

**ΣΕΝΑΡΙΟ**  
**ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ**  
**ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΜΕΘΟΔΩΝ Τ.Π.Ε.**  
*στη Χημική Ισορροπία και στη Χημική Κινητική*  
*(Χημεία Β΄ Λυκείου, Θετική Κατεύθυνση)*

**Ιωάννης Γράψας, Δρ. Χημικός**  
**Πειραματικό ΓΕΛ Ευαγγελικής Σχολής Σμύρνης**

**Γενικές αρχές και σκοπιμότητα:**

Η διδασκαλία εννοιών χημικής κινητικής και χημικής ισορροπίας στη Β΄ Λυκείου έρχεται να επιδιώξει εμβάθυνση σε θέματα Χημείας που θίγονται ήδη από τις αρχές της διδασκαλίας της Χημείας στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (Β΄ Γυμνασίου) και να ανοίξει ορίζοντες σκέψης στο μαθητή. Στο στάδιο της Β΄ Λυκείου, ο μαθητής της Θετικής Κατεύθυνσης έχει ήδη προσανατολιστεί προς τις θετικές επιστήμες και οι γενικές γνώσεις του στη χημεία, που μέχρι τότε έχουν εγκυκλοπαιδικό και αποσπασματικό χαρακτήρα, πρέπει πλέον να μετασχηματιστούν σε ενιαία επιστημονική γνώση.

Η οικοδόμηση γνώσεων με βάση την επιστημονική μέθοδο δίνει στο μαθητή τη δυνατότητα να διερευνήσει, να διαμορφώσει και εν τέλει να αναπτύξει τα νοητικά του μοντέλα για τον κόσμο που τον περιβάλλει. Η σύγκλιση των νοητικών μοντέλων του μαθητή προς τα «κυρίαρχα» - ή αλλιώς «συναινετικά» - μοντέλα, είναι συνήθως το ζητούμενο, πλην όμως η διαδικασία της σύγκλισης είναι που είτε θα ανοίξει ορίζοντες στη σκέψη του, είτε θα την εγκλωβίσει στα πλαίσια των κυρίαρχων αντιλήψεων περιορίζοντας τη φαντασία του. Η διδασκαλία με σεβασμό στην επιστημονική μέθοδο, όπως αυτή αναδεικνύεται μέσα από διερευνητικές πειραματικές δραστηριότητες, μοιάζει να προσφέρει πολλά στο στόχο της καλλιέργειας ελεύθερης διερευνητικής σκέψης.

**Κεντρική ιδέα:**

Η εισαγωγή σε έννοιες της χημικής κινητικής και της χημικής ισορροπίας συντελείται, κατά τη συνήθη διδακτική πρακτική, μέσα από θεωρητική προσέγγιση με χρήση μαθηματικών μοντέλων. Η χρήση πειραμάτων επίδειξης είναι συνηθισμένη, πλην όμως τα χρησιμοποιούμενα πειράματα είναι απλώς διαπιστωτικού και επιβεβαιωτικού της θεωρίας χαρακτήρα (π.χ. το πείραμα για την επίδραση της θερμοκρασίας στην ταχύτητα της αντίδρασης του θειοθειικού νατρίου με το υδροχλωρικό οξύ ή το πείραμα για τη θέση της χημικής ισορροπίας θειοκυανιούχων συμπλόκων με μέταλλα), και αφήνουν μικρά περιθώρια διερευνητικής σκέψης στον μαθητή.

Η μελέτη της διάσπασης του υπεροξειδίου του υδρογόνου παρουσία καταλύτη με τη βοήθεια του αισθητήρα πίεσης του Multilog και τη σύγχρονη καταγραφή μετρήσεων με το συνοδευτικό λογισμικό DBLab 3.2, μπορεί να δημιουργήσει ένα μαθησιακό περιβάλλον με έντονο διερευνητικό χαρακτήρα. Με την κατάλληλη πειραματική τεχνική, πολλαπλά φαινόμενα (χημική αντίδραση, συμπίεση αερίου, εκτόνωση) αναπτύσσονται σε αλληλεξάρτηση και οι μαθητές μπορούν να

κληθούν να προσφέρουν ερμηνείες συνθέτοντας προϋπάρχουσες γνώσεις τους, μέσα σε ένα έντονα βιοματικό περιβάλλον.

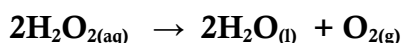
### Διδακτικοί στόχοι:

Οι μαθητές να μπορούν να :

- αναγνωρίζουν τη δυναμική φύση των χημικών αντιδράσεων
- εντοπίζουν τους παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα αντίδρασης
- εντοπίζουν τους παράγοντες που επηρεάζουν τη θέση χημικής ισορροπίας
- περιγράφουν τη θέση της χημικής ισορροπίας
- ερμηνεύουν τη χημική ισορροπία με τη βοήθεια της χημικής κινητικής
- συνδέουν τη θέση της χημικής ισορροπίας με την απόδοση της αντίδρασης
- αναφέρουν για την αλληλεξάρτηση φυσικών και χημικών φαινομένων
- αντιλαμβάνονται την πίεση σε κλειστό σύστημα ως άθροισμα επί μέρους πιέσεων (μερικών πιέσεων).

### Πειραματικό μέρος :

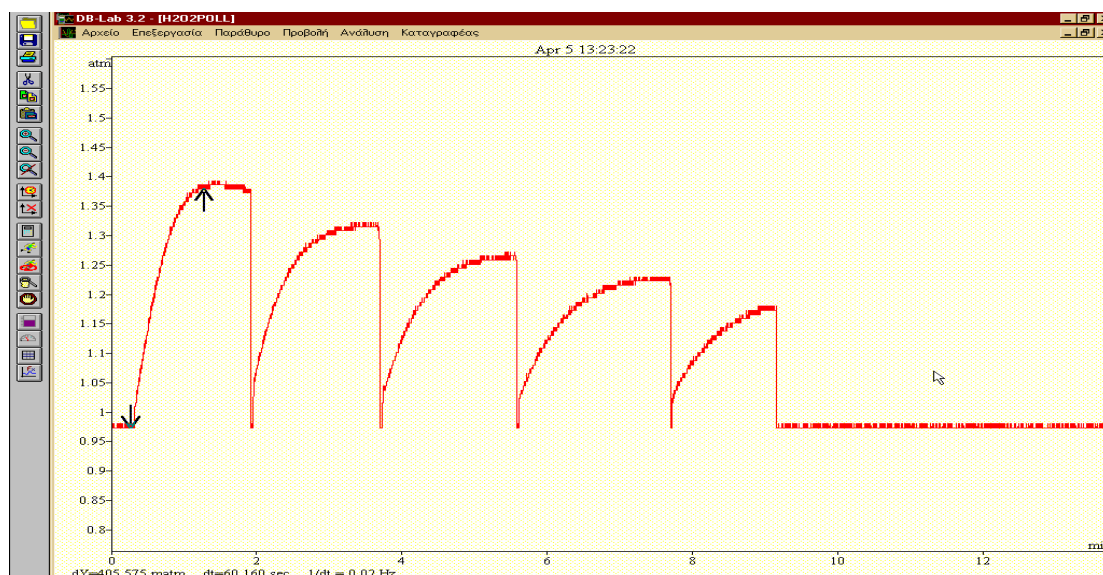
Σε κλειστή κωνική φιάλη των 500 mL, τοποθετούνται 100 mL διαλύματος  $\text{H}_2\text{O}_2$  (3% w/v) και αναδεύονται ήπια με τη βοήθεια μαγνητικού αναδευτήρα. Προστίθεται στη συνέχεια μικρή ποσότητα καταλύτη ( $\text{MnO}_2$ ), οπότε λαμβάνει χώρα η αντίδραση:



Με κατάλληλη διάταξη (αισθητήρας πίεσης Multilog και το λογισμικό DBLab 3.2) καταγράφουμε την πίεση που αναπτύσσεται στη φιάλη συναρτήσει του χρόνου.



Μόλις η πίεση σταθεροποιηθεί σε μια μέγιστη τιμή, ανοίγουμε στιγμιαία τη φιάλη και μετά την κλείνουμε και πάλι. Περιμένουμε να σταθεροποιηθεί εκ νέου η πίεση, οπότε και πάλι την ανοίγουμε και την κλείνουμε αμέσως. Επαναλαμβάνουμε την ίδια διαδικασία ακόμη δύο φορές, και στη συνέχεια αφήνουμε ανοιχτή τη φιάλη μέχρι να σταματήσει η αντίδραση. Τυπώνουμε το διάγραμμα πίεσης – χρόνου που προέκυψε και το μοιράζουμε στους μαθητές.



### Φύλλο εργασίας:

Παίρνοντας από το διάγραμμα όσες πληροφορίες χρειάζεστε, προσπαθήστε να απαντήσετε στα παρακάτω ερωτήματα:

- α) Πως εξηγείτε την ανάπτυξη πίεσης στο εσωτερικό της φιάλης;
- β) Πως εξηγείτε τη σταθεροποίηση της πίεσης σε μια μέγιστη τιμή, σύντομα μετά από κάθε κλείσιμο της φιάλης;
- γ) Κατά τη γνώμη σας, που οφείλεται η σταδιακή μείωση της μέγιστης πίεσης που παρατηρείται σε κάθε φάση του παραπάνω πειράματος;
- δ) Εάν θεωρήσουμε ότι η θερμοκρασία κατά τη διάρκεια του πειράματος παραμένει σταθερή στους  $27^{\circ}\text{C}$ , να υπολογίσετε κατά προσέγγιση:
  - 1) την απόδοση της αντίδρασης, και
  - 2) τη μέση ταχύτητα της αντίδρασης κατά την πρώτη φάση του πειράματος (πριν το πρώτο άνοιγμα της φιάλης).
- ε) Πως αναμένετε να επηρεαστεί η μέση ταχύτητα και η απόδοση της αντίδρασης κατά τις επόμενες φάσεις του πειράματος; (μετά από κάθε άνοιγμα-κλείσιμο της φιάλης). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
- στ) Να προτείνετε έναν τρόπο με τον οποίο θα μπορούσαμε να εκτελέσουμε την παραπάνω χημική αντίδραση ποσοτικά.
- ζ) να προτείνετε τρόπους με του οποίους μπορούμε να αυξήσουμε την ταχύτητα της αντίδρασης.

### Διδακτικά βήματα :

Προτείνεται η ολοκλήρωση της δραστηριότητας σε δύο διδακτικές ώρες, ως εξής:

- την 1<sup>η</sup> διδακτική ώρα εκτελείται το πείραμα και με τη βοήθεια βιντεο-προβολέα προβάλλεται το αναπτυσσόμενο διάγραμμα των μετρήσεων σε μεγάλη οθόνη, ώστε να έχουν άμεση εποπτεία του πειράματος όλοι οι μαθητές και έτσι να λειτουργεί βιωματικά. Στη συνέχεια συζητούνται στη τάξη οι 3 πρώτες ερωτήσεις και δίνονται ως εργασία για το σπίτι οι υπόλοιπες ερωτήσεις του φύλλου εργασίας.
- τη 2<sup>η</sup> διδακτική ώρα συζητούνται οι απαντήσεις σε όλες συνολικά τις ερωτήσεις, γίνονται διορθωτικά σχόλια, εκμαιεύονται σαφείς απαντήσεις και καταγράφονται, γίνονται διαπιστώσεις και προτείνονται για λύση ανάλογες ασκήσεις του σχολικού βιβλίου.

### Προϋποθέσεις ασφάλειας:

Κατά το πείραμα εξελίσσεται μια ήπια εξώθερμη αντίδραση που παράγει αέριο σε κλειστό σύστημα, γι' αυτό:

- Χρησιμοποιήστε μόνο αραιά διαλύματα υπεροξειδίου του υδρογόνου και κρατείστε ήπια και σταθερή την ανάδευση.
- Η φιάλη της αντίδρασης πρέπει να είναι παχύτοιχη φιάλη κενού με πιστοποίηση αντοχής στα 5 Bar.
- Η φιάλη πρέπει να είναι σταθεροποιημένη με μεταλλική λαβή σε κατακόρυφο μεταλλικό στήριγμα, ώστε να μην ανατραπεί.
- Η φιάλη πρέπει να κλείνει ερμητικά, αλλά πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα κατακόρυφης εκτίναξης ελαστικού πώματος σε περίπτωση υπερπίεσης (μη χρησιμοποιείτε γυάλινα πώματα!)
- Οι μαθητές της πρώτης σειράς πρέπει να είναι τουλάχιστον 1,5 μέτρο μακριά από τον πάγκο του πειράματος.
- Φοράτε πλαστικά προστατευτικά γυαλιά και εργαστηριακή μπλούζα όταν εκτελείτε το πείραμα.

Με τις παραπάνω προϋποθέσεις το πείραμα εκτελείται με ασφάλεια ενώπιον των μαθητών.

### Σημείωση για τον καθηγητή:

Οι απαντήσεις των μαθητών είναι λογικό να διαφέρουν ως προς το βάθος που διαπραγματεύονται το θέμα. Συνήθως δίνονται σύντομες απαντήσεις που επαναλαμβάνουν διατυπώσεις του βιβλίου, όπως π.χ. το σύστημα έφθασε σε κατάσταση χημικής ισορροπίας, και αποφεύγουν να διαπραγματευτούν το θέμα ουσιαστικά, π.χ. να εξηγήσουν γιατί το σύστημα έφθασε σε κατάσταση χημικής ισορροπίας. Παρατίθενται στη συνέχεια με συντομία ενδεικτικές απαντήσεις, με στόχο να αποσαφηνιστεί το βάθος που πρέπει, από την άποψη του σχεδιασμού, να γίνει η διαπραγμάτευση του κάθε θέματος.

Επικοινωνήστε με τον συγγραφέα στο [igrapsas@sch.gr](mailto:igrapsas@sch.gr) για τη συνέχεια του κειμένου.