

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12^ο ΠΕΧΑΜΕΤΡΟ

12.1. Γενικά

Μια από τις κυριότερες ιδιότητες των διαλυμάτων, από την οποία εξαρτώνται και ρυθμίζονται πολλές άλλες, είναι εκείνη που εκφράζει τη συγκέντρωση των ιόντων υδρογόνου (H^+) ή των ιόντων υδροξυλίου (OH^-) του διαλύματος. Η ιδιότητα αυτή δίνει στο διάλυμα όξινο, βασικό ή ουδέτερο χαρακτήρα και τη μετράμε με το pH (πε-χά) του διαλύματος. Ο προσδιορισμός του pH μπορεί να γίνει με τη χρήση ειδικών χημικών ουσιών, των οποίων το χρώμα εξαρτάται από το pH του διαλύματος, τους δείκτες. Ο πιο ακριβής όμως προσδιορισμός γίνεται με ειδικά όργανα που ονομάζονται pH-μετρα (πεχάμετρα).

12.2. Αρχή λειτουργίας pH-μέτρου

Η αρχή λειτουργίας του πεχάμετρου βασίζεται στη διαφορά δυναμικού που αναπτύσσεται μεταξύ δυο ηλεκτροδίων, όταν το ένα έχει δυναμικό μηδέν και το άλλο είναι βυθισμένο μέσα σε ένα διάλυμα, όπου το δυναμικό είναι ανάλογο με το pH του.

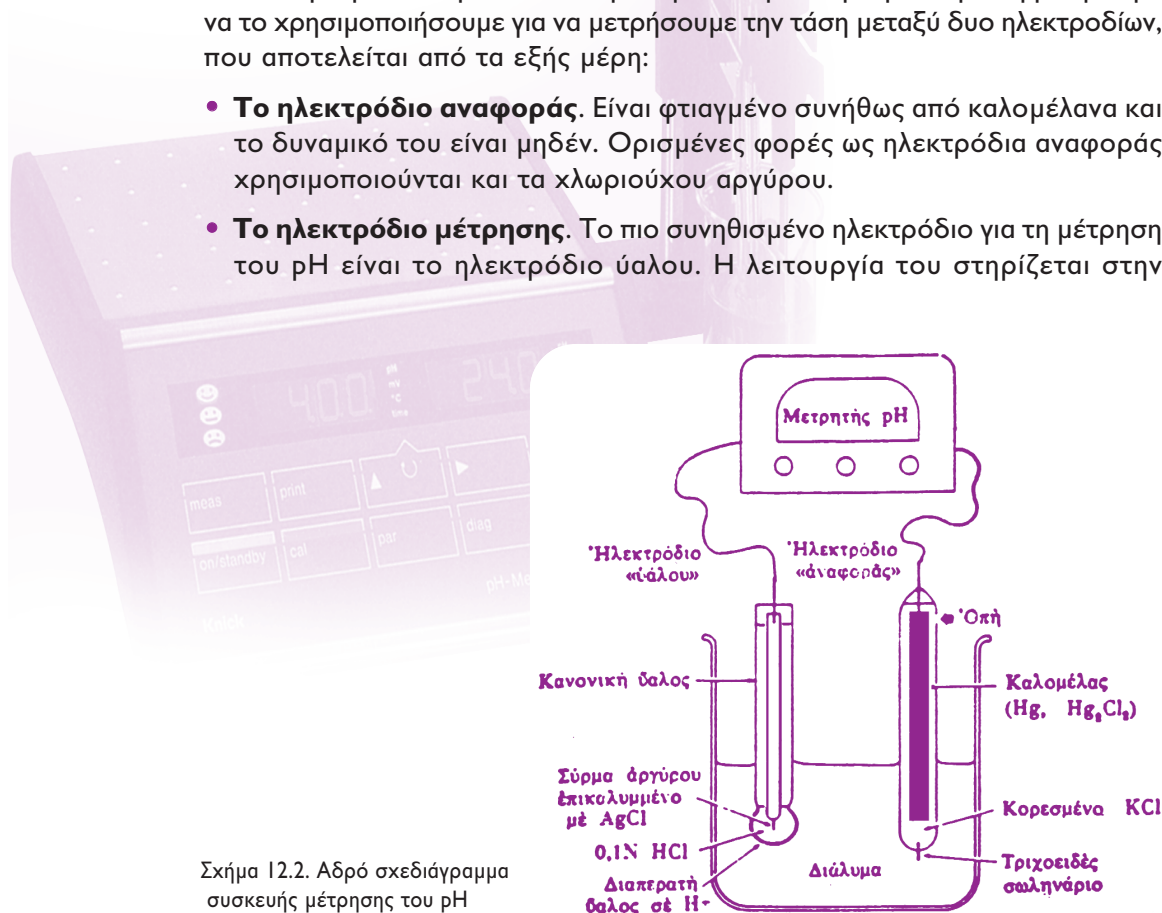


Σχήμα 12.1. Ένα τυπικό εργαστηριακό πεχάμετρο.

12.3. Περιγραφή pH-μέτρου

Το πεχάμετρο είναι βασικά ένα ηλεκτρονικό βολτόμετρο, δηλαδή μπορούμε να το χρησιμοποιήσουμε για να μετρήσουμε την τάση μεταξύ δυο ηλεκτροδίων, που αποτελείται από τα εξής μέρη:

- **Το ηλεκτρόδιο αναφοράς.** Είναι φτιαγμένο συνήθως από καλομέλανα και το δυναμικό του είναι μηδέν. Ορισμένες φορές ως ηλεκτρόδια αναφοράς χρησιμοποιούνται και τα χλωριούχου αργύρου.
- **Το ηλεκτρόδιο μέτρησης.** Το πιο συνηθισμένο ηλεκτρόδιο για τη μέτρηση του pH είναι το ηλεκτρόδιο ύαλου. Η λειτουργία του στηρίζεται στην



Σχήμα 12.2. Αδρό σχεδιάγραμμα συσκευής μέτρησης του pH

ύπαρξη μιας γυάλινης μεμβράνης. Στις δυο πλευρές της μεμβράνης αναπτύσσεται μια διαφορά δυναμικού λόγω της μετακίνησης ιόντων H^+ . Η διαφορά δυναμικού μεταξύ των δυο διαλυμάτων, που βρίσκονται το ένα μέσα στην ύαλο και το άλλο απ' έξω (διάλυμα προς μέτρηση), εξαρτάται από το pH των διαλυμάτων. Έτσι, αν το pH του εσωτερικού διαλύματος είναι γνωστό, από τη μέτρηση της διαφοράς δυναμικού της μεμβράνης, προσδιορίζεται το pH του εξωτερικού διαλύματος. Στα περισσότερα πεχάμετρα, το ηλεκτρόδιο αναφοράς βρίσκεται στο ίδιο γυάλινο στέλεχος με αυτό της ύαλου. Πρόκειται για το λεγόμενο συνδυασμένο ηλεκτρόδιο.

- **Ψηφιακή οθόνη**, όπου φαίνεται η ένδειξη, με ευανάγνωστα ψηφία και ακρίβεια, συνήθως 0.01 pH. Σε παλαιότερα πεχάμετρα αντί της ψηφιακής οθόνης εμφανιζόταν μια κλίμακα με αποκλίνουσα βελόνα.
- **Όργανα χειρισμού**, όπως ο διακόπτης ρεύματος ή μπαταρίας, ο διακόπτης ρύθμισης του pH του διαλύματος αναφοράς, διακόπτης για την αντιστάθμιση της θερμοκρασίας στην περιοχή 0-100° C, αυτόματη ένδειξη σε περίπτωση βλάβης κτλ.

12.4. Ρύθμιση pH-μέτρου

Πριν από κάθε μέτρηση διαλύματος με άγνωστο pH, πρέπει να εκτελείται βαθμονόμηση του οργάνου χρησιμοποιώντας ειδικά ρυθμιστικά διαλύματα. Τα διαλύματα αυτά είναι γνωστής (με μεγάλη ακρίβεια) τιμής pH με τιμές που πρέπει να είναι κοντά στην τιμή του pH του προς μέτρηση διαλύματος. Τα διαλύματα αυτά ονομάζονται σταθερά ρυθμιστικά διαλύματα (standard buffers). Η βαθμονόμηση γίνεται με τουλάχιστον δυο τιμές pH. Βυθίζουμε το ηλεκτρόδιο στο buffer και αφήνουμε σε ηρεμία αρκετό χρόνο χωρίς να ακουμπά τα τοιχώματα του δοχείου. Αν ο δείκτης δε δείχνει την τιμή του buffer, τότε τον προσαρμόζουμε στη γνωστή τιμή του pH του διαλύματος. Δεν πρέπει να απέχει πολύ η τιμή που δείχνει το πεχάμετρο από την πραγματική. Απομακρύνουμε το ηλεκτρόδιο και το ξεπλένουμε καλά. Κατά τη βαθμονόμηση, όπως και τη μέτρηση, όλα τα διαλύματα πρέπει να έχουν την ίδια θερμοκρασία.

12.5. Οδηγίες σωστής χρήσης

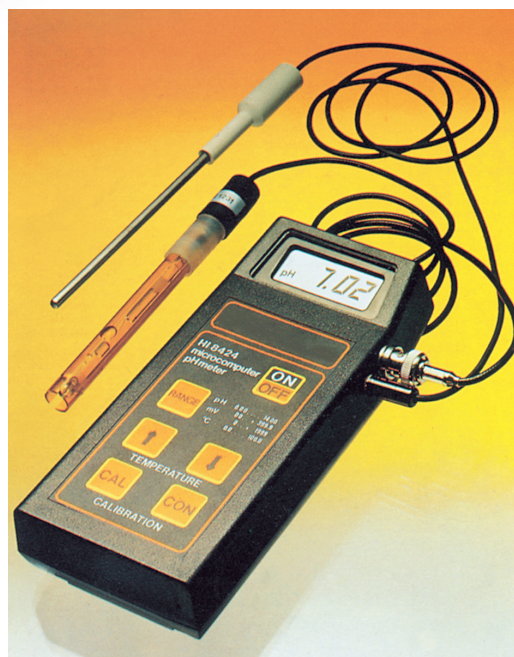
Για τη λήψη ικανοποιητικής ακρίβειας μετρήσεων του pH διαλυμάτων, πρέπει να ακολουθούνται προσεκτικά τα παρακάτω βήματα:

1. Μετράμε τη θερμοκρασία του διαλύματος και προσαρμόζουμε κατάλληλα το ρυθμιστή θερμοκρασίας.
2. Απομακρύνουμε το ηλεκτρόδιο από το διάλυμα όπου φυλάσσεται και το ξεπλένουμε με αποσταγμένο ή απιονισμένο νερό. Το ηλεκτρόδιο ύαλου φυλάσσεται σε απιονισμένο νερό, ενώ τα ηλεκτρόδια καλομέλανος καθώς και τα συνδυασμένα ηλεκτρόδια, σε διάλυμα χλωριούχου καλίου.
3. Πραγματοποιούμε τη ρύθμιση του οργάνου, όπως περιγράφηκε πιο πάνω.
4. Βυθίζουμε το ηλεκτρόδιο στο διάλυμα που θέλουμε να μετρήσουμε και παίρνουμε από την οθόνη του οργάνου την τιμή του pH του διαλύματος.
5. Ξεπλένουμε και φυλάσσουμε τα ηλεκτρόδια στα κατάλληλα διαλύματα.

12.6. Συντήρηση

Για την εξασφάλιση μεγαλύτερης διάρκειας ζωής για το πεχάμετρο και τα ηλεκτρόδιά του, πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στα παρακάτω:

- Ακολουθούμε με προσοχή τις οδηγίες του κατασκευαστή.
- Προσέχουμε τα ηλεκτρόδια να είναι γεμάτα με ποσότητα ηλεκτρολύτη, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή, και δεν ακουμπάμε τη μεμβράνη του ηλεκτροδίου, η οποία μπορεί εύκολα να πάθει ζημιά.
- Τα ηλεκτρόδια ποτέ να μην αφήνονται εκτεθειμένα στον αέρα, για να μην ξεραθούν. Φυλάσσονται στα ειδικά τους διαλύματα.
- Το πεχάμετρο πρέπει να είναι τοποθετημένο σε καθαρό χώρο, μακριά από επικίνδυνα ή διαβρωτικά χημικά.
- Τα ηλεκτρόδια δεν πρέπει να παραμένουν συσκευασμένα πάνω από έξι μήνες.
- Γενικότερη προσοχή πρέπει να δίνεται στο χειρισμό των ηλεκτροδίων, τα οποία είναι ιδιαίτερα ευπαθή.



Σχήμα 12.3. Ένα φορητό πεχάμετρο



Ανακεφαλαίωση

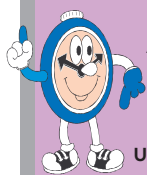
Το πεχάμετρο είναι ένα ηλεκτρονικό βολτόμετρο που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση του pH ενός διαλύματος. Αποτελείται από το ηλεκτρόδιο αναφοράς, το ηλεκτρόδιο μέτρησης, ψηφιακή οθόνη, και όργανα χειρισμού.

Πριν από κάθε μέτρηση διαλύματος με άγνωστο pH, πρέπει να εκτελείται βαθμονόμηση του οργάνου, χρησιμοποιώντας ειδικά ρυθμιστικά διαλύματα, που ονομάζονται σταθερά ρυθμιστικά διαλύματα (standard buffers). Για τη λήψη ικανοποιητικής ακρίβειας μετρήσεων του pH διαλυμάτων πρέπει να ακολουθούνται προσεκτικά μια σειρά από βήματα, ενώ για την εξασφάλιση μεγαλύτερης διάρκειας ζωής για το πεχάμετρο και τα ηλεκτρόδιά του πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στους κανόνες συντήρησης.



Ερωτήσεις

1. Σε ποια αρχή βασίζεται η λειτουργία του πεχάμετρου;
2. Ποια είναι τα βασικά μέρη ενός πεχάμετρου;
3. Να περιγράψετε τη λειτουργία του ηλεκτροδίου μέτρησης.
4. Ποια διαλύματα ονομάζονται standard buffers και ποια είναι η σημασία τους στη ρύθμιση του πεχάμετρου;
5. Ποια είναι τα βασικά βήματα για τη σωστή λήψη του pH ενός διαλύματος;
6. Πώς πρέπει να φυλάσσονται τα ηλεκτρόδια αναφοράς και μέτρησης;



Ασκήσεις

1. Να αναγνωρίσετε τα βασικά μέρη των πεχάμετρων που υπάρχουν στο εργαστήριό σας.
2. Να πραγματοποιήσετε ρύθμιση του πεχάμετρου.
3. Να μετρήσετε το pH διαλυμάτων ή άλλων υγρών που υπάρχουν στο εργαστήριό.
4. Ακολουθήστε τα προβλεπόμενα βήματα για τη σωστή φύλαξη των ηλεκτροδίων του πεχάμετρου.