

Ένωση Ελλήνων Χημικών

1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο

CH₄ Π
αυτομόνη
CH₃
κλαστική

Χημικής Ονοματολογίας και Ορολογίας



22 Φεβρουαρίου 2014

Ένωση Ελλήνων Χημικών

Κάνιγγος 27, Αθήνα

nomeclaturechemistry.blogspot.gr

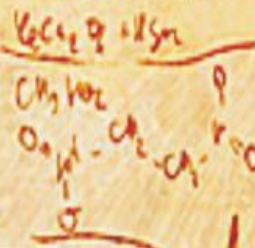


Χλωριούχο
Νάτριο;
ή
Χλωρίδιο
του Νατρίου;
ή
Νάτριο
Χλωρίδιο;



Σύμπλοκα
ή
Ενώσεις Συναρμοσής;

Υποκαταστάτες
ή
ligands;



Υπό την αιγίδα του Υπουργείου Παιδείας και Θρησκευμάτων



Πρακτικά Συνεδρίου

Πρακτικά

«1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ονοματολογίας & Ορολογίας της Χημείας»

Υπό την Αιγίδα του Υπουργείου Παιδείας

Επιμέλεια: Α.Μαυρόπουλος

- Ένωση Ελλήνων Χημικών (ΕΕΧ) –
Τμήμα Παιδείας & Χημικής Εκπαίδευσης (ΤΠΧΕ)

Αθήνα 2014

Επιτροπές συνεδρίου

Πρόεδρος του συνεδρίου: **Α.Παπαδόπουλος**, Πρόεδρος της ΕΕΧ

α) <u>Επιστημονική επιτροπή:</u>	β) <u>Οργανωτική επιτροπή:</u>
<p><u>Πρόεδρος:</u> Μ.Καραγιάννης, καθηγητής Παν. Ιωαννίνων</p> <p><u>Μέλη:</u></p> <ul style="list-style-type: none">▪ Α.Βάρβογλης, καθηγητής Οργανικής Χημείας Παν. Θεσσαλονίκης▪ Π.Γιαννακουδάκης, Αν. καθηγητής Φυσικοχημείας Παν. Θεσσαλονίκης▪ Α.Γκιμήσης, Αν. καθηγητής Οργανικής Χημείας Παν. Αθηνών▪ Κ.Ευσταθίου, καθηγητής Αναλυτικής Χημείας Παν. Αθηνών▪ Μ.Κακριδή, επικ. καθηγήτρια τομέα Γλωσσολογίας Παν. Αθηνών▪ Ν.Κλούρας, καθηγητής Ανόργανης Χημείας Παν. Πατρών▪ Α.Κουτσολέλος, καθηγητής Ανόργανης Χημείας Παν. Κρήτης▪ Σ.Περλεπές, καθηγητής Ανόργανης Χημείας Παν. Πατρών▪ Π.Σίσκος, καθηγητής Περιβαλοντικής Χημείας Παν. Αθηνών▪ Γ.Τσαπαρλής, καθηγητής Φυσικοχημείας Παν. Ιωαννίνων	<p><u>Πρόεδρος:</u> Α.Μαυρόπουλος, Χημικός, Σχολικός Σύμβουλος</p> <p><u>Μέλη:</u></p> <ul style="list-style-type: none">▪ Κ.Αποστολόπουλος, Χημικός, Σχολικός Σύμβουλος▪ Ε.Ασημέλλης, Χημικός, Εκπ/κός▪ Χ.Αλεξόπουλος, Χημικός, Γ.Χ.Κ.▪ Κ.Κυπραίου, Χημικός,▪ Γ.Κυριακάκου, Χημικός,▪ Δ.Μεϊντάνης, Χημικός, Εκπ/κός▪ Ε.Παπαδοπούλου, Χημικός,▪ Κ.Σταματέλου, Χημικός, Εκπ/κός▪ Φ.Σιδέρη, Χημικός, Εκπ/κός, μέλος Δ.Ε▪ Λ.Χαραλαμπίτου, Χημικός, Εκπ/κός.

1^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΧΗΜΙΚΗΣ ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ & ΟΡΟΛΟΓΙΑΣ

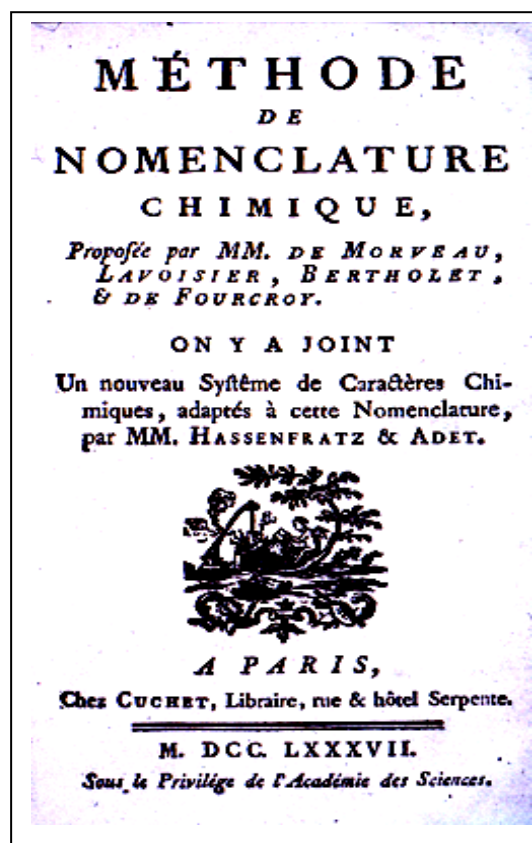
ΣΑΒΒΑΤΟ 22 Φεβρουαρίου 2014

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ

Ωρα	Θέματα - Εισηγητές
9.00-9.30	Εγγραφές
9.30-10.00	Προσφωνήσεις: ΥΠΑΙΘ, Πρόεδρος ΕΕΧ
	Προεδρείο: Φ.Σιδέρη, Δ.Μεϊντάνης, Α.Καργόπουλος
10.00-10.30	«Η “εξέλιξη” της Χημικής Ονοματολογίας στην Ελλάδα κατά την περίοδο 1799-2000» Α.Μαυρόπουλος, Χημικός, Σχολικός Σύμβουλος
10.30-11.00	«Χημική ορολογία, τυποποίηση & η συμβολή της Επιτροπής ΕΛΟΤ ΤΕ21» Κ.Τοράκη, Χημικός Μηχανικός & Ι. Σαριδάκης, Χημικός Μηχανικός, ΤΕ21
11.00-11.30	«Κατάταξη προβλημάτων που συναντιούνται στη Χημική Ονοματολογία και Ορολογία» Κ.Ευσταθίου, Καθηγητής Αναλυτικής Χημείας, Παν. Αθηνών
11.30-12.00	Γλωσσολογική παρέμβαση Μάρω Κακριδή, Επικ. Καθηγήτρια Γλωσσολογίας, Παν. Αθηνών
12.00-12.30	Διάλειμμα
	Προεδρείο: Α.Φαρμάκης, Γ.Κυριακάκου
12.30-13.00	«Ονοματολογία. Η λογοτεχνία της Χημείας» Α.Κουτσολέλος, Καθηγητής Ανόργανης Χημείας, Παν. Κρήτης,
13.00-13.30	«Χημικός Συμβολισμός - Χημική ορισμολογία: Μερικά σημαντικά προβλήματα & προτάσεις για λύση με βάση την ψυχολογία της μάθησης» Γ.Τσαπαρλής, Καθηγητής Διδακτικής Φ.Ε., Παν. Ιωαννίνων
13.30-14.00	«Από τον καλομέλανα στον κλωριούχο υφυδράργυρο, μετά στον κλωριούχο υδράργυρο(Ι) & σήμερα στο διυδράργυρο-δικλωρίδιο» Ν.Κλούρας, Καθηγητής Ανόργανης Χημείας, Παν. Πατρών
14.00-14.30	«Η ονοματολογία της οργανικής Χημείας» Α.Γκιμήσης, Αν. Καθηγητής Οργανικής Χημείας, Παν. Αθηνών
14.30-16.00	Διάλειμμα – Φαγητό
	Προεδρείο: Κ.Αποστολόπουλος, Α.Χαραλαμπάτου, Κ.Σταματέλου
16.00-16.30	«Η ορολογία της Φυσικοχημείας & η αναγκαιότητα εκσυγχρονισμού της» Π.Γιαννακουδάκης, Αν. Καθηγητής Φυσικοχημείας, Παν. Θεσ/νίκης
16.30-17.00	«Η Ελληνική Ονοματολογία στη Χημεία των Συμπλόκων Ενώσεων: Επισημάνσεις & Ανάγκη για Ενιαία Γλώσσα» Σ.Περλεπές, Καθηγητής Ανόργανης Χημείας, Παν. Πατρών

17.00-17.30	<p>«Η ονοματολογία χημικών ενώσεων στην ελληνική & αγγλική κατά IUPAC: Αποτύπωση δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι φοιτητές»</p> <p>Ε.Λεοντίδης, Καθηγητής Χημείας, Παν. Κύπρου, Α.Τασιόπουλος, Αν. Καθηγητής Χημείας, Παν. Κύπρου Χ.Βαλανίδου, Χημικός, Εκπ/κός</p>
17.30-18.00	<p>Διάλειμμα</p> <p>Προεδρείο: Σ.Ασημέλλης, Κ.Κυπραίου, Ε.Παπαδοπούλου</p>
18.00-18.30	<p>«Χημική ονοματολογία, μυθολογία, ιστορία & γλώσσα: Το όνομα του στοιχείου σίδηρος»</p> <p>Μ.Γασπαράκης, Χημικός, Εκπ/κός</p>
18.30-19.00	<p>«Απόδοση στην ελληνική γλώσσα της χημικής ονοματολογίας και ορολογίας της IUPAC»</p> <p>Π.Σίσκος, Καθηγητής Αναλυτικής Χημείας, Παν. Αθηνών</p>
19.00-19.30	<p>«Ιστορική προέλευση χημικών όρων»</p> <p>Α.Βάρβογλης, Καθηγητής Οργανικής Χημείας, Παν. Θεσ/νίκης</p>
19.30-20.30	<p>Στρογγυλό τραπέζι - Συζήτηση – Συμπεράσματα</p> <p>Α.Βάρβογλης, Α.Γκιμήσης, Κ.Ευσταθίου, Ν.Κλούρας, Α.Μαυρόπουλος, Π.Σίσκος, Γ.Τσαπαρλής.</p>

ΕΙΣΗΓΗΣΕΙΣ



Αγαπητέ διακεκριμένε συνάδελφε

Η μεγάλη ανάπτυξη της **Χημείας** τα τελευταία χρόνια, και οι διαφορές που έχουν αναδειχθεί στις θεωρητικές απόψεις, καθιστούν επείγον, αναγκαίο & χρήσιμο να πραγματοποιηθεί ένα συνέδριο, του οποίου σκοπός είναι η συζήτηση μερικών σημαντικών θεμάτων.

Οι υπογραφόμενοι προσκαλούν σε αυτή τη συνάντηση όλους τους χημικούς, να εκφράσουν τη γνώμη τους, με βάση την εργασία ή τη θέση που κατέχουν, σε μια επιστημονική συζήτηση.

Μια τέτοια συνάντηση δεν μπορεί να εκφράσει τη γνώμη όλων ούτε μπορεί να πάρει αποφάσεις που να απαιτεί να τις σέβονται όλοι, αλλά μέσω ελεύθερου και πλήρους διαλόγου μπορούν να ξεκαθαριστούν ορισμένες παρεξηγήσεις-παραινότητες και να διευκολυνθεί μια προσέγγιση σε μερικά από τα επόμενα σημεία:

- ο ορισμός σημαντικών χημικών ιδεών και εννοιών,
- η καθιέρωση κοινού συμβολισμού και ονοματολογίας, κ.ά.

Γνωρίζοντας ότι οι συζητήσεις αυτής της συνάντησης δεν θα μπορούσαν να συμβιβάσουν όλες τις γνώμες και να εξαλείψουν όλες τις διαφωνίες αμέσως, πιστεύουμε ότι, παρόλα αυτά, τέτοιες εργασίες μπορούν να οδηγήσουν στο μέλλον σε μεγαλύτερες συμφωνίες μεταξύ των χημικών, τουλάχιστον στα πιο σοβαρά θέματα.

Kekule, Weltzien, Wurtz

Παρίσι 15 Ιουνίου 1860

Απόδοση στα Ελληνικά: **Α.Μαυρόπουλος**

Η παραπάνω πρόσκληση στάλθηκε στους Χημικούς για το 1^ο Διεθνές Συνέδριο Χημείας, που έγινε 3 - 5 Σεπτεμβρίου 1860 στην Καρλσρούη (στο συνέδριο συμμετείχαν 140 από τους πιο διακεκριμένους Ευρωπαίους Χημικούς).

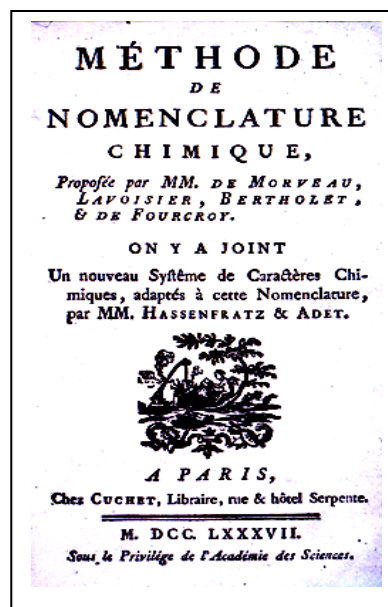
Η εξέλιξη της Χημικής Ονοματολογίας στην Ελλάδα κατά την περίοδο 1799-2000

Α.Σ.Μαυρόπουλος
Χημικός, Σχολικός Σύμβουλος

Εισαγωγή

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι: α) η διερεύνηση της ιστορικής εξέλιξης της χημικής ονοματολογίας στην Ελλάδα, κατά την περίοδο 1799-2000, β) η ανάδειξη των δυσκολιών που συναντούσαν οι συγγραφείς των βιβλίων Χημείας, στην προσπάθειά τους να δώσουν ονόματα σε διάφορους όρους της επιστήμης, αλλά και να συστηματοποιήσουν τη χημική ονοματολογία και να την εναρμονίσουν με τα διεθνή δεδομένα.

Η πρώτη άξια λόγου συστηματοποίηση της **χημικής ονοματολογίας**, κυρίως των *ανόργανων* ενώσεων, με βάση επιστημονικές και γλωσσολογικές αρχές, έγινε από τέσσερις Γάλλους Χημικούς [Morveau Guyton (1737-1816), Lavoisier Antoine Laurent (1743-1794), Berthollet Claude Louis (1748-1822), Fourcroy Antoine Francois (1755-1809)], οι οποίοι συνεργάστηκαν εντατικά επί οκτώ μήνες και το **1787** εξέδωσαν το βιβλίο «**Methode de Nomenclature Chimique**». (Αρκετοί από τους κανόνες ονοματολογίας που αναγράφονται στο βιβλίο αυτό, εφαρμόστηκαν διεθνώς και είναι σε ισχύ μέχρι σήμερα).



Το **1813** ο **J.Berzelius** πρότεινε νέο σύστημα χημικού συμβολισμού (για τα στοιχεία και τις ενώσεις), ενώ το **1892** η συνάντηση της **Γενεύης** προτείνει αρχές και κανόνες για την ονοματολογία των χημικών ενώσεων. Αυτές οι αρχές αναπτύχθηκαν πληρέστερα από την **Διεθνή Ένωση Καθαρής & Εφαρμοσμένης Χημείας (IUPAC)**, η οποία ιδρύθηκε το **1919** (το **1921** η IUPAC έφτιαξε επιτροπές χημικής ονοματολογίας προκειμένου να επεξεργαστούν κανόνες για τη συστηματική ονομασία των χημικών ενώσεων).

Η χρονική περίοδος που εξετάσαμε (**1799-2000**) χωρίστηκε σε δύο υποπεριόδους: α) την προεπαναστατική περίοδο (1799-1820) & β) την περίοδο 1834-2000 (νεοελληνικό κράτος).

Τεκμήρια της έρευνας, αποτέλεσαν:

- Τα βιβλία Χημείας ή/και Φυσικής που χρησιμοποιήθηκαν ως διδακτικά εγχειρίδια στις διάφορες βαθμίδες της ελληνικής εκπαίδευσης.
- Τα βιβλία – μονογραφίες που εκδόθηκαν από διάφορους Χημικούς, στην προσπάθειά τους να συμβάλουν στη συστηματοποίηση της χημικής ονοματολογίας στην Ελλάδα.

1. ΓΡΑΜΜΑΤΙΚΗ ΤΩΝ ΦΙΛΟΣΟΦΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ¹ (Β.Μαρτίνου, 1799)

Ο **Ανθιμος Γαζής**, στο «**παράρτημα**» του βιβλίου αυτού (τόμος Α', σ. 354-355), σχολιάζει τη «**νέα ονοματολογία**» των Γάλλων για τη Χημεία και εισάγει στα ελληνικά για **πρώτη φορά** κάποιους **όρους** και **ονόματα** της Χημείας (π.χ. εισάγει τις καταλήξεις **ωδες** και **ικόν** στην ονομασία των οξυγονούχων οξέων), αιτιολογώντας τις επιλογές του:

«Πολλά **νέα ονόματα** εισήχθησαν εις την νέαν Χυμικήν των Γάλλων, δια να **εξομαλίσωσι** πάσαν την τεχνικήν ονοματολογίαν, και να **εξορίσωσιν** εκ της παλαιάς Χυμικής τας **αλλοκότους ονομασίας**. Εκ τούτων έδοξεν ημίν τινά ενταύθα παραθέναι:

α'. **Μεταλλικόν οξύδειον**, η ένωσις ενός μετάλλου, μετά του οξυγόνου.

β'. Όταν μία βάσις δεκτική οξύτητος είναι μέχρι κόρου ηνωμένη μετ' οξυγόνου, τότε δηλούμεν το τοιούτον δια της ληγούσης **ικον**, οίον **οξύ νιτρικόν**, το εντελές οξύ του νίτρου. Όταν όμως δεν είναι μέχρι κόρου, τότε εκφράζομεν το τοιούτον με την λήγουσαν εις **ωδες**, οίον **οξύ νιτρώδες**, το ατελές οξύ του νίτρου.

γ'. **Νιτρίας ποτάσσης** (nitras potassas) το **νιτρικόν** οξύ ηνωμένον μετά του φυτικού **αλκάλεως** & **νιτρίτης ποτ.** (nitrit pot.) το **νιτρώδες** οξύ του **αλκάλεως**».

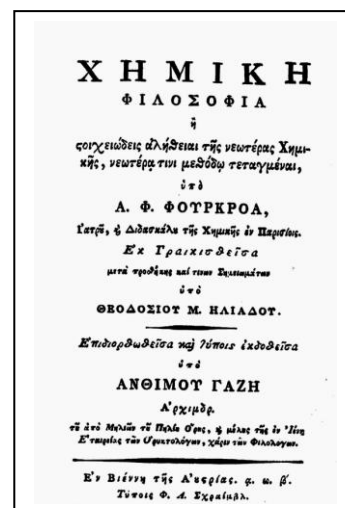
Την ονοματολογία αυτή του **Γαζή** θα την ακολουθήσουν στη συνέχεια και άλλοι συγγραφείς.



2. ΧΗΜΙΚΗ ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ² (Α.Φουρκροά, 1802)

Στον «**πρόλογο**» του βιβλίου αυτού, ο **Ανθιμος Γαζής** προσπαθεί να προλάβει κάποια κακόβουλα σχόλια από τους **λογοδαίδαλους** και **λεξιθήρες**, για την ονοματοθεσία όρων, στοιχείων και ενώσεων που χρησιμοποίησε ο **Ηλιάδης** κατά τη μετάφραση, αναφέροντας:

«Και αν [ο μεταφραστής] εμεταχειρίσθη εις την μετάφρασιν καινούργιες λέξεις, δεν πρέπει να είναι μεμπτός. Ας μη τολμήσουν οι **δύστηνοι Λογοδαίδαλοι** & **Λεξιθήραι** & εις τούτο να ανοίξουν την **γραώδη γλώσσαν** των, προφασιζόμενοι τάχα, ότι αι λέξεις δεν είναι εκ της **Αττικής Κωλιάδος**, αλλ' ας μάθουν πρώτον ότι **κάθε Επιστήμη, ως εν Λεξικόν, έχει τας ιδίας της Τεχνικάς Λέξεις**».



¹ **ΓΡΑΜΜΑΤΙΚΗ ΤΩΝ ΦΙΛΟΣΟΦΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**, Συγγραφέας μεν παρά του Αγγλου **Βενιαμίν ΜΑΡΤΙΝΟΥ**, Νυν δε το πρώτον εκδοθείσα εις την κοινήν των Ελλήνων διάλεκτον, και μετά πλείστων σημειωμάτων επαυξηθείσα παρά **ΑΝΘΙΜΟΥ ΓΑΖΗ** ΑΡΧΜΑΤ. Βιέννη **1799**

Να αναφέρουμε ότι το βιβλίο αυτό είναι δομημένο με διαλογική σωκρατική-διερευνητική μορφή.

² **ΧΗΜΙΚΗ ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ** ή στοιχειώδεις αλήθειαι της νεωτέρας Χημικής, νεωτέρα τινι μεθόδω τεταγμένα, υπό **Α.Φ. ΦΟΥΡΚΡΟΑ**, Ιατρού & Διδασκάλου της Χημικής εν Παρισίοις. Εκ Γραικισθείσα μετά προσθήκης και τινων σημειωμάτων υπό **ΘΕΟΔΟΣΙΟΥ Μ. ΗΛΙΑΔΟΥ**. Επιδιορθωθείσα και τύποις εκδοθείσα υπό **ΑΝΘΙΜΟΥ ΓΑΖΗ** Αρχιμδρ., Βιέννη **1802**

3. ΧΗΜΕΙΑΣ ΕΠΙΤΟΜΗ³ (Π.Αδήτου, 1808)

Στην εισαγωγή του βιβλίου αυτού (ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟΝ **Περί Συνθέσεως**), και με τίτλο «*Ο ΜΕΤΑΦΡΑΣΤΗΣ Προς τους Έλληνας*», ο Κούμας αφιερώνει αρκετές σελίδες (66), για να επισημάνει τη σημασία του *πειράματος* και τη *χρησιμότητα* της Χημείας στην *καθημερινή ζωή* των ανθρώπων, ενώ εξηγεί τη **νέα ονοματολογία** ως εξής:

«Οι περίφημοι Γάλλοι Χημικοί Μορβεάυος (**Morveau**), Βερθολλέτος (**Bertholet**), Φουρκρόιος (**Fourcroy**), μετά του Λαβοισιερίου (**Lavoisier**), ιδόντες, ότι ανάγκη ήτο, επειδή ήλλαξαν των χημικών πραγμάτων αι ιδέαι, ν' αλλαχθώσι και τα ονόματα, διότι μάλιστα κανέν από τα παλαιά δεν ήτο ορθόν, ως επινοήματα ανθρώπων μυστηριογράφων ή ως πλασμένα εις τους χρόνους της αμαθίας και βαρβαρότητος, χωρίς να τηρώσι καν μια σχέση προς άλληλα. Απεφάσισαν να **δημιουργήσωσι νέους όρους μεθοδικούς**, και φυλάττοντας τρόπον τινά επιστημονικήν συνέχειαν και ακολουθίαν προς αλλήλους, και ούτω συνεκρότησαν την **ονοματολογίαν των αέρων, των οξέων & των αλάτων**, την οποίαν απεδέχθησαν όλοι οι νεώτεροι Χημικοί».

«Την **ονοματολογίαν** την οποίαν εσύνταξαν οι νεώτεροι Χημικοί, καθώς είπομεν, **ανάγκη ήτο να την φυλάζωμεν και ημείς**, ως **μεθοδικήν** και πολλήν έχουσαν την **ευκολίαν** εις το ν' **ανακαλή καθαράς των πραγμάτων τας ιδέας**. Χρεία ήτο μόνον να **μεταφρασθή** αρμοδίως ή να **μεταπλασθή** καταλλήλως εις την **ελληνικήν γλώσσαν**».

Ο Κούμας προβληματίζεται για τη μεταφορά της **ονομασίας** των **αλάτων** στα **ελληνικά**, σχολιάζει τη μετάφραση του Ηλιάδη και τη δική του σε προηγούμενα βιβλία, και καταλήγει στο προφανές που έκαναν οι Γάλλοι, να ονομάσει *τα άλατα κατ' αντιστοιχία με τα οξέα από τα οποία προέρχονται* (π.χ. το άλας από *νιτρικό οξύ & ποτάσσα* το ονομάζει *νιτρική ποτάσσα*).

Ολοκληρώνοντας ο Κούμας τα σχόλιά του για την ονοματολογία, αναφέρει:

«Ταύτην την μεταβολήν εστοχάσθην αναγκαίαν εις της Χημείας την ονοματολογίαν. Αν όμως την μετέβαλον εις το χειρότερον, καθώς ούτε δυσχυρίζομαι, ότι πρέπει να κρατηθή, εύχομαι τάχιστα να ευρεθή άλλος, ...».

Το **1832** ο Κούμας, στο βιβλίο του «*Ελληνες*», εκφράζει το παράπονό του για όσους αντέγραψαν την ονοματολογία του και δεν έκαναν αναφορά σε αυτόν:

«Ηναγκάσθην εις την Χημικήν ταύτην [Αδήτου] να **πλάσω νέα ονόματα**, τα οποία, καλά ή κακά, εμεταχειρίσθησαν εφεξής και άλλοι, χωρίς να αναφέρωσι τον πρωτουργόν των».

4. ΦΥΣΙΚΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ⁴ (Κ.Βαρδαλάχου, 1812)

Η Χημεία στο βιβλίο αυτό καλύπτει τις σελίδες 118-345, αρκετές από τις οποίες αναφέρονται στην εξήγηση της χημικής ορολογίας και ονοματολογίας. Σε γενικές γραμμές, ο Βαρδαλάχος ακολουθεί την ονοματολογία που χρησιμοποιεί ο Κούμας (1808), στη Χημεία του Αδήτου, ενώ σχολιάζει τη χρησιμότητα της **συστηματικής ονοματολογίας των χημικών ενώσεων**, ως εξής:

«Μεγάλην τω όντι ωφέλειαν επροξένησεν η **νεωτέρα ονοματολογία**, διότι **όταν ακούσωμεν το όνομα** τινος **οξέος ή οξειδίου ή άλατος**, ευθύς **καταλαμβάνομεν τα τούτου συστατικά μέρη**, και εξ εναντίας, **όταν ηξεύρωμεν τα μέρη**, **ημπορούμεν να τα ονομάσωμεν**».

³ **ΧΗΜΕΙΑΣ ΕΠΙΤΟΜΗ**, Συγγραφέισα μεν γαλλιστί, δια προσταγής της διοικήσεως, εις χρήσιν των Λυκείων της Γαλλίας, υπό ΠΕΤΡΟΥ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ ΑΔΗΤΟΥ. Μεταφρασθείσα δε, και μετά τινων προσθηκών εκδοθείσα, υπό Κ.Μ.ΚΟΥΜΑ, Βιέννη **1808**

⁴ **ΦΥΣΙΚΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ**, Συγγραφέισα και εκδοθείσα Ελληνιστί χάριν των αρχαρίων, υπό του εν Βουκουρεστίοις αρχιδιδασκάλου ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΒΑΡΔΑΛΑΧΟΥ. Βιέννη **1812**

▪ **2^η περίοδος: Νεοελληνικό κράτος 1834-2000**

1. Περιοδικό «ΙΟΝΙΟΣ ΑΝΘΟΛΟΓΙΑ» τομ. 1, αρ. 1 (1834).

Ο **Αθανάσιος Πολίτης** (καθηγητής της Ιονίου Ακαδημίας, δίδαξε από το 1824 μέχρι το θάνατό του το 1864), δημοσιεύει άρθρο 24 σελίδων, με τίτλο «**Nomenclatura Chimica – Περί Χημικής Ονοματολογίας**», όπου γράφει:

«Αφού η Χημεία ήρχισε να προοδεύη πλουτιζομένη όσον ουδεμία ποτέ άλλη επιστήμη από πολλές αξιολόγους ανακαλύψεις, ησθάνθησαν όλοι σχεδόν οι σοφοί Χημικοί την ανάγκην του ν' ανορθωθή η **ονοματολογία** της. Αλλ' η δόξα της ευτυχούς ανορθώσεως χρεωστέεται κυρίως εις τον **Γυτών Μορβώ** όστις, βοηθούμενος από τους περικλειείς **Λαβουαζιέ, Βερθολλέ** και **Φουρκρουά**, την ανήγειρεν επάνω εις βάσεις τόσον φιλοσοφικάς και βεβαίαις ώστε εις **ολίγον χρόνου διάστημα την παρεδέχθησαν όλα τα έθνη**. Έγιναν μ' όλα ταύτα εις τους καθ' ημάς χρόνους όχι ολίγαι **αξιοσημείωτοι τροπολογίαι** υπό πολλών και εξαιρέτως υπό του **Βερζελίου**. Η ανάπτυξις των αρχών τούτων και, το κυριώτερον, η **επινόησις και σύνθεσις λέξεων** ικανών να εξηγήσουν προσφυώς και ανελλιπώς την τωρινήν κατάστασιν της επιστήμης, είναι έργον ανώτερον ίσως των δυνάμεων ενός μόνου, διότι υποθέτει εξ ανάγκης παρά την **εξακριβωμένην και λεπτομερή γνώσιν της Χημείας**, και ενταυτώ **μεγάλην εις την Ελληνικήν γλώσσαν**.

Τολμών με μ' όλον τούτο να δημοσιεύσωμεν την περί **χημικής ονοματολογίας** απόπειράν μας δια να δώσωμεν καν νύξιν εις τους σοφούς του γένους να μας διδάξουν τι ορθότερον και καταλληλότερον. Θέλομεν δε προσπαθήσει να εκθέσωμεν ενταύτα την υπό του **Βερζελίου** τροπολογηθείσαν και τελειοποιηθείσαν ονοματολογίαν διότι, καθό ομολογουμένως **εντελεστέραν, πληρεστέραν και ορθότεραν την στοχαζόμεθα προτιμητέαν της μέχρι τούδε κοινώς παραδεδεγμένης**.

Ο **Α.Πολίτης** βασίζεται στην ονοματολογία του Α.Γαζή, αλλά την κάνει αρκετά πολύπλοκη προσπαθώντας να εισάγει και τις προτάσεις του Berzelius. Χρησιμοποίησε πολλές καταλήξεις και διέκρινε πολλές περιπτώσεις, παρά το ότι η ονοματολογία των Γάλλων (1787) είναι απλούστερη και ευχρηστότερη, και ο Κούμας την έχει απλοποιήσει αρκετά το 1808, στα ελληνικά. Ακόμη, να σημειώσουμε ότι την ονοματολογία του Πολίτη δεν την ακολούθησαν οι μεταγενέστεροι Έλληνες Χημικοί (με εξαίρεση τον Ιωάννου, ως προς τον *συμβολισμό των στοιχείων με ελληνικά γράμματα*), οι οποίοι ακολούθησαν, σε γενικές γραμμές, την ονοματολογία που εισήγαγαν ο Ηλιάδης και ο Κούμας.

2. ΧΗΜΕΙΑ (Ξαυέριου Λάνδερερ, 1840)

Ο **Λάνδερερ** (αρχιφαρμακοποιός, καθηγητής Χημείας στο Πανεπιστήμιο Αθηνών) γράφει στο πρόλογο του 1ου τόμου του βιβλίου του (**ΧΗΜΕΙΑ ΤΩΝ ΑΝΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ**), για την ονοματολογία-ορολογία:

«Ός προς την εκλογήν και δημιουργίαν των λέξεων, αν και ωρίμως εσκέφθημεν και κατεβάλαμεν εξιδιασμένον κόπον και προσοχήν, αν και πολλάκις πολλούς των πεπαιδευμένων εσυβουλεύθημεν, ομολογούμεν όμως, ότι δεν ηδυνήθημεν να επιτύχωμεν όσον επιθυμούσαμεν».

Ο Λάνδερερ ακολουθεί σε γενικές γραμμές την ονοματολογία του Κούμα και των Γάλλων.

Στο 2ο τόμο (**ΧΗΜΕΙΑ ΤΩΝ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ**) γράφει ο Λάνδερερ:

«Επροτίμησα ως προς την ονοματοθεσίαν να δεχθώ τας εις τας άλλας γλώσσας καθιερωθείσας λέξεις, αφήσας εις τους σπουδάζοντας την επιστήμην ταύτην Έλληνες την τιμήν της δημιουργίας νέων λέξεων προσφυών, επειδή εις εμέ τούτο ήτο δύσκολον».

Πράγματι, στην Οργανική Χημεία του ο Λάνδερερ, σε κάθε χημική ένωση έχει δύο ονόματα το ελληνικό και το ξενόγλωσσο σε παρένθεση. Π.χ. Τρυγικόν οξύ (acidum tartaricum).

3. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΟΡΓΑΝΟΥ ΧΗΜΕΙΑΣ (Ιωάννου Γ. Ιωάννου, 1864)

Ο **Ι.Ιωάννου** (υφηγητής Χημείας στο Εθνικό Πανεπιστήμιο), προσπάθησε να τα εξελληνίσει όλα. Γράφει τα σύμβολα των χημικών στοιχείων με τα *αρχικά* των ελληνικών ονομάτων, όπως και ο *Αθανάσιος Πολίτης* στο βιβλίο του «Στοιχεία Χημείας», το 1817 (π.χ. συμβολίζει με **Αργ** το αργίλιο, με **Αρ** τον άργυρο, με **Λ** τον λευκόχρυσο, με **Χλ** το χλώριο, με **ΚΧλ** το χλωριούχο κάλιο). Ο Ιωάννου σχολιάζει την προσπάθειά του ως εξής:

«Εις την υπάρχουσαν ονοματολογίαν μικράς προσθήκας και μεταλλαγάς επήνεγκον, διότι και **χρόνος πολύς και δεινότης περί την γλώσσαν και πείρα μεγάλη** απαιτείται προς καταρτισμόν ορολογίας εν τη ημετέρα γλώσση, επί επιστήμης αναπτυσσομένης και υπό νέων όρων περιβαλλομένης».

4. ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟΝ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ (Αναστ. Κ. Χρηστομάνου, 1871)

Ο **Α.Χρηστομάνος** (καθηγητής Χημείας στο Πανεπιστήμιο Αθηνών) στον 1^ο τόμο του βιβλίου του (**ΑΝΟΡΓΑΝΟΣ ΧΗΜΕΙΑ**) περιλαμβάνει, για πρώτη φορά στην ελληνική βιβλιογραφία, ξεχωριστό κεφάλαιο με τίτλο **ΠΕΡΙ ΟΝΟΜΑΤΟΘΕΣΙΑΣ**, όπου αναφέρει τις δυσκολίες που συνάντησε να ονομάσει στα ελληνικά διάφορες χημικές ενώσεις, και παραθέτει κάποιους κανόνες ονοματολογίας των ανόργανων ενώσεων, με παραδείγματα:

« Η μέχρι τούδε παραδεκτή **χημική ονοματοθεσία**, βάσιν έχουσα τας παλαιάς θεωρίας, δεν ανταποκρίνεται προς τας σημερινάς, ουδέ είναι ορθή, όθεν είναι αναπόφευκτος **ανάγκη να εισαχθή καταλληλοτέρα**, σκοπούσα **να εκφράση εν τω ονόματι της ουσίας και την χημικήν αυτής σύνθεσιν**. Μείζονας δυσκολίας απαντώμεν ημείς, οι Έλληνες, θέλοντες να εισαγάγωμεν την νέαν ταύτην επιστημονικήν ονοματοθεσίαν [Gerhardt, Kekule, Wurtz, Naquet], διότι η ελληνική γλώσσα ως αρχαία δεν περιέχει και τας χημικάς ονομασίας των σωμάτων, όθεν **πρέπει να δημιουργηθώσι νέα ονόματα συμφώνως προς την επιστήμην και συμφώνως προς την γλώσσαν**.

Όμως, ο Χρηστομάνος, μετά τις δυσκολίες που συναντάει, αλλάζει την παραπάνω άποψη:
... παραδεχόμεθα **ονοματοθεσίαν** σύμφωνον με την προς την σημερινήν της επιστήμης θέσιν, **αδιάφορον δε πολλάκις προς τους τύπους της αρχαίας ημών γλώσσης**. ... θέλομεν προτιμήσει πάντοτε ως **καλλίτερον το όνομα** εκείνο, όπερ ενταυτώ **εμφαίνει σαφώς την χημικήν της ένωσης σύνθεσιν**.

Να σημειώσουμε ότι ο Χρηστομάνος χρησιμοποιεί κάποια ονόματα από τους προηγούμενους και κάποια άλλα μεταφράζει, αλλά όχι πάντοτε με επιτυχία. Την ονοματολογία αυτή τη βελτιώνει στη νέα έκδοση του βιβλίου του το **1887**, με τίτλο: **ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟΝ ΧΗΜΕΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΑΣ ΝΕΩΤΕΡΑΣ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ**.

Ός προς την ονομασία των **οργανικών ενώσεων**, φαίνεται ότι ο Χρηστομάνος συναντά ιδιαίτερες δυσκολίες και δηλώνει στην **ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ** του (**1889**, σ. 226):

«Εύκολον είναι το σκώπτειν τοιαύτας προσπαθείας. Ας έλθη άλλος να εύρη καταλληλοτέρα ονομασίας...».

5. ΟΛΙΓΑ ΤΙΝΑ ΠΕΡΙ ΧΗΜΙΚΗΣ ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ (Ο.Ρουσόπουλος, 1888)

Ο **Όθων Ρουσόπουλος** (υφηγητής Χημείας στο Πανεπιστήμιο Αθηνών), δημοσίευσε το 1888, μονογραφία 16 σελίδων, όπου προσπαθεί να συστηματοποιήσει την ονοματολογία των ανόργανων ενώσεων και θα μπορούσαμε να πούμε ότι τα καταφέρνει σε μεγάλο βαθμό.

Γράφει προλογικά ο Ρουσόπουλος:

«Περί υπάρξεως συστηματικής ονοματολογίας ουδέ λόγος δύναται να γίνη, καθότι οι ολίγοι εκάστοτε γράφοντες περί χημικών αντικειμένων, ακολουθούσιν έκαστος ίδιον σύστημα σύμφωνον προς την γνώμην και πείραν των. Άλλοι δε ουδέν σύστημα ακολουθούσιν, αλλ' ότε μεν ούτως, ότε δε άλλως, ως αν τύχη, γράφουσι.

Ελπίζομεν ότι, όταν το πόνημα τούτο έλθη εις χείρας των αρμοδίων και **γίνωσιν αι αναγκαίαι παρατηρήσεις** επί των προτεινομένων και της ονοματοθεσίας εν γένει, θα κατορθωθή **να επέλθη συνεννόησίς τις**, έχουσα ίσως ως αποτέλεσμα την **δημιουργίαν ονοματολογίας υπό πάντων αναγνωριζομένης**».

Ο Ρουσόπουλος βάζει **τρεις βασικές αρχές** για την ονοματολογία:

- Πρέπει αυτή να είναι όσω το δυνατόν **σύμφωνος προς τα πράγματα**, ήτοι αι λέξεις να εκφράζωσιν την πραγματικήν σύνθεσιν των σωμάτων.
- Πρέπει να **μη διαφέρει λίαν της ξένης ονοματολογίας**, ίνα μη επέρχηται σύγχυσις και ίνα είναι εύκολος η κατανόησις των ξένων συγγραμμάτων και η συνεννόησις μετά των χημικών του λοιπού κόσμου.
- Πρέπει να **μη αντίκειται**, όσον το εφικτόν, **εις τους κανόνας της γλώσσης**.

Στη συνέχεια δίνει παραδείγματα αναγράφοντας την κοινή ονομασία και τη δική του:

Τύπος	Κοινή ονομασία	Ονομασία Ρουσόπουλου
NaCl	Χλωριούχον νάτριον	Χλωριονάτριον ⁵
AgI	Ιωδιούχος άργυρος	Ιωδιάργυρος
NH ₄ Cl	Χλωριούχον άμμώνιον	Χλωριαμμώνιον
CaCl ₂	Διχλωριούχον ασβέστιον	Διχλωριασβέστιον ή χλωρίδιον ασβεστίου
BaS	Θειούχον βάριον	Θειοβάριον ή θειίδιον βαρίου
BaO	Οξειδιον βαρίου	Βαριοξειδιον
CO	Οξειδιον άνθρακος	Ανθρακοξειδιον
CO ₂	Διοξειδιον άνθρακος	Ανθρακοδιοξειδιον
KOH	Υδροξειδιον καλίου	Καλυδροξειδιον
Ca(OH) ₂	Υδροξειδιον ασβεστίου	Ασβεστυδροξειδιον
Na ₂ CO ₃	Ανθρακικόν νάτριον	Ανθρακικόν δινάτριον

6. ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟΝ ΑΝΟΡΓΑΝΟΥ ΧΗΜΕΙΑΣ (Κ.Ζέγγελη, 1908)

Ο **Κων/νος Ζέγγελης** (καθηγητής Ανόργανης Χημείας στο Πανεπιστήμιο Αθηνών), γράφει στον πρόλογο του βιβλίου του ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟΝ ΑΝΟΡΓΑΝΟΥ ΧΗΜΕΙΑΣ (1^η έκδοση 1908):

«Ο συνήθης σκόπελος των συγγραφότων ελληνιστί, επί θεμάτων των φυσικών επιστημών, η ονοματοθεσία των όρων, ευκόλως ευτυχώς παρεκάμφη χάρις εις την πολύτιμον συγγραφήν του καθηγητού κ. *Αναστασίου Χρηστομάνου* (*Εγχειρίδιον Χημείας*, 1887), όστις εθεμελίωσε δι' αυτής, πλήρες και ενιαίον σύστημα ονοματοθεσίας, όπερ εκράτησε μέχρι τούδε και θέλει πιστευόμεν κρατήσει, παρά τινας αποπειράς αλλοίας χημικής ονοματοθεσίας, αίτινες εκ μονομερών βλέψεων ορμώμεναι, αδυνατούσι γλωσσικώς ή επιστημονικώς να διατηρηθώσι κατά την γενίκευσιν αυτών εφ' όλων των περιστάσεων και δεν έσχον ούτω άλλους αυτών θιασώτας πλην των ιδίων αναδόχων».

7. ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟΝ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ (Τ.Κομνηνού, 1904, 1922)

Ο **Τηλέμαχος Κομνηνός** (υφηγητής της Οργανικής Χημείας στο Πανεπιστήμιο Αθηνών και μετέπειτα καθηγητής στο ΕΜΠ), γράφει στο βιβλίο του:

«Η ονοματολογία ης εγένετο χρήσις εν τη συγγραφή **προσεγγίζει την εν άπασι τοις αλληλογλώσσοις συγγράμμασι** και τούτο **μεγάλως θα διευκολύνη τους βραδύτερον ποιησομένους χρήσιν ξένων συγγραμμάτων** η εν τη εσπερία προς ευρυτέρας σπουδάς μεταβησομένους. Οφείλω δε να ομολογήσω ότι το ζήτημα της **ονοματολογίας** απετέλεσε την **μεγαλύτεραν δυσκολίαν** κατά την συγγραφήν του παρόντος έργου, καθότι δεν έπρεπε ν' απομακρυνθώ ουσιωδώς της νυν εν χρήσει εν πολλοίς δε πλημελλούς τοιαύτης».

⁵ Σχολιάζει ο Ρουσόπουλος την **κοινή ονομασία**: «Αι ονομασίαι **χλωριούχον νάτριον** δια το **NaCl**, δεν είναι σύμφωνοι προς τα πράγματα, διότι δηλούσι **Νάτριον, εν ω εμπεριέχεται Χλώριον**. Τούτο όμως δεν έχει ούτω, διότι **ούτε το χλώριον εμπεριέχεται εις το νάτριον, ούτε τανάπαλιν**».

8. Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΧΗΜΙΚΗ ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ & ειδικώς ΤΩΝ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ (Γ.Ματθαιόπουλου, 1931)

Ο Γεώργιος Ματθαιόπουλος (καθηγητής Οργανικής Χημείας στο Πανεπιστήμιο Αθηνών), σε μονογραφία του 83 σελίδων το **1931**, προσπαθεί να συστηματοποιήσει την ονοματολογία, κυρίως της Οργανικής Χημείας, αναφέροντας για τους προηγούμενους συγγραφείς:

«Η αποτυχία όλων των προσπαθειών για την ονοματολογία των χημικών ενώσεων οφείλεται κυρίως εις την έμμονον ιδέαν της εξελληνίσεως των ονομάτων».

Ο Ματθαιόπουλος (θεωρείται ο δημιουργός της ελληνικής ονοματολογίας της Οργανικής Χημείας), έβαλε **έξι κανόνες** που πρέπει να διέπουν την **ονοματολογία** των ενώσεων:

1. Η ελληνική ονοματολογία πρέπει να προσομοιάζει όσον το δυνατόν προς την διεθνή.
2. Τα ονόματα των διαφόρων ενώσεων πρέπει να έχουν ελληνικόν τύπον, χωρίς όμως να είναι υποχρεωτικώς κατασκευασμένα καθ' όλους τους κανόνας της ελληνικής γραμματικής και της ελληνικής ετυμολογίας. κ.λπ.

9. ΣΥΓΧΡΟΝΟΣ ΑΝΟΡΓΑΝΟΣ ΧΗΜΕΙΑ (Θ.Βαρούνη, 1944)

Ο Θεόδωρος Βαρούνης (καθηγητής στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο), γράφει στον πρόλογο του βιβλίου του για την ονοματολογία των χημικών ενώσεων:

«Ενόμισα σκόπιμον κατά την **ονόμασιν των ενώσεων** να αναπτύξω και χρησιμοποιήσω **πάντας τους δυνατούς τρόπους**, τους διέποντας την παρ' ημίν χημικήν ονοματολογίαν, ίνα δύνανται οι σπουδασταί να μελετώσιν ευχερώς πάντα τα ελληνικά χημικά συγγράμματα & να **αφήσω ούτως εις την μέλλουσαν γενεάν να κάμη την ονοματολογικήν επιλογήν**».

10. Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΑΝΟΡΓΑΝΟΣ ΧΗΜΙΚΗ ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ (Κ.Ασκητόπουλου, 1950)

Ο καθηγητής της Γενικής Πειραματικής Χημείας στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο **Κων/νος Ασκητόπουλος**, σε μονογραφία του 24 σελίδων, με τίτλο «**Η Ελληνική Ανόργανος Χημική Ονοματολογία**», προτείνει κανόνες για τη συστηματοποίηση της ονοματολογίας των ανόργανων ενώσεων (στη μονογραφία αυτή παραπέμπει ο Ασκητόπουλος και στο βιβλίο του «**Ανόργανη Χημεία**», διευκρινίζοντας ότι, **κατεβλήθη προσπάθεια συνεπούς προσαρμογής προς την διεθνώς παραδεδεγμένην**).

Παρουσιάζει ενδιαφέρον η ταύτιση της ονοματολογίας του Ασκητόπουλου για τα **οξειδία**, με αυτήν της IUPAC (π.χ. N₂O: διάζωτο(μον)οξείδιον, NO: αζωτοξείδιον, N₂O₃: διάζωτοτριοξείδιον, Cu₂O: διχαλκοξείδιον, CuO: χαλκοξείδιον, ...).

11. ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ (Γ.Βάρβογλη, 1970, έκδ. 4^η)

Ο Γεώργιος Βάρβογλης (καθηγητής μου στο Πανεπιστήμιο Αθηνών), αναφέρει σε κάθε ενότητα – ομόλογη σειρά, την αντίστοιχη ονοματολογία των ενώσεων, χρησιμοποιώντας σε γενικές γραμμές την ονοματολογία του Ματθαιόπουλου.

12. ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΑΝΟΡΓΑΝΟΥ ΧΗΜΕΙΑΣ (Δ.Κατάκη, 1974, τόμοι Α & Β)⁶

Ο καθηγητής μου της Ανόργανης Χημείας στο Παν. Αθηνών Δημήτριος Κατάκης, στον τόμο Α' του βιβλίου του δεν κάνει καμία αναφορά στην **ονοματολογία των χημικών ενώσεων**. Στον τόμο Β' σ. 34 περιλαμβάνει την ενότητα «**Παρατηρήσεις επί της ονοματολογίας των ενώσεων των αλογόνων**», όπου επισημαίνει:

«Εις την **ελληνικήν χημικήν βιβλιογραφίαν επικρατεί σύγχυσις** όσον αφορά εις την **ονοματολογίαν των ενώσεων των αλογόνων**. Ούτως, εις την **Ανόργανον Χημείαν** έχει καθιερωθή από μακρού το πλείστον των **δυναδικών ενώσεων των αλογόνων** να καλούνται

⁶ Στα επόμενα Πανεπιστημιακά βιβλία Χημείας δε γίνεται αναφορά στην ονοματολογία των ανόργανων ενώσεων: ΑΝΟΡΓΑΝΟΣ ΧΗΜΕΙΑ (Κ.Ζέγγελη, 1943), ΓΕΝΙΚΗ ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ (Κ.Καβασιάδη, 1956), ΑΝΟΡΓΑΝΟΣ ΧΗΜΕΙΑ (Ε.Στάθη, 1962, 1967), ΓΕΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ (Π.Σακελαρίδη, 1956, 1972), ΑΝΟΡΓΑΝΟΣ ΧΗΜΕΙΑ (Α.Γαληνού, 1971, 1980), ΒΑΣΙΚΗ ΑΝΟΡΓΑΝΗ ΧΗΜΕΙΑ (Ν.Κλούρα, 1995, 1997).

αλογονούχοι. Π.χ. χλωριούχον νάτριον (NaCl), τριχλωριούχος σίδηρος (FeCl₃), πενταχλωριούχος φωσφόρος (PCl₅), κ.ο.κ. Εις την **Οργανικήν Χημείαν** εξ' άλλου το CH₃Br καλείται μεθυλοβρωμίδιον, κ.ο.κ.

Προς αποκατάστασιν της καταστάσεως και προς **βαθμιαίαν εναρμόνισιν προς την διεθνή ονοματολογίαν (IUPAC)** προτείνεται, όπως άπασαι αι ενώσεις του τύπου R_mX_n, ένθα X αλογόνον και R ρίζα, ιόν ή άτομον -πλην των περιπτώσεων όπου το αλογόνον είναι ηνωμένον προς ηλεκτραρνητικώτερον αυτού στοιχείου- καλούνται **αλογονίδια**. Π.χ. NaCl, χλωρίδιον του νατρίου, FeCl₃, τριχλωρίδιον του σιδήρου. Ο όρος **αλογονούχος** ένωσις προτείνεται όπως διατηρηθή ως γενικώτερος, δι' **οιανδήποτε ένωσιν περιέχουσιν αλογόνον**. Συνιστάται όμως όπως **αποφεύγηται η χρησιμοποίησις** του δια συγκεκριμένας ενώσεις.

13. ΓΕΝΙΚΗ ΚΑΙ ΑΝΟΡΓΑΝΟΣ ΧΗΜΕΙΑ (Γ.Μανουσάκη, 1987)

Ο Γεώργιος Μανουσάκης (καθηγητής του Πανεπιστημίου Θεσ/νίκης) αφιερώνει 2 σελίδες περί ονομασίας των *ανόργανων ενώσεων*, χρησιμοποιώντας την **κοινή ονομασία**. Όμως κάνει και κάποιες αναφορές στην IUPAC, μάλλον χωρίς νόημα, διότι επισημαίνει ότι: «**Στην ελληνική έχει καθιερωθεί η κοινή ονομασία & δεν θεωρήθηκε σκόπιμη η αλλαγή της**».

14. ΧΗΜΙΚΑ ΧΡΟΝΙΚΑ (τχ. 6, 1996)

Ο Αβραάμ Μαυρόπουλος (Χημικός, εκπαιδευτικός), δημοσιεύει άρθρο με τίτλο: «**Πρόταση για αλλαγή – απλοποίηση της “ξεπερασμένης” ονοματολογίας ανόργανων ενώσεων**». Στο άρθρο αυτό γίνεται πρόταση για **προσαρμογή της ελληνικής χημικής ονοματολογίας** στους κανόνες της IUPAC και δίνονται παραδείγματα από τις διάφορες τάξεις ενώσεων.

Συμπεράσματα:

Όλοι οι Πανεπιστημιακοί καθηγητές Χημείας & συγγραφείς βιβλίων Χημείας:

- θεωρούν **αναγκαία** τη συστηματοποίηση της χημικής ονοματολογίας και ορολογίας,
- παραδέχονται ότι η χρησιμοποιούμενη **ελληνική χημική ονοματολογία** ούτε από γραμματικής απόψεως, ούτε από «επιστημονικής» είναι σωστή,
- επισημαίνουν ότι η **ελληνική χημική ονοματολογία** δεν πρέπει να διαφέρει πολύ από την «ξένη».

Όμως, είτε δεν αποτολμούν να κάνουν την αλλαγή και «βολεύονται» με την παραδοσιακή (με εξαίρεση τον *Ο.Ρουσόπουλο* για την *Ανόργανη* & τον *Γ.Ματθαίοπουλο* για την *οργανική*), είτε προσπαθούν να ξεελληνίσουν τα ονόματα, πράγμα αδύνατο, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει συστηματική ελληνική ονοματολογία, σύμφωνη με τα διεθνή δεδομένα⁷.

Προτάσεις:

1. Να **εναρμονιστεί** η ελληνική χημική ονοματολογία & ορολογία με αυτήν της IUPAC- να **τολμήσουμε** την αλλαγή (να μην τη μεταθέσουμε για το απώτερο μέλλον), προς «όφελος» όσων ασχολούνται με τη Χημεία (*μαθητών, φοιτητών, κ.ά.*), και οι οποίοι πρέπει να μιλήσουν-διαβάσουν στη **διεθνή γλώσσα της Χημείας**.
2. Να εισαχθούν μεγέθη που λείπουν από την **ελληνική χημική βιβλιογραφία** (π.χ. *μολαρική μάζα*).

⁷ Τα **Σχολικά Εγχειρίδια Χημείας** που χρησιμοποιήθηκαν στην ελληνική Β/θμια εκπαίδευση, ακολουθούν πιστά τα γραφόμενα στις Πανεπιστημιακές Χημείες. Εξαίρεση αποτελούν τα εξής Σχολικά Εγχειρίδια, που προηγήθηκαν των Πανεπιστημιακών ως προς το **συμβολισμό, την ορολογία και την ονοματολογία**:

1. **ΧΗΜΕΙΑ Α' Λυκείου (Μ.Μαυρόπουλος, Ε.Ζαμπετάκη, κ.ά., 1985)**, όπου γίνεται: α) **διάκριση** μεταξύ **υδροξειδίου & υδροξυλίου**, β) αναφορά σε **πολυατομικά ιόντα** (αντί του λανθασμένου όρου ρίζες), κ.ά.
2. **ΧΗΜΕΙΑ Α' Λυκείου (Μ.Μαυρόπουλος, Ε.Ζαμπετάκη, 1998)**, όπου α) οι βασικές τάξεις ανόργανων ενώσεων **ονομάζονται κατά IUPAC**, β) χρησιμοποιείται ο **συμβολισμός** και οι **μονάδες** που προτείνει η IUPAC, όπως *Ar, Mr, NA, mole/mol, STP, C*, κ.ά. (αντί των *γραμμαμόριο, γραμμοάτομο, κανονικές συνθήκες, μοριακότητα κατ'όγκο*, κ.ά.).

ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΣΥΝΑΝΤΟΥΝΤΑΙ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΧΗΜΙΚΗ ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ & ΟΡΟΛΟΓΙΑ

Κων/νος Η. Ευσταθίου,

Καθηγητής Αναλυτικής Χημείας, Τμήματος Χημείας, ΕΚΠΑ

Συχνά η ελληνική απόδοση πολλών παλαιών και νέων χημικών όρων και ονομασιών αποτελεί ένα πρόβλημα – πρόκληση. Τα προβλήματα αυτά –κάποια παλιά κάποια νεότερα- μπορούν να διακριθούν σε κατηγορίες όπως:

- 1) Προβλήματα στην κοινή (εμπειρική) ονομασία χημικών ουσιών.
- 2) Δυσκολίες στην απόδοση ονομασίας τάξεων χημικών ενώσεων και χημικών προϊόντων που οφείλονται στην ανάμιξη και συχνά διασταυρούμενες αποδόσεις προθημάτων λατινικής και ελληνικής προέλευσης.
- 3) Το πρόβλημα των αρκτικόλεξων και ακρωνύμων.
- 4) Ποικιλία στις αποδόσεις και χρήση βασικών χημικών όρων μεταξύ των ιδίων των Τμημάτων Χημείας διαφορετικών ελληνικών πανεπιστημίων.
- 5) Ορολογικώς προβληματικές αποδόσεις βασικών ονομασιών τεχνικών και οργάνων στη χημική οργανολογία.
- 6) Διασταυρούμενες αποδόσεις βασικών στατιστικών όρων

Προβλήματα στην ελληνική χημική ονοματολογία

Η ελληνική ονοματολογία των χημικών ενώσεων επηρεάστηκε κυρίως από τη Γερμανική ορολογία, δεδομένου ότι τη Χημεία δίδαξαν στο Νεοελληνικό κράτος πρώτα Γερμανοί, όπως Φαρμακοποιός Landerer (1809-1885) ή Έλληνες που σπούδασαν τη Χημεία στη Γερμανία, η οποία μέχρι περίπου τον 2^ο Παγκόσμιο Πόλεμο ήταν η χώρα που κυριαρχούσε στην Επιστήμη αυτή. Ο γνωστότερος από αυτούς υπήρξε ο Χριστομάνος, ο οποίος μπορεί να θεωρηθεί ως ο πρώτος που εισηγήθηκε και επέτυχε την ίδρυση της Φυσικομαθηματικής Σχολής στο Πανεπιστήμιο Αθηνών και στις ενέργειές του οφείλεται η ανέγερση του ονομαζόμενου σήμερα «Παλαιού Χημείου» στην οδό Σόλωνος.

Την επίδραση της Γερμανικής τη διακρίνουμε αμέσως στην ελληνική ονομασία μερικών κοινών χημικών στοιχείων. Έτσι, στα ελληνικά έχουμε τις ονομασίες των στοιχείων «νάτριο» και «κάλιο», και όχι τις ονομασίες «sodium» και «potassium» που έχουν καθιερωθεί τόσο στην Αγγλική, όσο και σε όλες τις λατινογενείς γλώσσες.

Την επίδραση της Γερμανικής τη συναντούμε και στην ελληνική απόδοση ορισμένων βασικών οργανικών ενώσεων. Έτσι, μιλούμε για «βενζόλιο» και «τολουόλιο» (Γερμανικά: Benzol, Toluol) και όχι για «βενζένιο» και «τολουένιο» (Αγγλικά: benzene, toluene).

Ωστόσο, για την ονοματολογία απλών ενώσεων, όπως τα άλατα, δεν επικράτησε το «Γερμανικό μοντέλο» της σύνθετης μονολεκτικής απόδοσης. Έτσι, μόνο σε παλαιά ελληνικά συγγράμματα θα συναντήσουμε π.χ. το NaCl ως «νατριοχλωρίδιο» (Γερμανικά: Natriumchlorid).

Στο πλαίσιο της γενικής επιθετικοποίησης του ανιόντος (π.χ. νιτρικό νάτριο), επιχειρήθηκε και η επέκταση της επιθετικοποίησης του ανιόντος στα δυαδικού χαρακτήρα άλατα, όπως τα αλογονίδια και τα σουλφίδια μετάλλων. Έτσι, έγινε ευρύτατη χρήση και καθιέρωση της κατάληξης –ούχο (από το έχω, περιέχω). Έτσι, όλος ο κόσμος σήμερα γνωρίζει το «χλωριούχο νάτριο», αν και η ορθότερη ονομασία του «χλωρίδιο του νατρίου» είναι αυτή

που συναντούμε σε ξενόγλωσσα συγγράμματα (Αγγλικά: sodium chloride, Γαλλικά: chlorure de sodium, Ιταλικά: cloruro di sodio). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η «παραδοσιακή» κατάληξη -ούχο (από το: έχω, περιέχω) ταιριάζει περισσότερο σε μίγματα παρά σε χημικές ενώσεις. Έτσι, το χλωριούχο ύδωρ είναι μίγμα, ενώ το χλωριούχο νάτριο είναι χημική ένωση.

Η ελληνική γλώσσα χρησιμοποιείται ευρύτατα στην ονομασία χημικών ουσιών αλλά και χημικών φαινομένων ήδη από την εποχή των αλχημιστών, αλλά συστηματικά πλέον από τον 19ο αιώνα. Πρωτεργάτης της γενικευμένης χρήσης όρων ελληνογενούς προέλευσης για την περιγραφή χημικών φαινομένων (π.χ. catalysis, polymerism, isomerism, allotropism) μπορεί να θεωρηθεί ο διάσημος Σουηδός χημικός Berzelius (1779-1848).

Οι πρώτοι Έλληνες Καθηγητές Χημείας στα συγγράμματά τους χρησιμοποίησαν ωραίες καθαρά ελληνογενείς αποδόσεις σε κοινές ονομασίες πλήθους απλών οργανικών ενώσεων και κυρίως οργανικών οξέων. Ωστόσο, με λύπη μας διαπιστώνουμε ότι τις αποδόσεις αυτές σταδιακά εγκαταλείπονται από τις νεότερες γενιές χημικών.

Τυπικά παραδείγματα σχετικά προσφάτων αντικαταστάσεων «παραδοσιακών» ελληνογενών όρων με λατινογενείς ονομασίες:

φορμικό οξύ (formic acid)	αντί	μυρμηκικό οξύ
μαλονικό οξύ (malonic acid)	αντί	μηλονικό οξύ
σουκινικό οξύ (succinic acid)	αντί	ηλεκτρικό οξύ
πυρουβικό οξύ (pyruvic acid)	αντί	πυροσταφυλικό οξύ
μανδελικό οξύ (mandelic acid)	αντί	αμυγδαλικό οξύ.

Θα μπορούσα να αναφερθώ σε μεγάλο αριθμό «παραδοσιακών» ελληνικών ονομασιών κοινών ενώσεων που εξαφανίστηκαν οριστικά. Κανείς πλέον δεν αναφέρεται στο «δαφνικό οξύ», στο «φοινικικό οξύ», στο «φελλικό οξύ», στο «καπνικό οξύ» και στο «ιτεϋλικό οξύ», όλοι όμως γνωρίζουν αντίστοιχα το «λαουρικό οξύ», το «παλμιτικό οξύ», το «σουβερικό οξύ», «φουμαρικό οξύ» και το «σαλικυλικό οξύ».

Δυσκολίες στις ελληνικές αποδόσεις ονομασιών χημικών ουσιών

Είναι ωστόσο γεγονός ότι για ορισμένους σχετικά νεότερους χημικούς όρους κάθε απόπειρα απόδοσής τους στα ελληνικά θα μπορούσε να δημιουργήσει προβλήματα και συγχύσεις. Οι ξένοι χρησιμοποιούν συχνά προθήματα από την ελληνική και λατινική γλώσσα για να δημιουργήσουν όρους και ονομασίες διαφορετικών πραγμάτων. Τυπικά παραδείγματα:

Στη διεθνή βιβλιογραφία διαφοροποιούνται πλήρως τα προθήματα: per- (από το ελληνικό «υπέρ») και super- (λατινικής προέλευσης προέλευσης).

Έτσι έχουμε τα «per-oxides» (υπεροξειδία, ενώσεις με τον υπεροξειδικό δεσμό -O-O-) και τα «super-oxides» (αποδίδονται συνήθως ως «σουπεροξειδία» ή «υπερ-υπερ-οξειδία»), άλατα ή ενώσεις του ανιόντος O_2^- . Έτσι, η άμεση απόδοση του «sodium superoxide» (NaO_2) ως «υπεροξειδίο του νατρίου» θα ήταν εσφαλμένη, αφού ως υπεροξειδίο του νατρίου ονομάζουμε την ένωση Na_2O_2 .

Εδώ βλέπουμε ότι υπάρχει ένα είδος διασταύρωσης στις αποδόσεις, που εύκολα μπορεί να οδηγήσει σε παρανοήσεις. Ίσως θα ήταν σωστότερο στη συγκεκριμένη περίπτωση να κρατηθούν ως έχουν τα λατινογενή προθήματα.

Ανάλογες δυσκολίες έχουμε σε συνθετικά που προέρχονται από εμπειρικές ονομασίες ενώσεων. Τυπικό παράδειγμα αποτελεί η διαφοροποίηση στην αγγλική π.χ. των gluco- και glyco- που στα ελληνικά αποδίδονται και τα δύο ως γλυκο-. Έτσι έχουμε τον όρο «γλυκοζίτης» (απόδοση του glycoside) και τον περιφραστικό όρο «γλυκοζίτης γλυκόζης» (απόδοση του glucoside).

Άλλο παράδειγμα αποτελεί το πρόβλημα της απόδοσης στην Ελληνική ουσιών με ονομασίες όπου γίνεται χρήση των λατινικών προθημάτων pre- και pro-. Εδώ τα πράγματα μπλέκονται ακόμη περισσότερο: τα pre-biotics (θρεπτικά υλικά που βοηθούν στην ανάπτυξη χρήσιμων για την πέψη μικροοργανισμών) θα έπρεπε να αποδοθούν ως «προ-βιοτικά» (πριν από τη ζωή). Και τα pro-biotics (ζώντες μικροοργανισμοί, οι οποίοι βοηθούν στην απορρόφηση θρεπτικών συστατικών, όπως αυτοί που υπάρχουν στο γιαούρτι,) θα έπρεπε να αποδοθούν ως «υπερ-βιοτικά»), δηλαδή άμεση μετάφραση θα οδηγούσε στα:

pre-biotics: προ-βιοτικά
pro-biotics: υπερ-βιοτικά (τελικά χρησιμοποιείται: ο όρος «ευ-βιοτικά»)

Τα αρκτικόλεξα πρέπει να αποδίδονται στην Ελληνική;

Μεταξύ των όρων που κατά τη γνώμη μου δεν θα πρέπει να επιχειρηθεί η απόδοση στα ελληνικά περιλαμβάνονται διεθνώς καθιερωμένα αρκτικόλεξα πολλών τεχνικών, μεθόδων και όρων γενικότερα. Και η Χημεία είναι γεμάτη από αρκτικόλεξα.

Για παράδειγμα, αν αναφερθώ στην τεχνική «ΠΜΣ» κανείς δεν θα καταλάβει ότι αναφέρομαι στον «Πυρηνικό Μαγνητικό Συντονισμό», αλλά όλοι θα με καταλάβουν αν αναφερθώ στην τεχνική «NMR». Αν αναφερθώ στη τεχνική «ΑΧ/ΦΜ» ίσως να μη γίνει αντιληπτό ότι αναφέρομαι στην τεχνική συνδυασμού αεριοχρωματογραφίας – φασματοσκοπίας μαζών, γνωστή ως «GS/MS».

Ασυμφωνίες στην απόδοση βασικών χημικών εννοιών

Το κάθε Τμήμα Χημείας των Ελληνικών Πανεπιστημίων έχει δημιουργήσει μια δική του σχολή ορολογίας ακόμη και σε βασικούς όρους. Για παράδειγμα, όταν ακούμε συναδέλφους να μιλούν για «σύμπλοκες ενώσεις» ή για «ενώσεις συναρμογής» ή για «ενώσεις συντονισμού» (όλες οι αποδόσεις σωστές στην ουσία τους) είμαστε σχεδόν βέβαιοι από ποιο Πανεπιστήμιο έχουν αποφοιτήσει. Αυτό δεν δημιουργεί ιδιαίτερα προβλήματα, αφού όλες οι αποδόσεις είναι αποδεκτές και αντίστοιχη ποικιλία αποδόσεων συναντούμε συχνά και σε ξενόγλωσσα συγγράμματα, καλό όμως θα ήταν οι αποδόσεις σιγά-σιγά να προσεγγίζουν.

Εσφαλμένες αποδόσεις από τη Χημική Οργανολογία

Κατά τα τελευταία 50 χρόνια σημαντικότερη υπήρξε η ανάπτυξη των ονομαζόμενων «Ενόργανων Αναλυτικών Τεχνικών». Ωστόσο, όταν οι τεχνικές αυτές άρχισαν να διδάσκονται και να χρησιμοποιούνται στη χώρα μας, δεν δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή στις Ελληνικές αποδόσεις και τώρα προσπαθούμε σταδιακά να τις διορθώσουμε.

Τυπικό παράδειγμα αποτελούν οι ευρύτερα χρησιμοποιούμενες τεχνικές «gas-chromatography» και «liquid-chromatography», οι οποίες καθιερώθηκαν ως «αέρια χρωματογραφία» και «υγρή χρωματογραφία», τα δε αντίστοιχα όργανα «αέριος χρωματογράφος» και «υγρός χρωματογράφος».

Ίσως ξενίζει σε κάποιο βαθμό το ότι ένα όργανο στέρεο και συμπαγές να ονομάζεται «αέριος χρωματογράφος». Εδώ και αρκετά χρόνια, έχουμε αρχίσει την αντικατάσταση των παραπάνω ονομασιών, και όπου αυτό είναι εφικτό, με σύνθετες λέξεις: «αεριοχρωματογραφία», «υγροχρωματογραφία», «αεριοχρωματογράφος», «υγροχρωματογράφος».

Βασικοί στατιστικοί όροι

Η ουσία της Χημείας είναι η Σύνθεση και η Ανάλυση. Συμβαίνει να υπηρετώ κυρίως το δεύτερο. Ως αναλυτικός χημικός κάνω μετρήσεις και φυσικά χρειάζεται να επεξεργαστώ

στατιστικά τις μετρήσεις αυτές για να μπορέσω να χαρακτηρίσω τα σφάλματα των μετρήσεων ως «τυχαία» ή «συστηματικά» και σε κάποια «στάθμη εμπιστοσύνης». Με λυπεί το γεγονός ότι είμαι υποχρεωμένος να χρησιμοποιώ αποδόσεις που διαφέρουν από εκείνες που χρησιμοποιούν οι ίδιοι οι ειδικοί στατιστικοί επιστήμονες. Αναφέρομαι στους βασικότερους όρους «precision» και «accuracy». Στην αγγλική οι όροι αυτοί μπορούν σε κάποιο βαθμό (όχι όμως πλήρως) να θεωρηθούν ταυτόσημοι. Ωστόσο, στη στατιστική των μετρήσεων διαφοροποιούνται πλήρως και σαφώς μεταξύ τους.

Σε θέματα στατιστικής μετρήσεων, για τον όρο «precision» χρησιμοποιούσαμε την απόδοση «ακρίβεια» και για τον όρο «accuracy» την απόδοση: «ορθότητα». Ωστόσο, σε θέματα ελέγχου και επικύρωσης αναλυτικών μεθόδων, είμαστε υποχρεωμένοι πλέον (με βάση υπουργικές αποφάσεις) τον όρο «precision» να τον αποδίδουμε ως «πιστότητα» και τον όρο «accuracy» ως «ακρίβεια».

Και πού πήγε το «ορθότητα»; Με «ορθότητα» πρέπει να αποδίδουμε τον όρο «trueness», δηλ. τη συμφωνία μεταξύ της μέσης τιμής πολλών μετρήσεων με την πραγματική, ενώ την πλήρως αναλογική απόδοση «αληθότητα» δεν τη χρησιμοποιούμε πουθενά. Συνοψίζοντας:

Precision: Πιστότητα
Accuracy: Ακρίβεια
Trueness: Ορθότητα

Το ερώτημα είναι πώς θα πρέπει να αποδώσουμε στην Ελληνική τον όρο «fidelity» αν τύχει και βρεθεί στο ίδιο κείμενο με τον όρο «precision». Η γνώμη μου είναι ότι γενικά θα πρέπει κατά το δυνατόν να αποφεύγονται αποδόσεις και πρωτοτυπίες που δεν συνδέονται άμεσα με τη ρίζα του εισαγόμενου ξενόγλωσσου όρου, γιατί μπορούμε να βρεθούμε στο μέλλον προ δυσάρεστων εκπλήξεων, που θα μας υποχρεώνουν να αλλάξουμε καθιερωμένες αποδόσεις.

Συνοψίζοντας

Στη Χημεία, όπως συμβαίνει και σε όλες τις Θετικές Επιστήμες, κατακλυζόμαστε καθημερινά με νέους όρους. Πιστεύω πως δεν πρέπει να προτείνουμε πρόχειρες και βιαστικές αποδόσεις, που δεν έχουν εξετασθεί από ειδικευμένους στην ορολογία επιστήμονες και δεν έχουν φυσικά τη μέγιστη δυνατή αποδοχή.

Στο Τμήμα Χημείας του Πανεπιστημίου Αθηνών, από το 1998 λειτουργεί ένα ηλεκτρονικό λεξικό Αγγλοελληνικό Λεξικό Χημικών Όρων, το οποίο αυτή τη στιγμή περιλαμβάνει σχεδόν 10.000 λήμματα. Σε πολλά από αυτά, εκτός από την ελληνική απόδοση, υπάρχει και ένα σύντομο σχόλιο, επεξήγηση ή ορισμός. Σε πολλές περιπτώσεις περιλαμβάνονται και διευκρινιστικά σχήματα, διαγράμματα, συντακτικοί τύποι κ.α.

Στα ηλεκτρονικά αρχεία χρήσης (logfiles) φαίνονται τα αναζητούμενα λήμματα. Αν διαπιστωθεί ότι αναζητείται κάποιος όρος ευρύτερης χρησιμότητας και δεν περιλαμβάνεται στο λεξικό, σύντομα ο όρος αυτός προστίθεται στην ηλεκτρονική βάση δεδομένων του λεξικού, αφού συμβουλευθούμε τους πλέον ειδικούς στο σχετικό πεδίο συναδέλφους.

Το λεξικό αυτό ως συλλογή και μόνο όρων θα μπορούσε να βοηθήσει προς την κατεύθυνση της άρσης των διαφορών στις αποδόσεις βασικών χημικών όρων και σε καμία περίπτωση δεν προτείνει οριστικές αποδόσεις.

Ονοματολογία, η «λογοτεχνία» της Χημείας

Α.Γ. Κουτσολέλος

Καθηγητής Ανόργανης Χημείας Πανεπιστημίου Κρήτης

Με την παρέμβασή μου αυτή θα ήθελα να εκφράσω την γνώμη μου για την ονοματολογία στην Χημεία. Το όλο θέμα είναι τόσο πολύπλοκο όσο και σημαντικό. Πολύπλοκο λόγω της γλωσσικής πολυμορφίας και σημαντικό για την ανταλλαγή απόψεων μεταξύ μας. Η σωστή και ομοιόμορφη ονοματολογία μεταξύ των επιστημόνων κατά συνέπεια είναι ο διάυλος επικοινωνίας μεταξύ των Χημικών. Βοηθά την ανάπτυξη της επιστήμης και αποτελεί την «λογοτεχνική» γλώσσα έκφρασης της Χημείας.

Από την αρχαιότητα ήταν γνωστά τα παρακάτω μέταλλα: Fe, Cu, Ag, Sn, Au, Hg, Pb τα οποία χρησιμοποιούσαν σε 141 γλώσσες.!

Χαρακτηριστικά αναφέρονται μερικές ονομασίες στον παρακάτω πίνακα:

<i>English</i>	Iron	Copper	Silver	Tin	Gold	Mercury	Lead
<i>Faroese</i>	Jarn	Kopar	Silvur	Tin	Gull	Kviksilvur	Blyggj
<i>Frisian (West)</i>	Izer	Koper	Sulver	Tin	Goud	Kwik, Kwiksilver	Lead
<i>German</i>	Eisen	Kupfer	Silber	Zinn	Gold	Quecksilber	Blei
<i>German (Low)</i>	Iesa	Koppa	Selwa	Blajch	Golt	-	Ble
<i>Icelandic</i>	Járn	Kopar, Æir	Silfur	Tin	Gull	Kvikasilfur	Bly
<i>Luxembourgish</i>	Eisen	Koffer	Sëlwer	Zënn	Gold	Quecksëlwer	Bläi
<i>Norwegian</i>	Jern	Kobber (Bokmål), Kopar (Nynorsk)	Sølv	Tinn	Gull	Kvikksølv	Bly
<i>Scottish</i>	Airn	Copper	Siller	Tin	Gowd	Mercury	Leid
<i>Swedish</i>	Järn	Koppar	Silver	Tenn	Guld	Kvicksilver	Bly
<i>Yiddish</i>	Eizn	Kuper	Silber	Zin	Gold	Kweksilber	Schäft, Blei
Italic Branch							
<i>Aragonese</i>	Fierro	Arambre	Archén	Estaño	Oro	Mercurio	Plomo
<i>Aromanian</i>	Heru	Halcumã	Asime	Călae	Amalãmã	Mercuru	Plumbu
<i>Asturian</i>	Fierro	Cobre	Plata	Estañu	Oru	Mercuriu	Plomu
<i>Catalan</i>	Ferro	Coure	Argent	Estany	Or	Mercuri	Plom
<i>Corsican</i>	Ferru	Ramu	Argentu	Stagnu	Oru	Mercuriu	Plombu

Η εξέλιξη της Χημείας από τον μεσαίωνα και μετά έχει φέρει στο φως και συνεχίζει να φέρνει, έναν υπέρογκο αριθμό νέων χημικών ενώσεων.

Η πολυγλωσσία από την μια μεριά και η μη συστηματική τους ταξινόμηση από την άλλη καθιστά την επικοινωνία των επιστημόνων αρκετά δύσκολη.

Μέχρι σήμερα υπολογίζεται ότι υπάρχουν πενήντα εκατομμύρια χημικές ενώσεις και ο αριθμός τους αυξάνεται καθημερινά. Τα δεδομένα αυτά προέρχονται από τον διεθνή οργανισμό International Union of Pure and Applied Chemistry που έχει σαν κύριο ρόλο την ταξινόμηση αλλά και την συστηματική ονομασία των χημικών ενώσεων.

Στόχος της σωστής και συστηματικής ονοματολογίας είναι το **γράψιμο του ονόματος από τους χημικούς τύπους** και το αντίστροφο, **τους τύπους από τα ονόματα**.

Εκτός από την σωστή ονοματολογία για κάθε ένωση υπάρχει ο κωδικός της CAS registry number που μπορούμε να βρούμε στην ιστοσελίδα:

<http://www.cas.org/expertise/cascontent/registry/regsys.html>

Σαν παράδειγμα αναφέρουμε ότι η καφεΐνη αναφέρεται με το Νο 58-08-2. Σε αυτή την υπηρεσία καταγράφονται ημερησίως 12.000 νέοι αριθμοί.!

Όλα τα προβλήματα διάδοσης της σωστής και συστηματικής ορολογίας προκύπτουν από το παρακάτω διάλογο:

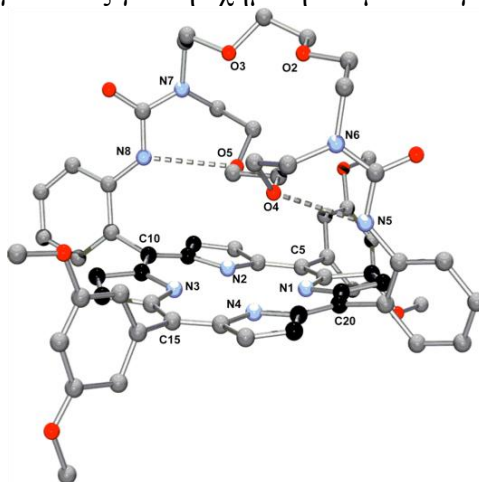
-Δώσε μου σε παρακαλώ το φιαλίδιο με την α -D-glucopyranosyl-(1,2)- β -D-fructofuranoside αντί

-Δώσε μου σε παρακαλώ το φιαλίδιο με την σακχαρόζη!

Η ευκολία της κοινής ονομασίας στην καθημερινή μας ζωή είναι αδιαμφισβήτητη!

Στην παρέμβαση μου αυτή δεν θα αναφερθώ σε λεπτομέρειες για την συστηματική ονοματολογία απλά θα ήθελα να αναφέρω ότι υπάρχουν οι εξής κατηγορίες «χημικών ονομασιών»: Τα ονόματα των στοιχείων, τα συστηματικά ονόματα, τα κοινά ονόματα, τα παραδοσιακά ονόματα (ηλεκτρόδιο καλομέλανα), τα ιδιόκτητα ονόματα (ασπιρίνη) και τα ονόματα των ορυκτών.

Με την αναφορά σε ειδικές κατηγορίες ενώσεων θα ήθελα να αναδείξω την δυσκολία αλλά και την αναγκαιότητα μιας γλώσσας για την χημική ονοματολογία.



1,4,10,13-Tetraoxa-7,16-diaza-cyclooctadecane-7,16-dicarboxylic acid {2,2'-[10,20-bis-(3,5-dimethoxyphenyl)-porphyrin- α -5,15-diyl]-diphenyl}-diamide

Με όλο τον σεβασμό στην ελληνική μας γλώσσα πιστεύω ότι η ορολογία στην Χημεία πρέπει να είναι στην αγγλική γλώσσα. Υπάρχουν πάρα πολλά προθέματα ελληνικής καταγωγής στην Αγγλική που πιστοποιούν την συμβολή Ελλήνων επιστημών στην Χημεία που την αναδεικνύουν και δεν νομίζω ότι χρειάζεται να πούμε ότι με την πρόταση αυτή απαξιώνουμε την ελληνική μας γλώσσα, τουναντίον...

Προτάσεις :

-σε προπτυχιακό επίπεδο αγγλική ονοματολογία κατά IUPAC

-στο εργαστήριο σωστή ορολογία και σωστές συντομεύσεις

-εφαρμογή της κατά IUPAC ονοματολογίας στα επίσημα έγγραφα και δημοσιεύσεις.

Κατερίνα Τοράκη,

Χημικός μηχανικός, Επιτροπή Τυποποίησης ΕΛΟΤ ΤΕ21

Γιάννης Σαριδάκης

Χημικός Μηχανικός, ΕΛΟΤ

Εισαγωγή – σύντομη αναφορά στο παρελθόν

Ο Φράνσις Μπέικον στο «Νέον Όργανον ή Οδηγίες για την ερμηνεία της φύσης», γραμμένο το 1620, αναφέρθηκε στη ζημιά που μπορεί να κάνει η κακή ποιότητας και ανάρμοστη εφαρμογή των λέξεων.^{8,9} Για τη σημασία των λέξεων βέβαια είχαν ήδη μιλήσει οι αρχαίοι Έλληνες (να αναφέρω ενδεικτικά τον Αριστοτέλη στα έργα όπως «Ηθικά Νικομάχεια» και «Κατηγορίες», και τον Πλάτωνα στο έργο «Κρατύλος ή περί ορθότητας ονομάτων»). Ενώ ο Κοραΐς στα Χρυσά Έπη έγραψε ότι «*αρχή της παιδείας των ανθρώπων η γλώσσα*», επικαλούμενος το «*αρχή παιδείσεως η των ονομάτων επίσκεψις*» του Επίκτητου.

Ο Faraday εισήγαγε τους όρους *anode* (άνοδος), *cathode* (κάθοδος), *electrode* (ηλεκτρόδιο), *ion* (ión) μετά από πρόταση του πολυμαθούς ιστορικού της επιστήμης του 19^{ου} αιώνα William Whewell, ο οποίος ήταν ο εμπνευστής και άλλων νεοόρων στην εποχή του, όπως ο όρος *scientist* που πρότεινε το 1833.¹⁰ Έχει ενδιαφέρον να παρατηρήσουμε ως προς την προέλευση τους όρους που δημιουργήθηκαν από τις νέες έννοιες στις θετικές επιστήμες μετά το 19^ο αιώνα, όπου στην αρχή κυριαρχεί η επίδραση της ελληνικής και λατινικής, ενώ στη συνέχεια επέδρασαν εθνικά (γερμάνιον, γάλλιον κτλ.), προσωπικά (κιούριον, νόμος Laplace) ή άλλα χαρακτηριστικά.

Ο Θεόδωρος Βαρούνης, καθηγητής ΕΜΠ, στο βιβλίο του Σύγχρονος Ανόργανος Χημεία (1944), γράφει στην εισαγωγή:

«... ενόμισα σκόπιμον κατά την ονόμασιν των ενώσεων να αναπτύξω και χρησιμοποιήσω πάντας τους δυνατούς τρόπους, τους διέποντας την παρ' ημίν χημικήν ονοματολογία, ίνα δύνανται οι σπουδασταί να μελετώσιν ευχερώς πάντα τα ελληνικά χημικά συγγράμματα και ν' αφήσω ούτως εις την μέλλουσαν γενεάν να κάμη την ονοματολογικήν επιλογήν.

...κατά την ονόμασιν των περιπλόκων, ήτοι των συμπλόκων οξέων και αλάτων εχρησιμοποίησα κατά βάσιν τον υπό των αγγλοφώνων συγγραφέων χρησιμοποιούμενον ονοματολογικόν τρόπον, όστις φρονώ, ότι είναι ου μόνον επιστημονικότερος, αλλά και απλούστερος. Την δε νέαν έννοιαν του οξέος και της βάσεως, την επινοηθείσαν υπό του Δανού φυσικοχημικού I.N. Brønsted, καθ' ήν τα ως πρότυποι βάσεις θεωρούμενα μεταλλοξειδία Me (OH)ν αποτελούσιν ειδικήν μόνον περίπτωσιν των ανιοντικών βάσεων και υποστάσαν την αυτήν εξέλιξιν, ήν και η επί τη βάσει της ηλεκτρονικής θεωρίας του σθένους δημιουργηθείσα έννοια του αναγωγικού και οξειδωτικού μέσου υπέστη...»¹¹

Όλα αυτά βέβαια δεν αναφέρονται για να δηλωθεί μια μεταφυσική λατρεία στη γλώσσα, αλλά για να καταδειχτεί η σημασία που έχει ο λόγος, ο τρόπος δηλαδή διατύπωσης των πραγμάτων, για την περιγραφή τους, για τη συνεννόηση και εν τέλει για την επικοινωνία.

Συνεχίζοντας την αναδρομή, είχα τη δυνατότητα να περιηγηθώ σε παλαιά τεύχη του περιοδικού Nature. Ενδεικτικά αναφέρω ότι στο φύλλο 4181, 17 Δεκεμβρίου 1949,

⁸ *The new organon or true directions concerning the interpretation of nature*. Όλο το κείμενο σε τυπική αγγλική μετάφραση βρίσκεται εδώ http://www.constitution.org/bacon/nov_org.htm. Αναφέρεται ως πηγή η μετάφραση των James Spedding, Robert Leslie Elli, και Douglas Denon Heath του 1863. [Ημερομηνία πρόσβασης: 10 Φεβρουαρίου 2014]

⁹ Ενδιαφέρουσα αναφορά γίνεται και στο άρθρο: Heilbron, J.L. (2002). Coming to terms, *Nature* 415, 585 (7 February 2002).

¹⁰ Υπάρχει ένα ενδιαφέρον άρθρο για το θέμα αυτό: Ross, Sydney (1962). Scientist: The story of a word". *Annals of Science* 18 (2): 65–85.

¹¹ Βαρούνης, Θ. (1944). *Σύγχρονος Ανόργανος Χημεία, Τόμος Α'*, Αθήνα.

διαβάζουμε ότι στο συνέδριο του Βρετανικού Ινστιτούτου Μάνατζμεντ που πραγματοποιήθηκε το Μάιο του ίδιου χρόνου, ένα ζήτημα που προβλημάτισε τους συμμετέχοντες ήταν αν υπάρχει ανάγκη για τυποποιημένη ορολογία και ονοματολογία στη βιομηχανία. Όπως τονίστηκε από τους ομιλητές, πρέπει να γίνεται όσο γίνεται πιο γρήγορα η τυποποίηση ορολογίας σε ένα πεδίο, αν και βέβαια επισημάνθηκαν και ορισμένες δυσκολίες που μπορεί να προκύψουν από τη βιαστική καθιέρωσή της σε πρώιμο στάδιο ανάπτυξης του πεδίου. Πάντως, διατυπώθηκαν και τα κύρια σημεία που πρέπει να ληφθούν υπόψη, ανάμεσα στα οποία ήταν τα κριτήρια που πρέπει να καλύπτει ένας όρος προκειμένου να τυποποιηθεί, οι τομείς αξιοποίησης, η σύνθεση της ομάδας των ερευνητών που θα ασχοληθούν και ο αρμόδιος φορέας για παρακολούθηση όλου του έργου τυποποίησης της ορολογίας¹².

Για την προέλευση της ίδιας της λέξης χημεία έχουν γραφτεί πολλά, αποδίδουν ελληνική ή και αιγυπτιακή προέλευση (μία ερμηνεία είναι από το χημία που θα πει μαύρη – εύφορη – γη και εννοεί την Αίγυπτο), ενώ στη Σούδα (λεξικό του 10^{ου} αιώνα) η Χημεία ορίζεται ως «ή του αργύρου και χρυσού κατασκευή, ής τὰ βιβλία διερευνησάμενος ὁ Διοκλητιανός ἔκαυσεν». Έχει συνδεθεί επίσης με την αλχημεία (αραβικής προέλευσης) και με την χυμεία (από το χυμός, επεξεργασία υγρών) που βρέθηκε σε βυζαντινά κείμενα (για το οποίο όμως διαβάζουμε στο Λεξικό Liddell-Scott ότι πιθανόν να έχει γίνει εσφαλμένη ετυμολόγηση).

Στην ημερίδα «Ορολογία και τυποποίηση στη χημική μηχανική» που διοργανώσαμε στο ΤΕΕ μαζί με τον ΠΣΧΜ και την ΤΕ21,¹³ έχοντας και την εμπειρία από τη μετάφραση του σημαντικού βιβλίου των McCabe Smith «Unit operations of chemical engineering»¹⁴, καθώς και το λεξικό χημικοτεχνικής ορολογίας του Θώμη¹⁵, ασχοληθήκαμε με τα ζητήματα και τα προβλήματα από την έλλειψη ορολογίας ή έστω από την έλλειψη πολιτικής τυποποίησης και διαχείρισης της ορολογίας. Μερικά αποσπάσματα από άρθρα στην Επιστημονική έκδοση των Τεχνικών Χρονικών δείχνουν μια πλευρά από τα προβλήματα στη χρήση της γλώσσας¹⁶:

- *προσδιορισμός φορμαλδεΐδης με τα paper strips*
- *... πέρα από τον κύριο κύλινδρο (κύρια μπουκάλα) και το έμβολο που μεταφέρει την πίεση, σπουδαία θέση κατέχει το «κοντέινερ» (container), όπου συντελείται η συμπίεση (ή σύνθλιψη) της μπιγιέτας του αλουμινίου (δια της εξωτερικής εφαρμοζόμενης πίεσης πάνω στο έμβολο) πάνω στη μήτρα (=καλούπι)...*
- *...το CO αναλύθηκε με IR, τα οξειδία αζώτου με chemiluminescence και οι συνολικοί HC με FID...*
- *πολυμερή πήγματα (gels)*
- *διασπορείς (dispersants)*

Ο καθηγητής ΕΜΠ Δημήτρης Μαρίνος-Κουρής, όντας εκτός της «συντεχνίας» των ασχολουμένων με την ορολογία και την τυποποίηση, σωστά, κατά τη γνώμη μου, εντόπισε και περιέγραψε το πρόβλημα. Το πρόβλημα είναι η διάχυση μεγάλου όγκου πληροφοριών που προκύπτουν από την τεχνολογική ανάπτυξη και την αύξηση της πολυπλοκότητας και που έχουν ως αποτέλεσμα τη «διακίνηση μη έγκυρης πληροφορίας» και τη δημιουργία παθογένειας από το μη «μονοσήμαντο προσδιορισμό των επιστημονικών αντικειμένων» και όλα αυτά γιατί και όταν δεν υπάρχει «Ορολογία / Τυποποίηση». Ως συμπέρασμα, προτάθηκε να αναληφθούν πρωτοβουλίες, κοινές με Πανεπιστήμια και φορείς Ορολογίας και

¹² Terminology in Industry (1949). *Nature* 4181, 1033 (17 Dec. 1949).

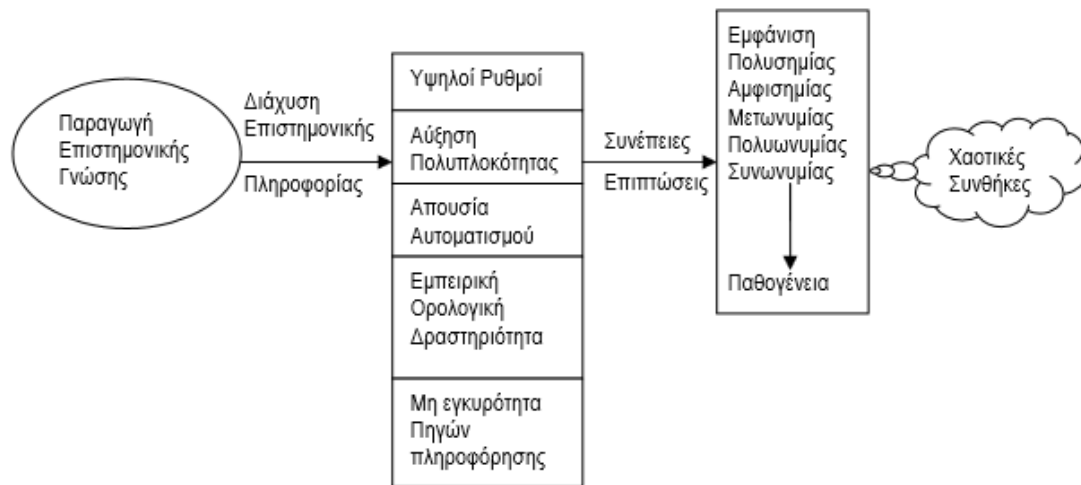
¹³ Ορολογία και τυποποίηση στη χημική μηχανική, ΤΕΕ, ΠΣΧΜ, ΕΛΟΤ ΤΕ21, 1 Απρ. 2009, Αθήνα. http://library.tee.gr/digital/m2381/m2381_contents.htm

¹⁴ McCabe W.L & Smith J.C. (1971). *Βασικά φυσικά διεργασίες χημικής μηχανικής = Unit operations of chemical engineering*, Αθήνα: ΤΕΕ, 1215 σ.

¹⁵ Θώμης Γ. (1981). *Πεντάγλωσσον λεξικόν χημικο-τεχνικής ορολογίας Ελληνικής, Αγγλικής, Γερμανικής, Γαλλικής, Ιταλικής*. Αθήνα: ΤΕΕ, 1164 σ.

¹⁶ Τοράκη Κ. (2009). Το ΤΕΕ και η Ορολογία ή πώς θα το πούμε στη γλώσσα των μηχανικών. Στο: *Ορολογία και τυποποίηση στη χημική μηχανική (2009 : Αθήνα)*. [Πρόσβαση 10 Φεβρουαρίου 2014]. Διαθέσιμο από: http://library.tee.gr/digital/m2381/m2381_toraki.pdf.

Τυποποίησης, ώστε να αντιμετωπιστούν «οι χαοτικές συνθήκες, οι οποίες περιορίζουν την επιτυχία της αναγκαίας επικοινωνίας, με την εμφάνιση φαινομένων πολυσημίας, αμφισημίας, μετωνυμίας, πολωνυμίας κλπ.».¹⁷



Εικόνα 1. Η «ενυπάρχουσα προβληματικότητα» στη διάχυση της επιστημονικής πληροφορίας (Πηγή: Δ. Μαρίνος-Κουρής...)

Αυτά τα συμπεράσματα ακούγονται εδώ και χρόνια, διατυπώθηκαν και με τον πιο εμφαντικό τρόπο ήδη από το 1992 στις ημερίδες που οργάνωσαν το ΤΕΕ με την ΤΕ21¹⁸ και με την ΕΛΕΤΟ το 2007.¹⁹

Τελειώνοντας την εισαγωγική αναδρομή, θα σημειώσω και το γλωσσικό ζήτημα, το οποίο επίσης έχει θέση στις θετικές επιστήμες ή, όπως το είπε ο καθηγητής κ. Τάσιος σε ημερίδα το 1977 «δημοτικισμός και θετικές επιστήμες έχουν κάποτε συμπλεύσει ιστορικά», δίνοντας ιστορικά παραδείγματα.^{20,21}

Ορολογία και Τυποποίηση

Ας μιλήσουμε για ορολογία και τυποποίηση. Ξεκινώντας από τις έννοιες και τους ορισμούς τους, θα πούμε ότι σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ 561.1:2006, **Ορολογία** ή επιστήμη των όρων είναι η επιστήμη που μελετά τις έννοιες και τις κατασημάνσεις τους και τη δομή, το σχηματισμό, την ανάπτυξη, τη χρήση και τη διαχείριση ορολογίων σε διάφορα θεματικά πεδία. Αντίστοιχα, **ορολόγιο** ή ορολογία είναι το σύνολο των κατασημάνσεων σε μία ειδική γλώσσα. **Ονοματολόγιο** ή ονοματολογία είναι ορολόγιο δομημένο συστηματικά σύμφωνα με προκαθορισμένους κανόνες ονοματοδοσίας. **Έννοια** είναι μονάδα γνώσης που δημιουργείται από ένα μοναδικό συνδυασμό χαρακτηριστικών, ενώ **κατασήμανση** είναι παράσταση μιας έννοιας με ένα σημείο (σημάδι) που την υποδηλώνει (δηλαδή σύμβολα, ονόματα και όροι).²²

¹⁷ Μαρίνος-Κουρής Δ. (2009). Η διάχυση της επιστημονικής πληροφορίας και οι σύγχρονες χαοτικές συνθήκες. Στο: *Ορολογία και τυποποίηση στη χημική μηχανική (2009 : Αθήνα)*. [Πρόσβαση 10 Φεβρουαρίου 2014]. Διαθέσιμο από: http://library.tee.gr/digital/m2381/m2381_marinos.pdf.

¹⁸ *Τυποποίηση Ορολογίας*, ΤΕΕ και ΕΛΟΤ ΤΕ21, 11-12 Νοεμ., 1992., Αθήνα.

¹⁹ *Τυποποίηση, ποιότητα, ορολογία: Η κληρονομιά του Βασίλη Α. Φιλόπουλου*, ΤΕΕ και ΕΛΕΤΟ, 16 Μαΐου, 2007, Αθήνα. Τυποποίηση, ποιότητα, ορολογία, (16 Μαΐου, 2007: , Αθήνα), Η κληρονομιά του Βασίλη Α. Φιλόπουλου. http://library.tee.gr/digital/m2211/m2211_contents.htm

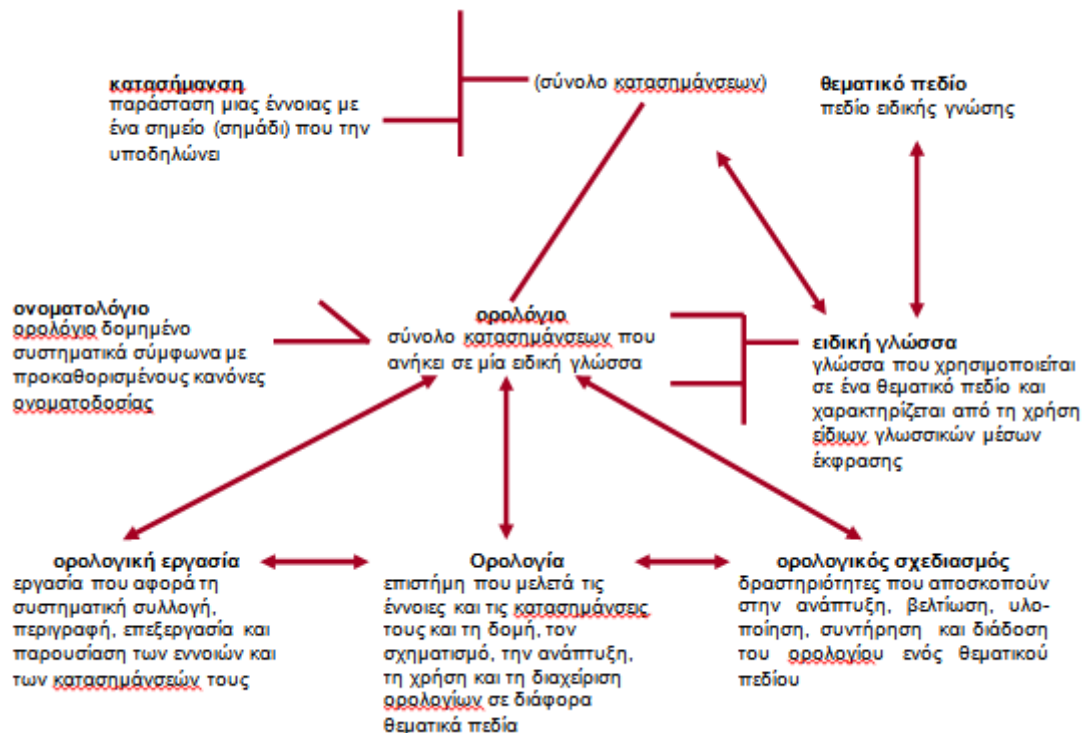
²⁰ Τάσιος, Θ. (1977). Η Νεοελληνική στις Θετικές επιστήμες. Στο: *Προβλήματα μεταγλωττισμού στη Νεοελληνική γλώσσα. Σειρά Ομιλιών*, Εταιρία Σπουδών Νεοελληνικού Πολιτισμού και Γενικής Παιδείας Σχολής Μωραΐτη.

²¹ Τοράκη, Κ. (2011). Γλωσσικό ζήτημα και επιστημονική ορολογία: μια διερεύνηση διαδρομών και συναντήσεων. Στο: *8ο Συνέδριο «Ελληνική Γλώσσα και Ορολογία»*, Αθήνα, 10-12 Νοεμβρίου 2011. [Πρόσβαση 10 Φεβρουαρίου 2014]. Διαθέσιμο από: http://www.eleto.gr/download/Conferences/8th%20Conference/Papers/8th_27-21_TorakiKaterina_Paper_V01.pdf.

²² ΕΛΟΤ 561.1:2006 *Ορολογική εργασία – Λεξιλόγιο – Μέρος 1: Θεωρία και εφαρμογή*

Ένας όρος είναι κατασημάνση που αποτελείται από μία ή περισσότερες λέξεις και παριστάνει μια γενική έννοια σε μια ειδική γλώσσα. Για τη δημιουργία νέων όρων ή τη συστηματοποίηση υπάρχοντων ορολογίων, συνιστάται να ακολουθούνται οι επτά αρχές σχηματισμού όρων: διαφάνεια, συνέπεια, γλωσσική καταλληλότητα, γλωσσική οικονομία, παραγωγικότητα και συνθετικότητα, γλωσσική ορθότητα, γλωσσική εντοπιότητα.

«Για ένα τυποποιημένο ορολόγιο, είναι επιθυμητό ένας όρος να αποδίδεται σε μία μόνο έννοια. Πριν δημιουργηθεί ένας νέος όρος, απαιτείται να διερευνηθεί αν υπάρχει ήδη όρος για την εξεταζόμενη έννοια. Πρέπει να γίνεται σεβαστή η καθιερωμένη χρήση. Καθιερωμένες και ευρέως χρησιμοποιούμενες κατασημάνσεις, ακόμα και εάν είναι όχι καλά σχηματισμένες δεν πρέπει να αλλάζονται εκτός εάν υπάρχουν λόγοι που το επιβάλλουν. Αν υπάρχουν περισσότερες από μία κατασημάνσεις για μία έννοια, θα πρέπει να επιλέγεται εκείνη που ικανοποιεί τις περισσότερες από τις αρχές που ακολουθούν».²³



Εικόνα 2 Βασικές έννοιες Ορολογίας (Πηγή: ΕΛΟΤ 561.1:2006)

Τις παραπάνω έννοιες (Εικόνα 2) και πολύ περισσότερες ορίζουμε στο πλαίσιο της τυποποίησης προκειμένου να θέσουμε τους κανόνες με τους οποίους συνιστάται να γίνεται η γλωσσική ανάλυση και κυρίως η ορολογική εργασία.

Η Unesco στις κατευθυντήριες οδηγίες για ορολογικές πολιτικές χρησιμοποιεί την έννοια «επικοινωνιακός σχεδιασμός» (communication planning) για να ορίσει όλες τις δραστηριότητες που σχετίζονται με τον γλωσσικό και τον ορολογικό σχεδιασμό, και έχουν βέβαια συνάφεια επίσης με τον σχεδιασμό στην επιστήμη και την τεχνολογία, δηλαδή με πολιτικές καινοτομίας.²⁴

Στην εικόνα 3 φαίνεται καθαρά η άμεση σχέση της ορολογίας τόσο με τα ζητήματα της γλώσσας, όσο και με τα ζητήματα που αφορούν το ειδικό θεματικό πεδίο, που και τα δύο αυτά επηρεάζουν επίσης την τυποποίηση της ορολογίας. Δίνει μάλιστα ως παράδειγμα το

²³ ΕΛΟΤ 402:2010 Ορολογική εργασία – Αρχές και μέθοδοι

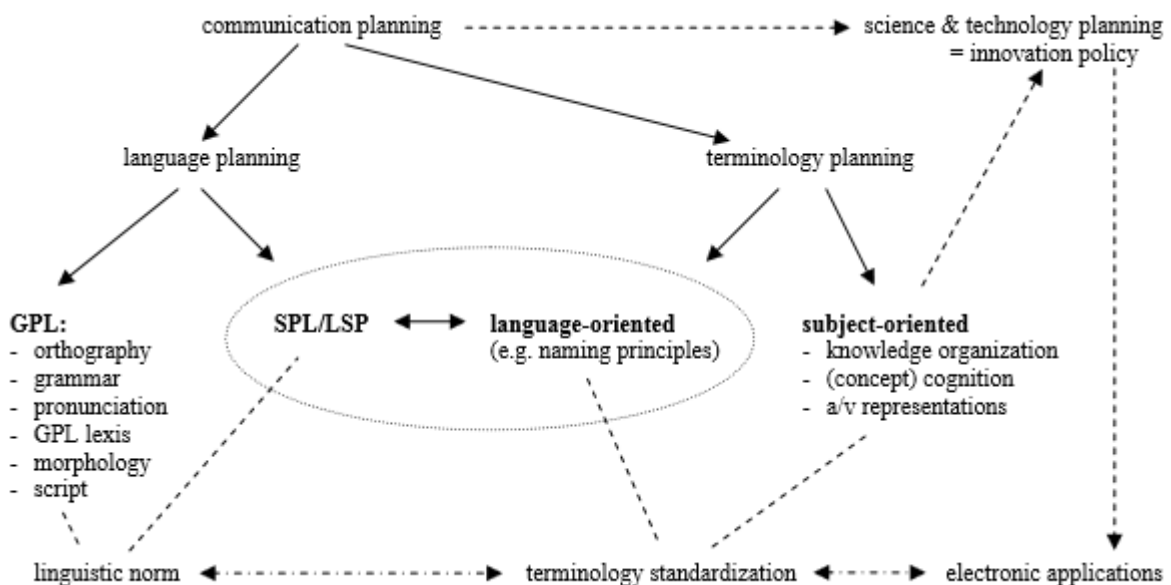
²⁴ UNESCO (2005). *Guidelines for Terminology Policies – Formulating and Implementing Terminology Policy in Language Communities*. Paris: UNESCO. [Πρόσβαση 10 Φεβρουαρίου 2014]. Διαθέσιμο από: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001407/140765e.pdf>.

παρακάτω κείμενο για να δείξει τη διαφορά των τμημάτων ενός κειμένου, αυτών δηλαδή που αφορούν τη γενική γλώσσα και αυτών που αφορούν την ειδική γλώσσα:

“CFCs are **non-flammable, non-toxic, and unreactive synthetic compounds** which have been used since the 1930s as **working fluids in refrigerators and propellants for aerosol sprays**. They have now been shown to be harmful to the earth’s **ozone layer**, as well as being major contributors to the **greenhouse effect** [...]. **CFC molecules** which have been released into the environment are broken down by the sun’s **ultraviolet radiation** in the **upper atmosphere**, forming **chlorine** which reacts with **ozone**.”

Όμως, πέρα από τον χωρισμό του παραπάνω κειμένου σε στοιχεία της γενικής και της ειδικής γλώσσας, βρίσκω εξαιρετικά σημαντικά τα ερωτήματα που τίθενται στο εγχειρίδιο και αφορούν τα ζητήματα που πρέπει να μας απασχολήσουν στην περίπτωση που μιλάμε για ορολογικό σχεδιασμό και τα οποία είναι:

- **Μετάφραση:** πώς αποδίδεται το *chlorofluorocarbon* στη γλώσσα σου;
- **Ανάκτηση πληροφοριών:** πώς θα αναζητήσουμε παρόμοια κείμενα στο Διαδίκτυο;
- **Τεκμηρίωση:** πώς θα οργανώσουμε σχετικά τεκμήρια ώστε να μπορούν να βρεθούν και να επαναχρησιμοποιηθούν μετά από χρόνια;
- **Επικοινωνία:** πώς μπορώ εγώ, ο φοιτητής, ο ειδικός επιστήμονας, ο δάσκαλος, ο πολίτης κτλ, ανάλογα με τις δυνατότητες που έχω, να προσλάβω και να μεταδώσω την πληροφορία και τη γνώση που περιλαμβάνεται στο παραπάνω κείμενο;
- **Εκπαίδευση:** πώς τα εξειδικευμένα θέματα μπορούν να διδαχθούν σε μαθητές, σε φοιτητές, σε ειδικούς κτλ.;



Εικόνα 3 Μερικές έννοιες επικοινωνιακού σχεδιασμού (Πηγή: Unesco Guidelines...)

Αυτό είναι και το πλαίσιο πάνω στο οποίο δουλεύουν οι Επιτροπές Ορολογίας και οι Επιτροπές Τυποποίησης της Ορολογίας όπως είναι η Επιτροπή TE21 του ΕΛΟΤ «Ορολογία – Γλωσσικοί πόροι»²⁵, κατ’ αντιστοιχία της Επιτροπής TC37 του ISO “Terminology and other language and content resources”.²⁶

²⁵ ΕΛΟΤ TE21: http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/scient_typopoiisi/epitropes/ELOT-TE21

²⁶ ISO TC37: http://www.iso.org/iso/home/standards_development/list_of_iso_technical_committees/iso_technical_committee.htm?commid=48104

Κύριο αντικείμενο της TE21 είναι η τυποποίηση στο πεδίο της Ορολογίας και συγκεκριμένα η θέσπιση/υιοθέτηση αρχών, κανόνων και μεθόδων ορολογίας, με την επεξεργασία και απόδοση στην ελληνική των προτύπων ορολογίας του ISO και με την επεξεργασία για έκδοση Ελληνικών Προτύπων στον τομέα της Ορολογίας. Παρακολουθεί και συμμετέχει (ως πλήρες μέλος ή ως παρατηρητής) στις εργασίες της Διεθνούς Τεχνικής Επιτροπής ISO/TC37, ενώ επίσης παρακολουθεί και συμμετέχει σε δράσεις σχετικές με το αντικείμενό της, συνεργαζόμενη με ελληνικούς και διεθνείς φορείς. Μέλη της TE21 είναι εκπρόσωποι φορέων, όπως ΤΕΕ, ΕΛΟΤ, ΕΛΕΤΟ, Ακαδημία Αθηνών, ΕΜΠ, Πανεπ. Αθηνών, ΕΕΧ και ΕΕΦ.

Έτσι, ως προς τη λειτουργία της, μπορούμε να πούμε ότι το έργο της διακρίνεται στο παραγωγικό μέρος (παραγωγή ελληνικών προτύπων ορολογίας) και στο επικοινωνιακό μέρος (διάχυση της πληροφόρησης σχετικά με τα πρότυπα και την τυποποίηση ορολογίας γενικότερα, συνεργασίες, εκπαίδευση, διαδικτυακή προβολή).

Σημειώνεται ότι έργο της TE21 είναι η διατύπωση και πρόταση κανόνων για παραγωγή ορολογίας και όχι η ίδια η παραγωγή ορολογίας στα επιμέρους θεματικά πεδία. Συντάσσει όμως ορολογία στο ίδιο το πεδίο της Ορολογίας η οποία είναι αναζητήσιμη από βάση δεδομένων²⁷, ενώ, με τις ενέργειες της ΕΛΕΤΟ και του Κ. Βαλεοντή έχει περιληφθεί και στη διεθνή βάση δεδομένων TermTerm²⁸. Τα πρότυπα τα οποία έχουν εκπονηθεί τα τελευταία χρόνια είναι:

- ΕΛΟΤ 402:2010 Ορολογική εργασία – Αρχές και μέθοδοι
- ΕΛΟΤ 561.1:2006 Ορολογική εργασία - Λεξιλόγιο - Μέρος 1: Θεωρία και εφαρμογή
- ΕΛΟΤ 561.2:2007 Ορολογική εργασία - Λεξιλόγιο - Μέρος 2: Πληροφορικές εφαρμογές
- ΕΛΟΤ 562:2011 Ορολογική εργασία – Εναρμόνιση εννοιών και όρων
- ΕΛΟΤ 1443:2012 Ορολογικές πολιτικές – Ανάπτυξη και υλοποίηση
- ΣΕΠ ΕΛΟΤ 1445 Αξιολόγηση ορολογικών πόρων – Γενικές έννοιες, αρχές και απαιτήσεις
- ΣΕΠ ΕΛΟΤ 1446 Κατευθυντήριες οδηγίες διαχείρισης έργων τυποποίησης ορολογίας

Η TE21 δεν συντάσσει η ίδια ορολογία στα ειδικά θεματικά πεδία, όπως ήδη αναφέρθηκε. Συνεργάζεται όμως, μαζί με την ΕΛΕΤΟ και με τον ΕΛΟΤ, με ομάδες και φορείς όταν ζητηθεί η συμβολή της για τη δημιουργία θεματικών ομάδων ορολογίας, για τη σύνταξη λεξιλογίων, θησαυρών και άλλων εργαλείων γλωσσικής και ορολογικής επεξεργασίας.

Ορολογία, Τυποποίηση και η Χημική Επιστήμη

Το πεδίο της Χημείας έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον γιατί οι έννοιες μπορούν να παριστάνονται (ταυτόχρονα σε πολλές περιπτώσεις) με όλες τις μορφές κατασημάνσεων που αναφέρθηκαν παραπάνω, δηλαδή με όρους, με σύμβολα (και χημικούς τύπους) και με ονόματα. Οι σχέσεις των εννοιών (ιεραρχικές, συσχετικές), οι αρχές σχηματισμού των όρων, οι τύποι και η σύνταξη των ορισμών, οι σχέσεις όρων-εννοιών (μονοσημία, ομωνυμία, συνωνυμία), η εναρμόνιση, ο διαγλωσσικός δανεισμός, ο μεταγραμματισμός και η μεταγραφή, ο σχεδιασμός, η πολιτική και η διαχείριση ορολογίας, η αξιολόγηση των ορολογικών πόρων είναι μερικά μόνο από τα ζητήματα τα οποία θα έχει να αντιμετωπίσει μια ομάδα ορολογίας. Θα έλεγα μάλλον ότι αυτά τα ζητήματα θα έχει να αντιμετωπίσει μια ομάδα που θα ασχοληθεί με το θεματικό πεδίο της χημείας, στον τομέα της εκπαίδευσης, της βιομηχανίας, του μάρκετινγκ, της πληροφόρησης, δεδομένου ότι σε κάθε περίπτωση θα χρειαστεί να αντιμετωπίσει το ζήτημα της γλώσσας και της ορολογίας.

²⁷ Βάση όρων της Ορολογίας http://www.eleto.gr/download/TermBases/TERMTERM_Base_GR.mdb

²⁸ TermTerm.org www.termterm.org

Η χρήση των διαφόρων βάσεων δεδομένων δείχνει με τον καλύτερο τρόπο την ανάγκη ανάπτυξης και καθιέρωσης ομοιόμορφης, τυποποιημένης ορολογίας. Μια αναζήτηση ειδικότερα στα Chemical Abstracts μας δείχνει πώς οι ασυνέπειες στην ευρετηρίαση (που προκύπτουν από έλλειψη τυποποίησης, συμφωνίας δηλαδή σε κάποια σημεία) μπορούν να επηρεάσουν την ανάκληση και την ακρίβεια στο αποτέλεσμα μιας έρευνας. Σήμερα εξάλλου, η ανάπτυξη και χρήση οντολογιών απαιτούν να έχει προηγηθεί συστηματική ορολογική εργασία.²⁹

Αξίζει να κάνουμε αναφορά σε ένα παράδειγμα πρότασης για ανάπτυξη ορολογίας σε ένα ειδικό θεματικό πεδίο, αυτό των χρωμάτων, όπως τη διατύπωσε ο Βασίλης Φιλόπουλος στο 2^ο συμπόσιο Χρωμάτων της ΕΕΧ το 1989. Αφού έκανε μια κοινωνική ανάλυση των παραγόντων που δεν επέτρεψαν την εξέλιξη της ορολογίας των χρωμάτων (περιλαμβάνοντας ανάμεσα στα άλλα τον εισαγόμενο πολιτισμό από δυτικές χώρες, το γλωσσικό καταναγκασμό που επέβαλε ο λογιολατρισμός και οδήγησε στην εισαγωγή γαλλικών κυρίως όρων για τα χρώματα κτλ.), διατύπωσε προτάσεις για χρώματα (κόκκινο, βυσσινί, κίτρινο, πράσινο κτλ.) και τις αποχρώσεις τους, δίνοντας σε τρεις στήλες τα καθιερωμένα, τα «αντικατεστημένα» και τα «εγκαταλειπόμενα».³⁰ Εξάλλου, πολύ νωρίτερα, το 1969, είχε διατυπώσει επίσης τις προτάσεις του για καθιέρωση όρων και συμβόλων στη χημική μηχανική.³¹

Και συμπίπτει, σήμερα, που υπάρχουν διεργασίες για τον ορολογικό συντονισμό μεταξύ ΕΛΟΤ, ΕΛΕΤΟ και άλλων φορέων, να έχουν ξεκινήσει σχετικές πρωτοβουλίες και για τη χημική ορολογία με την επαναδραστηριοποίηση της Επιτροπής ΕΛΟΤ ΤΕ 1 Χρώματα.

Χρειάζεται συνολικά να εντοπιστούν οι ορολογικές ανάγκες για τη χημική ορολογία, τα σχετικά επιστημονικά πεδία και οι κλάδοι (όπως παραπάνω τα χρώματα) στους οποίους θα δοθεί προτεραιότητα, αλλά και οριζόντια θέματα που αφορούν π.χ. συστήματα διαχείρισης, κοινωνική ευθύνη των οργανισμών, βιωσιμότητα κτλ.

Χρειάζεται να ενταθούν οι πρωτοβουλίες για συνεργασία των φορέων (ΕΛΟΤ, ΕΛΕΤΟ, ΕΕΧ, ΤΕΕ, Ακαδημαϊκά ιδρύματα κ.ά.) ώστε να δοθεί η απαιτούμενη σημασία στις ορολογικές πολιτικές και στον ορολογικό σχεδιασμό, και, με οδηγούς και τα βασικά πρότυπα ορολογίας (ΕΛΟΤ 704 και ΕΛΟΤ 561.1 και 561.2 αλλά και τα υπόλοιπα) να δοθεί η δυνατότητα για ενιαία βάση ορολογικών δεδομένων, κατά τα πρότυπα του ISO.³² Όπως τονίστηκε στη Διεθνή Ημερίδα «Οι Εθνικές Γλώσσες και η Ορολογία στην Ανώτατη Εκπαίδευση, στην Επιστήμη και στην Τεχνολογία» που διοργανώθηκε το Νοέμβριο 2013 στο πλαίσιο του 9^{ου} Συνεδρίου Ορολογίας και στην αντίστοιχη Ανοικτή Συζήτηση στο ίδιο Συνέδριο, είναι ανάγκη αναπτυχθεί και να εφαρμοστεί στα εκπαιδευτικά ιδρύματα μια γλωσσική πολιτική που θα επιτρέπει την αξιολόγηση των πλεονεκτημάτων της ενεργού διγλωσσίας ή πολυγλωσσίας, τη διασφάλιση της ποιότητας της μεταφοράς γνώσης και την προστασία της πολιτιστικής και γλωσσικής πολυμορφίας των λαών και των χωρών που απαρτίζουν την Ευρώπη, οι οποίες καθορίζουν την ταυτότητά τους.³³

²⁹ Ένα παράδειγμα βάσης δεδομένων με οντολογίες στο πεδίο της βιοχημείας είναι η Chebi <http://www.ebi.ac.uk/chebi/>

³⁰ Φιλόπουλος, Β. (1989) *Συμβολή στη δημιουργία ελληνικής ορολογίας χρωμάτων*. ΕΜΠ-ΕΕΧ. Ανάπτυπο από τα πρακτικά του 2ου Συμποσίου Χρωμάτων. [Πρόσβαση 10 Φεβρουαρίου 2014] Διαθέσιμο από: http://library.tee.gr/digital/books_notee/fyl_4335.pdf

³¹ Φιλόπουλος Β. (1969) Συμβολισμός και ορολογία μεγεθών και μονάδων χημικής μηχανικής και χημικής τεχνολογίας. *Τεχνικά Χρονικά: Μηνιαία Εκδόσεις*, τ. 5, τεύχ. 520/10, σ. 699-703. [Πρόσβαση 10 Φεβρουαρίου 2014] Διαθέσιμο από: http://library.tee.gr/digital/techr/1969/techr_1969_5_699.pdf

³² ISO Concept Database <https://www.iso.org/obp/ui/>

³³ 9ο Συνέδριο «Ελληνική Γλώσσα και Ορολογία» (Αθήνα, 7-9 Νοεμβρίου 2013) <http://www.eleto.gr/gr/Conference09.html>

Χημικός Συμβολισμός - Χημική ορισμολογία: Μερικά σημαντικά προβλήματα και προτάσεις για λύση με βάση την ψυχολογία της μάθησης*

Γεώργιος Τσαπαρλής,

Καθηγητής Διδακτικής Φυσικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Τμήμα Χημείας

Παναγιώτης Θ. Παλαμιτζόγλου,

Χημικός, ΜΔΕ ΔιΧηNET, Δρ Διδακτικής της Χημείας, Εκπαιδευτικός

ΧΗΜΙΚΟΣ ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ

Είναι γνωστό ότι στη χημεία διακρίνουμε τρεις διαστάσεις (Johnstone 1991, 2007), οι οποίες μπορούν να αναπαρασταθούν στις αντίστοιχες κορυφές ενός ισόπλευρου τριγώνου και είναι οι εξής: η μακροσκοπική/φαινομενολογική, η αναπαραστασιακή/συμβολική και η υπομικροσκοπική/ ατομική-μοριακή.

- Στη *μακροσκοπική διάσταση* ασχολούμαστε με τις χημικές ουσίες και τις χειροπιαστές ιδιότητές τους π.χ. μέταλλα και αμέταλλα χημικά στοιχεία, οξέα, βάσεις και άλατα, αντιδράσεις καύσης. Κεντρική εδώ είναι η χρήση του πειράματος.
- Η *συμβολική διάσταση* χρησιμοποιεί σύμβολα, χημικούς τύπους, χημικές εξισώσεις, γραφικές παραστάσεις και μαθηματικό λογισμό.
- Στην *υπομικροσκοπική διάσταση* αναφερόμαστε σε σωματιδιακά μοντέλα δομής της ύλης, π.χ. άτομα, μόρια, ηλεκτρόνια, χημικοί δεσμοί.

Ως χημικούς συμβολισμούς θεωρούμε τους διαφόρους χημικούς τύπους, μοριακούς, συντακτικούς, στερεοχημικούς κ.ά., τις χημικές εξισώσεις που αναπαριστούν τα χημικά φαινόμενα, τα μοντέλα, και τα σύμβολα, όπως τα βέλη, ή τις διάφορες συντομογραφίες (aq, g, s, l). Ωστόσο, στην κατηγορία των χημικών συμβολισμών θα μπορούσε να συμπεριληφθεί και η συστηματική συστηματική ονοματολογία των χημικών ενώσεων, που αποτελεί πολύτιμο εργαλείο ταξινόμησης.

Η *συμβολική αναπαράσταση*, κατά την οποία η πληροφορία αποθηκεύεται χρησιμοποιώντας σύμβολα τα οποία την αντιπροσωπεύουν, αναπτύσσεται πλήρως στην εφηβεία και επιτρέπει την ανάπτυξη της εννοιολογικής και αφηρημένης σκέψης και της φαντασίας, ενώ η *εικονική αναπαράσταση* κατά την οποία οι πληροφορίες αποθηκεύονται ως αισθητήριο είδωλο, συχνά εικόνες ή σχήματα (βλ. βέλος), αναπτύσσεται στην παιδική ηλικία και συνήθως είναι πολύ ισχυρή. Εκτός από αυτές τις δύο μορφές αναπαράστασης έχουμε και την *πραξιακή αναπαράσταση*, κατά την οποία η πληροφορία αποθηκεύεται ως ενέργεια ή μυϊκή μνήμη και είναι κύριος τύπος νοητικής αναπαράστασης για τα βρέφη. Η αναπαράσταση αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο κωδικοποιούμε τις πληροφορίες νοητικά και αποτελεί ιδιαίτερο κλάδο έρευνας της σκέψης (Hayes, 2000).

Στην ψυχολογία της μάθησης, ένα *σύμβολο* είναι ένα *σημαίνον*, το οποίο έχει κάποια ομοιότητα με το σημαινόμενο. Τα σύμβολα, δηλαδή τα σημαίνοντα, των οποίων η σημασία εξαρτάται από τα *νοητικά σχήματα* του συγκεκριμένου παιδιού, έχουν προσωπικό χαρακτήρα. Αντίθετα, ένα *σημείο* είναι ένα σημαίνον, του οποίου η σχέση με το σημαινόμενο είναι συμβατική, δηλαδή είναι κοινωνικά συμφωνημένη. Για παράδειγμα, οι λέξεις μιας γλώσσας είναι σημεία. Ως σημεία θα μπορούσαν να θεωρηθούν και όλα τα σύμβολα και οι συμβολισμοί που χρησιμοποιούνται στη χημεία (Βαρνάβα-Σκούρα, 1994). Ωστόσο, στην παρούσα εργασία θα εξακολουθήσουμε να χρησιμοποιούμε τον όρο «σύμβολο» όπως συνηθίζεται μέχρι σήμερα στην καθομιλουμένη.

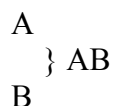
* Η εργασία αυτή προέρχεται από τη διδακτορική διατριβή του κ. Π. Παλαμιτζόγλου (2008) που εκπονήθηκε στο Τμήμα Χημείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων με επιβλέποντα καθηγητή τον κ. Γ. Τσαπαρλή.

Η ανάγκη για χρήση συμβολισμών στη χημεία ανάγεται στην αρχαιότητα και αποδίδεται στους Αιγυπτίους, οι οποίοι συνέδεσαν τους επτά γι' αυτούς πλανήτες με τα επτά τότε γνωστά χημικά στοιχεία, π.χ. τον χρυσό με τον Ήλιο, τον άργυρο με τη Σελήνη, τον χαλκό με την Αφροδίτη. Σε εντελώς πρακτικό επίπεδο, αυτή η σύνδεση προσέφερε στους μάγους (χημικούς της εποχής) και έναν τρόπο προφύλαξης των μυστικών της τέχνης, η οποία τους χάριζε τα προς το ζην. Για παράδειγμα, αντί να περιγράψουν πώς σχηματίζεται το κράμα δύο μετάλλων στην περίπτωση του μπρούντζου (του ορειχάλκου), μπορούσαν να αναφέρονται στην αστρολογική συζυγία της Αφροδίτης (χαλκός) με τον Δία (κασσίτερος) (Strathern, 2000).

Γενικότερα, θα λέγαμε ότι ο χημικός συμβολισμός εξυπηρετείται στην αρχαιότητα από θεολογικές, μυστικιστικές, μυθικές, αστρολογικές και λειτουργικές αναφορές. Στις αρχές του 14^{ου} αιώνα, ο αλχημικός συμβολισμός αρχίζει να συγκροτείται με τη μορφή γεωμετρικών παραστάσεων, ιδιαίτερα με τον Raymond Lulle (Bensaude-Vincent and Stengers, 1999). Τα τέσσερα στοιχεία του Αριστοτέλη, οι τέσσερις ποιότητες, τα διάφορα μέταλλα, πνεύματα και άλατα συμβολίζονται με τετράγωνα, τρίγωνα, αστέρια, κύκλους, που επιτρέπουν την ανάπτυξη σχέσεων μεταξύ τους (Bensaude-Vincent and Stengers, 1999). Τα αλχημικά γραφικά σύμβολα, κατάλληλα συνδεδεμένα, δίνουν πολύπλοκες ή μη σειρές νοημάτων, που οι αλχημιστές γνώριζαν κατόπιν ειδικής παιδείας (μύησης).

Ο συμβολισμός των χημικών στοιχείων καθιερώνεται μετά τη δημοσίευση του έργου *A New System of Chemical Philosophy* (1808-1810), του John Dalton (1766-1844), που φυλάσσεται στην Εθνική Βιβλιοθήκη των Παρισίων (Bensaude-Vincent and Stengers, 1999), και παίρνει τη σημερινή του μορφή από τον Berzelius, που ήταν ο πρώτος που εισήγαγε τον συμβολισμό με λατινικά γράμματα. Στον συμβολισμό μάλιστα αυτόν έδωσε και ποσοτική έννοια. Έτσι, σε κάθε χημικό σύμβολο αντιστοιχεί μια ορισμένη ποσότητα του κάθε στοιχείου, που σήμερα την αποκαλούμε ατομικό βάρος του στοιχείου. Αργότερα, και μετά τη δημοσίευση του έργου του Charles Gerhardt (1816-1856) *Traite de chimie organique (Πραγματεία περί οργανικής χημείας)*, σηματοδοτείται η εμφάνιση της συστηματικής γραφής των χημικών τύπων. Προς τα μέσα του 19^{ου} αιώνα, επτά έως οκτώ χιλιάδες ενώσεις έχουν ταυτοποιηθεί, όλο και περισσότερες αλκοόλες, ενώ προστίθενται και οι αιθέρες και οι αλδεϋδες. Στις αρχές Σεπτεμβρίου 1860, εκατόν σαράντα χημικοί από όλο τον κόσμο συνέρχονται στην Καλσρούη, όπου γίνεται το πρώτο διεθνές συνέδριο χημείας για τη γραφή των χημικών τύπων (Bensaude-Vincent and Stengers, 1999).

Σε ό,τι αφορά τις χημικές αντιδράσεις επιχειρείται από τον Σουηδό Berkman να παρασταθούν αυτές με διαφόρους τρόπους. Η προσπάθεια αυτή συνίσταται στη μελέτη όλων των εφικτών χημικών αντιδράσεων με στόχο την ταξινόμησή τους. Η ταξινόμηση αυτή δημοσιεύτηκε σε πίνακες, από το 1775 έως το 1783, αποτελούμενους από 49 στήλες (27 οξέα, 8 βάσεις, 14 μέταλλα και άλλα). Στους πίνακες αυτούς κατατάσσονται πολλές χιλιάδες χημικών αντιδράσεων. Ο Berkman απέδωσε τις χημικές αντιδράσεις με σύμβολα που οδηγούσαν στην κατανόησή τους με όρους σύνθεσης και αποσύνθεσης συστατικών, τα οποία παραμένουν αναλλοίωτα. Τα σύμβολα αυτά ήταν εμπνευσμένα από την αλχημεία, κατά τρόπο τέτοιο, ώστε η σύνθετη ουσία να τοποθετείται στο εξωτερικό μέρος μιας αγκύλης η οποία ενώνει τα συστατικά, π.χ.



Το 1802, μετά από πολλά πειράματα με τον κασσίτερο, το αντιμόνιο και τον σίδηρο, ο Proust διατύπωσε τον γενικό νόμο των σταθερών λόγων: «Οι λόγοι των μαζών, με τις οποίες συνδυάζονται δύο ή περισσότερα στοιχεία, είναι σταθεροί και δεν υπόκεινται σε μεταβολές». Συνέπεια της διατύπωσης αυτής είναι η εισαγωγή της στοιχειομετρίας στη συμβολική γραφή μιας χημικής αντίδρασης.

Τον Αύγουστο του 1838 ο Duma υπέβαλε σε αντίδραση ένα λίτρο χλωρίου, σε αέρια κατάσταση, με 0,9 mg παγόμορφου οξεικού οξέος, σε μια φιάλη εκτεθειμένη στην ηλιακή ακτινοβολία και παρασκεύασε κρυστάλλους χλωροξεικού οξέος. Γι' αυτή τη χημική αντίδραση, ο Duma έγραψε τη χημική εξίσωση:



Το γιγαντιαίο και επίπονο έργο του Berkman συνοδευόταν από μια εργασία για την ονοματολογία. Η προσπάθεια να διαβάσει κάποιος κείμενα χημείας πριν από την εποχή του Lavoisier (18^{ος} αιώνας) (Crosland, 1973), μπορεί να είναι ένας πειρασμός στην κυριολεξία, αλλά είναι βέβαιο ότι θα χαθεί σε μια ζούγκλα λέξεων και ονομάτων. Σε κάθε σελίδα αναρωτιέται κανείς για ποιο πράγμα πρόκειται, ποια είναι η ουσία η οποία αναφέρεται. Αυτό αποτελεί απόδειξη της αξίας της συστηματικής ονοματολογίας και του χημικού συμβολισμού γενικότερα (Bensaude-Vincent and Stengers, 1999).

ΟΡΙΣΜΟΛΟΓΙΑ

Η επιστήμη σχετίζεται με μια συνεχή μελέτη και αέναη προσπάθεια για αύξηση των γνώσεων, γι' αυτό είναι αναγκαίο να καθορίζονται και συνεχώς, εφόσον απαιτείται, να επαναπροσδιορίζονται οι λέξεις/όροι που αυτή χρησιμοποιεί. Επιπλέον, η παρανόηση της σημασίας των επιστημονικών όρων οδηγεί συχνά σε σημαντικά προβλήματα στη μεταφορά γνώσεων και στην κατανόηση της επιστήμης. Σημείο επαφής της λέξης με τον κόσμο είναι το όνομα. «Το όνομα σημαίνει το αντικείμενο. Το αντικείμενο είναι η σημασία του». Η πρόταση, ως συνδυασμός ονομάτων, απεικονίζει το γεγονός. «Το *όνομα* υποσημαίνει μόνο εκείνο που είναι στοιχείο της πραγματικότητας. Εκείνο που δεν μπορεί να καταστραφεί, εκείνο που μένει το ίδιο σε όλες τις μεταβολές. Φτάνει να ξέρεις τι πράγμα υποσημαίνει η λέξη για να την καταλαβαίνεις, για να γνωρίζεις ολόκληρη τη χρήση της» (Wittgenstein, 1997).

Στην επιστήμη, η ανάγκη επίτευξης ενός πολύ μεγάλου βαθμού ακριβείας οδήγησε στη χρήση της λέξης *όρος* και στη δημιουργία του κλάδου και της λέξης *ορολογία* (*μεταφραστικό δάνειο*, πρβ. Αγγλική λέξη terminology). Στα ελληνικά, η λέξη 'ορολογία' μαρτυρείται από το 1846. Ως (ειδικός) *όρος* εκλαμβάνεται μια λέξη ή φράση που έχει μια ακριβή έννοια σε όλες τις χρήσεις σε μια επιστήμη, τέχνη ή επάγγελμα. Ο καθορισμός των ειδικών όρων, ειδικά στις επιστήμες, αντιμετωπίζεται ως νέα γνώση και συχνά στρέφει την προσοχή μας στη μικρή διαφορά που εμφανίζουν στο εννοιολογικό περιεχόμενό τους λέξεις που, μέχρι κάποια στιγμή, μπορούσαν να ήταν και συνώνυμες.

Η λέξη *ορισμολογία* (orismology) δημιουργήθηκε αρχικά το 1816 εκλαμβανόμενη ως απολύτως συνώνυμη της λέξης *ορολογία*, σύμφωνα με το αγγλικό λεξικό της Οξφόρδης, με πρόθεση την επίτευξη γλωσσικής καθαρότητας, επειδή η λέξη terminology είχε ανάμεικτη ετυμολογία (κατά το πρώτο ήμισυ λατινική και κατά το δεύτερο ήμισυ ελληνική). Να σημειωθεί ότι η λέξη *ορισμολογία* προέρχεται από την ελληνική λέξη *ορισμός* (horismos), που σημαίνει τον «καθορισμό = τον ακριβή ορισμό» και το ίδιο επίθημα *-ology-* που χρησιμοποιήθηκε στη λέξη *ορολογία* (terminology) (Elk, 1994, 1998). *Ορισμός* σημαίνει κυρίως την εξέλιξη μιας έννοιας από την αοριστία στην οριστικότητα. Η λέξη orismology άρχισε να χρησιμοποιείται ύστερα από τη διαπίστωση ότι η υπάρχουσα terminology δεν ήταν πάντοτε ικανή να ανταποκριθεί στις ανάγκες προσδιορισμού της έννοιας ορισμένων όρων με την απαιτούμενη ακρίβεια, και τη διαπίστωση της ύπαρξης μιας ειδικής απόχρωσης της λέξης orismology από τη λέξη terminology. Επομένως, θα λέγαμε ότι η λέξη orismology επιβλήθηκε από την απαίτηση της επιστήμης να χρησιμοποιείται μια λέξη ακριβώς γι' αυτό που επιλέγεται να σημαίνει και όχι για κάτι περισσότερο ή για κάτι λιγότερο. Έτσι, φθάσαμε στη δημιουργία ενός νέου και σημαντικού κλάδου της γνώσης, που πραγματεύεται τον ακριβή ορισμό των εννοιών και καλύπτει όλες τις επιστήμες και τις γλώσσες και κατεξοχήν τη Χημεία.

Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι για πρώτη φορά με τον ακριβή ορισμό των εννοιών ασχολήθηκε ο αρχαίος Έλληνας φιλόσοφος Σωκράτης, ο οποίος δίκαια θεωρείται θεμελιωτής των επιστημών, επειδή, όπως αναφέρει ο Αριστοτέλης, ασχολήθηκε με το καθορίζεσθαι τις έννοιες καθόλου (καθολοκληρίαν = επακριβώς) και με τους επακτικούς λόγους, δηλαδή την επαγωγική μέθοδο (Λιαντίνης, 1997). Κατά τον Σωκράτη, για να ορίσεις μια έννοια, πρέπει να την περιγράψεις με τόσες και τέτοιες λέξεις, ώστε να μη μπορείς να προσθέσεις ή να αφαιρέσεις ούτε μία, και να μη δύνασαι να αλλάξεις ούτε μία. Ταυτόχρονα, θεωρούσε ότι ο ορισμός μιας έννοιας είναι το πιο δύσκολο έργο του ανθρώπινου μυαλού. Δεν πρέπει βέβαια να μας διαφεύγει ότι ο Σωκράτης αναφερόταν κυρίως σε έννοιες, όπως η αρετή, ο έρωτας, η ευσέβεια, η δικαιοσύνη κ.λπ.

Αξίζει να αναφέρουμε ότι η IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) διατηρεί ξεχωριστό τμήμα χημικής ορολογίας [“Gold Book” (McNaught and Wilkinson, 1997)]. Οι διάφοροι ορισμοί που δίδονται επιδιώκουν προφανώς να ανταποκρίνονται στις παραπάνω αναφερθείσες απαιτήσεις του ακριβούς ορισμού. Αυτό όμως δεν σημαίνει ότι οι ορισμοί αυτοί προσφέρονται πάντοτε και για τη διδασκαλία, δηλαδή μπορεί να έχουν παιδαγωγικά μειονεκτήματα. Π.χ. ο Nelson (2003) υποστηρίζει ότι πολλοί εκπαιδευτικοί βρίσκουν τις βασικές έννοιες της χημείας (ύλη, ουσία, στοιχείο, ένωση, διάλυμα, κ.λπ.) δύσκολες να διδαχθούν. Αυτό οφείλεται εν μέρει στο ότι οι ορισμοί που δίνουν γι’ αυτές τα διδακτικά βιβλία εμπεριέχουν ιδέες που δεν είναι οικείες στους αρχαρίους. Π.χ. ο ορισμός της IUPAC για ένα χημικό στοιχείο (Leigh, 1990): «*όλη της οποίας όλα τα άτομα είναι ίδια έχοντας το ίδιο θετικό φορτίο στον πυρήνα*», εισάγει τους αρχαρίους στον κόσμο των ατόμων και της ατομικής δομής. Αυτό αντιτίθεται στην ψυχολογία της μάθησης (Johnstone, 1991, 2000, Tsaparlis, 1997). Η χημεία είναι πλήρως κατανοητή από τους αρχαρίους αν διδάσκεται προοδευτικά, αρχίζοντας από το μακροσκοπικό επίπεδο και παράγοντας τις ατομικές και υπατομικές ιδέες από αυτές (Nelson, 2003, Tsaparlis and Georgiadou, 2000). Εξάλλου, συχνά οι ορισμοί της IUPAC είναι μακροσκελείς και πολύπλοκοι για εκπαιδευτική χρήση.

Στη χημεία, για πρώτη φορά, γίνεται αναφορά της λέξης orismology το έτος 1968 σε ένα άρθρο του Seymour B. Elk που δημοσιεύθηκε στο *Caribbean Journal of Science and Mathematics* (1, 1-30), με τίτλο: *An Application of geometry to the discovery of new classes of chemical compounds* (Elks, 1994). Στη χημεία, η ορισμολογία εξετάζει τους προσδιορισμούς και τις υποδηλώσεις των λέξεων που χρησιμοποιούνται για την καλύτερη κατανόηση της χημικής δομής, της ταξινομίας και της ονοματολογίας. Στο πλαίσιο της ορισμολογίας, οι λέξεις οριοθετούνται αυστηρά, έτσι ώστε να προκύπτει μια διάκριση ανάμεσα στη λέξη που μπορεί να έχει μια γενική έννοια έναντι της ίδιας λέξης που μπορεί να χρησιμοποιείται ως όρος στο πλαίσιο μιας επιστήμης, οπότε απαιτείται να έχει ένα μεγαλύτερο βαθμό ακριβείας. Για παράδειγμα, η λέξη *βάση* στην καθημερινότητα μπορεί να χρησιμοποιείται για την υποδήλωση του στηρίγματος κυριολεκτικά ή μεταφορικά, αλλά ως χημικός όρος πρέπει να χρησιμοποιείται έτσι ώστε να υποδηλώνει κάτι το πολύ συγκεκριμένο.

Προβλήματα που σχετίζονται με τον χημικό συμβολισμό και την ορισμολογία

Είναι εύκολο να διαπιστωθεί από τους διδάσκοντες τη χημεία ότι προκαλούνται προβλήματα κατανόησης και επικοινωνίας λόγω των σημαντικών και ανατιολόγητων λαθών που γίνονται, τόσο από τους μαθητές όσο και από τους διδάσκοντες το μάθημα της χημείας, και μάλιστα στη μέση εκπαίδευση συχνά μη ειδικούς στο αντικείμενο. Τα λάθη αυτά αφορούν τους χημικούς συμβολισμούς αλλά και την κατανόηση των ορισμών των εννοιών. Η παρούσα έρευνα αφορά τα σημαντικότερα σφάλματα που γίνονται και τα προβλήματα που δημιουργούνται και αφορούν:

- 1) Την ορθότητα και την πληρότητα των ποιοτικών και ποσοτικών πληροφοριών που μπορούν να αντληθούν από τη χημική εξίσωση που αντιστοιχεί σε μια χημική αντίδραση, και κυρίως με το σημεινόμενο από το βέλος που τίθεται ανάμεσα στα αντιδρώντα και στα προϊόντα.

- 2) Τη χρήση των συμβολισμών και της ορισμολογίας που αναφέρονται στις ομάδες *υδροξύλιο* και *υδροξειδίο*.
- 3) Τη χρήση των συμβολισμών και της ορισμολογίας που αναφέρονται στην *ιοντική δομή των αλάτων*, και
- 4) Τη χρήση των συμβολισμών και της ορισμολογίας που αναφέρονται στη *διαλυτότητα δυσδιαλύτων αλάτων*.

Η ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Η έρευνα ήταν «*ποιοτική έρευνα βάθους*» με *ημιδομημένο ερωτηματολόγιο* και έγινε με προσωπικές συνεντεύξεις. Το χρησιμοποιηθέν ερωτηματολόγιο μπορούσε να τροποποιηθεί κατά τη διάρκεια της συνέντευξης, ανάλογα με τις ανάγκες της. Η έρευνα έγινε με τη συνεργασία δεκαοκτώ πρωτοετών φοιτητών (6 αγοριών και 12 κοριτσιών) του Τμήματος Χημείας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, με συνεντεύξεις που έλαβαν χώρα, από τον Οκτώβριο 2004 έως τον Μάρτιο 2005. Προτιμήθηκαν φοιτητές του α' εξαμήνου και όχι μαθητές, επειδή θεωρήθηκε ότι οι σπουδαστές αυτοί αφενός έχουν ολοκληρώσει τον κύκλο σπουδών στη μέση εκπαίδευση και αφετέρου δεν έχουν προλάβει να αφομοιώσουν συμπληρωματικές ή και ανώτερου επιπέδου γνώσεις Χημείας.

Οι βαθμολογίες που πέτυχαν οι φοιτητές αυτοί στο μάθημα της χημείας, κατά τη διενέργεια των γραπτών πανελλαδικών εξετάσεων της β' και γ' τάξης λυκείου, αλλά και αυτές που έλαβαν κατά τη διάρκεια του αντίστοιχου σχολικού έτους δείχνουν ότι κατά τη διάρκεια των σπουδών τους στη β' και γ' τάξη του λυκείου είχαν πολύ ικανοποιητική απόδοση στο συγκεκριμένο μάθημα. Το δείγμα των φοιτητών θεωρείται αντιπροσωπευτικό ως προς τη χωροταξική κατανομή των τόπων καταγωγής τους, όπως προκύπτει από τα Λύκεια αποφοίτησης που βρίσκονταν σε πόλεις ή χωριά που καλύπτουν ένα ευρύτατο γεωγραφικό φάσμα του ελλαδικού χώρου και ταυτόχρονα υπάρχει ικανοποιητική κατανομή των σχολείων αυτών σε μεγάλα αστικά και επαρχιακά κέντρα. Επίσης, και ως προς το επίπεδο σπουδών των γονέων των φοιτητών μπορεί να θεωρηθεί ως αντιπροσωπευτικό, καθώς υπάρχει μια ικανοποιητική κατανομή στα τρία επίπεδα σπουδών.

Μέσα και μέθοδος

Η έρευνα έγινε με την ηχογράφηση των συνεντεύξεων απευθείας σε φορητό ηλεκτρονικό υπολογιστή, με τη βοήθεια του προγράμματος Nero Wave Editor, ενώ κατά τη διάρκεια των συνεντεύξεων ο ερευνητής κρατούσε και σημειώσεις. Τρεις από τους φοιτητές αποτέλεσαν την πειραματική ομάδα για τον πιλοτικό έλεγχο του ερωτηματολογίου. Η συνεργασία μαζί τους επέτρεψε τη διαμόρφωση του τελικού ερωτηματολογίου, το οποίο πολύ λίγο διαφοροποιήθηκε από το αρχικό. Η διαφοροποίηση συνίσταται κυρίως στον διαχωρισμό ελάχιστων ερωτήσεων σε επιμέρους ερωτήσεις. Πριν από την έναρξη των συνεντεύξεων, έγινε έλεγχος της αξιοπιστίας περιεχομένου (content validity) (Cronbach, 1990) των καρτών και των ερωτήσεων με τη βοήθεια δύο εκπαιδευτικών χημικών, εκ των οποίων ο ένας κατείχε ΜΔΕ στη διδακτική της χημείας και δίδασκε στη δημόσια μέση εκπαίδευση, ενώ ο άλλος ήταν υποψήφιος διδάκτορας του Τμήματος Χημείας του Α.Π.Θ., και δίδασκε στην ιδιωτική εκπαίδευση. Ύστερα από την αξιολόγηση των απαντήσεων των συναδέλφων και τη δήλωσή τους ότι πρόκειται για εύστοχα επιλεγμένες ερωτήσεις, μέσω των οποίων θα επιτυγάνονταν οι στόχοι της έρευνας, ακολούθησαν οι συνεντεύξεις με τους φοιτητές που συνεργάστηκαν μαζί μας. Στους φοιτητές δίνονταν αριθμημένες κάρτες, στις οποίες αναγράφονταν οι χημικοί συμβολισμοί και συγχρόνως τους υποβάλλονταν προφορικές ερωτήσεις

ΒΑΣΙΚΑ ΕΥΡΗΜΑΤΑ

Από τη μελέτη των απαντήσεων των φοιτητών καταγράφονται τα εξής ευρήματα (απαντήσεις) για τα ερευνητικά ερωτήματα που διατυπώθηκαν.

Α) Έννοιες όπως η χημική εξίσωση αλλά και η σημασία των χημικών συμβόλων, όπως του βέλους και της ισότητας, όταν αυτά τοποθετούνται ανάμεσα στα αντιδρώντα και στα προϊόντα μιας χημικής εξίσωσης, δεν είναι απόλυτα αποσαφηνισμένα στη συνείδηση των μαθητών. Μεγάλη αδυναμία ομοίως υπάρχει στην άντληση ποιοτικών και ποσοτικών πληροφοριών, εν γένει, κατά την παρατήρηση μιας χημικής εξίσωσης, και στον εντοπισμό ομοιοτήτων και διαφορών ανάμεσα στο χημικό σύμβολο του βέλους και της ισότητας.

Β) Υπάρχει σύγχυση στη χρήση των χημικών οντοτήτων του υδροξυλίου και υδροξειδίου. Η πλειονότητα των φοιτητών δε γνωρίζει τις διαφορές ανάμεσά τους και, ως εκ τούτου, χρησιμοποιεί αδιακρίτως τις δύο έννοιες, με αποτέλεσμα τη δημιουργία σύγχυσης, που συμβάλλει στη δημιουργία περαιτέρω αρνητικής στάσης απέναντι στο μάθημα της χημείας και της χημικής επιστήμης γενικότερα.

Γ) Οι φοιτητές δε γνωρίζουν την ύπαρξη των σαφέστατων διαφορών ανάμεσα στις έννοιες ιόν και φορτίο και, ως εκ τούτου, βρίσκονται σε σύγχυση κατά τη χρήση τους. Ενώ οι περισσότεροι από αυτούς αναγνωρίζουν τη χρησιμότητα του 2^{ου} προτεινόμενου τρόπου γραφής των χημικών τύπων, για την αποσαφήνιση των εννοιών ιόν και φορτίο (αφενός διακρίνει σαφώς τα ιόντα και αφετέρου δείχνει το φορτίο τους), εντούτοις επιθυμούν να κάνουν χρήση του ήδη υπάρχοντος τρόπου γραφής.

Δ) Υπάρχει σοβαρό πρόβλημα κατανόησης του ρόλου των ιόντων και του φαινομένου της διαλυτότητας των δυσδιαλύτων ενώσεων, κατά τη διενέργεια και εξέλιξη ιοντικών χημικών αντιδράσεων. Ωστόσο, οι φοιτητές κατανοούν καλύτερα το μηχανισμό των ιοντικών χημικών αντιδράσεων, εφόσον στις αντίστοιχες χημικές εξισώσεις αναγράφονται και τα ιόντα θεατές.

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΛΥΣΕΙΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΤΗ ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΨΥΧΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ

Χημικές εξισώσεις

1. Οι μαθητές θα πρέπει να διδάσκονται διεξοδικά πώς να διαβάζουν, δηλαδή πώς να αντλούν ποιοτικές και ποσοτικές πληροφορίες όταν παρατηρούν τη χημική εξίσωση που περιγράφει μια χημική αντίδραση. Ιδιαίτερη έμφαση θα πρέπει να δίνεται στην εφαρμογή της αρχής της ισοστάθμισης της μάζας.

2. Τα σχετικά με τη χημική εξίσωση θα πρέπει να διδάσκονται τουλάχιστον στην πρώτη βαθμίδα της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (εφόσον εξακολουθούν να συμπεριλαμβάνονται στο αναλυτικό πρόγραμμά της) ή ακόμη και στη δεύτερη βαθμίδα (σε όσους μαθητές δεν θα χρησιμοποιήσουν το μάθημα της χημείας ως μάθημα εισαγωγής στο πανεπιστήμιο) κάνοντας χρήση του συμβόλου της ισότητας αντί του βέλους, κάτι που έτσι κι αλλιώς συνέβαινε μέχρι το 1955.

3. Θα πρέπει να αποφεύγεται η διδασκαλία εξειδικευμένων γνώσεων όπως, για παράδειγμα, αυτές που αναφέρονται στις στοιχειώδεις αντιδράσεις και μάλιστα κατά τρόπο αποσπασματικό, διότι, όπως αποδεικνύεται από τις απαντήσεις που δόθηκαν, δεν είναι δυνατό να αφομοιωθούν.

4. Δεν κρίνεται σκόπιμο να διδάσκονται θεμελιώδεις γνώσεις κατά τρόπο τέτοιο, ώστε να επιδέχονται αναθεώρησης σε σύντομο χρονικό διάστημα. Έτσι, για παράδειγμα, είναι σκόπιμο να μαθαίνουν οι μαθητές ότι όλες οι χημικές αντιδράσεις είναι αμφίδρομες από την αρχή, και όχι να τις αντιμετωπίζουν ως μονόδρομες ή ποσοτικές, με επικείμενη την αναθεώρηση ή συμπλήρωση της γνώσης αυτής πολύ σύντομα.

5. Είναι αναγκαίο τα περί χημικής αντίδρασης, ως φαινομένου, και τα περί χημικής εξίσωσης, ως τρόπου μιας γλωσσικής έκφρασης που χρησιμοποιεί ο μαθητής, για να επικοινωνεί με ό,τι συμβαίνει στη φύση ή στο εργαστήριο, να διδάσκεται ως διακριτό διδακτικό αντικείμενο στην εισαγωγή της χημείας, στο πρώτο έτος της δεύτερης βαθμίδας της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, δηλαδή στην α' λυκείου ή περίπου στην ηλικία των 16 ετών.

Υδροξύλιο και υδροξείδιο

Οι μαθητές να διδάσκονται ως ξεχωριστό διδακτικό αντικείμενο τα σχετικά με τις ρίζες (radicals) και τα ιόντα (ions), στο πρώτο έτος της δεύτερης βαθμίδας της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (α' λυκείου). Στο πλαίσιο ενός τέτοιου διδακτικού αντικειμένου, θα μπορούσαν οι ομάδες υδροξύλιο ($\cdot\text{OH}$) και υδροξείδιο (OH^-) να διδαχθούν παράλληλα ως αντιπροσωπευτικά παραδείγματα ρίζας και ιόντος, αντίστοιχα.

Ιοντική δομή των αλάτων

1. Οι μαθητές να διδάσκονται κατά τρόπο εμφατικό την έννοια του φορτίου και του ιόντος, ενώ παράλληλα θα πρέπει να διδάσκονται τη γραφή των χημικών τύπων των ιοντικών ενώσεων, μέσω ενός ικανού αριθμού παραδειγμάτων που θα καλύπτουν όλο το φάσμα των περιπτώσεων.
2. Να υιοθετηθεί, κατά τη διδασκαλία γραφής των χημικών τύπων των ιοντικών ενώσεων, η χρησιμοποίηση του δεύτερου προτεινόμενου τρόπου, όπως αυτός περιγράφηκε στο πλαίσιο των εργασιών χωρίς κάρτες. Σχετική ερευνητική εργασία: Georgiadou και Tsaparlis (2000).

Διαλυτότητα δυσδιαλύτων αλάτων

1. Οι μαθητές θα πρέπει να διδάσκονται πιο διεξοδικά και εμπειριστατωμένα το φαινόμενο της διάλυσης, της διάστασης και του ιοντισμού. Για τα δύο τελευταία, μάλιστα, θα λέγαμε ότι θα πρέπει να γίνεται παράλληλη διδασκαλία, ώστε να αποφεύγεται η σύγχυση ανάμεσα στα δύο φαινόμενα.
2. Επειδή η καταγραφή των ενεργειών που, αφενός, πρέπει να κάνει ένας μαθητής στο εργαστήριο, για να πραγματοποιήσει μια χημική αντίδραση, και η δυνατότητα που έχει, αφετέρου, για να περιγράψει τις ενέργειες αυτές με όρους χημείας, έχει σχέση με την επαφή του με την εργαστηριακή πρακτική, επιβάλλεται να είναι όσο γίνεται πιο συχνή η παρουσία του στο εργαστήριο.

ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ

- Βαρνάβα-Σκούρα Τ. (1994). *Θέματα γνωστικής ανάπτυξης μάθησης και αξιολόγησης με κείμενα των Zan Πιαζέ - Τζέρομ Μπρούνερ*. Αθήνα: Εκδόσεις Παπαζήση.
- Λιαντίνης Δ. (1997). *Γκέμμα*. Εκδόσεις «Βιβλιογωνιά».
- Παλαμιτζόγλου Π. Θ. (2008). *Χημικός συμβολισμός - Ορισμολογία: Προβλήματα, προτάσεις και λύσεις με βάση την ιστορία και τη φιλοσοφία της επιστήμης και την ψυχολογία της μάθησης*. Διδακτορική διατριβή. Ιωάννινα: Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Τμήμα Χημείας.
- Bensaude-Vincent B. & Stengers I. (1999): *Η Ιστορία της χημείας*. Μετάφραση: Ι. Μπιτσάκης. Αθήνα: Εκδόσεις Π. Τραυλός. (Αγγλική έκδοση: A history of chemistry. Harvard University Press, 1996).
- Hayes N. (2000), *Εισαγωγή στις γνωστικές λειτουργίες* (γ' έκδοση). Μετάφραση: Κ. Σύρμαλη. Αθήνα: Εκδόσεις Ελληνικά Γράμματα,
- Strathern P. (2000), *Το όνειρο του Μεντελέγιεφ*. Μετάφραση: Ν. Πρατσίνης. Αθήνα: Εκδόσεις Τραυλός.
- Wittgenstein L. (1997), *Φιλοσοφία-πηγές: Φιλοσοφικές έρευνες*. Μετάφραση: Π. Χριστοδουλίδης. Αθήνα: Εκδόσεις Παπαζήση.
- Cronbach L. J. (1990). *Essentials of psychological testing*, 5th edn. New York: Harper & Row.
- Crossland M. (1973). Lavoisier's theory of acidity. *Isis*, 64, 320-325.
- Elk S. B. (1994). Orismology (the science of defining words) and the geometrical foundations of chemistry. 2. Inherent topology. *Journal of Chemical Information and Computer Sciences*, 34, 325-330.
- Elk S. B. (1998). The distinction between terminology versus orismology and its application to mathematical chemistry. *Journal of Chemical Information and Computer Sciences*, 38, 54-57.
- Georgiadou A. and Tsaparlis G. (2000). Chemistry teaching in lower secondary school with methods based on: a) psychological theories; b) the macro, representational, and submicro levels of chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 1, 277-289.
- Johnstone, A. H. (1991). Thinking about thinking. *International Newsletter on Chemical Education*, No. 6, 7-11.
- Johnstone A. H. (2000). The presentation of chemistry-Logical or psychological? *Chemistry Education Research and Practice*, 1, 9-15.
- Johnstone A. H. (2007). Science education: We know the answers, let's look at the problems. Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες Εκπαίδευσης», Τόμος 5, Τεύχος 1, 1-11. [<http://www.kodipheet.chem.uoi.gr>]
- Leigh G.J. (1990). *Nomenclature of inorganic chemistry: Recommendations 1990*. IUPAC. Oxford: Blackwell.
- McNaught A.D. and Wilkinson A. (1997). *IUPAC compendium of chemical terminology*, 2nd edn. Cambridge: Royal Society of Chemistry.
- Nelson P. G. (2003). Basic chemical concepts. *Chemistry Education Research and Practice* 4, 19-24.
- Tsaparlis G. (1997). Atomic and molecular structure in chemical education: A critical analysis from various perspectives of science education. *Journal of Chemical Education*, 74, 922-925.

ΑΝΟΡΓΑΝΗ ΧΗΜΙΚΗ ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ
«Από τον καλομέλανα στον χλωριούχο υφυδράργυρο, μετά στον χλωριούχο υδράργυρο(I) και σήμερα στο διυδράργυρος-διχλωρίδιο».

Νικόλαος Κλούρας,
Καθηγητής του Τμήματος Χημείας του Πανεπιστημίου Πατρών

1. Εισαγωγή με το παράδειγμα του καλομέλανα

Όταν ως πρωτοετείς φοιτητές του Χημικού Τμήματος, επί αειμνήστου Καθηγητού Χ' Ιωάννου, πραγματοποιούσαμε τις αντιδράσεις των κατιόντων της 1^{ης} αναλυτικής ομάδας και φθάσαμε στο κατιόν Hg_2^{2+} , είδαμε ότι στην αντίδρασή του με αραιό υδροχλωρικό οξύ σχηματίζει «λευκόν τυρώδες ίζημα εκ Hg_2Cl_2 (καλομέλας), αδιάλυτον εις το ψυχρόν και το θερμόν ύδωρ κ.λπ. κ.λπ.

Παρακάτω, το γνωστό εγχειρίδιό του «Ποιοτική Ανάλυσις και Χημική Ισορροπία» αναφέρει: «Ο καλομέλας αντιδρά μετά της αμμωνίας υπό σχηματισμό μίγματος εκ λευκού αμιδοχλωριούχου υδραργύρου και μεταλλικού υδραργύρου. Το μίγμα εμφανίζεται μέλαν λόγω του λεπτού μερισμού του υδραργύρου».



Από αυτή λοιπόν την αντίδραση, η οποία είναι «λίαν χαρακτηριστική και χρησιμοποιείται δια την ανίχνευσιν του Hg(I) », έλαβε η ένωση Hg_2Cl_2 το όνομα «καλομέλας», από το «καλό» = ωραίο και το μέλας = μαύρο, δηλαδή καλομέλας σημαίνει «ωραίο μαύρο». Ωραίο μαύρο λοιπόν για μια ένωση που είναι ... λευκή

Στο ίδιο σύγγραμμα βέβαια, πέραν του εμπειρικού ονόματος «καλομέλας» αναφέρεται και το «επιστημονικό όνομα» εκείνης της εποχής, *χλωριούχος υφυδράργυρος*. Υφυδράργυρος, δηλαδή «υπό τον υδράργυρο» εννοώντας, υπό τον δυσθενή υδράργυρο. Τότε, κατά το ίδιο σύστημα ονοματολογίας είχαμε τον θειούχο χαλκό CuS και τον θειούχο υποχαλκό (ή υποθειούχο χαλκό), τον θειικό σίδηρο $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ και τον θειικό υποσίδηρο FeSO_4 κ.ο.κ.

Αργότερα, κατά το σύστημα ονοματολογίας του Alfred Stock που πρωτοδημοσιεύθηκε το 1919, ο χλωριούχος υφυδράργυρος, ονομάστηκε χλωριούχος υδράργυρος(I), όπου ο ρωμαϊκός αριθμός, αμέσως μετά το όνομα του μετάλλου, δηλώνει την οξειδωτική κατάσταση του στοιχείου. Στις αρχές της δεκαετίας του 70 θεσπίστηκαν νέοι κανόνες από την IUPAC και μεταφράστηκαν στα ελληνικά από την ομάδα του αείμνηστου Καθηγητή Κατάκη. Σύμφωνα με τις προτάσεις εκείνης της ομάδας, ο χλωριούχος υδράργυρος(I) θα έπρεπε πλέον να ονομάζεται *χλωρίδιο του υδραργύρου(I)*, δηλαδή είχαμε μια αλλαγή της κατάληξης *-ουχος* σε *-ιδιο*, κατά το αγγλοσαξωνικό όνομα της ένωσης, mercury chloride(I).

Και φθάνουμε στους τελευταίους κανόνες και προτάσεις της IUPAC του 2005, κατά τις οποίες η ένωση Hg_2Cl_2 θα πρέπει να ονομάζεται dimercury dichloride, δηλαδή *διχλωρίδιο του διυδραργύρου* (ή διυδραργύρος-διχλωρίδιο).

2. Γενικά περί συστημάτων ονοματολογίας στην Ανόργανη Χημεία (Red Book 2005)

Σύμφωνα με το Red Book (2005) της IUPAC για την Ανόργανη Χημεία, υπάρχουν τρία συστήματα ονοματολογίας:

Σύστασης (compositional), Υποκατάστασης (substitutive) και Προσθήκης (additive)

Σύστασης: το όνομα βασίζεται μόνο στη σύσταση της ένωσης (*στοιχειομετρικό όνομα*)

Π.χ. PCl_3 : phosphorus trichloride

Υποκατάσταση: το όνομα βασίζεται στην ιδέα ενός μητρικού υδριδίου το οποίο τροποποιείται με υποκατάσταση ατόμων Η από άλλα άτομα ή ομάδες. Εκτενής χρήση στην Οργανική Χημεία.

Π.χ. PCl_3 : trichlorophosphane

Προσθήκης: η ένωση θεωρείται ότι αποτελεί συνδυασμό ενός κεντρικού ατόμου που περιβάλλεται από υποκαταστάτες (ligands), όπως ένα σύμπλοκο γι' αυτό λέγεται και *ονοματολογία συντάξεως* (coordination nomenclature). Εφαρμόζεται στα σύμπλοκα, αλλά και στα ανόργανα οξέα, οργανομεταλλικές ενώσεις κ.λπ.

Π.χ. PCl_3 : trichloridophosphorus

Η επιλογή ανάμεσα στα τρία συστήματα εξαρτάται κυρίως από την κατηγορία στην οποία ανήκει η υπό θεώρηση ανόργανη ένωση. Πολλοί θεωρούν ότι η ονοματολογία προσθήκης είναι γενικά η πλέον εφαρμόσιμη στην Ανόργανη Χημεία, αλλά και η ονοματολογία υποκατάστασης μπορεί να εφαρμοσθεί σε ορισμένες περιοχές. Και τα δύο συστήματα απαιτούν γνώση του συντακτικού τύπου της ένωσης. Αν είναι γνωστή μόνο η στοιχειομετρία ή η σύσταση της ένωσης, χρησιμοποιείται η ονοματολογία σύστασης.

Αρχικά, πρέπει να τονισθεί η σημασία του αριθμού οξείδωσης ο οποίος υπεισέρχεται στην ανόργανη χημική ονοματολογία. Ο *αριθμός οξείδωσης* (α.ο.) ενός στοιχείου σε οποιαδήποτε χημική οντότητα είναι το φορτίο που θα είχε το άτομο του στοιχείου αν τα ηλεκτρόνια από κάθε δεσμό στον οποίον συμμετέχει αυτό το άτομο θεωρούνταν ότι ανήκουν στο πιο ηλεκτραρνητικό άτομο.

3. Ελληνική χημική ονοματολογία και κάποιες ...ασυνέπειές της

Στις λατινογενείς γλώσσες, όπως και στα ελληνικά, το συστατικό με τον θετικό α.ο. μπαίνει πρώτο στο όνομα της ένωσης και το συστατικό με τον αρνητικό α.ο. μπαίνει δεύτερο.

Π.χ. NaCl = cloruro di sodio, chlorure de sodium, χλωριούχο νάτριο

Στα αγγλικά και στις γερμανόφωνες χώρες ισχύει το αντίθετο:

Π.χ. NaCl = sodium chloride, Natriumchlorid

Σε ένα τέτοιο όνομα, όπως το *χλωριούχο νάτριο*, έχουμε δύο μειονεκτήματα:

Πρώτο μειονέκτημα: Η κατάληξη *-ουχος* παραπέμπει σε λιπάσματα, ορυκτά, ιαματικές πηγές κ.λπ. (αζωτούχα λιπάσματα, θειούχα ορυκτά, σιδηρούχες, ιωδιούχες ιαματικές πηγές) και δηλώνει περιεχόμενο (από το ρήμα *έχω*). Δηλαδή, το *χλωριούχο νάτριο* είναι μια ένωση του νατρίου που περιέχει χλώριο. Όμως, το «χλώριο» (δηλαδή, το άτομο Cl ή το μόριο Cl_2) είναι διαφορετικό από αυτό που πράγματι περιέχει η ένωση, δηλαδή από το *ión* Cl^- , το οποίο αν το μεταφράσουμε από την αγγλική πρέπει να το ονομάσουμε *ión χλωριδίου*.

Δεύτερο μειονέκτημα: Λέμε πρώτο το στοιχείο που στον χημικό τύπο συμβολίζεται δεύτερο με αποτέλεσμα να υπάρχει δυσκολία στην αναγραφή των τύπων, κυρίως για έναν αρχάριο.

Συμπέρασμα: Σωστότερο είναι να ονομάσουμε την ένωση *χλωρίδιο του νατρίου* ή ακόμα πιο σωστά (για εύκολη αναγραφή των τύπων) *νατριο-χλωρίδιο*.

Ας δούμε την ασυνέπεια της απόδοσης ονομάτων στη συγκεκριμένη περίπτωση:

Η ένωση CaO ονομάζεται στα ελληνικά *οξείδιο του ασβεστίου*, από το αγγλικό *calcium oxide*.

Εδώ, έχουμε αποδεχθεί την κατάληξη *-ide* του αγγλικού όρου, ενώ στο *sodium chloride*, όχι. Κανονικά, αν μέναμε στην κατάληξη *-ουχος* (στη θέση του *-ide*), θα έπρεπε το CaO να το ονομάζουμε *οξυγονούχο ασβέστιο*. Αυτό το κάνουμε στο CaS , το οποίο το ονομάζουμε *θειούχο ασβέστιο* (αντί *σουλφίδιο του ασβεστίου*), δηλαδή βλέπουμε ότι η μια ασυνέπεια διαδέχεται την άλλη!!!

4. Προτάσεις προσαρμογής της Ελληνικής χημικής ονοματολογίας μέσω παραδειγμάτων

Ας δούμε τώρα πώς τα ονόματα κατά IUPAC ενώσεων που ανήκουν σε κύριες κατηγορίες ανόργανων ενώσεων μπορούν να αποδοθούν στα ελληνικά κατά τρόπο που να μην αποκλίνει από τις προτάσεις της IUPAC, να διευκολύνει την αναγραφή του αντίστοιχου χημικού τύπου και ταυτόχρονα να μην παραβιάζει βασικούς κανόνες της ελληνικής γλώσσας. Αυτό θα γίνει μέσα από επιλεγμένα παραδείγματα για κάθε κατηγορία ενώσεων. Σε κάθε παράδειγμα ένωσης, δίνονται εναλλακτικά ένα ή δύο ονόματα στα αγγλικά, αποδεκτά από την IUPAC, στη συνέχεια το ελληνικό όνομα «παλαιάς κοπής», το όνομα μιας μεταγενέστερης ή και της σημερινής εποχής και τέλος το προτεινόμενο για καθιέρωση όνομα (ένα «συντηρητικό» και ένα «προχωρημένο», έντονα τυπωμένα).

ΟΞΕΙΔΙΑ

OF_2 = oxygen difluoride [difluoridooxygen]

(δι)φθοριούχο οξυγόνο >> **διφθορίδιο του οξυγόνου >> οξυγόνο-διφθορίδιο**

N_2O = dinitrogen oxide [oxidodinitrogen]

υποξείδιο του αζώτου >> **οξείδιο του διαζώτου >> διαζωτο-οξείδιο**

K_2O = dipotassium oxide

οξείδιο του καλίου >> **οξείδιο του δικαλίου >> δικαλιο-οξείδιο**

K_2O_2 = dipotassium dioxide ή potassium dioxide(2-) ή potassium peroxide

υπεροξείδιο του καλίου >> δικαλιο-διοξείδιο

MnO_2 = manganese dioxide ή manganese(IV) oxide

οξείδιο του μαγγανίου(IV) >> **διοξείδιο του μαγγανίου >> μαγγανιο-διοξείδιο**

ΔΥΑΔΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ ΑΜΕΤΑΛΛΩΝ

IBr = iodine bromide

βρωμιούχο ιώδιο >> **βρωμίδιο του ιωδίου >> ιωδιο-βρωμίδιο**

S_2Cl_2 = disulfur dichloride

διχλωρίδιο του διθείου >> διθειο-διχλωρίδιο

ΒΑΣΕΙΣ

NaOH = sodium hydroxide

υδροξείδιο του νατρίου (OXI καυστικό νάτριο) >> νατριο-υδροξείδιο

$\text{Fe}(\text{OH})_3$ = iron(III) hydroxide

υδροξείδιον του τρισθενούς σιδήρου >> **υδροξείδιο του σιδήρου(III)**

>> **σιδηρος(III)-υδροξείδιο**

ΟΞΥΓΟΝΟΥΧΑ ΟΞΕΑ

H_2SO_4 = $[\text{SO}_2(\text{OH})_2]$ sulfuric acid (acceptable common name) ή dihydroxidodioxidosulfur (systematic additive name)

θειικό οξύ (OXI θειϊκό)

HSO_4^- = $[\text{SO}_3(\text{OH})]^-$ hydrogensulfate ή hydroxidotrioxidosulfate(1-)

όξινο θειικό ανιόν >> **υδρογονοθειικό ανιόν**

H_3PO_4 = $[\text{PO}(\text{OH})_3]$ phosphoric acid (acceptable common name) ή trihydroxidooxidophosphorus (systematic additive name)

φωσφορικό οξύ

Το *ortho* ως πρόθεμα στο φωσφορικό οξύ δεν χρειάζεται, επειδή δεν υπάρχει πλέον περίπτωση σύγχυσης με άλλο τύπο φωσφορικών οξέων.

ΟΞΕΑ ΥΔΡΙΔΙΑ

HCl = hydrogen chloride ή chloridohydrogen

υδροχλώριο >> **χλωρίδιο του υδρογόνου >> υδρογονο-χλωρίδιο**

H₂S = dihydrogen sulfide ή hydrogen sulfide ή dihydrosulfur

υδρόθειο >> **σουλφίδιο του υδρογόνου >> υδρογονο-σουλφίδιο**

Υδατικά οξέων – υδριδίων

HCl(aq) = hydrochloric acid

υδροχλωρικό οξύ (OXI υδροχλώριο)

HI(aq) = hydroiodic acid

υδροϊωδικό οξύ (OXI υδροϊώδιο)

H₂S(aq) = hydrosulfuric acid

υδροθειούχον ύδωρ >> **υδροθειικό οξύ (OXI υδρόθειο)**

ΑΛΑΤΑ (χρήση φορτίου και αριθμών οξείδωσης)

Fe₂(SO₄)₃ = iron(III) sulfate, iron(3+) sulfate

θειικός σίδηρος(III) >> σιδηρος(III)-θειικός

HgCl₂ = mercury dichloride ή mercury(II) chloride ή mercury(2+) chloride

διχλωριούχος υδράργυρος >> **χλωρίδιο του υδραργύρου(II) >> υδραργύρος(II)-χλωρίδιο**

Hg₂Cl₂ = dimercury dichloride ή dimercury(2+) chloride

χλωριούχος υφιδράργυρος >> **χλωρίδιο του υδραργύρου(I) >>**

διυδραργύρος-διχλωρίδιο

Cu₂S = Copper(I) sulfide

θειούχος υποχαλκός >> θειούχος χαλκός(I) >> **σουλφίδιο του χαλκού(I)**

>> **χαλκος(I)-σουλφίδιο**

Na₂S₃ = disodium trisulfide

τρिसουλφίδιο του δινατρίου >> δινατριο-τρिसουλφίδιο

ΟΞΙΝΑ ΑΛΑΤΑ

NaHCO₃ = sodium hydrogen carbonate

διττανθρακικό νάτριο >> όξινο ανθρακικό νάτριο >> **υδρογονοανθρακικό νάτριο >>**

νάτριο-υδρογονοανθρακικό

Ca(HCO₃)₂ = calcium bis(hydrogencarbonate)

όξινο ανθρακικό ασβέστιο >> **υδρογονοανθρακικό ασβέστιο >>**

ασβεστιο-δις(υδρογονοανθρακικό)

KNaCO₃ = potassium sodium carbonate

>> ανθρακικό κάλιο νάτριο >> **κάλιο-νάτριο ανθρακικό**

!!! Τα πολυατομικά ανιόντα να μην αναφέρονται ως ρίζες, π.χ. SO₄²⁻ θεική ρίζα

Ρίζα είναι ένα άτομο ή ένα μόριο με ένα ή περισσότερα ασύζευκτα ηλεκτρόνια (εξαιρέση: μέταλλα ή μεταλλικά ιόντα που έχουν ασύζευκτα ηλεκτρόνια, συμβατικά, δεν θεωρούνται ρίζες, π.χ. Fe, Fe²⁺)

ΕΝΥΔΡΑ ΑΛΑΤΑ

Na₂SO₄·10H₂O = sodium sulfate – water (1/10) ή sodium sulfate decahydrate

δεκαένυδρο θεικό νάτριο >> **θεικό νάτριο δεκαϋδρικό >> νάτριο-θεικό – νερό (1/10)**

AlK(SO₄)₂·12H₂O = aluminium potassium bis(sulfate) dodecahydrate

στυπτηρία αργιλίου-καλίου >> **θεικό αργιλιο-κάλιο δωδεκαϋδρικό**

>> **αργιλιο-κάλιο-δις(θεικό) δωδεκαϋδρικό**

3CdSO₄·8H₂O = cadmium sulfate – water (3/8) >> **καδμιο-θεικό – νερό (3/8)**

ΣΥΜΠΛΟΚΑ

Ανιοντικοί υποκαταστάτες: Αν το όνομα του ανιόντος τελειώνει σε “ide”, “ite” ή “ate”, το τελικό «e» αντικαθίσταται από το «ο», δίνοντας τις καταλήξεις “ido”, “ito” ή “ato”, αντίστοιχα.

Π.χ. Cl^- = chlorido, CN^- = cyanido, H^- = hydrido,

$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ = potassium hexacyanidoferrate(II) ή potassium hexacyanidoferrate(4-)

**εξακυανοσιδηρικό(II) κάλιο >> καλιο-εξακυανοσιδηρικό(II) ή
καλιο-εξακυανοσιδηρικό(4-)**

$\text{Na}_2[\text{PdCl}_4]$ = sodium tetrachloridopalladate(II)

**τετραχλωροπαλλαδικό(II) νάτριο >> νατριο-τετραχλωριδοπαλλαδικό(II) >>
νατριο-τετραχλωριδοπαλλαδικό(2-)**

$[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O}_6)\text{Cl}_3]$ = hexaaquachromium(III) chloride ή hexaaquachromium(3+) chloride

χλωρίδιο του εξαϋδατοχρωμίου(III) ή εξαϋδατοχρωμιο(3+)-χλωρίδιο

5. Τελικό συμπέρασμα

Από τα δύο ονόματα που προτείνονται για κάθε ένωση, το «συντηρητικό» έχει τις περισσότερες πιθανότητες να καθιερωθεί, διότι ταιριάζει περισσότερο στη γλώσσα μας. Βέβαια, σε μια τέτοια περίπτωση, το δεύτερο μειονέκτημα που ανέφερα παραπάνω, σχετικά με τη δυσκολία ενός αρχάριου να αναπαραγάγει εύκολα τον χημικό τύπο από το όνομα, εξακολουθεί να υφίσταται.

Το παράδειγμα που ακολουθεί είναι χαρακτηριστικό:

Για την ένωση Fe_2O_3 το «συντηρητικό» όνομα είναι *τριοξείδιο του δισιδήρου* (γενική: του *τριοξειδίου του δισιδήρου*), ενώ το «προχωρημένο» είναι *δισιδηρος-τριοξείδιο* (γενική: του *δισιδηρος-τριοξειδίου* ή του *δισιδηρου-τριοξειδίου*). Η γλώσσα μας δεν «σηκώνει» λέξεις – σιδηρόδρομους και η γενική πτώση ονομάτων, όπως το παραπάνω, που συντίθενται από ονόματα διαφορετικού γένους (π.χ. αρσενικό με ουδέτερο) θα προκαλεί σίγουρα προβλήματα, αφού θα πρέπει να σκεφτόμαστε κάθε φορά ότι η γενική θα αναφέρεται πάντοτε στο δεύτερο συνθετικό του ονόματος και ποτέ στο πρώτο.

Αθανάσιος Γκιμήσης,

Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Χημείας, Πανεπιστήμιο Αθηνών

Η ονοματολογία και ορολογία στη Χημεία, όπως και σε όλες τις επιστήμες, είναι ένας σημαντικός τομέας που απαιτεί συνεχή ενημέρωση και αναβάθμιση της υπάρχουσας βιβλιοθήκης, ώστε να παραμένει σύγχρονη και σύμφωνη με τις νέες ανακαλύψεις και έννοιες που καθημερινά δημοσιεύονται στη διεθνή βιβλιογραφία. Η αλματώδης ανάπτυξη της επιστήμης και της τεχνολογίας τα τελευταία χρόνια καθιστούν αυτή την ανάγκη ακόμη περισσότερο επιτακτική, λόγω της καθημερινής εισαγωγής νέων εννοιών, μεθοδολογιών και χημικών ενώσεων. Στη διεθνή χημική βιβλιογραφία, τα πρότυπα ονοματολογίας και ορολογίας καθορίζονται από τη Διεθνή Ένωση Καθαρής και Εφαρμοσμένης Χημείας (International Union of Pure and Applied Chemistry, IUPAC).³⁴ Πρόκειται για μη κυβερνητικό οργανισμό, με έδρα τη Ζυρίχη, ο οποίος ιδρύθηκε το 1919 και σήμερα λειτουργεί με τη βοήθεια 1400 εθελοντών επιστημόνων από διαφορετικές χώρες. Συγχρόνως αναπτύχθηκε και ένα παράλληλο σύστημα από τη βάση δεδομένων των Chemical Abstracts (CAS), το οποίο περιέχει πρόσθετους σε αυτούς της IUPAC κανόνες με σκοπό να δίνεται σε κάθε νέα ένωση μια μοναδική ονομασία, κατάλληλη για αρχειοθέτηση σε μια βάση δεδομένων.³⁵

Μεταξύ των δημοσιεύσεων οι οποίες προέρχονται από την IUPAC, σημαντικά για τον τομέα της ορολογίας και ονοματολογίας είναι τα λεγόμενα «έγχρωμα» βιβλία (color books),³⁶ από τα οποία το χρυσό βιβλίο αναφέρεται γενικά στη χημική ορολογία, το πράσινο βιβλίο στις μονάδες και τα σύμβολα στη φυσικοχημεία, το κόκκινο βιβλίο στην ονοματολογία της ανόργανης χημείας, το πορτοκαλί βιβλίο στην ορολογία της αναλυτικής χημείας, το άσπρο βιβλίο στην ονοματολογία στη βιοχημεία, το μοβ βιβλίο στην μακρομοριακή ονοματολογία και τέλος το μπλε βιβλίο στην ονοματολογία στην Οργανική Χημεία. Το τελευταίο είναι διαθέσιμο ελεύθερα και σε μορφή html από την εταιρεία Advanced Chemistry Development (ACD Inc) όπου υπάρχει η δυνατότητα ηλεκτρονικής αναζήτησης με λέξεις κλειδιά.³⁷ Η ηλεκτρονική έκδοση βασίζεται σε δύο παλαιότερες εκδόσεις της IUPAC με συστάσεις σχετικές με την ονοματολογία οργανικών ενώσεων.^{38,39} Λίγο αργότερα (1998) έγινε μια συγγραφική προσπάθεια από τον G. J. Leigh να δοθούν οι παραπάνω συστάσεις με ένα τρόπο περισσότερο προσιτό σε μαθητές Λυκείου και πρωτοετείς φοιτητές Πανεπιστημίου, ενώ το 2011 ακολούθησε μια ανανεωμένη έκδοση του ίδιου βιβλίου.⁴⁰ Η πιο πρόσφατη έκδοση του μπλε βιβλίου κυκλοφόρησε το 2013 και αφιερώθηκε στη μνήμη του συν-συγγραφέα H. A. Favre ο οποίος απεβίωσε την ίδια χρονιά.⁴¹ Τέλος, μια επίσης χρηστική ηλεκτρονική html-έκδοση των συστάσεων της IUPAC με δυνατότητα ηλεκτρονικής αναζήτησης και παρακολούθησης των τελευταίων ανανεώσεων αλλά και

³⁴ <http://www.iupac.org/>

³⁵ <http://www.iupac.org/publications/ci/2012/3404/nn.html>

³⁶ <http://www.iupac.org/home/publications/e-resources/nomenclature-and-terminology.html>

³⁷ <http://www.acdlabs.com/iupac/nomenclature/>

³⁸ *Nomenclature of Organic Chemistry, Sections A, B, C, D, E, F, and H*, Pergamon Press, Oxford (1979).

³⁹ *A Guide to IUPAC Nomenclature of Organic Compounds (Recommendations 1993)*, Blackwell Scientific publications (1993).

⁴⁰ *Principles of Chemical Nomenclature. A Guide to IUPAC Recommendations* by G.J. Leigh (Ed.), RSC (2011)

⁴¹ *Nomenclature of Organic Chemistry: IUPAC Recommendations and Preferred Names 2013* (prepared for publication by H. A. Favre & W. H. Powell), RSC (2013).

άλλων χρήσιμων στατιστικών στοιχείων έχει αναπτυχθεί από τον G. P. Moss, Queen Mary University of London.⁴² Εδώ αναφέρονται και όλες οι εκδόσεις των έγχρωμων βιβλίων της IUPAC σε άλλες γλώσσες και δυστυχώς μια Ελληνική έκδοση «λάμπει δια της απουσίας της», υποδεικνύοντας μια σημαντική έλλειψη προς μια συστηματική προσέγγιση στη χημική ορολογία και ονοματολογία στα Ελληνικά.

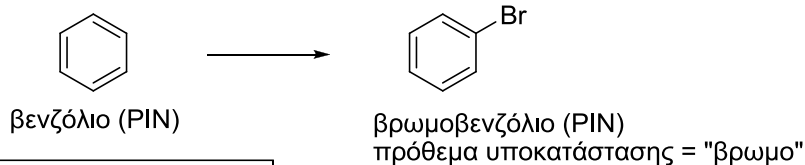
Η χημική ονοματολογία αποτελείται από δύο κατηγορίες ονομασιών, τις εμπειρικές, που αποτελούνται από τα κοινά ονόματα και τις εργαστηριακές συντομογραφίες ουσιών και τις συστηματικές, οι οποίες βασίζονται σε μια σειρά από συγκεκριμένους κανόνες. Το σύστημα ονοματολογίας οργανικών ενώσεων βασίζεται σε μια σειρά διεργασιών (operations) οι οποίες οδηγούν σε δομικές αλλαγές ενός μητρικού μορίου, που ονομάζεται υδρίδιο (parent hydride) και του οποίου η ονομασία χρησιμοποιείται ως βάση. Οι διεργασίες φαίνονται παρακάτω και παραδείγματα δίνονται στο Σχήμα.

- Διεργασίες υποκατάστασης (substitutive operation)
- Διεργασίες αντικατάστασης (replacement operation)
- Διεργασίες προσθήκης (additive operation)
- Διεργασίες αφαίρεσης (subtractive operation)
- Διεργασίες σύζευξης (conjunctive operation)
- Διεργασίες πολλαπλασιασμού (multiplicative operation)
- Διεργασίες συμπύκνωσης (fusion operation)
- Διεργασίες αποκλειστικά για φυσικά προϊόντα

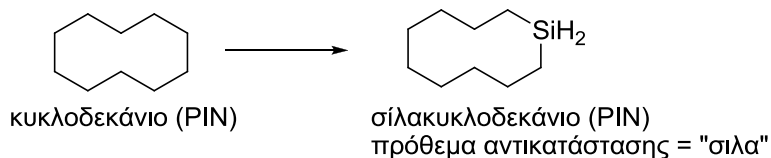
Το πλέον χρησιμοποιούμενο σύστημα ονοματολογίας βασίζεται σε διεργασίες υποκατάστασης. Με μικρότερη συχνότητα χρησιμοποιούνται και άλλες τεχνικές ονοματολογίας, όπως η ονοματολογία ομόλογης σειράς με ονόματα όπως 'αλκοόλη, οξύ, αιθέρας', η ονοματολογία σκελετικής αντικατάστασης, γνωστής και ως αντικατάσταση 'α', όπου αντικαθίσταται ένα άτομο ή μια ομάδα του σκελετού αντί για ένα υδρογόνο στο μητρικό μόριο (π.χ., με όρους όπως 'οξα' ή 'αζα') και η ονοματολογία αφαίρεσης (π.χ., με όρους όπως 'δεοξυ'). Οι τελευταίες τεχνικές είναι περιορισμένης χρήσης και έχουν εφαρμοσιμότητα σε συγκεκριμένα συστήματα, αλλά αυξάνουν δραματικά τις δυνατότητες του συστήματος ονοματολογίας. Μαζί με τα συστήματα ονοματολογίας που χρησιμοποιούνται για την ονομασία ανόργανων ενώσεων (δυναμικό και ενώσεων συναρμογής) καθιστούν δυνατό το συστηματικό προσδιορισμό της ονομασίας για οποιαδήποτε χημική ένωση.

⁴² <http://www.chem.qmul.ac.uk/iupac/>

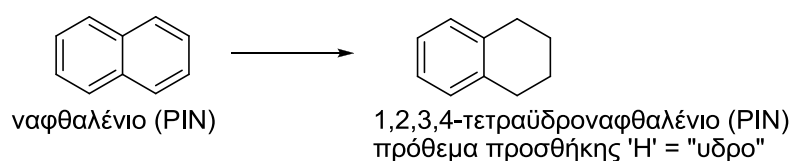
Διεργασίες Υποκατάστασης



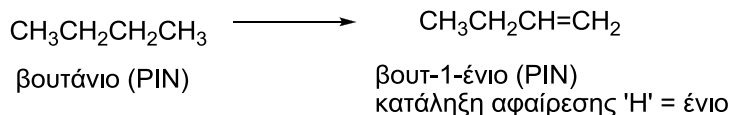
Διεργασίες Αντικατάστασης



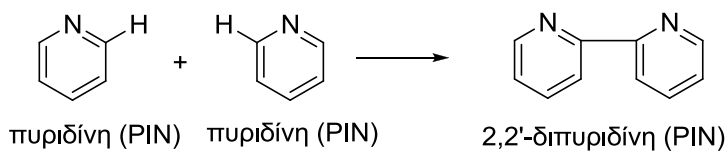
Διεργασίες Προσθήκης



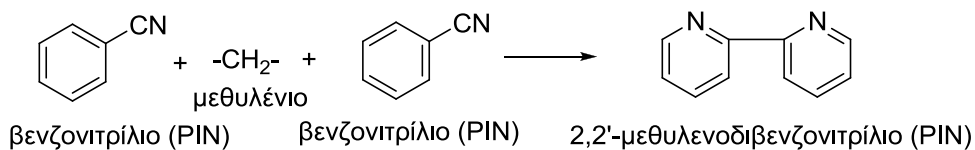
Διεργασίες Αφαίρεσης



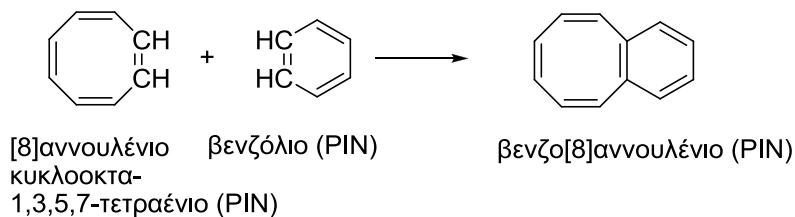
Διεργασίες Σύζευξης



Διεργασίες Πολλαπλασιασμού



Διεργασίες Συμπύκνωσης



Σχήμα. Παραδείγματα των κύριων διεργασιών ονοματολογίας οργανικών ενώσεων.

Αυστηρή εφαρμογή των παραπάνω διεργασιών με βάση τις προτεινόμενες οδηγίες της IUPAC οδηγεί σε μια ονομασία, η οποία και ονομάζεται Προτιμώμενη Ονομασία IUPAC (Preferred IUPAC Name, PIN). Είναι όμως φανερό ότι μπορούν συνήθως να δοθούν εναλλακτικές ονομασίες, οι οποίες αντιστοιχούν στο ίδιο μοναδικό μόριο. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι οι εναλλακτικές αυτές ονομασίες πρέπει να γίνονται δεκτές σε ένα γενικευμένο σύστημα ονοματολογίας εφόσον δεν εισάγουν αμφισημία και είναι κατανοητές με βάση τους γνωστούς από την Χημική Κοινότητα κανόνες ονοματολογίας.

Η ονοματολογία οργανικών ενώσεων αυξάνει γρήγορα σε πολυπλοκότητα με την εισαγωγή δακτυλίων οι οποίοι μπορεί να αποτελούνται μόνο από άτομα άνθρακα (καρβακυκλικές) ή να περιέχουν ετεροάτομα (ετεροκυκλικές ενώσεις με π.χ., N, O ή P), και μπορεί να είναι κορεσμένες (αλεικυκλικές) ή ακόρεστες (αρωματικές). Επειδή υπάρχουν διάφοροι βαθμοί ακορεστότητας, στην αγγλική ορολογία έχει επικρατήσει ο όρος 'mancude' από το ακρωνύμιο «Maximum Number of non-Cumulative Double bonds» για το μητρικό πολυακόρεστο μόριο το οποίο περιέχει το μέγιστο αριθμό διπλών δεσμών σε συζυγία. Η μεθοδολογία σκελετικής αντικατάστασης (ή διεργασία αντικατάστασης 'α') βοηθάει στη συστηματοποίηση ονομασιών όπου άτομα C του ανθρακικού σκελετού έχουν αντικατασταθεί με ένα ή περισσότερα από τα άτομα O, S, Se, Te, N, P, As, Sb, Bi, Si, Ge, Sn, Pb. Αυτό είναι σημαντικό επειδή υπάρχουν πάνω από 100.000 μητρικά συστήματα (υδρίδια) κυκλικών και πολυκυκλικών ενώσεων που έχουν εμφανιστεί στη βιβλιογραφία με την πλειοψηφία τους να αντιστοιχεί σε αρωματικά συστήματα (mancudes), ενώ συγκριτικά μερικές εκατοντάδες αλκανίων αρκούν για τον ορισμό όλων των απαραίτητων μητρικών υδριδίων που απαιτούνται ώστε να περιγραφούν οι γνωστές ενώσεις.

Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί υπολογιστικά προγράμματα τα οποία βασίζονται στην παραμετροποίηση των προτάσεων της IUPAC για την εξαγωγή της κατά IUPAC (ή κατά CAS) προτεινόμενης ονομασίας με απλό σχεδιασμό του συντακτικού-στερεοχημικού τύπου του μορίου στον υπολογιστή. Ίσως το καλύτερο λογισμικό είναι αυτό από την ACD Inc.⁴³ που όπως προαναφέρθηκε, διαχειρίζεται και αντίστοιχη ιστοσελίδα ονοματολογίας κατά IUPAC.³ Στην έκδοση 6.0, το συγκεκριμένο λογισμικό έχει δυνατότητα ονοματολογίας πολυκυκλικών αρωματικών ενώσεων με μέχρι 15 δακτυλίους, πολυ-σπειροκυκλικών ενώσεων και αναγνωρίζει πολλές δομές φυσικών προϊόντων, αλλά εμφανίζει δυσκολίες στην αναγνώριση νουκλεοζιτών. Το περισσότερο δημοφιλές λογισμικό σχεδιασμού χημικών δομών Chemdraw⁴⁴ περιέχει επίσης την δυνατότητα ονοματολογίας και στην έκδοση 12.0 έχει δυνατότητα ονοματολογίας πολυκυκλικών αρωματικών ενώσεων με μέχρι 13 δακτυλίους, αλλά δεν μπορεί να ονομάσει πολυ-σπειροκυκλικές ενώσεις. Τέλος το αντίστοιχο λογισμικό από την ChemAxon⁴⁵ προσφέρει διάφορες δυνατότητες, όπως η αναγνώριση ονομασιών στην Κινεζική γλώσσα.

Η αυτοματοποίηση της ονοματολογίας οργανικών ενώσεων με τα παραπάνω προγράμματα έχει διευκολύνει το έργο των ερευνητών στην ονοματολογία νέων ενώσεων οι οποίες δεν έχουν αναφερθεί στη βιβλιογραφία. Η επιβεβαίωση ότι η ονοματολογία μιας νέας ένωσης έχει γίνει σωστά, ακολουθώντας τους κανόνες IUPAC, μπορεί να γίνει, εκτός από τα παραπάνω προγράμματα και στο διαδίκτυο, αφού το Πανεπιστήμιο του Cambridge έχει αναπτύξει την ιστοσελίδα OPSIN (Open Parser for Systematic IUPAC Nomenclature)⁴⁶ στην οποία ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να εισάγει μια ονομασία χημικής ένωσης και να παραλάβει από το λογισμικό, εφόσον η ονομασία είναι σωστή, το συντακτικό τύπο του

⁴³ http://www.acdlabs.com/products/draw_nom/

⁴⁴ <http://scistore.cambridgesoft.com/>

⁴⁵ <http://www.chemaxon.com/products/naming/>

⁴⁶ <http://opsin.ch.cam.ac.uk/index.html>

μορίου καθώς και άλλες χρήσιμες αναπαραστάσεις του μορίου με κωδικοποίηση InChI (IUPAC International Chemical Identifier),⁴⁷ SMILES (Simplified Molecular-Input Line-Entry System)⁴⁸ και CML (Chemical Markup Language).⁴⁹

Στην ελληνική βιβλιογραφία η έλλειψη που υπάρχει στη ύπαρξη ελληνικών εκδόσεων των δημοσιεύσεων της IUPAC, έχει αναπληρωθεί από τα κεφάλαια ονοματολογίας στα βιβλία Οργανικής Χημείας που κυκλοφορούν στην ελληνικά αγορά, ενώ υπάρχει και σχετικό βιβλίο από τις εκδόσεις Επίκεντρο.⁵⁰ Τα βιβλία Χημείας του Λυκείου εισάγουν τον μαθητή στην ονοματολογία οργανικών ενώσεων στο 6^ο Κεφάλαιο στην Α' Λυκείου, ενώ γίνεται αναφορά, χωρίς συστηματική μελέτη στα επόμενα δύο χρόνια με βάση τις ανάγκες που δημιουργούνται, όταν εισάγονται νέες ομόλογες σειρές και χαρακτηριστικές ομάδες. Είναι σημαντικό ότι εισάγεται και η έννοια της στερεοχημείας και στεροαπεικόνισης στη Γ' Λυκείου και ο μαθητής έρχεται σε επαφή με την έννοια των στερεοϊσομερών. Ίσως το μεγαλύτερο πρόβλημα στη Χημεία Λυκείου που φυσικά επηρεάζει και το θέμα της ονοματολογίας είναι οι λίγες διδακτικές ώρες και το γεγονός ότι πολλά σημαντικά θέματα δεν αποτελούν εν τέλει την διδαχθείσα ύλη.

Η τάση που επικρατεί τα τελευταία χρόνια στην μετάφραση ξένων όρων ορολογίας και ονοματολογίας στα ελληνικά είναι να χρησιμοποιείται ελληνικός όρος που να βρίσκεται ακουστικά όσο το δυνατό πλησιέστερα στον ξένο όρο. Για το λόγο αυτό, στην ελληνική βιβλιογραφία έχουν εισαχθεί, κυρίως μετά τη μετάφραση της 4^{ης} έκδοσης της Οργανικής Χημείας του John McMurry και όροι όπως «οξικό αιθύλιο» ως μετάφραση του «ethyl acetate» προς αντικατάσταση του προγενέστερου και επικρατέστερου όρου «οξικός αιθυλεστέρας» ή παρομοίως ο όρος «τριδεκάνιο» αντί του πλέον κατανοητού «δεκατριάνιο». Σε αυτό το θέμα, η γνώμη του γράφοντος είναι ότι η συγγένεια ελληνικού και αγγλόφωνου όρου, ιδίως στην ορολογία, είναι πολύ χρήσιμη γιατί ο ερευνητής μπορεί να συσχετίσει τους δύο όρους άμεσα, ελαχιστοποιώντας την πιθανότητα παρανόησης. Όμως αυτή η αρχή καλό είναι να αφορά τους νέους όρους μόνο, ενώ η ορολογία και ονοματολογία βασικών εννοιών και ενώσεων η οποία έχει επικρατήσει στην ελληνική βιβλιογραφία θα πρέπει να παραμείνει ως έχει.

Το 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ονοματολογίας & Ορολογίας της Χημείας μπορεί να αποτελέσει ένα καλό πρώτο βήμα για την δημιουργία ενός πιθανού δικτύου εθελοντών ερευνητών που θα προσπαθήσουν να συστηματοποιήσουν στα πρότυπα της IUPAC την χημική ορολογία και ονοματολογία στα Ελληνικά και θα βοηθήσουν στην ανάπτυξη λογισμικών, ανοιχτών διαδικτυακών εργαλείων, για την συστηματική μετάφραση αγγλικής ονοματολογίας στα ελληνικά, όπως αυτή παράγεται από αντίστοιχο λογισμικό ή βρίσκεται σε αγγλόφωνες δημοσιεύσεις.

⁴⁷ <http://www.iupac.org/home/publications/e-resources/inchi.html>

⁴⁸ <http://www.opensmiles.org/>

⁴⁹ <http://www.xml-cml.org/>

⁵⁰ *Ονοματολογία Οργανικών Ενώσεων*, Β.Π. Παπαγεωργίου, Εκδόσεις Επίκεντρο, (2005).

Η ορολογία της Φυσικοχημείας & η ανάγκη εκσυγχρονισμού της.

Π. Δ. Γιαννακουδάκης

Αν. Καθ. Τμήμα Χημείας-ΣΘΕ-ΑΠΘ

Όρος: Λέξη ή φράση με ειδικό περιεχόμενο η οποία υποδηλώνει έννοια από συγκεκριμένο χώρο όπως επιστήμη, τέχνη, επάγγελμα κλπ

Ορολογία: το σύνολο των ειδικών όρων που χρησιμοποιούνται σε συγκεκριμένο γνωστικό ή επαγγελματικό χώρο. (Λεξικό της Νέας Ελληνικής Γλώσσας, Γ. Μπαμπινιώτη)

Η ορολογία των φυσικών επιστημών είναι αποτέλεσμα μία συμφωνίας μεταξύ των επιστημόνων να αποδίδονται με το απλούστερο και συντομότερο δυνατό τρόπο έννοιες και μεγέθη και οι μονάδες μέτρησής τους. Η συμφωνία αυτή είναι ζωντανή: εξελίσσεται όσο εξελίσσεται η επιστήμη, βελτιώνεται και γίνεται πιο ακριβής ποσοτικά και ποιοτικά.

Με την πάροδο του χρόνου δημιουργούνται νέοι όροι όσο η επιστήμη και η τεχνολογία αναπτύσσονται σε εύρος και σε βάθος και άλλοι τελικά καταργούνται είτε γιατί κατά τη μετάφραση από μία γλώσσα σε άλλη δεν αποδόθηκαν σωστά είτε γιατί ο αρχικός όρος δημιουργούσε συγχύσεις ή ασάφειες και χρειάστηκε ή επαναδιατύπωσή του.

Δυστυχώς η Φυσική Χημεία παρά την ελληνικότητα του όρου «Φυσική» και την αμφιλεγόμενη αλλά πιθανή ελληνική προέλευση του όρου «Χημεία» είναι σχετικά πολύ φτωχή σε όρους ελληνικής προέλευσης και ο λόγος είναι εύκολα κατανοητός. Όροι όπως άτομο (atom), ενέργεια (energy) χρησιμοποιήθηκαν από τους αρχαιότερους χρόνους και ήταν προϊόντα της ομιλούμενης γλώσσας και όχι επινοήσεις που αποσκοπούσαν στον ορισμό εννοιών ή μεγεθών. Την εποχή που άρχισε να αναπτύσσεται η Φυσικοχημεία (πριν από 150 περίπου χρόνια) η παραγωγή της επιστημονικής γνώσης είχε το κέντρο της στη Βόρεια και Δυτική κυρίως Ευρώπη. Η Φυσικοχημεία όπως γνωρίζουν όλοι οι Χημικοί –αλλά και πολλοί Φυσικοί– είναι ο κλάδος εκείνος της χημείας που ποσοτικοποιεί τα φαινόμενα της Χημείας και τα συνδέει με του νόμους της φυσικής. Αποτέλεσμα της εφαρμογής των νόμων της φυσικής ήταν η άντληση και η χρήση των ήδη χρησιμοποιούμενων όρων φυσικής και η επινόηση όρων στις γλώσσες των χωρών όπου παραγόταν η επιστημονική γνώση.

Παρά ταύτα τρεις «μαγευτικοί» όροι που αποτελούν μέρος του κορμού της Φυσικοχημείας αποδόθηκαν με την ιδανικότερο τρόπο με τη χρήση ελληνικών λέξεων.

Ενθαλπία (εν + θάλπω) Η εσωτερική (εγγενής) θερμότητα που περιέχεται σε ένα σώμα και η οποία μεταβάλλεται όταν απορροφά ή εκλύει θερμότητα. Το ρήμα θάλπω δε χρησιμοποιείται πια στη νεοελληνική αλλά όλοι αναζητούμε τη «θαλπωρή» του σπιτιού μας τις κρύες νύχτες του Χειμώνα.

Εντροπία η εγγενής τάση των πραγμάτων να τρέπονται δηλ. να μεταβάλλονται. Όρος που δείχνει την κατεύθυνση μίας χημικής και όχι μόνο μεταβολής. Ντρέπομαι και ντροπή είναι παράγωγα της ίδιας λέξης.

Θερμοδυναμική από τις λέξεις θερμή και δύναμη. Πρωτοχρησιμοποιήθηκε για τις θερμικές μηχανές, σήμερα όμως στη φυσικοχημεία χρησιμοποιείται ως πλαίσιο νόμων, σχέσεων και αξιωμάτων που σχετίζουν την ενέργεια με την κινητήρια δύναμη των μεταβολών.

Η απόδοση των περισσότερων όρων της Φυσικοχημείας στα Ελληνικά γενικά μπορούμε να πούμε ότι δεν παρουσιάζει ιδιαίτερα προβλήματα.

Το μεγαλύτερο πρόβλημα στην ελληνική Βιβλιογραφία είναι η συνεχιζόμενη χρήση όρων που έχουν εδώ και καιρό αλλάξει. Αλλά και η ίδια η IUPAC (Gold Book Version 2.3.2/2012-08-19) δεν έχει πολύ ξεκάθαρη θέση στους ορισμούς αυτούς, όπως θα αναφερθεί παρακάτω.

Για τον ορισμό της ατομικής μάζας και της μοριακής μάζας χρησιμοποιείται η:

⇒ **Ενοποιημένη Μονάδα ατομικής μάζας** (Unified atomic mass unit) συμβολίζεται u ή

amu και ισούται με το 1/12 της μάζας ηρεμίας του ατόμου του ισοτόπου ^{12}C όταν βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάστασή του. Είναι “**εκτός SI**” μονάδα μάζας. Παρόλο που δεν έχει γίνει δεκτό από το Conférence Général des Poids et Mesures (CGPM) χρησιμοποιείται και η ονομασία dalton (Da) και με τη χρήση προθεμάτων συμβολίζονται τα πολλαπλάσια και τα υποπολλαπλάσια της (kDa, mDa κλπ). Το σύμβολο u χρησιμοποιείται ως μονάδα μάζας πχ 23,13 u ενώ όταν πρόκειται να υπεισέλθει σε σχέσεις που περιέχουν πράξεις με άλλα μεγέθη γράφεται m_u ($m_u = 1u$).

Σύμφωνα με την IUPAC ορίζεται \Rightarrow **Ατομική μάζα** του στοιχείου X (m_a ή m) η μάζα του ατόμου του X εκπεφρασμένη σε u. πχ $m_a(\text{Br})=79,9$ u. \Rightarrow **Μάζα οντότητας** (μάζα μορίου για μοριακές ενώσεις ή της μονάδας όπως παριστάνεται στον χημικό τύπο, για ιοντικές ενώσεις κυρίως), m ή m_f , εκπεφρασμένη σε u. πχ $m(\text{HCl})$ και $m_f(\text{NaCl}) = 58,43$ u.

Οι συμβολισμοί ατομική $m_a(X)$ και μοριακή $m(X)$ μάζα πρέπει να υποδηλώνουν ακριβώς την οντότητα X στην οποία αναφέρονται και να εκφράζονται σε μονάδες u (ή Dalton, Da).

Αντίστοιχα πρέπει να χρησιμοποιούνται οι όροι **σχετική ατομική μάζα** (relative atomic mass), $A_r(X)$ και **σχετική μοριακή μάζα** (relative molecular mass) $M_r(X)$.

Σύμφωνα με τους ορισμούς οι δύο όροι αποδίδονται με τη βοήθεια των σχέσεων

$$A_r(X) = m_a(X)/m_u \quad M_r(X) = m_f(X)/m_u.$$

Η IUPAC δέχεται (αν και σε παρένθεση) τους όρους **ατομικό βάρος και μοριακό βάρος**.

\Rightarrow **Ποσότητα ουσίας** (amount of substance) n_X ή $n(X)$ είναι η ποσότητα κάθε οντότητας μετρημένη σε mol, που είναι πια μία από τις 7 θεμελιώδεις μονάδες του SI και αντιστοιχεί σε N_A οντότητες (άτομα, μόρια, ιόντα κλπ), όπου N_A (ή L) είναι ο αριθμός του Avogadro. Σύμφωνα με τον ορισμό αριθμός N_X οντοτήτων της οντότητας X αντιστοιχεί σε $n(X) = N_X/N_A$ mol.

Η έκφραση “ο αριθμός των moles της ουσίας είναι...” σε κείμενο πρέπει πλέον να αντικατασταθεί από την έκφραση “η ποσότητα της ουσίας X είναι (τόσα) mol”.

Οι όροι γραμμοάτομο και γραμμομόριο έχουν πλέον καταργηθεί –παρόλο που χρησιμοποιούνται στην ελληνική βιβλιογραφία και πρέπει να αντικατασταθούν από την ποσότητα ουσίας της οντότητας X, $n(X)$, είτε αυτή πρόκειται για άτομα, είτε για μόρια είτε για ιόντα. Αρκεί βεβαίως να αναγράφεται με σαφήνεια η οντότητα, όπως για παράδειγμα $n(\text{Cu})$, $n(\text{CH}_4)$, $n(\text{NaCl})$, $n(\text{NO}_3^-)$.

Από τη στιγμή της ένταξης του mole στην ομάδα των θεμελιωδών μονάδων του SI αυτόματα προέκυψαν και οι όροι **μολαρική μάζα** (molar mass), M και **μολαρικός όγκος**, V_m . Αντίστοιχα ο προσδιορισμός **μολαρικός/η/ο** πρέπει κατά τη γνώμη του γράφοντα να καθιερωθεί για όλα τα μεγέθη που αναφέρονται στο mole της ουσίας, όπως μολαρική ενθαλπία, μολαρική εντροπία κλπ, αντικαθιστώντας τον προσδιορισμό “γραμμομοριακός”. Δυστυχώς η από χρόνια παγιωμένη (και ομολογουμένως βολική) έκφραση της μολαρικής μάζας σε g/mol οδηγεί την πλειονότητα των σπουδαστών και των μαθητών στην λανθασμένη αντικατάσταση της αριθμητικής τιμής στους τύπους της Φυσικοχημείας που περιέχουν τη μολαρική μάζα ή την μοριακή μάζα, αντί της σωστής αριθμητικής που προκύπτει από την έκφραση της μολαρικής μάζας σε kg/mol.

Ασάφειες που επικράτησαν για πολλά χρόνια έχουν πλέον ξεκαθαριστεί απόλυτα από την IUPAC σε συνεργασία με τις επιτροπές και τα συνέδρια μέτρων και σταθμών.

Ασάφεια 1. Το λίτρο: Ορίστηκε στο παρελθόν ως ο όγκος 1 kg του νερού στη θερμοκρασία 4°C . Ο όγκος αυτός διέφερε από το 1 dm^3 κατά 26 μέρη ανά 10^6 μέρη. Σήμερα έχει οριστεί ότι 1 L ταυτίζεται με 1 dm^3 . Η IUPAC δέχεται το συμβολισμό του λίτρου με μικρό l και με κεφαλαίο L. Συνιστά όμως το κεφαλαίο L διότι σε πολλές γραμματοσειρές υπάρχει κίνδυνος το l να εκληφθεί ως μονάδα. (1).

Ασάφεια 2. Η atm. Η ατμόσφαιρα ως μονάδα πίεσης αντιστοιχούσε σε πίεση στήλης υδραργύρου 760,23 mm (millimeter of mercury). Αυτά τα δεκαδικά κανένας δεν τα χρησιμοποιούσε. Για το λόγο αυτό ορίστηκε το Torr ως το 1/760 atm. Με την παραδοχή αυτή 1 Torr και 1 mmHg (1 mm ήταν περίπου η ίδια πίεση, αλλά δεν ταυτίζονταν.

Σήμερα εξ ορισμού

$$1 \text{ atm} = 1,01325 \cdot 10^5 \text{ Pa} \text{ και } 1 \text{ mmHg} = 1 \text{ Torr} = 133.322 \text{ Pa.}$$

Ως πρότυπη πίεση όμως θεωρείται σήμερα (από το 1982) το 1 bar = 10^5 Pa = 0,1 MPa από το οποίο προκύπτουν και τα παράγωγά του mbar, hbar κλπ.

Ασάφεια 3. Η κλίμακα θερμοκρασίας. Η προϊστορία της έκφρασης της θερμοκρασίας είναι μία «πικρή» ιστορία, τόσο για τους φυσικούς όσο και για τους Χημικούς. Σήμερα πια με την αποδοχή στο SI του kelvin (K και **OXI** °K) ως θεμελιώδη μονάδα μέτρησης της *Θερμοδυναμικής Θερμοκρασίας* (thermodynamic temperature) και το ορισμό του kelvin το τοπίο είναι πλέον ξεκάθαρο.

Έτσι 1 K (εξ ορισμού) το 1/273,16 της θερμοδυναμικής θερμοκρασίας του τριπλού σημείου του νερού (triple point of water), $T_{\text{tpw}} = 273,16 \text{ K} = 0,01 \text{ }^\circ\text{C}$.

Ο ορισμός πια είναι ακριβής με το δεδομένο ότι ορίζεται ακόμα και η έννοια του «νερού» ως το νερό με συγκεκριμένη ισοτοπική σύσταση και συγκεκριμένα νερό που περιέχει $1,5576 \cdot 10^{-4}$ mole ^2H ανά mole ^1H και $3,799 \cdot 10^{-4}$ mole ^{17}O και $2,0052 \cdot 10^{-3}$ mole ^{18}O ανά mole ^{16}O . Όσοι μπορούν να ανατρέξουν στα βασικά μαθήματα της Φυσικοχημείας θα θυμηθούν ότι το τριπλό σημείο του νερού είναι ένα τριφασικό σύστημα (υγρό/πάγος/ατμός) και συνεπώς έχει καθορισμένη πίεση και θερμοκρασία.

Με τον ορισμό επίσης αυτόν ορίζεται ως θερμοκρασία t στην κλίμακα Celsius $t = T - T_0$ (όπου T_0 είναι 273,15 δηλ. η θερμοδυναμική θερμοκρασία του σημείου πάγου, της ισορροπίας πάγου /νερού υπό πίεση 1 bar).

Η σχέση μετατροπής των θερμοκρασιών είναι πλέον η

$$t/^\circ\text{C} = T/\text{K} - 273,15.$$

Παρόλο που $1 \text{ }^\circ\text{C} = 1 \text{ K}$ (εξ ορισμού), το σύμβολο $^\circ\text{C}$ αναγράφεται μόνο μετά από την αριθμητική τιμή της θερμοκρασίας (όταν εκφράζεται σε κλίμακα κελσίου) πχ. $t = 253 \text{ }^\circ\text{C}$, η χρήση του σε ποιο πολύπλοκες εκφράσεις πρέπει να αποφεύγεται.

Έτσι εκφράσεις της ειδικής θερμότητας με τη μορφή $c = 4,184 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ή ακόμα και $c = 4,184 \text{ J g}^{-1} \text{ grad}^{-1}$ αντί της ορθής μορφή $c = 4,184 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1}$ (αν και χρησιμοποιούνται ευρέως ακόμα και από φυσικούς που είναι πιο τυπικοί στην χρήση του SI και των κανόνων της IUPAC) πρέπει να αποφεύγονται.

Ο ορισμός που δημιουργεί μεγαλύτερα προβλήματα από αυτά που προσπάθησε να επιλύσει ανεπιτυχώς η IUPAC.

Η οξειδοαναγωγή είναι ένα από τα σημαντικότερα κεφάλαια της Χημείας και οι οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις απαντώνται παντού.

Δυστυχώς καθηγητές, μαθητές, φοιτητές αλλά ακόμα και αυτοί που καθορίζουν την διδακτέα ύλη της Χημείας εφαρμόζουν το γνωστό "speak no evil, hear no evil, see no evil" και όλοι προσπερνούν την εξήγηση των φαινομένων απλής αντικατάστασης, οξειδοαναγωγής και ηλεκτρόλυσης με βάση τα κανονικά δυναμικά και το κομμάτι αυτό της ύλης μένει έξω από κάθε αναλυτικό πρόγραμμα.

Η κατάσταση επιδεινώνεται από τα σχολικά βιβλία. Βιβλία Γενικής Χημείας και Φυσικοχημείας (ακόμα και παγκόσμιας εμβέλειας και κυκλοφορίας) αποτυγχάνουν να διευκρινίσουν τις έννοιες και η κατάσταση επιδεινώνεται από τον ορισμό της IUPAC που κατά τη γνώμη του γράφονται αντί να αίρει την ασάφεια δημιουργεί περισσότερα προβλήματα από αυτά που προσπαθεί να λύσει.

Σύμφωνα με την IUPAC (Gold Book):

standard electrode potential, E°

The value of the standard emf of a cell in which molecular hydrogen under standard pressure is oxidized to solvated protons at the left-hand electrode.

Source:

Green Book, 2nd ed., p. 59

Στον ορισμό παρατηρούμε ότι (ευτυχώς) έχει απαλειφθεί πλέον η λέξη reduction (reduction potential, όπως συνήθως ονομαζόταν) που δημιουργώντας συνειρμούς με τη λέξη oxidation, ταλάνιζε όσους ασχολούνταν με την οξειδοαναγωγή. Παρέμεινε όμως και πάλι ασαφής.

Η απορία πολλών φοιτητών και εκπαιδευτικών ήταν και είναι πάντα η εξής.

“Η E° (HEΔ ή EMF) ενός γαλβανικού στοιχείου είναι θετική. Είναι πάντα η διαφορά $E^\circ_{\text{ανόδου}} - E^\circ_{\text{κάθόδου}}$. Το πρότυπο δυναμικό ενός ηλεκτροδίου (ημιστοιχείου) μετράται συνδυάζοντάς το με το Πρότυπο Ηλεκτρόδιο Υδρογόνου (ΠΗΥ, SHY). Αν το προς μέτρηση ηλεκτρόδιο έχει πρότυπο δυναμικό μικρότερο από το 0 (πχ $E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76 \text{ V}$), τότε τα H^+ ανάγονται προς H_2 (αντί να οξειδώνονται). Ο ορισμός επομένως ισχύει κατά περίπτωση και αν ναι τι είδους ορισμός είναι αυτός”.

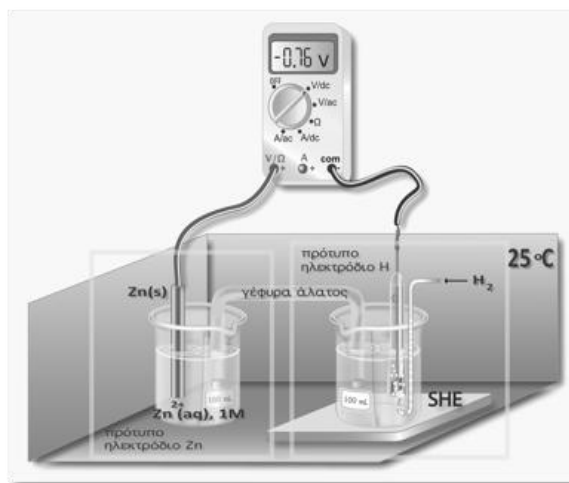
Η εξήγηση είναι μία. Για να μετρήσουμε την HEΔ ενός γαλβανικού στοιχείου πρέπει να χρησιμοποιήσουμε ένα βολτόμετρο και να συνδέσουμε την **άνοδο** (χαμηλότερο δυναμικό) και στην είσοδο - (ή com) του βολτομέτρου και την **κάθοδο** (υψηλότερο δυναμικό) στην είσοδο +.

Μόνο έτσι το βολτόμετρο δείχνει τη διαφορά δυναμικού της καθόδου ως προς την άνοδο και επομένως θετική τιμή. Ο ορισμός αυτός υπονοεί αυτό ακριβώς, αλλά χωρίς την αναφορά του βολτομέτρου είναι εντελώς ακατανόητος.

Ανεξάρτητα από τη δράση που γίνεται στο προς μέτρηση ηλεκτρόδιο (οξείδωση=άνοδος, αναγωγή=κάθοδος), θεωρήστε το προς μέτρηση ηλεκτρόδιο ως κάθοδο (συνδέστε το με το +) και το ΠΗΥ ως άνοδο (συνδέστε το με το -), όπως φαίνεται στο σχήμα.

Η ένδειξη του βολτομέτρου θα είναι $E = E_{\text{ηλεκτροδίου}} - E_{\text{ΠΗΥ}}$. Αφού εξ ορισμού $E_{\text{ΠΗΥ}}=0$ η ένδειξη του βολτομέτρου είναι η $E_{\text{ηλεκτροδίου}}$.

Ο γράφων ως ηλεκτροχημικός και εκπαιδευτικός κατανοεί ότι η αυστηρότητα στην τήρηση του τρόπου ορισμού των μεγεθών, γραφής των μονάδων κλπ (ιδιαίτερα αν ακολουθηθούν οι συστάσεις της IUPAC) είναι πολλές φορές κουραστική –ιδιαίτερα για μαθητές λυκείου. Η πείρα από τη διδασκαλία της Χημείας σε φοιτητές έχει δείξει όμως ότι το σημαντικότερο πρόβλημα δεν είναι η εκμάθηση και η χρήση των ορισμών αλλά η βαθύτερη κατανόησή τους. Όταν επιτυγχάνεται αυτή τότε διευκολύνεται και απλοποιείται η εκμάθηση και η χρήση της Χημικής Γραφής και των υπολογισμών.



Η Ελληνική Ονοματολογία στη Χημεία των Συμπλόκων Ενώσεων: Επισημάνσεις και Ανάγκη για Ενιαία «Γλώσσα»

Παναγιώτα Δανέλλη^α, Ευγενία Κατσουλάκου^β, Σπύρος Π. Περλεπές^β

^α 1^ο Γενικό Λύκειο Αιγίου, 25100 Αίγιο

^β Τμήμα Χημείας, Πανεπιστήμιο Πατρών, 265 04 Πάτρα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το 2013 συμπληρώθηκαν 100 χρόνια¹ από την απονομή του βραβείου Nobel Χημείας στον Alfred Werner “*in recognition of his work on the linkage of atoms in molecules by which he has thrown new light on earlier investigations and opened up new fields of research especially in inorganic chemistry*”. Έτσι ξεκίνησε ο κλάδος της χημείας των συμπλόκων ενώσεων που αποτελεί σήμερα τον πιο σημαντικό τομέα έρευνας στην Ανόργανη Χημεία. Στην τριτοβάθμια χημική εκπαίδευση, η χημεία των συμπλόκων ενώσεων και οι συναφείς κλάδοι της (Οργανομεταλλική Χημεία, Μηχανισμοί Ανοργάνων Αντιδράσεων, Ομογενής Κατάλυση, Βιοανόργανη Χημεία, Θεωρητική Χημεία,...) αποτελούν μαθήματα στα Τμήματα Χημείας των Ελληνικών Πανεπιστημίων, ενώ οι βασικές έννοιες των συμπλόκων ενώσεων αποτελούν κεφάλαιο σε όλα τα κλασικά συγγράμματα Γενικής Χημείας^{2,3} που διανέμονται σήμερα στους φοιτητές Χημείας, Φυσικής, Βιολογίας, Γεωλογίας, Φαρμακευτικής, Ιατρικής, Επιστήμης Υλικών, Γεωπονίας, του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου κ.λ.π.

Επομένως είναι σαφής η ανάγκη για χρησιμοποίηση ενιαίας «γλώσσας» σε θέματα της χημείας των συμπλόκων ενώσεων όσον αφορά στην ορολογία, στην ονοματολογία, στους συμβολισμούς και στις χρησιμοποιούμενες συντμήσεις. Δυστυχώς η σημερινή πραγματικότητα είναι απογοητευτική και δεν είναι υπερβολή να ισχυριστούμε ότι υπάρχει μια «Βαβέλ» στα θέματα αυτά. Αυτό οφείλεται σε πολλές αιτίες, π.χ. στο γεγονός ότι οι κανόνες ονοματολογίας που έχουν εγκριθεί από τη Διεθνή Ένωση Καθαρής και Εφαρμοσμένης Χημείας (IUPAC) είναι στην Αγγλική Γλώσσα (η δομή της οποίας είναι διαφορετική από αυτήν της Ελληνικής Γλώσσας), στην ανυπαρξία συνεννόησης μεταξύ των διδασκόντων, κ.λ.π. Ελπίζουμε ότι το 1^ο Συνέδριο Ονοματολογίας και Ορολογίας της Χημείας θα δρομολογήσει περαιτέρω συντονισμένη εργασία για τη θέσπιση ενιαίων κανόνων που θα διευκολύνουν τους Έλληνες χημικούς.

ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ

Όπως προαναφέρθηκε, η σημερινή κατάσταση είναι απογοητευτική! Υπάρχουν σήμερα σε Ελληνικά συγγράμματα²⁻⁶ τέσσερις (4) διαφορετικές ονομασίες για δεδομένη σύμπλοκη ένωση! Έτσι δεν είναι τυχαίο ότι σε ένα πρόσφατο σύγγραμμα⁷, η ονομασία και η ορολογία των συμπλόκων ενώσεων δίνονται στην Αγγλική, χωρίς (κατά τη γνώμη μας) αυτό να αποτελεί την καλύτερη λύση.

Η οποιαδήποτε προσπάθεια τακτοποίησης θεμάτων ορολογίας θα πρέπει να αρχίσει από την απόδοση στην Ελληνική των όρων *coordination*, *ligand* και *mono-/bi-/tri-/polydentate*. Για τον πρώτο όρο σήμερα χρησιμοποιούνται οι λέξεις *συναρμογή*, *σύνταξη* και *ένταξη*. Ενδεικτικό του προβλήματος ασυνεννοησίας είναι ότι στον ίδιο χώρο εκπαίδευσης (Τμήμα Χημείας Πανεπιστημίου Πατρών), δύο διδάσκοντες (Ν. Δ. Κλούρας, Σ. Π. Περλεπές) χρησιμοποιούν δύο διαφορετικούς όρους (σύνταξη και ένταξη, αντίστοιχα). Συνέπεια αυτού είναι να βρίσκονται σε σύγχυση οι φοιτητές και αυριανοί χημικοί. Η συμφωνία για την ενιαία απόδοση στην Ελληνική αυτού του όρου θα καθορίσει και τα παράγωγά της, π.χ. «αριθμός

ένταξης/σύνταξης/συναρμογής», «το ιόν EDTA^{4-} εντάσσεται/συντάσσεται/συναρμόζεται μέσω τεσσάρων ατόμων Ο και δύο ατόμων Ν» κ.λ.π.

Ο όρος *ligand* (που προέρχεται από τη Λατινική λέξη “ligare”) υπάρχει στα Ελληνικά συγγράμματα ως *υποκαταστάτης*, *συναρμοτής* και *ligand*. Οι όροι *mono-/bi-/tri-/polydentate* (που συνήθως προηγούνται του όρου *ligand*) αποδίδονται ως *μονο-/δι-/τρι-/πολυσχιδής*, ενώ χρησιμοποιούνται και οι όροι *μονο-/δι-/τρι-/πολυδοντικός*. Ασυμφωνία φαίνεται να υπάρχει και στους όρους *terminal* (*ακραίος* και *τερματικός*) και *bridging* (*γεφυρωτικός* και *υποκαταστάτης-/συναρμοτής-/ligand-γέφυρα*).

Οι μεγάλες ασυμφωνίες σε θέματα ονοματολογίας προέρχονται από πολλές αιτίες. Οι πιο σημαντικές είναι η διαφορετική ονομασία του ίδιου υποκαταστάτη, η διαφορετική παροχή πληροφορίας για το άτομο-δότης ή τα άτομα-δότες στην περίπτωση των *αμφιδοντικών* (*ambidentate*) υποκαταστατών/συναρμοτών/ligands, η χρησιμοποίηση ή μη παύλας στην ονομασία ενός συμπλόκου και η διαφορετική ονομασία των πολυμερών συμπλόκων (που σήμερα διαδραματίζουν έναν πολύ σημαντικό ρόλο στη χημεία των συμπλόκων ενώσεων). Για παράδειγμα, αρκετοί συγγραφείς ονομάζουν το SCN^- όταν συμπεριφέρεται ως Ν-υποκαταστάτης/συναρμοτής/ligand ως *ισοθειοκυανάτο*, ενώ δεν λείπει και η ονομασία *ισοθειοκύανο*. Διαφορές εντοπίζονται και στον τρόπο με τον οποίον αποδίδεται το ανιόν που αντισταθμίζει το φορτίο του συμπλόκου κατιόντος στα κατιοντικά σύμπλοκα, π.χ. *χλωριούχο τρις(αιθυλενοδιαμίνη)κοβάλτιο(III)* και *χλωρίδιο του τρις(αιθυλενοδιαμίνη)κοβαλτίου(III)*.

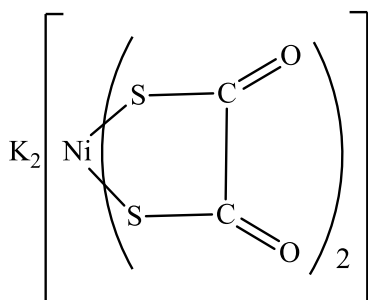
Οι ασυμφωνίες σε θέματα συμβολισμού εντοπίζονται κυρίως στη σειρά με την οποία αναγράφονται οι υποκαταστάτες/συναρμοτές/ligands εντός των αγκυλών, στον τρόπο αναγραφής των πολυμερών συμπλόκων, στη λογική χρησιμοποίηση των αγκυλών, αγκίστρων και παρενθέσεων, και στο πώς υποδηλώνεται το φορτίο του υποκαταστάτη/συναρμοτή/ligand. Για παράδειγμα, αρκετοί συγγραφείς αναγράφουν με κεφαλαίο το πρώτο γράμμα της σύντηξης ενός υποκαταστάτη/συναρμοτή/ligand, ενώ άλλοι με μικρό, π.χ. *Py* και *py*. Επίσης δεν υπάρχει ενιαίος τρόπος συμβολισμού πολυμερών συμπλόκων, π.χ. $[\text{ZnL}_2]_n \cdot 2n\text{H}_2\text{O}$, $[\text{ZnL}_2]_n(\text{H}_2\text{O})_{2n}$, $\{[\text{ZnL}_2](\text{H}_2\text{O})_2\}_n$, $\{[\text{ZnL}_2](\text{H}_2\text{O})_2\}_\infty$, κ.λ.π. Τέλος, π.χ., συχνά το σύμπλοκο $\text{dis}[\text{διμεθυλογλουξιματο(-1)}]\text{νικέλιο(II)}$ αναγράφεται ως $[\text{Ni}(\text{dmg})_2]$, αντί του σωστού $[\text{Ni}(\text{Hdmg})_2]$.

ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ, ΟΡΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ ΣΤΟ ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ ΤΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΠΑΤΡΩΝ

Στα πλαίσια του μαθήματος κορμού ΑΝΟΡΓΑΝΗ ΧΗΜΕΙΑ 2, αφιερώνουμε 4 ώρες παρέχοντας στους φοιτητές τους συντακτικούς τύπους και τις ονομασίες των πλέον συνηθισμένων υποκαταστατών, καθώς και περί τους 15 βασικούς κανόνες ονοματολογίας συμπλόκων. Στα παραδείγματα και στις ασκήσεις τους δίνουμε συντακτικούς τύπους συμπλόκων και τους ζητούμε να τα ονομάσουν, καθώς και το αντίστροφο (δηλ. να αναγράψουν το συντακτικό τύπο γνωρίζοντας την ονομασία). Παραθέτουμε ορισμένα παραδείγματα (η κάτω παύλα υποδηλώνει το άτομο-δότη):

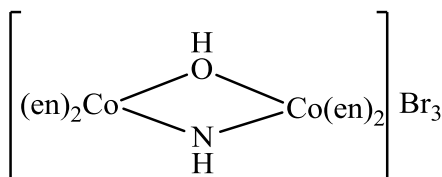
<u>Τύπος</u>	<u>Ονοματολογία</u>
$\text{K}_2[\text{TiCl}_6]$	εξαχλωροτιτανικό(IV) κάλιο
$\text{Na}_3[\text{Co}(\underline{\text{NO}}_2)_6]$	εξανιτροκοβαλτικό(III) νάτριο
$\text{Na}[\text{Mn}(\text{CO})_5]$	πεντακαρβονυλομαγγανικό(-I) νάτριο
$[\text{CoCl}(\text{NH}_3)_5]\text{Cl}_2$	χλωρίδιο του πενταμμινοχλωροκοβαλτίου(III)
<i>trans</i> - $[\text{CrCl}_2(\text{H}_2\text{O})_4]\text{Cl}$	χλωρίδιο του <i>trans</i> -τετραΐδατοδιχλωροχρωμίου(III)
<i>fac</i> - $[\text{Co}(\underline{\text{ONO}})_3(\text{NH}_3)_3]$	<i>fac</i> -τριαμμινοτρινιτριτοκοβάλτιο(III)

$[\text{CoCl}_2(\text{H}_2\text{dmg})_2]$	δισ(διμεθυλογλυοξιμη)διχλωροκοβάλτιο(II)
$\text{K}[\text{Co}(\underline{\text{CN}})(\text{CO})_2(\text{NO})]$	δικαρβονυλοκυανονιτροζυλοκοβαλτικό(0) κάλιο



δισ(διθειοξαλατο-SS')(-2)νικελικό(II) κάλιο

βρωμίδιο του
δισ(αιθυλενοδιαμίνη)κοβαλτίου(III)-μ-ιμιδο-μ-
υδροξοκοβαλτίου(III)δισ(αιθυλενοδιαμίνη)



ΠΡΟΤΑΣΗ

Πιστεύουμε ότι θα πρέπει –με πρωτοβουλία της ΕΕΧ- να συσταθεί μια μικρή ομάδα εργασίας που θα αποτελείται από ένα μέλος ΔΕΠ ειδικότητας Ανόργανης Χημείας από κάθε Τμήμα Χημείας των Ελληνικών Πανεπιστημίων. Αυτή η ευέλικτη ομάδα θα θεσπίσει βασικούς κανόνες ονοματολογίας, ορολογίας, συμβολισμού και συντημήσεων στη χημεία των συμπλόκων ενώσεων. Στη συνέχεια θα καταγράψει τους κανόνες και θα δημιουργήσει ένα Φυλλάδιο 10-15 σελίδων, το οποίο θα δίδεται στους φοιτητές των Τμημάτων Χημείας που παρακολουθούν μαθήματα σχετικά με τη χημεία των συμπλόκων και στους φοιτητές των Τμημάτων που παρακολουθούν Γενική Χημεία. Οι διδάσκοντες, οι οποίοι μπορούν να έχουν στείλει προτάσεις στην ομάδα εργασίας, θα πρέπει να εφαρμόζουν στις παραδόσεις τους υποχρεωτικά τους κανόνες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ¹ *Polyhedron*, vol. **52**, 2013, Special issue: “100th Anniversary of the Award of the 1913 Nobel Prize in Chemistry to Alfred Werner: A Celebration”, Guest Editors: A. G. Blackman, S. P. Perlepes and N. L. Frank.
- ² D. D. Ebbing and S. D. Gammon, “Γενική Χημεία”, 6^η έκδοση, Μετάφραση: Ν. Δ. Κλούρας, Εκδοτικός Οίκος Τραυλός, Αθήνα, 2002, σελ. 1009-1012.
- ³ Ν. Κ. Ανδρικόπουλος, “Γενική Χημεία, Τόμος Γ”, Β’ έκδοση, Εκδόσεις Μπιστικέα, Αθήνα, 2011, σελ. 252-256.
- ⁴ Ν. Δ. Χατζηλιάδης, “Εισαγωγή στην Ανόργανη και Γενική Χημεία”, Β’ έκδοση, Αθήνα, 2014, σελ. 450, 451.
- ⁵ Γ. Πνευματικάκης, Χ. Μητσοπούλου και Κ. Μεθενίτης, “Ανόργανη Χημεία, Α’: Βασικές Αρχές”, Εκδόσεις Α. Σταμούλης, Αθήνα, 2005, σελ. 401-406.
- ⁶ J. E. Huheey, “Ανόργανη Χημεία”, 3^η έκδοση, Απόδοση στην Ελληνική Γλώσσα: Ν. Χατζηλιάδης, Θ. Καμπανός και Σ. Π. Περλεπές, Εκδόσεις “Ιων”, Περιστερί, 1993, σελ. Α102-Α111.
- ⁷ Δ. Κεσίσογλου και Π. Ακρίβος, “Χημεία Ενώσεων Συναρμογής: Θεωρία, Ασκήσεις και Πειράματα”, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη, 2013, σελ. 61-95.

Η ονοματολογία χημικών ενώσεων στην ελληνική και αγγλική κατά IUPAC: Αποτύπωση ορισμένων δυσκολιών που αντιμετωπίζουν πρωτοετείς φοιτητές

Επαμεινώνδας Λεοντίδης, Καθηγητής, Τμήμα Χημείας, Παν. Κύπρου,
Αναστάσιος Τασιόπουλος, Αν. Καθηγητής, Τμήμα Χημείας, Παν. Κύπρου,
Χριστίνα Βαλανίδου, Εκπαιδευτικός

Σε αυτή την εργασία γίνεται μια προσπάθεια αποτύπωσης των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν πρωτοετείς φοιτητές στην αναγραφή της κατά IUPAC ονοματολογίας των χημικών ενώσεων στην Ελληνική και την Αγγλική γλώσσα. Η σωστή αναγραφή της ονοματολογίας των χημικών ενώσεων αποτελεί ακρογωνιαίο λίθο της μαθησιακής διαδικασίας στη χημεία και αποτελεί βασικό παράγοντα στην περαιτέρω μάθηση των εννοιών. Συνεπώς ο εντοπισμός των δυσκολιών των μαθητών για την αναγραφή της ονοματολογίας των χημικών ενώσεων έχει ιδιαίτερη σημασία καθώς μπορεί να οδηγήσει στην αποτελεσματική αντιμετώπιση ουσιαστικών μαθησιακών ζητημάτων.

Χαρακτηριστικά δείγματος: Το δείγμα της έρευνας ήταν 31 πρωτοετείς φοιτητές του Χημικού Τμήματος, Πανεπιστημίου Κύπρου, οι οποίοι διδάσκονται την ονοματολογία ανόργανων χημικών ουσιών κατά IUPAC στην ελληνική γλώσσα. Οι φοιτητές είχαν πάρει εκ των προτέρων τους σχετικούς κανόνες ονοματολογίας των χημικών ενώσεων και στην αγγλική κατά IUPAC- χημικές ενώσεις του τύπου μετάλλου-αμετάλλου(αλάτων και οξειδίων), οξειδίων αμετάλλου, οξέων-οι οποίες θα συμπεριλαμβάνονταν στο εξεταστικό δοκίμιο. Οι περισσότεροι φοιτητές δεν είχαν έρθει σε επαφή με την αγγλική ονοματολογία πριν από αυτή την εξέταση.

Το εξεταστικό δοκίμιο, εκτός από τα ερωτήματα της εξέτασης, συμπεριλάμβανε τη βασική θεωρία και τους κανόνες ονοματολογίας στην αγγλική και ελληνική γλώσσα (ουσιαστικά ήταν εξέταση με «ανοικτά βιβλία») καθώς επίσης και τον Περιοδικό Πίνακα. Οι φοιτητές είχαν την ενημέρωση ότι το αποτέλεσμα της εξέτασης αυτής θα λαμβανόταν υπόψη και στη βαθμολογία τους στο μάθημα και θα αποτελούσαν βάση για μελέτη των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι μανθάνοντες στην ονοματολογία χημικών ενώσεων, στην αγγλική και ελληνική. Η διαδικασία της εξέτασης/αποτύπωσης των απαντήσεων των φοιτητών διάρκεσε μια ώρα. Η βαθμολογία ήταν με μέγιστο βαθμό το 81. Ο πιο υψηλός βαθμός ήταν το 76 και ο πιο χαμηλός η μονάδα.

Μετά τη διόρθωση, με βάση τα αποτελέσματα, έγινε μια ταξινόμηση ανά «δεκάδα»:

- i. από 70-79: 6 φοιτητές
- ii. από 60-69: 8 φοιτητές
- iii. από 50-59: 6 φοιτητές
- iv. από 40-49: 5 φοιτητές
- v. από 30-39: 4 φοιτητές
- vi. από 20-29: 1 φοιτητής
- vii. από 10-19: 0 φοιτητές
- viii. από 0-9: 1 φοιτητής

Από τα αποτελέσματα της διαδικασίας αποτύπωσης, επιλέχθηκαν για προφορικές συνεντεύξεις, 17 φοιτητές με διαφορετικό βαθμό ορθών και λανθασμένων απαντήσεων. Οι συνεντεύξεις πραγματοποιήθηκαν σε ένα κλίμα φιλικό για τους φοιτητές, οι οποίοι κλήθηκαν να εξηγήσουν τις δυσκολίες και τις εκτιμήσεις τους. Όλες οι συνεντεύξεις είχαν τη μορφή της «ελεύθερης συζήτησης» για να διευκολυνθούν οι φοιτητές να εκφραστούν με ειλικρίνεια

για τις δυσκολίες, τα «λάθη» και τις εκτιμήσεις τους για το θέμα «ονοματολογία χημικών ενώσεων στην ελληνική και αγγλική»

Στη συνέντευξη συζητήθηκαν με τους φοιτητές ερωτήματα γενικά καθώς επίσης και ειδικά, ανάλογα με την περίπτωση των μη ορθών απαντήσεων. Τα ερωτήματα αυτά περιλάμβαναν υποερωτήματα, όπως:

- Ποιο θεωρείς ως «πρόβλημα» στη γραφή χημικών τύπων-γενικά.
- Ποιο είναι πιο εύκολο να γράφεις το αγγλικό ή το ελληνικό όνομα – γιατί.
- Τι σε δυσκόλεψε περισσότερο στο συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο.

Πιο ειδικά, ανάλογα με την περίπτωση φοιτητή τέθηκαν και ερωτήματα για τις δυσκολίες που αφορούσαν: Οξέα και άλατα με ρίζες φωσφορικό/φωσφορώδες, θειώδες/θειικό και αντίστοιχες όξινες ρίζες και χημικές ενώσεις του τύπου μέταλλο –αμέταλλο, αμέταλλο-αμέταλλο, οξειδίο μετάλλου. Παραδείγματα:

- Μέταλλο –αμέταλλο: PbI_2 , $FeBr_2$, $FeCl_2$, $FeCl_3$, $CuCl_2$, $CuCl$, CaF_2 , $AgBr$, CuO , FeO , Al_2O_3 , AlN , Na_2O , Na_2S , Ca_2C
- Αμέταλλο-αμέταλλο: NF_3 , HF , HCl , HBr , HI
- Μέταλλο –ρίζα: $NaClO$, $NaClO_2$, $KClO_3$, $KClO_4$, $Fe(ClO_4)_3$, $Ca_3(PO_4)_2$, K_2HPO_4 , NaH_2PO_4 , $KHSO_4$, K_2CrO_4 , $K_2Cr_2O_7$,
- Οξέα: $HClO$, $HClO_2$, $HClO_3$, HNO_2 , HNO_3 , H_2SO_3 , H_2SO_4 , H_3PO_3 , H_3PO_4 , H_2CO_3 , H_2CrO_4 , H_3BO_3 , H_4SiO_4 ,
- Οξείδια αμετάλλου: N_2O_5 , N_2O_4 , N_2O_3 , N_2O_2 , N_2O , NO_2 , NO , H_2O , H_2O_2

Παρατηρήσεις-Συμπεράσματα: Από τις απαντήσεις των φοιτητών στις συνεντεύξεις που έγιναν μπορούν να σημειωθούν οι πιο κάτω παρατηρήσεις και συμπεράσματα:

- Σχέση Ελληνικής και αγγλικής ονοματολογίας στη διαδικασία μάθησης:**
 - Η ονοματολογία στην αγγλική γλώσσα/γραφή των ονομάτων χημικών ουσιών, έχει μεγαλύτερη λογική. Είναι ευκολότερο να γραφτούν τα ονόματα των ενώσεων, όταν είναι γνωστοί οι κανόνες και η ονοματολογία των συστατικών μερών της χημικής ένωσης, στη Αγγλική γλώσσα από ότι στην Ελληνική.
 - Η «αντίστροφη» γραφή της ονοματολογίας στην ελληνική γλώσσα δημιουργεί σύγχυση.
- Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της ελληνικής γλώσσας-ορθογραφία και σύνταξη:**

Η ορθογραφία και η σύνταξη της ονοματολογίας στην ελληνική γλώσσα, αποτελεί επιπρόσθετη δυσκολία σε σχέση με την αγγλική γλώσσα.

 - Λόγω των χαρακτηριστικών της ελληνικής γλώσσας που απαιτούν τη χρήση «άρθρων» [π.χ. Οξείδιο του Νατρίου] για την ορθή απόδοση του ονόματος προκαλούνται επιπρόσθετες δυσκολίες στη γραφή, με αποτέλεσμα «το λάθος».
 - Σημειώνεται ότι οι ελλείψεις στην γνώση της ελληνικής γλώσσας/ορθογραφίας, είχαν τις επιπτώσεις τους και στη γραφή της ονοματολογίας των χημικών ενώσεων στην ελληνική γλώσσα. [«οξύδιο», «οξείδιο (του) νατρίου»]
- Η επίδραση της προηγούμενης σχολικής γνώσης: Η προηγούμενη γνώση που φέρνουν οι μαθητές επηρεάζει τη διαδικασία για τη νέα μάθηση.**
 - Η διαφορετική προσέγγιση στην ονοματολογία που χρησιμοποιείται σε επίπεδο Σχολείου σε σχέση με την κατά IUPAC, αποτελεί δυσκολία στη γραφή της ονοματολογίας στην ελληνική γλώσσα π.χ. Στο σχολείο χρησιμοποιείται η ονομασία «χλωριούχο νάτριο» αντί «χλωρίδιο του νατρίου». Η αλλαγή της προσέγγισης-διγλωσσία στην ονοματολογία, λόγω της προηγούμενης γνώσης, παρεμβαίνει και δημιουργεί εμπόδια στη μάθηση της κατά IUPAC επιστημονικής προσέγγισης για την ονοματολογία.
 - Η συνοδεία των βαθμού οξείδωσης στα μέταλλα: Η ονοματολογία των χημικών τύπων/ενώσεων μετάλλων με συνοδεία του βαθμού οξείδωσης, (όπως π.χ. PbI_2 , $FeBr_2$,

FeO CuCl₂, CuCl, CuO, κλπ) ήταν μια άλλη συχνή παραβίαση των κανόνων- είτε στην ελληνική, είτε στην αγγλική. Από τις συνεντεύξεις φάνηκε ότι οι φοιτητές δεν είχαν υιοθετήσει τη γραφή αυτή για διάφορους λόγους: Είτε από έλλειψη γνώσης, είτε από «απροσεξία», είτε από «συνήθεια», γιατί στο σχολείο, στο μάθημα της χημείας δεν θεωρείτο «απαραίτητο» χαρακτηριστικό του ονόματος. Χαρακτηριστική ήταν η εξήγηση από ένα φοιτητή, ο οποίος συνόδευε το όνομα της χημικής ένωσης (οξειδίου μετάλλου, άλατος) με το βαθμό οξείδωσης, και είπε: «έτσι το γράφαμε στο σχολείο». Αντιθέτως, οι περισσότεροι φοιτητές δήλωναν ότι «μα έτσι τα γράφαμε στο σχολείο» ή «δεν το θεωρούσαμε σημαντικό».

c. Γραφή της κατάστασης στην οποία βρίσκονται οι χημικές ουσίες: Δυσκολίες εντοπίστηκαν στην ονοματολογία χημικών ενώσεων του τύπου HF, HI-αν θα θεωρούνταν οξέα ή όχι. Σημειώνεται ότι γενικά δεν χρησιμοποιείται σε επίπεδο σχολείου ο χαρακτηρισμός της κατάστασης της χημικής ένωσης στις χημικές αντιδράσεις- όταν π.χ. γράφονται χημικές αντιδράσεις οξέων, βάσεων κλπ. Οι χημικοί τύποι που δόθηκαν στο εξεταστικό δοκίμιο δεν συνοδεύονταν από την κατάσταση της χημικής ένωσης [αέριο, υδατικό διάλυμα, στερεό κλπ] Εξαιρέση αποτέλεσε μια φοιτήτρια από την Ελλάδα, η οποία δήλωσε ότι είχαν αυτή την προσέγγιση σε επίπεδο σχολείου.

d. Συστηματική διδασκαλία ονοματολογίας των ανόργανων χημικών ουσιών σε Γυμνάσιο και Λύκειο στην Κύπρο: Το θέμα της ονοματολογίας διδάσκεται σε επίπεδο Γυμνασίου (η Χημεία διδάσκεται μια περίοδο ανά εβδομάδα) και πολύ επιφανειακά και μάλιστα μετά τη διδασκαλία ενοτήτων που αφορούν οξέα, βάσεις, άλατα, εξουδετέρωση, όπου οι μαθητές καλούνται να χρησιμοποιούν ονοματολογία χωρίς να την έχουν διδαχθεί. Γενικά η αφιέρωση επαρκούς χρόνου για διδασκαλία του συμβολισμού της χημείας απουσιάζει από το Γυμνάσιο [2-3 περίοδοι για ολόκληρη τη σχολική χρονιά]. Στη συνέχεια της σχολικής ζωής στο Λύκειο, θεωρούνται «όλα γνωστά» τα περί ονοματολογίας. Συστηματική διδασκαλία ονοματολογίας δεν περιλαμβάνεται στον Προγραμματισμό Χημείας στο Ενιαίο Λύκειο, στην Ανόργανη χημεία (στη Γ Λυκείου, διδάσκεται μόνο Οργανική χημεία και η συστηματική ονοματολογία της). Σημειώνεται ότι στο προηγούμενο σύστημα Λυκείου Επιλογής Μαθημάτων, διδασκόταν η συστηματική ονοματολογία στην Α Λυκείου, και η Χημεία διδασκόταν σε περισσότερες διδακτικές περιόδους. Τα όποια προβλήματα, δυσκολίες, παρανοήσεις, για το συμβολισμό -ονοματολογία, αν δεν αντιμετωπιστούν έγκαιρα και αποτελεσματικά, συνοδεύουν τη μαθησιακή διαδικασία και συνεχίζουν να παρεμποδίζουν τη μάθηση των μετέπειτα επιστημονικών εννοιών.

e. Γνώση ελληνικής γλώσσας: Η έλλειψη βασικών γνώσεων δυσχεραίνει την προσπάθεια αποτύπωσης της κατά IUPAC ονοματολογίας των χημικών ενώσεων. Αυτό έγινε φανερό λόγω της ύπαρξης αρκετών λαθών τα οποία οφείλονταν αποκλειστικά σε κακή χρήση της Ελληνικής γλώσσας (ορθογραφικά, συντακτικά λάθη, κλπ). Αυτό ενδεχομένως να οφείλεται στο γεγονός ότι κατά τη διδασκαλία μαθημάτων χημείας στο σχολείο, δεν δίνεται η απαραίτητη βαρύτητα στη μάθηση της «ορθογραφίας» και της σύνταξης της ονοματολογίας. Μερικά ορθογραφικά λάθη τα οποία βρέθηκαν σε σημαντικό αριθμό γραπτών είναι («χλόριο», «φθώριο», «οξύδιο», κλπ).

Εισηγήσεις:

- I. Συστηματική ονοματολογία των ανόργανων χημικών ενώσεων στο Γυμνάσιο και Λύκειο σύμφωνα με την IUPAC
- II. Σημασία στη μάθηση ελληνικής γλώσσας (ορθογραφίας-σύνταξη) και στη σχέση της ελληνικής γλώσσας με την επιστημονική γλώσσα
- III. Εισαγωγή στοιχείων ονοματολογίας και στην αγγλική γλώσσα, στην τελευταία τάξη του Λυκείου σε προγράμματα κατεύθυνσης. Η γνώση της ονοματολογίας στην Αγγλική αποτελεί

εφόδιο σημαντικό για το εργαστήριο, την εύρεση και ανάγνωση διεθνούς βιβλιογραφίας και γενικά για την περαιτέρω ακαδημαϊκή πορεία.

Βιβλιογραφία:

1. Abraham, M.R., Grzybowski E.B., Renner, J.W. and Marek, E.A. (1992). Understandings and misunderstandings of eighth graders of five Chemistry concepts found in textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 105-120.
2. Αργυρίδου Σ. και Κουμίδης Κ., (1997) «Χημεία-Επιλογής, Α Λυκείου, ΥΑΠ, Υπ.ΠΠ, Λευκωσία, Κύπρος
3. T. L. Brown, H. E. LeMay Jr, B. E. Bursten, C. J. Murphy, “Chemistry. The Central Science”, 10th ed., Pearson Educ. Int., Upper Saddle River NJ, USA (2006)
4. Βαλανίδου Χρ., «Νέα Αναλυτικά Προγράμματα-Χημείας [ΝΑΠ-Χ] -Κύπρου Προβληματική Ακολουθία Εννοιών-Περιεχομένου-Προαπαιτούμενης γνώσης. Πρόταση για νέα προσέγγιση»,(2012) 1ο Συνέδριο Διδακτικής Χημείας, ΕΕΧ-ΠΕΕΧ, Αθήνα
5. Driver, R. (1981). Pupils' alternative frameworks in science. *European Journal of Science Education*, 3, 93-101.
6. Friedel, A.W. & Maloney, D.P. (1992). An exploratory, classroom-based investigation of students' difficulties with subscripts in chemical formulas. *Science Education*, 76, 65-78.
7. J. C. Kotz, P. M. Treichel, G. C. Weaver, “ Chemistry and Chemical Reactivity”, 6th ed., Thomson Brooks/Cole, Belmont CA, USA (2006)
8. Κόκκοτας, Π. (1998) (επιμ.): Οικο-Δομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών: Μια Παγκόσμια Σύνοψη των Ιδεών των Παιδιών, (μετφρ.) των Driver R., Squires A., Rushworth P., Wood-Robinson V. Αθήνα: Τυπωθήτω.
9. Κουλαϊδής, Β. & Χατζηνικήτα Β. (2001). Στρατηγικές αντιμετώπισης των αντιλήψεων των μανθανόντων. Στο Διδακτική των Φυσικών Επιστημών σ.75-97. Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.
10. Lynch, P.P. & Jones, B.J.(1995).Students' alternative frameworks: Towards a linguistic and cultural interpretations. *Intern.Journal of Science Education*, 17, 107-118.
11. Α. Τασιόπουλος και Α. Κεραμιδάς, (2010) Σημειώσεις μαθήματος «Εισαγωγή στη Χημεία», Τμήμα Χημείας, Πανεπιστήμιο Κύπρου.

Ιστοσελίδα Υπ.Π.Π., Μέση Εκπαίδευση,

<http://www.schools.ac.cy/eyliko/mesi/themata/chimeia/programmatismoι.html>

Χημική ονοματολογία, μυθολογία, ιστορία και γλώσσα: Το όνομα του στοιχείου “σίδηρος”¹

Μανώλης Γασπαράκης
Χημικός, Εκπαιδευτικός, PhD

1. Το χαμένο ιδανικό της ενότητας της γνώσης

Το πρότυπο του *Homo Universalis*, του καθολικού ανθρώπου ο οποίος ενσωματώνει όλα τα ιδανικά της Αναγέννησης, έχει εγκαταλειφθεί από την σύγχρονη κοινωνία εδώ και πολλά χρόνια. Τα σύγχρονα εκπαιδευτικά συστήματα αντιλαμβάνονται τη γνώση ως επιμέρους γνωστικά αντικείμενα και μαθήματα, χωρίς να ενδιαφέρονται για την ενότητα που ήταν το ιδανικό της Αναγέννησης και του Διαφωτισμού. Μία άμεση συνέπεια της ουσιαστικής απόρριψης του ιδανικού της ενότητας της γνώσης είναι η πόλωση, η οποία παρατηρείται τουλάχιστον από τις αρχές του 20^{ου} αιώνα μέχρι σήμερα, μεταξύ των διανοουμένων των γραμμάτων (*literary intellectuals*) και των επιστημόνων (φυσικών, χημικών, βιολόγων, κλπ.). Τον Αύγουστο του 1882, ο Matthew Arnold (1822-1888), ποιητής, κριτικός λογοτεχνίας και Επιθεωρητής Εκπαίδευσης, προσκλήθηκε από το Πανεπιστήμιο του Cambridge να δώσει την ετήσια διάλεξη Rede με τίτλο “Λογοτεχνία και Επιστήμη”. Στην ομιλία του ο Arnold τόνισε ότι δεν πρέπει να αντιλαμβανόμαστε τον όρο “λογοτεχνία” (*literature*) με την στενή έννοια των *belles lettres*, αλλά με μία ευρεία έννοια η οποία πρέπει να περιλαμβάνει όλα τα μεγάλα κλασσικά έργα, όπως τα *Στοιχεία του Ευκλείδη*, τα *Principia* του Νεύτωνα και την *Καταγωγή των Ειδών* του Δαρβίνου. Αρκετά χρόνια αργότερα, τον Μάιο του 1959, ο χημικός – φυσικός και λογοτέχνης C.P.Snow (1905-1980) έδωσε την ίδια διάλεξη Rede με τίτλο “Οι Δύο Κουλτούρες” (*The Two Cultures*), το θέμα της οποίας ήταν το χάσμα και η πόλωση που παρατηρείται μεταξύ των ανθρωπιστικών σπουδών και των θετικών επιστημών.

Στο τέλος της διάλεξης ο Snow τόνισε:

*Το γεφύρωμα του χάσματος ανάμεσα στις κουλτούρες μας είναι μία αναγκαιότητα, τόσο με την πιο αφηρημένη πνευματική έννοια όσο και με την πιο πρακτική. Όσο αυτές οι δύο έννοιες αναπτύσσονται χώρια, τότε καμία κοινωνία δεν θα είναι σε θέση να σκεφτεί με σύνεση.*²

Ο σπουδαίος βιολόγος και στοχαστής Edward O. Wilson υποστηρίζει ότι:

*Το μεγαλύτερο εγχείρημα του νου ήταν και θα είναι πάντα η επιχειρούμενη σύνδεση των θετικών επιστημών με τις ανθρωπιστικές σπουδές. Η συνεχιζόμενη κατάτμηση της γνώσης και το συνακόλουθο χάος στη φιλοσοφία δεν είναι αντανάκλασεις του πραγματικού κόσμου, αλλά των τεχνημάτων της ευρυμάθειας. Οι αντικειμενικές αποδείξεις, κυρίως από τις φυσικές επιστήμες, ευνοούν όλο και περισσότερο τις προτάσεις του αυθεντικού Διαφωτισμού.*³

Δεν διστάζω να θεωρήσω την παρούσα προσπάθεια ετυμολογικής ερμηνείας της λέξης “σίδηρος” ως μία πρόταση “γεφυρώματος του χάσματος ανάμεσα στις δύο κουλτούρες” και ένα παράδειγμα χημικής ονοματολογίας το οποίο συμβάλλει στην ενότητα της γνώσης⁴.

2. Η παράξενη λέξη “σίδηρος”

Στο κλασσικό έργο των Liddell, Scott αναφέρεται ότι μόνο η ελληνική γλώσσα χρησιμοποιεί την λέξη “σίδηρος” σαν όνομα του γνωστού μετάλλου⁵, ενώ στα ετυμολογικά λεξικά συνήθως αναφέρεται ως άγνωστης ή αβέβαιης ετυμολογίας⁶. Όμως, φαίνεται να υπάρχουν

αρκετά στοιχεία τα οποία υποδεικνύουν με αρκετή ασφάλεια μία πιθανή ετυμολογική ερμηνεία.

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται λέξεις ινδοευρωπαϊκών γλωσσών που παραπέμπουν, τουλάχιστον ηχητικά, στη λέξη “σίδηρος”.

Πίνακας 1

Λέξη	Γλώσσα	Παραπομπές
sidus = άστρο	Λατινική	7, 8
sidereus = αυτό που ανήκει στα άστρα, αστέριος.	Λατινική	8
sidereal ή sideral = αυτό που σχετίζεται με τα άστρα. Π.χ. sidereal day = αστρική ημέρα με διάρκεια 23 h 56 min 4,09 s . Πιθανή προέλευση από την λιθουανική ρίζα svidu (λάμπω) και την ινδοευρωπαϊκή sweid (λάμπω).	Αγγλική	9 – 11
Σίντιες = βαρβαρικός λαός της Λήμνου που ήταν πειρατές. Η λέξη προέρχεται από το ρήμα σίνομαι = βλάπτω.	Ελληνική	5, 12 – 15

Είναι φανερό ότι η λέξη “σίδηρος” έχει σχέση, τουλάχιστον ηχητική, με τα άστρα και την λεηλασία και καταστροφή. Άραγε, αυτή η σχέση είναι μόνο ηχητική;

3. Ο σίδηρος, ο ουρανός και η αναφορά στην καταστροφή

Υπάρχουν αρκετά στοιχεία τα οποία υποδεικνύουν ότι ο άνθρωπος γνώρισε για πρώτη φορά τον σίδηρο από μετεωρικά θραύσματα ^{16,17}. Στις πινακίδες της Kültepe (αρχαιολογική περιοχή κοντά στην Καπαδοκία της Τουρκίας) οι οποίες χρονολογούνται περίπου στο 1950 π.Χ., ο σίδηρος αναφέρεται ως μέταλλο μετεωρικής προέλευσης ¹⁸. Σίδηρος μετεωρικής προέλευσης ήταν γνωστός στην αρχαιότητα και ο Πλίνιος ο Πρεσβύτερος αναφέρει ότι το 53 π.Χ. έπεσε μετεωρικός σίδηρος στην περιοχή Lucania της Ν.Ιταλίας ¹⁹. Οι Αιγύπτιοι πίστευαν ότι ο ουρανός αποτελείται από μία σιδερένια πλάκα και στα αιγυπτιακά ιερογλυφικά ο σίδηρος ονομαζόταν baa-en-pet (baa = σίδηρος, en = από, διαμέσου, pet = ουρανός), δηλαδή “σίδηρος από τον ουρανό” ²⁰. Είναι, επίσης, ενδιαφέρουσες οι μυθολογικές αναφορές στον σίδηρο οι οποίες πιθανόν να υπονοούν αναμνήσεις ουράνιας προέλευσης. Έτσι, ο Δίας πέταξε από τους ουρανούς τον Ήφαιστο, τον σιδηρουργό θεό, ο οποίος μετά από μία ολόημερη πτώση έπεσε στη Λήμνο όπου λατρεύτηκε από τους Σίντιες, τον βαρβαρικό λαό που ζούσε από την πειρατεία. Ακόμα, ο Δίας κρέμασε την Ήρα μ’ένα χρυσό σκοινί και στα πόδια της έδεσε δύο αμόνια. Η ομηρική έκφραση *σιδήρεος ουρανός*, η οποία έχει προκαλέσει πολλές συζητήσεις για τη γλώσσα των χρωμάτων της ομηρικής εποχής ²¹, ίσως είναι απόηχος της μετεωρικής προέλευσης του σιδήρου. Η λατινική λέξη sidus = αστέρι, προέρχεται από την σανσκριτική ρίζα svid = ιδρώνω, τήκω (λιώνω) και στη σανσκριτική γλώσσα svedana = σιδερένια πλάκα, και sidhya είναι το όνομα του αστερισμού Pushya. Είναι, λοιπόν, αρκετά πιθανόν οι λέξεις σίδηρος – swidus – svedana – svid – sidus – sidhya να έχουν κοινή ρίζα και προέλευση.

4. Σίδηρος, μυθολογία, ινδοευρωπαϊκές γλώσσες και δυτική Ασία

Η δυτική Ασία είναι μία περιοχή ιδιαίτερου ενδιαφέροντος επειδή φαίνεται να είναι η κοιτίδα σημαντικών σταθμών της ανθρώπινης ιστορίας. Έτσι, οι ρίζες της αρχέγονης (protolanguage) ινδοευρωπαϊκής γλώσσας, από την οποία προέρχεται η ελληνική και η σανσκριτική, εντοπίζονται στη δυτική Ασία²² και η μεταλλουργία του σιδήρου φαίνεται ότι ανακαλύφθηκε σ' ένα κέντρο της ΝΔ Ασίας και αργότερα εξαπλώθηκε σε άλλες περιοχές¹⁸. Σύμφωνα με την μυθολογία^{23, 24}, η πρώτη κατεργασία ορυκτών του σιδήρου ξεκίνησε από τους Ιδαίους Δακτύλους στη Φρυγία του Ελλησπόντου της Δ.Ασίας και πρέπει να σημειωθεί ότι η λέξη “*ίδη*” έχει την έννοια της λάμψης του μετάλλου⁵. Επίσης, οι αρχαίοι Έλληνες πίστευαν ότι η καταγωγή τους ήταν από την δυτική Ασία και στον μύθο της αργοναυτικής εκστρατείας η θέση της μυθικής Κολχίδας εντοπίζεται στην περιοχή του Καυκάσου η οποία ήταν, σύμφωνα με τον Στράβωνα²⁵, πλούσια σε σίδηρο.

Το γεγονός ότι η δυτική Ασία υπήρξε η κοιτίδα τόσο της αρχέγονης ινδοευρωπαϊκής γλώσσας όσο και της μεταλλουργίας του σιδήρου, μπορεί να ερμηνεύσει την παρατήρηση ότι υπάρχουν αρκετά μυθολογικά και γλωσσολογικά στοιχεία με κοινή αναφορά στον σίδηρο.

Ακόμα και σήμερα μπορούμε να εντοπίσουμε ενδιαφέροντα ιστορικά στοιχεία σε δυσνόητες σύγχρονες γλωσσικές εκφράσεις. Για παράδειγμα, η αγγλική έκφραση “*mad as a hatter*” (τρελλός σαν καπελάς) δηλώνει τα συμπτώματα παράνοιας τα οποία είχαν παρατηρηθεί σε πολλούς τεχνίτες κατασκευής καπέλων, ως αποτέλεσμα της χρόνιας δηλητηρίασης από την χρήση υδραργύρου κατά την επεξεργασία της γούνας που χρησιμοποιούσαν για το φοδράρισμα του καπέλου²⁶.

5. Συμπέρασμα

Υπάρχουν αρκετά στοιχεία τα οποία υποστηρίζουν την άποψη ότι η ανάμνηση της πτώσης μετεωρικού σιδήρου έχει διασωθεί σε μύθους που αναφέρονται στον Ήφαιστο, τον σιδηρουργό θεό και ίσως στην ομηρική έκφραση *σιδήρεος ουρανός*. Στην περιοχή της Δ.Ασίας εντοπίζονται τόσο οι απαρχές της αρχέγονης ινδοευρωπαϊκής γλώσσας όσο και της μεταλλουργίας του σιδήρου, ώστε να είναι πιθανόν η ετυμολόγηση της λιθουανικής λέξης *swidus* = λαμπερός και της σανσκριτικής *svedani* = σίδηρος να ανάγεται στην ανάμνηση της πτώσης μετεωρικού σιδήρου.

6. Παραπομπές

1. Μία πρώτη παρουσίαση της ετυμολογίας της λέξης “σίδηρος” δημοσιεύτηκε από τον γράφοντα στο περιοδικό Σύγχρονη Εκπαίδευση, Τεύχος 56, 58-60 (1991), με τίτλο: “*Η επιβίωση της ανάμνησης της πτώσης μετεωρικού σιδήρου: Μυθολογικά και γλωσσολογικά στοιχεία*”.
2. C.P.Snow, *Οι δύο κουλτούρες*. Εκδόσεις Ελληνικά Γράμματα (1995), σε μετάφραση Μ.Τζιαντζή, σ. 128.
3. E.O.Wilson, *Σύναλμα*. Εκδόσεις Σύναλμα (1999), σε μετάφραση Σ.Σφενδουράκη, σ. 23.
4. Μανώλης Γασπαράκης, *Περισκοπώντας την ενότητα της γνώσης: Επιστήμη και λογοτεχνία (I, II, III, IV)*. Σύγχρονη Εκπαίδευση (2007): Τεύχος 148 (170-175), Τεύχος 149 (132-137), Τεύχος 150 (96-102), Τεύχος 151 (190-197).
5. H.G.Liddell & R.Scott, *Μέγα Λεξικόν της Ελληνικής Γλώσσης*. Εκδοτικός Οίκος “Ι.Σιδέρης” (χ.χ.)
6. Για παράδειγμα, ο Γ.Δ.Μπαμπινιώτης στο *Ετυμολογικό Λεξικό της Νέας Ελληνικής Γλώσσας* (Κέντρο Λεξικολογίας, Αθήνα 2009) αναφέρει (σελ. 1267) ότι “*πρόκειται πιθανόν για αρχαίο δάνειο, αλλά χωρίς εξακριβωμένη προέλευση*” και ότι “*βασική αιτία της ετυμολογικής*

αβεβαιότητας για το αρχ.ουσ. **σίδηρος** είναι ότι το μέταλλο αυτό δεν φαίνεται να ήταν γνωστό στους ινδοευρωπαϊκούς λαούς. ”

7. Στέφανου Κουμανούδη, *Λεξικόν Λατινοελληνικόν*. Εκδόσεις Γρηγόρη (1972).
8. Ch.T.Lewis, Ch.Short, *A Latin Dictionary*. Oxford, Clarendon Press (1975).
9. *The Oxford English Dictionary, Vol. IX*. Oxford, Clarendon Press (1970).
10. *Longman Dictionary of Contemporary English (2nd edition)*. Longman (1987).
11. *Websters New World Dictionary of the American Language (2nd College Edition)*. William Collins (1978).
12. Ι.Δρ.Σταματάκου, *Λεξικόν της Αρχαίας Ελληνικής Γλώσσης*. Βιβλιοπρομηθευτική (1999).
13. F.G.Sturzius, *Etymologicum Graecae Linguae Gudianum*. Georg Olms Verlag (1973).
14. T.Gaisford (Ed.), *Etymologicon Magnum*. Adolf M.Hakkert Publisher (1967).
15. Π.Χ.Δορμπαράκη, *Επίτομον Λεξικόν της Αρχαίας Ελληνικής Γλώσσης, Ετυμολογικόν- Ερμηνευτικόν*. Βιβλιοπωλείον της Εστίας (1998).
16. J.F.Healy, *Mining and Metallurgy in the Greek and Roman World*. Thames and Hudson (1978), p. 139.
17. H.M.Leicester, *The Historical Background of Chemistry*. Dover Publications (1971), p. 5.
18. Th.A.Wertime, *The Beginnings of Metallurgy: A New Look*. Science, Vol. 182, 875-887 (1973).
19. Pliny, *Natural History (Book II)*. The LOEB Classical Library, Harvard University Press (1943), p. 147.
20. E.A.Wallis, *First Steps in Egyptian: A Book*. Φωτομηχανική ανατύπωση της αρχικής έκδοσης του 1895, Forgotten Books (2013).
21. Guy Deutscher, *Through the Language Glass: Why the World Looks Different in Other Languages*. Arrow Books (2011).
22. Th.V.Gamkrelitze, V.V.Ivanov, *The Early History of Indo-European Languages*. Scientific American 262(3), 82-89 (1990).
23. *The Geography of Strabo (Book X)*. The LOEB Classical Library, Harvard University Press (1969), Vol. V, p. 116.
24. K.Kerenyi, *Η μυθολογία των Ελλήνων*. Εκδόσεις Γαλαξία (1968), σε μετάφραση Δ.Λ.Σταθόπουλου, σ.σ. 96-97.
25. *The Geography of Strabo (Book II)*. The LOEB Classical Library, Harvard University Press (1969), Vol. I, p. 166.
26. J.Emsley, *The Elements of Murder: A History of Poison*. Oxford University Press (2005), p. 52.

**ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ
ΤΗΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΟΡΟΛΟΓΙΑΣ & ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΣ IUPAC**

Παναγιώτης Α. Σίσκος
Καθηγητής του Πανεπιστημίου Αθηνών
Εργαστήριο Χημείας Περιβάλλοντος



1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ονοματοδοσία των εκατοντάδων χιλιάδων χημικών ενώσεων, χημικών όρων και εννοιών, αποτελεί σημαντικό πρόβλημα, που προσπαθεί να αντιμετωπίσει η Διεθνής Ένωση για την Καθαρή και Εφαρμοσμένη Χημεία (IUPAC). Η προσαρμογή της ελληνικής χημικής ονοματολογίας σ αυτή άρχισε από την Ένωση Ελλήνων Χημικών και με τη συμβολή του Ελληνικού Οργανισμού Τυποποίησης (ΕΛΟΤ), με τη συγκρότηση της TE-36, χημικής ορολογίας.

Το σημαντικό αυτό έργο, απαραίτητο για την εναρμόνιση της χημικής επιστήμης και τεχνολογίας στη χώρα μας, συνεχίζεται και ολοκληρώνεται παρά τις δυσκολίες που παρουσιάζει και τις αντίξοες καταστάσεις που χρειάζεται να αντιμετωπιστούν. Το παρόν **1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ονοματολογίας και Ορολογίας της Χημείας** συμβάλλει προς την κατεύθυνση της ενημέρωσης και του προβληματισμού στο σημαντικό αυτό πεδίο δράσης των χημικών.

Ως σήμερα έχουν αποδοθεί στην ελληνική γλώσσα η ονοματολογία και η ορολογία που αναφέρονται στον τομέα της Φυσικοχημείας, της Ανόργανης Χημείας, της Οργανικής Χημείας, της Μακρομοριακής Χημείας η των Πολυμερών, της Αναλυτικής Χημείας, της Βιοχημείας και προβλέπεται προσεχώς η απόδοση στην ελληνική της Κλινικής Χημείας και της Χημικής Ορολογίας.

2. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΩΝ ΕΞΙ ΤΟΜΩΝ ΤΗΣ IUPAC.

Η Ένωση Ελλήνων Χημικών ως μέλος της IUPAC, έχοντας υπόψη της τον δημοσιευμένο πλούτο στον τομέα της χημικής ονοματολογίας και ορολογίας, αποφάσισε το 1996 να αναθέσει σε πανεπιστημιακούς καθηγητές, έναντι συμβολικής δαπάνης, την απόδοση στην ελληνική των 6 τώμων ονοματολογίας, όπως φαίνεται στον Πίνακα 1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.

ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΟΡΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟΥΣ ΚΛΑΔΟΥΣ ΤΗΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ

A/A	ΤΙΤΛΟΣ	ΣΕΛ.	ΕΚΔ.	ΕΤΟΣ	ΧΡΩΜΑ BOOK	ΜΕΤΑΦΡΑΣΤΗΣ 1996-1998
1.	<i>Quantities, Units and Symbols in Physical Chemistry</i>	176	2 nd 3 rd	1993 2007	Green	Ν. Κατσάνος Γ. Καραϊσκάκης
2.	<i>Nomenclature of Inorganic Chemistry</i>	278	3 rd 4 rd	1990 2005	Red	Ν. Χατζηλιάδης
3.	<i>Nomenclature of Organic Chemistry</i>	224	1 st 2 nd	1994 2013	Blue	Δ. Νικολαΐδης Ευ. Βαρελά
4.	<i>Compendium of Macromolecular Nomenclature</i>	192	2 nd 3 rd	1992 2008	Purple	Ν. Χατζηχρηστίδης Χ.Ευστρατιάδης
5.	<i>Compendium of Analytical Nomenclature</i>	288	1 st 2 nd 3 rd	1978 1987 1998	Orange	Κ. Ευσταθίου Φ. Πιπεράκη Π. Σίσκος
6.	<i>Biochemical Nomenclature and Related Documents</i>	348	2 nd	1992	White	Δ. Κυριακίδης
7.	<i>Compendium of Terminology and Nomenclature of Properties in clinical Laboratory Sciences</i>	336	2 nd	1995	Silver	-
8.	<i>Compendium of Chemical Terminology</i>	456	1 st 2 nd	1987 1997	Gold	-
9.	<i>Principles of Chemical Nomenclature</i>	133	1 st 2 nd	1998 2011		-

3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η σημαντική εργασία που έγινε πριν από περίπου 15 έτη δεν αξιοποιήθηκε επαρκώς για διάφορους λόγους. Με την ευκαιρία του παρόντος Συνεδρίου του Τμήματος Παιδείας της ΕΕΧ, προτείνω η αξιοποίηση κατά τον προσφορότερο τρόπο αυτού του υλικού προς όφελος των χημικών που έχουν ενδιαφέρον στον τομέα της ορολογίας και ονοματολογίας.

4. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. *Nomenclature of Organic Chemistry (IUPAC recommendations 2013 and Preferred IUPAC Names)*, [Royal Society of Chemistry](#), 2013, Edited by H A Favre and W H Powell. [ISBN 978-0-85404-182-4] in press

2. *Compendium of Chemical Terminology*, Blackwell Scientific Publications, 1987. Edited by V Gold, K L Loening, A D McNaught and P Sehmi. [ISBN 0-632-01765-1; 0-632-01767-8 (pbk)] Second edition, 1997. Edited by A D McNaught and A Wilkinson [ISBN 0-8-654-26848]. [See also [web version](#)]

3. *Quantities, Units and Symbols in Physical Chemistry*, 3rd edition, RSC Publishing, 2007 (2011 3rd reprint). Prepared by E.R. Cohen, T. Cvitaš, J.G. Frey, B. Holmström, K. Kuchitsu, R. Marquardt, I. Mills, F. Pavese, M. Quack, J. Stohner, H.L. Strauss, M. Takami and A.J. Thor. [RSC Publishing](#) [ISBN 9780-85404-433-7] Also available in [PDF format \(2.47 MBt\)](#).

4. *Compendium of Analytical Nomenclature*, edited by H M N H Irving, H Freiser and T S West, Pergamon, Oxford, 1978. [ISBN 0-08-022008-8]; 2nd edition, edited by H Freiser and G H Nancollas, Blackwell Scientific Publications, 1987. [ISBN 0-632-01907-7]; 3rd edition, edited by J Inczedy, Blackwell Scientific Publications, 1998. [ISBN 0-86542-615-5] An [electronic version](#) is available.

5. *Compendium of Polymer Terminology and Nomenclature, IUPAC recommendations 2008* [RSC Publishing](#), 2009 [ISBN 978-0-85404-491-7] (revised version of the next entry)

Compendium of Macromolecular Nomenclature, Blackwell Scientific Publications, 1991. Edited by W V Metanomski. [ISBN 0-632-02846-7; 0-632-02847-5 (pbk)]

6. *Nomenclature of Inorganic Chemistry: IUPAC Recommendations 2005*, 2005, [Royal Society of Chemistry](#). Edited by N G Connelly and T Damhus (with R M Hartshorn and A T Hutton) [ISBN 0-85404-438-8]. Also available [PDF format \(4.13 MBt\)](#). For corrections [click here](#).

7. *Compendium of Terminology and Nomenclature of Properties in Clinical Laboratory Sciences*, Blackwell Science, 1995. Edited by J C Rigg, S S Brown, R Dybkaer and H Olesen. [ISBN 0-865-426120]

8. *Biochemical Nomenclature and Related Documents*, 2nd edition, Portland Press, 1992. Edited C Liébecq. [ISBN 1-85578-005-4]

9. *Principles of Chemical Nomenclature; A Guide to IUPAC Recommendations*, 2011 edition, [Royal Society of Chemistry](#), 2011, edited by G J Leigh [ISBN 978-1-84973-007-5].

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΟΡΩΝ

Αναστάσιος Βάρβογλης

Καθηγητής Οργανικής Χημείας Παν. Θεσ/κης

Η ιστορία των λέξεων – η ετυμολογία στην απλούστερη εκδοχή της – είναι μια υπόθεση που πρέπει να ενδιαφέρει κάθε μορφωμένο άνθρωπο. Για εμάς τους χημικούς που διαθέτουμε τόσο πλούσια χημική διάλεκτο, υπάρχει ένα επιπλέον κίνητρο αφού πολλές ονομασίες έχουν αντληθεί από τη γλώσσα μας. Είναι λοιπόν καλό να γνωρίζουμε την προέλευση των χημικών όρων, ιδίως όταν προέρχονται από αρχαίες ελληνικές λέξεις που άλλες έφτασαν αναλλοίωτες ως τις μέρες μας, ενώ άλλες υπέστησαν τις αναπόφευκτες λεξιλογικές αντιδράσεις, σε σημείο που να μην είναι πλέον αναγνωρίσιμες. Αλλά και οι λατινικής ή αραβικής καταγωγής λέξεις δεν στερούνται ενδιαφέροντος, κάποιες μάλιστα έχουν άμεση συγγένεια με αντίστοιχες ελληνικές.

Στοιχεία

Στην ομιλία μου θα αναφερθώ κυρίως σε όρους που προέρχονται από σχετικά άγνωστες ή με άλλη σημασία αρχαίες ελληνικές λέξεις. Αρχίζω με το κοβάλτιο για την ετυμολογία του οποίου αναφέρεται ότι προήλθε, μαζί με το νικέλιο, από τα δύο κακοποιά πνεύματα των γερμανών μεταλλουργών, Kobold και Nickel. Προ καιρού ανακάλυψα τυχαία διαβάζοντας ελληνική μυθολογία ότι από την αρχαιότητα η εξόρυξη των μεταλλευμάτων είχε συνδεθεί με δεισιδαιμονίες, επειδή οι άνθρωποι πίστευαν ότι εισχωρώντας στα έγκατα της γης ενοχλούσαν τις χθόνιες θεότητες και παραβίαζαν την τάξη των πραγμάτων. Γι' αυτό είχαν θεσπίσει τελετουργικές πράξεις που αποσκοπούσαν στον εξευμενισμό των πνευμάτων. Από αρχαιολογικά ευρήματα στην Κόρινθο είναι γνωστό ότι και οι αγγειοπλάστες είχαν τους δικούς τους εχθρικούς δαίμονες, με ταιριαστά ονόματα όπως Σύντριψ, Θραύστης και Άσβητος. Τα κακοποιά φαντάσματα που προκαλούσαν στα μεταλλεία πτώσεις των στοών και εκρήξεις ονομάζονταν Κόβαλοι. Για να αποτρέψουν την παρουσία τους, οι αρχαίοι Έλληνες χρησιμοποιούσαν τα αποτρόπαια, που σημαίνει κατά λέξη εκείνα που αποτρέπουν το κακό. Τα αποτρόπαια ήταν κάτι σαν σκιάχτρα που αναρτούσαν στην είσοδο των μεταλλείων για να εξορκίσουν τους Κόβαλους. Οι δοξασίες αυτές μεταβιβάστηκαν στη Δύση και κατάλοιπα αυτών συναντούμε στους μεταλλουργούς του Μεσαίωνα. Από τους Κόβαλους λοιπόν προήλθε η ονομασία του κακοποιού πνεύματος των Γερμανών μεταλλουργών Kobold και από αυτό το κοβάλτιο, του οποίου η κατεργασία προκαλούσε προβλήματα υγείας επειδή είναι τοξικό.

Η προέλευση της λέξης Χημεία έχει απασχολήσει χημικούς και γλωσσολόγους παραμένοντας ακόμη και σήμερα αντικείμενο πολλών θεωριών. Οι δύο επικρατέστερες εκδοχές έχουν διαφορετική ορθογραφία: Χημεία και Χυμεία. Η χημεία εικάζεται ότι προέρχεται από την αρχαία αιγυπτιακή λέξη κεμ (= μαύρος), διότι ως τέχνη και επιστήμη συνδέθηκε με την Αίγυπτο, που σύμφωνα με τον Πλούταρχο ονομαζόταν Μαύρη Γη. Υπέρ της εκδοχής αυτής συνηγορεί ο Ζώσιμος ο Πανοπολίτης, σύμφωνα με τον οποίο ο πρώτος των τεχνών λεγόταν Χημεύ(ς) (στην αιγυπτιακή γραφή: «Chêmi»). Η χυμεία προέρχεται από το ρήμα χέω και το παράγωγό του χυμός, μάλιστα οι Αλεξανδρινοί αλχημιστές ονομάζονταν χυμευτές. Στο πρόσφατο βιβλίο του, ο μαθηματικός και ερευνητής της αρχαίας τεχνολογικής γραμματείας Ευάγγελος Σπανδάγος τάσσεται υπέρ της χυμείας. Τα στοιχεία που παραθέτει δείχνουν ότι οι χυμευτές σχετίζονταν τόσο με την παρασκευή φαρμακευτικών σκευασμάτων όσο και με τη διαδικασία της χύτευσης, δηλ. αρχικά την ανάμιξη χρυσού και αργύρου με σύντηξη. Συμπερασματικά, έστω και αν η γραφή με υ είναι η ορθή, δε νομίζω ότι θα

ανατρέψει την καθιερωμένη γραφή με η που έχει αποκτήσει καθεστώς χρησικτησίας τεσσάρων και πλέον αιώνων.

Ένα άλλο στοιχείο για την ονομασία του οποίου προέκυψε τελευταία επιστημονική τεκμηρίωση είναι ο σίδηρος, αν και αμφιβάλλω αν το έχουν πληροφορηθεί οι γλωσσολόγοι. Τα ετυμολογικά λεξικά αναφέρουν ότι πρόκειται για ιαπετική ρίζα (δηλ. ινδοευρωπαϊκή ή σανσκριτική), όπως συμβαίνει και με άλλους χημικούς όρους γνωστούς από παλιά. Απορρίπτουν δε ως αβάσιμη την δυνατότητα να προέρχεται από το λατινικό *sidus* (γεν. *sideris*) που σημαίνει άστρο, προφανώς επειδή θεώρησαν τις δύο λέξεις ασύνδετες. Εντούτοις πρόσφατες έρευνες απέδειξαν ότι κατά την αρχαιότητα τα πρώτα σιδερένια αντικείμενα είχαν τέτοια ισοτοπική σύσταση (και συνοδές προσμίξεις) που η προέλευσή τους εξηγείται μόνο με την παραδοχή ότι προήλθαν από μετεωρίτες. Ο χάλυβας προέρχεται από ένα έθνος της Ποντικής, τους Χάλυβες, που είχαν ανεπτυγμένη τη σιδηρουργική τέχνη.

Τα μέταλλα, εξάλλου, πιστεύεται ότι πήραν την ονομασία τους από την εξαγωγή τους από τα γαιώδη, μουντά και εύθρυπτα μεταλλεύματα, τους λίθους. Πράγματι η χημική αυτή μεταμόρφωση προς τα αστραφτερά και σκληρά μέταλλα ήταν από τις πιο επίπονες αλλά και πιο εντυπωσιακές που κατόρθωσαν να πραγματοποιήσουν όλοι οι αρχαίοι πολιτισμοί. Αυτή η αλλοίωση της ύλης ονομάστηκε *μεταλλοίωση* και τα προϊόντα που λαμβάνονταν *μεταλλοιώματα* ή *μέταλλα* (αρχικά η λέξη σήμαινε τον τόπο εξόρυξης, το μεταλλείο). Η πρόθεση «μετά» μας θυμίζει τα σύγχρονα μεταυλικά που αναφέρονται σε υλικά με ιδιότητες πέραν εκείνων που συναντούμε στα φυσικά υλικά, όπως με αρνητικό δείκτη διάθλασης που καθιστά τα αντικείμενα αόρατα. Ας προσθέσουμε ότι οι επικεφαλής των μεταλλουργικών εργασιών ονομάζονταν *χυμευταί*.

Δύο μέταλλα, ο άργυρος και το αργίλιο, προέρχονται από το επίθετο αργής ή αργός που σήμαινε λευκός και λαμπερός αλλά και τεμπέλης. Η άργιλλος, το αέριο αργόν και η αργινίνη έχουν την ίδια ετυμολογία. Με την ευκαιρία, το ασήμι προέρχεται από τον «άσημο» άργυρο, εκείνη τη μορφή του μετάλλου που δεν είχε κάποιο σήμα (όπως είχαν τα νομίσματα). Γι' αυτό είναι ανακόλουθο να λέμε ασημένια νομίσματα! Όσο για το αλουμίνιο της καθομιλουμένης, προέρχεται από τη στυπτηρία που στα λατινικά λεγόταν *alumen*, με πιθανή ελληνική προέλευση από την ελληνική αλύδοιμος = πικρός.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει επίσης η ιστορία του φθορίου. Προήλθε από το φθείρω (το επίθετο φθόριος = καταστρεπτικός), επειδή το από καιρό γνωστό υδροφθορικό οξύ κατέστρεφε τα περισσότερα στερεά με τα οποία ερχόταν σε επαφή. Η ελληνική ονομασία που δόθηκε στο φθόριο δεν είχε σχέση με τη ρίζα *fluor-* που προέρχεται από το λατινικό ρήμα *fluere* και σημαίνει ρέω. Αρχικά το ορυκτό φθοριούχο ασβέστιο ονομάστηκε φλουορίτης επειδή το ορυκτό χρησιμοποιούνταν στη μεταλλουργία του σιδήρου ως συλλίπασμα αυξάνοντας τη ρευστότητα της σκωρίας. Έτσι προήλθαν οι ονομασίες *fluorine* (φθόριο) και *fluorescence* (φθορισμός). Γι' αυτό στην παλιά ελληνική βιβλιογραφία το υδροφθορικό οξύ είχε αποκληθεί ρευστικόν οξύ.

Πρώιμη εποχή της Χημείας, Ανόργανες ενώσεις

Όταν έγινε η μεταφορά της αρχαίας αιγυπτιακής ιερογλυφικής γραφής σε αλφάβητο, οι λέξεις δεν περιείχαν καθόλου φωνήεντα, όπως ισχύει και για τις σύγχρονες σημιτικές γλώσσες, προφανώς για λόγους οικονομίας, σε μια εποχή όπου τα γράμματα συχνά έπρεπε να σκαλιστούν στην πέτρα. Αν ένας χημικός συναντούσε σε κάποιο πρωτοχημικό κείμενο τα γράμματα που ισοδυναμούν με NTR, θα σκεφτόταν ότι πρόκειται είτε για το νίτρο είτε για το νάτρο, δύο από τα κοινότερα άλατα του νατρίου – το νιτρικό νάτριο και το ανθρακικό νάτριο (σόδα). Δε θα είχε άδικο, αφού για πολύ καιρό θεωρούνταν ότι τα άλατα αυτά είναι η ίδια ουσία, με μόνη διαφορά την προέλευση. Όταν αργότερα εντοπίστηκε η διαφορά τους, η γραφή τους εξελίχθηκε σε νάτρο – από όπου προήλθε το νάτριο – και σε νίτρο.

Η αμμωνία είναι αέριο αλλά ήταν γνωστή ως πτητικό στερεό με τη μορφή του υδροχλωρικού της άλατος από την εποχή των αρχαίων Αιγυπτίων· πήρε το όνομά της από τον Άμμωνα, τον θεό στο ναό του οποίου χρησιμοποιούσαν για καύσιμο κοπριά καμήλας. Κατά την καύση της εκλυόταν το πτητικό αυτό άλας, που με τα χρόνια σχημάτιζε στην οροφή κρυστάλλους. Επειδή έμοιαζε με το κοινό αλάτι, ονομάστηκε λοιπόν άλας του Άμμωνα. Οι αμίνες (και αμμίνες για σύμπλοκα που περιέχουν αμμωνία) προέρχονται από την αμμωνία. Σημειώνεται ότι τα άλατα προέρχονται από το ομηρικό αλς (= θάλασσα), εξ ου τα αλογόνα (γεννούν άλατα)· αλικόν οξύ ονομαζόταν παλιότερα το υδροχλωρικό οξύ.

Ερχόμαστε τώρα σε κάποια δάνεια και αντιδάνεια. Δάνεια είναι οι λέξεις που λίγο ή πολύ παραλλαγμένες υιοθετούνται από την ξένη γλώσσα και αντιδάνεια γίνονται όταν επιστρέφουν στην αρχική γλώσσα, συχνά μεταμφιεσμένες ώστε να μην είναι εύκολα αναγνωρίσιμες. Ένα τέτοιο αντιδάνειο είναι το ελιξήριο. Οι Αλεξανδρινοί αλχημιστές πίστευαν ότι για να μεταστοιχειώσουν τα κοινά μέταλλα σε χρυσό ήταν απαραίτητη μια ουσία που όταν την ανακάτευαν με το λιωμένο μέταλλο θα προκαλούσε την ποθητή μεταμόρφωση. Μια τέτοια ουσία φαντάζονταν ότι έπρεπε να είναι λιθώδους τύπου – η φιλοσοφική λίθος – και την αποκαλούσαν ξηρίον. Οι Άραβες αλχημιστές τη μετέφρασαν σε al iksir και η λέξη ξαναγύρισε ως ελιξήριο, όχι τόσο με την πρώτη έννοια όσο ως φαρμακευτικό (χυμικό) παρασκεύασμα.

Γνωστές λέξεις είναι και ο λαμπίκος και το ρήμα λαμπικάρω, που δεν έχουν σχέση με τη λαμπρότητα, παρ' όλο που χρησιμοποιούνται για να δηλώσουν την καθαρότητα ή τον καθαρισμό. Η προέλευσή τους είναι ο άμβυκας, το δοχείο όπου αποστάζεται το κρασί για την παρασκευή οينوπνεύματος ή αλκοολούχων ποτών. Η μεταφορά του στα αραβικά τον έκανε, με το άρθρο, al ambik, για να επιστρέψει γλωσσικά ως λαμπίκος.

Το γκάζι είναι ένα άλλο αντιδάνειο, νεότερο, αλλά σπάνιας πλέον χρήσης, με τη δική του ιστορία: προτού συνδεθεί με το φωταέριο, σήμαινε γενικά την αέρια κατάσταση μιας ουσίας (gas ή gaz) και προερχόταν από το χάος. Το Χάος στη μυθολογία αντιπροσώπευε την αρχική μορφή του σύμπαντος, πριν τη δημιουργία, δηλαδή μια τέλεια αταξία. Εκ των υστέρων γνωρίζουμε ότι τα μόρια των αερίων χαρακτηρίζονται από ανάλογη αταξία, καθώς κινούνται ακατάπαυστα με κάθε δυνατό τρόπο. Οι ξένοι πάντως έχουν το πλεονέκτημα να επωφελούνται για τη δημιουργία νέων επιστημονικών όρων από τη λατινική και την ελληνική γλώσσα. Στην περίπτωση του χάους, chaos στα αγγλικά σημαίνει πρωταρχικά, ό,τι και στα ελληνικά, παράλληλα όμως αποτελεί επιστημονικό όρο και αναφέρεται στην κατάσταση πολύπλοκων συστημάτων (χαοτικά), των οποίων η συμπεριφορά, αν και δεν είναι «κανονική», μπορεί εντούτοις να περιγραφεί με μαθηματικούς τρόπους. Η επιστήμη του χάους βρίσκει εφαρμογές όχι μόνο στη χημεία αλλά και σε άλλα επιστημονικά πεδία.

Κατά την ελληνιστική εποχή άρχισαν οι πρώτοι αλχημιστές να εξασκούν την τέχνη τους που σήμερα ονομάζουμε αλχημεία ή πρωτοχημεία. Ανάμεσά τους υπήρξε και μια γυναίκα, η Μαρία η Αιγυπτία, από το όνομα της οποίας προέκυψε το υδρόλουτρο που καλείται και μπαιναρί.

Ένας νέος όρος που δημιουργήθηκε πρόσφατα είναι τα πνικτογόνα. Έτσι ονομάζονται τα στοιχεία της 15ης ομάδας του Περιοδικού Πίνακα (N, P, κ.ά.). Η ονομασία προήλθε από το πνίγω και σημαίνει «αυτό που προκαλεί πνιγμό» με το ίδιο σκεπτικό η γερμανική λέξη για το άζωτο (Stickstoff) σημαίνει ακριβώς αυτό, εφόσον το αέριο αποτελεί το τμήμα του αέρα που ευθύνεται για την ασφυξία όταν αφαιρεθεί το οξυγόνο. Άρα, πνικτογόνο θα μπορούσε να είχε ονομαστεί εξ αρχής το άζωτο, καθώς επίσης και νιτρογόνο από την αγγλική του ονομασία. Δυαδικά παράγωγα της ομάδας 15 και κάποιες συναφείς ενώσεις με μέταλλα της ομάδας των σπάνιων γαιών καλούνται πνικτίδια.

Οργανική χημεία

Παλιότερα, οι Έλληνες χημικοί ονόμαζαν την αιθανόλη, με κάποια ποιητική διάθεση, φλεγόμενο υδωρ (μετάφραση του aqua ardens), ενώ αργότερα επικράτησε ο όρος οινόπνευμα (επίσης μετάφραση του spiritus vini). Οι εύστοχες αυτές μεταφράσεις των λατινικών όρων δεν είχαν γενικό χαρακτήρα. Για παράδειγμα, το spiritus παρέμεινε αμετάφραστο στο σπύρτο, μια κοινή επιμέρους ονομασία των πτητικών ουσιών, όπως του σπύρτου του άλατος (HCl), του σπύρτου των κεράτων ελαφιού (αμμωνία) κ.α., με εξαίρεση το ξυλόπνευμα. Πρόκειται για όμορφα περιγραφικά ονόματα, που μας θυμίζουν ότι προέρχονται από απόσταξη ή θέρμανση των ουσιών ή υλικών που προσδιορίζουν. Η λέξη αλκοόλη έχει αραβική καταγωγή (al kohol, το πνεύμα) και δεν έγινε αρχικά αποδεκτή στα ελληνικά εξαιτίας της γλωσσικής καθαρότητας που επεδίωκαν οι λόγιοι μεταφραστές των πρώιμων βιβλίων Χημείας. Είναι χαρακτηριστικό ότι στη μετάφραση της «Επιτομής Χημείας», του 1808, ο Κ. Κούμας αναφέρει συγκαταβατικά ότι «το πνεύμα του οίνου βαρβαροχημικώς καλείται αλκοχόλ». Διαβάζοντας παλιά βιβλία συναντά κανείς αρκετούς μεταφρασμένους όρους που έχουν περιπέσει σε αχρηστία και δεν είναι εύκολο να ανακαλύψει τι ακριβώς σήμαιναν.

Παράγωγο της αιθανόλης από χημική και ετυμολογική άποψη είναι ο αιθέρας. Πρόκειται για ομηρική λέξη που σήμαινε αρχικά τον ουρανό και αποτελεί συμφυρμό των λέξεων αίθω (= καίω, εξού αιθάλη και αιθάνιο) και αήρ. Ο όρος διαιθυλικός αιθέρας, με δύο φορές το αιθ-, αποδίδει το γεγονός ότι η ένωση περιέχει 4 άτομα άνθρακα που συνδέονται ως 2 αιθυλικές ομάδες με οξυγόνο. Ο αιθέρας ονομάστηκε με αυτό το ποιητικό όνομα επειδή έχει μια εντυπωσιακή ιδιότητα: η μεγάλη του πτητικότητα τον κάνει να εξαφανίζεται γρήγορα στον ουρανό, στα αιθέρια, κατά την παραμονή του σε ανοικτά δοχεία, δηλαδή να εξατμίζεται. Αιθέρες ονομάζονται παλιότερα όλες οι πτητικές ενώσεις, κυρίως οι εστέρες αλκοολών με οξέα μικρής μοριακής μάζας. Αρχικά δεν γινόταν διάκριση των εστέρων από τους αιθέρες. Όταν έγινε αντιληπτή η διαφορετικότητά τους, επειδή ο πιο γνωστός αντιπρόσωπος ήταν το οξικό αιθύλιο (essig στα γερμανικά σημαίνει οξικός), οι λέξεις essig + ether συγχωνεύτηκαν σε esther που απλοποιήθηκε σε ester.

Τα *αλκύλια* προέκυψαν από τις αλκοόλες (αλκ-), ενώ το -υλ- προέρχεται από την ύλη (όχι με την έννοια του δάσους ή του ξύλου αλλά του υλικού στοιχείου)· η κατάληξη -ιο είναι ελληνική προσθήκη. Έμμεσο ονοματολογικό προϊόν της αιθανόλης είναι και η ακόρεστη ομάδα $\text{CH}_2=\text{CH}-$ που ονομάζεται βινύλιο, ως δυνητικό προϊόν του οίνου (λατινικά vinum). Σημειώνω ότι στις ξένες γλώσσες οι καταλήξεις των ακόρεστων υδρογοναθράκων -en(e) και -in(e) ή -yne δόθηκαν κατ' αναλογία προς τα ελληνικά γυναικεία ονόματα που λήγουν σε -ήνη και -ίνη (Ισμήνη, Χαριτίνη). Το σκεπτικό ήταν ότι οι ακόρεστοι υδρογονάνθρακες μπορούσαν να θεωρηθούν ως θυγατρικές ενώσεις των κορεσμένων υδρογονανθράκων. Την κατάληξη -ανιο (στα γερμανικά -an) των αλκανίων πρότεινε ο γνωστός από τις δύο επώνυμες αντιδράσεις A.W. Hofmann, το 1866.

Η ευφάνταστη ορολογία της οργανικής χημείας, πέραν της συστηματικής, είναι πλουσιότατη, υπάρχει μάλιστα ένα βιβλίο με τίτλο Organic Chemistry, The Name Game, των Nickon και Silversmith (1987), όπου εξετάζονται πολυάριθμες ενώσεις και δίνονται πληροφορίες όχι μόνο ονοματολογικές αλλά και επιστημονικές. Ας σταχυολογήσουμε μερικές ονομασίες με ελληνικό άρωμα, όχι απαραίτητα από το βιβλίο.

Το *βενζόλιο* είναι ασφαλώς το εμβληματικό μόριο της οργανικής χημείας. Η ετυμολογία του είναι μια ολόκληρη ιστορία και ξεκινά από τη ρητίνη που παράγουν ορισμένα δέντρα της Ν.Α. Ασίας και ονομάζεται στύρακας (από όπου προκύπτει το στυρένιο). Η ρητίνη αυτή ήταν κάποτε περιζήτητη στα αριστοκρατικά σαλόνια της Ευρώπης, επειδή κατά την καύση της αναδίδει μια ευχάριστη μυρωδιά, κάτι σωτήριο σε εποχές που στους κλειστούς χώρους επικρατούσαν κάθε άλλο παρά ευωδιές. Εκτός από την κάλυψη των δυσάρεστων οσμών, ο

στύρακας χρησίμευε επίσης ως φάρμακο, ίσως με βάση τη λανθασμένη αρχή πώς ό,τι μυρίζει καλά κάνει καλό. Το εμπόριο του στύρακα, όπως και των μπαχαρικών, βρισκόταν στα χέρια των Αράβων, που τον αποκαλούσαν λιβάνι της Ιάβας (*Iuban javi*), ίσως παραπλανητικά, αφού δεν είναι λιβάνι ούτε προέρχεται από την Ιάβα, αλλά από τη Σουμάτρα. Οι Ευρωπαίοι νόμισαν ότι το *Iu* ήταν παραφθορά του οριστικού άρθρου στα γαλλικά (*Ie, Ia*) και η ρητίνη αποδόθηκε ως *benzoïn* και στα ελληνικά βενζόη. Χρειάστηκε να περάσουν μερικοί αιώνες, ώσπου ένας γερμανός χημικός σκέφτηκε να υποβάλει τη βενζόη σε ξηρή απόσταξη, δηλαδή θέρμανση χωρίς νερό, σε ένα από τα παλιά σιδερένια αποστακτικά κέρατα που δε χρησιμοποιούνται από καιρό, αλλά έχουν γίνει εραλδικά σύμβολα της Χημείας, για να απομονώσει το βενζόλιο. Η «ψυχή» της βενζόης ονομάστηκε αρχικά βενζίνη και για αρκετό καιρό γινόταν δεκτό ότι είναι η ίδια ουσία με το κλάσμα του πετρελαίου που σήμερα λέμε βενζίνη. Όταν συνειδητοποιήθηκε η διαφορά, το βενζόλιο πήρε το δικό του όνομα που σήμερα θα ήταν προτιμότερο να λέγεται βενζένιο.

Αρκετοί χημικοί όροι αρχίζουν από ακ-, όπως η ακετόνη, τα ακύλια και οι ακυμορφές. Η ακετόνη παρασκευαζόταν αρχικά από τον οξικό μόλυβδο με απόσταξη και όλες οι κετόνες ονομάζονταν ακετόνες. Το οξικό οξύ είναι το όξινο συστατικό του ξιδιού (*acetum* στα λατινικά), άρα ακετ- (και ακετυλο-) δηλώνει την προέλευση από το οξικό οξύ και την ομάδα CH_3CO . Η κατάληξη -όνη ήταν ενδεικτική της θυγατρικής σχέσης της ακετόνης με το οξικό οξύ, με το σκεπτικό ότι μερικά αρχαία ελληνικά γυναικεία ονόματα σε -όνη ήταν δηλωτικά θυγατρικής σχέσης (π.χ. Ερμιόνη, κόρη του Ερμή). Οι ακυμορφές αναφέρονται στα ζεύγη εκείνα των ταυτομερών ουσιών η μια εκ των οποίων έχει όξινο χαρακτήρα (π.χ. η ενολική μορφή μιας κετόνης). Σε όλους αυτούς τους όρους το πρώτο συνθετικό ακ- προέρχεται από την ακή που σήμαινε την αιχμή, δηλ. κάτι οξύ (εξ ου ακίδα, ακόντιο, κ.λπ.). Οι λατινικές λέξεις *acidus* για το όξινο και *acetum* για το ξίδι συνδέονται προφανώς με την ακή. Η ακρολεϊνή ονομάστηκε από τη συγγενή λατινική λέξη *acer* (= δριμύς) λόγω της πνιγερής οσμής της. Στα αρχαία ελληνικά η λέξη ακή σήμαινε επίσης θεραπεία (εξ ου και πανάκεια).

Τα *ακένια* είναι συμπυκνωμένοι βενζολικοί υδρογονάνθρακες, και διαφέρουν ως προς την ετυμολογία τους. Θεωρείται ότι η κατάληξη -ακένιο, προέκυψε είτε κατ' αναλογία προς το ανθρακένιο είτε από το κοινός (*cenon*), επειδή οι ενδιάμεσοι δακτύλιοι μοιράζονται άτομα άνθρακα με τους γειτονικούς τους (π.χ. πεντακένιο). Στα μεταλλοκένια υπάρχει επίσης κάτι κοινό ανάμεσα στους δύο κυκλοπενταδεκαεδρικούς δακτυλίους, ο σίδηρος ή κάποιο άλλο μέταλλο, εξ ου και η ονομασία ενώσεις σάντουιτς.

Ονοματολογικό ενδιαφέρον, και όχι μόνο, παρουσιάζουν τρεις σχετικά νεοπαγείς όροι, οι *κλαθρίτες*, τα *κλάστερ* και τα *καλυζαρένια*. Οι κλαθρίτες προήλθαν από την αγγλική λέξη *clathrate*, λατινικής καταγωγής από τη λέξη *clathrus, clathri* στον πληθυντικό, που σημαίνει δίκτυο. Αυτή με τη σειρά της έλκει την καταγωγή από το κλείθρον (κλειδί), το οποίο είναι παράγωγο του κλείω. Πράγματι, με τον αγγλικό όρο περιγράφονται ορισμένες ενώσεις, όπως είναι οι υδρίτες του μεθανίου (στα ελληνικά ενώσεις εγκλεισμού αλλά και κλαθρίτες), στις οποίες μόρια μεθανίου ή CO_2 είναι εγκλωβισμένα (περικλείονται) στην κοιλότητα που σχηματίζει το κρυσταλλικό πλέγμα του πάγου. Αρχικά γινόταν δεκτό ότι πρόκειται για μη στοιχειομετρικές ενώσεις, όμως αποδείχθηκε ότι στην πλειονότητά τους πρόκειται για δομές με κανονικότητα, όπως ο CS-I , που σχηματίζεται από μικρά αέρια μόρια (CH_4 ή CO_2) με αναλογίες του τύπου $(\text{CO}_2)_8 \cdot x \cdot 46\text{H}_2\text{O}$. Τα εγκλειόμενα αέρια καταλαμβάνουν τυχαίες θέσεις στις κοιλότητες του πλέγματος.

Η αγγλική λέξη *cluster* αναφέρεται σε τριδιάστατες μορφές από συσσωματωμένα αντικείμενα (άτομα, τσαμπί από σταφύλι, σμήνος αστεριών). Στη χημεία χρησιμοποιείται κυρίως για μεταλλικά συσσωματώματα ατόμων καθορισμένης σύστασης, όπως τα *κλάστερ του χρυσού*, που συμπεριφέρονται σαν σουπεράτομα. Η λέξη προέρχεται από την αρχαία

αγγλική clyster που σήμαινε το κλύσμα, από την ελληνική λέξη κλυστήρ = σύριγγα, κλύσμα, από κλύζω = περιβρέχω, καθαρίζω. Πώς συσχετίστηκε το κλύσμα με τα κλάστερ δεν είναι φανερό. Πάντως κλύσματα ονομάζονταν τα καθαρτήρια υγρά για την περιποίηση του σώματος των γυναικών.

Τα *καλυξαρένια* είναι φαινολικά παράγωγα που προέρχονται από την αντίδραση φαινολών με αλδεύδες. Ονομάστηκαν έτσι επειδή μοιάζουν με κάλυκα λουλουδιού (+ αρένια, δηλ. αρωματικές ενώσεις) και το ομώνυμο αρχαίο αγγείο. Στην κοιλότητά τους μπορούν να εγκλωβιστούν μικρά μόρια, σε τρόπο ώστε να χρησιμεύουν για την απομόνωσή τους καθώς και σε διαχωρισμούς μιγμάτων.

Οι *κουκουρμπιτουρίλες* (cucurbiturils) μοιάζουν με τα καλυξαρένια, καθώς συνιστούν μια ομάδα ετεροκυκλικών αζωτούχων ενώσεων που σχηματίζουν κοίλα σφαιρικά μόρια θυμίζοντας κολοκύθα (στα λατινικά cucurbita). Η ίδια λατινική ονομασία χρησιμοποιόταν και από τους αλχημιστές για ένα είδος αποστακτήρα. Το δεύτερο συνθετικό είναι από την εμπειρική ονομασία glycoluril, για ένα παράγωγο της γλυοξάλης (από τις λέξεις γλυκόλη-οξαλικό-αλδεύδη) με την ουρία. Οι κουκουρμπιτουρίλες συντίθενται σε διάφορα μεγέθη και προσφέρονται για αρκετές εφαρμογές, ιδίως ως φορείς φαρμάκων.

Το *κρεόζωτο* (ορθότερα κρεόσωτο) ήταν κάποτε το μοναδικό απολυμαντικό των νοσοκομείων. Πρόκειται για προϊόν της ξηρής απόσταξης του κάρβουνου ή των ξύλων και περιέχει κυρίως φαινόλες και μεθυλαιθέρες αυτών. Χρησιμοποιόταν επίσης για τη διατήρηση του ξύλου και των τροφών. Η ετυμολογία του προέρχεται από τις λέξεις κρέας και σωτήρ δεδομένου ότι κατά το κάπνισμά του το κρέας σώζεται, όπως και άλλες τροφές· πράγματι, όταν τα συστατικά του καπνού συμπυκνωθούν, δίνουν το κρεόζωτο. Η πρώτη εφαρμογή των ιδιοτήτων του κρεοζώτου ήταν η εμφύσηση σε αυτό κρέατος που όχι μόνο δε σάπιζε αλλά αποκτούσε και ευχάριστο άρωμα. Από το κρεόζωτο προέρχεται και η *κρεσόλη*.

Η *μεθανόλη* αποτελείται από τρία ονοματολογικά συστατικά ή μορφήματα: το πρώτο, *μεθ-*, οφείλεται στην ιδιότητά της να προκαλεί *μέθη*. Το δεύτερο, *-αν-*, σημαίνει ότι έχει κορεσμένο χαρακτήρα, ενώ το τρίτο, η κατάληξη *-όλη*, ορίστηκε να ισχύει γενικά για όλες τις αλκοόλες. Αν από τον τύπο της μεθανόλης αφαιρέσουμε το υδροξύλιο, μένει μια άλλη ομάδα, ένα σύμπλεγμα ατόμων άνθρακα και υδρογόνου, η *μεθυλική ομάδα* ή *μεθύλιο*. Το μεθύλιο δηλώνει την ύπαρξη ενός ατόμου άνθρακα που συνδέεται με τρία άτομα υδρογόνου και το μόρφωμα *μεθ-* συμφωνήθηκε να ισχύει για κάθε ένωση με ένα άτομο άνθρακα. Η κατάληξη *-υλική* για τις αλκοόλες ή *-ύλιο* για την ομάδα άνθρακα-υδρογόνων προέρχεται από την αρχαία λέξη *ύλη* που σήμαινε το ξύλο (εξ *ύλης*) και είναι κοινή για ποικίλες ομάδες ατόμων, κυρίως όμως για όσες αποτελούνται από άνθρακα και υδρογόνο, καθώς και το υδροξύλιο. Κανονικά μόρια αυτού του είδους είναι ασταθή και συνδυάζονται εύκολα μεταξύ τους για να δώσουν σταθερές ενώσεις. Το *μεθύλιο* πιστευόταν ότι ήταν σταθερή ένωση που κατά κάποιον τρόπο περιείχε η μεθυλική αλκοόλη. Επειδή η αλκοόλη αυτή λαμβανόταν με απόσταξη του ξύλου (*ύλη* στα αρχαία) το μεθύλιο ήταν *μετα* (την) *ύλη*, με το «τ» να γίνεται «θ» επειδή οι λέξεις από «υ» ήταν δασυνόμενες και γενικά τα τραχέα «κ, π, τ» μετατρέπονταν σε «χ, φ, θ». Σύμφωνα με άλλη ερμηνεία, το μεθύλιο προέρχεται από το μέθυ (=μέλι, γλυκός οίνος), επειδή η πόση της μεθυλικής αλκοόλης (ξυλόπνευμα) προκαλούσε μέθη.

Το 3ο και το 4ο μέλος οργανικών ενώσεων με 3 και 4 άτομα άνθρακα έχουν λιπαρή καταγωγή, δεδομένου ότι ανέκαθεν οι λιπαρές τροφές ήταν από τις πιο εύγευστες. Το προπιονικό οξύ προήλθε από συμφυρμό των λέξεων «προ ή πρώτον» και «πύαρ» = λίπος και πίων = λιπαρός) δηλ. το πρωτόγαλα, που περιέχει γλυκερίδια με το προπιονικό οξύ που θεωρήθηκε το πρώτο της σειράς των λιπαρών οξέων. Το προπάνιο και το ισοπρένιο είναι ονοματολογικά παράγωγα του προπιονικού οξέος. Η ονομασία του ισοπρενίου προήλθε

μάλιστα από ένα λάθος, καθώς προτάθηκε το 1860 με την παραδοχή ότι είχε 3 άτομα άνθρακα (εξ ου το πρεν-, από το προπένιο, ως ισομερές του).

Το βουτυρικό οξύ και το βουτάνιο δεν χρειάζονται κάποιο σχόλιο, ενώ από τα ανώτερα οξέα άλλα έχουν λατινικές ονομασίες και άλλα ελληνικές, όπως το στεατικό οξύ (όχι στεαρικό) και το ελαϊκό οξύ που είναι τα πιο τυπικά λιπαρά οξέα. Υπάρχει ωστόσο δύο ακόμη λιπαροί όροι: οι αλειφατικές ενώσεις, που προέρχονται από το αλειφαρ = λίπος, όπως και οι αλοιφές, και οι ολεφίνες που σχηματίζονται από τις λέξεις oleum + fio (= έλαιο + γίνομαι).

Φυσικοχημικοί όροι

Οι πρώτοι όροι αυτής της κατηγορίας που έρχονται στο νου είναι η ηλεκτρόλυση, τα ιόντα και τα παράγωγά τους, η άνοδος και η κάθοδος. Πρόκειται για λέξεις που έπρεπε να δημιουργηθούν όταν ο Φαραντέι άρχισε τη συστηματική μελέτη της επίδρασης του ηλεκτρισμού στα άλατα. Επειδή ο ίδιος ήταν αυτοδίδακτος και δεν διέθετε γνώσεις κλασικής παιδείας, κατέφυγε σε έναν λόγιο της εποχής, ο οποίος έπλασε τους όντως επιτυχημένους όρους. Εδώ χρειάζεται μια παρατήρηση: το επίθετο ionic που μεταφράστηκε κατά λέξη ως ιονικός αποδόθηκε έτσι στα αγγλικά λόγω ευφωνίας, όμως στα ελληνικά το ορθό είναι να λέγεται ιοντικός. Το ίδιο ισχύει για το όζον και τον οζοντισμό, τον οζοντιστήρα, ακόμη και τα οζοντίδια, όπως λέμε περιβαλλοντικός από το περιβάλλον.

Μικήλ(λ)ιο ή *Μικύλλιο*; Η ορθογραφία ποικίλλει ανάλογα με την ετυμολογία. Η επικρατέστερη εκδοχή είναι το μικήλ(λ)ιο από το αγγλικό micelle που πλάστηκε από το λατινικό mica (= ψίχουλο) και το υποκοριστικό -ella, δηλ. ψιχουλάκι. Η άλλη γραφή, το μικύλλιο, θεωρείται παρετυμολογία, δηλ. διαπιστώθηκε ότι συμπωματικά ταιριάζει να προέρχεται από τη δωρική μορφή μικκός και το υποκοριστικό -ύλλιο· ουσιαστικά πρόκειται δηλαδή για μετάφραση, οπότε έχουμε το δίλημμα της επιλογής: απόδοση στα ελληνικά ή μετάφραση; Οποσδήποτε, δεν πρέπει να συγχέεται ο χημικός όρος με τον βοτανικό, όπου τα μυκήλια των μανιταριών συνιστούν το υπόγειο τμήμα τους.

Ανάλογο πρόβλημα απόδοσης έχουμε με τον όρο gel. Πρόκειται για συντομογραφία του αγγλικού και γαλλικού gelatin, από το ιταλικό gelatina, από το λατινικό gelatus (= παγωμένος). Η ελληνοποίηση του όρου οδήγησε στη γέλη, ενώ στην καθομιλουμένη αποδίδεται ως τζελ, αλλά ορθότερο θα ήταν ζελ, δεδομένου ότι λέμε ζελέ και ζελατίνα. Επίσης, είναι πιο εύηχα τα αεροζέλ και υδροζέλ, αν και ως επιστημονικοί όροι είναι ίσως προτιμότερες οι αεροζέλες και υδροζέλες.

Αγοστικές αλληλεπιδράσεις. Η λέξη προέρχεται από το αρχαίο ρήμα αγοστώ που σημαίνει κρατιέμαι κοντά στον εαυτό μου, ενώ αγοστός είναι η παλάμη, ο βραχίονας και το ετυμολογικό παράγωγο αγκαλιά. Με τον όρο αυτό εννοούνται οι ελκτικές δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ ενός δεσμού C-H και ενός μετάλλου σε ορισμένες οργανομεταλλικές ενώσεις. Πρόκειται για δεσμό τριών κέντρων-δύο ηλεκτρονίων που αναπτύσσεται επίσης πρόσκαιρα σε καταλυτικές αντιδράσεις όπου καταλύτης είναι η οργανομεταλλική ένωση.

Αρχικά «κατάλυση» σήμαινε «κατάργηση, τερματισμός κ.λπ.» ώσπου ο σπουδαίος χημικός Berzelius χρησιμοποίησε τη λέξη για να περιγράψει το φαινόμενο της έκβασης μιας αντίδρασης – της υδρόλυσης του αμύλου προς γλυκόζη κατά την επίδραση οξέων – όπου ένα αντιδραστήριο δεν συμμετέχει στα τελικά προϊόντα. Κατάλυση ήταν η καταστροφή του αμύλου και η μετατροπή του σε γλυκόζη, με το οξύ να παίζει τον ρόλο του ενδιάμεσου, του καταλύτη. Η λέξη «λύση» χρησιμοποιείται επίσης για τη διάσπαση ενός δεσμού, ενώ σε σύνθετες λέξεις χημικού ενδιαφέροντος απαντά ως διάλυση, ανάλυση, ηλεκτρόλυση, φωτόλυση, ομόλυση, ετερόλυση, υδρόλυση, αλκοόλυση, διαλυτόλυση (σολβόλυση) κ.λπ.

Κλείνω με τη *σκουριά* ή *σκωρία*. Η λέξη παράγεται από το ουσιαστικό *σκωρ* (γενική του σκατός) που σήμαινε αρχικά αυτό που καταλάβατε και στη συνέχεια την ακαθαρσία του

σιδήρου. Από εδώ προέρχεται και η κοινή ονομασία για το 2-μεθυλοϊνδόλιο, γνωστότερο ως σκατόλιο.

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΟΝΟΜΑΤΩΝ ΕΙΣΗΓΗΤΩΝ

Όνοματεπώνυμο Συγγραφέα	Σελίδα
Βαλανίδου Χ.	54
Βάρβογλης Α.	65
Γασπαράκης Μ.	58
Γιαννακουδάκης Π.	47
Γκιμήσης Α.	42
Δανέλλη Π.	51
Ευσταθίου Κ.	17
Κακριδή Μ.	5
Κατσουλάκου Ε.	51
Κλούρας Ν.	37
Κουτσολέλος Α.	21
Λεοντίδης Ε.	54
Μαυρόπουλος Α.	9
Παλαμιτζόγλου Π.	30
Περλεπές Π.	51
Σαριδάκης Ι.	23
Σίσκος Π.	62
Τασιόπουλος Α.	54
Τοράκη Κ.	23
Τσαπαρλής Γ.	30