

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ, ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΝΕΟΛΑΙΑΣ

ΑΝΑΘΕΩΡΗΜΕΝΗ ΕΚΔΟΣΗ

# εργαστηριακές ασκήσεις χημείας

## Β΄ ΛΥΚΕΙΟΥ

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ, ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΝΕΟΛΑΙΑΣ

# Εργαστηριακές Ασκήσεις Χημείας Β' Λυκείου

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ  
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

## Εργαστηριακές Ασκήσεις Χημείας, Β΄ Λυκείου

Οι εργαστηριακές ασκήσεις έχουν επιλεγεί από εκδόσεις της Υπηρεσίας Ανάπτυξης Προγραμμάτων (ΥΑΠ) της Β΄ τάξης Λυκείου και έχουν προσαρμοστεί στις ανάγκες του νέου Αναλυτικού Προγράμματος της Β΄ τάξης.

- «Εργαστηριακές Ασκήσεις Χημείας Β΄ Ενιαίου Λυκείου» (Α΄ έκδ. 2002, Β΄ έκδ. 2019)  
Συγγραφική ομάδα Α΄ έκδοσης: Χριστίνα Βαλανίδου, Μιχάλης Νικολάου.
- «Χημεία, Β΄ Ενιαίου Λυκείου, Κατεύθυνσης» (Α΄ έκδ. 2002)  
Συγγραφική ομάδα Α΄ έκδοσης: Νάτια Παπαϊωάννου, Κωνσταντία Ξυδά, Μιχάλης Νικολάου.

### Επιλογή και προσαρμογή εργαστηριακών ασκήσεων:

Δημήτρης Δημητρίου, Β.Δ., *καθηγητής Χημείας*  
Μαρία Τσιερκέζου, *καθηγήτρια Χημείας*

### Εποπτεία:

Χρυστάλλα Κουκουμά, *Επιθεωρήτρια Χημείας*

### Σχεδιασμός Εξωφύλλου:

Έλενα Ηλιάδου, *Λειτουργός Υπηρεσίας Ανάπτυξης Προγραμμάτων*

### Ηλεκτρονική επεξεργασία κειμένων:

Μαρίνα Άστρα Ιωάννου, *Λειτουργός Υπηρεσίας Ανάπτυξης Προγραμμάτων*

### Εικονογραφικό υλικό:

Αρχείο ΥΑΠ

### Επιμέλεια Έκδοσης:

Μαρίνα Άστρα Ιωάννου, *Λειτουργός Υπηρεσίας Ανάπτυξης Προγραμμάτων*

### Συντονισμός Έκδοσης:

Χρίστος Παρπουñas, *Συντονιστής Υπηρεσίας Ανάπτυξης Προγραμμάτων*

Α΄ Έκδοση 2020

Β΄ Έκδοση 2021

Γ΄ Έκδοση 2022

Εκτύπωση: Κώνος Λτδ

© ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ, ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΝΕΟΛΑΙΑΣ  
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ  
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

ISBN: 978-9963-54-315-1



Στο εξώφυλλο χρησιμοποιήθηκε ανακυκλωμένο χαρτί σε ποσοστό τουλάχιστον 50%, προερχόμενο από διαχείριση απορριμμάτων χαρτιού. Το υπόλοιπο ποσοστό προέρχεται από υπεύθυνη διαχείριση δασών.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

|                        |   | Σελ     |
|------------------------|---|---------|
| ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 1  | Γνωριμία με το εργαστήριο Χημείας - Ασφάλεια στο εργαστήριο                     | 7-14    |
| ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 2  | Παρασκευή διαλυμάτων  | 15-18   |
| ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 3  | Χημική κινητική: Παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα μιας χημικής αντίδρασης | 19-26   |
| ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 4  | Χημική ισορροπία  | 27-32   |
| ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 5  | Ηλεκτρολύτες  | 33-36   |
| ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 6  | Οξέα - Βάσεις   | 37-48   |
| ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 7  | Διακρίσεις χημικών ουσιών   | 49-50   |
| ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 8  | Υδατικά διαλύματα ηλεκτρολυτών - pH   | 51-56   |
| ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 9  | Ρυθμιστικά διαλύματα<br>Υδρόλυση αλάτων   | 57-62   |
| ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ       | Ογκομετρικές μέθοδοι  | 63-82   |
| ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 10 | Ογκομετρικά όργανα - Παρασκευή πρότυπου διαλύματος                              | 83-88   |
| ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 11 | Ογκομέτρηση ισχυρού οξέος με ισχυρή βάση  | 87-90   |
| ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 12 | Ογκομέτρηση ασθενούς οξέος με ισχυρή βάση                                       | 91-98   |
| ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 13 | Οξειδοαναγωγή   | 99-102  |
| ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 14 | Υπερμαγνητομετρία   | 103-110 |
| ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ   |   |         |
| ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΕΣ           |   | 111-130 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ           |   | 131     |
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄           | ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ  | 133     |
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄           | Παρασκευή ορισμένων διαλυμάτων  | 134     |
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ΄           | Ειδικά αντιδραστήρια  | 135     |



- **Εργαστηριακές Ασκήσεις Χημείας  
Β΄ Λυκείου**



## Γνωριμία με το εργαστήριο Χημείας

Η ασφάλειά σας, καθώς και η ασφάλεια των συμμαθητών σας, εξαρτάται από την υπευθυνότητά σας και την αυστηρή τήρηση των κανόνων ασφαλείας, τους οποίους θα πρέπει να μελετήσετε προσεκτικά και να εφαρμόζετε πάντοτε.

Με την είσοδό σας στο εργαστήριο Χημείας θα πρέπει να τοποθετείτε τις τσάντες σας στον ειδικό χώρο και τα σακκάκια σας στις ειδικές κρεμάστρες. Σε καμία περίπτωση δεν επιτρέπεται να τοποθετείτε τις τσάντες σας δίπλα στους πάγκους. Η διακίνηση μέσα στο εργαστήριο πρέπει να είναι ελεύθερη και ασφαλής.

Κατά τη διάρκεια της εργασίας:

- να διατηρείτε τον χώρο εργασίας καθαρό και τακτοποιημένο. Ο πάγκος εργασίας πρέπει να είναι ελεύθερος από όργανα και αντιδραστήρια που δεν χρειάζονται για τα πειράματα.
- να διαβάσετε με προσοχή τις οδηγίες του βιβλίου και να αρχίζετε το πείραμα όταν γνωρίζετε καλά τι θα κάνετε και πώς θα το κάνετε.
- να τοποθετείτε πάντοτε αυτοκόλλητες ετικέτες στις φιάλες που περιέχουν χημικά αντιδραστήρια, στις οποίες να αναγράφονται τα χαρακτηριστικά τους στοιχεία (χημικός τύπος, περιεκτικότητα).
- να τηρείτε σχολαστικά όλες τις οδηγίες του καθηγητή σας.
- να τακτοποιείτε το χώρο εργασίας και να πλένετε τα χέρια σας μετά το τέλος των πειραμάτων.

### 1. Όργανα του εργαστηρίου Χημείας

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η πρώτη επαφή με το εργαστήριο, έτσι ώστε ο μαθητής να είναι σε θέση να αναγνωρίζει, να ονομάζει, να σχεδιάζει και να γνωρίζει τη χρήση διαφόρων οργάνων του εργαστηρίου Χημείας.



Σύγχρονη συσκευή χημικής ανάλυσης

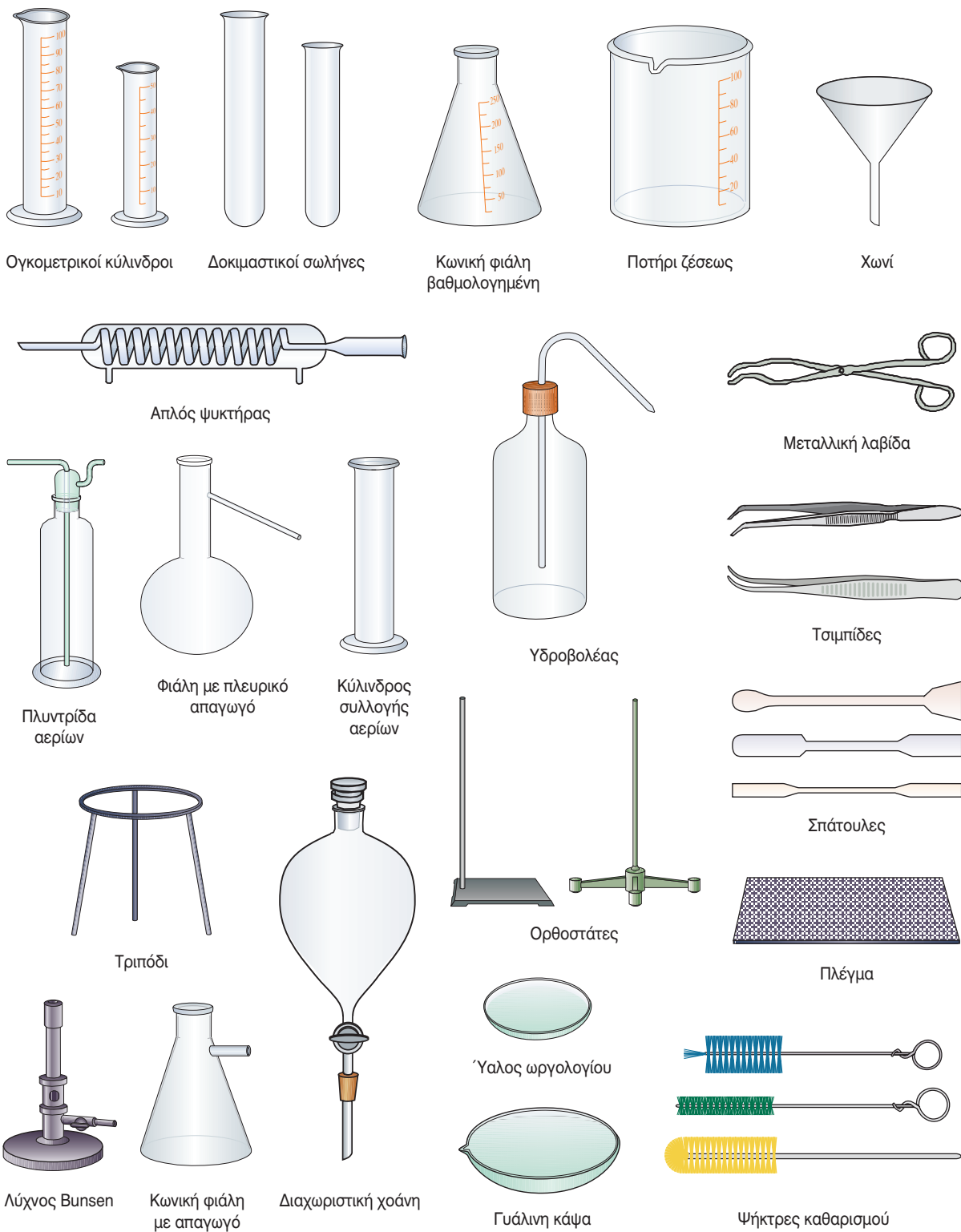
Γνωριμία με τα όργανα Χημείας

Είναι σημαντικό πριν από την έναρξη της πειραματικής εργασίας να είστε σε θέση:

- να αναγνωρίζετε τα διάφορα όργανα Χημείας και να γνωρίζετε τη χρήση του καθενός από αυτά.
- να ονομάζετε τα διάφορα όργανα.
- να επιλέγετε τα κατάλληλα όργανα για μια συγκεκριμένη εργαστηριακή άσκηση και να τα χειρίζεστε σωστά.
- να προετοιμάζετε και να καθαρίζετε τα διάφορα όργανα Χημείας πριν και μετά τη χρήση τους.

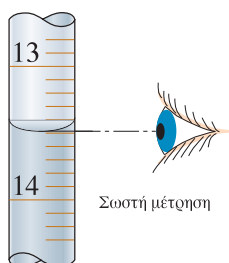


## Μερικά όργανα του εργαστηρίου Χημείας



## 2. Όργανα μέτρησης του όγκου υγρών

Η μέτρηση του όγκου υγρών γίνεται με ειδικά όργανα όπως, ογκομετρικός κύλινδρος, ογκομετρική φιάλη, σιφώνιο, προχοϊδα.



Τα όργανα αυτά είναι βαθμολογημένα σε mL, για θερμοκρασία 20 °C.

**Ογκομετρικός κύλινδρος:** Χρησιμοποιείται για τη μέτρηση όγκου πυκνών διαλυμάτων οξέων και γενικά υγρών ουσιών, για τα οποία δεν απαιτείται μεγάλη ακρίβεια.

**Ογκομετρική φιάλη:** Χρησιμοποιείται για την παρασκευή και αραίωση διαλυμάτων συγκεκριμένου όγκου, όπου απαιτείται μεγάλη ακρίβεια.

**Σιφώνιο:** Χρησιμοποιείται για την ακριβή μέτρηση και μεταφορά μικρού όγκου διαλυμάτων.

**Προχοϊδα:** Χρησιμοποιείται για τη μέτρηση, με ακρίβεια, του όγκου διαλύματος που καταναλώνεται σε μια ογκομετρική ανάλυση.

Το σιφώνιο και η προχοϊδα είναι ογκομετρικά όργανα μεγάλης ακρίβειας.

Για τη σωστή μέτρηση όγκου του υγρού που περιέχεται στο ογκομετρικό όργανο, η παρατήρηση πρέπει να γίνεται κάθετα προς το όργανο και η εφαιπτόμενη του μηνίσκου που σχηματίζει το υγρό, να συμπίπτει με την ένδειξη του οργάνου.



### 3. Καθαρισμός των οργάνων Χημείας

#### (α) Πριν από τη χρήση

Τα όργανα Χημείας κατά τη χρήση τους πρέπει να είναι πάντοτε καθαρά και σε ορισμένες περιπτώσεις στεγνά, για να έχουμε αξιόπιστα αποτελέσματα στις εργαστηριακές ασκήσεις.

Για το σκοπό αυτό, τα όργανα που έχουν καθαριστεί, σύμφωνα με τις οδηγίες, ξεπλένονται πάντα με αποσταγμένο νερό πριν από τη χρήση τους και σε ορισμένες περιπτώσεις όπως το σιφώνιο, η προχοΐδα κ.ά. ξεπλένονται εσωτερικά και με τα ίδια τα υγρά με τα οποία θα τα γεμίσουμε.

#### (β) Μετά από τη χρήση τους

Πρώτα αδειάζεται το περιεχόμενο του οργάνου και πλένεται με άφθονο νερό της βρύσης και λίγο απορρυπαντικό. Ορισμένα όργανα, όπως οι δοκιμαστικοί σωλήνες, καθαρίζονται με ειδικές ψήκτρες.

Στη συνέχεια, το όργανο πλένεται με αποσταγμένο νερό και αφήνεται να στεγνώσει σε ειδικό στήριγμα.

Ο καθαρισμός των οργάνων πρέπει να γίνεται αμέσως μετά το τέλος του πειράματος γιατί, αν στεγνώσει ο ρύπος, πάνω στα τοιχώματα, δύσκολα απομακρύνεται.






Σύγχρονο εργαστήριο Χημείας.

## 4. Ασφάλεια στο εργαστήριο

Στόχος της εργασίας αυτής είναι ο μαθητής να αναγνωρίζει τα σύμβολα κινδύνου που αναγράφονται στις φιάλες ορισμένων χημικών αντιδραστηρίων και να τηρεί αυστηρά τους κανόνες ασφάλειας του εργαστηρίου.

### Διεθνή σύμβολα κινδύνου

| A/A | Εικονόγραμμα  | Κίνδυνος         | Επεξήγηση   |
|-----|---|------------------|---|
| 1.  |    | Εκρηκτικό        | Εκρηκτικά, κίνδυνος πυρκαγιάς, έκρηξης, εκτόξευσης  |
| 2.  |    | Εύφλεκτο         | (Εξαιρετικά) εύφλεκτο αέριο<br>(Εξαιρετικά) εύφλεκτο αερόλυμα<br>Υγρό και ατμοί (πολύ) εύφλεκτα<br>Εύφλεκτο στερεό                        |
| 3.  |   | Οξειδωτικό       | Μπορεί να προκαλέσει ή να αναζωπυρώσει πυρκαγιά, ισχυρό οξειδωτικό  |
| 4.  |  | Αέριο υπό πίεση  | Περιέχει αέριο υπό πίεση, εάν θερμανθεί μπορεί να εκραγεί<br>Περιέχει αέριο υπό ψύξη, μπορεί να προκαλέσει εγκαύματα ψύχους ή τραυματισμό |
| 5.  |  | Διαβρωτικό       | Μπορεί να διαβρώσει μέταλλα<br>Προκαλεί σοβαρά δερματικά εγκαύματα και οφθαλμικές βλάβες  |
| 6.  |  | Οξεία τοξικότητα | Τοξικό (Θανατηφόρο) σε περίπτωση κατάποσης, επαφής με το δέρμα, εισπνοής  |

| A/A | Εικονόγραμμα  | Κίνδυνος                              | Επεξήγηση  |
|-----|---|---------------------------------------|--|
| 7.  |    | <b>Κίνδυνος για την υγεία</b>         | Μπορεί να προκαλέσει ερεθισμό της αναπνευστικής οδού, υπνηλία ή ζάλη, αλλεργική δερματική αντίδραση<br>Προκαλεί σοβαρό οφθαλμικό ερεθισμό, ερεθισμό του δέρματος<br>Επιβλαβές σε περίπτωση κατάποσης, σε επαφή με το δέρμα, σε περίπτωση εισπνοής<br>Βλάπτει τη δημόσια υγεία και το περιβάλλον, καταστρέφοντας το όζον στην ανώτερη ατμόσφαιρα  |
| 8.  |    | <b>Σοβαρός κίνδυνος για την υγεία</b> | Μπορεί να προκαλέσει θάνατο σε περίπτωση κατάποσης και διείσδυσης στις αναπνευστικές οδούς<br>Μπορεί να προκαλέσει (προκαλεί) βλάβες στα όργανα<br>Ύποπτο για πρόκληση (μπορεί να προκαλέσει) βλάβης στη γονιμότητα ή στο έμβρυο<br>Ύποπτο για πρόκληση (μπορεί να προκαλέσει) καρκίνο<br>Ύποπτο για πρόκληση (μπορεί να προκαλέσει) γενετικά ελαττώματα<br>Μπορεί να προκαλέσει αλλεργία ή συμπτώματα άσθματος ή δύσπνοια σε περίπτωση εισπνοής |
| 9.  |  | <b>Επικίνδυνο για το περιβάλλον</b>   | (Πολύ) τοξικό για τους υδρόβιους οργανισμούς, με μακροχρόνιες επιπτώσεις   |

([http://www.mlsi.gov.cy/mlsi/dli/dli.nsf//All/69F7519185929CD4C225754B00254856/\\$file/CLP%20POSTER.jpg](http://www.mlsi.gov.cy/mlsi/dli/dli.nsf//All/69F7519185929CD4C225754B00254856/$file/CLP%20POSTER.jpg))

Περισσότερες πληροφορίες υπάρχουν στις ιστοσελίδες:

- <http://www.mlsi.gov.cy>

- <http://www.mlsi.gov.cy/mlsi/dli/dli>

- <http://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/pictograms.html>

---

## Αντιμετώπιση ατυχημάτων

---

### Απαραίτητα για Πρώτες Βοήθειες

- Να υπάρχει στο εργαστήριο στοιχειώδεις φαρμακείο και ο καθηγητής να είναι σε θέση να παρέχει πρώτες βοήθειες.
- Να υπάρχουν στον πίνακα ανακοινώσεων τα τηλέφωνα των αρμοδίων γιατρών, των Πρώτων Βοηθειών, των νοσοκομείων και του κέντρου δηλητηριάσεων.
- Να υπάρχει πυροσβεστήρας.

### Πρώτες Βοήθειες

- Όταν το στόμα, τα μάτια ή η επιδερμίδα έρθουν σ' επαφή με οξύ, τα πλένουμε με αραιό διάλυμα σόδας φαγητού,  $\text{NaHCO}_3$ , συγκέντρωσης 5% κ.ο. και κατόπιν με άφθονο νερό.
- Όταν το στόμα, τα μάτια ή η επιδερμίδα έρθουν σ' επαφή με βάση, τα πλένουμε με αραιό διάλυμα βορικού οξέος,  $\text{H}_3\text{BO}_3$ , συγκέντρωσης 5% κ.ο. και κατόπιν με άφθονο νερό.

Για τις πλύσεις των ματιών υπάρχουν ειδικές συσκευές.

### Αιτίες Ατυχήματος

Ένα ατύχημα μπορεί να συμβεί από απρόσεκτη χρήση:

- του ηλεκτρικού ρεύματος
- του λύχνου Bunsen
- σπασμένων γυάλινων οργάνων
- χημικών αντιδραστηρίων
- τοξικών ή εύφλεκτων αερίων που παράγονται κατά την πειραματική εργασία.

Η χρήση μικρών ποσοτήτων αντιδραστηρίων κατά την πραγματοποίηση των πειραμάτων, ελαχιστοποιεί τον κίνδυνο ατυχημάτων.

---

## 5. Ο Δεκάλογος των πάντοτε...

---

### Πάντοτε...

1. Να υπακούτε και να εφαρμόζετε τους κανόνες ασφαλείας.
2. Να φοράτε τη λευκή μπλούζα του εργαστηρίου που πρέπει να είναι κουμπωμένη. Τα κορίτσια με μακριά μαλλιά να τα έχουν δεμένα πίσω από τον αυχένα.
3. Να κινήστε μέσα στο εργαστήριο προσεκτικά και μόνο όταν χρειάζεται.
4. Να φοράτε τα ειδικά προστατευτικά γυαλιά όταν πραγματοποιείτε πειράματα με οξέα και βάσεις ή όταν θερμαίνετε χημικές ουσίες.
5. Να χειρίζεστε εύφλεκτα υλικά με προσοχή και μακριά από γυμνή φλόγα.
6. Να ελέγχετε το όνομα της χημικής ουσίας πάνω στην ετικέτα του δοχείου για να βεβαιωθείτε ότι είναι η ουσία που χρειάζεστε.
7. Να πραγματοποιείτε πειράματα, στα οποία ελευθερώνονται δηλητηριώδη αέρια στην ειδική εστία με τον εξαεριστήρα (απαγωγό αερίων) .
8. Να πραγματοποιείτε πειράματα με πυκνά οξέα μέσα στην εστία .
9. Να αναφέρετε στον καθηγητή σας οποιοδήποτε ατύχημα, όσο μικρό και αν είναι.
10. Να πλένετε τα χέρια σας μετά από κάθε πειραματική εργασία.

---

## ... και ο Δεκάλογος των Ποτέ

---

### Ποτέ...

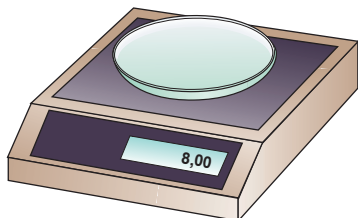
1. Να μη θερμαίνετε εύφλεκτα υλικά στη φλόγα του λύχνου Bunsen.
2. Να μην πλησιάζετε τα ρούχα, το κεφάλι ή τα μαλλιά σας σε αναμμένο λύχνο, ούτε να αφήνετε αναμμένο το λύχνο όταν δεν το χρειάζεστε.
3. Να μην έχετε στραμμένο το στόμιο του δοκιμαστικού σωλήνα, στον οποίο θερμαίνετε χημικές ουσίες, προς το πρόσωπό σας ή προς κάποιο άλλο άτομο.
4. Να μην απομακρύνετε από την εστία τα πυκνά οξέα ή άλλες τοξικές ουσίες.
5. Να μην απομακρύνετε από το χημικό εργαστήριο χημικές ουσίες ή άλλο εξοπλισμό.
6. Να μην αραιώνετε οξέα ρίχνοντας νερό στο οξύ. Αντίθετα να ρίχνετε προσεκτικά το οξύ στο νερό αναδεύοντας συνεχώς.
7. Να μην πιάνετε με τα χέρια στερεά αντιδραστήρια παρά μόνο με την ειδική λαβίδα, ούτε και να γεύεσθε τα χημικά αντιδραστήρια.
8. Να μην μυρίζετε χημικά αντιδραστήρια, εκτός και αν υπάρχουν ειδικές οδηγίες. Στην περίπτωση αυτή κρατάτε το δοχείο μακριά από τη μύτη σας και με την παλάμη σας σπρώχνετε τους ατμούς προς τη μύτη σας.
9. Να μην τρώτε ή να πίνετε μέσα στο χημικό εργαστήριο.
10. Να μην πραγματοποιείτε πειράματα τα οποία δεν έχουν εγκριθεί από τον καθηγητή σας.



## Παρασκευή διαλυμάτων

Ημερομηνία πραγματοποίησης εργαστηριακής άσκησης .....

### Εισαγωγή



Ζυγός σχολικού εργαστηρίου.

Η περιεκτικότητα ενός διαλύματος μιας ουσίας εκφράζεται με τον όρο συγκέντρωση. **Συγκέντρωση** γενικά είναι η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας, σε ορισμένη ποσότητα διαλύματος και συνήθως εκφράζεται σε επί τοις εκατόν κατά μάζα (% κ.μ. ή % w/w) περιεκτικότητα, σε επί τοις εκατόν κατά όγκον (% κ.ό. ή % v/v) περιεκτικότητα και σε μοριακότητα (M ή mol/L).

- **Επί τοις εκατόν κατά μάζα (% κ.μ.).** Εκφράζει τη μάζα της διαλυμένης ουσίας σε γραμμάρια, που περιέχεται σε 100 g διαλύματος (μονάδα: g/g).
- **Επί τοις εκατόν κατά όγκο (% κ.ό.).** Εκφράζει τη μάζα της διαλυμένης ουσίας σε γραμμάρια, που περιέχεται σε 100 mL διαλύματος (μονάδα: g/mL).
- **Μοριακότητα (M).** Εκφράζει την ποσότητα σε mole της διαλυμένης ουσίας που περιέχεται σε ένα λίτρο διαλύματος (μονάδα: M ή mol/L).

**Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να εξοικειωθούν οι μαθητές στη χρήση οργάνων μέτρησης μάζας και όγκου καθώς επίσης στις σχετικές τεχνικές για παρασκευή διαλυμάτων με διάφορες περιεκτικότητες. Τήρηση κανόνων ασφαλείας.**

### ΤΙ ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ

| Όργανα   | Υλικά                                   |
|--|---|
| ζυγός ακριβείας<br>ύαλος ωρολογίου, σπάτουλα,<br>ποτήρια ζέσεως (100 και 250 mL),<br>υδροβολέας, γυάλινη ράβδος,<br>ογκομετρικές φιάλες (100 mL),<br>σιφώνιο (10 mL), αναρροφητήρας,<br>χωνί, σταγονόμετρο | αποσταγμένο νερό<br><b>Στερεό:</b> NaOH |

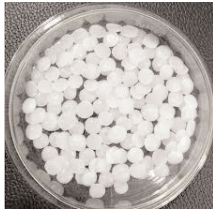
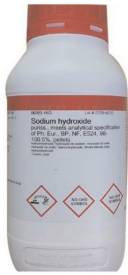
Το υδροξείδιο του νατρίου είναι υγροσκοπικό, καυστικό και διαβρωτικό. Πρέπει να είστε ιδιαίτερα προσεκτικοί κατά τη χρήση του.

Χρησιμοποιείτε πάντα σπάτουλα, ποτέ μην το αγγίζετε με το χέρι.

### ΠΕΙΡΑΜΑ 1 Παρασκευή διαλύματος NaOH 2 M

1. Υπολογίστε τη μάζα, σε γραμμάρια, του καθαρού υδροξειδίου του νατρίου που απαιτείται για την παρασκευή 100 mL διαλύματος NaOH, 2 M.
2. Ζυγίστε σε ύαλο ωρολογίου, με το ζυγό ακριβείας, την ποσότητα NaOH που έχετε υπολογίσει.
3. Μεταφέρετε την ποσότητα αυτή σε ποτήρι ζέσεως των 100 mL που περιέχει μικρή ποσότητα αποσταγμένου νερού. Ξεπλύνετε προσεκτικά, με τον υδροβολέα, την ύαλο ωρολογίου μεταφέροντας τα εκπλύματα μέσα στο ποτήρι.

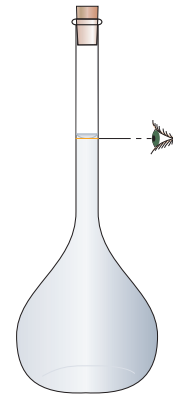
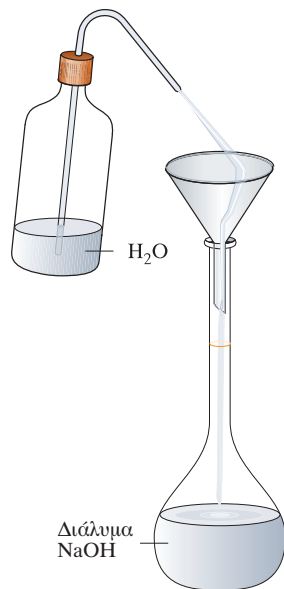
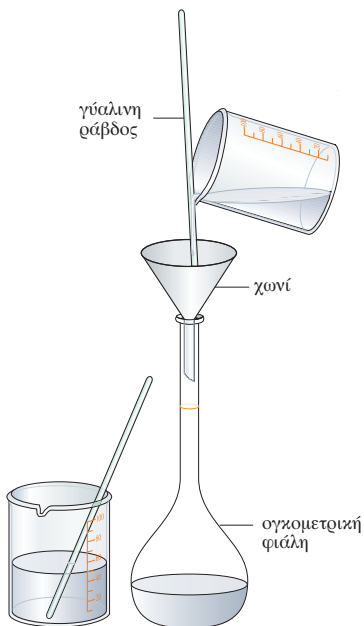
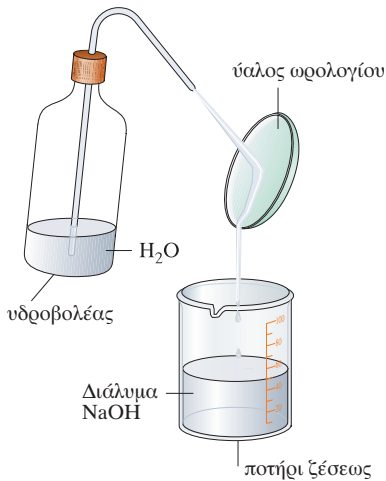




Το υδροξείδιο του νατρίου, NaOH, είναι καυστικό, υγροσκοπικό και διαβρωτικό.

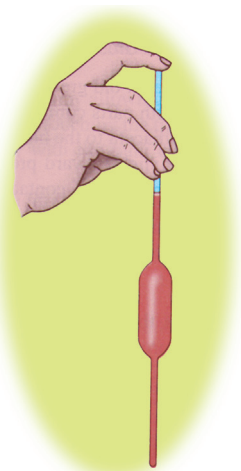
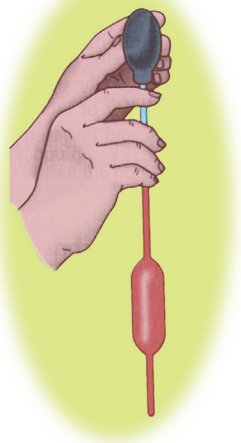
**ΠΡΟΣΟΧΗ:** Μη προσθέσετε περισσότερα από 60-70 mL αποσταγμένου νερού.

4. Αναδεύετε συνεχώς με τη γυάλινη ράβδο μέχρι να διαλυθεί όλη η ποσότητα του NaOH. Περιμένετε λίγο μέχρι να κρυώσει το διάλυμα. Μεταγγίστε το στην ογκομετρική φιάλη των 100 mL με τη βοήθεια χωνιού και γυάλινης ράβδου.
5. Ξεπλύνετε, σχολαστικά, το ποτήρι, τη ράβδο και το χωνί με αποσταγμένο νερό με τη βοήθεια υδροβολέας μεταφέροντας όλα τα υγρά έκπλυσης στην ογκομετρική φιάλη.
6. Αφού πωματίσετε τη φιάλη, ανακινήστε για καλή ανάμιξη. Αφήστε το διάλυμα για λίγο, σε ηρεμία. Μετά με σταγονόμετρο, προσθέστε πολύ προσεκτικά, νερό μέχρι τη χαραγή. (Το κάτω μέρος του μνηίσκου να εφάπτεται της χαραγής). Ανακινήστε το διάλυμα ξανά. Μεταφέρετε το διάλυμα που παρασκευάσατε σε φιάλη φύλαξης.
7. Γράψτε σε μια αυτοκόλλητη ετικέτα τα στοιχεία του διαλύματος (χημικός τύπος, περιεκτικότητα, ημερομηνία παρασκευής). Επικολλήστε την ετικέτα στη φιάλη.



Διαδικασία παρασκευής διαλύματος NaOH

## ΠΕΙΡΑΜΑ 2 Παρασκευή διαλύματος NaOH 0,2 M από διάλυμα NaOH 2 M



### Περιγραφή Πορείας Πειράματος

Για να παρασκευάσετε 100 mL διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου, NaOH 0,2 M από διάλυμα NaOH 2 M να ακολουθήσετε την πιο κάτω πειραματική διαδικασία:

1. Να υπολογίσετε τον όγκο του διαλύματος NaOH 2 M που απαιτείται για την παρασκευή του πιο πάνω διαλύματος.
2. Να ξεπλύνετε ένα σιφώνιο των 10 mL, εσωτερικά και εξωτερικά (το κάτω άκρο), με αποσταγμένο νερό και στη συνέχεια να το ξεπλύνετε εσωτερικά και εξωτερικά με το διάλυμα NaOH 2 M.
3. Να μεταφέρετε περίπου 50 mL διαλύματος NaOH 2 M σε ποτήρι ζέσεως των 100 mL. Στη συνέχεια να αναρροφήσετε τον απαιτούμενο όγκο (10 mL) από το διάλυμα NaOH 2 M, με τη βοήθεια του ειδικού αναρροφητήρα και να μεταφέρετε το περιεχόμενο του σιφωνίου στην ογκομετρική φιάλη των 100 mL. Να μην απομακρυνθεί η ποσότητα που παραμένει στο ακροφύσιο.
4. Να προσθέσετε με τον υδροβολέα αποσταγμένο νερό, σχεδόν μέχρι τη χαραγή και αφού πωματίσετε τη φιάλη να ανακινήσετε το περιεχόμενο για καλή ανάμιξη.
5. Μετά με σταγονόμετρο να προσθέσετε προσεκτικά αποσταγμένο νερό μέχρι τη χαραγή της ογκομετρικής φιάλης. Να προσέξετε έτσι ώστε το κάτω μέρος του μηνίσκου να εφάπτεται της χαραγής.
6. Να ανακινήσετε ξανά το διάλυμα και στη συνέχεια να το μεταφέρετε σε φιάλη φύλαξης.

---

## ΕΡΓΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΣΠΙΤΙ

---

Να γράψετε εργαστηριακή αναφορά για τα πειράματα που μελετήσατε.

---

### Ανάλυση-Ερμηνεία των αποτελεσμάτων

---

1. Για ποιο λόγο κατά τη διάρκεια του ζυγίσματος του στερεού NaOH πρέπει να είμαστε: (α) γρήγοροι και (β) προσεκτικοί;
2. Γιατί κατά την παρασκευή του διαλύματος NaOH διαλύεται πρώτα το στερεό NaOH σε ποτήρι ζέσεως και όχι απευθείας στην ογκομετρική φιάλη;
3. Θα μπορούσατε να διαλύσετε το NaOH σε φυσικό νερό αντί σε αποσταγμένο; Ποια προβλήματα νομίζετε ότι θα δημιουργηθούν;
4. Στα επιστημονικά εργαστήρια, για την παρασκευή διαλύματος NaOH χρησιμοποιείται αποσταγμένο νερό το οποίο έχει προηγουμένως βρασθεί και ψυχθεί στους 20 °C. Γιατί ακολουθείται η διαδικασία αυτή;
5. Γιατί η θερμοκρασία των διαλυμάτων πρέπει να είναι περίπου 20 °C;
6. Σε τι αποσκοπούν οι πολλαπλές εκπλύσεις των δοχείων, που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή των διαλυμάτων, και η συλλογή των υγρών έκπλυσης;
7. Υπολογίστε την επί τοις εκατόν κατά όγκο (% κ.ό.) περιεκτικότητα των υδατικών διαλυμάτων που έχετε παρασκευάσει, δηλαδή των NaOH, 2 M και 0,2 M.

## ΧΗΜΙΚΗ ΚΙΝΗΤΙΚΗ

### Παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα μιας χημικής αντίδρασης

Ημερομηνία πραγματοποίησης εργαστηριακής άσκησης .....

#### Εισαγωγή

#### Στόχοι:

- Πραγματοποίηση πειράματος: Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ταχύτητα μιας χημικής αντίδρασης: η συγκέντρωση του διαλύματος, η θερμοκρασία, η επιφάνεια επαφής και η χρήση καταλύτη.
- Σχεδιασμός πειράματος.
- Χρήση οργάνων, επιλογή αντιδραστηρίων.

Η Χημική Κινητική είναι ο κλάδος της Χημείας που μελετά:

- την ταχύτητα με την οποία εξελίσσεται μια χημική αντίδραση
- τους παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα μιας αντίδρασης
- τον μηχανισμό της αντίδρασης, δηλαδή την πορεία που ακολουθεί μια αντίδραση ώστε τα αντιδρώντα να μετατραπούν σε προϊόντα.

Σε μια χημική αντίδραση η συγκέντρωση των αντιδρώντων μειώνεται αφού αντιδρούν και καταναλώνονται, ενώ ταυτόχρονα η συγκέντρωση των προϊόντων αυξάνεται αφού σχηματίζονται.

Ποιες είναι οι προϋποθέσεις για να πραγματοποιηθεί μια χημική αντίδραση;

Για να πραγματοποιηθεί μια αντίδραση, πρέπει τα μόρια των αντιδρώντων να έχουν την κατάλληλη ταχύτητα και τον σωστό προσανατολισμό ώστε να συγκρουστούν αποτελεσματικά και να σπάσουν οι αρχικοί χημικοί δεσμοί, να γίνει ανακατανομή των αντιδρώντων και να σχηματιστούν νέοι δεσμοί που θα οδηγήσουν στα προϊόντα.

Όσο πιο πολλά μόρια έρχονται σε επαφή, όσο πιο γρήγορα κινούνται και όσο μεγαλύτερη ενέργεια έχουν, υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα να συγκρουστούν αποτελεσματικά.

#### ΤΙ ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ

| Όργανα   | Υλικά  |
|--|--|
| δοκιμαστικούς σωλήνες, στηρίγματα δοκιμαστικών σωλήνων, λύχνο Bunsen, σταγονόμετρα, χρονόμετρο, ποτήρια ζέσεως, ογκομετρικούς κύλινδρους | αποσταγμένο νερό<br>ταινία Mg<br>στερεό MnO <sub>2</sub><br>στερεό άμυλο<br><b>Διαλύματα δεικτών:</b> Φαινολοφθαλείνης<br><b>Διαλύματα:</b> H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 20% κ.ο.<br>KIO <sub>3</sub> 0,02 M<br>NaHSO <sub>3</sub> 0,04 M |

#### **ΠΕΙΡΑΜΑ 1** Επίδραση της μεταβολής της θερμοκρασίας στην ταχύτητα μιας αντίδρασης

#### Πορεία

1. Να μεταφέρετε σε δύο δοκιμαστικούς σωλήνες Α και Β, με τη βοήθεια σταγονόμετρου, 3 mL H<sub>2</sub>O.

2. Να προσθέσετε σε κάθε σωλήνα ένα κομμάτι ταινίας μαγνησίου, Mg, μήκους περίπου 1 cm και 2-3 σταγόνες δείκτη φαινολοφθαλεΐνης.
  - Τι παρατηρείτε στο περιεχόμενο των δύο (2) σωλήνων;
 

.....
3. Να θερμάνετε με τη βοήθεια του/της καθηγητή/καθηγήτριάς σας τον σωλήνα A σε υδρόλουτρο.
  - Τι παρατηρείτε στο περιεχόμενο του σωλήνα;
 

.....
  - Πώς εξηγείτε αυτή τη μεταβολή;
 

.....

.....
4. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις που πραγματοποιούνται.
 

Σωλήνας A .....

Σωλήνας B .....
5. Να εξηγήσετε την επίδραση της θερμοκρασίας στην ταχύτητα μιας αντίδρασης, με αναφορά στη θεωρία των συγκρούσεων.
 

.....

.....

.....

**ΠΕΙΡΑΜΑ 2 Επίδραση καταλύτη στην ταχύτητα μιας αντίδρασης**

**Πορεία**

1. Να μεταφέρετε σε ένα (1) δοκιμαστικό σωλήνα, με τη βοήθεια σταγονόμετρου, 5 mL υπεροξειδίου του υδρογόνου (οξυζενέ),  $H_2O_2$  20% κ.ο.
  - Τι παρατηρείτε στο περιεχόμενο του σωλήνα;
 

.....

.....
2. Στη συνέχεια να προσθέσετε 0,5 g οξειδίου του μαγγανίου (IV),  $MnO_2$ .
  - Τι παρατηρείτε στο περιεχόμενο του σωλήνα;
 

.....

.....

- Πώς ερμηνεύετε τις παρατηρήσεις σας;

.....

3. Να γράψετε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης που πραγματοποιείται στον δοκιμαστικό σωλήνα.

.....

4. Να εξηγήσετε την επίδραση του καταλύτη στην ταχύτητα μιας αντίδρασης, με αναφορά στη θεωρία των συγκρούσεων.

.....

.....

.....

.....

5. Να διηθήσετε το περιεχόμενο του δοκιμαστικού σωλήνα. Να αφήσετε το διηθητικό χαρτί με το στερεό να ξηρανθεί και να το ζυγίσετε.

- Τι παρατηρείτε;

.....

- Πώς εξηγείτε την παρατήρησή σας;

.....

.....

**ΠΕΙΡΑΜΑ 3** *Επίδραση της μεταβολής της επιφάνειας επαφής στην ταχύτητα μιας αντίδρασης*

**Επιλογή μιας από τις προτεινόμενες Πειραματικές Δραστηριότητες Α ή Β.**

**Α. Πειραματική δραστηριότητα με διερώτηση δομημένου τύπου**

Έχετε στη διάθεσή σας τα ακόλουθα όργανα και υλικά:

ποτήρια ζέσεως των 100 mL, χρονόμετρο, κομμάτια κιμωλίας, σκόνη κιμωλίας και υδατικό διάλυμα HCl 2 M.

**Πρόβλεψη:**

Σε ποια περίπτωση η ταχύτητα της αντίδρασης θα είναι μεγαλύτερη: στα κομμάτια κιμωλίας ή στη σκόνη κιμωλίας;

.....

### Πορεία

1. Να ζυγίσετε 0,5 g κομμάτι συμπαγούς ανθρακικού ασβεστίου (κιμωλία) και ίση ποσότητα σκόνης ανθρακικού ασβεστίου.
2. Να μεταφέρετε σε δοκιμαστικό σωλήνα Α το κομμάτι του συμπαγούς ανθρακικού ασβεστίου (κιμωλία).
3. Να μεταφέρετε σε δοκιμαστικό σωλήνα Β την ποσότητα σκόνης ανθρακικού ασβεστίου.
4. Να μεταφέρετε στους δύο δοκιμαστικούς σωλήνες Α και Β με την βοήθεια σταγονόμετρου 3 mL HCl 2 M.
5. Να μετρήσετε και να καταγράψετε τον χρόνο που απαιτείται μέχρι πλήρους διαλυτοποίησης του στερεού (ή μέχρι τερματισμού του αφρισμού).

| Σωλήνας | Χρόνος τερματισμού αφρισμού (sec) |
|---------|-----------------------------------|
| A       |                                   |
| B       |                                   |

- Τι παρατηρείτε στο περιεχόμενο των δύο (2) σωλήνων;

Σωλήνας Α .....

Σωλήνας Β .....

- Πώς ερμηνεύετε τις παρατηρήσεις σας;

.....

6. Να γράψετε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης που πραγματοποιείται.

.....

7. Να εξηγήσετε την επίδραση της επιφάνειας επαφής στην ταχύτητα μιας αντίδρασης, με αναφορά στη θεωρία των συγκρούσεων.

.....

.....

.....

.....

Επιβεβαιώνεται η πρόβλεψή σας; Εξηγήστε.

.....

.....

.....

**B. Πειραματική δραστηριότητα με διερώτηση καθοδηγούμενου τύπου**

1. Έχετε στη διάθεση σας τα ακόλουθα όργανα και υλικά:

ποτήρια ζέσεως των 100 mL, σταγονόμετρα, χρονόμετρο, κομμάτια κιμωλίας, σκόνη κιμωλίας και υδατικό διάλυμα  $\text{HCl}$  2 M.

2. Να σχεδιάσετε πειραματική διαδικασία με την οποία επιβεβαιώνεται η επίδραση της επιφάνειας επαφής ενός αντιδρώντος στην ταχύτητα μιας χημικής αντίδρασης.

.....  
.....  
.....

3. Πρόβλεψη

Σε ποια περίπτωση η ταχύτητα της αντίδρασης θα είναι μεγαλύτερη; στα κομμάτια κιμωλίας ή στη σκόνη κιμωλίας;

.....

4. Να πραγματοποιήσετε την πειραματική διαδικασία που σχεδιάσετε (σημείο 2).

- Τι παρατηρείτε;

.....  
.....

5. Να γράψετε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης που πραγματοποιείται.

.....

6. Να εξηγήσετε την επίδραση της επιφάνειας επαφής ενός αντιδρώντος στην ταχύτητα μιας αντίδρασης, με αναφορά στη θεωρία των συγκρούσεων.

.....  
.....  
.....

Επιβεβαιώνεται η πρόβλεψή σας; Εξηγήστε.

.....  
.....



**ΠΕΙΡΑΜΑ 4 Επίδραση της μεταβολής της συγκέντρωσης διαλύματος στην ταχύτητα μιας αντίδρασης - Ρολόι ιωδίου**

1. Να παρασκευάσετε υδατικό διάλυμα ιωδικού καλίου,  $\text{KIO}_3$  0,02 M, διαλύοντας περίπου 1 g  $\text{KIO}_3$  σε 250 mL αποσταγμένου νερού (Διάλυμα A).
2. Να παρασκευάσετε υδατικό διάλυμα όξινου θειώδους νατρίου,  $\text{NaHSO}_3$  0,04 M διαλύοντας περίπου 1 g  $\text{NaHSO}_3$  σε 250 mL αποσταγμένου νερού. Στη συνέχεια να προσθέσετε περίπου 1 g άμυλο (Διάλυμα B).
3. Σε τέσσερα ποτήρια ζέσεως των 100 mL, προσθέστε αντίστοιχα 30 mL διαλύματος A (ποτήρι 1), 25 mL διαλύματος A και 5 mL  $\text{H}_2\text{O}$  (ποτήρι 2), 20 mL διαλύματος A και 10 mL  $\text{H}_2\text{O}$  (ποτήρι 3) και 15 mL διαλύματος A και 15 mL  $\text{H}_2\text{O}$  (ποτήρι 4).
4. Στη συνέχεια προσθέστε σε κάθε ποτήρι ζέσεως (1 – 4) από 20 mL διαλύματος B.
5. Μετρήστε τον χρόνο μέχρι εμφάνισης πρώτης μόνιμης μεταβολής και συμπληρώστε τον πιο κάτω πίνακα:

| Ποτήρι ζέσεως | Χρόνος αντίδρασης, sec |
|---------------|------------------------|
| 1             |                        |
| 2             |                        |
| 3             |                        |
| 4             |                        |

6. Να καταγράψετε τις παρατηρήσεις σας.  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....
7. Να καταγράψετε τα συμπεράσματά σας, με αναφορά στη θεωρία των συγκρούσεων.  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

---

## ΕΡΓΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΣΠΙΤΙ

---

Να γράψετε εργαστηριακή αναφορά για τα πειράματα που πραγματοποιήσατε.

---

### Ανάλυση-Ερμηνεία των αποτελεσμάτων

---

1. Να εξηγήσετε τις πιο κάτω δηλώσεις:
  - α) Τα φαγητά αλλοιώνονται πιο γρήγορα στους 40 °C σε σύγκριση με φαγητά που αποθηκεύονται στους 0 °C.
  - β) Οι οργανισμοί που διατηρούν τη θερμοκρασία τους σταθερή στους 37 °C είναι δραστήριοι σε όλες τις εποχές του χρόνου, ενώ οι οργανισμοί που δεν μπορούν να ρυθμίσουν τη θερμοκρασία τους τον χειμώνα πέφτουν σε χειμέρια νάρκη.
  - γ) Σκόνη μαγνησίου αντιδρά γρηγορότερα με διάλυμα θειικού οξέος, από ταινία μαγνησίου της ίδιας μάζας.
  - δ) Η αντίδραση μεταξύ ανθρακικού ασβεστίου και υδροχλωρικού οξέος, επιταχύνεται αν προστεθεί λίγο πυκνό HCl.
  - ε) Οι νεκροί οργανισμοί αποσυντίθενται γρηγορότερα στην έρημο σε σύγκριση με τις χώρες της βόρειας Ευρώπης.



## ΧΗΜΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

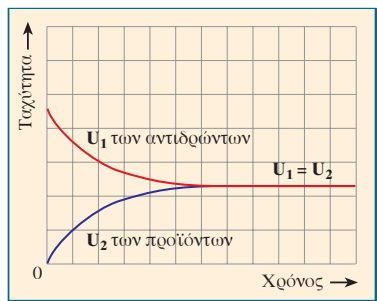
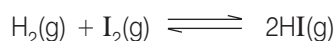
### Παράγοντες που επηρεάζουν τη θέση της χημικής ισορροπίας

Ημερομηνία πραγματοποίησης εργαστηριακής άσκησης .....

#### Εισαγωγή

Πολλές από τις χημικές αντιδράσεις οδηγούνται σε συμπλήρωση. Αυτό σημαίνει πως η αντίδραση συνεχίζεται μέχρι που ολόκληρη η ποσότητα των αντιδρώντων σωμάτων μετατρέπεται σε προϊόντα. Όταν αυτό συμβεί, τότε η αντίδραση σταματά. Τέτοιες αντιδράσεις ονομάζονται **ποσοτικές** ή ολικές και πραγματοποιούνται μόνο προς μια κατεύθυνση, από τα αντιδρώντα προς τα προϊόντα.

Εκτός από τις ποσοτικές αντιδράσεις υπάρχουν αντιδράσεις που κάτω από ορισμένες συνθήκες πραγματοποιούνται και από τις δύο κατευθύνσεις. Δηλαδή τα προϊόντα, καθώς σχηματίζονται, αντιδρούν μεταξύ τους για να ξαναδώσουν τα αντιδρώντα. Οι αντιδράσεις αυτές ονομάζονται **αμφίδρομες**. Π.χ.



Σε μια αμφίδρομη αντίδραση που πραγματοποιείται σε κλειστό σύστημα (χωρίς απώλεια προς το περιβάλλον) η ταχύτητα σχηματισμού των προϊόντων είναι αρχικά μεγάλη και συνεχώς ελαττώνεται.

Σε κάποια χρονική στιγμή η ταχύτητα σχηματισμού των προϊόντων είναι ίση με την ταχύτητα σχηματισμού των αντιδρώντων. Η κατάσταση αυτή ονομάζεται **χημική ισορροπία**. Η χημική ισορροπία είναι μορφή δυναμικής ισορροπίας, επειδή οι αντιδράσεις δεν σταματούν, αλλά συνεχίζουν να πραγματοποιούνται με την ίδια ακριβώς ταχύτητα.

Η χημική ισορροπία καθορίζεται από παράγοντες, όπως είναι η συγκέντρωση των αντιδρώντων και των προϊόντων, η θερμοκρασία και η πίεση, στην περίπτωση των αερίων.

Όταν ένας από τους πιο πάνω παράγοντες μεταβληθεί, τότε η χημική ισορροπία του συστήματος διαταράσσεται και η αντίδραση μετατοπίζεται προς τα δεξιά ή τα αριστερά με τρόπο ώστε να εξουδετερωθεί η μεταβολή και να αποκατασταθεί η χημική ισορροπία.

Στην εργασία αυτή θα μελετηθούν μερικές αμφίδρομες αντιδράσεις σε κατάσταση χημικής ισορροπίας καθώς επίσης και οι παράγοντες που επηρεάζουν τη θέση της ισορροπίας του συστήματος.

**Σκοπός της εργαστηριακής αυτής άσκησης είναι η εμπέδωση της έννοιας της χημικής ισορροπίας και της εφαρμογής της αρχής του Le Chatelier σε διάφορα χημικά συστήματα που υφίστανται αλλαγές στις συγκεντρώσεις και θερμοκρασία.**

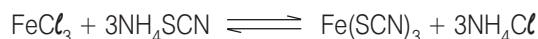
## ΤΙ ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ

| Όργανα - υλικά   | Χημικές ουσίες   |
|--|--|
| δοκιμαστικοί σωλήνες<br>ποτήρι ζέσεως 250 ml<br>ποτήρι ζέσεως 100 mL<br>ογκομετρικός κύλινδρος 10 mL<br>λύχνος, πλέγμα, τριπόδι<br>ξύλινη λαβίδα, υδρόλουτρο, παγάκια<br>αναδευτήρας | <b>Διαλύματα:</b> αποσταγμένο νερό<br><b>0,1 M:</b> $\text{FeCl}_3$ , $\text{CuSO}_4$ ,<br>$\text{NaCl}$ κορεσμένο<br><b><math>\text{NH}_4\text{SCN}</math> 0,5 M</b><br><b><math>\text{NaOH}</math> 2 M</b><br>κυανούν της βρωμοθυμόλης |

### ΠΕΙΡΑΜΑ 1 Επίδραση της μεταβολής της συγκέντρωσης και της θερμοκρασίας στη θέση της χημικής ισορροπίας

Αντίδραση μεταξύ ιόντων σιδήρου,  $\text{Fe}^{3+}$  και θειοκυανιούχων ιόντων,  $\text{SCN}^-$

Τα ενυδατωμένα κατιόντα  $\text{Fe}^{3+}$  σε διάλυμα  $\text{FeCl}_3$  αντιδρούν με τα ανιόντα  $\text{SCN}^-$  σε διάλυμα  $\text{NH}_4\text{SCN}$  σύμφωνα με την ακόλουθη χημική εξίσωση.



Η αντίδραση είναι αμφίδρομη.

1. Καταγράψτε τα χρώματα των διαλυμάτων:

- α) Χλωριούχου αμμωνίου,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  .....
- β) Χλωριούχου σιδήρου (III),  $\text{FeCl}_3$  .....
- γ) Θειοκυανιούχου αμμωνίου,  $\text{NH}_4\text{SCN}$  .....
- Σε ποια ιόντα οφείλεται το χρώμα του διαλύματος του χλωριούχου σιδήρου (III),  $\text{FeCl}_3$ ;

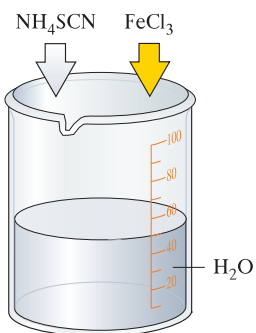
.....

2. Μεταφέρετε 48 mL νερού σε ποτήρι ζέσεως των 100 mL και προσθέστε 1 mL διαλύματος θειοκυανιούχου αμμωνίου,  $\text{NH}_4\text{SCN}$  και 1 mL διαλύματος χλωριούχου σιδήρου (III),  $\text{FeCl}_3$ .

3. Αναδεύστε καλά για πλήρη ανάμιξη των διαλυμάτων.

- Τι χρώμα έχει το διάλυμα που προκύπτει από την ανάμιξη;
- .....
- Σε ποιο ιόν οφείλεται το χαρακτηριστικό χρώμα του μίγματος;

.....



4. Σε πέντε δοκιμαστικούς σωλήνες (Α, Β, Γ, Δ και Ε) μεταφέρετε στον καθένα 1 mL από το μίγμα του ποτηριού που έχει προκύψει από την πιο πάνω χημική αντίδραση.
5. Στον κάθε δοκιμαστικό σωλήνα προσθέστε την ουσία που αναφέρεται στον πίνακα 4.1. Στη συνέχεια συμπληρώστε τον πίνακα. Τον σωλήνα Ε κρατήστε τον ως δείγμα αναφοράς.

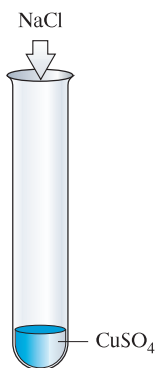
**ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1 Επίδραση της συγκέντρωσης και της θερμοκρασίας στη θέση της χημικής ισορροπίας**

| Σωλήνας | Ουσία που προστίθεται              | Χρωματική μεταβολή που παρατηρείται | Παράγοντας που μεταβάλλεται | Μετατόπιση θέσης χημικής ισορροπίας (δεξιά-αριστερά) |
|---------|------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|--|
| Α       | 5 mL νερού                         |                                     |                             |  |
| Β       | 5 mL $\text{FeCl}_3$               |                                     |                             |  |
| Γ       | 5 mL $\text{NH}_4\text{SCN}$       |                                     |                             |  |
| Δ       | θέρμανση για 5 λεπτά σε υδρόλουτρο |                                     |                             |  |

6. Δηλώστε εάν η αντίδραση που μελετάτε είναι ενδόθερμη ή εξώθερμη. Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

.....  
 .....  
 .....

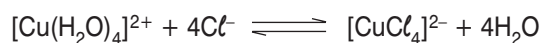
7. Να εξηγήσετε την απάντησή σας σύμφωνα με την Αρχή του Le Chatelier.



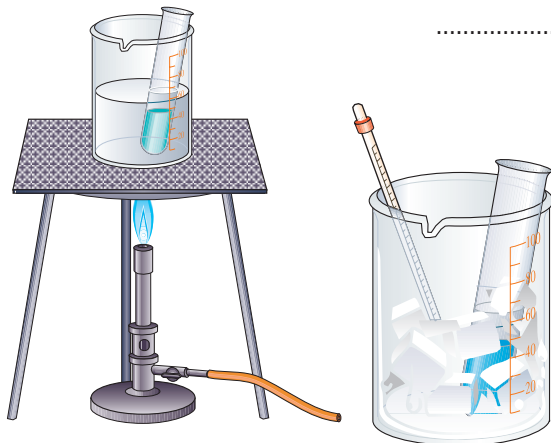
**ΠΕΙΡΑΜΑ 2 Επίδραση της μεταβολής της θερμοκρασίας στη θέση της χημικής ισορροπίας**

**Αντίδραση μεταξύ των ιόντων της χαλκοτετραϋδρίνης,  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$  και ιόντων χλωρίου,  $\text{Cl}^-$**

Στα υδατικά διαλύματα αλάτων του χαλκού (II) τα κατιόντα του χαλκού είναι ενυδατωμένα με τέσσερα μόρια  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$  και έχουν χαρακτηριστικό γαλάζιο χρώμα. Στην παρουσία ιόντων  $\text{Cl}^-$  τα μόρια του  $\text{H}_2\text{O}$  αντικαθίστανται από  $\text{Cl}^-$  και σχηματίζεται το σύμπλοκο ιόν  $[\text{CuCl}_4]^{2-}$  που έχει πράσινο χρώμα, σύμφωνα με τη χημική εξίσωση (ιοντική μορφή):



1. Καταγράψτε το χρώμα του διαλύματος, του θειικού χαλκού (II),  $\text{CuSO}_4$



2. Μεταφέρετε 5 mL διαλύματος θειικού χαλκού (II),  $\text{CuSO}_4$  σε δοκιμαστικό σωλήνα και προσθέστε 0,5 g στερεού χλωριούχου νατρίου,  $\text{NaCl}$ . Αναδεύστε μέχρι να διαλυθεί όλη η ποσότητα του στερεού.

Τι παρατηρείτε;

3. Θερμάνετε τον δοκιμαστικό σωλήνα σε υδρόλουτρο και στη συνέχεια ψύξετέ το σε ποτήρι με παγωμένο νερό (παγάκια).

Καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας στον πίνακα 4.2

**ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2 Επίδραση της μεταβολής της θερμοκρασίας στη θέση της χημικής ισορροπίας**

| Πειραματική κίνηση | Χρώμα διαλύματος | Παράγοντας που μεταβλήθηκε | Μετάθεση της χημικής ισορροπίας (δεξιά-αριστερά) |
|--------------------|------------------|----------------------------|--|
| Ψύξη               |                  |                            |  |
| Θέρμανση           |                  |                            |  |

4. Δηλώστε εάν η αντίδραση που μελετάτε είναι ενδόθερμη ή εξώθερμη. Δικαιολογήστε την απάντησή σας σύμφωνα με την Αρχή του Le Chatelier.

.....

.....

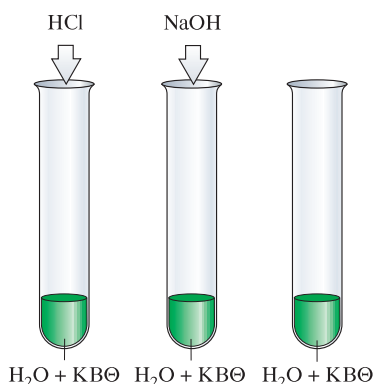
.....

.....

.....

.....

### ΠΕΙΡΑΜΑ 3 Διάσταση του δείκτη κυανού της βρωμοθυμόλης



Ο δείκτης κυανού της βρωμοθυμόλης είναι ένα πολύ ασθενές οργανικό οξύ και ο ιοντισμός του στο νερό παριστάνεται ως εξής:



Το χρώμα των μορίων του δείκτη  $\text{H}\Delta$  είναι κίτρινο, ενώ το χρώμα των ιόντων  $\Delta^-$  είναι μπλε. Το χρώμα του υδατικού διαλύματος του δείκτη είναι πράσινο (ενδιάμεσο χρώμα).

1. Σε τρεις (3) δοκιμαστικούς σωλήνες (A, B και Γ) μεταφέρετε στον καθένα 5 mL νερού και 3 σταγόνες δείκτη κυανού της βρωμοθυμόλης (ουδέτερο διάλυμα).
2. Προσθέστε στους δοκιμαστικούς σωλήνες A και B την ουσία που αναγράφεται στον πίνακα 4.3. Τον σωλήνα Γ κρατήστε τον ως δείγμα αναφοράς.
3. Καταγράψτε στον πίνακα 4.3 τις παρατηρήσεις σας.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3** Επίδραση οξέος και βάσης στη θέση της χημικής ισορροπίας της διάστασης του δείκτη κυανού της βρωμοθυμόλης

| Δοκιμαστικός Σωλήνας | Ουσία που προστίθεται στο κυανού της βρωμοθυμόλης | Χρώμα του διαλύματος | Μεταβολή της συγκέντρωσης ( $\text{H}^+$ ) | Μετάθεση της χημικής ισορροπίας (δεξιά-αριστερά) |
|----------------------|---|----------------------|--|--|
| A                    | 3 σταγόνες $\text{HCl}$ 2 M                       |                      |  |  |
| B                    | 3 σταγόνες $\text{NaOH}$ 2 M                      |                      |  |  |

4. Καταγράψτε τα συμπεράσματά σας με αναφορά στη μετατόπιση της θέσης της χημικής ισορροπίας, σύμφωνα με την Αρχή του Le Chatelier.

.....

.....

.....

.....



---

## ΕΡΓΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΣΠΙΤΙ

---

Να γράψετε εργαστηριακή αναφορά για τα πειράματα που πραγματοποιήσατε.

---

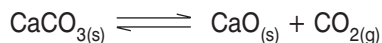
### Ανάλυση-Ερμηνεία των αποτελεσμάτων

---

1. Ορίστε τις αμφίδρομες και τις ποσοτικές αντιδράσεις.
2. Γιατί η χημική ισορροπία χαρακτηρίζεται ως δυναμική ισορροπία;
3. α) Ποιοι παράγοντες μπορούν να μεταθέσουν τη θέση της χημικής ισορροπίας σε μια αμφίδρομη αντίδραση;  
β) Από τους παράγοντες αυτούς ποιους έχετε μελετήσει σ' αυτή την πειραματική εργασία;
4. Πώς θα επιδρούσε η μεταβολή της πίεσης στη θέση της χημικής ισορροπίας των χημικών αντιδράσεων που έχετε μελετήσει; Να εξηγήσετε την απάντησή σας.
5. Σε μια αμφίδρομη αντίδραση τα αντιδρώντα έχουν κόκκινο χρώμα, ενώ τα προϊόντα είναι άχρωμα.

Όταν η θερμοκρασία στο πιο πάνω σύστημα αυξάνεται, παρατηρείται τάση αποχρωματισμού του διαλύματος. Να δηλώσετε εάν η αντίδραση είναι εξώθερμη ή ενδόθερμη, δίνοντας την κατάλληλη εξήγηση, σύμφωνα με την Αρχή του Le Chatelier.

6. Δίνεται η χημική ισορροπία:



Η προσθήκη ποσότητας στερεού ανθρακικού ασβεστίου,  $\text{CaCO}_3$ , μεταβάλλει τη θέση της χημικής ισορροπίας; Εξηγήστε την απάντησή σας.

## Ηλεκτρολύτες

Ημερομηνία πραγματοποίησης εργαστηριακής άσκησης .....

### Εισαγωγή



Ηλεκτρολύτες είναι ουσίες των οποίων τα τήγματα ή τα υδατικά διαλύματα παρουσιάζουν ηλεκτρική αγωγιμότητα.

Όλα τα διαλύματα των ευδιάλυτων ιοντικών ενώσεων είναι ηλεκτρολύτες, όπως π.χ.  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Kl}$ ,  $\text{CaCl}_2$ . Από τις ομοιοπολικές ενώσεις, μόνο τα διαλύματα όσων έχουν πολωμένο μόριο παρουσιάζουν ηλεκτρική αγωγιμότητα, όπως π.χ. διάλυμα  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Όλα τα υδατικά διαλύματα των ευδιάλυτων βάσεων είναι ηλεκτρολύτες, όπως π.χ.  $\text{NaOH}$ .

Η αγωγιμότητά τους οφείλεται στο ότι οι ιοντικές ενώσεις όταν διαλυθούν στο νερό δίδονται και οι ομοιοπολικές όταν διαλυθούν στο νερό ιοντίζονται.

Οι ηλεκτρολύτες χαρακτηρίζονται ως ισχυροί και ασθενείς ηλεκτρολύτες, ανάλογα με το ποσοστό διάστασης/ιοντισμού τους σε ιόντα.

**Ισχυροί ηλεκτρολύτες:** Χαρακτηρίζονται όσες ενώσεις δίδονται/ιοντίζονται πλήρως στα ιόντα τους. Π.χ.  $\text{NaCl}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{NaOH}$ .

**Ασθενείς ηλεκτρολύτες:** Χαρακτηρίζονται όσες ενώσεις ιοντίζονται μερικώς στα ιόντα τους. Π.χ.  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{NH}_3$ .

**Μη ηλεκτρολύτες:** Χαρακτηρίζονται όσες ενώσεις δεν ιοντίζονται καθόλου, και επομένως τα υδατικά τους διαλύματα δεν είναι αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος. Π.χ. γλυκόζη, αιθανόλη.

Στην άσκηση αυτή, ως κριτήριο αγωγιμότητας λαμβάνεται η ένταση της φωτοβολίας λαμπτήρα στο κατάλληλο ηλεκτρικό κύκλωμα ή η ένδειξη ευαίσθητου γαλβανόμετρου. Τα διαλύματα των ουσιών πρέπει να είναι της ίδιας μοριακότητας για να είναι δυνατή η σύγκριση.

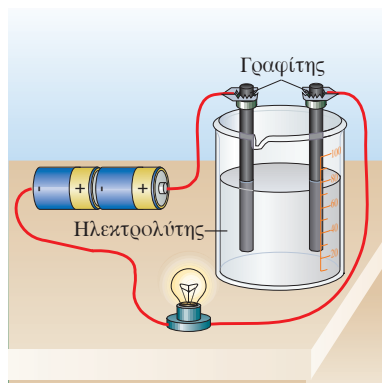


Η ένταση της φωτοβολίας ενός λαμπτήρα λαμβάνεται ως κριτήριο για την αγωγιμότητα των διαφόρων διαλυμάτων.

**Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η ταξινόμηση διαφόρων ουσιών σε μη ηλεκτρολύτες, σε ασθενείς και ισχυρούς ηλεκτρολύτες με μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας ισομοριακών διαλυμάτων.**

## ΤΙ ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ

| Όργανα   | Υλικά  |
|--|--|
| ηλεκτρική πηγή συνεχούς ρεύματος (μπαταρία),<br>γαλβανόμετρο ή λαμπτήρα,<br>ηλεκτρόδια γραφίτη,<br>σύρματα σύνδεσης,<br>ποτήρια ζέσεως | πετρέλαιο, αποσταγμένο νερό<br><b>Υδατικά Διαλύματα:</b> NaOH<br>HCl, CH <sub>3</sub> COOH, NH <sub>3</sub> , NaCl |



Συσκευή για ηλεκτρόλυση

### ΠΕΙΡΑΜΑ 1 Σύγκριση αγωγιμότητας ουσιών

1. Συναρμολογήστε τη συσκευή μέτρησης της αγωγιμότητας όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα.
2. Βυθίστε τα ηλεκτρόδια στην ουσία προς έλεγχο και καταγράψτε την ένταση της φωτοβολίας του λαμπτήρα (ισχυρή ένδειξη, ασθενής ένδειξη καμιά ένδειξη) ή την απόκλιση του γαλβανόμετρου (μεγάλη απόκλιση, μικρή απόκλιση, καμιά απόκλιση).
3. Πριν από κάθε νέα μέτρηση, να ξεπλένετε τα ηλεκτρόδια με αποσταγμένο νερό.
4. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα μέτρησης της αγωγιμότητας των ουσιών ή της ένδειξης του λαμπτήρα, να χαρακτηρίσετε την κάθε ουσία ως ισχυρό, ασθενή ή μη ηλεκτρολύτη στον πίνακα που ακολουθεί.

### ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1

| Ουσία                     | Ένδειξη λαμπτήρα ή γαλβανόμετρου | Χαρακτηρισμός ουσίας ως ισχυρός, ασθενής ή μη ηλεκτρολύτης |
|---------------------------|----------------------------------|--|
| NH <sub>3</sub> (aq)      |                                  |  |
| CH <sub>3</sub> COOH (aq) |                                  |  |
| HCl (aq)                  |                                  |  |
| NaOH (aq)                 |                                  |  |
| NaCl (aq)                 |                                  |  |
| πετρέλαιο (ℓ)             |                                  |  |

---

## ΕΡΓΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΣΠΙΤΙ

---

Να γράψετε εργαστηριακή αναφορά για τα πειράματα που πραγματοποιήσατε.

---

### Ανάλυση-Ερμηνεία των αποτελεσμάτων

---

1. Με βάση τα αποτελέσματα των μετρήσεων, κατατάξτε τις ουσίες σε ισχυρούς, ασθενείς και μη ηλεκτρολύτες.
2. Με αναφορά στην ηλεκτρολυτική διάσπαση/ιοντισμό των υδατικών διαλυμάτων  $\text{HCl}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  και  $\text{NH}_3$ , να δικαιολογήσετε τα αποτελέσματα της αγωγιμότητάς τους.
3. Να εξηγήσετε τον λόγο που χρησιμοποιήθηκαν υδατικά διαλύματα των ουσιών και όχι καθαρές ουσίες, όπως για παράδειγμα στερεό υδροξείδιο του νατρίου,  $\text{NaOH}$  ή υγρό  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .
4. Να προβλέψετε την αγωγιμότητα των πιο κάτω, δίνοντας και τις κατάλληλες εξηγήσεις.
  - υγροποιημένο υδροχλώριο
  - στερεό χλωριούχο νάτριο
  - τήγμα κιτρικού οξέος (ασθενές οργανικό οξύ)
  - τήγμα υδροξειδίου του νατρίου
5. Δίνονται τα ακόλουθα ισομοριακά υδατικά διαλύματα:  
 $\text{NaOH}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  και  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 
  - α) Να δηλώσετε ποιο διάλυμα έχει τα περισσότερα και ποιο τα λιγότερα ιόντα.
  - β) Να εξηγήσετε την απάντησή σας, γράφοντας και τις αντίστοιχες χημικές εξισώσεις.



Σύμφωνα με τη θεωρία του Arrhenius, οξέα είναι οι ουσίες οι οποίες ιοντίζονται στο νερό και δίνουν κατιόντα υδρογόνου, H<sup>+</sup>.

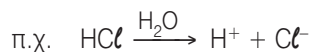
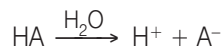
## Οξέα - Βάσεις

Ημερομηνία πραγματοποίησης εργαστηριακής άσκησης .....

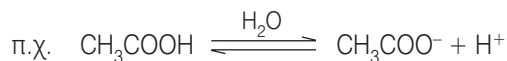
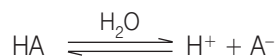
### Εισαγωγή

Τα οξέα ανήκουν στους ηλεκτρολύτες. Ιοντίζονται στο νερό και δίνουν κατιόντα υδρογόνου, H<sup>+</sup>.

- Αν ο ιοντισμός ενός οξέος είναι πλήρης, χαρακτηρίζεται **ισχυρό οξύ**.

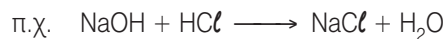


- Αν ο ιοντισμός ενός οξέος είναι μερικός, χαρακτηρίζεται **ασθενές οξύ**.



Όλα τα οξέα, ισχυρά και ασθενή, παρουσιάζουν ορισμένες κοινές ιδιότητες:

- Έχουν όξινη γεύση.
- Επιδρούν στο χρώμα των δεικτών με τον ίδιο τρόπο.
- Αντιδρούν και εξουδετερώνουν ουσίες με βασικό χαρακτήρα



- Αντιδρούν με ανθρακικά άλατα και παράγουν διοξείδιο του άνθρακα



- Αντιδρούν με τα μέταλλα. Το αποτέλεσμα της αντίδρασης εξαρτάται από παράγοντες όπως:

\* τη συγκέντρωση του οξέος

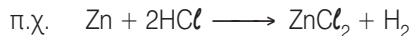
\* τη δραστικότητα του μετάλλου.

Η αντίδραση οξέος με τα πολύ δρα-  
στικά μέταλλα, όπως K, Na, Ba, Ca,  
είναι πολύ έντονη και βίαιη.

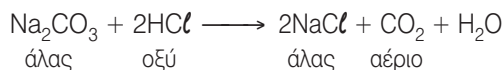
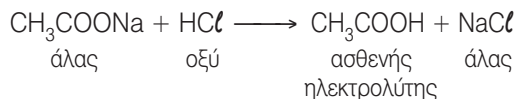
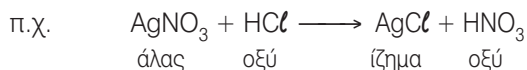
ΠΟΤΕ δεν πραγματοποιούμε πείρα-  
μα επίδρασης οξέος σε πολύ δρα-  
στικό μέταλλο.

Σύμφωνα με τη θεωρία του Arrhenius,  
βάσεις είναι οι ουσίες οι οποίες δι-  
στανται/ιοντίζονται στο νερό και δίνουν  
ανιόντα υδροξυλίου, OH<sup>-</sup>.

Τα μη διασπώμενα οξέα, όπως το υδροχλωρικό οξύ, το αραιό θειικό οξύ, το οξικό οξύ, αντιδρούν με μέταλλα πιο δραστικά από το υδρογόνο, και παρά-  
γουν αέριο υδρογόνο.

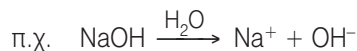
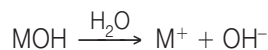


- Τα οξέα αντιδρούν με τα άλατα μόνο εάν παράγεται ίζημα, ασθενής ηλεκτρολύτης ή κάποιο αέριο.

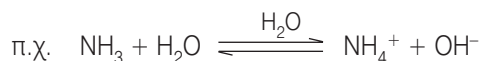
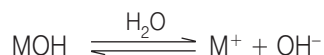


Οι βάσεις ανήκουν στους ηλεκτρολύτες. Δίστανται/ιοντίζονται στο νερό και δίνουν ανιόντα υδροξυλίου.

- Αν η διάσταση μιας βάσης είναι πλήρης, χαρακτηρίζεται **ισχυρή βάση**.

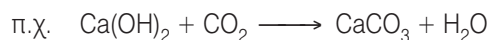
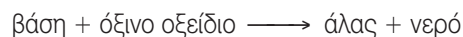
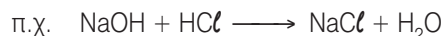


- Αν ο ιοντισμός μιας βάσης είναι μερικός, χαρακτηρίζεται **ασθενής βάση**.



Όλες οι βάσεις, ισχυρές και ασθενείς, παρουσιάζουν ορισμένες κοινές ιδιότητες:

- Έχουν σαπωνοειδή γεύση και γλοιώδη υφή.
- Επιδρούν στο χρώμα των δεικτών με τον ίδιο τρόπο.
- Αντιδρούν και εξουδετερώνουν ουσίες με όξινο χαρακτήρα (οξέα και όξινα οξείδια).





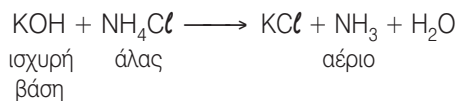
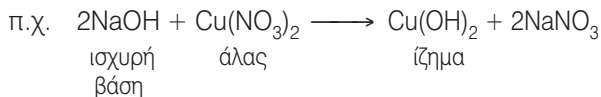
Τα προϊόντα οικιακού καθαρισμού, όπως είναι τα ξεβουλωτικά, τα υγρά καθαρισμού με αμμωνία, τα καθαριστικά φούρων καθώς επίσης και φαρμακευτικά παρασκευάσματα για τις ξινίλες του στομάχου, όπως είναι το γάλα μαγνησίας, είναι όλα ουσίες που περιέχουν βάσεις.

Τα υδροξείδια των μετάλλων είναι βάσεις. Ορισμένα υδροξείδια των μετάλλων είναι ευδιάλυτα στο νερό, όπως το NaOH, KOH.

Ορισμένα υδροξείδια των μετάλλων είναι δυσδιάλυτα στο νερό, π.χ. Mg(OH)<sub>2</sub>, Fe(OH)<sub>2</sub>, Fe(OH)<sub>3</sub>, Al(OH)<sub>3</sub>, Cu(OH)<sub>2</sub>.

Η αμμωνία, NH<sub>3</sub>, είναι αέριο και έχει μεγάλη διαλυτότητα στο νερό. Στα διαλύματά της ιοντίζεται μερικώς και ανήκει στις ασθενείς βάσεις.

Οι ισχυρές βάσεις αντιδρούν με άλατα ασθενέστερων βάσεων, εάν παράγεται ίζημα, ασθενής ηλεκτρολύτης ή κάποιο αέριο.



**Σκοπός της εργασίας αυτής είναι:**

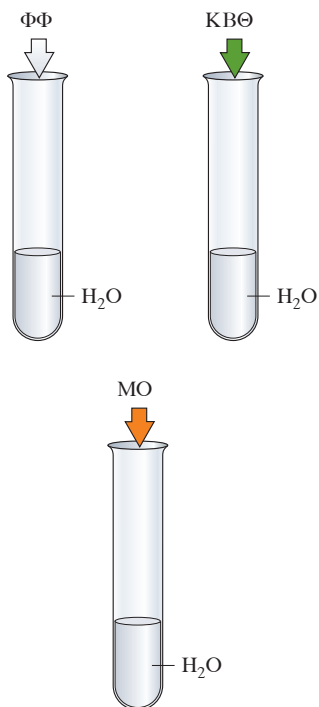
- να εξασκηθούν οι μαθητές στη διεξαγωγή και ακριβή παρατήρηση αντιδράσεων (χρώμα, ίζημα, αέριο)
- να γνωρίσουν τις ιδιότητες και τις χαρακτηριστικές αντιδράσεις των οξέων και των βάσεων, γράφοντας σωστά και τις αντίστοιχες χημικές εξισώσεις
- να σχεδιάζουν και να πραγματοποιούν πειράματα
- τήρηση κανόνων ασφαλείας

#### ΤΙ ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ

| Όργανα   | Υλικά  |
|--|--|
| δοκιμαστικοί σωλήνες, λύχνος, υδροβολέας, κοχλιάριο καύσης, σπάτουλα, κύλινδρος καύσης, πώματα, εύκαμπτο πλαστικό σωλήνα, διηθητικό χαρτί, κερί, στηρίγματα δοκιμαστικών σωλήνων, χωνί, κωνική φιάλη, γυάλινη ράβδος | <b>Πυκνά διαλύματα:</b> H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , NH <sub>3</sub> , HCl<br><b>Υδατικά διαλύματα 2 M:</b> HCl, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , HNO <sub>3</sub> , CH <sub>3</sub> COOH, NaOH, Ca(OH) <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub><br><b>Υδατικά διαλύματα 0,2 M:</b> AgNO <sub>3</sub> , BaCl <sub>2</sub> , Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub><br><b>Στερεά:</b> Mg, Zn, Cu, CH <sub>3</sub> COONa, Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , NaCl, NH <sub>4</sub> Cl<br><b>Διαλύματα δεικτών:</b> φαινολοφθαλεΐνη, ηλιανθίνη, κυανού της βρωμοθυμόλης |



**ΠΕΙΡΑΜΑ 1 Διάκριση οξέων από τις βάσεις με τη χρήση των δεικτών**



1. Να μεταφέρετε με υδροβολέα σε τρεις (3) δοκιμαστικούς σωλήνες (Α, Β, Γ) από 2-3 mL αποσταγμένου νερού και στη συνέχεια να προσθέσετε 4-5 σταγόνες από τους δείκτες φαινολοφθαλείνη, ΦΦ, κυανούν βρωμοθυμόλης, ΚΒΘ και ηλιανθίνη, ΜΟ, αντίστοιχα.
2. Να καταγράψετε τα χρώματα στον πίνακα που ακολουθεί.
3. Να προσθέσετε σε όλους τους δοκιμαστικούς σωλήνες μερικές σταγόνες διαλύματος υδροχλωρικού οξέος,  $\text{HCl}$  2 Μ. Να παρατηρήσετε την αλλαγή που έγινε και να γράψετε τα χρώματα στον πιο κάτω πίνακα.
4. Να μεταφέρετε με υδροβολέα σε τρεις (3) νέους δοκιμαστικούς σωλήνες (Α, Β, Γ) από 2-3 mL αποσταγμένου νερού, στη συνέχεια να προσθέσετε 4-5 σταγόνες από τους δείκτες ΦΦ, ΚΒΘ και ΜΟ αντίστοιχα. Ακολούθως να προσθέσετε σε όλους τους δοκιμαστικούς σωλήνες μερικές σταγόνες διαλύματος υδροξειδίου του νατρίου,  $\text{NaOH}$  2 Μ.
5. Να παρατηρήσετε την αλλαγή που έγινε και να γράψετε τα χρώματα στον πίνακα που ακολουθεί.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1 Τα χρώματα των δεικτών σε όξινο, βασικό και ουδέτερο περιβάλλον**

| Δοκιμαστ. Σωλήνας | Δείκτης | $\text{H}_2\text{O}$ | $\text{HCl}$ | $\text{NaOH}$ |
|-------------------|---------|----------------------|--------------|---------------|
| Α                 | ΦΦ      |                      |              |               |
| Β                 | ΚΒΘ     |                      |              |               |
| Γ                 | ΜΟ      |                      |              |               |

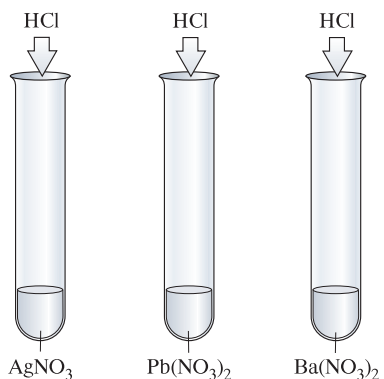
6. Πώς μπορούμε να διακρίνουμε πειραματικά τα οξέα από τις βάσεις με τη χρήση των δεικτών;

.....  
 .....

*Σημείωση:*

*Η πιο πάνω πειραματική δραστηριότητα προσφέρεται να γίνει και σε μικροκλίμακα.*

**ΠΕΙΡΑΜΑ 2 Επίδραση αραιού διαλύματος οξέος σε διαλύματα αλάτων - σχηματισμός ιζήματος**



1. Να μεταφέρετε σε δύο (2) δοκιμαστικούς σωλήνες (Α και Β) από 2-3 mL αντίστοιχα από τα διαλύματα νιτρικού αργύρου,  $\text{AgNO}_3$  και νιτρικού μολύβδου,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ . Να μεταφέρετε σε δύο (2) άλλους δοκιμαστικούς σωλήνες (Γ και Δ) από 2-3 mL διαλύματος νιτρικού βαρίου,  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ .
2. Να προσθέσετε στους τρεις (3) δοκιμαστικούς σωλήνες Α, Β και Γ από 2 – 3 σταγόνες διαλύματος υδροχλωρικού οξέος  $\text{HCl}$  2 M και στον σωλήνα Δ να προσθέσετε 2 – 3 σταγόνες διαλύματος θεικού οξέος,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
3. Να καταγράψετε τις παρατηρήσεις σας στον πίνακα που ακολουθεί.

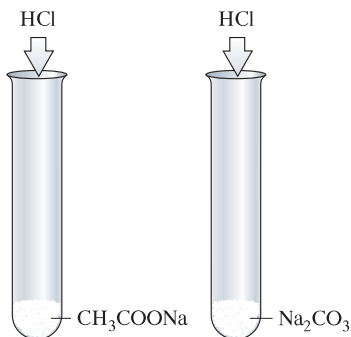
**ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2**

| Δοκιμαστ. Σωλήνας | Διάλυμα Άλατος             | Οξύ                     | Παρατήρηση (ίζημα - χρώμα) |
|-------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------------|
| A                 | $\text{AgNO}_3$            | HCl                     |                            |
| B                 | $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ |                         |                            |
| Γ                 | $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ |                         |                            |
| Δ                 | $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ | $\text{H}_2\text{SO}_4$ |                            |

4. Σε ποιους δοκιμαστικούς σωλήνες πραγματοποιήθηκε αντίδραση;  
.....
5. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις που πραγματοποιούνται.  
.....  
.....  
.....
6. Να γράψετε το συμπέρασμά σας.  
.....  
.....

Σημείωση:

Η πιο πάνω πειραματική δραστηριότητα προσφέρεται να γίνει και σε μικροκλίμακα.

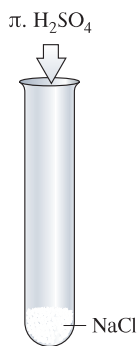


**ΠΕΙΡΑΜΑ 3 Επίδραση αραιού διαλύματος οξέος σε άλατα - σχηματισμός αερίου ή ασθενούς ηλεκτρολύτη**

1. Να τοποθετήσετε με τη σπάτουλα σε δύο (2) δοκιμαστικούς σωλήνες (A και B) μικρή ποσότητα αντίστοιχα από τα στερεά άλατα: οξικό νάτριο,  $\text{CH}_3\text{COONa}$  και ανθρακικό νάτριο,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .
2. Να προσθέσετε 1 – 2 mL διαλύματος υδροχλωρικού οξέος,  $\text{HCl}$  2 M στον δοκιμαστικό σωλήνα A.
  - Τι παρατηρείτε να συμβαίνει μέσα στον δοκιμαστικό σωλήνα;  
.....  
.....
3. Να προσθέσετε 1 – 2 mL διαλύματος υδροχλωρικού οξέος,  $\text{HCl}$  2 M στον δοκιμαστικό σωλήνα B.
  - Τι παρατηρείτε να συμβαίνει μέσα στον δοκιμαστικό σωλήνα;  
.....
4. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις που πραγματοποιούνται στους δύο δοκιμαστικούς σωλήνες.  
.....  
.....
5. Να γράψετε το συμπέρασμά σας.  
.....  
.....  
.....

**ΠΕΙΡΑΜΑ 4 Πειραματική ανίχνευση του αερίου  $\text{CO}_2$**

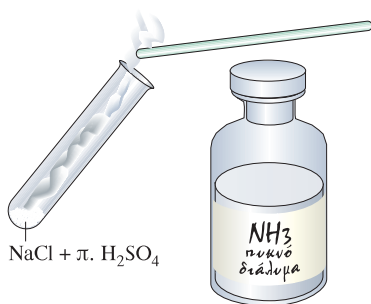
1. Να επαναλάβετε το Πείραμα 3 και να συλλέξετε με εύκαμπτο πλαστικό σωλήνα το αέριο διοξείδιο του άνθρακα,  $\text{CO}_2$ , που ελευθερώνεται και να το διοχετεύσετε σε δοκιμαστικό σωλήνα που περιέχει διαυγές διάλυμα υδροξειδίου του ασβεστίου,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (πρόσφατα παρασκευασμένο).
  - Τι παρατηρείτε να συμβαίνει μέσα στον δοκιμαστικό σωλήνα;  
.....
2. Να γράψετε τη χημική εξίσωση που πραγματοποιείται.  
.....



### ΠΕΙΡΑΜΑ 5 Επίδραση οξέων σε άλατα - Σχηματισμός αερίου

#### Επίδειξη – Εστία

1. Να τοποθετήσετε, με σπάτουλα, σε δοκιμαστικό σωλήνα μικρή ποσότητα χλωριούχου νατρίου, NaCl.
2. Να προσθέσετε 2 – 3 σταγόνες πυκνού θεικού οξέος,  $H_2SO_4$ .
  - Τι παρατηρείτε στον δοκιμαστικό σωλήνα;
  - .....
3. Να γράψετε τη χημική εξίσωση που πραγματοποιείται.
  - .....



### ΠΕΙΡΑΜΑ 6 Ανίχνευση του υδροχλωρίου, HCl

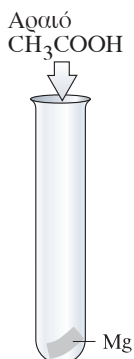
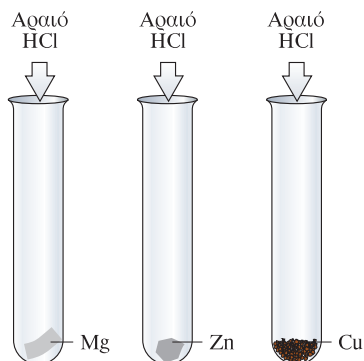
#### Α΄ τρόπος

1. Στο στόμιο του δοκιμαστικού σωλήνα του Πειράματος 5 να πλησιάσετε γυάλινη ράβδο την οποία έχετε βυθίσει σε πυκνή αμμωνία,  $NH_3$ .
  - Τι παρατηρείτε;
  - .....
2. Πού οφείλεται αυτή η μεταβολή;
  - .....
3. Να γράψετε τη χημική εξίσωση που πραγματοποιείται.
  - .....

#### Β΄ τρόπος

1. Στο στόμιο του δοκιμαστικού σωλήνα του Πειράματος 5 να πλησιάσετε διηθητικό χαρτί εμποτισμένο με δείκτη ηλιανθίνη ή κυανούν της βρωμοθυμόλης.
  - Τι παρατηρείτε;
  - .....
2. Πού οφείλεται αυτή η μεταβολή;
  - .....

### ΠΕΙΡΑΜΑ 7 Επίδραση αραιού διαλύματος οξέος σε μέταλλα



1. Να μεταφέρετε αντίστοιχα σε τρεις (3) δοκιμαστικούς σωλήνες (Α, Β και Γ) μικρή ποσότητα από τα ακόλουθα μέταλλα: μαγνήσιο, Mg, ψευδάργυρο, Zn και χαλκό, Cu. Σε τέταρτο δοκιμαστικό σωλήνα (Δ) να μεταφέρετε μικρή ποσότητα μαγνησίου.
2. Να προσθέσετε στους τρεις (3) δοκιμαστικούς σωλήνες (Α, Β και Γ) από 2 – 3 mL διαλύματος υδροχλωρικού οξέος HCl 2 M. Στον δοκιμαστικό σωλήνα Δ να μεταφέρετε 2 – 3 mL οξικού οξέος, CH<sub>3</sub>COOH 2 M.
3. Να καταγράψετε τις παρατηρήσεις σας στον πίνακα που ακολουθεί.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 6.3**

| Δοκιμαστ. Σωλήνας | Μέταλλο | Διάλυμα Οξέως        | Παρατήρηση |
|-------------------|---------|----------------------|------------|
| A                 | Mg      | HCl                  |            |
| B                 | Zn      |                      |            |
| Γ                 | Cu      |                      |            |
| Δ                 | Mg      | CH <sub>3</sub> COOH |            |

4. Ποιο μέταλλο αντιδρά με μεγαλύτερη ταχύτητα; Να εξηγήσετε πώς καταλήξατε στην απάντηση αυτή.  
.....
5. Ποιο μέταλλο δεν αντιδρά; Να εξηγήσετε πώς καταλήξατε στην απάντηση αυτή.  
.....
6. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις που πραγματοποιούνται.  
.....  
.....  
.....
7. Ποιο είναι το αέριο που ελευθερώνεται;  
.....
8. Σε ποιο γενικό συμπέρασμα καταλήγετε;  
.....  
.....  
.....

9. Να κατατάξετε τα μέταλλα που μελετήσατε σε σειρά δραστηριότητας σε σχέση με το υδρογόνο.

.....

### **ΠΕΙΡΑΜΑ 8 Πειραματική ανίχνευση του αερίου $H_2$**

1. Να πωματίσετε τον δοκιμαστικό σωλήνα Α στο πιο πάνω πείραμα.
2. Να πλησιάσετε αναμμένο κερι στο στόμιο του δοκιμαστικού σωλήνα.
3. Ποιο χαρακτηριστικό έχει η καύση του αερίου;

.....

4. Να γράψετε τη χημική εξίσωση που πραγματοποιείται.

.....

### **ΠΕΙΡΑΜΑ 9 Σχεδιασμός και πραγματοποίηση πειράματος παρασκευής της αμμωνίας (ασθενής βάση)**

1. Να τοποθετήσετε, με σπάτουλα, σε δοκιμαστικό σωλήνα μικρή ποσότητα χλωριούχου αμμωνίου,  $NH_4Cl$ .
2. Να προσθέσετε 2–3 mL διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου,  $NaOH$  2 M και να θερμάνετε ελαφριά τον δοκιμαστικό σωλήνα.

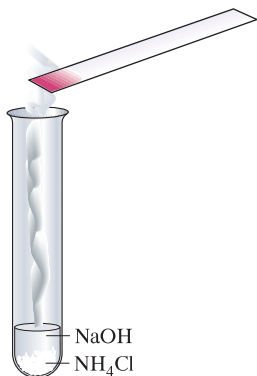
- Τι παρατηρείτε στον δοκιμαστικό σωλήνα;

.....

.....

3. Να γράψετε τη χημική εξίσωση που πραγματοποιείται.

.....



### **ΠΕΙΡΑΜΑ 10 Ανίχνευση της αμμωνίας, $NH_3$**

#### **Α' τρόπος**

1. Στο στόμιο του δοκιμαστικού σωλήνα στο πιο πάνω πείραμα, να πλησιάσετε γυάλινη ράβδο την οποία έχετε βυθίσει σε πυκνό υδροχλωρικό οξύ,  $HCl$ .

- Τι παρατηρείτε;

.....

2. Να γράψετε τη χημική εξίσωση που πραγματοποιείται.

.....

### Β' τρόπος

1. Στο στόμιο του δοκιμαστικού σωλήνα στο πιο πάνω πείραμα, να πλησιάσετε διηθητικό χαρτί εμποτισμένο με δείκτη φαινολοφθαλεΐνη.

- Τι παρατηρείτε;

.....

2. Πού οφείλεται αυτή η μεταβολή;

.....

---

## ΕΡΓΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΣΠΙΤΙ

---

Να γράψετε εργαστηριακή αναφορά για τα πειράματα που πραγματοποιήσατε.

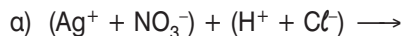
---

## Ανάλυση-Ερμηνεία των αποτελεσμάτων

---

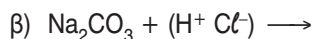
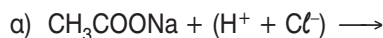
1. Γιατί δεν πρέπει σε καμιά περίπτωση να χρησιμοποιήσετε στις αντιδράσεις με οξέα πολύ ηλεκτροθετικά μέταλλα, όπως το νάτριο και το κάλιο;

2. Γράψτε τις χημικές αντιδράσεις του πειράματος 2 σε ιοντική μορφή:

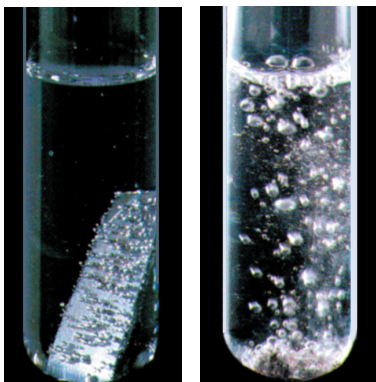


Να δηλώσετε την προϋπόθεση στην οποία οφείλεται η πραγματοποίηση κάθε μίας από τις πιο πάνω χημικές αντιδράσεις.

3. Συμπληρώστε τις αντιδράσεις του πειράματος 3 σε ιοντική μορφή:



Να δηλώσετε την προϋπόθεση, στην οποία οφείλεται η πραγματοποίηση της καθεμιάς από τις πιο πάνω χημικές αντιδράσεις.



Όσο πιο δραστικό είναι το μέταλλο τόσο πιο έντονα αντιδρά

4. Πώς είναι δυνατή η αναγνώριση του σχηματισμού οξικού οξέος σε μια χημική αντίδραση;
5. Σας δίνεται άχρωμο διάλυμα. Πώς θα διαπιστώσετε αν είναι διάλυμα οξέος ή βάσης;
6. Γιατί το διαυγές ασβεστόνερο πρέπει να είναι πρόσφατα παρασκευασμένο;
7. Στο πείραμα 9 ποιες άλλες ουσίες θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στη θέση:

α) του υδροξειδίου του νατρίου, NaOH

β) του χλωριούχου αμμωνίου,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .

Γράψτε τις σχετικές χημικές εξισώσεις.

8. Σε δοκιμαστικό σωλήνα που περιέχει 2-3 mL υδατικού διαλύματος νιτρικού αργύρου,  $\text{AgNO}_3$ , προστίθεται υδατικό διάλυμα  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

α) Να γράψετε τις παρατηρήσεις σας.

β) Να γράψετε τα συμπεράσματά σας.

γ) Να γράψετε τη χημική αντίδραση που πραγματοποιείται.



Όταν η αμμωνία έλθει σε επαφή με αέριο υδροχλώριο, σχηματίζονται λευκοί καπνοί.





## ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ Διακρίσεις χημικών ουσιών

Ημερομηνία πραγματοποίησης εργαστηριακής άσκησης .....

### Εισαγωγή

Οι διάφορες χημικές ουσίες μπορούν να διακριθούν μεταξύ τους από τα διαφορετικά αποτελέσματα που δίνουν με κάποιο κοινό αντιδραστήριο. Τα αποτελέσματα αυτά πρέπει να είναι εμφανή. Τις περισσότερες φορές αφορούν σχηματισμό ιζήματος, έκλυση αερίου, χρωματική αλλαγή, διαλυτότητα.

**Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να μπορούν οι μαθητές, με βάση τις γνώσεις που έχουν αποκομίσει, να επιλέγουν τα κατάλληλα αντιδραστήρια, για να διακρίνουν ουσίες μεταξύ τους.**

\* Η εργασία αυτή μπορεί να ανατεθεί και υπό μορφή εργασίας στο σπίτι.

### ΤΙ ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ

| Όργανα  | Υλικά  |
|---|--|
| δοκιμαστικοί σωλήνες,<br>ποτήρια ζέσεως,<br>λύχνος Bunsen,<br>ξύλινη λαβίδα<br>υδροβολέας | <b>Υδατικά διαλύματα:</b><br><b>2 M:</b> HCl, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , HNO <sub>3</sub><br><b>0,2 M:</b> BaCl <sub>2</sub> , Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub><br><b>Στερεά:</b> CaSO <sub>4</sub> , CaCO <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub> Cl,<br>NaCl |

1. Να επιλέξετε τα κατάλληλα αντιδραστήρια για να διακρίνετε τις ουσίες μεταξύ τους, στα ζεύγη που δίνονται πιο κάτω:
2. Σε δοκιμαστικούς σωλήνες που περιέχουν τις ουσίες του κάθε ζεύγους, να επιδράσετε με το κοινό αντιδραστήριο που έχετε επιλέξει.  
Οι δοκιμαστικοί σωλήνες θα φέρουν αριθμούς (1), (2)...., αλλά δεν θα γνωρίζετε ποιος σωλήνας περιέχει τη συγκεκριμένη ουσία.
3. Στο τέλος κάθε πειραματικής κίνησης, να καταγράψετε τις παρατηρήσεις σας και την ερμηνεία των παρατηρήσεων στον πίνακα αποτελεσμάτων 7.1.
4. Η πρώτη πειραματική κίνηση δίνεται ως παράδειγμα.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 7.1** Διάκριση χημικών ουσιών

| Ουσίες για διάκριση  | Κοινό αντιδραστήριο - παρατηρήσεις  | Ερμηνεία παρατηρήσεων  |
|--|---|--|
| δοκιμαστικός σωλήνας (1)<br>δοκιμαστικός σωλήνας (2)<br>πιθανά:<br>αρ. διαλ. HCl<br>αρ. διαλ. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | <i>Αντιδραστήριο: BaCl<sub>2</sub></i><br><i>Στον δοκιμαστικό σωλήνα (1) σχηματίζεται άσπρο ίζημα.</i><br><i>Στον δοκιμαστικό σωλήνα (2) δεν υπάρχει μεταβολή</i> | <i>Το άσπρο ίζημα είναι το BaSO<sub>4</sub>.</i><br><i>Άρα στον δοκιμαστικό σωλήνα (1) περιέχεται το H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></i><br>$Ba^{2+} + SO_4^{2-} \longrightarrow BaSO_4$ |

| Ουσίες για διάκριση  | Κοινό αντιδραστήριο - παρατηρήσεις | Ερμηνεία παρατηρήσεων |
|--|------------------------------------|-----------------------|
| δοκιμαστικός σωλήνας (3)<br>δοκιμαστικός σωλήνας (4)<br>πιθανά:<br>στερεό $\text{CaSO}_4$<br>στερεό $\text{CaCO}_3$                      |                                    |                       |
| δοκιμαστικός σωλήνας (5)<br>δοκιμαστικός σωλήνας (6)<br>πιθανά:<br>στερεό $\text{NaCl}$<br>στερεό $\text{NH}_4\text{Cl}$                 |                                    |                       |
| δοκιμαστικός σωλήνας (7)<br>δοκιμαστικός σωλήνας (8)<br>πιθανά:<br>στερεό $\text{NH}_4\text{NO}_3$<br>στερεό $\text{KNO}_3$              |                                    |                       |
| δοκιμαστικός σωλήνας (9)<br>δοκιμαστικός σωλήνας (10)<br>πιθανά:<br>διαλ. $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$<br>διαλ. $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ |                                    |                       |
| δοκιμαστικός σωλήνας (11)<br>δοκιμαστικός σωλήνας (12)<br>πιθανά:<br>διαλ. $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$<br>διαλ. $\text{BaCl}_2$           |                                    |                       |

## Υδατικά διαλύματα ηλεκτρολυτών pH (πε-χα)

Ημερομηνία πραγματοποίησης εργαστηριακής άσκησης .....

### Εισαγωγή

Όπως έχει αναφερθεί, οι ηλεκτρολύτες μέσα στο νερό διάστανται σε ιόντα, ανιόντα και κατιόντα.

Το νερό,  $H_2O$ , υφίσταται μια πολύ μικρή διάσπαση στα ιόντα του, στα κατιόντα υδρογόνου,  $H^+$  και στα ανιόντα υδροξυλίου,  $OH^-$ .



Το γινόμενο των συγκεντρώσεων των ιόντων υδρογόνου και υδροξυλίου είναι σταθερό, σε ορισμένη θερμοκρασία.

$$K_w = [H^+] [OH^-] = \text{σταθερό}$$

Στους 25 °C, η τιμή της  $K_w$  είναι ίση με  $10^{-14}$ .

$$K_w = [H^+] [OH^-] = 10^{-14} \quad \text{σους } 25^\circ C$$

Για το υδατικό διάλυμα, οποιοδήποτε ηλεκτρολύτη, ισχύει η σχέση:

$$K_w = [H^+] [OH^-] \quad \text{ή} \quad [H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} \quad \text{ή} \quad [OH^-] = \frac{K_w}{[H^+]}$$

Σε διαλύματα οξέων, λόγω της διάσπασής τους σε κατιόντα υδρογόνου (και σε ένα ανιόν), η συγκέντρωση κατιόντων υδρογόνου είναι μεγαλύτερη από τη συγκέντρωση ανιόντων υδροξυλίου.

$$[H^+] > [OH^-] \quad \text{Σε διαλύματα οξέων}$$

Σε διαλύματα βάσεων, λόγω της διάσπασής τους σε ανιόντα υδροξυλίου (και σε ένα κατιόν), η συγκέντρωση ανιόντων υδροξυλίου, είναι μεγαλύτερη από τη συγκέντρωση κατιόντων υδρογόνου.

$$[H^+] < [OH^-] \quad \text{Σε διαλύματα βάσεων}$$

Στους 25 °C,  $K_w = 10^{-14}$ , ισχύουν οι σχέσεις:

$$[H^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} \quad \text{ή} \quad [OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H^+]}$$

Για την ευκολία υπολογισμών των συγκεντρώσεων κατιόντων υδρογόνου ή ανιόντων υδροξυλίου, σε οποιοδήποτε διάλυμα ηλεκτρολύτη, έχει υιοθετηθεί η έννοια του pH (πε-χα)

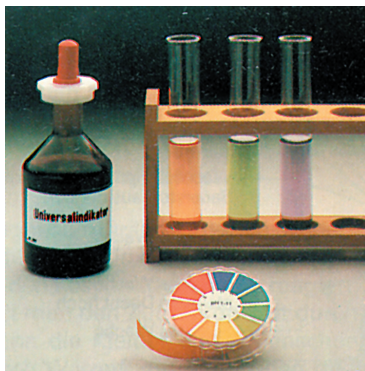


Πεχάμετρο

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$



Με τη βοήθεια του γενικού δείκτη (σε μορφή διαλύματος ή πεχαμετρικού χάρτη) προσδιορίζουμε εύκολα και γρήγορα το pH με απλή σύγκριση των χρωμάτων.

$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$  Ο αρνητικός δεκαδικός λογάριθμος της συγκέντρωσης των κατιόντων υδρογόνου

Η λογαρίθμηση της σχέσης  $[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$  δίνει:  
 $-\log [\text{H}^+] - \log [\text{OH}^-] = -\log 10^{-14}$ .

ή  $\text{pH} + \text{pOH} = 14$

Το pH ενός διαλύματος μπορεί να μετρηθεί με τη βοήθεια ειδικού οργάνου που ονομάζεται **πεχάμετρο**.

Η κατά προσέγγιση μέτρηση του pH διαλύματος μπορεί να γίνει είτε με τη βοήθεια πεχαμετρικού χάρτη είτε με τη βοήθεια **γενικού δείκτη**.

Η τιμή του pH διαλύματος οξέος ή βάσης εξαρτάται από το αν είναι ισχυρός ή ασθενής ηλεκτρολύτης, καθώς επίσης και από τη συγκέντρωσή τους.

**Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η εξοικείωση με την έννοια του pH, μετρώντας το pH διαλυμάτων διαφόρων ουσιών με χρήση γενικού δείκτη και πεχάμετρου.**

### ΤΙ ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ

| Όργανα - υλικά  | Χημικές ουσίες   |
|---|--|
| <p>πεχάμετρο, πεχαμετρικός χάρτης<br/>           10 ποτήρια ζέσεως 100 mL<br/>           10 δοκιμαστικοί σωλήνες<br/>           γυάλινη ράβδος<br/>           (διάταξη για διήθηση)</p> | <p>ουσίες καθημερινής χρήσης<br/>           γενικός δείκτης<br/> <b>Διαλύματα:</b><br/> <math>\text{HCl}</math>, <math>\text{CH}_3\text{COOH}</math>, <math>\text{NaOH}</math>, <math>\text{NH}_3</math><br/>           με μοριακότητα:<br/>           0,1 M 0,001 M</p> |

### ΠΕΙΡΑΜΑ 1 Μέτρηση pH υδατικών διαλυμάτων ουσιών καθημερινής χρήσης

1. Μεταφέρετε από το σπίτι σας στο εργαστήριο Χημείας διάφορες ουσίες καθημερινής χρήσης όπως:

Ξίδι, χυμό λεμονιού-πορτοκαλιού-ντομάτας, κρασί, τσάι, υγρό πιάτων, γάλα, σόδα, αναψυκτικά, ουσίες αφαίρεσης πέτρας, ουσίες καθαρισμού φούρνων, σαπούνι, σκόνη πλυσίματος, υγρό καθαρισμού με αμμωνία ή άλλες ουσίες δικής σας επιλογής.

2. Για όσες ουσίες είναι στερεές ή πυκνότερα υγρά, να παρασκευάσετε με αποσταγμένο νερό διαλύματά τους και να τα διηθήσετε, όπου χρειάζεται (δυσδιάλυτες ουσίες).
3. Προσθέστε 2-3 σταγόνες γενικού δείκτη σε κάθε διάλυμα και παρατηρήστε το χρώμα.

Πολλές ουσίες καθημερινής χρήσης περιέχουν οξέα ή βάσεις και το pH τους είναι αντίστοιχα όξινο ή βασικό.

4. Για κάθε χρώμα υπολογίστε κατά προσέγγιση την τιμή του pH.
5. Καταγράψτε τα αποτελέσματα των παρατηρήσεών σας στον πίνακα 8.1.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 8.1** pH υδατικών διαλυμάτων καθημερινής χρήσης

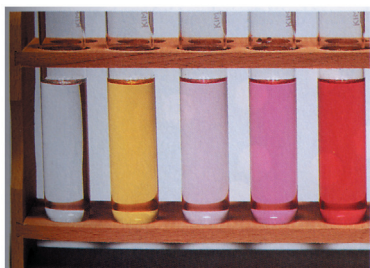
| Ουσία | Χρώμα δείκτη | pH | Το διάλυμα είναι:<br>(Όξινο - Βασικό - Ουδέτερο) |
|-------|--------------|----|--|
|       |              |    |  |
|       |              |    |  |
|       |              |    |  |
|       |              |    |  |
|       |              |    |  |
|       |              |    |  |
|       |              |    |  |
|       |              |    |  |
|       |              |    |  |

**ΠΕΙΡΑΜΑ 2** Μέτρηση pH διαλυμάτων ισχυρών και ασθενών οξέων



Το πεχάμετρο είναι όργανο για ακριβή μέτρηση του pH.

1. Σε δύο (2) ποτήρια ζέσεως των 100 mL (A και B) μεταφέρετε στο καθένα περίπου 50 mL διαλύματος υδροχλωρικού οξέος, HCl, ως ακολούθως:  
A: HCl 0,1 M  
B: HCl 0,001 M
2. Ξεπλύνετε το ηλεκτρόδιο του πεχάμετρου με αποσταγμένο νερό και βυθίστε το στο ποτήρι A. Σημειώστε την τιμή του pH στον πίνακα 8.2.
3. Τοποθετήστε το ηλεκτρόδιο του πεχάμετρου σε ποτήρι με αποσταγμένο νερό.
4. Μετρήστε με τον ίδιο τρόπο το pH και των άλλων διαλυμάτων του υδροχλωρικού οξέος και καταγράψτε τα αποτελέσματα στον πίνακα.
5. Επαναλάβετε το πείραμα χρησιμοποιώντας οξικό οξύ, CH<sub>3</sub>COOH, αντί υδροχλωρικού οξέος, HCl. Αρχίστε τη μέτρηση από το πιο αραιό διάλυμα.
6. Καταγράψτε τις μετρήσεις στον πίνακα 8.2.



Αλλαγή του χρώματος του νερού που περιέχει ηλιανθίνη με την προσθήκη μικρής ποσότητας οξέος, π.χ.  $\text{HCl}$  0,1 M.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 8.2** pH διαλύματος υδροχλωρικού οξέος και οξικού οξέος

| Ποτήρι ζέσεως | Συγκέντρωση M (mol/L) | pH διαλύματος $\text{HCl}$ | pH διαλύματος $\text{CH}_3\text{COOH}$ |
|---------------|-----------------------|----------------------------|--|
| A             | 0,1                   |                            |  |
| B             | 0,001                 |                            |  |

7. Συγκρίνετε τα αποτελέσματα των μετρήσεων. Σε ποια συμπεράσματα καταλήγετε σχετικά με:

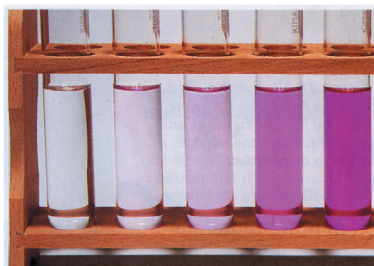
α) τη μεταβολή του pH με την αραίωση του διαλύματος οξέος;

.....  
 .....  
 .....

β) τη μεταβολή του pH διαλυμάτων ισχυρού και ασθενούς οξέος ίδιας συγκέντρωσης;

.....  
 .....  
 .....

### **ΠΕΙΡΑΜΑ 3** Μέτρηση pH διαλυμάτων ισχυρών και ασθενών βάσεων



Αλλαγή του χρώματος του νερού που περιέχει φαινολφθαλεΐνη με την προσθήκη μικρής ποσότητας βάσης, π.χ.  $\text{NaOH}$  0,1 M.

1. Μεταφέρετε σε δύο (2) ποτήρια ζέσεως των 100 mL (A και B) στο καθένα περίπου 50 mL διαλύματος υδροξειδίου του νατρίου,  $\text{NaOH}$ , ως ακολούθως:

A:  $\text{NaOH}$  0,1 M

B:  $\text{NaOH}$  0,001 M

2. Ξεπλύνετε το ηλεκτρόδιο του πεχάμετρου με αποσταγμένο νερό και βυθίστε το στο ποτήρι A. Σημειώστε την τιμή του pH στον πίνακα 10.3.

3. Τοποθετήστε το ηλεκτρόδιο του πεχάμετρου στο ποτήρι με αποσταγμένο νερό.

4. Μετρήστε με τον ίδιο τρόπο το pH και των άλλων διαλυμάτων του υδροξειδίου του νατρίου και καταγράψτε τα αποτελέσματα στον πίνακα.

5. Επαναλάβετε το πείραμα χρησιμοποιώντας αμμωνία,  $\text{NH}_3$ , στη θέση του υδροξειδίου του νατρίου. Αρχίστε τη μέτρηση από το πιο αραιό διάλυμα.

6. Καταγράψτε τις μετρήσεις στον πίνακα 8.3.

- Συγκρίνετε τα αποτελέσματα. Σε ποια συμπεράσματα καταλήγετε σχετικά με:

α) τη μεταβολή του pH με την αραιώση του διαλύματος βάσης;

.....  
.....  
.....

β) τη μεταβολή του pH διαλυμάτων ισχυρών και ασθενών βάσεων ίδιας συγκέντρωσης;

.....  
.....  
.....

**ΠΙΝΑΚΑΣ 8.3 pH διαλυμάτων υδροξειδίου του νατρίου και αμμωνίας**

| Ποτήρι ζέσεως | Συγκέντρωση M (mol/L) | pH διαλύματος NaOH | pH διαλύματος NH <sub>3</sub> |
|---------------|-----------------------|--------------------|-------------------------------|
| A             | 0,1                   |                    |                               |
| B             | 0,001                 |                    |                               |

---

## ΕΡΓΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΣΠΙΤΙ

---

Να γράψετε εργαστηριακή αναφορά για τα πειράματα που πραγματοποιήσατε.

---

## Ανάλυση-Ερμηνεία των αποτελεσμάτων

---

1. Για τη μέτρηση του pH έχετε διαλύσει τις στερεές ουσίες σε αποσταγμένο νερό. Για ποιους λόγους είναι απαραίτητη η διαδικασία αυτή;
2. Από τις ουσίες καθημερινής χρήσης που έχετε εξετάσει, μερικές έχουν pH μικρότερο του 7 και άλλες μεγαλύτερο. Ερευνήστε ποιο οξύ και ποια βάση καθορίζει την τιμή του pH στην κάθε περίπτωση.



3. Πού οφείλεται η διαφορά στις τιμές του pH των διαλυμάτων του υδροχλωρικού και του οξικού οξέος (ή υδροξειδίου του νατρίου και αμμωνίας) που έχουν την ίδια συγκέντρωση;
4. Μεταφέρτε στο τετράδιο του εργαστηρίου σας τους πιο κάτω πίνακες, 8.4 και 8.5, καταγράφοντας και τις τιμές του pH που προσδιορίσατε για τα διάφορα διαλύματα των πειραμάτων 2 και 3.

Υπολογίστε τη θεωρητική τιμή του pH όλων των διαλυμάτων και συγκρίνετε τις τιμές αυτές με εκείνες που προσδιορίσατε πειραματικά.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 8.4** pH διαλυμάτων υδροχλωρικού οξέος και οξικού οξέος διαφορετικών συγκεντρώσεων

| Συγκέντρωση<br>mol/L | pH διαλύματος HCl |                | pH διαλύματος CH <sub>3</sub> COOH |   |
|----------------------|-------------------|----------------|------------------------------------|---|
|                      | Πειραματική τιμή  | Θεωρητική τιμή | Πειραματική τιμή                   | Θεωρητική τιμή<br>(K <sub>CH<sub>3</sub>COOH</sub> = 1,8·10 <sup>-5</sup> ) |
| 0,1                  |                   |                |                                    |   |
| 0,001                |                   |                |                                    |   |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 8.5** pH διαλυμάτων υδροξειδίου του νατρίου και αμμωνίας διαφορετικών συγκεντρώσεων

| Συγκέντρωση<br>mol/L | pH διαλύματος NaOH |                | pH διαλύματος NH <sub>3</sub> |   |
|----------------------|--------------------|----------------|-------------------------------|---|
|                      | Πειραματική τιμή   | Θεωρητική τιμή | Πειραματική τιμή              | Θεωρητική τιμή<br>(K <sub>NH<sub>3</sub></sub> = 1,8·10 <sup>-5</sup> ) |
| 0,1                  |                    |                |                               |   |
| 0,001                |                    |                |                               |   |

## Ρυθμιστικά διαλύματα Υδρόλυση αλάτων

Ημερομηνία πραγματοποίησης εργαστηριακής άσκησης .....

### Εισαγωγή

#### Ρυθμιστικά διαλύματα

Ρυθμιστικά διαλύματα ονομάζονται τα υδατικά διαλύματα ηλεκτρολυτών που έχουν την ιδιότητα να διατηρούν το pH πρακτικά αμετάβλητο, όταν σε αυτά προστεθεί μικρή ποσότητα οξέος ή βάσης.

Το αίμα περιέχει όξινα ανθρακικά ανιόντα,  $\text{HCO}_3^-$ , που διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση του pH του αίματος, διότι σχηματίζουν με το ανθρακικό οξύ ρυθμιστικό διάλυμα.

Τα ρυθμιστικά διαλύματα είναι είτε μίγμα διαλύματος ασθενούς οξέος και ενός αλατός του (π.χ.  $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COONa}$ ) είτε μίγμα διαλύματος ασθενούς βάσης και ενός αλατός της (π.χ.  $\text{NH}_3/\text{NH}_4\text{Cl}$ ).

Το pH ρυθμιστικών διαλυμάτων υπολογίζεται από τις σχέσεις:

α) pH ρυθμιστικού διαλύματος ασθενούς οξέος/αλατός του

$$[\text{H}^+] = K_{\text{οξ}} \frac{C_{\text{οξ}}}{C_{\text{αλ}}}$$

$$\text{pH} = \text{p}K_{\text{οξ}} - \log \frac{C_{\text{οξ}}}{C_{\text{αλ}}}, \text{ όπου } \text{p}K_{\text{οξ}} = -\log K_{\text{οξ}}$$

β) pH ρυθμιστικού διαλύματος ασθενούς βάσης/αλατός της:

$$[\text{OH}^-] = K_{\text{β}} \frac{C_{\text{β}}}{C_{\text{αλ}}}$$

$$\text{pOH} = \text{p}K_{\text{β}} - \log \frac{C_{\text{β}}}{C_{\text{αλ}}}, \text{ όπου } \text{p}K_{\text{β}} = -\log K_{\text{β}}$$

$$\text{και } \text{pH} = 14 - \text{pOH}$$

#### Υδρόλυση αλάτων

Τα διαλύματα αλάτων, ανάλογα από το είδος του οξέος ή της βάσης που προήλθαν (ισχυρό ή ασθενές) έχουν pH ουδέτερο, όξινο ή βασικό.

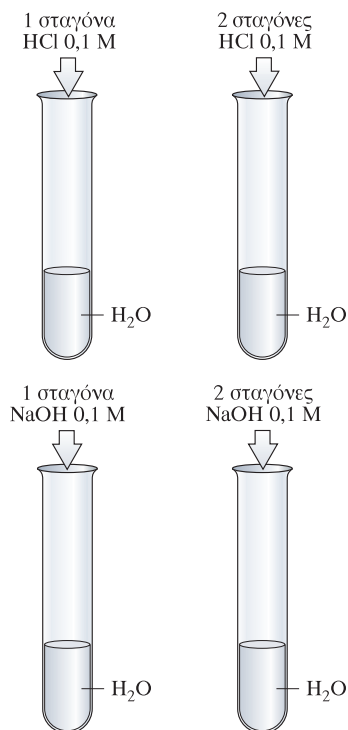
Αυτό οφείλεται στην υδρόλυσή τους κατά την οποία τα ιόντα που αποτελούν τα άλατα αντιδρούν με το νερό.

- Αν τα άλατα είναι προϊόν εξουδετέρωσης ισχυρού οξέος με ισχυρή βάση, τότε το αποτέλεσμα της υδρόλυσής τους είναι διάλυμα με **pH ουδέτερο** ( $pH = 7$ ), π.χ.  $\text{NaCl}$ .
- Αν τα άλατα είναι προϊόν εξουδετέρωσης ασθενούς οξέος με ισχυρή βάση, τότε το αποτέλεσμα της υδρόλυσής τους είναι διάλυμα με **pH βασικό** ( $pH > 7$ ), π.χ.  $\text{CH}_3\text{COONa}$ .
- Αν τα άλατα είναι προϊόν εξουδετέρωσης ισχυρού οξέος με ασθενή βάση, τότε το αποτέλεσμα της υδρόλυσής τους είναι διάλυμα με **pH όξινο** ( $pH < 7$ ), π.χ.  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .
- Αν τα άλατα είναι προϊόν εξουδετέρωσης ασθενούς οξέος και ασθενούς βάσης, τότε το αποτέλεσμα της υδρόλυσής τους είναι διάλυμα με pH, είτε ουδέτερο ( $K_{\alpha\xi} = K_{\beta}$ ), είτε βασικό ( $K_{\alpha\xi} < K_{\beta}$ ), είτε όξινο ( $K_{\alpha\xi} > K_{\beta}$ ).

**Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η μελέτη ρυθμιστικών διαλυμάτων και της υδρόλυσης ορισμένων αλάτων.**

### ΤΙ ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ

| Όργανα - υλικά  | Χημικές ουσίες  |
|---|---|
| πεχάμετρο, πεχαμετρικός χάρτης<br>8 δοκιμαστικοί σωλήνες<br>ποτήρι ζέσεως<br>3 βαθμολογημένα σιφώνια<br>(ή 3 προχοϊδες)<br>γυάλινη ράβδος<br>σταγονόμετρο | γενικός δείκτης<br><b>Διαλύματα:</b><br><b>0,1 M:</b> $\text{HCl}$ , $\text{NaOH}$<br><b>0,2 M:</b> $\text{CH}_3\text{COOH}$ , $\text{CH}_3\text{COONa}$<br><b>0,5 M:</b> $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ,<br>$\text{NaCl}$ , $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,<br>$\text{CH}_3\text{COONa}$ |



### ΠΕΙΡΑΜΑ 1 Πώς μεταβάλλεται το pH του αποσταγμένου νερού με την επίδραση διαλύματος οξέος ή διαλύματος βάσης

1. Μεταφέρετε σε τέσσερις (4) δοκιμαστικούς σωλήνες από 5 mL αποσταγμένου νερού.\*

\* Αν θα χρησιμοποιηθεί πεχάμετρο, χρησιμοποιείστε μεγαλύτερες ποσότητες διαλυμάτων, περίπου 50 mL και πραγματοποιήστε τα πειράματα σε ποτήρια ζέσεως.

2. Προσθέστε στους σωλήνες τα ακόλουθα διαλύματα και ανακινήστε.

1ος σωλήνας: 1 σταγόνα  $\text{HCl}$  0,1 M

2ος σωλήνας: 2 σταγόνες  $\text{HCl}$  0,1 M

3ος σωλήνας: 1 σταγόνα  $\text{NaOH}$  0,1 M

4ος σωλήνας: 2 σταγόνες  $\text{NaOH}$  0,1 M

3. Προσδιορίστε το pH αποσταγμένου νερού καθώς επίσης και των τεσσάρων διαλυμάτων που παρασκευάσατε (με γενικό δείκτη, πεχαμετρικό χάρτη ή πεχάμετρο).

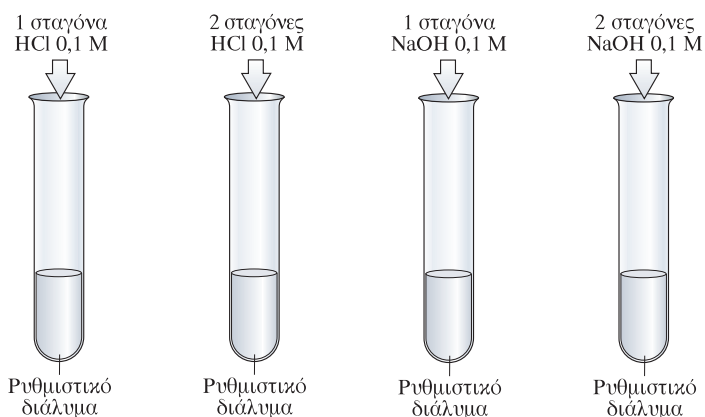
4. Καταγράψτε τις μετρήσεις σας στον πίνακα 9.1.

- Πώς μεταβάλλεται το pH του νερού με την προσθήκη οξέος ή την προσθήκη βάσης; Εξηγήστε τη μεταβολή αυτή.

.....  
.....  
.....

**ΠΕΙΡΑΜΑ 2** *Πώς μεταβάλλεται το pH ρυθμιστικού διαλύματος με την επίδραση διαλύματος οξέος ή διαλύματος βάσης.*

1. Παρασκευή ρυθμιστικού διαλύματος: Σε ποτήρι ζέσεως των 100 mL προσθέστε με σιφώνιο ή προχοϊδα τα ακόλουθα διαλύματα:
  - 4 mL διαλύματος οξικού νατρίου,  $\text{CH}_3\text{COONa}$ , 0,2 M
  - 2 mL διαλύματος οξικού οξέος,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , 0,2 M
  - 34 mL αποσταγμένου νερού.
2. Αφού αναδεύσετε το μίγμα με γυάλινη ράβδο, μετρήστε το pH του (θεωρητική τιμή,  $\text{pH} = 5$ ).
3. Μεταφέρετε σε τέσσερις (4) δοκιμαστικούς σωλήνες από 5 mL του ρυθμιστικού διαλύματος που παρασκευάσατε. Προσθέστε κατά σειρά τα ίδια διαλύματα, όπως στο πείραμα 1.



4. Μετρήστε το pH των διαλυμάτων και καταγράψτε τις τιμές στον πίνακα 9.1.

- Πώς θα χαρακτηρίζατε τη μεταβολή του pH μετά την προσθήκη του οξέος ή της βάσης –ελάχιστη, μέτρια ή μεγάλη;

.....

**ΠΙΝΑΚΑΣ 9.1 Μεταβολές pH του νερού και του ρυθμιστικού διαλύματος  $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COONa}$**

|   | pH | pH του διαλύματος όταν έχει προστεθεί |            |                             |            |
|---|----|---------------------------------------|------------|-----------------------------|------------|
|   |    | Διάλυμα $\text{HCl}$ 0,1 M            |            | Διάλυμα $\text{NaOH}$ 0,1 M |            |
|   |    | 1 σταγόνα                             | 2 σταγόνες | 1 σταγόνα                   | 2 σταγόνες |
| $\text{H}_2\text{O}$  |    |                                       |            |                             |            |
| Ρυθμιστικό διάλυμα $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COONa}$ |    |                                       |            |                             |            |

### **ΠΕΙΡΑΜΑ 3 Υδρόλυση αλάτων**

- Μεταφέρετε σε πέντε (5) δοκιμαστικούς σωλήνες κατά σειρά 2-3 mL από τα ακόλουθα διαλύματα αλάτων, με συγκέντρωση 0,5 M.  
 οξικό αμμώνιο,  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$   
 χλωριούχο νάτριο,  $\text{NaCl}$   
 ανθρακικό νάτριο,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$   
 χλωριούχο αμμώνιο,  $\text{NH}_4\text{Cl}$   
 οξικό νάτριο,  $\text{CH}_3\text{COONa}$
- Προσθέστε σε όλους τους δοκιμαστικούς σωλήνες από 2-3 σταγόνες γενικού δείκτη και ανακινήστε.
- Συγκρίνοντας το χρώμα του διαλύματος με την κλίμακα χρωμάτων του γενικού δείκτη, να προσδιορίσετε την τιμή του pH για κάθε διάλυμα.
- Καταγράψτε στον πίνακα 9.2 το χρώμα και το pH κάθε διαλύματος.
- Με βάση την τιμή του pH που προσδιορίσατε, να ταξινομήσετε τα διαλύματα των αλάτων σε:  
 όξινα .....  
 βασικά .....  
 ουδέτερα .....

**ΠΙΝΑΚΑΣ 9.2 Προσδιορισμός του pH διαφόρων διαλυμάτων αλάτων**

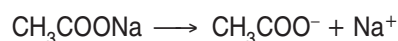
| Διάλυμα άλατος                     | Χρώμα γενικού δείκτη | pH | Χαρακτηρισμός διαλυμάτων (ουδέτερο, όξινο, βασικό) |
|------------------------------------|----------------------|----|--|
| CH <sub>3</sub> COONH <sub>4</sub> |                      |    |  |
| NaCl                               |                      |    |  |
| Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>    |                      |    |  |
| NH <sub>4</sub> Cl                 |                      |    |  |
| CH <sub>3</sub> COONa              |                      |    |  |

## ΕΡΓΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΣΠΙΤΙ

Να γράψετε εργαστηριακή αναφορά για τα πειράματα που πραγματοποιήσατε.

## Ανάλυση-Ερμηνεία των αποτελεσμάτων

1. Το ρυθμιστικό διάλυμα που χρησιμοποιήσατε στο πείραμα 2 αποτελείται από οξικό οξύ, CH<sub>3</sub>COOH και οξικό νάτριο, CH<sub>3</sub>COONa, τα οποία ιοντίζονται/διίστανται ως ακολούθως:

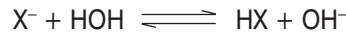


Με την προσθήκη στο διάλυμα αυτό μικρής ποσότητας οξέος (H<sup>+</sup>) ή βάσης (OH<sup>-</sup>) η τιμή του pH δεν μεταβάλλεται σημαντικά. Αντίθετα, όταν στο νερό προστεθεί μικρή ποσότητα οξέος ή βάσης, η μεταβολή του pH είναι μεγάλη.

Πώς εξηγείται η διαφορά αυτή;

2. Θεωρήστε ότι μια σταγόνα οξέος ή βάσης έχει όγκο 0,05 mL. Χρησιμοποιώντας την πληροφορία αυτή, να υπολογίσετε την τιμή του pH του αποσταγμένου νερού, μετά την προσθήκη σε 5 mL:
  - Μιας σταγόνας υδροχλωρικού οξέος, HCl 0,01 M.
  - Μιας σταγόνας υδροξειδίου του νατρίου, NaOH 0,01 M.

3. Πώς μπορείτε να διαπιστώσετε εάν το διάλυμα ενός άλατος είναι όξινο, βασικό ή ουδέτερο;
4. Υδρόλυση άλατος ονομάζεται η αντίδραση ενός τουλάχιστον από τα ιόντα του άλατος με το νερό, κατά τον ακόλουθο τρόπο:



Στο πείραμα 3 μελετήσατε τα άλατα:  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  και  $\text{CH}_3\text{COONa}$ .

Γράψτε την αντίδραση της ηλεκτρολυτικής διάστασης των αλάτων αυτών και τις αντιδράσεις των ιόντων τους με το νερό, όπου αυτές πραγματοποιούνται.

---

## Γενικές Ασκήσεις

---

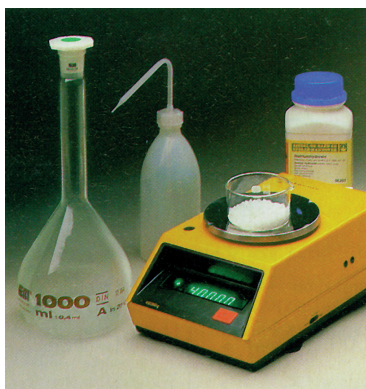
1. Παρουσιάζοντας όλους τους συλλογισμούς σας, να δηλώσετε ποιο από τα πιο κάτω ζεύγη με την ανάμειξή του δημιουργεί ρυθμιστικό διάλυμα.
- α) 500 mL  $\text{NaOH}$  1 M και 500 mL  $\text{CH}_3\text{COOH}$  2 M.  
β) 250 mL  $\text{NH}_3$  1 M και 200 mL  $\text{HCl}$  0,5 M.
2. Σε δοχείο που περιέχει 200 mL διαλύματος  $\text{NH}_4\text{Cl}$  1 M προστίθενται 0,02 mol  $\text{NaOH}$ , οπότε προκύπτει το διάλυμα Α. Η μεταβολή του όγκου του διαλύματος θεωρείται αμελητέα μετά την προσθήκη του  $\text{NaOH}$ .
- Να εξηγήσετε πώς θα μεταβληθεί η τιμή pH του διαλύματος Α,
- α) αν προστεθούν 0,01 mol  $\text{HCl}$  (χωρίς υπολογισμούς).  
β) αν προστεθούν 100 mL αποσταγμένου νερού (χωρίς υπολογισμούς).
3. Σε δοχείο που περιέχει 200 mL διαλύματος  $\text{NH}_3$  1 M προστίθενται 0,02 mol  $\text{HCl}$ , οπότε προκύπτει το διάλυμα Β. Η μεταβολή του όγκου του διαλύματος θεωρείται αμελητέα μετά την προσθήκη του  $\text{HCl}$ .
- Να εξηγήσετε πώς θα μεταβληθεί η τιμή pH του διαλύματος Β,
- α) αν προστεθούν 0,01 mol  $\text{NaOH}$  (χωρίς υπολογισμούς).  
β) αν προστεθούν 100 mL αποσταγμένου νερού (χωρίς υπολογισμούς).

# ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

## Ογκομετρικές μέθοδοι

### Εισαγωγή

Η ανάλυση μιας ουσίας ή ενός μίγματος μετά την ποιοτική ανάλυση ολοκληρώνεται με την ποσοτική ανάλυση. Με την ποσοτική ανάλυση προσδιορίζονται η εκατοστιαία σύσταση μιας ουσίας ή ενός μίγματος ή η συγκέντρωση ενός διαλύματος. Μερικές από τις συνηθισμένες μεθόδους ποσοτικής ανάλυσης είναι: η ογκομετρική, η σταθμική, η χρωματομετρική, η φωτομετρική. Σήμερα οι περισσότερες μέθοδοι έχουν αυτοματοποιηθεί και πάρα πολλές αναλύσεις γίνονται με τη βοήθεια ηλεκτρονικών αναλυτών. Στα πλαίσια του σχολικού προγράμματος θα ασχοληθούμε μόνο με την ογκομετρική ανάλυση.



Με την ποσοτική ανάλυση προσδιορίζεται η ποσοτική σύσταση μιας ουσίας

Η **ογκομετρική ανάλυση** χρησιμοποιείται σε μεγάλη κλίμακα, γιατί είναι εύκολη και γρήγορη. Με τη μέθοδο αυτή προσδιορίζεται η συγκέντρωση του διαλύματος μιας ουσίας με την προσθήκη διαλύματος άλλης ουσίας, γνωστής συγκέντρωσης, με την οποία αντιδρά στοιχειομετρικά. Το διάλυμα με την άγνωστη συγκέντρωση λέγεται **άγνωστο**, ενώ το διάλυμα με τη γνωστή συγκέντρωση ονομάζεται **μέτρο**.

Στη μέθοδο αυτή προσδιορίζεται ο όγκος του μέτρου που απαιτείται για να αντιδράσει στοιχειομετρικά με ορισμένη ποσότητα του αγνώστου.

Η όλη διαδικασία της προσθήκης του μέτρου ονομάζεται **ογκομέτρηση**. Κατά την ογκομέτρηση το μέτρο τοποθετείται συνήθως στην προχοΐδα, ενώ το άγνωστο (ορισμένος όγκος του) τοποθετείται μέσα σε κωνική φιάλη. Το διάλυμα του μέτρου προστίθεται στο διάλυμα του αγνώστου, στην αρχή γρήγορα και μετά, όταν πλησιάζει το τέλος της αντίδρασης, αργά κατά σταγόνες.

Το σημείο εκείνο, στο οποίο, το προσδιοριζόμενο συστατικό έχει αντιδράσει πλήρως με την απαιτούμενη ποσότητα του μέτρου ονομάζεται **ισοδύναμο σημείο** (Ι.Σ.). Από τη διαφορά της τελικής και της αρχικής ένδειξης του όγκου στην προχοΐδα προσδιορίζεται ο όγκος του μέτρου που απαιτήθηκε για την αντίδραση. Ο όγκος αυτός ονομάζεται **ισοδύναμος όγκος**.

Στις περιπτώσεις που η αντίδραση μέτρου - αγνώστου συνοδεύεται από εμφανή μεταβολή (αλλαγή χρώματος, σχηματισμό ιζήματος) το τέλος της αντίδρασης αναγνωρίζεται με γυμνό μάτι. Όταν δεν υπάρχει εμφανής μεταβολή στο διάλυμα που ογκομετρείται, προστίθεται μικρή ποσότητα δείκτη, ο οποίος αλλάζει χρώμα όταν ολοκληρώνεται η αντίδραση. Η χρωματική αλλαγή δείχνει και το τέρμα της ογκομέτρησης, οπότε προσδιορίζεται και το **τελικό σημείο** (Τ.Σ.) το οποίο όμως δεν συμπίπτει πάντοτε με το ισοδύναμο σημείο.

Η διαφορά ανάμεσα στο τελικό σημείο και το ισοδύναμο σημείο οφείλεται στην αδυναμία του ματιού να επισημάνει τη χρωματική μεταβολή τη στιγμή που αυτή πραγματοποιείται κατά την πλήρη αντίδραση των δύο διαλυμάτων.



Ως συνέπεια, μεσολαβεί κάποιο χρονικό διάστημα μέχρι τον τερματισμό της ογκομέτρησης και το τελικό σημείο.

Η διαφορά του τελικού σημείου και του ισοδύναμου σημείου δίνει το σφάλμα της ογκομετρικής ανάλυσης. Όσο πιο μικρό είναι το σφάλμα, τόσο πιο ακριβής θεωρείται η μέθοδος που χρησιμοποιούμε. Κατά την πραγματοποίηση μιας ογκομετρικής ανάλυσης, στόχος είναι πάντοτε να ταυτίζεται το τελικό σημείο με το ισοδύναμο. Αυτό επιτυγχάνεται με την επιλογή του κατάλληλου δείκτη.

Για να χρησιμοποιηθεί μια αντίδραση για ογκομετρική ανάλυση θα πρέπει να ισχύουν οι πιο κάτω προϋποθέσεις:

- α) Η αντίδραση να είναι γρήγορη, διαφορετικά, η μέθοδος γίνεται κουραστική και πρακτικά ανεφάρμοστη.
- β) Η αντίδραση πρέπει να είναι πλήρης και να εκφράζεται από μια καθορισμένη στοιχειομετρική αναλογία, διαφορετικά, δεν μπορεί να υπολογιστεί η πραγματική συγκέντρωση του αγνώστου διαλύματος από τα δεδομένα της ογκομέτρησης.
- γ) Θα πρέπει να υπάρχει τρόπος αναγνώρισης του τέλους της αντίδρασης.



### Ταξινόμηση των ογκομετρικών μεθόδων ανάλυσης

Οι ογκομετρικές μέθοδοι ταξινομούνται με βάση το είδος της χημικής αντίδρασης, που πραγματοποιείται ανάμεσα στο άγνωστο και το μέτρο, ως εξής:

- α) **Ογκομετρήσεις εξουδετέρωσης**, που βασίζονται σε αντιδράσεις εξουδετέρωσης και περιλαμβάνουν:
  - ογκομετρήσεις βάσεων με μέτρο διάλυμα οξέος (οξυμετρία)
  - ογκομετρήσεις οξέων με μέτρο διάλυμα βάσης (αλκαλιμετρία)
- β) **Ογκομετρήσεις οξειδοαναγωγής**, που βασίζονται σε αντιδράσεις οξειδοαναγωγής. Οι πιο συνηθισμένες είναι εκείνες που χρησιμοποιούν ως μέτρο
  - διάλυμα υπερμαγγανικού καλίου (υπερμαγγανομετρία)
  - διάλυμα ιωδίου ή θειοθειικού νατρίου (ιωδομετρία)
- γ) **Ογκομετρήσεις καταβύθισης**, που βασίζονται στο σχηματισμό ιζήματος π.χ. προσδιορισμός των χλωριούχων ιόντων ενός διαλύματος με μέτρο διάλυμα νιτρικού αργύρου.
- δ) **Ογκομετρήσεις συμπλοκομετρίας**, που βασίζονται στο σχηματισμό συμπλόκων ενώσεων.

### Υπολογισμός των αποτελεσμάτων μιας ογκομέτρησης

Το αποτέλεσμα μιας ογκομέτρησης δίνεται σε όγκο (mL) του μέτρου που καταναλώθηκε. Στη συνέχεια υπολογίζεται η ποσότητα του μέτρου που περιέχεται στον όγκο αυτό. Από τη στοιχειομετρική αναλογία της αντίδρασης προσδιορίζεται η ποσότητα σε mol του αγνώστου που αντιέδρασε και η συγκέντρωση του διαλύματος του αγνώστου.

Η ορθότητα των αποτελεσμάτων εξαρτάται από την ακρίβεια:

- της μέτρησης των όγκων του μέτρου και του αγνώστου
- του προσδιορισμού της συγκέντρωσης του μέτρου (πιπλοδότηση), η οποία γίνεται με τη βοήθεια **προτύπου** διαλύματος
- της παρασκευής του προτύπου διαλύματος. Το πρότυπο διάλυμα παρασκευάζεται με τη διάλυση ορισμένης ποσότητας της κατάλληλης ουσίας, ζυγισμένης με μεγάλη ακρίβεια, στην κατάλληλη ποσότητα αποσταγμένου νερού.

### Όργανα ογκομέτρησης

Τα όργανα που χρησιμοποιούνται στην ογκομετρική ανάλυση είναι απλά. Τα κυριότερα είναι:



Το σιφώνιο χρησιμοποιείται για τη μέτρηση και μεταφορά ορισμένου όγκου υγρών

- α) Το σιφώνιο.** Με το σιφώνιο μετρούμε συνήθως τον όγκο του **αγνώστου**. Θα πρέπει, πριν γίνει η αναρρόφηση του αγνώστου που θα ογκομετρήσουμε, να ξεπλύνουμε το σιφώνιο εσωτερικά και εξωτερικά (κάτω μέρος) με αποσταγμένο νερό και λίγη ποσότητα του αγνώστου. Αυτό γίνεται για να απομακρυνθεί εντελώς η ελάχιστη ποσότητα νερού που πιθανόν να βρίσκεται στα εσωτερικά τοιχώματα του σιφωνίου, καθώς επίσης και στην εξωτερική κάτω επιφάνειά του που θα έλθει σε επαφή με το άγνωστο. Μ' αυτό τον τρόπο αποφεύγεται και η ελάχιστη έστω αραιώση του αγνώστου διαλύματος. Το σιφώνιο χρησιμεύει για τη μεταφορά ορισμένου όγκου. Το γέμισμά του γίνεται με αναρρόφηση του διαλύματος με ειδικό αναρροφητήρα (πουάρ). Απαγορεύεται η αναρρόφηση με το στόμα.
- β) Η προχοΐδα.** Με την προχοΐδα μετρούμε τον όγκο του **μέτρου** που καταναλώνεται για την ογκομέτρηση (ισοδύναμος όγκος). Τα εσωτερικά τοιχώματα της προχοΐδας ξεπλένονται με αποσταγμένο νερό και στη συνέχεια λίγη ποσότητα του μέτρου για να αποφευχθεί και πάλι η αραιώση από το νερό που πιθανόν να υπάρχει στα εσωτερικά τοιχώματα της προχοΐδας.
- γ) Η κωνική φιάλη.** Στην κωνική φιάλη μεταφέρουμε με το σιφώνιο τον ορισμένο όγκο του αγνώστου. Η κωνική φιάλη πρέπει να ξεπλένεται με αποσταγμένο νερό. Τυχόν αραιώση του όγκου του αγνώστου με αποσταγμένο νερό κατά τη διάρκεια της ογκομέτρησης δεν επηρεάζει το αποτέλεσμα.
- δ) Η ογκομετρική φιάλη.** Με την ογκομετρική φιάλη γίνονται αραιώσεις που συχνά επιβάλλονται πριν την ογκομέτρηση, τόσο για το άγνωστο διάλυμα όσο και για το μέτρο.
- ε) Ο ογκομετρικός κύλινδρος.** Με τον ογκομετρικό κύλινδρο μετρούμε τον όγκο διαλυμάτων, όταν δεν απαιτείται ιδιαίτερα μεγάλη ακρίβεια.

Τα ογκομετρικά όργανα - το σιφώνιο, η προχοΐδα, η ογκομετρική φιάλη - δεν πρέπει κατ' ουδένά λόγο να θερμαίνονται ούτε ακόμα και να πλένονται με ζεστό νερό. Η βαθμολόγησή τους έγινε σε ορισμένη θερμοκρασία, η οποία αναγράφεται σ' αυτά. Και η ελάχιστη διαστολή του γυαλιού, ως αποτέλεσμα της θέρμανσής τους, θα μειώσει την ακρίβειά τους.

---

## Γενικός σκοπός

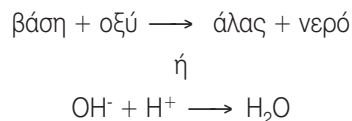
---

Με τις ογκομετρικές μεθόδους ποσοτικής ανάλυσης, οι μαθητές θα μελετήσουν τις αρχές στις οποίες βασίζονται και θα γνωρίσουν τη χρήση των οργάνων ογκομέτρησης.

# Ογκομετρήσεις εξουδετέρωσης

## Εισαγωγή

Οι ογκομετρήσεις εξουδετέρωσης βασίζονται στην αντίδραση εξουδετέρωσης μεταξύ ενός οξέος και μιας βάσης:



Κατά τη διάρκεια της ογκομέτρησης εξουδετέρωσης το σημείο στο οποίο επιτυγχάνεται η πλήρης εξουδετέρωση του οξέος από τη βάση (ή αντίστροφα) ονομάζεται **ισοδύναμο σημείο** (ή σημείο ισοδυναμίας), διότι αντιδρούν **ισοδύναμες ποσότητες** (mol) του οξέος και της βάσης.

## Δείκτες

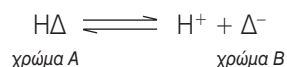
Οι δείκτες που χρησιμοποιούνται στις ογκομετρήσεις εξουδετέρωσης είναι ασθενή οργανικά οξέα ή ασθενείς οργανικές βάσεις, των οποίων το χρώμα των μορίων τους διαφέρει από το χρώμα των ιόντων που προκύπτουν από τον ιοντισμό τους.

Η επικράτηση του χρώματος των ιόντων ή των αδιάστατων μορίων του δείκτη εξαρτάται από το pH του διαλύματος στο οποίο προστίθεται ο δείκτης. Κατά τις ογκομετρήσεις εξουδετέρωσης παρατηρείται μεταβολή του pH του αγνώστου με την προσθήκη του μέτρου. Έτσι η αλλαγή του χρώματος του δείκτη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αναγνώριση του τελικού σημείου.

Για να μελετήσουμε τη σχέση ανάμεσα στο χρώμα του διαλύματος του δείκτη και του pH, θα μελετήσουμε την ισορροπία που επικρατεί στο διάλυμα ενός δείκτη, ο οποίος είναι ασθενές οξύ και το συμβολίζουμε με ΗΔ.

### Ζώνη εκτροπής δείκτη

Είναι το διάστημα τιμών του pH, στο οποίο ο δείκτης αλλάζει χρώμα.



$$K_{\delta} = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\Delta^-]}{[\text{H}\Delta]}$$

Αν στο διάλυμα του δείκτη προσθέσουμε οξύ, τότε αυξάνεται η συγκέντρωση  $[\text{H}^+]$  και η θέση της ισορροπίας μεταπίθεται προς τα αντιδρώντα (ευνοείται η αντίδραση προς τα αντιδρώντα), οπότε υπερισχύει το χρώμα Α των αδιάστατων μορίων.

Αν στο διάλυμα προσθέσουμε βάση, τότε αυξάνεται η συγκέντρωση  $\text{OH}^-$  και μειώνεται η  $[\text{H}^+]$ . Αυτό έχει ως συνέπεια να μετατεθεί η θέση της ισορροπίας και να ευνοηθεί η αντίδραση προς τα προϊόντα, οπότε και υπερिσχύει το χρώμα των ιόντων  $\Delta^-$ .

Το χρώμα επομένως που επικρατεί σε κάποιο διάλυμα στο οποίο έχει προστεθεί ο δείκτης ΗΔ εξαρτάται από το pH του περιβάλλοντος και τη σταθερά διάστασης  $K_{\delta}$  του δείκτη.

Για κάθε δείκτη υπάρχει:

- Ένα διάστημα τιμών pH στις οποίες επικρατεί το χρώμα των αδιάστατων μορίων (χρώμα Α).
- Ένα διάστημα τιμών pH στις οποίες στο διάλυμα επικρατεί το χρώμα των ιόντων (χρώμα Β).
- Ένα ενδιάμεσο διάστημα τιμών pH στις οποίες παρατηρείται μικτό χρώμα (Α + Β).

Το διάστημα των τιμών pH, στο οποίο ο δείκτης αλλάζει χρώμα, είναι χαρακτηριστικό για τον κάθε δείκτη και ονομάζεται **ζώνη εκτροπής ή εργάσιμη ζώνη του δείκτη**.

Η καταλληλότητα ενός δείκτη, για χρήση σε μια ογκομέτρηση, καθορίζεται από τη ζώνη εκτροπής του δείκτη.

Για να είναι ένας δείκτης **κατάλληλος** για μια ογκομέτρηση θα πρέπει να έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

1. Να έχει μικρή ζώνη εκτροπής.
2. Η μεταβολή του χρώματός του να είναι ευδιάκριτη.
3. Η ζώνη εκτροπής του να βρίσκεται στην ευθεία ισοδυναμίας της καμπύλης εξουδετέρωσης.

### Καμπύλη εξουδετέρωσης

η γραφική παράσταση της μεταβολής της τιμής του pH σε συνάρτηση με τον όγκο του προστιθέμενου αντιδραστήριου σε μια ογκομέτρηση

Για κάθε τύπο ογκομέτρησης εξουδετέρωσης πρέπει να επιλέγεται ο κατάλληλος δείκτης. Για τον σκοπό αυτό είναι αναγκαίο να μελετηθεί η πορεία μεταβολής του pH του διαλύματος που ογκομετρείται σε συνάρτηση με τον όγκο του μέτρου που προστέθηκε. Η συνάρτηση αυτή αποδίδεται με γραφική παράσταση που ονομάζεται **καμπύλη εξουδετέρωσης**.

Για κάθε τύπο εξουδετέρωσης η καμπύλη εξουδετέρωσης έχει τη δική της χαρακτηριστική μορφή.

## Καμπύλες εξουδετέρωσης

Ανάλογα με την ισχύ του οξέος και της βάσης, που αποτελούν το άγνωστο και το μέτρο (ή αντίθετα), οι ογκομετρήσεις εξουδετέρωσης ταξινομούνται στους εξής τύπους:

- A. Ογκομέτρηση ισχυρού οξέος και ισχυρής βάσης
- B. Ογκομέτρηση ασθενούς οξέος και ισχυρής βάσης
- Γ. Ογκομέτρηση ισχυρού οξέος και ασθενούς βάσης
- Δ. Ογκομέτρηση ασθενούς βάσης και ασθενούς οξέος (δεν εφαρμόζεται στην πράξη).

### ΠΙΝΑΚΑΣ Η ζώνη εκτροπής και τα χρώματα των κυριότερων δεικτών

| Δείκτης                  | Χρώμα δείκτη        |                        |                     |
|--------------------------|---------------------|------------------------|---------------------|
|                          | pH < ζώνη εκτροπής  | ζώνη εκτροπής          | pH > ζώνη εκτροπής  |
| Φαινολοφθαλείνη          | pH < 8,2<br>άχρωμο  | 8,2 - 10<br>ροζ        | pH > 10<br>φούξια   |
| Ηλιανθίνη                | pH < 3,1<br>κόκκινο | 3,1 - 4,2<br>πορτοκαλί | pH > 4,2<br>κίτρινο |
| Κυανούν της βρωμοθυμόλης | pH < 6<br>κίτρινο   | 6 - 7,6<br>πράσινο     | pH > 7,6<br>μπλε    |

## A. Ογκομέτρηση ισχυρού οξέος με ισχυρή βάση

**Υπολογισμός του pH κατά την πορεία εξουδετέρωσης 10 mL διαλύματος HCl 0,1 M από διάλυμα NaOH 0,1 M**

Η ογκομέτρηση διαλύματος υδροχλωρικού οξέος με διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου αποδίδεται από τη χημική εξίσωση:



Για τη χάραξη της καμπύλης εξουδετέρωσης υπολογίζουμε το pH του διαλύματος, που προκύπτει κάθε φορά μετά από την προσθήκη ορισμένου όγκου του μέτρου. Το pH του διαλύματος εξαρτάται μόνο από την ποσότητα του οξέος ή της βάσης που δεν εξουδετερώνεται και τη συγκέντρωσή τους στο διάλυμα που προκύπτει. Το χλωριούχο νάτριο, που προκύπτει από την εξουδετέρωση, δεν υδρολύεται και έτσι δεν επηρεάζει το pH του διαλύματος.

### Πώς υπολογίζεται το pH

A. Στο αρχικό διάλυμα (πριν ακόμα προσθέσουμε βάση) το pH καθορίζεται από την αρχική συγκέντρωση του οξέος.

$$[\text{H}^+] = M_{\text{αρχ}} = 0,1 \text{ M} \quad \text{Επομένως, } \text{pH} = 1$$

B. Όταν στο διάλυμα προσθέσουμε διάφορες ποσότητες βάσης, που δεν εξουδετερώνουν όλο το οξύ, τότε το pH του διαλύματος καθορίζεται από την ποσότητα του οξέος που περισσεύει και τη συγκέντρωσή του στο τελικό διάλυμα.

Για παράδειγμα, όταν στα 10 mL του οξέος προστίθενται 4 mL της βάσης, για να προσδιορίσουμε την τιμή του pH του τελικού διαλύματος, υπολογίζουμε:

α) την ποσότητα σε mole του οξέος στο αρχικό διάλυμα

$$(V_{\text{αρχ}} = 10 \text{ mL} = 0,010 \text{ L})$$

$$n_{\text{αρχ}}(\text{HCl}) = M_{\text{αρχ}} \cdot V_{\text{αρχ}} = 0,1 \text{ mol/L} \times 0,010 \text{ L} = 0,0010 \text{ mol}$$

β) την ποσότητα της βάσης που προστίθεται ( $V_{\beta} = 4 \text{ mL} = 0,004 \text{ L}$ )

$$n_{\beta}(\text{NaOH}) = M_{\beta} \cdot V_{\beta} = 0,1 \text{ mol/L} \times 0,004 \text{ L} = 0,0004 \text{ mol}$$

Σημείωση: όπου  $n$  = ποσότητα σε mole

γ) την ποσότητα του οξέος που εξουδετερώνεται:

$$n_{\text{εξ}}(\text{HCl}) = n_{\beta} = 0,0004 \text{ mol}$$

δ) την ποσότητα του οξέος που περισσεύει:

$$n_{\text{περ}}(\text{HCl}) = n_{\text{αρχ}} - n_{\text{εξ}} = 0,0010 - 0,0004 = 0,0006 \text{ mol} = 6 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

#### Ποσότητα χημικής ουσίας, n

$$n = \frac{m}{M_{\text{mole}}}$$

m: μάζα ουσίας σε g

$M_{\text{mole}}$ : γραμμομοριακή μάζα σε g/mol

$$M = \frac{n}{V}$$

M: μοριακότητα σε mol/L

n: ποσότητα χημικής ουσίας σε mole

V: όγκος διαλύματος σε L

ε) τη συγκέντρωση του οξέος στο τελικό διάλυμα

$$(V_{\text{ολ}} = 14 \text{ mL} = 0,014 \text{ L})$$

$$M_{\text{τελ}} = \frac{n_{\text{περ}}(\text{HCl})}{V_{\text{ολ}}} = \frac{0,0006 \text{ mole}}{0,014 \text{ L}} = 0,0429 \frac{\text{mole}}{\text{L}}$$

στ) τη νέα συγκέντρωση του  $[\text{H}^+]$  και το pH

$$[\text{H}^+] = M_{\text{τελ}}(\text{HCl}) = 0,0429 \text{ M},$$

Συνεπάγεται **pH = 1,36**

Γ. Όταν προσθέσουμε ισοδύναμη ποσότητα βάσης ( $V_{\beta} = 10 \text{ mL}$ ), τότε εξουδετερώνεται όλη η ποσότητα του οξέος και στο διάλυμα υπάρχει μόνο το άλας  $\text{NaCl}$ . Το άλας δεν υδρολύεται, έτσι στο υδατικό διάλυμα

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7},$$

Επομένως **pH=7**

Δ. Όταν προσθέσουμε περίσσεια βάσης, τότε εξουδετερώνεται όλο το οξύ και περισσεύει ορισμένη ποσότητα της βάσης. Το τελικό διάλυμα περιέχει το άλας  $\text{NaCl}$ , που σχηματίζεται από την εξουδετέρωση, και τη βάση που περισσεύει. Το pH του διαλύματος καθορίζεται από τη συγκέντρωση της βάσης.

Για παράδειγμα, για να υπολογίσουμε το pH του διαλύματος που προκύπτει από την προσθήκη 15 mL διαλύματος  $\text{NaOH}$  στα 10 mL του αρχικού διαλύματος του οξέος, υπολογίζουμε:

α) την ποσότητα σε mole της βάσης στον όγκο  $V_{\beta} = 15 \text{ mL} = 0,015 \text{ L}$

$$n_{\beta}(\text{NaOH}) = M_{\beta} \cdot V_{\beta} = 0,1 \text{ mol/L} \times 0,015 \text{ L} = 0,0015 \text{ mol}$$

β) την ποσότητα σε mole της βάσης που εξουδετερώνεται από το οξύ

$$n_{\text{εξ}}(\text{NaOH}) = n_{\text{αρχ}}(\text{HCl}) = 0,0010 \text{ mol}$$

γ) την ποσότητα της βάσης που περισσεύει

$$n_{\text{περ}}(\text{NaOH}) = n_{\beta} - n_{\text{εξ}} = 0,0015 - 0,0010 = 0,0005 \text{ mol} = 5 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

δ) τη συγκέντρωση της βάσης στο τελικό διάλυμα

$$(V_{\text{ολ}} = 25 \text{ mL} = 0,025 \text{ L})$$

$$M_{\text{τελ}}(\text{NaOH}) = \frac{n_{\text{περ}}}{V_{\text{ολ}}} = \frac{0,0005 \text{ mol}}{0,025 \text{ L}} = 0,020 \frac{\text{mol}}{\text{L}} = 2 \times 10^{-2} \text{ M}$$



ε) τη συγκέντρωση  $[\text{OH}^-]$

$$[\text{OH}^-] = M_{\text{τελ}}(\text{NaOH}) = 2 \times 10^{-2}$$

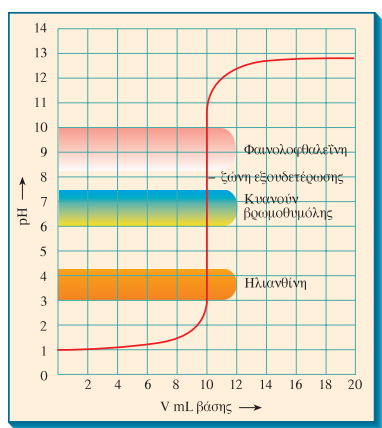
$$\text{pOH} = 2 - \log 2 = 1,7$$

$$\text{Επομένως, } \text{pH} = 14 - \text{pOH} = 12,3$$

Στον πιο κάτω πίνακα δίνονται οι τιμές του pH κατά την πορεία εξουδετέρωσης 10 mL υδροχλωρικού οξέος 0,1 M από διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου 0,1 M. Ο ισοδύναμος όγκος είναι 10 mL.

**ΠΙΝΑΚΑΣ Το pH διαλύματος HCl 0,1 M που ογκομετρείται με διάλυμα NaOH 0,1 M**

| A/A | Προσπιθέμενος όγκος NaOH mL | Συνολικός όγκος ( $V_{\text{ολ}}$ ) mL | $[\text{H}^+]$ ή $[\text{OH}^-]$ mol / L (M) | pH    |
|-----|-----------------------------|--|--|-------|
| 1   | 0,00                        | 10,00                                  | $1 \cdot 10^{-1}$                            | 1,00  |
| 2   | 4,00                        | 14,00                                  | $4,28 \cdot 10^{-2}$                         | 1,36  |
| 3   | 9,00                        | 19,00                                  | $5,26 \cdot 10^{-3}$                         | 2,28  |
| 4   | 9,90                        | 19,90                                  | $5,02 \cdot 10^{-4}$                         | 3,30  |
| 5   | 9,95                        | 19,95                                  | $2,51 \cdot 10^{-4}$                         | 3,60  |
| 6   | 10,00                       | 20,00                                  | $1 \cdot 10^{-7}$                            | 7,00  |
| 7   | 10,05                       | 20,05                                  | $(2,37 \cdot 10^{-4})$                       | 10,37 |
| 8   | 11,00                       | 21,00                                  | $(4,76 \cdot 10^{-3})$                       | 11,67 |
| 9   | 15,00                       | 25,00                                  | $(2,00 \cdot 10^{-2})$                       | 12,30 |
| 10  | 20,00                       | 30,00                                  | $(3,33 \cdot 10^{-2})$                       | 12,52 |



Καμπύλη εξουδετέρωσης 10 mL HCl 0,1 M από NaOH 0,1 M.

### Μελέτη της καμπύλης

Από τη μελέτη της καμπύλης εξουδετέρωσης προκύπτουν τα ακόλουθα:

- Στην αρχή της εξουδετέρωσης το περιβάλλον παραμένει αρκετά όξινο.
- Παρατηρείται απότομη αύξηση της τιμής του pH, όταν ο όγκος του διαλύματος της βάσης που προστίθεται κυμαίνεται μεταξύ 9,95 - 10,05 mL (4 περίπου σταγόνες), πλησίον δηλαδή του σημείου ισοδυναμίας. Η εξουδετέρωση λοιπόν ολοκληρώνεται σε **μια ζώνη** αντί σε σημείο, που για το παράδειγμα μας είναι αρκετά ευρεία (από pH 3 έως 11, περίπου 8 μονάδες pH). Η ζώνη αυτή ονομάζεται **ζώνη εξουδετέρωσης**. Το μέσο της ζώνης εξουδετέρωσης δίνει το ισοδύναμο σημείο.
- Η τιμή του pH στο ισοδύναμο σημείο είναι 7, διότι στο διάλυμα περιέχεται μόνο άλας, NaCl, που δεν υδρολύεται.

- δ) Το τέρμα της ογκομέτρησης μπορεί να αναγνωρισθεί και με τους τρεις δείκτες - ηλιανθίνη, κυανού της βρωμοθυμόλης, φαινολοφθαλείνη - διότι αλλάζουν χρώμα στο ισοδύναμο σημείο. Οι ζώνες εκτροπής και των τριών δεικτών περιλαμβάνονται στη ζώνη εξουδετέρωσης, όπως φαίνεται και στην καμπύλη εξουδετέρωσης.
- ε) Γενικά, για να είναι ένας δείκτης κατάλληλος για μια ογκομέτρηση εξουδετέρωσης θα πρέπει η ζώνη εκτροπής του, να περιλαμβάνεται στη ζώνη (ευθεία) εξουδετέρωσης της αντίστοιχης καμπύλης εξουδετέρωσης.

Αν αντικαταστήσουμε το μέτρο με διάλυμα NaOH 0,01 M (10 φορές αραιότερο) τότε ο απαιτούμενος όγκος για εξουδετέρωση θα είναι δεκαπλάσιος και η πιθανότητα σφάλματος δέκα φορές μικρότερη. Γι' αυτό επιβάλλεται να χρησιμοποιούμε **αραιά διαλύματα μέτρου**. Λόγω της απότομης μεταβολής της τιμής του pH, όταν πλησιάζει η εξουδετέρωση, πρέπει να προσθέτουμε το μέτρο κατά σταγόνες.

---

## Ασκήσεις

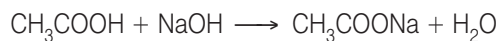
---

1. Σε χιλιοστομετρικό χαρτί να χαράξετε τη γραφική παράσταση της συνάρτησης  $\text{pH} = f(V_{\text{NaOH}})$  με βάση τα δεδομένα του πίνακα που δίνεται πιο πάνω.
2. Γιατί νομίζετε δεν μπορεί η τιμή του pH να φτάσει στην τιμή 13 κι αν ακόμα συνεχίσουμε να προσθέτουμε διάλυμα NaOH 0,1 M (πέραν των 20 mL);

## B. Ογκομέτρηση ασθενούς οξέος με ισχυρή βάση

Η μεταβολή του pH διαλύματος ασθενούς οξέος, όταν ογκομετρείται με ισχυρή βάση, δεν εξαρτάται μόνο από τη συγκέντρωση του οξέος και της βάσης αλλά και από τη σταθερά διάστασης του οξέος. Το άλας, που παράγεται από την εξουδετέρωση, σχηματίζει με το ασθενές οξύ, ρυθμιστικό διάλυμα του οποίου, το pH εξαρτάται από την τιμή της  $K_{οξ}$  και τη σχέση των συγκεντρώσεων του οξέος και του άλατος. Στο σημείο ισοδυναμίας το pH είναι μεγαλύτερο λόγω υδρόλυσης του άλατος.

Το οξικό οξύ,  $CH_3COOH$ , είναι ασθενές οξύ και αντιδρά με το υδροξείδιο του νατρίου, που είναι ισχυρή βάση, σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



Με την έναρξη της ογκομέτρησης στο διάλυμα παράγεται το άλας οξικό νάτριο,  $CH_3COONa$ , σχηματίζοντας ρυθμιστικό διάλυμα με το οξικό οξύ. Στο σημείο ισοδυναμίας στο διάλυμα υπάρχει μόνο το άλας  $CH_3COONa$ , το οποίο υδρολύεται δίνοντας  $CH_3COOH$  και  $NaOH$ , με συνέπεια το  $pH > 7$ . Για την επιλογή του κατάλληλου δείκτη για την ογκομέτρηση αυτή, θα πρέπει να χαράξουμε τη σχετική καμπύλη εξουδετέρωσης.

### Καμπύλη εξουδετέρωσης ασθενούς οξέος από ισχυρή βάση

Υπολογισμός του pH κατά την πορεία εξουδετέρωσης 10 mL διαλύματος  $CH_3COOH$  0,1 M από διάλυμα  $NaOH$  0,1 M.

- A. Στο αρχικό διάλυμα (πριν ακόμα προσθέσουμε βάση) υπάρχει μόνο οξικό οξύ. Το pH καθορίζεται από τη συγκέντρωση του οξέος και τη σταθερά διάστασης του οξέος.

$$[H^+] = \sqrt{C_{οξ} \cdot K_{οξ}} = \sqrt{0,1 \cdot 1,8 \cdot 10^{-5}} = 1,34 \cdot 10^{-3} M$$

$$pH = -\log [H^+] = 3 - \log 1,34 = 2,87$$

- B. Όταν στο διάλυμα προσθέσουμε διάφορες ποσότητες βάσης, που δεν εξουδετερώνουν όλο το οξύ, σχηματίζεται ρυθμιστικό διάλυμα  $CH_3COOH$  και  $CH_3COONa$ . Το pH υπολογίζεται από τη σχέση  $[H^+] = K_{οξ} C_{οξ} / C_{αλ}$ . Στη σχέση αυτή το πηλίκο  $C_{οξ} / C_{αλ}$  μπορεί να αντικατασταθεί από το πηλίκο  $n_{οξ} / n_{αλ}$ , όπου  $n$ =ποσότητα της ουσίας σε mole που περιέχεται στο διάλυμα που σχηματίζεται. Έτσι τελικά  $[H^+] = K_{οξ} n_{οξ} / n_{αλ}$ .

Για παράδειγμα, όταν στα 10 mL του διαλύματος του οξέος προστίθενται 4 mL της βάσης, για να προσδιορίσουμε τη συγκέντρωση του τελικού διαλύματος, υπολογίζουμε:

- α) την ποσότητα του  $CH_3COOH$  στο αρχικό διάλυμα  
( $V_{αρχ} = 10 \text{ mL} = 0,010 \text{ L}$ )

$$n_{\text{αρχ}}(\text{CH}_3\text{COOH}) = M_{\text{αρχ}} \cdot V_{\text{αρχ}} = 0,1 \text{ mol/L} \times 0,010 \text{ L} = 0,0010 \text{ mol}$$

β) την ποσότητα του NaOH που προστέθηκε ( $V_{\beta} = 4 \text{ mL} = 0,004 \text{ L}$ )

$$n_{\beta} = M_{\beta} \cdot V_{\beta} = 0,1 \text{ mol/L} \times 0,004 \text{ L} = 0,0004 \text{ mol}$$

γ) την ποσότητα του οξέος που εξουδετερώθηκε και την ποσότητα του άλατος που σχηματίστηκε:

$$n_{\text{αλ}} = n_{\text{οξ}}(\text{CH}_3\text{COOH}) = n_{\beta} = 0,0004 \text{ mol}$$

δ) την ποσότητα του οξέος που περίσσεψε:

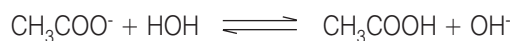
$$n_{\text{περ}}(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,0010 - 0,0004 = 0,0006 \text{ mol}$$

ε) τη συγκέντρωση  $[\text{H}^+]$  και το pH

$$[\text{H}^+] = K_{\text{οξ}} \cdot n_{\text{περ}}/n_{\text{αλ}} = 1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,0006/0,0004 = 2,7 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

$$\text{pH} = 5 - \log 2,7 = \mathbf{4,57}$$

Γ. Όταν προσθέσουμε ισοδύναμη ποσότητα βάσης ( $V_{\beta} = 10 \text{ mL}$ ), τότε εξουδετερώνεται όλη η ποσότητα του οξέος και στο διάλυμα υπάρχει μόνο το άλας  $\text{CH}_3\text{COONa}$ , το οποίο υδρολύεται και γίνεται το διάλυμα αλκαλικό.



Η συγκέντρωση  $[\text{OH}^-]$  εξαρτάται από τις σταθερές  $K_w$ ,  $K_{\text{οξ}}$  και τη συγκέντρωση του άλατος και υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_w/K_{\text{οξ}} \cdot C_{\text{αλ}}}$$

$$\text{όπου } K_w = 10^{-14} \text{ και } K_{\text{οξ}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

### Υπολογίζουμε

Κατά την ογκομέτρηση ασθενούς οξέος με ισχυρή βάση το pH στο σημείο ισοδυναμίας είναι  $> 7$ , διότι στο διάλυμα υπάρχει μόνο άλας που υδρολύεται αλκαλικά.

α) την ποσότητα του  $\text{CH}_3\text{COONa}$  στο σημείο ισοδυναμίας - σχηματίστηκαν τόσα mole  $\text{CH}_3\text{COONa}$ , όσα mole  $\text{CH}_3\text{COOH}$  αντέδρασαν =  $0,0010 \text{ mol}$ .

β) τη συγκέντρωση του άλατος στο τελικό διάλυμα  
 $V_{\text{ολ}} = 20 \text{ mL} = 0,020 \text{ L}$

$$C_{\text{αλ}} = \frac{n_{\text{αλ}}}{V_{\text{ολ}}} = \frac{0,0010}{0,020} = 0,005 \text{ M}$$

γ) τη συγκέντρωση  $[\text{OH}^-]$  και το pH

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{10^{-14}}{1,8 \cdot 10^{-5}} \cdot 0,05} = \sqrt{2,78 \cdot 10^{-11}} = 5,27 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$

$$pOH = -\log 5,27 \cdot 10^{-6} = 5,28$$

$$\text{Επομένως, } pH = 14 - 5,28 = \mathbf{8,72}$$

Το pH στο σημείο ισοδυναμίας είναι μεγαλύτερο του 7.

- Δ. Όταν προσθέσουμε περίσσεια βάσης, τότε εξουδετερώνεται όλο το οξύ και περισσεύει ορισμένη ποσότητα της βάσης. Το τελικό διάλυμα περιέχει το άλας  $\text{CH}_3\text{COONa}$  και τη βάση που περισσεύει και αραιώνεται στο τελικό διάλυμα. Η υδρόλυση του αλάτος είναι αμελητέα λόγω της παρουσίας του κοινού ιόντος  $\text{OH}^-$ . Έτσι το pH καθορίζεται από τη συγκέντρωση της βάσης στο τελικό διάλυμα και η οποία υπολογίζεται όπως και στην ογκομέτρηση  $\text{HCl}$  με  $\text{NaOH}$ .

Για παράδειγμα, το διάλυμα που προκύπτει μετά την προσθήκη 15 mL διαλύματος  $\text{NaOH}$  στα 10 mL του αρχικού διαλύματος του οξέος έχει τιμή 12,30. Η τιμή υπολογίζεται με τον ίδιο τρόπο όπως και στην περίπτωση της ογκομέτρησης του υδροχλωρικού οξέος.

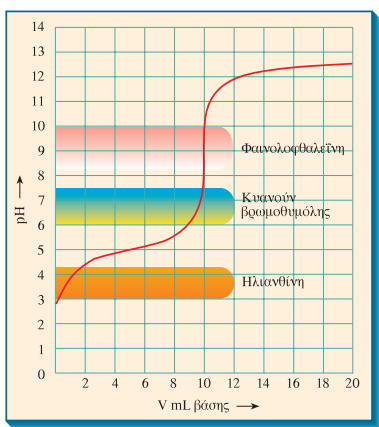
Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται οι τιμές pH κατά την πορεία εξουδετέρωσης 10 mL διαλύματος οξικού οξέος,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1 M με διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου,  $\text{NaOH}$  0,1 M.

**ΠΙΝΑΚΑΣ Το pH διαλύματος  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1 M που ογκομετρείται με διάλυμα  $\text{NaOH}$  0,1 M**

| A/A | Όγκος $\text{NaOH}$ mL | Συνολικός όγκος ( $V_{\text{ολ}}$ ) mL | $[\text{H}^+]$ ή $[\text{OH}^-]^*$ mol / L (M) | pH            | Τι υπάρχει στο διάλυμα  |
|-----|------------------------|--|--|---------------|---|
| 1   | 0,00                   | 10,00                                  | $1,34 \cdot 10^{-3}$                           | 2,87          | $\text{CH}_3\text{COOH}$ (ασθενές οξύ)  |
| 2   | 4,00                   | 14,00                                  | $2,70 \cdot 10^{-5}$                           | 4,57          | $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$<br>ρυθμιστικό διάλυμα<br>(ασθενές οξύ + άλας του οξέος με ισχυρή βάση) |
| 3   | 5,00                   | 15,00                                  | $1,80 \cdot 10^{-5}$                           | 4,74          |   |
| 4   | 9,00                   | 19,00                                  | $2,0 \cdot 10^{-6}$                            | 5,71          |   |
| 5   | 9,90                   | 19,90                                  | $1,8 \cdot 10^{-7}$                            | 6,74          |   |
| 6   | 9,95                   | 19,95                                  | $9,0 \cdot 10^{-8}$                            | 7,04          |   |
| 7   | 10,00                  | 20,00                                  | $5,27 \cdot 10^{-6}$                           | 8,72 (Ι.Σ.)** | $\text{CH}_3\text{COONa}$ , άλας με αλκαλική υδρόλυση   |
| 8   | 10,05                  | 20,05                                  | $(2,49 \cdot 10^{-4})$                         | 10,39         | $\text{NaOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$<br>ισχυρή βάση + άλας της με ασθενές οξύ  |
| 9   | 10,10                  | 20,10                                  | $(4,97 \cdot 10^{-4})$                         | 10,70         |   |
| 10  | 11,00                  | 21,00                                  | $(4,76 \cdot 10^{-3})$                         | 11,67         |   |
| 11  | 15,00                  | 25,00                                  | $(2,00 \cdot 10^{-2})$                         | 12,30         |   |
| 12  | 20,00                  | 30,00                                  | $(3,33 \cdot 10^{-2})$                         | 12,52         |   |

\* Όπου η συγκέντρωση δίνεται σε παρένθεση, αφορά στα  $[\text{OH}^-]$ .

\*\* Ι.Σ.: ισοδύναμο σημείο.



Καμπύλη εξουδετέρωσης 10 mL διαλύματος  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1 M από διάλυμα  $\text{NaOH}$  0,1 M.

Από τη μελέτη της καμπύλης παρατηρούμε ότι:

- α) Όταν προσθέσουμε μικρή ποσότητα βάσης παρατηρείται απότομη αύξηση του pH. Με τη συνεχή προσθήκη βάσης το pH τείνει να σταθεροποιηθεί λόγω της ρυθμιστικής δράσης του αλάτος,  $\text{CH}_3\text{COONa}$ , πάνω στην οξύτητα.
- β) Πλησιάζοντας την πλήρη εξουδετέρωση παρατηρείται νέα απότομη αύξηση του pH. Πριν ακόμη εξουδετερωθεί όλο το οξύ, το pH έχει τιμές μεγαλύτερες του 7.
- γ) Στην πλήρη εξουδετέρωση (σημείο ισοδυναμίας) το pH είναι αλκαλικό ( $\text{pH}=8,72$ ) λόγω της αλκαλικής υδρόλυσης του αλάτος που παράγεται.
- δ) Με τη συνεχή προσθήκη βάσης, μετά την εξουδετέρωση, η τιμή του pH ελάχιστα μεταβάλλεται και τείνει προς το 13 ( $\text{pH}$  μέτρου).
- ε) Η ζώνη εξουδετέρωσης κυμαίνεται από 7-10 περίπου (αλκαλική περιοχή) και είναι μικρότερη από εκείνη της εξουδετέρωσης ισχυρού οξέος με ισχυρή βάση. Αυτό έχει ως συνέπεια να είναι κατάλληλοι μόνο δείκτες με ουδέτερη ή αλκαλική ζώνη εκτροπής, όπως είναι το κυανούν της βρωμοθυμόλης και η φαινολοφθαλείνη. Η ηλιανθίνη, που έχει όξινη ζώνη εκτροπής, είναι ακατάλληλη.
- στ) Το μέσο της ζώνης εξουδετέρωσης δίνει το ισοδύναμο σημείο.

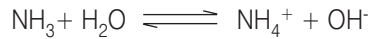
## Ασκήσεις

1. Σε χλιοστομετρικό χαρτί να χαράξετε τη γραφική παράσταση της συνάρτησης  $\text{pH} = f(V_{\text{NaOH}})$  με βάση τα δεδομένα του πιο πάνω πίνακα.
2. Τοποθετήστε στην παράσταση τις ζώνες εκτροπής των τριών (3) δεικτών και εξηγήστε ποιος δείκτης είναι κατάλληλος για την ογκομέτρηση.

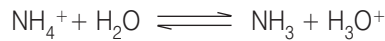
## Γ. Ογκομέτρηση ασθενούς βάσης με ισχυρό οξύ

Ο ογκομετρικός προσδιορισμός της συγκέντρωσης διαλύματος ασθενούς βάσης όπως είναι η αμμωνία,  $\text{NH}_3$ , γίνεται με τιτλοδοτημένο διάλυμα ισχυρού οξέος, όπως είναι το υδροχλωρικό οξύ,  $\text{HCl}$ .

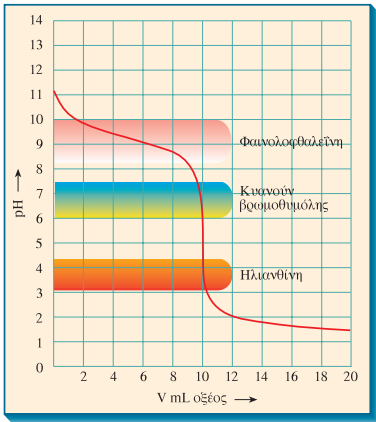
Η αμμωνία,  $\text{NH}_3$ , έχει μεγάλη διαλυτότητα στο νερό. Στα υδατικά διαλύματα της ιοντίζεται μερικώς σύμφωνα με τη χημική εξίσωση



Με την έναρξη της ογκομέτρησης στο διάλυμα παράγεται το άλας  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , σχηματίζοντας ρυθμιστικό διάλυμα με την ασθενή βάση ( $\text{NH}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$ ). Στο σημείο ισοδυναμίας το άλας υδρολύεται σύμφωνα με τη χημική εξίσωση (ιοντική γραφή)



Στο σχήμα που δίνεται παραπλεύρως απεικονίζεται η καμπύλη εξουδετέρωσης διαλύματος  $\text{NH}_3$  0,1 M από διάλυμα υδροχλωρικού οξέος 0,1 M. Από την καμπύλη παρατηρούμε ότι:



Καμπύλη εξουδετέρωσης 10 mL διαλύματος  $\text{NH}_3$  0,1 M από διάλυμα  $\text{HCl}$  0,1 M.

- Με την έναρξη της ογκομέτρησης υπάρχει σημαντική ελάττωση του αρχικού pH λόγω επίδρασης κοινού ιόντος και αμέσως μετά σταθεροποίηση του pH λόγω ρυθμιστικής δράσης.
- Στο σημείο ισοδυναμίας το διάλυμα έχει pH μικρότερο του 7 ( $\text{pH}_{\text{ισοδ}} = 5,25$ ), διότι το άλας που παράγεται από την εξουδετέρωση υδρολύεται και καθιστά το διάλυμα όξινο. Έτσι η ογκομέτρηση τερματίζεται σε όξινο περιβάλλον.
- Πλησίον του σημείου ισοδυναμίας παρατηρείται απότομη μεταβολή του pH. Η ζώνη εξουδετέρωσης κυμαίνεται μεταξύ 4 και 6 (όξινη περιοχή) και είναι μικρότερη από εκείνη της εξουδετέρωσης ισχυρής βάσης με ισχυρό οξύ.
- Το τέρμα της ογκομέτρησης μπορεί να αναγνωρισθεί με δείκτες με όξινη ζώνη εκτροπής, όπως η ηλιανθίνη, αλλά και με το κυανούν της βρομοθυμόλης με ζώνη εκτροπής 6-7,6.
- Το μέσο της ζώνης εξουδετέρωσης δίνει το ισοδύναμο σημείο.
- Μετά το σημείο ισοδυναμίας το pH τείνει ασύμπτωτα προς το pH του μέτρου ( $\text{pH}=1$ ).

## Ασκήσεις

1. Συμπληρώστε τον πιο κάτω πίνακα για την πορεία της ογκομέτρησης διαλύματος  $\text{NH}_3$  0,1 M με μέτρο, διάλυμα  $\text{HCl}$  0,1 M.

**ΠΙΝΑΚΑΣ** Το pH διαλύματος  $\text{NH}_3$  0,1 M που ογκομετρείται με διάλυμα  $\text{HCl}$  0,1 M

| A/A | Όγκος $\text{HCl}$ mL | Συνολικός όγκος ( $V_{\text{ολ}}$ ) mL | $[\text{OH}^-]$ ή $[\text{H}^+]$ * mol / L (M) | pH       | Τι υπάρχει στο διάλυμα |
|-----|-----------------------|--|--|----------|------------------------|
| 1   | 0,00                  | 10,00                                  | $(1,34 \cdot 10^{-3})$                         |          |                        |
| 2   | 4,00                  | 14,00                                  | $(2,70 \cdot 10^{-5})$                         |          |                        |
| 3   | 5,00                  | 15,00                                  | $(1,80 \cdot 10^{-5})$                         |          |                        |
| 4   | 9,00                  | 19,00                                  | $(2,00 \cdot 10^{-6})$                         |          |                        |
| 5   | 9,90                  | 19,90                                  | $(1,80 \cdot 10^{-7})$                         |          |                        |
| 6   | 9,95                  | 19,95                                  | $(9,00 \cdot 10^{-8})$                         |          |                        |
| 7   | 10,00                 | 20,00                                  | $5,27 \cdot 10^{-6}$                           | (Ι.Σ.)** |                        |
| 8   | 10,05                 | 20,05                                  | $2,49 \cdot 10^{-4}$                           |          |                        |
| 9   | 10,10                 | 20,10                                  | $4,97 \cdot 10^{-4}$                           |          |                        |
| 10  | 11,00                 | 21,00                                  | $4,76 \cdot 10^{-3}$                           |          |                        |
| 11  | 15,00                 | 25,00                                  | $2,00 \cdot 10^{-2}$                           |          |                        |
| 12  | 20,00                 | 30,00                                  | $3,33 \cdot 10^{-2}$                           |          |                        |

\* Όπου η συγκέντρωση δίνεται σε παρένθεση, αφορά στα  $[\text{OH}^-]$ .

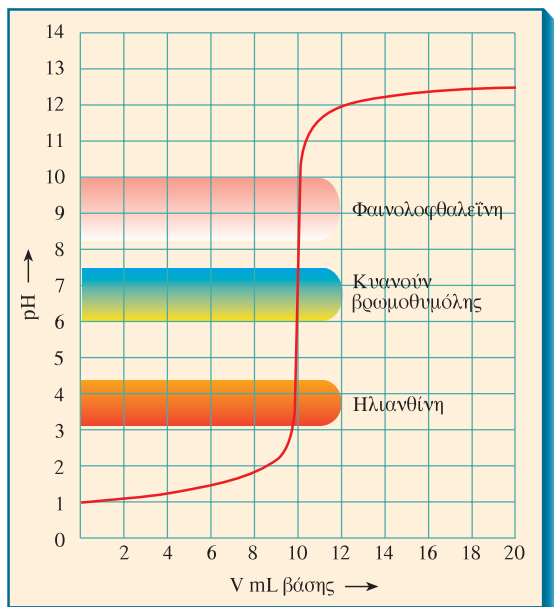
\*\* Ι.Σ.: ισοδύναμο σημείο.

2. Σε χιλιοστομετρικό χαρτί να χαράξετε τη γραφική παράσταση της συνάρτησης  $\text{pH} = f(V_{\text{HCl}})$  με βάση τα δεδομένα του πιο πάνω πίνακα, που θα υπολογίσετε.

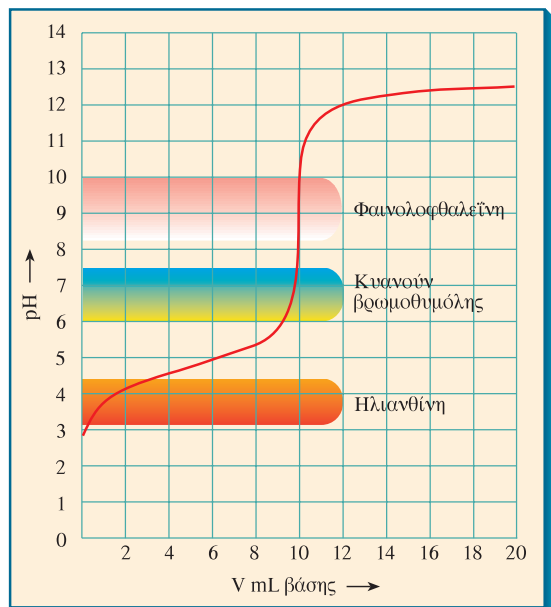


## Γενικά για τις καμπύλες εξουδετέρωσης

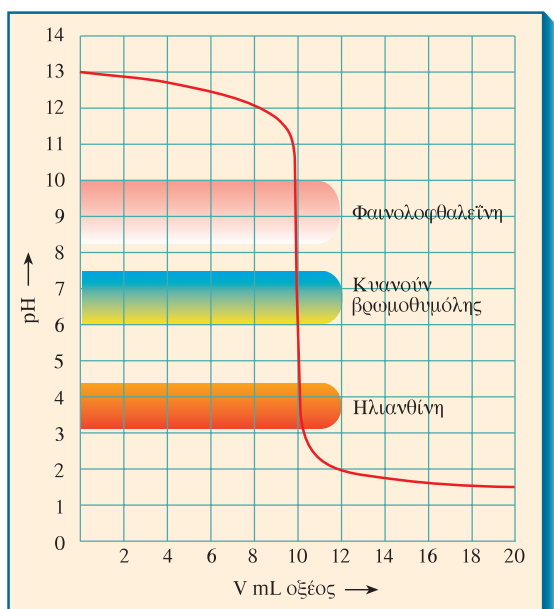
Για κάθε τύπο εξουδετέρωσης η καμπύλη εξουδετέρωσης έχει τη δική της χαρακτηριστική μορφή. Οι καμπύλες που δίνονται πιο κάτω αφορούν τις πιο συνηθισμένες ογκομετρήσεις εξουδετέρωσης μεταξύ μονοπρωτικών οξέων και μονοϋδροξυλικών βάσεων.



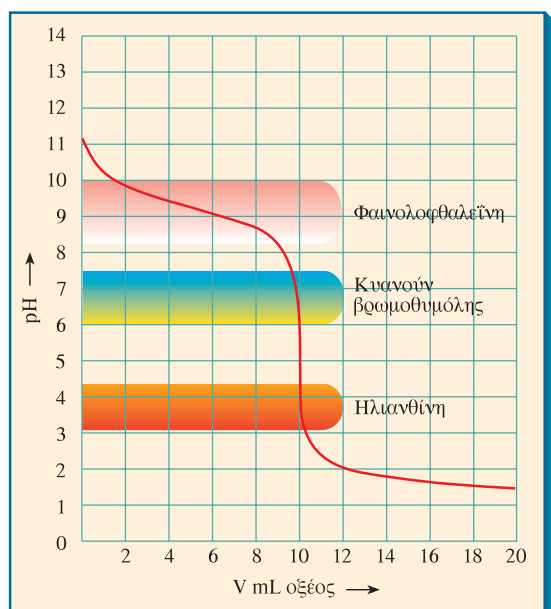
Καμπύλη εξουδετέρωσης ισχυρού οξέος από ισχυρή βάση



Καμπύλη εξουδετέρωσης ασθενούς οξέος από ισχυρή βάση



Καμπύλη εξουδετέρωσης ισχυρής βάσης από ισχυρό οξύ



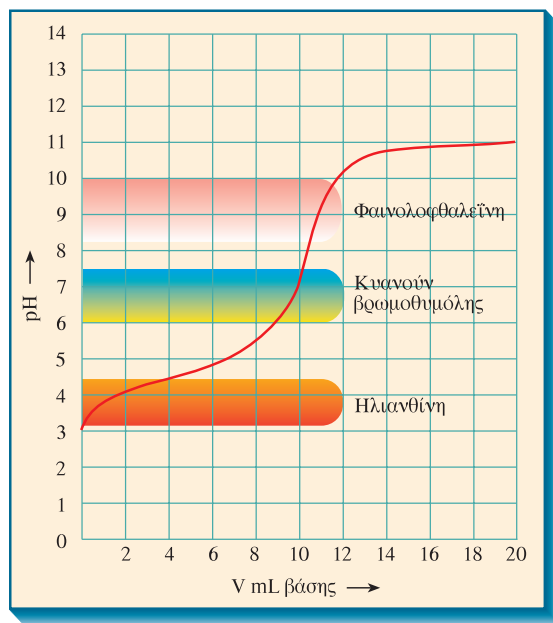
Καμπύλη εξουδετέρωσης ασθενούς βάσης από ισχυρό οξύ

## Το pH στο ισοδύναμο σημείο

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| ισχυρό οξύ<br>+<br>ισχυρή βάση   | $\text{pH} = 7$  |
| ασθενές οξύ<br>+<br>ισχυρή βάση  | $\text{pH} > 7$  |
| ισχυρό οξύ<br>+<br>ασθενής βάση  | $\text{pH} < 7$  |
| ασθενές οξύ<br>+<br>ασθενής βάση | $\text{pH} < 7$<br>αν $K_{\text{οξ}} > K_{\text{β}}$<br>$\text{pH} > 7$<br>αν $K_{\text{οξ}} < K_{\text{β}}$<br>$\text{pH} = 7$<br>αν $K_{\text{οξ}} = K_{\text{β}}$ |

Από τη μελέτη των καμπυλών παρατηρούμε ότι:

- Σε όλες τις περιπτώσεις πλησιάζοντας την πλήρη εξουδετέρωση παρατηρείται απότομη μεταβολή του pH. Το κατακόρυφο τμήμα της καμπύλης αντιστοιχεί στην πλήρη εξουδετέρωση και τον ισοδύναμο όγκο.
- Το pH στο σημείο ισοδυναμίας καθορίζεται από τον τύπο του άλατος που σχηματίζεται. Αν το άλας που σχηματίζεται
  - Δεν υδρολύεται, το pH ισοδυναμίας είναι 7.
  - Έχει όξινη υδρόλυση, το pH ισοδυναμίας είναι μικρότερο του 7.
  - Έχει αλκαλική υδρόλυση, το pH ισοδυναμίας είναι μεγαλύτερο του 7.
- Κατάλληλος δείκτης σε κάθε περίπτωση είναι ο δείκτης του οποίου η ζώνη εκτροπής περιλαμβάνεται στη ζώνη εξουδετέρωσης της αντίστοιχης καμπύλης.
- Το μέσο της ζώνης εξουδετέρωσης δίνει το ισοδύναμο σημείο.



Καμπύλη εξουδετέρωσης ασθενούς οξέος από ασθενή βάση.  
 Η ζώνη εξουδετέρωσης είναι σημείο.  
 Κανένας από τους δείκτες δεν είναι κατάλληλος.



Ημερομηνία πραγματοποίησης εργαστηριακής άσκησης .....

### Εισαγωγή

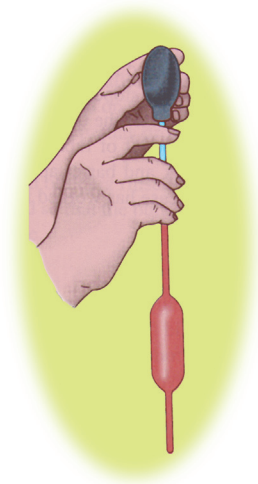
Στην εργαστηριακή αυτή άσκηση θα ασχοληθείτε με:

- α) την προετοιμασία και ορθή χρήση των ογκομετρικών οργάνων
- β) τη μέτρηση όγκων με το σιφώνιο και την προχοϊδα
- γ) την παρασκευή πρότυπου διαλύματος οξαλικού οξέος.

**Σκοπός της άσκησης αυτής είναι, οι μαθητές να αποκτήσουν δεξιότητες στην προετοιμασία και χρήση ογκομετρικών οργάνων, στην άσκηση λήψης μέτρησης από ογκομετρικά όργανα καθώς επίσης και στην απόκτηση γνώσεων για την παρασκευή πρότυπου διαλύματος.**

### ΤΙ ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ

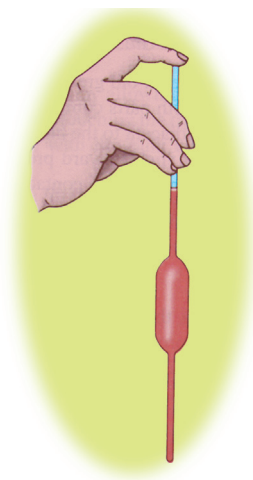
| Όργανα  | Υλικά            |
|---|------------------|
| σιφώνιο 10 mL<br>προχοϊδα 50 mL<br>3 κωνικές φιάλες<br>2 ποτήρια ζέσεως 150 mL<br>2 ποτήρια ζέσεως 250 mL<br>μικρό χωνί<br>μεγάλο χωνί<br>ογκομετρική φιάλη 250 mL<br>ύαλος ωρολογίου<br>γυάλινη ράβδος<br>σπάτουλες με κουταλάκι<br>ελαστικός αναρροφητήρας (πουάρ)<br>ζυγός ακριβείας<br>ορθοστάτης με σφιγκτήρα και λαβίδα | αποσταγμένο νερό |



### ΠΕΙΡΑΜΑ 1 Προετοιμασία και χρήση των ογκομετρικών οργάνων

#### A. Το σιφώνιο

1. Ξεπλύνετε το σιφώνιο με νερό της βρύσης και μετά με αποσταγμένο νερό.
2. Σκουπίστε την εξωτερική επιφάνεια του σιφωνίου με απορροφητικό χάρτη.
3. Βυθίστε το σιφώνιο μέσα σε αραιό διάλυμα οξικού οξέος και αναρροφήστε με τη βοήθεια του ελαστικού αναρροφητήρα τόσο διάλυμα, ώστε να ξεπεράσει τη χαραγή στο άνω μέρος, και σταθεροποιήστε με τη βοήθεια του αναρροφητήρα ή του δείκτη του χεριού σας τη στάθμη του διαλύματος στο σιφώνιο.



4. Αποσύρτε το σιφώνιο από το διάλυμα, και κρατώντας το σε κεκλιμένη θέση, ξεπλύνετε την εσωτερική του επιφάνεια με συνεχή περιστροφή του. Στη συνέχεια απορρίψτε το περιεχόμενό του.
5. Επαναλάβετε τις διαδικασίες 3-4, αυτή τη φορά όμως για να αναρροφήσετε τον απαιτούμενο όγκο διαλύματος. Όταν το διάλυμα ξεπεράσει τη χαραγή, αποσύρτε το σιφώνιο από τη φιάλη, αφήστε το διάλυμα να εξέλθει σταγόνα-σταγόνα έως ότου η κάτω επιφάνεια του μηνίσκου, που σχηματίζει το διάλυμα, εφάπτεται με τη χαραγή.

Προσοχή! Το μάτι σας και η εφαπτομένη του μηνίσκου πρέπει να βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο.



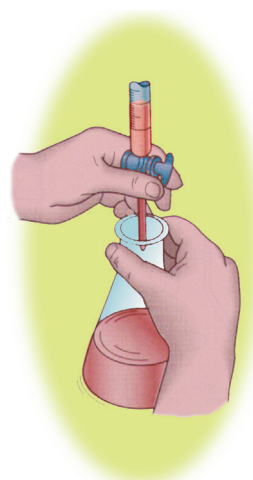
6. Αποσύρτε προσεκτικά το σιφώνιο και μεταφέρετε το περιεχόμενό του σε κωνική φιάλη. Αφήστε το να αδειάσει ακουμπώντας το ακροφύσιο στο τοίχωμα της φιάλης.

Προσοχή! **Μη φυσήξετε** στο σιφώνιο για να πέσει η τελευταία σταγόνα, αυτή θα πρέπει να μείνει στο ακροφύσιο!

7. Επαναλάβετε τις πειραματικές κινήσεις 3-6 τρεις φορές μέχρις ότου αποκτήσετε ευχέρεια στη χρήση του σιφωνιού.
8. Στο τέλος ξεπλύνετε το σιφώνιο πρώτα με νερό της βρύσης και μετά με αποσταγμένο νερό και αφήστε το να στεγνώσει σε ειδικό στήριγμα.

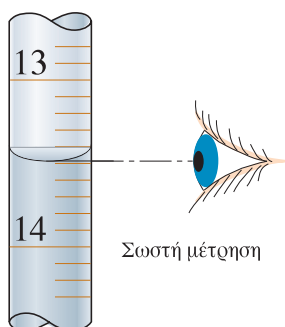
### **B. Η προχοΐδα**

1. Ελευθερώστε τη στρόφιγγα της προχοΐδας και απλώστε πάνω σ' αυτή λεπτό στρώμα υγρής παραφίνης, ώστε η περιστροφή της να είναι ελεύθερη, όταν την εφαρμόσετε ξανά στη θέση της.
2. Ξεπλύνετε την προχοΐδα με νερό της βρύσης και μετά με αποσταγμένο νερό (όταν πρόκειται να τη χρησιμοποιήσετε για ογκομέτρηση, θα πρέπει να τη ξεπλύνετε στη συνέχεια με το διάλυμα του μέτρου).
3. Στηρίξτε την προχοΐδα στον ορθοστάτη με τη βοήθεια της λαβίδας και του σφιγκτήρα και γεμίστε την με αποσταγμένο νερό, χρησιμοποιώντας μικρό χωνί.
4. Αφαιρέστε το χωνί και τοποθετήστε μια κωνική φιάλη κάτω από το ακροφύσιο της προχοΐδας.
5. Κρατώντας τη στρόφιγγα με τον αντίχειρα και το δείκτη του αριστερού χεριού σας, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα, ρυθμίστε τη ροή του νερού, ώστε να κατέλθει στην ένδειξη 0 mL. Στη συνέχεια ρυθμίστε και πάλι τη στρόφιγγα, ώστε να εξέλθει τυχαία ποσότητα νερού.
6. Αναγνώστε και καταγράψτε την ένδειξη της προχοΐδας (με ακρίβεια 0,05 mL). Το μάτι σας και η εφαπτομένη στην κάτω επιφάνεια του μηνίσκου θα πρέπει να βρίσκονται στην ίδια ευθεία.



Με το αριστερό χέρι ρυθμίζουμε τη στρόφιγγα, ενώ με το δεξί χέρι αναδεύουμε το περιεχόμενο της κωνικής φιάλης με κυκλική ανακίνηση

- Επαναλάβετε τις κινήσεις 5 και 6 για να αποκτήσετε ευχέρεια στη χρήση της προχοϊδας.



Κατά την ανάγνωση του ύψους άχρωμου υγρού στην προχοϊδα, το μάτι πρέπει να βρίσκεται στην ίδια ευθεία με την εφαπτομένη στην κάτω επιφάνεια του μηνίσκου.

### ΠΕΙΡΑΜΑ 2 Μέτρηση του όγκου μιας σταγόνας

- Γεμίστε την προχοϊδα με αποσταγμένο νερό (η στάθμη του να μη ξεπερνά το μηδέν) και τοποθετήστε κάτω από αυτή μια κωνική φιάλη.
- Σημειώστε την αρχική ένδειξη της προχοϊδας στον πίνακα 10.1.
- Ρυθμίζοντας τη στρόφιγγα, αφήστε να εξέλθουν 50 σταγόνες νερού.
- Αναγνώστε και καταγράψτε την ένδειξη της προχοϊδας (τελική).
- Επαναλάβετε τις κινήσεις 2-4 ακόμα δύο φορές.
- Υπολογίστε το μέσο όγκο 50 σταγόνων νερού.
- Υπολογίστε τον όγκο μιας σταγόνας νερού.

### ΠΙΝΑΚΑΣ 10.1 Μέτρηση όγκου μιας σταγόνας

|                         | Μετρήσεις                                     |                    |                    |
|-------------------------|---|--------------------|--------------------|
|                         | Πρώτη   | Δεύτερη            | Τρίτη              |
| Τελική ένδειξη          |   |                    |                    |
| Αρχική ένδειξη          |   |                    |                    |
| Όγκος 50 σταγόνων       | $V_1 = \dots\dots$                            | $V_2 = \dots\dots$ | $V_3 = \dots\dots$ |
| Μέσος όγκος 50 σταγόνων | $V = (V_1 + V_2 + V_3) / 3 = \dots\dots\dots$ |                    |                    |
| Όγκος μιας σταγόνας     | $V = V/50 = \dots\dots\dots$                  |                    |                    |

### ΕΡΓΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΣΠΙΤΙ

Να γράψετε εργαστηριακή αναφορά για τα πειράματα που πραγματοποιήσατε.



## ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

### Ογκομέτρηση ισχυρού οξέος με ισχυρή βάση

Ημερομηνία πραγματοποίησης εργαστηριακής άσκησης .....

#### Εισαγωγή

Σ' αυτή την εργαστηριακή άσκηση θα ασχοληθείτε με τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης διαλύματος υδροχλωρικού οξέος με ογκομέτρηση με το τιτλοδοτημένο διάλυμα του υδροξειδίου του νατρίου.

**Σκοπός της άσκησης αυτής είναι η απόκτηση δεξιοτήτων στην τιτλοδότηση διαλύματος NaOH και ογκομέτρηση διαλύματος HCl, καθώς επίσης και η εξάσκηση στον υπολογισμό της συγκέντρωσης του αγνώστου από τα αποτελέσματα της ογκομέτρησης.**

#### ΤΙ ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ

| Όργανα   | Υλικά  |
|--|--|
| προχοϊδα 50 mL<br>σιφόνιο 10 mL<br>3 κωνικές φιάλες 150 mL<br>2 ποτήρια ζέσεως 150 mL<br>ορθοστάτης με σφιγκτήρα και λαβίδα<br>ελαστικός αναρροφητήρας (πουάρ)<br>μικρό χωνί | <b>Διαλύματα:</b><br>NaOH ~ 0,1 M<br>HCl ~ 0,1 M<br>Δείκτη φαινολοφθαλείνη |

#### ΠΕΙΡΑΜΑ 1 Ογκομέτρηση διαλύματος υδροχλωρικού οξέος

Ο προσδιορισμός της ακριβούς συγκέντρωσης διαλύματος υδροχλωρικού οξέος επιτυγχάνεται με ογκομέτρηση με διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου και βασίζεται στην αντίδραση εξουδετέρωσης:



Το σημείο ισοδυναμίας μπορεί να αναγνωρισθεί με δείκτες με ουδέτερη ζώνη εκτροπής, όπως είναι το κυανούν της βρωμοθυμόλης, αλλά και με δείκτες με όξινη ή αλκαλική ζώνη εκτροπής, όπως είναι η ηλιανθίνη και η φαινολοφθαλείνη αντίστοιχα.



### Διαδικασία

1. Ετοιμάστε και γεμίστε την προχοΐδα με το διάλυμα του υδροξειδίου του νατρίου, NaOH 0,1 M.
2. Σε κωνική φιάλη των 150 mL, μεταφέρετε με σιφόνιο, 10 mL του διαλύματος του υδροχλωρικού οξέος, HCl, του οποίου θα προσδιορίσετε τη συγκέντρωση.
3. Προσθέστε στην κωνική φιάλη 2-3 σταγόνες διαλύματος φαινολφθαλεΐνης.
4. Σημειώστε στον πίνακα 11.1 την αρχική ένδειξη της προχοΐδας και ογκομετρήστε μέχρις ότου το χρώμα του διαλύματος στην κωνική φιάλη μετατραπεί από άχρωμο σε ροζ. Το ροζ χρώμα να παραμείνει για 30 δευτερόλεπτα.
5. Σημειώστε στον πίνακα την τελική ένδειξη της προχοΐδας στη στήλη «ογκομέτρηση προσανατολισμού» και υπολογίστε τον όγκο του διαλύματος του υδροξειδίου του νατρίου που καταναλώθηκε ( $V_{\text{προσ}}$ ).
6. Επαναλάβετε την πιο πάνω διαδικασία άλλες δύο φορές για να επιτύχετε δύο μετρήσεις ακριβείας, που να μην έχουν διαφορά μεγαλύτερη από 0,1 mL. Γράψτε τα αποτελέσματα στον πίνακα 11.1.

**Σημείωση:** Το μέτρο δεν τοποθετείται απαραίτητα στην προχοΐδα. Επειδή το υδροξείδιο του νατρίου διαβρώνει το γυαλί, είναι προτιμότερο, όταν είναι πυκνό, να τοποθετείται στην κωνική φιάλη - ακόμα και στην περίπτωση που είναι το μέτρο. Και αυτό για την προστασία της προχοΐδας.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 11.1 Αποτελέσματα της ογκομέτρησης**

|                        | Ογκομέτρηση προσανατολισμού             | Πρώτη ογκομέτρηση ακριβείας | Δεύτερη ογκομέτρηση ακριβείας |
|------------------------|---|-----------------------------|-------------------------------|
| Τελική ένδειξη         |   |                             |                               |
| Αρχική ένδειξη         |   |                             |                               |
| Όγκος NaOH (mL)        | $V_{\text{προσ}} = \dots\dots$          | $V_1 = \dots\dots$          | $V_2 = \dots\dots$            |
| Μέσος όγκος του μέτρου | $V = (V_1 + V_2) / 2 = \dots\dots\dots$ |                             |                               |

---

## ΕΡΓΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΣΠΙΤΙ

---

Να γράψετε εργαστηριακή αναφορά για τα πειράματα που πραγματοποιήσατε.

Να συμπεριλάβετε τις μετρήσεις και την επεξεργασία των αποτελεσμάτων.

---

## Επεξεργασία των αποτελεσμάτων

---

1. Υπολογίστε τους όγκους  $V_1$ ,  $V_2$  και  $V$  του διαλύματος του υδροξειδίου του νατρίου,  $\text{NaOH}$ .
2. Υπολογίστε την ποσότητα (σε mole) του υδροξειδίου του νατρίου, που περιέχεται στο μέσο όγκο του διαλύματος.
3. Υπολογίστε την ποσότητα (σε mole) του υδροχλωρίου,  $\text{HCl}$ , που έχει αντιδράσει με το διάλυμα του υδροξειδίου του νατρίου, σύμφωνα με την εξίσωση:



4. Υπολογίστε τη μοριακότητα του υδροχλωρικού οξέος.

---

## Ερωτήσεις

---

1. Ποιο είναι το pH του διαλύματος στο ισοδύναμο σημείο; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.
2. Ποιος δείκτης έχει επιλεγεί για την ογκομέτρηση αυτή και γιατί; Ποιους άλλους δείκτες θα μπορούσατε να χρησιμοποιήσετε και γιατί;
3. Έστω ότι, δεν έγινε πλήρης μεταφορά του διαλύματος υδροχλωρικού οξέος από το σιφώνιο στην κωνική φιάλη. Πώς θα επηρέαζε τον υπολογισμό της συγκέντρωσης του υδροχλωρικού οξέος; Θα υπολογίζατε μικρότερη ή μεγαλύτερη τη συγκέντρωση;
4. Υποθέστε ότι, στην προχοΐδα υπάρχει μια φυσαλίδα αέρα κατά την έναρξη της ογκομέτρησης και ότι η φυσαλίδα εξαφανίζεται πριν πάρου με την ένδειξη στο τελικό σημείο της ογκομέτρησης. Πώς αυτό θα επηρεάσει το αποτέλεσμα των υπολογισμών;



# ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 12

## ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ Ογκομέτρηση ασθενούς οξέος με ισχυρή βάση

Ημερομηνία πραγματοποίησης εργαστηριακής άσκησης .....

### Εισαγωγή

Σκοπός της άσκησης αυτής είναι οι μαθητές να αποκτήσουν δεξιότητες κατάλληλης αραίωσης του ξιδιού, ογκομέτρησης αραιωμένου διαλύματος ξιδιού με διάλυμα NaOH, καθώς επίσης και για εξάσκηση στον υπολογισμό της % κ.ο. περιεκτικότητας του ξιδιού και της άγνωστης συγκέντρωσης από τα αποτελέσματα των ογκομετρήσεων.

Ο προσδιορισμός της οξύτητας διαφόρων εμπορικών προϊόντων, όπως ξιδιού, επιτυγχάνεται με ογκομέτρηση του δείγματος του προϊόντος με διάλυμα ισχυρής βάσης, συνήθως υδροξειδίου του νατρίου.

### ΤΙ ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ

| Όργανα - Υλικά  | Χημικές ουσίες   |
|---|--|
| προχοϊδα 50 mL<br>2 σιφώνια 10 mL<br>3 κωνικές φιάλες 150 mL<br>2 ποτήρια ζέσεως 150 mL<br>ογκομετρική φιάλη 100 mL<br>μικρό χωνί<br>γυάλινη ράβδος<br>ελαστικός αναροφητήρας (πουάρ)<br>ορθοστάτης με σφιγκτήρα και λαβίδα | <b>Διαλύματα:</b><br>NaOH, 0,1 M<br><br>Δείκτης φαινολφθαλείνη<br><br>Ξίδι (αποχρωματισμένο) |

### ΠΕΙΡΑΜΑ 1 Ογκομέτρηση διαλύματος οξικού οξέος - Υπολογισμός της περιεκτικότητας ξιδιού σε οξικό οξύ

Ένας δείκτης είναι κατάλληλος για μια ογκομέτρηση, αν η ζώνη εκτροπής του περιλαμβάνεται στο κατακόρυφο τμήμα της καμπύλης εξουδετέρωσης.

Το κατακόρυφο τμήμα της καμπύλης εξουδετέρωσης ονομάζεται ζώνη εξουδετέρωσης.

Το ξίδι είναι αραιό υδατικό διάλυμα οξικού οξέος και παρασκευάζεται συνήθως με οξική ζύμωση του κρασιού. Η περιεκτικότητα του ξιδιού σε οξικό οξύ εκφράζεται με βαθμούς που δηλώνουν την εκατοστιαία κατά όγκο (% κ.ο.) περιεκτικότητά του σε οξικό οξύ. Το ξίδι που παρασκευάζεται από το κρασί είναι συνήθως 6° - 8° (βαθμών). Οι βαθμοί ξιδιού αντιστοιχούν στην περιεκτικότητα % κ.ο.

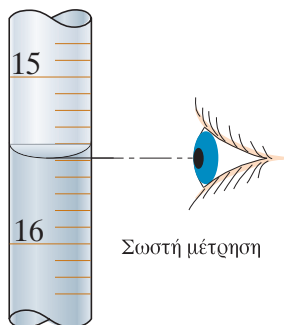
Στην εργασία αυτή θα προσδιορίσετε την περιεκτικότητα σε οξικό οξύ δείγματος ξιδιού με ογκομέτρηση με διάλυμα NaOH 0,1 M, η οποία βασίζεται στην αντίδραση εξουδετέρωσης μεταξύ του οξικού οξέος και του υδροξειδίου του νατρίου.



Η αναγνώριση του σημείου ισοδυναμίας επιτυγχάνεται με τη χρήση δείκτη με αλκαλική ζώνη εκτροπής όπως είναι η φαινολφθαλείνη.

Το ξίδι που προέρχεται από κόκκινο κρασί είναι χρωματισμένο, γι' αυτό, πριν από την ογκομέτρηση, αποχρωματίζεται με ενεργό άνθρακα, ο οποίος προσροφά τις χρωστικές ουσίες. Το αποχρωματισμένο ξίδι πρέπει να

αραιωθεί δέκα φορές, διότι η συγκέντρωση του οξικού οξέος στο ξίδι είναι περίπου 1 M.



Κατά την ανάγνωση του ύψους άχρωμου υγρού στην προχοΐδα, το μάτι πρέπει να βρίσκεται στην ίδια ευθεία με την εφαπτομένη στην κάτω επιφάνεια του μηνίσκου.

Για την ογκομέτρηση διαλυμάτων ασθενών οξέων με ισχυρές βάσεις κατάλληλοι είναι δείκτες με αλκαλική ζώνη εκτροπής.

### Διαδικασία

1. Μεταφέρετε με σιφώνιο σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL, 10 mL αποχρωματισμένου ξιδιού, του οποίου θα προσδιορίσετε την περιεκτικότητα. Προσθέστε, προσεκτικά, με υδροβολέα, αποσταγμένο νερό μέχρι τη χαραγή της ογκομετρικής φιάλης (η κάτω επιφάνεια του μηνίσκου να εφάπτεται της χαραγής). Ανακινήστε καλά.
2. Ετοιμάστε και γεμίστε την προχοΐδα με το διάλυμα του υδροξειδίου του νατρίου, NaOH 0,1 M.
3. Σε κωνική φιάλη των 150 mL μεταφέρετε, με σιφώνιο, 10 mL του αραιωμένου (1:10) διαλύματος ξιδιού.
4. Προσθέστε στην κωνική φιάλη 2-3 σταγόνες διαλύματος φαινολφθαλεΐνης.
5. Σημειώστε στον πίνακα 12.1 την ένδειξη της προχοΐδας (αρχική ένδειξη της ογκομέτρησης προσανατολισμού). Ογκομετρήστε μέχρις ότου το χρώμα του διαλύματος στην κωνική φιάλη μετατραπεί από άχρωμο σε ροζ.
6. Σημειώστε στον πίνακα 12.1 την τελική ένδειξη της προχοΐδας στη στήλη «ογκομέτρηση προσανατολισμού» και υπολογίστε τον όγκο του διαλύματος του υδροξειδίου του νατρίου που καταναλώθηκε ( $V_{\text{προσ}}$ ).
7. Επαναλάβετε την πιο πάνω διαδικασία άλλες δύο φορές, για να επιτύχετε δύο μετρήσεις ακριβείας, που να έχουν διαφορά ίση ή μικρότερη από 0,1 mL.

### ΠΙΝΑΚΑΣ 12.1 Αποτελέσματα της ογκομέτρησης

|                        | Ογκομέτρηση προσανατολισμού             | Πρώτη ογκομέτρηση ακριβείας | Δεύτερη ογκομέτρηση ακριβείας |
|------------------------|---|-----------------------------|-------------------------------|
| Τελική ένδειξη         |   |                             |                               |
| Αρχική ένδειξη         |   |                             |                               |
| Όγκος NaOH (mL)        | $V_{\text{προσ}} = \dots\dots$          | $V_1 = \dots\dots$          | $V_2 = \dots\dots$            |
| Μέσος όγκος του μέτρου | $V = (V_1 + V_2) / 2 = \dots\dots\dots$ |                             |                               |

---

## Επεξεργασία των αποτελεσμάτων

---

1. Υπολογίστε τους όγκους  $V_1$ ,  $V_2$  και  $V$  του διαλύματος του υδροξειδίου του νατρίου,  $\text{NaOH}$ .
2. Υπολογίστε την ποσότητα (σε mole) του υδροξειδίου του νατρίου, που περιέχεται στο μέσο όγκο του διαλύματος.
3. Υπολογίστε την ποσότητα (σε mole) του ξιδιού (οξικού οξέος), που έχει αντιδράσει με το διάλυμα του υδροξειδίου του νατρίου σύμφωνα με την εξίσωση:  
$$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$$

1 mol            1mol
4. Υπολογίστε τη συγκέντρωση του αραιωμένου διαλύματος του ξιδιού.
5. Υπολογίστε τη συγκέντρωση του ξιδιού πριν από την αραιώσή του.
6. Υπολογίστε τη μάζα σε γραμμάρια του οξικού οξέος, που περιέχονται σε 100 mL ξιδιού (περιεκτικότητα % κ.ο.).
7. Συγκρίνετε το αποτέλεσμα με την τιμή που αναγράφεται στην ετικέτα της φιάλης του ξιδιού.

---

## ΕΡΓΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΣΠΙΤΙ

---

Να γράψετε εργαστηριακή αναφορά για τα πειράματα που μελετήσατε.

---

## Ερωτήσεις

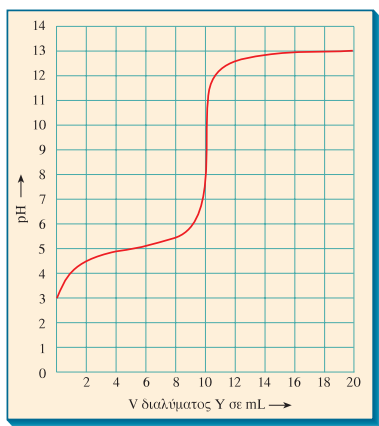
---

1. Γιατί το pH του διαλύματος στο ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης οξικού οξέος, με υδροξειδίου του νατρίου, είναι μεγαλύτερο του 7;
2. Γιατί η φαινολοφθαλείνη θεωρείται κατάλληλος δείκτης για την αναγνώριση του τελικού σημείου της πιο πάνω ογκομέτρησης; Θα ήταν ορθό να χρησιμοποιήσετε για τον σκοπό αυτό και τον δείκτη ηλιανθίνη; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.
3. Η ογκομέτρηση του ξιδιού με μέτρο υδροξειδίου του νατρίου είναι ογκομέτρηση οξυμετρίας ή αλκαλιμετρίας; Εξηγήστε.

## Γενικές Ερωτήσεις

- α) Γιατί, τόσο το σιφώνιο, όσο και η προχοΐδα, που χρησιμοποιούμε σε μια ογκομέτρηση, πρέπει να είναι εντελώς στεγνά πριν τα γεμίσουμε με το άγνωστο και το μέτρο αντίστοιχα;
  - β) Στην περίπτωση που δεν είναι εντελώς στεγνά, γιατί πρέπει να τα ξεπλύνουμε με το διάλυμα με το οποίο θα τα γεμίσουμε;
  - γ) Εξηγήστε γιατί δεν ενδείκνυται να ακολουθήσουμε την ίδια διαδικασία και με την κωνική φιάλη στην οποία θα μεταφέρουμε το περιεχόμενο του σιφωνίου.
- Έστω ότι, κατά την ογκομέτρηση του διαλύματος NaOH, ξεπεράσατε το τελικό σημείο, κατά 0,2 mL.  
Η συγκέντρωση του διαλύματος που θα υπολογίζατε θα ήταν μεγαλύτερη ή μικρότερη από την πραγματική;
- Έστω ότι, δεν έγινε πλήρης μεταφορά του διαλύματος οξικού οξέος από το σιφώνιο στην κωνική φιάλη. Πώς θα επηρέαζε τον υπολογισμό της συγκέντρωσης του οξικού οξέος; Θα υπολογίζατε μικρότερη ή μεγαλύτερη τη συγκέντρωση;
- Υποθέστε ότι, στην προχοΐδα υπάρχει μια φυσαλίδα αέρα κατά την έναρξη της ογκομέτρησης και ότι η φυσαλίδα εξαφανίζεται πριν πάρουμε την ένδειξη στο τελικό σημείο της ογκομέτρησης. Πώς αυτό θα επηρεάσει το αποτέλεσμα των υπολογισμών;

## Γενικές Ασκήσεις



- Δίνεται παραπλεύρως η γραφική παράσταση της μεταβολής του pH κατά την ογκομέτρηση 20 mL διαλύματος X συγκέντρωσης 0,1 M από διάλυμα Y.
  - α) Η γραφική παράσταση απεικονίζει τη μεταβολή του pH ως αποτέλεσμα της προσθήκης διαλύματος:
    - A. μιας ασθενούς βάσης σε ισχυρό οξύ
    - B. ενός ισχυρού οξέος σε ασθενή βάση
    - Γ. μιας ισχυρής βάσης σε ασθενές οξύ
    - Δ. ενός ισχυρού οξέος σε ισχυρή βάση
    - E. ενός ασθενούς οξέος σε ισχυρή βάση
  - β) Εάν 1 mol του X αντιδρά με 1 mol του Y, ποια είναι η μοριακότητα του διαλύματος Y;
    - A. 0,025 M
    - B. 0,2 M
    - Γ. 0,1 M
    - Δ. 0,05 M
    - E. 0,4 M

2. Δίνονται τα ακόλουθα:

| Δείκτης | Χρώματα - Εργάσιμη ζώνη (pH) |           |         |
|---------|------------------------------|-----------|---------|
| A       | κίτρινο                      | 0 - 2     | μπλε    |
| B       | κόκκινο                      | 3 - 4,3   | κίτρινο |
| Γ       | κόκκινο                      | 4,2 - 5,8 | κίτρινο |
| Δ       | κίτρινο                      | 6 - 7,5   | μπλε    |
| E       | άχρωμο                       | 8,2 - 10  | φούξια  |

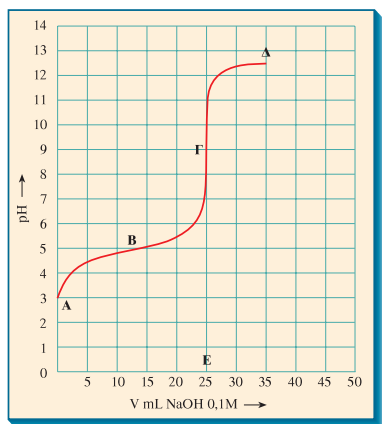
Να επιλέξετε από τους δείκτες A-E τον δείκτη που είναι ο πιο κατάλληλος:

- για την ογκομέτρηση του διαλύματος  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1 M με διάλυμα  $\text{NaOH}$  0,1 M
- για τη διάκριση μεταξύ διαλύματος  $\text{HCl}$  1 M και  $\text{HCl}$  0,001 M
- για τη διάκριση διαλύματος  $\text{NH}_4\text{Cl}$  από διάλυμα  $\text{CH}_3\text{COONa}$  ( $C_{\text{αλάτων}} = 1 \text{ M}$ ).

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας σε κάθε περίπτωση.

3. Η ζώνη εκτροπής του δείκτη ΗΔ είναι 7 - 9. Σε υδατικό διάλυμα το χρώμα των μορίων του είναι κίτρινο, ενώ των ανιόντων Δ<sup>-</sup> είναι κυανούν.

- Να γράψετε ποιο είναι το χρώμα του διαλύματος του δείκτη σε  $\text{pH} = 1$
  - Να εξηγήσετε την απάντησή σας.
- Να δηλώσετε εάν ο δείκτης αυτός είναι κατάλληλος για την ογκομέτρηση διαλύματος οξικού οξέος με διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου.
  - Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.



4. Η καμπύλη που δίνεται παραπλεύρως δείχνει τη μεταβολή του pH, όταν σε 20 mL διαλύματος  $\text{CH}_3\text{COOH}$  προστίθεται σταδιακά διάλυμα  $\text{NaOH}$  0,1 M.

- Να δηλώσετε ποιο γράμμα από αυτά που δίνονται στη γραφική παράσταση αντιπροσωπεύει
  - το σημείο ισοδυναμίας.
  - το αρχικό pH του διαλύματος που ογκομετρείται.
  - τον ισοδύναμο όγκο.
- Να γράψετε, με τη βοήθεια της καμπύλης ογκομέτρησης,
  - μεταξύ ποιων ορίων pH κυμαίνεται η ζώνη εξουδετέρωσης.
  - την τιμή του pH στο σημείο ισοδυναμίας.
- Να υπολογίσετε από τα δεδομένα της άσκησης:
  - τη μοριακότητα του διαλύματος του οξέος.
  - την αρχική τιμή του pH του διαλύματος του οξέος.

Δίνεται η σταθερά διάστασης του οξικού οξέος  $K_{\text{οξ}} = 1,8 \times 10^{-5}$ .



Δ. Να γράψετε τις ουσίες που περιέχονται στην κωνική φιάλη, όταν στα 20 mL του διαλύματος του οξέος έχουν προστεθεί συνολικά

- i) 12,5 mL του μέτρου
- ii) 30 mL του μέτρου.

5. Για την πλήρη εξουδετέρωση 40 mL διαλύματος ασθενούς μονοπρωτικού οξέος, HA, χρειάζονται 20 mL NaOH 0,2 M. Να υπολογίσετε:

- α) τη μοριακότητα του διαλύματος του οξέος
- β) την τιμή του pH του διαλύματος του οξέος ( $K_{οξ} = 2,5 \times 10^{-6}$ )
- γ) την τιμή του pH του διαλύματος που προκύπτει αν στα πιο πάνω 40 mL του οξέος προσθέσουμε  $4 \times 10^{-4}$  mol του άλατος του οξέος με νάτριο (η μεταβολή του όγκου θεωρείται αμελητέα).

6. Παρασκευάστηκαν 200 mL διαλύματος ασθενούς μονοπρωτικού οξέος με τη διαλυτοποίηση 1,725 γραμμαρίων αυτού στην κατάλληλη ποσότητα νερού. Για την πλήρη εξουδετέρωση 20 mL του διαλύματος αυτού καταναλώθηκαν 25 mL διαλύματος NaOH 0,12 M. Να υπολογίσετε:

- α) τη μοριακότητα του διαλύματος του οξέος
- β) τη μοριακή μάζα του οξέος

|                |    |      |      |      |      |      |      |      |       |     |     |     |
|----------------|----|------|------|------|------|------|------|------|-------|-----|-----|-----|
| $V_{HCl}$ (mL) | 0  | 1    | 4    | 5    | 9    | 9,9  | 9,95 | 10,0 | 10,05 | 12  | 15  | 20  |
| pH             | 14 | 13,9 | 13,6 | 13,5 | 12,7 | 11,7 | 11,4 | 7,0  | 2,6   | 1,0 | 0,7 | 0,5 |

7. Δίνονται οι τιμές pH του διαλύματος που ογκομετρείται σε συνάρτη-

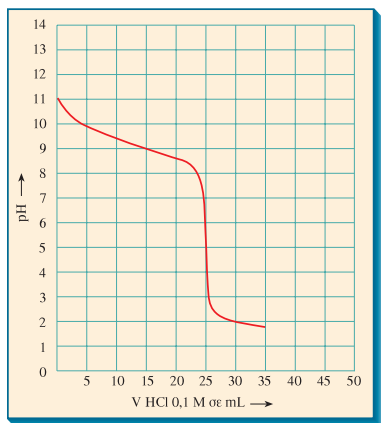
|                |      |      |     |     |     |     |      |      |       |     |     |     |
|----------------|------|------|-----|-----|-----|-----|------|------|-------|-----|-----|-----|
| $V_{HCl}$ (mL) | 0    | 1    | 4   | 5   | 9   | 9,9 | 9,95 | 10,0 | 10,05 | 12  | 15  | 20  |
| pH             | 11,6 | 10,3 | 9,4 | 9,3 | 8,3 | 7,3 | 7,0  | 4,8  | 2,6   | 1,0 | 0,7 | 0,5 |

ση με τον όγκο του μέτρου που προστέθηκε στις ακόλουθες περιπτώσεις:

- α) ογκομέτρηση 10 mL διαλύματος NaOH 1 M με διάλυμα HCl 1 M.
- β) ογκομέτρηση 10 mL διαλύματος  $NH_3$  1 M με διάλυμα HCl 1 M.

Να σχεδιάσετε τις αντίστοιχες καμπύλες εξουδετέρωσης στο ίδιο σύστημα αξόνων και να τις συγκρίνετε με βάση τα ακόλουθα κριτήρια:

- σημείο ισοδυναμίας
  - ζώνη εξουδετέρωσης - μέγεθος, περιοχή pH στην καμπύλη
  - μορφή της καμπύλης
  - κατάλληλοι δείκτες
8. Η καμπύλη εξουδετέρωσης που δίνεται παραπλεύρως δείχνει τη μεταβολή του pH, όταν διάλυμα HCl 0,1 M προστίθεται σε 20 mL διαλύματος μονοϋδροξυλικής βάσης με μοριακή μάζα 59.
- α) να υπολογίσετε τη μοριακότητα και την % κ.ο. περιεκτικότητα της βάσης.
  - β) να υποδείξετε κατά προσέγγιση τη ζώνη εξουδετέρωσης και το pH στο σημείο ισοδυναμίας.



- γ) να δικαιολογήσετε γιατί στο σημείο ισοδυναμίας το pH δεν είναι 7.
- δ) ποιο χαρακτηριστικό πρέπει να έχει ένας δείκτης για να είναι κατάλληλος για την ογκομέτρηση αυτή;
- ε) να σημειώσετε με τα γράμματα Α - Γ τα ακόλουθα σημεία στη γραφική παράσταση:
- Α. το σημείο που ισχύει  $n_{\text{οξέος}} = n_{\text{βάσης}}$  όπου  $n$  = αριθμός mol
  - Β. το αρχικό pH του διαλύματος που ογκομετρείται.
  - Γ. το σημείο όπου στο διάλυμα υπάρχει μόνο άλας.
9. Διάλυμα υδροχλωρικού οξέος, άγνωστης συγκέντρωσης, ογκομετρείται με διάλυμα αμμωνίας,  $\text{NH}_3$ .
- α) i) Να γράψετε εάν στο σημείο ισοδυναμίας το διάλυμα που ογκομετρείται θα είναι όξινο, βασικό ή ουδέτερο.
  - ii) Να εξηγήσετε την απάντησή σας, γράφοντας και τις σχετικές αντιδράσεις.
  - β) i) Να δηλώσετε ποιος από τους γνωστούς δείκτες (φαινολοφθαλείνη, κυανούν της βρωμοθυμόλης ή ηλιανθίνη) είναι ο πιο κατάλληλος για την ογκομέτρηση αυτή.
  - ii) Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.



Ημερομηνία πραγματοποίησης εργαστηριακής άσκησης .....

### Εισαγωγή

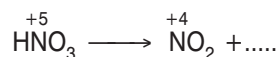
Οξειδωση ενός στοιχείου είναι η αποβολή ηλεκτρονίων από αυτό, ενώ αναγωγή ενός στοιχείου είναι η πρόσληψη ηλεκτρονίων από αυτό.

Στις ετεροπολικές ενώσεις αριθμός οξειδωσης είναι το πραγματικό φορτίο που έχει κάθε ιόν, ενώ στις ομοιοπολικές ενώσεις αριθμός οξειδωσης είναι το φαινομενικό φορτίο που αποκτά κάθε άτομο αν τα κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων αποδοθούν στο ηλεκτραρνητικότερο από τα άτομα που ενώνονται.

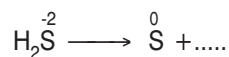
Οξειδωση είναι η αύξηση του αριθμού οξειδωσης ενός στοιχείου, ενώ αναγωγή είναι η μείωση του αριθμού οξειδωσης ενός στοιχείου.

Είναι προφανές ότι σε κάθε χημικό φαινόμενο όπου υπάρχει ανταλλαγή η μετακίνηση ηλεκτρονίων και επομένως μεταβολή του αριθμού οξειδωσης θα συμβαίνουν ταυτόχρονα και οξειδωση και αναγωγή και επομένως θα πρέπει πάντοτε να μιλάμε για αντιδράσεις οξειδοαναγωγής. Με άλλα λόγια δεν υπάρχει οξειδωση χωρίς αναγωγή και το αντίστροφο.

Οι οξειδωτικές ουσίες μπορούν να προκαλέσουν οξειδωση και επομένως υφίστανται αναγωγή. Για παράδειγμα το πυκνό διάλυμα νιτρικού οξέος,  $\text{HNO}_3$ , χαρακτηρίζεται ως οξειδωτική ουσία, καθώς κατά τη μετατροπή του σε διοξείδιο του αζώτου,  $\text{NO}_2$ , ο αριθμός οξειδωσης του αζώτου μειώνεται από +5 σε +4.



Οι αναγωγικές ουσίες μπορούν να προκαλέσουν αναγωγή και επομένως υφίστανται οξειδωση. Για παράδειγμα το υδρόθειο,  $\text{H}_2\text{S}$ , χαρακτηρίζεται ως αναγωγικό, καθώς κατά τη μετατροπή του σε θείο,  $\text{S}$ , ο αριθμός οξειδωσης του θείου αυξάνεται από -2 σε 0.



Η έννοια της οξειδωσης και της αναγωγής επεκτείνεται σε όλες τις χημικές αντιδράσεις, ανεξάρτητα εάν συμμετέχουν ιοντικές ενώσεις (μεταφορά ηλεκτρονίων) ή ομοιοπολικές ενώσεις (αμοιβαία συνεισφορά ηλεκτρονίων) χρησιμοποιώντας τον αριθμό οξειδωσης (Α.Ο.).

Ο αριθμός οξειδωσης (Α.Ο.) είναι μια συμβατική έννοια, η οποία επινοήθηκε για να διευκολύνει:

- τη γραφή των μοριακών τύπων και την ονοματολογία των ενώσεων
- τη συστηματική κατάταξη των χημικών αντιδράσεων σε μεταθετικές και οξειδοαναγωγικές
- την εύρεση των συντελεστών στις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων οξειδοαναγωγής

**Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να εξασκηθούν οι μαθητές στη διεξαγωγή και ακριβή παρατήρηση αντιδράσεων και να αντιληφθούν τη μεταβολή του αριθμού οξειδωσης μιας χημικής αντίδρασης.**

### ΤΙ ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ

| Όργανα  | Υλικά   |
|---|---|
| δοκιμαστικοί σωλήνες,<br>στηρίγματα δοκιμαστικών σωλήνων,<br>διηθητικό χαρτί,<br>σταγονόμετρα | Πυκνά: $\text{HNO}_3$ , $\text{H}_2\text{SO}_4$<br>Υδατικά διαλύματα:<br>$\text{H}_2\text{SO}_4$ 2 M,<br>$\text{HNO}_3$ 2 M,<br>$\text{CuSO}_4$ 0,5 M<br>$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,1 M<br>$\text{FeSO}_4$ 1 M<br>Στερεά: ρινίσματα Cu,<br>καρφοβελόνα ή τελάκι,<br>$\text{KI}$ , $\text{I}_2$ , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , $\text{Na}_2\text{CO}_3$<br>Διαλύματα δεικτών:<br>ηλιανθίνη ή κυανού βρωμοθυμόλης |

**ΠΡΟΣΟΧΗ ΟΛΑ ΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΝΑ ΓΙΝΟΥΝ ΕΠΙΔΕΙΞΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗ ΣΤΗΝ ΕΣΤΙΑ**

### **ΠΕΙΡΑΜΑ 1 Επίδραση αραιού και πυκνού διαλύματος νιτρικού οξέος σε χαλκό**

1. Να μεταφέρετε σε δύο (2) δοκιμαστικούς σωλήνες Α και Β από 3 – 4 mL αραιού και πυκνού διαλύματος νιτρικού οξέος αντίστοιχα.
2. Να προσθέσετε και στους δύο δοκιμαστικούς σωλήνες ρινίσματα χαλκού.

- Τι παρατηρείτε στον κάθε σωλήνα;

Σωλήνας Α .....

Σωλήνας Β .....

3. Να θερμάνετε προσεκτικά τον σωλήνα Α.

- Τι παρατηρείτε;

.....  
.....

4. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων που πραγματοποιούνται.

.....  
.....

### **ΠΕΙΡΑΜΑ 2 Ανίχνευση NO και NO<sub>2</sub>**

Από το στόμιο των δοκιμαστικών σωλήνων Α και Β, του πειράματος 1, εκλύονται τα αέρια NO και NO<sub>2</sub> αντίστοιχα.

1. Να γράψετε το χρώμα των δύο αερίων.

.....

2. Τι μεταβολή παρατηρείτε στο χρώμα του αερίου NO;

.....

- Πού οφείλετε αυτή η μεταβολή;

.....

### **ΠΕΙΡΑΜΑ 3 Αντίδραση σιδήρου και θεικού χαλκού (II)**

1. Σε δοκιμαστικό σωλήνα μεταφέρουμε περίπου 4-5 mL διαλύματος CuSO<sub>4</sub> 0,5 M. Στη συνέχεια βάζουμε κομμάτι σιδήρου (καρφοβελόνα /σιδηροβάμβακας (τελάκι) κουζίνας). Αφήνουμε τον δοκιμαστικό σωλήνα σε ηρεμία, τουλάχιστον για δέκα λεπτά.

- Τι παρατηρείτε;

.....  
.....

2. Να γράψετε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης που πραγματοποιείται.

.....

---

## ΕΡΓΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΣΠΙΤΙ

---

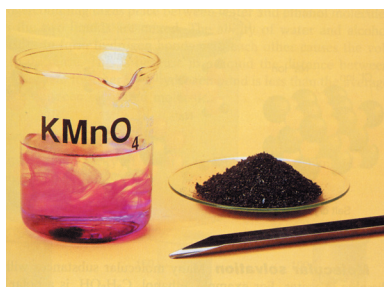
Να γράψετε εργαστηριακή αναφορά για τα πειράματα που μελετήσατε.

## ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ Ογκομετρήσεις οξειδοαναγωγής Υπερμαγγανομετρία

Ημερομηνία πραγματοποίησης εργαστηριακής άσκησης .....

### Θεωρητικές βάσεις

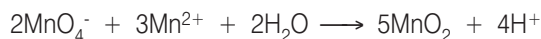
Το υπερμαγγανικό κάλιο,  $\text{KMnO}_4$ , είναι ένα ισχυρό οξειδωτικό μέσο που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης των διαλυμάτων αναγωγικών ουσιών. Η μέθοδος στηρίζεται στην οξειδωτική δράση του υπερμαγγανικού ιόντος,  $\text{MnO}_4^-$ , το οποίο σε όξινο περιβάλλον ανάγεται σε κατιόντα μαγγανίου,  $\text{Mn}^{2+}$  σύμφωνα με την ημιαντίδραση:



Στερεό υπερμαγγανικό κάλιο και διάλυσή του σε νερό

Το στερεό  $\text{KMnO}_4$  και τα υδατικά διαλύματά του, έχουν έντονο ιώδες χρώμα. Αντίθετα, τα αραιά διαλύματα  $\text{Mn}^{2+}$  είναι άχρωμα. Κατά τη διάρκεια της ογκομέτρησης, καθώς το πιπλοδοτημένο διάλυμα του υπερμαγγανικού καλίου,  $\text{KMnO}_4$ , προστίθεται από την προχοΐδα στο διάλυμα της αναγωγικής ουσίας, το ιώδες διάλυμα αποχρωματίζεται λόγω αναγωγής των ιόντων  $\text{MnO}_4^-$  σε άχρωμα  $\text{Mn}^{2+}$ .

Στο σημείο ισοδυναμίας η αναγωγική ουσία αντιδρά πλήρως, με αποτέλεσμα, το  $\text{KMnO}_4$  να μην ανάγεται και να προσδίδει στο διάλυμα ανοικτό ιώδες χρώμα. Έτσι, δείκτης για την ογκομέτρηση αυτή είναι το ίδιο το υπερμαγγανικό κάλιο,  $\text{KMnO}_4$ , και το τέρμα της ογκομέτρησης αναγνωρίζεται από το πρώτο μόνιμο ανοικτό ιώδες χρώμα. Το χρώμα αυτό πέραν ενός χρονικού διαστήματος 30 δευτερολέπτων μεταβάλλεται βαθμιαία και γίνεται καφέ, διότι τα ιόντα  $\text{MnO}_4^-$  αντιδρούν αργά με τα ιόντα  $\text{Mn}^{2+}$ , που υπάρχουν στο διάλυμα σε σχετικά μεγάλη συγκέντρωση, σχηματίζοντας τελικά διοξειδίο του μαγγανίου,  $\text{MnO}_2$ , σύμφωνα με την αντίδραση:



Το μόνο κατάλληλο οξύ για οξίνιση του διαλύματος της αναγωγικής ουσίας είναι το θειικό οξύ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Το υδροχλωρικό οξύ δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί, διότι τα ανιόντα  $\text{Cl}^-$  οξειδώνονται από τα ιόντα  $\text{MnO}_4^-$  προς  $\text{Cl}_2$  με συνέπεια να γίνεται υπερκατανάλωση του μέτρου  $\text{KMnO}_4$  (θετικό σφάλμα).



Ούτε το νιτρικό οξύ μπορεί να χρησιμοποιηθεί, διότι είναι και το ίδιο οξειδωτικό και ανταγωνίζεται το  $\text{KMnO}_4$  στην αντίδρασή του με την αναγωγική ουσία με αποτέλεσμα να καταναλώνεται μικρότερος όγκος του μέτρου (αρνητικό σφάλμα).



## Παρασκευή και σταθερότητα των διαλυμάτων του $\text{KMnO}_4$

Τα υδατικά διαλύματα του υπερμαγγανικού καλίου δεν είναι σταθερά, διότι τα ιόντα  $\text{MnO}_4^-$  τείνουν να οξειδώσουν το νερό:



Η αντίδραση αυτή είναι αργή, καταλύεται όμως από το φως, τη θερμότητα, τα οξέα και τις βάσεις, τα ιόντα  $\text{Mn}^{2+}$  και το διοξείδιο του μαγγανίου,  $\text{MnO}_2$  (πυρολουσίτη). Το στερεό  $\text{KMnO}_4$  περιέχει πάντοτε, ως ξένη πρόσμειξη, πυρολουσίτη. Επιπρόσθετα το αποσταγμένο νερό περιέχει αναγωγικές ουσίες (ίχνη οργανικών ουσιών, σκόνη κ.α.) που αντιδρούν με το  $\text{KMnO}_4$  για να σχηματίσουν πυρολουσίτη.

Για τους λόγους αυτούς δεν είναι δυνατόν να παρασκευαστεί διάλυμα  $\text{KMnO}_4$  με **σταθερό τίτλο** απλώς και μόνο με τη διάλυση της απαιτούμενης ποσότητας στερεού  $\text{KMnO}_4$  στο νερό. Για να είναι σταθερό το διάλυμα, ο πυρολουσίτης πρέπει να απομακρυνθεί με διήθηση του διαλύματος, πριν από την τιτλοδότησή του. Πριν από τη διήθηση το διάλυμα αφήνεται για 24 ώρες στη συνήθη θερμοκρασία ή θερμαίνεται μέχρι βρασμού για 15-30 λεπτά, για να επιταχυνθεί η οξειδωση των οργανικών ουσιών που υπάρχουν ως προσμείξεις στο νερό. Στη συνέχεια, το διάλυμα αφήνεται να κρυώσει και ακολούθως γίνεται διήθηση με ειδικό χωνί. Για τη διήθηση χρησιμοποιείται υαλοβάμβακας και όχι διηθητικό χαρτί, διότι τα  $\text{MnO}_4^-$  αντιδρούν με το χαρτί σχηματίζοντας πυρολουσίτη. Το διάλυμα φυλάσσεται σε **καθαρή φιάλη σκούρου χρώματος** και τιτλοδοτείται πριν από τη χρήση του με οξαλικό νάτριο,  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ . Αν στο αποθηκευμένο διάλυμα εμφανιστεί ίζημα, πρέπει να γίνει διήθηση και επανατιτλοδότησή του.

Για την παρασκευή διαλύματος  $\text{KMnO}_4$  0,02 M ζυγίστε περίπου 3,2 g χημικά καθαρού  $\text{KMnO}_4$  και παρασκευάστε 1 L διαλύματος σύμφωνα με τις πιο πάνω οδηγίες.

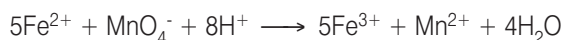
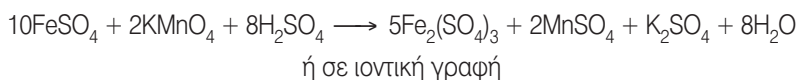
---

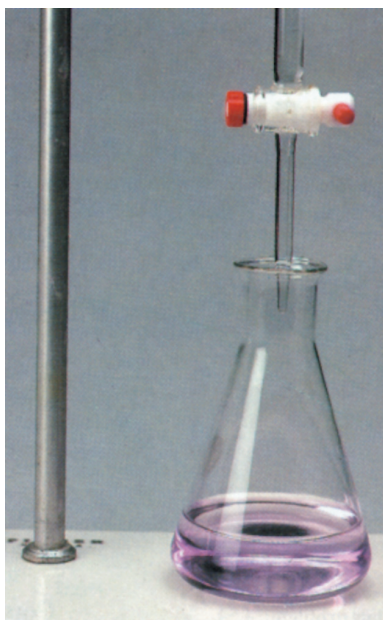
## Εισαγωγή

---

Στην εργαστηριακή αυτή άσκηση θα ασχοληθείτε με τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης του διαλύματος θειικού σιδήρου (II) με ογκομέτρηση με τιτλοδοτημένο διάλυμα υπερμαγγανικού καλίου, σε όξινο περιβάλλον.

Τα κατιόντα σιδήρου  $\text{Fe}^{2+}$  οξειδώνονται από τα ανιόντα υπερμαγγανικού,  $\text{MnO}_4^-$ , σε όξινο περιβάλλον σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:





Στην υπερμαγνητομετρία το τελικό σημείο αναγνωρίζεται από το ανοικτό ιώδες χρώμα που αποκτά το διάλυμα από μια σταγόνα  $\text{KMnO}_4$ .

Στα υδατικά διαλύματα τα κατιόντα  $\text{Fe}^{2+}$  οξειδώνονται από το οξυγόνο του αέρα προς  $\text{Fe}^{3+}$ .

Για τα έγχρωμα υγρά η ανάγνωση της ένδειξης του ύψους του υγρού γίνεται από την άνω επιφάνεια του υγρού.

Κατά την προσθήκη  $\text{KMnO}_4$  σε οξεινωμένο διάλυμα  $\text{FeSO}_4$  το ιώδες διάλυμα αποχρωματίζεται.

Το διάλυμα του  $\text{KMnO}_4$  δεν πρέπει να παραμένει μέσα στην προχοϊδα μετά το τέλος της ογκομέτρησης, διότι μπορεί να αποσυντεθεί μερικώς προς πυρολουσίτη  $\text{MnO}_2$ .

Ο υπολογισμός του αποτελέσματος γίνεται με βάση τη στοιχειομετρική αναλογία της χημικής αντίδρασης.

**Σκοπός της άσκησης αυτής είναι οι μαθητές να αποκτήσουν δεξιότητες στις ογκομετρήσεις υπερμαγνητομετρίας και να ασκηθούν στον υπολογισμό των συγκεντρώσεων από τα αποτελέσματα των ογκομετρήσεων.**

### ΤΙ ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ

| Όργανα - Υλικά   | Χημικές ουσίες   |
|--|--|
| προχοϊδα 50 mL, μικρό χωνί σιφώνιο των 10 mL<br>ογκομετρικός κύλινδρος 10 mL<br>3 κωνικές φιάλες 150 mL<br>2 ποτήρια ζέσεως 150 mL<br>ελαστικός αναρροφητήρας (πουάρ) ορθοστάτης με σφιγκτήρα και λαβίδα λύχνος Bunsen | <b>Διαλύματα:</b><br>$\text{KMnO}_4 \sim 0,02 \text{ M}$<br>$\text{FeSO}_4 \sim 0,1 \text{ M}$<br>$\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ 2 M}$<br>$\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ 1 M}$ |

### ΠΕΙΡΑΜΑ 1 Ογκομέτρηση διαλύματος $\text{FeSO}_4$ με τιτλοδοτημένο διάλυμα $\text{KMnO}_4$

1. Ετοιμάστε και γεμίστε την προχοϊδα με το διάλυμα του υπερμαγνητικού καλίου, 0,02 M (μέτρο).
2. Σε κωνική φιάλη των 150 mL μεταφέρετε, με σιφώνιο, 10 mL διαλύματος θειικού σιδήρου (II), του οποίου θα προσδιορίσετε τη συγκέντρωση.
3. Με τη βοήθεια ογκομετρικού κυλίνδρου μεταφέρετε στην κωνική φιάλη 10 mL διαλύματος θειικού οξέος 2 M.
4. Σημειώστε στον πίνακα 14.1 την αρχική ένδειξη της προχοϊδας (από την άνω επιφάνεια του υγρού για τα σκουρόχρωμα διαλύματα) και ογκομετήστε γρήγορα ανακινώντας κυκλικά το διάλυμα στην κωνική φιάλη μέχρις ότου το διάλυμα αποκτήσει μόνιμα ανοικτό ιώδες χρώμα (ογκομέτρηση προσανατολισμού). Σταματήστε την προσθήκη του μέτρου.
5. Σημειώστε στον πίνακα 14.1 την τελική ένδειξη της προχοϊδας και υπολογίστε τον όγκο του μέτρου που καταναλώθηκε στην ογκομέτρηση προσανατολισμού ( $V_{\text{προσ}}$ ).

Ο πυρολουσίτης  $MnO_2$  που σχηματίζεται στην επιφάνεια γυάλινων δοχείων, μπορεί να αφαιρεθεί με επίδραση  $H_2SO_4$  1 M που περιέχει μικρή ποσότητα 3%  $H_2O_2$ .

- Επαναλάβετε τις διαδικασίες 2-5, άλλες δύο φορές για να κάνετε μετρήσεις ακριβείας. Προσθέστε σταδιακά ( $V_{\text{προσ}} - 1$ ) mL του μέτρου και προσεγγίστε το σημείο ισοδυναμίας προσθέτοντας το μέτρο κατά σταγόνες. Οι μετρήσεις ακριβείας θα πρέπει να έχουν διαφορά ίση ή μικρότερη από 0,1 mL.
- Καταγράψτε τα αποτελέσματα στον πίνακα 14.1.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 14.1 Αποτελέσματα της ογκομέτρησης**

|                             | Ογκομέτρηση<br>προσανατολισμού          | Πρώτη<br>ογκομέτρηση<br>ακριβείας | Δεύτερη<br>ογκομέτρηση<br>ακριβείας |
|-----------------------------|---|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Τελική<br>ένδειξη           |   |                                   |                                     |
| Αρχική<br>ένδειξη           |   |                                   |                                     |
| Όγκος<br>$KMnO_4$ (mL)      | $V_{\text{προσ}} = \dots\dots$          | $V_1 = \dots\dots$                | $V_2 = \dots\dots$                  |
| Μέσος όγκος<br>του $KMnO_4$ | $V = (V_1 + V_2) / 2 = \dots\dots\dots$ |                                   |                                     |

### Επεξεργασία των αποτελεσμάτων

- Υπολογίστε τους όγκους  $V_1$ ,  $V_2$  και  $V$  του υπερμαγγανικού καλίου,  $KMnO_4$ .
- Υπολογίστε την ποσότητα (σε mole) του υπερμαγγανικού καλίου που περιέχεται στο μέσο όγκο του διαλύματος.
- Υπολογίστε την ποσότητα (σε mole) του θειικού σιδήρου (II) που έχει αντιδράσει με το διάλυμα του υπερμαγγανικού καλίου 0,02 M σύμφωνα με την εξίσωση:  

$$2KMnO_4 + 10FeSO_4 + 8H_2SO_4 \longrightarrow 5Fe_2(SO_4)_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$$
- Υπολογίστε τη μοριακότητα του διαλύματος του θειικού σιδήρου (II).
- Υπολογίστε τη μάζα σε γραμμάρια θειικού σιδήρου,  $FeSO_4$ , που περιέχεται στα 10 mL του διαλύματος που ογκομετρήσατε.
- Υπολογίστε επίσης τη μάζα του ένυδρου θειικού σιδήρου,  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ , που απαιτήθηκε για την παρασκευή ενός λίτρου διαλύματος θειικού σιδήρου (II).

---

## ΕΡΓΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΣΠΙΤΙ

---

Να γράψετε εργαστηριακή αναφορά για το πείραμα που μελετήσατε.

---

### Ερωτήσεις

---

1. Έστω ότι, κατά τη μεταφορά των 10 mL του θειικού σιδήρου (II) στην κωνική φιάλη, είχαμε απώλεια 0,1 mL. Κατά την ογκομέτρηση που ακολούθησε καταναλώθηκαν 9,5 mL διαλύματος  $\text{KMnO}_4$ . Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του διαλύματος του θειικού σιδήρου (II):
  - α) χωρίς να λάβετε υπόψη την απώλεια του 0,1 mL.
  - β) λαμβάνοντας υπόψη την απώλεια του 0,1 mL.Ποια από τις δύο τιμές που υπολογίσατε είναι πιο κοντά στην πραγματική τιμή της συγκέντρωσης;
2. Να εξηγήσετε γιατί το διάλυμα του υπερμαγγανικού καλίου:
  - α) πρέπει να φυλάσσεται σε σκουρόχρωμες φιάλες.
  - β) πριν από τη χρήση του πρέπει να επανατιτλοδοτείται.
  - γ) δεν πρέπει να διηθείται με χάρτινο ηθμό.
  - δ) τοποθετείται πάντοτε στην προχοϊδα ακόμα κι όταν τιτλοδοτείται το ίδιο.

## Γενικές Ασκήσεις

1. Σε μια άσκηση υπερμαγνητομετρίας το διάλυμα του αγνώστου είχε παρασκευαστεί με χρήση φυσικού νερού και οι αραιώσεις κατά τη διάρκεια των ογκομετρήσεων γίνονταν με φυσικό νερό. Σχολιάστε την ακρίβεια των αποτελεσμάτων.
2. Για την παρασκευή 500 mL διαλύματος δισθενούς σιδήρου ζυγίστηκαν  $X$  g του άλατος  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  και διαλύθηκαν στην κατάλληλη ποσότητα νερού. 25 mL από το διάλυμα αυτό ογκομετρήθηκαν με τιτλοδοτημένο διάλυμα  $\text{KMnO}_4$  0,02 M στην παρουσία θειικού οξέος. Για την πλήρη οξειδωσή τους απαιτήθηκαν 12,5 mL του μέτρου. Να υπολογίσετε:
  - α) τη μοριακότητα του διαλύματος του  $\text{FeSO}_4$ .
  - β) τα  $X$  γραμμάρια του άλατος.
3. Για τον προσδιορισμό της καθαρότητας σιδερένιου σύρματος (% περιεκτικότητας σε καθαρό μέταλλο) 2 g από το σύρμα διαλύθηκαν πλήρως σε αραιό θειικό οξύ και το διάλυμα συμπληρώθηκε με νερό μέχρι όγκου 250 mL. Ποσότητα 10 mL από το διάλυμα αυτό ογκομετρήθηκαν με τιτλοδοτημένο διάλυμα  $\text{KMnO}_4$  0,02 M στην παρουσία θειικού οξέος. Απαιτήθηκαν 14 mL του μέτρου. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων και να υπολογίσετε:
  - α) πόσα mole  $\text{FeSO}_4$  περιέχονται στα 250 mL.
  - β) πόσα γραμμάρια σιδήρου διαλύθηκαν στο θειικό οξύ για την παρασκευή της ποσότητας  $\text{FeSO}_4$  που υπολογίσατε στο (α).
  - γ) την % καθαρότητα του σύρματος.
4. Για τον προσδιορισμό της ποσότητας  $X$  του κρυσταλλικού νερού στο ένυδρο άλας του θειικού σιδήρου (II),  $\text{FeSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ , χρησιμοποιήθηκε η ακόλουθη μέθοδος:
  - Μάζα 5,56 g του άλατος διαλύθηκαν στο νερό, στο διάλυμα προστέθηκε θειικό οξύ και το διάλυμα συμπληρώθηκε με νερό μέχρι 100 mL.
  - 10 mL από το διάλυμα του άλατος ογκομετρήθηκαν με διάλυμα  $\text{KMnO}_4$  0,02 M παρουσία θειικού οξέος. Καταναλώθηκαν 20 mL του μέτρου.
  - α) πόσα mol  $\text{FeSO}_4$  υπήρχαν στα 100 mL του διαλύματος;
  - β) πόσα mole ένυδρου άλατος αντιστοιχούν στην ποσότητα  $\text{FeSO}_4$  που υπολογίσατε στο (α);
  - γ) να υπολογιστεί η σχετική μοριακή μάζα ( $M_r$ ) του ένυδρου άλατος του σιδήρου και η τιμή του  $x$  στο μόριό του.

5. Να περιγράψετε τη διαδικασία που θα ακολουθήσετε για να προσδιορίσετε πειραματικά τη μοριακότητα του διαλύματος  $\text{FeSO}_4$  με τη χρήση τιτλοδοτημένου διαλύματος  $\text{KMnO}_4$  0,05 M στην παρουσία θειικού οξέος 1 M. Στην περιγραφή σας να περιλάβετε και τις απαντήσεις στις ακόλουθες ερωτήσεις:
- α) Πώς θα μεταφέρετε 25 mL από το διάλυμα του θειικού σιδήρου και πού θα το τοποθετήσετε για να το ογκομετρήσετε;
  - β) Γιατί το διάλυμα του υπερμαγγανικού καλίου, θα βρίσκεται στην προχοΐδα;
  - γ) Πόσο θειικό οξύ θα χρησιμοποιήσετε, πώς θα το μετρήσετε και γιατί;
  - δ) Πώς θα αναγνωρίσετε το τελικό σημείο;



# Χημεία Β΄ Λυκείου, Κατεύθυνσης

- συμπληρωματικό υλικό

*Το συμπληρωματικό υλικό έχει επιλεγεί από την έκδοση της Υπηρεσίας Ανάπτυξης Προγραμμάτων (ΥΑΠ) «Χημεία, Β΄ Ενιαίου Λυκείου, Κατεύθυνσης» (2002) και προσαρμόσσει στις ανάγκες του νέου Αναλυτικού Προγράμματος της Β΄ τάξης Λυκείου.*

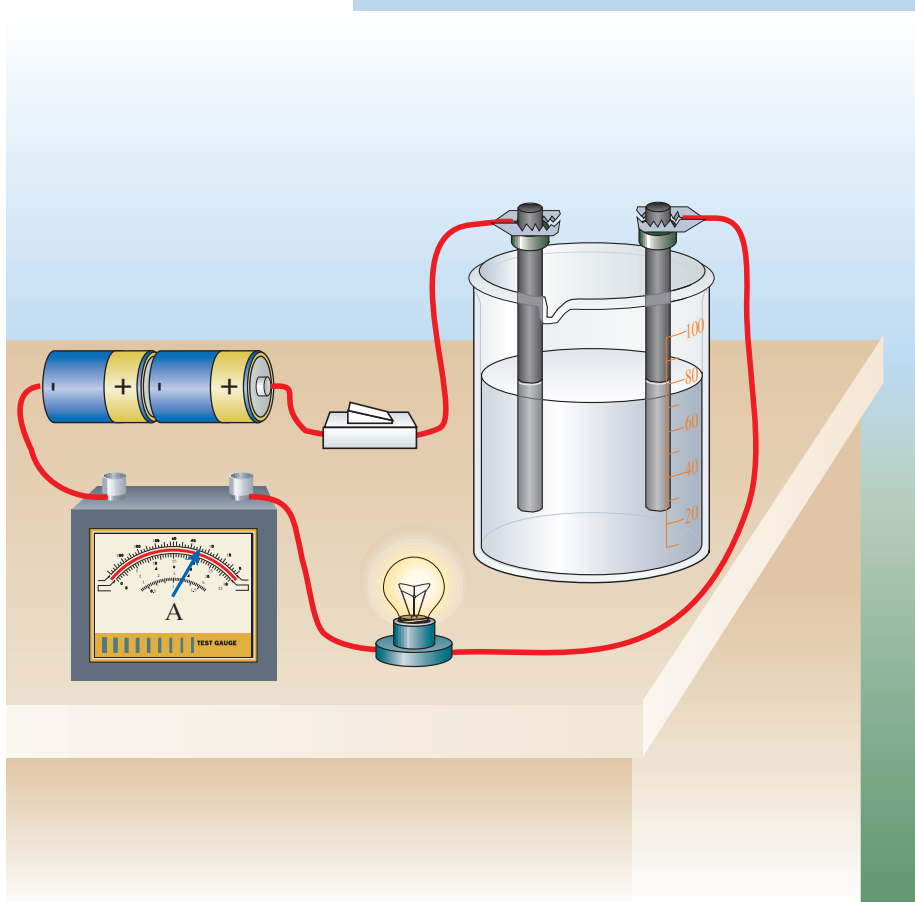




## ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΕΣ

1. Τι είναι ηλεκτρολύτες  
Η θεωρία του Arrhenius
2. Πού οφείλεται η αγωγιμότητα των ηλεκτρολυτών  
Ηλεκτρολυτική διάσταση ιοντικών ενώσεων  
Ιοντισμός μοριακών ενώσεων
3. Ισχυροί ηλεκτρολύτες
4. Ασθενείς ηλεκτρολύτες  
Σταθερά διάστασης

### Ασκήσεις





Το 1884, όταν ο Svante Arrhenius πρωτοδημοσίευσε τα συμπεράσματά του, η αντίδραση ήταν τόσο μεγάλη, ώστε διακινδύνευσε τη διδακτορική του διατριβή. Το 1903 όμως, για αυτή του τη θεωρία, ο Arrhenius τιμήθηκε με το βραβείο Nobel.

## 1. Τι είναι ηλεκτρολύτες Η θεωρία του Arrhenius

Ο Σουηδός χημικός Arrhenius, μελετώντας τις ιδιότητες των υδατικών διαλυμάτων, παρατήρησε ότι ορισμένα από αυτά:

- Παρουσιάζουν αποκλίσεις από τις αναμενόμενες ιδιότητες, που εξαρτώνται από τον αριθμό των σωματιδίων στο διάλυμα.
- Εμφανίζουν ηλεκτρική αγωγιμότητα.

Οι παρατηρήσεις αυτές οδήγησαν τον Arrhenius στα ακόλουθα δύο συμπεράσματα:

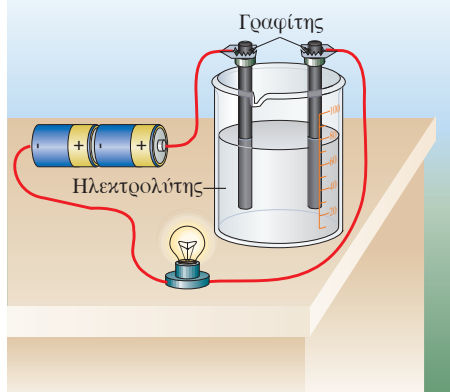
- α) Ο αριθμός των σωματιδίων, που προκύπτουν κατά τη διάλυση ορισμένων ενώσεων στο νερό, είναι μεγαλύτερος από τον αριθμό των μορίων που διαλύθηκαν.
- β) Στα διαλύματα αυτά περιέχονται σωματίδια, που φέρουν ηλεκτρικό φορτίο.

**Οι ουσίες, των οποίων τα υδατικά διαλύματα παρουσιάζουν ηλεκτρική αγωγιμότητα, ονομάζονται ηλεκτρολύτες.**

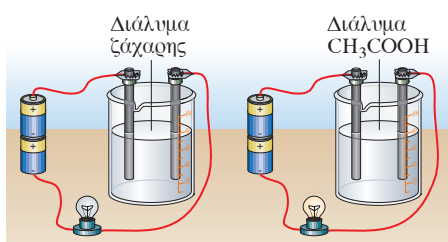
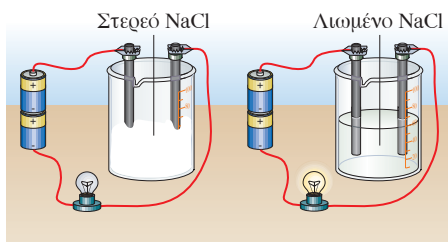
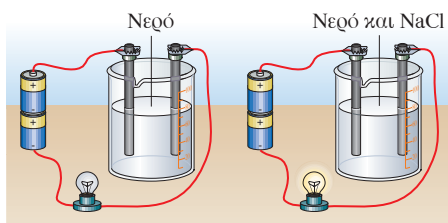
Για να ταξινομηθούν οι διάφορες ουσίες σε ηλεκτρολύτες και μη ηλεκτρολύτες, μπορεί να μελετηθεί η αγωγιμότητα διαλυμάτων διαφόρων ουσιών της ίδιας μοριακότητας, με τη χρήση συσκευής, που απεικονίζεται στο διπλανό σχήμα. Η συσκευή αποτελείται από δυο (2) ηλεκτρόδια, βυθισμένα σε διάλυμα της ουσίας και ένα (1) λαμπτήρα, ενωμένα με πηγή ηλεκτρικού ρεύματος. Οι παρατηρήσεις καταγράφονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 1

| Έντονη φωτοβολία του λαμπτήρα       | Ασθενής φωτοβολία του λαμπτήρα     | Ο λαμπτήρας δεν ανάβει                                 |
|-------------------------------------|------------------------------------|--|
| NaCl αλάς                           | CH <sub>3</sub> COOH οξύ           | C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O ασετόν                 |
| K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> αλάς | NH <sub>3</sub> βάση               | C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub> ζάχαρη |
| MgCl <sub>2</sub> αλάς              | H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> οξύ | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O οινόπνευμα             |
| HCl οξύ                             | H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> οξύ | αποσταγμένο νερό                                       |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> οξύ  |                                    |  |
| NaOH βάση φυσικό νερό               |                                    |  |



Συσκευή ελέγχου της αγωγιμότητας των υδατικών διαλυμάτων



**Μοριακές ενώσεις είναι ουσίες, στα μόρια των οποίων οι δεσμοί είναι ομοιοπολικοί**

Με κριτήριο την ένταση της φωτοβολίας του λαμπτήρα, οι ουσίες ταξινομούνται σε τρεις κατηγορίες: Τους ισχυρούς ηλεκτρολύτες, τους ασθενείς ηλεκτρολύτες και τους μη ηλεκτρολύτες.

### 1. Ισχυροί ηλεκτρολύτες

Τα υδατικά τους διαλύματα έχουν μεγάλη ηλεκτρική αγωγιμότητα και προκαλούν έντονη φωτοβολία του λαμπτήρα.

### 2. Ασθενείς ηλεκτρολύτες

Τα υδατικά τους διαλύματα έχουν μικρή ηλεκτρική αγωγιμότητα και προκαλούν μικρής έντασης φωτοβολία του λαμπτήρα.

### 3. Μη ηλεκτρολύτες

Τα υδατικά τους διαλύματα δεν έχουν ηλεκτρική αγωγιμότητα και δεν προκαλούν φωτοβολία του λαμπτήρα.

Από τις πιο πάνω παρατηρήσεις και τον ορισμό των ηλεκτρολυτών συμπεραίνονται τα ακόλουθα:

- Τα οξέα, οι βάσεις και τα άλατα είναι ηλεκτρολύτες.
- Ηλεκτρολύτες είναι όλες οι ιοντικές ενώσεις και ορισμένες μοριακές.
- Το αποσταγμένο νερό δεν παρουσιάζει αγωγιμότητα, σε αντίθεση με το φυσικό νερό που παρουσιάζει αγωγιμότητα.
- Η ζάχαρη, το οινόπνευμα και γενικά οι πλείστες από τις μοριακές ενώσεις, δεν είναι ηλεκτρολύτες.

## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

Να χρησιμοποιήσετε τον πίνακα των αποτελεσμάτων, για να απαντήσετε στις πιο κάτω ερωτήσεις.

1. Να γράψετε τους χημικούς τύπους και τα ονόματα:
  - α) Δύο (2) οξέων που είναι ασθενείς ηλεκτρολύτες
  - β) Δύο (2) μοριακών ενώσεων που είναι ισχυροί ηλεκτρολύτες

2. Να εξηγήσετε γιατί το φυσικό νερό προκαλεί έντονη φωτοβολία του λαμπτήρα.
3. Η γλυκόζη έχει μοριακό τύπο  $C_6H_{12}O_6$ . Σε ένα λίτρο υδατικού διαλύματός της 0,5 M, περιέχονται  $3 \times 10^{23}$  σωματίδια. Να χαρακτηρίσετε τη γλυκόζη ως ηλεκτρολύτη ή μη ηλεκτρολύτη, δικαιολογώντας την απάντησή σας.

## 2. Πού οφείλεται η αγωγιμότητα των υδατικών διαλυμάτων/τηγμάτων των ηλεκτρολυτών

Τα μέταλλα είναι αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος, γιατί σ' αυτά υπάρχουν ελεύθερα ηλεκτρόνια

Όπως είναι γνωστό, για να είναι μία ουσία αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος, πρέπει να περιέχονται σ' αυτό ελεύθερα ηλεκτρικά φορτισμένα σωματίδια.

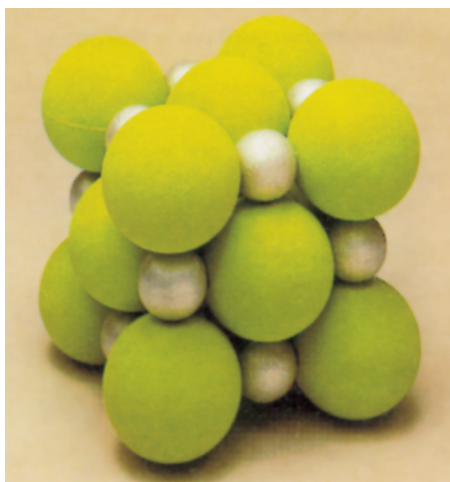
### 2.1 Ηλεκτρολυτική διάσταση ιοντικών ενώσεων

Τα άλατα και τα υδροξείδια των μετάλλων είναι κατά κανόνα ιοντικές ενώσεις. Το κρυσταλλικό τους πλέγμα αποτελείται από ιόντα, τα οποία συγκρατούνται σε καθορισμένες θέσεις με ισχυρές ηλεκτροστατικές δυνάμεις έλξης.

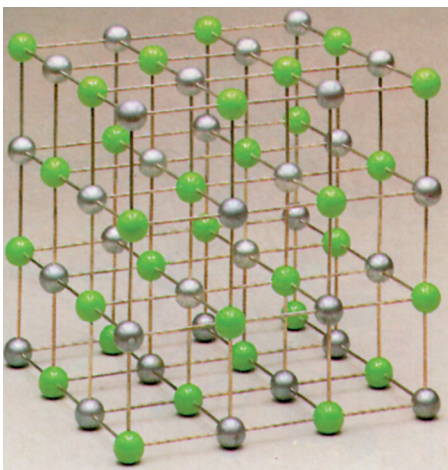
Όταν μια ιοντική ένωση διαλύεται στο νερό, τα μόρια του νερού, που ως γνωστό είναι πολωμένα, προσανατολίζονται με τέτοιο τρόπο, ώστε το θετικό τμήμα του μορίου να έλκει το αρνητικό ιόν και το αρνητικό τμήμα του μορίου να έλκει το θετικό ιόν. Αυτό προκαλεί εξασθένιση των ελκτικών δυνάμεων ανάμεσα στα αντίθετα φορτισμένα ιόντα του κρυσταλλικού πλέγματος, οπότε αυτά απομακρύνονται το ένα από το άλλο και τελικά επέρχεται ρήξη του κρυσταλλικού πλέγματος.

Η ρήξη του κρυσταλλικού πλέγματος των ιοντικών ενώσεων στα υδατικά τους διαλύματα, ονομάζεται **ηλεκτρολυτική διάσταση**.

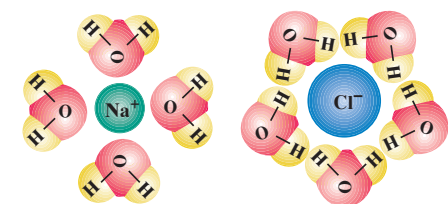
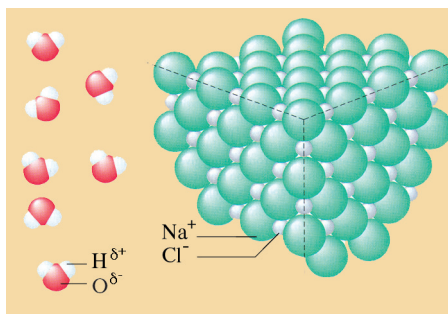
Τα μόρια του νερού περιβάλλουν τα ιόντα που έχουν ελευθερωθεί από το κρυσταλλικό πλέγμα, με τρόπο που τα εμποδίζουν να επανενωθούν μεταξύ τους. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται **ενυδάτωση** και τα ιόντα χαρακτη-



Κρυστάλλος χλωριούχου νατρίου



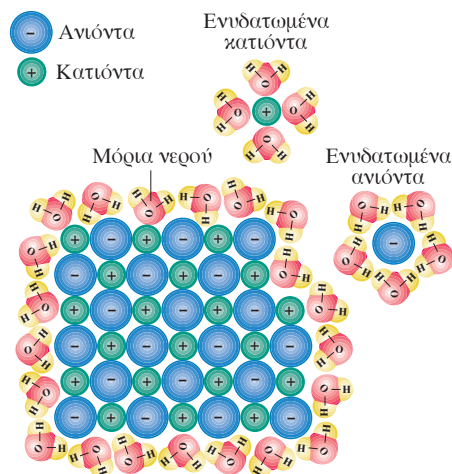
Σχηματική παράσταση του ιοντικού πλέγματος του NaCl



Ενυδατωμένα ιόντα νατρίου και χλωρίου

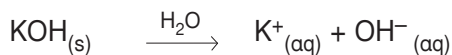
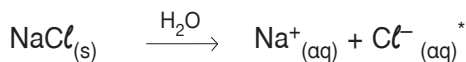
ρίζονται ως **ενυδατωμένα ιόντα**.

**Η ηλεκτρική αγωγιμότητα των υδατικών διαλυμάτων των ιοντικών ενώσεων, οφείλεται στην κίνηση των ενυδατωμένων ιόντων.**



Ηλεκτρολυτική διάσταση του χλωριούχου νατρίου

Οι ιοντικές ενώσεις στα υδατικά τους διαλύματα διίστανται πλήρως σε ιόντα. Η ηλεκτρολυτική διάσταση μπορεί να παρασταθεί και με χημικές εξισώσεις, ως εξής:



\* Τα γράμματα δίπλα από τους χημικούς τύπους, δηλώνουν τη φάση, στην οποία βρίσκεται η ουσία.

s (solid) = στερεό

aq (aqueous) = υδατικό διάλυμα

g (gas) = αέριο

l (liquid) = υγρό

### Τήξη ιοντικών ενώσεων

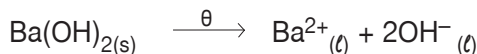
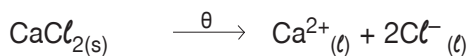
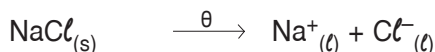
Η ρήξη του κρυσταλλικού πλέγματος των ιοντικών ενώσεων μπορεί να γίνει και με τήξη. Η ενέργεια που προ-

**Στις ιοντικές ενώσεις τα ιόντα προϋπάρχουν**

σφέρεται με τη θέρμανση της ουσίας, αυξάνει την κινητική ενέργεια των ιόντων, με αποτέλεσμα να προκαλείται χαλάρωση των ελκτικών δυνάμεων που ασκούνται μεταξύ τους. Ο κρύσταλλος καταστρέφεται και τα ιόντα κινούνται ελεύθερα στο τήγμα.

**Τα τήγματα των ιοντικών ενώσεων είναι αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος, γιατί σ' αυτά υπάρχουν ελεύθερα ιόντα.**

### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ



## 2.2 Ιοντισμός μοριακών ενώσεων

Στις μοριακές ενώσεις δεν υπάρχουν ιόντα. Οι ενώσεις αυτές αποτελούνται από μόρια, με ομοιοπολικούς δεσμούς μεταξύ των ατόμων που τα σχηματίζουν.

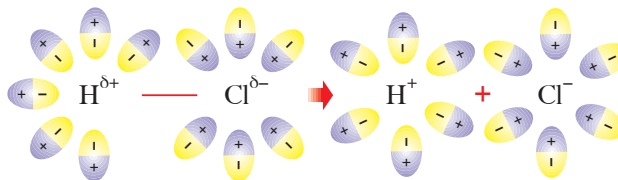
Αν οι μοριακές ενώσεις είναι απολικές, αυτές δεν διαλύονται στο νερό.

Στις περιπτώσεις, όμως, που οι μοριακές ενώσεις είναι ισχυρά πολωμένες, όπως για παράδειγμα τα οξέα, αυτές διαλύονται στο νερό και ιοντίζονται σε ιόντα, όπως φαίνεται στο παράδειγμα που ακολουθεί.

### Ιοντισμός υδροχλωρίου σε υδατικό διάλυμα

Όταν τα πολωμένα μόρια του αερίου υδροχλωρίου, HCl, διαλυθούν στο νερό, τότε τα μόρια του νερού, που είναι επίσης πολωμένα, προσανατολίζονται γύρω από αυτά, με τρόπο ώστε οι «αντίθετοί τους πόλοι» να έλκονται, όπως φαίνεται σχηματικά στο διάγραμμα που ακολουθεί.

**Στις μοριακές ενώσεις δεν υπάρχουν ιόντα. Αυτά σχηματίζονται στα υδατικά τους διαλύματα, με την επίδραση των διπόλων του νερού.**



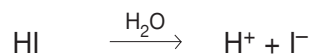
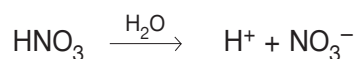
Σχηματική απεικόνιση του ιοντισμού του υδροχλωρίου σε υδατικό του διάλυμα

Η επίδραση των μορίων του νερού στα μόρια του υδροχλωρίου προκαλεί **ετερολυτική σχάση ή ιοντισμός** των μορίων του υδροχλωρίου, δηλαδή σπάσιμο του δεσμού H-Cl, με τρόπο που να σχηματίζονται ιόντα. Το χλώριο αποσπά και τα δύο ηλεκτρόνια του ομοιοπολικού δεσμού, με αποτέλεσμα να φορτίζεται αρνητικά (Cl<sup>-</sup>), αφού έχει ένα επιπλέον ηλεκτρόνιο. Το υδρογόνο, που χάνει το ηλεκτρόνιό του, το οποίο αποσπάστηκε από το χλώριο, φορτίζεται θετικά (H<sup>+</sup>).

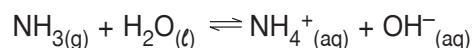
Σήμερα θεωρείται ότι στα υδατικά διαλύματα το κατιόν του υδρογόνου είναι ενωμένο με ένα μόριο νερού, και σχηματίζει το κατιόν **οξώνιο**, H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>.

Για απλούστευση της γραφής, το οξώνιο θα παριστάνεται με το σύμβολο H<sup>+</sup>. Στην πραγματικότητα όμως αυτό είναι συνδεδεμένο με το μόριο του νερού.

Με τον ίδιο τρόπο ιοντίζονται στο νερό και τα υπόλοιπα οξέα.



Η αμμωνία επίσης διαλύεται και ιοντίζεται στο νερό.





## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Να εξηγήσετε γιατί:
  - α) Το υδροχλώριο στους  $-90^{\circ}\text{C}$  δεν παρουσιάζει αγωγιμότητα  
(σημείο ζέσεως υδροχλωρίου =  $-85^{\circ}\text{C}$ ).
  - β) Το στερεό χλωριούχο νάτριο δεν είναι αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος.
  - γ) Τα τήγματα των αλάτων και των υδροξειδίων των μετάλλων παρουσιάζουν αγωγιμότητα, ενώ τα τήγματα των οξέων όχι.
2. Να γράψετε τις αντιδράσεις, που περιγράφουν τη διάλυση των πιο κάτω ουσιών στο νερό:  
 $\text{HBr}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

## 3. Ισχυροί ηλεκτρολύτες

Όπως αναφέρθηκε πιο πάνω, με κριτήριο την αγωγιμότητα των διαλυμάτων τους, οι ηλεκτρολύτες διακρίνονται σε **ισχυρούς** και **ασθενείς**. Στη συνέχεια θα μελετηθούν άλλες ιδιότητες των ισχυρών και των ασθενών ηλεκτρολυτών.

**Ισχυροί ηλεκτρολύτες είναι οι ουσίες που διίστανται ή ιοντίζονται πλήρως στα υδατικά τους διαλύματα**

**Ισχυροί ηλεκτρολύτες** είναι οι ενώσεις, που διίστανται ή ιοντίζονται πλήρως στα υδατικά τους διαλύματα. Σε ένα αραιό υδατικό διάλυμα ισχυρού ηλεκτρολύτη δεν περιέχονται αδιάσπαστα μόρια, αλλά μόνο ιόντα.

Οι ιοντικές ενώσεις είναι ισχυροί ηλεκτρολύτες, γιατί στα υδατικά τους διαλύματα διίστανται πλήρως. Τα άλατα και τα υδροξείδια των μετάλλων είναι κατά κανόνα ιοντικές ενώσεις και γι' αυτό ανήκουν στους ισχυρούς ηλεκτρολύτες.

Στους ισχυρούς ηλεκτρολύτες ανήκουν επίσης και μοριακές ενώσεις. Αυτές, όταν διαλυθούν στο νερό, ιοντίζονται πλήρως, με αποτέλεσμα στο διάλυμα να υπάρχουν μόνο ιόντα. Τέτοιες ενώσεις είναι μερικά οξέα και μερικές βάσεις.

Τα δυσδιάλυτα άλατα και τα δυσδιάλυτα υδροξειδία των μετάλλων κατατάσσονται στους ισχυρούς ηλεκτρολύτες, γιατί όση ποσότητά τους διαλύεται στο νερό, δίσταται πλήρως

- Τα οξέα και οι βάσεις που ανήκουν στους ισχυρούς ηλεκτρολύτες, χαρακτηρίζονται ως **ισχυρά οξέα** ή **ισχυρές βάσεις**, αντίστοιχα.
- Οι ισχυροί ηλεκτρολύτες έχουν μεγάλη ηλεκτρική αγωγιμότητα.
- Οι αντιδράσεις ιοντισμού ή διάστασης των ισχυρών ηλεκτρολυτών παριστάνονται με μονόδρομα βέλη.

Πίνακας 2: Ισχυρά οξέα και ισχυρές βάσεις

| Ισχυρά οξέα                    | Ισχυρές βάσεις      |
|--------------------------------|---------------------|
| HClO <sub>4</sub>              | NaOH                |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | KOH                 |
| HNO <sub>3</sub>               | Ba(OH) <sub>2</sub> |
| HI                             | Ca(OH) <sub>2</sub> |
| HBr                            |                     |
| HCl                            |                     |

### Υπολογισμός της συγκέντρωσης των ιόντων στα υδατικά διαλύματα των ισχυρών ηλεκτρολυτών

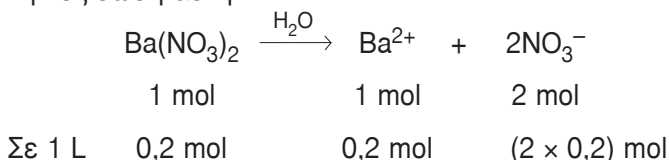
Για να υπολογιστεί η συγκέντρωση των ιόντων στα υδατικά διαλύματα των ισχυρών ηλεκτρολυτών, είναι αρκετό να είναι γνωστός ο χημικός τύπος και η συγκέντρωση του ηλεκτρολύτη.

#### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

- α) Να υπολογιστούν οι συγκεντρώσεις των κατιόντων βαρίου, Ba<sup>2+</sup> και των νιτρικών ανιόντων, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, σε υδατικό διάλυμα νιτρικού βαρίου, Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, 0,2 Μ.

#### ΛΥΣΗ

Γράφεται η χημική εξίσωση για την ηλεκτρολυτική διάσταση του νιτρικού βαρίου σε υδατικό διάλυμα και χρησιμοποιείται η αναλογία των mole, που δηλώνεται από την εξίσωση αυτή.



Άρα σε 1 L του διαλύματος περιέχονται 0,2 mol  $\text{Ba}^{2+}$  και 0,4 mol  $\text{NO}_3^-$ .

$$\begin{aligned} \text{Επομένως} \quad [\text{Ba}^{2+}]^* &= 0,2 \text{ mol L}^{-1} && (\text{ή } 0,2 \text{ M}) \\ &[\text{NO}_3^-] = 0,4 \text{ mol L}^{-1} && (\text{ή } 0,4 \text{ M}) \end{aligned}$$

\* Το σύμβολο [ ] δηλώνει συγκέντρωση σε  $\text{mol L}^{-1}$  ή M.

6) Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση των ιόντων σε υδατικό διάλυμα θειικού οξέος, αν είναι γνωστό ότι σε 250 mL διαλύματος περιέχονται 0,49 γραμμάρια θειικού οξέος.

### ΛΥΣΗ

(α) Υπολογίζεται η μοριακότητα του διαλύματος του θειικού οξέος.

$$250 \text{ mL διαλύματος περιέχουν } 0,49 \text{ g H}_2\text{SO}_4$$

$$1000 \text{ mL} \quad \quad \quad x ;$$

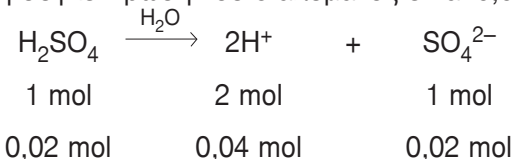
$$x = 1,96 \text{ g}$$

$$M_r(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98, \text{ άρα } 1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4 \text{ έχει μάζα } 98 \text{ g}$$

$$x ; \quad \quad \quad 1,96 \text{ g}$$

$$x = 0,02 \text{ mol}$$

Συνεπώς η συγκέντρωση του διαλύματος είναι 0,02 M.



$$\text{Επομένως } [\text{H}^+] = 0,04 \text{ mol L}^{-1} \text{ και } [\text{SO}_4^{2-}] = 0,02 \text{ mol L}^{-1}$$

### **ΑΣΚΗΣΗ ΕΜΠΕΔΩΣΗΣ**

Δείγμα 200 mL υδατικού διαλύματος περιέχει 24,5 g  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Να υπολογίσετε τις συγκεντρώσεις του οξέος και των κατιόντων υδρογόνου.

## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Σε υδατικό διάλυμα οξέος του τύπου  $H_2X$ , συγκέντρωσης  $0,1\text{ M}$ , περιέχονται  $0,2\text{ mol L}^{-1}$  ιόντων υδρογόνου. Να χαρακτηρίσετε το οξύ ως ισχυρό ή ασθενές και να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.
2. Σε  $100\text{ mL}$  διαλύματος υδροξειδίου του νατρίου περιέχονται  $0,4\text{ g}$  της βάσης.  
(α) Να υπολογίσετε τη μοριακότητα του διαλύματος.  
(β) Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση των ιόντων υδροξυλίου στο πιο πάνω διάλυμα.
3. Η συγκέντρωση ιόντων νατρίου ( $Na^+$ ) σε υδατικό διάλυμα θειικού νατρίου,  $Na_2SO_4$ , είναι  $0,5\text{ mol L}^{-1}$ . Ποια από τις πιο κάτω τιμές εκφράζει τη μοριακότητα του διαλύματος; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.  
A.  $0,5\text{ M}$       B.  $0,25\text{ M}$       Γ.  $1\text{ M}$

---

## 4. Ασθενείς ηλεκτρολύτες Σταθερά διάστασης

---

Ορισμένες χημικές αντιδράσεις είναι **ποσοτικές** ή **ολικές**, δηλαδή οι αντιδράσεις αυτές οδηγούνται προς συμπλήρωση και ολόκληρη η ποσότητα των αντιδρώντων σωμάτων μετατρέπεται σε προϊόντα, δεδομένου ότι αυτά αναμίχθηκαν σε στοιχειομετρικές ποσότητες. Αυτό ισχύει στις περιπτώσεις διάστασης ή ιοντισμού σε υδατικά διαλύματα **ισχυρών** ηλεκτρολυτών, όπου η διάσταση ή ο ιοντισμός τους είναι πλήρης και στο υδατικό διάλυμα υπάρχουν μόνο ιόντα. Ορισμένες άλλες, όμως, χημικές αντιδράσεις, δεν είναι ποσοτικές. Στις αντιδράσεις αυτές, τα προϊόντα, καθώς σχηματίζονται, αντιδρούν μεταξύ τους και ξανασχηματίζουν τα αντιδρώντα. Τέτοιες αντιδράσεις, που είναι αυθόρμητα αντιστρεπτές, ονομάζονται **αμφίδρομες**.

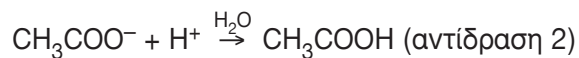
Η διάσταση ή ο ιοντισμός των **ασθενών** ηλεκτρολυτών είναι μια αμφίδρομη αντίδραση. Σε ένα διάλυμα ασθενούς ηλεκτρολύτη συνυπάρχουν μόρια και ιόντα.

Σε κάθε 1000 μόρια οξικού οξέος σε 1 M διάλυμά του στο νερό, μόνο τέσσερα ιοντίζονται.

Για παράδειγμα, όταν τα μόρια του οξικού οξέος βρεθούν στο νερό, μερικά από αυτά ιοντίζονται σε ιόντα.



Ταυτόχρονα όμως, μερικά ιόντα στο διάλυμα ξαναενώνονται μεταξύ τους και σχηματίζουν μόρια οξικού οξέος.



Ενώ η ταχύτητα της αντίδρασης (1) μειώνεται, η ταχύτητα της αντίδρασης (2) αυξάνεται, μέχρις ότου οι δυο ταχύτητες εξισωθούν.

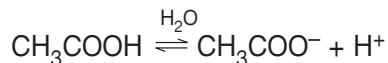
Σε μια αμφίδρομη αντίδραση μπορεί να αποκατασταθεί χημική ισορροπία

Στο σημείο αυτό αποκαθίσταται **χημική ισορροπία**. Στην κατάσταση αυτή, οι συγκεντρώσεις των σωματιδίων παραμένουν σταθερές. Οι δύο ταυτόχρονες αντιδράσεις δεν σταματούν να πραγματοποιούνται. Απλώς τα αποτελέσματα της μιας αναιρούνται από την αντίθετη, δεδομένου ότι οι ταχύτητες πραγματοποίησής τους είναι ίσες.

Σε υδατικό διάλυμα οξικού οξέος, συνυπάρχουν μόρια και ιόντα

Γι' αυτό η χημική ισορροπία χαρακτηρίζεται ως **δυναμική**.

Η χημική εξίσωση για τον ιοντισμό του οξικού οξέος γράφεται ως εξής:



Το διπλό βέλος,  $\rightleftharpoons$ , δηλώνει ότι η αντίδραση είναι αμφίδρομη και ότι στο σύστημα έχει αποκατασταθεί χημική ισορροπία.

Στην κατάσταση της ισορροπίας, η σχέση των συγκεντρώσεων μορίων και ιόντων εκφράζεται με μια σταθερά, που ονομάζεται **σταθερά χημικής ισορροπίας** και συμβολίζεται με το γράμμα **K**.

Η τιμή της σταθεράς αυτής είναι χαρακτηριστική για κάθε αντίδραση και εξαρτάται **μόνο** από τη θερμοκρασία.

Η σταθερά αυτή ισούται με το πηλίκο του γινομένου των συγκεντρώσεων των ιόντων, δια της συγκέντρωσης των αδιάστατων μορίων.

Η μαθηματική έκφραση της σταθεράς χημικής ισορροπίας ή ιοντισμού, για την περίπτωση του οξικού οξέος, είναι η ακόλουθη:

$$K_{\text{οξ}} = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

Αν  $K_{\eta\lambda} > 1$ , θεωρείται ισχυρός ηλεκτρολύτης

Αν  $K_{\eta\lambda} < 10^{-3}$ , θεωρείται ασθενής ηλεκτρολύτης

Ασθενείς ηλεκτρολύτες είναι οι ουσίες που δίστανται ή ιοντίζονται μερικώς στα υδατικά τους διαλύματα.

Η σταθερά ιοντισμού αποτελεί μέτρο της ισχύος των ηλεκτρολυτών, σε ορισμένη θερμοκρασία.

Γενικά, αν ένα οξύ έχει σταθερά ιοντισμού:

- $K_{\text{οξ}} > 1$ , θεωρείται ισχυρό οξύ.
- $K_{\text{οξ}} < 10^{-3}$ , θεωρείται ασθενές οξύ.

Στον πίνακα 3 δίνονται οι σταθερές ιοντισμού μερικών ηλεκτρολυτών, σε θερμοκρασία 25° C.

- Οι ασθενείς ηλεκτρολύτες έχουν μικρή ηλεκτρική αγωγιμότητα, με αποτέλεσμα να προκαλούν χαμηλής έντασης φωτοβολία του λαμπτήρα.
- Όσα οξέα και βάσεις είναι ασθενείς ηλεκτρολύτες, χαρακτηρίζονται επίσης ως **ασθενή οξέα** ή ως **ασθενείς βάσεις** αντίστοιχα.

Πίνακας 3: Σταθερές ιοντισμού σε θερμοκρασία 25° C

| Όνομα ηλεκτρολύτη | Χημικός τύπος                  | K                       |
|-------------------|--------------------------------|-------------------------|
| Υπερχλωρικό οξύ   | HClO <sub>4</sub>              | Μεγάλη                  |
| Υδροχλωρικό οξύ   | HCl                            | Μεγάλη                  |
| Υδροβρωμικό οξύ   | HBr                            | Μεγάλη                  |
| Υδροϊωδικό οξύ    | HI                             | Μεγάλη                  |
| Θειικό οξύ        | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Μεγάλη                  |
| Νιτρώδες οξύ      | HNO <sub>2</sub>               | 7,1 · 10 <sup>-4</sup>  |
| Υδροφθορικό οξύ   | HF                             | 6,8 · 10 <sup>-4</sup>  |
| Μυρμηκικό οξύ     | HCOOH                          | 1,6 · 10 <sup>-4</sup>  |
| Οξικό οξύ         | CH <sub>3</sub> COOH           | 1,8 · 10 <sup>-5</sup>  |
| Υποχλωριώδες οξύ  | HClO                           | 3,0 · 10 <sup>-8</sup>  |
| Αμμωνία           | NH <sub>3</sub>                | 1,8 · 10 <sup>-5</sup>  |
| Υδροκυανικό οξύ   | HCN                            | 4,2 · 10 <sup>-10</sup> |

## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Να εξηγήσετε τον ρόλο του νερού κατά την ηλεκτρολυτική διάσπαση του KI στο υδατικό του διάλυμα.
2. Να γράψετε τις εξισώσεις για τις αντιδράσεις ιοντισμού των οξέων:  
HF, HCOOH και HCN.

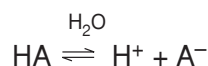
### Υπολογισμός της συγκέντρωσης των ιόντων, σε υδατικά διαλύματα ασθενών ηλεκτρολυτών

Για να υπολογιστεί η συγκέντρωση των ιόντων, στα διαλύματα των ασθενών ηλεκτρολυτών, είναι απαραίτητο να είναι γνωστά:

- Η συγκέντρωση του ηλεκτρολύτη
- Η σταθερά ιοντισμού του.

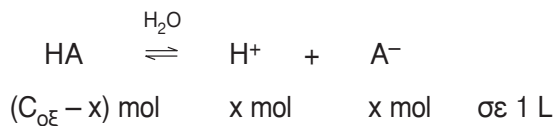
Έστω ασθενές οξύ HA, συγκέντρωσης  $C_{οξ}$  και με σταθερά ιοντισμού  $K_{οξ}$ , σε ορισμένη θερμοκρασία:

- Γράφεται η χημική εξίσωση για τον ιοντισμό του οξέος:



Έστω ότι  $x$  μόρια του οξέος έχουν ιοντιστεί. Από την αναλογία των mole συνάγεται ότι έχουν σχηματιστεί  $x$  mol  $H^+$  και  $x$  mol  $A^-$ .

Άρα στην κατάσταση ισορροπίας ισχύουν τα εξής:



- Γράφεται η σχέση για τη σταθερά ιοντισμού και αντικαθίστανται οι συγκεντρώσεις

$$K_{οξ} = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} = \frac{x^2}{C_{οξ} - x}$$

Επειδή το  $x$  είναι πολύ μικρός αριθμός, δεδομένου ότι το οξύ είναι ασθενές, η διαφορά ( $C_{\text{οξ}} - x$ ) μπορεί να θεωρηθεί κατά προσέγγιση ίση με  $C_{\text{οξ}}$ .

$$\text{Επομένως } K_{\text{οξ}} = \frac{x^2}{C_{\text{οξ}}} = \frac{[H^+]}{C_{\text{οξ}}}$$

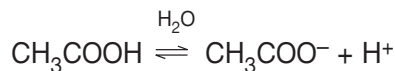
$$[H^+] = \sqrt{K_{\text{οξ}} C_{\text{οξ}}}$$

Η πιο πάνω σχέση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για επίλυση προβλημάτων υπολογισμού συγκεντρώσεων.

### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Να υπολογιστεί η συγκέντρωση των κατιόντων υδρογόνου,  $H^+$ , σε υδατικό διάλυμα οξικού οξέος 0,1 M, στους 25° C, αν είναι γνωστό ότι η σταθερά ιοντισμού του οξέος ισούται με  $1,8 \cdot 10^{-5}$  σ' αυτή τη θερμοκρασία.

### ΛΥΣΗ



Στην κατάσταση χημικής ισορροπίας ισχύουν τα εξής:

$$[CH_3COO^-] = [H^+] = x \text{ mol L}^{-1}$$

$$[CH_3COOH] = (0,1 - x) \text{ mol L}^{-1}$$

$$K_{\text{οξ}} = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} = \frac{x^2}{0,1 - x} \approx \frac{x^2}{0,1}$$

$$x = \sqrt{1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,1}$$

$$x = [H^+] = 1,34 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$$

- Πιο απλά, μετά τη γραφή της χημικής εξίσωσης για τον ιοντισμό του οξικού οξέος, χρησιμοποιείται η σχέση

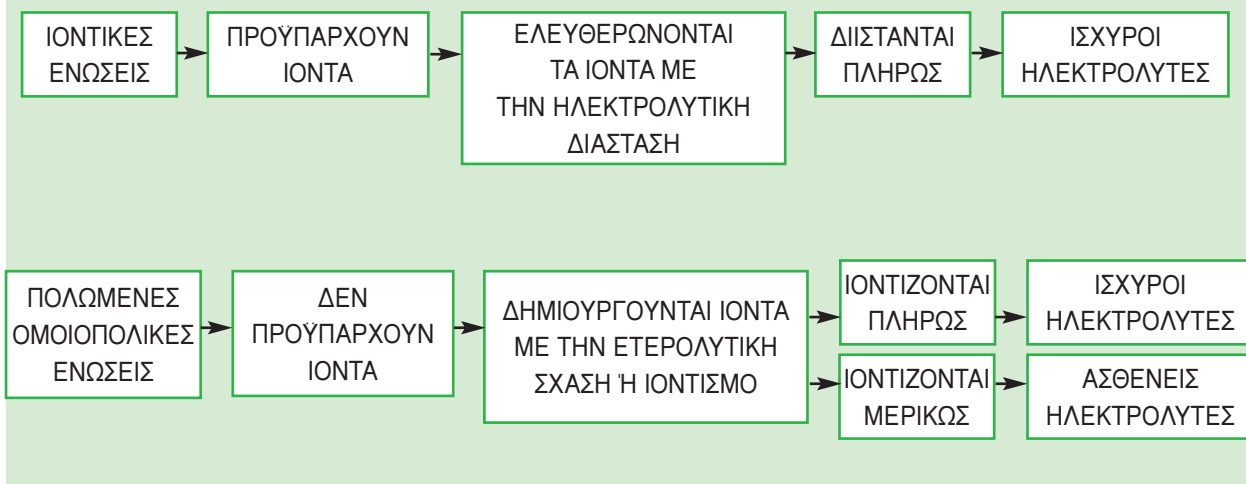
$$[H^+] = \sqrt{K_{\text{οξ}} C_{\text{οξ}}} \quad \text{και αντικαθίστανται τα δεδομένα.}$$



## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Γιατί δεν δίνονται τιμές για τις σταθερές ιοντισμού των πρώτων πέντε οξέων του πίνακα 3;
2. Να εξηγήσετε τον ρόλο του νερού στη διάσταση / στον ιοντισμό των οξέων και των βάσεων.
3. Να υπολογίσετε τη σταθερά ιοντισμού του μυρμηκικού οξέος,  $\text{HCOOH}$ , στους  $25^\circ \text{C}$ , αν είναι γνωστό ότι σε  $100 \text{ mL}$   $0,8 \text{ M}$  διαλύματός του, περιέχονται  $0,0012 \text{ mol}$  ιόντων  $\text{HCOO}^-$ .
4. Διαθέτουμε διαλύματα  $\text{HCl}$ ,  $0,1 \text{ M}$  και  $\text{CH}_3\text{COOH}$   $0,1 \text{ M}$ . Η συγκέντρωση κατιόντων υδρογόνου θα είναι η ίδια ή διαφορετική στα δύο διαλύματα; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

## ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ



### **A. Ηλεκτρολύτες στο ανθρώπινο σώμα**

Τα υγρά του ανθρώπινου σώματος περιέχουν διαλυμένες ουσίες, που βρίσκονται σ' αυτά, είτε υπό μορφή ιόντων είτε υπό μορφή μορίων. Το ηλεκτροκαρδιογράφημα μπορεί να πραγματοποιείται, διότι τα υγρά του σώματος είναι αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος, αφού σ' αυτά περιέχονται ιόντα.

### **B. Τα κυριότερα ιόντα στο ανθρώπινο σώμα**

Τα κυριότερα ιόντα στο ανθρώπινο σώμα είναι τα ακόλουθα:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$  και  $\text{Cl}^-$ .

Η συγκέντρωση του κάθε ιόντος στο αίμα είναι σταθερή και κυμαίνεται σε καθορισμένα πλαίσια. Απόκλιση από τα επίπεδα αυτά προκαλεί σοβαρές παθήσεις, ακόμη και θάνατο.

- Μείωση των ιόντων ασβεστίου,  $\text{Ca}^{2+}$ , προκαλεί τετανία καθώς και ωτορινολαρυγγολογικά προβλήματα.
- Μείωση των ιόντων ψευδαργύρου,  $\text{Zn}^{2+}$ , προκαλεί δερματοπάθειες, τριχόπτωση, μειωμένο ανοσοποιητικό σύστημα, πολυκυστικές ωοθήκες, ακμή.
- Αύξηση των ιόντων νατρίου,  $\text{Na}^+$ , προκαλεί αύξηση της πίεσης του αίματος, κατακράτηση υγρών.
- Αύξηση των ιόντων καλίου,  $\text{K}^+$ , είναι δυνατό να προκαλέσει ανακοπή της καρδιάς, ενώ ανεπάρκειά τους προκαλεί εμετούς, παράλυση και χαμηλή πίεση.
- Ανεπάρκεια ιόντων μαγνησίου,  $\text{Mg}^{2+}$ , προκαλεί ναυτία, αδυναμία, κράμπες, ταχυκαρδία και επιληψία, δυσκοιλιότητα, έλλειψη συγκέντρωσης και απώλεια μνήμης.

### **Γ. Τα ιόντα μαγνησίου, $\text{Mg}^{2+}$ , προστατεύουν την καρδιά**

Στην Ιαπωνία το ποσοστό των καρδιακών παθήσεων είναι πολύ μικρό. Πιστεύεται ότι αυτό οφείλεται στη μεγάλη περιεκτικότητα του νερού σε ιόντα μαγνησίου. Για την ομαλή λειτουργία της καρδιάς έχει μεγάλη σημασία η αναλογία ιόντων  $\text{Mg}^{2+}$  /  $\text{Ca}^{2+}$  στο αίμα.

### **Δ. Ιόντα στο πόσιμο νερό**

Στο πόσιμο νερό περιέχονται ιόντα, το είδος των οποίων ποικίλλει ανάλογα με τα πετρώματα της περιοχής από όπου αντλείται. Τέτοια ιόντα είναι τα  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$  κ.ά.

Η συγκέντρωση των πιο πάνω ιόντων στο νερό είναι καθορισμένη και πρέπει να ελέγχεται συστηματικά.

## ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1. Δίνεται υδατοδιαλυτή ουσία Χ. Να περιγράψετε πείραμα, που θα σας επιτρέψει να διαπιστώσετε, αν η ουσία Χ είναι ασθενής ηλεκτρολύτης, ισχυρός ηλεκτρολύτης ή μη ηλεκτρολύτης. Να αναφέρετε τις παρατηρήσεις, στις οποίες θα βασίσετε τη διαπίστωσή σας.
2. Είναι γνωστό ότι δεν πρέπει να χειριζόμαστε ηλεκτρικές συσκευές με βρεγμένα χέρια. Πώς εξηγείται αυτό;
3. Η αγωγιμότητα των υδατικών διαλυμάτων των ηλεκτρολυτών οφείλεται στην κίνηση:
  - α) Των ηλεκτρονίων μόνο
  - β) Των κατιόντων μόνο
  - γ) Των ανιόντων μόνο
  - δ) Των κατιόντων και των ανιόντων
4. Σε ένα λίτρο αποσταγμένου νερού προστίθεται μικρή ποσότητα  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  και  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . Ποια σωμάτια περιέχονται στο διάλυμα που σχηματίστηκε;
5. Να εξηγήσετε, γιατί οι πιο κάτω ουσίες δεν παρουσιάζουν ηλεκτρική αγωγιμότητα:
  - α) Διάλυμα  $\text{HCl}$  στο βενζόλιο
  - β) Στερεό  $\text{NaOH}$
  - γ) Υγρό  $\text{HBr}$
6. Δείγμα 325 mL διαλύματος περιέχει 25,3 g  $\text{CaCl}_2$ . Να υπολογίσετε:
  - α) Τη συγκέντρωση ανιόντων χλωρίου,  $\text{Cl}^-$ , στο διάλυμα.
  - β) Τη μάζα των ανιόντων χλωρίου, που περιέχονται σε 1000 mL του πιο πάνω διαλύματος.
7. Να υπολογίσετε τη σταθερά ιοντισμού του νιτρώδους οξέος,  $\text{HNO}_2$ , αν είναι γνωστό ότι αυτό, σε υδατικό του διάλυμα 0,01 M, ελευθερώνει  $2,67 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$  κατιόντων υδρογόνου,  $\text{H}^+$ , στους  $25^\circ \text{C}$ .
8. Σ' ένα διάλυμα χλωριούχου ασβεστίου,  $\text{CaCl}_2$ , η συγκέντρωση των ανιόντων χλωρίου ισούται με  $1,2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ :
  - α) Να γράψετε την εξίσωση για την αντίδραση ηλεκτρολυτικής διάστασης του άλατος.
  - β) Να υπολογίσετε τη μοριακότητα του διαλύματος του άλατος.
9. Όταν το υδροϊώδιο,  $\text{HI}$ , διαλύεται στο νερό, διίσταται πλήρως.
  - α) Να εξηγήσετε με λίγα λόγια τον ρόλο του νερού στη διάσταση του  $\text{HI}$ .
  - β) Για να παρασκευαστεί διάλυμα  $\text{HI}$ , διαλύονται 1,28 g  $\text{HI}$  σε αποσταγμένο νερό και προκύπτουν 250 mL διαλύματος. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση των κατιόντων υδρογόνου,  $\text{H}^+$ , στο διάλυμα αυτό.
  - γ) Να υπολογίσετε τη μοριακότητα ενός διαλύματος θεικού οξέος,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , που έχει την ίδια συγκέντρωση κατιόντων υδρογόνου με το πιο πάνω διάλυμα  $\text{HI}$ ;
10. Σε 1 λίτρο διαλύματος  $\text{NaOH}$  0,1 M προστίθεται 1 λίτρο αποσταγμένου νερού. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση των ανιόντων υδροξυλίου,  $[\text{OH}^-]$ , στο διάλυμα που προκύπτει.

## Βιβλιογραφία

- Ε. Πίπη, Χρ. Ταπής (1986), Εργαστηριακές Ασκήσεις Β΄ Λυκείου Σ2α, Υπηρεσία Ανάπτυξης Προγραμμάτων, Λευκωσία.
- Ε. Πίπη, Χρ. Ταπής (1986), Εργαστηριακές Ασκήσεις Αναοργάνου Χημείας Α΄ Λυκείου ΛΕΜ (Σ2α), Υπηρεσία Ανάπτυξης Προγραμμάτων, Λευκωσία.
- Μ. Νικολάου, Σ. Χατζημανώλης, Χρ. Βαλανίδου (1997), Εργαστηριακές Ασκήσεις Χημείας Β΄ Ενιαίου Λυκείου, Υπηρεσία Ανάπτυξης Προγραμμάτων, Λευκωσία.
- Ν. Παπαπέτρου, Μ. Νικολάου, Σ. Χατζημανώλης (1977), Εργαστηριακές Ασκήσεις Χημείας Α΄ Ενιαίου Λυκείου, Υπηρεσία Ανάπτυξης Προγραμμάτων, Λευκωσία.
- Ν. Παπαπέτρου, Μ. Νικολάου, Σ. Χατζημανώλης (1998), Εργαστηριακές Ασκήσεις Χημείας Β΄ ΛΕΜ-Σ2, Υπηρεσία Ανάπτυξης Προγραμμάτων, Λευκωσία.
- Μ. Νικολάου, Χρ. Βαλανίδη, Σ. Χ΄Μανώλης (1998), Εργαστηριακές Ασκήσεις Χημείας Α΄ ΛΕΜ-Σ2, Υπηρεσία Ανάπτυξης Προγραμμάτων, Λευκωσία.
- R. M. Gallaher, P. Ingram (1994), Co-ordinated Science - Chemistry, Oxford University Press, U.K.
- J. Brady, J. Holum (1988), Fundamentals of Chemistry, John Wiley & Sons, Inc. N.Y.
- J. D. Herron et als (1993), HEATH Chemistry, Stanley Thornes (Publishers) Ltd, England.
- J. D. Herron et als (1993), HEATH Chemistry - Laboratory manual, D.C. Heath and Co, Lexington, USA.
- E. Mc Dowell, R. Wadding (1984), Chemistry Practicals, Addison-Wesley Publishers Limited, U.K.
- R. Chang (1994), Chemistry, McGraw - Hill, Inc. N.Y., USA.
- D. A. Skoog, D. M. West, F. J. Holler (1996), Fundamentals of Analytical Chemistry, Saunders College Publishers, N.Y. USA.
- W. R. Robinson, J. D. Odom, H. F. Holtzclaw (1997), General Chemistry with Qualitative Analysis, Houghton Mifflin Co. N.Y. USA.
- W. Amann et al (1994), Elemente Chemie II, Ernst Klett Schulbuchverlag, Stuttgart - Germany.
- W. Eisner et al (1994), Elemente Chemie I, Ernst Klett Schulbuchverlag, Stuttgart - Germany.
- P. Kral, W. Rentzsch, H. Wiessel (1993), Einfache Chemische Experimente für Schule und Ausbildung, Ernst Klett Schulbuchverlag, Stuttgart - Germany.
- Σ. Μητσιάδη (1994), Οδηγός Πειραμάτων Χημείας, Εκδόσεις-Βιβλιοπωλείο Σαββάλα, Αθήνα - Ελλάδα.
- Β. Καρώνης, Α. Μπομπέτσας, Δ. Υφαντής (1995), Εργαστήριο Χημείας, Γ΄ τάξη Ε.Π.Λ., Οργανισμός Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων, Αθήνα - Ελλάδα.
- G. Svehla (1987), Vogel's Qualitative Inorganic Analysis, Longman Scientific & Technical, N.Y. USA.
- G. G. Hill and J. S. Holman (1989), Chemistry in Context - Laboratory Manual and Study Guide, Thomas Nelson and Sons Ltd, UK.



# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

## ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΧΗΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

|                                    |                                  |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |                                 |                                      |                                 |                                     |                                  |                                    |                                   |                                   |                                     |                                       |                                      |                                      |                                      |                                 |                                    |                                   |                                   |                                       |                                      |                                     |                                     |                                     |                                       |                                      |                                       |                                      |                                     |                                    |                                     |                                       |                                       |                                      |                                     |                                     |                                       |                                      |                                   |                                       |                                     |   |                                     |                                       |                                    |                                       |                                      |                                     |                                    |   |  |                                       |                                   |                                   |                                     |                                    |                      |                                       |  |                                       |                                       |                                       |                                      |  |                                     |  |                                    |                                      |                                      |                                       |                                       |                     |                                     |                                    |   |                                     |  |                                       |                                      |                                     |                                       |  |                                      |                                       |   |                                       |                                       |
|------------------------------------|----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|---------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|---|-------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|---|--|---------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|----------------------|---------------------------------------|--|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--|-------------------------------------|--|------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------|-------------------------------------|------------------------------------|---|-------------------------------------|--|---------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------------|---|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1                                  | 2                                | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13                              | 14                                   | 15                              | 16                                  | 17                               | 18                                 |                                   |                                   |                                     |                                       |                                      |                                      |                                      |                                 |                                    |                                   |                                   |                                       |                                      |                                     |                                     |                                     |                                       |                                      |                                       |                                      |                                     |                                    |                                     |                                       |                                       |                                      |                                     |                                     |                                       |                                      |                                   |                                       |                                     |   |                                     |                                       |                                    |                                       |                                      |                                     |                                    |   |  |                                       |                                   |                                   |                                     |                                    |                      |                                       |  |                                       |                                       |                                       |                                      |  |                                     |  |                                    |                                      |                                      |                                       |                                       |                     |                                     |                                    |   |                                     |  |                                       |                                      |                                     |                                       |  |                                      |                                       |   |                                       |                                       |
| 1<br><b>H</b><br>Υδρογόνο<br>1,008 | 2<br><b>He</b><br>Ηλίο<br>4,0026 |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | 3<br><b>Li</b><br>Λίθιο<br>6,94 | 4<br><b>Be</b><br>Βηρύλλιο<br>9,0122 | 5<br><b>B</b><br>Βόριο<br>10,81 | 6<br><b>C</b><br>Ανθράκας<br>12,011 | 7<br><b>N</b><br>Άζωτο<br>14,007 | 8<br><b>O</b><br>Οξυγόνο<br>15,999 | 9<br><b>F</b><br>Φθόριο<br>18,998 | 10<br><b>Ne</b><br>Νέον<br>20,180 | 11<br><b>Na</b><br>Νάτριο<br>22,990 | 12<br><b>Mg</b><br>Μαγνήσιο<br>24,305 | 13<br><b>Al</b><br>Αργίλιο<br>26,982 | 14<br><b>Si</b><br>Πυρίτιο<br>28,085 | 15<br><b>P</b><br>Φωσφόρος<br>30,974 | 16<br><b>S</b><br>Θείο<br>32,06 | 17<br><b>Cl</b><br>Χλωρίο<br>35,45 | 18<br><b>Ar</b><br>Αργό<br>39,948 | 19<br><b>K</b><br>Κάλιο<br>39,098 | 20<br><b>Ca</b><br>Ασβέστιο<br>40,078 | 21<br><b>Sc</b><br>Σκάνδιο<br>44,956 | 22<br><b>Ti</b><br>Τίτανο<br>47,867 | 23<br><b>V</b><br>Βανάδιο<br>50,942 | 24<br><b>Cr</b><br>Χρómιο<br>51,996 | 25<br><b>Mn</b><br>Μαγγάνιο<br>54,938 | 26<br><b>Fe</b><br>Σίδηρος<br>55,845 | 27<br><b>Co</b><br>Κοβάλτιο<br>58,933 | 28<br><b>Ni</b><br>Νικέλιο<br>58,693 | 29<br><b>Cu</b><br>Χαλκός<br>63,546 | 30<br><b>Zn</b><br>Ζηάνιο<br>65,38 | 31<br><b>Ga</b><br>Γαλλίο<br>69,723 | 32<br><b>Ge</b><br>Γερμάνιο<br>72,630 | 33<br><b>As</b><br>Αρσενικό<br>74,922 | 34<br><b>Se</b><br>Σελήνιο<br>78,971 | 35<br><b>Br</b><br>Βρώμιο<br>79,904 | 36<br><b>Kr</b><br>Κρυπτό<br>83,798 | 37<br><b>Rb</b><br>Ρουβίδιο<br>85,468 | 38<br><b>Sr</b><br>Στρώντιο<br>87,62 | 39<br><b>Y</b><br>Ύπτιο<br>88,906 | 40<br><b>Zr</b><br>Ζιρκόνιο<br>91,224 | 41<br><b>Nb</b><br>Νιόβιο<br>92,906 | 42<br><b>Mo</b><br>Μολυβδαίνιο<br>95,95 | 43<br><b>Tc</b><br>Τεχνήτιο<br>(98) | 44<br><b>Ru</b><br>Ρουθένιο<br>101,07 | 45<br><b>Rh</b><br>Ρόδιο<br>102,91 | 46<br><b>Pd</b><br>Παλλάδιο<br>106,42 | 47<br><b>Ag</b><br>Αργήριο<br>107,87 | 48<br><b>Cd</b><br>Κάδμιο<br>112,41 | 49<br><b>In</b><br>Ινδίο<br>114,82 | 50<br><b>Sn</b><br>Κασσίτερος<br>118,71 | 51<br><b>Sb</b><br>Αντιμόνιο<br>121,76 | 52<br><b>Te</b><br>Τελούριο<br>127,60 | 53<br><b>I</b><br>Ίωδιο<br>126,90 | 54<br><b>Xe</b><br>Ξένο<br>131,29 | 55<br><b>Cs</b><br>Καίσιο<br>132,91 | 56<br><b>Ba</b><br>Βάριο<br>137,33 | 57-71<br>Lanthanides | 58<br><b>Ce</b><br>Λανθάνιο<br>138,91 | 59<br><b>Pr</b><br>Προμηθείο<br>140,91 | 60<br><b>Nd</b><br>Νεοδύμιο<br>144,24 | 61<br><b>Pm</b><br>Προμηθείο<br>(145) | 62<br><b>Sm</b><br>Σμαράδιο<br>150,36 | 63<br><b>Eu</b><br>Ευρώπιο<br>151,96 | 64<br><b>Gd</b><br>Γαδολίνιο<br>157,25 | 65<br><b>Tb</b><br>Τέρβιο<br>158,93 | 66<br><b>Dy</b><br>Δυσπρόσιο<br>162,50 | 67<br><b>Ho</b><br>Όλοιο<br>164,93 | 68<br><b>Er</b><br>Ερβίοιο<br>167,26 | 69<br><b>Tm</b><br>Υπέρβιο<br>173,05 | 70<br><b>Yb</b><br>Υψέριοιο<br>173,05 | 71<br><b>Lu</b><br>Λουρήτιο<br>174,97 | 72-103<br>Actinides | 89<br><b>Ac</b><br>Ακτινιο<br>(227) | 90<br><b>Th</b><br>Θόριο<br>232,04 | 91<br><b>Pa</b><br>Πρωακτινιο<br>231,04 | 92<br><b>U</b><br>Ουράνιο<br>238,03 | 93<br><b>Np</b><br>Νεπολεύμιο<br>(237) | 94<br><b>Pu</b><br>Πλουτωνίο<br>(244) | 95<br><b>Am</b><br>Αμερικίο<br>(243) | 96<br><b>Cm</b><br>Κιούριο<br>(247) | 97<br><b>Bk</b><br>Μπκερίλιο<br>(247) | 98<br><b>Cf</b><br>Καλιφόρνιο<br>(251) | 99<br><b>Es</b><br>Αινσάινο<br>(252) | 100<br><b>Fm</b><br>Φέρμιουμ<br>(257) | 101<br><b>Md</b><br>Μεντσεβέιο<br>(258) | 102<br><b>No</b><br>Νομπέλιο<br>(259) | 103<br><b>Lr</b><br>Λορέντιο<br>(266) |

**Αμέταλλα**  
Ευγενή αέρια

**Μεταλλοειδή**  
Post-transition metals  
Στοιχεία μετάπτωσης

**Μέταλλα**  
Λανθανίδες  
Ακτινίδες  
Αλκαλικές γαίες  
Αλκάλια

**C** Στερεά  
**Hg** Υγρά  
**H** Αέρια  
**Rf** Ανωστά



Ptable® is a registered trademark of Michael Daysh (austrop@ptable.com). For a fully-interactive version in 50 languages with property trend visualization, 3-D orbitals, isotopes, compound mixing, lesson plans, free printouts, and posters, visit Ptable.com.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄

### ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΟΡΙΣΜΕΝΩΝ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ

#### Οξέα - Βάσεις - Άλατα

| Διάλυμα  | Μάζα ενός mole<br>g/mol  | Συγκέντρωση<br>mol/L | Ποσότητα σε 1 L διαλύματος |
|--|--|----------------------|----------------------------|
| ΟΞΕΑ:  | HCl  | 36,5                 | 170 mL πυκνού διαλύματος   |
|  | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                                   | 98,0                 | 106,5 mL πυκνού διαλύματος |
|  | HNO <sub>3</sub>   | 63,0                 | 137,5 mL πυκνού διαλύματος |
|  | CH <sub>3</sub> COOH   | 60,0                 | 114 mL πυκνού διαλύματος   |
| ΒΑΣΕΙΣ:  | NaOH   | 40,0                 | 80 g                       |
|  | KOH  | 56,1                 | 112 g                      |
|  | NH <sub>3</sub>  | 17,0                 | 113 mL πυκνού διαλύματος   |
| ΑΛΑΤΑ:   | NaCl   | 58,4                 | 11,7 g                     |
|  | Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                                  | 142,0                | 28,4 g                     |
|  | Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>                                  | 106,0                | 21,2 g                     |
|  | Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·5H <sub>2</sub> O | 248,2                | 49,6 g                     |
|  | CH <sub>3</sub> COONa  | 82,0                 | 16,4 g                     |
|  | KNO <sub>3</sub>   | 101,1                | 20,2 g                     |
|  | KI   | 166,0                | 33,2 g                     |
|  | KMnO <sub>4</sub>  | 158,0                | 31,6 g                     |
|  | K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>                                  | 194,2                | 38,8 g                     |
|  | K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>                    | 294,2                | 58,5 g                     |
|  | MgCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O                             | 203,3                | 40,6 g                     |
|  | CaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O                             | 244,3                | 48,8 g                     |
|  | BaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O                             | 244,3                | 48,8 g                     |
|  | Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>                                | 161,4                | 32,3 g                     |
|  | Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>                                | 261,3                | 52,2 g                     |
|  | Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>                                | 213,0                | 42,6 g                     |
|  | FeCl <sub>3</sub> ·6H <sub>2</sub> O                             | 270,3                | 54,0 g                     |
|  | Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>                                | 287,9                | 57,6 g                     |
|  | FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O                             | 278,0                | 55,6 g                     |
|  | CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O                             | 249,7                | 49,9 g                     |
|  | Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>                                | 187,5                | 37,5 g                     |
|  | AgNO <sub>3</sub>  | 169,9                | 34,0 g                     |
|  | Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>                                | 331,2                | 66,2 g                     |
|  | Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O             | 297,5                | 59,5 g                     |
|  | ZnSO <sub>4</sub>  | 161,4                | 32,3 g                     |
|  | Ni(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O             | 290,8                | 58,2 g                     |
|  | NH <sub>4</sub> Cl   | 53,5                 | 10,7 g                     |
| (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>                | 96,1   | 19,2 g               |                            |
| NH <sub>4</sub> SCN  | 76,1   | 15,2 g               |                            |
| (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> | 252,0  | 50,4 g               |                            |
| CH <sub>3</sub> COONH <sub>4</sub>                             | 77,0   | 15,4 g               |                            |

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ΄

### ΕΙΔΙΚΑ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ

#### Διαλύματα δεικτ

**Ηλιανθίνη:** Διαλύστε 0,5 g ηλιανθίνης σε 500 mL αποσταγμένου νερού. Εάν χρειαστεί, διηθήστε το διάλυμα.

**Φαινολοφθαλεΐνη:** Διαλύστε 1 g φαινολοφθαλεΐνης σε 500 mL διαλύματος αιθανόλης 50% κ.ό. και ανακινήστε καλά με γυάλινη ράβδο. Εάν χρειαστεί, διηθήστε το διάλυμα.

**Βάμμα ηλιοτροπίου:** Διαλύστε 10 g ηλιοτροπίου σε 500 mL ζεστού νερού και αναδεύσετε καλά. Διηθήστε το διάλυμα.

**Κυανούν της βρωμοθυμόλης:** Διαλύστε 0,25 g βρωμοθυμόλης σε 500 mL διαλύματος αιθανόλης 20% κ.ό.



