

ΧΗΜΙΚΟ ΡΟΛΟΙ ΙΩΔΙΟΥ

Μια βελτιωμένη εκδοχή πειραματικής μελέτης της επίδρασης της συγκέντρωσης στην ταχύτητα χημικής αντίδρασης

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ ΠΟΥ ΑΠΑΙΤΟΥΝΤΑΙ

Ογκομετρικός κύλινδρος 10 mL
Δοκιμαστικοί σωλήνες μεγάλοι
Στήριγμα δοκιμαστικών σωλήνων
Κωνική φιάλη 250 mL
2 Ποτήρια ζέσεως 250 mL
Ογκομετρικές φιάλες 250 mL, 1000 mL
Σιφόνιο 5 mL
Πουάρ
Χρονόμετρο
Πλαστικό μπουκάλι νερού 1,5 L
Πλαστικό μπουκάλι νερού 0,5 L
Ζυγός ακριβείας 0,01 g
Μεταδιθειώδες Κάλιο ($K_2S_2O_5$) υπάρχει στα καταστήματα γεωργικών εφοδίων, οινολογικά εργαστήρια κλπ.
Ιωδικό κάλιο (KIO_3)
Πυκνό θειικό οξύ (H_2SO_4)
Αιθανόλη

ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ**Διάλυμα Α: $K_2S_2O_5$ 0,003M.**

Σε ποτήρι ζέσης των 250 mL ζυγίζεται 1,00 g $K_2S_2O_5$ και προστίθεται απιοντισμένο νερό. Μεταγγίζεται η παραπάνω ποσότητα σε πλαστική φιάλη νερού όγκου 1,5 L. Προστίθενται με προσοχή 2,4 mL πυκνού H_2SO_4 (κάνοντας χρήση σιφονιού με πουάρ) και 7,5 mL αιθανόλης. Στη συνέχεια η φιάλη συμπληρώνεται με απιοντισμένο νερό (αφού πρώτα ξεπλυθεί το αρχικό ποτήρι με το νερό αυτό).

Διάλυμα Β. KIO_3 0,02 M.

Σε ποτήρι ζέσης των 250 mL ζυγίζεται 4,28 g KIO_3 και προστίθεται απιοντισμένο νερό. Μεταγγίζεται η παραπάνω ποσότητα σε ογκομετρική φιάλη 1000 mL (ή σε φιάλη νερού όγκου 1,0 L) και συμπληρώνεται με απιοντισμένο νερό (αφού πρώτα ξεπλυθεί το αρχικό ποτήρι με το νερό αυτό).

Διάλυμα αμύλου (Γ)

Σε κωνική φιάλη των 250 mL ζυγίζεται 2 g διαλυτού αμύλου, προστίθεται περίπου 50 mL απιοντισμένο νερό και θερμαίνεται μέχρι βρασμού υπό συνεχή ανάδευση (μέχρι να γίνει διαυγές). Στη συνέχεια ψύχεται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος με τη βοήθεια νερού βρύσης και προστίθενται περίπου άλλα 50 mL απιοντισμένο νερό.

Το διάλυμα αμύλου μπορεί να διατηρηθεί για αρκετό καιρό στο ψυγείο αλλά κάθε φορά που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί, μέρος αυτού πρέπει να θερμαίνεται μέχρι βρασμού (μπορεί να αραιωθεί και με μικρή ποσότητα απιοντισμένου νερού) και να ψύχεται όπως παραπάνω. Η ψύξη είναι απαραίτητη, όχι μόνο επειδή η θερμοκρασία επηρεάζει την ταχύτητα της αντίδρασης αλλά επιπλέον το σύμπλοκο δεν σχηματίζεται σε θερμοκρασία πάνω από 40 °C.



ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

Σε ένα στήριγμα δοκιμαστικών σωλήνων τοποθετούμε 4 μεγάλους δοκιμαστικούς σωλήνες τους οποίους και αριθμούμε. Προστίθεται σε όλους από 10 mL Διαλύματος Α και 1 mL Διαλύματος Γ.

Στη συνέχεια στον δοκιμαστικό σωλήνα Νο 1 προστίθενται 10 mL διαλύματος Β και μετράται ο χρόνος μέχρι να εμφανισθεί το μπλε χρώμα που οφείλεται στην επίδραση του Ιωδίου στο άμυλο.

Στο δοκιμαστικό σωλήνα Νο 2 προστίθενται 7,5 mL διαλύματος Β και 2,5 mL απιοντισμένο νερό και μετράται ο χρόνος μέχρι να εμφανισθεί το μπλε χρώμα.

Στο δοκιμαστικό σωλήνα Νο 3 προστίθενται 5 mL διαλύματος Β και 5 mL απιοντισμένο νερό και μετράται ο χρόνος μέχρι να εμφανισθεί το μπλε χρώμα.

Στο δοκιμαστικό σωλήνα Νο 4 προστίθενται 2,5 mL διαλύματος Β και 7,5 mL απιοντισμένο νερό και μετράται ο χρόνος μέχρι να εμφανισθεί το μπλε χρώμα.

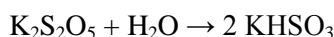
Συμπληρώνεται πίνακας με τα πειραματικά δεδομένα ως εξής:

Διάλυμα Α (mL)	Διάλυμα Γ (mL)	Διάλυμα Β (mL)	Απιοντισμένο νερό (mL)	Χρόνος για εμφάνιση χρώματος (s)
10	1	10	0	
10	1	7,5	2,5	
10	1	5,0	5,0	
10	1	2,5	7,5	

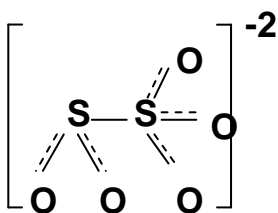
Το πείραμα δείχνει την επίδραση της συγκέντρωσης του διαλύματος του KIO_3 (διάλυμα Β) στην ταχύτητα της αντίδρασης, δηλαδή στο χρόνο που απαιτείται μέχρι να εμφανισθεί το μπλε χρώμα στο διάλυμα.

ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΥ

Το μεταδιθειώδες κάλιο μέσα στο υδατικό διάλυμα βρίσκεται με τη μορφή που περιγράφεται από την αντίδραση:

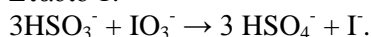


Ο ηλεκτρονιακός τύπος του μεταδιθειώδους δισθενούς ανιόντος είναι ο ακόλουθος:



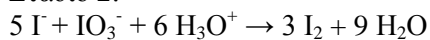
Η αντίδραση μπορεί να περιγραφεί συνοπτικά με τον εξής μηχανισμό:

Στάδιο 1:



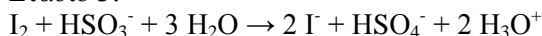
Αυτό είναι αργό στάδιο που καθορίζει (μαζί με το στάδιο 2) την ταχύτητα της αντίδρασης.

Στάδιο 2:



Η περίσσεια των IO_3^- θα οξειδώσει τα I^- σε I_2 . Αυτό είναι επίσης ένα αργό στάδιο που επηρεάζει την ταχύτητα της αντίδρασης.

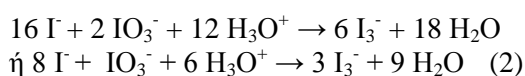
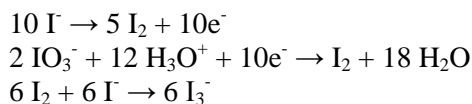
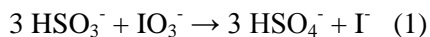
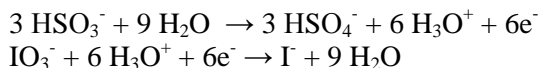
Στάδιο 3:



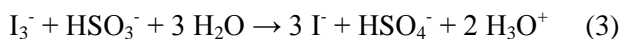
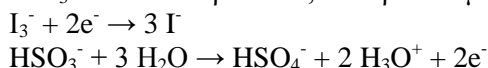
Το ιώδιο ανάγεται αμέσως σε ιωδιούχα από το HSO_3^- οπότε μόνο όταν καταναλωθεί πλήρως αυτό, θα πάρουμε το σκούρο μπλε χρώμα του συμπλόκου αμύλου-Ιωδίου.

Το χρώμα είναι ορατό, όταν η συγκέντρωση του Ιωδίου (I_2 , iodine) είναι πάνω από 10^{-5} mol/L

Αναλυτικότερα έχουμε:



Το I_3^- που ελευθερώνεται, «ακαριαία» μετατρέπεται από τα HSO_3^- σε I^-



Αυτή είναι μια «ακαριαία» αντίδραση. Το μπλε χρώμα του συμπλόκου εμφανίζεται μετά την ολική κατανάλωση του HSO_3^- γιατί δεν μπορεί η αναγωγή του I_2 να γίνει περαιτέρω.

I_3^- + άμυλο \rightarrow μπλε σύμπλοκο (ταχεία αντίδραση)

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το μπλε χρώμα του συμπλόκου δεν οφείλεται στη σύνδεση Ιωδίου-αμύλου αλλά στη σύνδεση τρι-ιωδίου με το άμυλο, δεδομένου ότι η διαλυτότητα του ιωδίου (I_2) στο νερό είναι πολύ μικρή. Ο συνδυασμός των δύο αργών αντιδράσεων (Στάδιο 1 και 2) με διαφορετικές μεταξύ τους ταχύτητες, περιπλέκει την κινητική αυτής της αντίδρασης. Να σημειωθεί ότι το I^- δεν καταναλώνεται πλήρως από την αντίδραση με τα ιωδικά όταν εμφανίζεται η αλλαγή χρώματος λόγω του συμπλόκου.

Παρ' όλο το περίπλοκο της κινητικής της αντίδρασης, η άσκηση παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον για τους μαθητές και καταδεικνύει παραστατικά την εξάρτηση της ταχύτητας μιας αντίδρασης από τη συγκέντρωση των αντιδρώντων ουσιών. Η ξαφνική εμφάνιση του σκούρου μπλε χρώματος μέσα σε ένα άχρωμο διάλυμα είναι εντυπωσιακή. Πιστεύουμε πως η πλήρης κινητική ερμηνεία δεν αντιστοιχεί στο γνωστικό επίπεδο των μαθητών της Β Λυκείου, βοηθάει όμως τους διδάσκοντες για την πληρέστερη κατανόηση του φαινομένου.

Η προτεινόμενη μέθοδος πιστεύουμε πως διευκολύνει τον διδάσκοντα, επειδή τα διαλύματα μπορούν να παρασκευασθούν εκ των προτέρων με σχετικά απλά υλικά και να αποθηκευθούν για αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα (τουλάχιστον 3-4 μηνών). Δίνονται συγκεκριμένες οδηγίες για την οξίνιση του αναγωγικού διαλύματος (γεγονός που απουσιάζει από την πρόταση του εργαστηριακού οδηγού). Σημειώνεται ότι η οξίνιση παίζει μεγάλο ρόλο στη σταθερότητα του διαλύματος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] G. B. Kauffman and C. R. Hall, *Journal of Chemical Education* 74 (1997) 616.
 [2] R. S. Mitchell, *Journal of Chemical Education* 73 (1996) 783.
 [3] http://en.wikipedia.org/wiki/Iodine_clock_reaction