

ΔΡΑΣΗ ΚΑΤΑΛΥΤΩΝ - ΜΕΛΕΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΔΙΑΣΠΑΣΗΣ H_2O_2 ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΚΑΤΑΛΥΤΗ MnO_2 , ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ MULTILOG – DBLAB

Ρούμελης Νικόλαος

**Δρ. Χημείας, Υπεύθυνος ΕΚΦΕ Μήλου,
Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης
4parar-ekfe@dide.kyk.sch.gr , mail@lyk-milou.kyk.sch**

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή προτείνεται η χρήση του MultiLog-DbLab και του αισθητήρα πίεσης (του Συστήματος Συγχρονικής Λήψης και Απεικόνισης των εργαστηρίων Φυσικών Επιστημών των Ενιαίων Λυκείων) στην κινητική της αντίδρασης διάσπασης του Υπεροξειδίου του Υδρογόνου - H_2O_2 παρουσία καταλύτη Πυρολουσίτη - MnO_2 . Σε τέσσερα πειράματα μετράται η παραγόμενη ποσότητα αερίου Οξυγόνου - O_2 , με τον αισθητήρα πίεσης του MultiLog, από τη διάσπαση 10ml 0,3% w/w ($d=1,1Kg/l$ περίπου 0,1M) διαλύματος H_2O_2 , που πρόσφατα είχε παρασκευασθεί. Στο πρώτο απουσία καταλύτη επιβεβαιώνεται ότι η αντίδραση $2H_2O_{2(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)} + O_{2(g)}$ είναι εξαιρετικά αργή σε θερμοκρασία δωματίου. Στα επόμενα τρία καταγράφονται οι παραγόμενες ποσότητες O_2 , σε συνάρτηση με το χρόνο, από ίδιας συγκέντρωσης 0,3%w/w (0,1M) και ποσότητας (10ml) διαλύματα H_2O_2 , παρουσία αυξανόμενων ποσοτήτων 0,05g, 0,1g και 0,2g καταλύτη MnO_2 , αντίστοιχα. Από τα διαγράμματα O_2 – χρόνου διαπιστώνεται, ότι η παραγόμενη ποσότητα O_2 είναι πρακτικά ίδια και για τις τρεις διαφορετικές ποσότητες καταλύτη. Με χρήση του λογισμικού Db-Lab, υπολογίζεται από τις αρχικές κλίσεις των διαγραμμάτων O_2 – χρόνου η αρχική ταχύτητα των τριών αντιδράσεων και διαπιστώνεται ότι αυτή αυξάνεται, όσο αυξάνεται η ποσότητα του καταλύτη.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Συγχρονική Λήψη και Απεικόνιση, Αισθητήρας Πίεσης, MultiLog – DbLab, Κατάλυση, Ταχύτητα Αντιδράσεων, Υπεροξείδιο του Υδρογόνου - H_2O_2 , Πυρολουσίτης - MnO_2 , Χημεία Β' Λυκείου Θετικής Κατεύθυνσης

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

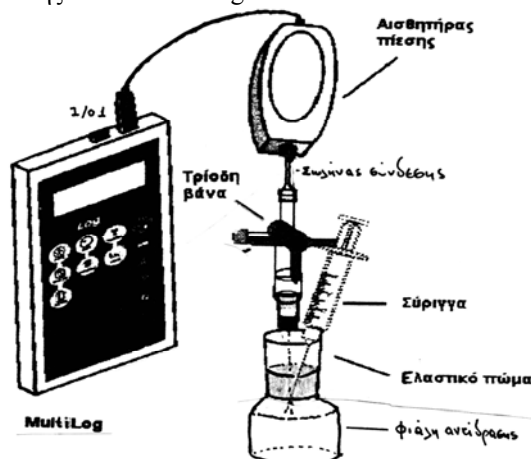
Η μελέτη της δράσης καταλυτών και ειδικά η ετερογενής καταλυτική διάσπαση διαλύματος H_2O_2 με καταλύτη στερεό MnO_2 περιλαμβάνεται στα πειράματα της Χημείας Β' Λυκείου Θετικής Κατεύθυνσης. Για την ποσοτικοποίηση της δράσης του καταλυτών και την κινητική μελέτη της αντίδρασης συνιστάται η «χειροκίνητη» μέτρηση του όγκου του παραγόμενου αερίου σε ορισμένο χρονικό διάστημα. (Λιοδάκης κ.α. 2000, Τσίπης κ.α. 2000). Η ίδια αντίδραση προτείνεται για την έννοια της ταχύτητας αντίδρασης (Γιαννακουδάκης κ.α. 1999). Είναι γνωστή η δυσκολία των μαθητών να χρησιμοποιούν γραφικές παραστάσεις στην μελέτη, πρόβλεψη και εξαγωγή συμπερασμάτων στο κεφάλαιο της χημικής κινητικής. Κεφάλαιο στο οποίο λόγω των ταχέων εξελισσόμενων φαινομένων και της πληθώρας των παραγόντων που επηρεάζουν τη στιγμιαία ταχύτητα, είναι δύσκολη έως απαγορευτική η εκτέλεση κλασικών εργαστηριακών ασκήσεων. Γι' αυτό εισάγονται προσομοιώσεις με

εκπαιδευτικά λογισμικά που υποβοηθούν σημαντικά τη διδασκαλία της χημικής κινητικής (Αναγνωστόπουλος κ.α. 2002).

Η ύπαρξη του Συστήματος Συγχρονικής Λήψης και Απεικόνισης (MultiLog/DbLab) - διάταξη που συνδυάζει ποικίλους αισθητήρες, καταγραφέα δεδομένων (MultiLog Data Logger) και λογισμικό μεταφοράς, αποθήκευσης και διαχείρισης δεδομένων (Db-Lab) – στα εργαστήρια Φυσικών Επιστημών των Ενιαίων Λυκείων, κάνει εφικτή την σε πραγματικό χρόνο μέτρηση, καταγραφή της συγκέντρωσης του αερίου O_2 , αλλά και τον υπολογισμό της αρχικής ταχύτητας της διάσπασης του H_2O_2 . Εξάλλου το MultiLog/DbLab συνδυάζει τα θετικά του κλασικού εργαστηρίου με τις δυνατότητες των νέων τεχνολογιών και παράλληλα αξιοποιεί την υποδομή των σχολικών εργαστηρίων (Καλογερόπουλος κ.α. 2002).

ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ – ΟΡΓΑΝΑ – ΣΥΣΚΕΥΕΣ - ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ

- Υπεροξειδίου του Υδρογόνου- $H_2O_{2(aq)}$ 30% w/w. Αραιώνεται στα 0,3%w/w (0,1M) Πυρολουσίτης – Στερεό $MnO_{2(s)}$ (αντιδραστήρια της “Riedel”- Ενιαίων Λυκείων)
- 2 Ογκομετρικές Φιάλες 100ml και 2 Σιφώνια 10ml, Ζυγός ηλεκτρονικός
- 2 Γυάλινες εσμηρισμένες φιάλες 25 ml, Ελαστικό πώμα για τις φιάλες
- 1 Πλαστική σύριγγα 10ml με βελόνα και 1 Βελόνα σύριγγας
- 1 Τρίοδη Βάνα (ιατρικών μεταγίσεων) με εξαρτήματα και σωληνάκια σύνδεσης
- Αισθητήρας Πίεσης και το MultiLog-DbLab



Σχήμα 1: Πειραματική διάταξη

Συνδέουμε το Multilog στον Η/Υ και τον αισθητήρα πίεσης στην είσοδο I/O 1. Ακολουθούμε τη συνδεσμολογία του σχήματος 1. Στο πώμα εισάγουμε τη μία βελόνα στην οποία συνδέουμε την τρίοδη βάνα. Στη βάνα συνδέουμε τον αισθητήρα πίεσης μέσω σωλήνα. Η βάνα είτε συνδέει το δοχείο αντίδρασης αποκλειστικά στον αισθητήρα (θέση μέτρησης παραγόμενου O_2) είτε απομονώνοντας το δοχείο, συνδέει τον αισθητήρα αποκλειστικά με την ατμόσφαιρα (θέση ατμοσφαιρικής πίεσης). Τέλος, στο πώμα εισάγουμε τη δεύτερη βελόνα στην οποία στερεώνουμε αργότερα τη σύριγγα με το διάλυμα H_2O_2 . (Εγχειρίδιο Χρήσης Multilog 1999)

ΡΥΘΜΙΣΗ MULTILog - DBLAB

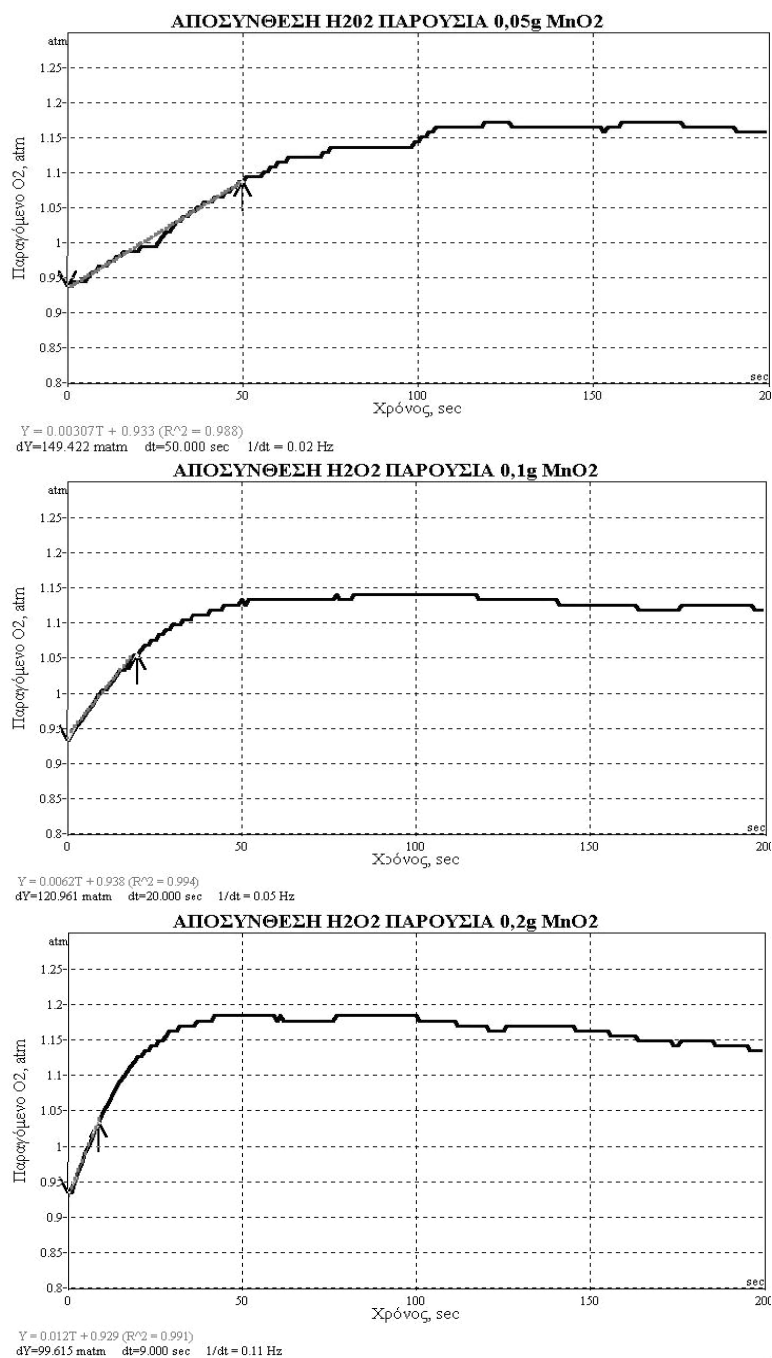
- Ανοίγουμε το MultiLog από τον Η/Υ με το λογισμικό Db-Lab. Επιλέγουμε Καταγραφές → Πίνακα Ελέγχου :
- Είσοδος 1 - Pressure 1 – (Αισθητήρας Πίεσης που μετράει atm και όχι mbar).
- Ρυθμός (Rate): 1/sec. Σημεία (Samples): 200. Σκανδαλισμός (Trigger): Μη ενεργό

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

- Αραιώνουμε το αρχικό διάλυμα 30% w/w H₂O₂ ένα προς δέκα δύο διαδοχικές φορές, ώστε να προκύψει φρέσκο διάλυμα 0,3% w/w (d=1,1Kg/l) H₂O₂ . Όλα τα πειράματα μας γίνονται με αυτό το τελικό διάλυμα - 0,1M σε σύντομο χρόνο.
 - Αρχικά προσθέτουμε στη φιάλη αντίδρασης την κατάλληλη ποσότητα καταλύτη :
Πείραμα 1 : Χωρίς καταλύτη
Πείραμα 2/3/4 : 0,05g , 0,1g και 0,2g MnO₂, αντίστοιχα.
 - Κλείνουμε ερμητικά τη φιάλη με το ελαστικό πώμα. Προσέχουμε τις βελόνες.
 - Γεμίζουμε τη σύριγγα με 10 ml διάλυμα 0,3% (0,1M) H₂O₂ και τη συνδέουμε στην δεύτερη βελόνα προσεκτικά, ώστε να εφαρμόζει τέλεια
 - Γυρίζουμε τη βάνα σε θέση ατμοσφαιρικής πίεσης
 - Εγχύουμε απότομα το διάλυμα H₂O₂ πιέζοντας έως το τέλος το έμβολο της σύριγγας
 - Γυρίζουμε αμέσως τη βάνα σε θέση μέτρησης
 - Επιλέγουμε ακαριαία τη Λήψη Δεδομένων από τον Πίνακα Ελέγχου που είχαμε αφήσει ανοικτό στην οθόνη του Η/Υ και εμφανίζεται η καταγραφή του O₂
 - Παρακολουθούμε για 200 sec τη μεταβολή της πίεσης του O₂
 - Επιλέγουμε από Αρχείο → Αποθήκευση ως : αρχείο .smr
- Επαναλαμβάνουμε όλα τα παραπάνω βήματα τρεις φορές με τις αυξανόμενες συγκεντρώσεις καταλύτη και αποθηκεύουμε σε τρία διαφορετικά αρχεία .smr



Σχήμα 2: Πείραμα 1- Διάγραμμα O₂- χρόνου χωρίς καταλύτη



Σχήμα 3: Πειράματα 2/3/4 - Διάγραμμα O₂– χρόνου παρουσία καταλύτη

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στο Πείραμα 1 μετράμε την παραγόμενη ποσότητα αερίου O_2 , με τον αισθητήρα πίεσης του MultiLog, από τη διάσπαση 10ml 0,3% w/w (0,1M) διαλύματος H_2O_2 , που πρόσφατα παρασκευάσαμε. Η ποσότητα αυτή καταγράφεται σε μονάδες πίεσης (atm) σε πραγματικό χρόνο και πρακτικά είναι μηδενική στα περίπου 6 λεπτά του πειράματος. Επιβεβαιώνοντας ότι η αντίδραση διάσπασης $2H_2O_{2(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)} + O_{2(g)}$ είναι εξαιρετικά αργή σε θερμοκρασία δωματίου. Στο Πείραμα 2 καταγράφεται η παραγωγή O_2 ως συνάρτηση του χρόνου, από τη διάσπαση 10ml 0,1M (0,3% w/w) του πιο πάνω πρόσφατα παρασκευασμένου διαλύματος H_2O_2 , παρουσία 0,05g MnO_2 . Στο Πείραμα 3 και Πείραμα 4 διαρκείας 6 περίπου λεπτών το καθένα, καταγράφονται οι παραγόμενες ποσότητες O_2 , από το ίδιο διάλυμα (10ml - 0,1M) H_2O_2 , παρουσία αυξανόμενων ποσοτήτων 0,1g και 0,2g καταλύτη MnO_2 , αντίστοιχα.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ – ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΜΕ ΤΟ DB-LAB

- Διαπιστώνουμε από τα διαγράμματα O_2 – χρόνου, με τη χρήση των Δεικτών μαρκαρίσματος, ότι η παραγόμενη ποσότητα O_2 είναι πρακτικά ίδια, στα πλαίσια πειραματικού σφάλματος, και για τρεις διαφορετικές ποσότητες καταλύτη. Το ίδιο μπορούμε να κάνουμε από Ανάλυση $\rightarrow$ ΔΥ, όπου φαίνεται όμως η καθαρή (οι καμπύλες ξεκινούν από 0 atm και όχι από ατμοσφαιρική πίεση) παραγωγή O_2 , που είναι 0,235, 0,206 και 0,249 atm για τα πειράματα 2, 3 και 4, αντίστοιχα. (Επιβεβαιώνουμε ότι η ποσότητα των παραγόμενων προϊόντων σε μια χημική αντίδραση δεν εξαρτάται από την ποσότητα του καταλύτη. Όμως οι χρόνοι για την παραγωγή της μέγιστης ποσότητας O_2 αυξάνονται με την αύξηση της προστιθέμενης ποσότητας καταλύτη).
- Ακολουθώς, τοποθετώντας Δείκτες μαρκαρίσματος στα αρχικά ευθύγραμμα τμήματα των διαγραμμάτων (δες Σχήματα 2 και 3), υπολογίζουμε από τις αρχικές κλίσεις των διαγραμμάτων O_2 -χρόνου την αρχική ταχύτητα των τριών αντιδράσεων, που είναι 149/50, 121/20 και 100/9 (atm/sec), αντίστοιχα. Για τα επιλεγμένα τμήματα μπορούμε να επιλέξουμε: Ανάλυση $\rightarrow$ Γραμμική Παλινδρόμηση και τότε αυτόματα εμφανίζονται οι εξισώσεις των ευθειών στα διαγράμματα, άρα και οι κλίσεις τους: 0,003, 0,006 και 0,012 (atm/sec), αντίστοιχα. (Διαπιστώνουμε ότι η αρχική ταχύτητα αυξάνεται, όσο αυξάνεται η ποσότητα του καταλύτη σε συμφωνία με τη θεωρία της δράσης των καταλυτών).

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Βάσει των παραπάνω, δίνεται φύλλο εργασίας με οδηγίες και κατάλληλες ερωτήσεις για εργαστηριακή άσκηση που μελετά τη Δράση των Καταλυτών. Στο φύλλο ενσωματώνονται τα τέσσερα πειράματα - με τα αντίστοιχα διαγράμματα διάσπασης H_2O_2 απουσία και παρουσία των τριών διαφορετικών ποσοτήτων καταλύτη και έτσι οδηγούνται οι μαθητές σε συμπεράσματα. Χαρακτηριστικά, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και το τετράδιο εργαστηρίου με ερωτήσεις: (Λιοδάκης κ.α. 2000)

- Τι παρατηρούμε κατά την αντίδραση διάσπασης H_2O_2 με ή χωρίς καταλύτη;
- Πως ανιχνεύουμε την παραγωγή O_2 κατά τη διάσπαση του H_2O_2 ;
- Εκτύπωσε και ενσωμάτωσε τα στο τετράδιο τα διαγράμματα της καμπύλης αντίδρασης διάσπασης των πειραμάτων 1 έως 4

- Πως μεταβάλλεται η πίεση του παραγόμενου O_2 απουσία καταλύτη και παρουσία των διαφορετικών ποσοτήτων καταλύτη ;
- Ακολούθησε τις οδηγίες και υπολόγισε - σύγκρινε τις αρχικές ταχύτητες διάσπασης του H_2O_2 απουσία και παρουσία αυξανόμενων ποσοτήτων καταλύτη
- Γνωρίζετε κάποια εφαρμογή της παραπάνω αντίδρασης στη χρήση των φακών επαφής ; Η κατάλυση αυτή που μελέτησες είναι ομογενής ή ετερογενής ;
- Σε διάγραμμα ΔY (Ανάλυση $\rightarrow$ ΔY) του πειράματος 3 να σχεδιάσεις τη μεταβολή του H_2O_2 λαμβάνοντας υπόψη τον ορισμό της ταχύτητας και τη στοιχειομετρία.
- Εάν επαναλάμβανες το πείραμα 3 με σταθερή ποσότητα καταλύτη, για διαφορετικές αρχικές συγκεντρώσεις H_2O_2 , τι θα συνέβαινε με την ταχύτητα ;

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Η ίδια διάταξη και η αντίδραση διάσπασης του H_2O_2 μπορεί να μελετήσει με επιτυχία φαινόμενα ομογενούς κατάλυσης (καταλύτης διάλυμα Br^-), αλλά και τη δράση ενζύμων (καταλύτης ξηρή μαγιά). (Εγχειρίδιο Χρήσης MultiLog 1999)

Το σύστημα MultiLog, ο αισθητήρας πίεσης μαζί με το λογισμικό Db-Lab αποδεικνύεται χρήσιμο καθώς συμπληρώνει και κάνει εφικτές κλασικές εργαστηριακές τεχνικές. Η δυνατότητα του να καταγράφει σε πραγματικό χρόνο καμπύλες αντίδρασης, καθώς και να υπολογίζει με ευκολία ταχύτητες αντιδράσεων που ολοκληρώνονται σε λίγα μόλις λεπτά, μπορεί να βοηθήσει στην καλύτερη εποπτικοποίηση άρα και κατανόηση του κεφαλαίου της Χημικής Κινητικής.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αναγνωστόπουλος Π. & Καλογερόπουλος Ν. (2002), Εκπαιδευτικές Δραστηριότητες για τη Διδασκαλία της Χημικής Κινητικής και Χημικής Ισορροπίας με το MicroWorlds Pro, 3^ο Συνέδριο “Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση”, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ρόδος, Σεπτέμβριος 2002 και <http://www.e-yliko.gr/physArt.htm> - Εκπαιδευτική Πύλη ΥΠΕΠΘ-Άρθρα, Αθήνα
2. Γιαννακουδάκης Α., Μαυρόπουλος Μ. & Πομώνης Φ. (1999), Χημεία Β' Ενιαίου Λυκείου Θετικής Κατεύθυνσης, Βιβλίο ΥΠΕΠΘ-III, ΟΕΔΒ, Αθήνα
3. Εγχειρίδιο Χρήσης MultiLog (1999), Οδηγίες χρήσης και πειράματα MultiLog – Σύστημα Συγχρονικής Λήψης και Απεικόνισης, σελ 124-128, α-LAB Αμαξοτεχνική ΑΕΒΕ, Θεσσαλονίκη
4. Καλογερόπουλος Ν. & Καρατζάς Χ. (2002), Πραγματικό ή Εικονικό Εργαστήριο; Η περίπτωση της ογκομετρικής ανάλυσης στη Χημεία, 2η Διημερίδα για την Ενδοσχολική Επιμόρφωση στις Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας, που διοργάνωσε το ΥΠΕΠΘ στη Θεσσαλονίκη, 25-26/4/2002 και <http://www.e-yliko.gr/physArt.htm> - Εκπαιδευτική Πύλη ΥΠΕΠΘ-Άρθρα, Αθήνα
5. Λιοδάκης Στ. & Γάκης Δ. (2000), Εργαστηριακός Οδηγός & Τετράδιο Εργαστηρίου - Χημεία Β' Λυκείου Κατεύθυνσης, ΥΠΕΠΘ-III, ΟΕΔΒ, Αθήνα
6. Τσίπης Κ., Βάρβογλης Α., Γιούρη-Τσοχατζή Κ., Δερπάνης Δ., Παλαμιτζόγλου Π. & Παπαγεωργίου Γ. (2000), Εργαστηριακός Οδηγός - Χημεία Β' Ενιαίου Λυκείου Θετικής Κατεύθυνσης, ΥΠΕΠΘ-III, ΟΕΔΒ, Αθήνα