



ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ

Εργαστηριακές Ασκήσεις

Δημήτρης Π. Μακρής *PhD DIC*

Αναπληρωτής Καθηγητής



Πανεπιστήμιο
Θεσσαλίας

Καρδίτσα, 2020

Περιεχόμενα

Άσκηση 1^η: Ανάλυση αντιόξινων

1.1 Εισαγωγή	4
1.2 Υλικά και μέθοδοι	6
1.2.1 Χημικές ουσίες και αντιδραστήρια	6
1.2.2 Δείγματα – Προετοιμασία	6
1.2.3 Εξουδετέρωση με περίσσεια HCl	6
1.2.4 Οπισθογκομέτρηση	6
1.3 Αποτελέσματα και συζήτηση	6
1.4 Συμπεράσματα	7

Άσκηση 2^η: Προσδιορισμός σκληρότητας νερού

2.1 Εισαγωγή	9
2.2 Υλικά και μέθοδοι	12
2.2.1 Χημικές ουσίες και αντιδραστήρια	12
2.2.2 Δείγματα - Προετοιμασία	12
2.2.3 Ογκομέτρηση	13
2.3 Αποτελέσματα και συζήτηση	13
2.4 Συμπεράσματα	13

Άσκηση 3^η: Προσδιορισμός χλωρίου στο νερό

3.1 Εισαγωγή	14
3.2 Υλικά και μέθοδοι	15
3.2.1 Χημικές ουσίες και αντιδραστήρια	15
3.2.2 Δείγματα - Προετοιμασία	15
3.2.3 Ογκομετρήσεις	15
3.3 Αποτελέσματα και συζήτηση	16
3.4 Συμπεράσματα	16

Άσκηση 4^η: Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε σίδηρο

4.1 Εισαγωγή	17
4.2 Υλικά και μέθοδοι	18
4.2.1 Χημικές ουσίες και αντιδραστήρια	18
4.2.2 Δείγματα - Προετοιμασία	18

4.2.3 Ογκομέτρηση	18
4.3 Αποτελέσματα και συζήτηση	19
4.4 Συμπεράσματα	20
Άσκηση 5^η: Προσδιορισμός ακορβικού οξέος (βιταμίνη C)	21
5.1 Εισαγωγή	21
5.2 Υλικά και μέθοδοι	23
5.2.1 Χημικές ουσίες και αντιδραστήρια	23
5.2.2 Δείγματα - Προετοιμασία	23
5.2.3 Ογκομέτρηση	23
5.3 Αποτελέσματα και συζήτηση	24
5.4 Συμπεράσματα	24
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	25

ΑΣΚΗΣΗ 1^η | Ανάλυση Αντιόξινων

1.1 | Εισαγωγή

Διάφορα εμπορικά αντιόξινα σκευάσματα αξιώνουν τον τίτλο του «πιο αποτελεσματικού» για την ανακούφιση δυσπεψίας που οφείλεται σε υπερέκκριση γαστρικού οξέος. Όλα τα αντιόξινα, ανεξάρτητα από τους ισχυρισμούς σχετικά με την αποδοτικότητα, έχουν ως σκοπό την εξουδετέρωση της περίσσειας ιόντων H^+ στο στομάχι.



Εικόνα 1.1: Διάφορα εμπορικά σκευάσματα αντιόξινων.

Το pH του γαστρικού υγρού στο στομάχι κυμαίνεται από 1.0 έως 2.0. Αυτό το οξύ, που αποτελείται κυρίως από υδροχλωρικό οξύ, είναι απαραίτητο για την πέψη των τροφών. Οξύ εκκρίνεται συνεχώς κατά την κατανάλωση τροφής· συνεπώς, υπερβολική κατανάλωση τροφής μπορεί να οδηγήσει σε περίσσεια γαστρικού οξέος, καταλήγοντας σε δυσπεψία και pH χαμηλότερο του φυσιολογικού. Η περίσσεια οξέος μπορεί, κατά περίπτωση, να προκαλέσει ερεθισμό του γαστρικού υμένα, κυρίως την ανώτερης εντερικής οδού, δημιουργώντας αίσθημα «καούρας».

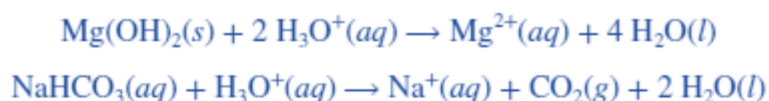
Ένα αντιόξινο αντιδρά με το ιόν υδρονίου (H_3O^+) προς ανακούφιση των συμπτωμάτων. Υπερβολική χρήση αντιόξινων, όμως, μπορεί να επιφέρει αύξηση του γαστρικού pH σε επίπεδα υψηλότερα του 2.0, διεγείροντας το στομάχι να εκκρίνει επιπρόσθετο οξύ, διαμορφώνοντας έτσι μια κατάσταση δυνητικά επικίνδυνη.

Οι πλέον κοινές βάσεις που χρησιμοποιούνται ως μη-συνταγογραφούμενα αντιόξινα είναι:

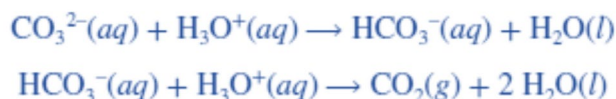
aluminum hydroxide, $Al(OH)_3$
calcium carbonate, $CaCO_3$
magnesium carbonate, $MgCO_3$

magnesium hydroxide, $Mg(OH)_2$
sodium bicarbonate, $NaHCO_3$
potassium bicarbonate, $KHCO_3$

Το γάλα μαγνησίας, ένα υδατικό εναιώρημα $Mg(OH)_2$, και το $NaHCO_3$ (μαγειρική σόδα), είναι απλά αντιόξινα (δηλαδή βάσεις) που εξουδετερώνουν το H_3O^+ :



Για να ελαττωθούν οι πιθανότητες υπερβολικής αύξησης του γαστρικού pH, προστίθενται συχνά ρυθμιστικά διαλύματα ως μέρος του αντιόξινου σκευάσματος. Τα πιο κοινά εμπορικά αντιόξινα «ταχείας ανακούφισης» που ρυθμίζουν το γαστρικό pH είναι αυτά που περιέχουν CaCO_3 ή/και NaHCO_3 . Με αυτά τα αντιόξινα, δημιουργείται στο στομάχι το ρυθμιστικό σύστημα $\text{HCO}_3^- / \text{CO}_3^{2-}$:



Ο σκοπός της άσκησης είναι ο προσδιορισμός της αποτελεσματικότητας εξουδετέρωσης ανά g ενός εμπορικού αντιόξινου. Σ' αυτό το πείραμα, προσδιορίζεται η ισχύς εξουδετέρωσης διάφορων αντιόξινων χρησιμοποιώντας ογκομέτρηση ισχυρού οξέος – ισχυρής βάσεως. Η ρυθμιστική δράση εξαλείφεται για την λήψη ποσοτικών δεδομένων για την ανάλυση, η οποία απαιτεί ένα καλώς καθορισμένο τελικό σημείο στην ογκομέτρηση.

Η ρυθμιστική ουσία του αντιόξινου εξαλείφεται όταν στο διάλυμα αντιόξινου προστίθεται περίσσεια HCl . Αυτή η προσθήκη ουσιαστικά μετατρέπει αμφότερα τα HCO_3^- και CO_3^{2-} σε CO_2 . Ακολουθώς, το διάλυμα θερμαίνεται για ν' αφαιρεθεί το CO_2 . Σ' αυτό το σημείο, όλα τα moles του αντιόξινου σκευάσματος (ανεξάρτητα από την παρουσία ρυθμιστικού) έχουν αντιδράσει με το HCl . Το HCl που δεν αντέδρασε, ογκομετρείται με διάλυμα NaOH (οπισθοογκομέτρηση).

Ο αριθμός των moles της βάσης του αντιόξινου συν τον αριθμό των moles του NaOH της οπισθοογκομέτρησης ισούνται με τον αριθμό των moles του HCl που προστέθηκε:

$$\text{moles}_{\text{base, antacid}} + \text{moles}_{\text{NaOH}} = \text{moles}_{\text{HCl}}$$

Η αναδιάταξη της παραπάνω εξίσωσης δίνει τα moles της βάσης του αντιόξινου δείγματος:

$$\text{moles}_{\text{base, antacid}} = \text{moles}_{\text{HCl}} - \text{moles}_{\text{NaOH}}$$

Τα moles της βάσης του αντιόξινου ανά g σκευάσματος εξασφαλίζουν τα δεδομένα που απαιτούνται για την σύγκριση της αποτελεσματικότητας εμπορικών σκευασμάτων αντιόξινων.

1.2 | Υλικά και μέθοδοι

1.2.1 | Χημικές ουσίες και αντιδραστήρια

Πρότυπο διάλυμα HCl (0.1 M), πρότυπο διάλυμα NaOH (0.1 M), δείκτης κυανού της βρωμοφαινόλης (bromophenol blue) ή φαινολοφθαλεΐνης (phenolphthalein).

1.2.2 | Δείγματα - Προετοιμασία

Εμπορικά αντιόξινα σκευάσματα με διαφορετική σύσταση βάσεων. Τα σκευάσματα μπορεί να είναι σε στερεά ή υγρή μορφή. Αν το αντιόξινο είναι σε μορφή ταμπλέτας, πρέπει πριν την ανάλυση να κονιοροποιηθεί επαρκώς σε ιγδίο.

1.2.3 | Εξουδετέρωση με περίσσεια HCl

Σε κωνική φιάλη των 250 mL τοποθετείται ποσότητα στερεού ή υγρού αντιόξινου που δεν ξεπερνά τα 0.2 g (± 0.001). Στην φιάλη προστίθενται 25 mL πρότυπου διαλύματος HCl, και το μίγμα αναδεύεται. Ακολούθως, το μίγμα φέρεται σε ήπιο βρασμό με θερμαντικό μανδύα ή φλόγα, και διατηρείται σ' αυτήν την κατάσταση για ~ 1 λεπτό, υπό ανάδευση, έτσι ώστε να απομακρυνθεί το διαλυμένο CO₂.

Σ' αυτό το σημείο προστίθενται 4 – 8 σταγόνες δείκτη (κυανού της βρωμοφαινόλης ή φαινολοφθαλεΐνης). Αν το μίγμα χρωματιστεί κυανό, προστίθενται άλλα 10 mL πρότυπου διαλύματος HCl και το μίγμα φέρεται ξανά σε βρασμό. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται όσο συχνά κριθεί απαραίτητο και καταγράφεται ο συνολικός όγκος πρότυπου διαλύματος HCl που προστέθηκε.

1.2.4 | Οπισθογομέτρηση

Μόλις το μίγμα ψυχθεί σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, ογκομετρείται με πρότυπο διάλυμα NaOH έως ότου το διάλυμα λάβει έναν αχνό κυανό χρωματισμό (τελικό σημείο). Σ' αυτό το σημείο απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή, καθώς η το τελικό σημείο μπορεί να εμφανιστεί κατόπιν προσθήκης μόλις μερικών mL διαλύματος NaOH, ανάλογα με την περιεκτικότητα του σκευάσματος σε αντιόξινα.

Γι' αυτό, μόλις μια σταγόνα (ή μισή σταγόνα) διαλύματος NaOH προκαλέσει μεταβολή του χρώματος από κίτρινο σε κυανό, παύει η ογκομέτρηση. Η κατανάλωση διαλύματος NaOH καταγράφεται μετά από 10 – 15 δευτερόλεπτα από την παύση της ογκομέτρησης.

1.3 | Αποτελέσματα και συζήτηση

Να αναφερθούν τα κάτωθι:

- Η ισοσταθμισμένη εξίσωση της οπισθογομέτρησης
- Ο αριθμός των moles HCl που προστέθηκε στο δείγμα αντιόξινου
- Ο αριθμός των moles NaOH που απαιτήθηκε για την εξουδετέρωση της περίσσειας HCl
- Ο αριθμός των moles της βάσης του αντιόξινου
- Ο αριθμός των moles της βάσης του αντιόξινου ανά g δείγματος

Αφού προσδιοριστεί αριθμός των moles της βάσης του αντιόξινου ανά g δείγματος, να γίνει σύγκριση της αποτελεσματικότητας εξουδετέρωσης ανά g των εμπορικών σκευασμάτων αντιόξινων που αναλύθηκαν.

1.4 | Συμπεράσματα

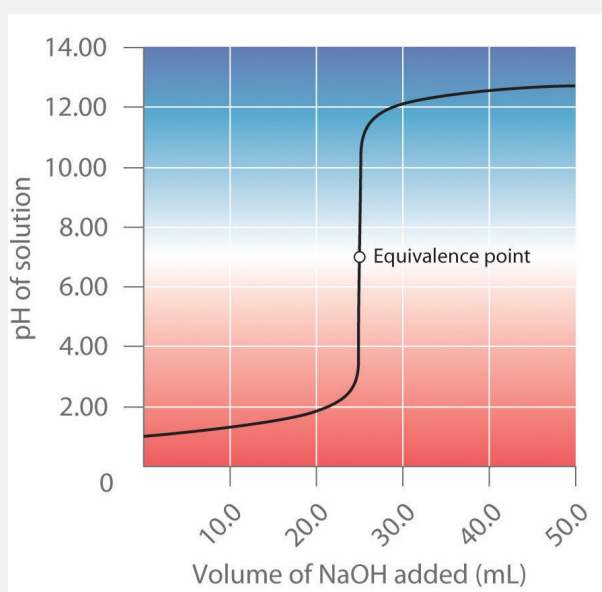
Να αναφερθεί πιο εμπορικό σκεύασμα κρίθηκε επαρκέστερο και να τεκμηριωθεί η άποψη.

Βιβλιογραφία

Beran J.A., 2014. Antacid analysis. In “Laboratory Manual for Principles of General Chemistry”, 10th Edition, John Wiley & Sons, Inc., NJ, U.S.A.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

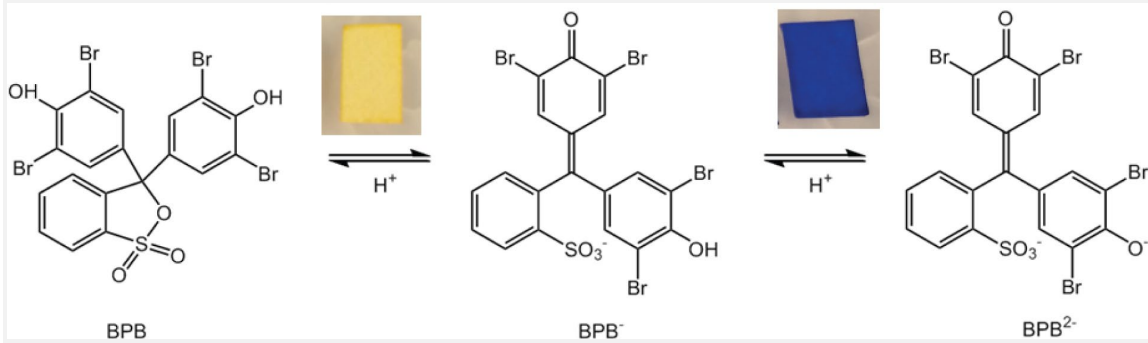
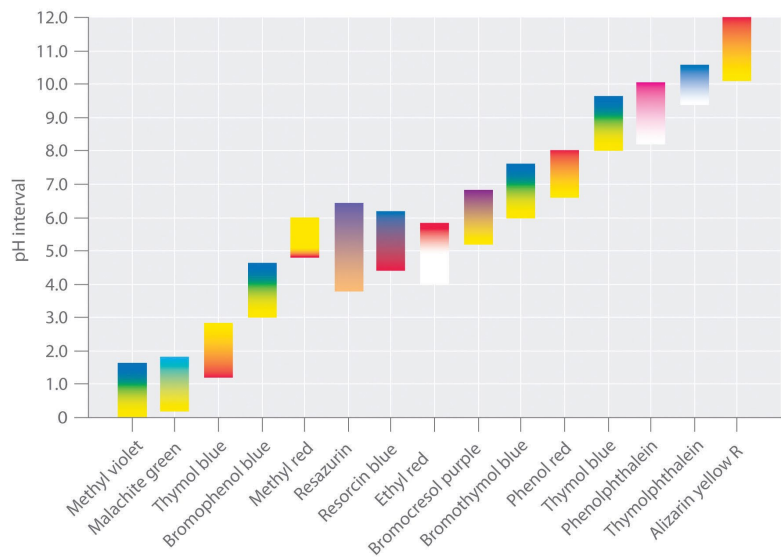
Όταν ένα ισχυρό οξύ ογκομετρείται με ισχυρή βάση, η καμπύλη ογκομέτρησης διαμορφώνεται όπως δείχνει το παρακάτω σχήμα:



Εικόνα 1.2: Καμπύλη ογκομέτρησης ισχυρού οξέος με ισχυρή βάση.

Παρατηρείται ότι το pH αυξάνει απότομα (από 3 σε 11) μέσα σ' ένα μικρό εύρος όγκου. Επομένως, οποιοσδήποτε δείκτης με αλλαγή χρώματος μέσα σ' αυτό το εύρος pH θα έδινε μια καλή προσέγγιση του ισοδύναμου σημείου. Ο δείκτης κυανού της βρωμοφαινόλης συμπεριφέρεται ως εξής:

Indicator	pK_{in}	Color change
Alizarin yellow R	11.0	yellow to red
Thymolphthalein	9.9	colorless to blue
Phenolphthalein	9.5	colorless to pink
Thymol blue	9.2	yellow to blue
Phenol red	7.4	yellow to red
Bromothymol blue	7.3	yellow to blue
Bromocresol purple	6.4	yellow to purple
Ethyl red	5.4	colorless to red
Resorcin blue	5.3	red to blue
Resazurin	5.1	orange to violet
Methyl red	5.0	red to yellow
Bromophenol blue	4.1	yellow to blue
Thymol blue	1.7	red to yellow
Malachite green	1.3	yellow to turquoise
Methyl violet	0.8	yellow to blue



Εικόνα 1.3: Αλλαγή χρώματος του δείκτη κυανού της βρωμοφαινόλης συναρτήσει του pH.

Συνεπώς, είναι ένας κατάλληλος δείκτης για την συγκεκριμένη ανάλυση.

ΑΣΚΗΣΗ 2^η | Προσδιορισμός Σκληρότητας Νερού

2.1 | Εισαγωγή

Τα ιόντα σκληρότητας που ανευρίσκονται σε φυσικά ύδατα είναι αποτέλεσμα της ροής των ελαφρώς όξινων όμβριων υδάτων (βρόχινο νερό) πάνω σε εναποθέσεις ορυκτών ποικίλης σύστασης. Το όξινο νερό της βροχής αντιδρά με το αμυδρώς διαλυτά ανθρακικά άλατα του ασβεστίου και μαγνησίου και με διάφορα σιδηρούχα πετρώματα.

Μερική διαλυτοποίηση αυτών των αλάτων απελευθερώνει τα ιόντα σε δεξαμενές υδάτων, οι οποίες μπορεί να είναι επιφανειακές ή υπόγειες:



Τα ιόντα σκληρότητας όπως το Ca^{2+} , Mg^{2+} και Fe^{2+} (και άλλα δισθενή ιόντα) σχηματίζουν αδιάλυτες ενώσεις με σάπωνες και καθιστούν πολλά απορρυπαντικά λιγότερο αποτελεσματικά. Οι σάπωνες, οι οποίοι είναι άλατα νατρίου με λιπαρά οξέα (π.χ στεαρικό νάτριο – $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{O}_2\text{Na}^+$), είναι πολύ αποτελεσματικοί απορρυπαντικοί παράγοντες όσο παραμένουν διαλυτοί· εντούτοις, η παρουσία ιόντων σκληρότητας δημιουργεί αδιάλυτες σκουρόχρωμες ουσίες:



Αυτό το σκουρόχρωμο ίζημα εμφανίζεται ως εναπόθεση σε βρύσες, τα οικιακά σκεύη εμφανίζουν κηλίδες, τα ενδύματα εκτραχύνονται και σκληραίνουν, τα λουτρά αναπτύσσουν κολλώδη υμένια, και το δέρμα ερεθίζεται, εξαιτίας του σκληρού νερού.

Επίσης, το σκληρό νερό ευθύνεται για την εμφάνιση ανεπιθύμητου σχηματισμού ιζήματος σε οικιακά σκεύη, όπως οι βραστήρες, το οποίο είναι κακός αγωγός της θερμότητας και μειώνει την αποδοτικότητα της μετάδοσης θερμότητας. Τα ιζήματα δημιουργούνται επίσης και στο εσωτερικό σωλήνων μεταφοράς θερμού νερού, προκαλώντας μείωση της ροής.

Το ίζημα αποτελείται κυρίως από ανθρακικά άλατα των ιόντων σκληρότητας, και σχηματίζεται ως εξής:



Λόγω της σχετικά μεγάλης αφθονίας κοιτασμάτων ασβεστόλιθου (limestone) και άλλων ορυκτών ασβεστίου, όπως ο γύψος ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), δεν προκαλεί έκπληξη ότι το Ca^{2+} , σε συνδυασμό με το Mg^{2+} , είναι η κύρια ουσία διαλυμένων στερεών στο σκληρό νερό.

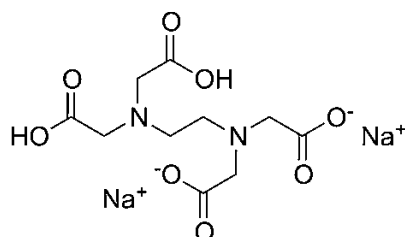
Το σκληρό νερό δεν αποτελεί κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία. Επί της ουσίας, η παρουσία Ca^{2+} και Mg^{2+} στο σκληρό νερό μπορεί να θεωρηθεί διατροφικό συμπλήρωμα, σε σημείο που εξασφαλίζεται η ημερήσια συνιστάμενη δόση (recommended daily allowance – RDA).

Η σκληρότητα νερού εκφράζεται κοινώς ως $\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ (ppm CaCO_3). Μια γενική κατηγοριοποίηση σκληρών νερών δίνεται παρακάτω:

Hardness (ppm CaCO_3)	Classification
<17.1 ppm	Soft water
17.1 ppm–60 ppm	Slightly hard water
60 ppm–120 ppm	Moderately hard water
120 ppm–180 ppm	Hard water
>180 ppm	Very hard water

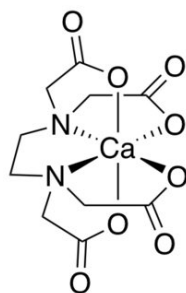
*U.S. Department of Interior and the Water Quality Association

Σ' αυτήν την άσκηση, χρησιμοποιείται μια τεχνική ογκομέτρησης για τον προσδιορισμό της συνδυασμένης συγκέντρωσης δισθενών ιόντων σκληρότητας (κυρίως Ca^{2+} και Mg^{2+}) σε δείγμα νερού. Το διάλυμα ογκομέτρησης είναι δινάτριο άλας του αιθυλενοδιαμινοτρετραοξικού οξέος (EDTA) (συντομογραφία $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$).



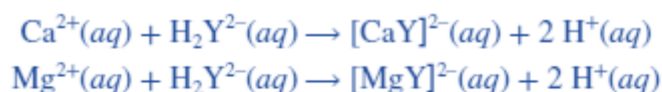
Εικόνα 2.1: Δινάτριο άλας του EDTA.

Σε υδατικό διάλυμα, το $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$ διίσταται σε ιόντα Na^+ και H_2Y^{2-} . Το ιόν H_2Y^{2-} αντιδρά με τα ιόντα σκληρότητας (Ca^{2+} και Mg^{2+}) προς δημιουργία πολύ σταθερών συμπλόκων, κυρίως σε διάλυμα ρυθμισμένο σε pH περίπου 10. Για την προσαρμογή του pH σ' αυτό το επίπεδο, συνήθως στις αναλύσεις χρησιμοποιείται ένα ρυθμιστικό διάλυμα αμμωνίας – αμμωνιακών ιόντων.



Εικόνα 2.2: Σύμπλοκο EDTA-Ca^{2+} .

Καθώς το διάλυμα H_2Y^{2-} προστίθεται στο προς ανάλυση δείγμα, συμπλοκοποιείται με το «ελεύθερο» Ca^{2+} και Mg^{2+} και σχηματίζονται τα αντίστοιχα σύμπλοκα ιόντα:

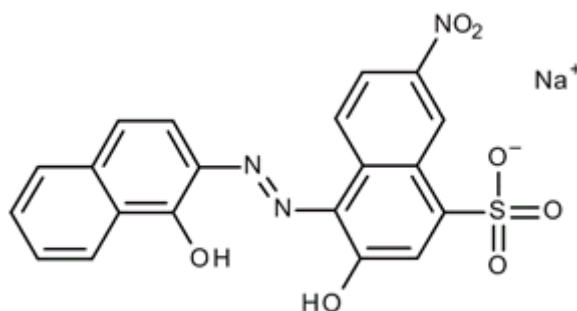


Από την μοριακή αναλογία 1:1 των ισοσταθμισμένων αντιδράσεων, γίνεται φανερό ότι αν η μοριακή συγκέντρωση του διαλύματος $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$ είναι γνωστή, μπορούν να υπολογιστούν τα moles των ιόντων σκληρότητας:

$$\begin{aligned}\text{volume H}_2\text{Y}^{2-} \times \text{molar concentration of H}_2\text{Y}^{2-} &= \text{moles H}_2\text{Y}^{2-} \\ &= \text{moles hardening ions}\end{aligned}$$

Για λόγους έκφρασης των αποτελεσμάτων, θεωρείται ότι τα ιόντα σκληρότητας είναι αποκλειστικά Ca^{2+} που προέρχονται από την διαλυτοποίηση του CaCO_3 .

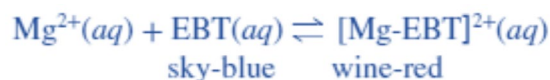
Ένα ειδικός δείκτης χρησιμοποιείται για να σηματοδοτήσει το πέρας της ογκομέτρησης, που ονομάζεται Eriochrom Black T (EBT) (**Εικόνα 2.3**).



Εικόνα 2.3: Δομή δείκτη Eriochrom Black T.

Αυτή η ουσία σχηματίζει σύμπλοκα με αμφότερα τα Ca^{2+} και Mg^{2+} , αλλά δεσμεύει ισχυρότερα τα Mg^{2+} . Ο δείκτης προστίθεται σε μικρή ποσότητα και σχηματίζει σύμπλοκο μόνο Mg^{2+} . Έτσι, δεν δεσμεύονται τα Ca^{2+} και παραμένουν «ελεύθερα» προς σχηματισμό σύμπλοκου με H_2Y^{2-} .

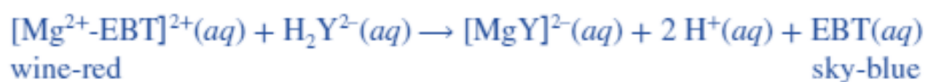
Ο δείκτης EBT σε διάλυμα έχει κυανό χρώμα, αλλά το σύμπλοκό του με Mg^{2+} έχει ερυθρό χρώμα (**Εικόνα 2.4**):





Εικόνα 2.4: Χρώμα του EBT (δεξιά) και του $[\text{Mg-EBT}]^{2+}$ (αριστερά).

Επομένως, κατά την ογκομέτρηση και πριν προστεθεί H_2Y^{2-} , το δείγμα έχει ερυθρό χρώμα εξαιτίας της παρουσίας των $[\text{Mg-EBT}]^{2+}$. Καθώς προστίθεται το διάλυμα H_2Y^{2-} , όλα τα «ελεύθερα» Ca^{2+} και Mg^{2+} συμπλοκοποιούνται ακριβώς πριν το τελικό σημείο. Αμέσως μετά, τα H_2Y^{2-} αφαιρεί τα ίχνη Mg^{2+} από το ερυθρό σύμπλοκο $[\text{Mg-EBT}]^{2+}$. Σ' αυτό το σημείο, το χρώμα μεταβάλλεται από ερυθρό στο αρχικό κυανό του EBT και σηματοδοτείται το τελικό σημείο της ογκομέτρησης.



Όπως γίνεται αντιληπτό, η παρουσία των Mg^{2+} είναι απαραίτητη για την μεταβολή του χρώματος και την πραγματοποίηση της ογκομέτρησης.

2.2 | Υλικά και μέθοδοι

2.2.1 Χημικές ουσίες και αντιδραστήρια

Προτυποποιημένο διάλυμα 0.01 M $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$, ρυθμιστικό διάλυμα $\text{NH}_4\text{Cl}/\text{NH}_4\text{OH}$ (pH 10.0), διάλυμα δείκτη EBT.

2.2.2 Δείγματα – Προετοιμασία

Εμφιαλωμένα νερά εμπορίου, νερό δικτύου.

2.2.3 Ογκομέτρηση

Όγκος 25 mL δείγματος φέρεται σε ογκομετρική φιάλη των 125 mL και προστίθενται 1 mL ρυθμιστικού διαλύματος και δύο σταγόνες δείκτη EBT. Η ογκομέτρηση διεξάγεται έως ότου εμφανιστεί κυανό χρώμα.

2.3 | Αποτελέσματα και συζήτηση

Εφόσον ένα mole Ca^{2+} σχηματίζεται από ένα mole CaCO_3 , η σκληρότητα ενός δείγματος νερού εκπεφρασμένη ως $\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ θα είναι:

$$\text{ppm CaCO}_3 \left(\frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{L sample}} \right) = \frac{\text{moles hardening ions} = \text{moles Ca}^{2+} = \text{moles of CaCO}_3}{\text{L sample}} \times \frac{100.1 \text{ g CaCO}_3}{\text{mol}} \times \frac{\text{mg}}{10^{-3} \text{ g}}$$

2.4 | Συμπεράσματα

Σύγκριση των δειγμάτων (εμφιαλωμένα νερά – νερό δικτύου), σύγκριση αποτελεσμάτων με τα στοιχεία που αναγράφονται στην συσκευασία.

Βιβλιογραφία

Beran J.A., 2014. Hard water analysis. In “Laboratory Manual for Principles of General Chemistry”, 10th Edition, John Wiley & Sons, Inc., NJ, U.S.A.

ΑΣΚΗΣΗ 3^η | Προσδιορισμός Χλωρίου στο Νερό

3.1 | Εισαγωγή

Η διήθηση και η χλωρίωση είναι οι κύριες μέθοδοι προστασίας από παθογόνους μικροοργανισμούς που μπορεί να βρίσκονται στο νερό. Εντούτοις, αν υπάρξει υπερχλωρίωση, τότε το νερό του δικτύου ύδρευσης αποκτά οσμή «πισίνας».



Το υποχλωριώδες οξύ (HClO) που σχηματίζεται από την παραπάνω αντίδραση είναι ο οξειδωτικός παράγοντας που σκοτώνει τα βακτήρια. Η γεύση και η οσμή του χλωριωμένου νερού προέρχεται από τα προϊόντα αντίδρασης του HClO με οργανικές ενώσεις. Η παραπάνω αντίδραση γίνεται σε περιορισμένη έκταση και μόνο υπό την παρουσία ενός ισχυρού αναγωγικού παράγοντα μπορεί το χλώριο να μετατραπεί σε ιόντα χλωρίου. Συνεπώς, η χλωρίωση του πόσιμου νερού αυξάνει ελαφρώς την συγκέντρωση των ιόντων χλωρίου.

Η γεύση του πόσιμου νερού εξαρτάται από την περιεκτικότητά του σε άλατα. Εκτός από την επίδρασή τους στην γεύση, η συγκέντρωση των ιόντων χλωρίου υποδεικνύει την προέλευση του νερού. Το θαλασσινό νερό προφανώς περιέχει υψηλή συγκέντρωση Cl⁻, αλλά η υψηλή συγκέντρωση Cl⁻ μπορεί να είναι και ένδειξη ρύπανσης. Το όριο συγκέντρωσης των Cl⁻ στο πόσιμο νερό είναι 250 mg L⁻¹, αλλά το επιθυμητό όριο είναι < 25 mg L⁻¹.

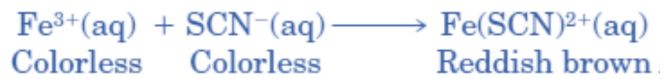
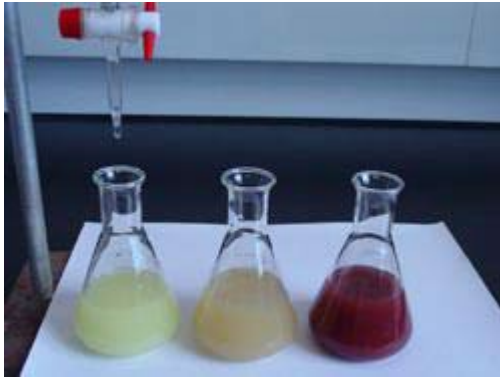
Ο σκοπός την άσκησης είναι ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης των Cl⁻ με μια τροποποιημένη μέθοδο Volhard. Η αρχή της μεθόδου είναι η δυσδιαλυτότητα του AgCl στο νερό. Έτσι, όταν αναμιγνύεται AgNO₃ με NaCl, η τελική ιοντική εξίσωση είναι:



Για να εξασφαλιστεί ότι θα καταβυθιστούν όλα τα Cl⁻, στο διάλυμα προστίθεται περίσσεια AgNO₃. Η περίσσεια των Ag⁺ προσδιορίζεται με οπισθογομέτρηση, με θειοκυανιούχα ιόντα (SCN⁻). Η τελική ιοντική εξίσωση είναι:



Ο θειοκυανιούχος άργυρος (AgSCN) είναι ένα λευκό ίζημα. Ο δείκτης που προστίθεται στο διάλυμα είναι τα ιόντα τρισθενούς σιδήρου (Fe³⁺), τα οποία σηματοδοτούν το τελικό σημείο της ογκομέτρησης μέσω την εμφάνισης ενός καστανέρυθρου χρώματος:



Στο διάλυμα προστίθεται επίσης και HNO_3 για να διευκολύνει την καθίζηση του AgCl και για να διατηρεί τα ιόντα σιδήρου στην τρισθενή τους μορφή.

Η ογκομέτρηση πρέπει να πραγματοποιηθεί υπό ζωηρή ανάδευση, γιατί το ίζημα AgSCN έχει την τάση να προσροφά Ag^+ . Η σωστή ανάδευση ελαχιστοποιεί την προσρόφηση και δίνει ακριβέστερα αποτελέσματα. Το κριτήριο για την ασφαλή αναγνώριση του πραγματικού τελικού σημείου είναι η διατήρηση του χρώματος σταθερού για 1 λεπτό.

3.2 | Υλικά και μέθοδοι

3.2.1 | Χημικές ουσίες και αντιδραστήρια

Διάλυμα 6 M HNO_3 , 0.01 M NH_4SCN , 0.01 M AgNO_3 , 40% (w/v) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$.

3.2.2 | Δείγματα - Προετοιμασία

Νερό δικτύου, εμφιαλωμένο νερό, ρυπασμένο νερό, απιονισμένο νερό

3.2.3 | Ογκομετρήσεις

Σε κωνική φιάλη των 100 mL φέρονται με ακρίβεια 50 mL απιονισμένου νερού και προστίθενται 3 mL 6 M HNO_3 . Στην φιάλη τοποθετείται μαγνητική ράβδος και με την βοήθεια μαγνητικού αναδευτήρα το μίγμα αναδεύεται σε χαμηλή ταχύτητα περιστροφής. Τότε, προστίθενται 0.5 mL 40% (w/v) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ και 5 mL 0.01 M AgNO_3 .

Πάνω από το μίγμα τοποθετείται προχοϊδα που φέρει διάλυμα 0.01 M NH_4SCN και ξεκινάει η στάγδην προσθήκη NH_4SCN στο μίγμα. Καθώς προστίθεται το διάλυμα NH_4SCN , το μίγμα στην κωνική φιάλη αποκτά προσωρινά καστανέρυθρο χρώμα, το οποίο εξαφανίζεται καθώς το μίγμα αναδεύεται. Η ογκομέτρηση συνεχίζεται έως ότου το αχνό καστανέρυθρο χρώμα διατηρηθεί για 1 λεπτό. Αυτό είναι το τελικό σημείο της ογκομέτρησης.

Η διαδικασία επαναλαμβάνεται για όλα τα δείγματα.

3.3 | Αποτελέσματα και συζήτηση

Για τον υπολογισμό της συγκέντρωσης των Cl⁻, εκπεφρασμένης ως mg NaCl L⁻¹, αφαιρείται ο όγκος του διαλύματος NH₄SCN που καταναλώθηκε για την ογκομέτρηση του δείγματος, από τον όγκο που καταναλώθηκε για την ογκομέτρηση του απιονισμένου νερού, σύμφωνα με την παρακάτω εξίσωση.

$$\text{mg NaCl/L} = \frac{58.5[\text{mL NH}_4\text{SCN}_{\text{deionized}} - \text{mL NH}_4\text{SCN}_{\text{sample}}]}{\text{mL of sample}} \times 10$$

3.4 | Συμπεράσματα

Επίπεδα χλωρίου στα διάφορα δείγματα. Διαφορές. Αιτιολόγηση.

Βιβλιογραφία

Bettelheim F.A., Landesberg J.M., 1994. Water analysis. In "Laboratory Experiments for General, Organic, and Biochemistry", 2nd Edition, Saunders College Pub, Pennsylvania, U.S.A.

ΑΣΚΗΣΗ 4^η | Προσδιορισμός της Περιεκτικότητας σε Σίδηρο

4.1 | Εισαγωγή

Ο σίδηρος είναι στοιχείο το οποίο είναι απαραίτητο για όλους τους οργανισμούς. Οι βασικές του λειτουργίες σχετίζονται με τις αλλαγές στην κατάσταση οξειδώσής του και στην μεταφορά ηλεκτρονίων. Ο σίδηρος είναι βασικό συστατικό της αίμης, ενός μορίου το οποίο υπάρχει σε μεγάλο αριθμό ενζύμων και πρωτεϊνών. Ο σίδηρος στην αίμη της αιμοσφαιρίνης και της μυοσφαιρίνης δρα ως μεταφορέας και αποθήκη οξυγόνου. Η αιμοσφαιρίνη δεσμεύει το μεγαλύτερο ποσοστό του σιδήρου στον οργανισμό. Ο σίδηρος επίσης βρίσκεται στα κυτοχρώματα, πρωτεΐνες που δρουν ως μεταφορέας ηλεκτρονίων στην οξειδωτική φωσφορυλίωση, την κύρια αντίδραση παραγωγής ενέργειας υπό την μορφή ATP.

Οι κύριες πηγές διατροφικού σιδήρου είναι το κόκκινο κρέας, κυρίως το βοδινό, το ψάρι (πχ. τόνος και σολομός), τα στρείδια και το κρέας των πουλερικών και ιδίως το συκώτι. Ο σίδηρος από αυτές τις πηγές βρίσκεται ενωμένος με την ομάδα αίμης και σχεδόν το 25% του σιδήρου απορροφάται από τον ανθρώπινο οργανισμό. Άλλες διατροφικές πηγές σιδήρου είναι τα όσπρια, τα αποξηραμένα φρούτα, το σουσάμι, τα ενισχυμένα με σίδηρο δημητριακά και τα λαχανικά, όπως το σπανάκι.

Επειδή ο σίδηρος που δεν είναι ζωικής προέλευσης δημιουργεί χηλικά σύμπλοκα με ενώσεις στον αυλό του εντέρου και δεν απορροφάται εξίσου καλά, η ποσότητα που εντέλει θα απορροφηθεί από τον οργανισμό εξαρτάται από τις υπόλοιπες τροφές που καταναλώνονται στο ίδιο γεύμα. Τροφές που βελτιώνουν την απορρόφηση του σιδήρου είναι η βιταμίνη C και οι ζωικές πρωτεΐνες.

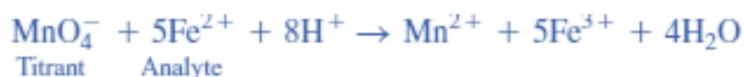
Γενικώς, δύναται να λεχθεί ότι οι τροφές που καταναλώνουμε ημερησίως περιέχουν 10-20 mg σιδήρου, από τα οποία απορροφώνται στον άνδρα 1 mg και στην γυναίκα 2 mg. Οι άνθρωποι που πάσχουν από σιδηροπενική αναιμία (έλλειψη σιδήρου), χρειάζεται να λαμβάνουν συμπληρώματα για να ανακτήσουν τα αποθέματα σιδήρου και να καλύψουν τις καθημερινές ανάγκες του σώματος. Τα σκευάσματα σιδήρου κυκλοφορούν σε διάφορες μορφές (χάπια, πόσιμα φιαλίδια, σιρόπι, σταγόνες, ενέσεις).



Εικόνα 4.1: Εμπορικά σκευάσματα σιδήρου.

Ο σκοπός της άσκησης είναι ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας εμπορικών σκευασμάτων σε Fe^{2+} , και η έκφραση των αποτελεσμάτων ως $mg Fe^{2+}$ ανά g σκευάσματος.

Ο προσδιορισμός του δισθενούς σιδήρου (Fe^{2+}) βασίζεται στην αντίδραση οξειδοαναγωγής με υπερμαγγανικό κάλιο (KMnO_4). Το KMnO_4 είναι ένα ισχυρό οξειδωτικό, το οποίο υπό όξινες συνθήκες οξειδώνει τον Fe^{2+} ως εξής:



Τα ιόντα Fe^{2+} προσδίδουν σε υδατικό διάλυμα ένα ανοιχτό πράσινο χρώμα, ενώ τα ιόντα Fe^{3+} ένα ανοιχτό κίτρινο. Επίσης, υπό όξινες συνθήκες, το βαθύ πορφυρό χρώμα που προσδίδουν τα ιόντα Mn^{7+} μετατρέπεται σε αχνό ερυθρωπό (ροζ), όταν μετατραπούν σε ιόντα Mn^{2+} .

4.2 | Υλικά και μέθοδοι

4.2.1 | Χημικές ουσίες και αντιδραστήρια

Διάλυμα 1 M H_2SO_4 , 85% H_3PO_4 , πρότυπο διάλυμα 0.002 M KMnO_4 .

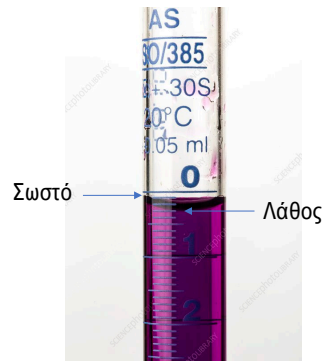
4.2.2 | Δείγματα - Προετοιμασία

Τα προς ανάλυση δείγματα είναι εμπορικά σκευάσματα που περιέχουν δισθενή σίδηρο (Fe^{2+}). Αφού προηγηθεί κονιοροποίηση του δείγματος σε ιγδίο, λαμβάνεται ποσότητα δείγματος κατά προσέγγιση 0.1 g (± 0.001) και τοποθετείται σε κωνική φιάλη των 200 mL. Στην φιάλη προστίθενται 10 mL διαλύματος 1 M H_2SO_4 για να διαλυθεί πλήρως το δείγμα και ακολούθως προστίθενται 1 mL 85% H_3PO_4 . Η προσθήκη του H_3PO_4 γίνεται για να διευκολυνθεί η αναγνώριση του τελικού σημείου της ογκομέτρησης, επειδή τα ιόντα PO_4^{3-} συμπλέκονται με τα Mn^{2+} και γίνεται πιο απότομη η αλλαγή χρώματος.

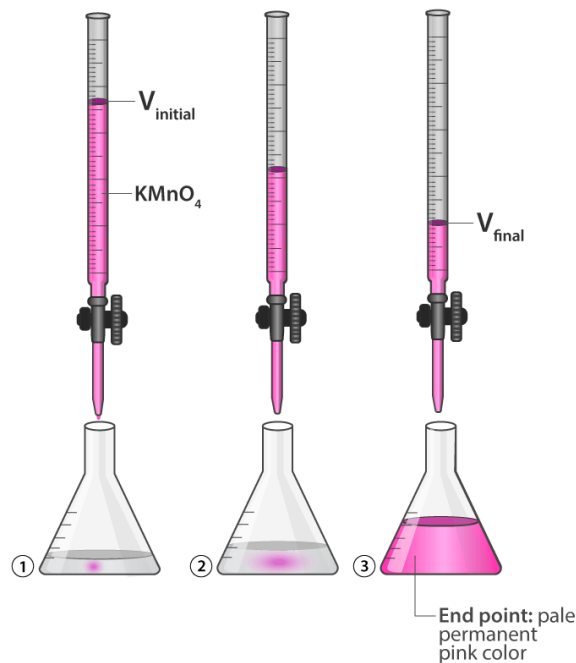
4.2.3 | Ογκομέτρηση

Γίνεται πλήρωση της προχοϊδας με πρότυπο διάλυμα 0.02 M KMnO_4 και καταγράφεται ο αρχικός όγκος. Σημείωση: λόγω του έντονου χρώματος του διαλύματος KMnO_4 , η παρατήρηση για την καταγραφή του αρχικού όγκου γίνεται, κατά παρέκκλιση του κανόνα, στο πάνω μέρος του μηνίσκου και όχι στο κάτω (Εικόνα 4.2).

Ακολουθεί ογκομέτρηση του δείγματος. Κατά τα πρώτα στάδια προσθήκης KMnO_4 , το βαθύ πορφυρό χρώμα εξαφανίζεται ταχέως. Ακολούθως, όταν το μεγαλύτερο μέρος των Fe^{2+} έχει αντιδράσει, η εξαφάνιση του χρώματος επιβραδύνεται. Το τελικό σημείο της ογκομέτρησης σηματοδοτεί η εμφάνιση αχνού ερυθρωπού χρώματος (ροζ), το οποίο παραμένει σταθερό για τουλάχιστον 30 δευτερόλεπτα (Εικόνα 4.3).



Εικόνα 4.2: Ανάγνωση ένδειξης σε προχοΐδα με διάλυμα KMnO_4 .



Εικόνα 4.3: Χρωματισμός διαλύματος κατά την ογκομέτρηση δείγματος Fe^{2+} με διάλυμα KMnO_4 , που σηματοδοτεί το πέρας της ογκομέτρησης.

4.3 | Αποτελέσματα και συζήτηση

Με βάση την εξίσωση αντίδρασης των MnO_4^- με Fe^{2+} , να υπολογιστούν:

- Τα moles των MnO_4^- που απαιτήθηκαν για την αντίδραση με Fe^{2+} .
- Τα moles των Fe^{2+} στο δείγμα.
- Τα mg Fe^{2+} στο δείγμα.
- Τα mg Fe^{2+} ανά g δείγματος.
- Η % (β/β) περιεκτικότητα σε Fe^{2+}

4.4 | Συμπεράσματα

Συγκρίνονται τα πειραματικά αποτελέσματα με την περιεκτικότητα Fe^{2+} που αναγράφεται στην συσκευασία κάθε δείγματος που αναλύθηκε. Εξάγονται συμπεράσματα σχετικά με πιθανές αποκλίσεις και πηγές πειραματικών σφαλμάτων.

Βιβλιογραφία

http://proffeny.es.weebly.com/uploads/2/5/2/3/25237319/13._2016-experiment_14_determination_of_iron_by_permanganate_titration.pdf

ΑΣΚΗΣΗ 5^η | Προσδιορισμός Ασκορβικού Οξέος (Βιταμίνη C)

5.1 | Εισαγωγή

Ο ανθρώπινος οργανισμός δεν συνθέτει βιταμίνη C, κι έτσι η βιταμίνη που χρειάζεται για την πραγματοποίηση διάφορων βιοχημικών αντιδράσεων λαμβάνεται μέσω της τροφής. Η βιταμίνη C μπορεί να παραληφθεί μέσω της κατανάλωσης μιας ποικιλίας νωπών καρπών (φρούτων) και λαχανικών.

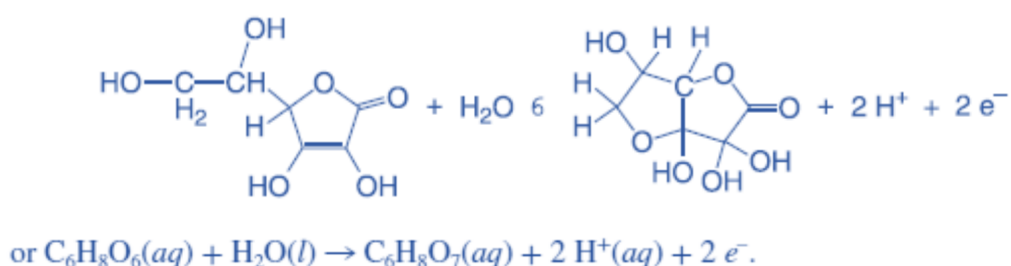
Η βιταμίνη C παίζει ζωτικό ρόλο στην σωστή ανάπτυξη των δοντιών και των ούλων, των οστών και των χόνδρων, του δέρματος και των αγγείων. Είναι ένα σημαντικό αντιοξειδωτικό (αναγωγικός παράγοντας) που βοηθάει στην προστασία ενάντια στην εμφάνιση διαφόρων μορφών καρκίνου και καρδιαγγειακών παθήσεων. Επίσης, η λήψη της είναι κρίσιμη όσον αφορά στην απορρόφηση του σιδήρου και του φολικού οξέος.

Η συνιστώμενη ημερήσια δόση (recommended daily allowance – RDA) της βιταμίνης C για έναν ενήλικα είναι 75 – 90 mg, εντούτοις επίπεδα της τάξεως των 200 mg έχουν αποδειχθεί ευεργετικά για την υγεία. Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται τα εύρη περιεκτικότητας βιταμίνης C για διάφορους καρπούς και λαχανικά.

<10 mg/100 g	Beets, carrots, eggs, milk
10–25 mg/100 g	Asparagus, cranberries, cucumbers, green peas, lettuce, pineapple
25–100 mg/100 g	Brussels sprouts, citrus fruits, tomatoes, spinach
100–350 mg/100 g	Chili peppers, sweet peppers, turnip, greens, kiwi

Η βιταμίνη C, η οποία ονομάζεται και ασκορβικό οξύ, είναι μια από τις πιο άφθονες βιταμίνες στη φύση. Είναι ένα άχρωμο, υδατοδιαλυτό οξύ, το οποίο, επιπρόσθετα των όξινων ιδιοτήτων του, είναι ένας ισχυρός βιοχημικός αναγωγικός παράγοντας, μπορεί δηλαδή να οξειδωθεί εύκολα, ακόμα και από το ατμοσφαιρικό οξυγόνο.

Η εξίσωση οξείδωσης του ασκορβικού οξέος έχει ως εξής:



Σκοπός της άσκησης είναι ο προσδιορισμός της ποσότητας βιταμίνης C σε διατροφικά συμπληρώματα. Το δείγμα διαλύεται σε όξινο μέσο και προστίθεται στερεό KI (ιωδιούχο κάλιο). Η ογκομέτρηση γίνεται με πρότυπο διάλυμα KIO_3 (ιωδικού καλίου).

Η ανάλυση της βιταμίνης C στο δείγμα πραγματοποιείται σε τρία στάδια:

1. Καθώς το διάλυμα KIO_3 προστίθεται στο δείγμα, το ιόν ιωδίου (I^-) οξειδώνεται προς σχηματισμό υδατοδιαλυτού τρι-ιωδικού συμπλόκου, I_3^- (ή $[\text{I}_2 \cdot \text{I}^-]$):

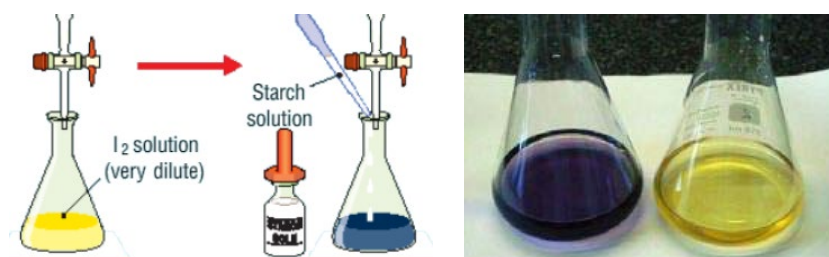


2. Το ασκορβικό οξύ ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$), όντας αναγωγική ουσία, ανάγει αμέσως το I_3^- , σχηματίζοντας το άχρωμο I^- :



3. Τελικά, όταν το ασκορβικό οξύ του δείγματος καταναλωθεί (σε στοιχειομετρικό σημείο) από το I_3^- , το KIO_3 παράγει περίσσεια I_3^- που προσδίδει στο διάλυμα μια κίτρινη-καστανή χροιά.

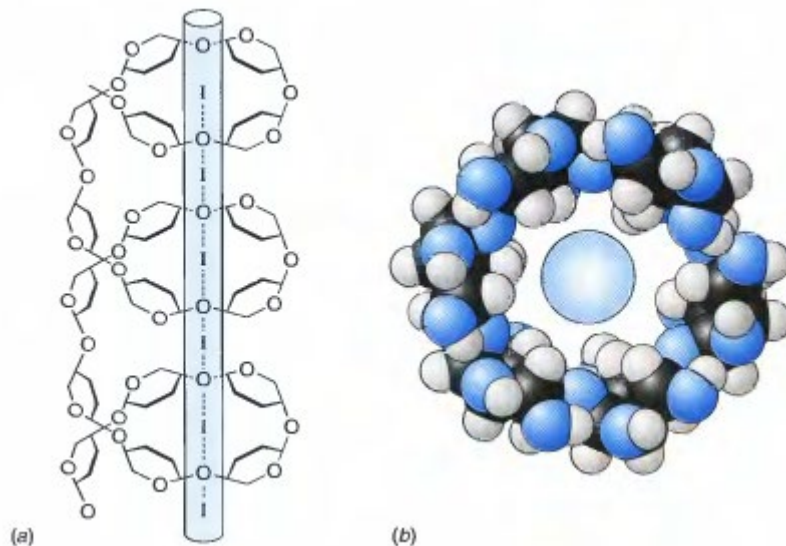
Η απότομη εμφάνιση της περίσσειας I_3^- ενισχύεται από την παρουσία διαλύματος άμυλου που έχει προστεθεί στο προς ανάλυση δείγμα.



Εικόνα 5.1: Μεταβολή χρώματος διαλύματος I_3^- μετά την προσθήκη διαλύματος άμυλου.

Το άμυλο σχηματίζει σύμπλοκο με το I_3^- , το οποίο έχει ένα βαθύ κυανό χρώμα που είναι πιο ευδιάκριτο από το κίτρινο-καστανό του I_3^- :





Εικόνα 5.2: Σχηματισμός σύμπλοκου αμυλόζης- I_3^- . (α), Διευθέτηση ατόμων I στην έλικα αμυλόζης. (β) Κάτοψη συμπλόκου.

5.2 | Υλικά και μέθοδοι

5.2.1 | Χημικές ουσίες και αντιδραστήρια

Πρότυπο διάλυμα KIO_3 (0.01 M) όγκου 250 mL, διάλυμα H_2SO_4 (0.5 M), στερεό $NaHCO_3$, στερεό KI, διάλυμα αμύλου.

5.2.2 | Δείγματα - Προετοιμασία

Με βάση τις πληροφορίες που αναφέρονται στην συσκευασία του βιταμινούχου σκευάσματος, λαμβάνεται ποσότητα 0.1 g (± 0.001 g) που περιέχει ~ 100 mg ασκορβικού οξέος. Το δείγμα τοποθετείται σε ογκομετρική φιάλη των 250 mL και διαλύεται προσθέτοντας πρώτα 8 mL διαλύματος H_2SO_4 (0.5 M), και κατόπιν 0.1 g $NaHCO_3$.

5.2.3 | Ογκομέτρηση

Στο δείγμα προστίθενται 0.2 g KI και 2 mL διαλύματος αμύλου και εκτελείται ογκομέτρηση με διάλυμα KIO_3 . Καθώς προστίθεται το διάλυμα KIO_3 από την προχοϊδα στο δείγμα, παρατηρείται παροδική εμφάνιση βαθύς κυανού χρώματος, το οποίο τείνει να εξαφανιστεί κοντά στο τελικό σημείο. Η ογκομέτρηση συνεχίζεται έως ότου το βαθύ κυανό χρώμα διατηρηθεί για 20 δευτερόλεπτα.

5.3 | Αποτελέσματα και συζήτηση

Ο υπολογισμός της μάζας του ασκορβικού οξέος στο δείγμα γίνεται ως εξής:

$$\text{mass (mg) C}_6\text{H}_8\text{O}_6 = \text{volume (L) KIO}_3 \times \frac{\text{mol KIO}_3}{\text{L KIO}_3} \times \frac{3 \text{ mol I}_3^-}{\text{mol KIO}_3} \times \frac{1 \text{ mol C}_6\text{H}_8\text{O}_6}{1 \text{ mol I}_3^-} \\ \times \frac{176.1 \text{ g C}_6\text{H}_8\text{O}_6}{\text{mol C}_6\text{H}_8\text{O}_6} \times \frac{\text{mg C}_6\text{H}_8\text{O}_6}{10^{-3} \text{ g C}_6\text{H}_8\text{O}_6}$$

Εκτελούνται οι υπολογισμοί και τα αποτελέσματα αναφέρονται με τον απαραίτητο αριθμό σημαντικών ψηφίων.

5.4 | Συμπεράσματα

Συγκρίνονται τ' αποτελέσματα με την περιεκτικότητα ασκορβικού οξέος που αναγράφεται στην συσκευασία του κάθε σκευάσματος και αναλύονται πιθανές αιτίες σημαντικής απόκλισης.

Βιβλιογραφία

Beran J.A., 2014. Vitamin C analysis. In "Laboratory Manual for Principles of General Chemistry", 10th Edition, John Wiley & Sons, Inc., NJ, U.S.A.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

1 H HYDROGEN 1.0079	2 He HELIUM 4.0026																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
3 Li LITHIUM 6.941	4 Be BERYLLIUM 9.0122	5 B BORON 10.811	6 C CARBON 12.011	7 N NITROGEN 14.0031	8 O OXYGEN 15.999	9 F FLUORINE 18.998	10 Ne NEON 20.1797	11 Na SODIUM 22.98976928	12 Mg MAGNESIUM 24.304	13 Al ALUMINIUM 26.9815385	14 Si SILICON 28.0855	15 P PHOSPHORUS 30.973761998	16 S SULFUR 32.06	17 Cl CHLORINE 35.453	18 Ar ARGON 39.948	19 K POTASSIUM 39.0983	20 Ca CALCIUM 40.078	21 Sc SCANDIUM 44.955912	22 Ti TITANIUM 47.88	23 V VANADIUM 50.9415	24 Cr CHROMIUM 51.9961	25 Mn MANGANESE 54.938	26 Fe IRON 55.845	27 Co COBALT 58.933194	28 Ni NICKEL 58.6934	29 Cu COPPER 63.546	30 Zn ZINC 65.38	31 Ga GALLIUM 69.723	32 Ge GERMANIUM 72.63	33 As ARSENIC 74.9216	34 Se SELENIUM 78.9718	35 Br BROMINE 79.904	36 Kr KRYPTON 83.798	37 Rb RUBIDIUM 85.4678	38 Sr STRONTIUM 87.62	39 Y YTTORIUM 88.90584	40 Zr ZIRCONIUM 91.224	41 Nb NIOBIUM 92.90638	42 Mo MOLYBDENUM 95.94	43 Tc TECHNETIUM [98]	44 Ru RUTHENIUM 101.07	45 Rh RHODIUM 102.9055	46 Pd PALLADIUM 106.42	47 Ag SILVER 107.8682	48 Cd CADMIUM 112.414	49 In INDIUM 114.818	50 Sn TIN 118.710	51 Sb ANTIMONY 121.757	52 Te TELLURIUM 127.6	53 I IODINE 126.905	54 Xe XENON 131.29	55 Cs CAESIUM 132.90545196	56 Ba BARIUM 137.327	57 La LANTHANUM 138.90547	58 Ce CELIUM 140.12	59 Pr PRASEODYMIUM 140.90766	60 Nd NEODYMIUM 144.242	61 Pm PROMETHIUM [145]	62 Sm SAMARIUM 150.36	63 Eu EUROPIUM 151.964	64 Gd GADOLINIUM 157.25	65 Tb TERBIUM 158.92535	66 Dy DYSPROSIUM 162.50031	67 Ho HOLMIUM 164.93033	68 Er ERBIUM 167.259	69 Tm THULIUM 168.93403	70 Yb Ytterbium 173.054	71 Lu LUTETIUM 174.967	72 Hf HAFNIUM 178.49	73 Ta TANTALUM 180.94788	74 W TUNGSTEN 183.84	75 Re RHENIUM 186.207	76 Os OSMIUM 190.23	77 Ir IRIDIUM 192.222	78 Pt PLATINUM 195.084	79 Au GOLD 196.966569	80 Hg MERCURY 200.59	81 Tl THALLIUM 204.38	82 Pb LEAD 207.2	83 Bi BISMUTH 208.9804	84 Po POLONIUM [209]	85 At ASTATINE [210]	86 Rn RADON [222]	87 Fr FRANCIUM [223]	88 Ra RADIUM [226]	89-103**	104 Rf RUFENIUM [261]	105 Db DUBNIUM [262]	106 Sg SEABORGIUM [263]	107 Bh BOHRIUM [264]	108 Hs HASSIUM [265]	109 Mt MEITNERIUM [266]	110 Ds DARMSTADIUM [267]	111 Rg ROENTGENIUM [268]	112 Cn COPIERNICIUM [269]	113 Uut UNUNTRIUM [270]	114 Fl FLETOVIUM [271]	115 Uup UNUNPENTIUM [272]	116 Lv LIVERMORIUM [273]	117 Uus UNUNSEPTIUM [274]	118 Uuo UNUNOCTIUM [276]	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400

Non-metal
 Alkali metal
 Alkaline earth metal
 Transition metal
 Metal
 Metalloid
 Halogen
 Noble gas
 Lanthanide
 Actinide

*
**

Συγκέντρωση κοινών οξέων και βάσεων

Reagent	Approximate Molar Concentration	Approximate Mass Percent	Specific Gravity	mL to Dilute to 1 L for a 1.0 M Solution
Acetic acid	17.4 (<i>conc</i>)	99.5	1.05	57.5
Hydrochloric acid	11.6 (<i>conc</i>)	36	1.18	86.2
Nitric acid	16.0 (<i>conc</i>)	71	1.42	62.5
Phosphoric acid	18.1 (<i>conc</i>)	85	1.70	68.0
Sulfuric acid	18.0 (<i>conc</i>)	96	1.84	55.6
Ammonia (<i>aq</i>) (ammonium hydroxide)	14.8 (<i>conc</i>)	28%(NH ₃)	0.90	67.6
Potassium hydroxide	13.5	50	1.52	74.1
Sodium hydroxide	19.1	50	1.53	52.4



Caution: When diluting reagents, add the more concentrated reagent to the more dilute reagent (or solvent). Never add water to a concentrated acid!



Ιδιότητες λογαρίθμων

$$\ln(x \cdot y) = \ln x + \ln y$$

$$\ln\left(\frac{x}{y}\right) = \ln x - \ln y$$

$$\ln x^k = k \cdot \ln x$$

$$\ln 1 = 0, \quad \ln e = 1$$

Σε όλες τις ιδιότητες $x, y > 0$.

Οι ίδιες ιδιότητες ισχύουν και για \log (δηλαδή λογάριθμο με βάση το 10).

Ορισμός – βασική έννοια λογαρίθμου: $\ln x = y \Leftrightarrow x = e^y$ (και $\log x = y \Leftrightarrow x = 10^y$)
(το e είναι η βάση του λογαρίθμου, δηλαδή $\log_e x = \ln x$. Επίσης είναι η βάση και της εκθετικής συνάρτησης. Ομοίως για το 10 όταν έχουμε \log)

Παρασκευή αντιδραστηρίων

1η άσκηση: Ανάλυση αντιόξινων

- Δείγμα αντιόξινου: NaHCO_3 or Na_2CO_3
- 0.1 M HCl: 8,33 ml 37% HCl in 1 L H_2O
- 0.1 M NaOH: 4 g NaOH in 1 L H_2O
- Δείκτης φαινολοφθαλεΐνη

2η άσκηση: Προσδιορισμός Σκληρότητας στο νερό

- 0.01 N $\text{Na}_2\text{-EDTA}$: 3.362 g 2Na-EDTA in 1 L H_2O
- $\text{NH}_4\text{Cl}/\text{NH}_4\text{OH}$ pH 10.0 buffer solution: 5.4 g NH_4Cl in 20 mL H_2O + 35 ml of 10 M NH_3 (or 26 mL of 25% NH_3), then dilute to 100 mL
- Δείκτης EBT (Eriochrome Black T): 1.25 g EBT in 100 mL EtOH

3η άσκηση: Προσδιορισμός Χλωρίου στο Νερό

- 6 N HNO_3 : 384.615 mL of 65% HNO_3 and dilute to 1000 mL H_2O (+ 615.385 mL H_2O)
- 0.001 N NH_4SCN : 76.122 mg NH_4SCN in 1 L H_2O
- 0.01 N AgNO_3 : 1.699 g AgNO_3 in 1 L H_2O
- 40% (w/v) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$: 10 g $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ in 25 mL H_2O

4η άσκηση: Προσδιορισμός της Περιεκτικότητας σε Σίδηρο

- 1 N H_2SO_4 : 54.35 mL 98% H_2SO_4 (18.4 M) in 1 L H_2O
- 85% H_3PO_4
- 0.002 M KMnO_4 :

Άσκηση 5η: Προσδιορισμός Ασκορβικού Οξέος (Βιταμίνη C)

- 0.01 N KIO_3 : 2.14 g KIO_3 in 1 L H_2O
- 0.5 M H_2SO_4 : 27.17 mL 98% H_2SO_4 (18.4 M) in 1 L H_2O
- $\text{NaHCO}_3(\text{s})$
- $\text{KI}(\text{s})$
- Διάλυμα αμύλου ($> 10 \text{ g L}^{-1}$): 0.1 g of starch in 100 mL H_2O while heating