



1η ΕΚΔΟΣΗ  
1936

ΕΝΤΥΠΟ ΚΛΕΙΣΤΟ, ΑΡ. ΑΔ. 899/95  
ΕΝΔΕΙΧΕ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΧΗΜΙΚΗ  
ΚΑΝΙΤΟΣ 27 - 106 82 ΑΘΗΝΑ

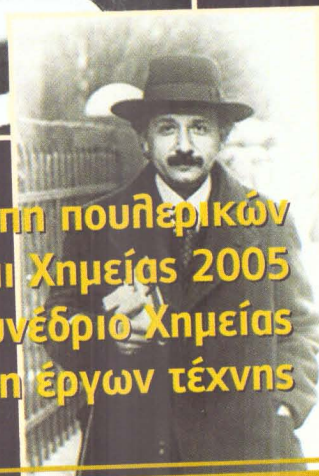
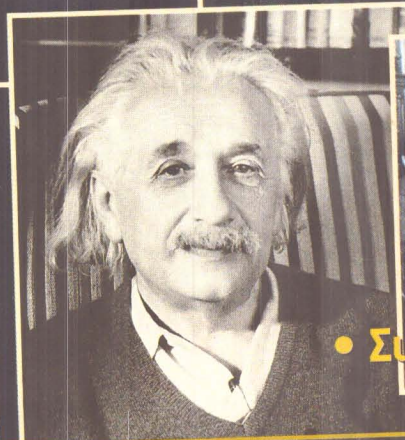
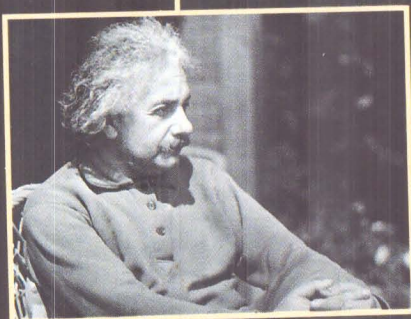
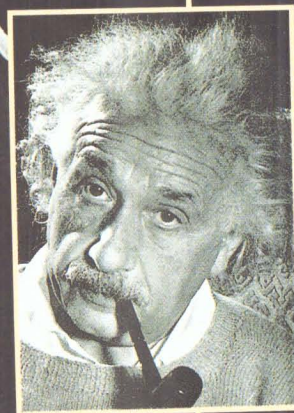
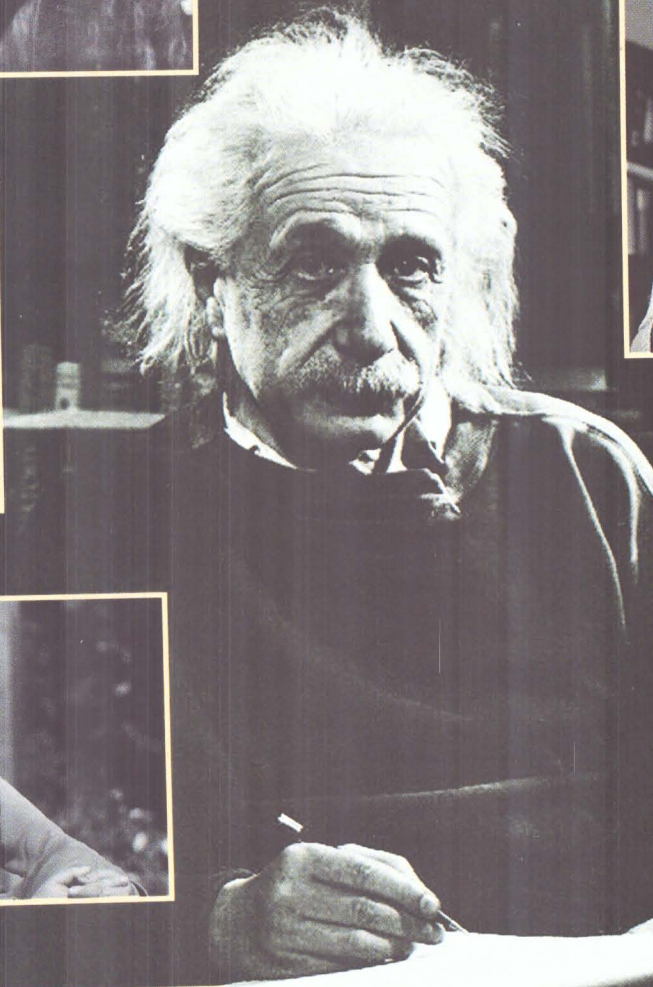
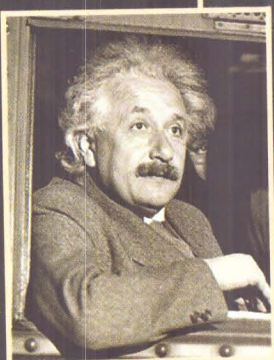
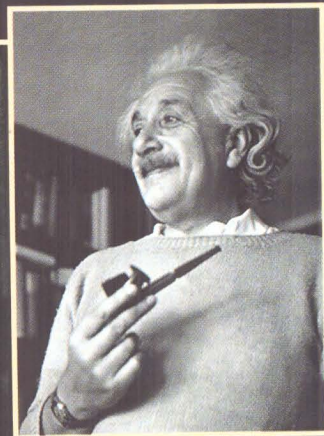
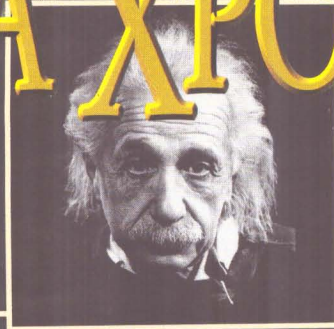
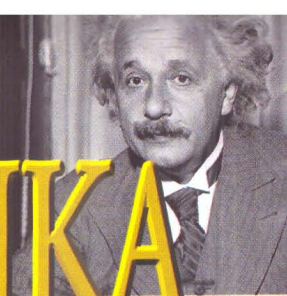
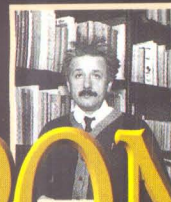
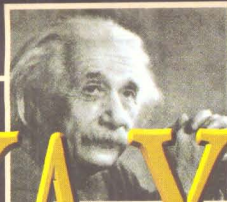
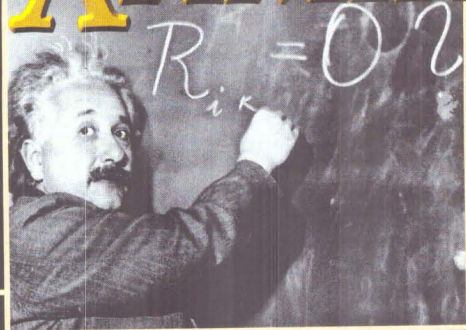
ISSN 0356-5526 • ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2005 • ΤΕΥΧΟΣ 9α • ΤΟΜΟΣ 67  
CCG EAC 65 (2) • OCTOBER 2005 • ISSUE 9a • VOL. 67



PRINTED  
IN  
HELLAS  
3699

# ΧΗΜΙΚΑ ΧΡΟΝΙΚΑ

ΓΕΝΙΚΗ ΕΚΔΟΣΗ



- Γρίπη πουλερικών
- Νόμπελ Φυσικής και Χημείας 2005
- 1ο Ευρωπαϊκό Συνέδριο Χημείας
- Συντήρηση και αποκατάσταση έργων τέχνης

CHEMICA CHRONICA • General Edition

9α/05

Association of Greek Chemists

Η Link Lab ΕΠΕ ιδρύθηκε στις αρχές του 1998 από στελέχη με πολυετή εμπειρία στην υποστήριξη εργαστηρίων έρευνας και ποιοτικού ελέγχου. Η οργάνωση της σχεδιάστηκε με στόχο την κάλυψη όλων των αναγκών ενός σύγχρονου εργαστηρίου και περιλαμβάνει:

## Τμήμα Πωλήσεων

**Αναλυτικά όργανα** • Υγρή & αέρια χρωματογραφία  
• Φωτόμετρα • Ειδικό Αναλυτές.

**Βοηθητικά εργαστηριακά όργανα** • Ζυγοί • Υδατόλουτρα • Ανακινήτες • Πιπέτες • Κλίβανοι κ.ά.

**Μετρολογικό εξοπλισμό** • Θερμοκρασίας • Μάζας  
• Διαστατικών.

**Αναλύσιμα** • Υγρές & αέρια χρωματογραφίας  
• Φιαλίδια • Πρότυπες Ουσίες & διαλύματα • Γυαλικά  
• Φίλτρα • Λάμπες.



## Τμήμα Μετρολογίας

**Δραστηριοποιείται στις διακριβώσεις** • Εργαστηριακών οργάνων • Μηχανημάτων Παραγωγής Βιομηχανιών • Λοιπού μετρητικού εξοπλισμού.

**Διενεργεί ελέγχους Μηχανημάτων Παραγωγής & Αναλυτικών Οργάνων** • Installation Qualification  
• Operational Qualification • Performance Qualification

**Παρέχει** • Συμβουλευτικές Υπηρεσίες σε θέματα μετρολογίας και μετρητικού εξοπλισμού.

## Τμήμα Τεχνικής Υποστήριξης & Σχεδιασμού

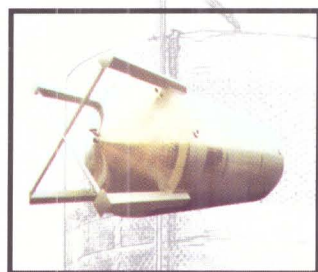
**Παρέχει υποστήριξη με** • Εγκατάσταση • Εκπαίδευση • Ανάπτυξη μεθόδων • Συντήρηση • Επισκευή εξοπλισμού.

**Σχεδιάζει και αναπτύσσει** • Συστήματα παρακολούθησης και ελέγχου φυσικών παραμέτρων όπως υγρασία, θερμοκρασία, πίεση, υποπίεση, κ.ά.

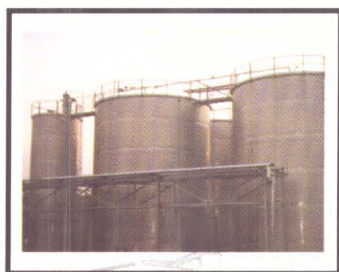
Βιβλιοθήκη  
Στέφανου (1934-2012) &  
Λιζερίτε Κώνστα (1936-2021)

LINK LAB ΕΠΕ, Πύρρωνος 23, 116 36 Αθήνα, Τηλ.: 210 756 4772, 210 751 5008, Fax: 210 756 4723, E-mail: info@linklab.gr, www.linklab.gr

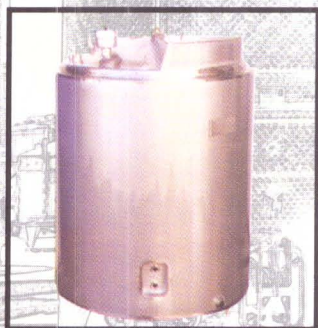
# GR.INOX ΑΦΟΙ ΓΚΡΕΚΗ



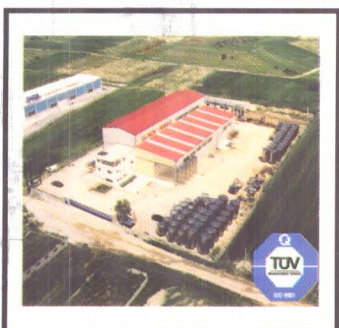
Δεξαμενή με θερμαινόμενο πυθμένα χωρητικότητας 60 τόνων



Συγκρότημα 3.000 τόνων



Δοχείο αναδευσης βουτύρου



GR INOX

Η **GR. INOX ΑΦΟΙ ΓΚΡΕΚΗ Ε.Π.Ε.** είναι μια αξιόπιστη, σύγχρονη και ευέλικτη εταιρεία με δυναμική παρουσία στο χώρο των ανοξείδωτων κατασκευών.

Η **GR. INOX** εξειδικεύεται στην κατασκευή ανοξείδωτων δεξαμενών για λάδι, κρασί, ξύδι, οινόπνευμα, χυμούς, ποτά, καθώς και χημικά προϊόντα.

Ειδικότερα, το κατασκευαστικό μας πρόγραμμα περιλαμβάνει δεξαμενές αποθήκευσης, ζύμωσης, σταθεροποίησης, ερυθράς οινοποίησης, ανάδευσης, πίεσης, δεξαμενές με μανδύα ψύξης και θέρμανσης, καθώς και συγκροτήματα τυποποίησης.

Η κάθε δεξαμενή μελετάται προσεκτικά και κατασκευάζεται σύμφωνα με τις ανάγκες του πελάτη.

Τα μεγέθη τους ποικίλουν και μπορούν να προσαρμοστούν σε οποιαδήποτε διάσταση, ώστε να τοποθετηθούν και στους πλέον δύσκολους χώρους, ενώ πάντα είμαστε σε θέση, με ειδικά οργανωμένο συνεργείο, να εκτελούμε έργα σε όλες τις περιοχές της Ελλάδας.

Τα κύρια χαρακτηριστικά λειτουργίας της εταιρείας μας είναι η χρησιμοποίηση υψηλής τεχνολογίας μηχανημάτων σε όλα τα στάδια επεξεργασίας και συγκόλλησης του ανοξείδωτου χάλυβα. Η αυστηρή εφαρμογή των όρων που έχει θέσει η Ευρωπαϊκή Κοινότητα για τη μεταφορά και αποθήκευση τροφίμων,

ο συνεχής εκσυγχρονισμός της εταιρείας μας σε μηχανολογικό εξοπλισμό, η εξειδίκευση του ανθρώπινου δυναμικού, η πιστοποίησή της εταιρείας μας με **ISO 9001:2000** από την **TUV Γερμανίας**, η τήρηση των συμφωνηθέντων χρόνων παράδοσης, καθώς και ο μεγάλος αριθμός πελατών που μας έχει εμπιστευθεί, υπογράφουν την άριστη λειτουργία και αποτελεσματικότητα της **GR. INOX ΑΦΟΙ ΓΚΡΕΚΗ ΕΠΕ.**

## ΣΥΓΧΡΟΝΟΣ ΙΟΝΤΙΚΟΣ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΟΣ ICS-3000 RFIC

### ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ

- > Ευέλικτα τμήματα για την κάλυψη όλων των εφαρμογών IC και BioLC
- > Αυτόματη προετοιμασία δειγμάτων για τον προσδιορισμό ιχθών
- > Νέα 3-D Αμπερομετρία για πολλαπλές εφαρμογές Η/Χ ανίχνευσης

### ΑΠΟΔΟΣΗ

- > Ηλεκτρολυτική αυτόματη παραγωγή διαλυμάτων έκλουσης για εξοικονόμηση χρόνου και διαλυτών : Reagent Free System
- > Διπλό σύστημα για διπλάσια απόδοση με έναν δειγματοδότη
- > Εύκολη πρόσβαση σε όλα τα τμήματα που απαιτούν συντήρηση

### ΑΚΡΙΒΕΙΑ

- > Ακριβής έλεγχος της θερμοκρασίας για την εξαφάνιση του θορύβου
- > Γεννήτρια διαλυμάτων (Eluent Generator) και αντλία εξασφαλίζουν βέλτιστη ακρίβεια και επαναληψιμότητα
- > Τεχνολογία Just Add Water για αξιόπιστα αποτελέσματα



## ΥΓΡΟΣ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΟΣ ΥΨΗΛΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ SUMMITTM

### ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ

- > Τμήματα υψηλών προδιαγραφών για όλες τις εφαρμογές HPLC
- > Πλήρης σειρά ανιχνευτών
- > Ευέλικτο λογισμικό Chromeleon για τον έλεγχο Αερίων και Υγρών Χρωματογράφων, καθώς και Φασματογράφων Μάζας

### ΑΠΟΔΟΣΗ

- > Ανιχνευτής UV/VIS Diode Array 1024 διόδων
- > Σύστημα διπλής αντλίας για βέλτιστη παραγωγικότητα (Dual-Gradient HPLC)
- > Σύστημα αυτόματου καθαρισμού δειγμάτων (Autopurification system)

### ΑΚΡΙΒΕΙΑ

- > Smart Flow Technology: Βέλτιστη ακρίβεια και επαναληψιμότητα
- > Σύστημα αυτόματης αναγνώρισης σπηλών
- > Λειτουργίες αυτόματης διακρίβωσης: IQ, OQ & PQ,



 **DIONEX**



**ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ Α.Ε.**  
ΔΡ Κ.Ι. ΒΑΜΒΑΚΑΣ - ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ



ΑΘΗΝΑ: Τζαβέλλα 9 & Μυκόνου, 152 31 Χαλάνδρι, Τηλ.: 210 6748 973, Fax: 210 6748 978, e-mail: [contact@analytical.gr](mailto:contact@analytical.gr), <http://www.analytical.gr>  
ΒΟΡΕΙΑ ΕΛΛΑΔΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ: Παπαναστασίου 102, 546 42 Θεσσαλονίκη, Τηλ.: 2310 903971, Fax: 2310 903972, e-mail: [analytic@hol.gr](mailto:analytic@hol.gr)

# ΧΗΜΙΚΑ ΧΡΟΝΙΚΑ

ΕΠΙΣΗΜΟ ΟΡΓΑΝΟ ΤΗΣ ΕΝΩΣΗΣ ΕΛΛΗΝΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ

Ν.Π.Δ.Δ., Κάνιγγος 27, 106 82 Αθήνα, Τηλ.: 210 3821 524 – 210 3832 151 – Fax: 210 3833 597  
http://www.eex.gr, e-mail E.E.X.: info@eex.gr, e-mail X.X.: chemchro@eex.gr

## Η Διοικούσα επιτροπή της ΕΕΧ:

Δημόπουλος Γ. (Πρόεδρος)  
Κοΐνης Σ. (Α΄ Αντιπρόεδρος), Παπαγεωργίου Α. (Β΄ Αντιπρόεδρος)  
Χάληρης Μ. (Γεν. Γραμματέας), Γιαννουλάκη Σ. (Ειδ. Γραμματέας)  
Αρβανίτης Γ. (Ταμίας), Βαρδουλάκης Εμ., Καζάνης Μ.,  
Βαμβακάς Σ., Λαμπή Ε., Ταραντίλης Δ. (Σύμβουλοι)

## Περιφερειακά τμήματα της ΕΕΧ:

- **Αττικής και Κυκλάδων** (Πρόεδρος: Δ. Αγαπαλίδης)  
Κάνιγγος 27, 10682 Αθήνα, τηλ.: 210 3821524, 210 3829266  
Fax: 210 3833597, e-mail: info@eex.gr
- **Κεντρικής και Δυτικής Μακεδονίας** (Πρόεδρος: Δ. Κεσίσογλου)  
Αριστοτέλους 6, 54623 Θεσσαλονίκη, τηλ. και fax: 2310 278077,  
e-mail: eexmaced@the.forthnet.gr
- **Πελοποννήσου και Δυτικής Ελλάδας** (Πρόεδρος: Κ. Κοηλιόπουλος)  
Μαιζώνος 211 και Τριών Ναυάρχων, 26222 Πάτρα,  
τηλ.: 2610 362460, e-mail: eexpat@mail.gr
- **Κρήτης** (Πρόεδρος: Α. Τριανταφυλλιάκης)  
Δουκός Μποφώρ 1, 71110 Ηράκλειο, τηλ. και fax: 2810 220292,  
e-mail: eex\_kriti@hotmail.com
- **Θεσσαλίας** (Πρόεδρος: Α. Κανλής)  
Σκενδεράνη 2, 38221 Βόλος, τηλ. και fax: 24210 37421,  
e-mail: eexthes@vol.forthnet.gr
- **Ηπείρου – Κερκύρας – Λευκάδας** (Πρόεδρος: Γ. Χασιώτης)  
Χαρ. Τρικούπη 6, 45332 Ιωάννινα,  
τηλ. και fax: 26510 75695, e-mail: epirus@eex.gr
- **Αν. Στερεάς Ελλάδας – Εύβοιας – Ευρυτανίας** (Πρόεδρος: Γ. Γούλα)  
Λεβαδίτου 2, 35100 Λαμία, Κιν. τηλ.: 6978118052,  
e-mail: goula@liv.forthnet.gr
- **Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης** (Πρόεδρος: Π. Μελίδης)  
Τ.Θ. 1418, 65110 Καβάλα, Τ.Θ. 357 67100 Ξάνθη,  
e-mail: eex-amth@otenet.gr
- **Βορείου Αιγαίου** (Πρόεδρος: Ηλ. Ποιλιναίτης)  
Ηλία Βενέζη 1, 81100 Μυτιλήνη, τηλ. και fax: 22510 28183  
e-mail: naegean\_eex@aegean.gr
- **Νοτίου Αιγαίου** (Πρόεδρος: Δ. Οικονομίδης)  
Κη. Πέππερ 1, 85100 Ρόδος, τηλ.: 22410 28638, 22410 37522,  
fax: 22410 35623, 22410 37522, e-mail: eex@rho.forthnet.gr

- **Ιδιοκτήτης:** Ένωση Ελλήνων Χημικών
- **Εκδότης:** Ο Πρόεδρος της Ε.Ε.Χ. Γ. Δημόπουλος
- **Αρχισυντάκτης:** Αθηνά Πέτρου
- **Αναπληρωτής Αρχισυντάκτης:** Αναστασία Δέτσι
- **Μέλη Συντακτικής Επιτροπής:** Γ. Αραμπατζής, Α. Γιάννη, Ν. Ηλιόπουλος, Φ. Μακρυπούλιας, Β. Σταθόπουλος
- **Υπεύθυνη κρίσεων:** Σ. Κάκαρη
- **Εκπρόσωπος της Δ.Ε της Ε.Ε.Χ στην Συντακτική Επιτροπή:** Μιχάλης Χάληρης
- **Βοηθός Έκδοσης (Επιμέλεια Υφής):** Κίμων Ζαβιτσάνος
- **Τιμή Τεύχους:** 3 €
- **Συνδρομές:** Βιομηχανίες – Οργανισμοί: 74 € – Ιδιώτες: 40 €, Φοιτητές: 15 €  
Συνδρομή Εξωτερικού: \$120
- **Σχεδίαση – Παραγωγή έκδοσης:** Μ. ΡΩΜΑΝΟΣ ΕΠΕ,  
Μεσογγίου 16, Άνω Ηλιούπολη 163 42,  
τηλ.: 210 9946244 – 210 9968411, fax: 210 9948943  
e-mail: mrom@otenet.gr
- **Διεύθυνση Διαφήμισης:** Δημήτριος Ι. Γκριλίδης
- **Διαφημίσεις:** VEGA ECM ΕΠΕ, Εκδοτική – Διαφημιστική – Εκθεσιακή  
Λεωφ. Ποσειδώνος 115, Γλυφάδα 166 74, τηλ.: 210 8980461, fax: 210 8986265,  
www.vegacom.gr, e-mail: info@vegacom.gr

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>Σημείωμα του Εκδότη</b> .....	<b>3</b>
<b>Επικαιρότητα</b> .....	<b>4</b>
<b>Ενημέρωση</b> .....	<b>7</b>
<b>Τα νέα του TEAX</b> .....	<b>9</b>
<b>Ειδήσεις</b> .....	<b>10</b>
<b>Χημειοδρόμο</b> .....	<b>12</b>
<b>Θέματα παιδείας</b> .....	<b>13</b>
<b>Ιστορία της Χημείας</b> .....	<b>19</b>
<b>Άρθρα</b>	
Αθκυλοφαινόλης και αιθυλενοξυ- παράγωγά τους στο περιβάλλον Α. Αρδίτασγλου, Δ. Βουτσά .....	<b>20</b>
Ο ρόλος της τηλεπισκόπησης στην παρακολούθηση της ρύπανσης του περιβάλλοντος Μ. Καρβέλης, Κ. Φυτιάνος .....	<b>25</b>
Εφαρμογή των πολυμερών στη συντήρηση και αποκατάσταση έργων τέχνης και αντικειμένων ιστορικής αξίας. Μέρος I Ε. Καραγιαννίδου, Ε. Σιδερίδου .....	<b>30</b>
Εφαρμογή των πολυμερών στη συντήρηση και αποκατάσταση έργων τέχνης και αντικειμένων ιστορικής αξίας. Μέρος II Ε. Καραγιαννίδου, Ε. Σιδερίδου .....	<b>35</b>
<b>Βιβλιοπαρουσίαση</b> .....	<b>41</b>
<b>Συνέντευξη</b> .....	<b>42</b>
<b>Συνέδρια – Ημερίδες – Προγράμματα – Διαλέξεις</b> .....	<b>44</b>

Θέμα εξωφύλλου: Έτος Einstein χαρακτηρίστηκε το 2005

## Σημείωμα του Εκδότη



**Τ**α τελευταία είκοσι χρόνια είμαστε θεατές αθλή και συμμετοχοί μιας δραματικής αλλαγής στον πλανήτη. Το νερό, το πιο διαδεδομένο συστατικό της ζωής, έγινε σε πολλές χώρες είδος σε ανεπάρκεια. Μια αλλαγή με σημαντική επίδραση στην καθημερινή ζωή και στο περιβάλλον. Το πολυδιάστατο πρόβλημα αναδείχθηκε στο 1ο Διεθνές Συνέδριο για το νερό. Διοργανώθηκε από την Ένωση Ελλήνων Χημικών και τις Ενώσεις Χημικών της Νοτιοανατολικής Ευρώπης στα πλαίσια της Έκθεσης AQUA 2005. Η Χώρα μας είναι γενναιοδωρα προικισμένη με νερό όμως οι υδάτινοι πόροι είναι άνισα κατανομημένοι. Επιπρόσθετα, οι χιλιάδες γεωτρήσεις, χωρίς ουσιαστικό έλεγχο και σχεδιασμό, έχουν ως αποτέλεσμα την αποδυνάμωση των υδροφόρων ζωνών. Η στάθμη στους υδροφόρους ορίζοντες μειώνεται κατά 5 μέτρα ετησίως-200 μέτρα τα τελευταία 40 χρόνια. Σε ορισμένες περιοχές, η αλόγιστη χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων, έχει οδηγήσει στην υποβάθμιση της ποιότητας των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων. Το πρόβλημα εντείνεται ό,σο υπάρχει πολυδιάσταση αρμοδιοτήτων σε τοπικό επίπεδο και ό,σο η οικονομική αξία του νερού υποβαθμίζεται με την υποτιμολόγησή του. Οι πληροφορίες για την επέμβαση κάθε δραστηριότητας –Γεωργικής, Βιομηχανικής, Οικιακής, Αναψυχής– στην ποσότητα και στην ποιότητα του νερού, πρέπει να συλλέγονται και να κοινοποιούνται σε Εθνικούς και Διακρατικούς Φορείς Διαχείρισης των Υδάτινων Πόρων. Έτσι, και οι Υπηρεσίες μπορούν να επιλέξουν χειρισμούς και οι Πολίτες να ενημερώνονται.

Πραγματοποιήθηκε στη Θεσσαλονίκη το 2ο Περιβαλλοντικό Συνέδριο Μακεδονίας παράλληλα με το 13ο Διεθνές Συμπόσιο της Μεσογειακής Ένωσης Προστασίας Περιβάλλοντος (MESAEP), με σημαντική διεθνή συμμετοχή. Κυριάρχησε η ανάγκη για ανάπτυξη θετικής περιβαλλοντικής συνείδησης, και κατά συνέπεια ορθολογικής περιβαλλοντικής συμπεριφοράς, σε όλα τα επίπεδα. Όχι διότι δεν έχουμε ανάγκη από μέτρα. Αλλά γιατί, πριν απ' αυτό, χρειαζόμαστε και βαθιά γνώση και επίγνωση. Η περιβαλλοντική εκπαίδευση αναδεικνύεται ως ένα από τα σημαντικότερα εργαλεία επίτευξης περιβαλλοντικών στόχων. Πολίτες με ανεπτυγμένη περιβαλλοντική συνείδηση μπορούν να συνδράμουν σημαντικά τις προσπάθειες της Πολιτείας για αλλαγή των Παραγωγικών Προτύπων, ασκώντας πίεση στις Επιχειρήσεις ως Κατα-

ναλωτές. Βέβαια η νέα αντίληψη για το Περιβάλλον περνάει μέσα από τη Χημική Εκπαίδευση για την οποία μόνο περήφανοι δεν μπορούμε να είμαστε στη Χώρα μας, όσον αφορά στο εύρος των αποδεκτών της.

Η Ένωση Ελλήνων Χημικών υποστήριξε ενεργά την Έκθεση Βιομηχανικού Εξοπλισμού "Fetec" παράλληλα με το Υπουργείο Ανάπτυξης. Σκοπός μας να αναδείξουμε τον διακεκριμένο και αδιαμφισβήτητο ρόλο του Χημικού στη Βιομηχανική Ανάπτυξη. Η Ελληνική Βιομηχανία έχει ανάγκη από επαναπροσδιορισμό στόχων. Η συντριπτική πλειοψηφία των Εταιρειών δηλώνει πως επενδύει σε Έρευνα και Ανάπτυξη ποσοστό χαμηλότερο του 1% του Κύκλου Εργασιών τους. Βεβαίως δεν λείπουν οι φωτεινές εξαιρέσεις. Η βελτίωση της Ελλάδας στην Παγκόσμια κατάταξη, σύμφωνα με το Δείκτη Ολικής Ανταγωνιστικότητας, προϋποθέτει σταθερό μακροοικονομικό κλίμα, λιγότερη γραφειοκρατία, εκσυγχρονισμό της φορολογικής νομοθεσίας και πάταξη της διαφθοράς. Έτσι γίνονται ελκυστικές οι Επενδύσεις! Χρειάζονται επίσης συντονισμένες προσπάθειες από την Πολιτεία και τις Επιχειρήσεις για να εισαχθεί η Καινοτομία και να διασφαλιστεί η Ποιότητα. Το τρίπτυχο Έρευνα, Ανάπτυξη και Εκπαίδευση –Τεχνική, Τεχνολογική και Πανεπιστημιακή– χρειάζεται ανασχεδιασμό και προσανατολισμό σε διαδικασίες και προϊόντα ασφαλέστερα. Με τα λιγότερα δυνατά υποπροϊόντα. Σ' αυτήν την κατεύθυνση κινείται ήδη η Ένωση Ελλήνων Χημικών μέσα από το Ελληνικό Δίκτυο της Πράσινης Χημείας σε συνεργασία με τα Τμήματα Χημείας.

Αποφασισμένη η Ένωση Ελλήνων Χημικών να προσεγγίζει την επικαιρότητα με Επιστημονικές θέσεις, να αναδεικνύει προβλήματα όπου υπάρχουν και να υποδεικνύει τις λύσεις τους στην Πολιτεία, ξεκίνησε τη δημιουργία Μητρώου Εμπειρογνομώνων. Η Στελέχωση ανά Θεματική Ενότητα μας δίνει τη δυνατότητα να αποκτήσουμε ολοκληρωμένες απόψεις με πολυπληθούς αποδέκτες. Η εθελοντική συνεισφορά είναι απολύτως αναγκαία και παραμένει ζητούμενο.

Φιλικά  
Ο εκδότης

### Ενημέρωση – Διευκρίνιση

Ενημερώνονται οι αναγνώστες των Χημικών Χρονικών ότι ο κανονισμός των Ελληνικών Ταχυδρομείων απαιτεί όπως η αριθμηση των περιοδικών ακολουθεί τον αριθμό των τευχών και όχι των μηνών. Έτσι, το τεύχος 7-8/05 (Ιουλίου – Αυγούστου) καταχωρήθηκε στα ΕΛΤΑ ως τεύχος 7 και το τεύχος 9/05 (Σεπτεμβρίου) ως τεύχος 8, οπότε το τεύχος Οκτωβρίου θα καταχωρηθεί ως τεύχος 9. Για να μην υπάρξει σύμπτωση με το τεύχος Σεπτεμβρίου, το τεύχος Οκτωβρίου χαρακτηρίζεται από εμάς ως τεύχος 9α.



## ■ Ημερίδα στα πλαίσια της Έκθεσης Foodtech

Την Παρασκευή 23 Σεπτεμβρίου 2005, στα πλαίσια της Έκθεσης "FOOD TECH" 2005, πραγματοποιήθηκε στην Αθήνα, σε συνεργασία με τον Π.Α.Σ.Ε.Π.Ε., εκδήλωση με θέμα «Ο Ρόλος των Ιδιωτικών (Ανεξάρτητων) Εργαστηρίων Δοκιμών στην Ανάπτυξη (Βιομηχανία, Εμπόριο, Υπηρεσίες)».

Στην ημερίδα παρέστη ο Γενικός Γραμματέας Καταναλωτή του Υπουργείου Ανάπτυξης κ. Αθ. Σκορδάς, ο οποίος στην ομιλία του αναφέρθηκε σε θέματα Προστασίας των καταναλωτών, επίσημων ελέγχων από πλευράς Πολιτείας αλλά και στο ρόλο των Ιδιωτικών - Ανεξάρτητων Εργαστηρίων στη διαδικασία των αυτοελέγχων.

Μίλησαν επίσης ο Πρόεδρος της Ένωσης Ελλήνων Χημικών Δρ Γ. Δημόπουλος, ο Πρόεδρος του Πανελληνίου Συνδέσμου Ιδιωτικών-Ανεξάρτητων Εργαστηρίων Ποιοτικού Ελέγχου (Π.Α.Σ.Ε.Π.Ε.) κ. Δημήτρης Οικονομίδης, και η Πρόεδρος του Τμήματος Τροφίμων της Ένωσης Ελλήνων Χημικών, κ. Ι. Πετροχείλου.

Ο κ. Δημήτρης Οικονομίδης επεσήμανε τον ρόλο των Ανεξάρτητων-Ιδιωτικών Εργαστηρίων Δοκιμών ως αυθεντικού και γνήσιου παραγωγικού τομέα, αφού παρέχουν καίριες υπηρεσίες, τόσο για τη συμμόρφωση προς τις κείμενες διατάξεις (διαδικασία αυτοελέγχων), όσο και για τη βελτίωση των υπηρεσιών και προϊόντων. Ο κ. Οικονομίδης επεσήμανε ότι τα ιδιωτικά εργαστήρια με τις επενδύσεις, την γνώση και την εργασία τους, προσφέρουν ουσιαστικό έργο στον τόπο και σε θέματα αιχμής, μεταξύ άλλων:

- την Υγιεινή & την Ασφάλεια των Τροφίμων (Εφαρμογή HACCP)
- το νερό (πόσιμο, χρήσης, κοθύμβησης)
- την Οικολογία & την Προστασία του Περιβάλλοντος.
- την Προστασία πολιτών και εργαζομένων από επικίνδυνες ουσίες ή διαδικασίες.

Η κ. Ιωάννα Πετροχείλου επεσήμανε ότι απαραίτητη προϋπό-



Στη φωτογραφία απεικονίζονται από δεξιά προς τα αριστερά οι: Ιωάννα Πετροχείλου, Πρόεδρος του Τμήματος Τροφίμων της ΕΕΧ, Γιώργος Δημόπουλος, Πρόεδρος της ΕΕΧ, Θανάσης Σκορδάς, Γενικός Γραμματέας Καταναλωτή, Δημήτρης Οικονομίδης, Πρόεδρος Πανελληνίου Συλλόγου Εργαστηρίων Ποιοτικού Ελέγχου

θεση για την εφαρμογή ενός αποτελεσματικού Συστήματος Ποιότητας είναι η επαλήθευση της αποτελεσματικότητας των όποιων προληπτικών μέτρων και ελέγχων έχουν υιοθετηθεί. Ως εκ τούτου, οι επιχειρήσεις πρέπει να διενεργούν συστηματικούς ή δειγματοληπτικούς ελέγχους για να επαληθεύεται η αποτελεσματικότητα των εφαρμοζόμενων Συστημάτων. Μεταξύ άλλων, επεσήμανε ότι ο κατάλογος των επικίνδυνων ουσιών για την υγεία είναι ανεξάντλητος και ως εκ τούτου τα εργαστήρια καλούνται να διευρύνουν συνεχώς τις αναλυτικές τους δυνατότητες, γεγονός που προϋποθέτει σημαντικές επενδύσεις σε εξοπλισμό, ακριβά αναλώσιμα και τεχνογνωσία. Η κ. Πετροχείλου αναφέρθηκε, επίσης, στην αναγκαιότητα περαιτέρω εξειδίκευσης των διαδικασιών δειγματοληψίας καθώς και των τεχνικών που διασφαλίζουν την ορθή επισήμανση των προϊόντων διατροφής. Τέλος, αναφέρθηκε στην αναγκαιότητα υιοθέτησης εκπαιδευτικών μηχανισμών που θα διασφαλίζουν την διατροφική αγωγή από τις σχολικές ηλικίες, ώστε να αντιμετωπισθεί το συνεχώς αυξανόμενο πρόβλημα της παχυσαρκίας και όλα τα σχετιζόμενα με τη διατροφή προβλήματα υγείας.

*Ακολουθούν οι ομιλίες: α) του Δρ Γεωργίου Δημόπουλου, Προέδρου της ΕΕΧ για το ρόλο των Εργαστηρίων στην Ανάπτυξη - Foodtech 2005 και β) του κ. Γιώργου Σκορδά, Γενικού Γραμματέα Καταναλωτή:*

«Σας καλωσορίζουμε στην εκδήλωση που διοργανώνουμε από κοινού η Ένωση Ελλήνων Χημικών και ο Πανελλήνιος Σύλλογος Εργαστηρίων Ποιοτικού Ελέγχου η οποία και αφορά στον Κοινωνικοοικονομικό ρόλο των Εργαστηρίων στην Ανάπτυξη.

Η ανάπτυξη απαιτεί διαρκή καινοτομία.

Και η καινοτομία γεννά νέα προϊόντα.

Χαρακτηριστική περίπτωση είναι η βιομηχανία τροφίμων και ποτών η οποία λόγω ευνοϊκών εγχώριων γεωργικών και κλιματικών συνθηκών, αλλά και εφαρμογής προκαθορισμένων επιχειρηματικών μοντέλων βρίσκεται σε διαρκή τροχιά ανόδου με έντονο εξαγωγικό ενδιαφέρον.

Ο κλάδος των τροφίμων αριθμεί στην Ελλάδα περισσότερες από 1.300 επιχειρήσεις και κατέχει το 20% της βιομηχανικής παραγωγής. Ο ανταγωνισμός δημιουργεί καινοτόμα προϊόντα διαρκώς. Το ενδιαφέρον για υγιεινή διατροφή κεφαλαιοποιήθηκε έγκαιρα από τις επιχειρήσεις με προϊόντα βιολογικά, ολιγοθερμικά, με εξειδικευμένους αποδέκτες.

Ταυτόχρονα οι μονάδες επεξεργασίας τροφίμων γίνονται γιγάντιες. Οι πρώτες ύλες συλλέγονται από πολλά διαφορετικά σημεία. Τα προϊόντα σε αρκετές περιπτώσεις αλλού υφίστανται επεξεργασία και αλλού συσκευάζονται ενώ διακινούνται πλέον σε τεράστιες αποστάσεις.

Παράλληλα με την κατανάλωση αυξάνεται όμως και η ανασφάλεια για την καταλληλότητα των κυκλοφορούντων αγαθών.

Υπάρχει ασφαλές τρόφιμο;

Θα πρέπει τελικά να ανησυχούμε;

Παρόλο που όταν τρώμε κάτι παίρνουμε ρίσκο, μάλλον θα πρέπει να νιώθουμε τυχεροί διότι ζούμε στην Ευρώπη, την Ήπειρο με την πιο προωθημένη νομοθεσία στον κόσμο καθώς έχει καταστεί υποχρεωτική η ιχνηλασιμότητα. Δηλαδή η ταυτότητα

που συνοδεύει κάθε προϊόν από το χωράφι έως το τυποποιητήριο και την λιανική πώληση.

Αναφέρω δε χαρακτηριστικά ότι ο έλεγχος ασφάλειας στην Ε.Ε. δείχνει ότι σε κάθε 30.000 ζώα μόλις ένα είναι άρρωστο. Και το κόστος εντοπισμού αυτού ανέρχεται στο 1,5 εκατομμύρια ευρώ.

Ο εργαστηριακός έλεγχος δεν εξαντλείται βέβαια μόνο στην ασφάλεια αλλά διατρέπει όλες τις παραγωγικές φάσεις: έρευνα, ανάπτυξη, άριστη επιλογή πρώτων υλών, θρεπτική αξία, γέυση, ποιότητα επεξεργασίας, τυποποίηση, έλεγχος ποιότητας του τελικού προϊόντος.

Ιδιαίτερα οι βιοτεχνικοί επιπέδου επιχειρήσεις που στερούνται της δυνατότητας εσωτερικών οργανωμένων εργαστηρίων έχουν την ανάγκη υποστήριξης από Διαπιστευμένα Ιδιωτικά Εργαστήρια με βάση το διεθνές πρότυπο ISO 17025. Το πρότυπο αφορά στην τεχνική ικανότητα του Εργαστηρίου να κάνει συγκεκριμένες μετρήσεις και αφορά στην υλικοτεχνική υποδομή, στο έμπυχο δυναμικό και στη διαδικασία αυτοελέγχου.

Τα εργαστήρια παρέχουν μετρήσεις που αποτελούν παράγοντα ουσιαστικής υποστήριξης της ανάπτυξης, παραγωγής και διακίνησης των προϊόντων.

Είναι στην υπηρεσία σημαντικών σκοπών και πέρα από τον έλεγχο ασφάλειας και υγιεινής των τροφίμων, όπως στην εξαγωγή καταναλωτικών αγαθών στον έλεγχο ρύπανσης του περιβάλλοντος και ως πυλώνας της πράσινης Χημείας που στοχεύει σε μια βιομηχανία οικονομικά βιώσιμη που θα βελτιστοποιεί τη διαχείριση πρώτων υλών με τα λιγότερα δυνατά παραπροϊόντα.

Η σημασία του εργαστηριακού ελέγχου αναμένεται να μεγιστοποιηθεί με την ψήφιση της νέας Ευρωπαϊκής Χημικής Νομοθεσίας, του REACH. Με τον κανονισμό αυτό θα τεθούν υπό έλεγχο η παραγωγή και κυκλοφορία όλων των χημικών ουσιών δίνοντας έμφαση σε εκείνες που έχουν ανησυχητικές ιδιότητες όπως καρκινογόνες, μεταλλαξιογόνες και τοξικές ουσίες. Χαρακτηριστικά αναφέρω ότι από τις 2.500 περίπου χημικές ουσίες που παράγονται σε μεγάλες ποσότητες Πανευρωπαϊκά, μόλις για τις 27 έχει ολοκληρωθεί η πλήρης διαδικασία ελέγχου για τις ασφαλείς χρήσεις τους.

Σήμερα λοιπόν που ορίζουμε ως ποιότητα την ικανοποίηση των προσδοκιών του καταναλωτή χωρίς να βλάπτουμε το οικοσύστημα και τη Δημόσια Υγεία. Που η αλληλεγγύη των γενεών δεν βρίσκεται μόνο στα χέρια των χημικών και των πολιτικών αλλά κυρίως των πολιτών. Ο κοινωνικός ρόλος του Χημικού Εργαστηρίου είναι διευρυμένος ως τοποτηρητής της Ποιότητας και της Ασφάλειας των προϊόντων και ως ο φορέας που έχει την εταιρική κοινωνική ευθύνη να ελέγχει την εφαρμογή κοινοτικών και εθνικών οδηγιών που θα προσδώσουν προστιθέμενη αξία στα ελληνικά προϊόντα τα οποία απευθύνονται σε ένα καταναλωτικό κοινό που είναι βέβαιο ότι πλέον συμπεριλαμβάνοντας παραμέτρους ποιότητας στις επιλογές του κρίνει και το μέλλον της επιχειρηματικότητας».

«Κυρίες και κύριοι,

Καθώς τις τελευταίες δεκαετίες βελτιώνεται το επίπεδο ζωής του Έλληνα πολίτη, αλλάζει και η διατροφική του συμπεριφορά.

Έτσι, μέσα σε λιγότερο από μισό αιώνα η παραδοσιακή μεσογειακή διατροφή έδωσε σε μεγάλο βαθμό τη θέση της σε μια διατροφή που έχει χαρακτηριστικά κοινά με όλες τις βιομηχανικές

χώρες, ενώ το «γρήγορο» και εύκολο μαγειρεμένο φαγητό αντικατέστησε τις σύνθετες παραδοσιακές συνταγές του ελληνικού νοικοκυριού.

Σήμερα, ο καταναλωτής θέλει να έχει στο πιάτο του όλο το χρόνο τα προϊόντα που επιθυμεί ανεξάρτητα από την εποχικότητά τους (θέλει π.χ. φράουλες τον Ιανουάριο).

Αυτό δεν μπορεί να γίνει χωρίς την παρέμβαση της χημείας.

Ταυτόχρονα, η διεθνοποίηση των αγορών και η εξέλιξη των μεταφορών έχει επιτρέψει τη διακίνηση των τροφίμων από τη μια άκρη του κόσμου στην άλλη στον ελάχιστο δυνατό χρόνο.

Έτσι, ο καταναλωτής, επειδή δεν γνωρίζει τον παραγωγό των προϊόντων που καταναλώνει και προκειμένου να αντιμετωπίσει αυτή την έλλειψη πληροφόρησης σε προσωπικό επίπεδο, έχει όλο και μεγαλύτερες απαιτήσεις στον τομέα της διασφάλισης της ποιότητας και της ασφάλειας των προϊόντων που καταναλώνει, ιδιαίτερα δε των τροφίμων.

Κρίσιμο στοιχείο στην ενίσχυση αυτού του «νέου» τύπου καταναλωτή είναι η συνεχής ενημέρωση.

Ο ενημερωμένος καταναλωτής απαιτεί όλο και περισσότερο συγκεκριμένες διαβεβαιώσεις για την ποιότητα των τροφίμων του.

Ανησυχεί όλο και περισσότερο για το περιεχόμενο αυτού που φτάνει στο τραπέζι του, για τις συνθήκες παρασκευής, συσκευασίας, αποθήκευσης και μεταφοράς.

Αντιλαμβάνεται, και επικροτεί με την καταναλωτική του συμπεριφορά, το διαπιστευμένο και –βέβαια– το δίκαια τιμολογημένο προϊόν.

Είναι ο ίδιος ο ενημερωμένος καταναλωτής, η εποπτεύουσα αρχή της αγοράς.

Έτσι, η έμφαση της επιχείρησης στην προσφορά ποιοτικών και ασφαλών προϊόντων αποτελεί πλέον μονόδρομο στην προσπάθεια της να επιβιώσει και να αναπτυχθεί. Κοντόφθαλμες πρακτικές υποβάθμισης του επιπέδου ποιότητας και ασφάλειας των προϊόντων της από μια επιχείρηση, μπορεί να αποφέρουν βραχυπρόθεσμο κέρδος.

Είναι όμως βέβαιο, ότι η μακροπρόθεσμη ζημιά που θα της προκαλέσουν θα είναι πολύ μεγαλύτερη.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση, προχωράει στην υιοθέτηση όλο και πιο αυστηρών κανόνων στα θέματα που αφορούν την υγιεινή και την ασφάλεια των αγαθών και ιδιαίτερα των τροφίμων, τόσο στην παραγωγή και την επεξεργασία τους όσο και στη διακίνηση και τη διάθεσή τους.

Σε αυτή την κατεύθυνση αναδεικνύεται και ο ρόλος του χημικού, ως επιστήμονα και εργαζόμενου στη βιομηχανία τροφίμων αλλά και της Ένωσης Ελλήνων Χημικών ως θεσμικού εκπροσώπου τους.

Η Πολιτεία οφείλει να υποστηρίξει ενεργά μια πολιτική ποιότητας, μέσω της οποίας αφ' ενός θα διασφαλίζει στους προμηθευτές και τους καταναλωτές αξιόπιστο προϊόν και αφ' ετέρου θα ενισχύει την ανταγωνιστικότητα και την εξωστρέφεια της Ελληνικής βιομηχανίας τροφίμων και ποτών.

Το Υπουργείο Ανάπτυξης και ο ΕΦΕΤ επιλέγουμε μια πολιτική ανάπτυξης συνεργασιών με τα διαπιστευμένα εργαστήρια του ιδιωτικού και δημόσιου τομέα και όχι την ανάπτυξη κάθεται εσωτερικών δομών εργαστηριακών αναλύσεων.

Επιπλέον, προωθούμε πολιτικές που διασφαλίζουν την εύρυθμη λειτουργία της Αγοράς μέσα από δύο βασικούς άξονες: αφ'



## ΕΠΙΚΑΙΡΟΤΗΤΑ

ενός την ενίσχυση των θεσμών που διασφαλίζουν τον υγιή ανταγωνισμό και αφ' ετέρου το σεβασμό των δικαιωμάτων του Καταναλωτή.

Η Γενική Γραμματεία Καταναλωτή, στο διάστημα της επανελειτουργίας της, προώθησε θεσμικές και νομοθετικές παρεμβάσεις για την διασφάλιση των δικαιωμάτων, την ενίσχυση της θέσης και την ενημέρωση του καταναλωτή:

1. Διαμορφώθηκε πλαίσιο συντονισμού και σχεδιασμού των ελέγχων τροφίμων.
2. Υποστηρίχθηκε ενεργά η Ευρωπαϊκή πολιτική κατά των αθέμιτων εμπορικών πρακτικών και του παραεμπορίου με την ψήφιση σχετικής Ευρωπαϊκής Οδηγίας στο Συμβούλιο Υπουργών τον Μάιο του 2004.
3. Ιδρύθηκε, με την ψήφιση του σχετικού νομοσχεδίου, ο θεσμός του Συνηγόρου του Καταναλωτή, θεσμός που αποσκοπεί στην υποστήριξη των δικαιωμάτων του καταναλωτή και την αποτελεσματικότερη εξώδικη επίλυση των καταναλωτικών διαφορών.
4. Αναβαθμίστηκε η Γραμμή Επικοινωνίας του Καταναλωτή (1520), με την δημιουργία πιλοτικού ηλεκτρονικού συστήματος ενημέρωσης του πολίτη και καταγραφής των καταγγελιών του σε 24ωρη βάση.

5. Αναπτύσσονται δράσεις εκπαίδευσης και ενημέρωσης του Καταναλωτή (πρόταση Υπ. Παιδείας για χημικούς).
6. Εντατικοποιήθηκαν οι έλεγχοι στην Αγορά, με στόχο τη βελτίωση της ποιότητας ζωής του πολίτη και τον περιορισμό όσο το δυνατόν της κυκλοφορίας στην Αγορά προϊόντων που δεν πληρούν όρους υγιεινής και ασφάλειας, συμβάλλοντας επίσης στην πάταξη του παραεμπορίου και των άλλων αθέμιτων εμπορικών πρακτικών.
7. Για πρώτη φορά επιβλήθηκαν χρηματικά πρόστιμα σε μεγάλες επιχειρήσεις που παραβίαζαν τον νόμο και παραπλανούσαν το καταναλωτικό κοινό.

Αποτελεί συνειδητή πολιτική επιλογή του Υπουργείου Ανάπτυξης η επιβολή αυστηρών κυρώσεων και η δημοσιοποίηση των ονομάτων των παραβατών.

Η συνέχιση και ενίσχυση των παρεμβάσεων υπέρ του Καταναλωτή, εκτός από βασική επιλογή της Κυβέρνησης αποτελεί και κυρίαρχο αίτημα της κοινής γνώμης.

Στην κατεύθυνση αυτή είμαστε αποφασισμένοι να συνεχίσουμε τις προσπάθειές μας.

Είναι πεποίθηση δική μου και του συνόλου της πολιτικής ηγεσίας του Υπουργείου Ανάπτυξης, ότι ο Έλληνας επιχειρηματίας αντιλαμβάνεται τις νέες αυτές συνθήκες και έχει τη δυνατότητα να ανταποκριθεί με επιτυχία στις προκλήσεις και τις απαιτήσεις του σύγχρονου καταναλωτή.

Ως Γενικός Γραμματέας Καταναλωτή θέλω να σας καλέσω να συμμετάσχετε ενεργά σε αυτή την προσπάθεια.

Με τα λόγια αυτά θα ήθελα να σας ευχαριστήσω για την πρόσκληση που μου απευθύνετε και να ευχηθώ καλή επιτυχία».



[www.poulias.gr](http://www.poulias.gr)

### ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΕΛΕΓΧΟΥ & ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗΣ ΠΑΡΑΣΙΤΩΝ

- Ολοκληρωμένη Υγειονομική Προστασία (I.P.M.) σε χώρους τροφίμων και ποτών.
- Μελέτες προστασίας από παράσιτα.
- Εργασίες καταπολέμησης παρασίτων.
- Προμήθεια συσκευών και σκευασμάτων για προστασία από παράσιτα.

#### ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΟΜΑΔΑ

ΧΡΥΣΑΝΘΟΠΟΥΛΟΥ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ ΧΗΜΙΚΟΣ – ΥΠ. ΔΙΑΣ/ΣΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ  
 ΙΑΤΡΟΥ ΣΤΕΛΛΑ ΓΕΩΠΟΝΟΣ – ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΟΣ  
 ΒΓΕΝΗ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ ΧΗΜΙΚΟΣ – ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΒΟΡΕΙΟΥ ΕΛΛΑΔΟΣ  
 ΤΣΑΒΑΛΑ ΜΑΙΡΗ ΓΕΩΠΟΝΟΣ – ΤΕΧΝΟΛΟΓΟΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ  
 ΣΙΣΜΑΝΙΔΗΣ ΙΟΡΔΑΝΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΟΣ ΓΕΩΠΟΝΟΣ



**ΠΕΙΡΑΙΑΣ:** ΤΗΛ.: 210 4177912 – FAX: 210 4175295  
email: info@poulias.gr

**ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ:** ΤΗΛ.: 2310 515583 – FAX: 2310 528951  
email: vgeni@poulias.gr

### Ανακοίνωση – Πρόσκληση

Προσκαλείστε οι αναγνώστες του περιοδικού «Χημικά Χρονικά» να συμμετέχετε με επίκαιρα θέματα στις μόνιμες στήλες του περιοδικού: «Ειδήσεις», «Χημειοδρόμιο», «Ενημέρωση», «Βήμα Αναγνωστών», «Ιστορία της Χημείας», «Θέματα Παιδείας» κ.λπ. Επίσης, περιμένουμε τη συμμετοχή σας με άρθρα γενικού χημικού ενδιαφέροντος που να συνοδεύονται από το σχετικό φωτογραφικό υλικό. Οδηγίες προς τους συγγραφείς έχουν ήδη δημοσιευθεί στο τεύχος 1-2/05, σελ. 43-44. Η επικοινωνία με τη Συντακτική Επιτροπή του περιοδικού γίνεται στο e-mail: chemchro@eex.gr

Η Συντακτική Επιτροπή





## «Φως στη φύση του φωτός» Στην κβαντική οπτική και στα λείζερ το φετινό Νόμπελ Φυσικής

Το Νόμπελ Φυσικής 2005 απονέμεται κατά το ήμισυ στον Αμερικανό Ρόι Γκλάουμπερ, πατέρα της Κβαντικής Οπτικής, ενώ το υπόλοιπο μισό μοιράζονται ο Αμερικανός Τζον Χολ και ο Γερμανός Τέοντορ Χενς για το έργο τους στην οπτική των λείζερ.

Η Βασιλική Ακαδημία Επιστημών της Σουηδίας βραβεύει τον Ρόι Γκλάουμπερ του Πανεπιστημίου του Χάρβαρντ, σήμερα 80 χρόνων, για «τη θεωρητική περιγραφή της συμπεριφοράς των σωματιδίων φωτός». Ο Γκλάουμπερ έθεσε το 1963 τις βάσεις της κβαντικής οπτικής, στο πλαίσιο της οποίας η κβαντική θεωρία επεκτάθηκε στον τομέα της οπτικής, και συγκεκριμένα συνέβαλε στην «κβαντική θεωρία της οπτικής συμφωνίας».

Ο Τζον Χολ, του Πανεπιστημίου του Κολοράντο, 71 ετών, και ο Τέοντορ Χενς, του Πανεπιστημίου Λούντβιχ Μαξιμίλιανς του Μονάχου και του Ινστιτούτου Μαξ Πλανκ για την Κβαντική Οπτική, 63 ετών, τιμήθηκαν με το άλλο μισό του βραβείου «για την ανάπτυξη της στερεοσκοπίας ακριβείας με βάση τα λείζερ, δηλαδή τον καθορισμό του χρώματος του φωτός των ατόμων και μορίων με εξαιρετική ακρίβεια», αναφέρει η Ακαδημία.

Τα ευρήματά τους «κατέστησαν δυνατή τη μέτρηση συχνοτήτων με ακρίβεια 15 ψηφίων» για χρήση σε υψηλής ακριβείας ρολόγια και τη νέα τεχνολογία των συστημάτων παγκόσμιου δορυφορικού εντοπισμού θέσης (GPS).

Οι τρεις φυσικοί που τιμώνται με το Νόμπελ θα μοιραστούν το χρηματικό έπαθλο των δέκα εκατ. σουηδικών κορωνών (1,38 εκατ. δολάρια). Τα βραβεία απονέμονται κάθε χρόνο στις 10 Δεκεμβρίου, επέτειο θανάτου του Άλφρεντ Νόμπελ. Το Νόμπελ Ειρήνης παραδίδεται στον νικητή του στο Όσλο της Νορβηγίας, ενώ τα υπόλοιπα βραβεία απονέμονται στη Στοκχόλμη.

Το Νόμπελ Ιατρικής απονέμεται στους δύο ερευνητές που ανακάλυψαν το βακτήριο του γαστρικού έλκους.

### ■ Βραβείο Νόμπελ Χημείας 2005

Το Βραβείο Νόμπελ Χημείας 2005 απονέμεται στους:

- Yves Chauvin, Directeur de Research Honoreur Institut Francais du Pitrole, France
- Robert H. Grubbs, Professor of Chemistry, California Institute of Technology, USA
- Richard R. Schrock, Professor of Chemistry, Massachusetts Institute of Technology, USA

για την «ανάπτυξη της μεθοδολογίας των αντιδράσεων μετάθεσης στην Οργανική Σύνθεση».

Οι αντιδράσεις μετάθεσης είναι καταλυτικές με υψηλή οικονομία ατόμων και έχουν ευρεία εφαρμογή στην παραγωγή φαρμάκων, πολυμερών με ειδικές ιδιότητες, φερομονών κ.ά με φιλικές προς το περιβάλλον διεργασίες.

Η συνεισφορά των βραβευθέντων είναι υψίστης σημασίας για την κοινωνία μας διότι ανέπτυξαν συνθετικές μεθόδους που είναι:

- Αποδοτικότερες σε σχέση με άλλες διότι έχουν λιγότερα στά-



Ο Τέοντορ Χενς γιορτάζει τη βράβευση με φοιτητές και συναδέλφους του

δια, χρησιμοποιούν λιγότερες πρώτες ύλες και λιγότερα στάδια που παράγουν απόβλητα.

- Απλές, σταθερές στην ατμόσφαιρα και γίνονται σε κανονικές συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης.
- Φιλικές προς το περιβάλλον.

Και το Δελτίο Τύπου της Βασιλικής Σουηδικής Ακαδημίας Επιστημών καταλήγει: «Η συνεισφορά των βραβευθέντων είναι ένα μεγάλο βήμα προς την ΠΡΑΣΙΝΗ ΧΗΜΕΙΑ διότι μειώνει δραστικά τα επικίνδυνα απόβλητα με έξυπνες λύσεις που εφαρμόζονται στην παραγωγή. Το ερευνητικό έργο στις αντιδράσεις μετάθεσης είναι ένα σημαντικό παράδειγμα βασικής έρευνας η οποία καταλήγει σε οφέλη για τον άνθρωπο, την κοινωνία και το περιβάλλον».

Όλα αυτά δείχνουν ότι η ΠΡΑΣΙΝΗ ΧΗΜΕΙΑ έχει βαθιές ρίζες και για μία ακόμη φορά αναδεικνύεται και ενισχύεται ο ρόλος της ως βασικού παράγοντα της Βιώσιμης Ανάπτυξης.

### ■ Ανακοίνωση για την πρόσληψη προσωπικού με σύμβαση εργασίας ιδιωτικού δικαίου ορισμένου χρόνου

Το Κτηνιατρικό Εργαστήριο Τρίπολης που εδρεύει στην Τρίπολη (Δ.Δ. Πελάγους) ύστερα από απόφαση του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων ανακοινώνει ότι θα προσλάβει προσωπικό με σύμβαση εργασίας ιδιωτικού δικαίου ορισμένου χρόνου, συνολικού αριθμού ενός (1) ατόμου, για την κάλυψη εποχιακών του αναγκών, για την εξής ειδικότητα, με τα αντίστοιχα ειδικά τυπικά προσόντα και την αντίστοιχη χρονική περίοδο.

Ένα (1) Χημικό, με πτυχίο ή δίπλωμα τμήματος Χημείας ΑΕΙ ή Ελληνικού Ανοικτού Πανεπιστημίου ΑΕΙ ή Προγραμμάτων Σπουδών Επιλογής ΑΕΙ της ημεδαπής ή ταυτόσημο περιεχόμενο της ειδικότητας πτυχίο ή δίπλωμα ΑΕΙ Ελληνικού Ανοικτού Πανεπιστημίου ΑΕΙ ή Προγραμμάτων Σπουδών Επιλογής ΑΕΙ της ημεδαπής ή ισότιμος τίτλος σχολών της αλλοδαπής, αντίστοιχης ειδικότητας και βεβαίωση ιδιότητας μέλους της Ένωσης Ελλήνων Χημικών (Ν. 1804/88, ΦΕΚ 177/Α/88, με εμπειρία έξι (6) μηνών στην εφαρμογή τεχνικών Υγροχρωματογραφίας, Αεριοχρωματο-



γραφίας, Φασματομετρίας Μάζας και καλή γνώση Αγγλικής γλώσσας. Το άτομο που θα προσληφθεί στη θέση αυτή θα απασχοληθεί στην εφαρμογή των ανωτέρω τεχνικών, για την ανίχνευση καταλοίπων στα Τρόφιμα Ζωικής Προέλευσης. Σε περίπτωση έλλειψης υποψηφίου με την ανωτέρω εμπειρία, επιτρέπεται η πλήρωση της θέσης αυτής από Χημικό με καλή γνώση αγγλικής γλώσσας, και γνώση χειρισμού Η.Υ. Χρόνος απασχόλησης μέχρι οκτώ (8) μήνες.

## ■ Ανταποκρίσεις από το Περιφερειακό Τμήμα Πελοποννήσου και Δυτικής Ελλάδος

*Κατά τη διάρκεια του πρώτου εξαμήνου του 2005 το Περιφερειακό Τμήμα Πελοποννήσου και Δυτικής Ελλάδας της ΕΕΧ διοργάνωσε δύο εκδηλώσεις στην Πάτρα στα πλαίσια των προσπάθειών του για την προβολή της Χημείας και τη σύνδεσή της με την κοινωνία.*

### I. Εβδομάδα Χημείας 2005

Με μεγάλη επιτυχία πραγματοποιήθηκε από 18 έως 22 Απριλίου Εβδομάδα Χημείας στο κεντρικό αμφιθέατρο του Τμήματος Χημείας του Παν/μίου Πατρών. Αυτή διοργανώθηκε από κοινού από το Περιφερειακό Τμήμα Πελοποννήσου και Δυτικής Ελλάδας της ΕΕΧ και το Τμήμα Χημείας του Πανεπιστημίου Πατρών. Κύρια βαρύτητα δόθηκε στο κέντρισμα του ενδιαφέροντος των μαθητών των Λυκείων και Γυμνασίων για την επιστήμη της Χημείας. Η βασική εκδήλωση ήταν η πραγματοποίηση πειραμάτων που είχαν διάρκεια 2 ωρών και πραγματοποιούνταν δύο φορές κάθε μέρα (10-12 και 3-5 μ.μ.) επί πέντε μέρες (Δευτέρα – Παρασκευή). Καταβλήθηκε προσπάθεια ώστε τα πειράματα να είναι εντυπωσιακά (μετατροπή χαλκού σε ασήμι, σφουριά από μπανάνες, δημιουργία καθρέφτη, φωτιές, εκρήξεις, εντυπωσιακά χρώματα, μαγικές γραφές, «Ποδοσφαιρική Χημεία», «sex και χημεία», άκαυστα χαρτονομίσματα των 50 € κ.λπ.). Την πραγματοποίηση του κάθε πειράματος ακολουθούσε απλή εξήγηση, προσαρμοσμένη στις γνώσεις των μαθητών, με τη βοήθεια συστήματος προβολής. Επίσης από ειδική οθόνη παρουσιάστηκαν μερικές από τις πρόσφατες εφαρμογές και σύγχρονες ερευνητικές δραστηριότητες της Χημείας (αερόσακκοι αυτοκινήτων, μοντέρνα γυαλιά ηλίου, συνθετικά διαμάντια, ελαφριά υλικά, φάρμακα, αλκοτέστ, πολυμερή, πλήκτρα πιάνων κ.λπ.). Τις εκδηλώσεις παρακολούθησαν περίπου 2.000 μαθητές (400 κάθε μέρα) από νομούς της Πελοποννήσου, το νομό Αιτωλοακαρνανίας και την Κεφαλληνία.

Τα πειράματα αποτελούν «προϊόν» πολυετούς οργάνωσης και συστηματικής εργασίας του Καθηγητού Νικολάου Κιλούρα ο οποίος έχει συγγράψει Φυλλάδιο με την εκτέλεση και τη θεωρία των πειραμάτων που δίδεται στους συνοδούς-Καθηγητές, με στόχο μερικά από αυτά να πραγματοποιούνται κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας των μαθημάτων Χημείας στα Γυμνάσια και Λύκεια. Φέτος πραγματοποιήθηκαν από τον ίδιο, τον Καθηγητή Σπύρο Π. Περίλη, τους μεταπτυχιακούς φοιτητές Ανόργανης Χημείας Θεοχάρη Σταματάτο (η «ψυχή» της οργανωτικής προετοιμασίας και εκτέλεσης), Νινέττας Παπατριανταφυλλοπούλου-Ευθυμίου, Ντί-

νου Ευθυμίου, Γερασίμης Λάζαρη και με την πολύτιμη βοήθεια των προπτυχιακών φοιτητών του Τμήματος Χημείας, Κωνσταντίνος Πρίγγουρη (μεταξύ των άλλων είχε και τη μουσική επιμέλεια των εκδηλώσεων), Γεωργίας Βλαχοπούλου, Κωνσταντίνου Στούμπου, Μιχάλη Καπλάνη και Κωνσταντή Κονιδάρη.

Το χειροκρότημα των μαθητών στο τέλος της δώωρης παρουσίασης και οι ευχαριστίες των συνοδών-Καθηγητών ήταν η επιβράβευση όσων εργάστηκαν για την Εβδομάδα Χημείας 2005.

Στη μεγάλη επιτυχία της ημερίδας για το υδρογόνο και της Εβδομάδας Χημείας 2005 συνέβαλαν ο Πρόεδρος του Περιφερειακού Τμήματος της ΕΕΧ κ. Κων/νος Κολλιοπούλης που επέβλεψε και το παραμικρό πρόβλημα που ανέκυπτε, τα μέλη της Διοικούσας Επιτροπής και η Γραμματέας του Περιφερειακού Τμήματος κ. Γεωργία Θεοδωροπούλου που συντόνισε με ιδιαίτερη επιτυχία την επίσκεψη των 2.000 μαθητών. Στη χωρίς προβλήματα διοργάνωση της Εβδομάδας Χημείας συνέβαλε τα μέγιστα και ο Πρόεδρος του Τμήματος Χημείας του Πανεπιστημίου Πατρών, Καθηγητής της Οργανικής Χημείας κ. Κων/νος Πούλιος.

Το Περιφερειακό Τμήμα Πελοποννήσου και Δυτ. Ελλάδας της Ένωσης Ελλήνων Χημικών και το Τμήμα Χημείας του Πανεπιστημίου Πατρών προγραμματίζουν και άλλες εκδηλώσεις που θα βοηθήσουν στην ευρύτερη προβολή της επιστήμης της Χημείας στο κοινωνικό σύνολο και την ανάδειξη του ρόλου των χημικών σε θέματα ανάπτυξης, ποιότητας ζωής και εκπαίδευσης.

### II. Ημερίδα για το Υδρογόνο

Στις 18 Μαρτίου 2005 στην αίθουσα εκδηλώσεων του Δικηγορικού Συλλόγου Πάτρας πραγματοποιήθηκε ημερίδα-ανοικτή εκδήλωση με θέμα:

#### «ΥΔΡΟΓΟΝΟ: ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ»

- Πραγματοποιήθηκαν δύο σημαντικές εισηγήσεις από:
- Την Αναπληρώτρια Καθηγήτρια του Τμήματος Χημείας του Πανεπιστημίου Αθηνών και Πρόεδρο της Ελληνικής Εταιρίας Υδρογόνου (ΕΛΕΤΥ) κ. Χριστιάνα Μπτσοπούλου με τίτλο «Το Υδρογόνο ως Φορέας Ενέργειας», και
  - Τον Καθηγητή του Τμήματος Χημείας του Τμήματος Χημικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πατρών κ. Ξενοφώντα Βερύκιο με θέμα «Η Οικονομία του Υδρογόνου: Περιβαλλοντικές και Αναπτυξιακές Διαστάσεις».

Στη συνέχεια έγιναν ερωτήσεις προς τους ομιλητές και επακολούθησε ανταλλαγή απόψεων. Την εκδήλωση παρακολούθησαν περί τα 300 άτομα, 150 περίπου από τα οποία ήταν φοιτητές των Τμημάτων Χημείας, Χημικών Μηχανικών και Επιστήμης Υλικών. Τα όσα αναπτύχθηκαν ήταν πολύ ενημερωτικά και ενδιαφέροντα και μας προβληματίσαν όλους. Και οι δύο ομιλητές τόνισαν την ανάγκη αλλαγής της ενεργειακής πολιτικής τόσο σε παγκόσμιο όσο και σε τοπικό επίπεδο, διότι το περιβάλλον του πλανήτη μας δεν αντέχει σε περαιτέρω επιβάρυνση με βλαπτικούς αέριους ρύπους, λόγω της καύσης των ορυκτών κυρίως καυσίμων. Οι ομιλητές ανέφεραν δεδομένα που δείχνουν ότι οι συνέπειες της χρήσης των ορυκτών καυσίμων θα επιβαρύνουν τη Γη για αρκετούς αιώνες ακόμη.



## ΤΑ ΝΕΑ ΤΟΥ ΤΕΑΧ

### ■ Ψήφισμα

Η Γενική Συνέλευση του Συνδέσμου Συνταξιούχων Χημικών (Τ.Ε.Α.Χ.), ενημερωμένη σχετικά με τις δραστηριότητες της «Εταιρείας των Φίλων του Μουσείου Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας» συμπαρίσταται στις προσπάθειες τις οποίες καταβάλλει, για την όσο το δυνατόν συντομότερη έναρξη των αναγκαίων εργασιών στο ιστορικό κτήριο του «Χημείου», ώστε να λειτουργήσει πλέον το πράγματι εθνικό αυτό έργο.

*Το Προεδρείο της Γενικής Συνέλευσης  
18 Μαΐου 2005*

### ■ Ψήφισμα

Η Γενική Συνέλευση του Συνδέσμου Συνταξιούχων Τ.Ε.Α.Χ διαμαρτύρεται για την αποκαθήλιωση των φωτογραφιών-πορ-

τραίτων των συναδέλφων χημικών, οι οποίοι διετέλεσαν εις το παρελθόν Πρόεδροι της ΕΕΧ, από ιδρύσεως της.

Παρακαλεί τη Διοικούσα Επιτροπή της Ένωσης μας να αποκαταστήσει τα πράγματα, ως είχαν, το συντομότερον δυνατόν.

*Το Προεδρείο της Γενικής Συνέλευσης  
της 18ης Μαΐου 2005*

### ■ Δωρεές

Στη μνήμη του συναδέλφου και Αντιπροέδρου του Δ.Σ του Σ.Σ.-ΤΕΑΧ Στέλιου Χατζηγιαννακού το Δ.Σ του Συνδέσμου Συνταξιούχων ΤΕΑΧ προσφέρει 200 € στην «Εταιρεία των Φίλων του Μουσείου Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας».

Επίσης για τον ίδιο σκοπό ο συνάδελφος κ. Μηνάς Βαβάκος προσφέρει 100 €.

### ΤΜΗΜΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

## Ανακοίνωση – Πρόσκληση ενδιαφέροντος

Ανακοινώνεται ότι λόγω έλλειψης απαρτίας στη Γενική Συνέλευση στις 28/9/2005 του Τμήματος Περιβάλλοντος, αποφασίστηκε νέα Γενική Συνέλευση και παράλληλα εκλογές για το Δ.Σ. του τμήματος στις 7/12/05 στις 6:30 μ.μ. στην Ε.Ε.Χ.

*(Συνέχεια της ανταπόκρισης από το Περιφερειακό Τμήμα Πελοποννήσου και Δυτικής Ελλάδας)*

Από την άλλη μεριά το υδρογόνο, το απλούστερο, το ελαφρύτερο και ένα από τα πιο διαδεδομένα στοιχεία έχει την υψηλότερη αναλογία ενέργειας προς βάρος από όλα τα καύσιμα. Όταν καίγεται υδρογόνο στον αέρα, το προϊόν είναι απλό νερό. Κατά συνέπεια, η καύση υδρογόνου, έναντι της καύσης ορυκτών καυσίμων (φυσικό αέριο, πετρέλαιο και κάρβουνο), εμφανίζει σημαντικά πλεονεκτήματα. Παρόλα αυτά σήμερα το υδρογόνο διαδραματίζει μεν ένα σημαντικό ρόλο στην παγκόσμια οικονομία της ενέργειας, αλλά αυτός ο ρόλος περιορίζεται αποκλειστικά σχεδόν στη χημική βιομηχανία (σύνθεση αμμωνίας, εξευγενισμός πετρελαίου), ενώ σπάνια χρησιμοποιείται ως καύσιμο. Και αυτό γιατί εκτός από την έλλειψη υποδομών που θα υποστήριζαν την ευρεία χρήση του, υπάρχει μια μόνιμη προκατάληψη ότι το υδρογόνο είναι επικίνδυνο και ανασφαλές τόσο κατά τη χρήση, όσο και κατά την αποθήκευση και μεταφορά του. Έχει αποδειχθεί, όμως, ότι σε τυχόν διαρροή και ανάφλεξη, το υδρογόνο είναι ασφαλέστερο από τη βενζίνη. Όσο για την αποθήκευσή του, ενώ η έρευνα συνεχίζεται, ήδη προτείνονται ασφα-

λείς και εφικτές λύσεις όπως αποθήκευση α) υπό υψηλή πίεση, β) σε υγρή κατάσταση, γ) με τη μορφή μεταλλικών υδριδίων, δ) σε νανοσωληνές άνθρακα και ε) σε τρισδιάστατα πολυμερή σύμπλοκα.

Ιδιαίτερη αναφορά έγινε και από τους δύο ομιλητές στις κυψελίδες καυσίμου που φαίνεται να έχουν πολλή πλεονεκτήματα. Επίσης τονίσθηκαν η δυσκολία ευρύτερης χρήσης του υδρογόνου εξαιτίας οικονομικών και πολιτικών συμφερόντων, και το παράδειγμα της Ισπανίας όπου χρησιμοποιούν με μεγάλη επιτυχία και σε πολλούς τομείς το υδρογόνο ως καύσιμο τα τελευταία χρόνια.

Το τελικό συμπέρασμα της ημερίδας ήταν ότι το υδρογόνο είναι το καύσιμο του μέλλοντος και θα πρέπει οι Έλληνες επιστήμονες και ερευνητές να αναπτύξουν γνώση και τεχνολογία που αφορά την παραγωγή, αποθήκευση, διανομή και χρήση του υδρογόνου με αποτέλεσμα την ανάπτυξη της Ελληνικής Οικονομίας.

*Μαγδαληνή Σουπιώνη – Σπύρος Π. Περγιένης*

## ■ Γρίπη Πουληρικών: Τα Ηνωμένα Έθνη αναζητούν «ασπίδες» φαρμάκων και εμβολίων

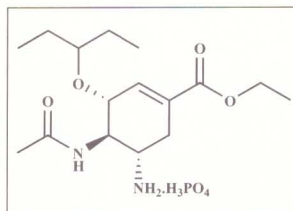
Στα μέσα του Οκτωβρίου, ο γραμματέας της υπηρεσίας Υγείας του ΟΗΕ, M. Leavitt, πραγματοποίησε επίσκεψη στη Νοτιανατολική Ασία, όπου εκδήλωσε την ανησυχία του για τη διαθεσιμότητα φαρμάκων και εμβολίων ενάντια στη γρίπη των πουληρικών (avian flu), σε παγκόσμιο επίπεδο. Ενώ η πιθανότητα εκδήλωσης πανδημίας του συγκεκριμένου ιού φαίνεται να φθίνει σήμερα, ειδικοί ανησυχούν εάν η παγκόσμια κοινότητα είναι ικανή να αντιμετωπίσει ένα μελλοντικό «ξέσπασμα» του ιού.

Η διαθεσιμότητα φαρμάκων και εμβολίων σε χώρες όπως το Λάος, η Καμπότζη ή το Βιετνάμ είναι περιορισμένη. Η πιθανότητα διάδοσης του ιού είναι πολύ μεγάλη, ενώ 60 από τους 117 ανθρώπους που μολύνθηκαν, απεβίωσαν χωρίς ιδιαίτερη φαρμακευτική αγωγή (στοιχεία από 2003). Ήδη, πουληρικά έχουν μολυνθεί και σε γειτονικές χώρες, όπως η Τουρκία και η Ρουμανία.

Οι ειδικοί ανησυχούν ότι το στέλεχος του ιού H5N1, το οποίο ευθύνεται για τη νόσο, μπορεί να μεταλλαχθεί σε μία μορφή που διαδίδεται μεταξύ ανθρώπων. Αν ο φόβος αυτός πραγματοποιηθεί, τότε η εξάπλωση του ιού θα είναι αστραπιαία και μάλιστα πριν προλάβει να ανταποκριθεί η παραγωγή φαρμακευτικών σκευασμάτων.

Σήμερα αποτελεσματικότερη φαρμακευτική αγωγή θεωρείται η δραστική ουσία oseltamivir phosphate, η οποία προσφέρεται από γνωστή πολυεθνική φαρμακευτική εταιρία. Πρόκειται για δραστική ουσία που μεταβολίζεται (υδρόλυση του εστέρα) ηπατικά και εμποδίζει τη διάδοση του ιού ανάμεσα σε μολυσμένα και υγιή κύτταρα, «μπλοκάροντας» το ένζυμο νευραμινιδάση (neuraminidase). Μάλιστα, η δράση του φαρμάκου είναι πιο αποτελεσματική, εάν χορηγηθεί σε αρχικά στάδια της μόλυνσης από τον ιό της γρίπης.

Αν και η παρασκευάστρια εταιρία υποστηρίζει ότι είναι η μό-

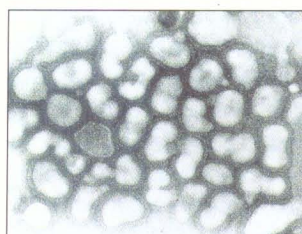


Η δραστική ουσία  
Oseltamivir Phosphate

επιλεκτικά από κυβερνήσεις χωρών, όταν υπάρχουν λόγοι επείγουσας ανάγκης. Ο ίδιος ο γενικός γραμματέας του ΟΗΕ, Kofi Annan, δήλωσε από τα γραφεία του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (WHO) ότι η πνευματική ιδιοκτησία δεν θα πρέπει να στέκεται εμπόδιο στην διαθεσιμότητα φαρμάκων, τα οποία είναι αναγκαία για την καταπολέμηση μιας επιδημίας γρίπης.

Πρόσφατα, δημοσιεύτηκαν σημαντικές εργασίες που συσχετίζουν τον ιό με το αντίστοιχο στέλεχος που προκάλεσε το θάνατο πάνω από 25 εκατομμυρίων ανθρώπων στην Ισπανία το 1918-1919 [Science, 310 (2005) 77 και Nature, 437 (2005) 937]. Εάν η κατάσταση περιπλέκεται στην περίπτωση φαρμακευτικής ουσίας, τα πράγματα φαίνεται να είναι χειρότερα για την παρασκευή και διάθεση ενός αποτελεσματικού εμβολίου ενάντια στη γρίπη των πουληρικών. Οι επιστήμονες έχουν να αντιμετωπίσουν τα πιθανά προβλήματα που προκύπτουν από τις κλινικές δοκιμές, οι οποίες ολοκληρώνονται την εποχή αυτή. Ακόμα όμως μεγαλύτερη πρόκληση αποτελεί η αντιμετώπιση πιθανών μεταλλάξεων του στελέχους του ιού. Επίσης, είναι πολύ δύσκολο να προβλεφθεί πότε ή πού θα μπορούσε να ξεσπάσει εκτεταμένη μόλυνση από τον ιό, ώστε η παγκόσμια κοινότητα να είναι προετοιμασμένη.

Ελπίζουμε όλοι ότι η επιστημονική κοινότητα υποστηρίζεται από τους διεθνείς οργανισμούς ώστε να δημιουργηθεί μια παγκόσμια φαρμακευτική «ασπίδα» ενάντια σε ιούς που μπορούν



Εικόνα από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο ιών Influenza A, ο οποίος ευθύνεται για τη γρίπη των πουληρικών (Πηγή: Centers for Disease Control and Prevention Public Health Image Library)

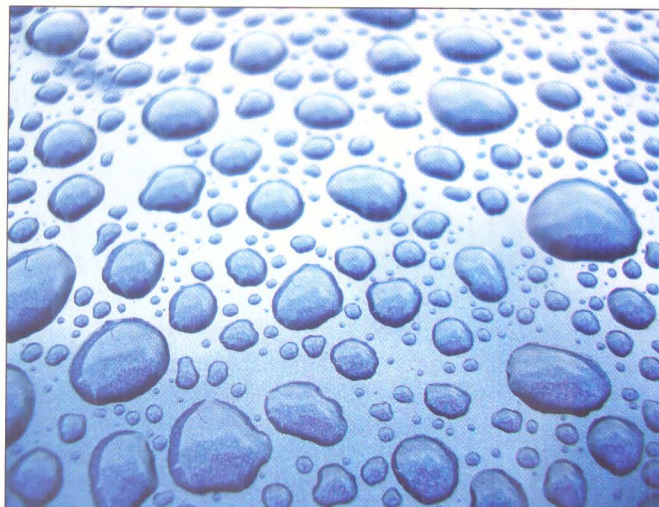


να επιφέρουν πανδημίες. Οι πρόσφατες εξελίξεις με τον ιό της γρίπης των πουλερικών μπορεί να αποτελέσει μάθημα αντιμετώπισης κρίσεων της παγκόσμιας υγείας.

[I.A.: R. Mullin, *Chemical & Engineering News*, 83 (42), (2005) 7]

## ■ Υδροφοβικό νερό

Υδροφοβικό νερό; Ακούγεται όχι μόνο οξύμωρο αλλά και απίθανο. Κι όμως ομάδα επιστημόνων από το εθνικό εργαστήριο Βορειοδυτικού Ειρηνικού κατάφεραν να παράγουν και να ερευνήσουν την προαναφερθείσα κατάσταση σε μονοστιβάδες από νερό τοποθετημένες σε υπόστρωμα πηλίας, οι οποίες φαίνεται να αποτελούν τις χαμηλότερης θερμοκρασίας μορφές ενός επακόλουθα σχηματιζόμενου πάγου. Ας μελετήσουμε το φαινόμενο βήμα προς βήμα: σε θερμοκρασίες κάτω από 60 K, τα μεμονωμένα μόρια νερού θα παραμείνουν ως έχουν όταν τοποθετηθούν σε ένα μεταλλικό υπόστρωμα. Αντίθετα σε υψηλότερες θερμοκρασίες, τα μόρια γίνονται πιο κινητικά σε βαθμό τέτοιο ώστε να μπορούν σχηματίσουν μικροσκοπικές νησίδες δισδιάστατου πάγου. Αν νέα μόρια νερού έρθουν σε επαφή με τους κρυστάλλους αυτών, θα τοποθετηθούν στο ενδιάμεσο των σχηματιζόμενων νησίδων με αποτέλεσμα να βρεθεί το μεταλλικό υπόστρωμα τελείως καλυμμένο από μια μονοστιβάδα πάγου. Να σημειωθεί πως τα μόρια του νερού έχουν 4 δεσμούς: έναν με το μεταλλικό υπόστρωμα πηλίας και 3 με γειτονικά μόρια νερού. Εξαιτίας αυτών των δεσμών, η επιπλέον προσθήκη νερού δεν οδηγεί σε έναν σχηματισμό τρισδιάστατης μορφής πάγου όπως θα αναμενόταν, με αποτέλεσμα η μονοστιβάδα του πάγου που προαναφέρθηκε να λειτουργεί υδροφοβικά. Η υδροφοβικότητα αυτή αίρεται μόνο αν υπάρξει ένα υπερβάλλον ποσό νερού, π.χ. 40 ή 50 φορές



το ποσό της υδροφοβικής στιβάδας, οπότε και σχηματίζεται η γνωστή τρισδιάστατη μορφή πάγου.

Οι πρώτοι που παρατήρησαν το φαινόμενο αυτό ήταν οι ερευνητές του αναφερθέντος εργαστηρίου. Κατέληξαν δε στο συμπέρασμα πως η υδροφοβικότητα αυτή ευνοείται από το σχηματισμό ενός ισχυρού δεσμού μεταξύ του μορίου του νερού και του μεταλλικού υποστρώματος προκειμένου να σχηματισθεί μια σταθερή μονοστιβάδα. Σε περίπτωση ασθενέστερου τέτοιου δεσμού, οδηγούμαστε σε μια «κλασική» υδροφοβική κατάσταση στην οποία το νερό απλώς υπάρχει σε μορφή σφαιρών και στην ουσία ούτε μία μονοστιβάδα σχηματίζεται.

[Φ.Μ.: Kimmel et al. *Physical Review Letters*, 29 Sep 2005; 747#2]

## Ανακοίνωση – Πρόσκληση

Ενημερώνονται οι αναγνώστες των Χημικών Χρονικών ότι ένα από τα προσεχή τεύχη του περιοδικού θα αφιερωθεί στη Νανοτεχνολογία και ως εκ τούτου καλούνται οι ενδιαφερόμενοι να συμβάλουν με άρθρα, ειδήσεις, ενημερωτικά σχόλια, ιστορικά θέματα κ.λπ. να επικοινωνήσουν με τη Συντακτική Επιτροπή του περιοδικού στο e-mail: [chemchro@eex.gr](mailto:chemchro@eex.gr)

Η Συντακτική Επιτροπή

## Υποδοχή νέων Χημικών

Η Διοικούσα Επιτροπή του Περιφερειακού Τμήματος Αττικής και Κυκλάδων της Ένωσης Ελλήνων Χημικών προσκαλεί τους νέους συναδέλφους χημικούς, πτυχιούχους των ετών 2004 και 2005 σε ειδική τελετή υποδοχής τους στην Ε.Ε.Χ. την Τετάρτη 14 Δεκεμβρίου 2005 στις 7:00 μ.μ. στη Μεγάλη αίθουσα, οδός Κάνιγγος 27, Αθήνα.

Θα γίνει παρουσίαση όλων των δραστηριοτήτων της Ε.Ε.Χ., της Διοικούσας Επιτροπής, των τμημάτων και των επιτροπών της από τις διοικήσεις τους, οι οποίες είναι επίσης προσκεκλημένες να παραστούν.

Θα ακολουθήσει μικρή δεξίωση.

Ο Πρόεδρος  
Δαμιανός Αγαπηλίδης

Ο Γενικός Γραμματέας  
Γιάννης Σιταράς



Κίμων Ζαβιτσάνος, Αθηνά Πέτρου

Εργαστήριο Ανόργανης Χημείας, Τμήμα Χημείας Πανεπιστημίου Αθηνών

## ■ Είναι το χρώμιο απαραίτητο συμπλήρωμα διατροφής;

Η γνώση γύρω από την βιολογική σημασία του χρωμίου είναι περιορισμένη και το αν είναι απαραίτητο ιχνοστοιχείο για τον άνθρωπο έχει διαιρέσει την επιστημονική κοινότητα από τις αρχές της δεκαετίας του πενήντα. Μέχρι και σήμερα κανένα βιομόριο που να περιέχει χρώμιο δεν έχει απομονωθεί. Είναι γνωστή όμως η ύπαρξη ενός ολιγοπεπτιδίου το οποίο μπορεί να δεχτεί 4 ισοδύναμα χρωμίου, να αλληλεπιδράσει με την ινσουλίνη και να αυξήσει το μεταβολισμό της γλυκόζης σε απομονωμένα κύτταρα. Το ολιγοπεπτίδιο αυτό ονομάζεται χρωμοδουλίνη και αποτελεί πιθανόν την βιολογικά ενεργή μορφή του χρωμίου.

Τα τελευταία χρόνια τα συμπληρώματα διατροφής που περιέχουν χρώμιο (πικοχλωμικό χρώμιο) έχουν γίνει ιδιαίτερα δημοφιλή. Μόνο το 1999 το κέρδος από τις πωλήσεις ξεπέρασε το 1 δισεκατομμύριο δολάρια, παρόλο που οι έρευνες γύρω από την ωφέλεια από τη χρήση του σκευάσματος έχουν δώσει αντιφατικά αποτελέσματα. Πολλοί ερευνητές έχουν παρατηρήσει αύξηση της μυϊκής μάζας και αυξημένη δυνατότητα μεταβολισμού της γλυκόζης, μετά από χορήγηση του σκευάσματος. Δεν είναι λίγοι όμως εκείνοι που υποστηρίζουν ότι το πικοχλωμικό χρώμιο μπορεί να παρουσιάζει καρκινογόνο και μεταλλαξιογόνο δράση.

Συμπερασματικά το χρώμιο είναι μάλλον απαραίτητο ιχνοστοιχείο\* με τη μορφή όμως που περιέχεται στα συμπληρώματα διατροφής, δεν έχει διευκρινιστεί εάν και κατά πόσον μπορεί να πραγματοποιήσει αυτά που υπόσχεται.

[Κ.Ζ.: J.B. Vincent, *Recent advances in the biochemistry of chromium (III)*, Journal of Trace Elements in Experimental Medicine, 16, 227-236, 2003]

## ■ Υπάρχει σύνδεση μεταξύ του αμινοξέος Ομοκυστεΐνη και της ανάπτυξης Alzheimer's

Υπάρχει μία ισχυρή σύνδεση μεταξύ της ποσότητας ενός αμινοξέος του αίματος που ονομάζεται Ομοκυστεΐνη και της πιθανότητας να εμφανιστεί Alzheimer's. Τα επίπεδα του αμινοξέος μπορούν να μειωθούν παίρνοντας ένα συνδυασμό από βιταμίνες Β, αντιοξειδωτικά και Ιχνοστοιχεία. Είναι εξάλλου πολύ γνωστή η στενή σχέση μεταξύ του εκφυλισμού του εγκεφάλου (απώλεια μνήμης, γνωσιακό έλλειμμα, κατάθλιψη και κληνισμός προσωπικότητας) και της έλλειψης βιταμινών Β\*.

[Α.Π.: Προσωπική επικοινωνία με τη Dr Christina McFarlane]

## ■ Γιατί η Πυκνογενόλη (Pycnogenol) είναι ένα τόσο ισχυρό αντιοξειδωτικό;

Ο λόγος που η Πυκνογενόλη είναι ένα τόσο ισχυρό αντιοξειδωτικό είναι το γεγονός ότι είναι ένα φυσικό μίγμα αρκετών μορφών αντιοξειδωτικών και έτσι με τη χρήση της κατανομονται αντιοξειδωτικά διατροφικά στοιχεία ευρέως σε όλο το σώμα. Το σύμπλεγμα των αντιοξειδωτικών προμηθεύει ενώσεις με ποικίλα μεγέθη που μπορούν να δράσουν αποτελεσματικά σε διαφορετικές περιοχές του σώματος. Οι μεγαλύτερες, οι προκυανιδίνες (procyanidins), είναι πολύ αποτελεσματικές στο αίμα ενώ τα μικρότερα μόρια, τα φλαβονοειδή (flavonoids) και τα οργανικά οξέα μπορούν άμεσα να εισέλθουν στο εσωτερικό των κυττάρων. Οι μεγάλες ολιγομερείς προκυανιδίνες έχουν αρκετά σημεία στα μόριά τους που μπορούν να εξουδετερώσουν ελεύθερες ρίζες. Η βιταμίνη Ε σε αντίθεση έχει μόνο ένα τέτοιο σημείο. Σημεία που εξουδετερώνουν ελεύθερες ρίζες είναι επίσης οι φαινολικές ομάδες. Η βιταμίνη Ε είναι μία μονοφαινόλη, ενώ η πυκνογενόλη είναι πολυφαινόλη. Επιπροσθέτως οι αρκετές μορφές των αντιοξειδωτικών ενώσεων στην πυκνογενόλη την καθιστούν ένα ενδοκυτταρικό και εξωκυτταρικό αντιοξειδωτικό πολυηλαπίων δράσεων. Προστατεύει το εσωτερικό και το εξωτερικό των κυττάρων και κυκλοφορεί στο αίμα για να καταστρέψει και εκεί ελεύθερες ρίζες πριν μπορέσουν να κάνουν ζημιά σε συστατικά του σώματος. Τα ποικίλα διατροφικά στοιχεία της πυκνογενόλης έχουν χημικές δομές που προστατεύουν από διαφορετικούς τύπους ελευθέρων ριζών. Ενώ μία απλή αντιοξειδωτική ένωση, όπως η βιταμίνη Ε ή η βιταμίνη C, είναι προστατευτική για ένα αριθμό από ελεύθερες ρίζες, ένα μίγμα από πολλές διαφορετικές μορφές αντιοξειδωτικών προστατεύει ενάντια σε ένα μεγαλύτερο αριθμό μορφών ελευθέρων ριζών. Η πυκνογενόλη έχει την ικανότητα να διπλασιάζει το περιεχόμενο των αντιοξειδωτικών ενζύμων εντός του κυττάρου, επιπρόσθετα με την κατευθείαν εξουδετέρωση ελευθέρων ριζών.

[Α.Π.: *Pycnogenol for Superior Health*, R.A. Passwater, Switzerland, 2001]



\* Η έλλειψη βιταμινών Β συμβαίνει με σοβαρό αλκοολισμό, με κάποιες γενετικές ανωμαλίες που εμποδίζουν τις βιταμίνες Β να δρουν κανονικά και με την pernicious αναιμία.



# Πως σκέπτομαι το μάθημα της Χημείας στη μέση εκπαίδευση: από το όνειρο στην πραγματικότητα\*

Α. Βάρβογλης

Εργαστήριο Οργανικής Χημείας, Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ξεκινώντας, θα ήθελα να διευκρινίσω ότι η χρήση του πρώτου προσώπου στον τίτλο της ομιλίας μου υπαγορεύθηκε από δύο λόγους: αφενός δεν θεωρώ τον εαυτό μου ειδικό σε θέματα διδακτικής ώστε να τεκμηριώνονται επιστημονικά οι απόψεις μου, και αφετέρου θέλησα να φανεί ότι όσα θα ακούσετε απηχούν προσωπικές απόψεις.

Η ενασχόλησή μου για 40 περίπου χρόνια με την τριτοβάθμια εκπαίδευση δεν σημαίνει ότι αδιαφορώ για τη δευτεροβάθμια. Τουναντίον, θα έλεγα ότι με ενδιαφέρει ιδιαίτερα, καθώς έχω ασχοληθεί με την επιμόρφωση καθηγητών της Μέσης Εκπαίδευσης και είχα συμμετοχή στη συγγραφή μιας σειράς βιβλίων Χημείας για το Λύκειο. Ήταν μια τραυματική εμπειρία, από το γεγονός ότι έπρεπε να τηρηθούν σχολαστικά οι προδιαγραφές που είχαν οριστεί από κάποιους αρμόδιους του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου, η περίφημη διδακτέα ύλη. Σας είναι ασφαλώς γνωστή ώστε να μη χρειάζεται να την περιγράψω. Ωστόσο, δεν μπορώ παρά και από αυτό το βήμα, να εκφράσω την έντονη αποδοκιμασία μου για τη Χημεία που καλούνται να μάθουν μαθητές και μαθήτριες, ένα αντικείμενο με το οποίο οι περισσότεροι δεν πρόκειται να ασχοληθούν ποτέ ξανά μαζί του. Επιγραμματικά, θα πω ότι μια τέτοια Χημεία απωθεί και είναι άχρηστη. Εξάλλου, όσοι ασχοληθούν στις περαιτέρω σπουδές τους με Χημεία, θα έχουν την ευκαιρία να ακούσουν ξανά, πιο διεξοδικά και πιο επιστημονικά τα ίδια πράγματα, όχι όμως απαραίτητα καλύτερα.

Πώς λοιπόν θα έπρεπε να είναι το μάθημα της Χημείας ώστε να εκπληρώνει τον σκοπό του; Πιστεύω ότι χρειάζεται να αποτελέσει συνδυασμό τριών παραμέτρων:

- Ο κύριος σκοπός να είναι μια περιήγηση στον χώρο της Χημείας με παροχή χρήσιμων εγκυκλοπαιδικών γνώσεων, αφού όλες οι λειτουργίες της Φύσης βασίζονται στη Χημεία. Οι γνώσεις που θα αποκτώνται θα συμβάλουν αποφασιστικά όχι μόνο στην κατανόηση του κόσμου που μας περιβάλλει, αλλά επίσης σε μια πλατύτερη ανθρωπιστική αγωγή των εφήβων, αν λάβουμε υπόψη την υλική διάσταση του ανθρωπισμού.
- Κατά δεύτερο λόγο, η Χημεία πρέπει να αναπτύξει την περιέργεια, το ενδιαφέρον και, στο μέτρο του δυνατού, την κριτική σκέψη των μαθητών ώστε να κινούνται με άνεση σε έναν χώρο που τόσο διαφέρει από τα άλλα αντικείμενα.
- Και τρίτο, θα μπορούσαν να δοθούν με φειδώ κάποια επιστημονικά στοιχεία –περισσότερο σαν μια πρώτη γνωριμία με μια θεωρούμενη δύσκολη και κρυπτική επιστήμη (ας μην ξεχνάμε τις αληθινές καταβολές της).

Οπωσδήποτε, ο κύριος στόχος της εκπαίδευσης εν γένει θα έπρεπε να είναι η διδασκαλία για το πώς να σκεπτόμαστε και όχι τι να σκεπτόμαστε.

Χωρίς αμφιβολία, η μεγαλύτερη έμφαση πρέπει να δοθεί στην διδακτέα ύλη, η οποία με σωστές επιλογές θα μπορούσε να οδηγήσει στη συγγραφή ελκυστικών βιβλίων. Όταν ένας μαθητής έχει στα χέρια του ένα καλό διδακτικό βιβλίο είναι βέβαιο ότι θα αγαπήσει ή τουλάχιστον δε θα μισήσει το αντικείμενό του. Αλλά και για τον δάσκαλο το ίδιο βιβλίο θα αποτελέσει πηγή έμπνευσης, υποκινώντας τον να προσφέρει κάτι περισσότερο στους μαθητές του. Στη συνέχεια θα περιοριστώ να σας εκθέσω σε αδρές γραμμές τις σκέψεις μου σχετικά με το περιεχόμενο των σχολικών βιβλίων χημείας –τον χώρο όπου επικεντρώνεται η ομιλία μου. Θα έλεγα ότι ο σκοπός των βιβλίων είναι η γνωριμία με την ύλη, με κύριο αντικείμενο τις χημικές εφαρμογές της και δευτερεύον τις ιδιαιτερότητες που την χαρακτηρίζουν, δηλαδή την κλασική χημεία με τους νόμους, τις αντιδράσεις και τους συμβολισμούς τους. Εδώ ας αναλογιστούμε ότι ελάχιστοι από μας γνωρίζουμε έστω τα στοιχειώδη της λειτουργίας των υπολογιστών, αλλά όλοι τους χρησιμοποιούμε.

### Ιστορικά δεδομένα

Ας αρχίσουμε από τα ιστορικά δεδομένα, τα οποία είναι επιθυμητό να διανθίζουν τα κείμενα. Είναι γεγονός ότι όταν ο Λαβουαζιέ πραγματοποίησε τις επαναστατικές τομές του στο οικοδόμημα της χημείας, δεν χρησιμοποίησε τα τότε σύμβολα των στοιχείων –που ήταν αληθινών καταβολών–, ούτε τις χημικές εξισώσεις που θα εμφανίζονταν δυο γενιές αργότερα. Αυτό όμως δεν τον εμπόδισε να καταστρώσει έξυπνα πειράματα και να ερμηνεύσει τα αποτελέσματά τους, με εργαλείο τη νέα ονοματολογία που καθιέρωσε. Έτσι ξεκίνησε η νέα εποχή της χημείας. Τι θέλω να πω με αυτά: μπορούμε κατ' αρχήν να πούμε πολλά πράγματα για τη χημεία καταφεύγοντας σε ιστορικά στοιχεία, και αποφεύγοντας επιστημονικούς όρους, τύπους και εξισώσεις που είναι απεχθείς στα περισσότερα παιδιά. Δε βρήπω το λόγο γιατί να είναι υποχρεωμένα να μνηθούν στην εξειδικευμένη επιστημονική ορολογία και φρασεολογία, ούτε σε σύμβολα και εξισώσεις που μόνο ο χημικός μεταχειρίζονται. Επισημαίνω ότι τα σύμβολα μιας επιστημονικής γλώσσας ενδιαφέρουν μόνο τους ειδικούς και δεν προσφέρουν τίποτα το ουσιαστικό, αφού προορίζονται απλώς να διευκολύνουν τον γραπτό λόγο, με τη μορφή μιας κωδικοποιημένης γλώσσας. Δεν είναι λίγοι όσοι αρκούνται ακόμη

\* Από ομιλία του καθηγητού κ. Α. Βάρβογλη στο 20ό Πανελλήνιο Συνέδριο Χημείας, που έγινε στα Ιωάννινα (20-24 Σεπτεμβρίου 2005).



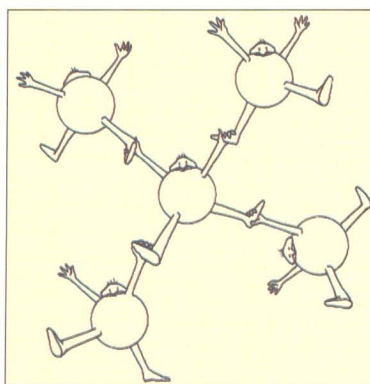
και σήμερα να γνωρίζουν τις ουσίες με τα ονόματα και όχι με τα σύμβολα και τις εξισώσεις τους, όπως συμβαίνει και με τους χημικούς στον προφορικό λόγο. Δειγματοληπτικά μπορεί να παρατεθούν κάποιοι τύποι γνωστών ενώσεων από την καθημερινή ζωή και ακόμη λιγότερες εξισώσεις, όπως οι περιληπτικές εξισώσεις της φωτοσύνθεσης, των καύσεων και της αλκοολικής ζύμωσης, σε συνάρτηση με ιστορικά γεγονότα. Γιατί όμως να μην περιγράψουμε μια εξίσωση μόνο φραστικά, όπως τον καιρό του Λαβουαζιέ; Στην κατάλληλη ενότητα θα είχαν επίσης θέση μερικές πληροφορίες για το πώς έχουμε οδηγηθεί ιστορικά στην εξεύρεση της δομής μιας ουσίας, κάτι που θυμίζει το παιχνίδι των 10 ερωτήσεων. Ο Καρλ Τζεράσι έχει παρουσιάσει την όλη διαδικασία πολύ παραστατικά με το σκοτεινό δωμάτιο και τη σταδιακή ανίχνευση του περιεχομένου του με τη χρησιμοποίηση περισσότερου φωτός.

Ο Γκέτε είχε πει ότι η Ιστορία της Επιστήμης είναι η ίδια η επιστήμη. Κάποια ιστορικά στοιχεία είναι λοιπόν απαραίτητα, ώστε να μη μαθαίνει κανείς με αξιωματικό τρόπο αυτά που ισχύουν σήμερα, αλλά να αντιλαμβάνεται τις προκαταλήψεις των παλαιότερων, τα εμπόδια που είχαν να ξεπεράσουν, την αδυναμία τους να πειραματιστούν με σωστό τρόπο, κ.ά. Τα ιστορικά στοιχεία χρησιμεύουν κυρίως για να εισάγονται οι μαθητές στην εξέλιξη των ιδεών και τις νοητικές πορείες των πρωτοπόρων, και κατά δεύτερο λόγο στις προόδους των πειραματικών διαδικασιών. Ο Ντέιβι σε μια πρώιμη εποχή, με αφορμή την εφεύρεση της βοηταϊκής στήλης, είχε εκφέρει την άποψη ότι «τίποτε δεν προάγει τόσο τη γνώση όσο η εφαρμογή ενός νέου οργάνου», πράγμα που είναι φανερό ότι ανοίγει νέους ορίζοντες στην επιστήμη. Επιπλέον, η ζωή και το έργο αρκετών χημικών προσφέρουν θετικά σημεία και θα μπορούσαν με σύντομες αναφορές να προκαλέσουν το ενδιαφέρον των μαθητών και να αποτελέσουν παράδειγμα προς μίμηση, π.χ. ο Φαραντέι και ο Ντέιβι, ο Σέελε, ο Λομονόσοφ, ο Μουασάν. Με την ευκαιρία του έτους Αϊνστάιν, ας μου επιτραπεί να υπενθυμίσω δύο από τις λιγότερο γνωστές ρήσεις του, που θεωρώ ότι προσφέρονται ως οδηγοί προβληματισμού για την επιλογή της διδακτικής ύλης. Η πρώτη αναφέρεται στη μόρφωση, η οποία «είναι αυτό που παραμένει όταν κανείς έχει ηλυσμνήσει ό,τι έμαθε στο σχολείο.» Η δεύτερη ρήση αναφέρεται στη διδασκαλία, η οποία «πρέπει να είναι τέτοια ώστε ό,τι προσφέρεται να θεωρείται σαν πολύτιμο δώρο και όχι σαν σκληρό καθήκον.» Σε σχέση με τα ιστορικά στοιχεία, επισημαίνω και την αναγκαιότητα για κάποιες ηγοτεχνικές αναφορές είτε ιστορικών προσώπων είτε χημικών φαινομένων ή ακόμη και ουσιών, ιδίως από έργα χημικών που έχουν διαπρέψει και ως ηγοτέχνες, όπως είναι ο Πρίμο Λέβι, ο Ρόαλντ Χόφμαν και ο Ισαάκ Ασίμοβ. Θεωρώ βέβαιο ότι τέτοια μικρά αποσπάσματα θα είναι πολύ ευπρόσδεκτα. Από την πολύχρονη ενασχόλησή μου με το πεδίο αυτό, σας διαβεβαιώνω ότι υπάρχουν εξαιρετικά κείμενα –και όχι μόνο χημικών– που αξίζουν μια θέση στο σχολικά βιβλία.

### Περιεχόμενο και δομή της διδακτέας ύλης

Έρχομαι τώρα στο κυρίως θέμα, που περιλαμβάνει τις σκέψεις μου για τη δομή και το περιεχόμενο της διδακτέας ύλης, καθώς και τον τρόπο με τον οποίο θα μπορούσαν να υλοποιηθούν, με-

τά από μια ευρεία συναίνεση. Κατ' αρχήν, πρέπει να σχεδιαστεί η ανάπτυξη της ύλης της Χημείας ως μία συνέχεια που θα λαμβάνει υπόψη όλες τις τάξεις Γυμνασίου και Λυκείου. Η κεντρική ιδέα που θα χρησιμεύσει ως οδηγός είναι η ακόλουθη: εφόσον η Χημεία συνδέεται με κάθε τι που μας περιβάλλει, θα πρέπει τα βιβλία να αποτελούνται από κεφάλαια ή ενότητες σχετικά με θέματα που έχουν σχέση με την καθημερινή ζωή και, όπου προσφέρεται, να αναπτύσσονται με στοιχειώδη τρόπο ορισμένες απαραίτητες θεωρητικές έννοιες. Καλό θα είναι επίσης κάθε ενότητα να αποτελεί το αντικείμενο μιας διδακτικής ώρας, δηλαδή 25 περίπου λεπτών. Ακόμη, πρέπει να είναι υποχρεωτική η κάλυψή της σε όλα τα σχολεία της χώρας, πράγμα που σημαίνει μικρά, φιλικά βιβλία. Για άλλα από τα θέματα αυτά θα ήταν αρκετή μία γενικής φύσεως παρουσίαση, ενώ για άλλα θα ήταν επιθυμητό να συνεχιστεί η εξέτασή τους σε δεύτερο ή και τρίτο επίπεδο, στις επόμενες τάξεις. Εδώ γίνεται φανερό ότι εγκαταλείπεται η παραδοσιακή παρουσίαση της ύλης, αφού η επιστημονική πλευρά θα είναι υποταγμένη στην εγκυκλοπαιδική. Ο αέρας και το νερό, για παράδειγμα, θα μπορούσαν κάλλιστα να αποτελέσουν δύο ενότητες που θα μονοπωλούσαν την ύλη ενός πρώτου βιβλίου, εισάγοντας τους μαθητές σε μια πληθώρα εννοιών. Ο αέρας προσφέρεται, μεταξύ άλλων, για αναφορές στην ονοματολογία, τη ρύπανση του περιβάλλοντος, τα ηλεκτρόνια και τον ομοιοπολικό δεσμό, τις ιδιότητες των αερίων, τη χημεία της ατμόσφαιρας, το φαινόμενο του θερμοκηπίου, το όζον, το υδρογόνο ως καύσιμο κ.λπ. Το νερό με τη δομή και τις ιδιαιτερότητές του αποτελεί ευκαιρία για ανάπτυξη της διάλυσης και της κρυστάλλωσης, των βάσεων και των οξέων κατά Μπρένστεντ, με αντιπροσώπους από τη φύση, καθώς και για τη σημασία του στα βιολογικά φαινόμενα. Σημειώνεται ότι τα θέματα αυτά προσφέρονται επίσης για μια πρώτη ανάπτυξη συμβόλων και χημικών αντιδράσεων, λόγω της



Σχήμα 1: Πολλήπλη μόρια νερού με δεσμούς υδρογόνου

απλότητάς τους. Για να γίνουν κατανοητές έννοιες που ενδέχεται να παρουσιάζουν δυσκολίες, καλό είναι να γίνεται χρήση μεταφορών ή αναλογιών και παρομοιώσεων που συνιστούν μια φιλική προσέγγιση και έχουν την έγκριση των παιδαγωγών. Μια αναδρομή σε τεύχη του περιοδικού *Journal of Chemical Education* δίνει πειστικές αποδείξεις με πολλά παραδείγματα (Σχήμα 1).

Σε περαιτέρω επίπεδα, σε μια δεύτερη επίσκεψη στον αέρα και το νερό, θα μπορούσαν να αναπτυχθούν τα ευγενή αέρια, η ραδιενέργεια με αφορμή το ραδόνιο, οι διαμοριακές δυνάμεις και οι δεσμοί υδρογόνου, οι οξειδώσεις και οι καύσεις, η αναγωγή με ευκαιρία την παραλαβή του  $\text{CO}_2$  από τα φυτά, τα ισότοπα του υδρογόνου, του οξυγόνου και του άνθρακα και η σημασία τους



στην επίλυση προβλημάτων γενικότερου ενδιαφέροντος κ.ο.κ. Σε καμία περίπτωση δεν κρίνω σκόπιμο τον διαχωρισμό της χημείας σε εξειδικεύσεις, όπως γενική, ανόργανη ή οργανική. Τα σύμβολα των αναφερόμενων στοιχείων και ενώσεων και μερικές θεμελιώδεις αντιδράσεις τους θα είχαν ίσως τη θέση τους στα κατάλληλα σημεία, περισσότερο όμως ως ενημέρωση για τους συμβολισμούς της χημείας παρά σαν υλικό υποχρεωτικής απομνημόνευσης. Οποσδήποτε, να μην ξεχνάμε ότι εκείνο που ενδιαφέρει περισσότερο τον καθένα για μια ουσία είναι το «τι κάνει για μένα» ή έστω για το κοινωνικό σύνολο και δευτερευόντως το πώς φτιάχνεται ή ποιες είναι οι ιδιότητές της, δηλ. χαρακτηριστικά που ανάγονται στη σφαίρα του επιστημονικού πεδίου.

Η απομόνωση και η κατεργασία των μετάλλων υπήρξαν καθοριστικοί παράγοντες για την ανέλιξη του ανθρώπου. Ξεκινώντας λοιπόν από την αρχαιότητα, ένα κεφάλαιο για τα μέταλλα θα έδινε χρήσιμες πληροφορίες για τη μεταλλουργία και τη μεταλλοτεχνία και τις προόδους τους, π.χ. την ανακάλυψη νέων μετάλλων, τις δυσκολίες διαχωρισμού, τα κράματα, την ηλεκτρόλυση και την επιμετάλλωση. Μια περιορισμένη αναφορά στο περιοδικό σύστημα και τους καταλύτες προσφέρεται για μια θέση στην ενότητα. Στη συνέχεια, τα οξείδια και τα άλατα των μετάλλων θα έδιναν την ευκαιρία για την περιγραφή του ετεροπολικού δεσμού, σε συνδυασμό με πληροφόρηση για τα αλλογόνα. Οι αναφορές σε οικείες ουσίες –φυσικές και συνθετικές– είναι ασφαλώς απαραίτητες: ορυκτά, αλάτι, στυπτηρία, χρωστικές, άργιλος, πολύτιμοι λίθοι, όλα είναι παράγωγα των μετάλλων. Εδώ μπορεί να γίνει συσχετισμός των χρωστικών με τη ζωγραφική και τη βαφική. Έτσι, φυσικές και συνθετικές χρωστικές, ανόργανες και οργανικές, αδιακρίτως, θα συνδεθούν διαθεματικά με την αρχαία τεχνολογία, την τέχνη, την αλληλεγγύη και την ανάπτυξη της χημικής βιομηχανίας των χρωμάτων.

Σε περαιτέρω επίπεδο θα μπορούσαν να αναπτυχθούν τα αργιλοπυριτικά παράγωγα, τα γυαλιά, τα κεραμικά και η συμβολή τους στον πολιτισμό. Επίσης, άλλα υλικά, αρχικά αυτά που βασίζονται σε μέταλλα και στη συνέχεια π.χ. οι ζεόλιθοι, που έχουν ενδιαφέρον τόσο για την ομορφιά της δομής τους και τον συμβολισμό της όσο και για τις εφαρμογές τους. Το ίδιο ισχύει και για τις μορφές του άνθρακα, παλιές και νέες, ιδίως τα φουλερένια και τους νανοσωλήνες. Μεγάλη έμφαση πρέπει να δοθεί στα πολυμερή και τα πλαστικά, εισάγοντας παράλληλα νέες έννοιες, όπως τον ακόρεστο χαρακτήρα του αιθυλενίου και τον πολυμερισμό του.

Η αναφορά στον διπλό δεσμό μπορεί να δώσει την ευκαιρία για την ανάπτυξη της γεωμετρικής ισομέρειας, π.χ. με το ζεύγος καουτσούκ-γουταπέρκα. Επίσης, προσφέρονται αναφορές για τα trans λιπαρά οξέα σε σχέση με την υγεία και την ισομερείωση, ή για τις αλληλαγές της ρετινάλης (και της πρόδρομης βιταμίνης Α) σε σχέση με την όραση. Εδώ είναι κατάλληλη και η εισαγωγή στις ισομέρειες της ανθρακικής αλυσίδας και στην ύπαρξη κυκλικών ενώσεων, εισάγοντας τον συμβολισμό των δομών των οργανικών ενώσεων με τη μορφή γεωμετρικών σχημάτων. Αν δεν κρίνεται σκόπιμη η ανάπτυξη των εννοιών της ισομέρειας και της ισομερείωσης, μπορεί κανείς να μεταχειριστεί απλούστερες εκφράσεις, όπως «διαφορές στον ανθρακικό σκελετό» και «μετατροπή». Με τέτοιες αντικαταστάσεις επιστημονικών όρων από ισοδύναμες γνωστές λέξεις είναι δεδομένο ότι το κείμενο γίνεται πιο φιλικό, χωρίς να χάνεται η ουσία. Για παράδειγμα, η «αντί-

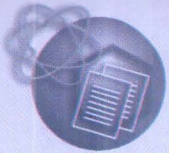
δραση» –εξ ορισμού «αντιδραστική»!– γίνεται πιο εύκολα αποδεκτή ως «μεταμόρφωση», όπως λεγόταν παλιότερα.

Προτού οι μαθητές έλθουν σε επαφή με τις δύσκολες έννοιες της βιολογίας, η οποία έχει γίνει επίσης υπερβολικά δύσπεπτη, μια γνωριμία με τα μόρια της ζωής είναι απαραίτητη. Μια μεγάλη ενότητα που θα συνέδεε χημεία και βιολογία θα έδινε έμφαση στις πρωτεΐνες, ένα πεδίο που αποτελεί πρόκληση για μια σωστή ενημέρωση ως προς τη δομή και τις λειτουργίες τους. Ενζυμα, ορμόνες, αντισώματα, μεταφορείς ουσιών, δομικές πρωτεΐνες δίνουν μια ιδέα του ρόλου τους. Κατά τη γνωριμία με τα αμινοξέα μπορεί να επισημανθεί το φαινόμενο της οπτικής ισομέρειας και η επιλεκτική σύνδεση πρωτεϊνών με τη μία μόνο μορφή των περισσότερων εναντιομερών ενώσεων, π.χ. σε σχέση με την όσφρηση, τη γεύση και τα φάρμακα. Τα νουκλεϊκά οξέα, από τη χημική τους σκοπιά, θα έδιναν την ευκαιρία, μεταξύ άλλων, για μια νέα επίσκεψη στα οξέα και τις βάσεις, καθώς και για μια εισαγωγή στα αλκαλοειδή. Τα σάκχαρα προσφέρονται για να αναπτυχθεί η σημασία τους στην παραγωγή ενέργειας, καθώς και πτυχές τους που σχετίζονται με τη διατροφή. Οι λιπαρές ύλες, αλάτι και πάλη οι πρωτεΐνες, θα έπρεπε να συμπληρώνουν την ενότητα ως συστατικά των βασικών τροφών. Τα πολυάριθμα μικρά μόρια που απαντούν σε ζώα και φυτά –οι δευτερεύοντες μεταβολίτες που καθούνται και φυσικά προϊόντα– αποτελούν ευκαιρία για τη σύνδεσή τους με θέματα οικολογίας, μηχανισμούς αλληλεπίδρασης των ζωντανών οργανισμών. Π.χ. οι φερομόνες και άλλες ενώσεις χημικής επικοινωνίας προσφέρονται για την εισαγωγή μιας ποικιλίας εννοιών, όπως την περιγραφή των δεσμών που σχηματίζει ο άνθρακας, τις ομόλογες σειρές, τις λειτουργικές ομάδες, την πτητικότητα και βέβαια τις χημικές προοπτικές τους.

Η σημασία των φυσικών προϊόντων στην εφαρμογή τους στη φαρμακευτική και την ανακάλυψη νέων φαρμάκων είναι τεράστια. Συνεπώς η ενημέρωση για τη διαδικασία παραγωγής των φαρμάκων είτε από φυσικά προϊόντα είτε με καθαρά συνθετικό τρόπο κρίνεται απαραίτητη. Στην ίδια ενότητα υπάγονται και οι ουσίες που έχουν ευεργετικά αποτελέσματα στην υγεία ως ελάχιστο συστατικό τροφών. Εκτός από τα ιχνοστοιχεία, θα ήταν επιθυμητή αναφορά και στα αντιοξειδωτικά, που έχουν συνδεθεί με την εξουδετέρωση των ελευθέρων ριζών, για τις οποίες σήμερα γίνεται πολύς λόγος, ενώ ελάχιστοι γνωρίζουν περί τίνος πρόκειται. Εδώ ανήκουν και οι βιταμίνες, καθώς επίσης και τα διατροφικά συμπληρώματα και βέβαια η σχετική συζήτηση για την χρήση και την κατάχρησή τους. Οποσδήποτε, κάποια μνεία πρέπει να γίνει και για τις απαγορευμένες ουσίες και τις ολέθριες συνέπειές τους.

Οπλισμένοι με βασικές γνώσεις και με δεδομένο ότι όσα έχουν μάθει διεγείρουν το ενδιαφέρον τους, οι μαθητές μπορούν στη συνέχεια να πάρουν μια γεύση από τον κόσμο της ανάλυσης και της σύνθεσης. Όμως προσοχή: η χημεία που ως τώρα διδάσκεται στα σχολεία είναι σχεδόν ολοκληρωτικά χημεία του 19ου αιώνα. Μόνο η εικονογραφία καλύπτει αρκετά ικανοποιητικά τις σύγχρονες ανάγκες. Ωστόσο, θα έπρεπε να δίνεται περισσότερη έμφαση στα σχήματα και λιγότερη στις φωτογραφίες, που αποτελούν μάλλον άχρηστο και δαπανηρό παραγέμισμα.

Ειδικά τώρα για την οργανική χημεία, θα έλεγα ότι μόνο ο πολυμερισμός, τα εξωπραγματικά τροχιακά και οι «μερικοί μηχανισμοί οργανικών αντιδράσεων» εμπήκουν στον 20ό αιώνα. Η κά-



## ΘΕΜΑΤΑ ΠΑΙΔΕΙΑΣ

ήψη εξάηλου σε ένα κεφάλαιο, που επιπλέον δεν διδάσκεται ποτέ, των σακχάρων, λιπών, πρωτεϊνών, απορρυπαντικών και πολυμερών μόνο ως παρανοϊκή μπορεί να χαρακτηριστεί. Εν τω μεταξύ, σημειώνονται κοσμογονικές ανακαλύψεις, αλλά δάσκαλοι και μαθητές μένουν αμέτοχοι. Κάποια γεύση αυτών των προόδων είναι καιρός να περάσει και στο σχολείο.

Παρά τη σημασία της σύνθεσης, την οποία είχε αντιληφθεί ο Γκέτε σε μια εποχή που ουσιαστικά ήταν ανύπαρκτη, είναι γεγονός ότι η ανάλυση πρέπει να έχει προβάδισμα στα σχολικά βιβλία εξαιτίας των πολυπληθών εφαρμογών της. Κάποιες πληροφορίες είναι μάλιστα δυνατό να έχουν ήδη δοθεί νωρίτερα, με την ευκαιρία της εξέτασης της σύστασης του αέρα και των εμφανιζόμενων νερών ή σε σχέση με τον έλεγχο της καθαρότητας των μετάλλων. Οι μέθοδοι επισήμανσης απαγορευμένων ουσιών στους αθλητές είναι ένα σύγχρονο αναλυτικό θέμα που αποκλείεται να αφήσει αδιάφορο το μαθητή: έτσι θα πληροφορείται πώς επιτυγχάνεται ο διαχωρισμός των ουσιών με τη χρωματογραφία και η ταυτοποίησή τους με τη φασματομετρία μαζών. Το ίδιο μπορεί να ληφθεί για τις νοθείες των τροφίμων ή τη διαπίστωση της γνησιότητας ενός χειρογράφου ή κάποιου έργου τέχνης, όπου θα αναπτύσσεται η αρχή της μεθόδου που είναι κατάλληλη για μια συγκεκριμένη επισήμανση. Ιδιαίτερη μνεία θα ήταν επιθυμητή για τη βοήθεια της χημικής ανάλυσης στην αρχαιολογία, όπου ο χημικός έχει γίνει πλέον απαραίτητος συνεργάτης του αρχαιολόγου. Τα αντικείμενα αυτά είναι κατ'εξοχήν κατάλληλα για διεπιστημονικές και διαθεματικές προσεγγίσεις, που θεωρούνται σήμερα από τους παιδαγωγούς ως ιδιαίτερα επιθυμητές. Πράγματι, εκτός από τα επιστημονικά πεδία, πολλά ιστορικά, οικονομικά και κοινωνικά θέματα έχουν σχέση με τη Χημεία, όπως τα μέταλλα και τα κράματα, η πυρίτιδα, τα λιπάσματα, το πετρέλαιο, τα φάρμακα κ.λπ. Όταν αυτά τα αντικείμενα συνδυαστούν με τη χημική τους πλευρά, εξηγούνται ευκολότερα και καταξιώνουν τη χημεία, που δεν εμφανίζεται αποκομμένη από αυτές τις τόσο διαφορετικές εκφάνσεις της ζωής. Σε πιο σύγχρονο επίπεδο, εδώ μπορούν να επανέλθουν τα ισότοπα και η σημασία τους για τη χρονολόγηση αντικειμένων, να αναφερθεί η συμβολή της φασματομετρίας μάζας για τα σταθερά ισότοπα και να γίνει μνεία και άλλων φασματοσκοπικών μεθόδων καθώς και ο προσδιορισμός της δομής με ακτίνες X.

Η σύνθεση είναι το σκέλος της χημείας που μας επιτρέπει την πρόσβαση σε αυτές και συνεπώς τη χρήση τους. Ωστόσο, πιστεύω ότι οι κλασικές παρασκευές δεν έχουν καμία θέση στα σχολικά βιβλία. Το ίδιο ισχύει και για τις περισσότερες χημικές ιδιότητες, αφού κάθε αντίδραση οδηγεί στον σχηματισμό μιας ουσίας. Γενικότερα, τι νόημα έχει στ'αλήθεια να υποχρεώνεται ένας μαθητής να μαθαίνει την επιστημονική διάσταση της Χημείας; Γνωρίζω πόσο τοιμηρή είναι αυτή η άποψη, αλλά δεν κατανοώ γιατί θα είχε το παραμικρό ενδιαφέρον η σύνθεση του μεθανίου από το ανθρακικό οξύ ή οι αντιδράσεις των αλκυλοαλογονιδίων και μάλιστα με τους μηχανισμούς τους. Το ίδιο ισχύει π.χ. για τους νόμους της ηλεκτρόλυσης ή τον υπολογισμό του πεχά. Αν θεωρηθεί απαραίτητο να αναφερθούν πληροφορίες για κάποια ουσία, όπως το μεθάνιο, είναι προτιμότερο να εστιαστούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, τη βιογενή του προέλευση και τους υδρίτες

του. Βέβαια, η σύνθεση της αμμωνίας αποτελεί ξεχωριστή περίπτωση, αφού πράγματι προσφέρεται για ανάπτυξη σε πολυπληθή επίπεδα, καθώς αποτελεί, μεταξύ άλλων, ευκαιρία για την ανάπτυξη της φιλοσοφίας της «πράσινης χημείας», για την οποία τόσος λόγος γίνεται τελευταία. Επίσης, εκτός από την αξιοποίησή της στα λιπάσματα και τα εκρηκτικά, δίνεται η δυνατότητα για μια εκ νέου αναφορά στην κατάλυση. Οι παρασκευές του θειικού οξέος και της σόδας έχουν τη θέση τους, υπό την έννοια ότι υπήρξαν καθοριστικής σημασίας για την οικονομική ανάπτυξη της Ευρώπης, πράγμα που δεν πρέπει να παραβλέπεται. Ακόμη, είναι ανάγκη να τονιστεί το γεγονός ότι η χρήση του χλωρίου για την απολύμανση του νερού, μέσα σε μία γενιά επιμήκυνε το μέσο όρο ζωής κατά 10 χρόνια, προτού εμφανιστούν τα πρώτα αποτελεσματικά φάρμακα; Και κάτι λιγότερο γνωστό: η χρήση του χλωρίου για τη λεύκανση των ρινών απελευθέρωσε μεγάλες καθιλεργήσιμες εκτάσεις. Να σημειωθεί ότι αρχικά οι περιοχές γύρω από τα εργοστάσια παραγωγής χλωρίου είχαν όψη σεληνιακού τοπίου, επειδή το χλώριο ήταν άχρηστο παραπροϊόν της βιομηχανίας σόδας και διοχετευόταν στην ατμόσφαιρα. Παράλληλα με τις ωφέλειες, το θειικό οξύ, μαζί με το νιτρικό, αποτελούν τα κύρια συστατικά της όξινης βροχής, για να μην ξεχνούμε και τις δυσάρεστες επιπτώσεις της χημείας, που δεν πρέπει να αποσιωπούνται. Εδώ είναι ευκαιρία να υπογραμμιστούν δύο δεδομένα: 1) ότι η Χημεία έχει τη δυνατότητα θεραπείας πολλών κακών και 2) ότι η πολιτεία έχει την υποχρέωση να λαμβάνει μέτρα για την αντιμετώπιση των βλαπτικών ενεργειών της χημείας. Τα καύσιμα και η χημεία του πετρελαίου θα μπορούσαν ίσως να διεκδικήσουν εδώ κάποια θέση, δεδομένης της σημασίας τους στην οικονομία, αλλά και στη ρύπανση που προκαλούν.

Η σύνθεση είναι το κατ'εξοχήν πεδίο των οργανικών ενώσεων, όμως δεν θα έπρεπε να γίνεται παράθεση χημικών αντιδράσεων με καθαρά επιστημονικό ενδιαφέρον, που η θέση τους δεν ταιριάζει στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Θα ήταν προτιμότερο να εκτεθούν σε γενικές γραμμές οι σύγχρονες τάσεις της σύνθεσης. Αναφέρω παρεμπιπτόντως ότι το βιβλίο της Β' Λυκείου περιέχει 60 αντιδράσεις, ενώ το προηγούμενο είχε περίπου τις διπλάσιες, εκ των οποίων μάλιστα όλες (με εξαίρεση τον πολυμερισμό του αιθυλενίου) ανήκουν στον 19ο αιώνα. Κεντρική θέση στη νέα αντιμετώπιση θα είχαν οι δύο προσεγγίσεις της σύνθεσης: αυτή που έχει εξαρχής συγκεκριμένο στόχο και η τυχαία. Στην πρώτη κατηγορία εντάσσονται η δυνατότητα της σταδιακής οικοδόμησης μεγάλων μορίων και η τροποποίηση φυσικών προϊόντων με ενδιαφέρουσες ιδιότητες ή χρήσεις. Στη δεύτερη περίπτωση εμφανίζεται η νέα τακτική της συνδυαστικής χημείας.

Η κλασική συνθετική προσέγγιση θα μπορούσε να έχει τη μορφή ενός δοκιμίου για το δημιουργικό της χαρακτήρα και τον παραλληλισμό της με την αρχιτεκτονική και την τέχνη γενικότερα. Κάποιο παράδειγμα από τη σύνθεση ενός φαρμάκου ή άλλου χρήσιμου προϊόντος μπορεί να παρουσιαστεί με τη μορφή «περιληπτικής φραστικής αντίδρασης», όπως π.χ. η σύνθεση της μεντόλης από το πινένιο (Σχήμα 2).

Η συνδυαστική χημεία, κατά την οποία ακόμη κι ένας φοιτητής μπορεί σε μια μέρα να συνθέσει αρκετές χιλιάδες νέες ενώσεις, αποτελεί μια συναρπαστική πρόσφατη επιστημονική κατά-

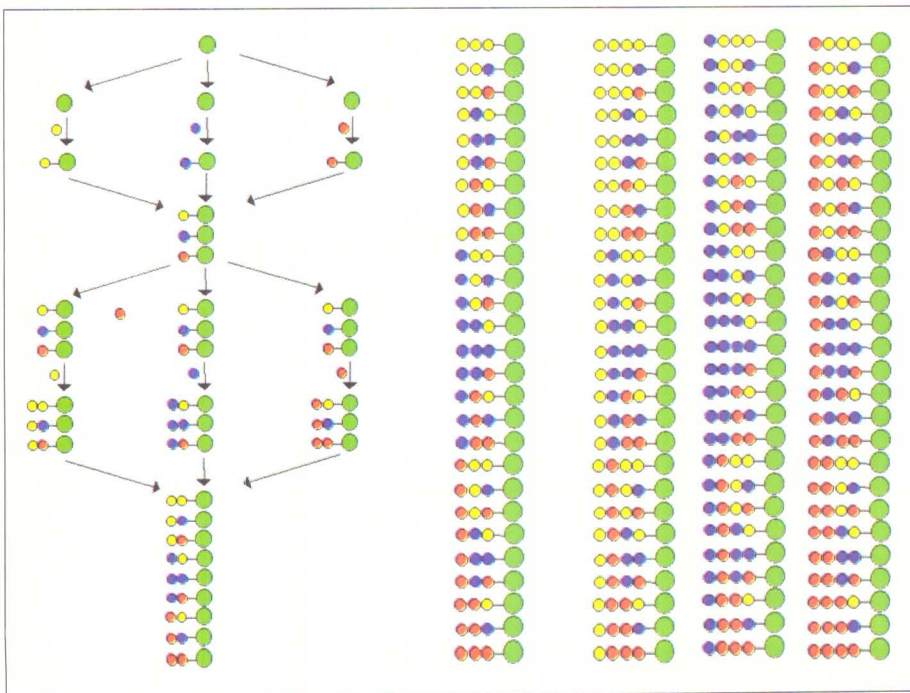
κτηση. Καθώς οι βασικές αρχές της είναι απλούστατες, γίνεται αμέσως κατανοητή και διεγείρει το ενδιαφέρον για τους νέους ορίζοντες που ανοίγει, χωρίς να χρειάζεται ούτε καν η ονομασία μιας ουσίας (Σχήμα 3).

Το ίδιο ισχύει για την αυτόματη συναρμοποίηση των μορίων, την υπερμοριακή χημεία, όπου φαίνεται ο κυρίαρχος ρόλος της γεωμετρίας των μορίων και των ασθενών διαμοριακών δεσμών στον σχηματισμό μοριακών μορφωμάτων με τελείως διαφορετικές ιδιότητες από τις επιμέρους ουσίες που τα σχηματίζουν. Εδώ μπορεί να γίνει μια νέα αναφορά στις πρωτεΐνες.

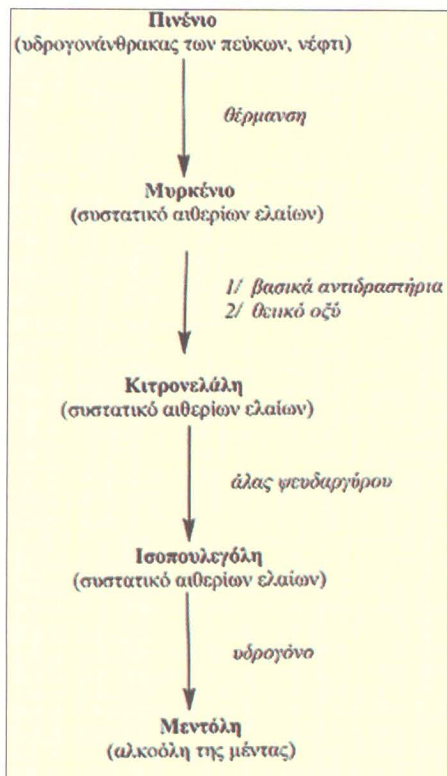
Τα εργοστάσια που παράγουν τις χρωστικές ουσίες είναι συνήθως ρυπογόνα και απωθητικά, έχοντας συνδεθεί με μια καμινάδα που εκπέμπει μαύρο καπνό και ρύπανση των πάντων. Πόσο θα βοηθούσε όμως μια πιο φιλική αντιμετώπιση της Χημείας, αν γνωρίζαμε τις δυνατότητες που προσφέρει σήμερα η εφαρμογή των νέων τάσεων της σύνθεσης: τις διεργασίες σε μικροαντιδραστήρες και τη νανοχημεία. Με την ευκαιρία, μια στοιχειώδης ανάπτυξη των δυνατοτήτων της νανοχημείας σε συνδυασμό με την επιστήμη των υλικών θα ήταν πολύ εποικοδομητική.

## Πειράματα και Ασκήσεις

Τα πειράματα είναι πράγματι απαραίτητα στις θετικές επιστήμες,



Σχήμα 3: Η αρχή της συνδυασμικής σύνθεσης



Σχήμα 2: Παράδειγμα «περιληπτικής φραστικής αντίδρασης»

όχι τόσο για την εμπέδωση της ύλης όσο για τον εντυπωσιασμό που προκαλούν σε κάθε νεαρό μαθητή, με αποτέλεσμα ευνοϊκούς συνειρμούς για το μάθημα. Τα πειράματα χημείας με την απόσταση, την κρυστάλλωση, τις αλληλαγές χρώματος ή τις εκπυρσοκροτήσεις προσφέρονται ιδιαίτερα για τη δημιουργία ευνοϊκών εντυπώσεων. Η άποψή μου είναι ότι εφόσον δεν γίνεται να ασχοληθούν οι ίδιοι οι μαθητές με πειράματα, θα πρέπει οπωσδήποτε οι καθηγητές να κάνουν τις σχετικές επιδείξεις είτε ζωντανά, όσο το επιτρέπει ο εξοπλισμός του σχολείου, είτε μέσω υπολογιστών. Η χρήση του Διαδικτύου είναι, θα έλεγα, επιβεβλημένη τόσο για τα πειράματα όσο και για τις ασκήσεις, αλλά και γενικότερα ως βοήθημα του βιβλίου. Η συμβολή των υπολογιστών εξάλλου έχει πολλαπλά πλεονεκτήματα και είναι βέβαιο ότι θα προσφέρουν σύντομα τις υπηρεσίες τους σε μια καλύτερη εκπαίδευση, όχι μόνο συμπληρώνοντας τα βιβλία και βοηθώντας στην αφομοίωση της ύλης, αλλά επίσης και συντελώντας στην αξιολόγηση των μαθητών.

Κάποιες ασκήσεις είναι επίσης απαραίτητο να συνοδεύουν τη θεωρία. Οι δεξιότητες στην επίλυση αριθμητικών προβλημάτων νομίζω ότι είναι ήδη σε μεγάλο βαθμό ξεπερασμένες, ιδίως όταν αναφέρονται σε εφαρμογές τύπων, π.χ. σε καύσεις, στη διάσπαση ηλεκτρολυτών ή στην ηλεκτρόλυση. Αρκετά είναι τα μαθηματικά που έχουν να μάθουν οι μαθητές. Εκείνο που χρειάζεται είναι η αποσύνδεση της χημείας από υπολογισμούς με εμπνευσμένες ερωτήσεις που να συνδυάζουν ξεχωριστά αντικείμενα ή ασκήσεις χημικής λογικής, η οποία διαφέρει από τη μαθηματική λογική. Τέτοιες ασκήσεις είναι βέβαια οι συνθετικές ακολουθίες, αλλά με τις ελάχιστες αντιδράσεις που θα περιλαμβάνονταν στα βιβλία δε θα ήταν εύκολο να σταθούν. Οι εργασίες στο σπίτι σε ατομικό αλλά κυρίως συλλογικό επίπεδο προσφέρουν πολλά και είναι σαφώς επιθυμητές.

## Συμπέρασμα και Πρόταση

Όλα τα παραπάνω μπορεί να θυμίζουν μυθιστορήματα ουτοπίας, που κάποτε ήταν πολύ δημοφιλή στην Ευρώπη. Ωστόσο, αν κανείς διαβάσει κάποια από αυτά τα έργα, θα διαπιστώσει ότι αρκετές ιδέες που κάποτε θεωρούνταν ουτοπικές έχουν μεταφερθεί από τη σφαίρα της φαντασίας στην πραγματικότητα. Κάτι ανάλογο προσδοκώ να γίνει κάποτε και με τη χημεία στην εκπαίδευση, και



## ΘΕΜΑΤΑ ΠΑΙΔΕΙΑΣ

ίσως όχι μόνο με τη χημεία.

Από πρακτική άποψη, το πρώτο βήμα θα ήταν ο καταρτισμός της διδακτέας ύλης, δηλαδή του αναλυτικού προγράμματος, από ένα επιτελείο όχι ειδικών. Οι ειδικοί έχουν τις προκαταλήψεις τους και συχνά εστιάζουν το ενδιαφέρον τους στην παραδοσιακή κάλυψη των θεμάτων, στις προτιμήσεις τους από την ερευνητική τους ενασχόληση και στη λεπτομέρεια σε βάρος του συνόλου. Θα ευχόμουν για κάθε βιβλίο να συγκροτείται μια επιτροπή από καλλιεργημένα άτομα που θα αποφάσιζαν, με τη συνδρομή και καθηγητών της ΜΕ με αυξημένα προσόντα και ίσως, αλλιώς όχι απαραίτητα, την εποπτεία ενός πανεπιστημιακού, για το τι θα περιλαμβάνει η ύλη, σε ποια σειρά θα αναπτύσσεται και σε ποιο επίπεδο εμπάθυνσης θα φτάνει. Κάτι τέτοιο είναι αρκετά δύσκολο, αλλά μετά από πολλές ζυμώσεις θα δώσει αποτέλεσμα ευρείας αποδοχής που ίσως προκαλέσει έκπληξη. Ας αναηγοιστούμε ότι σκοπός του σχολείου είναι η παροχή γενικών γνώσεων για μια καλύτερη ποιότητα ζωής, σε συνδυασμό με την ανάπτυξη των διανοητικών και ψυχοσωματικών δυνάμεων των μαθητών –και όχι η προετοιμασία για την τριτοβάθμια εκπαίδευση, ούτε βέβαια ουσιώδη επαγγελματικά εφόδια. Έτσι, θα ομολογήσουμε ότι πράγματι πρέπει να μετράει η γνώμη ενός καλλιτέχνη, ενός δικηγόρου ή ενός γιατρού, αλλά και ενός επιχειρηματία ή εμπόρου, για το τι θα ήθελαν να μαθαίνουν τα παιδιά τους. Στο Πανεπιστήμιο, ο κάθε διδάσκων έχει την ελευθερία να πραγματευθεί τα αντικείμενά του όπως

ακριβώς τα αντιλαμβάνεται, ενώ ο κάθε διδασκόμενος θα μπορεί να εμβαθύνει στα θέματα που τον ενδιαφέρουν.

Ένα δεύτερο βήμα, πολύ σημαντικό, είναι να προσδιοριστεί από την επιτροπή ο επιθυμητός τρόπος ανάπτυξης των αντικειμένων που θα έχουν επιλεγεί –έργο επίσης καθόλου εύκολο. Όταν επιτευχθεί συμφωνία, θα εξαγγελθούν οι «τεχνικές προδιαγραφές», που θα είναι προϊόν πραγματικού μόχθου. Τότε μόνο θα κληθούν οι επίδοξοι συγγραφείς να αναλάβουν τη συγγραφή των βιβλίων, και μάλιστα υποχρεωτικά σε όλο το εύρος της μέσης εκπαίδευσης. Πρέπει να προβλέπονται ικανοποιητικές αμοιβές, όχι μόνο για τα βιβλία που θα προκριθούν αλλά και τουλάχιστον για τα δεύτερα και τρίτα, για να υπάρχει ισχυρό κίνητρο και να συμμετάσχουν αξιόλογοι συγγραφείς. Επίσης, πρέπει να είναι γενναιόδωρες οι αμοιβές τόσο των μελών της επιτροπής των προδιαγραφών όσο και των κριτών των βιβλίων, ώστε να μην θεωρούν ότι κάνουν αγγαρεία.

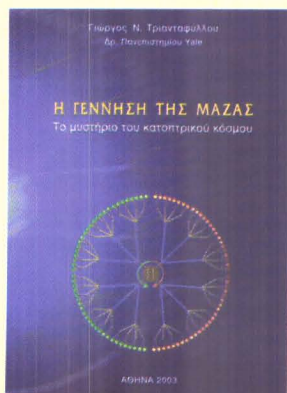
Κλείνοντας, θα ήθελα να παρατηρήσω ότι αν κάποτε κάποιοι αρμόδιοι αποφασίσουν ότι χρειάζονται ριζικές αλλαγές στη διδασκαλία της Χημείας, οι σκέψεις μου θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν από αυτούς που θα κληθούν να λάβουν τις σχετικές αποφάσεις. Ποιος ξέρει, ίσως να είναι κάποιοι από σας. Εγώ θα ευχαριστήσω και πάλι την Οργανωτική Επιτροπή του Συνεδρίου –και τη Συντακτική Επιτροπή των Χημικών Χρονικών– που μου έδωσαν την ευκαιρία να σας γνωστοποιήσω τις σκέψεις μου και θα ευχθώ σε κάποιο βαθμό να υλοποιηθούν μελλοντικά.

### Η ΓΕΝΝΗΣΗ ΤΗΣ ΜΑΖΑΣ

Το μυστήριο του κατοπτρικού κόσμου

ΓΙΩΡΓΟΣ Ν. ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΟΥ  
Δρ Πανεπιστημίου Yale

... Ας βρούμε το θάρρος  
λοιπόν να αρχίσουμε αυτό  
το ωραίο ταξίδι.  
Η εξερεύνηση νέων  
περιοχών επιφυλάσσει  
συχνά εκπλήξεις  
και χρήζει συμπλιώσεως  
με καινούργια νοήματα.  
Η ανταμοιβή των τολμηρών  
έρχεται όταν τελικά γίνονται  
κοινωνοί της αρμονίας  
που διέπει το σύμπαν...

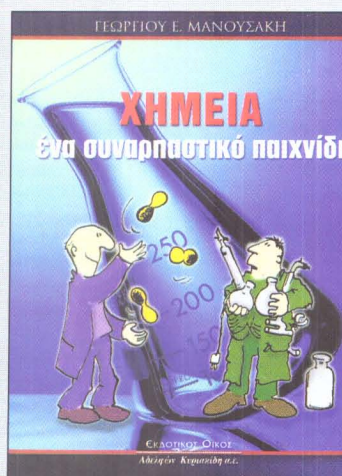


ΠΩΛΕΙΤΑΙ ΣΤΑ ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΑ

ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΔΙΑΘΕΣΗ:

- ΧΡΙΣΤΑΚΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ,  
Ιπποκράτους 10 - Αθήνα, τηλ. 210-3639336
- Μ. ΡΩΜΑΝΟΣ Ε.Π.Ε., Μεσολογίου 16,  
Ηλιούπολη, τηλ. 210-9946244, 210-9968411 • fax: 210-9948943

**ΚΥΚΛΟΦΟΡΕΙ**  
από τις εκδόσεις  
**ΡΩΜΑΝΟΣ**



- Διατίθεται στα γραφεία της Ένωσης Ελλήνων Χημικών, Κάνιγγος 27, Αθήνα.
- Θα διατίθεται κατά τη διάρκεια του σεμιναρίου της Διδακτικής της Χημείας στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση (17-18 Δεκεμβρίου 2005) στο Τμήμα Χημείας του Πανεπιστημίου Αθηνών.



## Μερικοί νόμοι που αφορούν τους δασκάλους και τη διδασκαλία Φυσικών Επιστημών/Χημείας στο Νεοελληνικό κράτος κατά την περίοδο 1919-1935

Μ.Σ. Μαυρόπουλος  
Κολλέγιο Αθηνών



• Β.Δ. της 24 Ιουνίου 1919: Περί κωδικοποίησης των εις την μέσων εκπαίδευσην αναγομένων διατάξεων

Εις των εν εκάστω ελληνικώ σχολείω ή ημιγυμνασίω διδασκόντων είναι μαθηματικός ή φυσικός, εν ελληίπει δε τοιούτων, δύναται να διορίζεται και φιλόλογος ή θεολόγος προς συμπλήρωσιν του αριθμού των κατά το προηγούμενον εδάφιον διδασκόντων.

• Ν.Δ. της 13 Οκτωβρίου 1923:

Άρθρον 49. Δευτεροβάθμιοι καθηγηταί διορίζονται:

α) Οι πτυχιούχοι και τελειοδίδακτοι της φιλοσοφικής σχολής ή της των φυσικών<sup>1</sup> και μαθηματικών επιστημών ή της θεολογικής σχολής των ημετέρων πανεπιστημίων, έτι δε και της θεολογικής σχολής της Χάλκης.

• Νόμος 2905 του 1922: Περί οργανισμού του εν Αθήναις Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου

Άρθρον 236. Τα πτυχία της θεολογικής, της φιλοσοφικής σχολής και της σχολής των φυσικών και μαθηματικών επιστημών παρέχουσι το δικαίωμα του διορισμού εν θέσει λειτουργού της μέσης εκπαίδευσεως, μόνον εάν συνοδεύονται υπό παιδαγωγικού επαγγελματικού ενδεικτικού.

• Ν.Δ. της 24 Αυγούστου 1923: Υποχρεώσεις και αποδοχαί του διδακτικού προσωπικού

Εν οίς διδασκαλείοις, πρακτικοίς Λυκείοις και γυμνασίοις υπάρχουν εργαστήρια φυσικής και χημείας μετά συλλογών οργάνων προς παρασκευήν πειραμάτων, εάν οι εν αυτοίς διδά-

σκοντες καθηγηταί των φυσικών μαθημάτων έχωσιν συμπληρωμένας 16 ώρας διδασκαλίας καθ' εβδομάδα λαμβάνουσιν επίδομα δραχμών πενήκοντα μηνιαίως υποχρεούμενοι να παραμένωσιν επί μίαν τουλάχιστον ώραν καθ' ημέραν πλέον των ωρών της διδασκαλίας των, ίνα επιμελύνται των εν τοίς εργαστηρίοις οργάνων, καθοδηγώσι τους μαθητάς εις τον χειρισμόν αυτών και παρασκευάζωσι τα κατά την διδασκαλίαν εκτελεστέα πειράματα.

### Ιδιωπική διδασκαλία

• Ν.Δ. της 30 Μαρτίου 1925

Άρθρον 11. Από της λήξεως των μαθημάτων του παρόντος σχολικού έτους απαγορεύεται εις πάντας τους λειτουργούς της Μέσης εκπαίδευσεως τους υπηρετούντας εις δημόσια ή ανεγνωρισμένα σχολεία, υπαγόμενα εις την δικαιοδοσίαν του επί των Εκκλησιαστικών και της Δημοσίας Εκπαίδευσεως Υπουργείου να διδάσκωσιν ή ν' αναλαμβάνωσι παραδόσεις καθ' ιδίαν κατά την διάρκειαν των μαθημάτων και κατά τας θερινάς διακοπάς.

• Ν.Δ. της 2 Νοεμβρίου 1935

Άρθρον 8. Οι πτυχιούχοι του χημικού τμήματος του Πανεπιστημίου, οι υπηρετούντες ως λειτουργοί της μέσης εκπαίδευσεως, έχουσι τα αυτά δικαιώματα προαγωγής με τους πτυχιούχους του τμήματος φυσικών επιστημών, προς τους οποίους εξομοιούνται, δυνάμενοι να προαχθώσι μόνον μέχρι του βαθμού του τμηματάρχου α' τάξεως.

Άρθρον 13. Δεν επιτρέπεται ο διορισμός ή προαγωγή εις την θέσιν και τον βαθμό του γυμνασιάρχου, θηλέων καθηγητριών.

1. Γνωμοδότησι του νομικού συμβουλίου υπ' αριθ. 3727 της 19 Φεβρουαρίου 1924.

Εις απάντησιν του υπ' αριθ. 56525 π.ε. υμετέρου εγγράφου, έχω την τιμήν να γνωρίσω ότι, καθ' α προκύπτει εκ του συνδυασμού των νόμων 2905 και 1427, οι κεκτημένοι πτυχία χημείας εκ της σχολής των φυσικών και μαθηματικών επιστημών του ημετέρου πανεπιστημίου, δεν δύναται να διορισθώσι καθηγηταί εν τοίς σχολείοις της μέσης εκπαίδευσεως, οποτεδήποτε και αν εκτήσαντο το πτυχίον αυτών... Κατά δε τον νόμον 1327, το χημικόν πτυχίον παρέχει το δικαίωμα διορισμού ή συμμετοχής εις διαγωνισμόν δια θέσεις χημικών ή επιμελητών ή χημικών βοηθών εις δημόσια χημεία, ουχί δε και διορισμού ως δασκάλου ή καθηγητού εις σχολεία της Μέσης εκπαίδευσεως ή τα διδασκαλεία.

**Σημείωση:** Το Πανεπιστήμιο Αθηνών ιδρύθηκε το 1837, ενώ το χημικό τμήμα ιδρύθηκε το 1919.



# Αλκυλοφαινόλες και αιθυλενοξυ- παράγωγά τους στο περιβάλλον

Αναστασία Αρδίτσογλου, Δήμητρα Βουτσά

Εργαστήριο Ελέγχου Ρύπανσης Περιβάλλοντος, Τμήμα Χημείας, Α.Π.Θ., 54124 Θεσσαλονίκη, e-mail: dvouts@chem.auth.gr

## Περίληψη

Οι αιθυλενοξυ- αλκυλοφαινόλες είναι μια από τις σημαντικότερες τάξεις τασενεργών ουσιών με πολλές βιομηχανικές εφαρμογές. Οι ενώσεις με οκτώ ή εννέα άτομα άνθρακα στο αλκύλιο είναι τα πιο συνηθισμένα τασενεργά στην αγορά. Οι ουσίες αυτές απορρίπτονται με ή χωρίς κατεργασία στο περιβάλλον. Η αποικοδόμηση τους οδηγεί σε ενώσεις με λιγότερες αιθυλενοξυ-ομάδες, καθώς και αλκυλοφαινόλες οι οποίες είναι πιο τοξικές σε σχέση με τις αρχικές. Στο άρθρο αυτό δίνονται πληροφορίες για τις μεθόδους παρασκευής των ενώσεων αυτών, τις ιδιότητές τους, την οιστρογόνο δράση, την περιβαλλοντική τους τύχη καθώς και το ισχύον νομικό πλαίσιο.

## Abstract

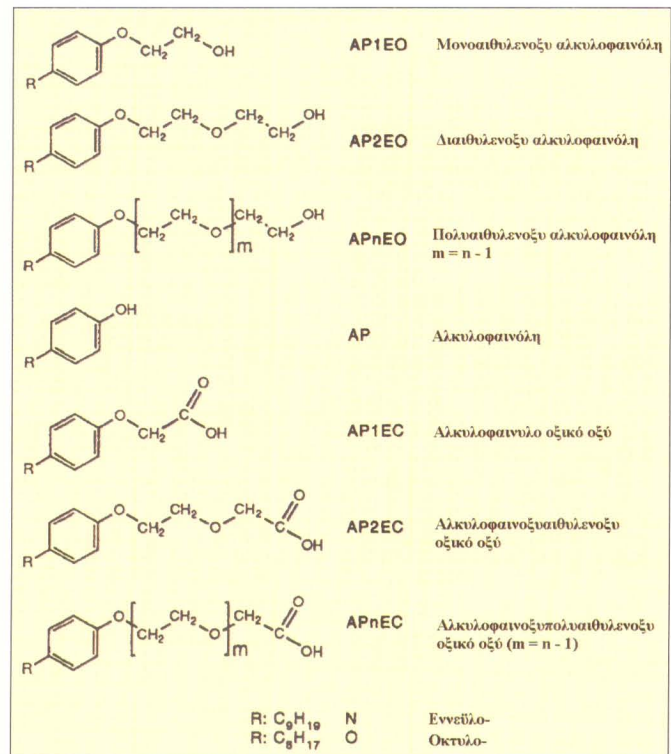
Alkylphenol ethoxylates are one of the most widely used classes of surfactants that have many industrial applications. Octylphenol ethoxylates and nonylphenol ethoxylates are the most common surfactants in the marketplace. Those substances are discharged to the environment with or without pretreatment. Their degradation generates more persistent alkylphenol ethoxylates with lesser ethoxy units or alkylphenols. In the present article, some general information are demonstrated that refer to the methods of production, their properties, the estrogenic activity, their environmental fate and the existing legal frame.

## 1. Γενικά

Οι αιθυλενοξυ- αλκυλοφαινόλες (Alkylphenol ethoxylates – APEOs) είναι μια τάξη μη ιονικών τασενεργών ενώσεων (Σχήμα 1). Η επιφανειακή δραστηριότητα τους οφείλεται στην αμφίφιλη δομή του μορίου που αποτελείται από μια πολική (υδρόφιλη) ομάδα και μια μη πολική (υδρόφοβη). Η υδρόφιλη ομάδα είναι μια πολυαιθυλενοξυ- αλυσίδα με αριθμό αιθυλενοξυ- ομάδων από 1 ως 40. Η υδρόφοβη περιοχή είναι μια αλκυλοφαινόλη στην οποία η διακλαδισμένη υδρόφοβη αλυσίδα συνήθως περιλαμβάνει οκτώ ή εννιά άτομα άνθρακα.

## 2. Σύνθεση – Χρήσεις – Βιομηχανικές εφαρμογές

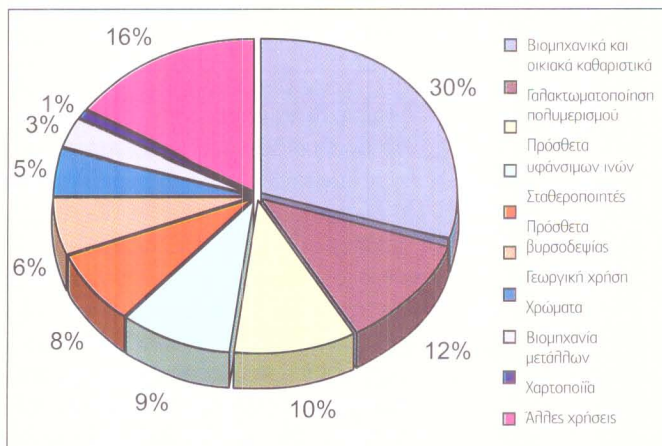
Τα πιο σημαντικά εμπορικά αιθυλενοξυ- παράγωγα των αλκυλοφαινολών είναι τα οκτυλοφαινολυλο- (Octylphenol ethoxyla-



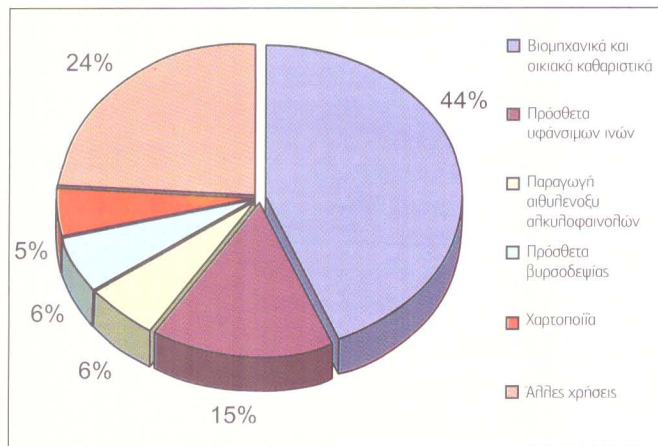
Σχήμα 1: Συντακτικοί τύποι και ονομασίες ορισμένων αλκυλοφαινολών και αιθυλενοξυ- παραγώγων τους

tes – OPEs) και τα εννεύλοφαινολυλο- παράγωγα (nonylphenol ethoxylates – NPEs). Τα τελευταία αντιστοιχούν στο 80% της χρήσης των συνολικών αιθυλενοξυ- αλκυλοφαινολών. Κατά προσέγγιση, παράγονται παγκοσμίως 500.000 τόνοι σε ετήσια βάση, 60% των οποίων καταλήγουν στο υδάτινο περιβάλλον<sup>1, 2</sup>. Στο Σχήμα 2 δίνονται τα ποσοστά (%) χρήσης των αιθυλενοξυ- εννεύλοφαινολών σε ορισμένες βιομηχανικές δραστηριότητες στη Δυτική Ευρώπη ενώ στο Σχήμα 3 δίνονται τα ποσοστά (%) συμμετοχής κάθε βιομηχανικής δραστηριότητας στο συνολικό φορτίο της εννεύλοφαινολής που ελευθερώνεται στο περιβάλλον<sup>3</sup>.

Οι αλκυλοφαινόλες με εμπορική σημασία παρασκευάζονται σχεδόν αποκλειστικά με καταλυόμενη αντίδραση μιας ολεφίνης με φαινόλη, κρεσόλες ή ξυλενόλες<sup>4</sup>. Οι ολεφίνες που χρησιμοποιούνται συνήθως προέρχονται από πετροχημικές διεργασίες. Η εννεύλοφαινόλη παρασκευάζεται βιομηχανικά με αλκυλίωση της φαινόλης με μίγμα ισομερών εννεένιων παρουσία όξινου καταλύτη. Το προϊόν αποτελείται κυρίως από αλκυλοφαινόλες υποκατεστημένες στη θέση 4 με διάφορες ισομερείς, διακλαδισμένες αλυσίδας εννεύλο- ομάδες και παραλαμβάνεται με κλασματική απόσπαση υπό μειωμένη πίεση. Πρόκειται για ένα ιζώδες υγρό



Σχήμα 2: Χρήσεις των αιθυλενοξυ-εννεύλοφαινολών σε διάφορες βιομηχανικές δραστηριότητες στη Δυτική Ευρώπη



Σχήμα 3: Συμμετοχή διαφόρων βιομηχανικών δραστηριοτήτων στο συνολικό φορτίο των εννεύλοφαινολών

με χαρακτηριστική ελαφριά οσμή φαινόλης. Σε χαμηλές θερμοκρασίες, η εννεύλοφαινόλη σχηματίζει ένα καθαρό στερεό με σχηματισμό κρυστάλλινων<sup>4</sup>.

Η 4-οκτυλοφαινόλη (4-(1,1,3,3-τετραμεθυλοβουτυλοφαινόλη) παρασκευάζεται με αλκυλίωση της φαινόλης με διίσοβουτυλένιο και ακολουθεί απόσταση υπό κενό. Το προϊόν αυτό μπορεί να συμπυκνωθεί με φορμαλδεΰδη και να δώσει φαινολικές ρητίνες, αδιάλυτες στο νερό που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή επικαλυμμάτων επιφανειών, στην εσωτερική επένδυση των φρένων και στην παραγωγή ειδικών μελανιών εκτύπωσης. Η 4-οκτυλοφαινόλη χρησιμοποιείται στην παραγωγή μη ανιονικών τασενεργών ουσιών με συμπύκνωση με οξείδιο του αιθυλενίου και χρήση ενός βασικού καταλύτη. Έχει μυκητοκτόνο δράση και χρησιμοποιείται ως πλαστικοποιητής. Το σουλφίδιο της 4-οκτυλοφαινόλης χρησιμοποιείται στο βουλκανισμό συνθετικών πλαστικών<sup>4</sup>.

Η πιο σημαντική αντίδραση της εννεύλοφαινόλης είναι η αιθεροποίηση, όπου η συμπύκνωση με οξείδιο του αιθυλενίου με τη χρήση ενός βασικού καταλύτη δίνει μη ιονικά τασενεργά προϊόντα του τύπου των αιθυλενοξυ-εννεύλοφαινολών (NPEs). Προϊόντα με 4 ή 5 ομάδες οξειδίου του αιθυλενίου χρησιμοποιούνται σε προϊόντα καθαρισμού και ως γαλακτωματοποιητές και μπορούν να σουλφουρωθούν ή να φωσφορυλιωθούν και να δώσουν ανιονικά απορρυπαντικά και λιπαντικά. Αιθυλενοξυ-εννεύλοφαινόλες με 8 και 9 αιθυλενοξυ-ομάδες χρησιμοποιήθηκαν επίσης σε απορρυπαντικά για πλήση υφάνσιμων ινών. Παράγωγα με 13 ως 15 αιθυλενοξυ-ομάδες αποτελούν άριστους γαλακτωματοποιητές για ένα μεγάλο αριθμό διαλυτών και γεωργικών φυτοφαρμάκων<sup>4</sup>. Η παραγωγή του τρις-4-εννεύλοφαινολο-φωσφίτη σαν αντιοξειδωτικό στην παραγωγή ελαστικών και σαν πρόσθετο στην παρασκευή διαφόρων λιπαντικών κατέχει ένα σημαντικό κομμάτι της αγοράς των εννεύλοφαινολών.

### 3. Φυσικοχημικές ιδιότητες

Οι φυσικοχημικές ιδιότητες προσδιορίζουν τη συμπεριφορά των μεταβολιτών των αιθυλενοξυ-αλκυλοφαινολών στο περιβάλλον. Οι φυσικοχημικές ιδιότητες για κάποιες από αυτές τις ενώσεις δίνονται στον Πίνακα I. Η διαλυτότητα μιας αιθυλενοξυ-αλκυλοφαινόλης εξαρτάται από τον αριθμό των πολικών ομάδων που βρίσκονται στο υδρόφιλο τμήμα του μορίου. Αλκυλο-

φαινόλες με μικρό αριθμό αιθυλενοξυ-ομάδων (EO<5) είναι συνήθως αδιάλυτες στο νερό ή λιπόφιλες, ενώ τα μεγαλύτερα παράγωγα χαρακτηρίζονται σαν υδρόφιλα<sup>5</sup>. Οι εννεύλοφαινόλες παρουσιάζουν μικρότερη διαλυτότητα από τις οκτυλοφαινόλες λόγω του μεγαλύτερου μήκους της υδρόφοβης αλυσίδας.

Οι αλκυλοφαινόλες καθώς και τα αιθυλενοξυ-παράγωγά τους έχουν υψηλό συντελεστή οκτανόλης-νερού και εμφανίζουν την τάση να συγκρατούνται σε ιζήματα με υψηλή συγκέντρωση οργανικής ύλης<sup>5,17</sup>.

### 4. Οιστρογόνος δράση

Τα τελευταία 40 χρόνια έχουν προκύψει αρκετά στοιχεία που αφορούν στην ορμονική δράση διαφόρων χημικών ουσιών στον άνθρωπο και γενικότερα στην πανίδα όπως, φυτοφαρμάκων και χημικών που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία. Η δράση τους στο ενδοκρινικό και αναπαραγωγικό σύστημα οφείλεται στην ικανότητά τους: 1) να μιμούνται τη δράση ενδογενών ορμονών, 2) να ανταγωνίζονται τη δράση ενδογενών ορμονών, 3) να εμποδίζουν τη σύνθεση και το μεταβολισμό ενδογενών ορμονών και 4) να εμποδίζουν τη σύνθεση και το μεταβολισμό των ορμονικών αποδεκτών. Η ορμονική δράση τέτοιων χημικών διαπιστώθηκε πολύ μετά την απελευθέρωσή τους στο περιβάλλον<sup>12</sup>.

Έχει αναφερθεί ότι όταν αυτές οι ενώσεις είναι παρούσες στις εκροές των βιολογικών καθαρισμών μπορούν να προκαλέσουν τη θηλυκοποίηση ορισμένων ομάδων ψαριών του υδάτινου αποδέκτη<sup>14</sup>. Γενικότερα, επικρατεί η άποψη ότι οι ενδοκρινικοί αναστολείς παίζουν σημαντικό ρόλο στη μείωση της ποσότητας και της ποιότητας του ανθρώπινου σπέρματος κατά τα τελευταία 50 χρόνια, στην αύξηση των κρουσμάτων καρκίνου του προστάτη, του κρυπτοορχιδισμού και του καρκίνου του στήθους στο βιομηχανοποιημένο κόσμο<sup>12</sup>. Για να διερευνηθεί αυτή η άποψη πρέπει να παρακολουθούνται συστηματικά τα χημικά που συναντώνται τόσο στο περιβάλλον όσο και στις διάφορες τροφές προκειμένου να εκτιμηθεί η δυνατότητά τους να επηρεάζουν το ενδοκρινικό σύστημα. Επιπλέον, είναι απαραίτητο να αναπτυχθούν μέθοδοι που μετρούν την αθροιστική έκθεση σε μιμητές οιστρογόνων, σε ανδρογόνα και άλλους αναστολείς.

Οι αρχικές ενώσεις (πολυαιθυλενοξυ-αλκυλοφαινόλες) δεν παρουσιάζουν οιστρογόνο δράση. Ωστόσο, υπόκεινται σε διάφορες διεργασίες αποικοδόμησης οπότε η πολυαιθυλενοξυλική



**Πίνακας 1: Ιδιότητες ορισμένων αλκυλοφαινόλων και αιθυλενοξυ- παραγώγων τους**

Όνομα ένωσης	Μοριακό βάρος	Διαλυτότητα στο νερό (mg/l στους 20°C) <sup>α</sup>	logK <sub>ow</sub> <sup>β</sup>	K <sub>oc</sub> (l/kg) <sup>γ</sup>	Χρόνος ημιζωής (ημέρες) <sup>δ</sup>
Εννεύλοφαινόλη (NP)	220	5.43	4.48	245.470 <sup>ε</sup>	30 <sup>ζ</sup> 35-58 <sup>η</sup>
Μονοαιθυλενοξυ-εννεύλοφαινόλη (NP1EO)	264	3.02	4.17	288.403 <sup>ε</sup>	
Διαιθυλενοξυ-εννεύλοφαινόλη (NP2EO)	308	3.38	4.21	151.356 <sup>ε</sup>	
Τριαιθυλενοξυ-εννεύλοφαινόλη (NP3EO)	352	5.88	4.20	74.131 <sup>ε</sup>	
Τετρααιθυλενοξυ-εννεύλοφαινόλη (NP4EO)	396	7.65	4.30 <sup>δ</sup>		
Οκτυλοφαινόλη (OP)	206	12.6	4.12	151.356 <sup>ε</sup> 3.500-18.000 <sup>θ</sup>	8.1-51 <sup>ι</sup>
Μονοαιθυλενοξυ-οκτυλοφαινόλη (OP1EO)	250	8.0	4.10 <sup>κ</sup>		
Διαιθυλενοξυ-οκτυλοφαινόλη (OP2EO)	294	13.2	4.00 <sup>κ</sup>		
Τριαιθυλενοξυ-οκτυλοφαινόλη (OP3EO)	338	18.4	3.90 <sup>κ</sup>		
Τετρααιθυλενοξυ-οκτυλοφαινόλη (OP4EO)	284	24.5	3.90 <sup>κ</sup>		

<sup>α</sup> (5)  
<sup>β</sup> Συντελεστής κατανομής οκτανόλης – νερού (7)  
<sup>γ</sup> Σταθερά ρόφησης οργανικού άνθρακα  
<sup>δ</sup> Χρόνος ημίσιας ζωής (ημέρες) σε νερό ποταμού  
<sup>ε</sup> (8)

<sup>ζ</sup> (6)  
<sup>η</sup> (9)  
<sup>θ</sup> (10)  
<sup>ι</sup> (11)  
<sup>κ</sup> Τιμές υπολογισμένες με βάση τη διαλυτότητα

αλυσίδα μικραίνει και παράγονται μονο- ή διαιθυλενοξυ- παράγωγα καθώς και αλκυλοφαινόλες, ενώσεις που εμφανίζουν οιστρογόνο δράση<sup>13</sup>.

Γενικότερα, οι επιδράσεις που προκαλούν οι ενώσεις αυτές σχετίζονται με τη δομή τους. Έτσι, εμφανίζεται ορμονική δράση όταν υπάρχει παρα-υποκατάσταση και η αλκυλο αλυσίδα έχει τουλάχιστον τρία άτομα άνθρακα. Οι πολυαλκυλιωμένες φαινόλες, όπου η υδροξυ-ομάδα «κρύβεται» λόγω στερεοχημικής δομής δεν εμφανίζουν οιστρογόνο δράση, ενώ αποτελούν αποτελεσματικά αντιοξειδωτικά<sup>6</sup>. Επίσης, οι διακλαδισμένες αλκυλοφαινόλες παρουσιάζουν πολύ μεγαλύτερη οιστρογόνο δράση σε σχέση μ' αυτές που το αλκυλο σχηματίζει ευθεία αλυσίδα π.χ. η τοξικότητα της 4-τερτ-οκτυλοφαινόλης αποδείχθηκε πολύ μεγαλύτερη από αυτήν της 4-εννεύλοφαινόλης<sup>15</sup>.

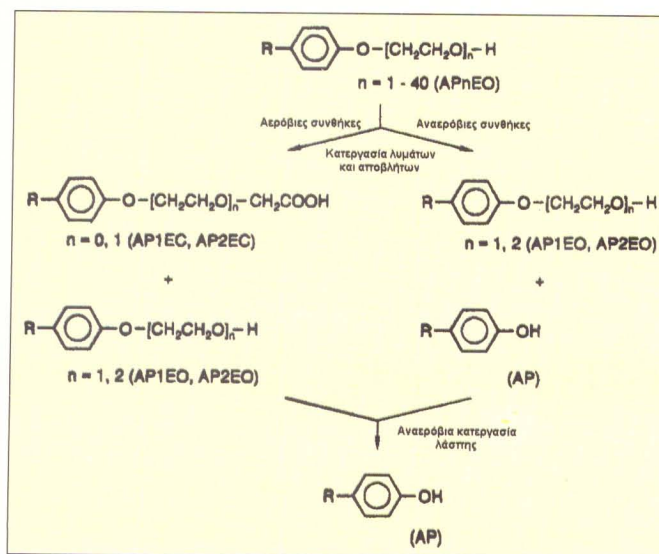
## 5. Περιβαλλοντική τύχη

Η τύχη των αλκυλοφαινόλων στα υδάτινα συστήματα καθορίζεται από τις ιδιότητές τους (διαλυτότητα, συντελεστής οκτανόλης – νερού κ.ά.). Γενικά, οι οκτυλο- και οι εννεύλο- φαινόλες εμφανίζουν την τάση να προσροφώνται στα ιζήματα και να παραμένουν εκεί για μεγάλο χρονικό διάστημα<sup>20</sup>. Η τάση αυτή ενισχύεται όταν τα ιζήματα εμφανίζουν υψηλές συγκεντρώσεις οργανικού άνθρακα και μεγάλο ποσοστό ιλύος<sup>28</sup>.

Η βιοαποικοδόμηση είναι μία σημαντική διεργασία που επηρεάζει την τύχη των αιθυλενοξυ- αλκυλοφαινόλων και έχει μελετηθεί κυρίως στις μονάδες επεξεργασίας λυμάτων. Συνήθως

μειώνεται το μέγεθος της πολυαιθυλενοξυ- αλυσίδας, με αποτέλεσμα να προκύπτουν παράγωγα που περιέχουν μια ή δυο αιθυλενοξυ- ομάδες (Σχήμα 4). Πλήρης απομάκρυνση όλων των αιθυλενοξυ- ομάδων με σχηματισμό αλκυλοφαινόλων παρατηρείται μόνο κάτω από αναερόβιες συνθήκες<sup>29</sup>. Περαιτέρω μετατροπή πραγματοποιείται μέσω οξείδωσης της αιθυλενοξυ- αλυσίδας, οπότε προκύπτει κυρίως αιθυλενοξυ- αλκυλοφαινοξικό οξύ και αλκυλοφαινοξικό οξύ. Οι πιο κοινές ομάδες ενδιάμεσων ενώσεων είναι: α) οι αλκυλοφαινόλες (NP και OP), β) αιθυλενοξυ-αλκυλοφαινόλες μικρής αλυσίδας που περιλαμβάνουν από 1 έως 4 αιθυλενοξυ- ομάδες, με τη διαιθυλενοξυ- αλκυλοφαινόλη να επικρατεί και γ) καρβοξυλιωμένα παράγωγα που περιλαμβάνουν το αλκυλοφαινοξικό οξύ και το αιθυλενοξυ- αλκυλοφαινοξικό οξύ. Σε ορισμένες περιπτώσεις εμφανίζονται και προϊόντα καρβοξυλίωσης του αλκυλίου<sup>30</sup>.

Οι ρυθμοί αποικοδόμησης των αιθυλενοξυ- αλκυλοφαινόλων στο περιβάλλον εμφανίζουν μεγάλο εύρος ανάλογα με το είδος του εξεταζόμενου συστήματος και τις επικρατούσες συνθήκες. Συνήθως, η θερμοκρασία επιδρά σημαντικά στο χρόνο εγκλιματισμού των μικροοργανισμών και στο ρυθμό της βιοαποικοδόμησης<sup>31</sup>. Αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί και αύξηση του ρυθμού βιοαποικοδόμησης, όπως παρατηρείται κατά τους θερινούς μήνες. Στα αρχικά στάδια



**Σχήμα 4: Αερόβια και αναερόβια αποικοδόμηση των πολυαιθυλενοξυ- αλκυλοφαινόλων**



Πίνακας II: Συγκεντρώσεις εννεύλοφαινολίων (NP) σε περιβαλλοντικά δείγματα

	Υγρά απόβλητα (μg/L)		Επιφανειακά νερά (μg/L)		Ιζήματα (μg/kg)
Καναδάς	0.8-15.1	(16)	nd-0.92	(24)	0.1-72 (24)
Ην. Βασίλειο	<0.2-5.4	(17)	<0.03-53	(17)	<0.1-15 (27)
Ελβετία	5-11	(18)	0.7-26	(25)	
Ισπανία	6-343	(19)	nd-644	(19)	
Ιαπωνία	0.08-1.24	(20)	0.05-1.08	(20)	30-13.000 (20)
Η.Π.Α.	0.18-15.9	(17)	<0.11-0.64	(21)	6.99-13.700 (24)
Γερμανία	nd-0.77	(22)	0.0067-0.134	(22)	
Ιταλία	0.7-4	(23)	1.8-10	(26)	

nd: Κάτω από το όριο ανίχνευσης

\* εκροές από μονάδες επεξεργασίας αστικών λυμάτων

της βιοαποικοδόμησης, η παρουσία του φωτός αποτελεί αναστατικό παράγοντα της διαδικασίας<sup>2</sup>.

Ο ρυθμός αποικοδόμησης των αιθυλενοξυ-αλκυλοφαινολίων σε ιζήματα είναι πολύ μικρός<sup>20</sup>. Γενικά, οι αιθυλενοξυ-αλκυλοφαινόλες αποικοδομούνται πολύ γρηγορότερα στο νερό παρά στο ιζήμα. Επιπλέον, όταν επικρατούν αερόβιες συνθήκες καθιστούν ευκολότερη την βιομετατροπή των ενώσεων σε σχέση με τις αναερόβιες<sup>2</sup>.

Στον Πίνακα II δίνονται συγκεντρώσεις για ορισμένες αλκυλοφαινόλες και αιθυλενοξυ-παράγωγά τους σε εκροές μονάδων βιολογικού καθαρισμού, επιφανειακά νερά και ιζήματα.

## 6. Νομικό πλαίσιο

Σχετικά πρόσφατα περιορίστηκε στην Ευρωπαϊκή Ένωση η χρήση των αιθυλενοξυ-αλκυλοφαινολίων και προωθούνται ενέργειες προκειμένου να μειωθεί ακόμα περισσότερο ή να καταργηθεί η χρήση τους<sup>1</sup>. Στην Ελβετία έχει καταργηθεί η χρήση τους στα προϊόντα οικιακής χρήσης, ωστόσο επιτρέπεται η βιομηχανική χρήση τους. Στο Ηνωμένο Βασίλειο έχει προταθεί περιβαλλοντικό όριο ποιότητας το 1 μg l<sup>-1</sup> για τα επιφανειακά νερά<sup>3</sup>. Σύμφωνα με την Απόφαση 86/278 της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχει προταθεί μέγιστη επιτρεπτή συγκέντρωση για την 4-εννεύλοφαινόλη και τα αιθυλενοξυ-παράγωγά της τα 50 mg/kg λίσσης όταν αυτή πρόκειται να χρησιμοποιηθεί στη γεωργία<sup>34</sup>. Στον Καναδά, οι εννεύλοφαινόλες και τα αιθυλενοξυ-παράγωγά τους έχουν καταταχθεί στη Λίστα των Τοξικών Ενώσεων και προτείνεται κατευθυντήρια τιμή το 1 μg l<sup>-1</sup><sup>32,33</sup>.

Στην οδηγία 76/769 της Ευρωπαϊκής Ένωσης προτείνεται η κατάργηση της χρήσης των εννεύλοφαινολίων και των αιθυλενοξυ-παράγωγων τους σε όσες βιομηχανίες μπορεί να γίνει η αντικατάστασή τους από άλλες ενώσεις. Η οδηγία αυτή αφορά βιομηχανίες που παρασκευάζουν καθαριστικά προϊόντα οικιακής και επαγγελματικής χρήσης, φάρμακα, καλλυντικά, χαρτί καθώς και βιοτεχνίες που κατεργάζονται δέρματα και μέταλλα.

Σύμφωνα με τον υπ' αριθμό 793/93 Κανονισμό του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης η χρήση των εννεύλοφαινολίων και των αιθυλενοξυ-παράγωγων τους εγκυμονεί κινδύνους για το περιβάλλον<sup>35</sup>. Την αναγκαιότητα να περιοριστούν αυτοί οι κίνδυνοι επιβεβαίωσε στις 7 Μαρτίου 2001 και η Επιστημονική Επιτροπή Τοξικότητας, Οικοτοξικότητας και Περιβάλλοντος (Scientific Committee on Toxicity, Ecotoxicity and Environment - CSTE). Έτσι, στην οδηγία 2000/60 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου οι εννεύλοφαινόλες χαρακτηρίζονται ως επικίνδυνες

ουσίες προτεραιότητας<sup>36</sup>.

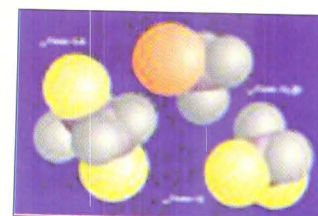
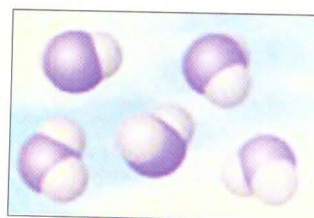
Σε πρόσφατη απόφαση του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου (2003/53) και του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης προς συμπλήρωση της Απόφασης 76/769 της Ευρωπαϊκής Ένωσης<sup>37</sup> τίθενται επιπλέον περιορισμοί στην αγορά και τη χρήση των εννεύλοφαινολίων και αιθυλενοξυ-παράγωγων τους. Η συγκέντρωση των ενώσεων αυτών κατά την αγορά ή τη χρήση τασερευγών ουσιών από τις βιομηχανίες δεν θα πρέπει να ξεπερνά το 0,1% κατά μάζα<sup>38</sup>.

## Βιβλιογραφία

- Renner, R. (1997) "European bans on surfactant trigger transatlantic debate", *Environ. Sci. Technol.*, 31, 316A-320A.
- Ying, G-G., Williams, B., Kookana, R. (2002) "Environmental fate of alkylphenols and alkylphenol ethoxylates - a review", *Environ. Intern.*, 28, 215-226.
- Nonylphenol Risk Reduction Strategy, *Final Report*, September 1999.
- Reed, H.W.B. (1978) *In Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*, 3rd ed., vol. 2., John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Ahel, M., Giger, W. (1993) "Aqueous solubility of alkylphenols and alkylphenol polyethoxylates", *Chemosphere*, 26, 1461-1470.
- Routledge, E.J., Sumpter, J.P. (1997) "Structural features of alkylphenolic chemicals associated with estrogenic activity", *J. Biol. Chem.*, 272, 3280-3288.
- Ahel, M., Giger, W. (1993) "Partitioning of alkylphenols and alkylphenol polyethoxylates between water and organic solvents", *Chemosphere*, 26, 1471-1478.
- Ferguson, P.L., Iden, C.R., Brownwell, B.J. (2001) "Distribution and fate of neutral alkylphenol ethoxylate metabolites in a sewage-impacted urban estuary", *Environ. Sci. Technol.*, 35, 2428-2435.
- Ekelund, R., Grammo, A., Magnusson, K., Berggren, M., Bergman, A. (1993) "Biodegradation of 4-nonylphenol in seawater and sediment", *Environ. Pol.*, 79, 59-61.
- Johnson, A.C., White, C., Besien, T.J., Jurgens, M.D. (1998) "The sorption of octylphenol, a xenobiotic oestrogen, to suspended and bed-sediments collected from industrial and rural reaches of three English rivers", *Sci. Tot. Environ.*, 210/211, 271-282.
- Johnson, A.C., White, C., Bhardwaj, L., Jurgens M.D. (2000) "Potential for octylphenol to biodegrade in some English rivers", *Environ. Toxicol. Chem.*, 19, 2486-2492.
- Sonnenschein, C., Soto, A.M. (1998) "An Updated Review of Environmental Estrogen and Androgen Mimics and Antagonists", *J. Steroid Biochem. Biol.*, 65, 143-150.
- White, R., Jobling, S., Hoare, S., Sumpter, J.P., Parker, M.G. (1994) "Environmentally persistent alkylphenolic compounds", *Endocrinology*, 135, 175-182.
- Purdum, C.E., Hardiman P.A., Bye, V.J., Eno, N.C., Tyler, C.R., Sumpter, J.P. (1994) "Estrogenic effects from sewage treatment works", *Chem. Ecol.*, 8, 275-285.
- Pedersen, N.S., Christiansen, B.L., Pedersen, L.K., Korgaard, B., Bjerregaard, P. (1999) "In vivo estrogenic activity of branched and linear alkylphenols in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)", *Sci. Tot. Environ.*, 233, 89-96.
- Lee, H.B., Peart, T.E. (1995) "Determination of 4-nonylphenol in effluent and sludge from sewage treatment plants", *Anal. Chem.*, 67, 1976-1980.
- Blackburn, M.A., Waldock, M.J. (1995) "Concentrations of alkylphenols in rivers and estuaries in England and Wales", *Wat. Res.*, 29(7), 1623-1629.
- Ahel, M., Giger, W. (1985) "Determination of alkylphenols and alkylphenol mono- and diethoxylates in environmental samples by high-performance liquid chromatography", *Anal. Chem.*, 57, 1577-1583.
- Sole, M., Lopez de Alda, M.J., Castillo, M., Porte, C., Ladegaard-Pedersen, K., Barcelo, D. (2000) "Estrogenicity determination in sewage treatment



- plants and surface waters from the Catalanian area (NE Spain)", *Environ. Sci. Technol.*, **34**, 5076-5083.
20. Isobe, T., Nishiyama, H., Nakashima, A., Takada, H. (2001) "Distribution and behavior of nonylphenol, octylphenol and nonylphenol monoethoxylate in Tokyo metropolitan area: their association with aquatic particles and sedimentary distributions", *Environ. Sci. Technol.*, **35**, 1041-1049.
21. Naylor, C.G., Mieure, J.P., Adams, W.J., Weeks, J.A., Castaldi, F.J., Ogle, L.D., Romano, R.R. (1992) "Alkylphenol ethoxylates in the environment", *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **69**, 695-703.
22. Kuch, H.M., Ballschmitter, K. (2001) "Determination of endocrine-disrupting phenolic compounds and estrogens in surface and drinking water by HRGC-(NCI)-MS in the picogram per liter range", *Environ. Sci. Technol.*, **35**, 3201-3206.
23. Di Corcia, A., Samperi, R. (1994) "Monitoring aromatic surfactants and their biodegradation intermediates in raw and treated sewages by solid-phase extraction and liquid chromatography", *Environ. Sci. Technol.*, **28**, 850-858.
24. Bennie, D.T., Sullivan, C.A., Lee, H.B., Peart, T.E., Maguire, R.J. (1997) "Occurrence of alkylphenols and alkylphenol mono- and diethoxylates in natural waters of the Laurentian Great Lakes basin and the upper St. Lawrence river", *Sci. Tot. Environ.*, **193**, 263-275.
25. Ahel, M., Schaffner, C., Giger, W. (1996) "Behaviour of alkylphenol ethoxylate surfactants in the aquatic environment: III. Occurrence and elimination of their persistent metabolites during infiltration of river water to groundwater", *Wat. Res.*, **30**(1), 37-46.
26. Ding, W.H., Tzing, S.H., Lo, J.H. (1999) "Occurrence and concentrations of aromatic surfactants and their degradation products in river waters of Taiwan", *Chemosphere*, **38**(11), 2597-2606.
27. Blackburn, M.A., Kirby, S.J., Waldo, M.J. (1999) "Concentrations of alkylphenol polyethoxylates entering UK estuaries", *Mar. Pollut. Bull.*, **38**, 109-118.
28. John, D.M., House, W.A., White, G.F. (2000) "Environmental fate of nonylphenol ethoxylates: differential adsorption of homologs to components of river sediment", *Environ. Toxicol. Chem.*, **19**, 293-300.
29. Giger, W., Brunner, P.H., Schaffner, C. (1984) "4-Nonylphenol in sewage sludge: accumulation of toxic metabolites from non-ionic surfactants", *Science*, **225**, 623-625.
30. Di Corcia, A., Constantino, A., Cresenzi, C., Marinoni, E., Samperi, R. (1998) "Characterization of recalcitrant intermediates from biotransformation of the branched alkyl side chain of nonylphenol ethoxylate surfactants", *Environ. Sci. Technol.*, **32**, 2401-2409.
31. Manzano, M.A., Perales, J.A., Sales, D., Quiroga, J.M. (1999) "The effect of temperature on the biodegradation of a nonylphenol polyethoxylate in river water", *Wat. Res.*, **33**, 2593-2600.
32. *Canada Gazette Part I*, June 23, 2001, vol. 135, no. 25.
33. Sabik, H., Gagné, F., Blaise, C., Marcogliese, J.D., Jeannot, R. (2003) "Occurrence of alkylphenol polyethoxylates in the St. Lawrence River and their bioconcentration by mussels (*Elliptio complanata*)", *Chemosphere*, **51**, 349-356.
34. Directive 86/278/EEC on the protection of the environment, and in particular of the soil, when sewage sludge is used in agriculture. *OJ L 181*, 4.7.1986, *Bull. 6-1986*, point 2.1.64.
35. Council Regulation (EEC) No 793/93 on the evaluation and control of the risks of existing substances. *OJ L 084*, 5.4.1993, p. 1-75.
36. Directive 2000/60/EC establishing a framework for Community action in the field of water policy. *OJ L 327*, 22.12.2000, p. 1-72
37. Directive 76/769/EEC on the approximation of the laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to restrictions on the marketing and use of certain dangerous substances and preparations. *OJ L 262*, 27.9.1976, p. 201-203
38. Directive 2003/53/EC (26th amendment of Council Directive 76/769/EEC). *OJ L 178*, 17.7.2003, *Bulletin EU 6-2003*, 1.3.62.



# Ο Ρόλος της τηλεπισκόπησης (Remote sensing, teledetection) στην παρακολούθηση της ρύπανσης του περιβάλλοντος

Μιχάλης Καρβέλλας και Κωνσταντίνος Φυτιάνος

Εργαστήριο Ελέγχου Ρύπανσης Περιβάλλοντος, Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 541 24 Θεσσαλονίκη

E-mail: fyti@chem.auth.gr

## Περίληψη

Η συνεχής υποβάθμιση του περιβάλλοντος που προκαλείται από την αυξανόμενη ρύπανση, έχει κάνει ορατή την ανάγκη εφαρμογής νέων τεχνικών γρήγορης, αξιόπιστης και ευρείας ανίχνευσης διαφόρων ρύπων. Η τηλεπισκόπηση αποτελεί μια τέτοια τεχνική. Στο παρόν άρθρο γίνεται μια αναφορά στις κατηγορίες των ανιχνευτών τηλεπισκόπησης τελευταίας γενιάς, των παραμέτρων που προσδιορίζονται καθώς και της μελλοντικής δυναμικής εξέλιξης της τεχνικής, όσον αφορά την παρακολούθηση της ρύπανσης του περιβάλλοντος και κυρίως των ωκεανών.

## Abstract

It is clearly necessary to apply new, rapid, reliable and general pollutant tracing techniques in order to deal with continuous environmental degradation induced by increased pollution. One such technique is remote sensing (teledetection). This article refers to the latest generation remote sensing tracer categories, the evaluated parameters and the dynamic future development of this technique for the monitoring of environmental and especially ocean pollution.

## 1. Εισαγωγή

Η αυξανόμενη ρύπανση του περιβάλλοντος, η οποία προκαλείται από την εντεινόμενη βιομηχανοποίηση και την αύξηση της αστυφιλίας κυρίως κατά τη διάρκεια των δύο τελευταίων αιώνων, συντελεί στη συνεχόμενη υποβάθμισή του. Γίνεται λοιπόν ορατή η ανάγκη για τεχνικές ελέγχου ρύπανσης του περιβάλλοντος που να αποκρίνονται μέσα σε μικρό χρονικό διάστημα<sup>1</sup>.

Η τηλεπισκόπηση είναι μια έννοια η οποία χρησιμοποιείται για την περιγραφή της τεχνικής της απόκτησης πληροφοριών σχετικά με ένα αντικείμενο, μέσω της ανάλυσης των δεδομένων που λαμβάνονται από μια συσκευή η οποία δεν είναι σε επαφή με το υπό μελέτη αντικείμενο. Η αεροφωτογραφία, μια μορφή τηλεπισκόπησης, χρησιμοποιείται επί πολλά έτη στην αρχαιολογία και τις γεωεπιστήμες, αλλά η ραγδαία ανάπτυξη στην τηλεπισκόπηση παρουσιάστηκε με την έναρξη της εξερεύνησης του διαστήματος<sup>2</sup>.

Από τη δεκαετία του 1960 μέχρι σήμερα έχει επιτευχθεί σημαντική πρόοδος στην τεχνολογία της τηλεπισκόπησης που επιτρέπει να γίνονται σήμερα μετρήσεις ρουτίνας σε παγκόσμια κλί-

μακα για παραμέτρους χερσαίες, ατμοσφαιρικές και των ωκεανών. Έτσι γίνονται σήμερα μετρήσεις για το κλίμα από διάφορες αεροναυτικές υπηρεσίες όπως η ESA στην Ευρώπη, η NASDA στην Ιαπωνία και η NASA στις ΗΠΑ με συντονισμό του διεθνούς προγράμματος IGBP (International Geosphere-Biosphere Program) και του ερευνητικού προγράμματος για το παγκόσμιο κλίμα (WC-RP). Ο στόχος είναι να καθιερωθούν βασικές παρατηρήσεις, βάσει των οποίων μπορεί να γίνεται εκτίμηση της ρύπανσης και των συνεπειών της<sup>3</sup>.

Ήδη τα πρώτα στοιχεία σχετικά με την τηλεπισκόπηση του διαστήματος παρουσιάστηκαν κατά τη δεκαετία του 1970 και με τον πρώτο αερομεταφερόμενο ανιχνευτή laser να χρησιμοποιείται στις αρχές του '70 στην περιοχή της Ottawa του Καναδά<sup>2,4</sup>.

## 2. Κατηγορίες ανιχνευτών τηλεπισκόπησης

Οι ανιχνευτές που χρησιμοποιούνται στην τηλεπισκόπηση μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες: στους παθητικούς και τους ενεργούς ανιχνευτές. Οι παθητικοί ανιχνευτές υπολογίζουν την ηλεκτρομαγνητική ενέργεια που μεταδίδεται από την υπό μελέτη περιοχή. Στους ενεργούς ανιχνευτές, μια δέσμη μονοχρωματικής ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας κατευθύνεται προς το σημείο μελέτης. Ακολουθώντας μετράται μια ιδιότητα της επιστρεφόμενης ακτινοβολίας (π.χ. ο χρόνος από τον αρχικό παλμό, το φως φθορισμού, κ.λπ.) στο ίδιο ή σε διαφορετικό μήκος κύματος. Παράδειγμα κοινού ενεργού ανιχνευτή αποτελεί ο ανιχνευτής radar.

Γενικά ως παθητικές τεχνικές τηλεπισκόπησης μπορούν να χαρακτηριστούν οι αεροφωτογραφίες, το φασματοραδιόμετρο, ο πολυφασματικός σαρωτής, ο επιλογέας γραμμών Fraunhofer, οι οποίες λειτουργούν στην υπεριώδη, στην ορατή και στη θερμικά υπέρυθη περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Η φασματοσκοπία υπέρυθων χρησιμοποιείται και αυτή ως παθητική τεχνική, όπως επίσης και οι φωτογραφίες από διάφορους δορυφόρους (LANDSAT, SAR, SPOT κ.ά.).

Στις ενεργές τεχνικές τηλεπισκόπησης κατανέμονται δύο κυρίως τεχνικές, το radar και το lidar, όπου στο μεν radar έχουμε την κατεύθυνση ενός παλμού μικροκυμάτων προς το στόχο και στο lidar έχουμε την κατεύθυνση μιας δέσμης laser υψηλής έντασης, προς το στόχο, με επακόλουθη εκπομπή ενός παλμού φωτός.

Όλοι οι παραπάνω ανιχνευτές τηλεπισκόπησης προσαρμόζονται σε κατάλληλες πλατφόρμες μεταφοράς, για την καλύτερη και απρόσκοπτη λειτουργία τους. Τέτοιες πλατφόρμες είναι:

- Γεωσύγχρονοι δορυφόροι που παραμένουν σε σταθερή θέση, σε ύψος 36.000 km πάνω από τον ισημερινό
- Δορυφόροι σε τροχιά (επανδρωμένοι ή μη), σε απόσταση 250-1.500 km μέσα στο διάστημα

- Πύραυλοι μεγάλων υψών, 90-400 km
- Αερόστατα μεγάλων υψών, έως 30 km
- Αεροσκάφη μεγάλων υψών, έως 15 km
- Αεροσκάφη μέσων υψών, 1,5-3 km
- Αεροσκάφη μικρών υψών, 75-2.000 m
- Τηλεκατευθυνόμενες πλατφόρμες τηλεπισκόπησης<sup>2</sup>.

Οι δορυφόροι έχουν το πλεονέκτημα της μέτρησης μεγάλων σε έκταση περιοχών σε μικρό χρόνο αλλά μειονέκτημά τους αποτελεί η μη δυνατότητα συλλογής μετρήσεων, στην περίπτωση νέφωσης<sup>5</sup>.

### 3. Γενικές χρήσεις της τηλεπισκόπησης για τον περιβαλλοντικό έλεγχο

Γενικά έχει βρεθεί ότι η τηλεπισκόπηση μπορεί να φανεί χρήσιμη όσον αφορά την ανίχνευση ουσιών ή παραμέτρων που συνδέονται με τη θαλάσσια ρύπανση.

Ενδεικτικά αναφέρουμε τη δυνατότητα προσδιορισμού της θολερότητας (ή ομοίως του Secchi disk), των ανόργανων αιωρούμενων στερεών, του χρώματος των υδάτων (π.χ. κίτρινη ουσία), της τροφικής κατάστασης των υδάτων, του διαλυμένου οξυγόνου, του pH, της αλκαλιότητας, τον εντοπισμό και τη μέτρηση του πάχους των πετρελαιοκηλίδων καθώς και τον προσδιορισμό διαφόρων διαλυτών οργανικών ενώσεων. Ακόμα αναφέρεται η προσπάθεια προσδιορισμού μέσω της τηλεπισκόπησης και κάποιων άλλων παραμέτρων, όπως τα νιτρικά, το BOD και το COD, με τη βοήθεια κατάλληλα αναπτυγμένων μοντέλων<sup>6,7,8</sup>.

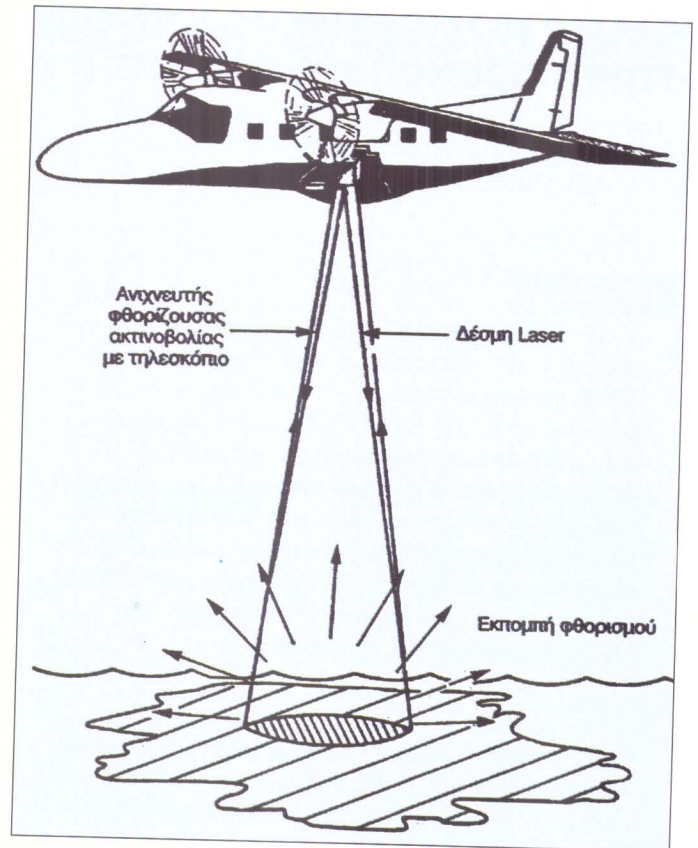
Η τηλεπισκόπηση αποτελεί σημαντικό εργαλείο στα χέρια των ακτοφυλακών διαφόρων χωρών για τη διερεύνηση της ποιότητας των υδάτων τους. Στη βιβλιογραφία αναφέρονται ότι πολλές χώρες, μεταξύ αυτών η Νορβηγία και η Ιταλία, χρησιμοποιούν την τηλεπισκόπηση πέρα από την περιβαλλοντική προστασία, για επιχειρήσεις διάσωσης στη θάλασσα, για τον έλεγχο και την ασφάλεια των λιμανιών και των πλοίων, για θαλάσσιες περιπολίες κ.ά.<sup>9</sup>.

Ήδη από το 1996 λειτουργεί στην περιοχή της Μεσογείου το πρόγραμμα ENVISYS, αντικείμενο του οποίου είναι η δημιουργία ενός ολοκληρωμένου συστήματος για την έγκαιρη ανίχνευση πετρελαιοκηλίδων, τον προσδιορισμό της σύστασής τους, την εξακρίβωση της πηγής και την παροχή πληροφοριών στις αρχές για τον καθαρισμό των ρυπασμένων περιοχών. Το πρόγραμμα ENVISYS χρησιμοποιεί για τη συλλογή των δεδομένων του, εικόνες από δορυφόρους, όπως ο SAR<sup>10</sup>.

### 4. Ανάλυση κυριότερων χρήσεων της τηλεπισκόπησης

α) **Πετρελαιοκηλίδες:** οι κηλίδες πετρελαίου και άλλων σχετικών με αυτό προϊόντων στο θαλάσσιο περιβάλλον, μπορούν να προκαλέσουν σοβαρά οικολογικά και οικονομικά προβλήματα. Η τηλεπισκόπηση διαδραματίζει ένα συνεχώς αυξανόμενο ρόλο στην προσπάθεια ανίχνευσης και αντιμετώπισης των πετρελαιοκηλίδων.

Στην ορατή περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος (400-700 nm), το πετρέλαιο έχει υψηλότερη αντανάκλαση φωτός στην επιφάνεια σε σχέση με το νερό, κάτι το οποίο διαπιστώνεται από



Εικόνα 1: Αρχή μέτρησης με τον ανιχνευτή φθορισμού laser

την τηλεπισκόπηση.

Με τη χρήση εικόνων υπερύθρου (8-14 μm) γίνεται δυνατή η εξακρίβωση του πάχους της κηλίδας, με τις παχύτερες κηλίδες να παρουσιάζονται έντονα ερυθρές και τις πιο λεπτές, γαλάζιες.

Οι ανιχνευτές φθορισμού laser είναι αυτοί που χρησιμοποιούνται κυρίως στην ανίχνευση των πετρελαιοκηλίδων λόγω του γεγονότος ότι πολλές ενώσεις του πετρελαίου απορροφούν υπεριώδες φως και διεγείρονται ηλεκτρονικά. Είναι ανιχνευτές κοινού εύρους και λειτουργούν σε συνθησμένα ύψη πτήσεων από 100 έως 500 m. Πηγή laser υψηλής ισχύος δημιουργεί πολύ βραχείς έντονους φωτεινούς παλμούς στην ορατή ή υπεριώδη περιοχή που μεταφέρονται στην επιφάνεια της θάλασσας και δημιουργούν σκεδασμό και φθορισμό του φωτός στα ανώτερα στρώματα του νερού. Τα σήματα αυτά ανιχνεύονται με ένα τηλεσκόπιο υψηλής φωτεινής έντασης, διαχωρίζονται με οπτικά φίλτρα σε διάφορα φασματικά τμήματα και η έντασή τους μετράται από φωτοανιχνευτές. Στην Εικόνα 1 παρουσιάζεται η αρχή της μέτρησης με τον ανιχνευτή φθορισμού laser<sup>3</sup>.

Άλλοι ανιχνευτές που χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση πετρελαιοκηλίδων είναι οι ανιχνευτές μικροκυμάτων (ραδιόμετρα, σκεδασιόμετρα, radar), οι οποίοι εκμεταλλεύονται το γεγονός ότι το πετρέλαιο (παράγοντας εκπομπής = 0.8) εκπέμπει ισχυρότερη ακτινοβολία μικροκυμάτων σε σχέση με το νερό (παράγοντας εκπομπής = 0.4). Το πλεονέκτημά τους σε σχέση με τους άλλους ανιχνευτές, είναι η δυνατότητα λειτουργία τους κά-

τω από οποιοδήποτε καιρικές συνθήκες (νέφωση, βροχή κ.λπ.) 4,11,12,13,14.

β) *Χλωροφύλλη-α*: η χλωροφύλλη-α αποτελεί μια σημαντική παράμετρο η οποία παρέχει πληροφορίες σχετικά με την τροφική κατάσταση ενός υδάτινου τομέα. Με τη χρήση ανιχνευτών laser, η ακτινοβολία laser προσκρούει στα υδάτινα φυτά, η χλωροφύλλη απορροφά αυτήν την ακτινοβολία και φθορίζει, εκπέμποντας ερυθρό φως, το οποίο ανιχνεύεται και μετατρέπεται μέσω κατάλληλου συστήματος σε συγκέντρωση χλωροφύλλης. Η χλωροφύλλη διεγείρεται στα 685 nm και η τιμή της συγκέντρωσής της έχει μεγάλη σημασία σε λίμνες, ποτάμια και παράκτιες περιοχές, οι οποίες παρουσιάζουν συνήθως προβλήματα ευτροφισμού<sup>5,15,16,17</sup>.

γ) *Θολερότητα-Secchi disk*: ο όρος Secchi disk χρησιμοποιείται ως ένα άλληλο μέσο μέτρησης της θολερότητας, όπου ένας λευκός δίσκος βυθίζεται μες στο νερό, και το βάθος στο οποίο παύει να γίνεται ορατός, δίνει τη διαπερατότητα Secchi. Η μέτρηση της θολερότητας γίνεται μέσω εικόνων που λαμβάνονται από δορυφόρους και στη συνέχεια συσχετίζονται με τιμές μετρήσεων που λαμβάνονται in situ. Αποτέλεσμα των παραπάνω είναι η παραγωγή ενός αλγόριθμου, η εφαρμογή του οποίου δίνει με ακρίβεια τις τιμές θολερότητας διαφόρων περιοχών. Παράδειγμα ενός τέτοιου αλγόριθμου αποτελεί η σχέση:

$$R_{rs}(XS3)/R_{rs}(XS_2) = 0,1884 \ln(SPM) - 0,4832$$

όπου  $R_{rs}$  είναι η εκπομπή ακτινοβολίας διαφόρων περιοχών που δίνεται από το δορυφόρο SPOT στις φασματικές περιοχές  $XS_3$  (790-890 nm) και  $XS_2$  (610-680 nm) και SPM είναι η αιωρούμενη σωματιδιακή ύλη των υδάτων<sup>8,18</sup>.

δ) *Νιτρικά*: ο προσδιορισμός των νιτρικών μπορεί να γίνει με το συνδυασμό των δεδομένων που προκύπτουν από την τηλεπισκόπηση (δορυφόρος LANDSAT 7), με κατάλληλα μοντέλα που έχουν αναπτυχθεί για την πρόβλεψη των τιμών των νιτρικών σε μια περιοχή, με αποτέλεσμα την παραγωγή κατάλληλων αλγόριθμων εφαρμόσιμων για τη συγκεκριμένη περιοχή<sup>6</sup>.

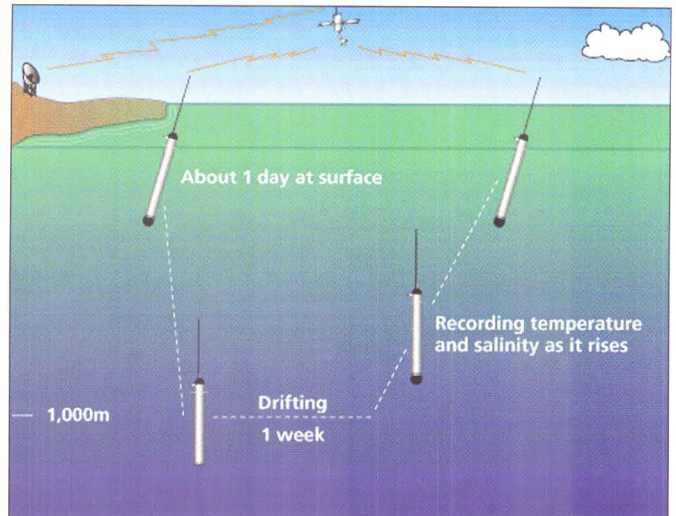
## 5. Πρόσφατες εξελίξεις στον τομέα της τηλεπισκόπησης – Μελλοντική δυναμική της

Η συνεχής ανάπτυξη του τεχνολογικού τομέα συντελεί στη διεύρυνση των δυνατοτήτων της τηλεπισκόπησης για την παρακολούθηση της ρύπανσης του περιβάλλοντος.

Οι δορυφόροι που βρίσκονται σήμερα σε τροχιά γύρω από τη Γη παρατηρώντας τους ωκεανούς μπορούν να μετρήσουν τη θερμοκρασία και τη στάθμη της επιφάνειας της θάλασσας, τους ωκεάνιους ανέμους, αλλά και τη χλωροφύλλη, που αποτελεί ένδειξη βιολογικής δραστηριότητας στην επιφάνεια.

Οι δορυφορικές εικόνες αποκαλύπτουν τα χαρακτηριστικά των επιφανειακών ρευμάτων, όπως τις διακυμάνσεις του Ρεύματος του Κόλπου ή τη γέννηση, την εξέλιξη και το «θάνατο» των στροβίλων-δινών νερού που γεννούν μεγάλα ρεύματα, δημιουργώντας πολλές «νησίδες» οικοσυστημάτων για τους θαλάσσιους οργανισμούς. Οι δορυφόροι, όμως, βλέπουν μόνο την επιφάνεια των ωκεανών. Πως θα δούμε τα απέραντα βάθη τους;

Μια από τις πιο πρόσφατες εξελίξεις στον τομέα της τηλεπισ-



Εικόνα 2: Κύκλος λειτουργίας ενός πλωτήρα PALACE<sup>21</sup>

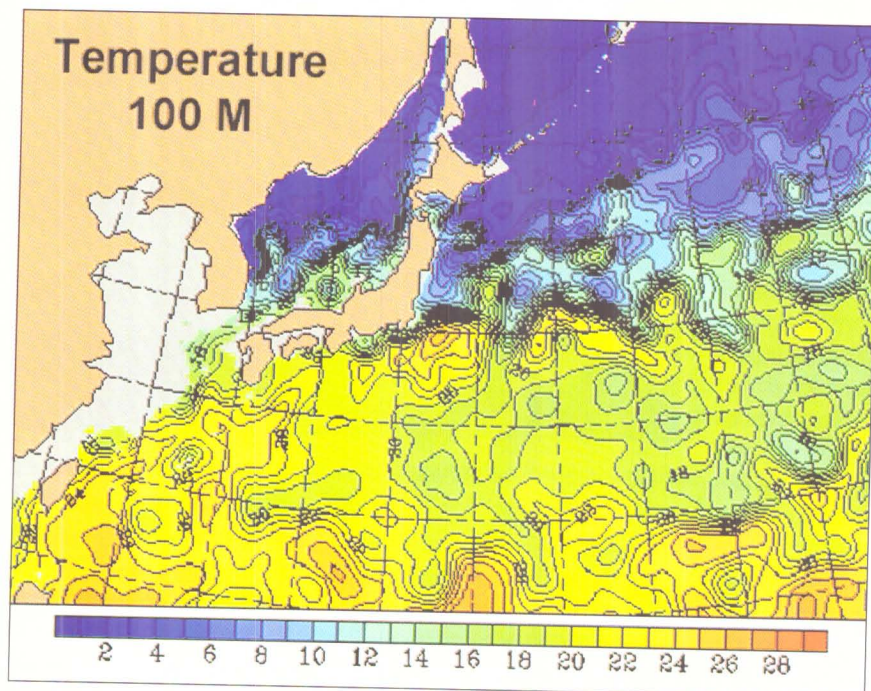
κόπησης είναι οι πλωτήρες PALACE (Profiling Autonomous Lagrangian Current Explorer). Αυτοί οι πλωτήρες χρησιμοποιούνται για την παροχή πληροφοριών σχετικά με τους ωκεανούς σε μεγάλα βάθη. Οι πλωτήρες έχουν σχεδιασθεί έτσι ώστε να επιπλέουν στην επιφάνεια της θάλασσας για 24 ώρες και έπειτα να βυθίζονται στα 1.000 m και να παραμένουν εκεί για 10 ημέρες. Ακολούθως αναδύονται στην επιφάνεια και λαμβάνουν μετρήσεις θερμοκρασίας και αλατότητας, τις οποίες μεταδίδουν κατά τη διάρκεια της παραμονής τους στην επιφάνεια, σε δορυφόρους και από εκεί σε επίγειους σταθμούς, στους οποίους γίνεται η επεξεργασία των δεδομένων.

Οι πλωτήρες αποτελούνται από περίβλημα αλουμινίου, πάχους 15 cm και μήκους 1,5 m, με μια κεραία προσαρτημένη στην κορυφή για τη μετάδοση των δεδομένων στο δορυφορικό σύστημα. Το κυριότερο πλεονέκτημά τους είναι η έλλειψη ανθρωπίνης παρουσίας στην τοποθεσία για τη λήψη των μετρήσεων. Στην Εικόνα 2 παρουσιάζεται ο κύκλος λειτουργίας ενός πλωτήρα PALACE.

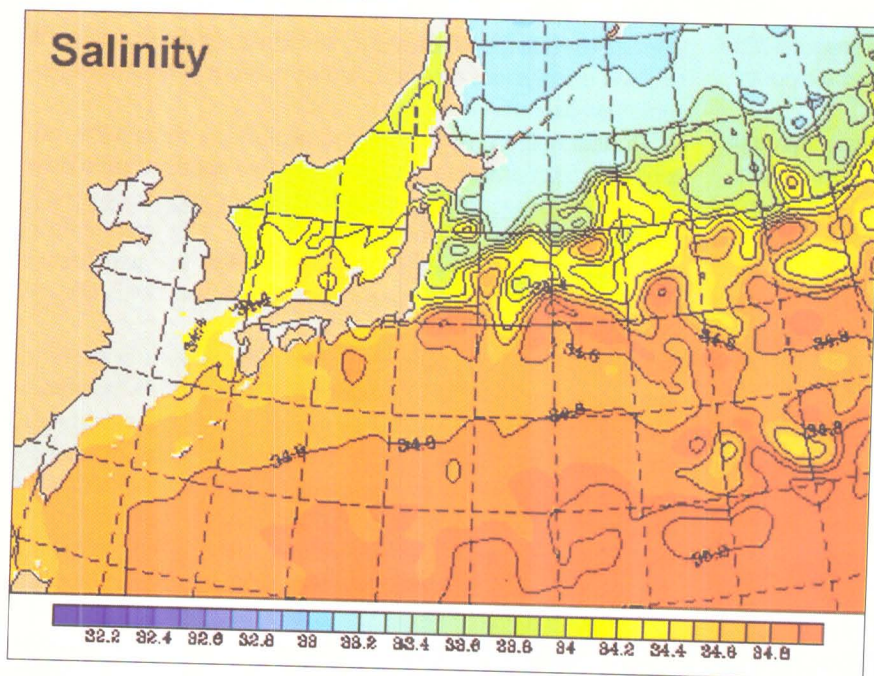
Ο πλωτήρας PALACE είναι μια περιπλανώμενη συσκευή η οποία παρασύρεται από τα ρεύματα των ωκεανών. Οι πλωτήρες PALACE μπορούν να λειτουργούν για πολλά χρόνια, ακολουθώντας την πορεία των ρευμάτων ανά την υφήλιο στα βάθη των ωκεανών. Εκατοντάδες πλωτήρες ταξιδεύουν στον Ατλαντικό. Οι χάρτες που εμφανίζουν τις οφιοειδείς τροχιές τους, αποκαλύπτουν την πολυπλοκότητα της αθέατης κίνησης των ωκεανών. Στα πλαίσια του διεθνούς ωκεανογραφικού προγράμματος Argo, μέχρι το τέλος του 2004, θα ποντιστούν 3.000 πλωτήρες PALACE στους ωκεανούς. Στην Εικόνα 3 δίνονται οι τιμές θερμοκρασίας (°C) και αλατότητας (‰) στη θαλάσσια περιοχή της Ιαπωνίας από δεδομένα πλωτήρων PALACE<sup>18,19,20,21,22</sup>.

Μια άλλη πρόσφατη εξέλιξη στον τομέα της τηλεπισκόπησης αποτελούν οι συσκευές sondes ή CTDs. Αυτές οι συσκευές χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση διαφόρων παραμέτρων των υδάτων, όπως η θερμοκρασία, η αγωγιμότητα, η αλατότητα, το διαλυμένο οξυγόνο, το pH, η θολερότητα, η χλωροφύλλη-α και το βάθος.

Η συσκευή sonde βυθίζεται στο επιθυμητό βάθος και από εκεί μεταδίδει τα δεδομένα της σε κατάλληλα συστήματα που βρίσκο-



Εικόνα 3: Τιμές θερμοκρασίας (°C) και αλατότητας (‰) στη θαλάσσια περιοχή της Ιαπωνίας από δεδομένα πλωτήρων PALACE<sup>22</sup>



νται σε πλοία. Στην Εικόνα 4 παρουσιάζεται μια τέτοια συσκευή λίγο πριν την κατάδυση της<sup>23</sup>.

Η χρήση οπτικών ινών αποτελεί και αυτή μια σχετικά πρόσφατη εξέλιξη της τηλεπισκόπησης. Οι οπτικές ίνες χρησιμοποιούν φασματοσκοπία IR, παλμούς laser και ακουστικούς παλμούς για τη μεταφορά των δεδομένων από το σημείο δειγματοληψίας στο σημείο επεξεργασίας τους. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα της χρήσης των οπτικών ινών είναι η μη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας για τη μεταφορά των πληροφοριών.

Συγκεκριμένα οι οπτικές ίνες laser μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανίχνευση συγκεκριμένων χημικών ουσιών που είναι παρούσες σε ένα μακρινό σημείο από το σημείο που γίνεται η επεξεργασία των δεδομένων. Μπορούν να ανιχνευθούν συγκεντρώσεις ρύπων της τάξης των ppb. Άλλη χρήση των οπτικών ινών laser είναι η ανίχνευση βαφών-δεικτών, οι οποίες προστίθενται στις σωληνώσεις μεταφοράς πετροχημικών προϊόντων. Η ανίχνευση αυτών των βαφών έχει ως σκοπό την έγκαιρη ανίχνευση διαρροών των σωληνώσεων και την πρόληψη της ρύπανσης από πετρελαιοειδή. Το όλο σύστημα των οπτικών ινών laser αποτελείται από 3 τμήματα: α) ένα δειγματοληπτικό αισθητήρα προσαρμοσμένο κατάλληλα στις σωληνώσεις, β) το καλώδιο οπτικών ινών το οποίο μεταφέρει τα σήματα από τον αισθητήρα στο τμήμα ανάλυσης και γ) το τμήμα ανάλυσης στο οποίο αναλύονται τα σήματα laser και μετατρέπονται σε συγκέντρωση βαφής στο σημείο στο οποίο υπάρχει η διαρροή. Έτσι γίνεται εφικτός ο διαρκής έλεγχος εγκαταστάσεων μεταφοράς πετρελαίου μέσω υποθαλάσσιων σωληνώσεων<sup>24</sup>.

Στην περίπτωση των οπτικών ινών IR, έχουμε χρήση φασματοσκοπίας IR με μετασχηματισμό Fourier (FT-IR). Αυτή η τεχνική βρίσκει εφαρμογή, εκτός από το πεδίο της τηλεπισκόπησης και ως εργαστηριακή τεχνική διεξαγωγής σύνθετων αναλύσεων σε στερεά, υγρά και αέρια, με μεγάλη ακρίβεια. Είναι βέβαια μια τεχνική με μεγάλο κόστος, αλλά η εξοικονόμηση χρόνου και χρήματος λόγω της έλλειψης της μεταφοράς των δειγμάτων, από το σημείο δειγματοληψίας στο σημείο ανάλυσης, την καθιστούν πολύ ελκυστική. Πέρα από τις χημικές και τις περιβαλλοντικές εφαρμογές, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στον τομέα της Ιατρικής<sup>25</sup>.

Μία άλλη τεχνική χρήσης των οπτικών ινών στον τομέα της τηλεπισκόπησης, είναι οι οπτικές ίνες που χρησιμοποιούν ακουστικούς παλμούς, για τη μεταφορά των πληροφοριών. Κύριο στοιχείο αυτής της τεχνικής είναι η αντικατάσταση του κλασικού μονοχρωμάτορα των τεχνικών φασματοσκοπίας από ένα ρυθμιζόμενο οπτικοακουστικό φίλτρο, το οποίο μπορεί εύκολα και γρήγορα να ρυθμίζεται στο επιθυμητό μήκος κύματος. Η μεγάλη οπή αυτού του φίλτρου επιτρέπει την ταυτόχρονη μέτρηση οπτικών σημάτων, που προέρχονται από αριθμό αισθητήρων οπτικών ινών μεγαλύτερο των 100. Το τελευταίο χαρακτηριστικό, σε συνδυασμό με το μικρό μέγεθος αυτού του φίλτρου, μετατρέπουν την τεχνική οπτικών ινών με ακουστικούς παλμούς,



Εικόνα 4: Συσκευή sonde (ή CTD) <sup>23</sup>

εξαιρετικά εφαρμόσιμη στην τηλεπισκόπηση του περιβάλλοντος<sup>26</sup>.

## 6. Συμπεράσματα

Συνοψίζοντας μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η τηλεπισκόπηση αποτελεί μία πολλά υποσχόμενη τεχνική περιβαλλοντικού ελέγχου, αν αναλογιστεί κανείς και την αδιάκοπη πρόοδο στον τεχνολογικό τομέα, με τον οποίο είναι άρρηκτα συνδεδεμένη. Η χρήση της τηλεπισκόπησης γίνεται ακόμα πιο σημαντική αν αναλογιστεί κανείς τη χρησιμότητά της ως αποδεικτικού στοιχείου ρύπανσης του περιβάλλοντος στο διεθνές δίκαιο. Χαρακτηριστικότερο παράδειγμα αποτελεί η περίπτωση του Song San στη Σιγκαπούρη, όπου μέσω διαστημικών φωτογραφιών διαπιστώθηκε η προέλευση της πετρελαιοκηλίδας στην περιοχή της Malacca, με αποτέλεσμα την απόδοση ποινής 1,1 εκατομμυρίου δολαρίων στον ιδιοκτήτη και τον καπετάνιο του πλοίου<sup>27</sup>.

Γενικά η τηλεπισκόπηση παρέχει μια γρήγορη και ευρεία εκτίμηση της ποιότητας των υδάτων σε μια μεγάλη επιφανειακή έκταση. Παρόλα αυτά, μόνο με τη χρήση της χημικής ανάλυσης μπορούμε να είμαστε απολύτως βέβαιοι για την πραγματική κατάσταση των υδάτων<sup>28</sup>. Αυτό βέβαια αποτελεί μια μελλοντική πρόκληση για τον τομέα της τηλεπισκόπησης, όσον αφορά τη συνεχή βελτίωση και την εξειδίκευση της σχετικά με διάφορες χημικές παραμέτρους, που είναι κρίσιμες όσον αφορά τη ρύπανση του περιβάλλοντος.

## Βιβλιογραφία

1. Janotta, M., Karlowatz, M., Vogt, F., and Mizaikoff, B. (2003) "Sol-gel based mid-infrared evanescent wave sensors for detection of organophosphate pesticides in aqueous solution", *Analytica Chimica Acta*, 496, 339-348.
2. Hilton, J. (1984) "Airborne remote sensing for freshwater and estuarine monitoring", *Water Research*, 10, 1195-1223.
3. Φυτιάνος, Κ. (1996) «Η ρύπανση των θαλασσών», Β' Έκδοση, *University Studio Press*, Θεσσαλονίκη
4. E. Brown, C., and F. Fingas, M. (2003) "Review of the development of laser fluorosensors for oil spill application", *Marine Pollution Bulletin*, 47, 477-484.
5. NASA Oceanographic Lidar Project at: [http://aol.wff.nasa.gov/adfl\\_pub.html](http://aol.wff.nasa.gov/adfl_pub.html)
6. Matejcek, L., Benesova, L., and Tonika, J. (2003) "Ecological modelling of nitrate pollution in small river basins by spreadsheets and GIS", Article in Press.
7. R. Ahmad, S., and M. Reynolds, D. (1999) "Monitoring of water quality using fluorescence technique: prospect of on-line process control", *Water*

*Research*, 33, 2069-2074.

8. Tripathi, N., Venkobachar, C., Singh, R., and Singh, S. (1998) "Monitoring the pollution of river Ganga by tanneries using the multiband ground truth radiometer", *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, 53, 204-216.
9. Patruno, R., Mancini, M., and Malfatti, A. (1996) "The Activities of the Italian Coast Guard in the Field of Airborne Remote Sensing and the Eventual Use of Satellite Platforms in Marine Pollution Abatement Activities", *Spill Science & Technology Bulletin*, 3, 25-31.
10. A. Theophilopoulos, N., G. Efstathiadis, S., and Petropoulos, Y. (1996) "ENVISYS Environmental Monitoring Warning and Emergency Management System", *Spill Science & Technology Bulletin*, 3, 19-24.
11. F. Fingas, M., and E. Brown, C. "Review of Oil Spill Remote Sensing", *Spill Science & Technology Bulletin*, 4, 199-208.
12. M. De Souza Sierra, M., F.X. Donard, O., and Lamotte, M. (1997) "Spectral identification and behaviour of dissolved organic fluorescent material during estuarine mixing processes", *Marine Chemistry*, 58, 51-58.
13. Svanberg, S. (1996) "Chemical sensing with laser spectroscopy", *Sensors and Actuators B*, 33, 1-4.
14. L. Pascu, M., Moise, N., and Staicu, A. "Tunable dye laser applications in environment pollution monitoring", *Journal of Molecular Structure*, 598, 57-64.
15. S. Lin, C. (2001) "Characteristics of laser-induced inelastic-scattering signals from coastal water", *Remote Sensing of Environment*, 77, 104-111.
16. Thiemann, S., and Kaufmann, H. (2002) "Lake water quality monitoring using hyperspectral airborne data - a semiempirical multisensor and multi-temporal approach for the Mecklenburg Lake District, Germany", *Remote Sensing of Environment*, 81, 228-237.
17. Zhang, Y., Pulliainen, J., Koponen, S., and Hallikainen, M. (2002) "Application of an empirical neural network to surface water quality estimation in the Gulf of Finland using combined optical data and microwave data", *Remote Sensing of Environment*, 81, 327-336.
18. Doxaran, D., Froidefond, J.M., Lavender, S., and Castaing, P. (2002) "Spectral signature of highly turbid waters - Application with SPOT data to quantify suspended particulate matter concentrations", *Remote Sensing of Environment*, 81, 149-161.
19. National Geographic, Οκτώβριος 2000, σελ. 160-190.
20. Preliminary report on PALACE floats at: <http://www.aoml.noaa.gov/phod/acce/cruise/node29.html>
21. Salinity Profiling ALACE float main page at: [http://hrp.whoi.edu/floats/spalace\\_overv.html](http://hrp.whoi.edu/floats/spalace_overv.html)
22. Overview of the NRL Coupled Ocean Data Assimilation System at: <http://hycom.rsmas.miami.edu/internal/seven/HYCOM-Cummings.pdf>
23. NOAA Ocean Explorer: Sondes and CTDs at: [http://oceanexplorer.noaa.gov/technology/tools/sonde\\_ctd/sonde.ctd.html](http://oceanexplorer.noaa.gov/technology/tools/sonde_ctd/sonde.ctd.html)
24. Remote fiber-optic chemical analyzers at: <http://laserphysics.org/sample.invu>
25. Infrared Fiber Optic Sensors at: <http://www.sti.nasa.gov/tto/spin-off1997/er6.html>
26. Fiber-Optic Remote Multisensor System Based on an Acousto-Optic Tunable Filter (AOTF) at: [http://www.s-a-s.org/journal/96/asv50n10/ASV50n10\\_sp12.html](http://www.s-a-s.org/journal/96/asv50n10/ASV50n10_sp12.html)
27. K. Hettling, J. (2003) "The use of remote sensing satellites for verification in international law", *Space Policy*, 19, 33-39.
28. Legislative Fact Sheet, Minnesota Pollution Control Agency (2003) "Remote sensing: Why it can't replace water monitoring".

## Ευχαριστίες

Η Συντακτική Επιτροπή των Χημικών Χρονικών ευχαριστεί την εκδοτική εταιρεία «Μ. Ρωμανός ΕΠΕ» για τη δωρεάν φιλοτέχνηση του εξωφύλλου του παρόντος τεύχους.



# Εφαρμογή των πολυμερών στη συντήρηση και αποκατάσταση έργων τέχνης και αντικειμένων ιστορικής αξίας

## Μέρος I: Φθορές των υλικών

Ευρύκλεια Καραγιαννίδου<sup>1</sup> και Ειρήνη Σιδερίδου<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Μεταπτυχιακή φοιτήτρια, Τμήμα Χημείας ΑΠΘ

<sup>2</sup> Αναπλ. Καθηγήτρια, Εργαστήριο Οργανικής Χημικής Τεχνολογίας, Τμήμα Χημείας, ΑΠΘ

### Περίληψη

Το άρθρο αυτό αποτελείται από δύο μέρη (I και II). Στο πρώτο παρουσιάζονται οι φθορές που υφίστανται τα διάφορα έργα τέχνης και αντικείμενα ιστορικής αξίας, κυρίως από περιβαλλοντικούς παράγοντες, τη θερμοκρασία, την υγρασία, τους αέριους ρυπαντές και το φως. Στο δεύτερο μέρος αναπτύσσονται τα κυριότερα πολυμερή που έχουν χρησιμοποιηθεί μέχρι σήμερα για τη συντήρηση και/ή αποκατάσταση των φθορών που παρουσιάζουν, ώστε να εξασφαλιστεί η μέγιστη διάρκεια ζωής τους. Τα πολυμερή αυτά έχουν ορισμένες χαρακτηριστικές ιδιότητες και χρησιμοποιούνται ως στερεωτικά, κόλλητες, επιχρίσματα, υλικά κατασκευής βοηθητικών στηριγμάτων και βιτρινών έκθεσης και αποθήκευσης μουσειακών αντικειμένων. Η συμβολή τους στον τομέα αυτό είναι πολύ σημαντική.

### Abstract

This article consists of two parts (I and II). In the first one the damages of the works of art and antiquities mainly caused from the influence of the environment, temperature, humidity, air pollutants and light are presented. In the second one the most important polymers that have been used until today for the conservation and restoration of the objects are developed. These polymers have certain characteristic properties and are used as consolidants, adhesives, coatings and materials for the display and storage of museum objects. The contribution of the polymeric materials in this field is very important.

### 1. Εισαγωγή

Στα διάφορα μουσεία κάθε χώρας, αρχαιολογικά, λαογραφικά, τεχνολογικά κ.ά., φυλάσσεται μια πληθώρα έργων τέχνης και αντικειμένων ιστορικής αξίας, όπως είναι οι πίνακες ζωγραφικής, τοιχογραφίες και ψηφιδωτά, υφαντά, εργόχειρα, ενδύματα, εκκλησιαστικά υφάσματα, σημαίες και λάβαρα, κούκλες, βιβλία, χάρτες, ιστορικά έγγραφα, αρχεία και φωτογραφίες,

ξυλόγλυπτα, γυάλινα διακοσμητικά ή οικιακής χρήσης αντικείμενα, βιτρώ, κεραμικά, εργαλεία, όπλα, κοσμήματα, αρχιτεκτονικά μνημεία και αγάλματα. Η κατάσταση στην οποία βρίσκονται εξαρτάται από δύο κύριους παράγοντες, το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένα και τις συνθήκες στις οποίες έχουν εκτεθεί κατά τη διάρκεια της ζωής τους. Τα υλικά ανάλογα με την προέλευσή τους μπορούν γενικά να χωριστούν σε δύο κατηγορίες, σε οργανικά και ανόργανα. Τα οργανικά θεωρείται γενικά ότι είναι πιο ευάλωτα στην φθορά, αλλά κανένα υλικό δεν είναι σταθερό, κάτω από όλες τις συνθήκες. Η φθορά μπορεί να οφείλεται σε χημικές, φυσικές και/ή βιολογικές επιδράσεις και το μέγεθός της εξαρτάται σημαντικά από τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Τα αντικείμενα που φυλάσσονται στα μουσεία υπό ελεγχόμενες συνθήκες περιβάλλοντος προφυλάσσονται από τις κύριες αιτίες φθοράς, αλλά αυτά που βρίσκονται εκτεθειμένα στις περιβαλλοντικές αλλαγές υγρασίας και θερμοκρασίας μπορεί να υποστούν σοβαρότερες φθορές, ιδιαίτερα όταν οι αλλαγές είναι απότομες. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα των αρχαιολογικών ευρημάτων που αμέσως μετά την εκταφή βρίσκονται απότομα σε ένα νέο ατμοσφαιρικό περιβάλλον<sup>1</sup>.

Στην προσπάθειά τους να διατηρήσουν την πολιτιστική μας κληρονομιά και να περιορίσουν τις φθορές, οι ειδικοί της τέχνης λαμβάνουν ειδικά μέτρα και προβαίνουν σε προμελετημένη αλληλαγγή των χημικών και/ή φυσικών χαρακτηριστικών των αντικειμένων, ώστε να παραταθεί όσο το δυνατό περισσότερο η διάρκεια της ζωής τους. Η διαδικασία αυτή είναι γνωστή ως συντήρηση και είναι διαφορετική από τη διαδικασία της αποκατάστασης. Στη συντήρηση αποκαλύπτεται το αντικείμενο όπως είναι, ενώ με την αποκατάσταση γίνεται προσπάθεια να δοθεί όσο γίνεται καλύτερα στο αντικείμενο που έχει υποστεί φθορά η αρχική του εμφάνιση, με την ελάχιστη δυνατή θυσία της αισθητικής και της ιστορικής ακεραιότητάς του<sup>2,3</sup>.

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν μέχρι τα τέλη του 19ου αιώνα για την αποκατάσταση των φθορών των αντικειμένων ήταν φυσικά προϊόντα, όπως φυτικές γόμμες και ρητίνες, άμυλο, κόλλητες πρωτεϊνικής φύσεως, κερί μελισσών και λίπη. Στις αρχές του 19ου αιώνα προτάθηκε η χρησιμοποίηση του dammar ως βερνίκι πινάκων ζωγραφικής και στα τέλη του 19ου αιώνα χρησιμοποιήθηκε η παραφίνη και το φυσικό ελαστικό. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου αναπτύχθηκε το πρώτο τροποποιημένο φυσικό πολυμερές, η νιτρική κυτταρίνη, η οποία και χρησιμοποιή-



θηκε για τη συντήρηση των αντικειμένων. Κατά τη διάρκεια του 1920 χρησιμοποιήθηκαν και άλλα παράγωγα της κυτταρίνης και πυριτικές ενώσεις. Σήμερα όλα τα συνθετικά πολυμερή που έχουν παραχθεί έχουν προταθεί και χρησιμοποιηθεί για τη συντήρηση και αποκατάσταση των αντικειμένων<sup>4</sup>.

### 1.1 Αιτίες φθοράς – Περιβαλλοντικοί παράγοντες

Οι κύριες αιτίες φθοράς των αντικειμένων είναι οι αλληλαγές θερμοκρασίας και υγρασίας, οι ατμοσφαιρικοί ρυπαντές και το φως. Άλλοι παράγοντες όπως η σκόνη, καπνιά, μύκητες και διάφοροι άλλοι μικροοργανισμοί βοηθούν τη διεργασία της φθοράς. Φθορές προκαλούνται και από τη μη λήψη κατάλληλων μέτρων προστασίας και απρόσεχτους χειρισμούς.

Η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία είναι μεγέθη αλληλοεξαρτώμενα. Χαμηλές τιμές σχετικής υγρασίας προκαλούν φθορές ιδιαίτερα στα υγροσκοπικά υλικά όπως είναι το ξύλο, το χαρτί, η περγαμνή και το δέρμα, τα οποία αφυδατώνονται. Ωστόσο εύληλα στην φθορά με αφυδάτωση είναι όλα τα οργανικά υλικά. Υψηλές τιμές σχετικής υγρασίας ευνοούν την ανάπτυξη μυκήτων που αναπτύσσονται σε οποιοδήποτε υλικό το οποίο μπορεί να αποτελέσει τροφή γι'αυτά, όπως π.χ. το χαρτί και το δέρμα.

Οι ατμοσφαιρικοί ρυπαντές είναι κυρίως ενώσεις του θείου (H<sub>2</sub>S και SO<sub>2</sub>) και αζώτου (NO, NO<sub>2</sub>) που παράγονται από την καύση των καυσίμων. Βρίσκονται σε υψηλές συγκεντρώσεις στις πόλεις και στις βιομηχανικές περιοχές. Προκαλούν διάβρωση στα μνημεία και αντικείμενα ιδιαίτερα από πέτρα ή μέταλλα. Από την αντίδραση του διοξειδίου του θείου με το νερό παράγεται το θειϊκό οξύ, που είναι ισχυρό διαβρωτικό και προσβάλλει οποιοδήποτε οργανικό υλικό (χαρτί, ύφασμα, δέρμα κ.ά.).

Το φως, κυρίως η υπεριώδης ακτινοβολία του ηλιακού φάσματος, προκαλεί αντιδράσεις φωτοχημικής διάσπασης σε πολλά υλικά, ιδιαίτερα στα οργανικά όπως π.χ. υφάσματα, χρώματα και διακοσμημένα χειρόγραφα. Για το λόγο αυτό τα μουσειακά αντικείμενα φυλάσσονται σε χώρους όπου αποφεύγεται η απευθείας έκθεση στο ηλιακό φως, σε προθήκες από πλαστικό που περιέχουν πρόσθετα που απορροφούν την υπεριώδη ακτινοβολία<sup>1</sup>.

### 1.2. Φθορές υλικών

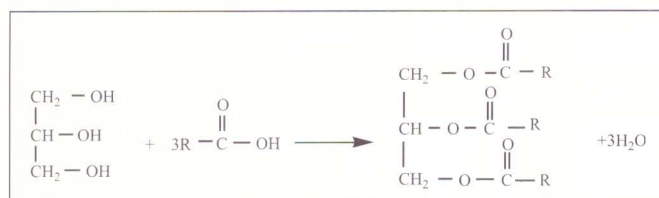
Μόλις δημιουργηθεί ένα έργο τέχνης αρχίζουν διάφορες χημικές αντιδράσεις προκαλούμενες από τους περιβαλλοντικούς παράγοντες που έχουν αναφερθεί. Με το χρόνο ο καθένας θα αφήσει την υπογραφή του και θα απειλήσει την ύπαρξη του έργου τέχνης. Είναι απαραίτητο λοιπόν για τη συντήρησή του να κατανοηθεί πώς αλληλεπιδρά με το περιβάλλον με σκοπό να προσδιοριστούν οι μέθοδοι και τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν για να σταματήσει ή να αποτραπεί η φθορά του.

#### 1.2.1. Φθορές υλικών έργων ζωγραφικής

Ένας πίνακας ζωγραφικής είναι ένα σύνθετο αντικείμενο, αποτελούμενο από δύο κύρια μέρη, το υποστήριγμα και τα στρώματα των χρωμάτων (paint layers) που σχηματίζουν την εικόνα (picture) (σχήμα 1). Το υποστήριγμα αποτελείται συνήθως από ένα κομμάτι ύφασμα (canvas painting) ή ξύλο (panel painting) που επιχρίζεται με ένα διάλυμα (glue-sizing) και/ή ένα αδιαφανές επίχρισμα (ground) για να γεμίσουν οι πόροι του. Τα χρώματα αποτελούνται από λεπτά διαμερισμένα πιγμέντα (ανόργανα χρωστικές) σε ένα οργανικό φορέα (ξηραινόμοιο έλαιο, κρόκος

ή λευκό του αυγού, καζεΐνη, ζελατίνη, κηρός, ακρυλικές ρητίνες). Το ανώτερο στρώμα του χρώματος επιχρίζεται με ένα βερνίκι που είναι ένα διαφανές προστατευτικό φιλμ αποτελούμενο συνήθως από φυσικές ή συνθετικές ρητίνες<sup>5</sup>.

Στα χρώματα ο φορέας των πιγμένων είναι συνήθως ένα «ξηραινόμοιο έλαιο» και κυρίως το λινέλαιο, επειδή έχει χαμηλή τάση να ρηγματώνεται και να κιτρινίζει με το χρόνο. Ένα ξηραινόμοιο έλαιο είναι ένα πολυακόρεστο τριγλυκερίδιο.



όπου R: – (CH<sub>2</sub>)<sub>16</sub>CH<sub>3</sub> Στεατικό οξύ

– (CH<sub>2</sub>)<sub>7</sub>CH=CH(CH<sub>2</sub>)<sub>7</sub>CH<sub>3</sub> Ελαιϊκό οξύ

– (CH<sub>2</sub>)<sub>7</sub>CH=CHCH<sub>2</sub>CH=CH(CH<sub>2</sub>)<sub>4</sub>CH<sub>3</sub> Λινελαϊκό οξύ

Όταν απλώνεται σε λεπτά στρώματα, το ακόρεστο έλαιο αλληλεπιδρά με το οξυγόνο της ατμόσφαιρας και πολυμερίζεται (μια διεργασία που συχνά ονομάζεται ξήρανση) για να σχηματίσει μια στερεή επιφάνεια που είναι ανθεκτική στη χημική προσβολή, βοηθώντας έτσι να στερεωθεί και να προστατευτεί το πιγμένο. Εάν το περιεχόμενο σε έλαιο του χρώματος είναι ανεπαρκές, το χρώμα σταδιακά θα αρχίσει να ξεφλουδίζει. Τέτοια είναι η περίπτωση των έργων ζωγραφικής της Αμερικανίδας καλλιτέχνης Georgia O'Keeffe (1887-1986), η οποία κράτησε το έλαιο στα χρώματα στην ελάχιστη συγκέντρωση για να πετύχει μια ξερή βελουδένια εμφάνιση. Όταν οι πίνακες άρχισαν να ξεφλουδίζονται έπρεπε να εφαρμοστεί ένα βερνίκι για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα.

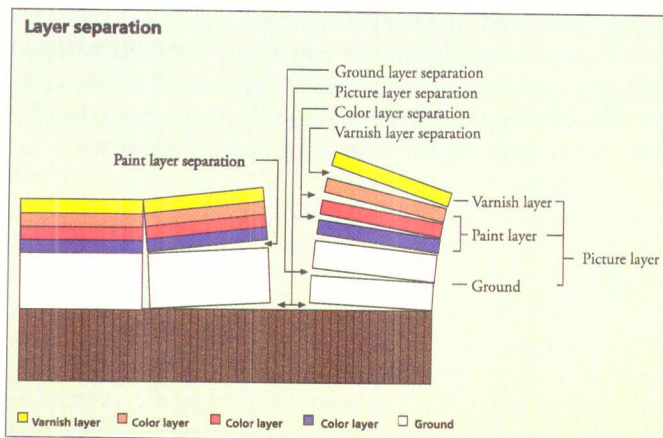
Δυστυχώς το οξυγόνο της ατμόσφαιρας οξειδώνει και το βερνίκι και το μετατρέπει σε ένα κίτρινο ή καφέ φιλμ που θολώνει τα χρώματα τα οποία κάποτε ζωήρευε. Εκθέτοντας το βερνίκι σε υπεριώδες φως επιταχύνεται η διεργασία κιτρινίσματος και ρηγματώσης. Το φως μπορεί να προκαλέσει και το ξεθώριασμα πολλών πιγμένων και οργανικών χρωστικών.

Οι θειούχες ενώσεις της ατμόσφαιρας αντιδρούν με τα πιγμένα, όπως π.χ. ο λευκός μόλυβδος, που σχηματίζει θειούχο μόλυβδο, ένα μαύρο πιγμένο που προκαλεί γκριζάρισμα των λευκά χρωματισμένων περιοχών:



Ανάλογα αντιδρούν με τις θειούχες ενώσεις και άλλα πιγμένα, όπως για παράδειγμα το μπλε του αζουρίτη (2CuCO<sub>3</sub>·Cu(OH)<sub>2</sub>) που μετατρέπεται σε καφέ ή σκούρο πράσινο, εξαιτίας του σχηματισμού θειούχου χαλκού (μαύρος)<sup>6</sup>.

Το υπόστρωμα του πίνακα με απορρόφηση υγρασίας διαστέλλεται και στη συνέχεια με την ξήρανση λόγω υψηλής θερμοκρασίας συστέλλεται. Επανεπιτημένη διαστολή και συστολή του υποστρώματος μπορεί να προκαλέσει διαχωρισμό των διαφόρων στρωμάτων του πίνακα (σχήμα 1) λόγω εξασθένησης των συγκολλητικών ουσιών που τα συνδέουν. Ορισμένες φορές μπορεί να παρατηρηθεί και απομάκρυνση των πιγμένων (ξεφλού-



Σχήμα 1. Διαχωρισμός των στρωμάτων ενός πίνακα ("The Restoration of Paintings", Knut Nicolaus, 1999)

δισμα της εικόνας). Οι μεταβολές της θερμοκρασίας και υγρασίας αποτελούν τη βασική αιτία ρηγματώσεων που εμφανίζονται σε πίνακες ζωγραφικής, όπου ως φορέας των χρωστικών χρησιμοποιήθηκε η τέμπερα, η οποία εφαρμόστηκε σε ξύλινο υπόστρωμα<sup>7,8</sup>.

### 1.2.2. Υλικά τοιχογραφιών και ψηφιδωτών

Οι τοιχογραφίες, ζωγραφική επάνω σε αρχιτεκτονικά τμήματα κατοικιών, ναών, τάφων ή δημόσιων κτιρίων, αποτελούνται από τρία βασικά μέρη, την τοιχοδομή (υποστήριγμα της τοιχογραφίας), το κονίαμα (υπόστρωμα του έργου) και το χρωματικό στρώμα που σχηματίζει την εικόνα. Οι φθορές τους εξαρτώνται από τα υλικά κατασκευής, την τεχνική που έχει εφαρμοστεί (fresco ή secco), τις περιβαλλοντικές συνθήκες και τις επεμβάσεις που έχουν υποστεί<sup>9</sup>.

Υπεύθυνη για τις περισσότερες και σοβαρότερες φθορές που εμφανίζουν το κονίαμα και οι χρωστικές είναι η υγρασία, που προκαλεί αντιδράσεις υδρόλυσης ή ενυδάτωσης. Ο αιματίτης για παράδειγμα κατά την παρατεταμένη παραμονή σε περιβάλλον υψηλής υγρασίας μπορεί να ενυδατωθεί και να μετατραπεί σε μια μορφή λειμωνίτη με συνέπεια την αλλογή του χρώματός του από κόκκινο σε κίτρινο. Επίσης η μετακίνηση της υγρασίας μέσα στο κονίαμα συμπαρασύρει σημαντικό ποσοστό διαλυτών αλάτων, τα οποία μεταφέρονται στη ζωγραφική επιφάνεια, όπου μετά την εξάτμιση του νερού κρυσταλλώνονται προκαλώντας με την αύξηση του όγκου τους φθορές στην τοιχογραφία.

Οι τοιχογραφίες με τη θέρμανση μπορούν να παρουσιάσουν αποικοδόμηση των συστατικών τους, με αποτέλεσμα μέχρι και την ολοκληρωτική καταστροφή τους. Η επίδραση του φωτός και ιδιαίτερα της υπεριώδους ακτινοβολίας μπορεί να προκαλέσει χρωματικές αλλοιώσεις των χρωστικών και επιτάχυνση της αποσύνθεσης των οργανικών υλικών κατασκευής της τοιχογραφίας. Φθορές μπορούν επίσης να προκληθούν και από τη δράση μικροοργανισμών (μυκήτων, βακτηρίων, λειχήνων) με την εμφάνιση μαύρης κρούστας, ξεφλούδισματος και χρωματικών αλλοιώσεων της εικόνας της τοιχογραφίας<sup>10,11</sup>.

Ανάλογες φθορές με τις τοιχογραφίες εμφανίζουν και τα ψη-

φιδωτά. Οι λειχήνες, οι μύκητες και τα βακτήρια μπορούν να προκαλέσουν την εμφάνιση λεκέδων στην επιφάνειά τους ή και την αποσάθρωση των υλικών κατασκευής τους. Όμως η σημαντικότερη αιτία φθοράς τόσο των κονιαμάτων όσο και των ψηφιδωτών σε ένα ψηφιδωτό είναι η υγρασία. Όταν το νερό με τη μείωση της θερμοκρασίας μετατραπεί σε πάγο, τότε αυξάνεται ο όγκος του και ασκεί πιέσεις που μπορούν να οδηγήσουν ακόμα και στο θρυμματισμό των υλικών<sup>12</sup>.

### 1.2.3. Υφάσματα

Τα περισσότερα μουσειακά αντικείμενα από ύφασμα όπως στολές, άμφια, κεντήματα, δαντέλες, υφαντά, χαλιά, σημαίες, λάβαρα κ.α δημιουργήθηκαν από φυσικές ίνες ζωικής ή φυτικής προέλευσης όπως μαλλί, μετάξι, βαμβάκι και λινό. Οι ζωικές ίνες είναι πρωτεϊνικής φύσεως και είναι πιο ανθεκτικές από τις φυτικές, που αποτελούνται κυρίως από κυτταρίνη. Το λινό και το βαμβάκι για παράδειγμα είναι πολύ ευαίσθητα στην προσβολή από βακτήρια παρουσία υγρασίας και σπανίως επιβιώνουν σε αρχαιολογικό περιβάλλον. Όλα τα υφάσματα προσβάλλονται από το φως, τα έντομα, τους μικροοργανισμούς και τους ρυπαντές του ατμοσφαιρικού αέρα, οι οποίοι ενεργώντας μόνοι τους ή σε συνδυασμό, προκαλούν σημαντική μείωση της αντοχής σε εφελκυσμό και της ελαστικότητας. Η παρατεταμένη έκθεση στο φως προκαλεί ξεθώριασμα και αποχρωματισμό.

Τα υφάσματα είναι επίσης ευάλωτα στην φυσική φθορά. Αυτή μπορεί να προκληθεί από μια ακατάλληλη επιδιόρθωση της φθοράς που προκάλεσαν τα έντομα, από το πλήσιμο των ιστορικών υφασμάτων με τις μοντέρνες συσκευές πλύσης, ή από ακατάλληλες συνθήκες έκθεσης και αποθήκευσης. Σημαντική φθορά μπορούν επίσης να προκαλέσουν οι διάφοροι ρύποι. Τα μόρια της σκόνης ενεργούν σαν μικρά μαχαίρια, κόβοντας τις ίνες καθώς τα υφάσματα διαστέλλονται και συστέλλονται ως ανταπόκριση στις αλλαγές της σχετικής υγρασίας<sup>13-17</sup>.

### 1.2.4. Πάπυρος – Περγαμνή – Χαρτί

Η περγαμνή είναι πρωτεϊνικής φύσεως, ενώ ο πάπυρος και το χαρτί αποτελούνται από κυτταρίνη. Και ενώ διαφέρουν στη χημική σύσταση και στις φυσικές ιδιότητες παρουσιάζουν ένα κοινό χαρακτηριστικό, γίνονται εύθραυστα όταν αφυδατώνονται, αλλά όταν προσροφούν υγρασία επανακτούν την ευκαμψία τους σε τέτοια έκταση που μπορούν να χρησιμοποιηθούν με ασφάλεια.

Τα έργα τέχνης που είναι αποτυπωμένα σε χαρτί και τα διάφορα μουσειακά αντικείμενα από χαρτί, όπως βιβλία, χειρόγραφα, αρχεία, χάρτες κ.ά. παρουσιάζουν φυσικές και χημικές αλλοιώσεις που οφείλονται κυρίως στην κακή ποιότητα του χαρτιού που χρησιμοποιήθηκε και στις κακές συνθήκες φύλαξης και έκθεσής τους (σχετική υγρασία, θερμοκρασία, φως, έντομα κ.ά.). Η κυριότερη αιτία φθοράς του χαρτιού είναι η υγρασία. Από τη δεκαετία του 1750 προστίθεται στο χαρτί ως κόλλημα το θειικό αργίλιο  $Al_2(SO_4)_3$  για να εμποδίσει τη διασπορά της μελάνης και να είναι κατάλληλο για εκτύπωση. Τα ιόντα του αργιλίου αντιδρούν με το νερό και σχηματίζουν ένα σύμπλοκο  $[Al(H_2O)_6]^{3+}$  το οποίο υδρολύεται σύμφωνα με την αντίδραση:



Το οξύ που παράγεται διασπά τις ίνες της κυτταρίνης, καθιστά το χαρτί εύθραυστο και προκαλεί το θρυμματισμό του<sup>18</sup>. Για να εμποδιστεί ή να επιβραδυνθεί η παραπάνω αντίδραση τα μωσειακά αντικείμενα θα πρέπει να διατηρούνται σε ξηρή και αδρανή ατμόσφαιρα, συνήθως σε γυάλινα δοχεία φύλαξης. Επίσης τα αντικείμενα από χαρτί για να έχουν μεγαλύτερο χρόνο ζωής θα πρέπει να γίνονται με χαρτί ελεύθερο οξέος από καθαρή α-κυτταρίνη στο οποίο έχουν προστεθεί αλκαλικές ουσίες.

Ιδιαίτερη φροντίδα έκθεσης και φύλαξης απαιτούν και οι φωτογραφίες, παλιές και καινούριες. Πολλές συμπεριλαμβανόμενων και των μοντέρνων έγχρωμων φωτογραφιών, είναι ασταθείς και ξεθωριάζουν γρήγορα, εάν δεν έχουν υποβληθεί από την αρχή σε κατάλληλη επεξεργασία και εκτεθούν για μακρές περιόδους ή εάν δεν αποθηκευτούν κατάλληλα. Σε ορισμένες περιπτώσεις αυτό μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα μέχρι και την απόλυτη απώλεια της φωτογραφίας. Το φως μπορεί να προκαλέσει ξεθώριασμα της φωτογραφικής εικόνας συνοδευόμενο από την απώλεια της λεπτομέρειας, κιτρίνισμα και τελικό αποχρωματισμό της. Επίσης οι θειούχες ενώσεις που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα, μπορούν να προκαλέσουν ξεθώριασμα και αποχρωματισμό των ασπρόμαυρων φωτογραφιών. Επάνω στις φωτογραφίες μπορούν να αναπτυχτούν λεκέδες, μερικοί προερχόμενοι από αυτές τις ίδιες τις φωτογραφίες και άλλοι από τα υλικά με τα οποία έρχονται σε επαφή, όπως είναι οι σελίδες των άλμπουμ και οι κολλητικές ταινίες<sup>19</sup>.

### 1.2.5. Ξύλο

Το ξύλο, έχοντας οργανική προέλευση αποσυντίθεται κανονικά κάτω από συνδυασμένη βιολογική και χημική προσβολή όταν είναι θαμμένο στο έδαφος, αλλά σε εξαιρετικές περιπτώσεις έχει βρεθεί να επιβιώνει μετά από παρατεταμένη έκθεση σε ακραίες συνθήκες υγρασίας και ξηρασίας. Σε μέρη ναυαγίων τα ξύλινα μέρη του πλοίου συχνά επιβιώνουν σε καλή κατάσταση. Οι διακυμάνσεις της υγρασίας προκαλούν διαστολές και συστολές στο ξύλο μεταβάλλοντας τις διαστάσεις του (συρρίκνωση του ξύλου) και κατέπλεκταση προκαλούν φθορές σε κάποιο βερνίκι ή επίχρισμα. Επίσης η υψηλή υγρασία σε συνδυασμό με τον ανεπαρκή αερισμό ευνοεί την ανάπτυξη ετερότροφων μικροοργανισμών οι οποίοι καταστρέφουν άμεσα το ξύλο<sup>20</sup>.

### 1.2.6. Δέρμα

Τα έργα τέχνης από δέρμα (ενδύματα, σέλλες, βάρκες, λουριά, ζώνες, ποδιές, προστατευτικά καλύμματα, και καλύμματα βιβλίων) είναι κατασκευασμένα είτε από ακατέργαστο δέρμα διαφόρων ζώων (θηλαστικά, φίδια, πουλιά ακόμα και ορισμένα ψάρια), είτε κυρίως από κατεργασμένα δέρματα με μια διεργασία που είναι γνωστή ως δέψη. Η δέψη γίνεται με τη χρησιμοποίηση δεψικών ενώσεων όπως είναι οι ταννίνες, δεψικά εκχυλίσματα φυτών, ή άλατα μετάλλων συνήθως του χρωμίου. Στόχος της δέψης είναι να καταστήσει το δέρμα πιο εύκαμπτο και πιο ανθεκτικό στην προσβολή από την υγρασία.

Το δέρμα αποτελείται κυρίως από ίνες κολλαγόνου, οι οποίες διευθετούνται σε ένα δίκτυο κάθετο στην επιφάνεια του δέρματος. Με τη δέψη, οι δεψικές ενώσεις δημιουργούν δεσμούς υδρογόνου με τις πλευρικές ομάδες του κολλαγόνου, συνδέο-

ντας έτσι μεταξύ τους τα μακρομόρια του κολλαγόνου. Οι δεψικές ενώσεις καταλαμβάνουν όλες τις θέσεις του δικτύου που θα μπορούσε να καταλάβει το νερό και να προκαλέσει τη σήψη του. Μετά τη δέψη τα δέρματα συνήθως βυθίζονται σε λιπαρές ουσίες για να βελτιωθεί η ευκαμψία τους και η αντοχή στο νερό και την φθορά.

Τα δέρματα είναι υγροσκοπικά υλικά, απορροφούν εύκολα υγρασία και η απορρόφηση περίσσειας υγρασίας μπορεί να προκαλέσει υδρόλυση των ινών κολλαγόνου με συνέπεια τη συστολή του δέρματος και την ευθραυστότητά του. Η υδρόλυση ευνοείται από την υψηλή θερμοκρασία και το φως. Το δέρμα προσβάλλεται και από το θειικό οξύ της όξινης βροχής. Αυτό σε συνδυασμό με το οξυγόνο και την υγρασία της ατμόσφαιρας προκαλεί τη λεγόμενη κόκκινη σήψη του δέρματος. Αρχικά το δέρμα μαλακώνει και διογκώνεται και στη συνέχεια υδρολύονται οι πρωτεϊνικές ίνες και το δέρμα τελικά γίνεται ξηρό και θρυμματίζεται εύκολα. Τέλος το δέρμα μπορεί να υποστεί μόνιμη φθορά από την ανάπτυξη μούχλας και από ορισμένα έντομα για τα οποία αποτελεί πολύ καλή τροφή<sup>21,22</sup>.

### 1.2.7. Μέταλλα

Τα μέταλλα που έχουν χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή μνημείων, αγαλμάτων αλλά και μιας μεγάλης ποικιλίας αρχαίων αντικειμένων διακοσμητικής τέχνης, κοσμημάτων, όπλων, εργαλείων κ.ά. είναι κυρίως ο σίδηρος, ο κασσίτερος, ο χαλκός, ο μόλυβδος, ο άργυρος και ο χρυσός. Αυτά έχουν χρησιμοποιηθεί είτε στην καθαρή τους μορφή, είτε σε συνδυασμό μεταξύ τους με τη μορφή κραμάτων όπως π.χ. είναι ο μπρούντζος, κράμα χαλκού, κασσίτερου και μολύβδου.

Τα μέταλλα παρουσιάζουν σοβαρότατα προβλήματα διάβρωσης παρουσία οξυγόνου και υγρασίας. Σχηματίζουν εύκολα οξειδία, χλωριούχα, θειούχα και ανθρακικά άλατα που είναι σταθερές ενώσεις. Εξαιρεση αποτελούν ο χρυσός, ο άργυρος και ο χαλκός τα οποία είναι αρκετά σταθερά μέταλλα και μπορούν να διατηρηθούν στην φυσική μεταλλική τους κατάσταση. Τα εξωτερικά μνημεία και αγαλματα από μέταλλο (π.χ. σίδηρο, χαλκό ή μπρούντζο) παρουσιάζουν σοβαρό πρόβλημα διάβρωσης από το διοξείδιο του θείου της ατμόσφαιρας, το οποίο αντιδρώντας με την υγρασία παράγει θειικό οξύ, την πηγή της όξινης βροχής. Η διάβρωση των μετάλλων είναι μια ηλεκτροχημική οξειδοαναγωγική αντίδραση. Ορισμένα μέρη του μετάλλου δρουν ως άνοδος, όπου λαμβάνει χώρα οξείδωση και εμφανίζονται οπές και άλλα μέρη δρουν ως κάθοδος, όπου λαμβάνει χώρα αναγωγή και εμφανίζεται σκουριά<sup>6</sup>.

Ο χαλκός, ενώ είναι ένα σχετικά σταθερό μέταλλο και ανθεκτικό στη διάβρωση, αντιδρά ωστόσο με το οξυγόνο στη θερμοκρασία περιβάλλοντος και σχηματίζει οξειδία του χαλκού, τα οποία παρουσία διοξειδίου του θείου μετατρέπονται σε  $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$ <sup>23</sup>:



Ο χαλκός αντιδρά και με τις θειούχες ενώσεις της ατμόσφαιρας και δίνει θειούχο χαλκό που αποτελεί μέρος της διαβρωμένης επιφάνειας. Ομοίως το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας διαλυμένο από τη βροχή σχηματίζει ανθρακικό οξύ το οποίο αντιδρά με το χαλκό και δίνει το πράσινο του μαλαχίτη  $\text{CuCO}_3$ .



$\text{Cu}(\text{OH})_2$  ή το μπλε του αζουρίτη  $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ . Σε αυτά τα προϊόντα διάβρωσης οφείλεται το πράσινο-μπλε χρώμα που παρουσιάζει η επιφάνεια του χαλκού. Αυτά λειτουργούν ως ένα διακοσμητικό και προστατευτικό στρώμα για το εσωτερικό του μετάλλου. Η παρουσία χλωριούχων ενώσεων στην ατμόσφαιρα προερχομένων από το νερό της θάλασσας ή τη βιομηχανική ρύπανση καταλύει τη διάβρωση του χαλκού.

### 1.2.8. Πέτρα

Τα αρχιτεκτονικά μνημεία και αγάλματα από πέτρα (μάρμαρο, γρανίτη κ.ά.) ιδιαίτερα όσα βρίσκονται εκτεθειμένα στην ατμόσφαιρα μπορούν να υποστούν σοβαρή διάβρωση από τους ατμοσφαιρικούς ρυπαντές κυρίως το θειικό οξύ της όξινης βροχής. Το μάρμαρο το οποίο αποτελείται από κρυσταλλικό ανθρακικό ασβέστιο αντιδρά με το θειικό οξύ και σχηματίζει θειικό ασβέστιο (γύψο). Η γύψος απορροφώντας το νερό της βροχής ενυδατώνεται και το ενυδατωμένο αυτό άλας έχει μεγαλύτερη διαλυτότητα από το ανθρακικό ασβέστιο και ξεπλένεται με τη βροχή. Η φθορά του μαρμάρου από την όξινη βροχή εκφράζεται από την ακόλουθη σειρά αντιδράσεων:



Η Ακρόπολη των Αθηνών είναι ένα καλό παράδειγμα της δραματικής επίδρασης της μόλυνσης του περιβάλλοντος στο μάρμαρο<sup>24,25</sup>. Η πέτρα φθείρεται και από άλλους ατμοσφαιρικούς ρυπαντές όπως τα οξείδια του αζώτου, τα οποία αντιδρώντας με την υγρασία δίνουν νιτρικό οξύ, το οποίο αργά διαλύει την πέτρα. Νιτρικά άλατα εναποθεμένα επάνω στην πέτρα αποτελούν τροφή για μικροοργανισμούς που προκαλούν βιοσποικοδόμηση. Μεγάλες φθορές στην πέτρα προκαλεί και η υγρασία. Η πέτρα είναι πορώδες υλικό και απορροφά υγρασία η οποία διαλύει τα άλατα που είναι απορροφημένα στους πόρους της. Τα διαλυμένα άλατα στη συνέχεια μεταναστεύουν στην πέτρα και κρυσταλλώνονται σε διαφορετικούς πόρους δημιουργώντας πιέσεις που μπορούν να προκαλέσουν ρηγματώσεις. Η υγρασία ευνοεί επίσης την ανάπτυξη βακτηρίων και μυκήτων που μπορούν να προκαλέσουν λεκέδες και να διαλύσουν το ανθρακικό ασβέστιο με τα προϊόντα της απέκκρισής τους. Τέλος στη διάβρωση συμμετέχει και ο ανθρώπινος παράγοντας με τα σπασίματα από απρόσεκτη μεταχείριση, τα γκράφιτι και τις ζημιές που μπορούν να προκαλέσουν τα διάφορα καθαριστικά υγρά<sup>26,27</sup>.

### 1.2.9. Κεραμικά

Τα κεραμικά κατασκευάζονται από διάφορα είδη πηλών, τα οποία παρουσιάζουν διαφορές στην φύση και στην ποσότητα των ακαθαρσιών που περιέχουν, αλλά κυρίως είναι βασικά πυριτικά άλατα του αργιλίου. Τα κεραμικά αντικείμενα είναι εύθραυστα και ευπαθή στις αλλαγές της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας. Ιδιαίτερα τα αρχαιολογικά κεραμικά μπορεί να περιέχουν υδατοδιαλυτά άλατα, κυρίως χλωριούχα και θειικά του καλίου, να-

τρίο ασβεστίου και μαγνησίου προερχόμενα από τη θάλασσα, τα υπόγεια νερά, τους όξινους ατμοσφαιρικούς ρύπους ή τα δομικά υλικά με τα οποία ήρθαν σε επαφή. Αυτά μπορούν να κρυσταλλωθούν επάνω ή κοντά στην επιφάνεια και να καταστρέψουν τη διακόσμηση ή ακόμα και το σώμα του κεραμικού.

Η φθορά των κεραμικών μπορεί επίσης να προκληθεί από ατέλειες που δημιουργήθηκαν κατά τη διάρκεια του ψήσιματος. Αυτές προκαλούν ρωγμές και κάνουν την επιφάνεια αλλιά και όλο το σώμα του κεραμικού να φαίνονται σαθρά. Ρωγμές μπορούν να δημιουργηθούν και κατά το ζέσταμα και στέγνωμα ενός βρεγμένου κεραμικού ή με την απότομη θέρμανση ή απότομη ψύξη. Τέλος τα κεραμικά μπορεί να ληκιστούν από οργανικά υγρά που κατά καιρούς αποθηκεύτηκαν σε αυτά<sup>28,29</sup>.

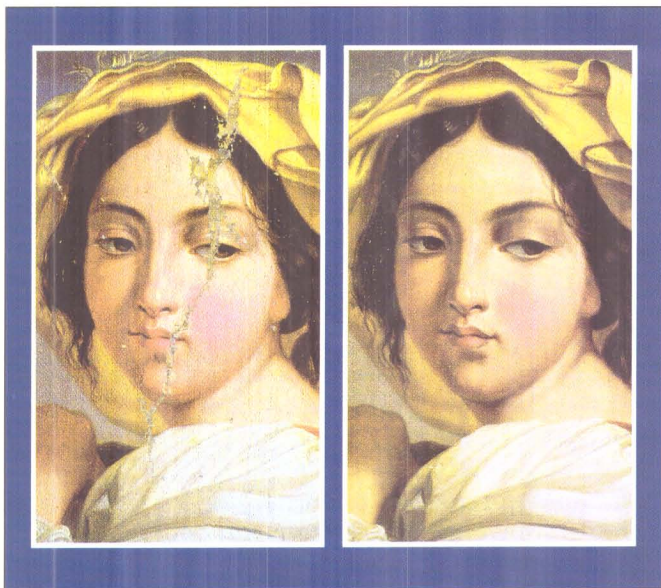
### 1.2.10. Γυαλί

Η αντοχή στην φθορά και γενικότερα οι ιδιότητες των διαφόρων τύπων γυαλιού, εξαρτώνται από τη χημική τους σύσταση, η οποία ποικίλλει ανάλογα με το τεχνολογικό επίπεδο και τις τάσεις κάθε εποχής. Μολιονότι γενικά μπορεί να θεωρηθεί ως ένα σταθερό υλικό στις συνθήκες ενός μουσείου, υπάρχουν ορισμένοι τύποι γυαλιού που είναι επιρρεπείς στην απώλεια της διαφάνειάς τους και την εμφάνιση θολερότητας. Η συμπεριφορά αυτή που είναι γνωστή ως «αρρώστια του γυαλιού» γίνεται κατανοητή αν ληφθεί υπόψη η γενική δομή του γυαλιού.

Το γυαλί αποτελείται από ένα μη κανονικό τρισδιάστατο πλέγμα αρνητικά φορτισμένων πολυπυριτικών ιόντων ( $\text{SiO}_3^-$ ) μέσα στο οποίο είναι διεσπαρμένα θετικά φορτισμένα ιόντα νατρίου, καλίου, ασβεστίου, μαγνησίου και αργιλίου, τα οποία εξουδετερώνουν τα αρνητικά φορτία του πολυπυριτικού δικτύου. Εάν η αναλογία των ιόντων ασβεστίου, μαγνησίου και αργιλίου μειωθεί κάτω από ένα ορισμένο όριο, αυξάνεται η ευκίνηση των ιόντων νατρίου και καλίου και το αντίστοιχο γυαλί γίνεται ευπρόσβλητο από την ατμοσφαιρική υγρασία. Όταν δημιουργηθεί επάνω στο γυαλί αυτό ένα στρώμα υγρασίας, τα ευκίνητα ιόντα νατρίου και καλίου τείνουν να αντικατασταθούν από τα ιόντα υδρογόνου του νερού. Έτσι σχηματίζεται ένα επιφανειακό στρώμα καυστικού νατρίου και καλίου το οποίο αμέσως αντιδρά με το ατμοσφαιρικό διοξείδιο του άνθρακα και μετατρέπεται σε ανθρακικό νάτριο και κάλιο αντίστοιχα. Τα άλατα αυτά είναι πολύ υγροσκοπικά, απορροφούν υγρασία από την ατμόσφαιρα και παράγουν σταγόνες υγρού. Αυτό είναι το πρώτο στάδιο της αρρώστιας του γυαλιού, το οποίο αν δεν προληφθεί, θα συνεχίζεται και το γυαλί θα χάσει τη διαφάνειά του.

Το γυαλί προσβάλλεται επίσης από το θειικό οξύ. Αυτό αντιδρά με τα ιόντα των αλκαλιμετάλλων σχηματίζοντας θειικά άλατα που είναι αδιαφανή. Καθώς το στρώμα αυτών των αλάτων ξηπλώνεται και απομακρύνεται μια νέα επιφάνεια εκτίθεται και η διεργασία φθοράς συνεχίζεται. Την φθορά αυτή παρουσίασαν πολλή μεσαιωνικά βιτρώ φημισμένων εκκλησιών της Ευρώπης<sup>30,31</sup>.

Τα έργα τέχνης και τα αντικείμενα ιστορικής αξίας παρουσιάζουν σημαντικές μεταβολές όταν εκτίθενται στην επίδραση περιβαλλοντικών κυρίως παραγόντων όπως υγρασία, φως και μι-



κροοργανισμοί. Είναι γεγονός ότι με την ίδια την ανασκαφή ξεκινάει αυτή η σειρά των επιβλαβών αλληλαγών, ενώ όσο τα αντικείμενα είναι θαμμένα είναι προστατευμένα και σταθερά. Η κατανόηση του μηχανισμού των μεταβολών αυτών δίνει τη δυνατότητα στο συντηρητή να αναπτύξει μια στρατηγική συντήρησης των αντικειμένων με τη χρησιμοποίηση κατάλληλων μεθόδων και υλικών ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι φθορές τους.

## Βιβλιογραφία

- Plenderleith H.J. and Werner A.E.A. (1979), "The Conservation of Antiquities and Works of Art – Treatment, Repair and Restoration", 2nd ed. Oxford University Press, London.
- "Chapter 8: Conservation Treatment", (2001) *NPS Museum Handbook, Part I*, pp.1-22
- Elizabeth Pye (2001), "Caring for the Past – Issues in Conservation for Archaeology and Museums", James & James (Science Publishers) Ltd.
- Horie C.V. (1997), "Materials for Conservation – Organic consolidants, adhesives and coatings", Reed Educational and Professional Publishing Ltd., Oxford.
- Knut Nicolaus (1999), "The Restoration of Paintings", (Westphal C. ed) *Konemann Verlagsgesellschaft*, Cologne.
- Raifah M. Kabbani (1997), "Conservation a collaboration between art and science", *The chemical educator*, Springer-Verlag New York.
- W. Stanley Taft and James W. Mayer (2000), "The Science of Paintings", Springer-Verlag, New York.
- "Appendix L: Curatorial Care of Easel Paintings", (2000), *NPS Museum Handbook, Part I*.
- Καραγιαννίδου Ευρύκλεια (2001), «Μελέτη της ορυκτολογικής σύνθεσης χρωμάτων από τοιχογραφίες και κονιαμάτων με περίθλαση ακτίνων-Χ», *Πρακτική άσκηση στο Αρχαιολογικό Μουσείο Θεσσαλονίκης*.
- Λαμπρόπουλος Βασίλειος, Παπαθανασίου Θεοδώρα, Νταλιούκα Ευθαΐα, Χατζηδάκη Μαρία «Συντήρηση Έργων Τέχνης», Τόμος 2ος, *Τεχνικά Επαγγελματικά Εκπαιδευτήρια*, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.
- Rebecca Rawls (2000), "The Right Chemistry for Fragile Frescoes", *Science/Technology*, January 24, Volume 78, Number 4.
- Λαμπρόπουλος Βασίλειος, Παπαθανασίου Θεοδώρα, Νταλιούκα Ευθαΐα, Χατζηδάκη Μαρία «Συντήρηση Έργων Τέχνης», Τόμος 1ος, *Τεχνικά Επαγγελματικά Εκπαιδευτήρια*, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.
- reCollections – Caring for Collections Across Australia*, Caring for Cultural Material 2", *Heritage Collections Council*, 1998, <http://amol.org.au>
- "Caring for textiles" <http://aic.stanford.edu/treasure/textiles.html>
- "The Care and Preservation of Antique Textiles and Costumes" <http://www.hfmgv.org/research/cis/textile.html>
- "Textile Conservation", <http://nautarch.tamu.edu/class/anth605/File8.htm>
- Guidelines for the Care of Textiles", Developed by the Textile Museum, Washington, DC. <http://www.textilemuseum.org/care/brochures/guidelines.htm>
- Browning, B.L. (1970), "The Nature of paper" *In Deterioration and Preservation of Library Materials*; (Winger, H.W. and Smith; R.D.,Eds). pp 18-38.Chicago University Press, Chicago IL.
- reCollections – Caring for Collections Across Australia*, *Caring for Cultural Material 1*", *Heritage Collections Council*, 1998, <http://amol.org.au>
- "Wood Conservation", <http://nautarch.tamu.edu/class/anth605/File6.htm>
- Vicky Dirksen (1997), "The degradation and conservation of leather", *Journal of Conservation & Museum Studies*, No 3.
- "Care of Historic Leather Artifacts", <http://dhr.dos.state.fl.us/museum/acs4/>
- Walker, R. (1980), "Corrosion and Preservation of Bronze Artifacts" *J. Chem. Edu.*, 57, 277.
- Brouskari, M., (1984) "The Acropolis in Ruins", *The Sciences*, May/June, 36.
- Lal Gauri, K., (1978) "The Preservation of Stone", *Sci. Am.*, June, 126.
- Giorgio Croci and Jose Delgado Rodrigues, (2001) "Surface and Structural Stability for the Conservation of Historic Buildings", Consolidation of decayed stones: a delicate problem with few practical solutions. Proceedings of the Int. Seminar on Historical Constructions" held in Guimaraes (Portugal).
- Charola, A.E., (1984) "Understanding Stone Decay through Chemistry", *The pHilter* 16, 1.
- "Appendix P: Curatorial Care of Ceramic, Glass and Stone Objects" (2000). *NPS Museum Handbook, Part I*, pp. 1-24
- "The care and preservation of Glass and Ceramics", <http://www.hfmgv.org/research/cis/glass.html>
- "Glass Conservation", <http://nautarch.tamu.edu/class/anth605/File5.htm>
- Frenzel, G., (1985) "The Restoration of Medieval Stained Glass", *Sci.Am.*, September, 126.

## Μέρος II: Συντήρηση/αποκατάσταση

### 2. Πολυμερή και συντήρηση/αποκατάσταση – Απαιτούμενες Ιδιότητες

Τα πολυμερή χρησιμοποιούνται ως στερεωτικά, κόλλες, επιχρίσματα και υλικά κατασκευής βοηθητικών στηριγμάτων και βιτρινών έκθεσης και αποθήκευσης μουσειακών αντικειμένων. Στις τρεις πρώτες περιπτώσεις το υλικό εφαρμόζεται επάνω στο αντικείμενο και συχνά μπορεί να καλύπτει ταυτόχρονα δύο απαιτήσεις. Όταν για παράδειγμα χρησιμοποιείται ως κόλλημα για να κολληθεί ένα εύθραυστο κεραμικό, η κόλλημα ταυτόχρονα μπορεί

να στερεώσει και να ενισχύσει τα άκρα του κεραμικού. Επίσης όταν ένα βερνίκι εφαρμόζεται σε ένα έργο ζωγραφικής που ξεφλούδιζεται αυτό κολλά μεταξύ τους τα πιγμέντα και ταυτόχρονα τα κολλά στο υπόστρωμα.

#### 2.1. Στερεωτικά – κόλλες – επιχρίσματα<sup>1</sup>

Η καταλληλότητα ενός πολυμερικού υλικού προκειμένου να χρησιμοποιηθεί ως στερεωτικό, κόλλημα ή επιχρίσμα καθορίζεται από την φύση του αντικειμένου για το οποίο προορίζεται. Ωστόσο υπάρχουν και ορισμένες γενικές απαιτήσεις που πρέπει να



καλύπτει. Αυτές είναι:

- Κατά την εφαρμογή του δεν πρέπει να μεταβλήθει τα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά του αντικείμενου.
- Να μπορεί να απομακρυνθεί πλήρως από το αντικείμενο οποιαδήποτε στιγμή χρειαστεί στο μέλλον, χωρίς να καταστραφεί το αντικείμενο (αντιστρέψιμη διαδικασία).
- Να διατηρεί σταθερές τις φυσικές και χημικές του ιδιότητες με την πάροδο του χρόνου και να μην επηρεάζει το αντικείμενο.

### 2.1.1. Εφαρμογή – Διεργασία σκλήρυνσης

Για να χρησιμοποιηθεί ένα υλικό ως στερεωτικό, κόλλημα ή και επίχρισμα πρέπει να μπορεί να βρεθεί σε υγρή κατάσταση, διάλυμα ή τήγμα. Συνήθως χρησιμοποιείται διάλυμα του πολυμερούς σε ένα πτητικό και χημικά αδρανή για το αντικείμενο διαλύτη. Ορισμένα πολυμερή εφαρμόζονται με τη μορφή γαλακτώματος ή αιωρήματος συνήθως σε νερό και άλλα υλικά ως υγρά προ-πολυμερή, τα οποία με περαιτέρω χημική αντίδραση σχηματίζουν το πολυμερές. Κατά τη μετάβαση από την υγρή στη στερεή κατάσταση λαμβάνει χώρα συστολή του υλικού. Αυτή πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότερη για να μην προκαλέσει φυσική βλάβη στο αντικείμενο.

### 2.1.2. Αντιστρεψιμότητα

Η απομάκρυνση ενός πολυμερικού υλικού συνήθως γίνεται με τη χρησιμοποίηση διαλυτών οι οποίοι διαλύουν ή διογκώνουν το πολυμερές. Οι διαλύτες διαλύουν τα γραμμικά πολυμερή και διογκώνουν τα διασταυρωμένα τα οποία είναι αδιάλυτα σε όλους τους διαλύτες. Σε ορισμένες περιπτώσεις η απομάκρυνση είναι πλήρης π.χ. στην περίπτωση λάκκας επιστρωμένης σε μεταλλική επιφάνεια. Ωστόσο όταν το πολυμερές εφαρμόζεται σε ένα πορώδες υλικό ή σε υλικό με το οποίο αντιδρά, τότε μπορεί να είναι δυνατή η απομάκρυνση μικρής μόνο ποσότητας του. Παράδειγμα αποτελεί η πολυ(βινυλική αλκοόλη) η οποία όταν εφαρμοστεί σε ύφασμα ή χαρτί παραμένει μόνιμα ενωμένη με αυτά.

### 2.1.3. Σταθερότητα

Τα περισσότερα πολυμερή εφαρμόζονται στα διάφορα αντικείμενα με την ελπίδα η επανάληψη της εφαρμογής να γίνει το ελάχιστο μετά από είκοσι έως 100 χρόνια στις περισσότερες περιπτώσεις. Ωστόσο τα πολυμερικά φιλμ παρουσιάζουν με το χρόνο πολλή αλλοίωση όπως π.χ. κιτρίνισμα, ευθραυστότητα, αδιαλυτότητα, συστολή ή διαστολή, ρευστότητα, ρηγματώσεις, ή απορρόφηση σκόνης. Από αυτές το κιτρίνισμα, η ευθραυστότητα και αδιαλυτότητα οφείλονται σε χημικές αντιδράσεις διάσπασης ή διασταύρωσης (cross-linking) των μακρομοριακών αλυσίδων του πολυμερούς και προκαλούνται από το φως (υπεριώδη ακτινοβολία), τη θέρμανση και κυρίως το οξυγόνο. Όλες οι άλλες αλλοιώσεις οφείλονται στη μεταβολή των φυσικών ιδιοτήτων του πολυμερούς (μέτρο ελαστικότητας, δείκτης διάθλασης, ειδικό βάρος, αντοχή στην κρούση κ.ά.).

Οι ιδιότητες αυτές μεταβάλλονται σημαντικά όταν το πολυμερές βρεθεί σε θερμοκρασία υψηλότερη από τη θερμοκρασία υαλώδους μετάβασης (glass-transition temperature,  $T_g$ ). Τη χαρα-

κτηριστική αυτή θερμοκρασία παρουσιάζουν μόνο τα πολυμερή, ως μακρομοριακές ενώσεις, και όταν βρίσκονται σε θερμοκρασίες χαμηλότερες από τη  $T_g$  συμπεριφέρονται σαν σκληρά γυαλιά, ενώ σε θερμοκρασίες υψηλότερες από τη  $T_g$  σαν ελαστομερή. Τα πολυμερή που εφαρμόζονται στη συντήρηση των αντικείμενων έχουν  $T_g$  περίπου ίση με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος. Έτσι μπορούν να παρακολουθήσουν τις κινήσεις του αντικείμενου χωρίς να ρηγματωθούν. Εάν χρησιμοποιηθεί πολυμερές με  $T_g \ll T_{\text{περιβ}}$ , τότε αυτό μπορεί να συμπεριφερθεί σαν ρευστό, ιδιαίτερα όταν βρεθεί υπό την επίδραση τάσης και να απορροφή σκόνη.

### 2.2. Υλικά κατασκευής υποστηρίγματος και κλειστών βιτρινών έκθεσης και αποθήκευσης μουσειακών αντικειμένων<sup>2</sup>

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή υποστηρίγματος και βιτρινών αποτελούν ορισμένες φορές πηγή φθοράς των αντικείμενων, προκαλούμενη από τη μετανάστευση ή την εκπομπή επιβλαβών ενώσεων. Για παράδειγμα το εύκαμπτο πολυβινυλοχλωρίδιο, το οποίο περιέχει υψηλό ποσοστό πλαστικοποιητή, όταν έρθει σε επαφή με ένα αντικείμενο μπορεί να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα φθοράς από τη μετανάστευση του πλαστικοποιητή του. Επίσης το βουλκανισμένο ελαστομερές όταν έρχεται σε επαφή με χαρτί για αρκετούς μήνες, δημιουργεί αλλοιώσεις στο χαρτί με τη μετανάστευση του πλαστικοποιητή που περιέχει (π.χ. κολλώδης επιφάνεια φωτογραφιών).

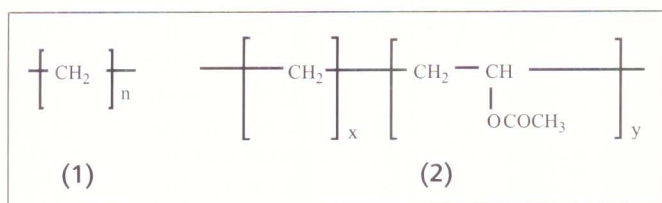
Οι κυριότερες πτητικές ενώσεις που είναι γνωστό ότι αντιδρούν με συγκεκριμένα έργα τέχνης είναι οι θειούχες ενώσεις, οι ατμοί οξέων (οργανικοί και ανόργανοι), αλκαλικοί ατμοί (αμμωνία), αλδεΐδες (κυρίως φορμαλδεΐδη και ακεταλδεΐδη) και υπεροξειδία. Τα πολυμερικά υλικά που εκπέμπουν υψηλές συγκεντρώσεις πτητικών ενώσεων ιδιαίτερα επιβλαβών για τα αντικείμενα είναι τα χρώματα (αλκυδικά, εποξειδικά, πολυουρεθανικά) και οι κόλλες (π.χ. ακρυλικές). Όλα τα πολυμερικά υλικά βέβαια μπορούν να παρουσιάσουν χαμηλές συγκεντρώσεις πτητικών ενώσεων προερχόμενες από τη διάσπασή τους από το οξυγόνο, την υγρασία και την υπεριώδη ακτινοβολία. Από το πολυβινυλοχλωρίδιο για παράδειγμα απελευθερώνεται υδροχλωρικό οξύ και από τον πολυ(οξικό βινυλεστέρα) οξικό οξύ. Ιδιαίτερα κατάλληλα για την κατασκευή βιτρινών έκθεσης και αποθήκευσης αντικειμένων είναι το πολυπροπυλένιο (κουτιά Sterilite) ο πολυ(τερεφθαλικός αιθυλενεστέρας) (Mylar της εταιρίας Dupont ή Melinex της ICI) και το πολυαιθυλένιο (Tyvek, ανθεκτικό φιλμ από συγκολλημένες ίνες).

Αξίζει να αναφερθεί ότι ο αφρός πολυουρεθάνης, ενώ είναι κατάλληλος για τη μεταφορά εύθραυστων αντικείμενων, δεν πρέπει να παραμένει σε επαφή με το αντικείμενο για μεγάλο χρονικό διάστημα. Με την πάροδο του χρόνου η πολυουρεθάνη κιτρινίζει, χάνει τις προστατευτικές της ιδιότητες, γίνεται εύθραυστη και μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στο αντικείμενο (σκόνη από τη διάσπασή της) χωρίς απαραίτητα να βρίσκεται σε επαφή με το αντικείμενο. Τέλος πρέπει να αποφεύγεται και η χρησιμοποίηση ακρυλικών πολυμερών διότι με το χρόνο παρουσιάζουν ρηγματώσεις.

### 3. Κυριότερα πολυμερή που χρησιμοποιούνται στη συντήρηση/αποκατάσταση<sup>3</sup>

#### 3.1. Πολυμερή αιθυλενίου

Το πολυαιθυλένιο (PE) (1) χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά στη συντήρηση στη δεκαετία του 1950, για την προστασία του υποστρώματος των πινάκων ζωγραφικής από την απορρόφηση υγρασίας (moisture barrier). Αργότερα χρησιμοποιήθηκε για την επικάλυψη χαρτιού θερμαίνοντας και τήκοντας το πολυμερές υπό πίεση (laminating paper). Μεγάλη εφαρμογή στη συντήρηση βρίσκει σήμερα το συμπολυμερές του αιθυλενίου με τον οξικό βινυλεστέρα (EVA) (2) που αποτελεί το κύριο συστατικό της θερμοπλαστικής κόλλης Beva 371. Αυτή κυκλοφορεί σε διάφορες μορφές ως διάλυμα, φιλμ, στερεή ρητίνη ή ηλεκτρί. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για το ψυχρό φοδράρισμα του υποστρώματος από ύφασμα ενός πίνακα ζωγραφικής, για τη στερέωση ευαίσθητων υλικών π.χ. χαρτιού και για το ξαναμοντάρισμα τοιχογραφιών σε μια μεγάλη ποικιλία υποστρωμάτων.

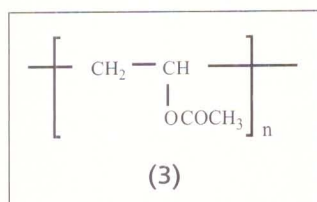


#### 3.2. Πολυμερή του οξικού βινυλεστέρα

##### 3.2.1. Πολυ(οξικός βινυλεστέρας) (PVA)

Αποτελεί ένα από τα πλέον χρησιμοποιούμενα θερμοπλαστικά πολυμερή ως στερεωτικό και κόλλη. Κυκλοφορεί στο εμπόριο με διάφορα ονόματα π.χ. Gelva V7, V15 και V25 που διαφέρουν ως προς το ιξώδες (V). Όσο χαμηλότερο είναι το ιξώδες τόσο μικρότερο είναι το μοριακό βάρος του πολυμερούς και μεγαλύτερη η διεισδυτική του ικανότητα. Ωστόσο τα πολυμερή με χαμηλότερο ιξώδες (π.χ. V7) παρουσιάζουν μικρότερη αντοχή κόλλησης. Επιπλέον σχηματίζουν μαλακά φιλμ τα οποία έλκουν τη σκόνη και παρουσιάζουν ψυχρή ροή. Ο PVA V7 με τα μικρότερα μοριακού βάρους μόρια, χρησιμοποιείται συχνά σε πυκνότερα υλικά π.χ. κόκαλο και φίλντισι. Ο PVA V15 είναι πολυμερές γενικής χρήσης, ενώ το PVA V25 χρησιμοποιείται ως κόλλη. Δύο κομμάτια ύφασμα επικαλυμμένα με PVA μπορούν να ενωθούν όταν σιδερωθούν μαζί. Πολλοί συντηρητές προτιμούν τη χρησιμοποίηση του PVA V25 ως κόλλη για την κόλληση κεραμικών με καλά αποτελέσματα.

Ο PVA (3) έχει καλή σταθερότητα στο φως και δεν κιτρινίζει. Παραμένει διαλυτός σε ακετόνη, μεθανόλη, αιθανόλη κ.ά και μπορεί να απομακρυνθεί από το αντικείμενο οποιαδήποτε χρονική στιγμή χρειαστεί. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για οποιοδήποτε μη μεταλλικό υλικό π.χ. κόκαλο, φίλντισι, κοχύλι, δόντι, ξύλο, βοτανικά είδη, υφάσματα, τοιχογραφίες, πίνακες ζωγραφικής, δέρμα, χαρτί, πέτρα κ.ά.<sup>4,5</sup>

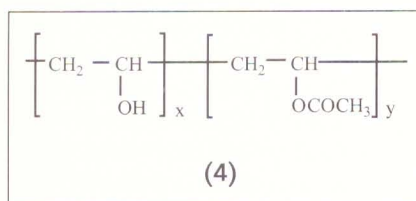


Ο PVA κυκλοφορεί στο

εμπόριο και με τη μορφή γαλακτώματος σε νερό όπως π.χ. λευκή κόλλη Elmer, CM Bond M2, Vinamul 8.100 (Vinyl products), Mowilith D50 (Hoechst).

##### 3.2.2. Πολυ(βινυλική αλκοόλη) (PVAL)

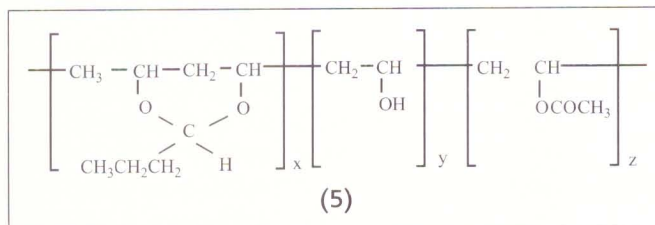
Η πολυ(βινυλική αλκοόλη) (4) παράγεται από τον πολυ(οξικό βινυλεστέρα) με αλκοόλυση, οπότε οι οξικές ομάδες αντικαθίστανται από υδροξυλικές. Δεν μπορεί να παρασκευαστεί με πολυμερισμό της βινυλικής αλκοόλης, διότι αυτή δεν είναι σταθερή ένωση. Κατά την αλκοόλυση απομακρύνεται ένα ποσοστό μόνο των οξικών ομάδων, γι'αυτό στην αγορά κυκλοφορούν δείγματα χαμηλής, μέσης ή υψηλής περιεκτικότητας σε οξικές ομάδες. Πρόκειται ουσιαστικά για ένα συμπολυμερές βινυλικής αλκοόλης/οξικού βινυλεστέρα (Elvanol της Dupont, Mowiol της Hoechst, Gelvatol της Monsanto κ.ά.). Η PVAL υψηλής περιεκτικότητας είναι διαλυτή σε κρύο νερό, ενώ η μέσης ή χαμηλής, που χρησιμοποιείται συνήθως και στη συντήρηση, σε νερό 40-50°C. Είναι πολύ ανθεκτική στα έλαια, γράσσα και τους οργανικούς διαλύτες, αλλά έχει φτωχότερες κολλητικές ιδιότητες για λείες επιφάνειες. Δημιουργεί πιο εύκαμπτο φιλμ από τον PVA και συστέλλεται λιγότερο.



Χρησιμοποιείται ως στερεωτικό και κόλλη ιδιαίτερα για υφάσματα και χαρτί, ενώ δεν συνιστάται για το ξύλο.

##### 3.3.3. Πολυβινυλοβουτυράλη (PBV)

Η πολυβινυλοβουτυράλη (5) παράγεται από την αντίδραση της PVAL με βουτυλαλδεΐδη. Είναι ουσιαστικά ένα τριπολυμερές βινυλοβουτυράλης/βινυλικής αλκοόλης/οξικού βινυλεστέρα. Κυκλοφορεί στο εμπόριο με διαφορετικά μοριακά βάρη και ποσοστό υδροξυλικών ομάδων. Η Butvar της Monsanto είναι μια από τις πλέον χρησιμοποιούμενες κόλλες στην παιδιοντολογία για την κόλληση απολιθωμάτων. Έχει χρησιμοποιηθεί επίσης ως στερεωτικό για υφάσματα, ξύλο και χαρτί και ως κόλλη για ξύλο και γυαλί.

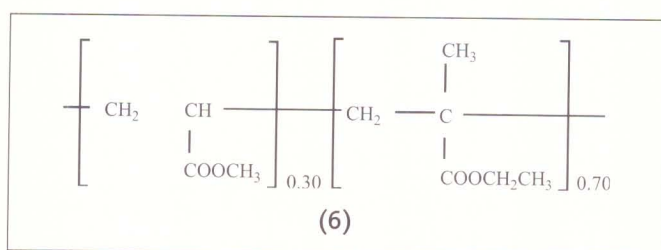


#### 3.3. Ακρυλικά πολυμερή

Από τις αρχές της δεκαετίας του 1930 μέχρι σήμερα έχουν χρησιμοποιηθεί ως στερεωτικά και κόλλες διάφοροι ακρυλεστέρες του μεθακρυλικού οξέος με διάφορα εμπορικά ονόματα, όπως π.χ. ο πολυ(μεθακρυλικός μεθυλεστέρας) (PMMA) (Plexiglas, Perspex, Lucite), ο πολυ(μεθακρυλικός n-βουτυλεστέρας) (PnBMA) (Elvacite 2044) και ο πολυ(μεθακρυλικός ισοβουτυλεστέρας) (PiBMA) (Elvacite 2045). Σήμερα το πλέον χρησιμοποιούμενο ακρυλικό πολυμερές στη συντήρηση είναι το Acryloid B-72 (ή Paraloid B-72 στην Ευρώπη) της Rohm and Haas (6)<sup>6,7</sup>.



Είναι το συμπολυμερές του ακρυλικού μεθυλεστέρα και του μεθακρυλικού αιθυλεστέρα 30/70(w/w), το οποίο χρησιμοποιείται από πολλούς συντηρητές σε αντικατάσταση του PVA. Δημιουργεί ένα διαφανές φιλμ, με λιγότερη γυαλιάδα από το PVA που δεν κτρινίζει ακόμα και σε υψηλές θερμοκρασίες. Έχει εξαιρετική αντοχή στο νερό, αλκοόλες, αλκάλια, οξέα, φυτικά έλαια, γράσο και εξαιρετική ευκαμψία. Είναι συμβατό και με άλλα στερεωτικά όπως PVA και νιτρική κυτταρίνη και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με αυτά για την παραγωγή σταθερών, διαφανών επιχρισμάτων με μια μεγάλη ποικιλία χαρακτηριστικών. Σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις Acryloid B-72 μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως κόλληλα.

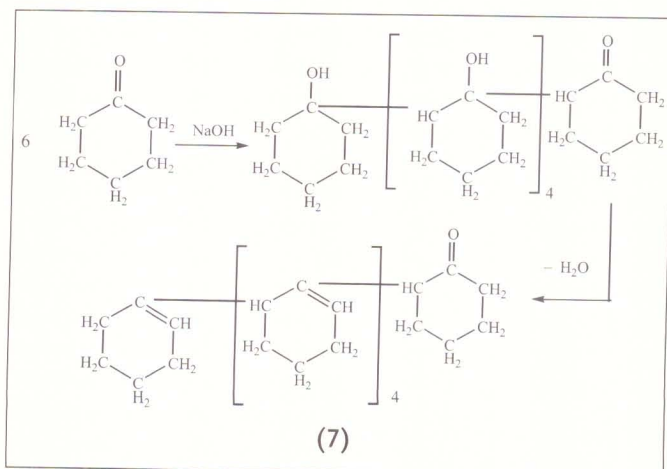


### 3.4. Διάφορα συνθετικά θερμοπλαστικά

#### 3.4.1. Ρητίνες κετόνης

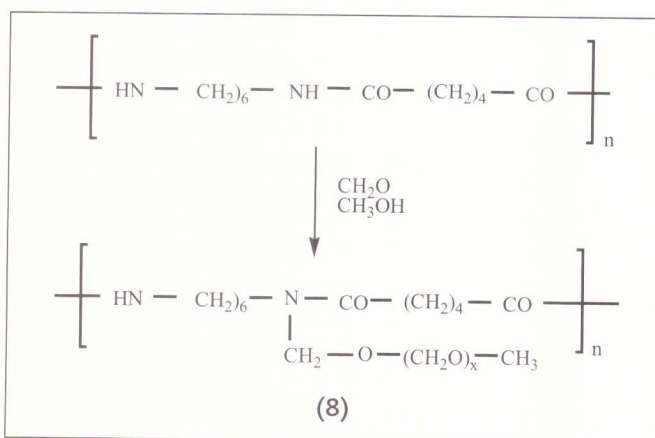
Παράγονται με θέρμανση κυκλοεξανόνης (π.χ. Laropal K80 συνώνυμο της Ketone resin N) (7):

Αποτελούν συνθετικά ανάλογα των φυσικών ρητινών dammar και μαστίχα και έχουν χρησιμοποιηθεί κυρίως ως βερνίκια στους πίνακες ζωγραφικής και για ρετουσάρισμα. Τα βερνίκια κετόνης γενικά μπορούν να απομακρυνθούν εύκολα χωρίς να προκαλέσουν ζημιά στην εικόνα και μετά από περίοδο 100 χρόνων. Το ίδιο δεν ισχύει για το dammar και τη μαστίχα, στα οποία γίνεται όλο και δυσκολότερη η απομάκρυνσή τους με την πάροδο μεγάλων χρονικών περιόδων. Αυτός είναι και ένας από τους λόγους που τα βερνίκια κετόνης χρησιμοποιούνται συχνά από τους συντηρητές. Μια πιο σημαντική χρήση τους είναι η τροποποίηση και σκλήρυνση του κεριού. Επίσης ρητίνη κετόνης προστίθεται σε μίγματα κεριού/EVA που χρησιμοποιούνται ως κόλληλα εσωτερικής επένδυσης πινάκων.



#### 3.4.2. Διαλυτό νάιλον

Το Ν-μεθοξυμεθυλονάιλον (8) προτάθηκε το 1950 ως διαλυτό τροποποιημένο πολυαμίδιο (νάιλον-6,6) για τη στερέωση εύθραυστης πέτρας και επιφανειών κεραμικού κατά τη διάρκεια της εμφάνισής του για την απομάκρυνση των αλάτων. Έχει προταθεί στη συνέχεια ως στερεωτικό για το χαρτί, τα πιγμέντα, τον κανβά και τα υφάσματα. Η τροποποίηση γίνεται στο άζωτο της αμιδικής ομάδας σε ποσοστό ~35% με την επίδραση φορμαλδεΐδης και μεθανόλης, οπότε δημιουργούνται μικρές πλευρικές αλυσίδες. Η αντικατάσταση αυτή έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση των δεσμών υδρογόνου μεταξύ των αμιδικών ομάδων και τη μετατροπή του νάιλον 6,6 από πλήρως αδιάλυτο σε διαλυτό στην αιθανόλη ή μεθανόλη εάν παράλληλα προστεθεί και λίγο νερό.



#### 3.4.3. Πολυαιθυλενογλυκόλη (PEG)

Είναι ένα συνθετικό υλικό με γενικό τύπο H-(OCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>-OH. Οι χαμηλού μοριακού βάρους πολυαιθυλενογλυκόλες (300-600) είναι υγρά, τα ενδιάμεσα μέλη (1.000-1.500) ημίρευστα ή έχουν τη ρευστότητα της βαζελίνης και τα υψηλότερου μοριακού βάρους (3.250-6.000) είναι κηρώδη υλικά. Η κυριότερη χρήση των PEGs στη συντήρηση είναι ως στερεωτικά για το διαποτισμένο με νερό ξύλο. Χρησιμοποιούνται επίσης ως λιπαντικά για το δέρμα.

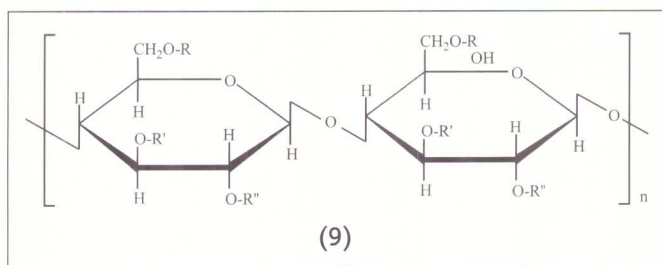
### 4. Πολυμερή παραγόμενα από κυτταρίνη

Συνήθως αναφέρονται οι μη ιοντικοί αιθέρες και οι εστέρες της κυτταρίνης. Οι αιθέρες της κυτταρίνης είναι ανθεκτικοί στους μικροοργανισμούς. Διάλυμα μεθυλοκυτταρίνης (methyl cellulose) (9.1), με το εμπορικό όνομα MethocelA, χρησιμοποιείται στη συντήρηση του χαρτιού ως κόλληλα και στερεωτικό. Έχει επίσης χρησιμοποιηθεί ως αντιστρεπτή επίστρωση πάνω σε τοιχογραφίες, για τη στερέωση πιγμέντων, ως στερεωτικό για διαποτισμένο με νερό ξύλο και ως κόλληλα για υφάσματα. Η μεθυλοϋδροξυαιθυλοκυτταρίνη (MHEC) (9.2), με το εμπορικό όνομα Tylose της εταιρίας Hoechst, έχει χρησιμοποιηθεί για τη στερέωση υφάσματος και για την προστασία πιγμέντων σε μη βερνικωμένους πίνακες και η υδροξυπροπυλοκυτταρίνη (HPC) (9.3), με το εμπορικό όνομα Klucel της εταιρίας Hercules, για τη στερέωση πιγμέντων και τη συντήρηση υφάσματος και περγαμνής.

Η οξική κυτταρίνη (Cellulose acetate, CA) (9.4) έχει χρσι-

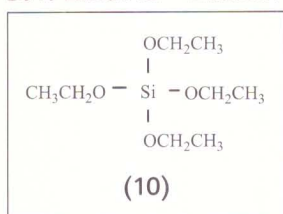


μποιοιηθεί για τη στερέωση πιγμέντων πάνω σε χαρτί και πέτρα και ως στερεωτικό για τα υφάσματα. Σήμερα έχει αντικατασταθεί ευρέως από άλλα νεότερα υλικά. Η **νιτρική κυτταρίνη** ή νιτροκυτταρίνη (Cellulose nitrate, CN) (9.5) έχει μεγάλη ιστορία χρησιμοποίησης στη συντήρηση. Πρόσφατα έχει αντικατασταθεί σε μεγάλη έκταση από άλλες συνθετικές ρητίνες. Ακόμα χρησιμοποιείται ειδικά ως κόλλη. Έχει πολλά κοινά χαρακτηριστικά με τον PVA, αλλά έχει μεγαλύτερη τάση να γίνεται εύθραυστη, να ρηγματωθεί και να ξεφλουδιστεί. Τυπικές χρήσεις της είναι ως στερεωτικό για την πέτρα, τις τοιχογραφίες, τα πιγμένα, το ξύλο, ως κόλλη στην κεραμική και ως επικαλυπτικό για ασαθές γυαλί και μέταλλο.

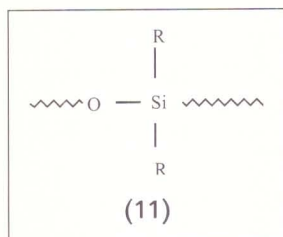


## 5. Διασταυρωμένα πολυμερή

### 5.1. Σιλάνια – Σιλικόνες



Τρι- ή τετραδραστικά παράγωγα του σιλανίου όπως το **τετρααιθοξυσιλάνιο (TEOS) (10)** χρησιμοποιούνται στη συντήρηση κυρίως για τη στερέωση της πέτρας. Αυτά υδρολύονται με ίχνη υγρασίας προς Si-OH ομάδες οι οποίες στη συνέχεια συμπυκνώνονται και δίνουν πολυσιλοξάνια (σιλικόνες).

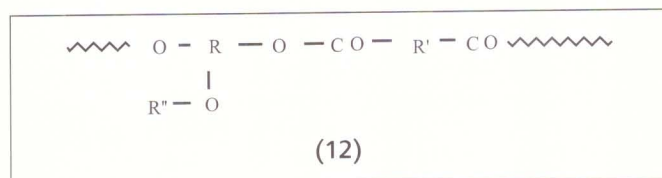


Οι σιλικόνες (11) προτάθηκαν ως προστατευτικά επικαλυπτικά για μεταλλικά αντικείμενα και ως κόλλες για τα γυάλινα αντικείμενα ενώ χρησιμοποιούνται για την κατασκευή καθυλιών, εξαιτίας της ευκολίας χρήσης και της εξαιρετικά

λεπτομερούς αναπαραγωγής.

### 5.2. Πολυεστερικές ρητίνες

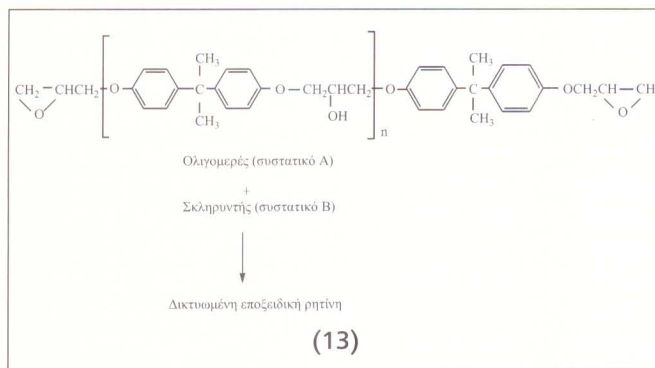
Οι πολυεστερικές ρητίνες (12) έχουν χρησιμοποιηθεί για την αποκατάσταση του ξύλου, του γυαλιού, ως κόλλες για τα κεραμικά και ως κόλλες και στερεωτικά για την πέτρα.



- όπου:
- R μία τριόλη ή πολυόλη π.χ. γλυκερίνη
  - R' ένα δικαρβονικό οξύ ή ανυδρίτης π.χ. φθαλικός ανυδρίτης
  - R'' ένα ακόρεστο λιπαρό οξύ π.χ. λιγνελαικό οξύ

### 5.3. Εποξειδικές ρητίνες

Αποτελούνται από δύο μέρη, το ένα είναι ένα ολιγομερές που φέρει εποξειδικές ομάδες και το άλλο είναι ο σκληρυντής που αντιδρά με τις εποξειδικές ομάδες στη θερμοκρασία δωματίου και διασταυρώνει τα μόρια.

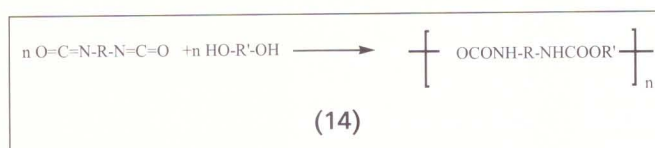


Αποτελούν εξαιρετικές κόλλες και στερεωτικά. Τα κύρια χαρακτηριστικά τους είναι η υψηλή αντοχή και η μη συστολή κατά τη σκλήρυνση, σε αντίθεση με όλα τα θερμοπλαστικά πολυμερή τα οποία σκληραίνονται με την εξάτμιση ενός διαλύτη και παρουσιάζουν κάποιο βαθμό συστολής. Το κύριο μειονέκτημά τους είναι ότι ουσιαστικά δεν είναι αντιστρέψιμα και συχνά κίτρινίζουν με το χρόνο. Είναι εξαιρετικά όταν απαιτείται η δημιουργία ενός πολύ ισχυρού, μόνιμου δεσμού και συχνά χρησιμοποιούνται στην ανακατασκευή αντικειμένων από ξύλο και γυαλί. Κυκλοφορούν στην αγορά με διάφορα εμπορικά ονόματα π.χ. Araldite (Ciba Geigy), Hxtal-Nyl-1 (Conservation Materials), Eponol και Eponex (Miller-Stephenson Products) κ.ά.

### 5.4. Πολυουρεθάνες

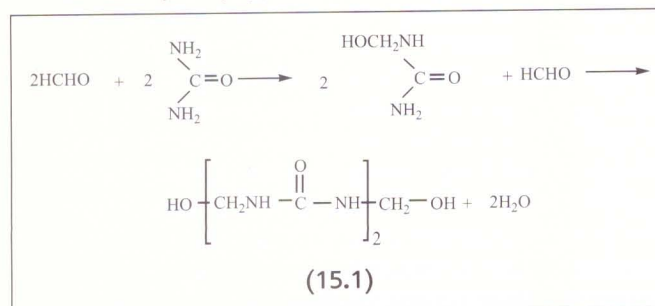
Οι πολυουρεθάνες έχουν χρησιμοποιηθεί από τη δεκαετία του '50 για τη στερέωση εύθραυστου ξύλου (**Xylamon LX Hardening N** με το εμπορικό όνομα Desowag). Παράγονται με την αντίδραση διίσοκυανικών εστέρων με γλυκόλες.

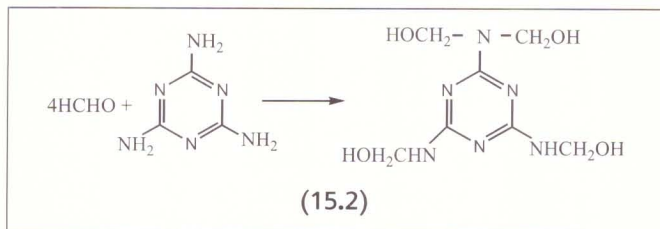
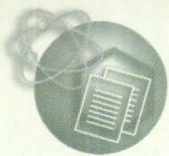
Επίσης έχουν εφαρμοστεί στη συντήρηση δέρματος και γυαλιού, ως συγκολλητικά και στερεωτικά.



### 5.5. Ρητίνες ουρίας – φορμαλδεΐδης

Ρητίνες ουρίας/φορμαλδεΐδης UF (15.1) και μελαμίνες/





φορμαλδεΐδης MF (15.2) χρησιμοποιούνται ως στερεωτικά και κόλληδες για το ξύλο. Οι ρητίνες αλδεΐδης μοιράζονται ένα κοινό χαρακτηριστικό με τις φυσικές ρητίνες. Αυτό είναι το χαμηλό μοριακό βάρος και κατά συνέπεια τα χαμηλά ιξώδες. Το χαρακτηριστικό αυτό είναι και ο λόγος που χρησιμοποιούνται ευρύτατα ως βερνίκια και χρώματα για την επιδιόρθωση κατεστραμμένων πινάκων.<sup>8</sup>

## 6. Φυσικά υδατοδιαλυτά πολυμερή

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι πολυσακχαρίτες και οι πρωτεΐνες. Στους πολυσακχαρίτες μπορούμε να αναφέρουμε το **άμυλο**, που χρησιμοποιείται ως κόλλη για το χαρτί και τα υφάσματα και την **αραβική κόλλη**, η οποία για πολύ καιρό ήταν το συνδετικό μέσο σε μελάνια και υδατικά χρώματα. Χρησιμοποιήθηκε και ως στερεωτικό για τα πιγμέντα και ως κόλλη στα υφάσματα. Στις πρωτεΐνες, η κόλλη (glue) ήταν ένα από τα πιο δυνατά διαθέσιμα κολλητικά πριν την ανάπτυξη των συνθετικών πολυμερών. Οι πάστες κόλλας/αμύλου εμφανίστηκαν για το κολληάρισμα του κανβά των πινάκων τον 18ο αιώνα και χρησιμοποιήθηκαν και πάνω σε άλλα υφάσματα. Διαλύματα ζελατίνης χρησιμοποιήθηκαν ευρέως για τη κόλληση και στερέωση ξύλου, κεραμικού και πορσελάνης. Μια πρωτεΐνη που χρησιμοποιείται στη συντήρηση είναι η **καζεΐνη**. Θεωρείται μια παραδοσιακή κόλλη για το ξύλο και τις τοιχογραφίες. Επίσης χρησιμοποιείται ως στερεωτικό επιφάνειας για την πέτρα και για πιγμέντα πάνω σε χαρτί.

## 7. Φυσικές ρητίνες

Στις φυσικές ρητίνες ανήκει το **dammar**, μια τριτερπενοειδής ρητίνη αποτελούμενη κυρίως από το νταμαρολικό οξύ  $[\text{C}_{54}\text{H}_{77}\text{O}_3(\text{COOH})_2]$ , η **μαστίχα** (mastic), το **κολοφώνιο**, η **γομμάλακα** ή **shellac**, το **κερί μέλισσας** και τα διάφορα **έλαια**. Το dammar προτάθηκε από τους Γερμανούς συντηρητές ως το πιο σταθερό υλικό για βερνίκι πινάκων. Έχει εφαρμοστεί για τη στερέωση σιδήρου, ξύλου και άλλων υλικών. Η μαστίχα μέχρι τον 19ο αιώνα ήταν το πρώτης επιλογής βερνίκι πίνακα, ενώ μαζί με την Βενετσιάνικη Τερεβινθίνη χρησιμοποιήθηκε ως κόλλη για τα κεραμικά. Το κολοφώνιο, το υπόλειμμα της απόσταξης της ρητίνης των πεύκων, εφαρμόστηκε στο αλλοιωμένο μαλλί τον 11ο αιώνα. Επίσης χρησιμοποιήθηκε για τη στερέωση διαποτισμένου με νερό ξύλου και για την παραγωγή συγκολλητικών. Η γομμάλακα, ένα έκκριμα από το έντομο *laccifer-lacca*, είχε στο παρελθόν αμέτρητες χρήσεις, εξαιτίας της υψηλής μηχανικής αντοχής, στιλπνότητας, ελαστικότητας και της καλής πρόσφυσης που παρουσιάζει. Το κερί μελισσών έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως, αναμιγμένο με φυσικές ρητίνες και πληρωτικά για το κολληάρισμα πι-



Ο πάπας Λέων συναντά τον Αττίλα, αρχηγό των Ούννων.  
Πίνακας του Ραφαήλ. Ρώμη, Μουσείο Βατικανού

νάκων, ως στερεωτικό όπως το κερί παραφίνης και ως βοηθητικό μέσο για την παραγωγή μη στιλπνών (matting agent) βερνικιών (ματ). Τέλος το καρυδέλαιο και το λινέλαιο έχουν ευρέως χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία και αποκατάσταση των πινάκων.

Τελειώνοντας το άρθρο αυτό γίνεται φανερό ότι τα πολυμερικά υλικά εξαιτίας των μοναδικών χαρακτηριστικών τους ιδιοτήτων, προσφέρουν στη συντήρηση διάρκεια στο χρόνο και χαμηλό κόστος. Μπορούν να προσφέρουν στον καλλιτέχνη και στο συντηρητή διαφορετικά μονοπάτια για δημιουργία και προστασία. Είναι σαφές ότι στο μέλλον θα συνεχίσουν να βελτιώνονται ή και να αντικαθίστανται με νέα περισσότερο αποτελεσματικά υλικά για να προσφέρουν μια αισθητικά καλύτερη μορφή στο έργο τέχνης, που θα διαρκέσει για περισσότερο χρονικό διάστημα.

## Βιβλιογραφία

1. Plenderleith H.J. and Werner A.E.A. (1979) "The Conservation of Antiquities and Works of Art Treatment, Repair and Restoration", 2nd ed. Oxford University Press, London.
2. The Scottish Society for Conservation & Restoration (SSCR), "Display Materials: The good, the bad and the ugly", From *Exhibitions and Conservation. Pre-prints of the Conference held at The Royal College of Physicians, Edinburgh*. Ed. J. Sage. Edinburgh, 1994. ISBN 09508068-70, pp. 79-87.
3. Horie C.V. (1997) "Materials for Conservation - Organic consolidants, adhesives and coatings". Reed Educational and Professional Publishing Ltd., Oxford
4. "File 2: Adhesives and Consolidants", <http://nautarch.tamu.edu/class/anth605/File2.htm>
5. "Adhesives and Consolidants", <http://www.silcom.com/~css/ad1.htm>
6. Καραγιαννίδου Ευρύκλεια «Μελέτη της επίδρασης n-ημισιαγωγών οξειδίου του τιτανίου στη φωτοδιάσπαση του Paraloid B72 που χρησιμοποιείται στη συντήρηση του μαρμάρου», Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Χημείας ΑΠΘ.
7. Panayotis Spathis, Evi Karagiannidou, Anastasia-Eleni Magoula (2003) "Influence of Titanium Dioxide Pigments on the Photodegradation of Paraloid Acrylic Resin. Studies in Conservation, Volume 48, Number 1.
8. Καραγιαννίδου Ευρύκλεια (2004) «Χρησιμοποίηση συνθετικών ρητινών στη συντήρηση έργων τέχνης», Ενημερωτικό Δελτίο του Ελληνικού Τμήματος του Διεθνούς Ινστιτούτου Συντήρησης Ιστορικών και Καλλιτεχνικών Έργων, Τεύχος 6.

## Γ. Μανουσάκη: Χημεία – ένα συναρπαστικό παιχνίδι

Αθηνά Πέτρου

Αναπλ. Καθηγήτρια, Εργαστήριο Αναοργάνου Χημείας Πανεπιστημίου Αθηνών

«Χημεία – Ένα συναρπαστικό παιχνίδι» κι ένα συναρπαστικό βιβλίο! Ο συγγραφέας αρχίζει το βιβλίο με «Δώδεκα Εντολές», οι οποίες αφορούν την ασφάλεια του εργαστηρίου. Κατόπιν μπαίνει αμέσως στην αφήγηση/περιγραφή των πειραμάτων με πολύ εύληπτο και ελκυστικό τρόπο. Για παράδειγμα, τις αντιδράσεις οξειδοαναγωγής μάς τις παρουσιάζει με πειράματα που έχουν τους τίτλους: «Μπαταρία φρούτου», όπου ο ηλεκτρολύτης είναι ο χυμός και οι πόλοι –βυθισμένοι στο φρούτο– είναι ένα κομμάτι ελάσματος ψευδαργύρου και ένα χάλκινο νόμισμα: «Το δένδρο του Κρόνου» (εναπόθεση μολβδίου σε λεπτό φύλλο ψευδαργύρου)· «Το δένδρο της Αφροδίτης» (εναπόθεση αργύρου σε φύλλο χαλκού). Στη συνέχεια εξετάζει το όζον, το οποίο απεικονίζει σαν τον δυνατό αδελφό του οξυγόνου. Αναφέρεται με πείραμα στην «συμπαθητική μελάνη», την οποίαν αποκαλεί μελάνη για κατασκόπους. Επίσης, δείχνει, με άλλο πείραμα, πώς το χλωριούχο κοβάλτιο σε υγρό περιβάλλον έχει ακνό ροζ χρώμα (σχεδόν άχρωμο), ενώ σε άνυδρο γίνεται μπλε. Έτσι η γραφή με αραιό διάλυμα χλωριούχου κοβαλτίου στο συνηθισμένο περιβάλλον είναι αόρατη. Όταν όμως θερμανθεί το χαρτί εμφανίζονται μπλε γράμματα. Κατόπιν υπενθυμίζει ότι το «Διαίρει και διάλυε» είναι γεγονός στη χημεία (οι λεπτά διαμερισμένες ουσίες διαλύονται ευκολότερα). Επίσης, μας δείχνει ότι τα αεριούχα ποτά αφρίζουν πολύ περισσότερο αν τους ρίξουμε λίγο αλάτι (θέμα διαλυτότητας). Μας παρουσιάζει σε σκίτσο τον θριαμβευτή «νερό» να υπερφανεύεται ότι τους διέλυσε όλους. Μας υπενθυμίζει με πειράματα ότι δεν υπάρχουν οξέα χωρίς νερό. Στο σκίτσο που αναφέρεται στο υπεροξείδιο του υδρογόνου υπάρχει η ρεζάντα: «Τι θα κάνει, οξείδωση ή αναγωγή; Ίδου η απορία» και παρομοιάζει το υπεροξείδιο του υδρογόνου με τον Ιανό, με τα δύο πρόσωπα, επειδή μπορεί να δράσει ως οξειδωτικό αλάτι και ως αναγωγικό. Το κεφάλαιο των οξέων και βάσεων αρχίζει με ένα πολύ ωραίο χιουμοριστικό σκίτσο. Το οξύ λήει στη βάση: «είσαι γλοιώδης και καυστική». Και η βάση απαντάει: «κι εσύ και τα πάντα και είσαι και ξυνός». Σε άλλα σημεία μας επισημαίνει ότι το δίκιο του ισχυρότερου ισχύει και στη χημεία: «το ισχυρότερο οξύ διώχνει το ασθενέστερο». Μας περιγράφει πως ένα αυγό –από κανονική κότα– μπορεί να αποκτήσει μαλακό κέλυφος, βυθίζοντάς το μέσα σε ξύδι, οπότε το σκληρό ανθρακικό ασβέστιο (κέλυφος) μετατρέπεται σε διαλυτό οξεικό ασβέστιο και εξαφανίζεται. Μας εξηγεί γιατί πολλές φυσικές ουσίες –ζουμί από παντζάρια, λάχανα, μπιζέλια– είναι δείκτες οξέων και βάσεων. Παρακάτω, σε κάποιο σκίτσο, δύο αρχαίοι Έλληνες δηλώνουν: «θησαυρός οι άνθρωκες» και στο κείμενο περιγράφει με πειράματα το πολύ μεγάλο ενδιαφέρον του στοιχείου άνθρακα. Αναφέρεται ακόμη σε home-made πυροσβεστήρες, σε πυριτικούς κήπους και σε χημικούς σπόρους. Μας δίνει οδηγίες πώς να κάνουμε π्लाστικό θείο, πώς να «πάρουμε» χλώριο από χλωρίνη και πώς να φιλοτεχνήσουμε τατουάζ που διαρκεί λίγες μέρες. Ακόμη μας προτείνει

έναν ασυνήθιστο τρόπο τηγανίσματος αυγών επάνω σε οξείδιο του ασβεστίου, στο οποίο ρίξαμε προηγουμένως νερό (ισχυρότατη εξώθερμη αντίδραση). Δίνει ακόμη οδηγίες πώς να κάνουμε ένα μίνι χημικό ηφαίστειο. Στην κορυφή ενός μικρού λοφίσκου από διχρωμικό αμμώνιο αναφλέγουμε λίγες σταγόνες ακετόνης, με τη θέρμανση παράγεται άζωτο, το μείγμα φουσκώνει και «ξεχύνεται», όπως η λάβα, γκριζοπράσινο οξείδιο του χρωμίου. Μας δείχνει ακόμα πώς να κατασκευάσουμε θερμόμετρο.



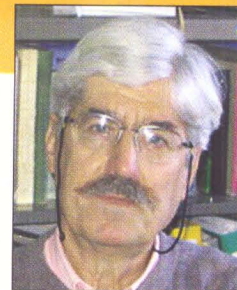
Στη συνέχεια αναλύει την αρχή Le Chatelier ή «φυγή προ της βίας» με «κρυφά μηνύματα». Δηλαδή, αυξομειώνοντας τα αντιδραστήρια στην αντίδραση σιδηροκυανιούχου καλίου – τριχλωριούχου σιδήρου, το διάλυμα τη μια γίνεται άχρωμο (σιδηροκυανιούχο κάλιο) και την άλλη μπλε (σιδηροκυανιούχος σίδηρος).

Στο κεφάλαιο των αλκοολών, αιθέρων, αιθεριών και οργανικών οξέων –ύστερα από σειρά σχετικών πειραμάτων– μας μιλάει για «Το μαντήλι αναστενάρης». Ένα κοινό μαντήλι μουσκέυεται σε αλκοόλη και νερό, και αναφλέγεται. Παρότι τυλίγεται στις φλόγες, στο τέλος σβήνει μόνο του και μένει ανέπαφο. Στη συνέχεια προχωρεί στη δημιουργία καθρέφτη, στην εσωτερική επιφάνεια μιας υάλου ωρολογίου, εκμεταλλευόμενος την αντίδραση οξειδοαναγωγής αργύρου-φορμαλδεΐδης. Η φορμαλδεΐδη οξειδώνεται προς μурμυκικό οξύ και το ιόν αργύρου ανάγεται προς μεταλλικό άργυρο (κάτοπτρο). Παρακάτω μας υπενθυμίζει πως όλα τα σάκχαρα δεν είναι γλυκά. Όταν μασάμε ψωμί (άμυλο) αρκετή ώρα, το άμυλο υδρολύεται / διασπάται από κάποιο ένζυμο που υπάρχει στο στόμα, και δίνει γλυκόζη (γλυκεϊά γεύση).

Μας λήει ακόμα «πώς να αποκτήσουμε περγαμνές» και μας δείχνει πώς η πολύ δυσάρεστη μυρωδιά των κλούβιων αυγών προέρχεται από το υδρόθειο που εκλύεται από τις πρωτεΐνες που έχουν περιέχουν θείο και έχουν αποσυντεθεί. Τέλος, μας δίνει οδηγίες πώς να κάνουμε νάυλον στο εργαστήριο ή στο σπίτι.

Επιπλέον, στο βιβλίο περιγράφονται και απεικονίζονται με ωραίες εικόνες τέσσερα επιτραπέζια διασκεδαστικά παιχνίδια χημείας, με διδακτικούς όμως στόχους. Το ένα από αυτά προσφέρεται χωριστά μαζί με το βιβλίο.

Αυτό είναι το υπέροχο βιβλίο με τα συναρπαστικά πειράματα, τα ευρηματικά σκίτσα και τις έγχρωμες εικόνες. Χαίρεται κανείς να το διαβάσει. Είναι ένα θαυμάσιο δώρο για μαθητές και απαραίτητο εργαλείο για το δάσκαλο της χημείας. Πολύ θα ήθελα να το είχα διαβάσει νωρίτερα. Όμως «κάλλιο αργά παρά ποτέ».



## Συνέντευξη του Δρ Βασιλείου Πετρουλέα Διευθυντή Ερευνών Ινστιτούτου Επιστήμης Υλικών, Ε.Κ.Ε.Φ.Ε. «Δημόκριτος»

*Ο κ. Πετρουλέας είναι Διευθυντής Ερευνών, Υπεύθυνος εργαστηρίου EPR/Φωτοσύνθεσης του Ινστιτούτου Επιστήμης Υλικών του Ε.Κ.Ε.Φ.Ε. «Δημόκριτος».*

*Γεννήθηκε στην Καθαμάτα. Σπούδασε Φυσική στο Πανεπιστήμιο Αθηνών. Εκπόνησε τη διδακτορική του διατριβή στο Ε.Κ.Ε.Φ.Ε. «Δημόκριτος». Υπήρξε μεταδιδακτορικός συνεργάτης του ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος» (1975-1976) και του University of California, Berkeley (1976-1978). Είναι μόνιμος ερευνητής στο ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος» από το 1979 μέχρι σήμερα.*

*Ασχολήθηκε με: Φωτοσύνθεση, Βιοανόργανα συστήματα, Συνθετικά μοντέλα, Φασματοσκοπία EPR και Mossbauer, Μαγνητική επιδεικτικότητα. Συμμετέχει σε διάφορες διεθνείς επιτροπές. Είναι μέλος της εκδοτικής επιτροπής του "J. Biol. Inorg. Chem." (1997-1998) και τακτικός κριτής των περιοδικών της Am. Chem. Soc. "Biochemistry" και "J. Am. Chem. Soc.". Έχει 75 δημοσιεύσεις σε διεθνή περιοδικά, άνω των 1.800 αναφορών και μεγάλο αριθμό ανακοινώσεων σε διεθνή συνέδρια.*

### Ποιος κατά τη γνώμη σας είναι ο ρόλος ενός ερευνητή;

Θα ήταν χρήσιμο εδώ να εξετάσουμε παράλληλα και το τι εννοούμε σήμερα με την έννοια ερευνητής. Ο παραδοσιακός ρόλος του ερευνητή των θετικών επιστημών είναι η κατανόηση των φαινομένων της φύσεως και των νόμων που τα διέπουν. Είναι κατά κάποιο τρόπο ένα ταξίδι στο άγνωστο με κίνητρο την έμφυτη επιθυμία και αγωνία του ανθρώπου να γνωρίσει τον κόσμο που τον περιβάλλει. Αυτό το είδος της έρευνας, το οποίο ανταποκρίνεται περισσότερο στις πνευματικές ανησυχίες του ανθρώπου, γίνεται κοινωνικά αποδεκτό σε περιοχές έρευνας όπως είναι π.χ. η Αστροφυσική, η Φυσική στοιχειωδών σωματιδίων, οι θεωρητικοί κλάδοι των θετικών επιστημών που εξετάζουν τους θεμελιώδεις νόμους που διέπουν τα φυσικά φαινόμενα, ορισμένοι κλάδοι των θετικών επιστημών που μελετούν την πολιτισμική κληρονομιά, κ.ά. Στις περισσότερες περιοχές των θετικών επιστημών (όπως η Φυσική Στερεάς Κατάστασης, η Ηλεκτρονική, Μοριακή Φυσική, η Ανόργανη και Οργανική Χημεία, η Φυσιολογική χημεία οι περισσότεροι κλάδοι των Βιολογικών επιστημών, κ.λπ.) ο ερευνητής καλείται συνήθως να αιτιολογήσει την έρευνά του στον «φορολογούμενο πολίτη». Κάνεις αυτή την έρευνα με ποιο σκοπό; Εδώ η έρευνα πρέπει να έχει κάποιους χειροπιαστούς μακροπρόθεσμους στόχους. Συνεχίζει να είναι βασική έρευνα μπορεί όμως να ισχυριστεί κανείς ότι μία μέρα θα επιλύσει κάποιο σημαντικό πρόβλημα. Τέλος υπάρχει και αυτό που προβάλλεται ή ακριβέστερα επιβάλλεται στις μέρες μας όλο και πιο έντονα, η εφαρμοσμένη έρευνα. Ο ερευνητής αυτής της κατηγορίας καλείται να κατορθώσει το ακατόρθωτο: να αποδώσει τελικό προϊόν (δηλ. άμεσα εφαρμόσιμο αποτέλεσμα) εντός ολίγων ετών. Εδώ γίνεται συνήθως συμβιβασμός μεταξύ έρευνας ή

χρησιμοποίησης έτοιμης γνώσης και της υπόσχεσης ανεκπλήρωτων στόχων.

### Υπάρχει ισορροπία στην χώρα μας μεταξύ βασικής και εφαρμοσμένης έρευνας;

Θα ήταν επιθυμητό και τα δύο είδη έρευνας να χρηματοδοτούνται παράλληλα. Η εφαρμοσμένη έρευνα προσπαθεί να αξιοποιήσει αποτελέσματα βασικής έρευνας προηγούμενων ετών και η βασική έρευνα προετοιμάζει γνώση που εν μέρει θα ανεβάσει το επιστημονικό επίπεδο της χώρας και εν μέρει θα αξιοποιηθεί σε μελλοντικές εφαρμογές. Το κράτος όμως τα τελευταία χρόνια όλο και πιο ασφυκτικά προσπαθεί να προωθήσει μονομερώς την εφαρμοσμένη έρευνα μη διστάζοντας να επιβάλει και ιδιωτικοοικονομικά κριτήρια στην έρευνα. Σαν αποτέλεσμα υπάρχει μία στροφή των επιστημόνων προς τις «εφαρμογές» με αποτέλεσμα την σταδιακή υποβάθμιση του επιπέδου της έρευνας στην χώρα μας. Εδώ παραβλέπεται το γεγονός ότι η βασική έρευνα είναι άμεσα συνδεδεμένη με το επίπεδο της παιδείας, τη δημιουργία πρωτογενούς γνώσης στη χώρα μας, την προβολή της χώρας στα διεθνή συνέδρια κ.α. Αν θέλτετε να χρησιμοποιήσω ένα απλοποιημένο παράδειγμα, είναι σαν να λέμε: Τί να τον κάνουμε τον αθλητισμό; Τί να τα κάνουμε τα Ολυμπιακά μετάλλια; Αυτά δεν βελτιώνουν τους οικονομικούς δείκτες. Ας εντάξουμε τους αθλητές στην παραγωγική διαδικασία ώστε να προωθηθεί η οικονομία του τόπου. Θα πρέπει νομίζω να ανησυχήσουμε για τον κίνδυνο εγκλωβισμού της έρευνας της χώρας μας στον φαύλο κύκλο παραγωγής/στιγμιαίας κατανάλωσης «καινοτόμων» προϊόντων, ο οποίος τείνει να υποκαταστήσει την πραγματική ανάγκη για «αγαθά», ποιότητα ζωής, και άνοδο του επιστημονικού επιπέδου της χώρας μας. Κάποια στιγμή θα πρέπει να ζητηθεί (γιατί όχι από το περιοδικό σας;) ένας απολογισμός: από τα τεράστια ποσά που δαπανήθηκαν για την χρηματοδότηση εφαρμοσμένης έρευνας τα τελευταία 15 χρόνια πόσα καινούργια προϊόντα έχουν παραχθεί; Ακόμη πιο συγκεκριμένα: από τα προγράμματα που χρηματοδοτήθηκαν πόσα απέδωσαν το τελικό προϊόν που υποσχέθηκαν; Φοβάμαι ότι το αποτέλεσμα θα είναι εξαιρετικά αποκαρδιωτικό. Κατά παράδοξο τρόπο οι φορείς που χρηματοδοτούν την εφαρμοσμένη έρευνα (π.χ. η Γ.Γ.Ε.Τ.) εξετάζουν μέχρι κεραίας το λογιστικό μέρος των δαπανών δεν ενδιαφέρονται όμως να εξακριβώσουν εάν το προϊόν που χρηματοδότησαν παρήχθη! Απ' την άλλη μεριά γνωρίζουμε ότι η χώρα μας έχει αξιοπρεπή εκπροσώπηση στον τομέα της ελάχιστα χρηματοδοτούμενης βασικής έρευνας σε διεθνή επιστημονικά περιοδικά και συνέδρια. Με πικρία σκέπτομαι ότι εάν είχε γίνει μια πιο ισορροπημένη επιδότηση της έρευνας στην χώρα μας, και οι ερευνητικές υποδομές θα είχαν βελτιωθεί, και ερευνητική παράδοση θα είχε δημιουργηθεί και υπόβαθρο για παράλληλη ανά-

πτυξη υγιούς εφαρμοσμένης έρευνας θα είχε αναπτυχθεί.

### **Πιστεύετε ότι υπάρχουν διεργασίες στην φύση τις οποίες μπορούμε να μιμηθούμε και να εκμεταλλευτούμε αποτελεσματικά; Πόσο εύκολο είναι αυτό;**

Υπάρχουν και είναι εκπληκτικές. Θα σας αναφέρω δύο-τρία από τα πολλά παραδείγματα. Τον καταλυτικό μηχανισμό της υδρογονάσης που αποτελεί πρότυπο στην καταλυτική παραγωγή υδρογόνου. Το ένζυμο της ΑΤΡάσης που είναι το μικρότερο μοτέρ στην φύση και η περιστροφή του ενεργοποιείται με την πρόσληψη και μεταφορά πρωτονίων. Το φαινόμενο της φωτοσύνθεσης, το οποίο αποτελεί και το αντικείμενο έρευνας του εργαστηρίου μας στον Δημόκριτο. Ως γνωστόν η φωτοσύνθεση αποτελεί την πηγή ενέργειας όλου του βιολογικού κόσμου. Τα αρχικά στάδια της φωτοσύνθεσης περιλαμβάνουν την απορρόφηση από τις χλωροφύλλες του ηλιακού φωτός και την εν συνεχεία μετατροπή της ενέργειας των φωτονίων σε διαχωρισμό ηλεκτρικού φορτίου (μεταφορά ηλεκτρονίων από κατάλληλους δότες σε αποδέκτες). Το φαινόμενο έχει αποτελέσει την βάση για την ανάπτυξη των φωτοβολταϊκών. Όμως θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα βιολογικά φαινόμενα είναι εξαιρετικά πολύπλοκα και συνδυάζουν πολλούς μηχανισμούς συγχρόνως. Ο Βιολογικός κόσμος δεν λειτουργεί με «ιδιωτικοοικονομικά κριτήρια». Τα φυτά π.χ. απορροφούν μόνο μέρος του ηλιακού φάσματος (περιοχή γαλάζιου και ερυθρού) με αποτέλεσμα να έχουν το ωραίο πράσινο χρώμα, ενώ διαφοροποιήσεις στις χρωστικές που περιέχουν και στην συγκέντρωσή τους δίνει την ποικιλία των χρωμάτων και τις θαυμάσιες αποχρώσεις που τόσο αναπαύουν τον άνθρωπο. Τα ηλιακά κύτταρα είναι μαύρα διότι σκοπός του κατασκευαστή είναι η μέγιστη απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας. Θα μπορούσε κανείς να αναφέρει πάμπολλα παραδείγματα όμως για να έλθω στο ερώτημά σας, γίνεται σημαντική προσπάθεια απομίμησης βιολογικών μηχανισμών, αλλά αυτό που κατορθώνει να μιμηθεί ο άνθρωπος είναι ένα εξαιρετικά μικρό τμήμα της λειτουργίας τους. Νομίζω όταν ερευνούμε τον βιολογικό κόσμο θα πρέπει να στεκόμαστε με απέραντο σεβασμό μπροστά στην σοφία που κρύβει και όταν προσπαθούμε να μιμηθούμε ορισμένες λειτουργίες του θα πρέπει να το κάνουμε με πολύ ταπεινοφροσύνη. Είναι, όπως είχε πει απλά κάποιος, σαν να συγκρίνουμε το άηλον με το νάηλον!

### **Ποία η σχέση σας με τη Χημεία;**

Το πτυχίο και το διδακτορικό μου είναι στην Φυσική όμως κατά την διάρκεια της ερευνητικής μου δραστηριότητας, κατ' αρχήν στην μελέτη συνθετικών συμπλόκων των στοιχείων μεταβάσεως και αργότερα στην περιοχή της Βιοφυσικής, μου δόθηκε η ευκαιρία να εκτιμήσω την μεγάλη σημασία και ευρύτητα της Χημείας. Για να πάρω ένα παράδειγμα από το ερευνητικό μου αντικείμενο: το φαινόμενο μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε διαχωρισμό φορτίου ανήκει στον τομέα της Φυσικής. Όταν όμως προσπαθήσει κάποιος να κατανοήσει πώς π.χ. τα φυτά διασπούν το νερό συσσωρεύοντας την ενέργεια τεσσάρων φωτονίων θα πρέπει να επικαλεσθεί την βοήθεια της Χημείας. Για τον σκοπό αυτό τα φυτά χρησιμοποιούν σύμπλοκο Μη, το οποίο σταδιακά χάνει 4 e<sup>-</sup> και 4 H<sup>+</sup> κατά την διαδοχική απορρόφηση 4 φωτονίων από το φωτοσυνθετικό κέντρο. Δηλ. το σύμπλοκο Μη συσσωρεύει την ενέργεια 4 φωτονίων υπό μορφή οξειδωτικού δυναμικού. Για να επιστρέψω στο ερώτημά σας, η έρευνά μου σχετίζεται περισσότε-

ρο με τον τομέα που αποκαλείται Βιοανόργανη Χημεία. Όμως στην μελέτη του φαινομένου της Φωτοσύνθεσης συναντώνται σχεδόν όλοι οι κλάδοι των θετικών επιστημών.

### **Περιγράψτε μας λίγο την ομάδα σας.**

Η έρευνά μας είναι διακλαδική, το ίδιο δε είναι και η σύνθεση της ομάδας: Ένας Δρ Φυσικός (Ι. Σανάκης), ένας πτυχιούχος Φυσικός με διδακτορικό στην Χημεία (Δ. Κουλιουγλιώτης), ένας Δρ Χημικός (Ν. Ιωαννίδης) και ένας Δρ Βιολόγος (Χ. Γούσιος), 2 Φυσικοί μεταπτυχιακοί σπουδαστές (Γ. Σιώρος, Γ. Ζαχαρίου) και ένας Βιοχημικός (Γ. Καραπανάγος). Η κυρία μέθοδος που χρησιμοποιούμε είναι η φασματοσκοπία Ηλεκτρονικού Παραμαγνητικού Συντονισμού (EPR). Η μέθοδος αυτή επιτρέπει την ανίχνευση των ασύζευκτων ηλεκτρονίων των μορίων μέσω του προσανατολισμού του spin τους σε επιβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο. Εντελώς διαφορετικό φάσμα EPR δίνει ένα σύμπλοκο τρισθενούς σιδήρου από μια ελεύθερη οργανική ρίζα. Η μέθοδος αυτή έχει ευρύτατες εφαρμογές. Στο εργαστήριο την χρησιμοποιούμε για την μελέτη των διαδοχικών σταδίων μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε διαχωρισμό ηλεκτρικού φορτίου κατά την φωτοσύνθεση. Τόσο το ηλεκτρόνιο που μεταφέρεται σαν αποτέλεσμα της φωτεινής διέγερσης, όσο και η θετική οπή που δημιουργείται έχουν spin το οποίο ανιχνεύεται με την φασματοσκοπία EPR. Μπορούμε να ταυτοποιήσουμε έτσι τους διαδοχικούς δότες/αποδέκτες ηλεκτρονίου. Μάλιστα για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιούμε χαμηλές θερμοκρασίες, οι οποίες επιβραδύνουν τα ταχύτατα φαινόμενα της Φωτοσύνθεσης. Είναι ενδιαφέρον ότι τα αρχικά στάδια της φωτοσύνθεσης μπορούν να πραγματοποιηθούν ακόμη και στους 4.2 K (-269°C).

### **Ποιο είναι το μυστικό της επιτυχίας ενός επιστήμονα;**

Τί θα πει επιτυχημένος επιστήμων; Αυτός που κατορθώνει να ανέβει σε υψηλά αξιώματα, που βγάζει πολλά χρήματα, που έχει κοινωνική αναγνώριση, που εμφανίζεται τακτικά στα κανάλια της τηλεόρασης; Νομίζω επιτυχημένος επιστήμων είναι αυτός που υπηρετεί με συνέπεια και εντιμότητα την επιστήμη του ασχέτως αν αυτό αναγνωρίζεται ή δεν αναγνωρίζεται. Σκέπτομαι τρία χαρακτηριστικά της επιτυχίας: ήθος, εργατικότητα, ευφυΐα. Θαυμάζω τον επιστήμονα που έχει ιδιαίτερη ευφυΐα, στέκομαι με σεβασμό σ' αυτόν που υπηρετεί την επιστήμη με αφοσίωση, αλλά υποκλίνομαι στον επιστήμονα που συγχρόνως δείχνει μετριοφροσύνη και ανιδιοτέλεια. Προφανώς η ευφυΐα είναι χάρισμα που λίγοι το διαθέτουν, όμως μπορεί να επιτύχει κανείς πολλά με μέτρια ευφυΐα σε συνδυασμό με την εργατικότητα και το ήθος. Τα ανωτέρω ισχύουν φυσικά και για την ειδική κατηγορία των ερευνητών επιστημόνων μόνο που εδώ χρειάζεται πρόσθετη προσπάθεια να συνδεθεί κανείς με την διεθνή ερευνητική πραγματικότητα. Είναι εύκολο να φαντάζει κανείς σπουδαίος στον περίγυρό του, όμως η πραγματική καταξίωση ακολουθεί αντικειμενικά διεθνή κριτήρια. Δυστυχώς τα Ελληνικά κριτήρια δεν ευθυγραμμίζονται πάντα με τη διεθνή πρακτική για διάφορους λόγους (μη ύπαρξη ακόμη ερευνητικής παραδόσεως, κομματικές ή συντεχνιακές διασυνδέσεις, πολιτικοί αυτοσχεδιασμοί κ.λπ.) παρά τις προσπάθειες που γίνονται δημιουργίας εθνικών οργάνων έρευνας. Νομίζω ότι σιγά-σιγά δημιουργείται ερευνητική παράδοση στην χώρα μας αλλά η εξέλιξη θυμίζει πολλές φορές κίνηση Brown.



# ΣΥΝΕΔΡΙΑ-ΗΜΕΡΙΔΕΣ-ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ-ΔΙΑΛΕΞΕΙΣ

## ■ Fifth International Symposium on Environment, Catalysis and Process Engineering

Fez, April 24-26, 2006

### Topics

- Quality of water resources (chemical analysis, biological analysis...)
- Catalysis of depollution
- Other process of treatment and of depollution (membraned processes, rustic processes...)
- Problems of VOC, solid waste
- Green Chemistry

### Information

Prof. A. KHERBECHE

Fifth International Symposium ECGP5

Association Marocaine de Catalyse et Environnement  
BP.60.27, Fès-Adarissa, Fès-Morocco.

Phone: +212.61.08.17.34, Fax: +212.55.60.05.88

E-mail: [akerbec@menara.ma](mailto:akerbec@menara.ma)

## ■ 57ο Συνέδριο Ελληνικής Εταιρείας Βιοχημείας και Μοριακής Βιολογίας

Αθήνα 9-11 Δεκεμβρίου 2005

Ίδρυμα Ιατροβιολογικών ερευνών Ακαδημίας Αθηνών  
Πληροφορίες: [www.eebmb.gr](http://www.eebmb.gr)

CHEMICAL SCIENCES - BUILDING THE EUROPE OF KNOWLEDGE - PROMOTING INNOVATION AND ECONOMIC GROWTH

A conference focusing on frontiers in chemical and molecular sciences supported by all the national chemical sciences organisations of Europe

www.euchems-budapest2006.hu

# 1<sup>st</sup> European Chemistry Congress

Exciting and long overdue Harry Kroto

27-31 August 2006 Budapest, Hungary

- Over 100 top-level lectures and 100 short oral communications
- Extensive poster sessions
- Topics on education, history and the senses
- Large exhibition and a job fair for young scientists

**Plenary Lectures by Nobel Laureates:**  
Paul J. Crutzen, Sir Harry Kroto, George A. Olah, Sir John Walker, Kurt Wüthrich, Ahmed H. Zewail

**Keynote Lectures by:**  
Annette Beck-Sickinger, David C. Clary, François Diederich, Malcolm L. H. Green, Walter Leitner, Steven V. Ley, Klaus Müllen, Pierre Potier, Jan Reedijk, Manfred Reetz

**Congress organization:** EuChemS\* executive committee: Gábor Nagy-Szabó (chair), György Horvai (local chair)  
**Congress host:** Hungarian Chemical Society  
**Scientific programme committee:** Jean-Marie Lehn (chair), E. Peter Kündig (co-chair)

\*EuChemS, the European Association for Chemical and Molecular Sciences incorporates 50 member societies which in total represent some 150,000 individual chemists in academia, industry and government in over 35 countries across Europe

**One- and two-day special topics symposia:**

- New Frontiers in Organic Synthesis
- Chemistry, Food and Health
- Cutting Edge Spectroscopy
- New Frontiers in Medicinal Chemistry
- Hot Topics in Nuclear & Radiochemistry
- Materials and Nano-materials for Devices
- Frontiers in Supramolecular Chemistry
- 3D Chemical Imaging in Analysis
- Novel Multifunctional Ligands in Coordination Chemistry
- Structure & Function of Biomolecules
- Environmental Chemistry
- Polymer Architecture - from Structure to Functional Control
- Chemistry Meets Proteins
- New Concepts and Methods in Catalysis
- Green & Sustainable Chemistry & Processes
- Teaching Chemistry - Past, Present & Future
- New Developments in Theoretical and Computational Chemistry

Για πληροφορίες για σεμινάρια, συνέδρια, ημερίδες, προγράμματα, διαλέξεις, επισκεφθείτε την ιστοσελίδα της Ένωσης Ελλήνων Χημικών:

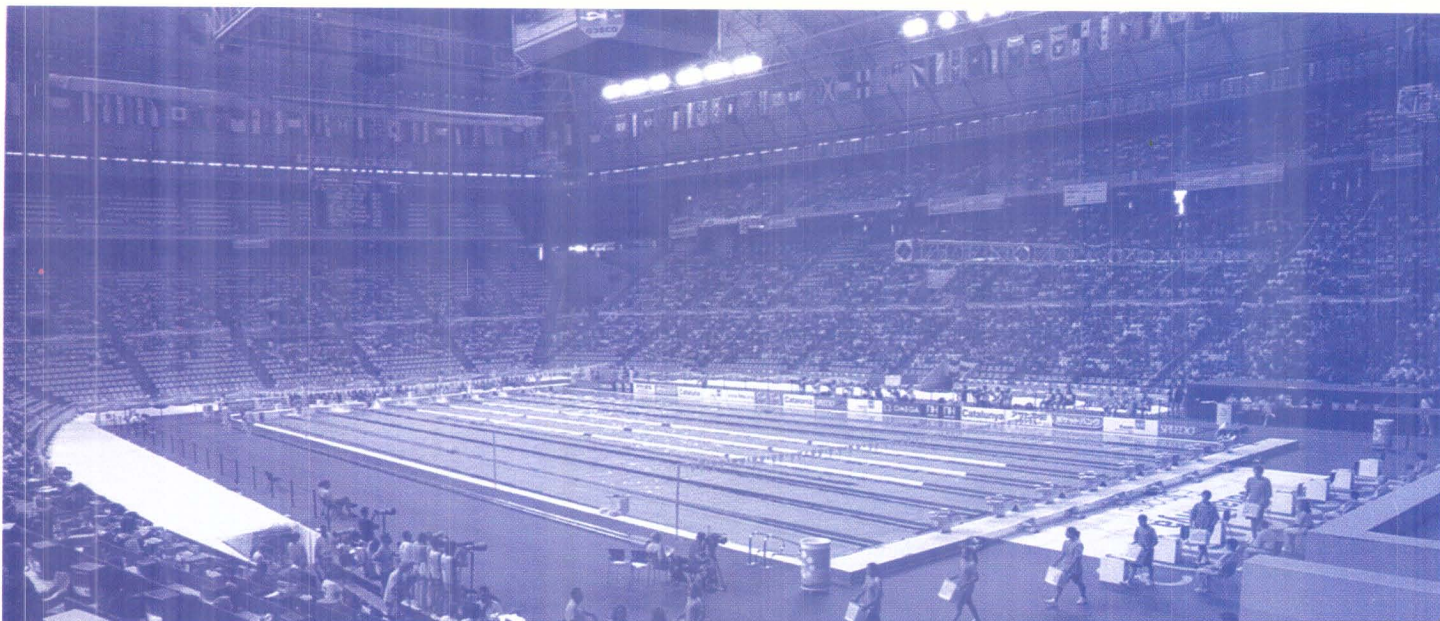
[www.eex.gr](http://www.eex.gr)

## Σεμινάριο για τη Διδακτική της Χημείας

Το 15ο Σεμινάριο για τη Διδακτική της Χημείας θα πραγματοποιηθεί στις 17 και 18 Δεκεμβρίου 2005 στο τμήμα Χημείας του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών με θέμα:

**«Διδακτική της Χημείας με έμφαση  
στη διδασκαλία της Χημείας μέσα από πειράματα»**

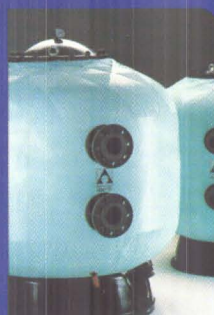
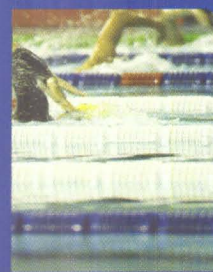
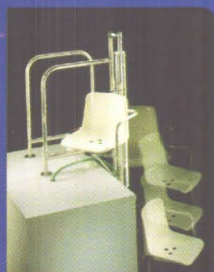
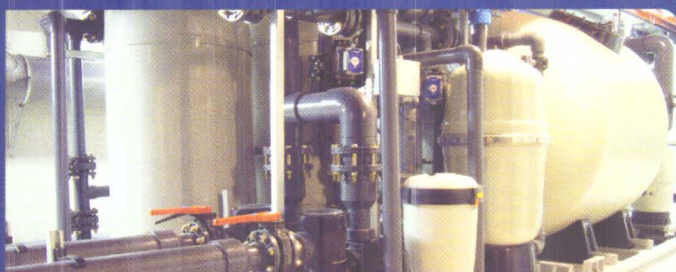
Όποιος συνάδελφος ενδιαφέρεται να παρουσιάσει προφορική εισήγηση ή poster, μπορεί να τα στείλει στην ηλεκτρονική διεύθυνση [info@eex.gr](mailto:info@eex.gr) (με την ένδειξη 15ο Σ.Δ.Χ.) έως τις 15 Νοεμβρίου 2005.



AstralPool, πάνω από 30 χρόνια εμπειρίας



“Εμπνέουμε εμπιστοσύνη!”



Η AstralPool τώρα και στην Ελλάδα.  
Με πλήρεις εγκαταστάσεις και επάρκεια στοκ στην  
διάθεση των πελατών της. Η γνωστή για την ποιότητα του  
εξοπλισμού **AstralPool** στοχεύει στην ακόμη  
καλύτερη υποστήριξη των κατασκευών στην Ελλάδα  
προσδίδοντας με την τεχνογνωσία και την παγκόσμια  
εμπειρία της την μεγαλύτερη δυνατή αξία στην ελληνική  
πισίνα και την γενικότερη επεξεργασία νερού.

**Fina**



FEDERATION INTERNATIONALE  
DE NATATION  
CONSEIL OLYMPIQUE

**AstralPool**

Official FINA Partner

**AstralPool Hellas A.E.**

Θέση Λάκκο Κατσάρη – Ασπρόπυργος 19300

Τηλ. 210 5594527-8 FAX 210 5596454

E-mail : [info@astralpool.gr](mailto:info@astralpool.gr)

[www.astralpool.com](http://www.astralpool.com)

**ASTRALPOOL**

Leading in solutions for your pool

Χθες.

Σήμερα.



Winner of the PITCON<sup>®</sup> Editors' Gold Award  
Presented in recognition of the  
Best New Products at PITCON<sup>®</sup> 2004

### For Complete Confidence

Το σύστημα Waters<sup>®</sup> ACQUITY Ultra Performance Liquid Chromatography (UPLC<sup>™</sup>) είναι ένα νέο κεφάλαιο στην υγρή χρωματογραφία. Ταχύτητα ανάλυσης, ευαισθησία αντίχτυσης και χρωματογραφική απόδοση ξεπερνούν κατά πολύ τα όρια των σημερινών οργάνων HPLC. Βελτιώστε την παραγωγικότητα του εργαστηρίου σας, εξάγετε περισσότερες πληροφορίες από τα δείγματά σας, αυξήστε την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων σας. Περισσότερες πληροφορίες στο [www.malva.gr/products\\_uplc.htm](http://www.malva.gr/products_uplc.htm)

**ΜΑΛΒΑ A.E.**

ΑΘΗΝΑ: Ιλυσίων 13, Ν. Κηφισιά 145 64, Τηλ. 210-8000904, Φαξ 210-8001424  
ΘΕΣ/ΝΙΚΗ: Π.Π. Γερμανού 27, 546 22, Τηλ. & Φαξ 2310-253569



Acquity  
Ultra Performance LC