

# ΧΗΜΙΚΑ ΧΡΟΝΙΚΑ

CHEMICA CHRONICA ■ General Edition ■ Association of Greek Chemists

Τεύχος  
9

Νοέμβριος  
Δεκέμβριος  
2011

**ΓΕΝΙΚΗ ΕΚΔΟΣΗ**



International Year of  
**CHEMISTRY**  
2011

«ΧΗΜΕΙΑ - Η ΖΩΗ ΜΑΣ, ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΜΑΣ»



United Nations  
Educational, Scientific and  
Cultural Organization



International Union of  
Pure and Applied  
Chemistry

Partners for the  
International Year of Chemistry 2011

ΠΛΗΡΩΜΕΝΟ  
ΤΕΛΟΣ  
Ταχ. Γραφείο  
ΚΕΜΠΑ  
Αριθμός Άδειας  
5083



**ΕΛΤΑ**  
Hellenic Post

ΕΝΤΥΠΟ ΚΛΕΙΣΤΟ ΑΡ. ΑΔΕΙΑΣ 899/95 ΚΕΜΠΑ  
ΚΩΔΙΚΟΣ 3699

ISSN 0356-5526 ■ Νοέμβριος & Δεκέμβριος 2011  
Τεύχος 9 ■ ΤΟΜΟΣ 73

CCG EAC 65 (2) ■ November & December 2011  
ISSUE 9 ■ VOL. 73

ΕΝΤΥΠΟ ΚΛΕΙΣΤΟ ΑΡ. ΑΔ. 899/95  
ΕΝΩΣΗ ΕΛΛΗΝΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ  
ΚΑΝΙΓΓΟΣ 27 - 106 82 ΑΘΗΝΑ

1η ΕΚΔΟΣΗ - 1936



# ΧΗΜΙΚΑ ΧΡΟΝΙΚΑ

ΕΠΙΣΗΜΟ ΟΡΓΑΝΟ ΤΗΣ ΕΝΩΣΗΣ ΕΛΛΗΝΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ

Ν.Π.Δ.Δ., Κάνιγγος 27, 106 82 Αθήνα, Τηλ.: 210 38 21 524 - 210 38 32 151 - Fax: 210 38 33 597 (Γραμματεία: Μ. Καλλιάνη)  
www.eex.gr - e-mail E.E.X.: info@eex.gr - e-mail X.X.: chemchro@eex.gr

## Η Διοικούσα επιτροπή της Ε.Ε.Χ.

Αρβανίτης Γ. (Πρόεδρος)  
Κοΐνης Σπ. (Α' Αντιπρόεδρος), Παπαδόπουλος Αθ. (Β' Αντιπρόεδρος)  
Μακρυπούλιας Φ. (Γεν. Γραμματέας), Λάμπη Ευγ. (Ειδ. Γραμματέας)  
Βαφειάδης Ιω. (Ταμίας), Αγαπαλίδης Δαμ., Σπαράς Ιω.,  
Κακάτσου Π., Πάγκαλος Ν., Μπότσης Π. (Σύμβουλοι)

## Περιφερειακά τμήματα της Ε.Ε.Χ.

**Αττικής και Κυκλάδων** (Πρόεδρος: Κ. Δοντάς)  
Κάνιγγος 27, 10682 Αθήνα, τηλ.: 210 3821524, 210 3829266  
Fax: 210 3833597, e-mail: info@eex.gr

**Κεντρικής και Δυτικής Μακεδονίας** (Πρόεδρος: Α. Παπαδόπουλος)  
Αριστοτέλους 6, 54623 Θεσσαλονίκη, τηλ. και fax: 2310 278077,  
e-mail: ptkdm@eex.gr

**Πελοποννήσου και Δυτικής Ελλάδας** (Πρόεδρος: Κ. Κολλιόπουλος)  
Μαιζώνος 211 και Τριών Ναυάρχων, 26222 Πάτρα,  
τηλ.: 2610 362460, e-mail: eexpat@eex.gr

**Κρήτης** (Πρόεδρος: Α. Κουβαράκης)  
Επιμενίδου 19, 71110 Ηράκλειο, Τ.Θ. 1335,  
τηλ. και fax: 2810 220292,  
e-mail: eexkritis@eex.gr

**Θεσσαλίας** (Πρόεδρος: Α. Κανλής)  
Σκενδεράνη 2, 38221 Βόλος, τηλ. και fax: 24210 37421,  
e-mail: eexthes@eex.gr

**Ηπείρου - Κερκύρας - Λευκάδας** (Πρόεδρος: Κ. Σκομπρίδης)  
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: georgia.goula@eex.gr

**Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης** (Πρόεδρος: Π. Καραμανίδης)  
Μάρκου Μπότσαρη 7, Αλεξανδρούπολη 68 100, Τ.Θ. 259  
τηλ. και fax: 25510 81002, e-mail: eex-amth@eex.gr

**Βορείου Αιγαίου** (Πρόεδρος: Ηλ. Πολυχινιάτης)  
Ηλία Βενέζη 1, 81100 Μυτιλήνη, τηλ. και fax: 22510 28183  
e-mail: n.aegean@eex.gr

**Νοτίου Αιγαίου** (Πρόεδρος: Παν. Παππάς)  
Κλ. Πέππερ 1, 85100 Ρόδος, τηλ. & fax: 22410 37522,  
Κιν.: 6944.842.514, e-mail: eex.ptna@eex.gr

**Ιδιοκτήτης:** Ένωση Ελλήνων Χημικών  
**Εκδότης:** Ο Πρόεδρος της Ε.Ε.Χ. Γεώργιος Αρβανίτης  
**Αρχισυντάκτρια:** Οριάντα Λανίτου  
**Αναπληρωτής Αρχισυντάκτης:** Δημήτριος Χηριάδης  
**Μέλη Συντακτικής Επιτροπής:** Ν. Γραϊκας, Ελ. Μπαλωμένου, Κ. Μαραγκού,  
Α. Βογιατζή, Ν. Παπανικολάου  
**Εκπρόσωπος της Δ.Ε. της Ε.Ε.Χ. στη Συντακτική Επιτροπή:** Φώτης Μακρυπούλιας  
**Βοηθός Έκδοσης (Επιμέλεια Ύλης):** Κωνσταντίνα Τσιμπογιάννη  
**Τιμή Τεύχους:** 3 €  
**Συνδρομές:** Βιομηχανίες - Οργανισμοί: 74 € - Ιδιώτες: 50 €, Φοιτητές: 15 €  
Συνδρομή Εξωτερικού: \$120  
**Σχεδίαση - Διαφημίσεις - Παραγωγή Έκδοσης:**  
Olivier COISSARD - ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΟΥΡΑΝΙΟ ΤΟΞΟ  
Πατρών 39, 15344 Γέρακας  
210 66 18 161 - 69 47 43 48 33  
info@iris-artworks.com - www.iris-artworks.com

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 1 **Σημείωμα του Εκδότη**
- 4 **Επικαιρότητα**
- 9 **Βιβλιοπαρουσίαση**
- 10 **Επικαιρότητα**
- 12 **Ενημέρωση**
- 18 **Ειδήσεις**
- Άρθρα**
- 20 **■ Ο αριθμός οξείδωσης κατά Stock και ο αριθμός φορτίου κατά Ewens-Basset**  
Δ. Χηνιαδης
- 26 **■ ΧΗΜΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΥΣΕΩΣ ΣΕ ΘΕΡΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΜΕ ΚΑΤΑΚΡΑΤΗΣΗ CO<sub>2</sub> ΚΑΙ ΥΨΗΛΗ ΑΠΟΔΟΣΗ**  
Θ.Σ.ΛΙΑΤΗΣ



## Σημείωμα του Εκδότη

Αγαπητές φίλες και αγαπητοί φίλοι,

Το 2011 είναι ένας σημαντικός σταθμός για την παγκόσμια χημική κοινότητα. Είναι η χρονιά που ανακηρύχθηκε από την 63η Γενική Συνέλευση του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών ως **Διεθνές Έτος Χημείας** δίνοντας ευκαιρία για **παγκόσμιο εορτασμό των επιτευγμάτων της Χημείας και της συνεισφοράς της στην ευημερία της ανθρωπότητας**.

Η επιτυχής διοργάνωση ενός ολοκληρωμένου κύκλου εκδηλώσεων του Διεθνούς Έτους Χημείας έγινε πρωταρχικός στόχος της Ε.Ε.Χ. για το έτος 2011. Η Ε.Ε.Χ. απευθύνθηκε στον φυσικό της εταίρο στην Ελληνική Εθνική Επιτροπή της UNESCO και εξασφάλισε τη συμμετοχή της στη συνδιοργάνωση στον κύκλο των εκδηλώσεων αυτών.

Κάνοντας πράξη τους διακηρυχθέντες στόχους για **επιστημονική συνεργασία** η Ε.Ε.Χ. απευθύνθηκε και πέτυχε να κινητοποιήσει τις διάσπαρτες δυνάμεις του χημικού (και όχι μόνο) κόσμου, κατάφερε να κάνει πράξη τη συνεργασία τη συμμετοχή και συμπαράσταση στις δράσεις και εκδηλώσεις του εορτασμού εκπαιδευτικών ιδρυμάτων, ερευνητικών κέντρων, φορέων, ιδιωτικών και δημόσιων σχολείων, επιστημόνων, καθηγητών και άλλων συναφών με τη Χημεία φορέων και οργανισμών.

Ο εορτασμός του Διεθνούς Έτους Χημείας στη χώρα μας περιέλαβε ένα ευρύ φάσμα εκατοντάδων μικρών και μεγάλων εκδηλώσεων σε τοπικό, περιφερειακό και εθνικό επίπεδο και δράσεων σε όλη τη χώρα, με τις οποίες ήρθαν σε επαφή, ή/και παρακολούθησαν, ή/και συμμετείχαν δεκάδες χιλιάδες ίσως και εκατοντάδες χιλιάδες πολίτες. Μεταξύ αυτών ξεχωρίζουν ως σημαντικότερες οι παρακάτω ενότητες δράσεων:

**A.** Έξι (6) επιστημονικά συνέδρια συνδιοργανώθηκαν ή/και υποστηρίχθηκαν από την Ε.Ε.Χ. μέσα στο 2011 και εντάχθηκαν στα πλαίσια του Διεθνούς Έτους Χημείας:

- Το **4ο Περιβαλλοντικό Συνέδριο Μακεδονίας**, 18-20 Μαρτίου 2011, Θεσσαλονίκη
- Το **12ο Συνέδριο Ιατρικής Χημείας**, 11-15 Απριλίου 2011, Πάτρα, με τον James D. Watson, Nobel Ιατρικής και Φυσιολογίας 1962, Κεντρικό Ομιλητή
- Το **17ο Συνέδριο Μεταπτυχιακών Φοιτητών Χημείας**, 15-18 Ιουλίου 2011, Ηράκλειο, Κρήτη
- Το **11ο Συνέδριο Χημείας Ελλάδας-Κύπρου**, με τίτλο "Η συνεισφορά της Χημείας στον ανθρωπινό πολιτισμό - Παρελθόν, παρόν και μέλλον", Λεμεσό, Κύπρο, 26-30 Οκτωβρίου 2011
- Το **Συνέδριο Ημέρες Χημείας Τροφίμων 2011**, 4-5 Νοεμβρίου 2011, Γ.Χ.Κ., Αθήνα
- Το **21ο Πανελλήνιο Συνέδριο Χημείας** με τίτλο "Η Χημεία στις Συνθήκες Κρίσης και οι Προτάσεις της για την Ανάπτυξη", (09-12 Δεκεμβρίου 2011), ΚΕΔΕΑ, Θεσσαλονίκη

**B.** Διοργανώθηκε σε συνεργασία με το Ε.Ι.Ε. **μεγάλη διεθνής έκθεση του Μουσείου Ελληνικής Συλλογής Νόμπελ** με τίτλο: «**Χημεία η ζωή μας το μέλλον μας. Τα βραβεία Νόμπελ Χημείας**» (1 Φεβρουαρίου - 1 Απριλίου). Στην μοναδική Έκθεση των Βραβείων Νόμπελ Χημείας (1901 - 2010) την οποία η RAI χαρακτήρισε «**μοναδική ευκαιρία παγκόσμιας επιστημονικής και πολιτιστικής προβολής της Ελλάδας**», παρουσιάστηκαν για πρώτη φορά χειρόγραφα και επιστολές, γραμματόσημα και μετάλλια που εκδόθηκαν προς τιμή τους καθώς και πατέντες από το αγγλικό γραφείο ευρεσιτεχνίας. Η έκθεση είχε τεθεί υπό την αιγίδα του Προέδρου της Δημοκρατίας και την προλόγιζαν με κείμενά τους 12 κάτοχοι Νόμπελ Χημείας. Περισσότεροι από 4.000 επισκέπτες έδωσαν το παρόν στην Έκθεση.

**Γ.** **Δύο (2) ιδιαίτερα επιτυχημένοι κύκλοι εκδηλώσεων** διοργανώθηκαν σε συνεργασία με το Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών (Ε.Ι.Ε.) και άλλους φορείς συνολικής διάρκειας τριών (3) μηνών.

Ο πρώτος κύκλος ήταν ένα ειδικό αφιέρωμα στο Διεθνές Έτος Χημείας, που απευθυνόταν σε όλες τις ηλικίες που διοργανώθηκε τον Φεβρουάριο και τον Μάρτιο. Το αφιέρωμα αυτό πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο των μορφωτικών εκδηλώσεων «Επιστήμης Κοινωνία» σε συνεργασία με τα Ινστιτούτα Θετικών Επιστημών και ειδικότερα το



Ινστιτούτο Οργανικής και Φαρμακευτικής Χημείας και το Ινστιτούτο Θεωρητικής και Φυσικής Χημείας. Στο αφιέρωμα αυτό συμμετείχαν: το **Ε.Ι.Ε.**, η **Ένωση Ελλήνων Χημικών** το **Μουσείο Ελληνικής Συλλογής Νόμπελ**, το **British Council**, το **Διαπανεπιστημιακό Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών ΔιΧηNET (Διδακτική της Χημείας και Νέες Εκπαιδευτικές Τεχνολογίες)** και το **CAID**. Οι εκδηλώσεις κάλυψαν ένα ευρύ φάσμα δραστηριοτήτων:

- επί μέρους κύκλους επιστημονικών ομιλιών/διαλέξεων με τη συμμετοχή είκοσι και πλέον πανεπιστημιακών δασκάλων και ερευνητών του ΕΙΕ
- σεμινάρια διδακτικής της Χημείας για εκπαιδευτικούς
- θεατρικά δρώμενα που απευθύνονταν σε παιδιά ηλικίας 8-12 ετών
- πειράματα Χημείας από ερευνητές του ΕΙΕ, νέους επιστήμονες από το ΔιΧηNET, εκπαιδευτικούς, κ.ά. για μαθητές Γυμνασίου και Λυκείου
- την πρόσκληση του Άγγλου καθηγητή Peter Wothers, διεθνώς γνωστού για τον ξεχωριστό τρόπο παρουσίασης επιστημονικών διαλέξεων/πειραμάτων, ο οποίος παρουσίασε το πείραμα Just Add Water στο Αμφιθέατρο του Πανεπιστημίου Αθηνών
- προβολή επιστημονικών ντοκιμαντέρ (από το CAID) καθώς και ο διεθνής διαγωνισμός Famelab

Ο δεύτερος κύκλος εκδηλώσεων με τίτλο "Κοινωνία & Υγεία" διοργανώθηκε τον Νοέμβριο και **επικεντρώθηκε στην ανάδειξη της συμβολής της Χημείας στην Υγεία**. Βασικός στόχος των εκδηλώσεων, που καλύπτουν σημαντικά θέματα υγείας, είναι η ενημέρωση του κοινού για τα σύγχρονα επιτεύγματα και τις εξελίξεις στην ιατρική, τα θεαματικά άλματα και τη σημασία των βιοεπιστημών, αλλά και για τη συμβολή της Χημείας στην ανακάλυψη χημειοπροστατευτικών προϊόντων και νέων φαρμάκων. Παράλληλα επαναλήφθηκαν τα Κυριακάτικα Πρωινά, ένα σύνολο δραστηριοτήτων, πειραμάτων, θεατρικών διαδραστικών δρώμενων, που απευθύνονται κυρίως σε μαθητές πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για να γνωρίσουν τον θαυμαστό κόσμο της Χημείας.

Επιπρόσθετα έγιναν Σεμινάρια Διδακτικής της Χημείας για εκπαιδευτικούς και μεταπτυχιακούς φοιτητές από το Τμήμα Παιδείας και Χημικής Εκπαίδευσης της Ε.Ε.Χ.

**Δ.** Η Ε.Ε.Χ. προχώρησε σε **στοχευμένες εκδοτικές προσπάθειες** ενταγμένες στα πλαίσια του Διεθνούς Έτους Χημείας:

- Αναπαρήγαγε και προσέφερε στα μέλη της δύο (2) ενδιαφέρουσες εκδόσεις σε ηλεκτρονική μορφή
  - "ΣΥΝΤΟΜΗ ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ. ΜΕΡΙΚΟΙ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΚΥΡΙΟΤΕΡΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΣΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ" - Κ. ΕΥΣΤΑΘΙΟΥ ΚΑΙ ΑΘ. ΒΑΛΑΒΑΝΙΔΗΣ
  - "ΟΙ ΧΗΜΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ ΠΟΥ ΔΗΜΙΟΥΡΓΗΣΑΝ ΤΗ ΖΩΗ ΣΤΟΝ ΠΛΑΝΗΤΗ ΓΗ. ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΡΟΒΙΟΤΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ ΣΤΟΥΣ ΠΡΩΤΟΥΣ ΑΕΡΟΒΙΟΥΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥΣ" ΑΘ. ΒΑΛΑΒΑΝΙΔΗΣ ΚΑΙ Θ. ΒΛΑΧΟΓΙΑΝΝΗ

**Οι εκδόσεις είναι ευγενική προσφορά των συγγραφέων τους στην Ε.Ε.Χ. για να αξιοποιηθούν στα πλαίσια του Διεθνούς Έτους Χημείας.**

■ Με το όραμα να προάγουμε την αγάπη των νέων για τη Χημεία, κάτι που αποτελεί κύριο στόχο της IUPAC στα πλαίσια του Διεθνούς Έτους Χημείας 2011, η *Ένωση Ελλήνων Χημικών*, σε συνεργασία με τις *Εκδόσεις Ουράνιο Τόξο* και τη συγγραφέα και Δρ χημικό, *Μαρία Αναστασιάδου* δημιουργήσαμε τον **Κο Οξυγόνο**. Το βιβλίο απευθύνεται σε παιδιά του δημοτικού που μέσα απ' τις σελίδες του ανακαλύπτουν πόσο σημαντικό ρόλο παίζει ο κος Οξυγόνο στη ζωή μας είτε βρίσκεται στον αέρα, στην άμμο και στα χρώματα, είτε στο σώμα μας, στο φάρμακο, που παίρνουμε, όταν αρρωσταίνουμε αλλά και στο φαγητό μας. Επειδή στην παγκόσμια αγορά ελάχιστα είναι τα παιδικά βιβλία με θέμα τη χημεία και όσα υπάρχουν, είναι κυρίως εγκυκλοπαιδικού ενδιαφέροντος, ελπίζουμε με το έργο αυτό να ανοίγει ένα νέο κεφάλαιο στην ιστορία του εικονογραφημένου παιδικού βιβλίου μες στην καλύτερη λογοτεχνικά εποχή του.

- Έκδοση από τα ΕΛΤΑ **ειδικών αναμνηστικών γραμματοσήμων και ειδικής αναμνηστικής σφραγίδας** για το Διεθνές Έτος Χημείας.
- Η τελευταία σε εξέλιξη εκδοτική προσπάθεια αφορά στην υποστήριξη του Μουσείου Ελληνικής Συλλογής Νόμπελ για την **έκδοση ενός επετειακού - συλλεκτικού χαρακτήρα λευκώματος με όλα τα Νόμπελ Χημείας (1901 - 2010)** που εκδίδεται ειδικά για το Διεθνές Έτος Χημείας.

**Ε.** Διοργανώθηκε από την Φιλεκπαιδευτική Εταιρεία το **1<sup>ο</sup> Παναρσάκειο Μαθητικό Συνέδριο Χημείας με θέμα: «Χημικές δράσεις και αντιδράσεις»** με την υποστήριξη της Ε.Ε.Χ. και του Τμήματος Χημείας του Ε.Κ.Π.Α. Το Συνέδριο πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του Διεθνούς Έτους Χημείας 2011 και παρακολούθησαν περισσότεροι



από 900 μαθητές. Στην έναρξη του ο Διευθυντής Σπουδών του St Catharine's College του Πανεπιστημίου του Cambridge και Πρόεδρος της Διεθνούς Ολυμπιάδας Χημείας, Dr Peter Wothers εντυπωσίασε και ενθουσίασε τους μαθητές με τη διάλεξή του για το φαινόμενο της καύσης παρουσιάζοντας πειράματα με θέμα: «Φωτιά και Φλόγες». Τη σκυτάλη στη συνέχεια πήραν οι πρωταγωνιστές, οι μαθητές, που συμμετείχαν σε όλες τις διαδικασίες του Συνεδρίου, παρουσίασαν τις εισηγήσεις τους καθώς και αναρτημένες ανακοινώσεις (posters). Ο αριθμός των μαθητών που εκπόνησαν εργασία είναι εντυπωσιακός: 665 μαθητές από όλα τα Αρσάκεια Σχολεία συμμετείχαν με εργασίες, 66 εισηγήσεις, 125 αναρτημένες ανακοινώσεις, 40 έργα ζωγραφικής με θέμα το Διεθνές Έτος Χημείας, 30 μοριακά μοντέλα κατασκευασμένα με υλικά καθημερινής χρήσης ενώ πάνω από 20 πειράματα παρουσιάστηκαν κατά τη διάρκεια του Συνεδρίου.

**ΣΤ.** Αναπτύχθηκαν πολλές δράσεις δημοσιότητας. Η Ε.Ε.Χ. με την ευγενική υποστήριξη του Διεθνούς Αερολιμένα Ελ. Βενιζέλος, του ΜΕΤΡΟ, του ΤΡΑΜ προχώρησε στη δημοσιοποίηση της «**χημικής ένωσης της εβδομάδας**» μέσα από τα matrix των προαναφερθέντων οργανισμών. Εκατοντάδες χιλιάδες ταξιδιώτες που χρησιμοποιούν καθημερινά το αεροπλάνο, το ΜΕΤΡΟ ή το ΤΡΑΜ ήρθαν σε επαφή με τη Χημεία και τις χημικές ενώσεις που επιλέξαμε να προβάλλουμε. Η δράση αυτή υλοποιήθηκε στο πρώτο εξάμηνο του 2011. Με την ευκαιρία του εορτασμού των 10 χρόνων λειτουργίας του Διεθνούς Αερολιμένα Ελ. Βενιζέλος αναρτήθηκε πανό για το ταξίδι της επιστήμης με τη Χημεία και το έμβλημα της Ε.Ε.Χ. να ηγείται. Παράλληλα, ραδιοφωνικά μηνύματα έπαιξαν για τους κύκλους εκδηλώσεων που έγιναν στο Ε.Ι.Ε.

**Ζ.** Πέρα όμως από τις εκδηλώσεις που διοργανώθηκαν σε εθνικό επίπεδο η Ε.Ε.Χ. συμμετείχε σε εκδηλώσεις και δράσεις παγκόσμιας κλίμακας. Ανάμεσα σε αυτές ξεχωρίζει μια από τις πιο σημαντικές κοινές δράσεις που αναλαμβάνονται για το IYC - 2011 και είναι το Παγκόσμιο Πείραμα του νερού στο οποίο θα μετάσχουν 9.000 σχολεία από όλο τον κόσμο. Συντονιστής για την Ελλάδα ανέλαβε ο καθηγητής Μιχαήλ Σκούλλος, Διευθυντής του Εργαστηρίου Χημείας Περιβάλλοντος του Τμήματος Χημείας του Ε.Κ.Π.Α. Το **Παγκόσμιο Πείραμα (Global Experiment)** είναι ένα σύνολο διαδραστικών και αποκαλυπτικών εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων για όλες τις ηλικιακές ομάδες μαθητών (από το Δημοτικό μέχρι το Λύκειο) ειδικά σχεδιασμένων για το νερό, τον πολύτιμο αυτό φυσικό πόρο.

Οι σχετικές με το Παγκόσμιο Πείραμα για το Νερό δράσεις, που προγραμματίστηκαν και συνεχίζουν να υλοποιούνται με τη συνεργασία της ΕΕΧ, του ΕΚΠΑ και του ΜΕΔΙΕΣ είναι οι ακόλουθες:

- **ΤΟ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΑ ΕΛΛΗΝΙΚΑ:** Μεταφράστηκε το σχετικό παιδαγωγικό και υποστηρικτικό υλικό για τις τέσσερις δραστηριότητες του παγκόσμιου πειράματος στην Ελληνική Γλώσσα και αναρτήθηκε στους ιστότοπους της Ε.Ε.Χ. και ΜΕΔΙΕΣ.

- **ΤΑ "KITS" ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ:** Εξήντα (60) kits που είναι απαραίτητα για την εκτέλεση των πειραμάτων, πρόκειται να διατεθούν σε ΚΠΕ και ΕΚΦΕ της χώρας που θα ενδιαφερθούν να συμμετάσχουν (χορηγία ΕΚΠΑ).

- **Η ΕΠΙΜΟΡΦΩΣΗ:** Πραγματοποιήθηκαν Επιμορφωτικές Ημερίδες στην Αθήνα, στο ΕΚΦΕ Ημαθίας, στη Βέροια στο ΚΠΕ Ελευθερίου Κορδελιού-Βερτίσκου, στη Θεσσαλονίκη. Οι ημερίδες απευθυνόταν σε στελέχη της εκπαίδευσης που είναι σε θέση να υλοποιήσουν οι ίδιοι το Παγκόσμιο Πείραμα (π.χ. ΠΕ04), ή μπορούν να δράσουν πολλαπλασιαστικά στους εκπαιδευτικούς.

- **ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΔΡΑΣΗ ΣΤΟ ΠΕΔΙΟ:** Το παγκόσμιο πείραμα, πιλοτικά, σε συνεργασία με ένα Δημοτικό, ένα Γυμνάσιο, και ένα Λύκειο της Αττικής. Επίσης στα πλαίσια των Κυριακάτικων Πρωινών που διοργανώνει η Ε.Ε.Χ. και το Ε.Ι.Ε. όλο τον Νοέμβριο εκτελέστηκε το Παγκόσμιο Πείραμα από μεγάλο αριθμό Δημοτικών, Γυμνασίων, Λυκείων σε συνεργασία με εθελοντές εκπαιδευτικούς και ερευνητές.

Αυτή η χρονιά της κρίσης που κυριάρχησε ο φόβος και ο πανικός, το 2011, έτυχε να εορτάζεται σε όλο τον κόσμο και στη χώρα μας το Διεθνές Έτος Χημείας. Στόχος όλων των εκδηλώσεων μας ήταν να αναδειχθεί **το τεράστιο εύρος της Χημείας, τα επιτεύγματά της και η συνεισφορά της στην ευημερία της ανθρωπότητας**. Το κεντρικό μήνυμα του Διεθνούς Έτους Χημείας ήταν «**Χημεία: Η Ζωή μας, το μέλλον μας**». Δικό μας χρέος είναι να αποδείξουμε, ότι δεν είναι μόνο ένα πετυχημένο σύνθημα αλλά ότι είναι πραγματικότητα, να αποδείξουμε ότι η ΕΛΠΙΔΑ για το μέλλον μας βασίζεται στην επιστήμη μας. **Για να γίνει αυτό πραγματικότητα, απαραίτητη προϋπόθεση είναι να ενώσουμε δυνάμεις, να υπάρξουν συνεργασίες**. Συνεργασίες σαν κι αυτές που επιτυγχάνουμε οι επιστήμονες διαφορετικών ειδικοτήτων που εργαζόμαστε στη μελέτη, την επεξεργασία των δεδομένων και τη διατύπωση προτάσεων και λύσεων για τα παγκόσμια ζητήματα. Αυτό προσπαθήσαμε να πετύχουμε και στη διοργάνωση του Διεθνούς Έτους Χημείας, με μοναδική μας φιλοδοξία να δείξουμε το δρόμο, να φωτίσουμε το μονοπάτι της διεξόδου από την «κρίση». Με αυτές τις προϋποθέσεις είμαστε σίγουροι, ότι θα τα καταφέρουμε γιατί: «**η ιστορία δημιουργείται, δεν είναι δεδομένη**».

# ΕΠΙΚΑΙΡΟΤΗΤΑ

## Πανελλήνιος Μαθητικός Διαγωνισμός Πειραμάτων Χημείας: Ελληνογερμανική Αγωγή, 26 Νοεμ. 2011

Η Χημεία είναι ίσως η πιο αντιφατική επιστήμη στον τρόπο διδασκαλίας της, τουλάχιστον στην Ελλάδα. Η χρησιμότητά της σε πολυάριθμους τομείς (φάρμακα, τρόφιμα, ενέργεια, γεωργία, δομικά υλικά, περιβάλλον, κλπ) είναι αντιστρόφως ανάλογη της εκπροσώπησης της στο ωρολόγιο πρόγραμμα των σχολείων: μία ώρα ανά εβδομάδα στην Β' και Γ' Γυμνασίου και δύο ώρες στην Α' και Β' Λυκείου. Στην Γ' Λυκείου προβλέπονται 2 ώρες, αλλά μόνον στη Θετική Κατεύθυνση, με αποτέλεσμα να εισάγονται στα Χημικά Τμήματα φοιτητές που δεν έχουν διδαχθεί Χημεία στην Γ' Λυκείου και που δεν την έχουν εξετασθεί κατά τις Πανελλαδικές<sup>1</sup>.

Όμως, μεταξύ των επιστημών δεν είναι μόνο η Χημεία που υποφέρει, και το φαινόμενο σαφώς δεν περιορίζεται μόνο στην Ελλάδα. Η αναφορά της επιτροπής Rocard<sup>2</sup> καταγράφει μια γενικότερη πτώση των Επιστημών στις προτιμήσεις των Ευρωπαίων μαθητών και στις κατοπινές τους σπουδές. Θεωρώντας αυταπόδεικτη τη συμβολή των Επιστημών (Φυσικής, Χημείας, Βιολογίας, κλπ) στις σημερινές τεχνολογικές κοινωνίες, το ερώτημα που ετέθη ήταν: «Πώς θα προσελκύσουμε τους μαθητές στις Επιστημονικές σπουδές;» Επικεντρώνοντας την προσοχή της στον τρόπο διδασκαλίας<sup>3</sup>, η επιτροπή Rocard κατέληξε στο ότι η αυστηρά θεωρητική διδασκαλία και η μονόδρομη «ενημέρωση» από το βιβλίο και τον μαυροπίνακα δεν γοητεύει όλους τους μαθητές. Πρότεινε λοιπόν ένα άλλο μοντέλο, που βασίζεται στο πείραμα και στην ανακάλυψη της πληροφορίας από τον ίδιο μαθητή. Δεν είναι άλλωστε αυτή ακριβώς η γοητεία που μαγεύει και τους ίδιους τους Ερευνητές; Το λεγόμενο «ανακαλυπτικό» (inquiry-based) μοντέλο επιχειρεί να επιστρατεύσει ακριβώς αυτήν τη διαπίστωση στη διδασκαλία των Επιστημών: η διδασκαλία γίνεται μέσω του πειράματος, και μπορεί να εφαρμοσθεί τόσο εντός της τάξης, όσο και εκτός.

Το Τμήμα Έρευνας και Ανάπτυξης της Ελληνογερμανικής Αγωγής έχει πολυετή εμπειρία στη διάδοση του ανακαλυπτικού μοντέλου. Στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού Προγράμματος PATHWAY<sup>4</sup> και με την ευκαιρία της ανακήρυξης του 2011 ως Διεθνούς Έτους Χημείας, αποφασίσαμε να διοργανώσουμε έναν Πανελλήνιο Μαθητικό Διαγωνισμό Πειραμάτων Χημείας, σκοπός του οποίου ήταν να κινητοποιήσει μαθητές και εκπαιδευτικούς στην υιοθέτηση της πειραματικής διδασκαλίας στη Χημεία. Πολύτιμοι αρωγοί μας στον στόχο αυτό ήταν η κα Χρύσα Τζουγκράκη, Καθηγήτρια Οργανικής Χημείας στο Τμήμα Χημείας του ΕΚΠΑ και Πρόεδρος της ΕΔΕ του ΠΜΣ ΔιΧηNET (Διδακτική της Χημείας και Νέες Εκπαιδευτικές Τεχνολογίες) και ο κ. Γιώργος Αρβανίτης Πρόεδρος της Ένωσης Ελλήνων Χημικών.

### Προετοιμασία

Σε τέτοιες διοργανώσεις το πρώτο βήμα είναι η εκστρατεία ενημέρωσης. Εκεί, πολύτιμο ρόλο έπαιξε

η ΕΕΧ, που αναδημοσίευσε την προκήρυξη του Διαγωνισμού στην ιστοσελίδα της. Και τα πρώτα ευχάριστα νέα δεν άργησαν να έρθουν.

Το ενδιαφέρον των εκπαιδευτικών, όπως αυτό καταγράφηκε από την τηλεφωνική και ηλεκτρονική επικοινωνία που είχαμε μαζί τους, ήταν πραγματικά εντυπωσιακό. Παρά τη δύσκολη οικονομική συγκυρία, παρά το απαισιόδοξο γενικότερο κλίμα και παρά τις θυσίες, που έχουν υποστεί οι εκπαιδευτικοί τον τελευταίο καιρό, υπάρχουν άνθρωποι με αστείρευτη αγάπη για τους μαθητές τους και όρεξη για δουλειά, και που διέθεσαν τον ελεύθερο χρόνο και την ενέργειά τους για να προετοιμάσουν τις ομάδες τους. Η διαπίστωση της ύπαρξης αυτών των «πολεμιστών» της εκπαίδευσης, μας αναπτόρησε το ηθικό και απέσπασε τον σεβασμό μας.

Τελικά, λάβαμε 53 συμμετοχές από 42 σχολεία όλης της Ελλάδας. Η γεωγραφική κατανομή ήταν πραγματικά αντιπροσωπευτική, καθώς λάβαμε συμμετοχές από την Ορεστιάδα μέχρι την Ιεράπετρα και από τη Ρόδο μέχρι τα Ιωάννινα. Οι ομάδες που δήλωσαν συμμετοχή απαρτιζόνταν από 101 μαθητές και 130 μαθήτριες, αποδεικνύοντας ότι το ανακαλυπτικό μοντέλο επιτρέπει την καλύτερη εμπλοκή των μαθητριών στις Φυσικές Επιστήμες.

**Πίνακας 1.** Η «ταυτότητα» των συμμετεχόντων στον Διαγωνισμό

	A' φάση	%	B' φάση	%
Δημοτικά	10	19	5	25
Γυμνάσια	19	36	5	25
Λύκεια	24	45	10	50
<b>Σύνολο</b>	<b>53</b>	<b>100</b>	<b>20</b>	<b>100</b>
Αγόρια	101	44	34	40
Κορίτσια	130	56	49	60
<b>Σύνολο</b>	<b>231</b>	<b>100</b>	<b>84</b>	<b>100</b>
Ιδιωτικά	19	36	8	40
Δημόσια	34	64	12	60
<b>Σύνολο</b>	<b>53</b>	<b>100</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

**Πίνακας 2.** Γεωγραφική κατανομή των ομάδων που έλαβαν μέρος στον Διαγωνισμό.

	A' φάση	%	B' φάση	%
Αττική	23	43	9	45
Λοιπή Στερεά	1	2	1	5
Θεσσαλονίκη	5	9	1	5
Λοιπή Μακεδονία	6	11	2	10
Αιγαίο	8	15	4	20
Κρήτη	3	6	1	5
Θράκη	4	8		
Πελοπόννησος	1	2		
Ήπειρος	1	2	1	5
Θεσσαλία	1	2	1	5
<b>Σύνολο</b>	<b>53</b>	<b>100</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

Η διαδικασία κρίσης των εργασιών είχε σχεδιασθεί στα πρότυπα του peer review process<sup>5</sup>. Την επιτροπή αξιολόγησης αποτελούσαν, εκτός του γράφοντος, ο κ. Γιάννης Σταυράκης, Υποδιευθυντής Λυκείου της Ελληνογερμανικής Αγωγής, η συνδιοργανώτρια κα Χρύσα Τζουγκράκη και ο Πρόεδρος της ΕΕΧ κ. Γιώργος Αρβανίτης. Η εντυπωσιακή συμμετοχή των σχολείων, μας παρότρυνε να επιστρατεύσουμε επιπλέον εξωτερικούς κριτές: τον κ. Σπύρο Π. Περλεπέ, Καθηγητή Ανόργανης Χημείας του Παν. Πατρών, την Δρα Κατερίνα Π. Ραπτοπούλου, Ερευνήτρια στο Ινστιτούτο Επιστήμης Υλικών του ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος» και τον κ. Νεκτάριο Τσαγλιώτη, εκπαιδευτικό και Υπεύθυνο του Εργαστηρίου Φυσικών Επιστημών του νομού Ρεθύμνης.

Στην πρώτη φάση, είχε ζητηθεί από τις ομάδες να μας αποστείλουν φύλλα εργασίας στα οποία θα περιέγραφαν τα πειράματά τους, τα φαινόμενα στα οποία βασίζονταν, καθώς και τους μαθησιακούς στόχους που έθεταν. Στην φάση αυτή, η επιτροπή έκρινε με βάση (α) την αρτιότητα των φύλλων εργασίας, και (β) την πρωτοτυπία των προτεινόμενων πειραμάτων. Ως προς το δεύτερο αυτό κριτήριο, η επιτροπή δεν περιορίστηκε στην πρωτοτυπία των χημικών αντιδράσεων, αλλά και στην πρωτοτυπία της παρουσιάσής τους, ακόμη και αν οι αντιδράσεις ήταν σχετικά συνηθισμένες. Επίσης, η επιτροπή είχε την οδηγία να συνοπτολογίζει και την ηλικία των μαθητών. Τέλος, καθώς κάποιες ομάδες επέλεξαν να υποβάλλουν και οπτικοακουστικό υλικό (βίντεο), οι κριτές έλαβαν την οδηγία να το συνοπτολογίζουν και αυτό ως κομμάτι του φύλλου εργασίας, αξιολογώντας τις πληροφορίες και την ανάλυση που περιείχε.

Η ποικιλομορφία και η πρωτοτυπία των εργασιών που υποβλήθηκαν πραγματικά μας εξέπληξαν. Οι χημικές αντιδράσεις που παρουσιάστηκαν ποίκιλλαν: εξουδετερώσεις, καύσεις, αντιδράσεις απλής και διπλής αντικατάστασης, αντιδράσεις οξειδοαναγωγής, σαπωνοποιήσεις, χημικά ρολόγια. Επιπλέον, παρουσιάστηκαν ποικίλες φυσικοχημικές διεργασίες: χρωματογραφικοί διαχωρισμοί, αναμιξιμότητες, φαινόμενο του θερμοκηπίου, ώσμωση, εκχύλιση, κινητικές μελέτες κλπ. Από την πρώτη αυτή φάση αξιολόγησης επελέγησαν οι 20 εργασίες που συγκέντρωσαν την καλύτερη βαθμολογία, όπως αυτή προέκυψε από συνοπτολογισμό των βαθμολογιών κάθε κριτή.

Εν συνεχεία οι ομάδες ενημερώθηκαν και η προετοιμασία ξεκίνησε...

### Οι τελικοί!

**Η τελική φάση** της 26ης Νοεμβρίου 2011 ξεκίνησε... μια μέρα ωρύτερα, με τις ομάδες εκτός Αττικής να καταφθάνουν και να εγκαθίστανται στο ξενοδοχείο από το πρωί της Παρασκευής. Από το απόγευμα όλες οι ομάδες είχαν τη δυνατότητα να ξεκινήσουν το στήσιμο των περιπτέρων τους. Σεβόμενοι τους κανόνες φιλοξενίας, διαθέσαμε σχολικά για τη μεταφορά των εκτός Αττικής ομάδων μεταξύ του ξενοδοχείου και των εγκαταστάσεών μας, ενώ καλέσαμε για δείπνο στο εστιατόριό μας

όσες ομάδες είχαν έρθει για το στήσιμο. Σιγά-σιγά άρχισαν να γίνονται οι πρώτες γνωριμίες μεταξύ των εκπαιδευτικών και των μαθητών των διαφόρων ομάδων και να δημιουργείται ένα φιλικό και ζεστό κλίμα.

**Η μεγάλη μέρα** ξεκίνησε από νωρίς. Οι πρώτες ομάδες άρχισαν να καταφθάνουν στο κλειστό Γυμναστήριο του σχολείου μας από νωρίς το πρωί του Σαββάτου. Οι ετοιμασίες ήταν πυρετώδεις μέχρι και τις 10.00,π.μ., οπότε και η επιτροπή αξιολόγησης ξεκίνησε την περιήγησή της.



*Το αδιαχώρητο γινόταν μπροστά από τα περίπτερα των ομάδων κατά την εκτέλεση του κάθε πειράματος.*

Ξεκίνησαμε από τα Δημοτικά που μας εντυπωσίασαν με το κέφι των μαθητών και τις πολύχρωμες διακοσμήσεις των περιπτέρων τους. Πραγματικές υπερπαραγωγές! Συνεχίσαμε με τις ομάδες των Γυμνασίων και των Λυκείων. Όσο μεγάλωναν οι τάξεις η Χημεία των πειραμάτων γινόταν πιο προχωρημένη, οι επεξηγήσεις πιο λεπτομερείς και τα περίπτερα πιο λιτά. Όπως αναρωτήθηκε ένα μέλος της επιτροπής «τι μας συμβαίνει και, καθώς μεγαλώνουμε, γινόμαστε όλο και πιο σοβαροί;».



*Το Λύκειο της Γερμανικής Σχολής Θεσσαλονίκης σε τηλεδιάσκεψη με τους συμμαθητές τους που παρουσίαζαν πείραμα από το Χημείο της Ελληνογερμανικής Αγωγής.*

Σε κάθε περίπτερο που επισκεπτόταν η επιτροπή γινόταν πραγματικά το αδιαχώρητο από τους γονείς των μαθητών, αλλά και από τους άλλους διαγωνιζόμενους, που ήθελαν να παρακολουθήσουν. Η ατμόσφαιρα ήταν

εορταστική και το κλίμα μεταξύ των ομάδων άψογο. Μια ομάδα που μας ζήτησε βιντεοπροβολέα για να κάνει μια προβολή στο περίπτερό της, μας είπε ότι τελικά θα δανειζόταν τον βιντεοπροβολέα μιας άλλης ομάδας. Συναγωνισμός και συνεργασία!



*Το Δημοτικό των Εκπαιδευτηρίων «Ροδίων Παιδεία» παρουσίασε διαχωρισμούς χρωστικών φύλλων φυτών με χρωματογραφία χάρτου, χρησιμοποιώντας φίλτρα καφέ. Φωτογραφία με μέλη της Επιτροπής Αξιολόγησης.*

Τις επιδείξεις ακολουθούσαν ερωτήσεις και συζήτηση με τους μαθητές. Πειράματα δύο ομάδων που για λόγους ασφαλείας απαιτούσαν χρήση απαγωγού έγιναν στο Χημείο του σχολείου μας και μεταδόθηκαν ζωντανά στο περίπτερο της κάθε ομάδας μέσω τηλεδιάσκεψης. Έτσι, η επιτροπή συζήτησε με τους μαθητές από μακριά και τα πειράματα έγιναν τηρώντας όλους τους κανόνες ασφαλείας.

Η περιήγησή μας κράτησε περίπου 4 ώρες. Ενδιάμεσα, οι ομάδες είχαν την ευκαιρία να επισκεφθούν την έκθεση του CERN που εκείνες τις μέρες φιλοξενούσε το σχολείο μας. Με τα πόδια και τη μέση μας να πονάνε φτάσαμε στην τελευταία ομάδα. Αυτή είχε μια απλουστατή ιδέα που όμως κανείς άλλος (ούτε εμείς) είχε σκεφτεί: τοποθέτησαν τις καρέκλες τους απέναντι από το περίπτερο, για να καθίσει η επιτροπή. Αν είχαμε ξεκινήσει ανάποδα πόση ορθοστάσια θα είχαμε γλιτώσει!

Έτσι, τελειώσαμε την περιήγησή μας με περίπου μισή ώρα καθυστέρηση. Η κούρασή μας, μας επέβαλε να διακόψουμε για ένα σύντομο μεσημεριανό. Δυστυχώς δεν άφησα τα μέλη της επιτροπής να το απολαύσουν. Η αξιολόγηση έπρεπε να ολοκληρωθεί σύμφωνα με το πρόγραμμα, ώστε όλες οι ομάδες, ακόμα και όσες θα ταξίδευαν, να μπορούν να παρακολουθήσουν την τελετή βράβευσης.

Κατά τη συνεδρίαση, τα μέλη της επιτροπής διαπίστωσαν ότι τέσσερις ομάδες κατατάσσονταν με διαφορά στήθους στην Β' και Γ' θέση. Η ποιότητα των εργασιών ήταν τέτοια που δεν μας επέτρεπε να αφήσουμε κάποιες από αυτές εκτός βάρους για λίγα εκατοστά του βαθμού. Το δίλημμα έλυσε ο κ. Αρβανίτης που πρότεινε την αθλοθεσία ενός επιπλέον Γ' βραβείου από την ΕΕΧ. Ακολουθώντας το παράδειγμά του, η οργανωτική επιτροπή ανέλαβε την αθλοθεσία ενός επιπλέον βραβείου Β' θέσης.

## Και το βραβείο πάει...

Η ώρα της αλήθειας έφτασε. Η τελετή βράβευσης ξεκίνησε με ένα σύντομο χαιρετισμό του κ. Σταυράκη και σύντομες ομιλίες της κας Χρύσας Τζουγκράκη και του κ. Γιώργου Αρβανίτη. Και μετά ήρθε η μεγάλη στιγμή. Η ανακοίνωση των βραβείων!



*Η Καθηγήτρια κα Χρύσα Τζουγκράκη μιλάει για τη «Χημεία στη ζωή μας και τη σύνδεσή της με τη διδακτική πράξη».*



*Ο Πρόεδρος της ΕΕΧ κ. Γιώργος Αρβανίτης μιλάει για «Τη φιλοσοφική λίθο, το Χάρι Πότερ και... τη Χημεία».*

Ξεκινήσαμε από την Γ' θέση κρατώντας την αγωνία στο μέγιστο. Τα δύο βραβεία απονεμήθηκαν από τους κκ. Σταυράκη και Ραπτοπούλου. Οι ομάδες που τα κέρδισαν ήταν:

- **ΓΕΛ Προβατά Σερρών:** «Αντιδράσεις Οξειδοαναγωγής» (Παρουσίαση και επεξήγηση σειράς οξειδοαναγωγικών αντιδράσεων).

- **Πειραματικό Λύκειο Ηρακλείου Κρήτης:** «Πειράματα Χημείας σε Μικροκλίμακα» (Παρουσίαση καινοτόμου μεθόδου εκτέλεσης πειραμάτων χημείας σε μικροκλίμακα και... χωρίς γυαλικά!).





Ο κ. Γιάννης Σταυράκης απένειμε βραβείο Γ' θέσης στο ΓΕΛ Προβατά Σερρών.



Η Δρ. Κατερίνα Ραπτοπούλου απένειμε βραβείο Γ' θέσης στο Πειραματικό Λύκειο Ηρακλείου Κρήτης.

Εν συνεχεία οι κκ. Αρβανίτης και Περλεπές απένειμαν τα δύο βραβεία Β' Θέσης στις ομάδες:

- **Λύκειο Εκπαιδευτηρίων Αυγουλέα-Λιναρδάτου:** «1+1 Καθυστερημένες αντιδράσεις» (Κινητική μελέτη της αντίδρασης  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  και  $\text{KIO}_3$ ).



Ο Καθηγητής κ. Σπύρος Περλεπές (δεύτερος από αριστερά) απένειμε βραβείο Β' θέσης στο Λύκειο των Εκπαιδευτηρίων Αυγουλέα-Λιναρδάτου.

- **Γυμνάσιο Ελληνογερμανικής Αγωγής:** «Το "κρασί" που γίνεται νερό και οι "μαγικές" του ιδιότητες

στο αργίλιο» (Εξουδετέρωση υδατικού αλκαλικού διαλύματος με την... ανάσα μας και αντίδραση σκόνης αργιλίου με νερό)



Ο Πρόεδρος της ΕΕΧ κ. Γιώργος Αρβανίτης απένειμε βραβείο Β' θέσης στο Γυμνάσιο των Εκπαιδευτηρίων «Ελληνογερμανική Αγωγή».

Την απονομή του πρώτου βραβείου έκανε η κα Τζουγκράκη. Το βραβείο κέρδισε το **Δημοτικό Σχολείο Αγίας Παρασκευής Λέσβου**, που παρουσίασε την εργασία «Η Χημεία... της καρδιάς μας!». Τα παιδιά εκτέλεσαν διαχωρισμούς χρωστικών από μαρκαδόρους χρησιμοποιώντας χρωματογραφία λεπτής στιβάδας. Και τα πλακίδια τα έφτιαξαν από... ζελατίνα για διαφάνειες και κορν φλάουρ!

Με τους πανηγυρισμούς της ομάδας από τη Λέσβο η ένταση της βραδιάς κορυφώθηκε και έδωσε τη θέση της, όπως ήταν αναμενόμενο, στα ανάμικτα συναισθήματα των ομάδων. Με τον Διαγωνισμό να πλησιάζει στο τέλος του ελπίζουμε να πετύχαμε τους στόχους μας: να δώσουμε στους μαθητές μια μοναδική εμπειρία, ανεξαρτήτως νίκης ή ήττας, να τους δώσουμε μια αφορμή να έρθουν πιο κοντά στην πειραματική διαδικασία και, ίσως, να γνωρίσαμε μερικούς μελλοντικούς συναδέλφους μας!

Άλλωστε όλοι από τα θρανία ξεκινήσαμε.



Η Καθηγήτρια κα Χρύσα Τζουγκράκη απένειμε το Α' βραβείο στο Δημοτικό Αγίας Παρασκευής Λέσβου.

## Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους εκπαιδευτικούς που συμμετείχαν στις δύο φάσεις του Διαγωνισμού και που έδωσαν πνοή στην προσπάθειά μας. Επίσης, για την κάλυψη των εξόδων του Διαγωνισμού, το πρόγραμμα Pathway to Inquiry-based Science Teaching ([www.bayceer.uni-bayreuth.de/pathway](http://www.bayceer.uni-bayreuth.de/pathway)) που χρηματοδοτείται από το FP7 (Capacities - Science in Society, THEME SiS-2010-2.2.1.1, αρ. Συμβολαίου 266624). Τέλος όλους τους συναδέλφους για την άριστη συνεργασία σε αυτήν την ομαδική δουλειά.

## Παραπομπές

<sup>1</sup> Ανεκδοτολογικά, αναφέρω σχόλιο που μου έκανε πρωτοετής φοιτητής του Πανεπιστημίου Πατρών, όταν δίδασκα εργαστηριακά φροντιστήρια Ανόργανης Χημείας: «Αν μας μιλήσετε για τροχιακά, εγώ θα φύγω. Καλύτερα να μας πείτε για τα mol». Αν και ενδέχεται το γνωστικό επίπεδο του συγκεκριμένου φοιτητή να μη χαρακτηρίζει εκείνο των άλλων εισακτέων Τεχνολογικής Κατεύθυνσης, είναι βέβαιο ότι δεν θα περνούσε σε Χημικό Τμήμα αν εξεταζόταν στην Χημεία κατά τις Πανελλαδικές.

<sup>2</sup> European Commission, Directorate-General for Research Science, Economy and Society, Science Education NOW: a

Renewed Pedagogy for the Future of Europe, 2007 (διαθέσιμο στο [http://ec.europa.eu/research/science-society/document\\_library/pdf\\_06/report-rocard-on-science-education\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf)).

<sup>3</sup> Προφανώς, το πρόσφατο γόητρο που κέρδισαν οι σπουδές σε μη επιστημονικά πεδία (οικονομικά, μάρκετινγκ κλπ) αποτελεί επιπλέον αίτιο πώσης τους ενδιαφέροντος σε επιστημονικές σπουδές.

<sup>4</sup> Επιθυμώντας να έχουμε όσο το δυνατόν πιο αντιπροσωπευτική εκπροσώπηση από όλη την χώρα, με την βοήθεια του προγράμματος PATHWAY καλύψαμε τα έξοδα διαμονής και μετακίνησης των ομάδων που θα έρχονταν εκτός Αττικής.

<sup>5</sup> Εκτός από τους κριτές της ΕΑ επιστρατεύθηκαν και εξωτερικοί κριτές. Επιπλέον, οι κριτές δεν είχαν επικοινωνία μεταξύ τους, και η βαθμολογία που έδωσε κάθε κριτής σε κάθε εργασία ανακοινώθηκε ανωνύμως. Για προφανείς λόγους είχε προβλεφθεί ότι οι αξιολογητές από την ΕΑ (κκ. Σταυράκης και Μπούνταλης) δεν θα αξιολογούσαν τις εργασίες που θα υποβάλλονταν από ομάδες του ίδιου του σχολείου.

**Αθανάσιος Κ. Μπούνταλης**

Τμήμα Έρευνας και Ανάπτυξης, Ελληνογερμανική Αγωγή, Δημητρίου Παναγέα, 15351 Παλλήνη. E-mail: [boudalis@ea.gr](mailto:boudalis@ea.gr), τηλ. 210-8176799, Fax: 210-6032795.

### ΕΝΩΣΗ ΕΛΛΗΝΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟ ΤΜΗΜΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Νομικό Πρόσωπο Δημ. Δικαίου ν. (1804/88)  
Σκενδεράνη 2 - Βόλος 38 221  
Τηλ. & Fax: 24210 - 37421  
Email : [eexthes@eex.gr](mailto:eexthes@eex.gr)

Βόλος 30-12-2011  
Αριθμ.Πρωτ. 60

#### Θέμα: Πρόσκληση Ετήσιας Τακτικής Γενικής Συνέλευσης

Αγαπητοί Συνάδελφοι

Σας προσκαλούμε στην ετήσια Γενική Συνέλευση των μελών του Περιφερειακού Τμήματος Θεσσαλίας της ΕΕΧ για το έτος 2012, σύμφωνα με το καταστατικό της Ε.Ε.Χ., που θα γίνει την Κυριακή 05 Φεβρουαρίου 2012 και ώρα 11:00 π.μ στην αίθουσα του Π.Τ Θεσσαλίας (Σκενδεράνη 2, Βόλος).

Σε περίπτωση που δεν θα υπάρξει απαρτία την ημέρα αυτή η Γενική Συνέλευση **θα γίνει οπωσδήποτε την Κυριακή 12 Φεβρουαρίου 2012 στο ίδιο μέρος και την ίδια ώρα.**

Η ημερήσια διάταξη θα περιλαμβάνει τα εξής θέματα:

- 1) Έκθεση της Δ.Ε για τα πεπραγμένα της περιόδου 2011.
- 2) Οικονομικός απολογισμός για την ίδια περίοδο 2011.
- 3) Έκθεση της εξελεγκτικής επιτροπής για την περίοδο 2011.
- 4) Προγραμματισμός δραστηριοτήτων για το 2012.
- 5) Προϋπολογισμός του Π.Τ για την περίοδο 2013.
- 6) Διάφορα θέματα-προτάσεις μελών.

Η Δ.Ε. του Π.Τ Θεσσαλίας της Ε.Ε.Χ εύχεται σε όλους σας καλή χρονιά με υγεία, προκοπή, αισιοδοξία για το αύριο και σας καλεί να δηλώσετε το παρόν σε μια κοινή προσπάθεια για την αποτελεσματική λειτουργία της Ένωσης, την προβολή του έργου της στην τοπική κοινωνία και την επίλυση των προβλημάτων του κλάδου μας, στη δύσκολη περίοδο που διανύουμε.

Επίσης θα θέλαμε να σας ενημερώσουμε ότι με απόφαση της Δ.Ε. θα πραγματοποιηθεί συνεστιάση των μελών και των φίλων μας, με κοπή της πρωτοχρονιάτικης πίτας στη Λάρισα, στις 18 Φεβρουαρίου 2012, Σάββατο μεσημέρι. Για την ακριβή ώρα και το χώρο της εκδήλωσης θα ενημερωθείτε έγκαιρα και μέσω της ιστοσελίδας [www.eex.gr](http://www.eex.gr)

Για τη Δ.Ε

Ο Πρόεδρος

Η Γ. Γραμματέας

Αριστοτέλης Κανλής

Γεωργία Παλιγιάννη

# ΒΙΒΛΙΟΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ

## Ο κος Οξυγόνο και η μαγεία της χημείας

Με το όνειρο να προάγουμε την αγάπη των νέων για τη Χημεία, κάτι που αποτέλεσε κύριο στόχο της IUPAC στα πλαίσια του Διεθνούς Έτους Χημείας 2011, η Ένωση Ελλήνων Χημικών, σε συνεργασία με τις Εκδόσεις Ουράνιο Τόξο και τη συγγραφέα και Δρ χημικό, Μαρία Αναστασιάδου, δημιουργήσαμε τον **Κο Οξυγόνο**. Η Δρ. Μαρία Αναστασιάδου είναι απόφοιτος του Τμήματος Χημείας του Πανεπιστημίου Πατρών με μεταπτυχιακές σπουδές στα γαλλικά Πανεπιστήμια Toulouse III και Paris XI. Την τελευταία δεκαετία εργάζεται σε εργαστήριο ελέγχου τροφίμων στο Γενικό Χημείο του Κράτους, και αποτελεί σημείο επαφής του οργανισμού για το Διεθνές Έτος Χημείας 2011. Έχει παρακολουθήσει σεμινάρια δημιουργικής γραφής στο Εθνικό Κέντρο Βιβλίου.

Πρωταγωνιστής του βιβλίου ο κος Οξυγόνο ούτε καλός, ούτε κακός, είναι άτομο ιδιαίτερα ανασφαλές και περιπετειώδες. Δεν μπορεί να κάνει τίποτα μόνος του κι αλλάζει διαρκώς παρέα. Όταν βρίσκεται με τους φίλους του τα υδρογόνα, μετατρέπεται σε νεράκι για να κολυμπάμε μέσα του, να πλενόμαστε ή να το πίνουμε. Στον αέρα κυκλοφορεί με το δίδυμο αδερφό του, ένα δεύτερο κο Οξυγόνο, ενώ μέσα μας συναντούν τον άνθρακα κι ενώνονται μαζί του για να φτιάξουν διοξείδιο του άνθρακα...

Το βιβλίο απευθύνεται σε παιδιά του δημοτικού που μέσα απ' τις σελίδες του ανακαλύπτουν πόσο σημαντικό ρόλο παίζει ο κος Οξυγόνο στη ζωή μας είτε βρίσκεται στον αέρα, στην άμμο και στα χρώματα, είτε στο σώμα μας, στο φάρμακο που παίρνουμε, όταν αρρωσταίνουμε, αλλά και στο φαγητό μας.

Ο κος Οξυγόνο έχει κι έναν κολλητό φίλο, έναν δράκο, που μας συντροφεύει στο ταξίδι μας μέσα στο μικρόκοσμο των χημικών ενώσεων. Χάρης στις υπέροχες ζωγραφιές του εικονογράφου,

Γιώργου Αγαδάκου, τα παιδιά ταυτίζονται με τα παθήματα του δράκου, ενώ η λυτή αφήγηση της συγγραφέα κάνει τη χημεία να δείχνει προσιτή και διασκεδαστική.

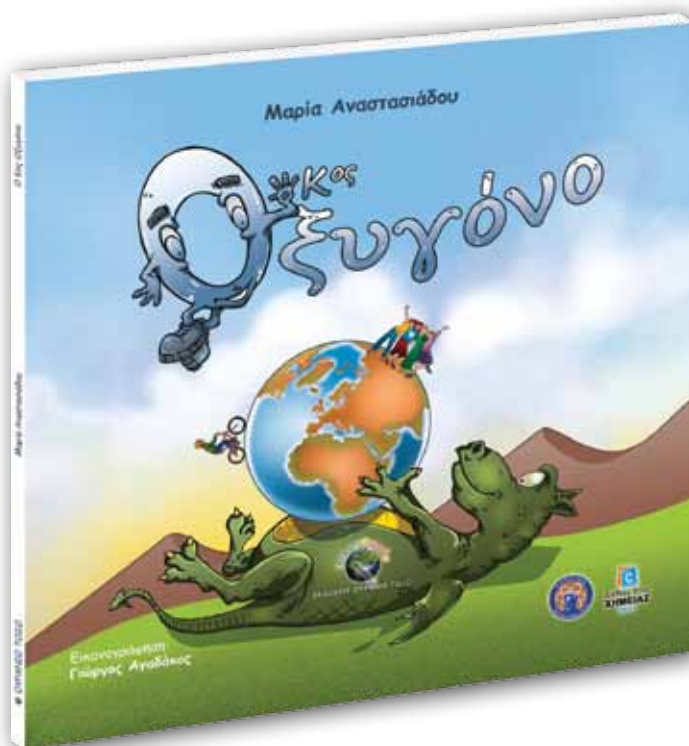
Κι αν φτιάχναμε κι εμείς το δικό μας συνδυασμό χημικών στοιχείων και του προσθέταμε και λίγα οξυγόνα παραπάνω; Πόσο το δημιουργήμα μας θα επηρέαζε το μέλλον της ανθρωπότητας;

Επειδή στην παγκόσμια αγορά ελάχιστα είναι τα παιδικά βιβλία με θέμα τη χημεία και όσα υπάρχουν, είναι κυρίως εγκυκλοπαιδικού ενδιαφέροντος, το έργο αυτό ανοίγει ένα νέο κεφάλαιο στην ιστορία του εικονογραφημένου παιδικού βιβλίου μες στην καλύτερη λογοτεχνικά εποχή του.

Εκτός από γνώση και διασκέδαση ο κος Οξυγόνο προτείνει

στα παιδιά κι ένα σούπερ ηφαιστειοπείραμα, προκαλώντας τα να δοκιμάσουν το χημικό τους ταλέντο με υλικά εύχρηστα και ακίνδυνα.

Ο κος Οξυγόνο παρουσιάστηκε στα Κυριακάτικα Πρωινά του Εθνικού Ιδρύματος Ερευνών στα πλαίσια του Διεθνούς Έτους Χημείας (ΕΙΕ, 13 Νοεμβρίου 2011). Η παρουσίαση έγινε με δραματοποίηση της επιστημονικής θεατρικής ομάδας του British Council, Famelab.



International Year of  
**CHEMISTRY**  
2011

**Γιώργος Αρβανίτης**  
Πρόεδρος της ΕΕΧ

# ΕΠΙΚΑΙΡΟΤΗΤΑ

## Σεμινάριο Διδακτικής της Χημείας

Το τμήμα Παιδείας και Χημικής Εκπαίδευσης της ΕΕΧ διοργάνωσε σεμινάριο Διδακτικής της Χημείας, στο πλαίσιο του εορτασμού του Διεθνούς Έτους Χημείας.

Το σεμινάριο πραγματοποιήθηκε στο Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών στις 21 και 28 Νοεμβρίου 2011 και το παρακολούθησαν με ιδιαίτερο ενδιαφέρον εκπαιδευτικοί - διδάσκοντες Χημεία (Χημικοί, Βιολόγοι και Φυσικοί).

Τα θέματα του σεμιναρίου ήταν σε μεγάλο μέρος τους καινοτόμες διδακτικές προσεγγίσεις της Χημείας καθώς και προτάσεις για την πειραματική διδασκαλία της Χημείας.

### Πρόγραμμα του σεμιναρίου

#### 21 Νοεμ. 2011 (Διδακτική της Χημείας)

Ωρα	Εισηγητής	Θέμα εισήγησης
17.00-17.30	Κώστας Σκορδούλης	«Θεωρίες για τη δομή της ύλης, από το Δημόκριτο στο Bohr»
17.30-18.00	Αγγελική Τρικαλίτη	«Η διδασκαλία της Χημείας και η φύση της επιστήμης»
18.00-18.30	Αβραάμ Μαυρόπουλος	«Διδασκαλία χρήσιμης και ενδιαφέρουσας Χημείας με χρήση ερωτήσεων του πραγματικού κόσμου - της καθημερινής ζωής»
Διάλειμμα		Έκθεση βιβλίου Χημείας
19.00-19.30	Ελένη Δανίλη	«Πώς να κάνουμε τη διδασκαλία της Χημείας προσιτή και ενδιαφέρουσα. Τι δείχνουν τα αποτελέσματα κάποιων ερευνών»
19.30-20.00	Ευδοκία Πατσιλινάκου	«Από το μόριο... στο mol: Μια διδακτική πρόταση»
20.00-20.30	Δ.Χηνιάδης	Η εκπαίδευση στο νεοσύστατο ελληνικό κράτος και το μάθημα της Χημείας

#### 28 Νοεμ. 2011 (Πειραματική Διδασκαλία της Χημείας)

Ωρα	Εισηγητής	Θέμα εισήγησης
17.00-17.30	Φιλένια Σιδέρη	«Ότι είναι γρήγορο, είναι και αυθόρμητο;»
17.30-18.00	Κώστας Καφετζόπουλος	«Χημεία και τέχνη στο σχολικό εργαστήριο»
18.00-18.30	Λιάνα Χαραλαμπίτου	«Η καθοδηγούμενη ανακάλυψη ως διδακτική μέθοδος στο εργαστήριο Χημείας»
Διάλειμμα		Έκθεση βιβλίου Χημείας
19.00-19.30	Μανόλης Αλισαβάκης	«Διδακτικό σενάριο με χρήση ΤΠΕ στην ενότητα: Δομή του ατόμου και χημικοί δεσμοί»
19.30-20.00	Παναγιώτης Καλούλης	«Το πείραμα στη διδασκαλία της χημείας... δε θα καεί ποτέ!»
20.00-20.30	Λουίζα Γεωργιάδου	«Το πείραμα και τα πολυμέσα στη διδασκαλία της χημικής αντίδρασης στη Β' τάξη Γυμνασίου»

## «Παγκόσμιο πείραμα νερού, μια εκπαιδευτική – πειραματική δραστηριότητα για όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης»

Το 2011 έχει ανακηρυχτεί έτος Χημείας με πρωτοβουλία της IUPAC και της UNESCO. Στα πλαίσια του έτους χημείας η IUPAC και η UNESCO σε συνεργασία με επιστημονικές ενώσεις, ακαδημίες, ιδρύματα, εθνικές και τοπικές πρωτοβουλίες έχουν οργανώσει - υπό το ενοποιημένο θέμα «χημεία - η ζωή μας, το μέλλον μας» μια σειρά διαδραστικών, διασκεδαστικών εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων για όλες τις ηλικίες. Η κεντρική εκπαιδευτική δραστηριότητα που απευθύνεται σε μαθητές όλων των βαθμίδων είναι το «παγκόσμιο πείραμα νερού».

Το παγκόσμιο πείραμα νερού αναφέρεται σε 4 εκπαιδευτικές εργαστηριακές δραστηριότητες, δύο που αφορούν στην ποιότητα του νερού και δύο που αφορούν στην επεξεργασία του.

Συγκεκριμένα οι δραστηριότητες είναι:

■ **Οξύτητα - pH του πλανήτη:** οι μαθητές μετρούν το pH μιας τοπικής πηγής και μελετούν την οξύτητα των δειγμάτων νερού.

■ **Αλατότητα - νερό με αλάτι:** η αλατότητα ενός δείγματος νερού μετράται με την εξάτμιση.

■ **Επεξεργασία νερού - νερό: χωρίς βρωμιές, χωρίς μικρόβια** - ένα βρώμικο δείγμα νερού πρώτα καθαρίζεται με ένα αυτοσχέδιο φίλτρο και κατόπιν απολυμαίνεται.

■ **Απόσταξη - ηλιακός αποστακτήρας** - οι μαθητές κατασκευάζουν και ελέγχουν έναν ηλιακό αποστακτήρα, εξερευνούν τη λειτουργία του και κατόπιν κατασκευάζουν έναν αποστακτήρα με δικό τους σχέδιο.

Οι εργαστηριακές δραστηριότητες εκτελούνται από ομάδες μαθητών με απλά πακέτα υλικών μικροκλίμακας που έχουν σχεδιαστεί από το Radmaste Centre του University of Witwatersrand του Johannesburg ειδικά για αυτό το σκοπό.

Το παγκόσμιο πείραμα είναι σχεδιασμένο για να πραγματοποιηθεί με πακέτα χημείας μικροκλίμακας τα οποία έχουν σημαντικά χαμηλό κόστος λόγω του ότι απευθύνονται σε μαθητές και σχολεία όλου του κόσμου. Τα πλεονεκτήματα που έχουν τα πακέτα μικροκλίμακας εκτός του χαμηλού κόστους είναι ότι:

■ Μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στο πεδίο και στο εργαστήριο

■ Είναι απλά στη χρήση και ασφαλή γιατί περιέχουν άθραυστο εξοπλισμό

■ Εισάγουν τους μαθητές σε μια νέα εργαστηριακή «κουλτούρα»

Οι ομάδες μαθητών που συμμετέχουν ανεβάζουν τα αποτελέσματα τους σε έναν δικτυακό τόπο που έχει δημιουργηθεί γι' αυτό το σκοπό, διαμορφώνοντας έτσι έναν παγκόσμιο χάρτη για το νερό, ενώ παράλληλα γίνονται μέλη μιας παγκόσμιας μαθητικής κοινότητας.

Το παγκόσμιο πείραμα εμφανίζει σημαντικά

πλεονεκτήματα στη διαδικασία διεξαγωγής του από τους μαθητές γιατί στη χώρα μας έχει υιοθετηθεί από το ελληνικό τμήμα της UNESCO, την Ένωση Ελλήνων Χημικών και το πανεπιστήμιο Αθηνών, του οποίου ο φορέας MEdIES (μεσογειακή εκπαιδευτική πρωτοβουλία) έχει ολοκλήρωση την τεκμηρίωση και την προσαρμογή των φύλλων εργασιών, οδηγιών για τον εκπαιδευτή κ.λ.π. στην ελληνική γλώσσα και την ελληνική εκπαιδευτική πραγματικότητα.

Στα πλαίσια της ενημέρωσης της εκπαιδευτικής και επιστημονικής κοινότητας για το παγκόσμιο πείραμα νερού έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές εκδηλώσεις με τη συνεργασία κυρίως της Ένωσης Ελλήνων Χημικών και του φορέα MEdIES. Συγκεκριμένα το πείραμα έχει παρουσιαστεί σε εκπαιδευτικούς, δευτεροβάθμιας κυρίως εκπαίδευσης, στο συνέδριο χημείας, που πραγματοποιήθηκε από την EEX και την ΠΕΕΧ στην Κύπρο 27 έως 30/10 καθώς και στο συνέδριο της EEX στη Θεσσαλονίκη στις 9-12/12 σε ειδική εκπαιδευτική ημερίδα. Επίσης με τη συνεργασία του MEdIES έχει παρουσιαστεί σε ημερίδες σε διάφορα μέρη της Ελλάδας με τη συμμετοχή εκπαιδευτικών φυσικών και περιβαλλοντικών επιστημών, υπευθύνων Ε.Κ.Φ.Ε. και Κ.Π.Ε., σχολικών συμβούλων και άλλων.

**Περισσότερες πληροφορίες** μπορείτε να βρείτε στους κάτωθι συνδέσμους:

■ Η ιστοσελίδα του Διεθνούς Έτους Χημείας:

<http://www.chemistry2011.org/>

■ Το Παγκόσμιο Πείραμα και πώς μπορείτε να συμμετέχετε:

<http://water.chemistry2011.org/web/iyc>

■ Η Ένωση Ελλήνων Χημικών:

<http://www.eex.gr/Pages/Default.aspx>

■ Η Διερευνητική Μάθηση για το υλικό μικροκλίμακας:

<http://www.why.gr/>

*Για τη Διερευνητική Μάθηση*

**Γιάννης Γεωργίου**

*Φυσικός*

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

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

### Ανακοίνωση

Όποιος συνάδελφος ενδιαφέρεται να αποκτήσει παλαιά τεύχη των Χημικών Χρονικών, να επικοινωνήσει με την κ. Τσιμπογιάννη, υπεύθυνη επιμέλειας του περιοδικού, στο τηλέφωνο 210.3821.524.

## Διήμερο Επιστημονικό Συνέδριο «ΔΙΕΘΝΕΣ ΕΤΟΣ ΧΗΜΕΙΑΣ 2011 ΗΜΕΡΕΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ»

Με μεγάλη επιτυχία πραγματοποιήθηκε στις 4 και 5 Νοεμβρίου 2011, το διήμερο επιστημονικό Συνέδριο με θέμα «ΔΙΕΘΝΕΣ ΕΤΟΣ ΧΗΜΕΙΑΣ 2011: ΗΜΕΡΕΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ», που διοργάνωσε το **Τμήμα Τροφίμων της Ένωσης Ελλήνων Χημικών**, με τη συνεργασία του **Ενιαίου Φορέα Ελέγχου Τροφίμων**, του **Γενικού Χημείου του Κράτους** και του **Περιφερειακού Τμήματος Αττικής και Κυκλάδων της ΕΕΧ**. Το Συνέδριο παρακολούθησαν περισσότερα από 200 άτομα, προερχόμενα από την ακαδημαϊκή και ερευνητική κοινότητα, τη Βιομηχανία και τους φορείς ελέγχου του χώρου των τροφίμων.

Σκοπός του Συνεδρίου ήταν να γίνει διάχυση της σύγχρονης επιστημονικής γνώσης, να παρουσιαστούν νέα επιστημονικά δεδομένα και να συζητηθούν επίκαιρα θέματα, που αφορούν στην παραγωγή και κατανάλωση των τροφίμων.

Το Συνέδριο, που πραγματοποιήθηκε στο Αμφιθέατρο του Γενικού Χημείου του Κράτους, περιελάμβανε 6 θεματικές ενότητες, όπου παρουσιάστηκαν συνολικά 36 προφορικές εργασίες, πραγματοποιήθηκαν 3 μικρά σεμινάρια οργανοληπτικού ελέγχου, 1 Στρογγυλό Τραπέζι και αναρτήθηκαν και 22 γραπτές εργασίες (poster).



Το Συνέδριο ξεκίνησε με τους χαιρετισμούς της Γενικής Διευθύντριας του Γενικού Χημείου του Κράτους, κας Μ. Παπαθανασίου και του Προέδρου της ΕΕΧ, κ. Γ. Αρβανίτη. Η Πρόεδρος του Τμήματος Τροφίμων, κα Ι. Πετροχείλου, έκανε μία εισαγωγή σχετικά με τους στόχους και τα περιεχόμενα του Συνεδρίου. Στη συνέχεια ξεκίνησαν οι παρουσιάσεις των προφορικών εργασιών, στα πλαίσια των 6 θεματικών ενότητων, που ήταν οι εξής:

1. Ποιότητα, Ασφάλεια, Νομοθεσία και Οργανοληπτικός Έλεγχος Τροφίμων.
2. Εξελίξεις στη Σύγχρονη Αναλυτική Οργανολογία.
3. Τεχνολογία και Βιοτεχνολογία Τροφίμων.

4. Διατροφή και Υγεία.
5. Χημεία και Ανάλυση Τροφίμων.
6. Συσσκευασία και επισήμανση Τροφίμων.

Η ανταπόκριση των Πανεπιστημίων, των ερευνητικών Ινστιτούτων, των Τεχνολογικών Ιδρυμάτων και άλλων φορέων ήταν πολύ μεγάλη και κάλυπτε το σύνολο του ελληνικού ερευνητικού χάρτη.

Ιδιαίτερη αναφορά πρέπει να γίνει στην εργασία με θέμα «Migration of mineral oil from recycled paperboard into packed food», που έγινε από τον κ. M. Biedermann του Official Food Control Authority of the Canton of Zurich. Στα πλαίσια της εργασίας αυτής παρουσιάστηκαν οι πηγές προέλευσης του ορυκτελαίου στις χάρτινες συσκευασίες, που είναι το μελάνι εκτύπωσης των ετικετών και οι ανακυκλωμένες χάρτινες συσκευασίες, που μπορεί να περιέχουν μέχρι και 0,1% ορυκτέλαια. Παρουσιάστηκαν επίσης τα αποτελέσματα ελέγχων σχετικά με τη μετανάστευση ορυκτελαίου από τη χάρτινη συσκευασία, που πραγματοποιήθηκαν σε 119 συσκευασμένα τρόφιμα. Από τους ελέγχους αυτούς βρέθηκε, ότι το περιεχόμενο σε ορυκτέλαια ξεπερνά το επιτρεπτό όριο, συχνά κατά 10-100 φορές, ενώ η μετανάστευση μπορεί να γίνει ακόμη και αν υπάρχει επιπλέον εσωτερικό σακουλάκι από χαρτί ή από πολυαιθυλένιο.

Οι διοργανωτές του Συνεδρίου γνωρίζοντας ότι η οργανοληπτική εξέταση των τροφίμων έχει ιδιαίτερη σημασία για τον έλεγχο των τροφίμων, δεδομένου ότι σχετίζεται με ποιοτικά χαρακτηριστικά που αξιολογούνται άμεσα από τον καταναλωτή, διοργάνωσαν 3 μικρά σεμινάρια οργανοληπτικού ελέγχου, 20 ατόμων το καθένα, στις εξής κατηγορίες τροφίμων:

1. Αρτοσκευάσματα.
2. Αλλαντικά.
3. Ελαιόλαδο.

Το σεμινάριο οργανοληπτικού ελέγχου, που αφορούσε στα Αρτοσκευάσματα, παρουσίασε η Καθηγήτρια Κ. Τζιά. Τα προϊόντα, που εξετάστηκαν ήταν μπισκότα, ενώ τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά που ελέγχθηκαν ήταν η εμφάνιση, το χρώμα, η υφή (στο χέρι ή στο στόμα κατά το μάσημα), η γεύση και το άρωμα.

Το επόμενο σεμινάριο οργανοληπτικού ελέγχου, αφορούσε στα Αλλαντικά και παρουσιάστηκε από τον κ. Λ. Τσιαπάρρα, όπου εξετάστηκαν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά εμφάνιση/ χρώμα, δάγκωμα, γεύση, άρωμα και επίγευση.

Το τελευταίο σεμινάριο οργανοληπτικού ελέγχου, που αφορούσε στο Ελαιόλαδο, παρουσίασαν οι κες

Λ. Καπάτου και Ζ. Σπηράντη και οι κ.κ. Μ. Βασιλάκης και Γ. Κατσαδώρας και έγινε με στόχο να καταταγούν τα διάφορα ελαιόλαδα, που παρουσιάστηκαν, στην κατάλληλη κατηγορία (Εξαιρετικό παρθένο, Παρθένο, Μειονεκτικό παρθένο ελαιόλαδο).

Το ενδιαφέρον για τα οργανοληπτικά σεμινάρια ήταν ιδιαίτερα μεγάλο με αποτέλεσμα να καλυφθεί το όριο των 20 συμμετοχών και στα τρία, ενώ οι συμμετέχοντες επεσήμαναν, ότι ήταν πολύ ενδιαφέροντα.

Επιπλέον, στα πλαίσια του Συνεδρίου, διοργανώθηκε Στρογγυλό Τραπέζι με θέμα «Ασφάλεια Τροφίμων: Αδιαπραγμάτευτη Αξία σε Καιρό Οικονομικής Κρίσης», που συμμετείχαν, ο κ. Γαρδίκης / ΓΧΚ, ο Δρ Κ. Μπαρμπέρης / ΕΦΕΤ, ο κ. Ρ. Γαμβρός / ΣΕΒΤ, η κα Ε. Αλευρίτου / ΕΚΠΟΙΖΩ, η κα Α. Ρεμούνδου / ΕΛΟΤ και ο Καθηγητής κ. Γ. Μπόσκου / Χαρ. Παν. Το Τραπέζι συντόνισε ο Καθηγητής κ. Μ. Κωμαΐτης / Πρόεδρος της Επιστημονικής Επιτροπής Συνεδρίου. Στις εισαγωγικές εισηγήσεις, που έκαναν οι συμμετέχοντες, παρουσίασαν το ρόλο του φορέα που εκπροσωπούσαν και τις θέσεις του για την Ασφάλεια των Τροφίμων και τόνισαν, ότι η κρίση δεν έχει επηρεάσει αρνητικά τον έλεγχο των τροφίμων και δεν έχουν παρατηρηθεί φαινόμενα υποβάθμισης της ποιότητας και ασφάλειας των τροφίμων.

Στα πλαίσια του Συνεδρίου, βραβεύτηκαν οι 2 καλύτερες προφορικές εργασίες και το καλύτερο poster. Η επιτροπή, που επέλεξε τις 2 καλύτερες προφορικές εργασίες, απαρτιζόταν από τον Καθηγητή κ. Ν. Ανδρικόπουλο, τον κ. Δ. Γαλατά και τον κ. Ρ. Γαμβρό, ενώ η επιτροπή αξιολόγησης των poster απαρτιζόταν από την Καθηγήτρια Κ. Τζιά και τη Δρ Δ. Τσίπη. Οι 2 καλύτερες προφορικές εργασίες ήταν οι εξής:

■ «Μελέτη της καρδιοπροστατευτικής δράσης λιποειδών τσιπούρας ιχθυοτροφείου, που τράφηκε με τροφή εμπλουτισμού με ελαιοπυρήνα» από την ομάδα του Τμήματος Χημείας του ΕΚΠΑ, που αποτελείτο από τις κες Β. Γκογκάκη και Νασοπούλου και τους κ.κ. Σταματάκη, Δημόπουλο και Ζαμπετάκη. Στα πλαίσια της εργασίας αυτής μελετήθηκε η επίδραση της μερικής αντικατάστασης του ιχθυελαίου με ελαιοπυρήνα στην

ιχθυοτροφή τσιπούρας και βρέθηκε ότι δεν επηρεάζει το ρυθμό ανάπτυξης των ψαριών, ενώ παρατηρήθηκε αυξημένη βιολογική δραστηριότητα, που αποδόθηκε στη δραστηριότητα του ελαιοπυρήνα και όχι στα ακόρεστα λιπαρά οξέα του ψαριού.

■ «Φυσικά αντιοξειδωτικά, αντιοξειδωτική δράση και in vitro βιολογική δράση αφεψημάτων από Ελληνικά βότανα», από την ομάδα του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου, που αποτελείτο από την κα Δ. Κογιάννου, τον κ. Ν. Καλογερόπουλο και την κα Α. Καλιώρα. Στην εργασία αυτή προσδιορίστηκαν τα πολυφαινολικά συστατικά και η αντιοξειδωτική ικανότητα αφεψημάτων από βότανα της Ελληνικής χλωρίδας και βρέθηκε ότι παρουσίαζαν χημειοπροστατευτική δράση, αναστέλλοντας την ανάπτυξη των καρκινικών κυττάρων και μειώνοντας τη φλεγμονή.

Το poster, που βραβεύτηκε ως καλύτερο είχε θέμα «Ανάπτυξη και αξιολόγηση μεθόδου υγροχρωματογραφίας-φασματομετρίας μαζών για τον ποσοτικό προσδιορισμό σουλφαθειαζίνης σε μύχθυος», από την ομάδα του ΕΚΘΕ και του Τμήματος Χημείας του ΕΚΠΑ, αποτελούμενη από τους κ.κ. Β. Ζωνάρα και Μ. Κουππάρη. Η εργασία περιγράφει την ανάπτυξη μεθόδου προσδιορισμού και αξιολόγησης της σουλφαθειαζίνης σε μύχθυος. Σύμφωνα με την έρευνα, η εν λόγω μέθοδος επιτρέπει το γρήγορο και αξιόπιστο ποσοτικό προσδιορισμό της σουλφαθειαζίνης και συνεπώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ανάλυση ρουτίνας.

Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί ότι η επιτυχημένη οργάνωση του Συνεδρίου έγινε με την ευγενική χορηγία 6 εταιρειών, που σταθερά υποστηρίζουν τις δραστηριότητες του Τμήματος Τροφίμων, αποδεικνύοντας έτσι το έμπρακτο ενδιαφέρον τους για τις επιστημονικές εξελίξεις και την ανάπτυξη του επιστημονικού διαλόγου μεταξύ όλων των εμπλεκόμενων μερών. Οι εταιρείες ήταν:

- ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ Α.Ε
- HELLAMCO
- WATERS / ΜΑΛΒΑ
- ΡΗΓΑΣ Chemicals
- ΓΙΩΤΗΣ Α.Ε.
- ION Α.Ε.



### ΣΕΜΙΝΑΡΙΑ ΓΕΥΣΙΓΝΩΣΙΑΣ

Στις 4 και 5 Νοεμβρίου 2011, στα πλαίσια του Διήμερου Επιστημονικού Συνεδρίου «Διεθνές Έτος Χημείας 2011: Ημέρες Χημείας Τροφίμων» που διοργανώθηκε με πρωτοβουλία του Τμήματος Τροφίμων της ΕΕΧ, διενεργήθηκαν τρία σεμινάρια γευσιγνωσίας:

1. Γευσιγνωσία για αρτοσκευάσματα με εισηγήτρια την Κ. Τζιά, Καθηγήτρια ΕΜΠ.
2. Γευσιγνωσία για αλλαντικά με εισηγητή τον κ. Λουκά Τσιαπάρα, Χημικό Μηχανικό, Διευθυντή Διασφάλισης Ποιότητας της εταιρείας ΝΙΚΑΣ.
3. Γευσιγνωσία για παρθένο ελαιόλαδο με εισηγήτρια την κα Λ. Καττάπου, Διευθύντρια της ΕΛΑΪΣ.

Τα Σεμινάρια είχαν διάρκεια 1 ώρα και περιελάμβαναν θεωρία και πρακτική άσκηση γευσιγνωσίας σε τρόφιμα. Στα σεμινάρια συμμετείχαν 20-22 άτομα (ανά σεμινάριο).

### ΓΕΥΣΙΓΝΩΣΙΑ ΣΕ ΑΡΤΟΣΚΕΥΑΣΜΑΤΑ

Στο σεμινάριο έγινε σύντομη παρουσίαση θεωρητική για τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των τροφίμων και το ρόλο τους στην ποιότητα των τροφίμων όπως και για τις αρχές της οργανοληπτικής εξέτασης των τροφίμων. Τα ανωτέρω εξειδικεύτηκαν στα αρτοσκευάσματα.

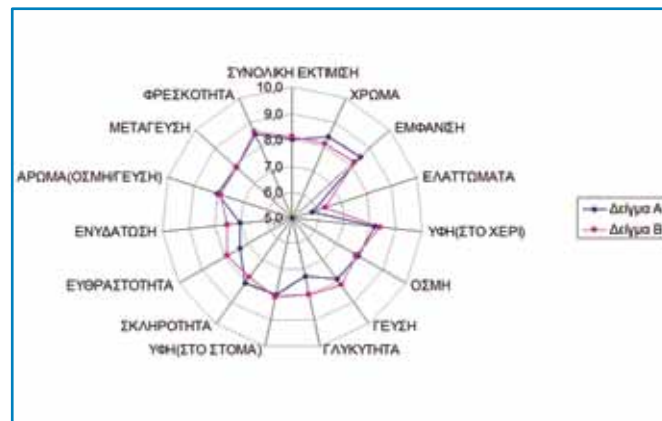
Η οργανοληπτική εξέταση των τροφίμων έχει ιδιαίτερη σημασία για τον έλεγχο ποιότητας των τροφίμων καθώς σχετίζεται με την εξέταση των ποιοτικών χαρακτηριστικών, τα οποία εκτιμώνται άμεσα από τον καταναλωτή. Τα αρτοσκευάσματα είναι προϊόντα ευρείας κατανάλωσης και ειδικά τα μπισκότα. Τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά που θεωρούνται σημαντικά για τα μπισκότα είναι: η εμφάνιση, το χρώμα, η υφή (στο χέρι ή στο στόμα κατά το μάσημα), η γεύση και το άρωμα. Τα διάφορα εμπορικά προϊόντα παρουσιάζουν διαφορές στα επιμέρους οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, σε κάθε περίπτωση όμως πρέπει να διαθέτουν ευχάριστα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, ώστε να προσελκύουν τον καταναλωτή.

Ακολούθησε πειραματική οργανοληπτική εξέταση δύο εμπορικών προϊόντων μπισκότων, με χρήση της Ποσοτικής Περιγραφικής Ανάλυσης Κατατομής. Στον πίνακα 1 παρουσιάζονται τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά που βαθμολογήθηκαν και στο σχήμα 1 τα αποτελέσματα των απαντήσεων των δοκιμαστών που συμμετείχαν στο σεμινάριο γευσιγνωσίας αρτοσκευασμάτων.

**Πίνακας 1.** Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά μπισκότων

Οργανοληπτικά Χαρακτηριστικά
Χρώμα
Εμφάνιση
Ελαττώματα
Υφή (στο χέρι)
Οσμή
Γεύση: γλυκύτητα
Υφή (στο στόμα): σκληρότητα, ευθραυστότητα/ τραγανότητα, ενυδάτωση
Άρωμα (οσμή/γεύση)
Μετάγευση
Φρεσκότητα
Συνολική εκτίμηση (κλίμακα 1-10 όπου 10=άριστα)

**Σχήμα 1.** Αποτελέσματα απαντήσεων των δοκιμαστών της Ποσοτικής Περιγραφικής Ανάλυσης Κατατομής μπισκότων.





## ΓΕΥΣΙΓΝΩΣΙΑ ΣΕ ΑΛΛΑΝΤΙΚΑ

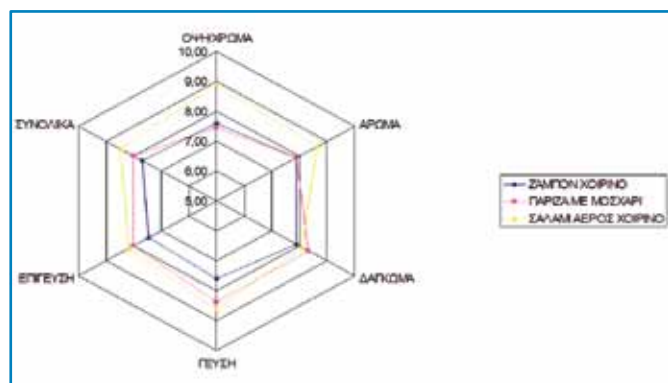
Μετά τη γενική αναφορά στην αξία της οργανοληπτικής εξέτασης, παρουσιάστηκαν στοιχεία σχετικά με τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και την αξιολόγηση αυτών σε προϊόντα των αλλαντικών. Τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά που θεωρούνται σημαντικά για τα αλλαντικά είναι: η εμφάνιση και το χρώμα, το άρωμα, το δάγκωμα, η γεύση και η επίγευση.

Ακολούθησε πειραματική οργανοληπτική εξέταση τριών ειδών εμπορικών προϊόντων αλλαντικών, με χρήση της Ποσοτικής Περιγραφικής Ανάλυσης Κατατομής. Στον πίνακα 2 παρουσιάζονται τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, που βαθμολογήθηκαν και στο σχήμα 2 τα αποτελέσματα των απαντήσεων των δοκιμαστών, που συμμετείχαν στο σεμινάριο γευσίγνωσας αλλαντικών.

**Πίνακας 2.** Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά αλλαντικών

Οργανοληπτικά Χαρακτηριστικά
Όψη/Χρώμα
Άρωμα
Δάγκωμα
Γεύση
Επίγευση
Συνολική εκτίμηση (κλίμακα 1-10 όπου 10=άριστα)

**Σχήμα 2.** Αποτελέσματα απαντήσεων των δοκιμαστών της Ποσοτικής Περιγραφικής Ανάλυσης Κατατομής αλλαντικών.



## ΓΕΥΣΙΓΝΩΣΙΑ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ

Στο σεμινάριο έγινε σύντομη θεωρητική παρουσίαση για τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του εξαιρετικού παρθένου ελαιολάδου, σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό κανονισμό ελαιολάδου 1991R2568, και τονίστηκε, ότι είναι το ελαιόλαδο μοναδικό τρόφιμο με αναλυτικό πρωτόκολλο οργανοληπτικού έλεγχου. Σύμφωνα με τον κανονισμό για να χαρακτηριστεί ένα ελαιόλαδο εξαιρετικό παρθένο πρέπει (εκτός από τη

συμμόρφωση του με όλες τις άλλες παραμέτρους) αφενός να μην έχει κανενός είδους αρνητικούς οργανοληπτικούς χαρακτήρες και αφετέρου να εμφανίζει τα προτερήματα φρουτώδες, πικρό και πικάντικο.

Μεταξύ άλλων, η κα Καππάτου ανέφερε τα ακόλουθα: “Το ελληνικό ελαιόλαδο χαρακτηρίζεται από την πικάντικη και φρουτώδη γεύση του. Έχει νότες από πιπέρι και μουστάρδα. Τα αρώματά του ποικίλλουν ανάλογα με την περιοχή και έτσι μπορούμε να ανιχνεύουμε μυρωδιές από γρασίδι, αμύγδαλο, λεμόνι και πορτοκάλι μέχρι και βότανα, χαμομήλι και βασιλικό. Η πικρή γεύση παραπέμπει σε ένα εκλεκτό ελαιόλαδο, με υψηλή περιεκτικότητα σε ωφέλιμα αντιοξειδωτικά.

Τα γευστικά μοντέλα του ελαιολάδου απεικονίζονται σε διαγράμματα ραντάρ. Για να ετοιμαστούν αυτά τα διαγράμματα, έχουμε δει και δοκιμάσει τη νέα σοδειά, έχουμε ενημερωθεί για τις προβλέψεις των ποιοτικών χαρακτηριστικών του ελληνικού ελαιολάδου για τη συγκεκριμένη χρονιά, και βάσει όλων αυτών έχουμε κατατάξει τα γευστικά μοντέλα των προϊόντων που παράγουμε.

Τα μοντέλα αυτά είναι μεταβλητά και ανανεώνονται κάθε χρόνο κατά ορισμένες παραμέτρους που αφορούν στην ένταση των γευστικών χαρακτηριστικών. Τα μοντέλα αυτά τα έχουμε καταγεγραμμένα στο "DNA" μας, οι δοκιμαστές του πάνελ ΑΛΤΙΣ, όταν επιλέγουμε ελαιόλαδα από όλη την Ελλάδα. Ξέρουμε, για παράδειγμα όταν επιλέγουμε ένα ΑΛΤΙΣ Παραδοσιακό, πρέπει το φρουτώδες της ελιάς να είναι στην κλίμακα 3, ενώ όταν επιλέγουμε ένα αγουρέλαιο, το φρουτώδες της ελιάς πρέπει να είναι στην κλίμακα 5.

Το ΑΛΤΙΣ διαθέτει εδώ και πάρα πολλά χρόνια οργανωμένο πάνελ δοκιμαστών, με οκτώ έως δεκαοκτώ άτομα, τα οποία σε τακτά χρονικά διαστήματα εκπαιδευόμαστε και παρακολουθούμε εξειδικευμένα σεμινάρια γευσίγνωσας, και συμμετέχουμε σε ετήσια proficiency test. Αποτέλεσμα όλης αυτής της προσπάθειας ήταν να διαπιστευθεί το πάνελ μας από το Εθνικό Συμβούλιο Διαπίστευσης στις Οργανοληπτικές δοκιμές, ήδη από το 2001.

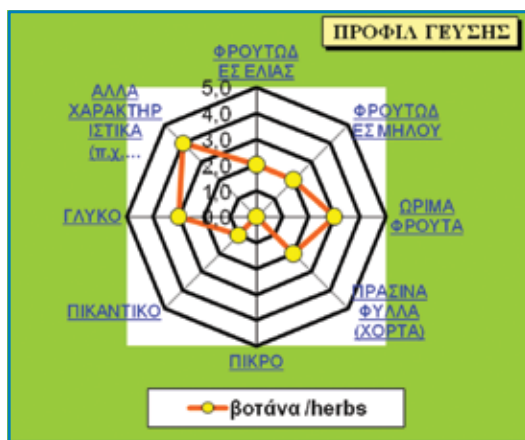
Σύμφωνα με την παραπάνω διαδικασία, οι δοκιμαστές είναι απαραίτητο να έχουμε κοινούς κώδικες μεταξύ μας και να αντιλαμβανόμαστε τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του ελαιολάδου σαν να επρόκειτο για ένα άτομο.

Η διαδικασία της οργανοληπτικής δοκιμής γίνεται σε ειδικά διαμορφωμένη αίθουσα με καμπίνες και κάθε πρωί το πάνελ των δοκιμαστών δοκιμάζουμε λάδια από όλη την Ελλάδα. Κάθε ημέρα δοκιμάζουμε τουλάχιστον 10 με 20 δείγματα για να τα αξιολογήσουμε. Γι' αυτό, όταν λέμε ότι βλέπουμε το 70% της ελληνικής παραγωγής, πραγματικά τη γευόμαστε και την αξιολογούμε. Από αυτά θα επιλέξουμε τα καλύτερα και αυτά θα αγοράσουμε.”

Στα Σχήματα 3, 4 και 5 παρουσιάζονται οι απαιτήσεις των δοκιμαστών για ΕΞΑΙΡΕΤΙΚΟ ΠΑΡΘΕΝΟ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ όσον αφορά στην αναγνώριση της ιδιότητας ΠΙΚΡΟ - ΠΙΚΑΝΤΙΚΟ (σχήμα 3), στην αναγνώριση της ιδιότητας του ΦΡΟΥΤΩΔΟΥΣ (σχήμα 4) και στην αναγνώριση βοτάνων (σχήμα 5).

### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ ΓΕΥΣΙΓΝΩΣΙΑΣ-ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΘΕΤΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΤΟΥ ΠΑΡΘΕΝΟΥ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ

**Σχήμα 5:** Αποτελέσματα απαντήσεων δοκιμαστών ΕΞΑΙΡΕΤΙΚΟ ΠΑΡΘΕΝΟ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ-ΒΟΤΑΝΑ, αναγνώριση βοτάνων



**Σχήμα 3:** Αποτελέσματα απαντήσεων δοκιμαστών για ΕΞΑΙΡΕΤΙΚΟ ΠΑΡΘΕΝΟ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ, αναγνώριση της ιδιότητας ΠΙΚΡΟ - ΠΙΚΑΝΤΙΚΟ



**Σχήμα 4:** Αποτελέσματα απαντήσεων δοκιμαστών ΕΞΑΙΡΕΤΙΚΟ ΠΑΡΘΕΝΟ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ, αναγνώριση της ιδιότητας του ΦΡΟΥΤΩΔΟΥΣ



International Year of  
**CHEMISTRY**  
2011

# ΔΙΕΘΝΕΣ ΕΤΟΣ ΧΗΜΕΙΑΣ 2011

## ΗΜΕΡΕΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Food Chemistry  
2011

**Ποιότητα & ασφάλεια**

**Ανάλυση Τροφίμων**

**Τεχνολογία & βιοτεχνολογία**

**Λειτουργικά & νέα τρόφιμα**

**Διήμερο**  
**Επιστημονικό**  
**Συνέδριο**

**4 & 5**  
**Νοεμβρίου 2011**

Στο Αμφιθέατρο του  
Γενικού Χημείου του Κράτους  
Αν. Τσόχα 16, Αρμελόκηποι - Αθήνα

[www.foodchem2011.com](http://www.foodchem2011.com)

**Διατροφή & υγεία**

**Χημεία τροφίμων & γαστρονομία**

**Όργανοληπτικός έλεγχος**

**Συσκευασία & επισήμανση**

**Τρόφιμα & περιβάλλον**

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ  
ΓΕΝΙΚΟ ΧΗΜΕΙΟ ΤΟΥ ΚΡΑΤΟΥΣ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΥΓΕΙΑΣ

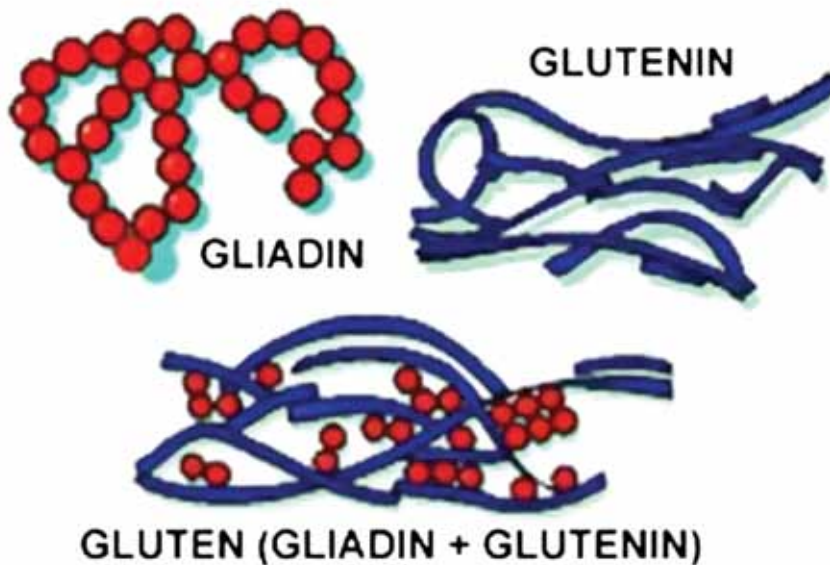
ΕΦΕΤ

ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΕΞΥΚΕΥΣΕΙΣ Α.Ε.

HELLANCO

ΜΑΛΒΑ Α.Ε.

Η κοιλιοκάκη (**Celiac Disease, CD**) ή εντεροπάθεια λόγω ευαισθησίας στη γλουτένη είναι μια κοινή ασθένεια του πεπτικού συστήματος. Πρόκειται για μία εφ' όρου ζωής πάθηση, με πιθανές επιδράσεις σε ολόκληρο το σώμα. Στην εκδήλωση της νόσου συμβάλλουν περιβαλλοντικοί, ανοσολογικοί και γενετικοί παράγοντες. Το ανοσοποιητικό σύστημα των ασθενών αντιδρά, όταν καταναλώσουν τη γλουτένη (μία σύνθετη πρωτεΐνη που αποτελείται από γλιαδίνη και γλουτελίνη και υπάρχει στο σιτάρι, το κριθάρι και τη σίκαλη και στα μεταποιημένα τρόφιμά τους).



### Η σύνθετη πρωτεΐνη γλουτένη

Η αντίδραση του οργανισμού των πασχόντων από κοιλιοκάκη είναι η παραγωγή αντιγλιαδινικών και άλλων αντισωμάτων, κάτι που έχει σαν αποτέλεσμα την αδρανοποίηση ή τη βλάβη των λαχνών που βρίσκονται στο εσωτερικό τοίχωμα του λεπτού εντέρου. Η βλάβη αυτή οδηγεί σε δυσαπορρόφηση των θρεπτικών συστατικών. Στον ορό των ασθενών με κοιλιοκάκη, όταν η διατροφή τους περιέχει γλουτένη, ανιχνεύονται συνήθως και ειδικού τύπου αντισώματα, όπως αυτά εναντίον της δικτυωτής ουσίας (ρετικουλίνης) και τα αντισώματα εναντίον του ενδομυσίου. Τελευταία, έχει αναγνωρισθεί η ιστική τρανσγλουταμινάση (TG) ως το υπεύθυνο αυτοαντιγόνο για τη νόσο, αφού αντισώματα εναντίον της TG ανιχνεύονται στους ασθενείς με κοιλιοκάκη. Ο τίτλος των αντισωμάτων αυτών στον ορό ελαττώνεται σταδιακά και επανέρχεται στα φυσιολογικά ή σχεδόν φυσιολογικά επίπεδα, όταν η γλουτένη αφαιρεθεί από τη διατροφή, ενώ αυξάνεται όταν επαναχορηγηθεί. Έτσι, η μέτρηση των anti-TG στον ορό θεωρείται κατάλληλη (screening test) για την επιλογή των ασθενών, οι οποίοι θα υποβληθούν σε βιοψία λεπτού εντέρου με σκοπό την επιβεβαίωση ή μη της διάγνωσης.

Ένας στους 113 ανθρώπους στις Ηνωμένες Πολιτείες έχει κοιλιοκάκη. Ο κίνδυνος είναι υψηλότερος (1 προς 22) στα άτομα με συγγενή πρώτου βαθμού με τη νόσο. Συνήθως, η κοιλιοκάκη εκδηλώνεται στα βρέφη μόλις εισαχθούν δημητριακά στη διατροφή τους, σε ηλικία 6 μηνών περίπου, αλλά και σε ενήλικες που μπορεί να ζουν χωρίς συμπτώματα για πολλά χρόνια και να νοσήσουν πολύ αργότερα. Έχει παρατηρηθεί, ότι τα συμπτώματα και οι εκδηλώσεις της κοιλιοκάκης διαφέρουν από περίπτωση σε περίπτωση και ανάλογα με την ηλικία. Στα βρέφη παρατηρούνται γαστρεντερικές ενοχλήσεις, διάρροια, συχνές, ογκώδεις και ιδιαίτερα δύσσομες κενώσεις και στασιμότητα ή απώλεια βάρους. Στα παιδιά, εκτός από τα παραπάνω, μπορεί επίσης να εκδηλωθεί ναυτία, ανορεξία, αναιμία, δερματίτιδα και στοματικές άφθες. Είναι πιθανό να παρατηρηθεί οξυθυμία. Στους ενήλικες, σε αρχικό στάδιο εκδήλωσης της ασθένειας, παρατηρείται ένα αίσθημα αδιαθεσίας και κόπωσης ακόμη κι όταν οι γαστρεντερικές ενοχλήσεις είναι περιορισμένες. Στη συνέχεια, ως συνέπεια της μειωμένης απορρόφησης βιταμινών, ιχνοστοιχείων

και θρεπτικών συστατικών παρατηρούνται αναιμία, οστεοπενία και οστεοπόρωση καθώς και νευρικές και ορμονικές διαταραχές.

Παρόλο που η κοιλιοκάκη είναι αρκετά σοβαρή χρόνια πάθηση, είναι σημαντικό το γεγονός, ότι αντιμετωπίζεται αποτελεσματικά χωρίς φάρμακα ή ιατρικές επεμβάσεις. Θεραπεία αποτελεί η αυστηρή διά βίου δίαιτα χωρίς γλουτένη με αποτέλεσμα την επαναφορά του τοιχώματος του λεπτού εντέρου σε κανονική κατάσταση και τον έλεγχο της πάθησης. Στα παιδιά, το λεπτό έντερο θεραπεύεται συνήθως μέσα σε 3 έως 6 μήνες, αλλά μπορεί να χρειαστούν αρκετά χρόνια στους ενήλικες. Είναι σημαντικό για όσους έχουν κοιλιοκάκη να διαβάσουν τις ετικέτες των προϊόντων που καταναλώνουν.

### Πηγές

<http://jama.ama-assn.org/content/306/14/1614.full.pdf+html>  
<http://www.coeliac.gr/>  
<http://www.koiliokaki.com/>

Για τη Συντακτική Επιτροπή  
**N. Γραϊκάς**

# ΕΙΔΗΣΕΙΣ

## Η ανατομική, θεραπευτική, χημική κατηγοριοποίηση των φαρμάκων

Οι ανανεωμένες κατευθυντήριες οδηγίες για την ταξινόμηση των φαρμάκων και την καθορισμένη ημερήσια δοσολογία

Το Ανατομικό - Θεραπευτικό - Χημικό (**Anatomical Therapeutic Chemical, ATC**) σύστημα κατάταξης των φαρμάκων και η καθορισμένη ημερήσια δοσολογία (Defined Daily Dose, DDD) ως “το μέτρο” για τη χρήση τους, συνιστώνται από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας για τις επιστημονικές μελέτες στα φάρμακα. Η κατάταξη αυτή ακολουθείται πλέον σε όλο τον κόσμο και οι εφαρμογές του συστήματος συνεχώς διευρύνονται. Αποτελεί το πιο χρήσιμο και αξιόπιστο εργαλείο για την έρευνα στη χρήση και στην κατανάλωση των φαρμάκων.

Στο **ανατομικοθεραπευτικοχημικό (ΑΘΧ)** σύστημα ταξινόμησης οι δραστικές ουσίες (οι χημικές ουσίες με φαρμακολογική δράση) χωρίζονται σε διαφορετικές ομάδες ανάλογα με το όργανο στόχο ή το σύστημα του ανθρώπινου σώματος στο οποίο δρουν, αλλά και ανάλογα με τις θεραπευτικές, φαρμακολογικές και χημικές τους ιδιότητες. Τα φάρμακα ομαδοποιούνται σε 5 διαφορετικά επίπεδα. Χωρίζονται σε 14 κύριες ομάδες (1ο επίπεδο) με φαρμακολογικές / θεραπευτικές υποομάδες (2ο επίπεδο). Τα δύο επόμενα επίπεδα (3ο και 4ο) είναι χημικές / φαρμακολογικές / θεραπευτικές υποομάδες και το πέμπτο επίπεδο η χημική ουσία.

Η πλήρης ταξινόμηση για παράδειγμα της μετφορμίνης απεικονίζει τη δομή του κώδικα:

- **A** Φάρμακα πεπτικής οδού και μεταβολισμού (1ο επίπεδο, κύρια ανατομική ομάδα)
- **A10** Φάρμακα για τον διαβήτη (2ο επίπεδο, θεραπευτική υποομάδα)
- **A10B** Φάρμακα που χαμηλώνουν τα επίπεδα της γλυκόζης, εξαιρουμένων των ινσουλινών (3ο επίπεδο, φαρμακολογική υποομάδα)
- **A10BA** Διγουανίδια (4ο επίπεδο, υποομάδα χημικών ουσιών)
- **A10BA02** Μετφορμίνη (5ο επίπεδο, χημική ουσία)

Για την ονοματολογία προτιμώνται τα διεθνή κοινόχρηστα ονόματα (**International Non proprietary Names, INN**) των φαρμακευτικών ουσιών, τα οποία είναι μοναδικά. Φαρμακευτικές μορφές με παρόμοια συστατικά και την ίδια περιεκτικότητα σε δραστική ουσία έχουν τον ίδιο κωδικό ATC. Στο σύστημα ATC λοιπόν, όλα τα απλά φαρμακευτικά ιδιοσκευάσματα της μετφορμίνης έχουν τον κωδικό **A10BA02**.

Οι κύριες ομάδες φαρμάκων του συστήματος στο πρώτο επίπεδο είναι οι εξής:

- A** Πεπτικού σωλήνα και μεταβολισμού
- B** Αίματος και αιμοποιητικών οργάνων
- C** Καρδιαγγειακού συστήματος
- D** Δερματολογικά
- G** Γεννητικού, ουροποιητικού συστήματος και γεννητικών ορμονών
- H** Συστηματικών ορμονών, εξαιρουμένων ορμονών φύλου και ινσουλινών
- J** Κατά των λοιμώξεων
- L** Αντινεοπλασματικά και ανοσορρυθμιστικά
- M** Μυοσκελετικού συστήματος

- N** Νευρικού συστήματος
- P** Αντιπαρασιτικά, εντομοκτόνα και εντομοαπωθητικά
- R** Αναπνευστικού συστήματος
- S** Αισθητηρίων οργάνων
- V** Διάφορα

Σε ένα φαρμακευτικό προϊόν δίδονται περισσότεροι από ένας ATC κωδικοί, όταν διατίθεται σε δύο ή περισσότερες περιεκτικότητες της ίδιας δραστικής ουσίας ή χορηγείται από διαφορετικές οδούς χορήγησης με σαφώς διαφορετικές θεραπευτικές χρήσεις.

Η κλονιδίνη μία άλλη χημική ουσία φαρμακευτικής χρήσης, διατίθεται σε δύο σκευάσματα διαφορετικής περιεκτικότητας, το ένα ως αντιυπερτασικό που κατατάσσεται ως **C02** και το άλλο κατά της ημικρανίας που κατατάσσεται ως **N02C**. Η πρεδνιζολόνη λαμβάνει διάφορους κωδικούς λόγω των διαφορετικών θεραπευτικών χρήσεων που έχει.

Τα προϊόντα που περιέχουν δύο ή περισσότερα δραστικά συστατικά θεωρούνται προϊόντα συνδυασμού και κατατάσσονται σύμφωνα με τρεις βασικές αρχές:

- Προϊόντα συνδυασμού που περιέχουν δύο ή περισσότερα δραστικά συστατικά, τα οποία ταξινομούνται στο ίδιο 4ο επίπεδο, κατατάσσονται κανονικά χρησιμοποιώντας τους κωδικούς της σειράς 20 ή 30 στο πέμπτο επίπεδο,
- Προϊόντα συνδυασμού που περιέχουν δύο ή περισσότερα δραστικά συστατικά που δεν ανήκουν στην ίδια ταξινόμηση 4ου επιπέδου, ταξινομούνται χρησιμοποιώντας κωδικούς πέμπτου επιπέδου της σειράς 50, και τέλος
- Προϊόντα συνδυασμού που περιέχουν ψυχοληπτικά φάρμακα, τα οποία δεν κατατάσσονται ως **N05** ή **N06**, κατατάσσονται σε ξεχωριστό πέμπτο επίπεδο χρησιμοποιώντας κωδικούς της σειράς 70.

Δεδομένου ότι τα φάρμακα και οι χρήσεις τους συνεχώς εξελίσσονται, αλλάζουν και επεκτείνονται, γίνονται τακτικές αναθεωρήσεις της κωδικοποίησης, αλλά και της καθορισμένης ημερήσιας δοσολογίας, η οποία ορίζεται ως “η θεωρητική μέση ημερήσια δόση συντήρησης ενός φαρμάκου για την κύρια ένδειξη, όταν χορηγείται σε ενήλικες”. Τονίζεται, ότι η καθορισμένη ημερήσια δόση δεν αντανakλά απαραίτητα τις συνιστώμενες ή τη συνταγογραφούμενη από τον ιατρό ημερήσια δόση του φαρμάκου. Καθορισμένη ημερήσια δόση δεν υπολογίζεται για τοπικώς χρησιμοποιούμενα προϊόντα, ορούς, εμβόλια, αντινεοπλασματικά φάρμακα, εκχυλίσματα αλλεργιογόνων, τα γενικά και τοπικά αναισθητικά και σκιαγραφικές ουσίες. Περισσότερα για τη χρησιμότητα του ΑΘΧ συστήματος ταξινόμησης των φαρμάκων αναφέρονται στις παρακάτω ελεύθερα προσβάσιμες πηγές του διαδικτύου. Στην Ελλάδα, το εθνικό συνταγολόγιο, οι κατάλογοι των συνταγογραφούμενων φαρμάκων και όλες σχεδόν οι οικονομικές αξιολογήσεις γίνονται με βάση το ΑΘΧ σύστημα ταξινόμησης που περιγράφηκε.

### Πηγές

[http://www.whocc.no/atc\\_ddd\\_index/](http://www.whocc.no/atc_ddd_index/)  
<http://www.whocc.no/filearchive/publications/2011guidelines.pdf>  
<http://www.who.int/medicines/services/inn/en/>

Για τη Συντακτική Επιτροπή  
**N. Γραϊκας.**

## Δραστηριότητες του Π.Τ. Κρήτης της Ένωσης Ελλήνων Χημικών

**Σάββατο 3/12/2011**

Διοργανώθηκε εκδήλωση με θέμα: "Επάγγελμα Χημικός - Κρίση - Προοπτικές".

Η εκδήλωση έγινε στην **αίθουσα πολλαπλών χρήσεων** του Δήμου Ηρακλείου, στον Χώρο της "**Παλιάς Λαχαναγοράς**", απέναντι από το Μουσείο Φυσικής Ιστορίας, στην παραλιακή λεωφόρο.

Προσκεκλημένοι ομιλητές ήταν οι συνάδελφοι:

- Μιχάλης Χάλαρης πρώην πρόεδρος της ΕΕΧ, ειδικός γραμματέας Σώματος Επιθεώρησης Εργασίας του Υπουργείου Εργασίας, με θέμα "Οι προοπτικές απασχόλησης του χημικού στην εποχή μας".

- Μιχάλης Στρατηγάκης πρώην πρόεδρος Πανελληνίου Συλλόγου Χημικών Βιομηχανίας και Επιχειρήσεων, Ινστιτούτο Παστέρ με θέμα "Ο χημικός στην Βιομηχανία".

- Νίκος Μιχαλόπουλος καθηγητής, αντιπρόεδρος Τμήματος Χημείας, Πανεπιστήμιο Κρήτης, με θέμα "Ακαδημαϊκές και ερευνητικές προοπτικές του χημικού".

Στην εκδήλωση συμμετείχαν αρκετοί συνάδελφοι αλλά και φοιτητές του Τμήματος Χημείας. Η εκδήλωση οργανώθηκε με στόχο να δοθεί στους φοιτητές και στους νέους συναδέλφους μια εικόνα της κατάστασης που υπάρχει σε σχέση με το επάγγελμα του χημικού.



**Σάββατο 10/12/2011**

Σε ένα μοναδικό «Πρωινό με τη Χημεία», το Σάββατο 10 Δεκεμβρίου στο αίθριο του Δημαρχείου Ηρακλείου (Λότζια), από 10πμ έως 2μμ αποχαιρετίσαμε μαζί με πλήθος συμπολιτών μας και μικρών παιδιών το Διεθνές Έτος Χημείας 2011.

Σε ιδιαίτερους χώρους υπήρχε η δυνατότητα ανάλυσης δειγμάτων από ΛΑΔΙ (Οξύτητα), ΝΕΡΟ (Χλωριόντα και σκληρότητα) ή ΚΡΑΣΙ (Θειώδη και οξύτητα)!

Υπήρχαν επίσης posters με τα επιτεύγματα της Χημείας σε τομείς όπως η Ενέργεια, τα Τρόφιμα, η Ιατρική και τα Φάρμακα.

Ακόμα οι μαθητές και οι μαθήτριες της Β' τάξης της θετικής κατεύθυνσης του Πειραματικού Λυκείου Ηρακλείου μας παρουσίασαν μια σειρά εντυπωσιακών πειραμάτων. Στο τέλος δε της εκδήλωσης βραβεύτηκαν για την επιτυχία τους σε Πανελλήνιο Διαγωνισμό Πειραμάτων Χημείας.



**Κυριακή 18/12/2011**

Χριστουγεννιάτικη γιορτή για τα παιδιά των χημικών...

Τα παιδιά στόλισαν το Χριστουγεννιάτικο δέντρο και φυσικά ο Άη Βασίλης τους μοίρασε τα δώρα τους. Στιγμές όμορφες σε κλίμα γιορτινό μαζί με τα παιδιά μας!



Π.Τ. Κρήτης

## Ο αριθμός οξειδωσης κατά Stock και ο αριθμός φορτίου κατά Ewens-Basset

Δ. Χηνιαδης

Χημικός - Εκπαιδευτικός

Οι χημικοί επινόησαν πολλές μεθόδους για να μπορούν να προσδιορίζουν τους τύπους των διαφόρων ενώσεων. Με τους τύπους αποτύπωναν το σταθερό συνδυασμό της ικανότητας των ατόμων ενός στοιχείου, με τον οποίον βρισκόταν σε μια σειρά ενώσεων. Οι μέθοδοι αυτές χρησιμοποιήσαν κατά καιρούς ποικίλα ονόματα, για να προσδιορίσουν αυτή την ικανότητα, όπως είναι η συνδυαστική ισχύς (combining power, Frankland), ο βαθμός συγγένειας (degree of affinity, Couper), η ατομικότητα (atomicity, Kekulé), οι μονάδες συγγένειας (affinity units, Meyer), το wertigkeit (σθένος στα γερμανικά), το valency ή valence (σθένος), το τυπικό σθένος (formal valency), και τέλος το total valence (ολικό σθένος). Το **total valence** ή **polar number**<sup>1</sup> (ή πολικό σθένος) ήταν η τελευταία ονομασία του oxidation number και αναφερόταν σε ενώσεις με πολικούς δεσμούς (polar bonds), το οποίο προτάθηκε από τους William C. Bray (τον έφερε από το MIT ο Gilbert Lewis) και Gerard E. K. Branch (τον έφερε επίσης ο Lewis από το Λίβερπουλ, 1886-1954). Το **total valence (ολικό σθένος)** αντικαταστάθηκε από τον Wendell Latimer με τον όρο **Αριθμό Οξειδωσης** (Oxidation number), εκφράζοντας έτσι το πραγματικό ή σχετικό φορτίο ενός στοιχείου σε κάποια ένωση του, ταυτίζοντάς το με την οξειδωτική του κατάσταση.

Όλοι αυτοί οι όροι είχαν όπως φαίνεται όχι μεγάλη απήχηση, γιατί αργά ή γρήγορα εγκαταλείφθηκαν και υποκαταστάθηκαν από άλλους πιο δημοφιλείς. Ένας από αυτούς ήταν το total valence, που αποδείχθηκε πολύ βραχύβιο κι αντικαταστάθηκε ονομαστικά από τον αριθμό οξειδωσης (oxidation number<sup>2</sup>) και την οξειδωτική κατάσταση (oxidation state<sup>3</sup>), όροι που χρησιμοποιούνται σήμερα σε όλα τα διδακτικά εγχειρίδια της χημείας. Ανάμεσα στον αριθμό οξειδωσης και την οξειδωτική κατάσταση, αυτός που υπερτερεί στα σημεία είναι ο **αριθμός οξειδωσης**. Ο αριθμός οξειδωσης αποτελεί απαραίτητο στοιχείο για τη γραφή των ενώσεων, γιατί εκφράζει την ακριβή αναλογία των συστατικών της ατόμων. Ο αριθμός οξειδωσης (ΑΟ) εξυπηρετεί στην εύρεση στοιχειομετρικών συντελεστών σε διάφορες χημικές αντιδράσεις. Μπορεί επίσης ο ΑΟ, να αποτελέσει εργαλείο για την πρόβλεψη προϊόντων σε μηχανισμούς πολλών χαρακτηριστικών χημικών αντιδράσεων, που συναντάμε στο πεδίο της Οργανικής χημείας.

Σε μερικές ενώσεις και πιο ειδικά σε εκείνες στις οποίες ο αριθμός οξειδωσης ενός ή περισσοτέρων ατόμων που την αποτελούν, δεν είναι εμφανής, είναι αναγκαίο αυτός να εκδηλωθεί, για να εμφανιστεί η ακριβής αναλογία των συστατικών της. Για να δοθεί αυτή η πληροφορία, χρησιμοποιούμε ένα δύο τεχνάσματα, του αριθμού οξειδωσης (ή σύστημα Stock) και του αριθμού φορτίου (ή

αριθμού Ewens-Basset ή σύστημα Ewens-Basset).

«Ο αριθμός οξειδωσης (των ατόμων) ενός στοιχείου σε κάθε χημική οντότητα είναι ο αριθμός των που θα παρέμενε σε ένα δεδομένο άτομο, αν τα ζεύγη των ηλεκτρονίων του κάθε δεσμού αυτού του ατόμου αποδιδόταν στο περισσότερο ηλεκτραρνητικό μέλος του δεσμικού ζεύγους. Ουδέτεροι σύνδεσμοι (ή συναρμοστές, ligands) τυπικά μετακινούνται με τις διαμορφώσεις κλειστής σπιδάδας<sup>4</sup>». Όπως διαπιστώνουμε, είναι απαραίτητη η γνώση των (εμπειρικών) τιμών ηλεκτραρνητικότητας των αμετάλλων στοιχείων, προκειμένου να προσδιοριστεί ο αριθμός οξειδωσης ενός αμετάλλου στοιχείου. Τα μέταλλα είναι ηλεκτροθετικά στοιχεία σε σχέση με τα αμέταλλα, και συνήθως σχηματίζουν με αυτά ιοντικούς δεσμούς. Για τις ιον(τ)ικές ενώσεις τα κατιόντα τοποθετούνται στους χημικούς τύπους πάντοτε πριν από τα ανιόντα, όπως συμβαίνει για το μαγειρικό άλας, του νατρίου χλωριδίου (NaCl). Αν γενικεύσουμε, τότε σε μία δυαδική ένωση, πρώτα γράφουμε το λιγότερο ηλεκτραρνητικό στοιχείο (περισσότερο ηλεκτροθετικό) και στη συνέχεια το περισσότερο ηλεκτραρνητικό. Η εκλογή όμως με κριτήριο την ηλεκτραρνητικότητα των δύο στοιχείων δεν είναι πάντοτε εύκολη.



Alfred Stock (1876-1946)  
Ερευνητής των βορανίων και σιλανίων

Το σύστημα του Γερμανού Alfred Stock (1876-1946) δημοσιεύθηκε κατά πρώτον στα 1919, προσπαθώντας να δώσει μία μέθοδο ονοματολογίας δυαδικών ενώσεων διαφορετικών στοιχείων. Στα 1924 υιοθετήθηκε η μέθοδος από τη Γερμανική επιτροπή και αναγνωρίστηκε με την ονομασία ως σύστημα Stock. Γρήγορα με μικρές τροποποιήσεις καθιερώθηκε από την IUPAC η αντικατάσταση στα 1934 των αραβικών αριθμών από Ρωμαϊκούς αριθμούς. Η τροποποίηση φαίνεται από το παρακάτω παράδειγμα: σύμφωνα με τις αρχικές ιδέες του Stock ο FeCl<sub>2</sub> ονομάζεται σίδηρος(2)-χλωρίδιο, [iron(2)-chloride] μετατράπηκε σε σίδηρο(II) χλωρίδιο, [iron(II) chloride]. Όπως παρατηρούμε διαγράφηκε η παύλα, στη θέση της οποίας τέθηκε ένα διάστημα.

Στο σύστημα STOCK ο αριθμός οξειδωσης ενός στοιχείου υποδεικνύεται με ένα ρωμαϊκό αριθμό, που τοποθετείται αμέσως μετά το όνομα του στοιχείου στο οποίο αναφέρεται (και τροποποιείται αυτός αν κριθεί

αναγκαίο με την κατάλληλη κατάληξη). Ο αριθμός οξειδωσης μπορεί να γίνει θετικός, αρνητικός ή μηδέν. Το μηδέν δεν είναι ρωμαϊκός αριθμός, όμως χρησιμοποιείται και παρίσταται με το σύμβολό του, δηλαδή ένα συνηθισμένο μηδενικό, 0. Το θετικό πρόσημο δεν χρησιμοποιείται ποτέ. Ένας αριθμός οξειδωσης είναι πάντοτε θετικός, εκτός αν χρησιμοποιείται σαφώς το αρνητικό πρόσημο. Σημειώνεται ότι δεν μπορεί να γίνει μη ακέραιος. Μη ακέραιοι αριθμοί πρέπει να φαίνονται κατάλληλοι σε μερικές περιπτώσεις, όπου ένα φορτίο απλώνεται πάνω από περισσότερα του ενός άτομων, αλλά μια τέτοια χρήση δεν ενθαρρύνεται<sup>5</sup>). Στη συνέχεια παρατίθενται μερικά παραδείγματα με τις ονοματολογίες κατά STOCK.

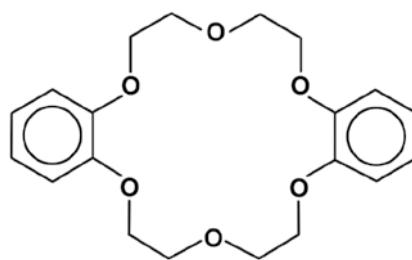
CO	carbon(II) oxide	άνθρακας(II) οξ(ε)ίδιο
UO <sub>2</sub> <sup>2+</sup>	uranyl(VI)	ουρανύλιο(VI)
PCl <sub>5</sub>	phosphorus(V) chloride	φώσφορος(V) χλωρίδιο
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	phosphate(V)	φωσφορικό(V)
Na	natride(-I)	νατρίδιο(-I) *
[Fe(CO) <sub>5</sub> ]	pentacarbonyliron(0)	πεντακαρβο-νύλοσίδηρος(0)

Σημειώνουμε ότι αν τα γράμματα είναι μεγέθους 12, οι ρωμαϊκοί αριθμοί και οι παρενθέσεις είναι μεγέθους 10.

#### Περί του νατρίδιου(-I)

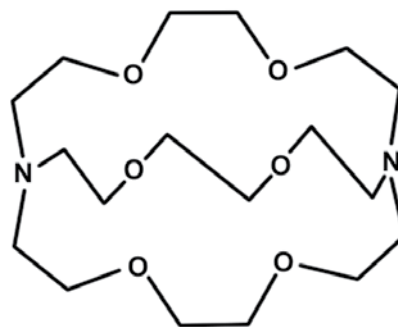
Το ανιόν νατρίου (Na<sup>-</sup>) ή **νατρίδιο** σχηματίζεται με συμπλήρωση του 3s τροχιακού ([Ne] 3s<sup>2</sup>). Το ανιόν Na<sup>-</sup> πρωτοανιχνεύτηκε σε σύμπλοκα κρυπτόνες ή κρυπτίδια (cryptands ή cryptates) ή στέμματα του τύπου NaL<sup>+</sup>Na<sup>-</sup>. (όπου L είναι το σύμβολο ενός συναρμοστή, π.χ. στην προκειμένη περίπτωση τα στέμματα (ή κορώνες, crown) είναι μακροκυκλικά μόρια αιθέρων, που δρουν ως σύνδεσμοι (ή συναρμοστές, ligands), παγιδευόντας σε κοιλότητες, οι οποίες μοιάζουν με κλουβιά, κατιόντα αλκαλίων. Αυτοί οι μακροκυκλικοί αιθέρες, παρουσιάζουν μεγάλη ομοιότητα προς τους πορφυρινικούς δακτυλίους της αιμογλοβίνης ή άλλων σπουδαίων βιολογικών συστημάτων και διαθέτουν περισσότερα του ενός κέντρα συναρμογής (ή σύνδεσης), που οφείλονται σε άτομα O, N, S ή P. Τα στέμματα διαθέτουν σπή, η οποία μπορεί να ταιριάζει στο μέγεθος ενός κατιόντος, ακόμα και αυτών των αλκαλίων (1η ομάδα του ΠΠ), αν αυτά έχουν "σχεδιαστεί" καταλλήλως, λαμβάνοντας υπ' όψη το μέγεθος του κατιόντος του μετάλλου που θα εγκλωβίσουν, παράγοντας ένα ιόν σύνταξης. Η μεταβλητή σπή που μπορεί να έχουν, είναι ικανή να εγκλωβίσει και μέταλλα, και αυτό είναι το εντυπωσιακό, όπως τα αλκάλια Na ή K, σχηματίζοντας σύμπλοκα. Υπάρχει η δυνατότητα να παρασκευάσουμε στέμματα επιθυμητών προς εμάς μεγέθους πλευράς της σπής τους, ώστε να ταιριάζει ακόμα και το Li<sup>+</sup>.

Εδώ πρέπει να αναφερθούμε στην ονοματολογία των στεμμάτων και στους κωδικούς αριθμούς που υπεισέρχονται στην ονομασία τους. Ένας μονοκυκλικός αιθέρας στέμμα είναι ο διβένζο-{18}-στέμμα-6, με 6 άτομα οξυγόνου δυνατά να δράσουν ως κέντρα σύνταξης (συναρμογής). Το 18 υποδηλώνει τα άτομα του άνθρακα της ένωσης αυτής. Το στέμμα αυτό μπορεί να «κρύψει» στην σπή του πλευράς 310 pm, το K<sup>+</sup> διαμέτρου περίπου 305 pm.



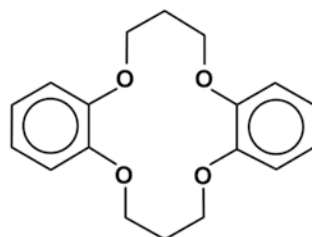
Στέμμα 6

Η επέκταση των στεμμάτων διαμορφώνει μία ολόκληρη κατηγορία ενώσεων που ονομάζονται κρυπ(ψ)ώνες ή κρυπτίδια, από την ελληνική λέξη «κρύβομαι» (hidden στα αγγλικά). Ένας κρυπτόνας που έχει παρασκευαστεί, για να υποδεχθεί στην τριδιάστατη σπή του κατιόντα νατρίου, είναι ο παρακάτω:

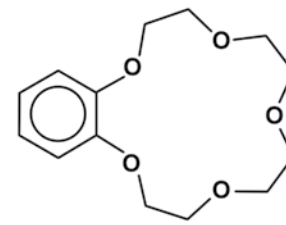


2, 2, 2-κρυπτόνας

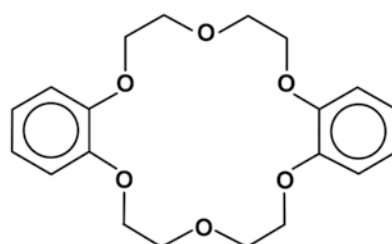
Ο κρυπτόνας αυτός είναι τριδιάστατος, έχει σχήμα κλωβού και χωρητικότητα να υποδεχθεί κατιόν νατρίου, το οποίο προσδένεται συμπλοκοειδώς. Η μεγάλη έκπληξη, που δημιούργησε ο κρυπτόνας [(2,2,2-crypt) Na<sup>+</sup>] στην ερευνητική κοινότητα των χημικών, είναι ότι, σταθεροποιεί το σχηματισμό λαμπερών κρυστάλλων χρυσού, οι οποίοι περιέχουν το ανιόν Na<sup>-</sup>. Η παρουσία του ανιόντος νατρίου επιβεβαιώθηκε με περίθλαση ακτίνων X και φασματοσκοπία <sup>23</sup>Na-NMR<sup>6</sup>. Φυσικά δεν είναι ο μόνος κρυπτόνας ή στέμμα, που στην σπή του μπορεί να εγκλωβίσει κατιόντα νατρίου. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται τα αλκάλια με ποια από τα τρία στέμματα σχηματίζουν σύμπλοκες ενώσεις.



διβένζο-14-στέμμα-4



βένζο-15-στέμμα-5

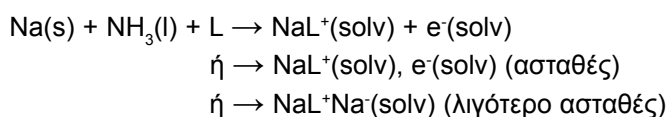


διβένζο-18-στέμμα-6

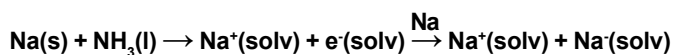
## Σύγκριση ιον(τ)ικών διαμέτρων και “πλευρά οπής”

Κατιόντα	Ιον(τ)ική διάμετρος/pm	Πολυαιθερικός δακτύλιος	Πλευρά οπής/pm
Li <sup>+</sup>	152	14-στέμμα-4	120-150
Na <sup>+</sup>	204	15-στέμμα-5	170-220
K <sup>+</sup>	276	18-στέμμα-6	260-320
Rb <sup>+</sup>	304	21-στέμμα-7	340-430
Cs <sup>+</sup>	334	-	-

Τα στάδια σχηματισμού του ανιόντος νατρίου με σχηματισμό συμπλόκου του κατιόντος του με κάποιο στέμμα ως εξής:



Τέτοιου είδους ανιόντα σχηματίζονται επίσης, όταν έχουμε υψηλές συγκεντρώσεις νατρίου σε υγρή αμμωνία, Na(NH<sub>3</sub>)<sub>x</sub>. Στην αρχή, το νάτριο διαλυόμενο στην αμμωνία σχηματίζει Na<sup>+</sup>(NH<sub>3</sub>)<sub>x</sub> και στη συνέχεια e<sup>-</sup>(NH<sub>3</sub>)<sub>x</sub> (χρώματος μπλε<sup>7</sup>). Στη συνέχεια σχηματίζεται το ασταθές νατρίδιο (Na<sup>-</sup>) με το κατιόν νατρίου.



### Το σύστημα Stock και τα διδακτικά βιβλία

Ο συμβολισμός STOCK του αριθμού οξειδωσης δεν διδάσκεται στη χημεία της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην Ελλάδα (βλέπε και τις τέσσερις χημείες της Α΄ Λυκείου, σύμφωνα με το θεσμό του πολλαπλού βιβλίου κατά το σχολικό έτος 2000-2001). Αντί αυτού, χρησιμοποιείται μία ονοματολογία και ένας συμβολισμός ορισμένων ανοργάνων ενώσεων, που αποτελεί όμως μία μικρή προσέγγιση στα διεθνή καθιερωμένα με πολλά παραλείπόμενα, ατέλειες και συγχύσεις. Και όλα αυτά χωρίς εξηγήσεις, χωρίς αναφορά στο σύστημα Stock (σύστημα IUPAC, CAS κτλ.) και κυριότερα χωρίς διευκρινήσεις. Αν

κάποιοι διαβάσει από όλα τα επίσημα διδακτικά βιβλία της χημείας στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, θα αποκομίσει μία μικρή σύγχυση μεταξύ του αριθμού φορτίου και του αριθμού οξειδωσης. Την ίδια σύγχυση παρατηρούμε και σε ξενόγλωσσα διδακτικά εγχειρίδια. Συγχέουν τον **αριθμό φορτίου** και τον **αριθμό οξειδωσης** (ΑΟ). Το δεύτερο αποδίδουν με τον πρώτο και ως δια μαγείας εμφανίζεται στην ονομασία ο δεύτερος (δηλαδή ο ΑΟ), χωρίς πολλές επεξηγήσεις. Στον πίνακα που ακολουθεί, έχουν επιλεγεί από ένα δύο παραδείγματα χημικών ενώσεων από δέκα διδακτικά βιβλία χημείας με τις αντίστοιχες ονομασίες τους, όπως αποδίδονται σε αυτά, καθώς και την ονομασία της IUPAC με δύο διαφορετικούς τρόπους μεταφοράς στην ελληνική γλώσσα. Η μεταφορά με έντονα γράμματα είναι αυτή, που συγκλίνει με την ονομασία της IUPAC, η οποία γίνεται και πιο κατανοητή για έναν μαθητή, αφού ονοματίζει πρώτα το θετικό τμήμα της ένωσης, γιατί αυτό βλέπει αρχικά και κατόπιν το αρνητικό.

Τα συμπεράσματα αν ανατρέξει κανείς σε όλα αυτά τα βιβλία είναι ότι ο αριθμός φορτίου συγχέεται με τον αριθμό οξειδωσης, δεν δίνονται οι ονομασίες των ενώσεων με βάση τον αριθμό φορτίου και ανακατεύουν και άλλες αποδεκτές από την IUPAC ονομασίες στη συστηματική ονοματολογία με βάση τα συστήματα Stock και Ewens-Basset.

Οι κανόνες που στηρίζουν αυτό το σύστημα και οι οποίοι χρησιμοποιούνται σήμερα στην ονοματολογία των ενώσεων της ανόργανης χημείας σχεδόν από όλες τις σύγχρονες εκπαιδευτικές χημείες της Ευρώπης, Αυστραλίας και Αμερικής, αποτελούν ταυτόχρονα και έναν τρόπο απεικόνισης των οξειδωτικών καταστάσεων ενός στοιχείου, όπως αναφέρεται στην περίπτωση του ιωδίου στο παρακάτω παράδειγμα.

Αναγράφονται οι οξειδωτικές καταστάσεις (σελ. 92, Emsley John, «THE ELEMENTS», second edition, CLARENDON PRESS - OXFORD, 1991) του ιωδίου σε όξινα και σε αλκαλικά διαλύματα με τα αντίστοιχα πρότυπα δυναμικά αναγωγής. Τα πρότυπα δυναμικά αναγωγής χρησιμεύουν, για να αντιληφθούμε την ευκολία ή δυσκολία μετάβασης από τη μια οξειδωτική κατάσταση στην άλλη.

Διδακτικό εγχειρίδιο Α΄ Λυκείου εκδ. 2000 Συγγραφείς	Χημικός τύπος	Ονομασία βιβλίου	Ονομασία IUPAC	Μεταφορά της ονομασίας IUPAC στην ελλην. γλώσσα
Λιοδάκης, Γάκης, Θεοδωρόπουλοι, Κάλλης*	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	οξειδίο σιδήρου (III) το μειονέκτημα είναι στο διάστημα	iron oxide(III)	οξειδίο σιδήρου(III) ή <b>σίδηρος(III) οξ(ε)ίδιο</b>
Μανουσάκης, Κεφαλληνίτης, Χρηστίδης	Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	θειικός σίδηρος(III)	iron(III) sulfate	θειικός σίδηρος(III) ή <b>σίδηρος(III) θειικός</b>
Τσίπης, Βάρβογλης, Γιούρη, Δερπάνης, Παλαμιτζόγλου, Παπαγεωργίου	Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	θειικός σίδηρος (III) το μειονέκτημα είναι στο διάστημα	iron(III) sulfate	θειικός σίδηρος(III) ή <b>σίδηρος(III) θειικός</b>
Μαυρόπουλος, Καπετάνου (1998)	MnO <sub>2</sub>	<b>μαγγάνιο(IV) οξειδίο</b> πιο συμβατή με αυτήν της IUPAC	manganese(IV) oxide	οξ(ε)ίδιο μαγγανίου(IV) ή <b>μαγγάνιο(IV) οξειδίο</b>
Μπάσιος, Κούρτης (1999, ΤΕΕ)	PbO <sub>2</sub>	οξειδίο του μολύβδου (IV) μειονεκτήματα το άρθρο και το διάστημα	lead(IV) oxide	οξ(ε)ίδιο μολύβδου(IV) ή <b>μόλυβδος(IV) οξειδίο</b>



Οξειδωτικές καταστάσεις ιωδίου	VII	V	I	0	-I
Όξινο διάλυμα	$H_5IO_6$ <u>1.60</u>	$IO_3^-$ <u>1.13</u>	$HIO$ <u>1.44</u>	$I_2$ <u>0.535</u>	$I^-$
			$ICl_2$ <u>1.07</u>		
Αλκαλικό διάλυμα	$H_3IO_6^{2-}$ <u>0.65</u>	$IO_3^-$ <u>0.15</u>	$IO^-$ <u>0.42</u>	$I_2$ <u>0.535</u>	$I^-$

Additional transition values shown in the diagram:

- From VII to V: 1.20
- From V to I: 1.21
- From I to 0: 0.26
- From 0 to -I: 0.48

Στον παρακάτω πίνακα παρατηρούμε τις οξειδωτικές καταστάσεις του ιωδίου και σε ποια μόρια ή ιόντα εμφανίζεται η κάθε μία.

#### Οξειδωτικές καταστάσεις (oxidation states) ιωδίου

$I^{-I}$	$I^-(aq), HI, KI$ , κτλ.
$I^0$	$I_2, I_3^-, I_5^-$ , κτλ.
$I^I$	$I_n^+, ICl_2^-$ , κτλ.
$I^{III}$	$I_4O_9 \{=I^{3+}(IO_3^-)_3\}$ $ICl_3$
$I^V$	$I_2O_5, HIO_3, IO_3^-(aq)$ $IF_5, IF_6^-$
$I^{VII}$	$H_5IO_6, H_4IO_6^-(aq)$ κτλ. $HIO_4, IO_4^-(aq), IF_7$

Υπάρχουν πολλές συμβάσεις που έχουν παρατηρηθεί στην αναγραφή των αριθμών οξ(ε)ίδωσης, ιδιαίτερα εκείνων που χρησιμοποιούνται από κοινού σε ενώσεις των μεταβατικών στοιχείων (ή στοιχείων μετάπτωσης). Το υδρογόνο θεωρείται θετικό (αριθμός οξείδωσης I), όταν συνδυάζεται με αμέταλλα στοιχεία (ή μη μεταλλικά, non-metallic) και αρνητικό (αριθμός οξείδωσης -I) όταν συνδυάζεται με μεταλλικά στοιχεία. Οι οργανικές ρίζες όταν συνδυάζονται με άτομα μετάλλων, συμπεριφέρονται ως ανιόντα. Για παράδειγμα, ένα μεθύλιο συναρμοστής (ligand) θεωρείται ως ένα ιόν μεθανιδίου (methanide),  $CH_3^-$  και μία ομάδα νιτροσυλίου (NO) θεωρείται πάντοτε ως ουδέτερη. Δεσμοί μεταξύ ατόμων του ίδιου στοιχείου δεν συνεισφέρουν στον αριθμό οξείδωσης.

#### Παραδείγματα:

Ενώσεις	Ονομασία IUPAC	Ελληνική προτεινόμενη
$N_2O$	nitrogen(I) oxide	άζωτο(I) οξ(ε)ίδιο
$NO_2$	nitrogen(IV) oxide	άζωτο(IV) οξ(ε)ίδιο
$Fe_3O_4$	iron(II) diiron(III) oxide	σίδηρος(II) δισίδηρος(III) οξ(ε)ίδιο
$MnO_2$	manganese(IV) oxide	μαγγάνιο(IV) οξ(ε)ίδιο
$FeSO_4$	iron(II) sulfate	σίδηρος(II) θειικός
$Fe_2(SO_4)_3$	iron(III) sulfate	σίδηρος(III) θειικός
$SF_6$	sulfur(VI) fluoride	θείο(VI) φθορίδιο
$Hg_2Cl_2$	dimercury(I) chloride	διυδράργυρος(I) χλωρίδιο
$K_4[Fe(CN)_6]$	potassium hexacyanoferrate(II)	κάλιο εξακυανοσιδηρικό(II)
$Fe_4[Fe(CN)_6]_3$	iron(III) hexacyanoferrate(II)	σίδηρος(III) εξακυανοσιδηρικό(II)
$K_4[Ni(CN)_4]$	potassium tetracyanonichelate(0)	κάλιο τετρακυανονικελικό(0)
$Na_2[Fe(CO)_4]$	sodium tetracarbonylferrate(-II)	νάτριο τετρακαρβονυλ(ο)σιδηρικό(-II)
$[Co(NH_3)_6]ClSO_4$	hexaamminecobalt(III) chloride sulfate	εξααμμινοκοβάλτιο(III) χλωρίδιο θειικό

Μία απεικόνιση του αριθμού οξειδωσης μετονομάστηκε σε **αριθμό φορτίου**<sup>8</sup> (193) από την IUPAC ή σε **αριθμούς Ewens - Basset (219)** όπως τους αναφέρει η ACS (American Chemical Society, 1990). Ο αριθμός φορτίου αποδίδεται κακώς σήμερα από την πλειονότητα των χημικών της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης και από όλους τους χημικούς της δευτεροβάθμιας ως αριθμό οξειδωσης. Η IUPAC με τα χρωματιστά της βιβλία τον εκφέρει ως αριθμό φορτίου και είναι ένας αριθμός που γράφεται εντός παρενθέσεων στην ονομασία ενός ιόντος χωρίς παρένθεση. Με το σύστημα αυτό απεικονίζεται μόνον το φορτίο ενός ιόντος, κατιόντος ή ανιόντος ακόμα και στην περίπτωση που αυτό είναι σύμπλοκο. Το σύστημα αυτό έχει μεγαλύτερη χρήση για ενώσεις στοιχείων, στις οποίες αυτά παρουσιάζουν διαφορετικές οξειδωτικές καταστάσεις.

Ο συμβολισμός των EWENS-BASSET διδάσκεται με πολλά λάθη και ανακρίβειες κατά τη χρήση του, αφού εμπλέκεται με αυτόν του Stock. Η ταχύτατη εξέλιξη της χημείας, τόσο ως εποικοδόμημα (δηλαδή στη διδακτική της χημείας), όσο και ως βασική ή εφαρμοσμένη επιστήμη, στηρίχθηκε στη σημειολογία της και την καθιέρωση της τελευταίας σε διεθνές επίπεδο. Η «γλώσσα» της μπορεί να είναι εκτεταμένη, αλλά οριοθετείται αυστηρά, οπότε γίνεται προσδιορισμένη. Όσοι όροι δεν έχουν προσδιοριστεί επακριβώς, αυτοί χρησιμοποιούνται πλέον λίγο και με το χρόνο χάνονται, κοσμώντας κάποιες σελίδες της πλούσιας ιστορίας της επιστήμης αυτής. (βλ. παραδείγματα πίνακας 6)

Ο αριθμός φορτίου είναι η μετεξέλιξη του αριθμού σθένους (valence number), ο οποίος γραφόταν παλαιότερα ως εξής στα παρακάτω παραδείγματα<sup>9</sup>:

- Για το κατιόν μαγνησίου,  $Mg^{++}$  ο αριθμός σθένους είναι +2.
- Για το θειικό ανιόν,  $SO_4^{-}$  ο αριθμός σθένους είναι -2.

Και οι δύο συμβολισμοί της IUPAC μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην περίπτωση μιας ιοντικής ένωσης. Με το συμβολισμό STOCK εκφράζεται η οξειδωτική κατάσταση ενός ατόμου, η οποία παριστάνεται με λατινική αρίθμηση ή το μηδέν. Με το συμβολισμό EWENS-BASSET, το φορτίο ενός ιόντος δείχνεται με αραβικό αριθμό, που ακολουθείται από το σημείο του στοιχειώδους φορτίου.

Στοιχεία σε ενώσεις ή ιόντα	κατά Ewens-Basset	κατά Stock
HCl	H <sup>+</sup> και Cl <sup>-</sup>	H = I , Cl = -I
H <sub>2</sub> O	2H <sup>+</sup> και O <sup>2-</sup>	H = I , O = -II
CO <sub>2</sub>	C <sup>4+</sup> και O <sup>2-</sup>	C = IV , O = -II
Hg	Hg	Hg = 0
S <sub>8</sub> (μονοκλινές θείο)	S	S = 0
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (αμμώνιο)	N <sub>3</sub> <sup>-</sup> και H <sup>+</sup>	N = -III , H = I
FeCl <sub>2</sub>	Fe <sup>2+</sup> και Cl <sup>-</sup>	Fe = II , Cl = -I
FeCl <sub>3</sub>	Fe <sup>3+</sup> και Cl <sup>-</sup>	Fe = III , Cl = -I
MnO <sub>2</sub>	Mn <sup>4+</sup> και O <sup>2-</sup>	Mn = IV , O = -II
MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Mn <sup>7+</sup> και O <sup>2-</sup>	Mn = VII , O = -II

**Πίνακας 6:** Παραδείγματα ονομασίας ενώσεων θεμελιωμένης με τον αριθμό φορτίου

Ενώσεις	Ονομασία IUPAC	Ελληνική προτεινόμενη
NaTl(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	sodium thalium(1+) nitrate	νάτριο θάλιο(1+) νιτρικό
FeSO <sub>4</sub>	iron(2+) sulfate	σίδηρος(2+) θειικός
Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	iron(3+) sulfate	σίδηρος(3+) θειικός
K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	potassium hexacyanoferrate(4-)	κάλιο εξακυανοσιδηρικό(4-)
Fe <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ] <sub>3</sub>	iron(3+) hexacyanoferrate(4-)	σίδηρος(3+) εξακυανοσιδηρικό(4-)
K <sub>4</sub> [Ni(CN) <sub>4</sub> ]	potassium tetracyanonichelate(4-)	κάλιο τετρακυανονικελικό(4-)
Na <sub>2</sub> [Fe(CO) <sub>4</sub> ]	sodium tetracarbonylferrate(2-)	νάτριο τετρακαρβονυλ(ο)σιδηρικό(2-)
[Co(NH <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> ]ClSO <sub>4</sub>	hexaammincobalt(3+) chloride sulfate	εξααμμικοκοβάλτιο(3+) χλωρίδιο θειικό

Το ιόν  $\text{Fe}^{3+}$  διαβάζεται σίδηρος με τρία θετικά φορτία και το  $\text{O}^{2-}$  οξυγόνο με δύο αρνητικά φορτία. Ο αριθμός οξειδωσης όπως έχουμε γνωρίσει, βοηθάει στη συστηματική ονομασία (ονομασία IUPAC) των χημικών ενώσεων. Ακολουθούν μερικά παραδείγματα ονοματολογίας ανοργάνων ενώσεων:

Ενώσεις και ιόντα	Ονομασία IUPAC
$\text{FeCl}_2$	σίδηρος (II) χλωρίδιο
$\text{FeCl}_3$	σίδηρος (III) χλωρίδιο
$\text{MnO}_2$	μαγγάνιο (IV) οξείδιο
$\text{MnO}$	μαγγάνιο (II) οξείδιο
$\text{CuSO}_4$	χαλκός (II) θειικός
$\text{Hg}$	υδράργυρος
$\text{Hg}_2^{2+}$	διυδράργυρος (2+) ή διυδράργυρος (I)
$\text{Hg}^{2+}$	υδράργυρος (2+) ή υδράργυρος (II)
$\text{H}_3\text{O}^+$	οξόνιο

## Βιβλιογραφία

<sup>1</sup> Brock William H., «The Fontana History Of Chemistry», Fontana Press, 1992.

<sup>2</sup> Kuznetsov I., Fayershtein M. G., Makareyna A. A., Solovyov Yu. I., Staroselsky P. I., Dmitriev S. I., «Theory of valency in progress», publ. MIR, 1980.

<sup>3</sup> Block Peter B., Powell Warren H., Fernelius Conard W., «Inorganic Chemical Nomenclature», Principles and Practice, American Chemical Society, Washington, DC 1990.

<sup>4</sup> IUPAC, «Nomenclature of Inorganic Chemistry», Recommendations 1990, edited by G. J. Leigh, Blackwell Scientific Publications, 1990.

<sup>5</sup> IUPAC, «Nomenclature of Inorganic Chemistry», Recommendations 1990, edited by G. J. Leigh, Blackwell Scientific Publications, 1990, σελ. 65-66.

<sup>6</sup> Butler Ian, Harrod John (McGill University), «Ανόργανη Χημεία», Αρχές και Εφαρμογές, μτφρ. Κουτσολέλος Αθ. (παν/μιο Κρήτης) εκδ. Κωσταράκη, Αθήνα 1994.

<sup>7</sup> Rossotti Hasel, «Diverse atoms, Profiles of the chemical elements», OXFORD UNIVERSITY PRESS, 1998.

<sup>8</sup> IUPAC, «Nomenclature of Inorganic Chemistry», Recommendations 1990, edited by G. J. Leigh, Blackwell Scientific Publications, 1990.

<sup>9</sup> Deming G. Horage, «GENERAL CHEMISTRY», «an elementary survey», Fourth edition, JOHN WILEY & SONS, INC., New York, 1935.



## ΧΗΜΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΥΣΕΩΣ ΣΕ ΘΕΡΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΜΕ ΚΑΤΑΚΡΑΤΗΣΗ CO<sub>2</sub> ΚΑΙ ΥΨΗΛΗ ΑΠΟΔΟΣΗ

**Θ.Σ.ΛΙΑΤΗΣ**

Διπλ. Χημικός, τέως Διευθυντής Κέντρου  
Δοκιμών-Ερευνών ΚΔΕΠ/ΔΕΗ

Με τη χημική αυτή τεχνολογία επιτυγχάνονται δύο σημαντικά αποτελέσματα: αφ'ενός μεν υψηλότερη απόδοση του θερμοηλεκτρικού σταθμού ορυκτού καυσίμου, αφ' ετέρου δημιουργία χωριστού ρεύματος CO<sub>2</sub>, έτοιμου για κατακράτηση, συμπίεση, μεταφορά (αν χρειάζεται) και αποθήκευσή του.

### Εισαγωγή

Οι στηριζόμενοι στα ορυκτά καύσιμα θερμοηλεκτρικοί σταθμοί, εξακολουθούν να παρέχουν την πλειονότητα του παραγόμενου σήμερα ηλεκτρισμού (68%) και, όπως προβλέπεται, θα συνεχίσουν να την παρέχουν στις επερχόμενες δεκαετίες (προβλέπεται ότι θα παρέχουν το 65% το 2035).

Πράγματι, δεδομένης της εφεδρείας των γνωστών πηγών, μπορεί να υπάρξει περίπτωση κατά την οποία οι χρησιμοποιούντες άνθρακα, πετρέλαιο ή φυσικό αέριο θερμοί σταθμοί, θα αποτελέσουν σημαντικό μέρος της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για έναν ακόμη αιώνα.

Η κατακράτηση επομένως και η αποθήκευση του CO<sub>2</sub> θα εξακολουθεί να παίζει έναν κρίσιμο ρόλο στον χειρισμό και τη σταθεροποίηση των εκπομπών CO<sub>2</sub> από τους θερμοηλεκτρικούς σταθμούς και στον χειρισμό και την σταθεροποίηση της ατμοσφαιρικής στάθμης του αερίου αυτού, που, όπως είναι γνωστόν, συντελεί σημαντικά στη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Αρκετός αριθμός δοκιμαστικών σταθμών (pilot plants), για την κατακράτηση και αποθήκευση του CO<sub>2</sub>, έχουν ήδη τεθεί σε πειραματική λειτουργία. Ενώ ήδη έχουν αναμφίβολα επιτευχθεί πολλές πρόοδοι, μια κύρια ακόμη οπισθοδρόμηση αποτελεί η απαραίτητη επί πλέον ενέργεια, που χρειάζεται να καταναλωθεί για τον αποχωρισμό, τη συμπίεση και την αποθήκευση του CO<sub>2</sub>. Η επί πλέον αυτή ενέργεια υπολογίζεται μεταξύ 10% και 40%.

Αυτό σημαίνει ότι ένας τέτοιος θερμοηλεκτρικός σταθμός, εφοδιασμένος με διάταξη μείωσης των εκπομπών CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα κατά 80-90%, θα καταναλώνει μεταξύ 10% και 40% περισσότερο καύσιμο από έναν αντίστοιχο συμβατικό, που παράγει την αυτή ποσότητα ηλεκτρισμού.

Με όσα προαναφέρθηκαν και με την αναγκαστική συνέχιση αξιοποίησης των γνωστών ορυκτών καυσίμων, θα υπάρξει ταχύτερη εξάντληση των αποθεμάτων των καυσίμων αυτών και αύξηση της τιμής του ηλεκτρικού ρεύματος. Και τα δύο αυτά επακόλουθα, δεν αποτελούν βέβαια καθόλου ελκυστικές προτάσεις για ένα κόσμο που διαθέτει καθορισμένα όρια

εκμεταλλεύσεως ορυκτών καυσίμων.

### Αρχή της μεθόδου

Η κατακράτηση, συμπίεση και αποθήκευση του CO<sub>2</sub>, αποτελούν τελευταίως σημαντικής σημασίας τεχνολογία για την επίτευξη της μείωσης των εκπομπών, που παράγονται από τους θερμοηλεκτρικούς σταθμούς άνθρακος, πετρελαίου και φυσικού αερίου.

Αυτό που κάνει την περιγραφόμενη χημική τεχνολογία καύσεως ιδιαίτερως ελκυστική, είναι το γεγονός ότι η χημική αυτή μέθοδος συνδυάζει τόσο τη δέσμευση του CO<sub>2</sub>, όσο και την παράλληλη επίτευξη αποδόσεων υψηλής στάθμης, πέραν εκείνων που επιτυγχάνονται σήμερα με τις χρησιμοποιούμενες σύγχρονες κλασσικές αντίστοιχες τεχνολογίες.

Η αναφερόμενη μέθοδος καύσεως παράγει ένα χωριστό απομονούμενο ρεύμα CO<sub>2</sub>, το οποίο αποχωρίζεται από τα εκπεμπόμενα καυσαέρια, συμπιέζεται και αποθηκεύεται στο υπέδαφος. Παράλληλα, η ολική απόδοση του θερμοηλεκτρικού σταθμού αυξάνεται υπερβαίνουσα κατά πολύ τις γνωστές σημερινές κλασσικές αποδόσεις.

Η χημική αυτή τεχνολογία προτάθηκε για πρώτη φορά το 1954 ως τρόπος παραγωγής καθαρού CO<sub>2</sub>, ελεύθερου από την επιμόλυνση με αδρανή αέρια, όπως το άζωτο. Με τον τρόπο αυτό η τεχνολογία αυτή επιτυγχάνει την κατακράτηση του CO<sub>2</sub>, η οποία βέβαια προϋποθέτει ένα σχετικώς χαμηλό ενεργειακό επιπρόσθετο κόστος, το οποίο αφορά την όλη διαδικασία αποχωρισμού του CO<sub>2</sub> από τα καυσαέρια, τη συμπίεσή του, τη μεταφορά του (αν χρειάζεται) και την υπόγεια αποθήκευσή του. Επιπρόσθετο όφελος στην περίπτωση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, είναι το γεγονός, ότι η τεχνολογία αυτή οδηγεί σε βελτιωμένο κύκλο αποδόσεως. Αν ο κύκλος αυτός κατορθώσει, με κατάλληλους χειρισμούς, να γίνει ιδανικός, αντισταθμίζονται οι επιπρόσθετες δαπάνες που προέρχονται από τη δέσμευση, συμπίεση και αποθήκευση του CO<sub>2</sub>.

### Τρόπος οξειδώσεως του καυσίμου

Αντί η οξείδωση των υδρογονανθράκων να γίνει σε μία και μόνη αντίδραση, όπως συμβαίνει στους συμβατικούς θερμοηλεκτρικούς σταθμούς, στη νέα αυτή χημική τεχνολογία οι υδρογονάνθρακες οξειδώνονται σε δύο διαδοχικές αντιδράσεις. Για τον σκοπό αυτό απαιτείται ένα επιπρόσθετο μέσον, στην πράξη ατμοί ενός εύτηκτου

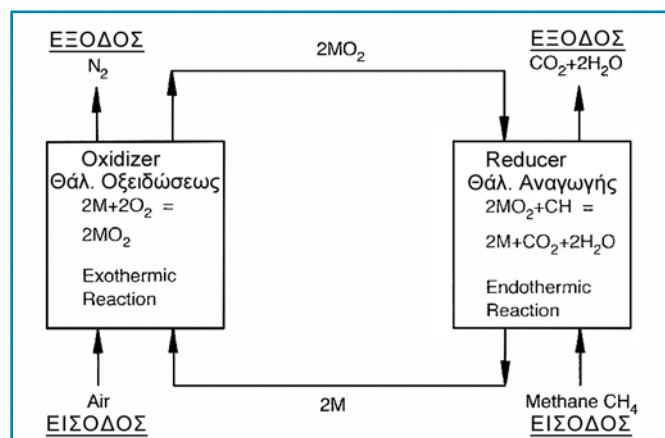
μετάλλου, το οποίο επανακυκλοφορεί μεταξύ των δύο αντιδράσεων, μεταφέροντας άτομα οξυγόνου.

Η νέα αυτή χημική μέθοδος καύσεως, μοιάζει με εκείνη που λαμβάνει χώρα στο ανθρώπινο σώμα για την παραγωγή ενέργειας από την καύση των τροφών. Τον ρόλο της αιμοσφαιρίνης δηλαδή, στην προκειμένη περίπτωση, παίζει ένα μέταλλο σε κατάσταση ατμών, το οποίο χρησιμοποιείται ως φορέας οξυγόνου για τις αντιδράσεις οξειδώσεως και αναγωγής. Τέτοια μέταλλα είναι το νάτριο, το κάλιο και ο ψευδάργυρος, των οποίων οι θερμοκρασίες οξειδώσεως και αναγωγής βρίσκονται μέσα στη σφαίρα του εφικτού σε βιομηχανική χρήση. Ο περιγραφόμενος κύκλος αποφεύγει τις εκτεταμένες μεταβολές εντροπίας, οι οποίες καθορίζονται από τον κύκλο του Carnot. Έτσι, καθίσταται δυνατή η επίτευξη υψηλών θερμικών αποδόσεων.

Σε ένα συμβατικό θερμικό σύστημα ενεργείας, μία και μόνη εξώθερμη αντίδραση αέρος-καυσίμου λαμβάνει χώρα, σε έναν και μόνο θάλαμο καύσεως, με τη λανθάνουσα θερμότητα να διοχετεύεται, είτε απ' ευθείας στο καύσιμο (όπως στον κύκλο Brayton), είτε να μεταβιβάζεται δευτερογενώς σ' αυτό (όπως στον κύκλο Rankine).

Η νέα χημική μέθοδος καύσεως περιλαμβάνει, όπως προαναφέραμε, δύο χωριστές αντιδράσεις: μία οξείδωση και μία αναγωγή. Το οξειδωτικό μέσον είναι ανάλογο με τον χώρο καύσεως, στον οποίο το επονομαζόμενο στην προκειμένη περίπτωση "καύσιμο" (δηλαδή ατμοί του μετάλλου), προσεχώς φορέας του οξυγόνου, οξειδώνεται με αέρα μέσω μιας εξώθερμης αντιδράσεως. Η απελευθερούμενη χημική ενέργεια μπορεί, με τον γνωστό κλασσικό τρόπο, να μετατραπεί σε έργο, με τη χρήση συνηθισμένης θερμικής μηχανής, είτε με τον κύκλο Brayton, είτε με τον κύκλο Rankine, είτε με άλλον συμβατικό κύκλο.

Η διαφορά της μεθόδου δεσμεύσεως, συμπίεσεως και αποθηκείσεως του CO<sub>2</sub>, έγκειται στην προσθήκη ενός δευτέρου χώρου αντιδράσεως, τον αναγωγικό, όπου το σχηματισθέν μεταλλικό οξείδιο ανάγεται αντιδρώντας με τους υδρογονάνθρακες, με αποτέλεσμα την αναγέννηση του "μεταλλικού καυσίμου". Στη συνέχεια, το μέταλλο επιστρέφει στον οξειδωτικό θάλαμο, όπου επανοξειδώνεται και η ανακύκλωση επαναλαμβάνεται συνεχώς.



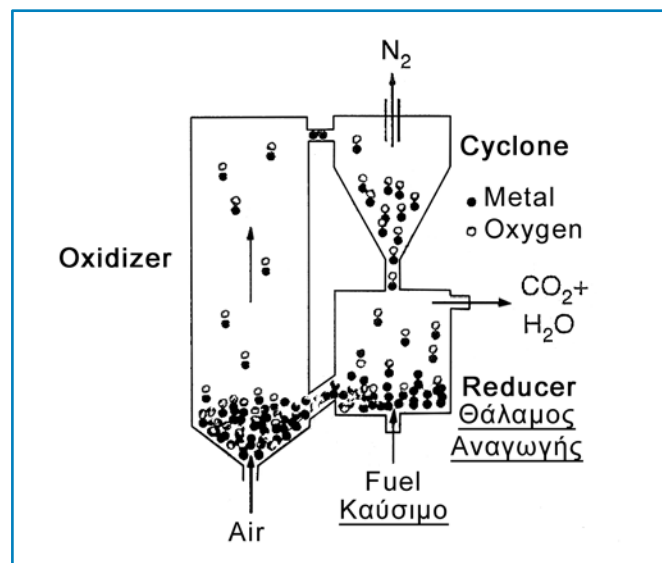
ΣΧΗΜΑ 1

## Δύο χωριστά ρεύματα εκπομπών

Το ρεύμα εκπομπών από τον οξειδωτικό θάλαμο αποτελείται από απηλλαγμένο οξυγόνου αέρα, δηλαδή από άζωτο, ενώ το προερχόμενο από τον αναγωγικό θάλαμο συνίσταται από CO<sub>2</sub> και υδρατμό. Στα σχήματα 1 και 2 παρουσιάζονται, με κάθε λεπτομέρεια, οι πορείες των καυσίμων, των οξειδωτικών, των αναγωγικών και των εκπομπών (βλέπε αναλυτική παράσταση και επεξήγηση στα σχήματα 1 και 2).

Το σύστημα επομένως δεσμεύσεως, συμπίεσεως και αποθηκείσεως του CO<sub>2</sub> είναι, βασικά, ανάλογο με εκείνο ενός συμβατικού θερμικού σταθμού με την εξής όμως βασική διαφορά: ότι το CO<sub>2</sub> και το άζωτο αποβάλλονται από διαφορετικά ρεύματα εκπομπών. Για την απομόνωση επομένως του CO<sub>2</sub> απαιτείται, απλά και μόνο, η συμπύκνωση του υδρατμού στο ρεύμα που τον περιλαμβάνει μαζί με το CO<sub>2</sub>.

Η συμβατική καύση είναι μία ισχυρή μη αντιστρεπτική μεταβολή, η οποία έχει ως επακόλουθο μεγάλη απώλεια έργου (σχεδόν το ένα τρίτο της περιεχομένης στο καύσιμο ενέργειας). Αυτό εξ' άλλου είναι εκείνο που περιορίζει την απόδοση, τόσο στον απλό, όσο και στον συνδυασμένο κύκλο λειτουργίας ενός θερμικού σταθμού. Ακόμη και στον πιο ανεπτυγμένο κύκλο, η απόδοση περιορίζεται γύρω στο 60%.



ΣΧΗΜΑ 2

## Συγκρίσιμες αποδόσεις

Στην αναφερόμενη νέα χημική μέθοδο καύσεως δεν εμφανίζεται η συμβατική κλασσική καύση για τη μετατροπή της χημικής ενέργειας, ούτε υπάρχει περιορισμός που καθορίζεται από τον κύκλο του Carnot, για τη θερμική απόδοση. Επίσης δεν εμφανίζεται η διαδικασία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας των κυψελίδων καυσίμου, η οποία στηρίζεται στην ελεγχόμενη εναλλαγή ηλεκτρονίων και την πραγματοποίηση μεγαλύτερης αποδόσεως, από εκείνη των θερμικών κύκλων με καύσιμο υδρογόνο.

Με τη νέα αυτή χημική τεχνολογία καύσεως, έχοντας υπολογίσει την απόδοση των διαφόρων "καυσίμων"

φορέων οξυγόνου, μπορούμε να επιλέξουμε εκείνο το “καύσιμο” φορέα οξυγόνου, με το οποίο θα επιτύχουμε την υψηλότερη απόδοση που καθορίζεται από το δεύτερο θερμοδυναμικό αξίωμα.

Η αντίδραση οξειδώσεως όλων σχεδόν των μετάλλων είναι έντονα εξώθερμη. Αυτό επομένως συντελεί στην επίτευξη υψηλής θερμοκρασίας στα εκπεμπόμενα αέρια κατά την παραγωγή ενέργειας. Οι περισσότερες αντιδράσεις αναγωγής μεταλλοξειδίων είναι ενδόθερμες, οπότε απαιτούν προσθήκη θερμότητας. Στην παραγωγή ενέργειας δια της νέας αυτής μεθόδου καύσεως, μεταξύ των δύο χημικών αντιδράσεων θα μπορούσε να μεσολαβήσει μία θερμική μηχανή, αφ'ενός δεχόμενη θερμότητα από έναν οξειδωτικό θάλαμο και αφ'ετέρου αποβάλλοντάς την σε έναν ανάλογο αναγωγικό.

### Τεχνικοεπιστημονική ερμηνεία της μεθόδου

Στην πράξη, οι αντιδράσεις οξειδοαναγωγής (redox) της μεθόδου αυτής είναι έτσι διατεταγμένες, ώστε να λαμβάνουν χώρα σε διαφορετικούς θαλάμους, ήτοι στον οξειδωτικό θάλαμο (ή θάλαμο αέρος) και στον αναγωγικό θάλαμο (ή θάλαμο καυσίμου) αντιστοίχως. Η διάταξη αυτή των θαλάμων παρέχει στη χημική αυτή ανακυκλωτική καύση, το πλεονέκτημα της διαδικασίας κατακρατήσεως του CO<sub>2</sub>.

Στους συμβατικούς θερμικούς σταθμούς, στους οποίους το καύσιμο καίγεται παρουσία αέρος, το παραγόμενο CO<sub>2</sub> αραιώνεται από άζωτο. Αυτό σημαίνει ότι, μετά την καύση, απαιτείται η εγκατάσταση ενός δαπανηρού συστήματος διαχωρισμού, για τον αποχωρισμό και την κατακράτηση του CO<sub>2</sub> από τα καυσαέρια.

Με την νέα χημική τεχνολογία καύσεως όμως, η αραιώση του CO<sub>2</sub> με άζωτο αποφεύγεται, λόγω του ότι η οξειδωση του καυσίμου γίνεται σε δύο στάδια, έτσι ώστε, για την κατακράτηση, δημιουργείται χωριστό ρεύμα CO<sub>2</sub>, το οποίο εύκολα συμπιέζεται για να μεταφερθεί με σωληνώσεις προς περαιτέρω υπόγεια αποθήκευση.

Η απόδοση του κύκλου της μεθόδου αυτής, μπορεί να καταστεί υψηλή σε σύγκριση με άλλους κύκλους, και τούτο διότι κάθε μία από τις δύο αντιδράσεις λαμβάνει χώρα πολύ κοντά στις αντίστοιχες, για την κάθε μία, συνθήκες ισορροπίας. Είναι επίσης ενδιαφέρον να σημειωθεί, ότι στο σύστημα αυτό η καύση υδρογονανθράκων μπορεί να πλησιάσει τη μέγιστη απόδοση έργου, χωρίς τα υλικά κατασκευής της εγκαταστάσεως, όπου αυτή πραγματοποιείται, να υπερβούν τα όρια αντοχής τους στη θερμοκρασία.

Η ανακυκλοφορία, τόσο της ενέργειας όσο και της εντροπίας, δηλώνει ότι οι δύο αντιδράσεις οξειδοαναγωγής (redox) μπορούν, αμφότερες, να εμφανίσουν μια αξιολόγου μεγέθους μεταβολή εντροπίας ΔS, πράγμα που εξηγεί γιατί οι δύο αντιδράσεις μπορούν

να λάβουν χώρα αμφίδρομα, σε σχετικώς χαμηλές θερμοκρασίες.

Η καθαρή αποβαλλόμενη θερμότητα είναι κοντά στο μηδέν. Αποτέλεσμα αυτού είναι το γεγονός ότι η ολική απόδοση πλησιάζει την μονάδα, κάτι εξ' άλλου που πρέπει να συμβαίνει σε ένα αμφίδρομο σύστημα καύσεως υδρογονανθράκων. Τέτοια υψηλή απόδοση θα ήταν αδύνατη στην οξειδωση μιας φάσεως, στις θερμοκρασίες που επικρατούν στον κύκλο αυτό. Οι δύο αντιδράσεις οξειδοαναγωγής (redox) λαμβάνουν χώρα στους 1839°K και 1039°K αντιστοίχως.

Η μέθοδος καύσεως που αναφέρομε, παρέχει επομένως τη δυνατότητα για την επίτευξη δύο φανερά σημαντικών στόχων: την αποτελεσματική παραγωγή ενός χωριστού ρεύματος CO<sub>2</sub>, με συνέπεια τη διευκόλυνση της κατακρατήσεώς του, και παράλληλα την αύξηση της ολικής αποδόσεως του συστήματος. Οι δύο αυτοί στόχοι πραγματοποιούνται με τη χρησιμοποίηση του ίδιου βασικού εξοπλισμού και με την απαιτούμενη επένδυση, ανεξάρτητη από οποιαδήποτε μέθοδο επιλεγεί για την κατακράτηση του CO<sub>2</sub>.

### Αναλυτική διερεύνηση

Η επί μέρους λειτουργία των τμημάτων ενός τέτοιου συστήματος, μελετήθηκε αναλυτικά με την αποδοχή μιας 90% αποδόσεως για τον συμπιεστή και 85% για όλες τις άλλες δραστηριότητες. Με βάση την παραπάνω αποδοχή, από πειραματικό μοντέλο επετεύχθη μια ολική απόδοση γύρω στο 75%, σε πίεση οξειδώσεως 35 bar και μέγιστη θερμοκρασία εισόδου στον στρόβιλο 1423°K. Η θερμοκρασία αυτή εισόδου είναι πολύ κάτω από την μέγιστη θερμοκρασία που έχει μέχρι σήμερα επιτευχθεί στην πράξη για αεριοστροβίλους. Επίσης η απόδοση 75% για τη ρευστή φάση του χημικού ανακυκλοφοριακού κύκλου είναι σημαντικά υψηλότερη του 60%, που έχει επιτευχθεί μέχρι τώρα σε σταθμούς συνδυασμένου κύκλου.

Η καύση είναι συνήθως μια ισχυρή μη αντιστρεπτή διαδικασία, η οποία απαιτεί την απόρριψη μεγάλων ποσοτήτων θερμότητας, πράγμα που οδηγεί σε περιορισμούς θερμικής αποδόσεως. Η ικανότητα της χημικής ανακυκλωτικής μεθόδου να μειώνει τόσο την ανεπιστρεπτότητα, όσο και την έκταση της απορριπτομένης θερμότητας, ανοίγει νέους ορίζοντες στην έρευνα.

Η περιγραφείσα νέα χημική ανακυκλωτική τεχνολογία καύσεως, αποτελεί σημαντικό βήμα προόδου στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Ίσως προσφέρει και μια χρυσή ευκαιρία για την επίτευξη υψηλών αποδόσεων στους θερμικούς-ηλεκτρικούς σταθμούς ορυκτών καυσίμων, με παράλληλη κατακράτηση του CO<sub>2</sub>. Αυτό βέβαια χρειάζεται περαιτέρω έρευνα, καθόσον απομένει ακόμη σειρά ολόκληρη τεχνικών εμποδίων, τα οποία πιστεύεται ότι σύντομα θα υπερπηδηθούν.



