Ε.Κ.Φ.Ε. ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

# ΧΗΜΕΙΑ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο

## Ιοντική Ισορροπία

# ΟΓΚΟΜΕΤΡΗΣΗ ΟΞΥΤΗΤΑΣ
## Ελαιολάδου και γάλακτος

**Προτεινόμενο θέμα για ΠΑΝΕΚΦΕ**

8/7/2019

**Δημήτρης Κόρακας**
**Διδάκτωρ Χημικός**
**Υπ. Ε.Κ.Φ.Ε. Ιωαννίνων**

# ΑΣΚΗΣΗ 1

## Ογκομετρικός προσδιορισμός οξύτητας του ελαιολάδου

### Εισαγωγή

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Διεθνούς Συμβουλίου Ελαιολάδου η Ελλάδα βρίσκεται στην τρίτη θέση σε παγκόσμια κλίμακα. Το ελληνικό ελαιόλαδο υπερέχει σε όρους ποιότητας, αφού το 75% της ελληνικής παραγωγής είναι εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο, έναντι 45% της ιταλικής και 30% της ισπανικής.

Το ελαιόλαδο είναι μίγμα εστέρων της γλυκερίνης $HOCH_2CH(OH)CH_2OH$ (προπανοτριόλη) με οργανικά (λιπαρά) οξέα, κυρίως ελαϊκό οξύ $C_{17}H_{33}COOH$ (ακόρεστο), στεατικό οξύ $CH_3(CH_2)_{16}COOH$ και παλμιτικό οξύ $CH_3(CH_2)_{14}COOH$ (κορεσμένα). Οι εστέρες αυτοί, λόγω υδρόλυσης, διασπώνται εν μέρει σε γλυκερίνη και ελεύθερα οξέα. Η παρουσία ελεύθερων οξέων μειώνει την ποιότητα του ελαιολάδου.

**Η** % w/w **περιεκτικότητα του ελαιολάδου σε ελεύθερα οξέα ονομάζεται οξύτητα**. Στο εμπόριο ελαιολάδου έχει επικρατήσει να χρησιμοποιείται ως δείκτης ποιότητας η ογκομετρουμένη οξύτητα. Όταν στην ετικέτα του ελαιολάδου που αγοράζουμε αναγράφεται π.χ. οξύτητα 1 % w/w (κ.β.), σημαίνει ότι σε 100 g ελαιολάδου περιέχεται 1 g ελεύθερων λιπαρών οξέων. Επειδή τα λιπαρά οξέα που περιέχονται σε κάθε δείγμα ελαιολάδου ποικίλουν ποιοτικά και ποσοτικά, για τον προσδιορισμό της οξύτητας του ελαιολάδου δεχόμαστε ότι η συνολική ποσότητα των ελεύθερων λιπαρών του οξέων υπάρχει αποκλειστικά με τη μορφή του ελαϊκού οξέος, $CH_3(CH_2)_7CH{=}CH(CH_2)_7COOH$ ή πιο απλά $C_{17}H_{33}COOH$ ($M_r$=282).

Σύμφωνα με την ισχύουσα ποιοτική κατάταξη «παρθένο ελαιόλαδο» είναι: το έλαιο που λαμβάνεται μόνο με μηχανικές μεθόδους ή άλλες φυσικές επεξεργασίες, με συνθήκες που δεν προκαλούν αλλοίωση του ελαίου και τα οποία δεν έχουν υποστεί καμία άλλη επεξεργασία, πλην της πλύσης, της μετάγγισης, της φυγοκέντρισης και της διήθησης. Επομένως, το «παρθένο ελαιόλαδο» είναι το λάδι 'φυσικός χυμός', το οποίο περιέχει ανέπαφα όλα τα βασικά συστατικά που περιείχε και μέσα στον ελαιόκαρπο (βιταμίνες, ιχνοστοιχεία, μικροστοιχεία κτλ) και κατ' επέκταση εκείνο που έχει όλες τις ευεργετικές για την υγεία ιδιότητες.

Τα «παρθένα ελαιόλαδα» κατατάσσονται και ταξινομούνται αναλυτικά με τις ακόλουθες ονομασίες, ανάλογα με την περιεκτικότητά τους σε ελεύθερα λιπαρά οξέα (οξύτητα) και με κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που προβλέπονται για την κάθε κατηγορία (Κανονισμός 2568/91 της Ε.Ε.):

- Εξαιρετικό Παρθένο Ελαιόλαδο (οξύτητα ≤ 0,8 % w/w)
- Παρθένο Ελαιόλαδο (οξύτητα ≤ 2,0 % w/w)
- Ελαιόλαδο Λαμπάντε (οξύτητα > 2,0 % w/w) (είναι ακατάλληλο για κατανάλωση ως έχει και προορίζεται για ραφινάρισμα ή για βιομηχανική χρήση).

Για τον προσδιορισμό της ποσότητας των οξέων στο δείγμα του ελαιολάδου χρησιμοποιείται η μέθοδος της ογκομέτρησης εξουδετέρωσης. Το δείγμα διαλύεται αρχικά σε μίγμα αιθανόλης – αιθέρα και στη συνέχεια ογκομετρείται με πρότυπο διάλυμα NaOH και δείκτη φαινολοφθαλεΐνη ($C_{20}H_{14}O_4$).

**Ογκομέτρηση** είναι η διαδικασία ποσοτικού προσδιορισμού μιας ουσίας με μέτρηση του ελάχιστου όγκου ενός διαλύματος γνωστής συγκέντρωσης άλλης ουσίας που απαιτείται για την πλήρη αντίδραση με την αρχική ουσία.

-**Πρότυπο διάλυμα**: ονομάζεται το διάλυμα της ουσίας με τη γνωστή συγκέντρωση και τοποθετείται στην προχοΐδα.

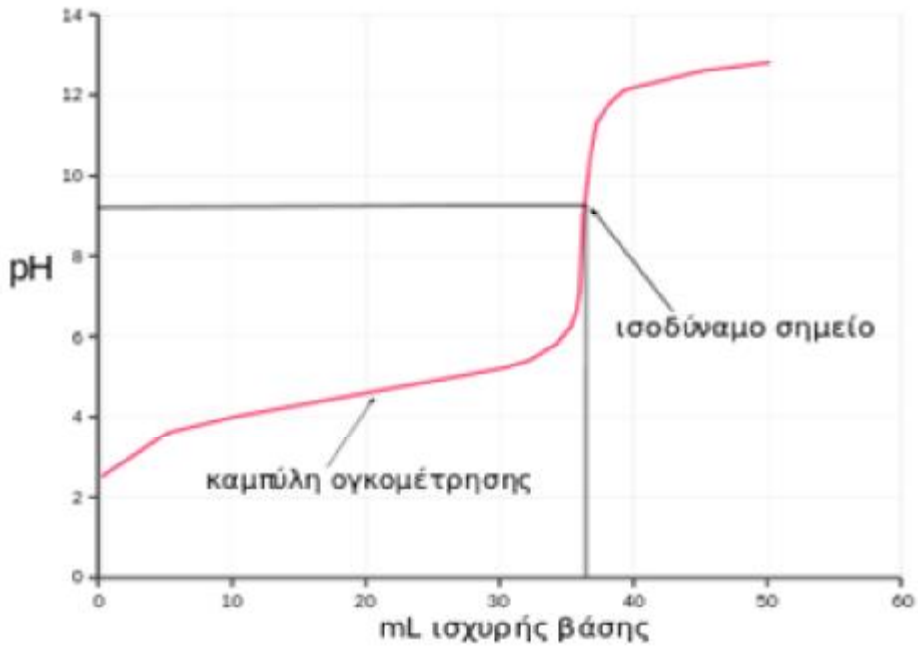
-**Ισοδύναμο σημείο**: είναι το σημείο της ογκομέτρηση στο οποίο έχει αντιδράσει πλήρως (στοιχειομετρικά) η ογκομετρούμενη ουσία με το πρότυπο διάλυμα.

- **Καμπύλη ογκομέτρησης** είναι η γραφική παράσταση του pH του άγνωστου διαλύματος που ογκομετρούμε σε συνάρτηση με τον όγκο του πρότυπου διαλύματος που προσθέτουμε.

Η καμπύλη ογκομέτρησης μίας αλκαλιμετρίας πάντα "ανεβαίνει", γιατί με την προσθήκη βάσης το pH του διαλύματος αυξάνεται, ενώ στην οξυμετρία η καμπύλη ογκομέτρησης "κατεβαίνει", γιατί με την προσθήκη οξέος το pH του διαλύματος μειώνεται.

Στην περιοχή του ισοδύναμου σημείου παρατηρείται πάντα απότομη μεταβολή του pH και η καμπύλη ογκομέτρησης γίνεται σχεδόν κατακόρυφη ευθεία.

Το pH του ισοδύναμου σημείου αντιστοιχεί πρακτικά στο μέσο της καμπύλης.




*Καμπύλη ογκομέτρησης ασθενούς οξέος με ισχυρή βάση. Το ισοδύναμο σημείο έχει pH μεταξύ 8,2 και 10,5 και επομένως ενδείκνυται ως δείκτης η φαινολοφθαλεΐνη*

Το διάλυμα που θα χρησιμοποιηθεί ως δείκτης παρασκευάζεται με τη διάλυση 0,05 g φαινολοφθαλεΐνης σε μίγμα αποτελούμενο από 50 mL νερό και 50 mL αιθανόλη. Το διάλυμα αυτό μπορεί να είναι ερεθιστικό για τα μάτια και το δέρμα, γι' αυτό επιβάλλεται η χρήση ειδικών γυαλιών και γαντιών στο εργαστήριο κατά τη χρήση του.

**Στόχος**

Να προσδιορίσετε την % περιεκτικότητα ελαιολάδου του εμπορίου σε ελαϊκό οξύ (αλκαλιμετρία) (θεωρώντας ότι είναι το μοναδικό οξύ στο λάδι) ογκομετρώντας με πρότυπο διάλυμα NaOH, βασιζόμενοι στα πειραματικά σας αποτελέσματα και εκμεταλλευόμενοι τη δυναμική της ομάδας (αρμονική συνεργασία, καταμερισμός εργασίας).

**Εργαστηριακή άσκηση**

**Απαιτούμενα όργανα και αντιδραστήρια**

- Προχοΐδα
- ογκομετρική κύλινδροι
- σπάτουλες
- πλαστικά γάντια
- στερεό NaOH
- ελαιόλαδο
- αιθανόλη
- κωνικές φιάλες
- γυάλινα χωνιά
- ηλεκτρονικός ζυγός
- προστατευτικά γυαλιά
- φαινολοφθαλεΐνη
- διαιθυλαιθέρας

**Πειραματική διαδικασία**

**Α. Παρασκευή** 100 mL **υδατικού διαλύματος υδροξειδίου του νατρίου** 0,1 M

Ζυγίζουμε με ακρίβεια την κατάλληλη ποσότητα υδροξειδίου του νατρίου (NaOH, Mr= 40) και παρασκευάζουμε υδατικό διάλυμα NaOH όγκου 100 mL, συγκέντρωσης C = 0,1 M.

**Β. Ογκομέτρηση ελαιολάδου**

Ζυγίζουμε 10 g ελαιολάδου μέσα σε κατάλληλη κωνική φιάλη. Προσθέτουμε 25 mL αιθανόλης, 25 mL αιθέρα και σταγόνες φαινολοφθαλεΐνης. Ανακατεύουμε καλά για τη διάλυση του ελαιολάδου και το ογκομετρούμε με το διάλυμα NaOH συγκέντρωσης C = 0,1 M, μέχρι να εμφανιστεί <u>ελαφρά</u> ρόδινο χρώμα στο διάλυμα.

Αν καταναλώθηκαν V ml από το διάλυμα του NaOH τότε η οξύτητα του ελαιολάδου σε ελαϊκό υπολογίζεται ως εξής:

$$C_{17}H_{33}COOH + NaOH \rightarrow C_{17}H_{33}COONa + H_2O$$

$$n\ (mol)\ \text{οξέος} = n\ (mol)\ \text{βάσης} = C \cdot V$$

$$\text{Μάζα ελαϊκου οξέος: } m_{\text{ελαϊκού}} = C \cdot V \cdot 10^{-3} \cdot 282 = 0{,}282 \cdot C \cdot V\ g$$

$$\text{Οξύτητα } \% = \frac{0{,}282 \cdot CV}{m_{\text{ελαιολάδου}}} \cdot 100 = \frac{28{,}2 \cdot CV}{m_{\text{ελαιολάδου}}}\ (\text{g ελαϊκού/100g ελαιολάδου})$$

Αποτελέσματα:

.....

.....

.....

.....

# ΑΣΚΗΣΗ 2
## Προσδιορισμός της οξύτητας στο αγελαδινό γάλα

### Εισαγωγή

Το γάλα αμέσως μετά την άμελξή του είναι ελαφρά όξινο και η οξύτητά του διαφέρει ανάλογα με το είδος και τη ράτσα του ζώου από το οποίο παράγεται. Το κανονικό αγελαδινό γάλα έχει φυσική οξύτητα που συνήθως κυμαίνεται μεταξύ 0,14-0,23 % g γαλακτικού οξέος ($CH_3CH(OH)COOH$).

Η οξύτητα αυτή του γάλακτος καλείται αρχική οξύτητα και καθορίζεται από την περιεκτικότητά του σε πρωτεΐνες, σε $CO_2$, σε φωσφορικές και κιτρικές ενώσεις και οξέα σε μικρότερες ποσότητες. Εάν το γάλα μετά την άμελξη παραμείνει χωρίς ψύξη, μεταβάλλεται γρήγορα η οξύτητά του από τους μικροοργανισμούς που διασπούν την λακτόζη και παράγουν κυρίως γαλακτικό οξύ, αλλά και άλλα οξέα. Η οξύτητα αυτή που δεν οφείλεται στα συστατικά του γάλακτος αλλά είναι αποτέλεσμα της μικροβιακής δραστηριότητας, καλείται πραγματική οξύτητα. Το άθροισμα της αρχικής και της πραγματικής οξύτητας καλείται ολική οξύτητα.

Οξύτητα κάτω του 0,14 % g γαλακτικού οξέος δημιουργεί αμφιβολίες για την κανονικότητα του αγελαδινού γάλακτος. Οι πιθανότερες αιτίες για την μειωμένη οξύτητα είναι η προσβολή των ζώων από κάποια ασθένεια, η νοθεία με νερό και η προσθήκη αλκαλικών ουσιών (π.χ. σόδας). Η υψηλή οξύτητα, άνω του 0,18 % g γαλακτικού οξέος στο αγελαδινό γάλα, οφείλεται στην ανάπτυξη μικροοργανισμών του γάλακτος, οι οποίοι μετατρέπουν μέρος της λακτόζης σε γαλακτικό οξύ και έτσι αυξάνει την οξύτητα. Αυτό συνήθως συμβαίνει στις περιπτώσεις που το γάλα δεν ψύχεται, αλλά διατηρείται για μακρό χρονικό διάστημα σε θερμοκρασία του περιβάλλοντος.

Ο πιο συνηθισμένος τρόπος για τον προσδιορισμό της οξύτητας του γάλακτος είναι η εξουδετέρωση των οξέων του με διάλυμα καυστικού νατρίου γνωστής συγκέντρωσης. Οι τεχνικές που στηρίζονται στην παραπάνω αρχή λέγονται ογκομετρικές. Το αποτέλεσμα της οξυμετρήσεως εκφράζεται συνήθως σε γαλακτικό οξύ επί τοις εκατό, παρά το γεγονός ότι το γάλα περιέχει κι άλλα οξέα. Αυτό γίνεται για να απλουστευθεί η όλη εργασία και να διευκολυνθεί η σύγκριση μεταξύ διαφόρων δειγμάτων γάλακτος. Από τις ογκομετρικές τεχνικές, η μέθοδος Dornic είναι η πιο συνηθισμένη και εφαρμόζεται κυρίως σε χώρες της Ευρώπης.

### Στόχος

Να προσδιορίσετε την % περιεκτικότητα αγελαδινού γάλακτος του εμπορίου σε γαλακτικό οξύ (αλκαλιμετρία) (θεωρώντας ότι είναι το μοναδικό οξύ στο γάλα) ογκομετρώντας με πρότυπο διάλυμα NaOH, βασιζόμενοι στα πειραματικά σας αποτελέσματα και εκμεταλλευόμενοι τη δυναμική της ομάδας (αρμονική συνεργασία, καταμερισμός εργασίας).

## Εργαστηριακή άσκηση

**Απαιτούμενα όργανα και αντιδραστήρια**

- Προχοΐδα
- κωνικές φιάλες
- ογκομετρική κύλινδροι
- γυάλινα χωνιά
- σιφώνια
- πλαστικά γάντια
- προστατευτικά γυαλιά
- στερεό NaOH
- διάλυμα φαινολοφθαλεΐνης
- αγελαδινό γάλα

**Πειραματική διαδικασία**

**Α. Παρασκευή** 100 mL **υδατικού διαλύματος υδροξειδίου του νατρίου** 0,1 M

Ζυγίζουμε με ακρίβεια την κατάλληλη ποσότητα υδροξειδίου του νατρίου (NaOH, Mr= 40) και παρασκευάζουμε υδατικό διάλυμα NaOH όγκου 100 mL, συγκέντρωσης C = 0,1 **M**.

**Β. Ογκομέτρηση αγελαδινού γάλακτος**

Σε ποτήρι ζέσεως των 100 mL προσθέστε με σιφώνιο 10 mL γάλα και 2-3 σταγόνες διαλύματος φαινολοφθαλείνης. Με την προχοΐδα, προσθέστε το διάλυμα NaOH συγκέντρωσης C = 0,1 **M**. Το τέλος της τιτλοδότησης διαπιστώνεται με τη μεταβολή του χρώματος του γάλακτος από λευκό σε <u>ελαφρά</u> ρόδινο.

$$NaOH + CH_3CH(OH)COOH \rightarrow CH_3CH(OH)COONa + H_20$$

Η εκτίμηση του χρώματος πρέπει να γίνει άμεσα, επειδή πολύ γρήγορα συμβαίνει αποχρωματισμός εξαιτίας δευτερευουσών αντιδράσεων που συμβαίνουν μεταξύ του NaOH και των αλάτων του γάλακτος.

Σημειώστε τα mL του διαλύματος NaOH που καταναλώθηκαν. Υπολογίστε την περιεκτικότητα του γάλακτος σε γαλακτικό οξύ της % με βάση τον τύπο:

% γαλακτικό οξύ = mL διαλύματος NaOH / 11,1

Αποτελέσματα:

……

……

……

……

……