

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΝΟΜΟΥ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ

Θα προσδιορίσουμε πειραματικά το νόμο της ταχύτητας για την αντίδραση:  $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) + 2\text{I}^-(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{I}_2(\text{aq})$  (1)  
Το μοριακό ιώδιο είναι γνωστό για το χαρακτηριστικό μπλε (ή μαύρο, σε μεγαλύτερη συγκέντρωση) χρώμα που σχηματίζει με αραιό διάλυμα αμύλου (δείκτης αμύλου).

Εδώ, προκειμένου να μετρήσουμε το παραγόμενο ιώδιο, επιλέγουμε να το καταναλώσουμε χρησιμοποιώντας μια εξαιρετικά γρήγορη αντίδρασή του, μεθειοθειϊκά ανιόντα:  $\text{I}_2(\text{aq}) + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq}) \rightarrow 2\text{I}^-(\text{aq}) + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}(\text{aq})$  (2)

Γνωρίζοντας την αρχική ποσότητα των  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  που προσθέσαμε και μετρώντας το χρονικό διάστημα ( $\Delta t$ ) που απαιτείται για την κατανάλωσή τους (χρονομετρώντας μέχρι την εμφάνιση **μπλε χρώματος**), μπορούμε να υπολογίσουμε το ρυθμό κατανάλωσης των  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  άρα και το ρυθμό παραγωγής του ιωδίου, επομένως την ταχύτητα της αντίδρασης, αφού ισχύει:

$$V = \frac{\Delta[\text{I}_2]}{\Delta t} = -\frac{1}{2} \frac{\Delta[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]}{\Delta t}$$

Στη συνέχεια, με την επεξεργασία των πειραματικών μας δεδομένων μπορούμε να προσδιορίσουμε το νόμο της ταχύτητας για την αντίδραση (1), έχοντας υπόψη ότι η ταχύτητα είναι ανεξάρτητη της συγκέντρωσης  $\text{H}^+$  και έχει τη γενική μορφή:

$$V = k \cdot [\text{H}_2\text{O}_2]^x \cdot [\text{I}^-]^y$$

όπου  $x$  και  $y$  **ακέραιοι** αριθμοί, τους οποίους θα προσδιορίσουμε πειραματικά.

### ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Θα εκτελέσουμε τρία πειράματα για τον προσδιορισμό της ταχύτητας της αντίδρασης (1), χρησιμοποιώντας διαφορετικές συγκεντρώσεις  $\text{H}_2\text{O}_2$  και  $\text{I}^-$  σε κάθε πείραμα.

#### Βήμα 1ο – προετοιμασία πειραμάτων

Αριθμούμε με μαρκαδόρο τρία ποτήρια ζέσεως των 250 mL και προσθέτουμε στο καθένα δείκτη αμύλου, την ποσότητα απεσταγμένου νερού και διαλύματος  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (1M), όπως δείχνει ο πίνακας που ακολουθεί.

| ποτήρι | Δείκτης αμύλου<br>(σταγόνες) | $\text{H}_2\text{O}$<br>(mL) | δ. $\text{H}_2\text{SO}_4$ 1M<br>(mL) |
|--------|------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| 1      | 10                           | 60                           | 10                                    |
| 2      | 10                           | 50                           | 10                                    |
| 3      | 10                           | 50                           | 10                                    |

- Σημείωση: Σχηματίστε πρώτα το μίγμα νερού – οξέος στον ογκομετρικό κύλινδρο των 100mL και μετά προσθέστε το προσεκτικά στο ποτήρι, χωρίς να αναπηδούν σταγόνες στα τοιχώματα του ποτηριού.

#### Βήμα 2ο – προετοιμασία πειραμάτων

Προσθέστε στα τρία ποτήρια κατά σειρά:

- διάλυμα ιωδιούχου καλίου (KI – 0,1 M).
- διάλυμαθειϊκού νατρίου ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , - 0,01 M).

| ποτήρι | δ. KI 0,1 M<br>(mL) | δ. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,01M<br>(mL) |
|--------|---------------------|----------------------------------------------------|
| 1      | 10                  | 10                                                 |
| 2      | 10                  | 10                                                 |
| 3      | 20                  | 10                                                 |

#### Βήμα 3ο– τελική προετοιμασία 1ου πειράματος

- Προσθέστε **10 mL διαλύματος  $\text{H}_2\text{O}_2$  (0,1 M)** σε ογκομετρικό κύλινδρο.
- Ετοιμάστε το χρονόμετρο.
- Τοποθετήστε το ποτήρι No.1 σε άσπρο χαρτί και αναδεύστε το περιεχόμενο με γυάλινη ράβδο προσέχοντας να μην εκτινάσσονται σταγόνες στα τοιχώματα του ποτηριού.

#### Βήμα 4ο – εκτέλεση 1ου πειράματος

- Αδειάστε με μια κίνηση το περιεχόμενο του ογκομετρικού κυλίνδρου στο ποτήρι και **αρχίστε αμέσως τη μέτρηση του χρόνου**.
- Αναδεύετε απαλά το διάλυμα με τη γυάλινη ράβδο κάθε 30 sec.
- Παρατηρείτε **συνεχώς** το ποτήρι για την εμφάνιση μπλε χρώματος.
- Μόλις εμφανιστεί το πρώτο μπλε χρώμα **σταματήστε αμέσως το χρονόμετρο** και καταγράψτε το χρόνο.

## Βήμα 5ο – τελική προετοιμασία και εκτέλεση του 2ου πειράματος

- Προσθέστε **20 mL διαλύματος  $H_2O_2$  (0,1 M)** σε ογκομετρικό κύλινδρο.
- Ετοιμάστε το χρονόμετρο.

Εργασθείτε στη συνέχεια όπως και στο προηγούμενο πείραμα προσθέτοντας το περιεχόμενο του ογκομετρικού κυλίνδρου στο ποτήρι και καταγράφοντας το χρόνο που απαιτείται για την εμφάνιση του πρώτου μπλε χρώματος.

## Βήμα 6ο– τελική προετοιμασία και εκτέλεση του 3ου πειράματος

- Προσθέστε **10 mL διαλύματος  $\text{H}_2\text{O}_2$  (0,1 M)** σε ογκομετρικό κύλινδρο.
- Ετοιμάστε το χρονόμετρο.
- Εργασθείτε στη συνέχεια όπως και στα προηγούμενα πειράματα προσθέτοντας το περιεχόμενο του ογκομετρικού κυλίνδρου στο ποτήρι και καταγράφοντας το χρόνο που απαιτείται για την εμφάνιση του πρώτου μπλε χρώματος.

## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ONOMA: ..... OMAAA: .....

## ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

| ΠΕΙΡΑΜΑ<br>α/α | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1M<br>(mL) | KI 0,1M<br>(mL) | H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 0,1M<br>(mL) | Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,1M<br>(mL) | H <sub>2</sub> O<br>(mL) | ΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ<br>(mL) |
|----------------|-------------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------|
| 1              | 10                                        | 10              | 10                                         | 10                                                         | 60                       | 100                  |
| 2              | 10                                        | 10              | 20                                         | 10                                                         | 50                       | 100                  |
| 3              | 10                                        | 20              | 10                                         | 10                                                         | 50                       | 100                  |

Από τα παραπάνω πειραματικά δεδομένα για το διάλυμα της αντίδρασης κάθε πειράματος και μετά την εκτέλεση των τριών πειραμάτων, συμπληρώστε το παρακάτω πίνακα:

| ΠΕΙΡΑΜΑ<br>α/α | [I <sup>-</sup> ]<br>M | [H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ]<br>M | Δ[S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup> ]<br>M | Δt | 1/Δt | - Δ[S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup> ]/Δt<br>M.s <sup>-1</sup> | V<br>M.s <sup>-1</sup> |
|----------------|------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------|----|------|---------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 1              |                        |                                       |                                                      |    |      |                                                                           |                        |
| 2              |                        |                                       |                                                      |    |      |                                                                           |                        |
| 3              |                        |                                       |                                                      |    |      |                                                                           |                        |

Τώρα, εφαρμόζοντας την μέθοδο των «αρχικών συγκεντρώσεων», προσδιορίστε το νόμο της ταχύτητας της αντίδρασης:  $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) + 2\text{I}^-(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{I}_2(\text{aq})$ .

[illegible]

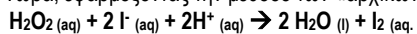
### ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

| ΠΕΙΡΑΜΑ<br>α/α | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1M<br>(mL) | KI 0,1M<br>(mL) | H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 0,1M<br>(mL) | Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,1M<br>(mL) | H <sub>2</sub> O<br>(mL) | ΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ<br>(mL) |
|----------------|-------------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------|
| 1              | 10                                        | 10              | 10                                         | 10                                                         | 60                       | 100                  |
| 2              | 10                                        | 10              | 20                                         | 10                                                         | 50                       | 100                  |
| 3              | 10                                        | 20              | 10                                         | 10                                                         | 50                       | 100                  |

Από τα παραπάνω πειραματικά δεδομένα για το διάλυμα της αντίδρασης κάθε πειράματος και μετά την εκτέλεση των τριών πειραμάτων, συμπληρώστε το παρακάτω πίνακα:

| ΠΕΙΡΑΜΑ<br>α/α | [I <sup>-</sup> ]<br>M | [H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ]<br>M | Δ[S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup> ]<br>M | Δt  | 1/Δt  | - Δ[S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup> ]/Δt<br>M.s <sup>-1</sup> | V<br>M.s <sup>-1</sup> |
|----------------|------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------|-----|-------|---------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 1              | 0,01                   | 0,01                                  | 0-0,001=-0,001                                       | 252 | 0,004 | 4.10 <sup>-6</sup>                                                        | 2.10 <sup>-6</sup>     |
| 2              | 0,01                   | 0,02                                  | 0-0,001=-0,001                                       | 126 | 0,008 | 8.10 <sup>-6</sup>                                                        | 4.10 <sup>-6</sup>     |
| 3              | 0,02                   | 0,01                                  | 0-0,001=-0,001                                       | 130 | 0,008 | 8.10 <sup>-6</sup>                                                        | 4.10 <sup>-6</sup>     |

Τώρα, εφαρμόζοντας την μέθοδο των «αρχικών συγκεντρώσεων», προσδιορίστε το νόμο της ταχύτητας της αντίδρασης:



Με αντικατάσταση στο νόμο της ταχύτητας:  $v = k \cdot [\text{H}_2\text{O}_2]^x \cdot [\text{I}^-]^y$ ,

από πειρ. 1:  $2 \cdot 10^{-6} = k \cdot 0,01^x \cdot 0,01^y$   
από πειρ. 2:  $4 \cdot 10^{-6} = k \cdot 0,02^x \cdot 0,01^y$   $x=1$

από πειρ. 1:  $2 \cdot 10^{-6} = k \cdot 0,01^x \cdot 0,01^y$   
από πειρ. 3:  $4 \cdot 10^{-6} = k \cdot 0,01^x \cdot 0,02^y$   $y=1$

άρα ο νόμος της ταχύτητας είναι:  $v = k \cdot [\text{H}_2\text{O}_2] \cdot [\text{I}^-]$

Επιμέλεια: Π. Αρβανίτης