκτόζη και κοινή ζάχαρη.
9. Διάλυμα ή αντιδραστήριο Fehling.
10. Διάλυμα ή αντιδραστήριο Tollens.

#### **α. Παρασκευή αντιδραστηρίου του Tollens.**

Σε 10 mL διαλύματος  $\text{AgNO}_3$  0,1 M προστίθενται σταγόνες διαλύματος  $\text{NH}_3$  (1:1 πυκνή με νερό) με ταυτόχρονη ανάδευση, μέχρις ότου το σχηματιζόμενο ίζημα να αναδιαλυθεί .

#### **β. Παρασκευή αντιδραστηρίου του Fehling.**

Το αντιδραστήριο του Fehling προκύπτει από την ανάμειξη ίσων όγκων δύο διαλυμάτων, λίγο πριν την χρήση του.

Το πρώτο διάλυμα (I) είναι ένα διάλυμα  $\text{CuSO}_4$ . Το δεύτερο (II) είναι ένα διάλυμα τρυγικού καλιονατρίου (άλας του Seignette) και  $\text{NaOH}$ .

Τα δύο διαλύματα φυλάσσονται ξέχωρα και ανάμειξη ίσων όγκων από αυτά δίνει το αντιδραστήριο του Fehling.

## **ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ**

#### **Δοκιμασία με το αντιδραστήριο Tollens.**

Σε δοκιμαστικό σωλήνα των 20 mL προστίθενται 5 mL νερό και 0,5 g γλυκόζης. Το μίγμα αναδεύεται μέχρι να γίνει ομογενές.

Στο διάλυμα προστίθενται τώρα 2 mL από το αμμωνιακό διάλυμα του  $\text{AgNO}_3$  (αντιδραστήριο Tollens) και ανακινείται ο σωλήνας για ανάδευση. Ο σωλήνας εισάγεται τώρα στο ποτήρι ζέσεως που περιέχει βραστό νερό δικτύου (υδατόλουτρο), όπου και θερμαίνεται.

Το διάλυμα αποκτά ένα σκοτεινό χρώμα, καθώς προχωρά η αντίδραση της οξειδοαναγωγής. Τελικά το εσωτερικό του σωλήνα ε-



πικαλύπτεται από ένα λεπτό, αλλά γυαλιστερό στρώμα μεταλλικού αργύρου (το λεγόμενο κάτοπτρο αργύρου).

Επαναλάβετε τη δοκιμασία χρησιμοποιώντας αντί γλυκόζης, φρουκτόζη και κοινή ζάχαρη.

### **Δοκιμασία με το αντιδραστήριο Fehling.**

Η διαδικασία είναι παρόμοια με την παραπάνω. Τώρα το αντιδραστήριο του Fehling παράγεται με ανάμειξη από 1 mL των διαλυμάτων I και II. Είναι ένα διάλυμα με έντονο μπλε χρώμα, το οποίο οφείλεται στα σύμπλοκα ιόντα  $\text{Cu}^{2+}$  με τα τρυγικά ιόντα. Προστίθεται το αντιδραστήριο στο διάλυμα του σακχάρου και ο σωλήνας θερμαίνεται προσεκτικά με φλόγα, ώστε το μίγμα μόλις να βράσει.

Σε περίπτωση θετικής αντίδρασης το διάλυμα αποχρωματίζεται, ενώ ταυτόχρονα πέφτει ένα κεραμέρυθρο ίζημα από  $\text{Cu}_2\text{O}$ .

Το πείραμα και εδώ επαναλαμβάνεται με τα τρία επιλεγέντα σάκχαρα, γλυκόζη, φρουκτόζη και κοινή ζάχαρη.



### ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΣΑΠΟΥΝΙΟΥ

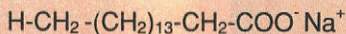
#### ΣΤΟΧΟΙ

Στο τέλος του πειράματος αυτού θα πρέπει να μπορείς:

1. Να παρασκευάζεις το πιο κοινό είδος σαπουνιού, που είναι το με νάτριο, σκληρό σαπούνι. Πρώτη ύλη θα χρησιμοποιηθεί ελαιόλαδο, ως πηγή των λιπαρών οξέων των οποίων άλατα με Na ή K, είναι τα σαπούνια.
2. Να εκτελείς ένα πείραμα, που να αναπαριστά σε μικροκλίμακα ημιβιομηχανικές και βιομηχανικές μεθόδους.

#### ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΘΕΜΑ

Ονομάζονται **σαπούνια** τα άλατα των ανωτέρων μονοκαρβοξυλικών οξέων (παλμιτικού, στεατικού και ελαϊκού) με νάτριο (σκληρά) ή κάλιο (μαλακά). Ο τύπος π.χ. ενός σαπουνιού με 16 άτομα άνθρακα είναι:



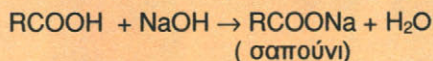
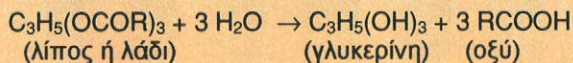
Το μόριο δηλαδή του σάπωνα, έχει μια μεγάλη ανθρακική αλυσίδα -το *υδροφόβο* κομμάτι του μορίου- αλλά και ένα πολικό (φορτισμένο) άκρο, το οποίο μπορεί να περνά στην υδατική φάση. Στη δομή αυτή στηρίζεται η απορρυπαντική δράση των σαπουνιών.

Τα σαπούνια ως άλατα που είναι, μπορούν να παρασκευάζονται με εξουδετέρωση των αντιστοιχών οξέων από τις βάσεις NaOH και KOH. Πηγή καρβοξυλικών οξέων είναι τα *λίπη* και τα *έλαια*, τα οποία είναι οι εστέρες της γλυκερίνης με τα οξέα αυτά. Τα

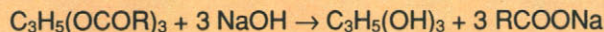
λίπη και τα έλαια είναι λοιπόν οι πρώτες ύλες για την παραγωγή σαπουνιών.

Δύο τρόποι υπάρχουν για την παρασκευή των σαπουνιών:

**α.** Τα λίπη και τα έλαια υδρολύονται με υπέρθερμο υδρατμό, ώστε να διασπαστούν σε γλυκερίνη και στα ελεύθερα οξέα. Η γλυκερίνη απομακρύνεται κατάλληλα και στα οξέα που απομένουν προστίθεται η απαιτούμενη για την εξουδετέρωση ποσότητα βάσης. Οι αντιδράσεις με την πορεία αυτή είναι:



**β.** Τα λίπη και τα έλαια βράζονται επί 3 - 4 ώρες με υδατικό διάλυμα NaOH ή KOH. Παράγονται έτσι τα σαπούνια, με παραπροϊόν τη γλυκερίνη. Στη συνέχεια στο μίγμα προστίθεται κορεσμένο διάλυμα NaCl και το σαπούνι που είναι διαλυμένο αποβάλλεται ως ίζημα. Είναι η φάση της λεγόμενης *εξαλάτωσης*. Η αντίδραση που γίνεται είναι η:



Βασικό μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι ο μεγάλος απαιτούμενος χρόνος. Αυτό οφείλεται στο ότι τα λίπη και τα έλαια είναι αδιάλυτα στο νερό, στο οποίο είναι διαλυμένο το NaOH. Αυτό μπορεί να ξεπεραστεί, αν χρησιμοποιηθεί σαν κοινός διαλύτης των λιπών και της βάσης η αιθανόλη.

Στο πείραμα που ακολουθεί παρασκευάζεται εργαστηριακά σαπούνι από κοινό ελαιόλαδο και NaOH διαλυμένα σε αλκοόλη. Ζυγίζοντας τις ποσότητες του ελαίου και παραγομένου σαπουνιού έχει κανείς μια πρώτη ένδειξη για την απόδοση της αντίδρασης.

## ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

Για την εκτέλεση του πειράματος θα χρειαστούν:

1. Ποτήρι ζέσεως των 250 mL.
2. Λύχνος Bunsen.
3. Τρίποδος και πλέγμα αμιάντου.
4. Ογκομετρικός κύλινδρος των 100 mL.
5. Υάλινη ράβδος και ύαλος ωρολογίου.
6. Διηθητικό χαρτί.
7. Ελαιόλαδο.
8. Αιθανόλη,  $C_2H_5OH$ .
9. Υδατικό διάλυμα  $NaOH$  30% w/V.
10. Κορεσμένο διάλυμα  $NaCl$ .

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Σε ποτήρι των 250 mL προστίθενται 5 mL ελαιόλαδο και 10 mL αιθανόλη. Στο διάλυμα που προκύπτει, προστίθενται με συνεχή ανάδευση 2 mL από το διάλυμα του  $NaOH$ .

Το μίγμα θερμαίνεται σε ήπια φλόγα με λύχνο Bunsen μέσω πλέγματος και αναδεύεται συνεχώς, μέχρις ότου σχηματισθεί μία παχύρρευστη μάζα – πάστα (σαπούνι). Το τέλος της αντίδρασης συμβαίνει όταν οι ατμοί δεν έχουν πια την οσμή της αλκοόλης.

Το μίγμα αφήνεται να ηρεμήσει για 15 min και μετά προστίθενται 40 mL νερό. Με θέρμανση και ανάδευση το σαπούνι αναδιαλύεται

Προστίθεται τώρα στο διάλυμα κορεσμένο διάλυμα  $NaCl$ , τόσο όσος είναι ο όγκος του διαλύματος ( $\approx 50-55\text{mL}$ ), με ταυτόχρονη έντονη ανάδευση. Ψύχεται τώρα το ποτήρι με νερό της βρύσης, οπότε καθιζάνει το σαπούνι.

Αποχύνεται η υπερκείμενη υγρή φάση, οπότε μέσα στο ποτήρι μένει το στερεό σαπούνι. Ξεπλένεται το στερεό με το ελάχιστο δυνατό νερό και μεταφέρεται σε φύλλο διηθητικού χαρτιού, όπου και ξηραίνεται και ζυγίζεται.



**ΣΧΗΜΑ 6.1** Σαπωνοποίηση σε βιομηχανική κλίμακα.



# A ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

## ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΕΣ ΟΡΙΣΜΕΝΩΝ "ΠΥΚΝΩΝ" ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ - ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΩΝ

| Αντιδραστήριο         | Περιεκτικότητα |       |
|-----------------------|----------------|-------|
|                       | % w/w          | mol/L |
| Αμμωνία               | 27             | 14,3  |
| Νιτρικό οξύ           | 68,0           | 15,2  |
| Υδροχλωρικό οξύ       | 38,0           | 12,4  |
| Θειικό οξύ            | 95,6           | 17,9  |
| Υπερχλωρικό οξύ       | 31,6           | 3,8   |
| Φωσφορικό οξύ         | ≥88            | 15,4  |
| Οξικό οξύ (παγόμορφο) | ≥99,8          | ≥17,5 |

Οι παραπάνω περιεκτικότητες αφορούν πυκνά διαλύματα του εμπορίου. Σε αυτά αναγράφεται η % σε βάρος περιεκτικότητα, % w/w, καθώς και η πυκνότητά τους, ρ σε g/mL. Με απλούς υπολογισμούς βρίσκεται η μοριακή σε όγκο συγκέντρωση, Molarity, σε mol/L.



# B ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

## ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ ΟΡΙΣΜΕΝΗΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Παρακάτω αναφέρονται οι αναλογίες για την παρασκευή ορισμένων διαλυμάτων τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για την τέλεση των πειραμάτων που περιλαμβάνονται στο εργαστηριακό αυτό πρόγραμμα. Τα διαλύματα αυτά για μεν τα οξέα και τις βάσεις είναι 1M και ο τελικός όγκος του διαλύματος είναι 100 mL. Τα αναφερόμενα σαν πυκνά είναι αυτά του "εμπορίου" τα οποία υπάρχουν στο εργαστήριο. Υπάρχει σχετικός πίνακας με την συγκέντρωση αυτών των διαλυμάτων παράρτημα Α.

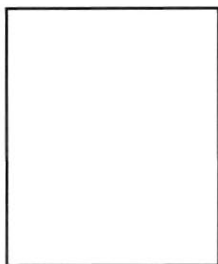
Για τα διαλύματα των αλάτων η συγκέντρωση είναι 0,1M για το καθένα. Αναφέρεται η ποσότητα του στερεού το οποίο θα διαλυθεί και θα αραιωθεί σε τελικό όγκο 100 mL.

| Ουσία                          | Ποσότητα για τελικό όγκο 100 mL                                  |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| <b>Οξέα 1M</b>                 |                                                                  |
| HCl                            | 8,3 mL πυκνού                                                    |
| HNO <sub>3</sub>               | 6,4 mL πυκνού                                                    |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 5,5 mL πυκνού                                                    |
| CH <sub>3</sub> COOH           | 5,7 mL πυκνού                                                    |
| <b>Βάσεις 1M</b>               |                                                                  |
| NaOH                           | 4,0 g                                                            |
| KOH                            | 5,61 g                                                           |
| NH <sub>3</sub>                | 6,63 mL πυκνού                                                   |
| *Ca(OH) <sub>2</sub>           | 0,36 g για κορεσμένο διάλυμα                                     |
| *Mg(OH) <sub>2</sub>           | 0,01 g για κορεσμένο διάλυμα                                     |
| *Ba(OH) <sub>2</sub>           | 1,90 g Ba(OH) <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O για κορεσμ. διάλυμα |

**Άλατα 0,1M**

|                                   |                                                                                                                                    |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$        | 3,75 g $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$                                                                       |
| $\text{AgNO}_3$                   | 1,70 g $\text{AgNO}_3$                                                                                                             |
| $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$        | 2,61 g $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$                                                                                                  |
| $\text{BaCl}_2$                   | 2,40 g $\text{BaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$                                                                                  |
| $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$        | 2,40 g $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$                                                                       |
| $\text{CH}_3\text{COONa}$         | 13,6 g $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$                                                                        |
| $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$      | 6,00 g ένυδρο του εμπορίου                                                                                                         |
| $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$        | 2,42 g $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$                                                                       |
| * $\text{CuSO}_4$ .)              | 20,00 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ , 15 mL πυκνό $\text{H}_2\text{SO}_4$<br>σε 100 mL. Διάλ. για ηλεκτρόλυση 0,83M |
| $\text{FeCl}_3$                   | 2,7 0 g $\text{FeCl}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$                                                                                 |
| $\text{FeSO}_4$                   | 2,78 g $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ σε 0,01M $\text{H}_2\text{SO}_4$                                                 |
| KBr                               | 1,20 g KBr                                                                                                                         |
| $\text{K}_2\text{CrO}_4$          | 1,94 g $\text{K}_2\text{CrO}_4$                                                                                                    |
| $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ | 2,94 g $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$                                                                                           |
| KI                                | 1,66 g KI                                                                                                                          |
| $\text{KMnO}_4$                   | 1,60 g $\text{KMnO}_4$                                                                                                             |
| KSCN                              | 0,97 g KSCN                                                                                                                        |
| $\text{MgCl}_2$                   | 2,0 0 g $\text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$                                                                                 |
| NaCl                              | 0,58 g NaCl                                                                                                                        |
| NaI                               | 1,50 g NaI                                                                                                                         |
| $\text{Na}_2\text{S}$             | 2,40 g $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$                                                                            |
| $\text{Na}_2\text{SO}_4$          | 1,42 g $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , άνυδρου ή 3,42 g ένυδρου                                                                         |
| $\text{Na}_2\text{CrO}_4$         | 1,60 g $\text{Na}_2\text{CrO}_4$                                                                                                   |
| $\text{NH}_4\text{NO}_3$          | 0,80 g $\text{NH}_4\text{NO}_3$                                                                                                    |
| $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$        | 3,30 g $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$                                                                                                  |
| $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$        | 2,10 g $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$                                                                                                  |
| $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$        | 3,30 g $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$                                                                       |
| $\text{ZnSO}_4$                   | 2,90 g $\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$                                                                                  |

Με απόφαση της Ελληνικής Κυβέρνησης τα διδακτικά βιβλία του Δημοτικού, του Γυμνασίου και του Λυκείου τυπώνονται από τον Οργανισμό Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων και διανέμονται δωρεάν στα Δημόσια Σχολεία. Τα βιβλία μπορεί να διατίθενται προς πώληση, όταν φέρουν βιβλιόσημο προς απόδειξη της γνησιότητάς τους. Κάθε αντίτυπο που διατίθεται προς πώληση και δε φέρει βιβλιόσημο θεωρείται κλεψίτυπο και ο παραβάτης διώκεται σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 7 του Νόμου 1129 της 15/21 Μαρτίου 1946 (ΦΕΚ 1946, 108, Α').



*Απαγορεύεται η αναπαραγωγή οποιουδήποτε τμήματος αυτού του βιβλίου, που καλύπτεται από δικαιώματα (copyright), ή η χρήση του σε οποιαδήποτε μορφή, χωρίς τη γραπτή άδεια του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου.*