

ΤΕΙ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

**ΤΜΗΜΑ  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ**



**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ**

**ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ**

**Ι. Βάκρος Ι. Σπηλιόπουλος**



**ΚΑΛΑΜΑΤΑ**

**2014**

### **Περιεχόμενα**

1. Εισαγωγή στο εργαστήριο Κανόνες Ασφαλείας
2. Συνήθης Εργαστηριακός εξοπλισμός και χρήση οργάνων ακριβείας
3. Παρασκευή διαλυμάτων με ζύγιση ουσίας
4. Παρασκευή διαλυμάτων με αραίωση πυκνότερου διαλύματος
5. pH
6. Ογκομετρική Ανάλυση Προσδιορισμός συγκέντρωσης του οξικού οξέος στο ξύδι
7. Προσδιορισμός σκληρότητας νερού

## 1. Κανόνες ασφαλείας χημικού εργαστηρίου

Για την ασφαλή λειτουργία του Χημικού Εργαστηρίου πρέπει να τηρούνται ορισμένοι κανόνες ασφαλείας. Η παραβίαση τους εκθέτει σε κίνδυνο όχι μόνο αυτόν που τους παραβιάζει αλλά και όλους όσους παραβρίσκονται στο εργαστήριο.

- **Όλες οι χημικές ουσίες θεωρούνται επικίνδυνες.**

Αποφεύγεται η απ' ευθείας επαφή και εισπνοή των χημικών.

Αν πέσει στο δέρμα χημική ουσία πλένεται με άφθονο νερό και σαπουνι αρκετή ώρα.

Αν μπει στα μάτια πλένονται με άφθονο νερό.

Οι περισσότερες είναι διαβρωτικές και μπορούν να καταστρέψουν ρούχα.

- **Απαγορεύεται το κάπνισμα και τα φαγώσιμα στο χώρο του εργαστηρίου.**

- **Απαγορεύεται η χρήση φακών επαφής.**

- **Δεν ξεκινάει η εκτέλεση του πειράματος αν δεν έχει γίνει κατανοητό.**

Αν δεν είμαστε σίγουροι για την διαδικασία ζητάμε διευκρινήσεις από τον υπεύθυνο.

- **Απαγορεύεται να γίνονται πειράματα που δεν έχουν υποδειχθεί από τον υπεύθυνο.**

Εγκαταλελειμμένα χημικά και εργαστηριακά όργανα που θα βρεθούν στους πάγκους δεν χρησιμοποιούνται.

Δεν ανακατεύουμε, δεν θερμαίνουμε κτλ από περιέργεια χημικά που θα βρούμε στο εργαστήριο

Δεν αλλάζουμε αυθαίρετα την πειραματική διαδικασία που έχει υποδειχθεί για κανένα λόγο.

Ακολουθούμε σχολαστικά τις οδηγίες του υπεύθυνου

- **Ο χώρος εργασίας πρέπει να είναι καθαρός χωρίς αντικείμενα που εμποδίζουν την ευχέρεια στις κινήσεις.**

Απομακρύνονται όλα τα προσωπικά αντικείμενα από τον πάγκο για λόγους ασφαλείας αλλά και προφύλαξης τους από τα χημικά.

- **Όλα τα εργαστηριακά όργανα είναι γυάλινα και συνεπώς εύθραυστα.**

Χειρίζονται ήπια, διαφορετικά η χρήση τους μπορεί να οδηγήσει σε τραυματισμό λόγω θραύσης.

- **Όλα τα ατυχήματα αναφέρονται αμέσως στον υπεύθυνο.**

- **Μετά το τέλος της άσκησης συλλέγονται τα αντιδραστήρια που περίσσεψαν και**

**πλένονται τα γυαλικά που χρησιμοποιήθηκαν. Αφήνουμε τον εργαστηριακό πάγκο που δουλέψαμε καθαρό.**

- **Μετά το τέλος του εργαστηρίου πλένουμε σχολαστικά τα χέρια με νερό και σαπουνι**

## 2. Συνήθης Εργαστηριακός εξοπλισμός και χρήση οργάνων ακριβείας

Για την παρασκευή των διαλυμάτων απαιτείται η μέτρηση, με ακρίβεια, της μάζας των στερών ουσιών και του όγκου των υγρών ουσιών.

- **Ζυγοί**

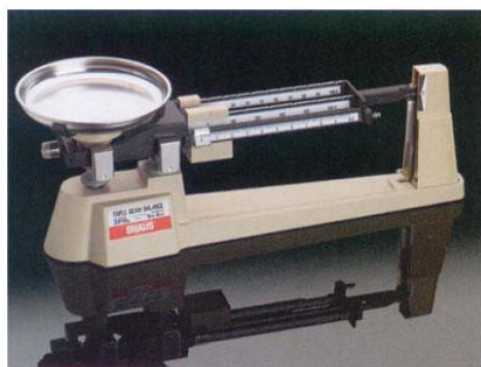
Η μέτρηση της μάζας γίνεται με τους ζυγούς. Κάθε ζυγός χαρακτηρίζεται από τη *μέγιστη φόρτιση* (μέγιστη μάζα σε g που μπορεί να ζυγίσει) και την *ευαισθησία* (υποδιαίρεσεις της κλίμακας). Συνήθως όσο αυξάνεται η μέγιστη φόρτιση μειώνεται η ευαισθησίας του ζυγού. Έτσι μπορεί ένα ζυγός να ζυγίζει μέχρι 150 g (μέγιστη φόρτιση) με ευαισθησία 0,01 g, ή να ζυγίζει μέχρι 1000 g με ευαισθησία 0,1 g.

Οι ζυγοί διακρίνονται σε ηλεκτρονικούς και μηχανικούς, με τους πρώτους να έχουν επικρατήσει πλήρως. Επίσης διακρίνονται σε:

*κοινούς* με μέγιστη φόρτιση συνήθως 5 kg και ευαισθησία 0,5g

*φαρμακευτικούς* ή *ημιαναλυτικούς* με μέγιστη φόρτιση συνήθως 200 g και ευαισθησία 0,05-0,2 g

και *αναλυτικούς* με μέγιστη φόρτιση συνήθως 200 g και ευαισθησία 0,0001 g.



**μηχανικός ζυγός**



**φαρμακευτικός ζυγός**



**αναλυτικός ζυγός**

Η ζύγιση μιας χημικής ένωσης με τους σύγχρονους ηλεκτρονικούς ζυγούς είναι εύκολη και γρήγορη διαδικασία. Αφού ανοίξουμε τον ζυγό και δείξει την ένδειξη 0, τοποθετούμε στον δίσκο του ζυγού ένα μικρό δοχείο ή ένα κομμάτι χαρτί. Πατάμε το πλήκτρο TARE (απόβαρο) και αφού μηδενιστεί η ένδειξη του ζυγού, προσθέτουμε την προς ζύγιση ουσία. Η ένδειξη του ζυγού είναι η καθαρή μάζα της ουσίας.

Για την σωστή ζύγιση πρέπει:

- ο ζυγός να διατηρείται καθαρός και σε καλή κατάσταση
- ο ζυγός να είναι τοποθετημένος οριζόντιος και σε σταθερό τραπέζακι

- ο κατά την διάρκεια της ζύγισης να μην κουνάμε το τραπέζι που είναι τοποθετημένος ο ζυγός
- ο να είναι τοποθετημένος μακριά από ρεύματα αέρα
- ο να τοποθετούμε τα αντικείμενα στο κέντρο του δίσκου του ζυγού

- **Ογκομετρικές συσκευές**

Η μέτρηση του όγκου υγρού γίνεται με ειδικές **ογκομετρικές συσκευές**. Οι συσκευές κατασκευάζονται από γυαλί και διακρίνονται σε δύο κατηγορίες

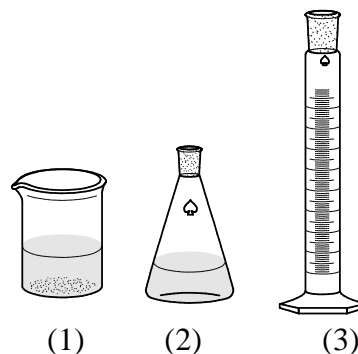
**I. Ογκομετρικές συσκευές χαμηλής ακρίβειας:**

1) Ποτήρια ζέσεως

2) Κωνικές φιάλες

3) Ογκομετρικοί κύλινδροι

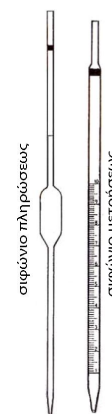
Οι συσκευές αυτές χρησιμοποιούνται για κατά προσέγγιση μέτρηση του όγκου ενός υγρού και **πότε** για ακριβείς μετρήσεις



όπως η παρασκευή διαλύματος. Ο ογκομετρικός κύλινδρος έχει μεγαλύτερη ακρίβεια, χωρίς όμως να μπορεί να καταταχθεί στις συσκευές υψηλής ακρίβειας.

**II. Ογκομετρικές συσκευές υψηλής ακρίβειας :**

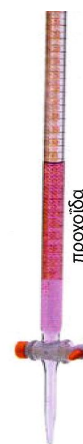
1) Σιφόνια. Διακρίνονται στα *σιφόνια πλήρωσεως* ή σταθερού όγκου που μετρούν συγκεκριμένο όγκο και στα *σιφόνια μετρήσεως* που είναι βαθμονομημένα και μπορούν να μετρήσουν διάφορους όγκους. Χρησιμοποιούνται για την μεταφορά ορισμένου όγκου υγρού



2) Ογκομετρικές φιάλες. Είναι φιάλες, οι οποίες φέρουν χαρακτηριστική γραμμή στο στόμιό τους. Χαρακτηρίζονται από το συγκεκριμένο όγκο που μπορούν να δεχθούν και χρησιμοποιούνται κατεξοχήν για την παρασκευή διαλυμάτων και όχι για μεταφορά διαλυμάτων.



3) *Προχοΐδες*. Μετρούν διάφορους όγκους και χρησιμοποιούνται στις ογκομετρήσεις. Διαθέτουν στρόφιγγα που επιτρέπει την προσθήκη διαφόρων όγκων με μεγάλη ακρίβεια.



#### *Χειρισμός ογκομετρικών συσκευών*

Οι ογκομετρικές συσκευές είναι βαθμονομημένες συνήθως σε mL. Πάνω σε κάθε συσκευή αναγράφεται ο μέγιστος όγκος που μπορεί να μετρήσει και ευαισθησία (υποδιαίρεση). Σιφώνιο με ενδείξεις 10 και 0,1 σημαίνει ότι μετρά μέγιστο όγκο 10 mL ανά 0,1 mL. Η βαθμονόμηση έχει γίνει σε συγκεκριμένη θερμοκρασία (συνήθως 20°C) που αναγράφεται επίσης πάνω στη συσκευή. Γι' αυτό δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται με θερμά υγρά.

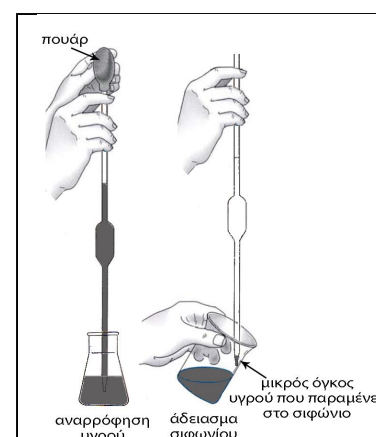


Για να μετρηθεί συγκεκριμένος όγκος υγρού, η ογκομετρική συσκευή γεμίζεται μέχρι την χαραγή-ένδειξη που αντιστοιχεί στον επιθυμητό όγκο. Το υγρό συνήθως σχηματίζει μηνίσκο ιδιαίτερα στις συσκευές με μικρή διάμετρο (όπως τα σιφώνια, οι προχοΐδες και οι ογκομετρικές φιάλες). Για την σωστή μέτρηση πρέπει το κάτω μέρος του μηνίσκου να εφάπτεται στην χαραγή-ένδειξη και να βρίσκεται στο επίπεδο των ματιών.



#### Χειρισμός σιφωνίου

Ο χειρισμός του σιφωνίου είναι ιδιαίτερος σε σχέση με τις υπόλοιπες ογκομετρικές συσκευές. Η αναρρόφηση του υγρού γίνεται με ειδικές συσκευές (πουάρ) που προσαρμόζονται στο πάνω μέρος του σιφωνίου. Με την βοήθεια του πουάρ το υγρό αναρροφάται μέσα στο σιφώνιο μέχρι να φθάσει στην επιθυμητή ένδειξη.

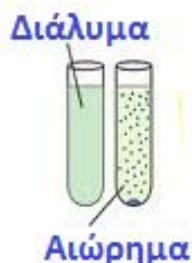


Αφού αναρροφηθεί ο επιθυμητός όγκος, το υγρό μεταφέρεται σε άλλο δοχείο. Το σιφώνιο αδειάζει απλώς αφήνοντας υγρό να τρέξει από το κάτω μέρος του, στο άλλο δοχείο.

Κατά το άδειασμα η μύτη του σιφωνίου πρέπει να ακουμπά στο εσωτερικό τοίχωμα του δοχείου. Στο τέλος στην μύτη του σιφωνίου μένει μια μικρή ποσότητα υγρού. Αυτή η ποσότητα είναι **υπολογισμένη** κατά την βαθμονόμηση του σιφωνίου και **δεν πρέπει να φυσάμε μέσα στο σιφόνιο ώστε να αδειάσει και αυτή.**

### 3. Παρασκευή διαλυμάτων με ζύγιση ουσίας

**Διάλυμα** ονομάζεται κάθε **ομογενές μείγμα** που αποτελείται από τουλάχιστον δυο συστατικά. Το συστατικό που βρίσκεται σε μεγαλύτερη αναλογία ονομάζεται **διαλύτης**, ενώ αυτό που βρίσκεται σε μικρότερη, **διαλυμένη ουσία**.



Το διάλυμα είναι ομογενές μείγμα. Αυτό σημαίνει ότι δεν μπορούμε να αντιληφθούμε με γυμνό μάτι τα συστατικά του (1<sup>ος</sup> σωλήνας). Αντίθετα αν σε ένα υγρό βλέπουμε σωματίδια να υπάρχουν και να αιωρούνται δεν μπορούμε να το χαρακτηρίσουμε διάλυμα αφού δεν είναι ομογενές (2<sup>ος</sup> σωλήνας).

#### Εκφράσεις περιεκτικότητας διαλυμάτων

Η περιεκτικότητα του διαλύματος σε διαλυμένη ουσία εκφράζεται με τους ακόλουθους τρόπους:

- **Περιεκτικότητα % βάρος κατά βάρος κ.β. (% w/w)**

Εκφράζει τα g διαλυμένης ουσίας που περιέχονται σε 100 g διαλύματος

Για παράδειγμα: υδατικό διάλυμα NaCl περιεκτικότητας 5% κ.β. σημαίνει ότι σε 100 g διαλύματος (νερό + NaCl) περιέχονται 5 g NaCl.

Αυτό σημαίνει ότι σε 50 g διάλυμα περιέχονται 2,5 g NaCl, ενώ σε 200 g διάλυμα έχω 10 g NaCl κ.ο.κ.

- **Περιεκτικότητα % βάρος κατά όγκο κ.ο. (% w/v)**

Εκφράζει τα g διαλυμένης ουσίας που περιέχονται σε 100 mL διαλύματος

Υδατικό διάλυμα ζάχαρης περιεκτικότητας 10% κ.ο. σημαίνει ότι σε 100 mL διαλύματος (νερό + ζάχαρη) περιέχονται 10 g ζάχαρης.

- **Περιεκτικότητα % όγκος κατά όγκο κ.ο. (% v/v)**

Εκφράζει τα mL διαλυμένης ουσίας που περιέχονται σε 100 mL διαλύματος

Υδατικό διάλυμα HCl περιεκτικότητας 15% v/v σημαίνει ότι σε 100 mL διαλύματος (νερό + HCl) περιέχονται 15 mL HCl.

- **Γραμμομοριακή συγκέντρωση κατά όγκο (M) – Molarity**



Εκφράζει τα mol διαλυμένης ουσίας που περιέχονται σε 1000 mL διαλύματος

Υδατικό διάλυμα NaOH συγκέντρωσης 2M σημαίνει ότι περιέχονται 2 mol NaOH σε 1000 mL διαλύματος.

Υπολογίζεται από την σχέση

$$\text{συγκέντρωση (σε M) } C = \frac{\text{mol } (n)}{\text{όγκος } (V)}$$

**Προσοχή** Στην προηγούμενη σχέση πρέπει **πάντα** να χρησιμοποιείται την τιμή του όγκου (V) σε **λίτρα (L)**

**Mole:** είναι η μάζα σε γραμμάρια ίση με το Μοριακό Βάρος της ένωσης. Υπολογίζεται από την

$$\text{σχέση mol } (n) = \frac{\text{μάζα } (m)}{\text{μοριακό βάρος } (M_r)}$$

#### Υπολογισμός Μοριακού Βάρους ( $M_r$ ) ένωσης

Για να υπολογίσουμε το  $M_r$  θα πρέπει να προσθέσουμε τα AB για κάθε στοιχείο (υπάρχουν στο Περιοδικό Πίνακα ή στο Ιντερνέτ) που εμφανίζεται στην ένωση πολλαπλασιασμένο με το συντελεστή που δείχνει πόσα άτομα περιέχει η ένωση. Πχ το  $H_2O$  αποτελείται από 2 άτομα H και ένα άτομο O.

$H_2O$	$(2 \times 1,00794) + 15,9994 = 18,0153$
$NaHCO_3$	$22,9898 + 1,00794 + 12,011 + (3 \times 15,9994) = 84,007$
$NaCl$	$22,9898 + 35,4527 = 58,4425$
$(NH_4)_6Mo_7O_{24}$	$[6 \times (14,0067 + (4 \times 1,00794))] + (7 \times 95,94) + (24 \times 15,9994) = 1163,38$

Αν λοιπόν σε κάποια άσκηση μας δίνουν τη μάζα ( $m$ ) κάποιου χημικού είδους για να την μετατρέψουμε σε moles ( $n$ ) θα πρέπει να **διαιρέσουμε** με τη γραμμομοριακή μάζα. Αντίστοιχα αν μας δίνουν τα moles μιας ουσίας θα πρέπει να **πολλαπλασιάσουμε** με τη γραμμομοριακή μάζα προκειμένου να τα μετατρέψουμε σε γραμμάρια.

#### Παράδειγμα:

Υπολογίστε τη συγκέντρωση, σε M, διαλύματος HCl που περιέχει 13,5 g HCl σε όγκο 250 mL.

Όπως καταλαβαίνετε θα πρέπει να υπολογίσουμε το ηλίκο

$$\text{συγκέντρωση } (C) = \frac{\text{mol } (n)}{\text{όγκος } (V)}$$

Από την εκφώνηση γνωρίζουμε ότι ο όγκος V είναι 250 mL ή 0,250 L (αφού το 1 mL είναι  $10^{-3}$  L). Για να υπολογίσουμε τα moles HCl θα πρέπει να μετατρέψουμε τα γραμμάρια σε moles και αυτό γίνεται (όπως αναφέρεται προηγουμένως) **διαιρώντας** με το  $M_r$ . Το  $M_r$  του HCl είναι  $1,00 + 35,4527 = 36,4606$ . Άρα τα moles του HCl είναι  $\frac{13,5 \text{ g}}{36,4606} = 3,70 \times 10^{-1} \text{ mol}$ .

Τώρα μπορούμε εύκολα να υπολογίσουμε τη συγκέντρωση διαιρώντας τα moles που υπολογίσαμε προς τον όγκο του διαλύματος στον οποίο περιέχονται. Είναι :

$$C = \frac{n}{V} = \frac{3,70 \times 10^{-1} \text{ mol}}{0,250 \text{ L}} = 1,48 \text{ M}$$

### • Κανονικότητα (N) – Normality

Εκφράζει τα γραμμοϊσοδύναμα (greq) διαλυμένης ουσίας που περιέχονται σε 1000 mL διαλύματος. Υδατικό διάλυμα HCl συγκέντρωσης 2N σημαίνει ότι περιέχονται 2 greq HCl σε 1000 mL διαλύματος.

Η κανονικότητα συνδέεται με τη γραμμομοριακή συγκέντρωση με την σχέση  $M = \frac{N}{x}$  όπου  $x$  είναι ο αριθμός των θετικών ή αρνητικών φορτίων στην περίπτωση των οξέων, βάσεων και αλάτων.

Στα **οξέα** το  $x$  είναι ίσο με τον αριθμό των ατόμων υδρογόνου που υπάρχουν στο μόριο του οξέος. Για το HCl  $x=1$  οπότε η γραμμομοριακή συγκέντρωση και η κανονικότητα διαλύματος HCl ταυτίζονται ( $M = N/1$ ). Για το H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  $x = 2$  οπότε η γραμμομοριακή συγκέντρωση ενός διαλύματος H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 4N είναι  $4/2=2M$ .

Στις **βάσεις** το  $x$  είναι ίσο με τον αριθμό των υδροξειδίων (OH<sup>-</sup>) που υπάρχουν στο μόριο. Για το NaOH  $x=1$  οπότε η γραμμομοριακή συγκέντρωση και η κανονικότητα διαλύματος NaOH ταυτίζονται ( $M = N/1$ ). Για το Ca(OH)<sub>2</sub>  $x = 2$  οπότε η γραμμομοριακή συγκέντρωση ενός διαλύματος Ca(OH)<sub>2</sub> 1N είναι  $1/2 = 0,5M$ .

Στα **άλατα** το  $x$  υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας τον αριθμό των θετικών ή αρνητικών ιόντων που αποτελούν το άλας με το φορτίο τους ( $x = \text{αριθμός ιόντων} \cdot \text{φορτίο ιόντων}$ ).

Το NaCl αποτελείται από ένα ιόν Na<sup>+</sup> και ένα ιόν Cl<sup>-</sup> που το έχουν φορτίο +1 ή -1, αντίστοιχα, οπότε  $x = 1 \cdot 1 = 1$ . Άρα η γραμμομοριακή συγκέντρωση και η κανονικότητα διαλύματος NaCl ταυτίζονται  $M = N/1$ .

Το Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> αποτελείται από 2 ιόντα Na<sup>+</sup> με φορτίο +1 και ένα ιόν SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> με φορτίο -2. Άρα  $x = 2 \cdot 1 = 2$  (ή  $x = 1 \cdot 2$ ) οπότε η γραμμομοριακή συγκέντρωση διαλύματος Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2N είναι  $2/2 = 1M$ .

### Πειραματική Πορεία

Παρασκευή 250 mL διαλύματος NaCl συγκέντρωσης 0,2% κ.ο.

**Χημικές Ουσίες και όργανα:** NaCl, ογκομετρική φιάλη 250 mL ηλεκτρονικός ζυγός σπάτουλα, ποτήρι ζέσεως

### **Μέθοδος**

1. Υπολογίζεται η ποσότητα NaCl που απαιτούνται. Χρειάζονται 0,5 g NaCl.

2. Ζυγίζετε 0,5 g NaCl.
3. Τα 0,5 g NaCl τοποθετούνται σε ογκομετρική φιάλη 250 mL
4. Προσθέτετε νερό μέχρι την μέση και ανακινείται ώστε να διαλυθεί το στερεό.
5. Όταν διαλυθεί το στερεό προστίθεται νερό μέχρι το λαιμό της ογκομετρικής και ανακινείται πάλι ώστε να ομογενοποιηθεί το διάλυμα.
6. Προστίθεται νερό μέχρι την χαραγή και ανακινείται πάλι.

**Προσοχή:** *Αν ξεπεράσετε τη χαραγή της φιάλης πρέπει να αποχύσετε το διάλυμα και να το ξαναφτιάξετε από την αρχή .*

### **Άσκηση**

Υπολογίστε την γραμμομοριακή συγκέντρωση (M) του διαλύματος που παρασκευάσατε. Mr του NaCl είναι 58,5.

#### 4. Παρασκευή διαλυμάτων με αραιώση πυκνότερου διαλύματος

Σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να παρασκευαστεί διάλυμα από άλλο πυκνότερο. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται **αραιώση** διαλύματος και γίνεται με την προσθήκη καθαρού διαλύτη σε ορισμένη ποσότητα του πυκνού διαλύματος. Στους υπολογισμούς χρησιμοποιείται η σχέση της αραιώσης  $C_{αρχ} V_{αρχ} = C_{τελ} V_{τελ}$ .

Όπου  $C_{αρχ}$  και  $V_{αρχ}$  είναι η συγκέντρωση του πυκνού διαλύματος και ο όγκος του που θα αραιωθεί (**Προσοχή** όχι συνολικός όγκος του διαλύματος που διαθέτουμε),  $C_{τελ}$  και  $V_{τελ}$  η συγκέντρωση του αραιού διαλύματος που θα παρασκευαστεί και ο όγκος του. Ως συγκεντρώσεις  $N_{αρχ}$  και  $N_{τελ}$  μπορούν να χρησιμοποιηθούν όλες οι εκφράσεις συγκέντρωσης που αναφέρθηκαν στο προηγούμενο εργαστήριο.

##### Παράδειγμα

*Πόσα mL από διάλυμα HCl 12M χρειάζονται για να παρασκευαστεί 50 mL διαλύματος HCl 4M;*

Θα χρησιμοποιηθεί η σχέση  $C_{αρχ} V_{αρχ} = C_{τελ} V_{τελ}$

Το  $C_{αρχ}$  είναι 12M,  $V_{αρχ}$  είναι η άγνωστη ποσότητα του πυκνού που χρειάζεται να αραιωθεί,  $C_{τελ}$  είναι 4M,  $V_{τελ}$  είναι 50mL (ο όγκος του διαλύματος που θα παρασκευαστεί)

Άρα  $C_{αρχ} V_{αρχ} = C_{τελ} V_{τελ} \rightarrow 12 * V_{αρχ} = 4 * 50 \rightarrow V_{αρχ} = 16,66 \text{ mL}$

Επομένως πρέπει να ληφθούν 16,66 mL από το αρχικό (πυκνό 12M) διάλυμα που θα συμπληρωθούν με νερό μέχρι όγκου 50 mL (δηλαδή στα 16,66 mL θα προστεθούν 50–16,66=33,34 mL νερού) ώστε να παρασκευαστεί 50mL διαλύματος HCl 4M. **Στην πράξη όμως** δεν χρειάζεται να υπολογίσουμε το νερό που θα προσθέσουμε. Αρκεί να χρησιμοποιήσουμε μια **ογκομετρική φιάλη των 50 mL**, στην οποία θα μεταφέρουμε τα 16,66 mL από το πυκνό (12M) διάλυμα και να προσθέσουμε προσεκτικά το νερό μέχρι τη χαραγή της φιάλης.

##### Παράδειγμα

*Ένα κρασί έχει 14 αλκοολικούς βαθμούς. Δηλαδή σε 100 mL κρασί υπάρχουν 14 mL αλκοόλης, δηλαδή συγκέντρωση 14%κ.ο. Πόσα L νερό πρέπει να προστεθούν σε 240 L κρασί για παρασκευαστεί κρασί συγκέντρωσης 12% κ.ο. (δηλαδή 12 αλκοολικών βαθμών) ;*

Θα χρησιμοποιηθεί η σχέση  $C_{αρχ} V_{αρχ} = C_{τελ} V_{τελ}$  όπου το  $C_{αρχ}$  είναι 14%,  $V_{αρχ} = 240 \text{ L}$ ,  $C_{τελ}$  είναι 12%,  $V_{τελ}$  άγνωστο. Άρα  $C_{αρχ} V_{αρχ} = C_{τελ} V_{τελ} \rightarrow 14 * 240 = 12 * V_{τελ} \rightarrow V_{τελ} = 280 \text{ L}$

Ο τελικός όγκος του κρασιού 12% θα είναι 280lt. Άρα πρέπει να προστεθεί 280–240=40lt νερού.

**Προσοχή** Σε αυτή την άσκηση το  $V_{αρχ}$  είναι όλος ο αρχικός όγκος το κρασιού αφού θέλουμε να αραιώσουμε όλο το κρασί και όχι ένα μέρος του.

### **Παράδειγμα**

Σε 100 mL διαλύματος ζάχαρης 2M προστίθενται 300 mL νερό. Ποια η νέα συγκέντρωση;

Αφού προστίθεται νερό ο τελικός όγκος του διαλύματος θα είναι 100+300=400 mL

Θα χρησιμοποιηθεί η σχέση  $C_{\text{αρχ}}V_{\text{αρχ}} = C_{\text{τελ}}V_{\text{τελ}}$  όπου το  $C_{\text{αρχ}}$  είναι 2M,  $V_{\text{αρχ}} = 100$  mL,  $V_{\text{τελ}} = 400$  mL και  $C_{\text{τελ}}$  άγνωστο. Άρα  $C_{\text{αρχ}}V_{\text{αρχ}} = C_{\text{τελ}}V_{\text{τελ}} \rightarrow 2 * 100 = 400 * C_{\text{τελ}} \rightarrow C_{\text{τελ}} = 0,5$

Άρα η τελική συγκέντρωση του διαλύματος της ζάχαρης είναι 0,5M.

### **Πειραματική Πορεία**

Αραίωση διαλύματος.

Θα παρασκευαστούν 100 mL διάλυμα NaCl συγκέντρωσης 0,2% κ.ο. με αραίωση πυκνότερου διαλύματος 2% κ.ο.

**Χημικές Ουσίες και όργανα:** Διάλυμα NaCl 2%, απιοντισμένο H<sub>2</sub>O, ογκομετρική φιάλη 100 mL, σιφόνιο, υδροβολέας .

### **Μέθοδος**

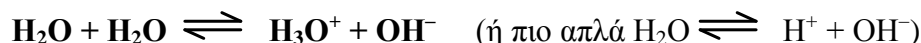
1. Υπολογίστε τα mL διαλύματος NaCl 2% που απαιτούνται. Χρειάζονται 10 mL διαλύματος.
2. Παραλαμβάνεται η απαιτούμενη ποσότητα διαλύματος με σιφόνιο και μεταφέρεται σε ογκομετρική φιάλη 100 mL.
3. Προστίθεται νερό μέχρι το λαιμό της ογκομετρικής και ανακινείται πάλι ώστε να ομογενοποιηθεί το διάλυμα.
4. Προστίθεται νερό μέχρι την χαραγή και ανακινείται πάλι.

**Υπολογισμοί:** Να υπολογιστεί η γραμμομοριακή συγκέντρωση (M) του διαλύματος που παρασκευάστηκε.

## 5. pH

### Διάσταση του νερού – pH

Το καθαρό νερό παρουσιάζει αυτοδιάσταση:



Το  $\text{H}_3\text{O}^+$  ονομάζεται **οξόνιο** και το  $\text{OH}^-$  **υδροξύλιο**.

Το γινόμενο των συγκεντρώσεων του οξόνιου και του υδροξύλιου συμβολίζεται **K<sub>w</sub>** και ονομάζεται **σταθερά γινομένου των ιόντων νερού**  $K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$

Στους 25°C το  $K_w$  έχει τιμή  $10^{-14}$ .

Αφού η διάσταση του καθαρού νερού δίνει ίδιο αριθμό ιόντων  $\text{H}_3\text{O}^+$  και  $\text{OH}^-$  και αφού  $K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$ , για το καθαρό νερό θα ισχύει  $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7}\text{M}$ . Για να αποφευχθεί η χρήση τόσο μικρών αριθμών για την μέτρηση των συγκεντρώσεων των οξόνιου και υδροξύλιου χρησιμοποιείται το pH και το pOH αντίστοιχα τα οποία ορίζονται :

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \quad (\text{ή } \text{pH} = -\log[\text{H}^+]) \quad \text{και} \quad \text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$$

Όταν σε ένα διάλυμα

- **pH=7** το διάλυμα χαρακτηρίζεται **ουδέτερο**. Σε ουδέτερο διάλυμα ισχύει  $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7}\text{M}$
- **pH < 7** το διάλυμα χαρακτηρίζεται **όξινο**. Σε όξινο διάλυμα ισχύει  $[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-]$
- **pH > 7** το διάλυμα χαρακτηρίζεται **βασικό**. Σε βασικό διάλυμα ισχύει  $[\text{H}_3\text{O}^+] < [\text{OH}^-]$

Σε κάθε υδατικό διάλυμα ισχύει **pH + pOH = 14** στους 25°C.

### Άσκηση

Συμπληρώστε τον ακόλουθο πίνακα για τα διαλύματα (α), (β), (γ), (δ) και (ε) στους 25°C και χαρακτηρίστε το διάλυμα ως όξινο, ουδέτερο ή βασικό:

	$[\text{H}_3\text{O}^+]$ (M)	pH	$[\text{OH}^-]$ (M)	pOH	Διάλυμα
(α)	$10^{-4}$				
(β)			$10^{-3}$		
(γ)		2			
(δ)			$10^{-7}$		
(ε)				10	

Η συμπλήρωση του πίνακα για τα διαλύματα (α), (β), (γ), (δ) και (ε) γίνεται εύκολα αν χρησιμοποιήσουμε τις σχέσεις **pH + pOH = 14**, **pH = -log[H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>]** και **pOH = -log[OH<sup>-</sup>]**.

Τέλος, ο χαρακτηρισμός του διαλύματος ως όξινο, ουδέτερο ή βασικό γίνεται με βάση το pH

του διαλύματος: **pH <7** το διάλυμα χαρακτηρίζεται **όξινο**, **pH=7** το διάλυμα χαρακτηρίζεται **ουδέτερο** και **pH >7** το διάλυμα χαρακτηρίζεται **βασικό**

	[H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> ] (M)	pH	[OH <sup>-</sup> ] (M)	pOH	Διάλυμα
(α)	10 <sup>-4</sup>	4	10 <sup>-10</sup>	10	όξινο
(β)	10 <sup>-11</sup>	11	10 <sup>-3</sup>	3	βασικό
(γ)	10 <sup>-2</sup>	2	10 <sup>-12</sup>	12	όξινο
(δ)	10 <sup>-7</sup>	7	10 <sup>-7</sup>	7	ουδέτερο
(ε)	10 <sup>-4</sup>	4	10 <sup>-10</sup>	10	όξινο

## Μέτρηση pH

Η μέτρηση του pH ενός διαλύματος γίνεται με δύο μεθόδους

### 1) Χρωματομετρικοί μέθοδοι

Στις χρωματομετρικές μεθόδους ο προσδιορισμός του pH γίνεται με την χρήση ενώσεων που αλλάζουν χρώμα ανάλογα με το pH του διαλύματος. Οι ενώσεις αυτές ονομάζονται **ηλεκτρολυτικοί δείκτες**.

Μερικοί ηλεκτρολυτικοί δείκτες φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Δείκτης	χρώμα	pH αλλαγής	χρώμα	
μπλε της θυμόλης	κόκκινο	1,2–2,8	κίτρινο	Επεξήγηση: το μπλε της θυμόλης έχει κόκκινο χρώμα σε pH<1,2 και κίτρινο σε pH>2,8. Στην ενδιάμεση περιοχή 1,2-2,8 έχει ανάμεικτο χρώμα, όχι σαφές.
ηλιανθίνη	κόκκινο	3,2–4,2	πορτοκαλί	
<b>κόκκινο του μεθυλίου</b>	κόκκινο	4,2–6,3	κίτρινο	
μπλε της βρωμοθυμόλης	κίτρινο	6,0–7,6	μπλε	
κόκκινο της φαινόλης	κίτρινο	6,8–8,4	κόκκινο	
φαινολοφθαλείνη	άχρωμο	8,2–10,0	ροζ	

Με την χρήση ενός δείκτη δεν μπορεί να προσδιοριστεί ακριβώς το pH ενός διαλύματος. Αν το χρώμα του δείκτη **κόκκινο του μεθυλίου** είναι κόκκινο το διάλυμα έχει pH < 4,2, ενώ αν είναι κίτρινο το διάλυμα έχει pH > 6,3. Για μεγαλύτερη ακρίβεια στον προσδιορισμό του pH χρησιμοποιούνται τα **πεχαμετρικά χαρτιά** τα οποία είναι εμποτισμένα με πολλούς δείκτες. Ανάλογα με το pH του διαλύματος το pHμετρικό χαρτί παίρνει χρώμα που είναι συνδυασμός των χρωμάτων όλων των δεικτών.

### 2) Ηλεκτρομετρικοί μέθοδοι

Βασίζεται στην μέτρηση του pH με ειδική συσκευή που ονομάζεται **πεχάμετρο**. Τα πεχαμετρικά χαρτιά έχουν μικρότερη ακρίβεια από τα πεχάμετρα. Τα πεχαμετρικά χαρτιά έχουν ακρίβεια 1 μονάδα pH (ή πιο σπάνια 0,5), ενώ τα πεχάμετρα μετρούν με ακρίβεια δεύτερου δεκαδικού ψηφίου (+/- 0,01).

### **Πειραματική Πορεία**

Προσδιορισμός pH με χρήση πεχαμετρικού χαρτιού και pHμετρου

**Χημικές Ουσίες και όργανα:** Διάλυμα HCl ή NaOH συγκέντρωσης ~0,0001M, απιοντισμένο H<sub>2</sub>O, pHμετρικό χαρτί, pHμετρο

### **Μέθοδος**

1. Προσδιορίστε με pHμετρικό χαρτί το pH των διαλυμάτων βυθίζοντας το μέσα σε κάθε διάλυμα και σημειώστε τη τιμή που προσδιορίσατε στον πίνακα 1.
2. Μετρήστε το pH των διαλυμάτων με pHμετρο και σημειώστε τη τιμή που μετρήσατε στον πίνακα 1.

### **Πίνακας 1**

	<i>Προσδιορισμός pH με pHμετρικό χαρτί</i>	<i>Μέτρηση pH με pHμετρο</i>
<i>Διάλυμα HCl</i>		
<i>Διάλυμα NaOH</i>		



## 6. Ογκομετρική ανάλυση

**Ογκομετρική ανάλυση** ή **ογκομέτρηση** ονομάζεται η διαδικασία εύρεσης της συγκέντρωσης ενός διαλύματος υπολογίζοντας τον όγκο διαλύματος γνωστής συγκέντρωσης που απαιτείται για να αντιδράσει με το διάλυμα της άγνωστης συγκέντρωσης. Η μέτρηση του όγκου γίνεται με προχοΐδα.

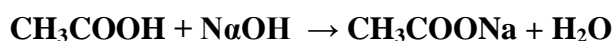
Για να πραγματοποιηθεί η ογκομέτρηση χρειάζεται απαραίτητα ένα διάλυμα γνωστής συγκέντρωσης. Τα διαλύματα αυτά ονομάζονται **πρότυπα διαλύματα**.

Το πιο σημαντικό στάδιο μιας ογκομέτρησης είναι ο εντοπισμός του ισοδύναμου σημείου. **Ισοδύναμο σημείο** είναι το σημείο στο οποίο έχει προστεθεί ο κατάλληλος όγκος πρότυπου διαλύματος ώστε να έχει αντιδράσει πλήρως με το ογκομετρούμενο διάλυμα (δλδ έχουν αντιδράσει ποσοτικά οι διαλυμένες ουσίες των διαλυμάτων). Για τον προσδιορισμό του ισοδύναμου σημείου χρησιμοποιούνται **δείκτες**, που είναι ενώσεις που αλλάζουν χρώμα στο ισοδύναμο σημείο και είναι το σημείο που αλλάζει χρώμα ο δείκτης. Αρχίζουμε την ογκομέτρηση προσθέτοντας μικρές ποσότητες πρότυπου διαλύματος και σταματάμε τις προσθήκες με την αλλαγή χρώματος στο διάλυμα. Πρέπει να είμαστε προσεκτικοί ώστε να **σταματήσουμε αμέσως μόλις παρατηρηθεί η αλλαγή χρώματος**. Αυτό σημαίνει ότι όσο συνεχίζονται οι προσθήκες θα πρέπει αυτές να είναι όλο και πιο μικρές.

### Ογκομέτρησεις Εξουδετέρωσης

#### Προσδιορισμός οξικού οξέος στο ξύδι

Το ξύδι είναι υδατικό διάλυμα του οργανικού οξέος **οξικό οξύ** που έχει μοριακό τύπο  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . Η συγκέντρωση του ξυδιού σε οξικό οξύ μπορεί να υπολογιστεί με ογκομέτρηση με πρότυπο διάλυμα βάσης. Κατά την ογκομέτρηση γίνεται **αντίδραση εξουδετέρωσης** μεταξύ της βάσης ( $\text{NaOH}$ ) και του οξικού οξέος



Αρχικά το διάλυμα είναι άχρωμο ή μερικές φορές ανάλογα με το είδος του ξυδιού που χρησιμοποιούμε έχει το χρώμα του ξυδιού. Προσθέτουμε συνεχώς και υπό ανάδευση  $\text{NaOH}$  μέχρι το διάλυμα να αποκτήσει ένα ασθενές ροζ χρώμα. **Έντονος χρωματισμός σημαίνει ότι έχουμε υπερβεί το τελικό σημείο** και έχουμε προσθέσει περισσότερη ποσότητα πρότυπου διαλύματος από την απαιτούμενη. Η μέτρηση σε αυτή την περίπτωση δεν είναι σωστή.

## Πειραματική Πορεία

### Αλκαλιμετρία

Προσδιορισμός συγκέντρωσης του οξικού οξέος στο ξύδι

**Χημικές Ουσίες και όργανα:** Πρότυπο διάλυμα NaOH 1M, ξύδι, δείκτης διάλυμα φαινολοφθαλεΐνης, Σιφώνιο των 10 mL, Προχοΐδα 50 mL, κωνική φιάλη 250 mL, απιοντισμένο H<sub>2</sub>O, υδροβολέας

### **Μέθοδος**

1. Πληρώνεται η προχοΐδα με πρότυπο διάλυμα NaOH 1M. Καταγράφουμε την αρχική ένδειξη της προχοΐδας, φροντίζοντας να έχουμε απομακρύνει φυσαλλίδες αέρα που μπορεί να έχουν παγιδευτεί σε αυτή κατά την πλήρωσή της με το πρότυπο διάλυμα.
2. Λαμβάνονται με σιφώνιο 10 mL ξυδιού και τοποθετούνται σε καθαρή κωνική φιάλη 250 mL.
3. Προστίθενται στη κωνική 80–90 mL απιοντισμένου νερού και 3–4 σταγόνες φαινολοφθαλεΐνης
4. Ελέγχουμε πάλι την αρχική ένδειξη της προχοΐδας και ξεκινούμε τις προσθήκες του πρότυπου διαλύματος υπό συνεχή ανάδευση. Αρχικά οι προσθήκες μπορεί να είναι μεγαλύτερες, με την πάροδο της ογκομέτρησης όμως γίνονται όλο και πιο μικρές.
5. Οι προσθήκες συνεχίζονται μέχρι την αλλαγή του χρώματος του δείκτη (από άχρωμο σε ροζ). Όταν ο δείκτης αλλάξει χρώμα σταματάμε την ογκομέτρηση και καταγράφουμε τη τελική ένδειξη της προχοΐδας.
6. Η ογκομέτρηση επαναλαμβάνεται **τουλάχιστον δύο φορές ακόμα. Τα αποτελέσματα δεν θα πρέπει να διαφέρουν περισσότερο από 0,5%.**
7. Συμπληρώστε τον πίνακα

	Τελική ένδειξη	Αρχική ένδειξη	V NaOH	μέσος όρος όγκου NaOH
1 <sup>η</sup> ογκομέτρηση				
2 <sup>η</sup> ογκομέτρηση				
3 <sup>η</sup> ογκομέτρηση				

$$C \text{ NaOH} = \dots\dots\dots$$

$$V \text{ NaOH} = \dots\dots\dots$$

$$V \text{ ξυδιού} = \dots\dots\dots$$

### *Αποτελέσματα*

1. Βρίσκουμε το μέσο όρο όγκου του πρότυπου διαλύματος NaOH 1 M που προστέθηκε.
2. Από την σχέση  $V_{οξ} \times C_{οξ} = V_{βασ} \times C_{βασ}$  υπολογίζεται η συγκέντρωση ( $C_{οξ}$ ) του ξυδιού σε οξικό οξύ.
3. Υπολογίζουμε την % β/ο συγκέντρωση του ξυδιού σε οξικό οξύ. Για αυτό αρκεί να μετατρέψουμε τη συγκέντρωση M του οξικού οξέος στο ξύδι που προσδιορίσαμε σε % β/ο.

Πρώτα υπολογίζονται τα mol (n) οξικού οξέος που υπάρχουν σε 100 ml ξυδιού (διαλύματος).

Ξέρουμε ότι η συγκέντρωση (σε M)  $C_{οξ} = \frac{mol(n)}{όγκος(V)} \rightarrow n = C_{οξ} \times V$  (όπου  $V = 0,1$  L)

Έπειτα η μάζα (g) οξικού οξέος που υπάρχουν σε 100 ml ξυδιού υπολογίζεται από την σχέση

$$mol(n) = \frac{μάζα(m)}{μοριακό\ βάρους(M_r)} \rightarrow m = n \times M_r \quad (M_r \text{ οξικού οξέος} = 60)$$

Άρα % β/ο συγκέντρωση του ξυδιού σε οξικό οξύ είναι .....

## 7. Προσδιορισμός σκληρότητας νερού

### Σκληρότητα νερού

Το νερό οικιακής χρήσης περιέχει κυρίως χλωρίδια ( $\text{Cl}^-$ ), θειικά ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), νιτρικά ( $\text{NO}_3^-$ ) κ.α. άλατα του ασβεστίου και μαγνησίου, καλίου, νατρίου, σιδήρου κ.α. Τα πιο σημαντικά είναι το **όξινο ανθρακικό μαγνήσιο**  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  και το **όξινο ανθρακικό ασβέστιο**  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ . Νερό που περιέχει σημαντικές ποσότητες αλάτων χαρακτηρίζεται ως **σκληρό νερό**. Το σύνολο των αλάτων που περιέχονται στο νερό αποτελεί την **ολική σκληρότητα** του νερού. Η σκληρότητα του νερού διακρίνεται στην **παροδική σκληρότητα** και στη **μόνιμη σκληρότητα**. Η παροδική σκληρότητα οφείλεται στα διαλυτά άλατα όξινο ανθρακικό ασβέστιο  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  και όξινο ανθρακικό μαγνήσιο  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$  τα οποία με θέρμανση μετατρέπονται στα δυσδιάλυτα άλατα ανθρακικό ασβέστιο  $\text{CaCO}_3$  και ανθρακικό μαγνήσιο  $\text{MgCO}_3$  αντίστοιχα που απομακρύνονται με διήθηση.



Η μόνη σκληρότητα οφείλεται στα διαλυτά χλωριούχα ( $\text{Cl}^-$ ), θειικά ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) νιτρικά ( $\text{NO}_3^-$ ) άλατα του ασβεστίου και μαγνησίου ( $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$  κ.α.).

Η ολική σκληρότητα του νερού μετρείται σε :

- 1) **Γερμανικούς βαθμούς ( $^\circ\text{d}$ )** που είναι τα mg CaO/100 mL  $\text{H}_2\text{O}$
- 2) **Γαλλικούς βαθμούς ( $^\circ\text{f}$ )** που είναι τα mg  $\text{CaCO}_3$ /100 mL  $\text{H}_2\text{O}$
- 3) **ppm  $\text{CaCO}_3$**  που είναι τα mg  $\text{CaCO}_3$ /1000 mL  $\text{H}_2\text{O}$  (ονομάζονται και αμερικάνικοι βαθμοί)

Στις παραπάνω εκφράσεις σκληρότητας υποτίθεται ότι η μετρούμενη σκληρότητα οφείλεται αποκλειστικά σε CaO (γερμανικοί βαθμοί) ή  $\text{CaCO}_3$  (γαλλικοί και αμερικάνικοι βαθμοί ppm  $\text{CaCO}_3$ ).

Οι γερμανικοί βαθμοί συνδέονται με τους γαλλικούς με την σχέση  $^\circ\text{f} = 1,79 \times ^\circ\text{d}$  και οι γαλλικοί με τα ppm  $\text{CaCO}_3$  :  $\text{ppm CaCO}_3 = 10 \times ^\circ\text{f}$ .

Ανάλογα με την σκληρότητά του το νερό χαρακτηρίζεται ως εξής :

<b>Βαθμοί <math>^\circ\text{d}</math></b>	0–6	6–12	12–18	18<
<b>Χαρακτηρισμός νερού</b>	μαλακό	μέτρια σκληρό	σκληρό	πολύ σκληρό

### 7.3 Συμπλοκομετρικές ογκομετρήσεις

Η ολική σκληρότητα του νερού υπολογίζεται με ογκομέτρηση. Το πιο γνωστό πρότυπο που χρησιμοποιείται σε αυτήν την περίπτωση είναι το EDTA (αιθυλενο–διαμινο–τετροξικό οξύ)

Το EDTA αντιδρά με μεταλλικά ιόντα ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  κ.α.) σε αναλογία 1:1 ανεξάρτητα από το φορτίο του ιόντος.

Ο προσδιορισμός του ισοδύναμου σημείου γίνεται με δείκτες που ονομάζονται **μεταλλικοί δείκτες**. Ο πιο συνηθισμένος μεταλλικός δείκτης είναι το *μέλαν εριόχρωμα T*.

Η αλλαγή του χρώματος του δείκτη *μέλαν εριόχρωμα T* από **κόκκινο** σε **γαλάζιο** (κυανό) μας ειδοποιεί ότι έχουμε φτάσει στο ισοδύναμο σημείο και πρέπει να σταματήσουμε τη προσθήκη του EDTA στο διάλυμα ογκομέτρησης

### Πειραματική Πορεία

Προσδιορισμός ολικής σκληρότητας νερού βρύσης και απιονισμένου νερού

**Χημικές Ουσίες και όργανα:** Διάλυμα EDTA 0,01M, Δείκτης μέλαν εριόχρωμα T (EBT), πυκνή  $\text{NH}_3$ , νερό βρύσης, απιοντισμένο νερό, προχοΐδα, σιφώνιο 50 mL, κωνικές 250 mL

### **Μέθοδος**

1. 50 mL νερού βρύσης τοποθετούνται σε κωνική φιάλη των 250 mL
2. Προστίθενται 2 mL π.  $\text{NH}_3$
3. Προστίθενται 3 σταγόνες δείκτη μέλαν εριόχρωμα T (EBT)
4. Η προχοΐδα πληρώνεται με διάλυμα EDTA 0,01 M. Καταγράφουμε την αρχική ένδειξη της προχοΐδας.
5. Γίνεται ογκομέτρηση μέχρι αλλαγή του χρώματος από κόκκινο σε κυανό
6. Επαναλαμβάνεται η ογκομέτρηση **τουλάχιστον 2 φορές**

### **Υπολογισμοί**

1. Υπολογίστε την ολική σκληρότητα σε γερμανικούς, γαλλικούς βαθμούς και τα ppm  $\text{CaCO}_3$  των δύο δειγμάτων νερού από τις σχέσεις

$$^{\circ}\text{d} = 56 \cdot 100M \cdot V_{\text{EDTA}} / V_{\text{νερού}}, \quad \text{Γερμανικοί βαθμοί} = \dots\dots\dots$$

$$^{\circ}\text{f} = 100 \cdot 100M \cdot V_{\text{EDTA}} / V_{\text{νερού}}, \quad \text{Γαλλικοί βαθμοί} = \dots\dots\dots$$

$$\text{ppm CaCO}_3 = 100 \cdot 1000M \cdot V_{\text{EDTA}} / V_{\text{νερού}} \quad \text{Αμερικανικοί βαθμοί} = \dots\dots\dots$$

αντίστοιχα, όπου :

**M** συγκέντρωση EDTA,

**$V_{\text{EDTA}}$**  όγκος EDTA που καταναλώθηκε

**$V_{\text{νερού}}$**  όγκος νερού που ογκομετρήθηκε

Δίνεται Μοριακό Βάρος  $\text{CaCO}_3=100$