

Η ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΣΤΗ ΜΕΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ Η ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΣΤΙΣ ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΑΣΙΝΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ – ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΑΣ

Μαρούλης Απόστολος¹, Χατζηαντωνίου Μαρούλη Κωνσταντίνα¹
Πουλιόπουλος Πούλιος²

¹Αναπληρωτής καθηγητής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Χημείας, apm@chem.auth.gr, ¹Επίκουρη καθηγήτρια, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Χημείας, conm@chem.auth.gr, ²Καθηγητής Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, ppoulio@sch.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο κατά γενική ομολογία επαναπροσδιορισμός του τρόπου διδασκαλίας της χημείας, τόσο της θεωρητικής όσο και της πειραματικής, κατά την άποψή μας, πρέπει να υποστηρίζεται από τη χρήση νέων τεχνολογιών, αναφορές σε ιστορικές και φιλοσοφικές αρχές, την εισαγωγή της φιλοσοφίας της πράσινης χημείας και των αρχών της με στόχο την αναβάθμιση της ποιότητας ζωής στον πλανήτη, τη σύνδεση θεωρίας και πειράματος με καθημερινά γεγονότα, την έμφαση στην ασφάλεια και στην προστασία του περιβάλλοντος καθώς και να επικεντρώνεται στην απόκτηση από τους μαθητές οικολογικής συνείδησης. Προτείνουμε λοιπόν εγχειρίδιο 17 πειραμάτων χημείας, δομημένο με βάση τις παραπάνω απόψεις, το οποίο σε συνδυασμό με την κατασκευή αντίστοιχης εύχρηστης ιστοσελίδας μπορεί να αποτελέσει χρήσιμο διδακτικό εργαλείο για το διδάσκοντα της μέσης εκπαίδευσης.

THE TEACHING OF EXPERIMENTS OF CHEMISTRY IN THE SECONDARY EDUCATION AND ITS ADAPTATION TO THE MODERN REQUIREMENTS OF HYGIENE AND SAFETY AND GREEN CHEMISTRY – CONSTRUCTION OF WEB PAGE

Maroulis Apostolos¹, Chatziantoniou Marouli Konstantina¹
Pouliopoulos Poulis²

¹Anaplirotis professor, Aristoteleio University Thessalonica, Department of Chemistry, apm@chem.auth.gr, ¹Epikouri professor, Aristoteleio University Thessalonica, Department of Chemistry, conm@chem.auth.gr, ²Professor Secondary Education, ppoulio@sch.gr

ABSTRACT

It is now generally accepted that we should redefine the way of teaching chemistry, theoretical as well as experimental. In our opinion, this redefinition should be supported by the use of new technologies, by reports to historical and philosophical values, by introducing the philosophy of green chemistry and its values because we aim at the upgrading of the quality of life in our planet, at the connection of theory and experiment with everyday events. We would also like to put emphasis on the safety and protection of environment and at the same time to focus on the acquisition of ecological consciousness by the students through chemistry teaching. Therefore, we propose a handbook of 17 experiments in chemistry, structured on the basis of the above opinions which in combination with the construction of the corresponding functional web page can constitute a useful instructive tool for the teacher of the secondary education.

1. Η ΘΕΣΗ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΤΙΣ ΑΛΛΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΣΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΠΛΑΝΗΤΗ

Η επιστήμη της χημείας πάντα διαδραμάτιζε έναν σημαντικό κεντρικό ρόλο μεταξύ των άλλων φυσικών επιστημών. Θεωρείται κεντρική επιστήμη επειδή σχετίζεται με όλες τις φυσικές επιστήμες, συνδέοντας τη φυσική και τα μαθηματικά με τη βιολογία και τις εφαρμοσμένες βιολογικές επιστήμες. Περισσότερο από κάθε άλλη, είναι αυτή που συνδέεται κατ' εξοχήν με τη ζωή μας. Από τις πανάρχαιες πρακτικές που εξασκούσε εμπειρικά ο άνθρωπος, έως τις σύγχρονες εφαρμογές υψηλής τεχνολογίας, χάρη στη χημεία αναβαθμίζεται συνεχώς η ζωή μας σε διάφορους τομείς όπως παραγωγή νέων βελτιωμένων φαρμάκων, καλύτερης ποιότητας ρούχων, πιο υγιεινών τροφίμων, ανάπτυξη νέων μορφών ενέργειας, νέων ειδών καυσίμων, νέων συνθετικών ινών, νέων γενικά πολυμερών. Οι πρόσφατες σχεδόν απίστευτες ανακαλύψεις στη βιολογία και στην ιατρική οφείλονται σε μεγάλο βαθμό στην προοδευτικά αυξανόμενη κατανόηση της μοριακής φύσης των βιολογικών διεργασιών και συστημάτων, στην οποία η χημεία παίζει μείζονα ρόλο. Η χημεία είναι επομένως μια επιστήμη-κλειδί για το σύγχρονο πολιτισμό.

Δυστυχώς όμως εκτός από τη βελτίωση της ποιότητας ζωής, η τεχνολογική ανάπτυξη δημιούργησε πολλά προβλήματα, όπως η περιβαλλοντική ρύπανση, οι δραματικές μεταβολές του κλίματος, η επικίνδυνη ποσοτική μείωση και ποιοτική υποβάθμιση των υδατικών αποθεμάτων και η βαθμιαία εξαφάνιση των παραδοσιακών ενεργειακών πηγών. Η βασική και η εφαρμοσμένη έρευνα στη Χημεία θα παίζει ένα σημαντικό ρόλο στον αγώνα της ανθρωπότητας να βρει λύσεις για να αντιμετωπίσει τα τεράστια αυτά σύγχρονα προβλήματα. Είναι γεγονός σήμερα, ότι σημαντικό μέρος της επιστημονικής κοινότητας προειδοποιεί την κοινωνία για τις άμεσες και μελλοντικές επιπτώσεις των χημικών και τεχνολογικών επιτευγμάτων αλλά συνήθως δεν εισακούεται.

Επίσης πρέπει να γίνει κατανοητό ότι η χημεία μπορεί να προστατέψει τον άνθρωπο και το περιβάλλον διότι:

- Είναι σε θέση να δείξει και να προβλέψει αν οι ανθρώπινες αποφάσεις και δραστηριότητες θα ρυπάνουν ή όχι το περιβάλλον.
- Η χημεία εξ ορισμού ασχολείται με τις μετατροπές της ύλης. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την απομάκρυνση των ρυπογόνων ουσιών.

Παρά τις προειδοποιήσεις της χημείας και των άλλων επιστημών η διοχέτευση ρυπογόνων ουσιών στο περιβάλλον συνεχίζεται. Ποιος είναι όμως υπεύθυνος γι' αυτή τη κατάσταση; Υπεύθυνος είναι ο άνθρωπος ο οποίος χρησιμοποίησε τα επιτεύγματα της χημείας και των άλλων επιστημών χωρίς αξιολόγηση των πλεονεκτημάτων έναντι των κινδύνων για τον άνθρωπο και το περιβάλλον.

Πρέπει λοιπόν άνθρωπος να συνειδητοποιήσει ότι:

- Ανθρώπινες αποφάσεις και δραστηριότητες είναι υπεύθυνες τόσο για τα ευεργετήματα όσο και τους κινδύνους που συνδέονται με τη χημεία.
- Ο άνθρωπος είναι ο ρυθμιστής της ισορροπίας των τριών βασικών παραγόντων της ποιότητας ζωής Υγεία-Περιβάλλον-Τροφή^[1].

2. ΠΡΑΣΙΝΗ ΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Ήδη έχει γεννηθεί μια νέα «φιλοσοφία» της χημείας η λεγόμενη «Πράσινη Χημεία» η οποία επικεντρώνει στο σχεδιασμό και ανασχεδιασμό των χημικών συνθέσεων και των χημικών προϊόντων κατά τρόπο που να προλαμβάνει τη ρύπανση και να αντιμετωπίζει τα περιβαλλοντικά προβλήματα. Οι συνθετικοί χημικοί διαδραματίζουν πρωταρχικό ρόλο στην ανάπτυξη «πράσινων» χημικών μεθόδων για την πρόληψη της ρύπανσης, αντί εκ των υστέρων έλεγχό της. Η «φιλοσοφία» της Πράσινης Χημείας βασίζεται στη χρήση αρχών και

μεθοδολογιών της χημείας για την αποτροπή της ρύπανσης κατά την παρασκευή χημικών προϊόντων, προάγοντας ταυτοχρόνως την πρόληψή της και τη βιομηχανική οικολογία. Αποτελεί έναν τρόπο θεώρησης των χημικών ουσιών και των διαδικασιών παρασκευής τους, που οδηγεί σε ελαχιστοποίηση των όποιων αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Η επανάσταση της Πράσινης Χημείας έχει μόλις αρχίσει. Είναι μια συναρπαστική εποχή με νέες προκλήσεις για τους χημικούς που συμμετέχουν στην ανακάλυψη, παρασκευή και χρήση των χημικών ουσιών.^[2]

3. Η ΘΕΣΗ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΣΗΜΕΡΑ

Αντιμετωπίζουμε σήμερα μια ανησυχητική στάση αδιαφορίας προς τις θετικές επιστήμες γενικότερα και τη χημεία ειδικότερα. Οι νεότερες γενιές έχουν χάσει το ενδιαφέρον τους για την επιστήμη της χημείας, τη στιγμή που η ανθρωπότητα χρειάζεται τις καλές της υπηρεσίες για να επιβιώσει και να χαράξει το μελλοντικό της δρόμο. Η δημόσια εικόνα της χημείας είναι τέτοια ώστε να περιγράφεται με δύο λέξεις: «καταστρεπτική και ρυπογόνος». Σε αυτό συνέβαλαν δυσάρεστα γεγονότα γνωστά παγκοσμίως όπως, το μεγάλο ατύχημα της χημικής βιομηχανίας στο Bhopal της Ινδίας το 1984, που προήλθε από τη διαφυγή μεγάλης ποσότητας μεθυλικού ισοκυανίου στην ατμόσφαιρα, ενός έντονα τοξικού αερίου, όπου και πέθαναν περισσότεροι από 3.800 άνθρωποι και περίπου 11.000 αντιμετώπισαν και αντιμετωπίζουν μέχρι και σήμερα σοβαρά προβλήματα υγείας.

Ένα άλλο επίσης τρανταχτό γεγονός που συνέβαλε αρνητικά στη δημόσια εικόνα της χημείας, ήταν η δηλητηρίαση των κατοίκων του χωριού Minamata της Ιαπωνίας από υδράργυρο, που πέρασε εξ' αιτίας των βιομηχανικών αποβλήτων, μέσω των τροφικών αλυσίδων, στα ψάρια της θάλασσας στην περιοχή αυτή, με αποτέλεσμα τη δηλητηρίαση των ανθρώπων που τράφηκαν από τα ψάρια αυτά.

Η χημεία με τις δραστηριότητές της θεωρήθηκε υπεύθυνη για την υποβάθμιση του περιβάλλοντος (καταστροφή της στιβάδας του όζοντος, φαινόμενο θερμοκηπίου, φωτοχημικό νέφος, όξινη βροχή κ.λ.π).

Για να αλλάξει το προφίλ της χημείας στην κοινωνία μας και για να αποκατασταθεί η θέση της μεταξύ των διαφόρων επιστημών πρέπει οπωσδήποτε να επικεντρώσουμε στη χημική εκπαίδευση τόσο στο δευτεροβάθμιο όσο και στο τριτοβάθμιο επίπεδο σπουδών. Είναι πλέον κοινή πεποίθηση της επιστημονικής κοινότητας της χημείας στο ελληνικό χώρο, ότι η ενίσχυση της χημικής εκπαίδευσης και της χημικής έρευνας μπορεί να αποτελέσει το κλειδί στην ανάπτυξη της χώρας και μπορεί να προσφέρει σημαντικές καινοτομίες που θα υποστηρίξουν τη θεμελίωση της ποιότητας ζωής, θα προστατέψουν τη δημόσια υγεία και το περιβάλλον και θα δημιουργήσουν καινούριες πηγές πλούτου για την Ελλάδα.

4. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΟΙΝΩΝΙΑ ΚΑΙ ΣΤΟ ΣΥΝΟΛΟ ΤΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΩΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ

Ο επαναπροσδιορισμός λοιπόν του τρόπου διδασκαλίας του μαθήματος της Χημείας, τόσο της θεωρητικής όσο και της πειραματικής διδασκαλίας, μπορεί να αποτελέσει έναν τρόπο αφύπνισης :

- Διδασκαλία του μαθήματος και με τη χρήση νέων τεχνολογιών
- Διδασκαλία της χημείας με αναφορά σε ιστορικές και φιλοσοφικές αρχές
- Η εισαγωγή της «φιλοσοφίας» της Πράσινης Χημείας και των αρχών της στη διδακτέα ύλη, καθώς και η θεωρητική και πειραματική διδασκαλία της χημείας με «πράσινη» έμφαση, έτσι ώστε να γίνει αντιληπτός ο ρόλος που θα διαδραματίσει στην αναβάθμιση της ποιότητας ζωής στον πλανήτη

- Διδασκαλία της χημείας με σύνδεση της θεωρίας και του πειράματος με φαινόμενα και γεγονότα από την καθημερινή ζωή
- Απόκτηση από τους μαθητές οικολογικής συνείδησης μέσα από τη διδασκαλία της Χημείας
- Και επειδή η Επιστήμη της Χημείας είναι μία κατεξοχήν πειραματική επιστήμη, θα πρέπει ως δάσκαλοι να επικεντρώσουμε στη βελτίωση της πειραματικής διδασκαλίας αναθεωρώντας τόσο το περιεχόμενο των πειραμάτων (έμφαση στο πράσινο εργαστήριο), όσο και τον τρόπο διδασκαλίας αυτών.

5. ΤΟ ΠΡΑΣΙΝΟ ΧΗΜΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

Η πράσινη χημεία έχει κάνει μεγάλα βήματα στην περιοχή της έρευνας και της βιομηχανικής χημείας. Εντούτοις στο πεδίο της χημικής εκπαίδευσης και ιδιαίτερα στην πειραματική χημική εκπαίδευση η ανάγκη για πράσινα πειράματα χημείας παραμένει επιτακτική. Για την προώθηση της «φιλοσοφίας» της πράσινης χημείας, θα πρέπει όλοι μας ως εκπαιδευτικοί, τόσο στη δευτεροβάθμια όσο και στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, να ευαισθητοποιηθούμε στην εφαρμογή και τη λειτουργία των κανόνων που πρέπει να διέπουν τη λειτουργία οποιουδήποτε εργαστηρίου χημείας. Επίσης είναι επιτακτικής ανάγκης η υιοθέτηση και η ανάπτυξη χημικών πειραμάτων κατάλληλων, όχι μόνο για την εμπέδωση, αλλά και για την πράξη των αρχών της πράσινης χημείας. Το πράσινο εργαστήριο^[3] είναι καθαρό, ασφαλές και πρέπει αρχικά να πληρεί συγκεκριμένες κτιριακές προδιαγραφές όπως:

- Να περιέχει χώρους άνετους, κατάλληλους και τακτοποιημένους, τόσο για την αποθήκευση των αντιδραστηρίων και την ασφαλή εξάσκηση των εκπαιδευομένων, όσο και για την διαχείριση των αποβλήτων.
- Ο δε σχεδιασμός και η εκτέλεση των πειραματικών ασκήσεων σε αυτό, να διέπονται από τις δώδεκα αρχές της πράσινης χημείας. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι, οποιοσδήποτε εμπλέκεται με τη διαχείριση και χρήση ενός χημικού εργαστηρίου θα πρέπει να φροντίζει για τα εξής:
 - Να υπάρχουν στις εργαστηριακές αίθουσες, σε εμφανή θέση, πίνακες επεξήγησης σημάτων επικινδυνότητας αντιδραστηρίων, πίνακες ασυμβατότητας αντιδραστηρίων.
 - Διάφορα χρήσιμα τηλέφωνα πρώτης ανάγκης (Κέντρο Δηλητηριάσεων, Πυροσβεστική Υπηρεσία, Κέντρο Πρώτων Βοηθειών).
 - Πίνακες με τους γενικούς και ειδικούς κανόνες συμπεριφοράς μέσα στο εργαστήριο.
 - Πριν την εκτέλεση οποιασδήποτε εργαστηριακής άσκησης (πρώτη επαφή των μαθητών με το εργαστήριο), να δίνονται σεμινάρια που αφορούν τις γνώσεις που πρέπει να έχουν οι μαθητές για τη χρήση της εργαστηριακής αίθουσας (ένδυση, γενική συμπεριφορά, χρήση αντιδραστηρίων, την επεξήγηση των σημάτων επικινδυνότητας, επεξήγηση των ετικετών των αντιδραστηρίων κ.λ.π).
 - Απομάκρυνση όλων των καρκινογόνων ουσιών από το εργαστήριο όπως είναι το βενζόλιο, το χλωροφόρμιο, ο υδράργυρος κ.λ.π.
 - Εξασφάλιση μόνο των απαιτούμενων ποσοτήτων αντιδραστηρίων για ένα μόνο σχολικό έτος, γεγονός που απαιτεί προγραμματισμό δραστηριοτήτων με βάση τον αριθμό των εκπαιδευομένων της σχολικής μονάδας και τον αριθμό των εργαστηριακών ασκήσεων που πρόκειται να εκπονηθούν.
 - Αποθήκευση των αντιδραστηρίων με κριτήρια τη μεταξύ τους συμβατότητα.
 - Αποφυγή της χρήσης επικίνδυνων και τοξικών αντιδραστηρίων και αντικατάσταση αυτών με άλλα πιο ήπια όπως για παράδειγμα χρήση ξυδιού ή χυμού λεμονιού αντί του υδροχλωρικού οξέος σε διαδικασίες μέτρησης του PH, καθώς και χρήση όζοντος ως οξειδωτικού αντί της χρήσης των συμβατικών οξειδωτικών όπως του υποχλωριώδους

νατρίου ή του υπεροξειδίου του υδρογόνου.

- Αποφυγή της χρήσης διαλυτών, ενώ όπου δεν μπορούν να εξαλειφθούν πλήρως, αντικατάστασή τους με μη τοξικούς όπως νερό, αλκοόλη, γαλακτικό μεθυλεστέρα.
- Χρήση μικρών αποστακτήρων για την επανάκτηση και ανακύκλωση των χρησιμοποιηθέντων διαλυτών και καταλυτών.
- Επιλογή καταλυτικών αντιδράσεων αντί αυτών που απαιτούν μεγάλες ποσότητες των αντιδραστηρίων ή απαιτούν μεγαλύτερα ποσά θερμότητας, όπως για παράδειγμα αντίδραση διάσπασης του χλωρικού καλίου με καταλύτη διοξειδίου του μαγγανίου αντί της διάσπασης με θέρμανση χωρίς τη χρήση καταλύτη, αποφεύγοντας με αυτό τον τρόπο απαίτηση μεγάλων ποσοτήτων θερμότητας.
- Χρησιμοποίηση όσο το δυνατόν μικροτέρων ποσοτήτων αντιδραστηρίων για τις πειραματικές διαδικασίες. Ένας τρόπος για την επίτευξη αυτού είναι η χρήση πειραμάτων μικροκλίμακας, όπου αυτό είναι εφικτό, καθώς επίσης επανάχρηση και ταυτόχρονη χρήση αντιδραστηρίων, όπου αυτό είναι εφικτό. Για παράδειγμα προσδιορισμός ΡΗ διαλύματος υδροχλωρικού οξέος 0,1M με πεχάμετρο και με δείκτη και επανάληψη του ίδιου πειράματος με το ίδιο αντιδραστήριο για πολλές φορές. Επίσης χρήση του ίδιου αντιδραστηρίου σε άλλο πείραμα όπως σε αντιδράσεις απλής αντικατάστασης. (Αντίδραση υδροχλωρικού οξέος με ψευδάργυρο).
- Χρησιμοποίηση εναλλακτικών μορφών ενέργειας όπως για παράδειγμα η χρήση του φούρνου μικροκυμάτων για τη θέρμανση ή την εκχύλιση.
- Χρήση σύγχρονων τεχνικών και συσκευών για την εκτέλεση και τον έλεγχο των πειραμάτων όπως συσκευές αερίου χρωματογραφίας και φασματογράφοι.
- Τοποθέτηση ενδεικτικών ετικετών σε όλες τις συσκευασίες των χημικών ουσιών όπως επίσης και στα δοχεία απόθεσης αποβλήτων.
- Διαχωρισμός των αποβλήτων με κριτήρια τη μεταξύ τους συμβατότητα, την τοξικότητά τους ή τη δυνατότητα ανακύκλωσής τους.
- Αδρανοποίηση ή και καταστροφή των αποβλήτων ως τελευταίο στάδιο της πειραματικής διαδικασίας.
- Χρησιμοποίηση απαγωγού αερίων για τα πειράματα κατά τα οποία παράγονται διάφορα τοξικά ρυπογόνα ή εύφλεκτα αέρια.
- Χρήση ειδικών απορρυπαντικών για το καθαρισμό των γυάλινων σκευών και οργάνων αντί του χρωμικού οξέος.
- Χρήση των MSDS των καρτών δεδομένων ασφαλείας ουσιών (Material Safety Data Sheet), για την εκτίμηση της επικινδυνότητας των αντιδραστηρίων.
- Προσομοιώσεις μέσω των ηλεκτρονικών υπολογιστών για την αντικατάσταση των πειραμάτων που περικλείουν μεγάλο βαθμό επικινδυνότητας.
- Χρήση ατομικών μέτρων υγιεινής και ασφάλειας όπως γάντια, γυαλιά, ποδιές κ.λ.π. καθώς και γενικών μέτρων υγιεινής και ασφάλειας όπως απαγωγός, λουτρό πλύσεως ματιών, ντουζ, εξοπλισμένο φαρμακείο για πρώτες βοήθειες κ.λ.π.
- Δοκιμαστική εκτέλεση του πειράματος από τον εκπαιδευτικό πριν την πραγματοποίησή του από τους διδασκόμενους. Με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζεται η απρόσκοπτη και ασφαλής εξάσκηση των εκπαιδευομένων αφού αυξάνονται οι πιθανότητες εκτέλεσης του πειράματος με ασφάλεια.

Πρέπει να επισημάνουμε ότι ουσιαστικά κανένα εργαστήριο ή πειραματική διαδικασία δεν είναι εξ ορισμού πράσινα.

Πράσινα τα κάνει η απόλυτη τήρηση τόσο των κανόνων ασφαλείας, όσο και των οδηγιών που αφορούν στη χρήση των χημικών ουσιών, των πηγών ενέργειας και των διαφόρων υλικών και συσκευών.

6. ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ ΧΗΜΕΙΑΣ

Πρέπει λοιπόν να δοθεί ιδιαίτερη βαρύτητα από τον εκπαιδευτικό, στον τρόπο γραφής ενός εγχειριδίου μιας πειραματικής διαδικασίας, έτσι ώστε αυτή, να υποστηρίζει και να υπηρετεί την επίτευξη των σκοπών και στόχων που θέτονται όσον αφορά γενικά στη διδασκαλία της χημείας στην εκπαίδευση και οι οποίοι επικεντρώνονται:

- Στην προώθηση της επιστήμης της χημείας.
- Στην απόκτηση οικολογικής συνείδησης από τους μαθητές μέσα από τη διδασκαλία της χημείας.

Στις παραπάνω απόψεις στηρίζεται η κατασκευή εγχειριδίου 17 πειραμάτων χημείας το οποίο σε συνδυασμό με κατασκευή αντίστοιχης ιστοσελίδας μπορεί να αποτελέσει ένα χρήσιμο διδακτικό εργαλείο για το διδάσκοντα της μέσης εκπαίδευσης,

ΓΕΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Paul T. Anastas, John C. Warner**, «Πράσινη Χημεία – Θεωρία και Πράξη» **Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο 2007**
2. **Αναστάσιος Βάρβογλης**, «Χημεία και Καθημερινή Ζωή», **Εκδόσεις Κάτοπτρο, Αθήνα 2006**
3. **Πρακτικά 1^ο Πανελληνίου Συμποσίου Πράσινης Χημείας και Βιώσιμης Ανάπτυξης**, «Χημική εκπαίδευση. Η Πράσινη Προσέγγιση», **Αθήνα 2004 Κ. Χατζηαντωνίου-Μαρούλη, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης- Τμήμα Χημείας**
4. **Πρακτικά 1^ο Πανελληνίου Συμποσίου Πράσινης Χημείας και Βιώσιμης Ανάπτυξης**, «Εισαγωγή της Πράσινης Χημείας στη Δευτεροβάθμια και στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση», **Αθήνα 2004 Κωνσταντίνος Πούλος, Πανεπιστήμιο Πατρών-Τμήμα Χημείας**
5. **Πρακτικά 2^ο Πανελληνίου Συμποσίου Πράσινης Χημείας και Βιώσιμης Ανάπτυξης**, «Το Πράσινο Χημικό Εργαστήριο», **Πάτρα 2007 Α.Ι Μαρούλης, Κ.Π. Χατζηαντωνίου, Α. Γκανάς, Ε. Κορδονίδου, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης-Τμήμα Χημείας**
6. **Zvi Svafran, Ronald M. Pike, Mono M. Sign**, «Microscale Inorganic Chemistry. A Comprehensive Laboratory Experience» Department of Chemistry Merrimack College, Μετάφραση: **Ν. Χατζηλιάδης, Θ. Καμπανός, Δ. Κόβαλα, Ι.**
7. **Michael A. DiSpezio, Ted Hall, Clifford L. Schrader, Jay A. Young**, «Health Chemistry Laboratory Experiments», **1987**
8. **Dietmar Kennepohl, David Law, Nyron Jaleel, Arthur Last, Rob Carmichael, Lois Browne**, «Organic Chemistry II, Laboratory manual» **2002-2004, Athabasca University**
9. **Α.Ι. Μαρούλης, Κ. Χατζηαντωνίου- Μαρούλη, Γ. Γκέκας, Α. Δημητριάδου, Λ. Τζελέπη** «Χημεία και Καθημερινή Ζωή. Η Χημεία της Καθαριότητας. Η Πράσινη Προσέγγιση» **Α.Π.Θ Τμήμα Χημείας**
10. «**Το Πείραμα στη διδασκαλία της Χημείας- Η παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα με θερμική διάσπαση ανθρακικού χαλκού** », **Θεσσαλονίκη 2007 Α.Ι Μαρούλης, Κ.Π. Χατζηαντωνίου, Α. Γκανάς, Ε. Κορδονίδου, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης-Τμήμα Χημείας**

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- 1. Πρακτικά 1^ο Πανελληνίου Συμποσίου Πράσινης Χημείας και Βιώσιμης Ανάπτυξης, «Εισαγωγή της Πράσινης Χημείας στη Δευτεροβάθμια και στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση», Αθήνα 2004 Κωνσταντίνος Πούλος, Πανεπιστήμιο Πατρών-Τμήμα Χημείας**
- 2. Paul T. Anastas, John C. Warner, «Πράσινη Χημεία – Θεωρία και Πράξη» Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο 2007**
- 3. Πρακτικά 2^ο Πανελληνίου Συμποσίου Πράσινης Χημείας και Βιώσιμης Ανάπτυξης, «Το Πράσινο Χημικό Εργαστήριο», Πάτρα 2007 Α.Ι Μαρούλης, Κ.Π. Χατζηαντωνίου, Α. Γκανάς, Ε. Κορδονίδου, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης-Τμήμα Χημείας**