

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΗΣ ΔΙΑΣΠΑΣΗΣ ΤΟΥ H_2O_2

-ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗ-

A. Διδακτικοί στόχοι

Στο τέλος του μαθήματος οι μαθητές θα:

1. έχουν γνωρίσει μια ετερογενή και μια ομογενή καταλυτική αντίδραση.
2. έχουν διαπιστώσει πειραματικά την εξάρτηση της ταχύτητας από τη:
 - συγκέντρωση.
 - ποσότητα του καταλύτη.
 - φύση του καταλύτη.
3. μπορούν να συνδέουν τη μεταβολή της ενέργειας ενεργοποίησης με τη προθήκη ενός καταλύτη.
4. συνδέουν το μηχανισμό της αντίδρασης με το νόμο της ταχύτητας.

B. Προαπαιτούμενες γνώσεις

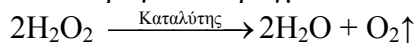
1. Ορισμός της ταχύτητας αντίδρασης.
2. Καμπύλη αντίδρασης $c=f(t)$.
3. Η επίδραση του καταλύτη στην ταχύτητα μιας αντίδρασης.
4. Νόμος της ταχύτητας.

Γ. Απαιτούμενα όργανα και αντιδραστήρια

- | | |
|---------------------------------------|---|
| 5. 13mL διαλύματος H_2O_2 30%w/v | 12. Ογκομετρικοί κύλινδροι των 10 και 50mL. |
| 6. 13g MnO_2 | 13. Σιφόνιο. |
| 7. 2g KI | 14. Σπάτουλα ή ένα μικρό κουτάλι. |
| 8. Απιονισμένο νερό | 15. Ογκομετρικές φιάλες. |
| 9. Σφαιρική ή κωνική φιάλη των 250mL. | 16. Ποτήρι ζέσεως. |
| 10. Αισθητήρας πίεσης – MultiLog | 17. Ζυγός |
| 11. Ηλεκτρονικός υπολογιστής. | 18. Πουάρ |

Δ. Θεωρητικό μέρος

Η διάσπαση του υπεροξειδίου του υδρογόνου πραγματοποιείται σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



Ως καταλύτης θα χρησιμοποιηθεί MnO_2 (ετερογενής κατάλυση) ή KI (ομογενής κατάλυση).

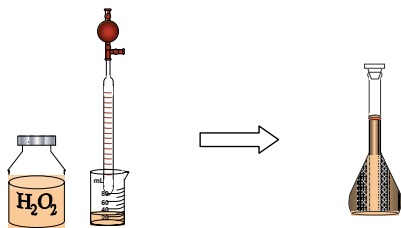
Αν η αντίδραση πραγματοποιηθεί σε κλειστό δοχείο σταθερού όγκου, τότε το παραγόμενο O_2 αυξάνει την ολική πίεση του δοχείου γιατί:

$$P_{\text{ολική}} = P_{\text{ατμοσφαιρική}} + P_{O_2}$$

Άρα χρησιμοποιώντας τον αισθητήρα πίεσης η γραφική παράσταση της ολικής πίεσης ως προς το χρόνο μπορεί να περιγράψει την ταχύτητα της παραπάνω αντίδρασης.

E. Προετοιμασία απαιτούμενων αντιδραστηρίων και πειραματικής διάταξης για το κύριο μέρος του πειράματος

I. Διάλυμα H_2O_2 3%w/v



Τοποθετούμε, με τη βοήθεια σιφονίου και πουάρ, 10mL διαλύματος H_2O_2 30%w/v σε ογκομετρική φιάλη των 100mL. Κατόπιν συμπληρώνουμε με απιονισμένο νερό μέχρι τη χαραγή.

II. Διάλυμα H_2O_2 0,6%w/v

Τοποθετούμε, με τη βοήθεια σιφονίου και πουάρ, 2mL διαλύματος H_2O_2 30%w/v σε ογκομετρική φιάλη των 100mL. Κατόπιν συμπληρώνουμε με απιονισμένο νερό μέχρι τη χαραγή.

III. Διάλυμα H_2O_2 0,3%w/v

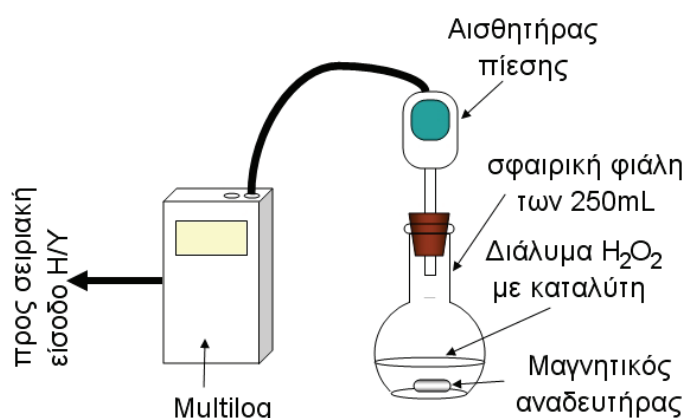
Τοποθετούμε, με τη βοήθεια σιφονίου και πουάρ, 1mL διαλύματος H_2O_2 30%w/v σε ογκομετρική φιάλη των 100mL. Κατόπιν συμπληρώνουμε με απιονισμένο νερό μέχρι τη χαραγή.

IV. Διάλυμα KI

Σε ποτήρι ζέσεως που περιέχει 25 mL νερό διαλύουμε 2g KI.

V. Πειραματική διάταξη

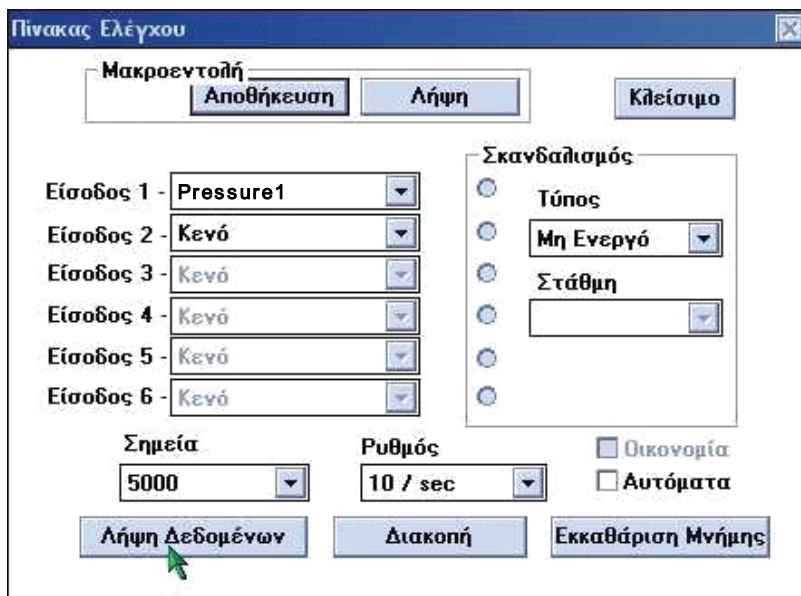
1. Συνδέουμε τον αισθητήρα πίεσης στο στόμιο της φιάλης με τη βοήθεια πώματος κατάλληλου μεγέθους (εικόνα 1).
2. Προσθέτουμε μέσα στη φιάλη ένα μαγνητάκι και τοποθετούμε τη φιάλη επάνω στο μαγνητικό αναδευτήρα.
3. Συνδέουμε τον αισθητήρα στην πρώτη είσοδο του Multi-Log και το τελευταίο στην σειριακή είσοδο του Η/Υ.
4. Ανοίγουμε το MultiLog και στον Η/Υ το πρόγραμμα DB-Lab.exe.



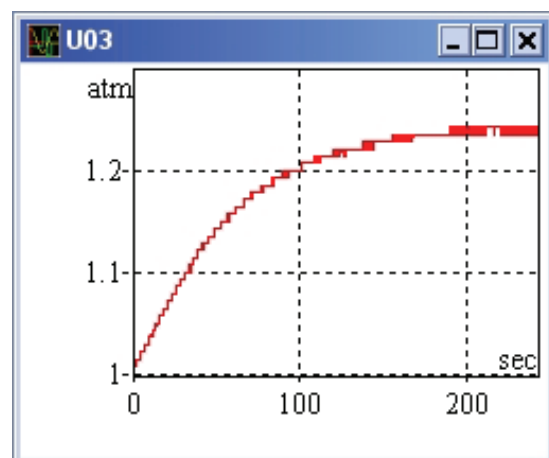
Εικόνα 1

ΣΤ. Πειραματικό μέρος**I. Επίδραση της συγκέντρωσης των αντιδρώντων στην ταχύτητα**

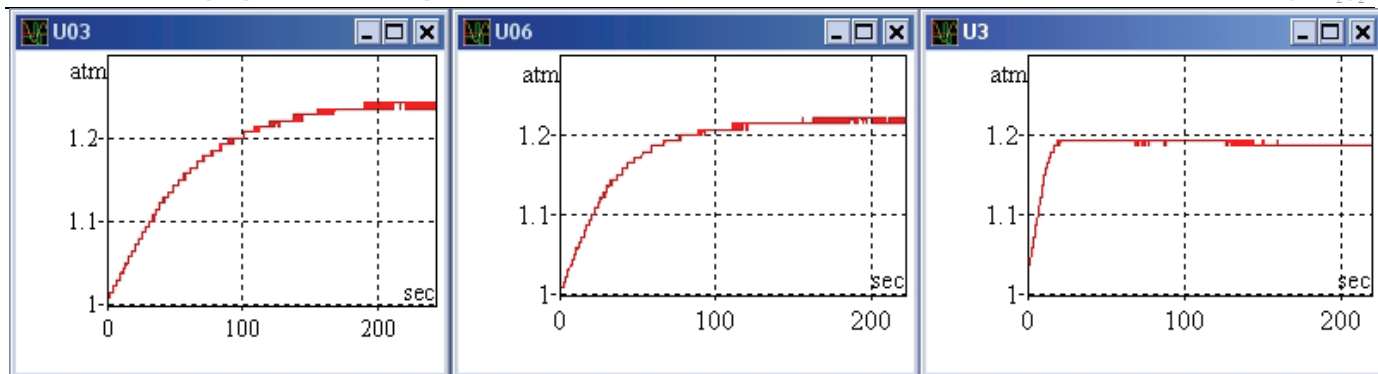
1. Στο μενού **Καταγραφέας** επιλέγουμε **Πίνακας Ελέγχου** και στην **Είσοδο 1** επιλέγουμε **Pressure1** (εικόνα 2).
2. Στην επιλογή **Σημεία** επιλέγουμε **5000** και στο **Ρυθμό** επιλέγουμε **10/sec**.
3. Ανοίγουμε το πώμα της κωνικής φιάλης και τοποθετούμε μέσα σε αυτή 1g MnO_2 και κατόπιν 50mL διαλύματος H_2O_2 0,3%w/v. Κλείνουμε γρήγορα το πώμα και πατάμε αριστερό κλικ στο κουμπί **Λήψη Δεδομένων** (εικόνα 2).

**Εικόνα 2**

4. Στο διάγραμμα που εμφανίζεται παριστάνεται η ολική πίεση του δοχείου $P_{ολ}$ συναρτήσει του χρόνου. (εικόνα 3).
5. Πατάμε το κουμπί **Διακοπή** όταν θεωρούμε ότι έχουν ληφθεί αρκετά σημεία μετά το τέλος της αντίδρασης.
6. Στο μενού **Αρχείο** επιλέγουμε **Αποθήκευση** ως, πληκτρολογούμε το όνομα με το οποίο θέλουμε να αποθηκευτεί το πείραμα π.χ. U03.smp και πατάμε **OK**.
7. Στο μενού **Αρχείο** επιλέγουμε **Κλείσιμο**.

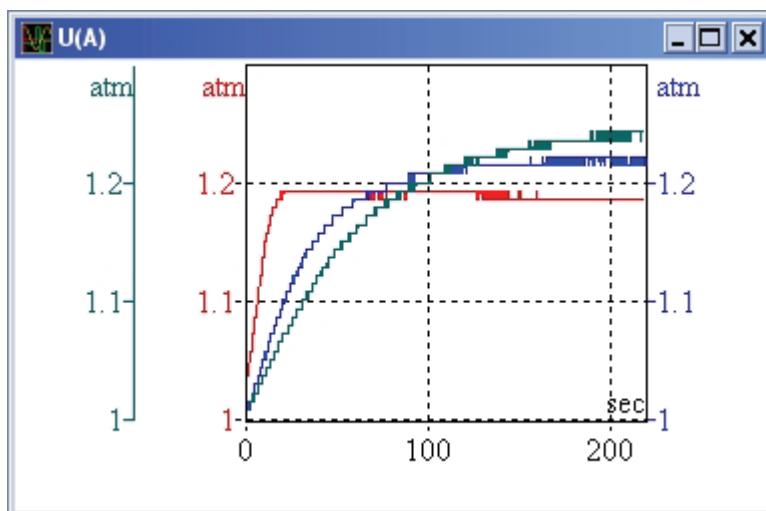
**Εικόνα 3**

8. Επαναλαμβάνουμε τα στάδια 3–5 με 25mL διαλύματος H_2O_2 0,6%w/v και την ίδια ποσότητα MnO_2 .
9. Στο μενού **Αρχείο** επιλέγουμε **Αποθήκευση** ως, πληκτρολογούμε το όνομα με το οποίο θέλουμε να αποθηκευτεί το πείραμα π.χ. U06.smp και πατάμε **OK**
10. Επαναλαμβάνουμε τα στάδια 3–5 με 5mL διαλύματος H_2O_2 3%w/v και την ίδια ποσότητα MnO_2 .
11. Στο μενού **Αρχείο** επιλέγουμε **Αποθήκευση** ως, πληκτρολογούμε το όνομα με το οποίο θέλουμε να αποθηκευτεί το πείραμα π.χ. U3.smp και πατάμε **OK**
12. Χωρίς να κλείσουμε το αρχείο U3.smp επιλέγουμε **Αρχείο** και κατόπιν **Άνοιγμα** και ανοίγουμε το αρχείο U06.smp. Με τον ίδιο τρόπο ανοίγουμε και το αρχείο U03.smp (Εικόνα 4).



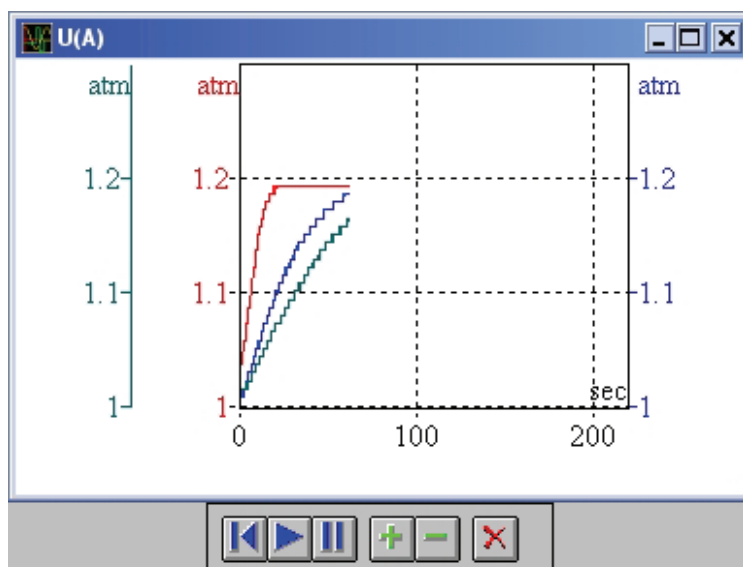
Εικόνα 4

13. Πατάμε κλικ επάνω στο διάγραμμα του αρχείου U06 ώστε να ενεργοποιηθεί και κατόπιν πατάμε **Επεξεργασία** και **Αντιγραφή**.
14. Πατάμε κλικ επάνω στο διάγραμμα του αρχείου U3 ώστε να ενεργοποιηθεί και κατόπιν πατάμε **Επεξεργασία** και **Επικόλληση**.
15. Με τον ίδιο τρόπο προσθέτουμε και το διάγραμμα U03 στο διάγραμμα U3.



Εικόνα 5

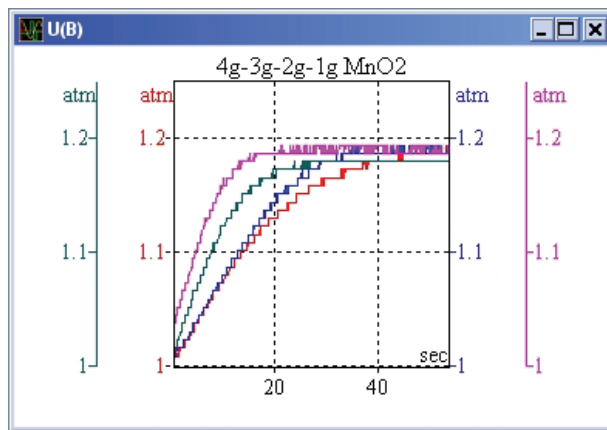
16. Αποθηκεύουμε το διάγραμμα που εμφανίστηκε (Εικόνα 5) από το μενού **Αρχείο** και επιλέγοντας **Αποθήκευση** ως διαλέγοντας ως όνομα αρχείου U(A). Αν το πρόγραμμα μας ρωτήσει αν επιθυμούμε να γίνει αποθήκευση μόνο των ορατών δεδομένων πατάμε **Ναι**.
17. Στο μενού **Αρχείο** επιλέγουμε **Κλείσιμο**.
18. Αν επιθυμούμε, μπορούμε να προβάλουμε ξανά το πείραμα στο ίδιο ή σε επόμενο μάθημα με τη δυνατότητα προσομοίωσης εκτέλεσης που μας δίνει το πρόγραμμα DB-Lab. Αυτό γίνεται επιλέγοντας από το μενού **Προβολή** και κατόπιν **Προσομοίωση Εκτέλεσης** (Εικόνα 6).



Εικόνα 6

II. Επίδραση της ποσότητας του καταλύτη MnO₂ στην ταχύτητα.

- 19. Επαναλαμβάνουμε τα στάδια 1-5 με 25mL διαλύματος H₂O₂ 0,6%w/v χρησιμοποιώντας διαφορετικές ποσότητες καταλύτη MnO₂. Π.χ. 1g, 2g, 3g και 4g καταλύτη.
- 20. Αποθηκεύουμε τα διαγράμματα και τα επικολλούμε όλα σε ένα συνολικό επαναλαμβάνοντας τα βήματα 13,14.

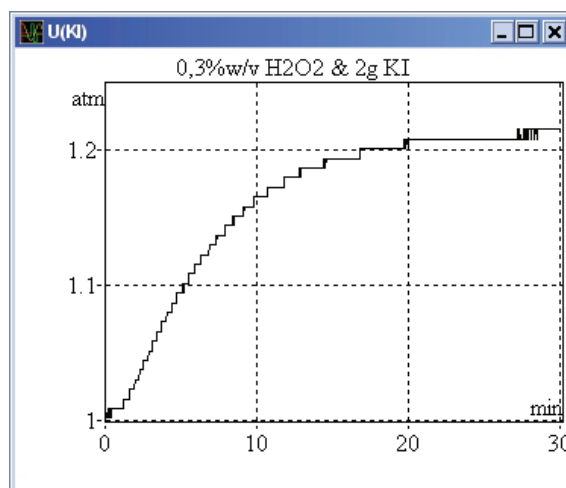


Εικόνα 7

- 21. Το συνολικό διάγραμμα που λαμβάνουμε θα έχει τη μορφή της Εικόνας 7. Το αποθηκεύουμε με το όνομα U(B) και αν επιθυμούμε το προβάλλουμε ξανά επαναλαμβάνοντας το βήμα 18.

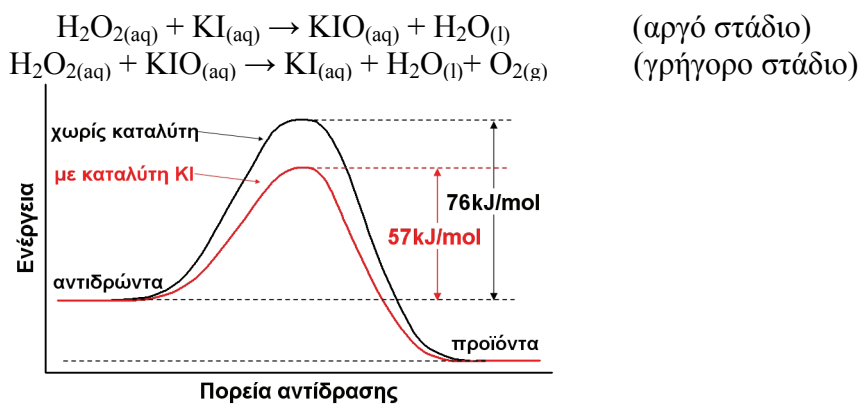
III. Επίδραση της φύσης του καταλύτη στην ταχύτητα

- 22. Στον πίνακα ελέγχου επιλέγουμε **Είσοδος 1: pressure1**, **Σημεία: 5000** και **Ρυθμός: 1/sec**.
- 23. Επαναλαμβάνουμε τα στάδια 3-5 τοποθετώντας στη φιάλη 25mL H₂O₂ 0,6%w/v και το διάλυμα του KI.
- 24. Το διάγραμμα που λαμβάνουμε έχει τη μορφή της Εικόνας 8. Το αποθηκεύουμε με το όνομα U(KI) και αν επιθυμούμε το προβάλλουμε ξανά επαναλαμβάνοντας το βήμα 18.



Εικόνα 8

- 25. Όση ώρα περιμένουμε την τελευταία μέτρηση μπορεί να γίνει συζήτηση και να διατυπωθούν ερωτήσεις στους μαθητές π.χ. επάνω στο μηχανισμό της αντίδρασης και στο ενεργειακό διάγραμμα.



Εικόνα 9

Παπαδημητρόπουλος Νικόλαος - Χημικός M.Sc.
Συνεργάτης στο ΕΚΦΕ ΝΙΚΑΙΑΣ

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΗΣ ΔΙΑΣΠΑΣΗΣ ΤΟΥ H₂O₂

-ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΜΑΘΗΤΗ-

Όνομα..... Τμήμα.....

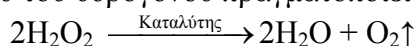
A. Διδακτικοί στόχοι

Στο τέλος του μαθήματος θα:

1. έχεις γνωρίσει μια ετερογενή και μια ομογενή καταλυτική αντίδραση.
2. έχεις διαπιστώσει πειραματικά την εξάρτηση της ταχύτητας από τη:
 - συγκέντρωση.
 - ποσότητα του καταλύτη.
 - φύση του καταλύτη.
3. μπορείς να συνδέεις τη μεταβολής της ενέργειας ενεργοποίησης με τη προθήκη ενός καταλύτη.
4. συνδέεις το μηχανισμό της αντίδρασης με το νόμο της ταχύτητας.

B. Θεωρητικό μέρος

Η διάσπαση του υπεροξειδίου του υδρογόνου πραγματοποιείται σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:

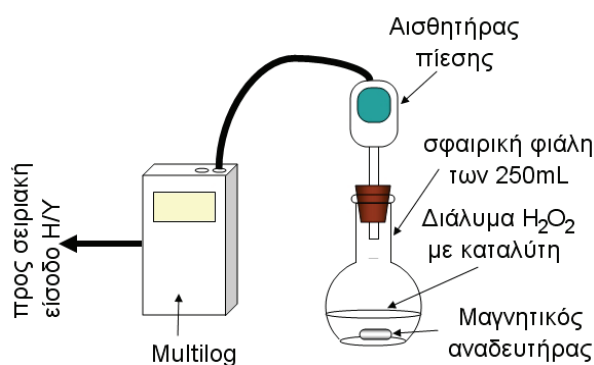


Ως καταλύτης θα χρησιμοποιηθεί MnO₂ ή KI.

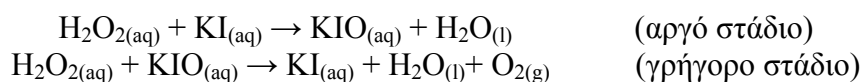
Αν η αντίδραση πραγματοποιηθεί σε κλειστό δοχείο σταθερού όγκου, τότε το παραγόμενο O₂ αυξάνει την ολική πίεση του δοχείου γιατί:

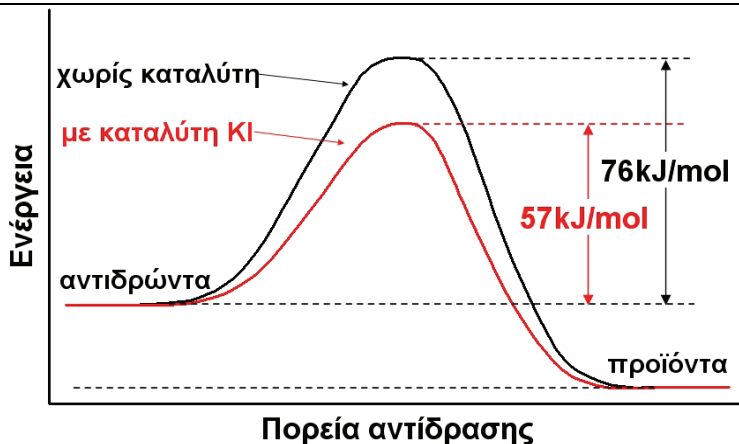
$$P_{\text{ολική}} = P_{\text{ατμοσφαιρική}} + P_{\text{O}_2}$$

Άρα χρησιμοποιώντας τον αισθητήρα πίεσης η γραφική παράσταση της ολικής πίεσης ως προς το χρόνο μπορεί να περιγράψει την ταχύτητα της παραπάνω αντίδρασης.

Γ. Πειραματική διάταξη

Εικόνα 1

Δ. Μηχανισμός της αντίδρασης με καταλύτη KI.



ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

- Στο διάγραμμα πίεσης-χρόνου, η ταχύτητα της αντίδρασης είναι ανάλογη:
 - της τελικής τιμής της πίεσης.
 - της αρχικής τιμής της πίεσης.
 - της κλίσης της καμπύλης.
- Τι προκάλεσε στην ταχύτητα της αντίδρασης η αύξηση της συγκέντρωσης του H_2O_2 από 0,3%w/v σε 0,6%w/v και κατόπιν σε 3%w/v;

.....
 - Για κάθε μια από τις συγκεντρώσεις που χρησιμοποιήσαμε, σε ποια χρονική στιγμή έχει τελειώσει πρακτικά η αντίδραση;

.....
- Τι έπαθε η ταχύτητα της αντίδρασης όταν αυξήθηκε η ποσότητα του καταλύτη;

.....
 - Σε ποια χρονική στιγμή τελειώνει πρακτικά κάθε φορά η αντίδραση;

.....
- Η αντίδραση με καταλύτη MnO_2 ανήκει στη κατηγορία της ετερογενούς ή της ομογενούς κατάλυσης;

.....
 - Η αντίδραση με καταλύτη KI ανήκει στη κατηγορία της ετερογενούς ή της ομογενούς κατάλυσης;

.....
- Ποια είναι η τιμή της ενέργειας ενεργοποίησης της αντίδρασης χωρίς καταλύτη;

.....

β. Ποια είναι η τιμή της ενέργειας ενεργοποίησης της αντίδρασης με καταλύτη KI;

γ. Η τιμή της ενέργεια ενεργοποίησης της αντίδρασης με καταλύτη MnO_2 είναι (επιλέξτε):

- i. μεγαλύτερη από 76kJ/mol
- ii. 76kJ/mol
- iii. μεταξύ 76kJ/mol και 57kJ/mol
- iv. 57kJ/mol
- v. μικρότερη από 57kJ/mol

δ. Η αντίδραση είναι ενδόθερμη ή εξώθερμη;

ε. Όταν προσθέτουμε καταλύτη αλλάζει η ενθαλπία της αντίδρασης; Εξηγήστε.

6. Ποιος είναι ο νόμος της ταχύτητας της αντίδρασης $2H_2O_2 \xrightarrow{KI} 2H_2O + O_2\uparrow$ και ποια η τάξη της ως προς το H_2O_2 ;

7. α. Σε ποια χρονική στιγμή τελείωσε η αντίδραση χρησιμοποιώντας καταλύτη KI.

β. Ποιος καταλύτης κάνει την αντίδραση πιο γρήγορη;

**Παπαδημητρόπουλος Νικόλαος - Χημικός M.Sc.
Συνεργάτης στο ΕΚΦΕ ΝΙΚΑΙΑΣ**