



Περί Χημείας

Παγκύπρια Ένωση Επιστημόνων Χημικών

Τεύχος: 12

Δεκέμβριος, 2013

Χημικά Όπλα

Ανάλυση Χημικών Όπλων

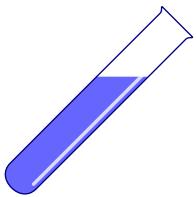
Νανοαισθητήρες για ανίχνευση εκρηκτικών ουσιών

Παγκοσμιοποίηση της Διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών και Χημικός Εγγραμματισμός

Μεγάλη Επιτυχία της Κυπριακής Ομάδας στην Παγκόσμια Ολυμπιάδα Χημείας

Τελετή Απονομής βραβείων Ολυμπιάδων Χημείας

100 Χρόνια από το Νόμπελ για την Χημεία Ένταξης



Πρόλογος από τον πρόεδρο της ΠΕΕΧ

Περιεχόμενα

Χημικά Όπλα

Ανάλυση Χημικών Όπλων

Νανοαισθητήρες για ανίχνευση εκρηκτικών ουσιών

Παγκοσμιοποίηση της Διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών και Χημικός Εγγραμματισμός

45η Παγκόσμια Ολυμπιάδα Χημείας 2013 Μόσχα, Ρωσία

Τελετή Απονομής βραβείων Ολυμπιάδων Χημείας

Αφέρωμα στον Άλφρεντ Βέρνερ (Alfred Werner), 100 χρόνια από την απονομή του Νόμπελ στην Χημεία

Ανακοινώσεις

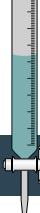
Σελ.	Αγαπητές και αγαπητοί συνάδελφοι, μέλη της ΠΕΕΧ	τους και την ανίχνευση, ανάλυση και καταστροφή τους.
4	Το ηλεκτρονικό δελτίο της ΠΕΕΧ έρχεται και πάλι κοντά σας μετά από μια αρκετά μεγάλη διακοπή. Μια νέα εκδοτική ομάδα, που συστάθηκε πρόσφατα, προτείνει ένα διαφορετικό ηλεκτρονικό έντυπο. Αυτή τη φορά πρόκειται για σχεδόν κανονικό ηλεκτρονικό περιοδικό, με μεγάλα και μικρά άρθρα. Επί πλέον κάθε τεύχος θα εστιάζει σε συγκεκριμένο θέμα, που είτε θα είναι άμεσα συσχετισμένο με την τρέχουσα επικαιρότητα είτε θα είναι κάποιο σημαντικό και διαχρονικό για τη Χημεία θέμα.	Πέρα αωστόσο από το κεντρικό θέμα, το δελτίο της ΠΕΕΧ έχει χώρο για κάθε χρήσιμη συνεισφορά από συναδέλφους στους τομείς της Εκπαίδευσης, της Ασφάλειας των Τροφίμων, του Περιβάλλοντος, των Υλικών, των Προτύπων, της Ενέργειας, της Βιοχημείας και γενικά όλων των σύγχρονων τομέων που ασχολούνται οι Χημικοί. Στο παρόν τεύχος δημοσιεύουμε (με ομολογουμένως σοβαρή καθυστέρηση) ένα άρθρο του συναδέλφου Καθ. Γιώργου Τσαπαρλή για την παγκοσμιοποίηση της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών. Πρόκειται για εργασία που ο συναδέλφος είχε παρουσιάσει στο 11ο Συνέδριο Χημείας Κύπρου-Ελλάδας που έγινε τον Οκτώβρη του 2011 στη Λεμεσό. Όσον αφορά την τρέχουσα επικαιρότητα, το δελτίο μας αναφέρεται στην απονομή των βραβείων των Παγκυπρίων Ολυμπιάδων Χημείας που έγινε τον περασμένο Ιούνιο, αλλά και στην τεράστια (για τα δεδομένα της Κύπρου) επιτυχία της Ολυμπιακής μας ομάδας στη Διεθνή Ολυμπιάδα της Μόσχας. Τέσσερα παιδιά από την Κύπρο μας έκαναν όλους περήφανους τον Ιούλιο φέρνοντας πίσω 3 χάλκινα μετάλλια και έναν έπαινο, επίδοση μοναδική μέχρι σήμερα.
7		
10		
13		
20		
21	Στο πρώτο μας αυτό νέο τεύχος (120 στη σειρά από την καθιέρωση των ηλεκτρονικών τευχών ΠΕΡΙ ΧΗΜΕΙΑΣ) έχουμε επιλέξει ως βασικό μας θέμα τα ΧΗΜΙΚΑ ΌΠΛΑ. Μετά τον πολύ πρόσφατο θόρυβο που έγινε και γίνεται με το χημικό οπλοστάσιο της Συρίας, αλλά και την απονομή του βραβείου Nobel Ειρήνης στον Οργανισμό για την Απαγόρευση των Χημικών Όπλων (OPCW), πιστεύουμε ότι το θέμα αυτό πρέπει να πάρει την κεντρική θέση στο δελτίο μας. Τα χημικά όπλα αποτελούν μια από τις πιο μελανές κηλίδες στην ένδοξη ιστορία της Χημείας και έναν από τους κυριότερους παράγοντες απαξίωσης της επιστήμης μας. Στα άρθρα που μπορέσαμε να συγκεντρώσουμε γίνεται καταρχήν μια γενική εισαγωγή στα χημικά όπλα σε αρκετά απλό επίπεδο από τον Αναπλ. Καθ. Γιάννη Πασχαλίδη. Επειδή στη Χημεία εναπόκειται ωστόσο κατά κύριο λόγο η ανίχνευση των χημικών όπλων και η προστασία του κοινού, ο Δρ Αρτέμης Λούπης τις βασικές μεθόδους ανάλυσης των ενώσεων αυτών στο χημικό εργαστήριο και η Επίκ. Καθ. Θεοδώρα Κρασιά περιγράφει νανοαισθητήρες για ανίχνευση χημικών όπλων. Τέλος, από την εκδοτική ομάδα συνοψίζονται μερικές χρήσιμες ιστοσελίδες και εύκολα προσβάσιμες πηγές για να μάθει κανείς περισσότερες λεπτομέρειες για τα χημικά όπλα, τη δράση	Ελπίζουμε ότι η κοινότητα των Χημικών της Κύπρου θα αγκαλιάσει το νέο εκδοτικό εγχείριμα της ΠΕΕΧ και θα μας βοηθήσει να συνεχίσουμε στον δρόμο αυτό της ποιότητας και της προσφοράς προς τον κλάδο. Καλούμε τους συναδέλφους χημικούς, όπου και αν εργάζονται, να αγκαλιάσουν αυτή την προσπάθεια και να μας στέλνουν υλικό για τα επόμενα δελτία, για να έχει διάρκεια αυτή η προσπάθεια και να μας κάνει όλους περήφανους. Στόχος μας καταρχήν είναι να εκδίδουμε τέσσερα τέτοια δελτία το χρόνο. Στη νέα ιστοσελίδα μας η εκδοτική ομάδα θα σημειώνει κάθε φορά τα κεντρικά θέματα των
24		
25		

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΚΔΟΣΗΣ

Ιδιοκτήτης Διοικητικό Συμβούλιο ΠΕΕΧ

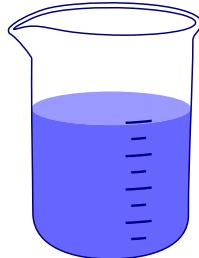
Επιμέλεια έκδοσης Αναστάσιος Κεραμιδάς

Για την αναδημοσιεύση οποιαδήποτε κειμένου ή γραφικών του περιοδικού απαιτείται άδεια από το Διοικητικό Συμβούλιο της ΠΕΕΧ



Εκδότης Επαμεινώνδας Λεοντίδης

www.chemistry.org.cy



επόμενων ηλεκτρονικών δελτίων. Όσοι πιστοί προσέλθετε στην προσφορά ...

Στην έκτακτη Γενική Συνέλευση της ΠΕΕΧ που έγινε στις 19 Οκτωβρίου αποφασίστηκε η επανενεργοποίηση του Τμήματος Νέων Χημικών και η δημιουργία Τμήματος Εκπαίδευσης στην ΠΕΕΧ. Η δραστηρότητα των Τμημάτων αυτών θα αρχίσει άμεσα. Περισσότερα νέα θα έχουμε να σας πούμε για την προσπάθεια αυτή στο επόμενο ενημερωτικό μας δελτίο, το πρώτο του 2014. Το τελευταίο θέμα αυτής της κάπως φλύαρης εισαγωγής είναι να ενημερώσουμε όλα τα μέλη μας ότι η νέα ιστοσελίδα μας ανοίγει άμεσα τις πύλες της προς την κοινωνία. Και στο θέμα της ιστοσελίδας γίνεται μια νέα προσπάθεια με μια σημαντική νέα προσέγγιση. Μοιραζόμαστε τη νέα ιστοσελίδα με τον Σύνδεσμο Χημικών Καθηγητών (ΣΥΧΗΚΑ) της ΟΕΛΜΕΚ και ευελπιστούμε στο μέλλον και με το Συμβούλιο Εγγραφής Χημικών

(ΣΕΧ). Η νέα ιστοσελίδα www.chemistry.org.cy φιλοδοξεί να γίνει η διαδικτυακή πύλη για τη Χημεία στην Κύπρο, όπου θα φιλοξενούνται γραφείο εργασίας, ανακοινώσεις συνεδρίων, εκπαιδευτικά θέματα και fora συζήτησης σοβαρών θεμάτων που απασχολούν τους χημικούς. Θα υπάρξει μια μεταβατική περίοδος, κατά την οποία η ιστοσελίδα θα εμπλουτίζεται με υλικό (ενδεχομένως με αργούς ρυθμούς) και ζητάμε την κατανόησή σας για τις αρχικές ατέλειες. Τελικά ωστόσο ελπίζουμε να κάνουμε ένα αικόνα σημαντικό βήμα μπροστά και βασιζόμαστε στα μέλη μας για κρίσεις, συμβουλές, συζητήσεις και συνεισφορές στο υλικό που θα μοιραζόμαστε με ολόκληρη την κοινωνία.

Με συναδελφικούς χαιρετισμούς
Εκ μέρους της ΠΕΕΧ και της εκδοτικής ομάδας
Ο Πρόεδρος
Καθ. Επαμεινώνδας Λεοντίδης

ΧΡΗΣΙΜΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΑ ΧΗΜΙΚΑ ΟΠΛΑ ΣΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

Για περισσότερες πληροφορίες για την πολιτική γύρω από τον περιορισμό των χημικών όπλων και τη σημερινή παγκόσμια κατάσταση επισκεφθείτε την ιστοσελίδα του Οργανισμού για την Απαγόρευση των Χημικών Όπλων:

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

Για τα είδη των χημικών όπλων η παρακάτω ιστοσελίδα δίνει λίγο περισσότερες τεχνικές λεπτομέρειες από το εισαγωγικό άρθρο του συνάδελφου Γιάννη Πασχαλίδη:

<http://www.fas.org/cw/documents/cwagents.pdf>

Η βιβλιογραφία του χημικού, βιολογικού και πυρηνικού πολέμου καταγράφεται διεξοδικά στον παρακάτω σύνδεσμο:

<http://edocs.nps.edu/npspubs/scholarly/biblio/Sep03-CBN Terror biblio.pdf>

Η παρακάτω αμερικανική ιστοσελίδα προσφέρει άφθονους συνδέσμους για πληροφορίες κάθε λογής σχετικά με τα χημικά όπλα και τον χημικό πόλεμο:

<http://sis.nlm.nih.gov/enviro/chemicalwarfare.html#fa1>

Η παρακάτω διαδικτυακή πύλη οδηγεί σε μεγάλο αριθμό χρήσιμων συνδέσμων:
http://en.wikipedia.org/wiki/Portal:Weapons_of_mass_destruction

ΑΛΛΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Για τις υπάρχουσες τεχνικές χημικής ανάλυσης των χημικών όπλων διαβάστε το άρθρο:

Herbert H. Hill, Jr.‡ and Stephen J. Martin, Pure and Applied Chemistry 74, 2281-2291 (2002) ή διαθέσιμο ως <http://pac.iupac.org/publications/pac/pdf/2002/pdf/7412x2281.pdf>

Πολλές μέθοδοι αναλύονται στο βιβλίο Markku Mesilaakso (ed), “Chemical Weapons Convention Chemicals Analysis: Sample Collection, Preparation and Analytical Methods”, J. Wiley (2005) ή μερικώς διαθέσιμο ως <http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/0470012285>



Εκδοτική
Ομάδα



Επαμεινώνδας
Λεοντίδης



Αναστάσιος
Κεραμιδάς

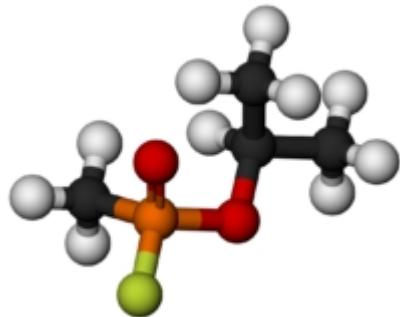


Κυριακή¹
Ιωάννου

Θεοδώρα
Κρασιά

Άρθρο - Χημικός Όπλα

“καὶ ἴδού ἵππος χλωρός,
καὶ ὁ καθήμενος ἐπάνω
αὐτοῦ, ὅνομα αὐτῷ
οὐ θάνατος, καὶ
οὐ ἄδης ἡκολούθει μετ'
αὐτοῦ” Αποκάλυψη
Ιωάννου Κεφ.6:7-8



Προπαν-2-υλομεθυλο-
φθόροφωσφορικό (Propan-2-yl
methylphosphonofluoride), η
κατά IUPAC ονομασία του sarin



Υγρό πύρ

Τα χημικά όπλα χρησιμοποιήθηκαν ευρέως στον 1^ο Παγκόσμιο Πόλεμο και αργότερα σποραδικά από αδίστακτα ολοκληρωτικά καθεστώτα και τρομοκρατικές ομάδες. Η χρήση sarin κατά τον άμαχον πληθυσμού στον πόλεμο της Συρίας έφερε στην επικαιρότητα τον εφιάλτη της χρήσης χημικών όπλων για σκοπούς εκβιασμού ή εκδίκησης. Τί είναι όμως αυτά τα όπλα, πότε πρωτοχρησιμοποιήθηκαν, πώς δρούν; Το παρόν άρθρο απλά και πολύ συνοπτικά φιλοδοξεί να απαντήσει σε μερικά από αυτά και πιθανόν άλλα σχετικά ερωτήματα.

Χημικά Όπλα

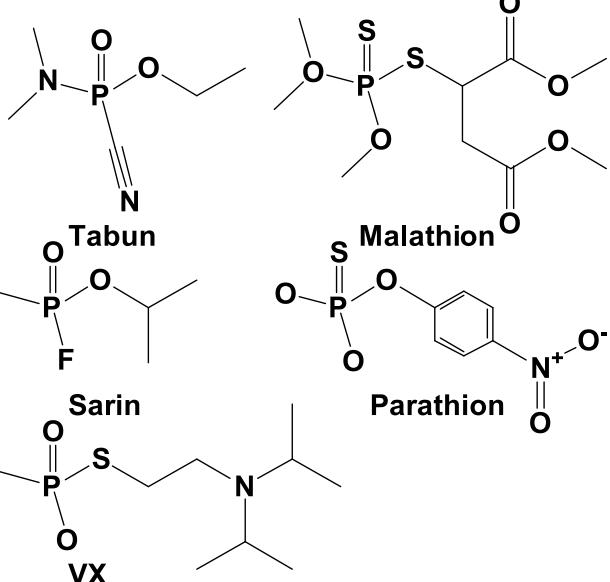
Ιωάννης Πασχαλίδης, Τμήμα Χημείας, Πανεπιστήμιο Κύπρου, 1678 Λευκωσία
E.Mail: pspasch@ucy.ac.cy, Οκτώβριος 2013

Χημικά όπλα ονομάζονται όλα εκείνα τα οπλικά συστήματα, των οποίων η δράση στηρίζεται κατά κύριο λόγο στις επιβλαβείς και τοξικές ιδιότητες ορισμένων χημικών ενώσεων. Τα χημικά όπλα ανήκουν μαζί με τα βιολογικά και πυρηνικά όπλα στην κατηγορία των όπλων μαζικής καταστροφής, επειδή όταν χρησιμοποιούνται η δράση τους δεν περιορίζεται μόνο στον στόχο αλλά επηρεάζει κάθε ζωντανό οργανισμό που βρίσκεται στο εγγύς περιβάλλον. [1].

Η χρήση και εφαρμογή χημικών ουσιών (συνήθως εύφλεκτων και καπνογόνων/ασφυξιογόνων παρασκευασμάτων) σε πολεμικές συρράξεις ανάγεται στην αρχαιότητα. Τον 5^ο π.Χ. αιώνα οι Σπαρτιάτες έριχναν αναμένο θειάφι (όταν καίγεται το θειάφι παράγεται διοξείδιο του θείου (SO_2), που έχει διαπεραστική και αποπνικτική οσμή) γιά να εξαναγκάσουν τους αντιπάλους τους να εγκαταλείψουν τα οχυρά ή τις κρυψώνες τους και τον Μεσαίωνα οι βυζαντινοί έριχναν «υγρό πύρ» για να πυρπολήσουν τα πλοία των αντιπάλων τους. Όμως, ο Πρώτος Παγκόσμιος Πόλεμος είναι (και μακάρι να παραμείνει) ο μοναδικός πόλεμος στην ιστορία της ανθρωπότητας, στον οποίο τα χημικά όπλα αποτέλεσαν ένα από τα βασικά εργαλεία των πολεμικών επιχειρήσεων.

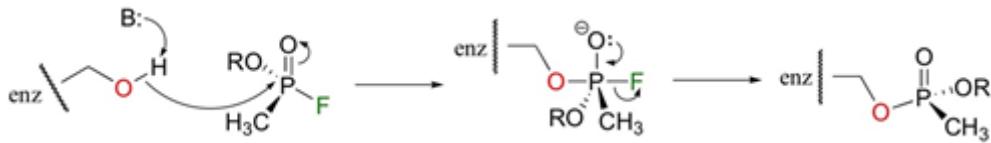
Νευροτοξικές

Πίνακας 1.
Παραδείγματα νευροτοξικών ενώσεων (χημικά όπλα) και οργανοφωσφορικών ενώσεων, που έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως σαν παρασιτοκόνα / εντομοκτόνα



Φυτοφάρμακα

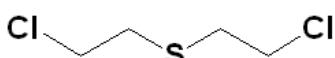
Άρθρο - Χημικός Όπλα



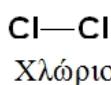
Εικόνα 1. Αντίδραση της ακετυλοχολινεστεράσης με τη νευροτοξική ένωση sarin που οδηγεί στη μη αναστρέψιμη αναστολή του ενζύμου



Αέριο Χλώριο



Μουστάρδα Θείου



Πληγές από έκθεση σε μίγμα αερίων μουστάρδας και χλωρίου. Το όπλο αναπτύχθηκε από την Bayer τον WW1

Απριλίου 1915, μάλιστα με πολύ πιο επικίνδυνα από το χλώριο χημικά όπλα. Ετσι, στον 1^ο Παγκόσμιο Πόλεμο, που ήταν ο κατεξοχήν πόλεμος των αερίων, χρησιμοποιήθηκε ευρέως ο υπερίτης, που ονομάστηκε έτσι γιατί πρωτοχρησιμοποιήθηκε στις μάχες κοντά στο Ypres. Το αέριο αυτό που έχει ισχυρά διαβρωτικές (και μακροπρόθεσμα καρκινογόνες ιδιότητες), προκαλεί άμεσα δερματικές πληγές που δεν επουλώνονται εύκολα. Ο υπερίτης είναι επίσης γνωστός και σαν αέριο της μουστάρδας, λόγω της χαρακτηριστικής του οσμής, αλλά και σαν LOST, ένα όνομα που το πήρε από τα αρχικά των ονομάτων των δύο χημικών που το συνέθεσαν (Lommel και Steinkopf).

Τα αποτελέσματα του χημικού πολέμου οδήγησαν μεν σε συνθήκη για «παντοτινή» απαγόρευση της χρήσης χημικών όπλων (Συνθήκη της Γενεύης, 1925), όμως στην διάρκεια τόσο του 2^{ου} Παγκοσμίου Πολέμου όσο και του Ψυχρού Πολέμου οι εκάστοτε υπερδυνάμεις φρόντιζαν με πολύ επιμέλεια να αναβαθμίσουν και να διευρύνουν το χημικό τους οπλοστάσιο. Το φάσμα των χημικών όπλων τόσο όσον αφορά την ποικιλία και τις φυσικοχημικές τους ιδιότητες όσο και την δράση τους είναι πολύ ευρύ. Από τα «ακίνδυνα», όπως τα δακρυγόνα (π.χ. CS₂, χλωροακετοφαινόνη), ασφυξιογόνα (π.χ. Clark-I, Clark-II) και καπνογόνα (π.χ. Napalm) έως τα πολύ επικίνδυνα όπως τα διαβρωτικά (π.χ. S-Lost και N-Lost), τα πνευμονοτοξικά (π.χ. χλωροπικρίνη, φωσγένιο) και τα αιμοτοξικά (π.χ. υδροκυάνιο, χλωροκυάνιο) αλλά και τα νευροτοξικά (π.χ. Tabun, Soman, Sarin, VX) και παραισθησιογόνα (π.χ. LSD, BZ) [1-2].

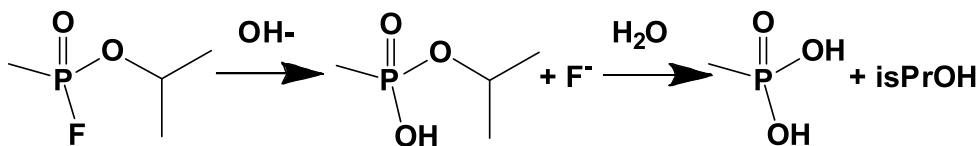
Πολλές από αυτές τις χημικές ενώσεις δοκιμάστηκαν σε κρατούμενους στρατοπέδων συγκέντρωσης, όπως π.χ. στη Μονάδα 731 του Αυτοκρατορικού Ιαπωνικού Στρατού, που επίσημα ήταν γνωστή σαν Τμήμα Καταπολέμησης Επιδημιών και Καθαρισμού/Απολύμανσης Νερού. Ας σημειωθεί, ότι αρκετές από τις ενώσεις που χρησιμοποιούνται σαν χημικά όπλα, παρασκεύαστηκαν στην προσπάθεια των ερευνητών να παρασκεύασουν νέα πιο δραστικά παρασιτοκτόνα/εντομοκτόνα. Το πιό αντιπροσωπευτικό παράδειγμα είναι οι νευροτοξικές ενώσεις που είναι συγγενείς ενώσεις με τα οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα/παρασιτοκτόνα (βλ. Πίνακα 1). Η δράση των οργανοφωσφορικών ενώσεων στηρίζεται στη μη αναστρέψιμη αναστολή του ενζύμου της ακετυλοχολινεστεράσης (βλ. Εικ. 1). Το ένζυμο της ακετυλοχολινεστεράσης διασπά την ακετυλοχολίνη, μια ουσία που μεσολαβεί

στην επικοινωνία του νευρικού συστήματος με τους μύς. Ως αποτέλεσμα, οι μύες αδυνατούν να χαλαρώσουν και μένουν σε μόνιμη σύσπαση και ο οργανισμός πεθαίνει με φρικτό θάνατο. Όμως, ευτυχώς τα χημικά όπλα, αν και υπήρχαν σε μεγάλες ποσότητες στις αποθήκες διαφόρων κρατών, δεν χρησιμοποιήθηκαν ευρέως στον 2^ο Παγκόσμιο Πόλεμο. Όταν μάλιστα οι Ναζί κατάλαβαν ότι χάνουν τον πόλεμο, άρχισαν να απορρίπτουν στην θάλασσα ή να θάβουν στο υπέδαιφος τα βαρέλια με τις τοξικές ουσίες για να μην πέσουν στα χέρια των αντιπάλων, αφήνοντας όμως πίσω τους κατάλοιπα, που θα αποτελούν μιά χημική ωρολογιακή βόμβα για τις επόμενες γενεές [1-2].

Αν και επίσημα απαγορευμένα ακόμη και μετά το 2^ο Παγκόσμιο Πόλεμο, τα χημικά όπλα συνεχίζονταν να εξελίσσονται (π.χ. δυαδικά χημικά όπλα) και ορισμένα από αυτά έχουν χρησιμοποιηθεί σποραδικά από μεγάλα και μικρά κράτη ή τρομοκρατικές ομάδες, με πιό πρόσφατη την τρομοκρατική επίθεση με sarin σε σταθμό μετρό του Τόκιο, 1995). Όμως, μετά την ευρεία χρήση χημικών όπλων στον πόλεμο Ιράν-Ιράκ (Σεπτ. 1980 – Αυγ. 1988) και την επίθεση με χημικά όπλα σε κουρδικά χωριά του βορείου Ιράκ μιά «μαύρη Παρασκευή» στις 16/3/1988 από το τότε καθεστώς του Saddam Hussein, η διεθνής κοινότητα αποφάσισε την ίδρυση του διεθνούς Οργανισμού για την Απαγόρευση των Χημικών Όπλων – OAXA (Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons, OPCW), ο οποίος το 1997 έθεσε σε ισχύ τη Συνθήκη για απαγόρευση ανάπτυξης, παραγωγής, αποθήκευσης και χρήσης χημικών όπλων. Φέτος ο OPCW βραβεύτηκε με το βραβείο Nobel ειρήνης για τη «θεσμοθετημένη απαγόρευση των χημικών όπλων, τον έλεγχο αλλά και την εποπτεία της αποδόμησης και καταστροφής των αποθεμάτων χημικών όπλων σε διάφορες χώρες» (π.χ. ΗΠΑ, Ρωσία κ.α.).

Επίσης σημαντικό ρόλο έπαιξε πρόσφατα και η παρέμβαση του OPCW για την καταστροφή των χημικών όπλων στη Συρία, ειδικά μετά τη χρήση sarin κατά αμάχων κατά τον εκεί εκτυλισσόμενο εμφύλιο πόλεμο (2013) [3]. Οι δεδηλωμένες ποσότητες χημικών όπλων που θα έπρεπε να είχαν καταστραφεί ανέρχονταν στις ~ 71000 τόνους και από αυτές η μεγαλύτερη ποσότητα αντιστοιχούσε στο VX (~19000 τόνοι), ακολουθούμενο από το αέριο της μουστάρδας (~17000 τόνοι) και το sarin (~15000 τόνοι). Όμως, όπως κατά κανόνα ισχύει για όλες τις επικίνδυνες/τοξικές ουσίες, όχι τόσο η παραγωγή αλλά μάλλον η εξουδετέρωση/καταστροφή τους αποτελούν το μεγαλύτερο πρόβλημα. Ακόμη και στις ΗΠΑ,

Άρθρο - Χημικός Όπλα



Εικόνα 2 Αντιδράσεις (αλκαλικής) υδρόλυσης της νευροτοξικής ένωσης sarin



Σύμφωνα με το OPCW περίπου το 81% των γνωστών χημικών όπλων είχε καταστραφεί μέχρι τον Ιούλιο του 2013.

που έχουν αυτή τη στιγμή τη μεγαλύτερη εμπειρία και τεχνογνωσία σε θέματα εξουδετέρωσης και καταστροφής χημικών όπλων, επειδή έχουν ήδη καταστρέψει το 90% του χημικού τους οπλοστασίου, ο χρόνος για την καταστροφή 1000 τόνων (η ποσότητα χημικών όπλων της Συρίας) ανέρχεται σε περίπου τρία χρόνια και το κόστος σε πάνω από 2 δισεκατομμύρια δολάρια. Επίσης, αν και έχουν προταθεί διάφορες εξελιγμένες χημικές μέθοδοι εξουδετέρωσης και καταστροφής χημικών όπλων (όπως η καύση σε πλάσμα, κρυογονικές μέθοδοι κ.α.), η καύση στους ~ 1000 °C και η αλκαλική υδρόλυση, ειδικά στην περίπτωση των νευροτοξικών, που είναι βασικά οργανοφωσφορικοί εστέρες, αποτελούν ακόμα και σήμερα τις πιο σημαντικές και πλέον εφαρμοσμένες μεθόδους. Στην Εικ. 2 δίνονται συνοπτικά οι αντιδράσεις (αλκαλικής) υδρόλυσης της νευροτοξικής ένωσης sarin [1-2].

Ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα στην προσπάθεια του OPCW για εξουδετέρωση/καταστροφή των χημικών όπλων είναι οι συνθήκες που επικρατούν σήμερα σε ορισμένες χώρες που κατέχουν χημικά όπλα (π.χ. Συρία, Λιβύη) και δυσκολεύονται, είτε λόγω εμπόλεμης κατάστασης είτε λόγω κόστους τις σχετικές εργασίες. Ας ελπίσουμε ότι τελικά ο OPCW θα πετύχει στον επιθυμητό βαθμό τον βασικό του στόχο, που δεν είναι άλλος από την

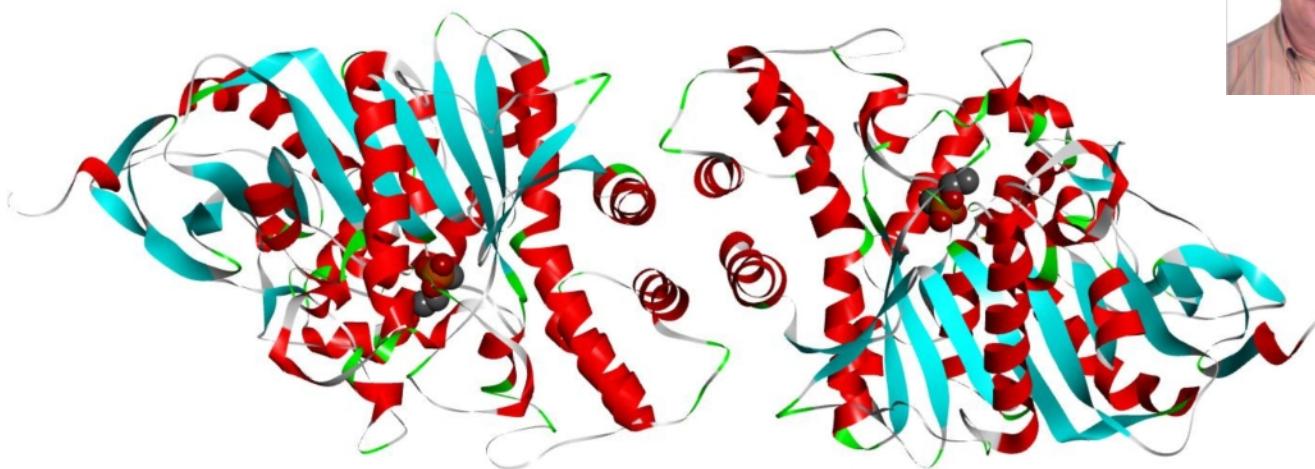
καταστροφή του υφιστάμενου χημικού οπλοστασίου, αλλά και τον έλεγχο και αποτροπή παρασκευής χημικών όπλων από τρομοκρατικές ομάδες και κράτη, ώστε να εξαλειφθεί παντελώς αυτός ο εφιάλτης από το πρόσωπο της γης.

Βιβλιογραφία

- [1] M. Hoefer. Chemische Kampfstoffe- Ein Überblick. Chemie in Unserer Zeit 3, (2002) 148.
- [2] M. Schnedlitz Chemische Kampfstoffe: Geschichte, Entwicklung und Einsatz GRIN Verlag, 2008
- [3] OPCW. Convention on the Prohibition of the Development, Production, Stockpiling and Use of Chemical Weapons and on their Destruction. Haque, 1997.

Σχετικά με τον Συγγραφέα

Ο Δρ Ιωάννης Πασχαλίδης είναι Αναπλ. Καθηγητής στο Τμήμα Χημείας του Πανεπιστημίου Κύπρου. Έχει σπουδάσει Χημεία στο Πολυτεχνείο του Μονάχου, Γερμανία και στο ίδιο πανεπιστήμιο εκπόνησε τη διδακτορική του διατριβή με αντικείμενο την Υδατική Χημεία των πλουτονίων σε σχέση με την αποθήκευση πυρηνικών αποβλήτων στο υπέδαφος. Σήμερα τα ερευνητικά του ενδιαφέροντα εστιάζονται στην Ραδιοαναλυτική και Περιβαλλοντική Χημεία (ραδιο)τοξικών μετάλλων.



Η κρυσταλλική δομή της πρωτεΐνη της ακέτυλοχολινεστεράσης (απεικονίζεται με κορδέλα) από ποντίκι, η οποία στο ενεργό κέντρο της έχει το νευροτοξικό χημικό όπλο sarin (απεικονίζεται με μπάλες). Η ένταξη αυτή είναι υπεύθυνη για την βιολογική δράση του χημικού όπλου. (Αδημοσίευτα δεδομένα από PDBe, Protein Data Bank Europe, δομή 2Y2U)

Η ανάλυση των χημικών ενώσεων που χρησιμοποιούνται ως χημικά όπλα απαιτεί γρήγορη δειγματοληψία και ακολούθως γρήγορη ανάλυση. Η μέθοδος επεξεργασίας εξαρτάται από τη φύση της ένωσης καθώς και το υπόστρωμα. Η μεθοδολογία μπορεί να είναι απλή. Πολλές τεχνικές έχουν χρησιμοποιηθεί αλλά η ευρέως χρησιμοποιούμενη τεχνική είναι η αέρια χρωματογραφία.

Ανάλυση Χημικών Όπλων

Αρτέμης Λούππης, cp Foodlab ltd, Πολυφόντη 25, 2040 Στρόβολος, Αενκωσία
E.Mail: aloupis@cc.uoi.gr, Νοέμβριος 2013



Το πρωτότυπο της φορητής μονάδας στο Κέντρο Χημικών και Βιολογικών Όπλων Edgewood του αμερικανικού στρατού [2].

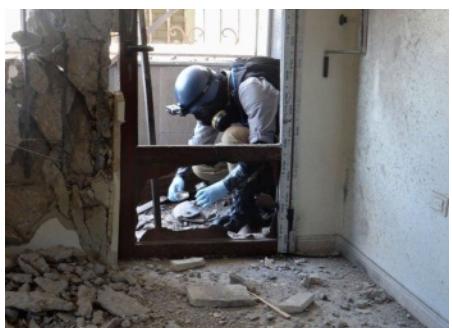
Υπό το πρίσμα της Σύμβασης για τα Χημικά Όπλα (Chemical Weapons Convention, CWC) η ανάπτυξη μεθοδολογιών για τη ταυτοποίηση και το προσδιορισμό των χημικών ενώσεων που χρησιμοποιούνται για χημικά όπλα κρίθηκε επιτακτική. Τη σύμβαση αυτή έχουν υπογράψει ήδη 188 χώρες παγκοσμίως. Για την ανάλυση αυτών των χημικών ενώσεων καθώς και των προϊόντων αποικοδόμησής τους χρησιμοποιούνται κυρίως η αέρια χρωματογραφία, η υγρή χρωματογραφία με διάφορους ανιχνευτές, η φασματοσκοπία πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού, η ηλεκτροφόρηση ή συνδυασμός αυτών[1].

Η μεθοδολογία η οποία είναι κατάλληλη για την ανάλυση των ενώσεων που χρησιμοποιούνται για χημικά όπλα εξαρτάται από το είδος της ένωσης, τη φύση του δείγματος (στερεό, υγρό, αέριο) καθώς και από άλλους παράγοντες όπως η ευαισθησία την οποία μπορεί να επιτύχει, το κόστος του εξοπλισμού κ.ά. Τα χημικά όπλα είναι χημικές ενώσεις σε αέρια μορφή ή μπορούν να μετατραπούν σε αέρια μορφή ή ατμοί ή σταγονίδια ή σκόνη υπό κατάλληλες συνθήκες πίεσης, θερμοκρασίας και υγρασίας. Εκτός από τη κατάλληλη επιλογή της μεθοδολογίας, πρέπει να επιλεχθεί και η κατάλληλη εκχύλιση για την παραλαβή αυτών των ενώσεων από το προς ανάλυση δείγμα. Επομένως, είναι απαραίτητη η γνώση της φύσης του δείγματος για την επιλογή της κατάλληλης εκχύλισης και μεθοδολογίας. Οι χημικές ενώσεις αυτές μπορούν να απαντηθούν σε περιβαλλοντικής φύσεως δείγματα (αέρας, λίμνες, ποτάμια, έδαφος), σε υλικά που έχει φτιάξει ο άνθρωπος (ρούχα, διάφορα πολυμερή) και σε βιολογικά δείγματα (αίμα, ούρα, τρίχα) [4].

Για την ανίχνευση και τέλος τη ποσοτικοποίηση αυτών των ενώσεων πρέπει να ληφθούν διάφοροι παράγοντες. Σημαντικός παράγοντας είναι ο χρόνος της δειγματοληψίας και της ανάλυσης ο οποίος πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότερος. Δεύτερος παράγοντας είναι ότι αυτές οι ενώσεις μπορεί να απαντηθούν σε πολύπλοκης φύσεως δείγματα και σε χαμηλές συγκεντρώσεις. Τέλος, πολλές από αυτές τις χημικές ενώσεις αποικοδομούνται (υδρολύνονται ή οξειδώνονται) με αποτέλεσμα τη δημιουργία

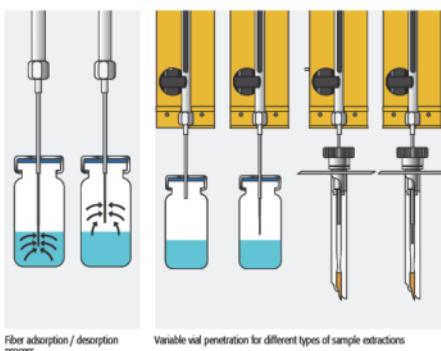
πολικών προϊόντων που καθιστούν δύσκολη την παραλαβή τους με εκχύλιση στερεάς φάσης και τέλος την ανάλυσή τους με αέρια χρωματογραφία [1].

Επιστημονικές έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί για το προσδιορισμό ποικίλων χημικών ενώσεων σε περιβαλλοντικά δείγματα [1,4,5,6]. Οι ενώσεις αυτές ή τα προϊόντα αποικοδόμησής τους μπορούν να αναλυθούν όταν βρίσκονται στην ελεύθερη μορφή τους ή ως παράγωγα μετά από παραγωγοποίησή τους αφού εκχυλιστούν από το δείγμα. Η παραγωγοποίηση των ενώσεων πλεονεκτεί ως προς το ότι προκύπτουν σταθερές ενώσεις οι οποίες μπορούν να ανιχνευθούν σε συγκεκριμένους ανιχνευτές (π.χ. φθορίζοντα παράγωγα) και ως προς την πιθανή μείωση του ορίου ανίχνευσης κ.ά. Όμως, τα σημαντικά μειονεκτήματα είναι το κόστος του αντιδραστήριου παραγωγοποίησης που συνήθως είναι μεγάλο και ο χρόνος της ανάλυσης ο οποίος αυξάνεται. Στην περίπτωση της ανάλυσης των ελεύθερων μορφών δεν απαιτείται αντιδραστήριο παραγωγοποίησης οπότε και ο χρόνος της ανάλυσης μειώνεται. Οι τεχνικές εκχύλισης που χρησιμοποιούνται ευρέως είναι η εκχύλιση υγρού-υγρού (Liquid-Liquid Extraction, LLE) και η εκχύλιση στερεάς φάσης (Solid Phase Extraction, SPE). Όταν πρόκειται να αναλυθούν δείγματα νερού για χημικές ενώσεις όπως το Σαρίν συνήθως το δείγμα δεν χρειάζεται χρονοβόρα επεξεργασία. Μπορεί να υπάρχει στάδιο διήθησης για να απομακρυνθούν αιωρούμενα σωματίδια. Στη συνέχεια πραγματοποιείται εκχύλιση με στήλες ή φίλτρα C18, C8 ή με στήλες που αποτελούνται από πολυμερή με δυνατότητα υδρόφιλης-λιπόφιλης ισορροπίας (Oasis HLB). Αφού εξισορροπηθούν οι στήλες με διαλύτες φορτίζονται με το δείγμα και στη συνέχεια οι ενώσεις εκλούνται με τον επιλεγόμενο διαλύτη. Προσδιορίζονται απευθείας στον αέριο ή υγρό χρωματογράφο ή προσυγκέντρωνται ή/και αλλάζει ο διαλύτης και στη συνέχεια προσδιορίζονται. Τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιείται η τεχνική της μικρο-εκχύλισης στερεάς φάσης (Solid Phase Microextraction, SPME). Στην εκχύλιση αυτή λαμβάνει χώρα προσρόφηση σε ίνα. Η ίνα είναι φτιαγμένη από



Εικόνα 1. Δειγματοληψία από ειδικό των Ηνωμένων Εθνών μετά το πόλεμο στη Συρία τον Αύγουστο του 2013 [3].

Άρθρο - Ανάλυση Χημικών Όπλων



Εικόνα 2. Τεχνική Μικρο-εκχύλισης στερεάς φάσης (Solid Phase Microextraction, SPME) [8].

ένα προσροφητικό υλικό όπου προσροφούνται επιλεγμένες ενώσεις από το δείγμα. Μπορεί η ίνα να βρίσκεται σε άμεση επαφή με το δείγμα ή στον υπερκείμενο χώρο του δείγματος. Στη συνέχεια οδηγείται η ίνα στον αέριο χρωματογράφο όπου εκροφούνται οι χημικές ενώσεις οι οποίες έχουν προσροφηθεί και προσδιορίζονται. Στην περίπτωση της εκχύλισης υγρού-υγρού επιλέγεται οργανικός διαλύτης (ο πιο διαδεδομένος είναι το διχλωρομεθάνιο), όπου στη συνέχεια παραλαμβάνεται η οργανική φάση, εξατμίζεται και επαναδιαλύεται το ξηρό υπόλειμμα στο επιλεγόμενο διαλύτη της μεθόδου (ακετόνη, μεθανόλη κ.ά) [7,8,9].

Η ευρύτερα χρησιμοποιούμενη μεθοδολογία που χρησιμοποιείται είναι η αέρια χρωματογραφία (Gas Chromatography, GC) με ανιχνευτές όπως είναι η φασματομετρία μάζας (GC-MS), σύλληψης ηλεκτρονίων (GC-ECD), αζώτου-φωσφόρου (GC-NPD) κ.ά. Οργανοφωσφορικές ενώσεις όπως το Σαρίν, το Σομάν και τα προϊόντα υδρόλυσης τους καθώς και το αέριο μουστάρδας και τα προϊόντα υδρόλυσης και οξειδωσής τους έχουν μελετηθεί με αέρια χρωματογραφία με φασματομετρία μάζας με όριο ανίχνευσης 0.05μg/ml. Σε αυτήν η κινητή φάση είναι αέριο και με κατάλληλο θερμοκρασιακό πρόγραμμα οι χημικές ενώσεις είτε ελεύθερες είτε παραγωγοποιημένες οδηγούνται στον ανιχνευτή. Για τις οργανοφωσφορικές ενώσεις χρησιμοποιούνται ο ανιχνευτής φασματομετρίας μάζας όπου οι ενώσεις θραυσματοποιούνται και τα θραύσματα

καταγράφονται και ο ανιχνευτής σύλληψης ηλεκτρονίων αφού οι ενώσεις αυτές έχουν την δυνατότητα να προσλαμβάνουν ηλεκτρόνια που εκπέμπονται από ένα φύλλο αλουμινίου που περιέχει ραδιενεργό νικέλιο. Ενώσεις όπως αλκυλομεθυλοφωσφονικά οξέα προσδιορίστηκαν με υγρή χρωματογραφία με φασματομετρία μάζας (LC-MS/MS) με όρια ανίχνευσης 0.01-0.07μg/L. Στη συγκεκριμένη μεθοδολογία, οι χημικές ενώσεις συμπαρασύρονται με τη βιόθεια υγρών διαλυτών και αφού ιονιστούν (ιονισμός με ηλεκτροψεκασμό, Electron Spray Ionisation (ESI) ή με χημικό ψεκασμό, Chemical Ionisation (CI)) οδηγούνται στον ανιχνευτή όπου πάλι με θραυσματοποίηση, τα αντιπροσωπευτικά θραύσματα καταγράφονται από τον ανιχνευτή. Και στις δύο περιπτώσεις με τη χρήση πρότυπων ουσιών μπορούν να ποσοτικοποιηθούν οι ενώσεις αυτές. Άλλες τεχνικές που έχουν χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση αυτών των ενώσεων είναι η φασματοσκοπία Πυρηνικού Μαγνητικού Συντονισμού (Nuclear Magnetic Resonance, NMR). Χρησιμοποιήθηκε η τεχνική του $^1\text{H-NMR}$ (400MHz) και $^{31}\text{P-NMR}$ (162MHz) και η τριχοειδής ηλεκτροφόρηση για την ανάλυση οργανοφωσφορικών ενώσεων σε δείγματα νερού και εδάφους. Βέβαια, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και συνδυασμός από τις παραπάνω τεχνικές (π.χ. LC-NMR) αυξάνοντας το διαχωρισμό των ενώσεων, μειώνοντας τα όρια ανίχνευσης κ.ά. Πρόσφατα έχει αναπτυχθεί μια νέα κατηγορία αισθητήρων που ονομάζονται "ηλεκτρονικές μύτες". Αυτές κατασκευάζονται

Πίνακας 1. Λίστα αναλυτικών μεθόδων που χρησιμοποιούνται ανά κατηγορία ενώσεων (Χημικά Όπλα)[7].

Ενώσεις	Υπόστρωμα	Μέθοδος Εκχύλισης	Μέθοδος ανίχνευσης
Σαρίν, Σομάν, Ταμπούν και συναφείς τοξικές χημικές ενώσεις	Έδαφος Νερό Χαρτί, Πάτωμα	Διχλωρομεθάνιο: Εξάνιο SPE, Oasis HLB SPME	GC-FPD GC-MS LC-ESI-MS/MS
Οργανοφωσφονικά και φωσφοραμιδικά	Νερό Έδαφος Πολύπλοκο Οργανικό Υπόστρωμα	SPE Υπερκρίσιμο Υγρό ⁺ SPE, C18 στήλες	GC-MS GC-MS GC-FPD
Φωσφονικά οξέα και προϊόντα αποικοδόμησης	Έδαφος Νερό Νερό	Νερό SPE Ακετονιτρίλιο και απαυθείας παραγωγοποίηση	LC-ESI-MS LC-UV-NMR GC-MS
Ενώσεις θείου και αζώτου	Έδαφος Αίμα Αέρας	Κορεσμένο διάλυμα άλατος SPE, στήλες σίλικας C8 στερεάς φάσης εκχύλιση	GC-MS GC-MS GC-NPD
Lewisites	Νερό Έδαφος Αέρας	CCl ₄ SPME Απορροφητές (Richter, Zaitsev)	GC-MS GC-MS GC-ECD

έτσι ώστε να μιμηθούν το σύστημα όσφρησης του ανθρώπου. Μία από αυτές κατασκευάστηκε από το Πολυτεχνείο της Ισπανίας στη Βαλένθια η οποία αποτελείτο από 8 διαφορετικά ηλεκτρόδια (Ni, Cu, Co, Ag, Au, Pt, Rh, Ir). Η «ηλεκτρονική μύτη» μπορούσε να διακρίνει οργανοφωσφορικές ενώσεις (π.χ. μιμητής Ταμπούν) από παράγωγά τους σε χαμηλές συγκεντρώσεις (1.33 ppm) [1,4,5,6,10].

Η επιστήμη εξελίσσεται οπότε νέες χημικές ενώσεις οι οποίες θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως χημικά όπλα συνεχώς θα ανακαλύπτονται. Θα υπάρχουν συνεπώς επιστήμονες που με κίνητρο τα χρήματα ή την πίεση των κυβερνήσεων τους θα να συνθέσουν νέες χημικές ενώσεις, που σε μικρές συγκεντρώσεις θα μπορούν να δράσουν γρηγορότερα. Όμως, από την άλλη πλευρά θα υπάρχουν επιστήμονες που θα προσπαθούν να αναπτύξουν μεθοδολογίες πιο γρήγορες, πιο ευαίσθητες για να μπορούν να ανιχνεύσουν τις ενώσεις αυτές.

Βιβλιογραφία

- [1] Mazumder A., Gupta Hemendra, Garg P., Jain R., Dubey D. On-line high-performance liquid chromatography-ultraviolet-nuclear magnetic resonance method of the markers of nerve agents for verification of the chemical Weapons Convention. *Journal of Chromatography A* (2009) 5228-5234.
- [2] www.ecbc.army.mil
- [3] www.gulfnews.com
- [4] Terzic O., Swahn I., Cretu G., Palit M., Mallard G. Gas chromatography-full scan mass spectrometry determination of traces of chemical warfare agents and their impurities in air samples by inlet based thermal desorption of sorbent tubes. *Journal of Chromatography A* (2012) 182-192.
- [5] Sridhar L., Karthikraj R., Murty M.R.V.S., Raju N., Vairamani M., Prabhakar S. *International Journal of Mass Spectrometry* (2013) 15-20.
- [6] Roen B., Sellevag S., Lundanes E. On-line solid phase extraction-liquid chromatography-

mass spectrometry for trace determination of nerve agent degradation products in water samples. *Analytica Chimica Acta* 761 (2013) 109-116.

[7] Pragnay D., Saradhi U.V.R. Sample-preparation techniques for the analysis of chemical-warfare agents and related degradation products. *Trends in Analytical Chemistry*, Vol. 37, 2012.

[8] Popiel S., Sankowska M. Determination of chemical warfare agents and related compounds in environmental samples by solid-phase microextraction with gas chromatography. *Journal of Chromatography A*, 1218 (2011) 8457-8479.

[9] Kanaujia P., Pardasani D., Gupta A.K., Dubey D.K. Extraction of chemical warfare agents from water with hydrophilic-lipophilic balance and C18 cartridges: Comparative study. *Journal of Chromatography A*, 1139 (2007) 185-190.

[10] Pascual L., Campos I., Bataller R., Olguin C., Garcia-Breijo E., Martinez-Manez R., Soto J. A “humid electronic nose” for the detection of nerve agent mimics; a case of selective sensing of DCNP (a Tabun mimic). *Sensors and Actuators B: Chemical* 192 (2014) 134-142.

Σχετικά με το Συγγραφέα

Ο Δρ. Αρτέμης Λούπης είναι Χημικός και εργάζεται στο ιδιωτικό αναλυτικό διαπιστευμένο εργαστήριο *cp. Foodlab Ltd* στη Λευκωσία. Έχει σπουδάσει Χημεία στο Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων όπου και εκπόνησε μεταπτυχιακή και διδακτορική διατριβή στη Χημεία και Τεχνολογία Τροφίμων. Σήμερα ασχολείται με την ανάπτυξη και εφαρμογή μεθοδολογιών για την ανίχνευση και προσδιορισμό κατάλοιπων φωτοφαρμάκων, αντιβιοτικών, κτηνιατρικών φαρμάκων και διάφορων ρυπαντών σε τρόφιμα και περιβαλλοντικά δείγματα με τις τεχνικές της αέριας και νηρής χρωματογραφίας.



Η εκλεκτική ανίχνευση εκρηκτικών ουσιών σε μικρές συγκεντρώσεις θεωρείται αναγκαία στη σημερινή εποχή για αντιμετώπιση τρομοκρατικών επιθέσεων. Για την αντιμετώπιση της τρομοκρατίας που βασίζεται στην χρήση εκρηκτικών ουσιών είναι απαραίτητη η μαζική παραγωγή αισθητήρων μεγάλης ευαισθησίας και εκλεκτικότητας. Με την βοήθεια της νανοτεχνολογίας και της νανοκατασκευαστικής, ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη νανοαισθητήρων (στους οποίους τουλάχιστον η μία από τις διαστάσεις είναι της τάξης των νανομέτρων, 10^{-9} m) θα μπορούσε να ικανοποιήσει τις πιο πάνω απαιτήσεις.

Νανοαισθητήρες για ανίχνευση εκρηκτικών ουσιών

Θεοδώρα Κρασιά-Χριστοφόρου, Τμήμα Μηχανικών Μηχανολογίας και Κατασκευαστικής, Πανεπιστήμιο Κύπρου, 1678 Λευκωσία, E-Mail: krasia@ucy.ac.cy
Νοέμβριος 2013



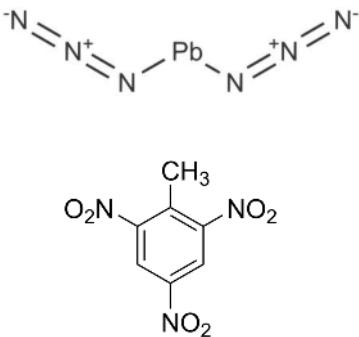
Στις μέρες μας ο αριθμός των τρομοκρατικών επιθέσεων οι οποίες βασίζονται σε χρήση εκρηκτικών ουσιών αυξάνεται δραματικά εξαιτίας της ευκολίας παρασκευής, τοποθέτησης και ενέργοιοποίησής τους καθώς και του γεγονότος ότι μπορεί να οδηγήσουν σε πολύ μεγάλες καταστροφές [1]. Η ανίχνευση εκρηκτικών ουσιών σήμερα αποτελεί σημαντική πρόκληση εξαιτίας των χαμηλών τάσεων ατμών που χαρακτηρίζει τις περισσότερες από αυτές, την χρησιμοποίηση νέων πολυσύνθετων εκρηκτικών μιγμάτων διαφορετικών χημικών συστάσεων, καθώς και των πολλαπλών μεθόδων μεταφοράς και τοποθέτησής τους από τρομοκρατικές ομάδες ή άτομα στα σημεία ενδιαφέροντος όπως δίκτυα συγκοινωνιών, δημόσια κτίρια ή εξωτερικούς δημόσιους χώρους. Η ανίχνευση ιχνοποστήτων εκρηκτικών ουσιών συμπεριλαμβάνει την συλλογή ατμών ή δειγμάτων σωματιδιακής φύσεως, και την μετέπειτα ανάλυσή τους με χρήση ενός ευαίσθητου συστήματος ανίχνευσης. Οι πιο διαδεδομένες τεχνικές ανίχνευσης εκρηκτικών ουσιών είναι η φασματομετρία ιοντικής κινητικότητας (ion mobility spectrometry, IMS), η φασματομετρία μάζας (mass spectrometry, MS) και η αέρια χρωματογραφία (gas chromatography, GC) [2]. Εντούτοις, οι προαναφερθείσες τεχνικές είναι χρονοβόρες και υψηλού κόστους, και γι' αυτό η χρήση τους σαν συστήματα ανίχνευσης εκρηκτικών περιορίζεται σε στρατηγικές τοποθεσίες όπως αεροδρόμια και κυβερνητικά κτήρια. Επομένως η ανάπτυξη καινοτόμων συστημάτων ανίχνευσης που όχι μόνο να χαρακτηρίζονται από μεγάλη ευαίσθησία και εκλεκτικότητα αλλά και να είναι χαμηλού κόστους και μικρού μεγέθους που να επιτρέπει την μαζική τοποθέτηση σε εξωτερικούς και εσωτερικούς δημοσίους χώρους, μέσα μεταφοράς και συγκοινωνιών, οδικά δίκτυα κ.λ.π., κρίνεται άκρως αναγκαία.

Για αποτελεσματική ανίχνευση εκρηκτικών ουσιών στον αέρα θα πρέπει να ακολουθηθούν τα πιο κάτω βασικά βήματα [2]:

- (α) Συλλογή αέρα γύρω από το ύποπτο αντικείμενο. Εξαιτίας της χαμηλής τάσης ατμών των υλικών αυτών [3], απαιτείται η συλλογή μεγάλων ποσοτήτων αέρα για λήψη αρκετών μορίων της εκρηκτικής ουσίας έτσι ώστε να μπορούν να ανιχνευθούν από τον αισθητήρα, αφού πολλές φορές η ευαίσθησία των αισθητήρων που χρησιμοποιούνται είναι αναποτελεσματική στην ανίχνευση ιχνοποστήτων εκρηκτικών ατμών.
- (β) Προσυγκέντρωση των εκρηκτικών μορίων σε επιλεγμένα υλικά-προσροφητές. Στο βήμα αυτό συλλέγεται επαρκής ποσότητα αέρα με χρήση αντλίας και τα μόρια των εκρηκτικών υλών προσροφώνται σε υλικά με μεγάλη προσροφητική ικανότητα.
- (γ) Εκρόφηση των εκρηκτικών ουσιών από τα υλικά-προσροφητές και ανίχνευσή τους με χρήση συστήματος ανίχνευσης.
- (δ) Ανάλυση δεδομένων.

Εκτός από την μεγάλη ευαίσθησία που θα πρέπει να χαρακτηρίζει ένα αισθητήρα, άλλα σημαντικά στοιχεία είναι η ικανότητα χρημικής αναγνώρισης/εκλεκτικότητας, (που ερμηνεύεται ουσιαστικά με την ικανότητα ανίχνευσης ενός συγκεκριμένου αναλύτη στην παρουσία άλλων μορίων τα οποία βρίσκονται μέσα στο υπό μελέτη δείγμα), καθώς και η αναγνώριση των εκρηκτικών ουσιών σε πραγματικό χρόνο. Επιπλέον για επίτευξη συνεχούς λειτουργίας ο αισθητήρας θα πρέπει να παρουσιάζει αντιστρεπτότητα (reversibility) σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, να έχει δηλαδή την ικανότητα να επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση με απομάκρυνση του αναλύτη, και να χαρακτηρίζεται από γρήγορους χρόνους ανίχνευσης και αναγέννησης. Τέλος, όπως έχει ήδη προαναφερθεί, είναι αναγκαία η δυνατότητα

Άρθρο - Νανοαισθητήρες για ανίχνευση εκρηκτικών ουσιών



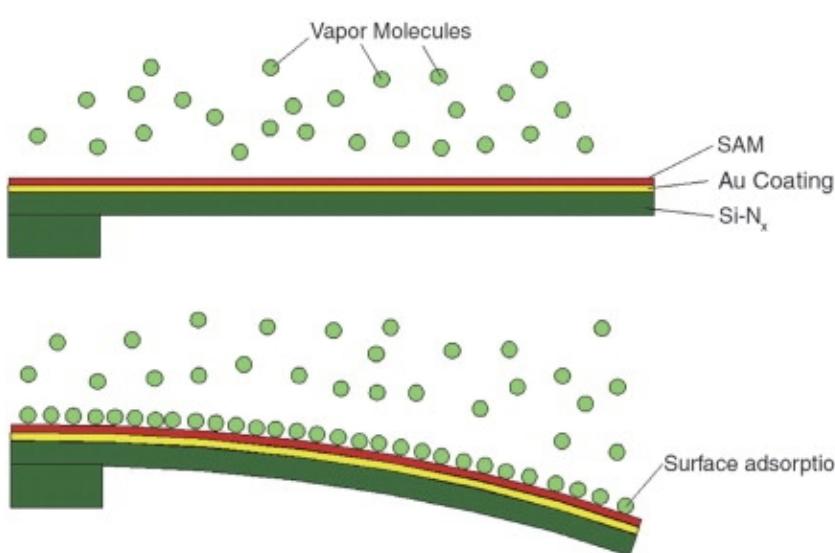
Εικόνα 1 Χημικές δομές των εκρηκτικών $\text{Pb}(\text{N}_3)_2$ και TNT

μαζικής παραγωγής αισθητήρων που να ικανοποιούν τα πιο πάνω κριτήρια σε μεγέθη που να επιτρέπουν την εύκολη και μαζική χρησιμοποίησή τους όχι μόνο σε σημεία υψηλού κινδύνου όπως κυβερνητικά κτίρια και αεροδρόμια αλλά και οπουδήποτε άλλον. Οι μέχρι στιγμής διαθέσιμοι αισθητήρες δεν είναι ικανοί να ικανοποιήσουν τις πιο πάνω απαιτήσεις. Εντούτοις νανοαισθητήρες, η εξέλιξη των οποίων είναι εφικτή σήμερα με την ραγδαία ανάπτυξη των τομέων της νανοτεχνολογίας και νανοκατασκευαστικής, αποτελούν πολύ υποσχόμενα υλικά για την μελλοντική ανάπτυξη αποτελεσματικών αισθητήρων που να πλοιορύν όλα τα πιο πάνω χαρακτηριστικά.

Χαρακτηριστικά εκρηκτικών ουσιών. Οι εκρηκτικές ουσίες είναι χημικές ενώσεις οι οποίες κάτω από ορισμένες συνθήκες αποσυντίθενται, οδηγώντας στην απότομη έκλυση μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα. Οι ουσίες αυτές κατηγορηματοποιούνται σε ασθενείς εκρηκτικές ύλες ή χαμηλά εκρηκτικά και σε υψηλά εκρηκτικά, αναλόγως των ρυθμών καύσης τους. Τα τελευταία διαχωρίζονται σε πρωτεύοντα όπου ακόμη και πολύ μικρά εξωτερικά ερεθίσματα όπως για παράδειγμα η τριβή, μπορεί να οδηγήσουν σε έκρηξή τους (π.χ. αζίδια όπως $\text{Pb}(\text{N}_3)_2$ και στα δευτερεύοντα (π.χ. τρινιτροτολούδιο, TNT) τα οποία παρουσιάζουν μεγάλη σταθερότητα και απαιτούν ειδικές συνθήκες για να επέλθει έκρηξη. Οι περισσότερες εκρηκτικές ουσίες είναι οργανικές ενώσεις συμπεριλαμβανομένων αλειφατικών νιτροενώσεων, νιτροαρωματικών ουσιών, νιτραμινών, οργανικών υπεροξειδίων κ.λ.π [2]. Τα τελευταία, καλούνται και *Home-Made Explosives* (HME) [4] και αποτελούν μια διαδεδομένη κατηγορία εκρηκτικών ουσιών που

χρησιμοποιούνται σε τρομοκρατικές επιθέσεις, εξαιτίας της μεγάλης ευκολίας παρασκευής τους.

Νανοαισθητήρες στην ανίχνευση ιχνοποσοτήτων εκρηκτικών ουσιών. Η κατανόηση διεργασιών και η ικανότητα μεταβολής διαφόρων γεγονότων και παραγόντων σε νανοσκοπικό επίπεδο δημιουργεί δυνατότητες για σημαντική πρόοδο σε διάφορους τομείς όπως ηλεκτρονική, ιατρική, και επιστήμη υλικών. Στην νανοκλίμακα οι φυσικές, χημικές και βιολογικές ιδιότητες της ύλης διαφέρουν από τις ιδιότητες των μεμονωμένων ατόμων ή της ύλης στη μακροκλίμακα, με αποτέλεσμα το υλικό στην νανοκλίμακα να παρουσιάζει μοναδικά φαινόμενα που δεν παρατηρούνται σε ανώτερες κλίμακες μεγεθών. Τέτοιου είδους φαινόμενα προσδίδουν μοναδικές δυνατότητες ανάπτυξης αισθητήρων με ικανότητα εκλεκτικής ανίχνευσης εκρηκτικών ουσιών σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις. Εξελίξεις των τελευταίων ετών στους τομείς της νανοτεχνολογίας και νανοκατασκευαστικής επέτρεψαν την κατασκευή νανοηλεκτρομηχανικών συστημάτων (nanoelectromechanical systems, NEMS) τα οποία συνδυάζουν ηλεκτρικές και μηχανικές λειτουργίες στην νανοκλίμακα. Τέτοιου είδους νανοσυσκευές παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον για εφαρμογές που αφορούν την ανίχνευση ιχνοποσοτήτων εκρηκτικών υλών, εξαιτίας του ότι μέσω μοριακής προσρόφησης προκαλούνται νανομηχανικά φαινόμενα ως αποτέλεσμα μοριακής αναγνώρισης/προσρόφησης [5]. Στην Εικ. 2 παρουσιάζεται σχηματικά η μοριακή αναγνώριση και προσρόφηση μορίων στην επιφάνεια προβόλου (cantilever) κατασκευασμένου συνήθως από Si, που αποτελεί μέρος ενός συστήματος NEMS. Σε τέτοια περίπτωση, προκαλείται κάμψη του προβόλου που εξαρτάται από την ενέργεια δεσμού επιφάνειας-ουσίας ή μεταβολή στην



Εικόνα 2. Μοριακή αναγνώριση και προσρόφηση μορίων στην επιφάνεια προβόλου (cantilever) που αποτελεί μέρος ενός νανοηλεκτρομηχανικού συστήματος. Από αναφορά [2].

Άρθρο - Νανοαισθητήρες για ανίχνευση εκρηκτικών ουσιών

συχνότητα συντονισμού του ανάλογα με την μάζα της ουσίας που προσροφάται. Οι νανοαισθητήρες μπορούν επίσης να κατηγορηματοποιηθούν σε αυτούς που φέρουν (receptor-based) ή όχι (receptor-free) μόρια-υποδοχείς για εκλεκτική προσρόφηση μορίων εκρηκτικών ουσιών μέσω της χημικής αλληλεπίδρασης που αναπτύσσεται μεταξύ των τελευταίων και των μορίων του υποδοχέα [2]. Στους receptor-based αισθητήρες η μεταβολή που προκαλείται εξαιτίας της πιο πάνω αλληλεπίδρασης είναι μετρήσιμη (μεταβολή μάζας, αγωγιμότητας, κ.λ.π.) και χρησιμοποιείται για ποσοτικοποίηση της αλληλεπίδρασης. Για να αποτελεί η ανίχνευση μια αντιστρεπτή διεργασία (reversible detection) τα μόρια των εκρηκτικών ουσιών θα πρέπει να δεσμεύονται στους υποδοχείς μέσω ασθενών αλληλεπιδράσεων (Van der Waals, δεσμοί υδρογόνου) και να έχουν την δυνατότητα αποδέσμευσης σε θερμοκρασία δωματίου. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται επικαλύψεις διαφόρων τύπων όπως SAMs (self-assembled monolayers), πολυμερή, μεταλλικά οξείδια, κ.λ.π. ενώ η επιλογή γίνεται αναλόγως του επιθυμητού χρόνου απόκρισης και ανάκτησης. Νανοδομές όπως νανονήματα και νανοκρυστάλλοι προσδίδουν μεγάλες δυνατότητες όσο αφορά την μοριακή προσρόφηση πάνω στις επιφάνειές τους, και κατ' επέκταση την αποτελεσματική χρήση τους σαν νανοδομημένα υλικά ανίχνευσης εκρηκτικών ουσιών υψηλής εναισθησίας. Νανονήματα συμπεριλαμβανομένων νανοσωλινίσκων άνθρακα (Carbon nanotubes, CNTs) καθώς και ανόργανα νανονήματα (όπως Si, ZnO κ.λ.π.) και νανοκρύσταλλοι μελετώνται για εφαρμογές ανίχνευσης εκρηκτικών ουσιών [6]. Στην περίπτωση των νανοκρυστάλλων, οι οπτικές ιδιότητες τους μεταβάλλονται μέσω μοριακής προσρόφησης ενώ στα νανονήματα, η προσρόφηση μορίων στην επιφάνειά τους μπορεί να οδηγήσει σε μεταβολή των ηλεκτρικών τους ιδιοτήτων [7]. Η δυνατότητα ανάπτυξης νανονημάτων από διαφορετικά υλικά καθώς και η δυνατότητα τροποποίησης της επιφάνειάς τους με εισαγωγή λειτουργικών ομάδων, οδηγεί σε αισθητήρες που να χαρακτηρίζονται από διαφορετικές επιφανειακές ιδιότητες και χημική εκλεκτικότητα.

Τόσο η ανάπτυξη αισθητήρων μεγάλης εναισθησίας και εκλεκτικότητας για εφαρμογή στην ανίχνευση εκρηκτικών ουσιών σε εξαιρετικά χαμηλές συγκεντρώσεις όσο και η αποτελεσματική δέσμευση των ουσιών αυτών από το περιβάλλον αποτελούν μεγάλη πρόκληση. Η πρακτική εφαρμογή των νανοαισθητήρων για ανίχνευση εκρηκτικών ουσιών απαιτεί τον συνδυασμό των στοιχείων του αισθητήρα σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα με στοιχεία που να επιτρέπουν τη

αποτελεσματική συλλογή και προσυγκέντρωση των υπό μελέτη ουσιών. Οι πολύ χαμηλές τάσεις ατιών που χαρακτηρίζουν τις περισσότερες εκρηκτικές ουσίες παρεμποδίζουν την συλλογή επαρκούς ουσίας μέσα σε λογικά χρονικά πλαίσια. Η χρησιμοποίηση νανοαισθητήρων σε τέτοιες εφαρμογές προσφέρει τεράστιες δυνατότητες εξαιτίας της ικανότητας πολλαπλής ανίχνευσης (multimodal detection), μεγάλης εναισθησίας και χημικής εκλεκτικότητας που παρέχεται μέσω διεργασιών τροποποίησης των επιφανειακών χαρακτηριστικών τους.

Βιβλιογραφία

- [1] R. J. Colton, J. N. Russell, Science 299, (2003), 1324.
- [2] L. Senesac, T. G. Thundata, Materials Today 11, (2008), 28.
- [3] H. Ostmark, S. Wallin, H. G. Ang, Propellants Explosives Pyrotechnics 37, (2012), 12.
- [4] N. Saravanapavanathan, Forensic Science 12, (1978), 131.
- [5] S. J. Caygill, J. F. Davis, S, P. J. Higson, Talanta 88, (2012), 14.
- [6] P.C. Chen, S. Sukcharoenchoke, K. Ryu, L. G. De Arco, A. Badmaev, C. Wang, C. W. Zhou, Advanced Materials 22, (2010), 1900.
- [7] T. Krasia-Christoforou, M. Zervos, "Hybrid metal nanoparticle – semiconductor nanowire assemblies: Synthesis, properties and applications", *Handbook of Functional Nanomaterials*, Nova Science Publishers, Inc. USA, (2013), in press.

Σχετικά με την Συγγραφέα

Η Δρ. Θεοδώρα Κρασιά-Χριστοφόρου είναι Επίκουρη Καθηγήτρια στο Τμήμα Μηχανικών Μηχανολογίας και Κατασκευαστικής στο Πανεπιστήμιο Κύπρου. Τα ενδιαφέροντα της περιλαμβάνουν τον σχεδιασμό, τη σύνθεση και τον χαρακτηρισμό λειτουργικών πολυμερικών υλικών. Ιδιαίτερα ασχολείται με την παρασκευή νανοσύνθετων υλικών βασισμένων σε πολυμερή και ανόργανα νανοσωματίδια όπως μεταλλικά νανοσωματίδια και μεταλλοξείδια και την μελέτη των για διάφορες εφαρμογές συμπεριλαμβανομένων περιβαλλοντικών, οπτοηλεκτρονικών, καταλυτικών και βιοϊατρικών εφαρμογών.



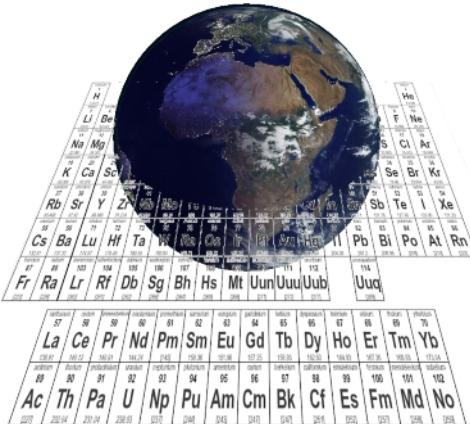
Άρθρο - Παγκοσμιοποίηση της Διδασκαλίας των Φυσικών Επιστ...

Από τη δεκαετία του 1990 είχε γίνει φανερό ότι οι παραδοσιακοί τρόποι διδασκαλίας και μάθησης ήταν ανεπαρκείς να αντιμετωπίσουν προκλήσεις της παγκοσμιοποίησης, όπως τις προχωρημένες επιστημονικές και τεχνολογικές καινοτομίες και τα κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα σε όλον τον πλανήτη. Η έννοια του επιστημονικού εγγραμματισμού (ΕΕ) έλαβε έτσι νέες σημασίες. Ο ΕΕ για όλους τους μαθητές συνιστά έναν από τους κύριους στόχους στα πλαίσια των γενικών σκοπών των φυσικών επιστημών. Στην εισήγηση αυτή αναλύονται οι διάφορες μορφές του ΕΕ και γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στα διεθνή προγράμματα αξιολόγησης του ΕΕ: To PISA και το TIMSS. Με βάση σχετική έρευνα, αξιολογείται το επίπεδο του χημικού εγγραμματισμού στην ελληνική μέση εκπαίδευση (γυμνάσιο και γενική παιδεία λυκείου). Περαιτέρω μελετήθηκαν τα χαρακτηριστικά των αντιλήψεων σχετικά με την έννοια του καταλύτη νέων πρωτετών φοιτητών πανεπιστημιακών τμημάτων που έχουν άμεση σχέση με τη χημεία, με τις ερωτήσεις να εντάσσονται στη θεματική της πράσινης χημείας. Τέλος, παρουσιάζεται το ευρωπαϊκό πρόγραμμα PARSEL (Popularity and Relevance of Science Education for scientific Literacy / Επιστημονικός Αλφαριθμητισμός μέσω Δημοφιλών και Σχετικών με τη Ζωή Μαθημάτων Φυσικών Επιστημών) το οποίο έχει παραγάγει διδακτικό/μαθησιακό υλικό φυσικών επιστημών (με πολλά θέματα χημείας) στα αγγλικά και μέρος του και στα ελληνικά και που είναι διαθέσιμο δωρεάν από το Διαδίκτυο.

Παγκοσμιοποίηση της Διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών και Χημικός Εγγραμματισμός

Γεώργιος Τσαπαρλής, Τμήμα Χημείας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 451 10, Ιωάννινα, Ελλάδα

E.Mail:gtseper@cc.uoi.gr, Μάρτιος 2012



Οι παραδοσιακοί τρόποι διδασκαλίας και μάθησης είναι ανεπαρκείς για να αντιμετωπίσουν προκλήσεις της παγκοσμιοποίησης, όπως τις προχωρημένες επιστημονικές και τεχνολογικές καινοτομίες στον πλανήτη

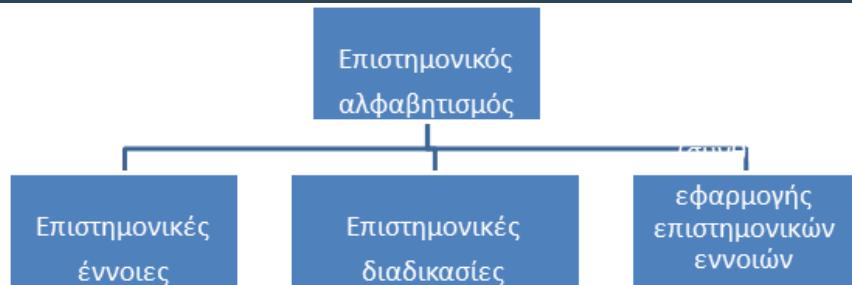
Η παγκοσμιοποίηση της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών. Η παγκοσμιοποίηση σηματοδοτεί την κίνηση σε παγκόσμια κλίμακα ιδεών και αγαθών, πολιτικών, οικονομικών, τεχνολογικών, επιστημονικών και πολιτιστικών. Περαιτέρω η κίνηση αυτή αφορά και ανθρώπινο δυναμικό (επιστημονικό, τεχνολογικό, εργατικό). Σε επίπεδο διδακτικής και διδασκαλίας των φυσικών επιστημών (φ.ε.), η παγκοσμιοποίηση ζεκίνησε τη δεκαετία του 1960 στον λεγόμενο δυτικό κόσμο, αμέσως μετά από την αποστολή στη σελήνη του δορυφόρου Sputnik από την Σοβιετική Ένωση. Σύμφωνα με την [1], «διάφορες προσπάθειες που γίνονται διεθνώς για βελτίωση της διδασκαλίας των φ.ε. είναι περισσότερο αντιρροσωπευτικές αφενός εθνικών προσπαθειών να αντιμετωπιστούν οι παγκοσμιοποιημένες οικονομικές αναδιαρθρώσεις και αφετέρου της επιβολής αλλαγών από υπερεθνικούς οργανισμούς, παρά η εφαρμογή των πορισμάτων της έρευνας της διδακτικής των φ.ε.». Επιπλέον, η Carter επικρίνει την ανάπτυξη μηχανισμών, όπως οι παγκοσμιοποιημένες δοκιμασίες των στάνταρ, που μπορεί να εξαλείψουν την πιθανότητα της ευέλικτης και προσαρμοσμένης στα τοπικά δεδομένα διδασκαλίας.

Ανεξάρτητα από αυτά, τα στάνταρ και οι διεθνείς δοκιμασίες είναι μαζί μας και μας επηρεάζουν βαθύτατα. Από τη δεκαετία του 1990 και ενόψει της εισόδου στον 21ο αιώνα, άρχισε μια εντατική και παγκόσμια συζήτηση

για τους σκοπούς της διδακτικής και της φυσικών επιστημών. Η παγκοσμιοποίηση σηματοδοτεί την κίνηση σε παγκόσμια κλίμακα ιδεών και αγαθών, πολιτικών, οικονομικών, τεχνολογικών, επιστημονικών και πολιτιστικών. Περαιτέρω η κίνηση αυτή αφορά και ανθρώπινο δυναμικό (επιστημονικό, τεχνολογικό, εργατικό). Σε επίπεδο διδακτικής και διδασκαλίας των φυσικών επιστημών (φ.ε.), η παγκοσμιοποίηση ζεκίνησε τη δεκαετία του 1960 στον λεγόμενο δυτικό κόσμο, αμέσως μετά από την αποστολή στη σελήνη του δορυφόρου Sputnik από την Σοβιετική Ένωση.

Σύμφωνα με την [1], «διάφορες προσπάθειες που γίνονται διεθνώς για βελτίωση της διδασκαλίας των φ.ε. είναι περισσότερο αντιρροσωπευτικές αφενός εθνικών προσπαθειών να αντιμετωπιστούν οι παγκοσμιοποιημένες οικονομικές αναδιαρθρώσεις και αφετέρου της επιβολής αλλαγών από υπερεθνικούς οργανισμούς, παρά η εφαρμογή των πορισμάτων της έρευνας της διδακτικής των φ.ε.». Επιπλέον, η Carter επικρίνει την ανάπτυξη μηχανισμών, όπως οι παγκοσμιοποιημένες δοκιμασίες των στάνταρ, που μπορεί να εξαλείψουν την πιθανότητα της ευέλικτης και προσαρμοσμένης στα τοπικά δεδομένα διδασκαλίας.

Ανεξάρτητα από αυτά, τα στάνταρ και οι διεθνείς δοκιμασίες είναι μαζί μας και μας επηρεάζουν βαθύτατα. Από τη δεκαετία του 1990 και ενόψει της εισόδου στον 21ο αιώνα, άρχισε μια εντατική και παγκόσμια συζήτηση



Εικόνα 1. «Οργανόγραμμα» του επιστημονικού αλφαριθμού

ικανοποιητική γνώση θεωρείται συνήθως σημαντική για τον ΕΕ και επομένως, αξιολογείται συνήθως από τους εκπαιδευτικούς των φ.ε. και τους ερευνητές της διδακτικής των φ.ε.

Μορφές Επιστημονικού Εγγραμματισμού. Μπορούμε να διακρίνουμε τρεις μορφές ΕΕ [9,10]:

- 1. Πρακτικός ή λειτουργικός ΕΕ,
 - 2. Πολιτικός επιστημονικός ΕΕ. (ή ΕΕ εν δράσει)
 - 3. Πολιτιστικός ή ιδανικός επιστημονικός εγγραμματισμός.
- Πρακτικός ή λειτουργικός ΕΕ. Αναφέρεται στη δυνατότητα ενός προσώπου να λειτουργεί κανονικά στην καθημερινή ζωή του ως καταναλωτής των επιστημονικών και τεχνολογικών προϊόντων. Εξετάζει τις βασικές ανθρώπινες ανάγκες, όπως τα τρόφιμα, την υγεία και τη στέγη.
 - Πολιτικός ΕΕ (ή ΕΕ εν δράσει). Αναφέρεται στη δυνατότητα ενός προσώπου να συμμετέχει επαρκώς σε μια κοινωνική συζήτηση σχετικά με τα επιστημονικά και τεχνολογικά σχετικά ζητήματα.

- Πολιτιστικός ή ιδανικός ΕΕ. Διαλαμβάνει την εκτίμηση των επιστημονικών επιτευγμάτων και την αντίληψη για τις φ.ε. ως σημαντική διανοητική δραστηριότητα.

Μια άλλη κατηγοροποίηση μορφών του ΕΕ είναι η παρακάτω [10, 11]:

- 1) Επιστημονικός αναλφαριθμός,
- 2) Ονομαστικός ΕΕ,
- 3) Λειτουργικός ΕΕ,
- 4) Εννοιολογικός ΕΕ,
- 5) Πολυδιάστατος ΕΕ.

• Επιστημονικός αναλφαριθμός: Αναφέρεται στους μαθητές που δεν μπορούν να απαντήσουν σε μια εύλογη ερώτηση για τις φ.ε. Δεν έχουν το λεξιλόγιο, τις έννοιες, τα πλαίσια, ή τη γνωστική ικανότητα να προσδιορίσουν επιστημονικά την ερώτηση.

• Ονομαστικός ΕΕ: Οι μαθητές αναγνωρίζουν μια έννοια σε σχέση με τις φ.ε., αλλά το επίπεδο κατανόησης δείχνει σαφώς ότι έχουν παρανοήσεις.

• Λειτουργικός ΕΕ: Οι μαθητές μπορούν να περιγράψουν μια έννοια σωστά, αλλά έχουν μια περιορισμένη κατανόηση σχετικά με αυτή.

• Εννοιολογικός ΕΕ: Οι μαθητές αναπτύνουν κάποια βασική κατανόηση των κύριων έννοιας της γνωστικού

αντικειμένου και συσχετίζουν αυτά τα σχήματα με τη γενική κατανόησή τους ως προς τις φ.ε.

• Πολυδιάστατος ΕΕ: Αυτή η θεώρηση του Ε.Ε. ενσωματώνει μια κατανόηση των φ.ε. που επεκτείνεται πέρα από τις έννοιες των επιμέρους κλάδων των φ.ε. και τις διαδικασίες της επιστημονικής έρευνας.

Αξιολόγηση του Επιστημονικού Εγγραμματισμού σε Διεθνές Επίπεδο

- Δύο διεθνή προγράμματα σχετίζονται με τον ΕΕ:
1. Το Πρόγραμμα για τη Διεθνή Αξιολόγηση των Μαθητών (Program for International Student Assessment, PISA) του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης, ΟΟΣΑ [12] και
 2. Οι Τάσεις στις Μελέτες των Μαθηματικών και των Φυσικών Επιστημών (Trends in International Mathematics and Science Studies, TIMSS) του Εθνικού Κέντρου Στατιστικής της Εκπαίδευσης (των ΗΠΑ) [13] (NCES, χωρίς έτος).

Το TIMSS εστιάζει κυρίως στην ανάκληση διδαγμένης γνώσης. Το PISA τείνει να εστιάσει στην "πρακτική γνώση στη ζωή", δηλαδή: την αναγνώριση των ερωτήσεων ως επιστημονικών, τον προσδιορισμό των σχετικών στοιχείων, την αυστηρή αξιολόγηση των συμπερασμάτων, και τις επιστημονικές ιδέες στην επικοινωνία. Τα ευρήματα από τις διεθνείς έρευνες TIMSS και PISA είναι πολύ απογοητευτικά για πάρα πολλές ανεπτυγμένες χώρες, αλλά και για πολλές άλλες χώρες, των οποίων τα αποτελέσματα οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η διδασκαλία των φ.ε. σε αυτές δεν είναι σε καλή κατάσταση.

Ο διαγωνισμός PISA γίνεται κάθε τρία χρόνια και σε αυτόν συμμετέχουν 15χρονοι μαθητές από μέλη και μη μέλη του οργανισμού. Η Κύπρος συμμετέχει από το 2012. Στην τελευταία έρευνα του 2009 συμμετείχαν 4.969 μαθητές από 184 σχολεία της Ελλάδας. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του 2009, σε σύνολο 65 χωρών:

- Στα μαθηματικά η Ελλάδα διατήρησε την ίδια θέση (39η) με τον διαγωνισμό του 2006.
- Στην κατανόηση κειμένου, ανέβηκε στην 31η θέση, από την 36η θέση το 2006.
- Στις φ.ε. οι Ελληνες είχαν χειρότερα αποτελέσματα σε σχέση με το 2006, καταλαμβάνοντας τη 40η θέση με 470 βαθμούς, ενώ το 2006 ήταν 38οι με 473 β. Το 2003 ήταν 30οι με 481 β. Η μέση επίδοση ήταν 501 βαθμοί. Τις πέντε πρώτες θέσεις κατέλαβαν η Σαγκάη-Κίνα (575 βαθμοί), η Φινλανδία (554

Οι επιδόσεις κάθε χώρας στον διαγωνισμό PISA σχετίζονται με τα αναλυτικά προγράμματα και τη δομή του σχολικού συστήματος

βαθμοί), το Χονγκ Κονγκ-Κίνα (549 βαθμοί), η Σιγκαπούρη (542 βαθμοί) και η Ιαπωνία (539 βαθμοί). Ο Καναδάς συγκέντρωσε 529 βαθμούς, η Αυστραλία 527, η Γερμανία 520, το Ηνωμένο Βασίλειο 514, οι ΗΠΑ 502, η Γαλλία 498 και η Ιταλία 489. Στην ίδια βαθμολογική κλίμακα με τη Ελλάδα βρίσκονται η Ρωσία, το Λουξεμβούργο, η Αυστρία. Τη μεγαλύτερη βελτίωση είχαν οι Τουρκία, Πορτογαλία, Κορέα, Ιταλία, Νορβηγία, ΗΠΑ και Πολωνία.

Σύμφωνα με την εθνική διαχειρίστρια στο πρόγραμμα PISA καθηγήτρια Βάσω Χατζηνικήτα: «Οι επιδόσεις κάθε χώρας σχετίζονται με τα αναλυτικά προγράμματα και τη δομή του σχολικού συστήματος». Πολιτικοί της εκπαίδευσης, σχεδιαστές σχολικών προγραμμάτων, εκπαιδευτικοί, μαθητές, γονείς και ολόκληρη η κοινωνία μιας χώρας αναρωτώνται κατά πόσο το εκπαιδευτικό σύστημα της χώρας προσφέρει τη δυνατότητα να εκπαιδεύει επιστημονικά εγγράμματους πολίτες. Οι ενδείξεις ότι αυτό το κάνει, είναι σχετικά μικρές και αυτό ισχύει τόσο στη χώρα μας όσο και σε πολλές άλλες χώρες. Φαίνεται ότι πολλή προσοχή δίδεται στη διδασκαλία των θεμελιώδων ή μεγάλων ιδεών της επιστήμης, ενώ η προσοχή στη διερευνητική διδασκαλία (enquiry teaching) και την προαγωγή της κατανόησης της φύσης της επιστήμης είναι ανεπαρκείς [8] (NRC, 1996).

Τρεις σημαντικοί λόγοι που κάνουν τη χημεία μη δημοφιλές μάθημα είναι: α) η δυσκολία του μαθήματος, β) η απουσία της πειραματικής διδασκαλίας και γ) η συντηρητική προσέγγιση της διδακτέας ύλης τόσο από άποψη περιεχομένου (όπου δεν δίνεται

έμφαση στη σύνδεση της χημείας με τη ζωή) όσο και από την άποψη της σειράς και ιεράρχησης των εννοιών και των θεμάτων.

της διδακτέας ύλης τόσο από άποψη περιεχομένου (όπου δεν δίνεται έμφαση στη σύνδεση της χημείας με τη ζωή) όσο και από την άποψη της σειράς και ιεράρχησης των εννοιών και των θεμάτων. Είναι πιθανό ότι ο τελευταίος λόγος συμβάλλει και στη δυσκολία του μαθήματος.

Εδώ και αρκετά χρόνια έχει αρχίσει διεθνώς ένα κίνημα αφενός αποφόρτισης του μαθήματος της χημείας στη μέση εκπαίδευση από τη φορμαλιστική χημεία, δηλαδή τις σχολαστικές λεπτομέρειες και τις δυσνόητες έννοιες και θέματα, αφετέρου μεγαλύτερης σύνδεσής του με τη ζωή. Η φορμαλιστική προσέγγιση είναι η παραδοσιακή προσέγγιση που δίνει έμφαση σε μια γραμμική ανάπτυξη των εννοιών της χημείας, χωρίς να λαμβάνει σοβαρά υπόψη τη νοητική ανάπτυξη και τις νοητικές δυσκολίες των μαθητών, ούτε τη σχέση της χημείας με τη ζωή και την κοινωνία. Η κοινωνικοτεχνολογική προσέγγιση (Science, Technology and Society, STS) είναι μια προσέγγιση που δίνει έμφαση στη σύνδεση του μαθήματος με τη ζωή και την κοινωνία. Τα σχετικά προγράμματα έχουν ως σημείο εκκίνησεως θέματα κοινωνικού και τεχνολογικού ενδιαφέροντος στα οποία υπεισέρχεται η χημεία, π.χ. περιβάλλον, ενέργεια, φυσικοί πόροι, θέματα υγείας, θέματα γεωργίας. Η φορμαλιστική χημεία διασπέιρεται μέσα στα θέματα αυτά.

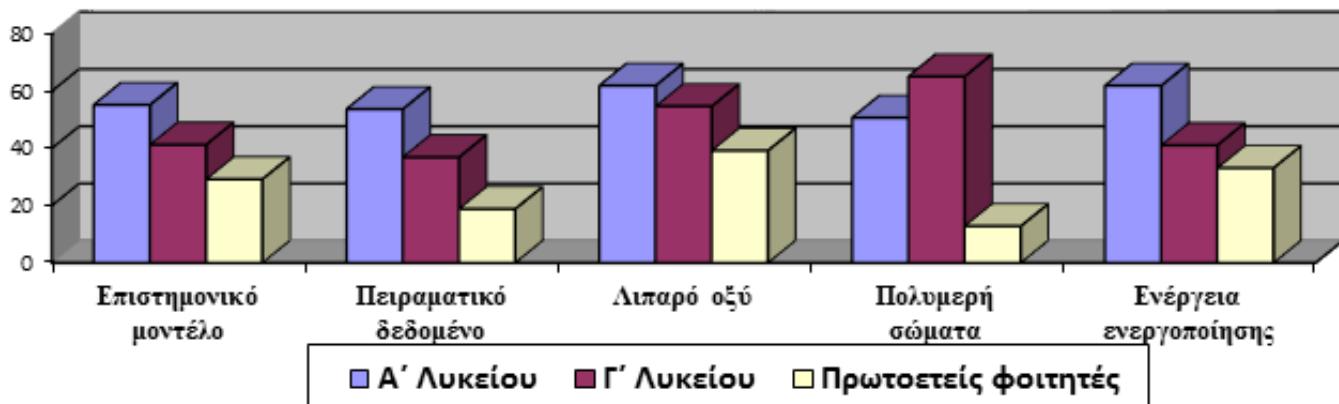
Τουλάχιστον στην Ελλάδα, η εφαρμογή τέτοιων προγραμμάτων παρουσιάζει δυσκολίες διότι οι Έλληνες εκπαιδευτικοί είναι εξοικειωμένοι με τα φορμαλιστικά προγράμματα και στην πλειονότητά τους ουδόλως εξοικειωμένοι με τα κοινωνικοτεχνολογικά. Ένας δεύτερος λόγος είναι ότι η πλήρης ανάπτυξη ενός τέτοιου προγράμματος απαιτεί αρκετά περισσότερο διδακτικό χρόνο, ενώ ο χρόνος της χημείας είναι ο ελάχιστος δυνατός.

Αξιολόγηση των χημικού αλφαριθμητισμού των Ελλήνων μαθητών μέσης εκπαίδευσης. Σε έρευνά μου με την Καίτη Βλάχου, στα πλαίσια εκπόνησης ΜΔΕ στη διδακτική της χημείας, αξιολογήσαμε το επίπεδο του χημικού αλφαριθμητισμού στην ελληνική μέση εκπαίδευση (γυμνάσιο και γενική παιδεία λυκείου). Χρησιμοποιήσαμε δείγμα που περιλάμβανε συνολικά 458 μαθητές λυκείου, καθώς και πρωτοετές φοιτητές πανεπιστημιακών τμημάτων με άμεση σχέση με την χημεία. Η εργασία στηρίζεται σε παρόμοια μελέτη στο Ισραήλ. Λεπτομέρειες για τη μέθοδο και τα ευρήματα μπορεί να ληφθούν από τον διαδικτυακό τόπο του 7ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση [14]. Η Εικόνα 2 δίνει τα ποσοστά των μαθητών/φοιτητών που επέλεξαν ότι δεν γνωρίζουν πέντε μελετηθείσες έννοιες, ενώ ο Πίνακας 1 δίνει συγκεντρωτικά ποσοστά για τα φαινόμενα που δόθηκαν στους μαθητές/φοιτητές

Χημικός Εγγραμματισμός. Τα διάφορα κράτη καθορίζουν τους στόχους του μαθήματος της χημείας στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Δύο είναι οι βασικοί άξονες των στόχων. Ο ένας άξονας έχει να κάνει με την άμεση σχέση και χρησιμότητα του μαθήματος στη ζωή (αυτό που αποκαλείται χημικός εγγραμματισμός ή χημικός αλφαριθμητισμός). Ο άξονας αυτός έχει τελευταία περιλάβει με έμφαση και την αντιμετώπιση των οικολογικών και λοιπών σοβαρών προβλημάτων που έχουν προκληθεί από την εσφαλμένη ή μη ορθολογική χρήση των χημικών προϊόντων. Ο δεύτερος άξονας αναφέρεται στην κατανόηση του κόσμου γύρω μας και στην αποκαδικοποίηση του τρόπου με τον οποίο αυτός λειτουργεί (αυτό που αποκαλείται χημική κουλτούρα η οποία κατ' ουσίαν αποτελεί μέρος του χημικού εγγραμματισμού). Περαιτέρω, να κατανοούμε τη σύσταση των υλικών, πώς, πότε και γιατί αλλάζουν, πώς αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον. Οι δύο αυτοί άξονες δεν είναι ανεξάρτητοι μεταξύ τους, αλλά αλληλοσυμπλέκονται: η χημεία δεν είναι κάτι αριστο και αφηρημένο, αλλά είναι μέσα στη ζωή, είναι η ίδια η ζωή. Η σχέση αυτή υπαγορεύει να διδάσκονται οι αρχές και οι εφαρμογές της χημείας ως ένα ενιαίο σύνολο, όχι αποκομμένες οι μεταξύ τις δε.

Τρεις σημαντικοί λόγοι που κάνουν τη χημεία μη δημοφιλές μάθημα είναι: α) η δυσκολία του μαθήματος, β) η απουσία της πειραματικής διδασκαλίας και γ) η συντηρητική προσέγγιση

Άρθρο - Παγκοσμιοποίηση της Διδασκαλίας των Φυσικών Επιστ...



Εικόνα 2. Τα ποσοστά των μαθητών/φοιτητών που επέλεξαν ότι δεν γνωρίζουν πέντε μελετηθείσες έννοιες.

Από την έρευνα διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές που ξεκινούν τις σπουδές τους στο λύκειο έχουν λιγότερες γνώσεις χημείας από τους μαθητές που έχουν ολοκληρώσει τη χημεία γενικής παιδείας λυκείου (όταν ξεκινούν τη γ' λυκείου) και τους πρωτοετείς φοιτητές. Αυτό ήταν αναμενόμενο, αφού οι μαθητές της α' λυκείου δεν έχουν διδαχτεί τα περισσότερα από αυτά που τους ζητήθηκαν να απαντήσουν. Εντύπωση προκαλεί όμως το γεγονός ότι οι πρωτοετείς φοιτητές δεν έδωσαν υψηλότερα ποσοστά γνώσεων από τους μαθητές της γ' λυκείου. Τα συμπεράσματα μπορεί να είναι χρήσιμα για τον σχεδιασμό προγραμμάτων σπουδών και την υπογράμμιση ορισμένων εκπαιδευτικών στρατηγικών προκειμένου να βελτιωθεί ο χημικός αλφαριθμητισμός.

Η περίπτωση των καταλυτών και του ρόλου τους στην πράσινη χημεία. Η γνώση βασικών εννοιών και θεμάτων της χημείας είναι απαραίτητο στοιχείο τόσο για τον πρακτικό/λειτουργικό όσο και τον πολυνδιάστατο ΕΕ. Με δεδομένα τα έντονα περιβαλλοντικά προβλήματα που έχουν αναδειχθεί τα τελευταία χρόνια, η γνώση θεμελιώδων αρχών και εφαρμογών της πράσινης χημείας αποτελεί ένα σημαντικό κεφάλαιο προς την κατεύθυνση αυτή. Ειδικότερα, στην περίπτωση φοιτητών τμημάτων που σχετίζονται άμεσα ή έμμεσα με τη χημεία ο χημικός εγγραμματισμός αποτελεί μια σημαντική προϋπόθεση και απαραίτητο εφόδιο. Ειδικότερα, έννοιες όπως αυτή του καταλύτη εντάσσονται στη θεματική της πράσινης χημείας και είναι

σημαντικές για την κατανόηση πολλών χημικών διαδικασιών.

Σε έρευνά μου με τον Σωτήρη Χαρτζάβαλο, στα πλαίσια εκπόνησης διδακτορικής διατριβής στη διδακτική των φ.ε., μελέτησαμε τα χαρακτηριστικά των αντιλήψεων σχετικά με την έννοια του καταλύτη νέων πρωτοετών φοιτητών των πανεπιστημιακών τμημάτων. Το ερευνητικό δείγμα περιέλαβε και ένα μικρό αριθμό μαθητών γ' λυκείου. Οι ερωτήσεις αποτελούν τμήμα της ευρύτερης έρευνάς μας για τον χημικό εγγραμματισμό Ελλήνων αποφοίτων λυκείου και είναι βασισμένη, όπως και η προηγούμενη, σε ανάλογη μελέτη που διεξήχθη στο Ισραήλ. Στην εργασία αναλύονται, ταξινομούνται και σχολιάζονται οι απαντήσεις των φοιτητών και διαπιστώνονται κοινά χαρακτηριστικά στις παρανοήσεις για την έννοια του καταλύτη, αλλά και έλλειψη γνώσης μιας χρήσης του διαφορετικής από αυτήν που είχαν διδαχθεί στο λύκειο. Λεπτομέρειες για τη μέθοδο και τα ευρήματα μπορεί να ληφθούν από τον διαδικτυακό τόπο του 7^{ου} Πανελλήνιου Συνεδρίου Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση [15]. Η πλειονότητα των ερωτηθέντων (61,2%) εξακολουθεί – ορθά – να συνδυάζει τους καταλύτες με την αύξηση της ταχύτητας μιας αντίδρασης. Ένα πολύ μικρό ποσοστό (3,5%) μόνο, αναγνωρίζει στον καταλύτη επιπλέον και τον ρόλο που αυτός έχει για την ενέργεια ενεργοποίησης. Ένα 7% χρησιμοποιεί ήδη από το πρώτο σκέλος της ερώτησης τη νέα πληροφορία που δίνεται στο κείμενο, χωρίς να χρησιμοποιεί την ορολογία που διδάχθηκε

Πίνακας 1. Συγκεντρωτικά ποσοστά για τα φαινόμενα που δόθηκαν στους μαθητές/φοιτητές

	Σωστές δηλώσεις	Σωστές δηλώσεις και «δεν ξέρω»	Λανθασμένες δηλώσεις
Α' Λυκείου	3.9	30.3	65.8
Γ' Λυκείου	10.1	32.6	57.3

Άρθρο - Παγκοσμιοποίηση της Διδασκαλίας των Φυσικών Επιστ...

(τυπικά) στο σχολείο. Ένας μικρός αριθμός (3,5%) θυμάται το νικέλιο, το παλλάδιο και τον λευκόχρυσο (από τη χημεία γενικής παιδείας β' λυκείου) και αναφέρεται σε μέταλλα. Το 11,8% των ερωτηθέντων κάνει αναφορά στον καταλύτη του αυτοκινήτου (ως συσκευή) ή θεωρεί τον καταλύτη ως ένα είδος φίλτρου. Τέλος, το 12,9% δίνει απαντήσεις κατά κύριο λόγο στερούμενες επιστημονικής βάσεως.

Από τη μελέτη διαπιστώθηκε ένας σημαντικός αριθμός παρανοήσεων σχετικά με το τι είναι καταλύτης και ποιος είναι ο ρόλος του σε μια αντίδραση. Οι παρανοήσεις αυτές οφείλονται κατά ένα μεγάλο μέρος στη εσφαλμένη καθημερινή χρήση της λέξης. Το μεγάλο ποσοστό μη αποδεκτών απαντήσεων από φοιτητές που είχαν ακολουθήσει την τεχνολογική κατεύθυνση, αλλά ακολουθούν σπουδές στις οποίες η χημεία παίζει σημαντικό ρόλο, πρέπει οπωσδήποτε να αποτελέσει αντικείμενο προβληματισμού και επομένως και αναθεώρησης του αναλυτικού προγράμματος [16] του σχετικού με την κατεύθυνση αυτή. Εξάλλου, δεν μπορεί να αγνοηθεί και ο μικρός έστω αριθμός των φοιτητών που είχαν ακολουθήσει τη θετική κατεύθυνση, αλλά παρ' όλα αυτά έδωσαν μη αποδεκτές απαντήσεις και παρουσίασαν σημαντικές παρανοήσεις που δείχνουν μια επιφανειακή μελέτη του αντικειμένου. Σημαντικό εύρημα, αν και μικρό σε δείγμα, είναι και το απόλυτο ποσοστό (100%) ορθών απαντήσεων των μαθητών του πειραματικού λυκείου, το οποίο προφανώς λόγω του τρόπου λειτουργίας και στελέχωσής του δεν είναι αντιπροσωπευτικό του συνόλου των μαθητών.

Επιστημονικός Εγγραμματισμός και το ευρωπαϊκό πρόγραμμα PARSEL. Το ευρωπαϊκό πρόγραμμα PARSEL [Popularity And Relevance of Science Education for scientific Literacy (PARSEL), που στα ελληνικά το

αποδίδουμε ως «Επιστημονικός Εγγραμματισμός μέσω Δημοφιλών και Σχετικών με τη Ζωή Μαθημάτων Φυσικών Επιστημών»] έχει δημιουργήσει τέτοιο διδακτικό/μαθησιακό υλικό που είναι διαθέσιμο δωρεάν από το Διαδίκτυο [5]. Στο πρόγραμμα συνεργάζονται 6 πανεπιστήμια, 2 ερευνητικά ίνστιτούτα και 1 διεθνής οργανισμός από 8 ευρωπαϊκές χώρες (μεταξύ αυτών και η Ελλάδα μέσω του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων). Τα μαθήματα-ενότητες (modules) καλύπτουν ένα ευρύτατο φάσμα των φ.ε. (φυσικής, χημείας, βιολογίας, βιοχημείας, γεωγραφίας και αστρονομίας) και χαρακτηρίζονται από σύνδεση με τη ζωή και το περιβάλλον και από διεπιστημονικότητα. Πιστεύουμε ότι, τουλάχιστον για τα ελληνικά δεδομένα, το πρόγραμμα είναι πρωτοποριακό. Χαρακτηριστικά της προσέγγισης PARSEL Σε κάθε ενότητα περιλαμβάνονται τα παρακάτω τμήματα: (1) Σημειώσεις-οδηγίες για τον μαθητή, (2) Οδηγός διδασκαλίας για τον καθηγητή, (3) Σημειώσεις για τον καθηγητή, (4) Αξιολόγηση του μαθητή και της διδασκαλίας. Περαιτέρω, κάθε ενότητα περιλαμβάνει τρία στάδια ως εξής:

Στάδιο 1: Εισάγει σε ένα κοινωνικό ζήτημα, όπως απεικονίζεται στον τίτλο της ενότητας. Με βάση τις εκτιμήσεις στο στάδιο 1, οι μαθητές οδηγούνται να συνειδητοποιήσουν ότι στερούνται τις επιστημονικές ιδέες, οι οποίες είναι σημαντικές για μια περισσότερο εις βάθος συζήτηση.

Στάδιο 2: Οι επιστημονικές ιδέες, τα προς λύση προβλήματα και οι σχετικές διαδικαστικές δεξιότητες ενσωματώνονται τώρα στη διδασκαλία. Το στάδιο 2 είναι, ουσιαστικά, καθαρά επιστημονικό, χωρίς να παραβλέπει όμως την ανάπτυξη εκπαιδευτικών δεξιοτήτων, όπως συνεργατική μάθηση, λύση προβλημάτων, κριτική σκέψη.

Στάδιο 3: Ίσως το σημαντικότερο στάδιο: οι μαθητές μεταφέρουν την επιστημονική τους

Πίνακας 2. Συνολικοί αριθμοί θετικών, αρνητικών και ουδέτερων γνωμών των μαθητών, πριν από και μετά από τις εφαρμογές των διδασκαλιών PARSEL συνολικά για τις τέσσερις διδαχθείσες ενότητες.

Τομέας	Γνώμες μαθητών					
	Προ PARSEL		Μετά PARSEL			
	Θετικές	Αρνητικές	Ουδέτ.	Θετικές	Αρνητικές	Ουδέτ.
Γνωστικός τομέας	68	75	47	123	37	30
Συναισθ/κός τομέας	37	46	31	62	25	27
Χρηστικότητα	76	84	68	143	40	45
Διδακτική μέθοδος	87	87	54	130	64	34
Γενικό σύνολο	268	292	200	458	166	136

γνώση σε επίπεδο ζωής, τεχνολογίας και κοινωνίας. Μέσω της συζήτησης και του συλλογισμού, λαμβάνουν μια κοινωνικο-επιστημονική απόφαση. Αυτό το στάδιο περιλαμβάνει τις δεξιότητες της επιχειρηματολογίας και της ηγεσίας, την ανάπτυξη της επικοινωνίας με τον λόγο, χρησιμοποιώντας τις υγείες ιδέες της επιστήμης και ισορροπώντας αυτές σε σχέση με τα σχετικά προβλήματα, όπως θηικά, περιβαλλοντικά, κοινωνικά, πολιτικά και οικονομικά.

Με την Ευφροσύνη Νάκου εφαρμόσαμε σε συνθήκες πραγματικής σχολικής τάξης τέσσερις θεματικές ενότητες (modules) του PARSEL. Οι διδασκαλίες υλοποιήθηκαν κατά το σχολικό έτος 2008-2009 σε λύκειο της Νότιας Κέρκυρας, σε δείγμα 38 μαθητών μέτριας κατά μέσο όρο επίδοσης. Οι ενότητες που εφαρμόσαμε αναφέρονται σε θέματα συνδεόμενα με την τεχνολογία, το περιβάλλον και την κοινωνία (Science, Technology, Environment, and Society, STES), και ήταν οι παρακάτω:

1. Καλλιέργεια των φυτών - Έχει το χώμα σημασία; (αναπτύχθηκε από το Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων)
2. Γάλα: διατηρήστε το στο ψυγείο (Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων)
3. Ποπ κορν: ένα πρόχειρο φαγητό (σνακ) χωρίς λιπαρά (Ινστιτούτο Weizmann)
4. Θα έπρεπε τα φυτικά έλαια να χρησιμοποιούνται ως καύσιμα; (βιοντίζελ) (ICASE).

Λεπτομέρειες για τη μέθοδο και τα ευρήματα μπορεί να ληφθούν από τον διαδικτυακό τόπο του 7ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση [17].

Ο Πίνακας 2 δίνει τους συνολικούς αριθμούς θετικών, αρνητικών και ουδέτερων γνωμών των μαθητών, πριν από και μετά από τις εφαρμογές των διδασκαλιών PARSEL. Οι γνώμες δείχνονται κατανεμημένες σε τέσσερις εξεταζόμενους τομείς και στο σύνολο, αθροιστικά/συνολικά για τις τέσσερις διδαχθείσες ενότητες. Η στατιστική επεξεργασία έδειξε ότι ο γνωστικός τομέας και η χρηστικότητα προηγούνται, ακολουθεί η διδακτική μέθοδος και τελευταίος έρχεται ο συναισθηματικός τομέας. Πριν από την εφαρμογή, δεν υπάρχουν μεγάλες διαφορές μεταξύ θετικών και αρνητικών γνωμών σε όλες τις περιπτώσεις, ενώ στις περιπτώσεις στατιστικής σημαντικότητας αυτή οφείλεται στον μικρότερο αριθμό των ουδέτερων γνωμών σε σχέση με τις θετικές και τις αρνητικές γνώμες.

Από την επεξεργασία των ερωτηματολογίων πριν από και μετά από την εφαρμογή των τεσσάρων ενοτήτων του PARSEL, προέκυψε ότι πράγματι το πρόγραμμα μπορεί να επιτύχει τους στόχους του, σημειώνοντας σαφή υπεροχή έναντι των παραδοσιακών διδακτικών προσεγγίσεων του ελληνικού σχολείου και

προδιαθέτοντας τους μαθητές θετικά σε όλους τους τομείς, τον γνωστικό, τον συναισθηματικό, τη χρηστικότητα και τη διδακτική μέθοδο.

Με εφαρμογές όπως αυτές του PARSEL, αλλάζουν οι ρόλοι στο σχολείο, οι μαθητές γίνονται οι πρωταγωνιστές και οι εκπαιδευτικοί οι σύμβουλοι, οι παρατηρητές, οι συντονιστές, οι καθοδηγητές των μαθητών. Οι αλλαγές δεν αφορούν μόνο τον γνωστικό τομέα, αλλά και εκείνον που άπτεται της συναισθηματικής σφαίρας, αφού οι μαθητές αυτενεργώντας, απολαμβάνουν την θηική ικανοποίηση από την ανάπτυξη των δεξιοτήτων τους και των αναζητήσεών τους. Αυξάνεται η παρατηρητικότητά τους και λύνονται πολλά προβλήματα, παύουν να θεωρούν δεδομένα κάποια στοιχεία, και μέσα από την έρευνα βλέπουν τον συνδυασμό επιστήμης και τεχνολογίας. Τελικά είναι μια διαδικασία από την οποία βγαίνουν όλοι ωφελημένοι, άμεσα οι μαθητές και οι εκπαιδευτικοί, έμμεσα όλη η κοινωνία.

Βιβλιογραφία

- [1] Carter, L. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, (2005), 561.
- [2] K. Βρύζας (2002). Επιστήμη και κουλτούρα: σύγκρουση ή συμφιλίωση; 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο με διεθνή συμμετοχή της Ένωσης για τη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών «Η Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στην Κοινωνία της Πληροφορίας» Αθήνα, 18-21 Απριλίου.
- [3] X. Σιάχος, B. Σπηλιωτοπούλου, (2002). Διερεύνηση όψεων του επιστημονικού αλφαριθμητισμού: η περίπτωση της νανοτεχνολογίας. Πρακτικά 2ου Συνεδρίου Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση, σσ. 337-344. Πανεπιστήμιο Κρήτης, Ρέθυμνο.
- [4] Λ. Τζιανουδάκης (χωρίς έτος), Επιστημονικός αλφαριθμητισμός με εναλλακτικές μεθόδους Ε.Κ.Φ.Ε. Ρεθύμνου.
- [5] Γ. Τσαπαρλής και Ομάδα PARSEL (2008). Δημοφιλή και σχετικά με τη ζωή μαθήματα φυσικών επιστημών και επιστημονικός αλφαριθμητισμός: Το Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα PARSEL και η ελληνική συμμετοχή σε αυτό. Πρακτικά, 4^o Συνέδριο ΕΔΙΦΕ, σσ. 74-81. Εκδόσεις Χριστοδούλη, Θεσσαλονίκη.
- [6] K. Αναγνωστοπούλου, K. Λάκκα, (2009). Επιστημονικός αλφαριθμητισμός Ε.Κ.Φ.Ε. Καρδίτσας.
- [8] National Research Council (NRC) (1996). *National science education standards*. Washington DC: National Academy Press.
- [9] M.H. Shamos, (1995). *The myth of scientific literacy*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press.
- [10] Y. Shwartz, P. Ben-Zvi, A. Hofstein (2006). The use of scientific literacy taxonomy for assessing the development of chemical literacy

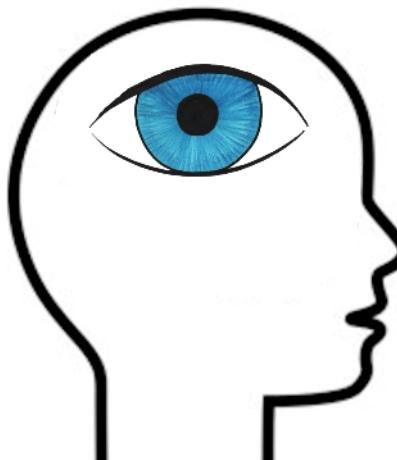
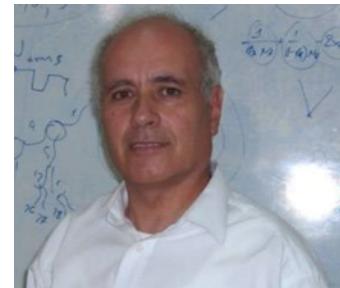
Άρθρο - Παγκοσμιοποίηση της Διδασκαλίας των Φυσικών Επιστ...

- among high-school students. *Chemistry Education Research and Practice*, 7, 203-225.
- [11] R.W. Âybee, (1997). *Achieving scientific literacy: from purposes to practices*, pp. 82-86. Portsmouth, NH: Heinmann Publishing.
- [12] Organization for Economic Co-operation and Development (OECD-PISA) (2005). *Programme for International Student Assessment of scientific literacy in the OECD/Pisa project*.
- [13] National Center for Education Statistics (NCES).
- [14] Α. Βλάχου, Γ.Πανταζή, Γ.Τσαπαρλής, Y. Shwartz, R. Ben-Zvi, A. Hofstein (2011). Αξιολόγηση λειτουργικού χημικού αλφαριθμητισμού σε μαθητές λυκείου: η περίπτωση κατανόησης εννοιών στο μακροσκοπικό και στο μοριακό επίπεδο. Πρακτικά 7^{ου} Πανελλήνιου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση, σσ. 588-595 (Αλεξανδρούπολη).
- [15] Σ. Χαρτζάβαλος, Γ.Τσαπαρλής, Y. Shwartz, R. Ben-Zvi, A. Hofstein (2011). Χημικός αλφαριθμητισμός των Ελλήνων αποφοίτων λυκείου: η περίπτωση των καταλυτών και του ρόλου τους στην πράσινη χημεία. Πρακτικά 7^{ου} Πανελλήνιου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση, σσ. 1109-117 (Αλεξανδρούπολη).
- [16] Γ. Τσαπαρλής, *Χημικά Χρονικά*, 9, (2006), 19.
- [17] Ε. Νάκου, Γ. Τσαπαρλής (2011). Αποτελεσματικά και δημοφιλή μαθήματα και επιστημονικός αλφαριθμητισμός: η περίπτωση διδακτικών παρεμβάσεων του προγράμματος PARSEL σε θέματα Τεχνολογίας,

Περιβάλλοντος και Κοινωνίας (STES). Πρακτικά 7^{ου} Πανελλήνιου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση, σσ. 604-612 (Αλεξανδρούπολη). [7] American Association for the Advancement of Science (AAAS) (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.

Σχετικά με τους Συγγραφέα

Ο Δρ. Γεώργιος Τσαπαρλής είναι Καθηγητής της Διδακτικής Φυσικών Επιστημών στο Τμήμα Χημείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Είναι πτυχιούχος χημείας του Πανεπιστημίου Αθηνών και κάτοχος διπλωμάτων M.Sc. και Ph.D. στην χημική φυσική/θεωρητική χημεία του University of East Anglia, Norwich, Αγγλία.



Μεγάλη επιτυχία της τετραμελούς ομάδας της Κύπρου στην Παγκόσμια Ολυμπιάδα Χημείας όπου κατάφερε να εξασφαλίσει τρία χάλκινα μετάλλια και μία εύφημη μνεία.



45η Παγκόσμια Ολυμπιάδα Χημείας 2013 Μόσχα, Ρωσία



Τρία χάλκινα μετάλλια και μία εύφημη μνεία για την Κυπριακή Ομάδα στην Παγκόσμια Ολυμπιάδα Χημείας στην Μόσχα

Η Παγκύπρια Ένωση Επιστημόνων Χημικών (Π.Ε.Ε.Χ.) ανακοινώνει ότι η φετινή αποστολή της Κύπρου στην Παγκόσμια Ολυμπιάδα Χημείας πέτυχε σημαντικές διακρίσεις, πρωτοφανείς για έναν τόσο σημαντικό διεθνή επιστημονικό διαγωνισμό. Η τετραμελής ομάδα της Κύπρου για πρώτη φορά κατάφερε να εξασφαλίσει τρία χάλκινα μετάλλια και μία εύφημη μνεία. Στις διεθνείς Ολυμπιάδες Χημείας η Κύπρος έχει συχνές διακρίσεις τα τελευταία χρόνια, αλλά συνήθως δεν εξασφαλίζει παραπάνω από ένα χάλκινο μετάλλιο. Αρκεί να σημειωθεί ότι μεγάλες χώρες με ισχυρή επιστημονική παράδοση δεν έχουν καταφέρει να επιτύχουν τέτοιες διακρίσεις.

Η 45η Παγκόσμια Ολυμπιάδα Χημείας διοργανώθηκε στη Μόσχα της Ρωσίας από τις 15 έως τις 24 Ιουλίου 2013 και σ' αυτή συμμετείχαν συνολικά 291 μαθητές από 77 χώρες. Η Κυπριακή Ολυμπιακή Αποστολή που έλαβε μέρος στον πιο πάνω διαγωνισμό αποτελούνταν από τους μαθητές:

- Μαρία Φαλά (απόφοιτος Αγγλικής Σχολής Λευκωσίας)
- Σωτήρη Σωτηριάδη (στρατιώτης – απόφοιτος Λυκείου Αποστόλου Βαρνάβα)
- Φίλιππο Ιωάννου (στρατιώτης – απόφοιτος Λυκείου Μ. Κουτσόφτα, Α. Παναγίδη)
- Χρίστο Μηλιώτη (στρατιώτης – απόφοιτος Λυκείου Μ. Κουτσόφτα, Α. Παναγίδη)

Συνοδοί της ομάδας ήταν η κ. Χρυστάλλα Κουκουμά, χημικός, Βοηθός Διευθύντρια Α' (επικεφαλής μέντορας) σε λύκειο και ο Δρ. Ανδρέας Καλογήρου, μεταδιδακτορικός συνεργάτης-ερευνητής στο Πανεπιστήμιο Κύπρου (μέντορας).

Ο Σωτήρης, ο Φίλιππος και ο Χρίστος κέρδισαν χάλκινο μετάλλιο και η Μαρία εξασφάλισε εύφημη μνεία. Η τελετή λήξης και απονομής των βραβείων πραγματοποιήθηκε την Τρίτη 23 Ιουλίου στην επίσημη αίθουσα τελετών του Κρατικού Πανεπιστημίου Μόσχας Lomonosov. Η τεράστια επιτυχία των τεσσάρων μαθητών μας πρέπει να μας κάνει όλους περήφανους, υποδεικνύει δε συνάμα πόσο αξίζει – και μάλιστα στους παρόντες χαλεπούς καιρούς – η γενναιόδωρη επένδυση στην Παιδεία.

Θερμές ευχαριστίες οφείλονται στο Υπουργείο Παιδείας και Πολιτισμού, το οποίο έχει υπό την αιγίδα του τις Ολυμπιάδες Χημείας της Κύπρου και πάντοτε στηρίζει με κάθε δυνατό τρόπο τη συμμετοχή της Κύπρου σε **αντό τον Διεθνή Διαγωνισμό**.



Η Ολυμπιακή ομάδα μετά την απονομή των μεταλλείων. Από τα αριστερά προς τα δεξιά, Δρ. Ανδρέας Καλογήρου, Χρίστος Μηλιώτης, Σωτήρης Σωτηριάδης, Μαρία Φαλά, κ. Χρυστάλλα Κουκουμά, Φίλιππος Ιωάννου

Η ΠΕΕΧ ευχαριστεί τους καθηγητές και όλους τους μαθητές που έλαβαν μέρος και δίνει τα συγχαρητήριά της στους μαθητές που διακρίθηκαν στους διαγωνισμούς Ολυμπιάδων Χημείας στη χρονιά 2012-13.

Τελετή Απονομής βραβείων Ολυμπιάδων Χημείας



Γενική άποψη των παρευρισκόμενων και του χώρου όπου έγινε τελετή απονομής των βραβείων Ολυμπιάδας Χημείας

Αργά το απόγευμα της Πέμπτης 20 Ιουνίου 2013 πραγματοποιήθηκε στην αίθουσα τελετών του Πανεπιστημίου Κύπρου (στην οδό Καλλιπόλεως στη Λευκωσία) η τελετή απονομής των βραβείων στους μαθητές που διακρίθηκαν στους διαγωνισμούς Ολυμπιάδων Χημείας στη χρονιά 2012-13. Η εκδήλωση (η οποία έχει ήδη καταστεί ετήσιος θεσμός) διοργανώνεται από την Παγκύπρια Ένωση Επιστημόνων Χημικών (ΠΕΕΧ). Την εκδήλωση τίμησαν με την παρουσία τους μεταξύ άλλων η Επιθεωρήτρια Χημείας Λουκία Αναστασιάδου (εκπροσωπώντας τον Υπουργό Παιδείας και Πολιτισμού), ο Πρόεδρος της Παγκύπριας Ένωσης Επιστημόνων Χημικών Καθηγητής Επαμεινώνδας Λεοντίδης, ο Πρόεδρος του Τμήματος Χημείας του Πανεπιστημίου Κύπρου Αναπλ. Καθηγητής Ιωάννης Πασχαλίδης, ο Πρόεδρος του Συνδέσμου Χημικών Καθηγητών (ΣΥΧΗΚΑ) ΟΕΛΜΕΚ συνάδελφος Γιώργος Μηλιώτης, ο τέως Πρόεδρος του ΣΥΧΗΚΑ συνάδελφος Νίκος Αυγούστου, μέλη των Διοικητικών Συμβουλίων της ΠΕΕΧ και του Συνδέσμου Χημικών Καθηγητών, συνάδελφοι καθηγητές Χημείας, γονείς και συγγενείς των μαθητών και βέβαια τα ίδια τα τιμώμενα παιδιά. Η εκδήλωση άρχισε με χαιρετισμό από τον Πρόεδρο της Παγκύπριας Ένωσης Επιστημόνων Χημικών Καθηγητή Επαμεινώνδα Λεοντίδη. Ακολούθησε χαιρετισμός του Υπουργού Παιδείας και Πολιτισμού κ. Κυριάκου

Κενεβέζου, τον οποίο μετέφερε και διάβασε η Επιθεωρήτρια Χημείας Λουκία Αναστασιάδου και στη συνέχεια χαιρετισμός από τον Πρόεδρο του Τμήματος Χημείας του Πανεπιστημίου Κύπρου Αναπληρωτή Καθηγητή Ιωάννη Πασχαλίδη.

Ενδιαφέρουσα ήταν ύστερα, η ομιλία-παρουσίαση του Αναπληρωτή Καθηγητή του Τμήματος Χημείας του Πανεπιστημίου Κύπρου Αναστάσιου Κεραμιδά με θέμα: «Βιομημητικά μοντέλα για αποθήκευση ενέργειας».

Στη συνέχεια, η συνάδελφος χημικός Στάλω Κουκουμά αναφέρθηκε στην 44^η Διεθνή Ολυμπιάδα που έγινε στην Ουάσιγκτον (Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής) και στη συμμετοχή της Κύπρου, μέσω της οποίας ακούεται το όνομα της πατρίδας μας και προβάλλεται η κρατική μας οντότητα.

Ακολούθως έγινε αναφορά στην 11^η Ευρωπαϊκή Ολυμπιάδα Φυσικών Επιστημών (EUSO) η οποία πραγματοποιήθηκε το 2013 στο Λουξεμβούργο, από τη συνάδελφο χημικό Στέλλα Λουκαΐδου (Συντονίστρια της EUSO) και στη συνέχεια βραβεύτηκαν οι μαθητές που διαγωνίστηκαν στη EUSO για τη Χημεία και διακρίθηκαν (Παναγιώτης Αναστασίου και Φωτεινή Καλλη), κάνοντας τη μικρή μας Κύπρο να φαντάζει μεγάλη κι εμάς τόσο περήφανους !

Από τα δεξιά προς τα αριστερά ο Πρόεδρος της ΠΕΕΧ Καθ. Επαμεινώνδας Λεοντίδης, η Γραμματέας της ΠΕΕΧ Δρ. Έλενα Κουπάνου και ο Πρόεδρος του ΣΥΧΗΚΑ Γιώργος Μηλιώτης





Φωτογραφίες από τον χαιρετισμό της Επιθεωρήτριας Χημείας Λουκίας Αναστασιάδου και την απονομή βραβείων σε μαθητές

Στη συνέχεια βραβεύτηκε ο μαθητής Γιώργος Χατζηβασιλείου ο οποίος εξασφάλισε χάλκινο μετάλλιο στην Παγκόσμια Ολυμπιάδα Φυσικών Επιστημών για Νέους (Γυμνασίων) 2012, γνωστή ως (IJSO), που έγινε στο Ιράν.

Ακολούθως, ο συνάδελφος καθηγητής Χημείας Γιώργος Μηλιώτης, Γενικός Συντονιστής των Ολυμπιάδων Χημείας (και Πρόεδρος του Συνδέσμου Καθηγητών Χημείας) μίλησε γενικά για τις Παγκύπριες Ολυμπιάδες Χημείας (Γυμνασίου και Λυκείου) και ύστερα η συνάδελφος χημικός Ζαχαρούλα Δύνσπουρου ανέγνωσε τα ονόματα των μαθητών (και μαθητριών) που διακρίθηκαν και κέρδισαν χρυσό μετάλλιο στην Ολυμπιάδα Γ' Γυμνασίου (η οποία διεξήχθηκε για 5^η συνεχόμενη χρονιά) και έγινε η απονομή των βραβείων (στους τρείς πρώτους) και των χρυσών μεταλλίων σε όλους τους διακριθέντες.

Αμέσως μετά πραγματοποιήθηκε (ζωντανά και δημόσια) η κλήρωση του ενός μαθητή (από τους τρείς που ισοβάθμισαν στη δεύτερη θέση) που θα συνοδεύσει τον πρώτο μαθητή (το μοναδικό 40άρι που υπήρξε) στην Παγκόσμια Ολυμπιάδα Φυσικών Επιστημών Γυμνασίων 2013 που θα γίνει στην Ινδία. [Ως γνωστόν οι δύο πρώτοι μαθητές της Ολυμπιάδας Χημείας της Γ' Τάξης Γυμνασίου εκπροσωπούν την Κύπρο].

Κληρώθηκε η Έμιλη Γεωργιάδου (Γυμνάσιο Βεργίνας Λάρνακας) και επιπλέον σαν 1^{ος} επιλαχών ο Θεόδωρος Φωτιάδης (Γυμνάσιο Βεργίνας Λάρνακας) και σαν 2^{ος} επιλαχών ο Δημήτρης Καραγρηγορίου (Γυμνάσιο Καλογεροπούλου).

Ακολούθησε η απονομή των βραβείων στους τρείς πρώτους μαθητές της Παγκύπριας Ολυμπιάδας Χημείας της Α' Λυκείου και των χρυσών μεταλλίων στους πρώτους δέκα μαθητές που διακρίθηκαν στην Παγκύπρια Ολυμπιάδα Χημείας της Α' Λυκείου. Τα ονόματα των διακριθέντων μαθητών (μαθητριών) ανέγνωσε η συνάδελφος χημικός Άντρη Ερωτοκρίτου.

Σειρά είχε μετά η απονομή των βραβείων στους τρείς πρώτους μαθητές της Παγκύπριας Ολυμπιάδας Χημείας της Β' Λυκείου και των χρυσών μεταλλίων στους πρώτους δέκα μαθητές που διακρίθηκαν στην Παγκύπρια Ολυμπιάδα Χημείας της Β' Λυκείου. Τα ονόματα των διακριθέντων μαθητών διάβασε ο συνάδελφος χημικός Παναγιώτης Στυλιανού.

Τέλος, έγινε η απονομή των βραβείων στους τρείς πρώτους μαθητές της Παγκύπριας Ολυμπιάδας Χημείας της Γ' Λυκείου και των χρυσών μεταλλίων στους πρώτους δέκα μαθητές



Φωτογραφία από τον χαιρετισμό του Πρόεδρου του ΣΥΧΗΚΑ Γιώργου Μηλιώτη



Από τα δεξιά προς τα αριστερά ο Αντιπρόεδρος της ΠΕΕΧ Ηλίας Ηλία, η Επιθεωρήτρια Χημείας Λουκία Αναστασιάδου, η Γραμματέας της ΠΕΕΧ Έλενα Κουπάνου, ο Πρόεδρος της ΠΕΕΧ Δρ. Επαμεινώνδας Λεοντίδης, και ο Πρόεδρος του ΣΥΧΗΚΑ Γιώργος Μηλιώτης

που διακρίθηκαν στην Παγκύπρια Ολυμπιάδα Χημείας της Γ' Λυκείου. Τα ονόματα των διακριθέντων μαθητών (μαθητριών) ανέγνωσε η συνάδελφος χημικός Στάλω Κουκουμά.

Ακολούθησε δεξίωση στον προθάλαμο της αίθουσας τελετών προς τιμή των παιδιών που βραβεύτηκαν στη φετινή τελετή της Ολυμπιάδας Χημείας.

Η Παγκύπρια Ένωση Επιστημόνων Χημικών συγχαίρει ξανά τα παιδιά για τις επιτυχίες τους και την προτίμησή τους στη Χημεία, ευχόμενη συνάμα «ότι καλύτερο» και βέβαια «ακόμη μεγαλύτερες επιτυχίες». Επιπλέον, η Παγκύπρια Ένωση Επιστημόνων Χημικών εκφράζει ξανά (και δημόσια) τις θερμές της ευχαριστίες προς

το Υπουργείο Παιδείας και Πολιτισμού για τη βοήθεια που παρέχει στην πραγματοποίηση των Παγκύπριων Ολυμπιάδων Χημείας και στην προώθηση παρόμοιων επιστημονικών δραστηριοτήτων.

Ηλίας Σπ. Ηλία, Αντιπρόεδρος ΠΕΕΧ, Καθηγητής Χημείας



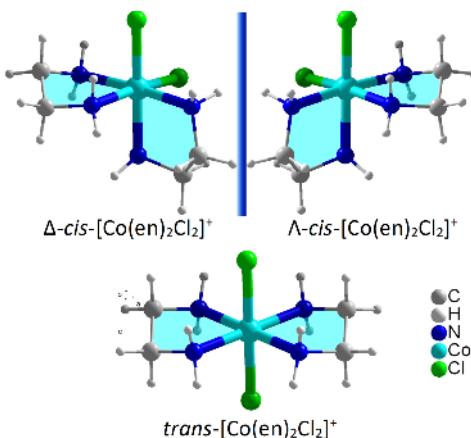
Φωτογραφία από την δεξίωση που ακολούθησε μετά το τέλος της απονομής των βραβείων



100 χρόνια από το βραβείο Νόμπελ για την ανάπτυξη της θεωρίας των συμπλόκων από τον Άλφρεντ Βέρνερ, μίας θεωρίας σταθμό για την κατανόηση του χημικού δεσμού στα μόρια.



Άλφρεντ Βέρνερ (Alfred Werner)



Οκταεδρικά σύμπλοκα του κοβαλτίου(3+) με τον ίδιο μοριακό τύπο αλλά διαφορετική διαμόρφωση, τα δύο εναντιομερή $\Delta\text{-}(\text{cis})\text{-}[\text{Co}(\text{en})_2\text{Cl}_2]^+$, $\Lambda\text{-}(\text{cis})\text{-}[\text{Co}(\text{en})_2\text{Cl}_2]^+$ και το $\text{trans-}[\text{Co}(\text{en})_2\text{Cl}_2]^+$. Η εύρεση αυτών των διαφορετικών διαμορφώσεων από τον Βέρνερ οδήγησε στην ανάπτυξη της θεωρίας του. Το οκτάεδρο ορίζεται από το κεντρικό μεταλλοιόν και τα έξι άτομα δότες γύρω από αυτό.

Αφιέρωμα στον Άλφρεντ Βέρνερ (Alfred Werner), 100 χρόνια από την απονομή του Νόμπελ στην Χημεία

Φέτος κλείνουν 100 χρόνια από την απονομή του βραβείου Νόμπελ Χημείας στον Άλφρεντ Βέρνερ, για την εργασία του στην κατανόηση της διευθέτησης των ατόμων και των χημικών ιδιοτήτων των σύμπλοκων ενώσεων, που αποτελεί ορόσημο στην ανόργανη χημεία.

Ο Άλφρεντ Βέρνερ γεννήθηκε στις 12 Δεκεμβρίου του 1866 στο Mülhausen της Αλσατίας. Αρκετά νωρίς, από το σχολείο ακόμα, έδειξε το ενδιαφέρον του για την χημεία και στα 18 του έκανε την πρώτη του ανεξάρτητη έρευνα. Το 1889 πήρε το δίπλωμα της τεχνικής χημείας από την Ομοσπονδιακό Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο στην Ζυρίχη (ETHZ). Το 1890 πήρε το πτυχίο του από το Πανεπιστήμιο της Ζυρίχης με θέμα την διευθέτηση των ατόμων σε μόρια που περιέχουν άζωτο. Το 1892 επέστρεψε στο ETHZ ως λέκτορας και το 1893 έγινε αναπληρωτής καθηγητής στο Πανεπιστήμιο της Ζυρίχης. Το 1895 και σε ηλικία μόλις 29 ετών ανελίχθηκε στην θέση του Καθηγητή.

Το όνομα του Βέρνερ είναι συνδεμένο με την θεωρία της ένταξης των συμπλόκων ενώσεων. Στην θεωρία του μεταβλητού σθένους υποστήριξε ότι τα ανόργανα μόρια περιέχουν ένα απλό κεντρικό άτομο γύρω από το οποίο ένας αριθμός (αριθμός ένταξης) άλλων άτομων διευθετούνται σε διάφορες γεωμετρίες, όπως τετραεδρικές, επίπεδες τετραγωνικές, οκταεδρικές. Βρήκε ότι ο αριθμός ένταξης μπορεί να είναι 3, 4, 6 και 8 με τον αριθμό 6 να

είναι ο περισσότερο συχνός. Χιλιάδες μόρια βρέθηκαν να έχουν αριθμό ένταξης 6 με τα άτομα γύρω από το κεντρικό άτομο να διευθετούνται σε οκταεδρική διάταξη. Για 20 χρόνια η ερευνητική ομάδα του Βέρνερ συνέθετε νέα μόρια με διαφορετικές διαμορφώσεις για να υποστηρίξει την θεωρία αυτή. Τελικά η ανακάλυψη της οπτικής ενεργότητας των συμπλόκων ενώσεων από τον ίδιο επιβεβαίωσε αδιαμφισβήτητα την αρχική του υπόθεση. Περισσότερες από 40 σειρές οπτικά ενεργών συμπλόκων μελετήθηκαν και διαχωρίστηκαν τα οπτικά ενεργά εναντιομερή επιβεβαιώνοντας το αριθμό ένταξης 6 τόσο καλά όσο είχε επιβεβαιωθεί το τετραεδρικό άτομο άνθρακα αρκετά χρόνια πρωτύτερα από τους van't Hoff και Le Bel. Με παρόμοιο τρόπο επιβεβαίωσε ότι τα σύμπλοκα με αριθμό ένταξης

4 μπορεί να είναι τετραεδρικά ή επίπεδα τετραγωνικά.

Ο Βέρνερ με το έργο του εναντιώθηκε στο τότε κατεστημένο των επιστημόνων της εποχής που με πάθος υποστήριζαν ένα τετραεδρικό περιβάλλον για όλα τα άτομα παρόμοιο με αυτό του άνθρακα. Στην προσπάθειά του να υποστηρίξει την θεωρία του πολεμήθηκε σε απίστευτο βαθμό από τους σύγχρονούς του. Παρόλα αυτά κατόρθωσε με τις απλές φυσικοχημικές μεθόδους της εποχής όπως αγωγιμομετρία, χημική δραστικότητα, μαγνητισμό, στοιχειακή ανάλυση και οπτική ενεργότητα να στηρίξει την θεωρία του. Οι ίδιες αυτές τεχνικές και το σκεπτικό του Βέρνερ στην εφαρμογή τους χρησιμοποιούνται ακόμα και σήμερα για τον χαρακτηρισμό των συμπλόκων ενώσεων. Η αναφορά του Paul Pfeiffer για το ερευνητικό έργο του Βέρνερ, που δημοσιεύτηκε στους *Great Chemists* (1961, Edited by Eduard Farber, Interscience, New York) και σημειώνει ότι η θεωρία του Βέρνερ εκτείνεται σε όλη την συστηματική ανόργανη χημεία αλλά και την οργανική χημεία, δείχνει πόσο επαναστατική ήταν και πως άλλαξε τον τρόπο που οι χημικοί έβλεπαν τα μόρια και τους δεσμούς μεταξύ των ατόμων.

Το 1913 όταν τον απονεμήθηκε το βραβείο Νόμπελ υπέφερε από αρτηριοσκλήρωση από την οποία πέθανε το 1919 σε ηλικία 53 ετών.

Αναστάσιος Κεραμιδάς, Μέλος του Συμβουλίου της ΠΕΕΧ, Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήματος Χημείας, Πανεπιστημίου Κύπρου

1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ονοματολογίας & Ορολογίας της Χημείας



Το Τμήμα Παιδείας & Χημικής Εκπαίδευσης της Ένωσης Ελλήνων Χημικών διοργανώνει το **1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ονοματολογίας & Ορολογίας της Χημείας**, το οποίο θα πραγματοποιηθεί στην Αθήνα, 22 Φεβρουαρίου 2014.

1) Θεματικές ενότητες του συνέδριου:

- Ονοματολογία της Χημείας
- Ορολογία της Χημείας
- Συμβολισμός στη Χημεία

2) Πληροφορίες για το συνέδριο

Το συνέδριο θα πραγματοποιηθεί με προσκεκλημένους ομιλητές-καθηγητές από τα Πανεπιστήμια Αθηνών, Θεσσαλονίκης, Πατρών, Ιωαννίνων & Κρήτης, καθώς και με δεκάλεπτες τοποθετήσεις από τους συνέδρους.

Οι σύνεδροι που θέλουν να κάνουν τοποθετήσεις, να αποστείλουν τις εργασίες τους για κρίση,

- το αργότερο μέχρι **20 Δεκεμβρίου 2013**,
- σε ένα εκτυπωμένο αντίγραφο (στα γραφεία της ΕΕΧ: Κάνιγγος 27, Αθήνα, με την ένδειξη:
•Για το 1ο Συνέδριο Ονοματολογίας & Ορολογίας της Χημείας)
- και σε ηλεκτρονική μορφή Ms Word 97-2003 (στη διεύθυνση: paideia@eex.gr).
- Η εργασία δε θα υπερβαίνει τις **4 σελίδες A4**, με γραμματοσειρά **Times New Roman**, στοιχεία μεγέθους **12'** και διάστημα μονό μεταξύ των γραμμών

Κόστος συμμετοχής στο συνέδριο

- Η συμμετοχή στο συνέδριο έχει οριστεί στα **15 Ευρώ** και για τους προπτυχιακούς φοιτητές στα **10 Ευρώ**. Περιλαμβάνεται καφές-αναψυκτικό στα διαλείμματα, ο φάκελος και τα πρακτικά του συνέδρου καθώς και η βεβαίωση συμμετοχής.

3) Επιτροπές του συνέδριου

Πρόεδρος του συνέδριου:

Δρ. Α. Παπαδόπουλος, Πρόεδρος της Δ.Ε. / ΕΕΧ

Πρόεδρος οργανωτικής επιτροπής του συνέδριου:

Δρ. Α. Μαυρόπουλος, πρόεδρος του ΤΠΧΕ/ΕΕΧ

- Πρόεδρος επιστημονικής επιτροπής του συνέδριου:

Καθηγητής Μ. Καραγιάννης.

<http://www.eex.gr/Lists/List6/ItemView.aspx?ID=2433>

5th EUCHEMS



Τα Ευρωπαϊκά Κογκρέσα Χημείας (European Chemistry Congresses (ECC)) γίνονται κάθε δύο χρόνια και οργανώνονται από τη EuCheMS (Ευρωπαϊκή Ένωση για τις Χημικές και Μοριακές Επιστήμες, European Association for the Chemical and Molecular Sciences). Όλες οι Ευρωπαϊκές Χημικές Εταιρίες είναι μέλη της EuCheMS, επομένως τα μεγάλα αυτά συνέδρια είναι και «δικά μας» συνέδρια. Τα μέλη της ΠΕΕΧ, ως μέλη της EuCheMS, δικαιούνται πολύ μειωμένα τέλη εγγραφής με επιδειξη της κάρτας μέλους.

Η σειρά αυτή των συνέδριων ξεκίνησε το 2006 με την ελπίδα να δημιουργήσει μια πλατφόρμα για όλους τους τομείς της Χημείας, σε αναλογία με τα τεράστια συνέδρια της Αμερικανικής Χημικής Εταιρίας (ACS) στις ΗΠΑ. Ο στόχος δεν έχει επιτευχθεί, αλλά τα συνέδρια είναι ήδη πολύ μεγάλα (τυπικά 2000 σύνεδροι). Το 5^o Συνέδριο της σειράς θα λάβει χώρα από τις 31/8 μέχρι τις 4/9 του 2014 στην Κωνσταντινούπολη, με οργανωτή την Τουρκική Χημική Εταιρία. Φυσικά, όπως και σε προηγούμενα τέτοια συνέδρια, την Επιστημονική Επιτροπή συνιστούν μέλη των διαφόρων Τομέων της EuCheMS (για αυτό και είναι τόσο σημαντική η παρουσία μελών της ΠΕΕΧ στις εκτελεστικές γραμματείες των τομέων αυτών).

Τα Ευρωπαϊκά Κογκρέσα Χημείας αποτελούν πραγματικές γιορτές για τη Χημεία. Με πολλούς προσκεκλημένους ομιλητές στο υψηλότερο επίπεδο, με πολλές παράλληλες ομιλίες που ξεδιπλώνουν ολόκληρη τη Χημεία μπροστά στα μάτια μας και με άφθονες εξω-συνέδριακές δραστηριότητες (ζεναγήσεις, εκδρομές, εκδηλώσεις), η συμμετοχή σε ένα τέτοιο συνέδριο γίνεται πραγματικά μοναδική εμπειρία. Για τους νέους χημικούς το συνέδριο προσφέρει ειδικούς διαγωνισμούς ομιλιών και πόστερς, δυνατότητες δικύωσης, σεμινάρια για κτίσμα βιογραφικού και εργοδότηση, επαφές με την Ευρωπαϊκή βιομηχανία.

Το προηγούμενο Κογκρέσο της Πράγας (2012) είχε εξαιρετική επιτυχία, με συμμετοχές από 62 συνολικά χώρες και βέβαια όλες σχεδόν τις Ευρωπαϊκές χώρες. Πρόκληση για τους οργανωτές του Κογκρέσου της Κωνσταντινούπολης είναι να φτάσουν και να ξεπεράσουν αυτούς τους αριθμούς.

Για πληροφορίες στην ιστοσελίδα:

<http://www.euchems2014.org/Default.asp>

International Conference ADAPTtoCLIMATE



27 – 28 March, 2014, Filoxenia Conference Centre, Nicosia, Cyprus

FIRST ANNOUNCEMENT & CALL FOR PAPERS

Call for papers

Authors wishing to submit a paper should send an Abstract to the Scientific Secretariat by **30th November 2013**. The abstracts should be between 300-500 words in English.

The conference will include invited and reviewed papers on the topics listed below and, preferably, those focusing on the geographical area of Europe, North Africa & Middle East.

Papers on the following topics are welcome:

- Observed & projected impacts in natural & human systems
- Climate change information and climate services
- Climate change vulnerability assessment and indicators
- Mapping vulnerability and adaptive capacity
- Understanding and enhancing resilience
- Monitoring and measuring adaptation
- Limits to adaptation and maladaptation
- Disaster preparedness and emergency planning

- Legal, institutional and financial aspects of adaptation
- Decision-making under uncertainty
- Adaptation strategies and plans
- Decision tools on adaptation
- Mainstreaming climate adaptation
- Adaptation cases studies: organisational, sectoral, regional & national
- Land use planning, adaptation and the built environment

Abstracts are due **30th November 2013** and should be e-mailed to Dr. K. Moustakas

(konmoust@central.ntua.gr). Notification of acceptance will be sent to authors until 31st December 2013. Authors should submit their full papers until 10th February, 2014. The papers will be reviewed and upon acceptance they will be published as the conference proceedings (CD ROM format).

Registration: There is no registration fee. Advanced registration is strongly recommended.

Conference Language:

For abstracts and papers English is the official language, while for poster presentations both English and Greek can be used. Simultaneous translation from English to Greek will be provided in the conference.

For further information please visit the conference website <http://adaptoclimate.uest.gr/> & <http://uest.ntua.gr/cypadapt>, call to: +30 210 772 3108 or send a fax to: +30 210 772 3285.

Scientific Committee:

- **Maria Loizidou**, National Technical University of Athens, Greece
- **Angel Aparicio**, Technical University of Madrid, Spain
- **Clare Goodess**, University of East Anglia, United Kingdom
- **Dimosthenis Assimakopoulos**, National & Kapodistrian University of Athens
- **Elena Xoplaki**, University of Bern, Switzerland
- **Irini Nikolaou**, Ministry of Environment, Energy & Climate Change, Greece
- **Juerg Luterbacher**, University of Giessen, Germany
- **Marco Bindi**, University of Florence, Italy
- **Miroslav Havranek**, Charles University, Czech Republic
- **Stéphane Isoard**, European Environment Agency
- **Tim Carter**, Finnish Environment Institute, Finland
- **Michael Petrakis**, National Observatory of Athens, Greece
- **Christos Giannakopoulos**, National Observatory of Athens, Greece
- **Costas Kadis**, Frederick University, Cyprus
- **Edna Yamasaki Patrikiou**, University of Nicosia, Cyprus
- **George Zodiatis**, University of Cyprus, Cyprus
- **Ioannis Ziomas**, National Technical University of Athens, Greece
- **Konstantinos Makris**, Cyprus University of Technology, Cyprus
- **Maria Zachariou-Dodou**, Institute of Environment & Sustainable Development
- **Panos Hadjinicolaou**, Cyprus Institute, Cyprus
- **Theodosoulos Mesimeris**, Department of Environment, Cyprus

Organizing Committee:

- **Konstantinos Moustakas**, National Technical University of Athens
- **Christina Papadaskalopoulou**, National Technical University of Athens
- **Kyriaki Ioannou**, Department of Environment, Cyprus
- **Ioannis Lemesios**, National Observatory of Athens