

Ποσοτικός προσδιορισμός της βιταμίνης C: 2+1 όψεις του ίδιου πειράματος

Σωτήρης Μανδηλιώτης και Στυλιανή Χατζάρα

Εισαγωγή

Η διερευνητική μάθηση με την εκτέλεση πειραμάτων από τους ίδιους τους μαθητές, αξιοποιεί τη βιωματική εμπειρία τους και αποτελεί σημαντική στρατηγική για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Τα πειράματα μπορούν να γίνουν είτε με τυποποιημένα εργαστηριακά όργανα και υλικά, είτε με όργανα και υλικά που υπάρχουν στο σπίτι τους ή βρίσκονται εύκολα. Η πραγματοποίηση πειραμάτων με υλικά καθημερινής χρήσης είναι παιδαγωγικά και διδακτικά ωφέλιμη, επειδή συσχετίζει την επιστημονική γνώση με την καθημερινή ζωή, απομυθοποιεί την λανθασμένη εντύπωση ότι τα πειράματα γίνονται αποκλειστικά με τη βοήθεια πολύπλοκων συσκευών και ειδικά κατασκευασμένων οργάνων και συντελεί στην επικέντρωση της προσοχής του μαθητή στο φαινόμενο και όχι στη συσκευή που χρησιμοποιείται για το πείραμα (Κουμαράς, 2002, σ. 24–26).

Αν κάνουμε μία ανασκόπηση των σχολικών εγχειριδίων της Χημείας και της Βιολογίας του Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου θα παρατηρήσουμε ότι ενώ γίνεται αναφορά στις βιταμίνες σε αρκετά σημεία (Μαυράκη, Γκούβρα και Καμπούρη, 2011; Λιοδάκης κ.α., 2011 σ.174; Καστορίνης κ.α., 1998β, σ. 87) δεν προτείνεται κάποια εργαστηριακή άσκηση σχετική με τον ποσοτικό προσδιορισμό τους (Καστορίνης, κ.α., 1998α).

Η βιταμίνη C (ασκορβικό οξύ, $C_6H_8O_6$), η πιο γνωστή από όλες τις βιταμίνες, έχει τεράστια σημασία για τον ανθρώπινο οργανισμό και είναι αναγκαία για διάφορες μεταβολικές λειτουργίες, όπως η σύνθεση του κολλαγόνου, η διατήρηση της σταθερότητας των αιμοφόρων αγγείων, ο μεταβολισμός των αμινοξέων και η απελευθέρωση των διαφόρων ορμονών στα επινεφρίδια (http://en.wikipedia.org/wiki/Vitamin_C). Η έλλειψή της προκαλεί την ασθένεια σκορβούτο.

Πολλά φρούτα και λαχανικά περιέχουν βιταμίνη C, ενώ το μαγείρεμα καταστρέφει τις βιταμίνες. Η βιταμίνη C καταστρέφεται επίσης σταδιακά όταν έρχεται σε επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα.

Στην εργασία αυτή προτείνεται ένα πείραμα με 2 εκδοχές για τον ποσοτικό προσδιορισμό της βιταμίνης C. Πρόκειται για τον ιωδιομετρικό προσδιορισμό της βιταμίνης C σε φυσικούς χυμούς

Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες στο Γυμνάσιο και στο Λύκειο

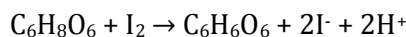
φρούτων ή χυμούς του εμπορίου. Η 1η εκδοχή απευθύνεται σε μαθητές Λυκείου και γίνεται με όλα τα απαιτούμενα «εργαστηριακά» όργανα και υλικά. Η 2η εκδοχή απευθύνεται κυρίως σε μαθητές Γυμνασίου και Δημοτικού και γίνεται με απλή διαδικασία και υλικά καθημερινής χρήσης. Τέλος μια 3η πιο θεαματική εκδοχή που έχει σχέση με την ταχύτητα της αντίδρασης, στοχεύει στη δημιουργία ερωτημάτων και στην πρόκληση της επιθυμίας για νέα γνώση.

Περιγραφή της μεθόδου

Μια κατάλληλη μέθοδος για τον προσδιορισμό της βιταμίνης C είναι να χρησιμοποιήσουμε μια οξειδοαναγωγική ογκομέτρηση. Η αντίδραση οξειδοαναγωγής είναι καλύτερη από μια οξεοβασική ογκομέτρηση λόγω των επιπλέον οξέων που υπάρχουν στους χυμούς. Για τον λόγο αυτό χρησιμοποιούμε ως αντιδραστήριο ένα διάλυμα ιωδίου.

Όταν σε ένα διάλυμα που περιέχει βιταμίνη C προσθέσουμε σταδιακά (σταγόνα – σταγόνα) ένα διάλυμα ιωδίου (το I_2 είναι ισχυρό οξειδωτικό), η βιταμίνη C η οποία είναι αντιοξειδωτική (αναγωγική) θα αντιδράσει με το ιώδιο αμέσως σχηματίζοντας δεϋδροασκορβικό οξύ ($C_6H_8O_6$).

Το μόριο της βιταμίνης C χάνει ηλεκτρόνια, τα οποία μεταφέρονται στο μόριο του ιωδίου. Το ασκορβικό οξύ οξειδώνεται προς δεϋδροασκορβικό οξύ και το ιώδιο ανάγεται σε ιόντα ιωδίου (οξειδοαναγωγική αντίδραση).



Ωστόσο, μόλις η βιταμίνη C εξαντληθεί, το ιώδιο θα είναι ελεύθερο και το διάλυμα θα χρωματιστεί καφέ. Το ιώδιο δηλαδή μπορεί να λειτουργήσει ως δείκτης. Επειδή όμως είναι δύσκολο να εντοπιστεί το τελικό σημείο με τον τρόπο αυτό, προσθέτουμε στο διάλυμα άμυλο το οποίο αντιδρά με το ιώδιο σε συνδυασμό με τα ιωδιούχα ιόντα και τότε το διάλυμα χρωματίζεται σκούρο μπλε. Το ποσό της βιταμίνης C θα είναι ανάλογο με την ποσότητα του διαλύματος ιωδίου που απαιτείται μέχρι την εμφάνιση του μπλε χρώματος. Αν το ιώδιο έχει γνωστή συγκέντρωση, τότε μπορούμε να προσδιορίσουμε το ποσό της βιταμίνης C στο άγνωστο διάλυμα.

Αυτή η διαδικασία τιτλοδότησης είναι κατάλληλη για τον έλεγχο της ποσότητας της βιταμίνης C σε ταμπλέτες βιταμίνης C, χυμούς, φρέσκα - κατεψυγμένα - συσκευασμένα φρούτα και λαχανικά κ.α..

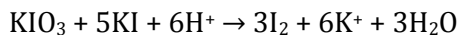
Πείραμα 1 (στο οργανωμένο εργαστήριο)

Ο στόχος αυτού του πειράματος είναι να καθοριστεί το ποσό της βιταμίνης C σε δείγματα, όπως οι φρουτοχυμοί, με τη χρήση οργάνων του εργαστηρίου χημείας (<http://www.chemcollective.org/chem/ubc/exp09/index.php>).

Για την τιτλοδότηση θα χρησιμοποιήσουμε ένα διάλυμα ιωδικού καλίου (KIO_3) και ιωδιούχου καλίου (KI), τα οποία είναι διαθέσιμα στα περισσότερα σχολικά εργαστήρια.

Όταν στο διάλυμα αυτό προστεθεί ισχυρό οξύ το ιωδικό αντιδρά με το ιωδιούχο κάλιο και απελευθερώνεται μοριακό ιώδιο (I_2).

Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες στο Γυμνάσιο και στο Λύκειο



Εξοπλισμός

- Μαγνητικός αναδευτήρας (προαιρετικά)
- Ηλεκτρονικός ζυγός
- Ορθοστάτης
- Προχοΐδα
- Κωνική φιάλη
- Ποτήρι ζέσης
- Σιφώνι πλήρωσης με ελαστικό ροίρε
- Ογκομετρικός κύλινδρος 1000 mL
- Ογκομετρικός κύλινδρος 10 mL
- Ογκομετρική φιάλη 500 mL
- Υδροβολέας
- Χωνί
- Στίφτης
- Στραγγιστήρι

Αντιδραστήρια

- Δισκία που το καθένα περιέχει 1g βιταμίνη C
- Διάλυμα του ιωδίου που περιέχει ιωδιούχο κάλιο και ιωδικό κάλιο (θα αναφέρεται ως διάλυμα ιωδίου)
- Διάλυμα αμύλου (δείκτης) περιεκτικότητας 0,7-1 % w/v
- Διάλυμα HCl 1M
- 1 πορτοκάλι ή χυμός πορτοκαλιού συσκευασμένος
- Απιονισμένο νερό

Πειραματική διαδικασία

A. Παρασκευή διαλύματος βιταμίνης C με περιεκτικότητα 1mg/mL

1. Προμηθευόμαστε δισκία βιταμίνης που περιέχουν 1000 mg βιταμίνης C το καθένα.
2. Σε ένα ποτήρι ζέσεως διαλύουμε ένα δισκίο των 1000 mg, σε 100 mL περίπου απιονισμένο νερό. Το διάλυμα αυτό το αραιώνουμε σε τελικό όγκο 1000 mL.
3. Βάζουμε μια ετικέτα «Βιταμίνη C 1mg/mL» [1].

B. Παρασκευή διαλύματος KIO_3 0,01M και KI 0,1M

1. Διαλύουμε 1,07 gr ιωδικού καλίου (KIO_3) και 8,3 gr ιωδιούχου καλίου (KI) σε 200 mL περίπου απιονισμένο νερό. Το διάλυμα αυτό το αραιώνουμε σε τελικό όγκο 500 mL.

Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες στο Γυμνάσιο και στο Λύκειο

2. Βάζουμε μια ετικέτα «Διάλυμα ιωδίου (KI₂ 0,01M και KI 0,1M)».

Γ. Παρασκευή διαλύματος αμύλου με περιεκτικότητα 1% w/v

1. Προσθέτουμε 0,50 g διαλυτού αμύλου σε 50 mL σχεδόν βραστό απιονισμένο νερό.
2. Αναδεύουμε καλά και το αφήνουμε να κρυώσει πριν τη χρήση.
3. Βάζουμε μια ετικέτα «Διάλυμα αμύλου 1% w/v».

Δ. Ογκομέτρηση γνωστής (πρότυπης) ποσότητας βιταμίνης C.

1. Γεμίζουμε την προχοϊδα με το διάλυμα ιωδίου.
2. Σημειώνουμε τον αρχικό όγκο του διαλύματος στην προχοϊδα.
3. Σε μια κωνική φιάλη προσθέτουμε 20 mL διαλύματος βιταμίνης C (περιέχουν 20mg βιταμίνης).
4. Προσθέτουμε 20 σταγόνες διαλύματος αμύλου.
5. Προσθέτουμε 30 σταγόνες διαλύματος HCl 1M.
6. Προσθέτουμε διάλυμα ιωδίου μέχρι να γίνει αισθητή η αλλαγή του χρώματος του διαλύματος της κωνικής φιάλης σε σκούρο μπλε. Η αλλαγή στο χρώμα να παραμένει περισσότερο από 20 δευτερόλεπτα.
7. Σημειώνουμε τον τελικό όγκο του διαλύματος στην προχοϊδα.
8. Η διαφορά μεταξύ του αρχικού και του τελικού όγκου είναι η ποσότητα του διαλύματος του ιωδίου που απαιτείται για την οξείδωση όλης της ποσότητας της βιταμίνης C.

Ε. Ογκομέτρηση δείγματος φρέσκου ή συσκευασμένου χυμού πορτοκαλιού

1. Στραγγίζουμε τον χυμό.
2. Επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία που χρησιμοποιήσαμε για την πρότυπη ποσότητα της βιταμίνης χρησιμοποιώντας όμως αυτή τη φορά 20 mL δείγματος χυμού.
3. Σημειώνουμε την ποσότητα του διαλύματος του ιωδίου που απαιτείται για την οξείδωση όλης της ποσότητας της βιταμίνης C που περιέχεται στον χυμό.

ΣΤ. Υπολογισμοί

Όταν γνωρίζουμε τον όγκο V_1 του διαλύματος ιωδίου που απαιτείται για τα 20 mg βιταμίνης C και τον όγκο V_2 του διαλύματος ιωδίου που απαιτείται για τα n_2 mg βιταμίνης στο δείγμα χυμού, τότε μπορούμε να βρούμε τη βιταμίνη C που υπάρχει στα 20 mL του δείγματος χυμού με τη σχέση:

$$\frac{n_2 \text{ mg βιταμίνης στο δείγμα χυμού}}{\text{Όγκος } V_2 \text{ διαλύματος ιωδίου}} = \frac{20 \text{ mg βιταμίνης}}{\text{Όγκος } V_1 \text{ διαλύματος ιωδίου}}$$

$$n_2 = \frac{20 * V_2}{V_1} \text{ mg} \quad (1)$$

Υπολογίζουμε την περιεκτικότητα του χυμού σε βιταμίνη C ως εξής:

$$\text{Περιεκτικότητα χυμού σε βιταμίνη C (mg/100mL)} = 5 * n_2 \quad (2)$$

Τελικά από τις (1) και (2) προκύπτει:

Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες στο Γυμνάσιο και στο Λύκειο

$$\text{Περιεκτικότητα χυμού σε βιταμίνη C (mg/100mL)} = \frac{100 * V_2}{V_1} \text{ mg}$$

Πείραμα 2 (με καθημερινά υλικά)

Ο στόχος και αυτού του πειράματος είναι ο ίδιος με το πείραμα 1. Εδώ όμως η πειραματική διαδικασία γίνεται με τη χρήση καθημερινών υλικών (<http://www.scienceprojectlab.com/vitamin-C-science-project.html>).

Για την τιτλοδότηση θα χρησιμοποιήσουμε βάμμα ιωδίου 2% w/v.

Εξοπλισμός

- Δοχείο ενός λίτρου (με ενδείξεις όγκου)
- Δύο ποτήρια
- Κουταλάκι [2] ή μια σύριγγα χωρίς τη βελόνα (για τη μέτρηση του όγκου)
- Σταγονόμετρο [3]
- Στίφτης
- Στραγγιστήρι

Αντιδραστήρια

- Δισκία που το καθένα περιέχει 1g βιταμίνη C
- Βάμμα ιωδίου 2% w/v
- Άνθος αραβοσίτου (περιέχει άμυλο)
- 1 Πορτοκάλι ή χυμός πορτοκαλιού συσκευασμένος
- Απιονισμένο νερό

Πειραματική διαδικασία

A. Παρασκευή διαλύματος βιταμίνης C με περιεκτικότητα 1mg/mL

1. Προμηθευόμαστε δισκία βιταμίνης που περιέχουν 1000 mg βιταμίνης C το καθένα.
2. Σε ένα μεγάλο δοχείο διαλύουμε ένα δισκίο των 1000 mg σε 100 mL περίπου απιονισμένο νερό. Το διάλυμα αυτό το αραιώνουμε σε τελικό όγκο 1000 mL.
3. Βάζουμε μια ετικέτα «Βιταμίνη C 1mg/mL» [1].

B. Παρασκευή διαλύματος αμύλου με περιεκτικότητα 1% w/v (κατά προσέγγιση)

1. Προσθέτουμε ένα κουταλάκι άνθος αραβοσίτου σε ένα ποτήρι σχεδόν βραστό νερό.
2. Αναδεύουμε καλά και το αφήνουμε να κρυώσει.
3. Αποχύνουμε το υπερκείμενο διάλυμα σε άλλο δοχείο και πετάμε το ίζημα.
4. Βάζουμε μια ετικέτα «Διάλυμα αμύλου».

Γ. Ογκομέτρηση γνωστής (πρότυπης) ποσότητας βιταμίνης C

1. Σε ένα ποτήρι βάζουμε 20 mL (4 κουταλάκια) από το διάλυμα της βιταμίνης C (περιέχουν 20mg βιταμίνης).
2. Προσθέτουμε μισό κουταλάκι διαλύματος αμύλου.

Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες στο Γυμνάσιο και στο Λύκειο

3. Με το σταγονόμετρο προσθέτουμε σταγόνα – σταγόνα το βάμμα ιωδίου και αναδεύουμε διαρκώς το μείγμα μέχρι να γίνει αισθητή η αλλαγή του χρώματος σε σκούρο μπλε. Η αλλαγή στο χρώμα να παραμένει περισσότερο από 20 δευτερόλεπτα.

4. Καταγράφουμε τον αριθμό των σταγόνων του βάμματος ιωδίου που ρίξαμε για την οξείδωση όλης της ποσότητας της βιταμίνης C.

Δ. Ογκομέτρηση δείγματος φρέσκου ή συσκευασμένου χυμού πορτοκαλιού

1. Στραγγίζουμε τον χυμό.

2. Επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία που χρησιμοποιήσαμε για την πρότυπη ποσότητα της βιταμίνης χρησιμοποιώντας όμως αυτή τη φορά 20 mL δείγματος χυμού.

Ε. Υπολογισμοί

Όταν γνωρίζουμε τον αριθμό των σταγόνων Σ_1 του διαλύματος βάμματος ιωδίου που απαιτούνται για τα 20 mg βιταμίνης C και τον αριθμό των σταγόνων Σ_2 του διαλύματος βάμματος ιωδίου που απαιτούνται για τα n_2 mg βιταμίνης στο δείγμα χυμού, μπορούμε να βρούμε τη βιταμίνη C που υπάρχει στα 20 mL του δείγματος χυμού με τη σχέση:

$$\frac{n_2 \text{ mg βιταμίνης στο δείγμα χυμού}}{\text{Σταγ. } \Sigma_2 \text{ βάμματος ιωδίου}} = \frac{20 \text{ mg βιταμίνης}}{\text{Σταγ. } \Sigma_1 \text{ βάμματος ιωδίου}}$$

$$n_2 = \frac{20 * \Sigma_2}{\Sigma_1} \text{ mg} \quad (1)$$

Υπολογίζουμε την περιεκτικότητα του χυμού σε βιταμίνη C ως εξής:

$$\text{Περιεκτικότητα χυμού σε βιταμίνη C (mg/100mL)} = 5 * n_2 \quad (2)$$

Τελικά από τις (1) και (2) προκύπτει:

$$\text{Περιεκτικότητα χυμού σε βιταμίνη C (mg/100mL)} = \frac{100 * \Sigma_2}{\Sigma_1} \text{ mg}$$

Ένα βήμα παραπέρα

Αυτή η μέθοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να πραγματοποιήσετε μια σειρά από ενδιαφέρουσες έρευνες όπως οι ακόλουθες:

- Μετρήστε τη συγκέντρωση βιταμίνης C σε διάφορους συσκευασμένους χυμούς. Συγκρίνετε τα δικά σας αποτελέσματα με τις περιεκτικότητες που αναφέρονται στις ετικέτες των χυμών.
- Μετρήστε την ποσότητα της βιταμίνης C σε διάφορα φρούτα και λαχανικά. Ποια έχουν την υψηλότερη περιεκτικότητα σε βιταμίνη C; Για το λόγο αυτό πολτοποιήστε ένα δείγμα 100 γραμμαρίων και ρίξτε στον πολτό περίπου 50 mL νερό. Στραγγίστε τον χυμό και αραιώστε τον σε συνολικό όγκο 100 mL. Ογκομετρήστε ένα δείγμα.
- Μετρήστε τη βιταμίνη C σε χυμό που έμεινε 1-2 μέρες σε ανοιχτό δοχείο εντός και εκτός ψυγείου.

Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες στο Γυμνάσιο και στο Λύκειο

- Βράστε τον χυμό και διαπιστώστε αν η ποσότητα της βιταμίνης είναι ίδια πριν και μετά τον βρασμό.
- Υπολογίστε την ποσότητα πορτοκαλιών που πρέπει να καταναλώνει κάποιος ώστε μόνο με αυτά να καλύψει τις ημερήσιες διατροφικές ανάγκες του σε βιταμίνη C (απαιτούνται περίπου 70 mg την ημέρα).

Ένα χημικό ρολόι

Τα ρολόγια χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση του χρόνου εδώ και χιλιάδες χρόνια. Είναι κατασκευασμένα με διάφορα υλικά (από πέτρες μέχρι υγρούς κρυστάλλους). Παρακάτω περιγράφεται ένα (χημικό) ρολόι, η αρχή λειτουργίας του οποίου στηρίζεται στον χρόνο που μεσολαβεί από τη στιγμή που κάποιες χημικές ουσίες αναμειγνύονται, μέχρι αυτές να αντιδράσουν πλήρως (<http://www.elmhurst.edu/~chm/demos/TickTock.html>). Όλα τα υλικά που θα χρησιμοποιήσουμε είναι απλά και φυσικά πρωταγωνιστής είναι και πάλι η βιταμίνη C (<http://teachgreenchemnh.wikispaces.com/The+Vitamin+C+Clocks+Reaction>).

Εξοπλισμός

- Κανάτα ενός λίτρου (με ενδείξεις όγκου)
- Τρία ποτήρια
- Κουταλάκι [2] ή μια σύριγγα χωρίς τη βελόνα (για τη μέτρηση του όγκου)
- Σταγονόμετρο [3]

Αντιδραστήρια

- Δισκία που το καθένα περιέχει 1g βιταμίνη C
- Βάμμα ιωδίου 2% w/v
- Υπεροξειδίο του υδρογόνου (H₂O₂) 3% w/v
- Άνθος αραβοσίτου (περιέχει άμυλο)
- Απιονισμένο νερό

Πειραματική διαδικασία

A. Παρασκευή διαλύματος βιταμίνης C με περιεκτικότητα 1mg/mL

1. Προμηθευόμαστε δισκία βιταμίνης που περιέχουν 1000 mg βιταμίνης C το καθένα.
2. Σε μια κανάτα διαλύουμε ένα δισκίο των 1000 mg σε 100 mL περίπου απιονισμένο νερό. Το διάλυμα αυτό το αραιώνουμε σε τελικό όγκο 1000 mL [1].

B. Παρασκευή διαλύματος αμύλου με περιεκτικότητα 1%w/v (κατά προσέγγιση)

1. Προσθέτουμε ένα κουταλάκι άνθος αραβοσίτου σε ένα ποτήρι σχεδόν βραστό νερό.
2. Ανακατεύουμε καλά και το αφήνουμε να κρυώσει.
3. Αποχύνουμε το υπερκείμενο διάλυμα σε άλλο δοχείο και πετάμε το ίζημα.

Γ. Προετοιμασία

Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες στο Γυμνάσιο και στο Λύκειο

Διάλυμα Α

1. Σε ένα ποτήρι βάζουμε 30 mL (6 κουταλάκια) διαλύματος βιταμίνης C. Προσθέτουμε 1,5 ml (30 σταγόνες) βάμμα ιωδίου 2% w/v (το ιώδιο αποχρωματίζεται).

Διάλυμα Β

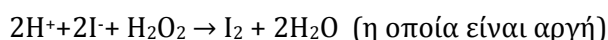
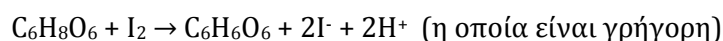
1. Σε ένα άλλο ποτήρι βάζουμε 15ml (3 κουταλάκια) από το διάλυμα H₂O₂ 3% w/v
2. Προσθέτουμε 1,5 ml (30 σταγόνες περίπου) διαλύματος αμύλου.

Δ. Επίδειξη

1. Ρίχνουμε το διάλυμα Α στο δοχείο που περιέχει το διάλυμα Β και αναδεύουμε.
2. Στην αρχή δεν παρατηρούμε καμιά αλλαγή. Μετά από λίγο χρόνο όμως (περίπου 25 sec) συμβαίνει μια απότομη αλλαγή στο χρώμα και το διάλυμα γίνεται σκούρο μπλε.

Ε. Εξήγηση

Όταν αναμειγνύουμε τα διαλύματα Α και Β πραγματοποιούνται δυο αντιδράσεις.



Όσο υπάρχει η βιταμίνη C το διάλυμα διατηρεί το αρχικό του χρώμα επειδή το ιώδιο μετατρέπεται σε ιωδιούχα ιόντα τα οποία το H₂O₂ τα μετατρέπει και πάλι σε ιώδιο. Όμως με την πάροδο του χρόνου η βιταμίνη C εξαντλείται και το ιώδιο που παραμένει στο διάλυμα σε συνδυασμό με τα ιωδιούχα ιόντα αντιδρά με το άμυλο και το διάλυμα χρωματίζεται μπλε.

Οι παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται ο χρόνος λειτουργίας του χημικού ρολογιού είναι η συγκέντρωση και η θερμοκρασία. Αν προσθέσουμε απιονισμένο νερό (10 mL κάθε φορά) μειώνεται η συγκέντρωση και ο χρόνος που εμφανίζεται το χρώμα αυξάνει. Το ίδιο συμβαίνει αν ψύξουμε τα διαλύματα. Αντίθετα ο χρόνος μειώνεται αν τα διαλύματα θερμανθούν.

Κανόνες ασφαλείας

- Τα διαλύματα ιωδίου είναι τοξικά σε περίπτωση κατάποσης. Σε επαφή με το δέρμα το βάφουν καφέ. Για να αποφύγετε τους λεκέδες φορέστε γάντια.
- Μπορείτε να απομακρύνετε τους λεκέδες ιωδίου αν ξεπλύνετε με διάλυμα βιταμίνης C.
- Το υπεροξείδιο του υδρογόνου 3% μπορεί να ερεθίσει τα μάτια.

Απόρριψη διαλυμάτων

Πριν την απόρριψη των διαλυμάτων με το σκούρο μπλε χρώμα, που προκύπτουν από την ύπαρξη του ελεύθερου ιωδίου, προσθέτουμε βιταμίνη C μέχρι να γίνει αποχρωματισμός και στη συνέχεια ξεπλύνουμε κάτω από τη βρύση με άφθονο νερό.

Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες στο Γυμνάσιο και στο Λύκειο

Σχόλια

1. Στόχος μας είναι να παρασκευάσουμε διάλυμα βιταμίνης C με περιεκτικότητα 1mg/mL. Αν διαθέτουμε δισκία με διαφορετική περιεκτικότητα σε βιταμίνη C χρησιμοποιούμε ανάλογη ποσότητα νερού.
2. Ένα κουταλάκι ισοδυναμεί με 5mL.
3. Ο αριθμός των σταγόνων ιωδίου που απαιτούνται για να αντιδράσει ολόκληρη η ποσότητα της βιταμίνης C εξαρτάται από το μέγεθος των σταγόνων. Γενικά 18-20 σταγόνες ισοδυναμούν με 1 mL. Για την αποφυγή σφαλμάτων πρέπει σε όλο το πείραμα να χρησιμοποιήσουμε το ίδιο σταγονόμετρο.

Βιβλιογραφία

Καστορίνης Α., Κωστάκη – Αποστολοπούλου Μ., Μπαρώνα – Μάμαλη Φ., Περάκη Β., Πιαλόγλου Π. (1998α). *Οδηγός Εργαστηριακών Ασκήσεων Βιολογίας Α' Λυκείου*. Εκδόσεις ΟΕΔΒ.

Καστορίνης Α., Κωστάκη – Αποστολοπούλου Μ., Μπαρώνα – Μάμαλη Φ., Περάκη Β., Πιαλόγλου Π. (1998β). *Βιολογία Α' Λυκείου*. Εκδόσεις ΟΕΔΒ.

Καψάλης, Α., Μπουρμπουχάκης, Ι.Ε., Περάκη, Β., Σαλαμαστράκης, Σ. (2010). *Βιολογία Β' Λυκείου*. ΟΕΔΒ.

Κουμαράς, Π. (2002). *Οδηγός για την πειραματική διδασκαλία της Φυσικής*. Εκδόσεις Χριστοδουλίδη.

Λιοδάκης, Σ., Γάκης, Δ., Θεοδωρόπουλος, Δ., Κάλλης, Α. (2011). *Χημεία Α' Λυκείου*. ΟΕΔΒ.

Μαυράκη, Ε., Γκούβρα, Μ., Καμπούρη, Α. (2011). *Βιολογία Α' Γυμνασίου*. ΟΕΔΒ.



Ο Σωτήρης Μανδηλιώτης είναι Γεωλόγος, εκπαιδευτικός Δ.Ε. Από το 2007 είναι υπεύθυνος του Ε.Κ.Φ.Ε. Σερρών, όπου ασχολείται με την εργαστηριακή διδασκαλία των φυσικών επιστημών δίνοντας έμφαση σε πειράματα με απλά μέσα. Είναι αντιπρόεδρος της Πανελληνίας Ένωσης Ε.Κ.Φ.Ε. Στα ενδιαφέροντά του εντάσσονται θέματα σχετικά με την ερασιτεχνική αστρονομία. Διαχειρίζεται τον ιστότοπο του Ε.Κ.Φ.Ε. Σερρών <http://ekfe.ser.sch.gr>.



Η Στυλιανή Χατζάρα είναι απόφοιτος του Τμήματος Χημείας και του Τμήματος Βιολογίας του Α.Π.Θ. Είναι κάτοχος Μεταπτυχιακού τίτλου του ΑΠΚΥ, στις «Επιστήμες της Αγωγής» με κατεύθυνση στη Διδακτική των Θετικών Επιστημών. Διδάσκει Χημεία και Βιολογία στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Τα ενδιαφέροντά της είναι η ένταξη της εργαστηριακής διδασκαλίας και της χρήσης των ΤΠΕ στη διδασκαλία των Θετικών Επιστημών και η ενσωμάτωση καινοτόμων δράσεων στη διδασκαλία. Διατηρεί τον ιστότοπο <http://blogs.sch.gr/chastel/>.