

## ΑΣΚΗΣΗ 2η

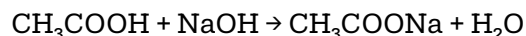
### Προσδιορισμός ογκομετρούμενης οξύτητας όξους (ξυδιού)

#### 1.1. Σκοπός

Να προσδιοριστεί η περιεκτικότητα ενός δείγματος ξυδιού σε οξικό οξύ (οξύτητα, % w/v) με τιτλοδότηση με πρότυπο διάλυμα NaOH, και να συγκριθεί το αποτέλεσμα με την τιμή της ετικέτας.

#### 1.2. Θεωρητικό υπόβαθρο

Η οξύτητα του ξυδιού οφείλεται κυρίως στο οξικό οξύ ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $M_r = 60,05$ ). Το ξύδι του εμπορίου έχει συνήθως οξύτητα 4–6% β/ο. Η αντίδραση εξουδετέρωσης είναι:



Η στοιχειομετρία της αντίδρασης είναι 1:1. Στο ισοδύναμο σημείο ισχύει  $n(\text{CH}_3\text{COOH}) = n(\text{NaOH})$ . Επειδή το άλας  $\text{CH}_3\text{COONa}$  υδρολύεται, το διάλυμα στο ισοδύναμο σημείο είναι ελαφρά βασικό ( $\text{pH} \approx 8,7$ ). Γι' αυτό επιλέγεται ως δείκτης η φαινολοφθαλεΐνη (περιοχή αλλαγής χρώματος  $\text{pH} 8,2\text{--}10$ ), που αλλάζει από άχρωμο σε ανοιχτό ροζ.

#### 1.3. Όργανα και αντιδραστήρια

- Προχοΐδα 25 ή 50 mL, με βάση και λαβίδα
- Ογκομετρική φιάλη 100 mL
- Σιφώνιο (pipette) 10 mL και πουάρ
- Κωνικές φιάλες 250 mL
- Ποτήρια ζέσεως 100 και 250 mL
- Ζυγός ακριβείας ( $\pm 0,1$  mg)
- Υδροβολέας με απιονισμένο νερό
- Λευκό χαρτί ή πλακάκι κάτω από την κωνική (για καλύτερη παρατήρηση του χρώματος)
- Διάλυμα NaOH περίπου 0,1 M
- Δείγμα ξυδιού (άχρωμο, π.χ. ξύδι λευκού κρασιού ή αλκοολικό)
- Διάλυμα φαινολοφθαλεΐνης 1% σε αιθανόλη
- Απιονισμένο ή απεσταγμένο νερό

#### 1.4. Πειραματική διαδικασία

Με το σιφώνιο μεταφέρετε 10,00 mL ξυδιού σε ογκομετρική φιάλη 100 mL. Συμπληρώστε με απιονισμένο νερό μέχρι τη χαραγή και αναμείξτε καλά (αναστρέφοντας τη φιάλη). Ο παράγοντας αραίωσης είναι 10.

Μεταφέρετε με σιφώνιο 10,00 mL του αραιωμένου διαλύματος σε κωνική φιάλη. Προσθέστε περίπου 40 mL απιονισμένου νερού (δεν επηρεάζει το αποτέλεσμα, διευκολύνει όμως την παρατήρηση) και 2–3 σταγόνες φαινολοφθαλεΐνης. Τίτλοδοτήστε με το πρότυπο NaOH μέχρι το πρώτο μόνιμο ροζ χρώμα. Επαναλάβετε τουλάχιστον 3 φορές. Οι όγκοι πρέπει να διαφέρουν το πολύ κατά 0,1–0,2 mL.

#### 1.5. Πίνακας καταγραφής

**Πίνακας 1:** Τίτλοδότηση ξυδιού

| Δείγμα | Αρχική ένδειξη (mL) | Τελική ένδειξη (mL) | V NaOH (mL) |
|--------|---------------------|---------------------|-------------|
| 1      |                     |                     |             |
| 2      |                     |                     |             |
| 3      |                     |                     |             |
|        |                     | Μέση τιμή V         |             |

#### 1.6. Υπολογισμοί

##### 1.6.1 Συγκέντρωση οξικού οξέος στο αραιωμένο διάλυμα:

$$C_{\text{(αραιωμένο)}} = (C_{\text{NaOH}} \times V_{\text{NaOH}}) / V_{\text{ξύδι}}$$

όπου  $V_{\text{ξύδι}} = 10,00 \text{ mL}$ .

##### 1.6.2 Συγκέντρωση στο αρχικό ξύδι

$$C_{\text{ξύδι}} = C_{\text{αραιωμένο}} \times 10$$

### 1.6.3. Οξύτητα ως % β/ο οξικού οξέος

$$\% \beta/o = C_{\xi\upsilon\delta\iota} \times 60,05 / 10$$

Το αποτέλεσμα εκφράζει g οξικού οξέος ανά 100 mL ξυδιού.

*Παράδειγμα υπολογισμού*

- Έστω ότι για το αραιωμένο ξύδι καταναλώθηκαν 8,00 mL NaOH συγκέντρωσης 0,100 M.
- $C_{\text{αραιωμένο}} = 0,100 \times 8,00 / 10,00 = 0,0800 \text{ M}$
- $C_{\xi\upsilon\delta\iota} = 0,0800 \times 10 = 0,800 \text{ M}$
- $\% \beta/o = 0,800 \times 60,05 / 10 = \mathbf{4,8 \%}$

### 1.6.4 Στατιστική επεξεργασία

Υπολογίστε τη μέση τιμή, την τυπική απόκλιση (s) και τη σχετική τυπική απόκλιση (RSD %) των τριών προσδιορισμών. Υπολογίστε επίσης το σχετικό σφάλμα σε σχέση με την τιμή της ετικέτας:

### 1.6.5 Πιθανές πηγές σφάλματος

- Υπέρβαση του τελικού σημείου (έντονο ροζ χρώμα) ή ελλιπής ανάδευση.
- Φυσαλίδες αέρα στη μύτη της προχοΐδας.
- Λάθος ανάγνωση του μηνίσκου (σφάλμα παράλλαξης).
- Ατελής ανάμειξη μετά την αραιώση.
- Ξεπλύσιμο των οργάνων με νερό αντί για το διάλυμα που θα μετρηθεί.

## 1.7 Ερωτήσεις

1. Γιατί επιλέγεται η φαινολοφθαλεΐνη και όχι το πορτοκάλι του μεθυλενίου (περιοχή pH 3,1–4,4);
2. Αν χρησιμοποιούσαμε HCl αντί για οξικό οξύ, θα άλλαζε η επιλογή του δείκτη; Δικαιολογήστε.
3. Επηρεάζει το αποτέλεσμα η προσθήκη επιπλέον νερού στην κωνική πριν από την τιτλοδότηση; Γιατί;
4. Τι θα συνέβαινε στο αποτέλεσμα αν η προχοΐδα δεν είχε ξεπλυθεί με το διάλυμα NaOH πριν τη γέμιση;
5. Πώς θα μπορούσε να προσδιοριστεί η οξύτητα ενός κόκκινου ξυδιού ή βαλσαμικού, όπου η αλλαγή χρώματος του δείκτη δεν είναι ορατή;
6. Συγκρίνετε το πειραματικό αποτέλεσμα με την ετικέτα και σχολιάστε τη διαφορά.