

## **Δύο εναλλακτικές εργαστηριακές ασκήσεις Χημείας της Α' Λυκείου ή πώς να κάνουμε τη ζωή μας πιο εύκολη στο εργαστήριο**

**Αναστασία Γκιγκούδη**

Η διδακτική αξία της εργαστηριακής άσκησης στα μαθήματα Φυσικών Επιστημών είναι αδιαμφισβήτητη. Ωστόσο, είναι μάλλον διαδεδομένη στα Λύκεια της χώρας μας η διάθεση των συναδέλφων να αποφεύγουν την προσφυγή στο εργαστήριο και να επιμένουν στην καθέδρας διδασκαλία κατεξοχήν πειραματικών μαθημάτων, όπως είναι η Χημεία. Οι λόγοι πολλοί. Μία συνηθισμένη δικαιολογία που προβάλλεται είναι η αδυναμία εκτέλεσης κάποιων εργαστηριακών ασκήσεων επειδή είτε δεν πετυχαίνουν είτε είναι δύσκολο να λειτουργήσουν καταρχήν.

Στην εργασία αυτή προτείνονται δύο εργαστηριακές προσεγγίσεις για συγκεκριμένες ασκήσεις της Χημείας της Α' Λυκείου για να αντιμετωπιστούν πραγματικά προβλήματα που έχουν παρατηρηθεί, τα οποία φαίνεται να οδηγούν στην αποτυχία εκτέλεσης των ασκήσεων αυτών.

### *Παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα διάλυσης*

Η ανάγκη να τροποποιηθεί η άσκηση που προτείνει ο εργαστηριακός οδηγός για τη μελέτη των παραγόντων που επηρεάζουν την ταχύτητα διάλυσης, γεννήθηκε μετά από ένα ατύχημα στο εργαστήριο.

Η πειραματική διαδικασία για τη μελέτη της επίδρασης της θερμοκρασίας στην ταχύτητα διάλυσης σύμφωνα με τον εργαστηριακό οδηγό Χημείας της Α' Λυκείου (Λιοδάκης & Γάκης, σελ. 35), είναι η παρακάτω:

*«Σε ποτήρι ζέσεως 100 mL φέρονται 50 mL απιονισμένο νερό και μετριέται η θερμοκρασία του (~ 20 °C). Ζυγίζονται τώρα 20 g ζάχαρης και ρίχνονται στο ποτήρι, ενώ ταυτόχρονα με την ρίψη αρχίζει η μέτρηση του χρόνου. Χωρίς καμία άλλη επέμβαση, μετά την πάροδο 5 min, διηθείται το διάλυμα και συλλέγεται στην κάψα, η οποία προηγουμένως έχει ζυγιστεί με ακρίβεια. Το διάλυμα τώρα καλύπτεται με την ύαλο ωρολογίου και εξατμίζεται μέχρι ξηρού, προσεκτικά με μικρή φλόγα. Μετά την ψύξη της, ζυγίζεται η κάψα και σημειώνεται η ποσότητα του στερεού εκ διαφοράς».*

Παρόμοια διαδικασία προτείνεται και για τους άλλους παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα διάλυσης. Ωστόσο, όταν κάποιος επιχειρήσει να ακολουθήσει τη διαδικασία αυτή μπορεί να βρεθεί προ εκπλήξεων: στο εργαστήριο του Ε.Κ.Φ.Ε. Τούμπας η ύαλος έσπασε (Εικόνα 1) και η ζάχαρη έγινε καραμέλα (Εικόνα 2).



Εικόνα 1. Το ατύχημα κατά την θέρμανση του διηθήματος στην κάψα: η ύαλος έσπασε. (Φωτογραφία της συγγραφέα).



Εικόνα 2. Η σπασμένη ύαλος και η καραμελοποιημένη ζάχαρη. (Φωτογραφία της συγγραφέα).

Επιπλέον, για την ολοκλήρωση του πειράματος απαιτήθηκε θέρμανση χρονικής διάρκειας 25 με 30 λεπτά. Και μόνο αυτό το χρονικό διάστημα καθιστά την εργαστηριακή άσκηση δύσκολα εφαρμόσιμη σε μία διδακτική ώρα, αποθαρρύνοντας τους εκπαιδευτικούς από την υλοποίησή της.

Πώς μπορούμε να τροποποιήσουμε την άσκηση ώστε και εύκολα να πραγματοποιείται και να οδηγεί σε διδακτικά αξιοποιήσιμα αποτελέσματα; Ας πάρουμε τα πράγματα από την αρχή. Σύμφωνα με τους στόχους που αναφέρονται στον εργαστηριακό οδηγό, οι μαθητές στο τέλος του πειράματος αυτού θα πρέπει (εργαστηριακός οδηγός Χημείας Α' Λυκείου σελίδα 32):

- Να αναγνωρίζουν ότι το φαινόμενο της διάλυσης είναι αποτέλεσμα «ανταγωνισμού» δυνάμεων μεταξύ μορίων (ή ιόντων) διαλυμένης ουσίας - διαλύτη και διαλυμένης ουσίας - διαλυμένης ουσίας
- Να ορίζουν την ταχύτητα διάλυσης και να αναλύουν τους παράγοντες που μπορούν να επηρεάζουν την ταχύτητα, με την οποία ένα στερεό διαλύεται σε ένα διαλύτη π.χ. θερμοκρασία, ανάδευση, μέγεθος κόκκων.

Ο πρώτος στόχος δύσκολα μπορεί να θεωρηθεί επιτεύξιμος στο πλαίσιο της εργαστηριακής διδασκαλίας. Πώς το πείραμα μπορεί να οδηγήσει τους μαθητές να αναγνωρίζουν τον ανταγωνισμό μεταξύ διαμοριακών δυνάμεων; Κάτι τέτοιο αφορά μάλλον την ερμηνεία του πειράματος και απαιτεί την ύπαρξη αντίστοιχου θεωρητικού πλαισίου.

Σε ό,τι αφορά το δεύτερο στόχο. Η ταχύτητα διάλυσης μπορεί να προσδιοριστεί από την ποσότητα της ουσίας η οποία διαλύεται στη μονάδα του χρόνου σε ορισμένο ποσό διαλύτη, κάτω από ορισμένες συνθήκες. Κατά συνέπεια στο τέλος κάθε φάσης θα πρέπει να προσδιορίζεται με κάποιο τρόπο η ποσότητα του στερεού που διαλύθηκε ή του αδιάλυτου στερεού, οι μετρήσεις δε να γίνουν μέσα σε καθορισμένο χρονικό διάστημα. Κατά την ανάλυση καθενός από τους παράγοντες πρέπει να αλλάζει μόνο αυτός: για παράδειγμα, αν μελετάμε την επίδραση της θερμοκρασίας του διαλύτη, η διαδικασία της διάλυσης να γίνει χωρίς ανάδευση και με ίδιο μέγεθος κόκκων του στερεού, ενώ αν μελετάμε την επίδραση της ανάδευσης να γίνει σε σταθερή θερμοκρασία και με ίδιο μέγεθος κόκκων της διαλυμένης ουσίας, κ.ο.κ..

Μία ιδέα είναι λοιπόν να μετρήσει κανείς το αδιάλυτο στερεό από το ύψος του στον ογκομετρικό κύλινδρο. Η άποψη αυτή μοιάζει με τη λειτουργία κάποιων οργάνων όπως το δυναμόμετρο ή το θερμόμετρο στα οποία κάποια μέτρηση μήκους παρέχει πληροφορίες για το μέτρο άλλου μεγέθους όπως της δύναμης ή της θερμοκρασίας. Στο πλαίσιο αυτό και λόγω των προβλημάτων που παρουσιάστηκαν παραπάνω, προτείνουμε να ακολουθηθεί η εξής πειραματική διαδικασία για τη μελέτη των παραγόντων διάλυσης:

Ζυγίζουμε 20 g ζάχαρης και την προσθέτουμε με τη βοήθεια ενός χωνιού σε ογκομετρικό κύλινδρο που περιέχει 50 mL απιονισμένου νερού, τη θερμοκρασία του οποίου έχουμε μετρήσει και καταγράφει πριν τη ρίψη της ζάχαρης, ενώ ταυτόχρονα με την ρίψη αρχίζει η μέτρηση του χρόνου. Επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία με απιονισμένο νερό το οποίο έχουμε θερμάνει σε θερμοκρασία 60 °C σε όμοιο ογκομετρικό κύλινδρο. Από τον όγκο που καταλαμβάνει η αδιάλυτη ζάχαρη ή από το ύψος της μέσα στους δύο ογκομετρικούς κυλίνδρους, μετά την παρέλευση 5 λεπτών από τη ρίψη της ζάχαρης, εξάγουμε τα συμπεράσματά μας.

Ενδεικτικά, κατά την πραγματοποίηση της άσκησης στο εργαστήριο προέκυψαν τα εξής αποτελέσματα. Πριν ακόμη ολοκληρωθεί το χρονικό διάστημα των 5 λεπτών, φάνηκε (Εικόνα 3) ότι η ποσότητα της ζάχαρης που δεν διαλύθηκε ήταν μεγαλύτερη στον κύλινδρο που περιείχε νερό στους 20 °C. Στα 5 λεπτά ο όγκος της αδιάλυτης ζάχαρης έφτασε σε ύψος που αντιστοιχεί στα 10 mL, όταν

το νερό είχε θερμοκρασία 20° C, ενώ όταν το νερό είχε θερμοκρασία 60° C, ο όγκος της αδιάλυτης ζάχαρης έφτασε σε ύψος που αντιστοιχεί στα 6 mL (Εικόνα 4).



Εικόνα 3. Όργανα που απαιτούνται και η άποψη λίγο πριν ολοκληρωθεί η εργαστηριακή άσκηση. (Φωτογραφία της συγγραφέα).



Εικόνα 4. Άποψη μετά την παρέλευση των 5 λεπτών. (Φωτογραφία της συγγραφέα).

Το πείραμα θα μπορούσε να επεκταθεί, χρησιμοποιώντας περισσότερους δοκιμαστικούς σωλήνες με νερό σε διάφορες θερμοκρασίες και να παραχθεί η καμπύλη ταχύτητας διάλυσης - θερμοκρασίας για κάποια ουσία. Ακόμη μπορούν να εξεταστούν με τον ίδιο τρόπο και οι άλλοι παράγοντες όπως η ανάδευση, το μέγεθος των κόκκων, ο διαλύτης κ.ά..

### *Χημικές αντιδράσεις και ποιοτική ανάλυση ιόντων*

Σύμφωνα με τους στόχους που αναφέρονται στον εργαστηριακό οδηγό Χημείας της Α' Λυκείου (Λιοδάκης και Γάκης, σελ. 52), οι μαθητές στο τέλος του πειράματος αυτού θα πρέπει:

1. Να αναγνωρίζουν τις μεταθετικές χημικές αντιδράσεις ή αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης. Ιδιαίτερα αυτές με συνένωση ιόντων προς δημιουργία ιζήματος.

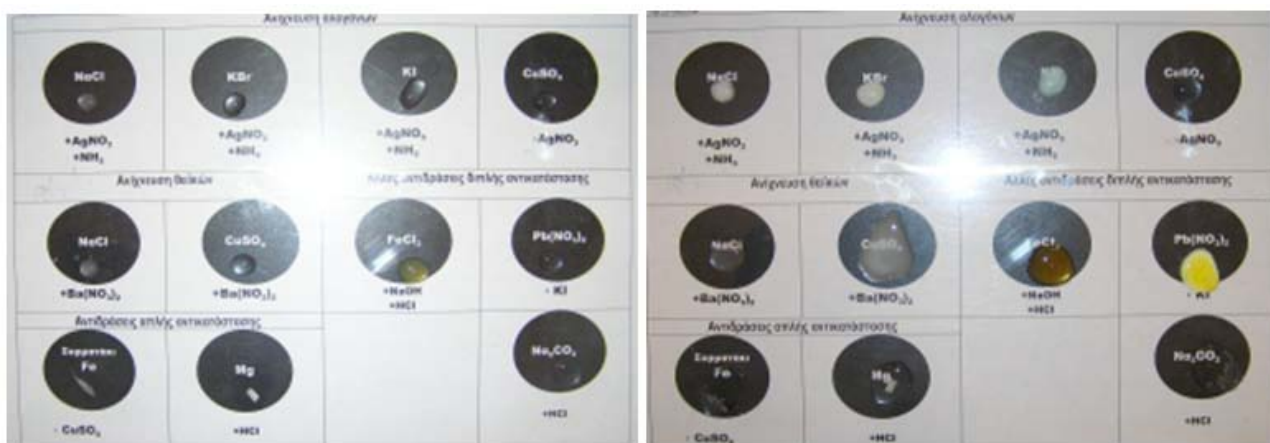
2. Να αναγνωρίζουν ότι οι αντιδράσεις αυτές γίνονται μέσα σε υδατικά διαλύματα και κυρίως, ότι το ίζημα σε πολλές περιπτώσεις επιτρέπει την ταυτοποίηση ενός αντιδρώντος σώματος ή καλύτερα ιόντος

3. Να αναλύουν ποιοτικά ορισμένα ιόντα.

Τα προβλήματα για την εκτέλεση αλλά και την υλοποίηση των στόχων αυτής της εργαστηριακής άσκησης είναι αρκετά. Μεταξύ άλλων, αν η άσκηση γίνει σε ομάδες μαθητών, απαιτείται ένας μεγάλος αριθμός δοκιμαστικών σωλήνων, μεγάλη ποσότητα από αντιδραστήρια και χρόνος για των καθαρισμό των γυάλινων σκευών, γεγονός που καθιστά απαραίτητη την χρήση του σχολικού εργαστηρίου Φυσικών Επιστημών και ταυτόχρονα αποτελεί τροχοπέδη για αρκετούς εκπαιδευτικούς.

Μία πρόταση για να ξεπεραστούν τα προηγούμενα εμπόδια, είναι η εκτέλεσή της σε μικροκλίμακα (Γιούρη-Τσοχατζή, 2003). Οι δοκιμασίες πραγματοποιούνται σε διαφάνεια που βρίσκεται πάνω σε φύλλο χαρτιού. Όσα γράφονται στο φύλλο αυτό προϋποθέτουν τους μαθητές για το σκοπό των δοκιμασιών που πρόκειται να γίνουν, ενώ αναγράφονται επίσης τα αντιδραστήρια που θα χρησιμοποιήσουν.

Κατόπιν, έχοντας μπροστά τους τα αποτελέσματα των δοκιμασιών συμπληρώνουν το φύλλο εργασίας [1], χρησιμοποιώντας και το σχολικό εγχειρίδιο. Με τον τρόπο αυτό μπορούν να ξεπεραστούν τα προβλήματα που συναντάμε στην άσκηση ενώ συνδυάζεται άμεσα το μακροσκοπικό με το συμβολικό επίπεδο κάτι που βοηθάει την κατανόηση εννοιών και φαινομένων στο μάθημα της Χημείας.



Εικόνα 4. Πριν και μετά την προσθήκη των αντιδραστηρίων. (Φωτογραφία της συγγραφέα).

Στην Εικόνα 4 φαίνεται αν σχηματίζεται κάποιο χαρακτηριστικό προϊόν, ίζημα ή αέριο. Στην πρώτη σειρά δοκιμασιών ανιχνεύεται η παρουσία ιόντων αλογόνου στα διαλύματα ουσιών που τοποθετούνται αρχικά μέσα στον κύκλο. Στη δεύτερη σειρά ανιχνεύεται η ύπαρξη θειικών ιόντων. Ακολουθούν δύο δοκιμασίες κατά τις οποίες σχηματίζονται ιζήματα με χαρακτηριστικό χρώμα και υφή. Στις δύο πρώτες σειρές φαίνεται, από το σχηματισμό του ιζήματος, τότε πραγματοποιούνται οι αντιδράσεις διπλής

αντικατάστασης. Στην τρίτη σειρά οι δύο πρώτες από αριστερά δοκιμασίες αφορούν αντιδράσεις απλής αντικατάστασης ενώ η τελευταία αφορά αντίδραση διπλής αντικατάστασης με σχηματισμό αερίου.

Η εργαστηριακή άσκηση εφαρμόστηκε σε αρκετά τμήματα της Α' Λυκείου (Εικόνα 5) και η αντίδραση των μαθητών ήταν θετική και τα αποτελέσματα από την συμπλήρωση του φύλλου εργασίας ικανοποιητικά. Ακόμη και μαθητές που δεν είχαν θετική στάση απέναντι στο μάθημα της Χημείας εργάστηκαν και συνεργάστηκαν. Στις περιπτώσεις που ζητήθηκε να σχολιάσουν τη διαδικασία με σκοπό τη βελτίωση της άσκησης, εξέφρασαν την ικανοποίησή τους σχετικά με την κατανόηση των φαινομένων, το διερευνητικό χαρακτήρα της άσκησης και την οργάνωση. Η μία διδακτική ώρα είναι επαρκής για την εφαρμογή της.



Εικόνα 5. Κατά τη συμπλήρωση του φύλλου εργασίας. (Φωτογραφία της συγγραφέα).

Τα πειράματα σε μικροκλίμακα έχουν τα πλεονεκτήματα που προαναφέρθηκαν και μπορούν να εφαρμοστούν στην «Μελέτη του όξινου χαρακτήρα των καρβοξυλικών οξέων», εργαστηριακή άσκηση της Β' Λυκείου, αλλά και σε πολλές άλλες περιπτώσεις όπως στη μελέτη της διαλυτότητας ουσιών, την κατάταξη ουσιών με βάση κάποια ιδιότητά τους, τη μελέτη της συμπεριφοράς των δεικτών κ.ά..

### Σχόλια

[1]. Το φύλλο εργασίας είναι διαθέσιμο ως υποστηρικτικό υλικό στο δικτυακό τόπο του περιοδικού *Φυσικές Επιστήμες στην Εκπαίδευση*.

### Βιβλιογραφία

- Γιούρη Τσοχατζή, Κ. (2003). *Σχολικά Πειράματα Χημείας, Από τη Μάκρο- στη Μικροκλίμακα*. Εκδόσεις Ζήτη.
- Λιοδάκης, Σ. και Γάκης Δ. (2005). *Εργαστηριακός οδηγός, Χημεία Α' Λυκείου*. ΟΕΔΒ.



Η Αναστασία Γκιγκούδη είναι απόφοιτος του Τμήματος Χημείας του Α.Π.Θ και κάτοχος Μεταπτυχιακού τίτλου στη Διδακτική της Χημείας και τις Νέες Τεχνολογίες. Διδάσκει Φυσικές Επιστήμες στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση από το 1992. Τα ενδιαφέροντά της είναι η ένταξη πειραματικών δραστηριοτήτων στη διδασκαλία και η χρήση διαδικτυακών εργαλείων. Από το 2013 είναι Υπεύθυνη του Ε.Κ.Φ.Ε. Τούμπας. Διατηρεί ιστολόγιο με τίτλο «Διδάσκοντας χωρίς μολύβι και χαρτί».