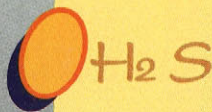


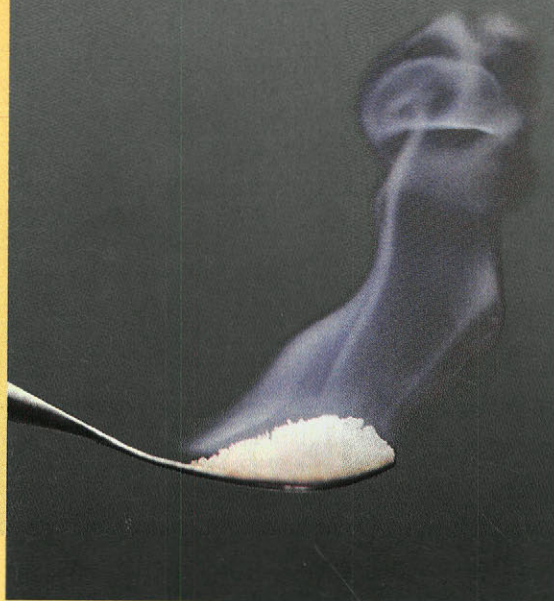
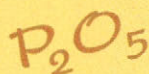
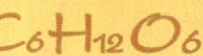
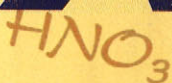
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ



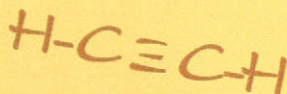
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ

# Χημεία

## β' λυκείου



ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ



ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ  
ΑΘΗΝΑ

Στέλιος Λιοδάκης

Δημήτρης Γάκης

εργαστηριακός οδηγός

**χημείας**

β' λυκείου, γενικής παιδείας

**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

**Υπεύθυνοι στο Πλαίσιο του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου:**

**ΑΝΤΩΝΙΟΣ Σ.ΜΠΟΜΠΕΤΣΗΣ**, Χημικός, Μ.Εδ., Ph.D., Σύμβουλος Π.Ι.

**ΒΑΣΙΛΙΚΗ Ν.ΠΕΡΑΚΗ**, Δρ.Βιολογίας, Μόνιμη Πάρεδρος του Π.Ι.

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.



## 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 ακολουθία κάποιων «συνταγών». Χρειάζεται ενεργός συμμετοχή του μαθητή και αυτή πετυχαίνεται 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**

### **Β' ΛΥΚΕΙΟΥ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ**

#### **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**

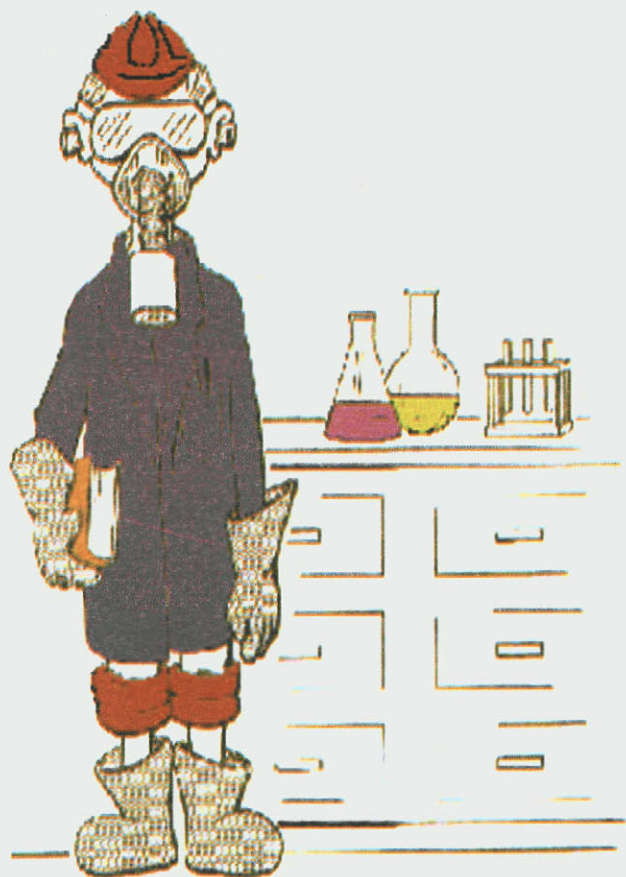
|                                           |    |
|-------------------------------------------|----|
| 1. Παρασκευή και οξείδωση αιθανόλης       | 29 |
| 2. Παρασκευή και ανίχνευση αλδεϋδών       | 36 |
| 3. Όξινος χαρακτήρας (καρβοξυλικών οξέων) | 41 |
| 4. Παρασκευή εστέρα                       | 45 |
| 5. Ανίχνευση υδατανθράκων                 | 49 |
| 6. Παρασκευή σάπωνα                       | 53 |
| 7. Παρασκευή Nylon 6,10                   | 57 |

#### **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ**

# 1

## Εισαγωγικές γνώσεις





**ΕΠΗΜΕ 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 πονάρι.
8. Κατά τις αραιώσεις των πυκνών οξέων, ιδιαίτερα του  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 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 χρησιμότητα 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 ΚΑΥΙΜΟ**

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

**ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΤΟ ΚΟΪΙΜΟ**

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



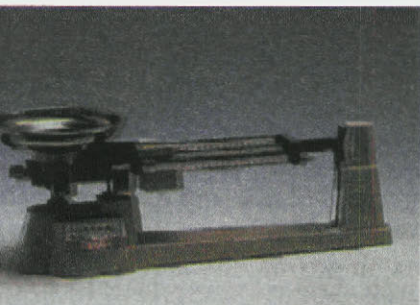
## 1.2 Βασικά όργανα εργαστηρίου

### Όργανα Μέτρησης Όγκου Υγρών



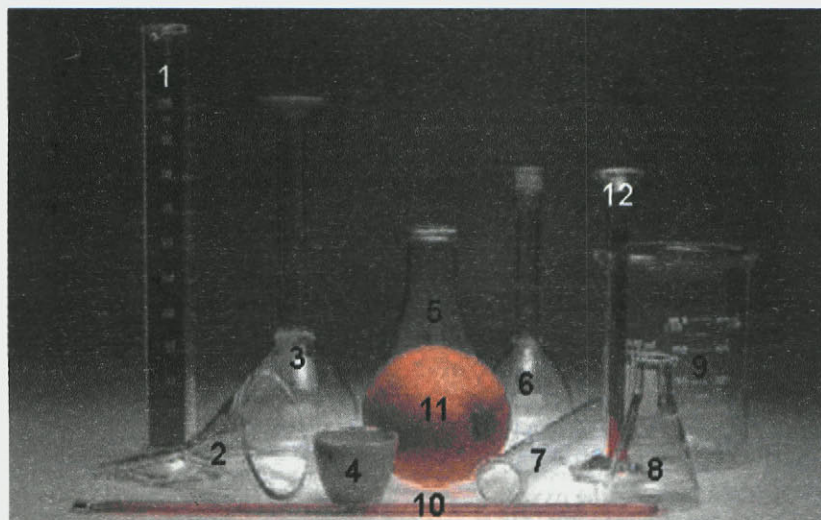
1. **Προχοΐδα:** όργανο για την ακριβή μέτρηση όγκων υγρών, χρησιμοποιείται κυρίως για την ποσοτική ανάλυση (ογκομετρήσεις).
2. **Σιφώνιο εκροής:** για την ακριβή μέτρηση και μεταφορά ενός σταθερού όγκου υγρού.
3. **Ογκομετρικός κύλινδρος:** μετράται ο όγκος ενός υγρού με σχετικά μικρή ακρίβεια.
4. **Ογκομετρική φιάλη:** για τη μέτρηση ορισμένου όγκου υγρού και ιδιαίτερα για την παρασκευή διαλυμάτων ορισμένης συγκέντρωσης.

## Όργανα Μέτρησης Μάζας (Ζυγοί)



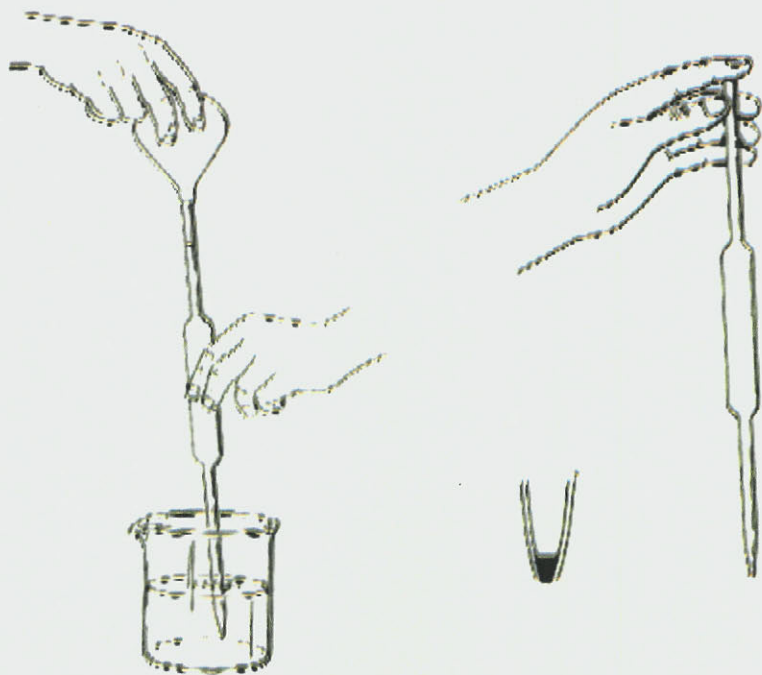
1. Εργαστηριακός ζυγός δύο δίσκων. Στον ένα δίσκο βάζουμε την ουσία που θέλουμε να ζυγίσουμε και στον άλλο τα σταθμά.
2. Εργαστηριακός ζυγός ενός δίσκου με βερνιέρο.
3. Σύγχρονοι ηλεκτρονικοί ζυγοί ακριβείας.

## 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



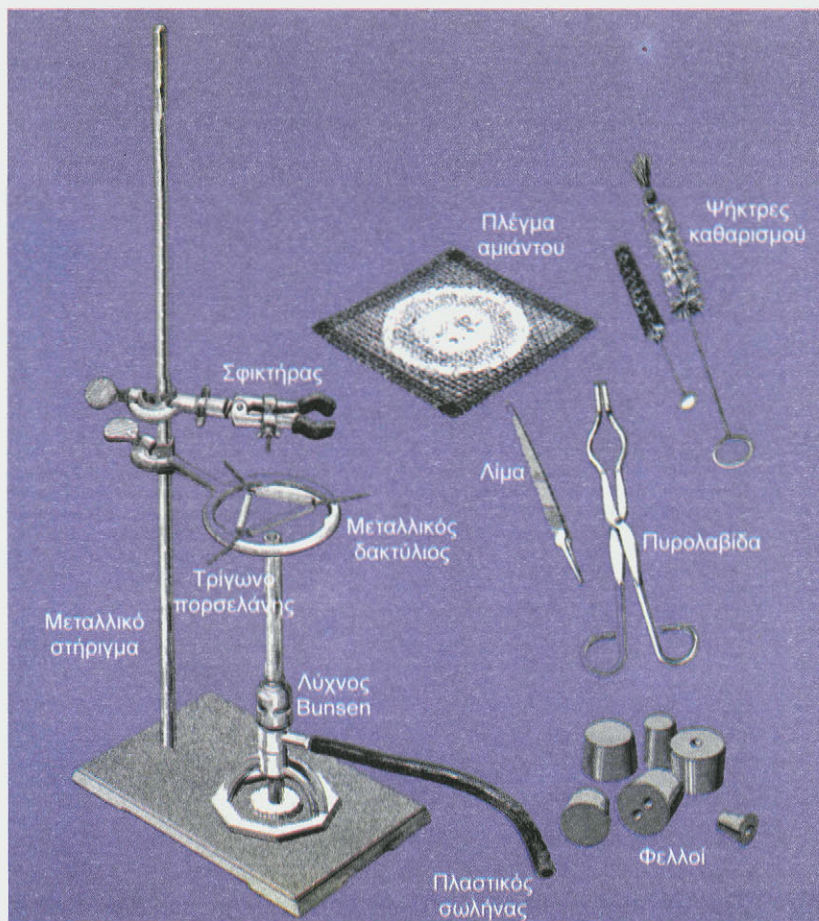
### Παρατηρήσεις

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

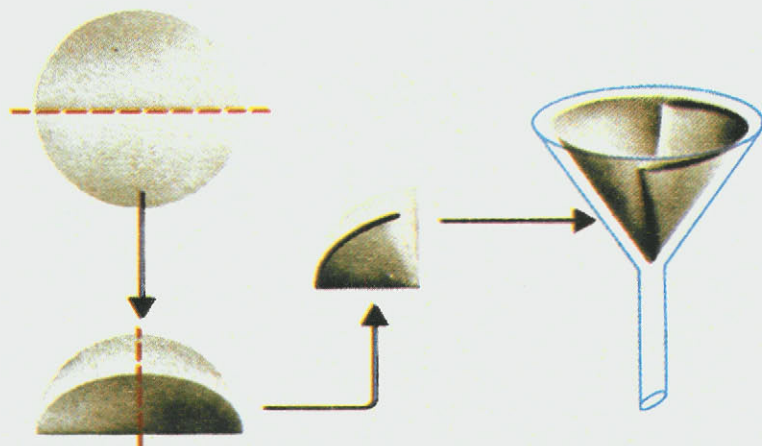


## 1.3 Βασικές Εργαστηριακές Τεχνικές

### Διήθηση

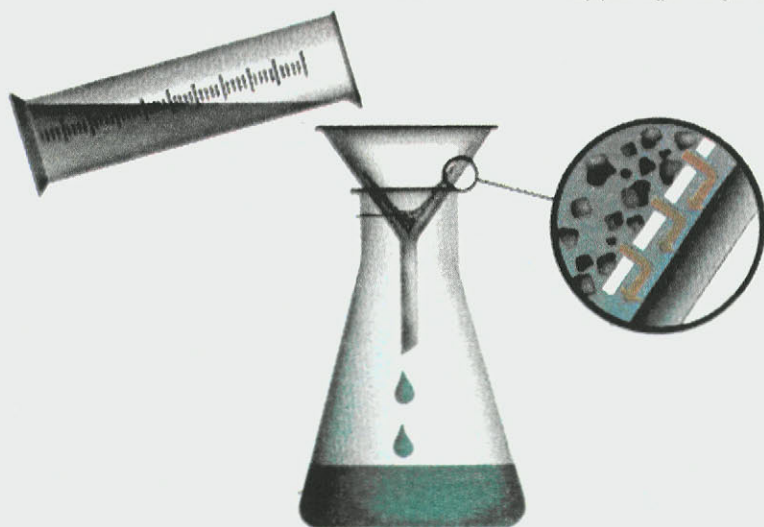
Η διήθηση είναι η πιο συνηθισμένη μέθοδος διαχωρισμού στερεού από υγρό. Βασίζεται στην αδυναμία του στερεού να περάσει λόγω μεγέθους μέσα από τους πόρους του ηθμού (φίλτρο). Έτσι το στερεό συγκρατείται στο ηθμό (ίζημα), ενώ το υγρό διαπερνά τον ηθμό (διήθημα).

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 λειτουργίας 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.

ΣΧΗΜΑ 1.3 Διάταξη απλής απόσταξης



## 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.



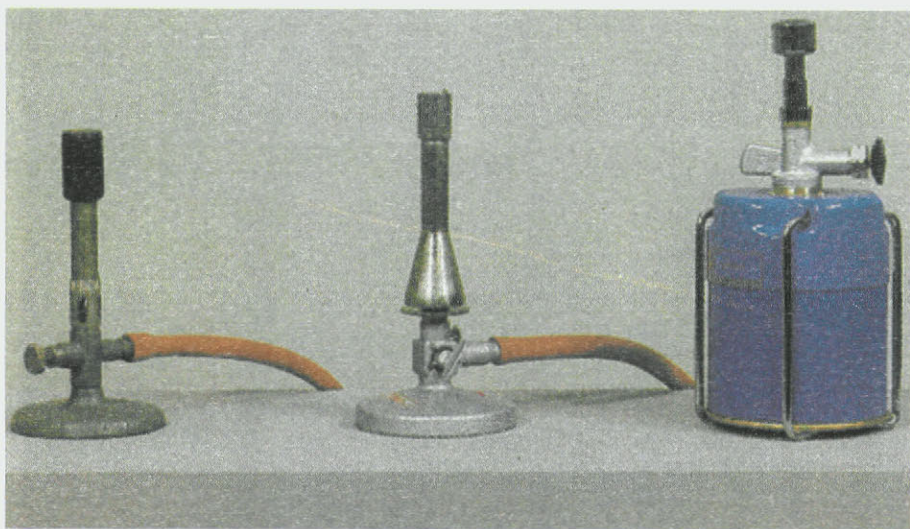
**ΣΧΗΜΑ 1.4** Διάταξη εξάτμισης.





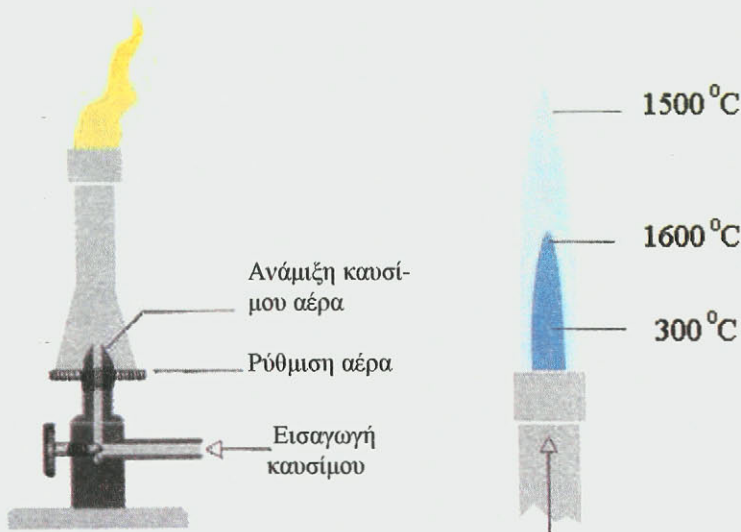
## Θέρμανση - Πύρωση

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.



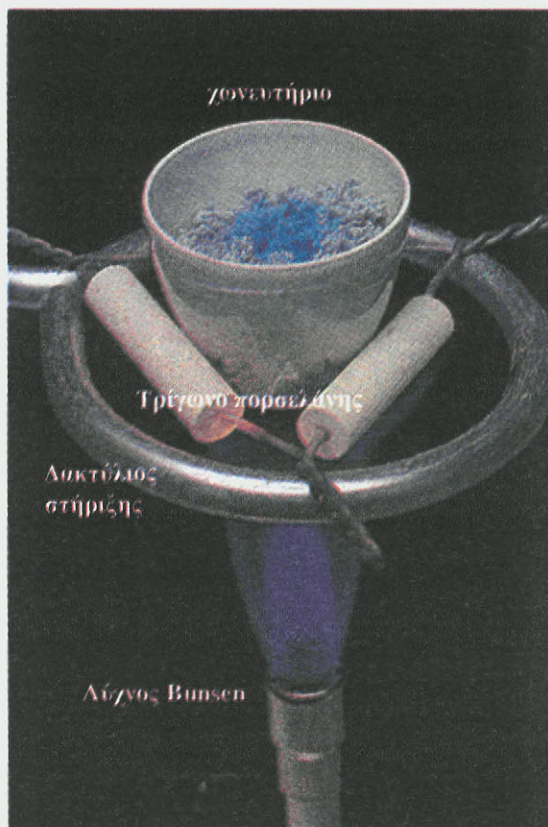
**ΣΧΗΜΑ 1.5** Από αριστερά προς τα δεξιά λύχνος Bunsen, λύχνος Teclu, καυστήρας τύπου Bunsen με ενσωματωμένη φιάλη υγραερίου.

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 (λιώσιμο) στερεών σωμάτων υψηλού σημείου τήξης. Να σημειωθεί ότι το ίδιο αποτέλεσμα μπορεί να επιτευχθεί και με ηλεκτρική θέρμανση ( ηλεκτρικοί κάμιννοι ).



**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  $94 - 100^{\circ}\text{C}$ , γι' αυτό συνήθως μεταξύ φλόγας και γυαλιού παρεμβάλλεται ειδικό πλέγμα. Γυαλί από Pyrex αντέχει μέχρι τους  $450^{\circ}\text{C}$ , ενώ τα πυρίμαχα πχ. το χωνευτήριο πορσελάνης έχει θερμική αντοχή που ξεπερνά τους  $1500^{\circ}\text{C}$ .



**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.



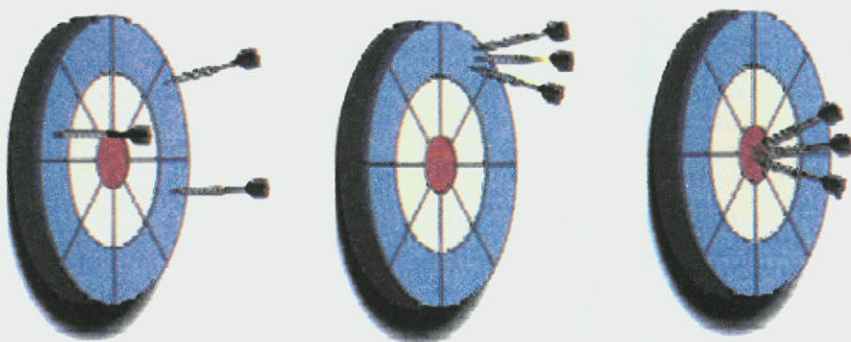
## 1.4 Σφάλματα κατά τις μετρήσεις

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 :  $A \times 10^n$

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.

π.χ.  $26,19 (4\psi) \times 11,12(4\psi) \div 1,00(3\psi) = 291,2328 = 291(3\psi)$ .

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

π.χ.  $26,2 (1\delta\psi) + 11,21(2\delta\psi) + 0,005(3\delta\psi) = 37,415 = 37,4(1\delta\psi)$ .

## 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)  $2,00 \times 10^{-5}$ .

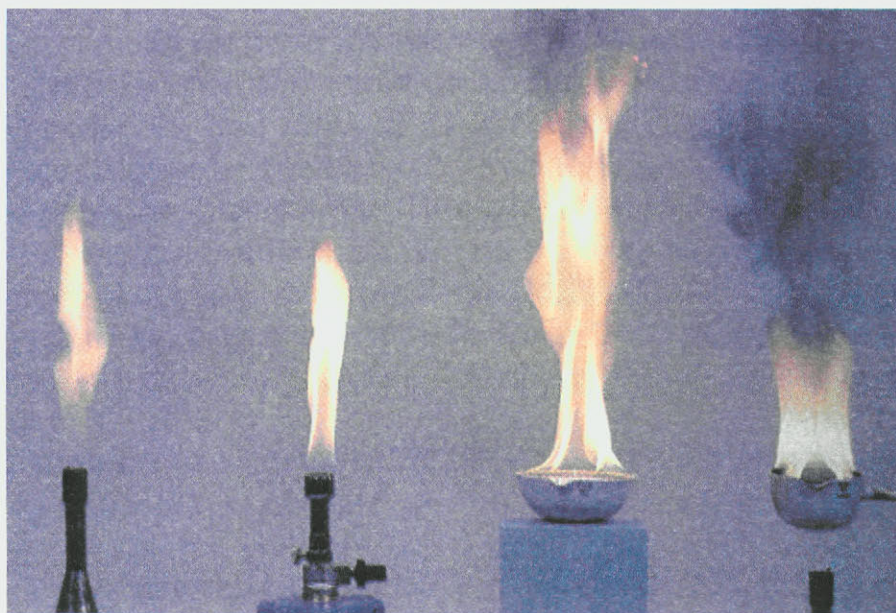
3. Να γίνουν οι παρακάτω υπολογισμοί και να εκφραστούν τα αποτελέσματα σε εκθετική μορφή με βάση τον κατάλληλο αριθμό σημαντικών ψηφίων:

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



# 2

## Εργαστηριακές ασκήσεις β' Λυκείου



Καύση μεθανίου, βουτανίου, βενζίνης και παραφινέλαιου.

## Πείραμα 1

### ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΟΞΕΙΔΩΣΗ ΑΙΘΑΝΟΛΗΣ (Αλκοολόμετρο)

#### ΣΤΟΧΟΙ

Στο τέλος του πειράματος αυτού θα πρέπει να μπορείς :

1. Να εφαρμόζεις τη *ζύμωση* για την παραγωγή της αιθανόλης. Η ζύμωση είναι μια από τις παλαιότερες βιοτεχνολογικές μεθόδους που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος.

2. Να αναγνωρίζεις ότι μια από τις πιο χαρακτηριστικές χημικές ιδιότητες των αλκοολών είναι η οξείδωση. Επίσης, ότι τα προϊόντα οξείδωσης που προκύπτουν κάθε φορά, εξαρτώνται από τις συνθήκες του πειράματος. (Αντίδραση οξείδωσης αποτελεί και τη χημική βάση του *αναλυτή αναπνοής* ή αλκοτέστ).

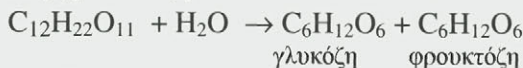
Πρέπει να τονιστεί ότι το πείραμα αυτό δεν μπορεί να περιοριστεί στη διάρκεια μιας εργαστηριακής περιόδου, λόγω της βραδύτητας με την οποία εξελίσσεται η ζύμωση. Είναι δυνατόν να ξεκινήσει μία ημέρα με την αρχή της ζύμωσης - παράλληλα με κάποιο άλλο προγραμματισμένο πείραμα - και να ολοκληρωθεί την επόμενη βδομάδα, όταν η ζύμωση έχει ολοκληρωθεί.

#### ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΘΕΜΑ

Η κυριότερη μέθοδος παραγωγής της αιθανόλης, η οποία προορίζεται για την παρασκευή αλκοολούχων ποτών, είναι η *ζύμωση* ζάχαρης ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) ή αμύλου ( $C_6H_{10}O_5$ )<sub>n</sub>. Αυτή είναι μια από τις παλαιότερες, αν όχι η παλαιότερη, βιοτεχνολογικές μεθόδους.

Η ζάχαρη η οποία χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη, είναι από το μη κρυσταλλωμένο υπόλειμμα του καθαρισμού της βιομηχανίας ζάχαρης, γνωστό ως μελάσα. Στη μελάσα προστίθεται η ζύμη, η οποία περιέχει ένα *ένζυμο*, την *ιμβερτάση*. Το ένζυμο αυτό κα-

ταλύει την υδρόλυση της ζάχαρης στα δύο ζυμώσιμα ισομερή, τη *γλυκόζη* και τη *φρουκτόζη*:



Η ζύμη περιλαμβάνει ακόμη ένα ένζυμο τη *ζυμάση*, η οποία καταλύει την κυρίως ζύμωση που ουσιαστικά είναι η διάσπαση των γλυκόζης και φρουκτόζης σε οινόπνευμα και  $\text{CO}_2$ :



**ΣΧΗΜΑ 1.1** Ζύμωση ζάχαρης για την παραγωγή αιθανόλης. Το  $\text{CO}_2$  που ελευθερώνεται κατά τη διάρκεια της ζύμωσης θολώνει το διάλυμα  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (ασβεστόνερο).

Αν ως πρώτη ύλη χρησιμοποιηθεί άμυλο, αυτό πρώτα πρέπει να εξαχθεί από την πρώτη ύλη, που μπορεί να είναι πατάτες, ρύζι, σιτάρι, με υπέρθερμο υδρατμό. Στο υδατικό εκχύλισμα προστίθεται *βύνη* η οποία περιέχει το ένζυμο *διαστάση* το οποίο καταλύει την υδρόλυση του αμύλου προς το σάκχαρο *μαλτόζη*:

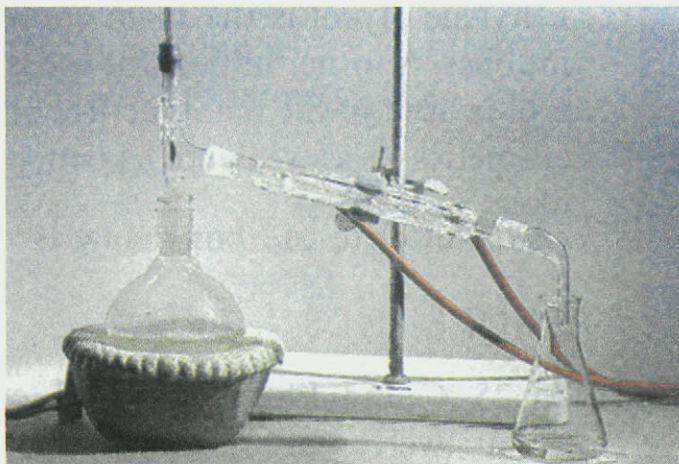


Στη συνέχεια προστίθεται η μαγιά, η οποία περιέχει τα ένζυμα



**μαλτάση** που μετατρέπει την μαλτόζη σε γλυκόζη και τη **ζύμωση** που μετατρέπει τελικά τη γλυκόζη σε οινόπνευμα.

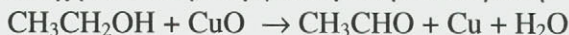
Όταν η περιεκτικότητα σε οινόπνευμα του υγρού γίνει περίπου 12% v/v, τότε η ζύμη δηλητηριάζεται και η ζύμωση σταματά. Το διάλυμα μπορεί να συμπυκνωθεί με απόσταξη, φτάνοντας το 95 % v/v, σε καθαρή αιθανόλη.



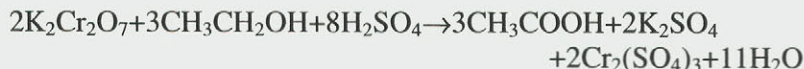
**ΣΧΗΜΑ 1.2** Απόσταξη για τη συμπύκνωση του διαλύματος σε αιθανόλη.

Από τις χημικές τώρα ιδιότητες των αλκοολών, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει ο αναγωγικός τους χαρακτήρας. Τα προϊόντα της οξείδωσης των πρωτοταγών αλκοολών εξαρτώνται από την ισχύ του οξειδωτικού, τις σχετικές τους ποσότητες και τις γενικότερες συνθήκες.

Ένα ήπιο οξειδωτικό, όπως είναι το CuO οξειδώνει την αλκοόλη στην αντίστοιχη αλδεΐδη, σύμφωνα με την αντίδραση:



Ισχυρότερα οξειδωτικά, όπως τα  $\text{KMnO}_4$  και  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  σε όξινο περιβάλλον οξειδώνουν την αιθανόλη προς οξικό οξύ:



Η τελευταία αυτή αντίδραση, λόγω της χαρακτηριστικής αλλαγής χρώματος από πορτοκαλί  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , σε πράσινο  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ , χρησιμοποιείται για την ποιοτική ανίχνευση της αλκοόλης (αλκοτέστ).



**ΣΧΗΜΑ 1.3** Αν ο αέρας της εκπνοής περιέχει αιθανόλη τότε αλλάζει το χρώμα του γυάλινου σωλήνα που περιέχει οξινισμένο  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ .

## ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

Για το *πείραμα 1* (παρασκευή αιθανόλης) θ' απαιτηθούν:

1. Σφαιρική φιάλη των 250 mL (όπως το σχήμα 1.1).
2. Διάταξη διήθησης.
3. Διάταξη κλασματικής απόσταξης.
4. Δοκιμαστικός σωλήνας των 50 mL.
5. Γλυκόζη  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ .

6. Ζύμη.
7.  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ .
8. Διάλυμα  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

Για το **πείραμα 2 (οξειδωση αιθανόλης)** θ' απαιτηθούν :

1. Δοκιμαστικός σωλήνας των 20 mL.
2. Λύχνος Bunsen και πυρολαβίδα.
3. Κάψα πορσελάνης διαμέτρου 12 cm.
4. Απόλυτη αιθανόλη.
5. Πυκνό  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
6. Κορεσμένο διάλυμα  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ .
7. Έλασμα μεταλλικού Cu.

Θα χρειαστούν επίσης τα αναφερόμενα στο πείραμα 2, για την ανίχνευση της αιθανάλης,  $\text{CH}_3\text{CHO}$ , με την δοκιμασία του κατόπτρου Ag.

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

### Πείραμα 1: Παραγωγή αιθανόλης.

Στη σφαιρική φιάλη των 250 mL εισάγονται 150 mL διαλύματος γλυκόζης 10 % βάρος κατ' όγκο (w/v). Στη συνέχεια προστίθεται λίγο  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  και ποσότητα ζύμης. Πωματίζεται κατάλληλα η φιάλη και συνδέεται με δοκιμαστικό σωλήνα ο οποίος περιέχει διαυγές διάλυμα  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , όπως φαίνεται στο σχήμα 1.1.

Η διάταξη αφήνεται σε ζεστό ή δυνατόν δωμάτιο για να εξελιχθεί η ζύμωση. Το παραγόμενο  $\text{CO}_2$  δίνει στο σωλήνα το χαρακτηριστικό λευκό ίζημα του  $\text{CaCO}_3$ . Η παραγωγή των φυσαλίδων  $\text{CO}_2$  στη σφαιρική φιάλη και του ιζήματος στον σωλήνα δείχνουν την πρόοδο της ζύμωσης.

Μετά την πάροδο μιας περίπου εβδομάδας, οπότε και έχει περατωθεί η ζύμωση, το διάλυμα διηθείται και το διήθημα αποστάζεται σε συσκευή απόσταξης (βλέπε Σχήμα 1.2). Από το απόσταγμα που είναι πυκνή αιθανόλη, ένα μικρό δείγμα καίγεται ως δοκιμασία για την ταυτοποίησή του.



**ΣΧΗΜΑ 1.4** Δοκιμασία καύσης για την ταυτοποίηση της  $C_2H_5OH$ .

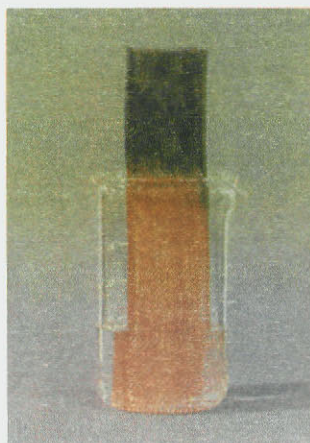
## Πείραμα 2: Οξείδωση της αιθανόλης.

Η οξείδωση της αιθανόλης μπορεί να γίνει είτε μ' ένα ισχυρό οξειδωτικό μέσο, όπως είναι το  $Na_2Cr_2O_7$  ή μ' ένα ήπιο οξειδωτικό, όπως είναι το  $CuO$ .

Στην πρώτη περίπτωση η διαδικασία είναι η εξής: Σε δοκιμαστικό σωλήνα των 20 mL προστίθενται διαδοχικά, 1 mL αιθανόλης, 5 mL από το κορεσμένο διάλυμα του  $Na_2Cr_2O_7$  και 0,5 mL πυκνού  $H_2SO_4$ . Το διάλυμα θερμαίνεται και η παραγόμενη αιθανάλη αναγνωρίζεται από τη χαρακτηριστική της οσμή. Ταυτόχρονα όμως, παράγεται και οξικό οξύ.

Στη δεύτερη περίπτωση, ένα τεμάχιο μεταλλικού χαλκού θερμαίνεται κατάλληλα σε λύχνο Bunsen, μέχρις ότου μαυρίσει, δηλαδή καλυφθεί από  $CuO$ . Το θερμό αυτό έλασμα τώρα εμβαπτίζεται σε κάψα πορσελάνης, η οποία περιέχει 25 mL αιθανόλης. Τότε ανάγεται το  $CuO$  προς  $Cu$ , οπότε και το έλασμα αποκτά την αρχική του όψη, ενώ η αλκοόλη οξειδώνεται σε αιθανάλη. Η τελευταία μπορεί να ανιχνευτεί, όπως θα δούμε στο επόμενο πείραμα, με τη δοκιμασία του κατόπτρου  $Ag$ .





**ΣΧΗΜΑ 1.5** Οξείδωση  $C_2H_5OH$  με  $CuO$ .

## Πείραμα 2

### ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΑΛΔΕΥΔΩΝ

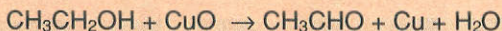
#### ΣΤΟΧΟΙ

Στο τέλος του πειράματος αυτού θα πρέπει να μπορείς :

1. Να κάνεις χρήση των ήπιων οξειδωτικών, όπως του  $\text{CuO}$ , για την παρασκευή αλδευδών από αλκοόλες.
2. Να χρησιμοποιείς τα αντιδραστήρια των Fehling και Tollens για την ανίχνευση των αλδευδών. Και οι δύο μέθοδοι ανίχνευσης στηρίζονται στον αναγωγικό χαρακτήρα των αλδευδών, οι οποίες ανάγουν ήπια οξειδωτικά, όπως τα ιόντα  $\text{Cu}^{2+}$  και  $\text{Ag}^+$ , δίνοντας χαρακτηριστικά ιζήματα.

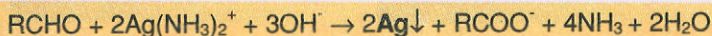
#### ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΘΕΜΑ

Από τις χημικές ιδιότητες των αλκοολών, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει ο αναγωγικός τους χαρακτήρας. Τα προϊόντα της οξείδωσης των πρωτοταγών αλκοολών εξαρτώνται από την ισχύ του οξειδωτικού, τις σχετικές τους ποσότητες και τις γενικότερες συνθήκες. Ένα ήπιο οξειδωτικό, όπως είναι το  $\text{CuO}$ , οξειδώνει την αλκοόλη στην αντίστοιχη αλδεύδη σύμφωνα με την αντίδραση:



Μια από τις πιο χαρακτηριστικές ιδιότητες της  $-\text{CHO}$  είναι και ο αναγωγικός της χαρακτήρας. Οι αντιδράσεις οξείδωσης των αλδευδών μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διάκριση τους. Το οξειδωτικό το οποίο θα χρησιμοποιηθεί για το σκοπό αυτό, θα πρέπει να είναι ήπιο, ώστε εκλεκτικά να οξειδώνει την αλδευδομάδα. Επίσης, πρέπει η αντίδραση να έχει ένα άμεσο οπτικό αποτέλεσμα, όπως π.χ. δημιουργία χαρακτηριστικού ιζήματος ή αλλαγή χρώματος

Ένα τέτοιο αντιδραστήριο είναι το αντιδραστήριο Tollens, το οποίο είναι ένα αμμινοσυμπλόκου της μορφής  $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$ . Αυτό αναφέρεται και σαν *αμμωνιακό διάλυμα*  $\text{AgNO}_3$ . Η αντίδραση αυτού με αλδεΐδες οδηγεί σε κάτοπτρο αργύρου,  $\text{Ag}$ , σύμφωνα με την παρακάτω χημική εξίσωση: ( Οι παρακάτω χημικές εξισώσεις δίνονται ενδεικτικά, χωρίς να απαιτείται η απομνημόνευσή τους. )



Ένα άλλο ήπιο οξειδωτικό μέσο είναι το *αντιδραστήριο Fehling*. Αυτό περιέχει  $\text{Cu}^{2+}$  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.



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

Στο πείραμα που ακολουθεί γίνονται και οι δύο δοκιμασίες, με το προϊόν της ήπιας οξείδωσης της αιθανόλης που αναμένεται να είναι η  $\text{CH}_3\text{CHO}$ .

## ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

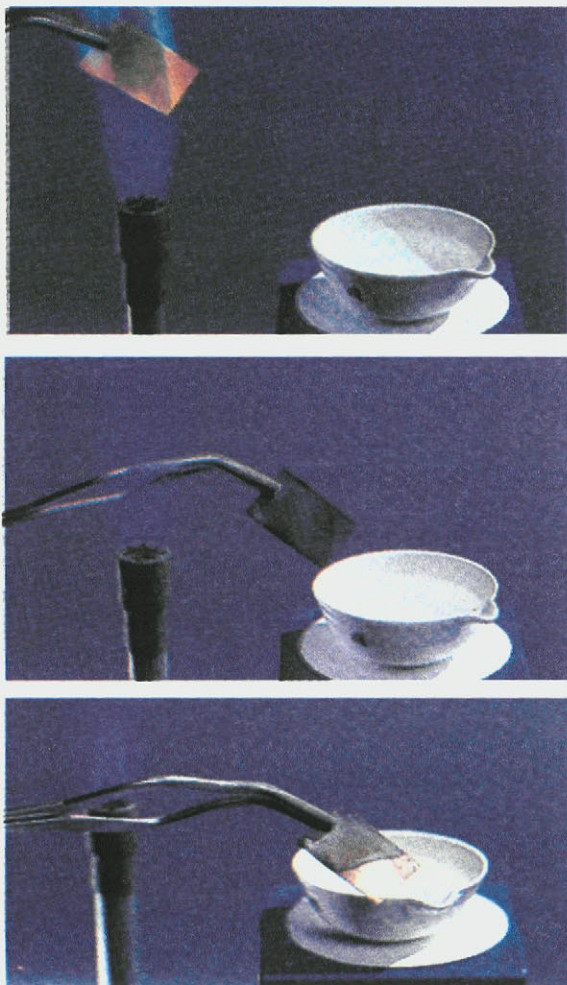
Για την εκτέλεση του πειράματος –οξείδωσης- θα απαιτηθούν :

1. Δοκιμαστικός σωλήνας των 20 mL.
2. Λύχνος Bunsen και πυρολαβίδα.
3. Κάψα πορσελάνης διαμέτρου 12 cm.
4. Απόλυτη αιθανόλη.
5. Πυκνό  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
6. Κορεσμένο διάλυμα  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ .
7. Έλασμα μεταλλικού  $\text{Cu}$
8. Διάλυμα ή αντιδραστήριο Fehling.
9. Διάλυμα ή αντιδραστήριο Tollens.

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

### Πείραμα – οξείδωση της αιθανόλης προς αιθανάλη.

Ένα τεμάχιο μεταλλικού χαλκού θερμαίνεται κατάλληλα σε λύχνο Bunsen μέχρις ότου μαυρίσει, οπότε καλύπτεται με  $\text{CuO}$ . Στη συνέχεια μεταφέρεται γρήγορα σε κάψα πορσελάνης που περιέχει 25 mL αιθανόλης. Κατ' αυτό τον τρόπο η αιθανόλη οξειδώνεται σε αιθανάλη, ενώ το  $\text{CuO}$  παίρνει ξανά τη μεταλλική του



**ΣΧΗΜΑ 4.1** Οξείδωση αιθανόλης προς αιθανάλη με  $\text{CuO}$



λάμψη, μετατρέπόμενο σε μεταλλικό χαλκό. Το διάλυμα που προκύπτει, το προϊόν δηλαδή οξείδωσης της αλκοόλης, υποβάλλεται στη συνέχεια σε έλεγχο για την ταυτοποίηση της παραγόμενης αλδεΐδης.

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

Μέρος του διαλύματος, περίπου 5 mL, μεταφέρεται σε δοκιμαστικό σωλήνα στο οποίο προστίθενται 2 mL από το αμμωνιακό διάλυμα του  $\text{AgNO}_3$  (αντιδραστήριο Tollens). Ο σωλήνας ανακινείται καλά και στη συνέχεια τοποθετείται σε ποτήρι ζέσεως που περιέχει βραστό νερό δικτύου (υδατόλουτρο), όπου και θερμαίνεται. Σε περίπτωση που το διάλυμα περιέχει αλδεΐδη, το εσωτερικό του σωλήνα αρχίζει να επικαλύπτεται από ένα λεπτό, αλλά γυαλιστερό στρώμα μεταλλικού αργύρου (το λεγόμενο κάτοπτρο αργύρου).

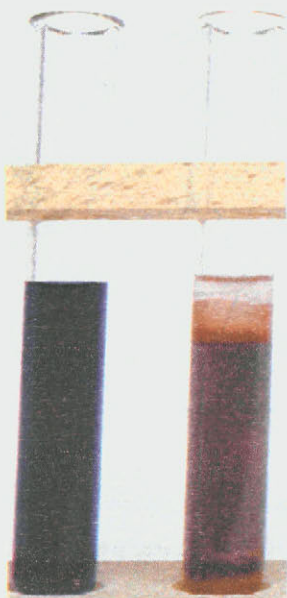


**ΣΧΗΜΑ 4.2** Σχηματισμός κατόπτρου με το αντιδραστήριο Tollens.

### Δοκιμασία με το αντιδραστήριο Fehling.

Η διαδικασία είναι παρόμοια με την παραπάνω. Το αντιδραστήριο του Fehling παράγεται με ανάμειξη δύο διαλυμάτων. Το πρώτο διάλυμα είναι ένα διάλυμα  $\text{CuSO}_4$ . Το δεύτερο είναι ένα διάλυμα τρυγικού καλιονατρίου (άλας του Seignette) και  $\text{NaOH}$ . Τα δύο διαλύματα φυλάσσονται ξεχωριστά και ανάμειξη ίσων όγκων από αυτά δίνει το αντιδραστήριο του Fehling. Το προϊόν της μείξης είναι ένα διάλυμα με έντονο μπλε χρώμα, το οποίο οφείλεται στα σύμπλοκα ιόντα  $\text{Cu}^{2+}$  με τα τρυγικά ιόντα.

Προστίθενται 2 mL από το αντιδραστήριο Fehling, σε 5 mL του διαλύματος που μελετάμε σε δοκιμαστικό σωλήνα. Το μίγμα θερμαίνεται προσεκτικά με φλόγα μέχρι βρασμού. Σε περίπτωση θετικής αντίδρασης, το διάλυμα αποχρωματίζεται, ενώ ταυτόχρονα πέφτει ένα κεραμέρυθρο ίζημα από  $\text{Cu}_2\text{O}$ .



**ΣΧΗΜΑ 4.3** Φελίγγειο υγρό πριν και μετά τη δράση του με αλδεϋδη

### Πείραμα 3

## ΟΞΙΝΟΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΑΣ (ΚΑΡΒΟΞΥΛΙΚΩΝ ΟΞΕΩΝ)

### ΣΤΟΧΟΙ

Στο τέλος του πειράματος αυτού θα πρέπει να μπορείς :

1. Να αναγνωρίζεις τον *όξινο χαρακτήρα* των οργανικών οξέων, μέσω αντιδράσεων αυτών με *μέταλλα, άλατα*, με τη βοήθεια *δείκτες οξέων – βάσεων*.
2. Να διακρίνεις τα οξέα ως άλλες οργανικές ενώσεις, π.χ. από τους ισομερείς τους εστέρες, χρησιμοποιώντας κάποιες από τις χαρακτηριστικές τους ιδιότητες.

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΘΕΜΑ

Όσα από τα καρβοξυλικά οξέα (  $\text{RCOOH}$  ) διαλύονται στο νερό, δείχνουν σε γενικές γραμμές ασθενή όξινο χαρακτήρα. Ο όξινος χαρακτήρας τους οφείλεται στην ρίζα του *καρβοξυλίου*,  $-\text{COOH}$  και ο ιοντισμός τους παρίσταται :

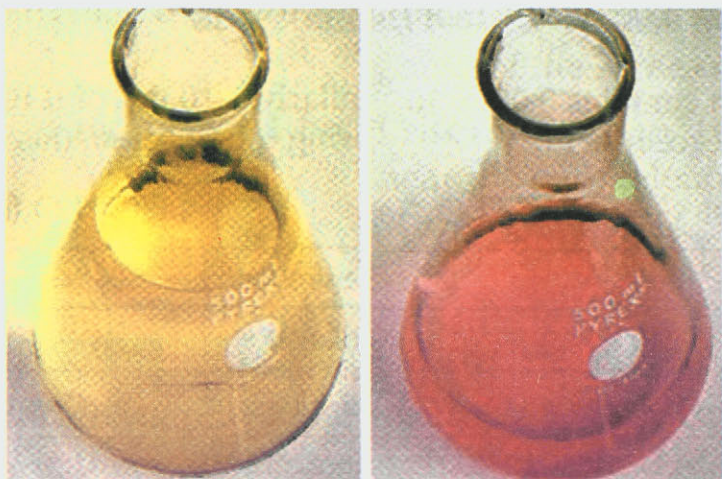


ή πιο συνεπτυγμένα



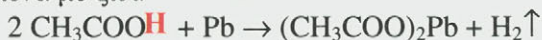
Έτσι λοιπόν, δίνουν τις γενικές αντιδράσεις των οξέων όπως:

1. Σε διαλύματά τους, μεταβάλλουν το χρώμα κατάλληλα επιλεγμένων δεικτών οξέων – βάσεων. Ένα διάλυμα  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1 M έχει τιμή  $\text{pH} \approx 3$  και συνεπώς σταγόνες από διάλυμα *η-λιανθίνης* δίνουν στο διάλυμα κόκκινο χρώμα.



**ΣΧΗΜΑ 3.1** Η προσθήκη  $\text{CH}_3\text{COOH}$  αλλάζει το χρώμα της ηλιανθίνης από κίτρινο σε κόκκινο ( όταν  $\text{pH} < 3$ ).

2. Αντιδρούν με δραστικά μέταλλα με ταυτόχρονη έκλυση  $\text{H}_2\uparrow$ . Εδώ ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η αντίδραση με μεταλλικό μόλυβδο. Είναι η αντίδραση η οποία απέκλεισε τη χρήση μολύβδινων σκευών για την παρασκευή και εν γένει επαφή με τρόφιμα διατηρημένα με ξίδι.

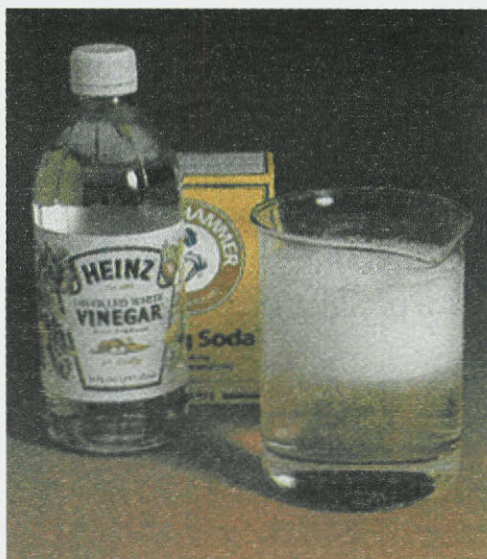


3. Τα καρβοξυλικά οξέα όντας ισχυρότερα οξέα το  $\text{H}_2\text{CO}_3$  διασπούν τα ανθρακικά άλατα, όξινα και ουδέτερα, με έκλυση  $\text{CO}_2$ .



Η αντίδραση αυτή έχει ιδιαίτερη σημασία, μια και οι ισομερείς προς τα οξέα *εστέρες* ( $\text{RCOOR}'$ ) δεν τη δίνουν. Συνεπώς, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ταυτοποίηση των οξέων.





**ΣΧΗΜΑ 3.2** Η αντίδραση σόδας ( $\text{NaHCO}_3$ ) με ξύδι (διάλυμα  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) προκαλεί αφρισμό, λόγω της έκλυσης του  $\text{CO}_2$ .

Η πιο αντιπροσωπευτική ιδιότητα των οξέων, η *εξουδετέρωση*, εξετάζεται σε ιδιαίτερο πείραμα, όπου και προσδιορίζεται η περιεκτικότητα σε  $\text{CH}_3\text{COOH}$  του ξιδιού (βιβλίο Γ Λυκείου).

## ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

Για την εκτέλεση του πειράματος θα χρειαστούν:

1. Δοκιμαστικοί σωλήνες.
2. Δύο ποτήρια ζέσεως των 100 mL και κύλινδρος των 10 mL.
3. Διάλυμα  $\text{CH}_3\text{COOH}$  1 M.
4. Δείκτης ηλιανθίνη και σταγονομετρικό φιαλίδιο.
5.  $\text{NaHCO}_3$ .
6. Τεμάχιο Pb (π.χ. το "βαρίδι" του ψαρέματος).
7. Οξικός αιθυλεστέρας.
8. Διάλυμα KI 1M.
9. pHμετρικό χαρτί.

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Σε δύο δοκιμαστικούς σωλήνες φέρονται 10 mL διαλύματος οξικού οξέος 1 M στον ένα και νερό στον άλλο. Προστίθενται τώρα στον καθένα από δύο σταγόνες δείκτου. Σημειώνονται οι διαφορές στα χρώματα. Στο ίδιο πείραμα φέρεται με γυάλινη ράβδο, μία σταγόνα από το κάθε υγρό σε κομμάτι pHμετρικού χαρτιού και προσδιορίζεται η τιμή του pH.

Σε δύο ποτήρια των 100 mL φέρονται από 20 mL διάλυμα  $\text{CH}_3\text{COOH}$  1 M και νερό. Εμβαπτίζονται τώρα σε αυτά από ένα τεμάχιο μολύβδου και σημειώνονται οι μεταβολές, όπως π.χ. παρουσία φυσαλίδων. Από το διάλυμα που προκύπτει ένα μέρος μεταφέρεται σε δοκιμαστικό σωλήνα και σε αυτόν προστίθενται σταγόνες από το διάλυμα του KI. Σημειώνεται η δημιουργία ή όχι ιζήματος.

Σε δύο δοκιμαστικούς φέρονται από 10 mL από το διάλυμα του οξικού οξέος και νερού. Σε καθένα τώρα προστίθεται μικρή ποσότητα  $\text{NaHCO}_3$ . Να σημειώσετε την παραγωγή ή όχι αερίου με μορφή «αφρισμού».

## Πείραμα 4

### ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΕΣΤΕΡΑ

#### ΣΤΟΧΟΙ

Στο τέλος του πειράματος αυτού θα πρέπει να μπορείς :

1. Να περιγράφεις τις συνθήκες παρασκευής εστέρων και πιο συγκεκριμένα του αιθανικού αιθυλεστέρα.
2. Να αναγνωρίζεις τους διάφορους παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα και την απόδοση της εστεροποίησης, η οποία είναι μια κλασική *αμφίδρομη* αντίδραση.

#### ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΘΕΜΑ

Μία από τις πλέον ενδιαφέρουσες χημικές ιδιότητες των αλκοολών ( $R'OH$ ) είναι η αντίδρασή τους με καρβοξυλικά οξέα ( $RCOOH$ ), με τελικά προϊόντα τους εστέρες ( $RCOOR'$ ):



Η αντίδραση της *εστεροποίησης* έχει πολλαπλό θεωρητικό και εργαστηριακό ενδιαφέρον. Από άποψη αρχικά *ταχύτητας* - μια και είναι μία μοριακή, αργή, αντίδραση - επιδέχεται τη δράση καταλυτών. Έτσι, η αντίδραση αυτή καταλύεται από την παρουσία  $H^+$ , τα οποία συνήθως προέρχονται από κάποιο ανόργανο οξύ π.χ.  $H_2SO_4$ .

Από άποψη τώρα απόδοσης η εστεροποίηση είναι μια χαρακτηριστικά *αμφίδρομη* αντίδραση. Αν ξεκινήσει κανείς με *ισομοριακές ποσότητες* οξέος και αλκοόλης, η μέση απόδοση της αντίδρασης βρίσκεται 65%. Η απόδοση αυτή μπορεί να αυξηθεί αν ένα από τα προϊόντα απομακρυνθεί από τον "κύκλο" της αντίδρασης. Έτσι, η παρουσία αφυδατικού μέσου το οποίο απομακρύνει το παραγόμενο  $H_2O$ , αυξάνει την απόδοση. Το ρόλο αυτό μπορεί να παίζει το πυκνό  $H_2SO_4$  - πέρα από την καταλυτική του δράση-.

Η απόδοση επίσης αυξάνεται, με τη σύγχρονη απομάκρυνση του παραγόμενου εστέρα από το μίγμα της αντίδρασης. Αυτό γίνεται

αν ο εστέρας έχει μικρότερο σημείο ζέσης από το οξύ. Αν λοιπόν η αντίδραση εξελίσσεται σε θερμοκρασία ψηλότερη του σημείου ζέσεως του εστέρα, αυτός θα αποστάζει συνεχώς και η αντίδραση θα προχωρά με μεγάλες αποδόσεις.

Ένας απλός τρόπος ανίχνευσης εστέρων με μικρό μοριακό βάρος, είναι η χαρακτηριστική τους οσμή. Είναι η ευχάριστη οσμή των φρούτων όπως, π.χ. του ανανά η οποία αποδίδεται στον οξικό αιθυλεστέρα. Από την άλλη πλευρά οι εστέρες δε διασπούν τα ανθρακικά άλατα, σε αντίθεση με τα ισομερή τους οργανικά οξέα.

## ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

Για την εκτέλεση του πειράματος θ' απαιτηθούν :

1. Ένας κλασματήρας των 250 mL.
2. Διαχωριστική χοάνη των 100 mL.
3. Ψυκτήρας.
4. Ελαιόλουτρο και θερμόμετρο.
5. Πυρήνες βρασμού.
6. Πυκνό  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
7. Απόλυτη αιθανόλη.
8. Παγόμορφο  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .
9.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  και  $\text{CaCl}_2$ .

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

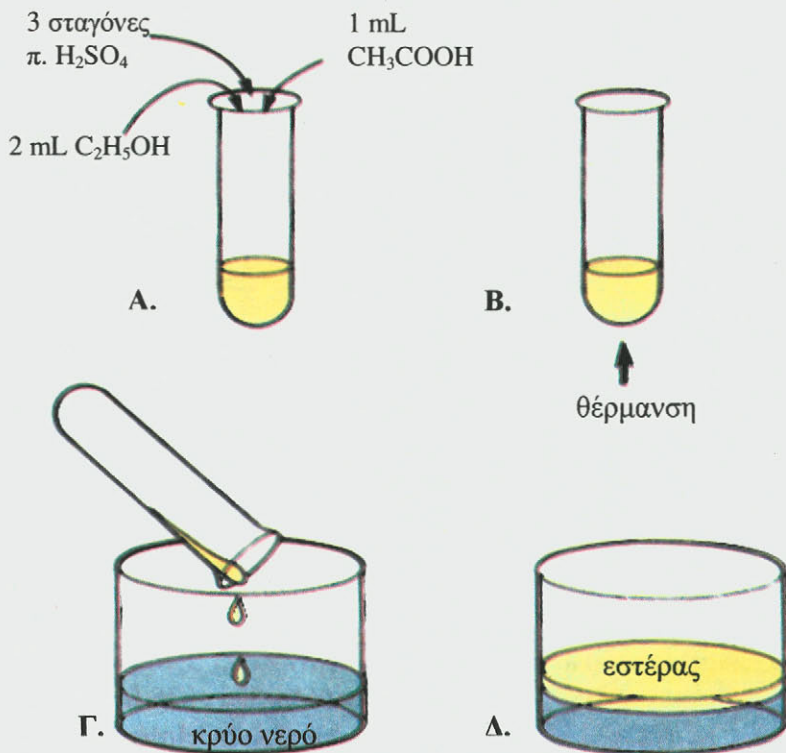
Το πείραμα μπορεί να διεξαχθεί σε δύο επίπεδα, ανάλογα με την ποσότητα, αλλά και την καθαρότητα του παραγόμενου προϊόντος.

### *α. Σε μικρή κλίμακα.*

Σε μεγάλο δοκιμαστικό σωλήνα προσθέστε λίγες σταγόνες πυκνού  $\text{H}_2\text{SO}_4$  σε μίγμα το οποίο αποτελείται από 2-3 mL απόλυτης αιθανόλης και 1-2 mL καθαρού  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (γνωστό και σαν παγόμορφο οξικό οξύ). Θερμάνετε έντονα το σωλήνα, οπότε μία ευχάριστη οσμή φρούτων, αποδεικνύει την παραγωγή του αιθα-



νικού αιθυλεστέρα. Ρίχνοντας το μίγμα σε λίγο νερό, η οσμή γίνεται πιο αισθητή.

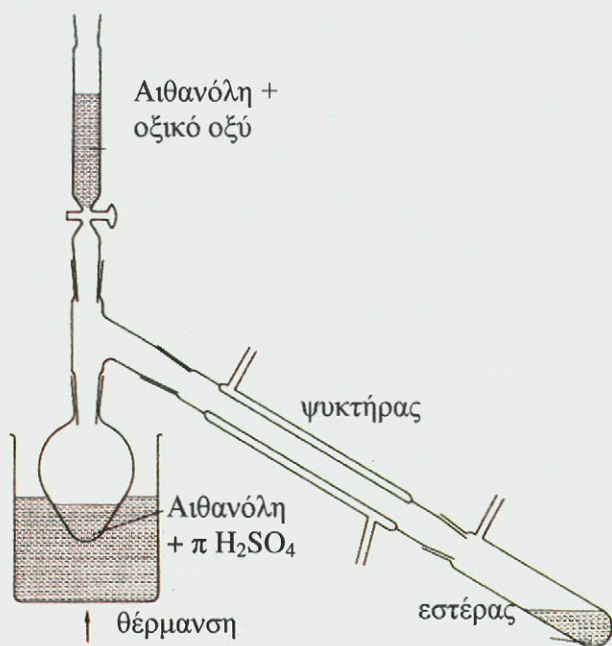


**ΣΧΗΜΑ 4.1** Παρασκευή εστέρα σε μικρή κλίμακα

### β. Σε μεγαλύτερη κλίμακα.

Σε κλασματήρα των 250 mL εισάγονται 10 mL αιθανόλης και στη συνέχεια με προσοχή (πολύ εξώθερμο φαινόμενο) 10 mL πυκνού  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , καθώς και λίγοι πυρήνες βρασμού. Αυτοί θα βοηθήσουν το βρασμό που θ' ακολουθήσει να γίνει ομαλότερος, χωρίς να γίνονται εκτινάξεις σταγονιδίων.

Συνδέεται τώρα ο ψυκτήρας και όλο το σύστημα απόσταξης, καθώς και η διαχωριστική χοάνη στην οποία εισάγονται 20 mL  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  και 20 mL  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . Ο κλασματήρας θερμαίνεται με ελαιόλουτρο στους  $\approx 150^\circ\text{C}$ , ενώ ταυτόχρονα προστίθεται σιγά - σιγά σ' αυτόν το μίγμα από την διαχωριστική. Έτσι, ο εστέρας αποστάζει και συλλέγεται. Είναι όμως "ακάθαρτος", μια και περιέχει προσμίξεις  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  και  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . Για τον καθαρισμό του αναταράσσεται αρχικά με διάλυμα  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  και στη συνέχεια με διάλυμα  $\text{CaCl}_2$ . Το διάλυμα αποστάζεται ξανά και έτσι λαμβάνεται καθαρός αιθανικός αιθυλεστέρας.



**ΣΧΗΜΑ 4.2** Πειραματική διάταξη εργαστηριακής παρασκευής εστέρα.

## Πείραμα 5

### 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 αντιδραστηρίου είναι το αντιδραστήριο Benedict.

#### ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΘΕΜΑ

Από χημική σκοπιά οι υδατάνθρακες ή σάκχαρα είναι πολυυδροξυαλδεΐδες 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  $-CHO$ .

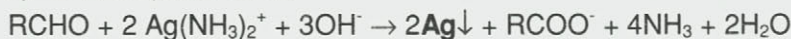
Οι κυριότεροι από τους υδατάνθρακες που ανάγονται, είναι η γλυκόζη και η μαλτόζη. Αντίθετα, το καλαμοζάχαρο (κοινή ζάχαρη) δεν οξειδώνεται άμεσα.

Το οξειδωτικό το οποίο θα χρησιμοποιηθεί θα πρέπει να είναι ήπιο, 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,

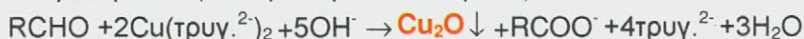
όπως π.χ. δημιουργία χαρακτηριστικού ιζήματος ή αλλαγή χρώματος.

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 αλδευδών 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 αντιδραστήριου 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.

## Πείραμα 6

### ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΣΑΠΟΥΝΙΟΥ

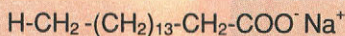
#### ΣΤΟΧΟΙ

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:



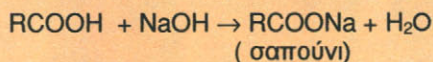
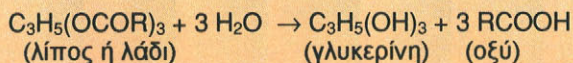
Το μόριο δηλαδή του σάπωνα, έχει μια μεγάλη ανθρακική αλυσίδα -το *υδρόφοβο* κομμάτι του μορίου- αλλά και ένα πολικό (φορτισμένο) άκρο, το οποίο μπορεί να περνά στην υδατική φάση. Στη δομή αυτή στηρίζεται η απορρυπαντική δράση των σαπουνιών.

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

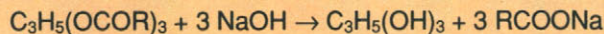
λίπη και τα έλαια είναι λοιπόν οι πρώτες ύλες για την παραγωγή σαπουνιών.

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 προστίθεται 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.

## Πείραμα 7

### ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ NYLON 6, 10

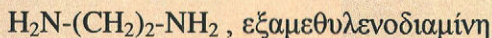
#### ΣΤΟΧΟΙ

Στο τέλος του πειράματος αυτού θα πρέπει να μπορείς:

1. Να αναγνωρίζεις τις αντιδράσεις πολυμερισμού, ιδιαίτερα μάλιστα τις αντιδράσεις *συμπύκνωσης*.
2. Να παρασκευάζεις ένα από τα Nylon, ερχόμενος σε επαφή με αντιδράσεις που γίνονται στην *διεπιφάνεια* δύο διαλυμάτων.

#### ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΘΕΜΑ

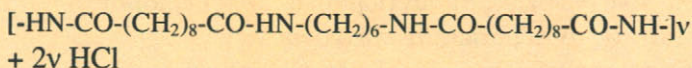
Η σύνθεση του πρώτου και πιο αντιπροσωπευτικού πλαστικού, του Nylon 6.6, με μία αντίδραση συμπύκνωσης από την οποία θα απομακρύνονταν  $H_2O$ , απαιτεί σχετικά υψηλή θερμοκρασία. Πράγμα που δυσκολεύει την επιτυχία του ακόμα και σε πείραμα επίδειξης. Ένας από τους τύπους Nylon ο οποίος μπορεί να παρασκευαστεί σε θερμοκρασία δωματίου είναι το Nylon 6.10. Αυτό, όπως δείχνει το αριθμητικό μέρος του ονόματος, προκύπτει από μία διαμίνη με 6 άτομα C :



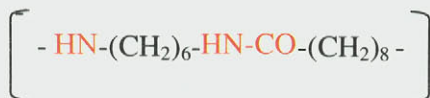
και από ένα οξύ ή παράγωγο με 10 άτομα C το διχλωρίδιο του δεκανοδικού οξέος:



Η αντίδραση που πραγματοποιείται είναι και εδώ μία αντίδραση συμπύκνωσης, με απόσπαση όμως  $\text{HCl}$  αντί νερού. Το προϊόν είναι βέβαια ένα πολυαμίδιο, όπως όλα τα Nylon. Η αντίδραση η οποία γίνεται είναι:



Η βασικά επαναλαμβανόμενη μονάδα στο πολυμερές είναι η:



όπου με το κόκκινο χρώμα τονίζεται ο πεπτιδικός δεσμός και δείχνει ότι και αυτό είναι ένα πολυαμίδιο.

## ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

Για την εκτέλεση του πειράματος θα χρειαστούν :

1. Αναλυτικός ζυγός.
2. Δύο ογκομετρικοί κύλινδροι, γυάλινοι, των 100 mL.
3. Ένα ποτήρι ζέσεως των 250 mL.
4. Λαβίδα και υάλινα ραβδιά.
5. Δύο ογκομετρικές φιάλες των 100 mL.
6. 1,6-εξανοδιαμίνη.
7. Διχλωρίδιο του δεκανοδικού οξέος.
8. Τετραχλωράνθρακας.

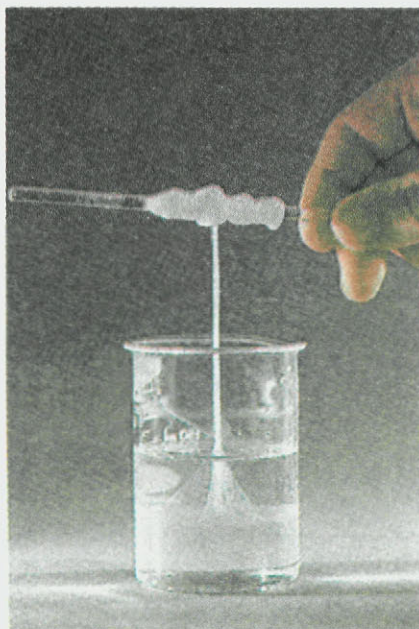


## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Ετοιμάζεται ένα διάλυμα διχλωριδίου του δεκανοδικού οξέος 2% βάρος σε όγκο (w/v) **σε τετραχλωράνθρακα**. Σε ποτήρι ζέσεως των 250 mL, μεταφέρονται 80 mL από το διάλυμα αυτό. Ετοιμάζεται τώρα ένα δεύτερο **υδατικό** διάλυμα 10% κατά βάρος (w/w) της εξαμεθυλενοδιαμίνης\*. Με προσοχή μεταφέρονται 50 mL από το νέο διάλυμα, στο διάλυμα του τετραχλωράνθρακα, έτσι ώστε να προκύψουν δύο στοιβάδες, με το βαρύτερο  $\text{CCl}_4$  κάτω και την υδατική φάση πάνω.

Ο πολυμερισμός θα λάβει χώρα στην **διεπιφάνεια** των δύο διαλυμάτων και ένα λεπτό film από το πολυμερές θα σχηματισθεί. Το film αυτό μπορεί να εξαχθεί ανασηκώνοντάς το από το διάλυμα με μία λαβίδα και στην συνέχεια να τυλιχθεί σαν κουβάρι γύρω από μία γυάλινη ράβδο, όπως δείχνει και η φωτογραφία. Με το ανασήκωμα μάλιστα, ελευθερώνεται η διεπιφάνεια και νέα ποσότητα πολυμερούς παράγεται. Με αυτό τον τρόπο, μπορεί να παρασκευάσει κανείς ένα μεγάλο φύλλο πολυμερούς που μπορεί να φτάσει αρκετά μέτρα σε μήκος.

\* μπορεί να είναι αντί υδατικό διάλυμα ένα διάλυμα 0,1 M σε NaOH.



**ΣΧΗΜΑ 7.1** Παρασκευή Nylon 6.10

**Προσοχή.** Τα διαλύματα που χρησιμοποιούνται είναι **τοξικά**. Το Nylon το οποίο παράγεται έχει διαποτισθεί από αυτά και θέλει προσοχή. Καλό είναι να πλυθεί το προϊόν αρκετή ώρα με νερό βρύσης.

# 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 |



**Αλατα 0,1M**

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



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### Σχετικές Ατομικές Μάζες ορισμένων στοιχείων (για υπολογισμούς)

|             |    |      |
|-------------|----|------|
| Αζωτο       | N  | 14   |
| Ανθρακας    | C  | 12   |
| Αργίλιο     | Al | 27   |
| Αργυρος     | Ag | 108  |
| Ασβέστιο    | Ca | 40   |
| Βάριο       | Ba | 137  |
| Βρώμιο      | Br | 80   |
| Θείο        | S  | 32   |
| Ιώδιο       | I  | 127  |
| Κάλιο       | K  | 39   |
| Κασσίτερος  | Sn | 119  |
| Μαγγάνιο    | Mn | 55   |
| Μαγνήσιο    | Mg | 24   |
| Μόλυβδος    | Pb | 207  |
| Νάτριο      | Na | 23   |
| Νικέλιο     | Ni | 59   |
| Οξυγόνο     | O  | 16   |
| Πυρίτιο     | Si | 28   |
| Σίδηρος     | Fe | 56   |
| Υδράργυρος  | Hg | 201  |
| Υδρογόνο    | H  | 1    |
| Φθόριο      | F  | 19   |
| Φωσφόρος    | P  | 31   |
| Χαλκός      | Cu | 63,5 |
| Χλώριο      | Cl | 35,5 |
| Χρώμιο      | Cr | 52   |
| Ψευδάργυρος | Zn | 65   |

ΕΚΔΟΣΗ Θ' 2008 - ΑΝΤΙΤΥΠΑ : 107.000 - ΑΡ.ΣΥΜΒΑΣΗΣ : 33,4/21-4-08  
ΕΚΤΥΠΩΣΗ : DRAGPRESS ΕΚΤΥΠΩΤΙΚΗ Α.Ε. - ΒΙΒΛΙΟΔΕΣΙΑ : ΕΥΤΑΞΙΑΔΗΣ Β. -  
ΙΩΣΗΦΙΔΗΣ Ι. Κ ΣΙΑ Ο.Ε.