

Η ΧΗΜΕΙΑ

χωρίς τύπους



 ΕΚΔΟΣΕΙΣ
ΖΗΤΗ
Θεσσαλονίκη

Κάθε γνήσιο αντίτυπο φέρει την υπογραφή του συγγραφέα
ή τη σφραγίδα του εκδότη

ISBN 960-431-717-2

© Copyright: Αναστάσιος Βάρβογλης, Εκδόσεις Ζήτη,
Μάιος 2001, Θεσσαλονίκη

Το παρόν έργο πνευματικής ιδιοκτησίας προστατεύεται κατά τις διατάξεις του Ελληνικού νόμου (Ν.2121/1993 όπως έχει τροποποιηθεί και ισχύει σήμερα) και τις διεθνείς συμβάσεις περί πνευματικής ιδιοκτησίας. Απαγορεύεται απολύτως η άνευ γραπτής άδειας του εκδότη κατά οποιοδήποτε τρόπο ή μέσο αντιγραφή, φωτοανατύπωση και εν γένει αναπαραγωγή, εκμίσθωση ή δανεισμός, μετάφραση, διασκευή, αναμετάδοση στο κοινό σε οποιαδήποτε μορφή (ηλεκτρονική, μηχανική ή άλλη) και η εν γένει εκμετάλλευση του συνόλου ή μέρους του έργου.



www.ziti.gr

Φωτοστοιχειοθεσία **Π. ΖΗΤΗ & Σια ΟΕ**
Εκτύπωση

18ο χλμ Θεσ/νίκης-Περαίας
Τ.Θ. 171 • Νέοι Επιβάτες Θεσσαλονίκης
• Τ.Κ. 570 19
Τηλ.: 0392-72.222 (3 γραμ.) - Fax: 0392-72.229
e-mail: info@ziti.gr

Βιβλιοπωλείο

ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΖΗΤΗ
Αρμενοπούλου 27 • 546 35 Θεσσαλονίκη
Τηλ. (031) 203.720, Fax (031) 211.305
e-mail: sales@ziti.gr

Εξώφυλλο: Ο Αλχημιστής, του Απόστολου Κιλεσσόπουλου

Πρόλογος

Η Χημεία που διδάσκεται στο σχολείο, παρόλα τα βελτιωμένα νέα βιβλία, δεν ανταποκρίνεται στις πρόσφατες κατακτήσεις αυτής της σημαντικής, κεντρικής επιστήμης. Ολόκληρα πεδία με μεγάλο ενδιαφέρον δεν αναφέρονται καν, στερώντας από τους μαθητές την ευκαιρία για μια καλύτερη γνωριμία μαζί της.

Αυτή την έλλειψη έρχεται να αναπληρώσει σε κάποιο βαθμό η συλλογή των άρθρων που περιέχει η παρούσα έκδοση. Γραμμένα από έμπειρους πανεπιστημιακούς δασκάλους, σε απλή γλώσσα και δημοσιογραφικό ύφος, για να είναι κατανοητά και φιλικά, φιλοδοξούν να δώσουν μια νέα διάσταση στη Χημεία και να την κάνουν περισσότερο ελκυστική στους νέους.

Όπως είναι φυσικό, δεν ήταν δυνατό να συμπεριληφθούν όλα τα πεδία της Χημείας. Ωστόσο, πιστεύουμε ότι με τα άρθρα μας δίνουμε μια διαφορετική διάσταση στην επιστήμη που υπηρετούμε. Ευελπιστούμε ότι όσοι δεν έχουν καλές σχέσεις με τη Χημεία ίσως αλλάξουν άποψη όταν πληροφορηθούν για τα επιτεύγματα και τις προοπτικές της.

Θερμές ευχαριστίες οφείλονται στον ζωγράφο κ. Απόστολο Κιλεσσόπουλο για την άδειά του να χρησιμοποιήσουμε τον πίνακά του «Ο Αλχημιστής» στο εξώφυλλο.

Θεσσαλονίκη, Μάρτιος 2001

Περιεχόμενα

Χημεία, η Κεντρική Επιστήμη	9
Χημεία, Χημική Εκπαίδευση και Κοινωνία	15
Η Τέχνη του Διαχωρισμού	25
Η Μετρολογία στη Χημεία	33
Χημεία και Αρχαιολογία	41
Τα Μόρια στο Σκοτεινό Δωμάτιο	51
Φασματοσκοπία	
Πυρηνικού Μαγνητικού Συντονισμού (NMR)	61
Η Τέχνη της Σύνθεσης	69
Τα Έξυπνα, Νέα Φάρμακα	79
Το Χρώμα στη Ζωή μας	87
Παλιά και Νέα Υλικά	95
Επιμεταλλώσεις και Προστασία Υλικών	107
Χημεία και Ασφάλεια Τροφίμων	115
Βιομόρια, η Συνταγή της Ζωής	123
Πρωτεΐνες, η Χημική Βάση της Ζωής	133
Χημεία και Πληροφορική	141
Οι συγγραφείς	153
Ευρετήριο	155

Αναστάσιος Βάρβογλης

Χημεία, η Κεντρική Επιστήμη

«Οι παλιοί δάσκαλοι της χημείας υπόσχονταν τα αδύνατα και δεν πέτυχαν τίποτα. Οι σύγχρονοι αριστοτέχνες υπόσχονται λίγα. Γνωρίζουν ότι τα μέταλλα δεν είναι δυνατό να μεταστοιχειωθούν και ότι το ελιξήριο της ζωής είναι μια χίμαιρα. Αλλά αυτοί οι φιλόσοφοι έχουν κάνει πραγματικά θαύματα. Εισχωρούν στα μύχια της Φύσης και δείχνουν πώς λειτουργεί. Έχουν αποκτήσει νέες και σχεδόν απεριόριστες δυνάμεις. Ανεβαίνουν στα ουράνια.»

Τα εμπνευσμένα αυτά λόγια έλεγε ένας καθηγητής στους φοιτητές του, στο μυθιστόρημα της Μαίρυ Σέ-λεϊ Φρανκεστάιν, γραμμένο το 1818. Ο νεαρός Φρανκεστάιν ακούγοντας τέτοιους ύμνους υπέκυψε στη γοητεία της Χημείας και απέκτησε τις γνώσεις που υποτίθεται ότι τον έκαναν ικανό να φτιάξει το τέρας του. Οι «σχεδόν απεριόριστες δυνάμεις των σύγχρονων αριστοτεχνών» εξακολουθούν να ισχύουν, αν κρίνουμε από τα όσα θαυμαστά γίνονται επί των ημερών μας. Τα επιτεύγματα της Χημείας είναι πράγματι αξιοσημείωτα και οι προοπτικές για περαιτέρω ανάπτυξη διαφαίνονται λαμπρές. Στα άρθρα που ακολουθούν θα προσπαθήσουμε να δώσουμε μια κατά το δυνατό απλή και άρτια εικόνα της σημερινής κα-

τάστασης, σε συνδυασμό με τις βάσιμες προσδοκίες μας για τις εξελίξεις που προβλέπονται στο εγγύς μέλλον.

Ως γνωστόν, η Χημεία ασχολείται με τα άτομα και τα μόρια –τη δομή, τις ιδιότητες και τις μεταμορφώσεις τους. Με την κατανόηση των βασικών νόμων που διέπουν τη συμπεριφορά της ύλης, η Χημεία δεν περιορίζεται πλέον σε τυχαίες ανακαλύψεις. Σήμερα, οι χημικοί είναι σε θέση να πραγματοποιήσουν συγκεκριμένες επιδιώξεις, στοχεύοντας ψηλά. Διακρίνουμε δύο μεγάλες περιοχές της Χημείας, τη σύνθεση και την ανάλυση, τις δύο βασικές διεργασίες που χαρακτηρίζουν κάθε πεδίο της δραστηριότητας του ανθρώπου, από τη φιλοσοφία και τα μαθηματικά ως τη μουσική.



«Ο κόσμος είναι
γεμάτος άτομα»,
έργο του
Ευγένιου Κάρμι.

Στην ανάλυση κατατάσσουμε οτιδήποτε σχετίζεται με τη σύσταση και τη δομή των χημικών ουσιών, καθώς και την ερμηνεία των χημικών φαινομένων, ενώ με τη σύνθεση αναπαράγουμε την ύλη και δημιουργούμε νέες μορφές της. Ως επιστήμη, η Χημεία δημιουργεί γνώση και επιλύει προβλήματα. Ως επάγγελμα, υλοποιεί τα επιστημονικά επιτεύγματα. Ως φιλοσοφία, είναι ένας τρόπος να δει κανείς τον μακρόκοσμο μέσα από τον φακό του μικρόκοσμου, καθιστώντας το αόρατο ορατό, όπως διακήρυξε ο Paul Klee για τη ζωγραφική.

Η Χημεία, περισσότερο από κάθε άλλη φυσική επιστήμη, είναι αυτή που συνδέεται κατ' εξοχήν με τη ζωή μας. Από τις πανάρχαιες πρακτικές που εξασκούσε εμπειρικά ο άνθρωπος έως τις σύγχρονες εφαρμογές υψηλής τεχνολογίας, χάρη στη Χημεία αναβαθμίζεται συνεχώς η ζωή μας: πιο αποτελεσματικά φάρμακα, καλύτερα ρούχα, πιο υγιεινά τρόφιμα, νέα υλικά με εξαιρετικές ιδιότητες συνιστούν, μεταξύ άλλων, τις εμφανείς όψεις προσφοράς της Χημείας, που ανάγονται στη σύνθεση, δηλαδή το συναρμολόγημα των ατόμων με τέτοιο τρόπο, ώστε να προκύπτουν μόρια με ενδιαφέρον για εφαρμογές. Το δεύτερο σκέλος της Χημείας, η ανάλυση, καλύπτει άλλους, εξίσου χρήσιμους τομείς: από τον έλεγχο της ποιότητας των υλικών, των νερών ή της ατμόσφαιρας έως τη διερεύνηση των χαοτικών φαινομένων. Γενικότερα, η θεωρητική αντιμετώπιση των χημικών φαινομένων, που συχνά έχουν σπουδαία εφαρμοσμένα παρεπόμενα, μας έχει επιτρέψει μια άνευ προηγουμένου εμβάθυνση στα μυστικά της ύλης, τη συμπεριφορά της οποίας κατανοούμε πλέον σε μεγάλο βαθμό. Ήδη συναγωνιζόμαστε τη Φύση, συνθέτοντας ακόμη και τα πιο πε-

ρίπλοκα φυσικά προϊόντα, καθώς και ανάλογά τους, με βελτιωμένες μάλιστα ιδιότητες.

Η Χημεία έχει αποκληθεί *κεντρική επιστήμη*, επειδή σχετίζεται με όλες τις φυσικές επιστήμες, συνδέοντας τη Φυσική και τα Μαθηματικά με τη Βιολογία και τις εφαρμοσμένες Βιολογικές Επιστήμες. Σε αντίθεση με άλλες επιστήμες, η Χημεία δεν ασχολείται και τόσο με τα πολύ αφηρημένα ή τα πολύ μικρά, ούτε με τα πολύ μεγάλα και απόμακρα ή τα πολύ σύνθετα. Βρίσκεται πιά κοντά στα ανθρώπινα μέτρα, αφού το κύριο αντικείμενό της είναι η μελέτη των στοιχείων και των ενώσεών τους, που εμπλέκονται συνεχώς και με ποικίλους τρόπους στην καθημερινή μας ζωή, εξηγώντας φαινόμενα και προσφέροντας εφαρμογές. Γι' αυτό και είναι η πιά καταληπτή επιστήμη, αν αφήσουμε κατά μέρος την εξειδικευμένη ορολογία και τους συμβολισμούς της. Η Χημεία έχει επίσης ονομαστεί και *θείκη επιστήμη*, επειδή συνδέεται άμεσα με τη δημιουργία. Πράγματι, είναι η κατ' εξοχήν δημιουργική επιστήμη και μάλιστα σε δύο επίπεδα: το ένα σχετίζεται με την ίδια τη δημιουργία του φυσικού μας κόσμου, ενώ το άλλο αναφέρεται στην ακατάπαυστη σύνθεση από τον άνθρωπο νέων ενώσεων που δεν έχουν προϋπάρξει.

Τα τελευταία χρόνια η Χημεία και τα "χημικά" έχουν αποκτήσει κακή φήμη, εξαιτίας μερικών δυσάρεστων παρεπόμενων της χρήσης τους, όπως είναι η υποβάθμιση του περιβάλλοντος, η πρόκληση ορισμένων ασθενειών και, σπάνια, κάποια ατυχήματα σε εργοστάσια. Ωστόσο, αν εξαιρέσουμε τις απρόβλεπτες καταστάσεις, τις περισσότερες φορές υπάρχουν τρόποι αντιμετώπισης των δεινών: με τη βοήθεια της Χημείας, οι ένοχοι μπορεί να επισημανθούν και να εξουδετερωθούν. Δυστυχώς, το καθαρό

περιβάλλον και η εξάλειψη των κινδύνων έχουν οικονομικό και πολιτικό κόστος, γι' αυτό και δεν εφαρμόζονται γρήγορα και αποτελεσματικά, όπως θα έπρεπε, οι ενδεδειγμένες μέθοδοι αντιμετώπισης της κατάστασης. Παραφράζοντας την άποψη του Άλντους Χάξλεϊ για την Επιστήμη, θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε για τη Χημεία ότι, "Καθώς είναι θεϊκώς αμερόληπτη, θα σκλαβώσει και θα ελευθερώσει, θα θεραπεύσει και ταυτόχρονα θα καταστρέψει". Είναι στο χέρι μας να βοηθήσουμε ώστε να επικρατήσουν μόνο τα θετικά στοιχεία.

Γεώργιος Τσαπαρλής

Χημεία, Χημική Εκπαίδευση και Κοινωνία

Πώς η πολύπλοκη επιστήμη της Χημείας πρέπει να συνδέεται μέσω του σχολείου με τη ζωή και την κοινωνία

Σε πρόσφατη ερευνητική εργασία, ρωτήθηκε μια καλή μαθήτρια λυκείου τι χρειάζεται για να είναι κανείς επιτυχημένος μαθητής στη Χημεία. Η μαθήτρια εξήγησε ότι η επιτυχία επιτυγχάνεται εντελώς άκοπα με το “να εκτελείς τις ανατιθέμενες εργασίες” και “να παίρνεις καλούς βαθμούς στα διαγωνίσματα, χωρίς να είναι απαραίτητο να καταλαβαίνεις τα μόρια, τα άτομα, και τον τρόπο με τον οποίο συμβαίνουν τα πράγματα στον πραγματικό κόσμο”. Και αφού είπε αυτό, έκανε μια παύση, κοίταξε ψηλά, κι έπειτα σήκωσε δραματικά τα χέρια της και είπε “... αλλά πρέπει να υπάρχει κάτι το τρομερό εκεί πέρα”. Κάπου εκεί ένας αόρατος αλλά θαυμαστός κινούμενος κόσμος, με ηλεκτρόνια και άτομα εν δράσει –κάπου πέρα από τη μονότονη και ανιαρή καθημερινή ζωή στο μάθημα της Χημείας.

Χημεία και Σχολική Χημεία

Η Χημεία είναι βασικά μια αφηρημένη επιστήμη που επιδιώκει να αναζητεί γενικές αρχές, οι οποίες θα ισχύουν για

κάθε υλικό σώμα. Επίσης, είναι και μια συγκεκριμένη/εφαρμοσμένη επιστήμη, με στόχο να βελτιώνει τη ζωή μας. Το πιο σημαντικό όμως είναι ότι η Χημεία είναι η κεντρική επιστήμη, όπως προκύπτει από την ιεραρχική κατηγοροποίηση των επιστημών που ακολουθεί. Σ' αυτήν, οι επιστήμες που είναι υψηλότερα στην ιεραρχία κάνουν χρήση των αρχών που αναπτύσσονται από τις κατώτερες (τις βασικότερες) στην ιεραρχία επιστήμες. (Με τα σύγχρονα δεδομένα, θα πρέπει να δεχθούμε ότι η Βιολογία έχει επίσης αποκτήσει χαρακτηριστικά αφηρημένης επιστήμης, ενώ η Ιατρική υπάγεται στην εφαρμοσμένη βιολογία.)

ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

- Αστρονομία
- Γεωλογία
- Βιολογία
- Επιστήμες Μηχανικού

ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΕΣ-ΑΦΗΡΗΜΕΝΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

- Χημεία
- Φυσική

ΑΦΗΡΗΜΕΝΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ

- Μαθηματικά

Είναι φανερό από τα παραπάνω, καθώς και από την τεχνολογική πρόοδο που χαρακτηρίζει την εποχή μας, ότι η κατοχή βασικών γνώσεων χημείας είναι απαραίτητη για τον άνθρωπο. Οι γνώσεις αυτές πρέπει να αποκτώνται όσο γίνεται νωρίτερα. Εξάλλου, τόσο η πειραματική δια-

δικασία όσο και οι έννοιες των φυσικών επιστημών συμβάλλουν ουσιαστικά στη νοητική ανάπτυξη των μαθητών. Συνεπώς, η Χημεία πρέπει να είναι ένα από τα βασικά μαθήματα σε όλες τις εκπαιδευτικές βαθμίδες. Αυτό πράγματι συμβαίνει στις περισσότερες χώρες, όχι όμως και στην Ελλάδα, όπου πάντοτε αντιμετωπιζόταν σαν φτωχός συγγενής.

Η Χημεία ως μάθημα γενικής παιδείας πρέπει να αποβλέπει σε δύο στόχους, δηλαδή να αποκτήσουν σταδιακά οι μαθητές, από το δημοτικό μέχρι το λύκειο:

- χημική εγγραμματοσύνη, δηλαδή βασικές χημικές γνώσεις, απαραίτητες και χρήσιμες στην ζωή
- χημική κουλτούρα, δηλαδή ικανοποιητική γνώση του πώς λειτουργεί χημικά η φύση.

Για διάφορους λόγους, με πιο σημαντικό τη χρονική ανεπάρκεια, το μάθημα όχι απλώς αποτυγχάνει στους παραπάνω στόχους, αλλά και θεωρείται δύσκολο, ανιαρό, άσχετο με τη ζωή, με μια λέξη άχρηστο, από την πλειονότητα των μαθητών και αποφοίτων του γυμνασίου και του λυκείου.

Χημεία: Η μοριακή επιστήμη

Όταν ο γνωστός Έλληνας θεωρητικός φυσικός και ακαδημαϊκός Δημήτρης Νανόπουλος σε συνέντευξή του ρωτήθηκε για το ποια μαθήματα τού άρεσαν στο σχολείο, απάντησε: «Τα μαθηματικά και η χημεία». Στη χημεία τον είχε εντυπωσιάσει ο κόσμος των ατόμων και των μορίων.

Η Χημεία ως μοριακή επιστήμη συνίσταται από έναν υπομικρόκοσμο με μόρια, άτομα, ηλεκτρόνια –ένας νέος

κόσμος μικρός, αλλά και μέγας. Αυτό είναι πλεονέκτημα και ταυτόχρονα μειονέκτημα. Το πλεονέκτημα είναι η εσωτερική ομορφιά της χημείας, γι' αυτούς που μπορούν να την δουν. Η μοριακή-ατομική-ηλεκτρονιακή φύση της χημείας είναι, όμως, το παιδαγωγικό της μειονέκτημα, η σημαντικότερη αιτία για τις μαθησιακές δυσκολίες της. Η Χημεία χαρακτηρίζεται από τρεις συνιστώσες:

- τη μακροσκοπική (στερεά, υγρά, μέταλλα, οξέα, βάσεις, καύσιμα κ.ο.κ.),
- τη συμβολική-αναπαραστασιακή (σύμβολα, τύποι, εξισώσεις),
- την υπομικροσκοπική (μόρια, άτομα, ηλεκτρόνια).

Η πρώτη είναι χειροπιαστή και προσιτή στους μαθητές, ενώ οι άλλες δύο είναι απόμακρες, αφηρημένες, πολύπλοκες. Η διδασκαλία και η μάθηση για τα άτομα και τα μόρια είναι επομένως δύσκολο εγχείρημα για καθηγητές και μαθητές. Ας σημειωθεί ότι στη χημεία υπεισέρχονται οι περισσότερες σημασιολογικές περιοχές που χαρακτηρίζουν τα σχολικά μαθήματα: η συμβολική (χρήση συμβόλων και μαθηματικών), η εμπειρική (ενοιολογικά συστήματα βασιζόμενα σε πειραματικά δεδομένα), η αισθητική και η ηθική (σεβασμός κωδίκων ασφαλείας και του περιβάλλοντος).

Επιστήμη-τεχνολογία-περιβάλλον-κοινωνία

Τα παραδοσιακά προγράμματα χημείας ελάχιστα ασχολούνται με την σύνδεση με τη ζωή, με συνέπεια πολλοί μαθητές να αδιαφορούν ή και να απεχθάνονται το μάθημα της χημείας. Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί προγράμματα για το γυμνάσιο και για το λύκειο, που στοχεύ-

ουν να διδάξουν την χημεία και τις φυσικές επιστήμες μέσα από τις εφαρμογές τους στην καθημερινή ζωή. Σημείο εκκινήσεως είναι θέματα κοινωνικά και τεχνολογικά, π.χ. περιβάλλον, ενέργεια, φυσικοί πόροι, θέματα υγείας, θέματα γεωργίας. Αναπόσπαστο μέρος τέτοιων προγραμμάτων είναι η εργασία των μαθητών στο χημικό εργαστήριο.

Η Χημεία στο γυμνάσιο

Η Χημεία, όπως και η Φυσική, διδάσκονται μόνο στις τάξεις Β' και Γ' του γυμνασίου. Η διακοπή στην Α' τάξη είναι βλαβερή, διότι και τα δύο μαθήματα συμβάλλουν καθοριστικά στη νοητική ανάπτυξη των παιδιών που περνάει μια κρίσιμη φάση στην ηλικία αυτή.⁽¹⁾ Στις τάξεις Β' και Γ' η Χημεία διδάσκεται μία (1) ώρα την εβδομάδα, ως το μοναδικό μονόωρο μάθημα στο γυμνάσιο. Αντίθετα, σε άλλα συγγενή μαθήματα (φυσική, βιολογία, γεωγραφία, οικιακή οικονομία) διατίθεται διπλάσιος χρόνος.

Εδώ και τρία χρόνια εφαρμόζεται ένα νέο πρόγραμμα, με νέα βιβλία, που είναι αρκετά σύγχρονα και συνδέονται ικανοποιητικά με τη ζωή. Όμως, το μονόωρο του μαθήματος αφ' ενός και η μη εργαστηριακή υποστήριξή του αφ' ετέρου (κυρίως λόγω ελλείψεως χρόνου, παρόλο ότι έχουν συνταχθεί εργαστηριακοί οδηγοί) είναι οι βασικοί λόγοι που το μάθημα αναμένεται να παραμείνει αναποτελεσματικό. Τελικά, έστω και αν οι στόχοι είναι ξεκάθαροι, δεν θα επιτυγχάνονται, όσο καλά προγράμματα, βιβλία, εκπαιδευτικούς, εργαστήρια και αν έχουμε, ενόσω η χημεία παραμένει μονόωρο μάθημα. Είναι λοιπόν επιτακτικό να γίνει δίωρο, τόσο στη Β' όσο και στην Γ' τάξη, με την προσθήκη εργαστηριακής ώρας,

όπως και να εισαχθεί το μάθημα φυσικής-χημείας στην Α' τάξη.

Η Χημεία μετά από το γυμνάσιο:

Χημική εγγραμματοσύνη και χημική κουλτούρα

Το λύκειο είναι η ανώτερη βαθμίδα της μέσης εκπαίδευσης, εκείνη από όπου θα αρχίσουν να επωάζονται οι αυριανοί επιστήμονες και ηγέτες. Επίσης, οι μαθητές που θα ακολουθήσουν την τεχνική εκπαίδευση πρέπει να προετοιμαστούν κατάλληλα τόσο για τα επαγγέλματά τους (όπου η χημεία έχει σίγουρα μεγάλη σχέση), όσο και για να γίνουν σωστά ενημερωμένοι και υπεύθυνοι πολίτες. Η χημική εγγραμματοσύνη και η χημική κουλτούρα θα φθάσουν εδώ στο αποκορύφωμά τους. Για να επιτευχθεί αυτό, χρειάζονται κατάλληλα προγράμματα, καλά βιβλία, καθώς και εκπαιδευτικοί ορεξάτοι και καταρτισμένοι.

Δυστυχώς, παρόλη την πρόσφατη εκπαιδευτική μεταρρύθμιση, υπάρχουν και εδώ προβλήματα. Ένα νέο πρόγραμμα σπουδών χημείας γενικής παιδείας ενιαίου λυκείου που συνέταξε, το 1997-98, επιτροπή ειδικών, έπειτα από ανοικτή προκήρυξη του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου, δεν είχε τύχη. Ήταν ένα πρόγραμμα καινοτομικό που έδινε έμφαση σε μια νέα παιδαγωγικώς ορθότερη δομή της ύλης, με έμφαση στη σύνδεση της χημείας με τη ζωή και την κοινωνία, μέσω ενοτήτων για τα πλαστικά-πολυμερή, τα φάρμακα, τα τρόφιμα και την ενέργεια, και όχι μόνο.⁽²⁾ Αντ' αυτού, προκρίθηκε ένα παραδοσιακό πρόγραμμα.

Πάντως, θα πρέπει να επισημανθεί ότι η χημεία είναι το πρώτο μάθημα για το οποίο ίσχυσε το πολλαπλό βιβλίο στο λύκειο. Τέσσερα αξιόλογα πακέτα είναι στη διάθεση μαθητών και εκπαιδευτικών, το καθένα από τα οποία πε-

ριλαμβάνει βιβλία μαθητή και καθηγητή και εργαστηριακό οδηγό για τον μαθητή για τη Χημεία Γενικής Παιδείας Α' και Β' τάξης, καθώς και για τη Θετική και την Τεχνολογική Κατεύθυνση Β' και Γ' τάξης. Αυτό δείχνει τον ενθουσιασμό και το μεράκι των χημικών για την εκπαίδευση.

Εκπαιδευτική υποβάθμιση

Το μάθημα της χημείας παραμένει υποβαθμισμένο χρονικά, αφού του διατίθενται μόνον δύο ώρες γενικής παιδείας, μία στην Α' λυκείου και μία στη Β' λυκείου. Η ελάχιστη απαίτηση θα ήταν να είχαμε ένα δίωρο στην Α' τάξη και από ένα μονόωρο στη Β' και στη Γ' τάξη (ή ένα δίωρο στη Β' τάξη). Τα ασφυκτικά χρονικά περιθώρια κάνουν αδύνατη την υλοποίηση της σωστής διδασκαλίας.

Και σαν μην έφτανε αυτό, δόθηκε η χαριστική βολή με την εξαίρεση της χημείας από τα πανελλαδικώς εξεταζόμενα μαθήματα. Έτσι, η χημεία υποβαθμίστηκε δραστικά, ιδίως σε σχέση με τα συγγενή μαθήματα των μαθηματικών, της φυσικής, αλλά και της βιολογίας (από την οποία είναι βασικότερη επιστήμη και για την οποία είναι προϋπόθεση!). Το περίεργο τώρα είναι ότι μπορούν να εισαχθούν (από την τεχνολογική κατεύθυνση) σε πανεπιστημιακά τμήματα χημείας ή χημικών μηχανικών και σε πολλά άλλα συναφή τμήματα (φυσικής, γεωπονίας, πολυτεχνείου) μαθητές που δεν θα έχουν ποτέ εξεταστεί πανελλαδικώς στη χημεία.

Επίλογος

Κάθε τόσο προκύπτουν νέα προβλήματα που απαιτούν γνώσεις χημείας για να τα προσεγγίσει κανείς. Τη μία, το

περιβάλλον με το φαινόμενο του θερμοκηπίου, την τρύπα του όζοντος ή τα πυρηνικά ατυχήματα. Την άλλη, θέματα υγείας και διατροφής (ασθένειες, διοξίνες, βρωμικά ιόντα στο πόσιμο νερό, απεμπλουτισμένο ουράνιο). Για πολλά προβλήματα, η χημεία θεωρείται υπεύθυνη, αλλά από αυτήν περιμένουμε τη λύση: ασφαλέστερα τρόφιμα, αποτελεσματικότερα φάρμακα, βελτιωμένα καύσιμα κ.λπ. Η τεχνολογική πρόοδος που χαρακτηρίζει την εποχή μας καθιστά επομένως την κατοχή βασικών γνώσεων χημείας εκ των ων ουκ άνευ για τον άνθρωπο.

Κατά τον βραβευθέντα πρόσφατα, από τη Μαθηματική Εταιρεία της Μεγάλης Βρετανίας, Έλληνα καθηγητή Εφαρμοσμένων Μαθηματικών Θανάση Φωκά, “είναι λάθος να αποτρέπουμε τους νέους να σπουδάσουν μαθηματικά, φυσική, χημεία επειδή δεν έχουν άμεση την επαγγελματική αποκατάσταση. Οι προτιμήσεις σπουδών στα χρηματοοικονομικά, τα ΜΜΕ, την ψυχολογία, την ιατρική είναι εφήμερες και καθορίζονται από τις τάσεις στην αγορά εργασίας. Η αληθινή επιστήμη, η πρωτογενής επιστήμη, είναι εκείνη που επιτρέπει στον άνθρωπο να ανταποκριθεί στις εκάστοτε απαιτήσεις της αγοράς και της ανθρώπινης εξέλιξης.”

Είναι επομένως προφανές ότι το μάθημα της χημείας πρέπει να αναβαθμιστεί και να πάρει τον ρόλο που του ανήκει στο εκπαιδευτικό μας σύστημα. Αν συμβεί αυτό, και αν λάβουμε υπόψη τον ενθουσιασμό των εκπαιδευτικών χημικών, καθώς και το γεγονός ότι η Ελλάδα βρίσκεται στην κορυφή μεταξύ των ευρωπαϊκών κρατών στην έρευνα για τη Διδακτική της Χημείας και των Φυσικών Επιστημών⁽³⁾ (με συνέπεια να έχουμε και πολύ καλές αντίστοιχες μεταπτυχιακές σπουδές), τότε μπορούμε να

είμαστε αισιόδοξοι για το μέλλον της εκπαίδευσης, άρα και για το μέλλον της χώρας μας.

Σημειώσεις

1. Ο γράφων έχει προτείνει πρόσφατα ένα ενοποιημένο πρόγραμμα Φυσικής και Χημείας για ένα δίωρο μάθημα εισαγωγής στις φυσικές επιστήμες για την Α' τάξη του γυμνασίου, πρόγραμμα που δοκιμάστηκε (έπειτα από έγκριση από το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο) πειραματικά και με επιτυχία σε μικρό αριθμό σχολείων. Για το μάθημα αυτό έχει συγγραφεί και σχετικό βιβλίο.
2. Τσαπαρλής, Γ. (1998). Χημική εκπαίδευση 2000: Ο κύκλος των χαμένων χημικών (ή της χαμένης χημείας;). Χημικά Χρονικά, (12) 332-335 (1998).
3. Το Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων εκδίδει ήδη διεθνές ηλεκτρονικό επιστημονικό περιοδικό για τη Διδακτική της Χημείας, με δωρεάν πρόσβαση από το Διαδίκτυο:
http://www.uoi.gr/conf_sem/cerapie

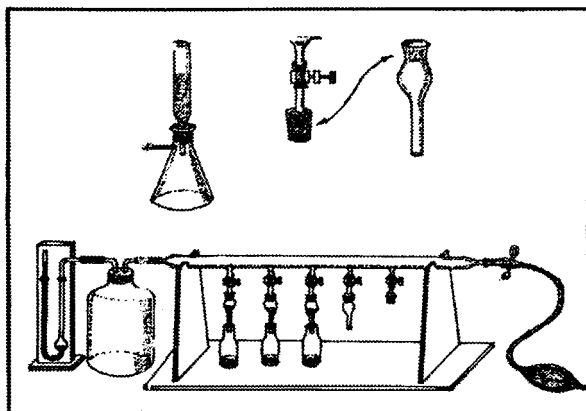
Ιωάννης Παπαδογιάννης

Η Τέχνη του Διαχωρισμού

Η έννοια του διαχωρισμού είναι γνωστή από πολύ παλιά. Η πρώτη ίσως διαχωριστική τεχνική εφαρμόστηκε αμέσως μετά την ανακάλυψη της φωτιάς: ο βρασμός του κρέατος συνιστά πράγματι μια μέθοδο διαχωρισμού των λιπαρών συστατικών του, τα οποία μεταβαίνουν από το κρέας στο νερό. Επίσης, οι αρχαίοι παρασκευαστές αρωμάτων χρησιμοποιούσαν τον βρασμό για να παραλάβουν από τα φυτά τα αρωματικά τους συστατικά.

Μια άλλη παλιά διαχωριστική τεχνική, η οποία χρησιμοποιείται και σήμερα, είναι η ιοντοανταλλαγή, κατά την οποία το νερό ανταλλάσσει τα ιόντα που περιέχει (μέταλλα, χλώριο κ.λπ.) με ιόντα υδρογόνου και υδροξυλίου, δηλαδή νερό. Ο πρώτος που εφαρμόζει την τεχνική αυτή είναι ο Αριστοτέλης, προκειμένου να επιτύχει την αφαλάτωση του θαλασσινού νερού με το φιλτράρισμά του μέσα από πηλό. Η ιδιότητα αυτή, γνωστή ως προσρόφηση, περιγράφεται και τεκμηριώνεται επιστημονικά πολύ αργότερα. Έπρεπε να φτάσουμε στο δεύτερο ήμισυ του 19^{ου} αιώνα, για να μελετηθούν οι ιδιότητες της προσρόφησης των μεταλλικών ιόντων, με το φιλτράρισμά τους μέσα από πηλό.

Εφέτος (2001), η επιστήμη του διαχωρισμού, γνωστή και ως χρωματογραφία (σύνθετη Ελληνική λέξη από το χρώμα και τη γραφή), γιορτάζει τα 95 χρόνια από την ανακάλυψή της από τον Ρώσο βοτανολόγο Μιχαήλ Τσβετ (Tswett). Στην πρωτοποριακή του δημοσίευση, ο Τσβετ κατόρθωσε να διαχωρίσει τις χρωστικές των φυτών, δοκιμάζοντας εκατό διαφορετικά προσροφητικά υλικά, με μια συσκευή που κατασκεύασε ο ίδιος. Έτσι, διαπίστωσε ότι τα φύλλα περιέχουν δύο διαφορετικές μορφές χλωροφύλλης, μαζί με άλλες ερυθρές χρωστικές που δεν φαίνονται, επειδή επισκιάζονται από το πράσινο χρώμα. Η ανακάλυψη αυτή αρχικά αμφισβητήθηκε και ξεχάστηκε για 25 περίπου χρόνια, ώσπου να ανακαλυφθεί εκ νέου από Γερμανούς χημικούς και να χρησιμοποιηθεί στην ανάλυση βιταμινών, αμινοξέων και άλλων οργανικών μορίων, τα οποία είναι πολύ σημαντικά για τη μελέτη της βιοχημείας των ζώντων οργανισμών.



Η πρωτότυπη συσκευή διαχωρισμού του Τσβετ.

Μια νέα τεχνική, η χρωματογραφία κατανομής, που ανακαλύφθηκε πριν από 60 χρόνια από τους A.J.P. Martin και R.L.M. Synge, αποτέλεσε τη βάση για την περαιτέρω ανάπτυξη της επιστήμης των διαχωρισμών. Για τον λόγο αυτό οι δυο επιστήμονες τιμήθηκαν με το βραβείο Νόμπελ Χημείας, το 1952. Την ίδια χρονική περίοδο η μέθοδος επεκτάθηκε σε διαχωρισμούς αερίων (και αργότερα υγρών και στερεών που με θέρμανση εξαερώνονται): η αέρια χρωματογραφία έχει σήμερα αμέτρητες εφαρμογές στη χημική ανάλυση. Μία από αυτές είναι το γνωστό μας αλκοτέστ για τον προσδιορισμό της αιθυλικής αλκοόλης. Ένας οδηγός, ο οποίος έχει κάνει χρήση αλκοολούχων ποτών, εκπνέει στο ειδικό όργανο που έχουν οι τροχονόμοι, οπότε προσδιορίζεται το ποσοστό της αιθυλικής αλκοόλης. Το ποσοστό αυτό μετατρέπεται αυτόματα σε ποσοτήτα αλκοολούχου ποτού που έχει καταναλώσει ο οδηγός. Σε περίπτωση αμφιβολίας είναι δυνατό να γίνει αιμοληψία και προσδιορισμός της αιθυλικής αλκοόλης στον ορό του αίματος, οπότε αίρονται οι όποιες αμφιβολίες, επειδή αυτή η μέθοδος είναι πιο αξιόπιστη.

Η τεχνική της αέριας χρωματογραφίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί και να δώσει χρήσιμα αποτελέσματα στην εγκληματολογική επιστήμη, στην ανάλυση των κανναβινοειδών, των κύριων συστατικών της ινδικής κάνναβης, του γνωστού χασίς. Τα φυτά του χασίς από διάφορα μέρη του κόσμου διαφέρουν στην περιεκτικότητα των κυρίων συστατικών τους. Έτσι, λοιπόν, προσδιορίζοντας τα κανναβινοειδή με αέρια χρωματογραφία, μπορούμε να εντοπίσουμε τη χώρα προέλευσης του χασίς. Εκτός από τα κύρια κανναβινοειδή, προσδιορίζουμε επίσης και άλλες ενώσεις χαμηλής μοριακής μάζας στα ίδια

δείγματα με την ίδια τεχνική, ώστε να έχουμε καλύτερη εικόνα της ταυτότητας του χασίς. Σπουδαίες εφαρμογές της μεθόδου είναι ο προσδιορισμός αγροχημικών, όπως εντομοκτόνα και ζιζανιοκτόνα, στα φυσικά νερά και τα φρούτα.

Άλλες πρακτικές εφαρμογές της αέριας χρωματογραφίας είναι η ανάλυση επικίνδυνων ουσιών, όπως οι πολυχλωριωμένοι υδρογονάνθρακες, τα φουράνια και οι διοξίνες στα τρόφιμα ζωικής προέλευσης και στο περιβάλλον. Σε συνδυασμό με τη φασματομετρία μαζών (βλ. άρθρο *Τα Μόρια στο Σκοτεινό Δωμάτιο*), λαμβάνονται πολύ αξιόπιστα αποτελέσματα. Ειδικά οι διοξίνες απασχολούν πολύ την κοινή γνώμη τα τελευταία χρόνια. Γι' αυτό επιβάλλεται να ιδρυθούν εργαστήρια καταγραφής και ελέγχου των συγκεντρώσεών τους, τόσο στην Αθήνα όσο και στη Θεσσαλονίκη, με σκοπό να δημιουργηθούν τράπεζες δεδομένων των συγκεντρώσεων των βλαβερών αυτών ενώσεων. Έτσι θα μπορούν να συγκρίνονται με τις συγκεντρώσεις που θα προκύπτουν σε έκτακτες περιπτώσεις. Το Τμήμα Χημείας του Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης έχει το ανθρώπινο επιστημονικό δυναμικό και τους αντίστοιχους χώρους και το μόνο που χρειάζεται είναι ο εξοπλισμός και το βοηθητικό προσωπικό, για να λειτουργήσει ένα τέτοιο εργαστήριο.

Η αέρια χρωματογραφία, σε συνδυασμό με τη φασματομετρία μαζών, είναι η επίσημη τεχνική στο αντιντόπινγκ κοντρόλ των αθλητών, για την ανάλυση των αναβολικών στεροειδών και άλλων απαγορευμένων ουσιών. Στην περίπτωση αυτή, αφού διαχωριστούν οι επιμέρους ενώσεις, λαμβάνονται στη συνέχεια, χωρίς να απομονωθούν, τα φάσματα μαζών τους και συγκρίνονται με αυτο-

ματοποιημένο τρόπο με μια «βιβλιοθήκη» φασμάτων προτύπων ουσιών. Τα πράγματα, όμως, δεν είναι πάντα τόσο εύκολα. Η ανίχνευση μιας ορμόνης, της ερυθροποιητίνης (EPO), που γνώρισε δημοσιότητα με τους Ολυμπιακούς αγώνες του Σίδνεί, πρέπει να διακρίνει τη φυσική από τη συνθετική, που προέρχεται από γενετικά τροποποιημένα μικρόβια. Η έρευνα αποκάλυψε ότι τα δύο είδη EPO διαφέρουν ελάχιστα στα ηλεκτρικά τους φορτία και αυτή η διαφορά επέτρεψε την ανίχνευση της συνθετικής, με μια τεχνική που βασίζεται στη διαφορετική της κινητικότητα υπό την επίδραση ηλεκτρικού πεδίου. Ας σημειωθεί ότι στη βιοχημική έρευνα χρησιμοποιούνται διάφορες διαχωριστικές τεχνικές αυτού του τύπου με εντυπωσιακά αποτελέσματα. Αληθινός θρίαμβος υπήρξε ο πρόσφατος διαχωρισμός και ταυτοποίηση 8.000 πρωτεϊνών από την καλλιέργεια ενός είδους ανθρώπινων κυττάρων.

Εκτός από τη διαχωριστική τεχνική της αέριας χρωματογραφίας, για την οποία απαιτούνται ειδικές συσκευές, αναπτύχθηκε μια πολύ απλούστερη μέθοδος, η χρωματογραφία επί χάρτου. Η τεχνική αυτή δεν χρειάζεται παρά ένα γυάλινο δοχείο, ένα ειδικό προσροφητικό χαρτί και μερικούς διαλύτες. Σήμερα, χρησιμοποιείται για την εξακρίβωση πλαστών εγγράφων στην εγκληματολογική επιστήμη, η οποία στηρίζεται κυρίως στη χημική ανάλυση για τη διαλεύκανση αξιόποινων πράξεων. Για παράδειγμα, το μελάνι σε ένα χειρόγραφο ύποπτης αυθεντικότητας αναλύεται στις επιμέρους χρωστικές από τις οποίες αποτελείται και αυτές συγκρίνονται με εκείνες ενός γνήσιου χειρογράφου, εφόσον είναι διαθέσιμο.

Η επιστήμη της αναλυτικής χημείας έχει στα χέρια της σήμερα μεθοδολογίες που μπορούν να δώσουν αξιό-

πιστα και επαναλήψιμα αποτελέσματα, χωρίς να χρειάζονται διαχωρισμοί. Έτσι, φασματοσκοπικές τεχνικές, όπως η φασματοσκοπία ατομικής απορρόφησης ή η φασματοσκοπία συζευγμένου πλάσματος, μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη χημική ανάλυση και να μετρήσουν πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις μετάλλων σε δείγματα, στα οποία υπάρχουν και άλλα μέταλλα. Στην περίπτωση μιας ένοπλης ληστείας που συνοδεύθηκε από θραύση υαλοπίνακα, μπορούμε να πάρουμε ένα πολύ μικρό θραύσμα γυαλιού από τα ενδύματα του υπόπτου, της τάξης του χιλιοστού του γραμμαρίου, και να το αναλύσουμε ως προς όλα τα συστατικά του. Επίσης, παίρνουμε δείγμα από τον υαλοπίνακα και επαναλαμβάνουμε τους ίδιους προσδιορισμούς. Αν έχουμε ταύτιση στα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων είμαστε βέβαιοι για την ενοχή του υπόπτου.

Μια άλλη διαχωριστική τεχνική, που βρίσκει πολλές εφαρμογές στην ιατροδικαστική και την τοξικολογία, χρησιμεύει για την ανίχνευση και τον προσδιορισμό φαρμάκων και ναρκωτικών ουσιών, όπως της μορφίνης ή της ηρωίνης. Πρόκειται για τη χρωματογραφία λεπτής στιβάδας, η οποία είναι επίσης χαμηλών απαιτήσεων και διαφέρει από τη χρωματογραφία επί χάρτου ως προς την προσροφητική ουσία, που είναι συνήθως το διοξείδιο του πυριτίου. Η χρωματογραφία λεπτής στιβάδας τα τελευταία χρόνια έχει αναδειχθεί ως μία από τις απλούστερες και ευρύτατα χρησιμοποιούμενες τεχνικές για διαχωρισμούς.

Σήμερα, ο καλύτερος τρόπος για τον προσδιορισμό της ποσότητας των αλκαλοειδών και άλλων οργανικών μορίων, τα οποία διαχωρίστηκαν πάνω σε μια χρωματο-