

## **Χημική εκπαίδευση. Η Πράσινη Προσέγγιση.**

**Κ. Χατζηαντωνίου-Μαρούλη**

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Τμήμα Χημείας

### **Ανασκόπηση – Σκέψεις**

Η Χημεία είναι η επιστήμη που δημιουργεί και παρουσιάζει καινούριες χημικές ουσίες στον κόσμο και έτσι κατά κάποιον τρόπο αλλάζει τον κόσμο.

«Η Πράσινη Χημεία δίνει τη δυνατότητα οι ουσίες να σχεδιαστούν έτσι ώστε να προστατεύεται η ανθρώπινη υγεία και να διατηρείται το περιβάλλον». Έτσι διατύπωσε την άποψή του για την Πράσινη Χημεία ένας από τους πιο σημαντικούς οργανικούς χημικούς, ο Breslow.

Η Πράσινη Χημεία είναι τρόπος σκέψης και δράσης, που αφορά στην αντιμετώπιση του περιβαλλοντικού προβλήματος, που σχετίζεται με την παραγωγή, χρήση και διάθεση των χημικών αποβλήτων.

Η Πράσινη Χημεία απαιτεί να κοιτάξουμε τον κόσμο με διαφορετικό τρόπο. Είναι πολύ σημαντικό οι θετικές επιστήμες να δουν μέσα από το πρίσμα των κοινωνικών επιστημών, ώστε να σπάσει το φράγμα ανάμεσα σε φυσικές επιστήμες, κοινωνικές και ανθρωπιστικές. Η σχέση μεταξύ ανθρωπίνων δραστηριοτήτων, περιβάλλοντος, κοινωνίας και οικονομίας είναι άμεσα συνδεδεμένη με τη Βιωσιμότητα και δεν υπάρχει Βιωσιμότητα χωρίς Πράσινη Χημεία.

Η ανά τον κόσμο πανεπιστημιακή κοινότητα θα πρέπει να βοηθήσει τη μετάβαση της κοινωνίας στη Βιωσιμότητα. Τα πανεπιστήμια πρέπει να παράγουν βασική και εφαρμοσμένη έρευνα.

Η οργανική σύνθεση είναι συναρπαστική, διότι συνδυάζει και κατασκευάζει μόρια με επιθυμητές ιδιότητες. Ωστόσο υπάρχουν πολλοί συνθετικοί δρόμοι τους οποίους μπορεί κάποιος να ακολουθήσει για να φτιάξει ένα μόριο. Μέχρι τώρα, όπως παρατηρεί ο καθηγητής Warner, από το πανεπιστήμιο της Μασαχουσέτης, οι συνθετικοί οργανικοί χημικοί εστιάζονται στη μεγιστοποίηση της απόδοσης και στην στερεοεκλεκτικότητα. Προβληματισμός και φροντίδα για τις περιβαλλοντικές και τις τοξικολογικές επιδράσεις, δεν παίζουν κανένα ρόλο.

## 1ο Πανελλήνιο Συμόσιο Πράσινη Χημεία και Βιώσιμη Ανάπτυξη

Σε πολλούς χημικούς υπήρχε και υπάρχει ακόμα, σε όσους δεν έχουν έρθει σε επαφή με το αντικείμενο, ο φόβος ότι η ενασχόληση με την Πράσινη Χημεία θα υποβαθμίσει τη βασική χημεία, αντίληψη που αίρεται όταν, όπως αναφέρει ο καθηγητής Terence Collin, από το Pittsburg της Pennsylvania, ανακαλύψει κανείς την φύση, την ποιότητα και το εύρος της υπέροχης πράσινης χημείας, που ήδη υπάρχει. Οι μη ενημερωμένοι χημικοί φοβούνται ότι η Πράσινη Χημεία αποτελεί αναίρεση της Χημείας και επιστροφή σε πρωτόγονες καταστάσεις, π.χ. να πλένουμε όπως οι Λάμα στο Θιβέτ τα σκεύη μας, τρίβοντας τα με άμμο, να καθαρίζουμε τα τζάμια με ξύδι και γενικά επιστροφή στη φύση.

Πράσινη Χημεία δε σημαίνει κατάργηση της Χημείας. Προβλήματα και αντιδράσεις υπάρχουν επίσης από συναδέλφους χημικούς που είναι πολύ εχθρικοί και παρουσιάζουν την φροντίδα για το περιβάλλον και τη Βιωσιμότητα σαν αιτίες που στοιχειοθετούν προοπτικές κακής επαγγελματικής αποκατάστασης. Είναι γνωστό ότι οι ανά τον κόσμο κυβερνήσεις δεν έχουν μεγάλο ενδιαφέρον για το περιβάλλον και τη Βιωσιμότητα αλλά και ο ιδιωτικός τομέας επίσης δεν έχει κανένα ενδιαφέρον για την Βιωσιμότητα. Η παγκόσμια οικονομική κρίση όχι μόνο δε βοηθά, αλλά βάζει φραγμούς στην αναδιάρθρωση των βιομηχανιών, καθόσον επενδύσεις σε Βιωσιμότητα ενέχουν υψηλότερο κόστος και ασφαλώς μακρύτερο χρόνο απόσβεσης χρημάτων.

Δεν πρέπει να φοβόμαστε την Πράσινη Χημεία.

Η Πράσινη Χημεία αποτελεί το High-Tech της χημείας. Μέθοδοι που βρίσκονται στην αιχμή του δόρατος της χημείας, όπως καταλυτική χημεία, **υπερμοριακή χημεία (supramolecular chemistry)**, **νανοχημεία (nanotechnology)**, **ηχοχημεία (sonar chemistry)**, **ενζυματική χημεία κ.α.**, επιστρατεύονται για την επίλυση κεντρικών προβλημάτων. Η Πράσινη Χημεία όχι μόνον αξιοποιεί το πιο μοντέρνο θεωρητικό υπόβαθρο της χημείας, αλλά προσπαθεί να το διευρύνει αποκτώντας έτσι περισσότερα όπλα για τη επίλυση δύσκολων προβλημάτων.

Στόχος της κάθε πανεπιστημιακής κοινότητας θα πρέπει να γίνει η ανάπτυξη και η διασπορά καινούριας γνώσης και τεχνολογίας, που αφορά στην Πράσινη Χημεία και Βιωσιμότητα. Η έρευνα στη χημική εκπαίδευση αποτελεί αναγκαίο εργαλείο, που βοηθά ουσιαστικά στην πρόοδο της χημείας. Στην Αμερική, Αυστραλία και Ευρώπη τα πανεπιστήμια βοηθούν σημαντικά την μετάβαση της κοινωνίας στη Βιωσιμότητα.

## 1ο Πανελλήνιο Συμόσιο Πράσινη Χημεία και Βιώσιμη Ανάπτυξη

Στα πανεπιστήμια όλου του κόσμου, ακόμα και στην Ελλάδα, υπάρχουν μεμονωμένα άτομα, που με την έρευνα και τη διδασκαλία τους έχουν σημαντική συμμετοχή στη διάδοση της πράσινης Χημείας και της Βιωσιμότητας. Στην Αμερική που είναι πάντα στην πρωτοπορία, το 1995 η Environmental Protection Agency (EPA) και η American Chemical Society (ACS) υπέγραψαν συμβόλαιο συνεργασίας για να αναπτύξουν εκπαιδευτικό υλικό, σχετιζόμενο με την Πράσινη Χημεία, που θα περιλαμβάνει:

- σχολιασμένη βιβλιογραφία
- case studies
- ιστοσελίδες Πράσινης Χημείας
- οδηγούς ανεύρεσης πληροφοριακού υλικού

Αποφάσισαν ακόμη τη διεξαγωγή εργαστηριακών σεμιναρίων, συνεδριάσεων και δημοσιοποίηση της δουλειάς (έρευνα και άλλες δραστηριότητες) με τη δημιουργία περιοδικών. Το πρώτο περιοδικό Πράσινης Χημείας, το Green Chemistry Journal από την Royal Society of Chemistry κυκλοφόρησε για πρώτη φορά τον Φεβρουάριο του 1999. Στη Μελβούρνη της Αυστραλίας, τον Ιούλιο του 2001, διοργανώθηκε από την IUPAC ένα σημαντικό συνέδριο Πράσινη Χημείας, ενώ στη Βενετία, πάλι από την IUPAC το 2001, δόθηκε σειρά σεμιναρίων, αφιερωμένων στις «εκπαιδευτικές προοπτικές της Πράσινη Χημείας», που αναπτύχθηκαν σε πέντε κύρια θέματα:

- Ήδη υπάρχοντα κυβερνητικά προγράμματα και προγράμματα βιομηχανίας
- Υπάρχον εκπαιδευτικό υλικό
- Εργαλεία, πρωτοβουλίες και πηγές
- Δεσμεύσεις και συστάσεις απαραίτητες για την εκτέλεση εκπαιδευτικών προγραμμάτων της πράσινης χημείας
- Περιοχές εκπαίδευσης κατάλληλες για εκπαίδευση στην Πράσινη Χημεία
- Επεξεργασία και εκτέλεση εκπαιδευτικών προγραμμάτων Πράσινης Χημείας καθώς και χρήση νέων εκπαιδευτικών εργαλείων και υλικών

Από τις ευρωπαϊκές χώρες η Αγγλία και η Γερμανία δραστηριοποιούνται έντονα στην Πράσινη Χημεία. Η Ιταλία έχει ισχυρή παρουσία στο χώρο δημιούργησε

## 1ο Πανελλήνιο Συμόσιο Πράσινη Χημεία και Βιώσιμη Ανάπτυξη

δε διαπανεπιστημιακό κονσόρτσιουμ με συμμετοχή 30 ιταλικών πανεπιστημίων με εμπνευστή τον καθηγητή Tundo από το πανεπιστήμιο Ca'Foscari di Venetzia.

Στην Αυστρία, το 13% των πανεπιστημίων της συμμετέχουν ενεργά σε διεθνείς οργανώσεις, διδάσκουν και προωθούν την Πράσινη Χημεία και την Βιωσιμότητα. Στην Αυστραλία έχει ιδρυθεί κέντρο Πράσινης Χημείας, που έχει ως στόχο την παροχή βασικής επιστημονικής γνώσης, για μελλοντική Πράσινη Χημική Τεχνολογία και εστιάζεται σε:

- Τεχνολογία πιο καθαρών συνθέσεων
- Διδασκαλία
- Ενημέρωση της κοινότητας

Η Σουηδία, η Ουγγαρία και η Τσεχία δραστηριοποιούνται επίσης.

Στην Ελλάδα ο καθηγητής Κωνσταντίνος Πούλος δημιούργησε ομάδα Πράσινης Χημείας στο πανεπιστήμιο της Πάτρας και ενεργοποίησε μεμονωμένα άτομα από τα άλλα ελληνικά πανεπιστήμια, ώστε να συστήσουν αντίστοιχες ομάδες με τελικό στόχο τη δημιουργία δικτύου στο οποίο θα συμμετέχει η Ένωση Ελλήνων Χημικών και ελπίζουμε και η Ένωση Ελλήνων Βιομηχάνων.

Είναι άξιο να αναφερθεί ότι από το 2001 άρχισαν να εκπονούνται διδακτορικές διατριβές στην Πράσινη Χημεία. Για λόγους ιστορικούς αναφέρουμε την πρώτη υποψήφια διδάκτορα την Amy Cannon, παθιασμένη με την Πράσινη Χημεία, που δουλεύει κοντά στον Καθηγητή Warner στο Πανεπιστήμιο της Μασαχουσέτης στην κατασκευή ηλιακών κυψελών, που λειτουργούν με λίγη ενέργεια. Σημειώνουμε ότι για να κατασκευαστεί ένας ηλιακός συσσωρευτής δαπανάται ενέργεια που για να εξοικονομηθεί θα πρέπει ο συσσωρευτής να δουλέψει πολλά χρόνια ώστε να παράγει την ενέργεια που ξοδεύτηκε για την κατασκευή του.

Η American Chemical Society αναγνωρίζει ότι ένας από τους καλύτερους τρόπους για την προώθηση της Πράσινης Χημείας είναι μέσα από την εκπαίδευση.

Η ACS όπως προαναφέραμε υποστηριζόμενη από την EPA έχει δραστηριοποιηθεί στη δημιουργία εκπαιδευτικού υλικού και προγραμμάτων για ποικίλα ακροατήρια και έχει επίσης οργανώσει εργαστήρια για ποικίλα ακροατήρια.

Στα 1995 ο πρόεδρος Κλίντον εγκαινίασε τα βραβεία Πράσινης Χημείας για εταιρίες, Ακαδημαϊκά Ιδρύματα και ανεξάρτητα άτομα που προωθούν τις τεχνολογίες που συντελούν στην εξάλειψη ή στην παρεμπόδιση της ρύπανσης.

## 1ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Πράσινη Χημεία και Βιώσιμη Ανάπτυξη

Πριν από την Πράσινη Χημεία υπήρχε η Περιβαλλοντική Χημεία που άρχισε να αναγνωρίζεται από το 1970.

Σήμερα υπάρχουν και λειτουργούν ταυτόχρονα και οι μεν παραδοσιακοί χημικοί του περιβάλλοντος ασχολούνται με τις χημικές αντιδράσεις που συντελούνται στη βιόσφαιρα, υδρόσφαιρα, ατμόσφαιρα, γεώσφαιρα, τον έλεγχο τους καθώς και την επίδραση τους στις ανθρώπινες δραστηριότητες, ενώ οι πράσινοι χημικοί δίνουν έμφαση στο σχεδιασμό χημικών διαδικασιών που είναι συμβατές με την ελαχιστοποίηση των τοξικών ουσιών.

Οι σπουδαστές κάθε βαθμίδας εκπαίδευσης θα πρέπει να εκτεθούν στο νέο τρόπο σκέψης γύρω από τη χημεία, εστιάζοντας σε έννοιες πράσινης χημείας για ασφαλέστερο περιβάλλον και προστασίας της υγείας.

Ο κάθε σπουδαστής θα πρέπει να γνωρίζει την έννοια της Βιωσιμότητας και τις δώδεκα αρχές της Πράσινης Χημείας.

### **Βιβλιογραφία**

Υπάρχει αξιόλογη βιβλιογραφία από την ACS, Web Site, Green Chemistry Network καθώς και μονογραφίες που έχουν γραφτεί από ειδικούς στο αντικείμενο.

Στην Τρίτη έκδοση του Chemistry in the Context έχει ενσωματωθεί η Πράσινη Χημεία.

### **Προτάσεις**

Κατά τον Paul Anastas για να εισαχθούν και να εμπεδωθούν οι αρχές της Πράσινης Χημείας πρέπει οι σπουδαστές

- Να μνηθούν στη Φιλοσοφία και στην πρακτική της Πράσινης Χημείας.
- Οι εκπαιδευτές να αποκτήσουν εργαλεία κατάλληλα και να ενσωματώσουν την Πράσινη Χημεία στην έρευνα και στη διδασκαλία τους
- Να σχεδιαστούν πειράματα που να ικανοποιούν κάποιες από τις αρχές της Πράσινης χημείας

## 1ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Πράσινη Χημεία και Βιώσιμη Ανάπτυξη

- Να εισαχθούν στη διδασκαλία βασικές αρχές της τοξικολογίας
- Να παραχθεί εκπαιδευτικό υλικό
- Να εκπαιδεύονται οι νομοθετούντες στα πλεονεκτήματα της Πράσινης Χημείας

«Και όταν οι 12 αρχές της Πράσινης Χημείας ενσωματωθούν στα προγράμματα χημείας τότε οι προκλήσεις που θα συναντήσει η χημεία για έρευνα και δημιουργία θα είναι πέραν πάσης προσδοκίας και φαντασίας» (Paul Anastas).

Ο Chris Cocklin από το πανεπιστήμιο Monash της Μελβούρνης προτείνει δύο μοντέλα διδασκαλίας της Πράσινης Χημείας. Στο πρώτο οι διδάσκοντες σε όλα τα πανεπιστήμια του κόσμου εισάγουν έννοιες σχετιζόμενες με την Πράσινη Χημεία και τη Βιωσιμότητα στη διδασκαλία τους. Στο άλλο μοντέλο οι παραπάνω έννοιες παρουσιάζονται σε αυτόνομο μάθημα, υποχρεωτικό για όλους τους σπουδαστές.

Τα πανεπιστήμια έχουν κοινωνική και επαγγελματική υπευθυνότητα να παρέχουν στους φοιτητές ακαδημαϊκή γνώση στο θέμα της Βιωσιμότητας και της Πράσινης Χημείας και οι χημικοί γενικώς πρέπει να αποκτήσουν γνώσεις τοξικολογίας και οικοτοξικολογίας.

### **Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης**

Στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης από πενταετίας ο Απόστολος Μαρούλης κι εγώ έχουμε δοκιμάσει την πειραματική διδασκαλία της Πράσινης Χημείας σε προπτυχιακό επίπεδο με πολύ καλά αποτελέσματα. Τέσσερις από τις δέκα ασκήσεις του τρίτου εξαμήνου των προπτυχιακών φοιτητών του τμήματος χημείας που αφορούν σε βασικές αντιδράσεις (οξειδωση, συμπύκνωση, κατάλυση με υποστηριζόμενα αντιδραστήρια) έχουν «πρασινίσει».

Συγκεκριμένα μιλάμε για

- Αντίδραση Diels Alder υποβοηθούμενη από μικροκύματα όπου αντικαταστάθηκε το τρίωρο βράσιμο σε ξυλόλιο με δίλεπτη μικροκυματική θέρμανση. Το λαμβανόμενο προϊόν είναι υψηλής καθαρότητας και έχει απόδοση >80%

## 1ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Πράσινη Χημεία και Βιώσιμη Ανάπτυξη

- Αλδολική συμπύκνωση βενζαλδεϋδης-κυκλοεξανόνης με υποστηριζόμενα αντιδραστήρια (Καυστικό Κάλιο υποστηριγμένο σε Alumina).
- Οξείδωση κυκλοεξανόλης προς κυκλοεξανόνη με χλωρίνη αντί με διχρωμικό κάλιο (γνωστό καρκινογόνο)
- Οξείδωση Φλουορενίου προς Φλουορενόνη με υπερμαγγανικό Κάλιο σε σαπωνοδιάλυμα σεβακικού νατρίου (αντίδρασης μεταφοράς φάσης, phase transfer αντί της οξείδωσης με διχρωμικό κάλιο

Σε ερευνητικό επίπεδο κατά την εκπόνηση προπτυχιακής διπλωματικής εργασίας ασχοληθήκαμε με την ακυλίωση αμινών υπό την επίδραση μικροκυματικής ακτινοβολίας και με ακυλιωτικό μέσο το 1-(α-αροϋλοξυαρυλιδενάμινο)-4,5-διφαινύλο-1,2,3 τριαζόλιο. Στην διπλωματική αυτή εργασία αναπτύχθηκαν οι αρχές της Πράσινης Χημείας, η χημεία MORE και τα πράσινα πλεονεκτήματα της σε σχέση με τους συνήθεις τρόπους ακυλίωσης και τα συνήθη ακυλιωτικά όπως είναι το ακέτυλοχλωρίδιο.

Στο μεταπτυχιακό μάθημα των υλικών του τμήματος Φυσικής του Α.Π.Θ. από διετίας διδάσκουμε **Υγιεινή και Ασφάλεια των Υλικών**. Το παρεχόμενο σεμινάριο εστιάζεται στην Πράσινη Χημεία και στην Πράσινη Σκέψη.

### **Περιεχόμενο Σεμιναρίου Υγιεινής και Ασφάλειας των Υλικών.**

- **Εισαγωγή.** Ιστορικά στοιχεία, Ηθική Περιβάλλοντος
- **Στοιχεία εφαρμοσμένης τοξικολογίας.** Ορισμοί, Φυσική Κατάσταση των Χημικών Ενώσεων, Οδοί Έκθεσης, LD50, TLV, Περιβαλλοντική Τοξικολογία, Οικοτοξικολογία
- **Ασφαλής Χειρισμός των Χημικών.** Μέσα ατομικής Προστασίας, Μεταφορά, Αποθήκευση, Ασυμβατότητα.
- **Διάθεση των Χημικών Αποβλήτων.** Χαρακτηριστικά των Επικινδύνων Αποβλήτων, Προβλήματα Προκαλούμενα από τη Διάθεση των Αποβλήτων στην Αποχέτευση, Διαδικασίες Διάθεσης.

## 1ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Πράσινη Χημεία και Βιώσιμη Ανάπτυξη

- **Στοιχεία Πράσινης Χημείας.** Ορισμός, Αειφόρος Χημεία, Κατάλυση, Υποστηριζόμενα Αντιδραστήρια, Μικροκύματα, Υπερκρίσιμη Εκχύλιση, Ιονικά Υγρά.
- **Ανάλυση Επικινδυνότητας.** Φύλλα Πληροφοριών Ασφαλείας Υλικών (Material Safety Data Sheets, MSDS)
- **Βιβλιογραφία Y&A (Εκτός των MSDS)**

Στις παρακάτω εργασίες που εκπονήθηκαν στη διάρκεια της τελευταίας διετίας μας απασχόλησε η πράσινη διάσταση των θεμάτων και η εκτίμηση του κινδύνου για τα χρησιμοποιούμενα υλικά.

Τα θέματα επελέγησαν έτσι ώστε να ανταποκρίνονται στα ενδιαφέροντα και στην υποδομή των μεταπτυχιακών φοιτητών της Φυσικής των Υλικών.

1. Υλικά κατασκευής DVD
2. Αγωγή Πολυμερή
3. Βραβεία Πράσινη Χημείας
4. Κίνδυνοι και προφυλάξεις για τον άνθρωπο και το περιβάλλον που προκύπτουν από τη χρήση μικροκυμάτων
5. Υπεραγώγιμα υλικά
6. Υγιεινή και Ασφάλεια μπαταριών ιόντων Li
7. Υλικά etching για την κατασκευή μικροκυκλωμάτων πυριτίου
8. Ακρυλικά Χρώματα
9. Βαφές αυτοκινήτων
10. Οθόνες, Monitor (TV, Computer κ.α.)
11. Καταλύτες αυτοκινήτων
12. Πυρηνικά Απόβλητα
13. Clorphen, PCB's (Υλικά μετασχηματιστών)
14. Ηχοχημεία
15. Εφαρμογή των ακτίνων LASER
16. Η Ηθική του περιβάλλοντος

Στο μεταπτυχιακό της Διδακτικής της Χημείας και των Νέων Τεχνολογιών του τμήματος Χημείας του Α.Π.Θ. προσπαθήσαμε να εισάγουμε στη συνείδηση των



## 1ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Πράσινη Χημεία και Βιώσιμη Ανάπτυξη

διδασκομένων την Πράσινη Χημεία, με αφορμή τις αρνητικές πλευρές της χημείας:

- τα μεγάλα χημικά ατυχήματα (Brompalh, Seveso κ.α.)
- την απώλεια πολλών ειδών σε δάση, ποτάμια, λίμνες, θάλασσες
- την τρύπα του Όζοντος
- την ρύπανση και την βλάβη της υγείας από τις αγροτικές δραστηριότητες
- την ρύπανση των υδάτων
- την εισαγωγή επίμονων οργανικών ρυπαντών στο οικοσύστημα
- την αλλαγή του κλίματος με συνέπειες την ξηρασία, την εκδήλωση πλημμυρών, την αλλαγή στο επίπεδο της θάλασσας και την εξάπλωση των μεταδοτικών ασθενειών

Τα θέματα που επιλέξαμε φροντίσαμε να συνδυάζουν δομές, χημικές αντιδράσεις, φυσικοχημικές ερμηνείες, και δεν ασχοληθήκαμε π.χ. με τη χημεία της διασκέδασης (CD, καπνογόνα θεάτρων κ.α.) που δεν παρέχουν αξιόλογο υλικό, ικανό να καλύψει την διδασκαλία της χημείας ή παραδείγματα στα οποία έχουμε μόνο εξοικονόμηση ενέργειας. Φροντίσαμε επίσης τα επιλεγέντα θέματα να συνδέονται με την καθημερινή ζωή.

Από τη μελέτη της υπάρχουσας βιβλιογραφίας καταλήξαμε ότι ο καλύτερος τρόπος προσέγγισης στα θέματα περιλαμβάνει

- ανεύρεση αξιόλογων παραδειγμάτων
- case studies
- μεθόδους προσέγγισης
- βιβλιογραφία την οποία εμπλουτίζουμε με κριτικά σχόλια

Τα Poster που παρουσιάζουμε είναι μια προσπάθεια προσαρμογής πρωτότυπου υλικού της πρωτογενούς και δευτερογενούς βιβλιογραφίας ώστε να μετασχηματιστεί προς εκπαιδευτικό υλικό έτοιμο προς χρήση.

Τα θέματα που μελετήσαμε είναι

- Η Χημεία της καθαριότητας
- Σπάνιες Γαίες

## 1ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Πράσινη Χημεία και Βιώσιμη Ανάπτυξη

- Τρόφιμα και ποτά
- Πολυμερή
- Φυτοφάρμακα και Λιπάσματα
- Χρώματα επικαλύψεων και μελάνες
- Η φυτική παραγωγή ως πηγή πρώτων υλών της φυτικής βιομηχανίας

Θεωρούμε επίσης σημαντική και απαραίτητη τη στοιχειώδη διδασκαλία της περιβαλλοντικής και επαγγελματικής ηθικής.

Επειδή οι σημερινές «πράσινες λύσεις» ενδέχεται αύριο να υστερούν, δεν θα πρέπει να έχουμε σαν στόχο της διδασκαλίας μας κάποια μέθοδο *per se*, αλλά την ανάπτυξη μιας ηθικής η οποία αναγνωρίζει ηθική υπόσταση στο περιβάλλον και στον άνθρωπο (Aldo Leopold) και βοηθά στο να αναπτυχθεί σκέψη που δεν αποστασιοποιείται από ηθικά φιλοσοφικά και θρησκευτικά κελεύσματα.

### **Βιβλιογραφία**

1. European Chemistry Thematic Network (E.E.T.N.)
  - i. Over 100 Chemistry Departments from 30 European Countries
  - ii. P.Mimero, A.Smith, Chemical Education Journal Vol.5, No.2, **2001**
2. Origins, Current Status and Future Challenges of Green Chemistry, P.Anastas and M.Kirchhoff, Acc. Chem. Res. **2002**, 688-694
3. Handbook of Green Chemistry and Technology, Clark, J., Monquarrie, D., Blockwell Science Ltd, **2002**
4. Introducing Green Chemistry in Teaching and Research, J.Collins, J.Chem. Edu, **1995**, 995-996
5. Green Chemistry and Education, D.Hjerssen D, L.Schutt and J.M.Boese, J. Chem. Edu, **2000**, 1543

6. Years after Rio-Concepts on the Contribution of Chemistry to a Sustainable Development. M.Eisen, J.O. Metzger, E.Schmidt and U.Schneide Wind, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2002**, 41, 414-436
  
7. The Importance of Sustainability Ethics, Toxicity and Ecotoxicity in Chemical Education and Research, T.Collins, *Green Chemistry*, **2003**, G51