

Αντίδραση NaOH με HCl

Εισαγωγή

Σε υδατικά διαλύματα, η προσθήκη βάσης στο νερό έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση του pH του διαλύματος, ενώ η προσθήκη οξέος οδηγεί σε μείωση του pH. Οι αλλαγές του pH παρακολουθούνται με τη βοήθεια ειδικών χρωστικών ουσιών, που ονομάζονται δείκτες, ή με τη βοήθεια ενός pHμετρου. Τα οξέα και οι βάσεις εξουδετερώνουν ή αντιστρέφουν τη δράση του ενός στο άλλο. Μπορούμε, προσθέτοντας γνωστή ποσότητα οξέος σε βασικό διάλυμα, μέχρι το σημείο της πλήρους αντίδρασής τους, να υπολογίσουμε την ποσότητα της βάσης στο διάλυμα. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται εξουδετέρωση οξέος - βάσης. Κατά τη διάρκεια της εξουδετέρωσης, τα οξέα και οι βάσεις αντιδρούν μεταξύ τους σχηματίζοντας ιοντικές ενώσεις, που λέγονται άλατα.

Σε αυτό το πείραμα καταγράφουμε τις μεταβολές του pH και της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της αντίδρασης υδροχλωρικού οξέως με καυστικό νάτριο, χρησιμοποιώντας ένα ηλεκτρόδιο pH και έναν αισθητήρα θερμοκρασίας.

Εξοπλισμός

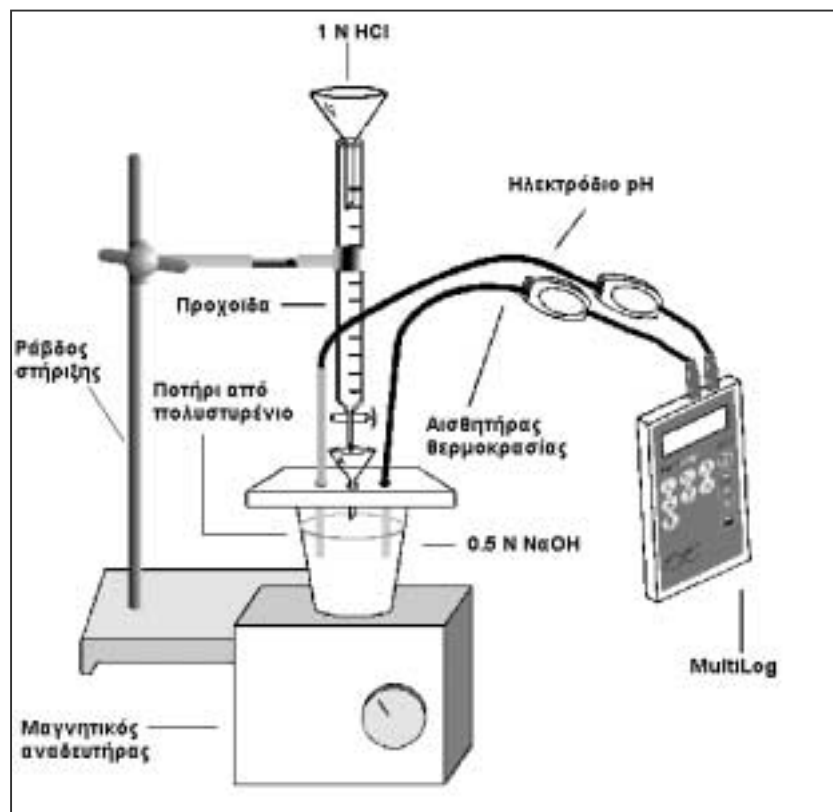
- Αισθητήρας pH (αποτελείται από δύο μέρη: το ηλεκτρόδιο pH και την ωσειδή θήκη των ηλεκτρονικών του εξαρτημάτων)
- Αισθητήρας θερμοκρασίας (-25 ÷ 110°C)
- Πλαστικό ποτήρι από πολυστυρένιο
- Βαθμονομημένη πιπέτα 50ml με στρόφιγγα
- Γυάλινο χωνί
- 2gr NaOH (ή αλλιώς, 50ml διαλύματος 0,5N NaOH)
- 100ml διαλύματος 1N HCL
- Μαγνητικός αναδευτήρας
- MultiLog

Σύνδεση Εξοπλισμού

1. Συνδέστε το MultiLog στον υπολογιστή.
2. Ανοίξτε το MultiLog.
3. Συνδέστε τον αισθητήρα pH στην είσοδο I/O1 και τον αισθητήρα θερμοκρασίας στην είσοδο I/O2.
4. Συναρμολογήστε την πειραματική διάταξη των οργάνων που φαίνεται στην εικόνα 1.
5. Ρυθμίστε το MultiLog ακολουθώντας τα βήματα της επόμενης παραγράφου. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε είτε το πληκτρολόγιό του, είτε να επιλέξετε τον **Πίνακα Ελέγχου** (Control Panel) από το μενού **Καταγραφείας** (Logger) του λογισμικού DB-Lab.

Ρύθμιση MultiLog

- Είσοδος 1 (input 1) : Αισθητήρας pH
- Είσοδος 2 (input 2) : Αισθητήρας Θερμοκρασίας $-25 \div 110^{\circ}\text{C}$ (Temperature)
- Ρυθμός (Rate) : 1/sec
- Σημεία (Samples) : 5000



Εικόνα 1

Πειραματική Διαδικασία

1. Ετοιμάστε ένα κάλυμμα πολυστυρενίου για το ποτήρι. Πρέπει να είναι επίπεδο και να προεξέχει από το ποτήρι.
2. Ανοίξτε τρεις τρύπες στο κάλυμμα για το ηλεκτρόδιο pH, για τον αισθητήρα της θερμοκρασίας και για το στέλεχος του χωνιού.
3. Προσθέστε 50ml διαλύματος 0,5N NaOH στο ποτήρι.
4. Βάλτε το ποτήρι πάνω στο μαγνητικό αναδευτήρα.
5. Βάλτε το κάλυμμα στο ποτήρι.
6. Εκκινήστε το MultiLog πιέζοντας το πλήκτρο **Run/Stop**, ή χρησιμοποιώντας το λογισμικό DB-Lab. Πιέστε το πλήκτρο **Λήψη Δεδομένων** (Run) από τον **Πίνακα Ελέγχου** (Control panel), ή το εικονίδιο **Λήψη Δεδομένων** (Run) από την αριστερή γραμμή εργαλείων. Περιμένετε να σταθεροποιηθούν οι ενδείξεις των αισθητήρων.
7. Θέστε σε λειτουργία το μαγνητικό αναδευτήρα.
8. Προσθέστε στην πιπέτα 50ml διαλύματος HCl 1N, μέσω του γυάλινου χωνιού, διατηρώντας κλειστή τη στρόφιγγά της.

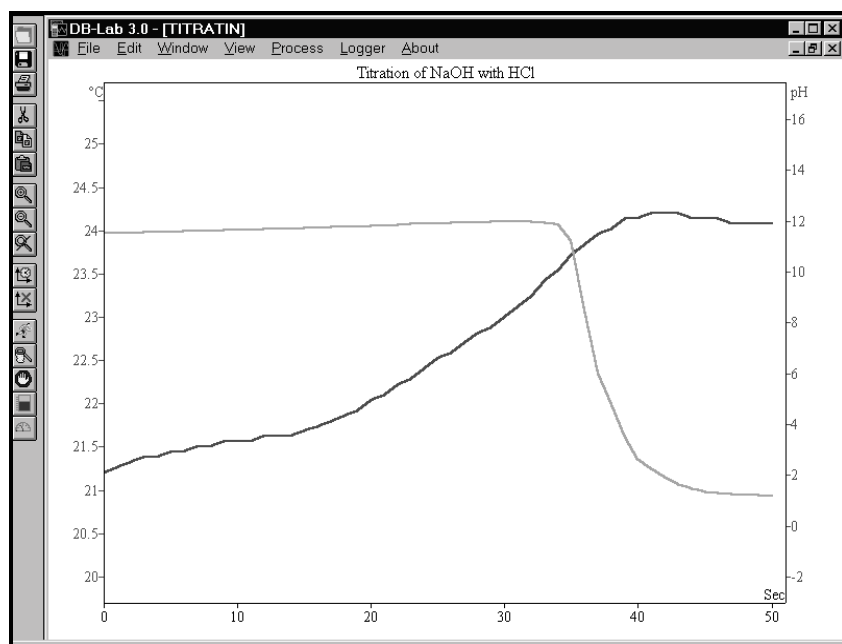
9. Ρυθμίστε τη στρόφιγγα της πιπέτας ώστε το διάλυμα HCl να πέφτει σταγόνα-σταγόνα από την πιπέτα στο ποτήρι, μέσω του γυάλινου χωνιού.
10. Παρακολουθήστε τις μεταβολές του pH και της θερμοκρασίας που καταγράφονται στην οθόνη.
11. Καθώς αρχίζει η μεταβολή στην ένδειξη του pH, σταματήστε τη ροή του HCl μέσα στο ποτήρι και υπολογίστε την ποσότητα (ml) του HCl που έχετε μέχρι αυτή τη στιγμή προσθέσει.
12. Ρυθμίστε ξανά τη στρόφιγγα όπως προηγουμένως, ώστε το διάλυμα HCl να πέφτει σταγόνα-σταγόνα και παρακολουθείτε τις μεταβολές του pH προσεκτικά.
13. Σταματήστε αμέσως την προσθήκη HCl, μόλις το pH σταθεροποιηθεί.

Ανάλυση Δεδομένων

1. Υπολογίστε τη μεταβολή του pH κατά τη διάρκεια της εξουδετέρωσης. Ποιά ήταν η αρχική τιμή του; Ποιά η τελική; Ποια η διαφορά τους;
 - Χρησιμοποιήστε τη γραμμή εργαλείων για να βρείτε αυτές τις τιμές: από το μενού **Προβολή (View) / Οθόνη...(Display)**, μαρκάρετε την επιλογή **Πλέγμα (Grid)** στο παράθυρο **Επιλογές Μορφής Παραθύρου (Options Display Window)**.
2. Ποιός ήταν ο όγκος του HCl που είχε προστεθεί στο διάλυμα μέχρι τη στιγμή που το pH άρχισε να μεταβάλλεται; Συγκρίνετε αυτόν τον όγκο με τον όγκο του HCl που προστέθηκε έως την πλήρη εξουδετέρωση του NaOH.
3. Βρείτε το χρονικό διάστημα μεταξύ του σημείου «αρχή μεταβολής pH» και του σημείου «αρχή σταθεροποίησης pH».
4. Υπολογίστε τη μεταβολή της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια του πειράματος και τον χρόνο που χρειάστηκε για την επίτευξη της τελικής θερμοκρασίας.
5. Υπολογίστε τη θερμότητα που έχει παραχθεί από την αντίδραση:
$$Q = C \cdot \Delta T$$
 - C : θερμοχωρητικότητα νερού
 - ΔT : Διαφορά θερμοκρασίας

➤ Η θερμοχωρητικότητα του νερού στους 25 °C είναι 4,18 J / gr * °C

Θα λάβετε μία γραφική παράσταση όμοια με αυτήν της εικόνας 2.



Εικόνα 2

Ερωτήσεις

1. Παρατηρήσατε ταχεία μεταβολή του pH; Εξηγήστε τη διαφορά ανάμεσα στο σύντομο χρονικό διάστημα που χρειάστηκε για τη δραστική μεταβολή του pH και στο συνολικό χρονικό διάστημα που χρειάστηκε για την εξουδετέρωση.
2. Με βάση το πείραμα που εκτελέσατε, η χημική αντίδραση της εξουδετέρωσης είναι ενδόθερμη ή εξώθερμη αντίδραση;
3. Προσπαθήστε να μαντέψετε τα αποτελέσματα της αντίδρασης οξέος – βάσης σε διαφορετικές συγκεντρώσεις NaOH. Ποιά θα είναι η μεταβολή του pH σε κάθε περίπτωση; Ποιό θα είναι το μέγεθος της μεταβολής της θερμοκρασίας;
4. Ποιό θα είναι το αποτέλεσμα της αντίδρασης άλλων οξέων (π.χ του οξικού οξέος) με NaOH;

Επιπλέον Εισηγήσεις

1. Εκτελέστε την αντίδραση χρησιμοποιώντας διαφορετικές συγκεντρώσεις NaOH, αλλά σταθερή συγκέντρωση HCl.
2. Υπολογίστε την άγνωστη συγκέντρωση διαλύματος NaOH (ή HCl) που έχει υποστεί εξουδετέρωση: αυτό επιτυγχάνεται ρυθμίζοντας σταθερή ροή οξέος (ή βάσης) από την πιπέτα. Πολλαπλασιάζοντας το χρονικό διάστημα του άξονα X επί την ταχύτητα ροής, υπολογίζετε τον όγκο που προστέθηκε.
3. Εξετάστε την επίδραση της ανόδου της θερμοκρασίας του νερού ή του περιβάλλοντα χώρου στην αντίδραση.
4. Επαναλάβετε το πείραμα με διάφορους τύπους οξέων ή/και βάσεων, χρησιμοποιώντας συνδυασμούς όπως :

Ισχυρό οξύ – ασθενής βάση
Ασθενές οξύ – ισχυρή βάση