

Προσεγγίζοντας τη χημεία μέσα από τις καταστάσεις της ύλης: Πειραματικό υλικό για την α' λυκείου και προκαταρτική αξιολόγησή του από εκπαιδευτικούς

Ευάγγελος Πύργας, Γεώργιος Τσαπαρλής
Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Τμήμα Χημείας, Τομέας Φυσικοχημείας
me01421@cc.uoi.gr gtseper@cc.uoi.gr.

Περίληψη: Η χημεία ως μάθημα γενικής παιδείας στο λύκειο πρέπει να αποβλέπει αφενός στον *χημικό αλφαριθμητισμό* αφετέρου στην *χημική κουλτούρα*, και συνολικά να δημιουργεί την εντύπωση όχι μόνο του χρήσιμου αλλά και του απολαυστικού και ωραίου μαθήματος. Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται πειραματικό υλικό για τη χημεία της α' λυκείου που αποβλέπει στην επίτευξη των παραπάνω στόχων. Ακολουθήσαμε την *Προσέγγιση Καταστάσεων της Ύλης* που αποτέλεσε τη βασική διδακτική πρόταση σε επίπεδο Παιδαγωγικού Ινστιτούτου για αναμορφωμένο πρόγραμμα σπουδών χημείας γενικής παιδείας του ενιαίου λυκείου (1997-98). Στην παρούσα φάση, το υλικό ουσιαστικά συνίσταται στο διδακτικό εγχειρίδιο, το οποίο είναι διαρθρωμένο σε τρεις μείζονες ενότητες: *A. Ο αέρας, τα αέρια και η αέρια κατάσταση. B. Το αλάτι, τα άλατα και η στερεά κατάσταση. Γ. Το νερό, τα υγρά και η υγρή κατάσταση.* Το εγχειρίδιο αξιολογήθηκε από τέσσερις έμπειρους καθηγητές χημικούς, που χαρακτήρισαν το βιβλίο πλήρες, ασχολούμενο με πολλά θέματα και σε ανεβασμένο επίπεδο (δύσκολο σε αρκετά σημεία). Η προσέγγιση αέρια – στερεά – υγρά θεωρήθηκε αρκετά πρωτότυπη, με μια λογική ροή πληροφοριών, και γενικά άρεσε. Τέλος, σημειώνονται οι διατυπωθείσες επιφυλάξεις, οι αρνητικές γνώμες και οι προτάσεις για βελτίωση.

Εισαγωγή

Είναι γνωστή η προβληματικότητα του μαθήματος της χημείας στο λύκειο τα τελευταία χρόνια, προβληματικότητα που κατέστησε το μάθημα διακοσμητικό και οφείλεται αφενός στην αφαίρεσή του από τα πανελλαδικώς εξεταζόμενα μαθήματα γενικής παιδείας και αφετέρου στη γιγάντωση της τεχνολογικής κατεύθυνσης εις βάρος της θετικής. Εξάλλου, τρεις σημαντικοί λόγοι που κάνουν τη χημεία μη δημοφιλές μάθημα είναι: α) η δυσκολία του μαθήματος, β) η απουσία της πειραματικής διδασκαλίας και γ) η συντηρητική προσέγγιση της διδακτέας ύλης τόσο από άποψη περιεχομένου (όπου δεν δίνεται έμφαση στη σύνδεση της χημείας με τη ζωή - Τσαπαρλής 1988, Βλάχου & Τσαπαρλής 1991) όσο και από την άποψη της σειράς και ιεράρχησης των εννοιών και των θεμάτων. Είναι πιθανό ότι ο τελευταίος λόγος συμβάλλει και στη δυσκολία του μαθήματος.

Η χημεία ως μάθημα γενικής παιδείας στο ενιαίο λύκειο πρέπει να αποβλέπει σε δύο στόχους (Τσαπαρλής 1998): Οι απόφοιτοι του λυκείου πρέπει να έχουν αποκτήσει: (1) *χημικό αλφαριθμητισμό*, δηλαδή τις βασικές χημικές γνώσεις που τους είναι απαραίτητες/χρήσιμες στη ζωή, (2) *χημική κουλτούρα*, δηλαδή μια ικανοποιητική γνώση του πώς λειτουργεί χημικά η φύση. Συνολικά πρέπει να μένουν με την εντύπωση ότι η χημεία είναι ένα χρήσιμο αλλά και απολαυστικό και ωραίο μάθημα. Ακόμη να συμβάλει στην καλλιέργεια ανώτερης τάξεως γνωστικών ικανοτήτων (Zoller & Tsaparlis 1997).

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται πειραματικό διδακτικό υλικό για το μάθημα χημείας της α' λυκείου που συντάχθηκε στα πλαίσια εκπόνησης μεταπτυχιακής διατριβής ειδίκευσης στη διδακτική της χημείας. Το υλικό αυτό ακολούθησε την *Προσέγγιση Καταστάσεων της*

Υλης που έχει προτείνει ο ένας από τους συγγραφείς (Τσαπαρλής, 1998), [States-of-Matter Approach (SOMA), Tsaparlis 2000)] και που αποτέλεσε τη βασική διδακτική πρόταση σε αναμορφωμένο πρόγραμμα σπουδών χημείας γενικής παιδείας του ενιαίου λυκείου που είχε συνταχθεί το 1997-98 από επταμελή επιτροπή που συγκροτήθηκε έπειτα από ανοικτή προκήρυξη από το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο - Τσαπαρλής, 1998).¹ Σημειώνεται ότι, για λόγους πέρα από την επιστήμη και την παιδαγωγική, το πρόγραμμα δεν εγκρίθηκε και αντ' αυτού υιοθετήθηκε το ισχύον παραδοσιακό πρόγραμμα.

Η προσέγγιση καταστάσεων της ύλης (SOMA)

Η προσέγγιση καταστάσεων της ύλης λαμβάνει υπόψη της την ανάγκη να δίνουμε σημασία όχι μόνο στη λογική πλευρά (δομή) της χημείας, αλλά και στην ψυχολογική-παιδαγωγική πλευρά (Johnstone, 2000). Βασίζεται σε χωριστή μελέτη της χημείας μέσα από τις τρεις καταστάσεις της ύλης. Το μάθημα έτσι χωρίζεται σε τρεις μείζονες ενότητες, τις εξής:

A. Ο αέρας, τα αέρια και η αέρια κατάσταση

B. Το αλάτι, τα άλατα και η στερεά κατάσταση.

Γ. Το νερό, τα υγρά και η υγρή κατάσταση.

Η εισαγωγή πρώτης της αέριας κατάστασης στηρίχθηκε στο δεδομένο ότι αυτή: α) Είναι η θεωρητικά λιγότερο πολύπλοκη και γι' αυτό η καλύτερα μελετημένη. β) Μακροσκοπικά μη χειροπιαστή καθώς είναι, είναι το πιο ταιριαστό πρελούδιο για τη μελέτη του άορατου μικρόκοσμου των ατόμων και των μορίων. Επιπλέον, τα στοιχεία και οι ενώσεις που σε συνθήκες συνθήκες είναι στην αέρια κατάσταση έχουν μόρια μικρά και απλά. Δουλεύουμε κατά κανόνα με λίγα αμέταλλα στοιχεία (H, O, N, C, S, αλογόνα και ευγενή αέρια) και τις αντίστοιχες ενώσεις τους (H₂O, O₃, NH₃, NO_x, CO, CO₂, αέριοι υδρογονάνθρακες, H₂S, SO₂, HCl). Δεν έχουμε ιόντα και ιοντικούς δεσμούς. Ξεκινάμε με τον ομοιοπολικό δεσμό (Johnstone et al., 1981). Οι διαμοριακές δυνάμεις είναι απύσες. Κάνουμε μια ενοποιημένη αντιμετώπιση ανόργανης και οργανικής χημείας.² Η χημεία (ιδιότητες και αντιδράσεις) κρατείται σε ένα μίνιμουμ που έχει σχέση με τις πρακτικές εφαρμογές.

Αν και η λογική συνέχεια της αέριας είναι η υγρή κατάσταση, προτιμήσαμε να προηγηθεί η στερεά κατάσταση για τους εξής λόγους: Δομικά είναι απλούστερη από την υγρή κατάσταση, χαρακτηριζόμενη από την τέλεια οργάνωση σε πλήρη αντίθεση με την αταξία της αέριας κατάστασης. Η υγρή κατάσταση είναι η δομικά πολυπλοκότερη, καθώς είναι ενδιάμεση ως προς την αταξία/τάξη σε σχέση με την αέρια και τη στερεά κατάσταση. Επιπλέον, με τον τρόπο αυτό καθίσταται δυνατή η μελέτη των υγρών διαλυμάτων, καθώς και των οξέων και των βάσεων μαζί με την υγρή κατάσταση.

Το διδακτικό εγχειρίδιο

Στα πλαίσια εκπόνησης διατριβής μεταπτυχιακής ειδίκευσης του ενός από τους συγγραφείς (ΕΠ), συντάχθηκε πειραματικό διδακτικό υλικό που αποτελεί μέρος ενός εκπαιδευτικού πακέτου. Το υλικό κατ'ουσίαν αποτελείται μόνο από το κυρίως σώμα ενός διδακτικού εγχειριδίου και αυτού όχι ολοκληρωμένου.

Από το υλικό λείπουν πειραματικές δραστηριότητες, ερωτήσεις, ασκήσεις, προβλήματα και συνθετικές εργασίες, ηλεκτρονικό υλικό (CD-ROM με βιντεοσκοπημένα και προσομοιωμένα πειράματα), καθώς και συνδέσεις με κατάλληλα σχετικά διαδικτυακά θέματα. Το επιπλέον αυτό υλικό αποτελεί απαραίτητο διδακτικό συμπλήρωμα, διότι

¹ Δ. Κατάκης, Γ. Τσαπαρλής, Ε. Ζαρωτιάδου, Χ. Μητσοπούλου, Α. Πανόπουλος, Π. Σαραντόπουλος και Γ. Φαντάκη.

² Λόγω του ότι η οργανική χημεία ασχολείται με πολύ λίγα χημικά στοιχεία, οι Johnstone et al. (1981) ξεκινούν με αυτήν.

προσφέρει εναλλακτικές ευκαιρίες που αναμένεται όχι μόνο να προσελκύσουν το ενδιαφέρον και την περιέργεια των μαθητών, αλλά και να προσφέρουν δυνατότητες για διαθεματικές προσεγγίσεις του διδακτικού υλικού.

Το βιβλίο έχει έκταση 201 σελίδων, με την εξής κατανομή ανά μείζονα ενότητα: αέρια, 72 σελίδες, στερεά, 48 σελίδες, υγρά, 81 σελίδες. Το *Παράρτημα* έχει τα αναλυτικά περιεχόμενα, ενώ στην επόμενη σελίδα δείχνεται δείγμα μιας σελίδας από το βιβλίο. Χαρακτηριστικό της μορφής των σελίδων είναι η ύπαρξη χρωματιστού περιθωρίου στα πλάγια των σελίδων, με διαφορετικό χρώμα για κάθε ενότητα. Στο περιθώριο αυτό τοποθετούνται πλαγιότιτλοι, μικρά σχήματα και πίνακες με δεδομένα, και ενισχυτικό υλικό (π.χ. ιστορικές πληροφορίες) που δεν περιλαμβάνεται στο κυρίως κείμενο.

Προκαταρκτική αξιολόγηση του πειραματικού υλικού - Μέθοδος

Πέρα από τη συγγραφή του πειραματικού διδακτικού υλικού, κρίθηκε σκόπιμο να γίνει μια αρχική αξιολόγησή του από έμπειρους καθηγητές που διδάσκουν χημεία στο λύκειο. Η αξιολόγηση έγινε από τέσσερις καθηγητές χημικούς, τρεις άντρες (X1, X2, X3) και μια γυναίκα (X4). Τρεις από αυτούς είναι διορισμένοι καθηγητές μέσης εκπαίδευσης (X2, X3, X4), ενώ ο X1 διδάσκει επί πολλά χρόνια σε φροντιστήριο μέσης εκπαίδευσης. Η X4 έχει πολύ περισσότερα χρόνια διορισμού από τους άλλους, ενώ οι X2 και X3 έχουν διδάξει σε φροντιστήρια πριν από το διορισμό τους. Επίσης ένας εκ των τεσσάρων εκπαιδευτικών (X2) έχει αποκτήσει μεταπτυχιακό δίπλωμα ειδίκευσης στη διδακτική φυσικών επιστημών και ένας στη φυσικοχημεία (X3). Μόνο ο ένας από αυτούς (X2) ανήκε στην ερευνητική ομάδα του Γ. Τσαπαρλή. Επιπλέον το βιβλίο δόθηκε σε πανεπιστημιακό καθηγητή με εμπειρία σε θέματα χημείας λυκείου λόγω συμμετοχής του σε συγγραφή σχολικών βιβλίων χημείας λυκείου.

Σε κάθε καθηγητή δόθηκε ένα αντίτυπο του βιβλίου. Οι εκπαιδευτικοί και ο καθηγητής επεξεργάστηκαν το υλικό κατά τη διάρκεια του σχολικού έτους 2005-2006 (Οκτώβριος 2005 - Απρίλιος 2006). Κατόπιν συνεννόησης κανονίστηκαν συναντήσεις των συγγραφέων με τους αξιολογητές. Με τον πανεπιστημιακό καθηγητή η συνέντευξη λήφθηκε τηλεφωνικά. Οι καθηγητές κλήθηκαν να απαντήσουν σε ερωτήσεις σχετικές με τις εντυπώσεις τους κατά την ανάγνωση του βιβλίου, παρατηρήσεις, διορθώσεις κ.λ.π., λαμβάνοντας υπόψη τους και τα υπάρχοντα σχολικά βιβλία γενικής παιδείας της α' και β' λυκείου, καθώς επίσης και τα περιεχόμενα της γενικής παιδείας β' λυκείου σύμφωνα με την κατατεθείσα το 1997-98 στο Π.Ι. πρόταση, αλλά και με κάποιες προσθήκες στην ύλη λόγω της προσθήκης δεύτερης ώρας στη χημεία α' λυκείου. Οι συνεντεύξεις ηχογραφήθηκαν κατόπιν σύμφωνης γνώμης των εκπαιδευτικών.

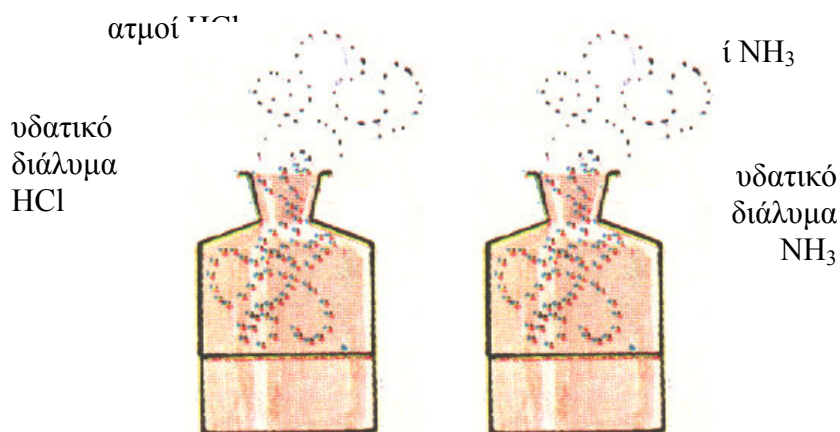
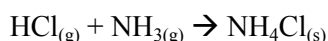
Η *πρώτη ομάδα* ερωτήσεων ήταν γενικές ερωτήσεις για το βιβλίο, π.χ. «Ποια η γενική σου εντύπωση για το βιβλίο;», «Πώς κρίνεις την προσέγγιση καταστάσεων της ύλης από λογικής/χημικής πλευράς (λογική δομή της χημείας) και από παιδαγωγικής πλευράς;», «Πώς συγκρίνεις το βιβλίο με το υπάρχον βιβλίο;», «Ποιες οι θετικές και ποιες οι αρνητικές παρατηρήσεις/ σχόλιά σου για το βιβλίο;», «Έχεις κάποιες συγκεκριμένες προτάσεις για βελτίωση;».

Ακολούθησαν μια *δεύτερη ομάδα* ερωτήσεων που εστιάστηκε στον χημικό αλφαριθμητισμό και στη χημική κουλτούρα. Πρώτα δόθηκαν μια γενική ερώτηση για το αν το βιβλίο επιτυγχάνει τους στόχους του χημικού αλφαριθμητισμού και κουλτούρας. Ακολούθησαν ειδικές ερωτήσεις που ελήφθησαν από τη διεθνή βιβλιογραφία (Shartz et al. 2005a; 2005b). Αυτές αναφέρονται σε: 1) γενικές επιστημονικές ιδέες, 2) χαρακτηριστικά της χημείας (ιδέες-κλειδιά), 3) χημεία και ζωή, 4) ανώτερης τάξεως μαθησιακές ικανότητες.

Α 4 Η ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ

Α 4.1 Οι χημικές μεταβολές – Η χημική αντίδραση

Συχνά όταν φέρνουμε σε στενή επαφή μεταξύ τους δύο ή περισσότερες ουσίες (είτε στις συνήθεις συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης είτε σε διαφορετικές συνθήκες π.χ. σε υψηλότερη θερμοκρασία και/ή πίεση) συμβαίνει μεταβολή ή μεταβολές. Αποτέλεσμα είναι ο σχηματισμός νέας ή νέων ουσιών με ταυτόχρονη εξαφάνιση μέρους ή του συνόλου των αρχικών ουσιών. Έτσι, αν π.χ. φέρουμε σε επαφή αέριο υδροχλώριο με αέρια αμμωνία, σχηματίζεται μια νέα ουσία, το στερεό χλωριούχο αμμώνιο:

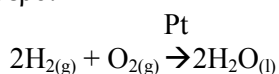


Η παραπάνω μεταβολή ονομάζεται **χημική μεταβολή** ή **χημική αντίδραση**. Χημική μεταβολή μπορεί να υποστεί και μια μεμονωμένη ουσία π.χ. το αέριο υδροϊώδιο, θερμαινόμενο στους 550°C, διασπάται στα συστατικά του στοιχεία, υδρογόνο και ιώδιο:



Οι αρχικές ουσίες ονομάζονται τα **αντιδρώντα**, ενώ οι νέες ουσίες ονομάζονται τα **προϊόντα** της αντίδρασης.

Υπάρχει περίπτωση μια αντίδραση να μην γίνεται σε συνήθεις συνθήκες, αλλά να γίνεται όταν στο αντιδρών μείγμα παρίσταται και σε μικρή σχετικά ποσότητα, ένα τρίτο σώμα, που το ίδιο δεν μεταβάλλεται/δεν αλλοιώνεται κατά την αντίδραση, αλλά με μόνη την παρουσία του κάνει να γίνεται η αντίδραση. Έτσι αέριο μείγμα υδρογόνου και οξυγόνου μπορεί να παραμένει αναλλοίωτο επαόριστον, παρουσία όμως του μετάλλου *λευκόχρυσος* (Pt), οι δύο ουσίες αντιδρούν αμέσως, σχηματίζοντας νερό:



Κατά μία χημική αντίδραση, σε κατάλληλες συνθήκες, γίνεται μια *αλληλεπίδραση* ανάμεσα στα μόρια των αντιδρώντων με αποτέλεσμα αυτά να μετατρέπονται (με αναδιάταξη ατόμων) σε μόρια προϊόντων

Αποτελέσματα

Γενικές ερωτήσεις – Θετικές γνώμες

1. Η πρώτη εντύπωση των καθηγητών που διάβασαν το βιβλίο ήταν ότι πρόκειται για ένα πλήρες βιβλίο χημείας, το οποίο ασχολείται με πολλά θέματα και περιέχει σχετικά μεγάλο όγκο πληροφοριών.
2. Η προσέγγιση αέρια – στερεά – υγρά ήταν κάτι, που αν και πολύ διαφορετικό σε σχέση με την κλασική προσέγγιση, άρεσε σε όλους. Γενικά όμως υπάρχει πληρότητα στο περιεχόμενο και μια λογική ροή της ύλης.
3. Η ενιαία αντιμετώπιση γενικής (φυσικοχημείας), ανόργανης και οργανικής γενικά άρεσε σε όλους, μιας και η χημεία είναι πιο σωστό να αντιμετωπίζεται συνολικά. Έτσι μπορούμε, για παράδειγμα, να περνούμε με ευκολία από τα ανόργανα στα οργανικά οξέα, αφού οι νόμοι και οι κανόνες που χαρακτηρίζουν και την οργανική και την ανόργανη χημεία είναι οι ίδιοι.
4. Το πρακτικό τμήμα του βιβλίου το βρήκαν πολύ καλό και πολύ πλήρες. Έτσι θα ήθελαν να είναι τα βιβλία χημείας γενικής παιδείας.
5. Η δομή και η τυπογραφική διάταξη γενικά άρεσε σε όλους.
6. Στα θετικά του βιβλίου ότι έχει τη στοιχειομετρία στην πρώτη ενότητα όπως και το μολ, ενώ το υπάρχον βιβλίο αυτά τα εξετάζει στο τέλος.
7. Επίσης τη σύνδεση με τη ζωή, το ότι δείχνει στο μαθητή ότι πολλά προέκυψαν μέσα από μια διαδικασία πειραμάτων και τίποτα δεν είναι εντελώς αυθαίρετο.

Γενικές ερωτήσεις – Αρνητικές γνώμες και επιφυλάξεις

1. Υπήρξαν και κάποιες επιφυλάξεις για την προσέγγιση αέρια – στερεά – υγρά. Γενικά ειπώθηκε ότι η προσέγγιση αυτή είναι μεν καλή, αλλά και αρκετά πρωτότυπη, κάτι που ίσως ξενίζει λίγο.
2. Περιέχει κάποιες δύσκολες έννοιες (π.χ. το πείραμα του Millikan, τα ατομικά φάσματα εκπομπής, το ΔG, ενθαλπία, διαγράμματα φάσεων κ.ά.).
[Πολλά από αυτά όμως βρίσκονται μέσα σε πλαίσια και επομένως μπορεί να τα αποφύγει ο καθηγητής περιορίζοντας έτσι και την ποσότητα αλλά και το βαθμό δυσκολίας της ύλης την οποία ο μαθητής είναι υποχρεωμένος να μάθει. Με αυτόν τον τρόπο προσφέρεται μια ολοκληρωμένη γνώση και ένα ολοκληρωμένο βιβλίο στο μαθητή.]
3. Όλοι συμφώνησαν ότι το επίπεδο του βιβλίου είναι γενικά ανεβασμένο και ότι σίγουρα θα δυσκολέψει τον μέσο μαθητή (σε συνδυασμό φυσικά με το γεγονός ότι η χημεία που διδάσκεται ο μαθητής στο γυμνάσιο είναι ελάχιστη).
4. Οι περισσότεροι πιστεύουν ότι η οργανική χημεία «αδικείται» σε σχέση με την ανόργανη και τη φυσικοχημεία γιατί είναι λιγότερη και θα ήθελαν περισσότερη οργανική χημεία.

Χημικός αλφαριθμητισμός και χημική κουλτούρα

- Όλοι οι καθηγητές συμφώνησαν πως επιτυγχάνεται ο χημικός αλφαριθμητισμός, αφού το βιβλίο περιλαμβάνει μια μεγάλη ποσότητα θεωρίας και εφαρμογών. Αν λοιπόν τα μάθει κάποιος αυτά, μπορούμε να πούμε ότι είναι χημικά εγγράμματος. Επίσης η χημική κουλτούρα επιτυγχάνεται, σύμφωνα με τον πανεπιστημιακό καθηγητή και με έναν από τους καθηγητές χημείας. Ένας άλλος καθηγητής διατύπωσε την άποψη ότι είναι λίγο δύσκολο να επιτευχθεί η χημική κουλτούρα, αν και επιδιώκεται σε αυτό το βιβλίο, ενώ ένας τρίτος καθηγητής διατύπωσε την άποψη ότι τόσο η χημική κουλτούρα όσο και ο χημικός αλφαριθμητισμός επιτυγχάνονται μόνο από τους καλούς μαθητές.

*Ειδικές ερωτήσεις για τον χημικό αλφαριθμητισμό και κουλτούρα*1) Γενικές επιστημονικές ιδέες

❖ *Η χημεία είναι μια πειραματική επιστήμη. Οι χημικοί εκτελούν επιστημονικές έρευνες, κάνουν γενικεύσεις, και προτείνουν θεωρίες για να εξηγήσουν τον κόσμο. Δύο από τους καθηγητές απάντησαν ότι αυτό επιτυγχάνεται με τα πειράματα που γράφονται σε αυτό το βιβλίο. Απουσιάζει όμως το περιγραφικό πείραμα, άρα αυτό το βιβλίο χρειάζεται να περιλάβει και να διδαχθεί ταυτόχρονα με ένα εργαστήριο.*

❖ *Η χημεία παρέχει γνώσεις που χρησιμοποιούνται για να εξηγούν φαινόμενα σε άλλες γνωστικές περιοχές, όπως στις γεωλογικές και τις βιολογικές επιστήμες. Δύο από τους καθηγητές απάντησαν ότι αυτό εδώ δεν φαίνεται να γίνεται.*

2) Χαρακτηριστικά της χημείας (ιδέες-κλειδιά)

❖ *«Η χημεία επιδιώκει να εξηγήει μακροσκοπικά φαινόμενα σε σχέση με τη μοριακή δομή της ύλης». Δύο από τους καθηγητές απάντησαν ότι αυτό καλύπτεται, ενώ ένας τρίτος ότι επιτυγχάνεται αλλά όχι σε όλα τα σημεία.*

❖ *«Η χημεία ερευνά τη δυναμική των μεταβολών και των αντιδράσεων». Και οι τέσσερις καθηγητές απάντησαν ότι αυτό καλύπτεται.*

❖ *«Η χημεία ερευνά τις ενεργειακές μεταβολές που συνοδεύουν τις χημικές αντιδράσεις». Και σε αυτή την ερώτηση και οι τέσσερις καθηγητές απάντησαν ότι αυτό γίνεται στο πειραματικό διδακτικό υλικό.*

❖ *«Η χημεία συμβάλει στο να κατανοήσουμε και να εξηγήσουμε την ζωή με βάση τις χημικές δομές και τις διαδικασίες στους ζώντες οργανισμούς». Και οι τέσσερις καθηγητές απάντησαν ότι αυτό δεν φαίνεται. [Αλλά στην Ελλάδα αυτό αποτελεί αντικείμενο του μαθήματος της βιολογίας. Πάντως σ' αυτό μπορεί να συμβάλει και το μάθημα χημείας γενικής παιδείας της β' λυκείου.]³*

❖ *«Η χημεία χρησιμοποιεί μια ειδική γλώσσα. Ένα χημικά εγγράμματο άτομο δεν είναι υποχρεωμένο να ξέρει αυτήν την γλώσσα, αλλά πρέπει να μπορεί να εκτιμά την συμβολή της χημικής γλώσσας στην ανάπτυξη αυτής της επιστήμης». Δύο από τους καθηγητές απάντησαν ότι αυτό καλύπτεται, ενώ οι άλλοι δύο ότι δεν καλύπτεται αρκετά.*

3) Χημεία και ζωή. *(«Σημασία της χημικής γνώσης στην εξήγηση των καθημερινών φαινομένων και χρήση τους από τον πολίτη ως καταναλωτή νέων προϊόντων και τεχνολογιών, στη λήψη αποφάσεων, και στη συμμετοχή σε μια κοινωνική συζήτηση σε σχέση με θέματα στα οποία υπεισέρχεται η χημεία», «Σχέσεις μεταξύ των εξελίξεων της χημείας και των κοινωνικών διαδικασιών». [Αυτά καλύπτονται εν μέρει σε σχέση με τα θέματα που μελετώνται. Περισσότερο πρέπει να συμβάλει σ' αυτό το μάθημα γενικής παιδείας της β' λυκείου.]*

4) Ανώτερης τάξεως μαθησιακές ικανότητες: *Σε γενικές γραμμές και οι τέσσερις καθηγητές απάντησαν ότι συμβάλλει.*

³ Σύμφωνα με την πρόταση που είχε υποβληθεί στο Παιδαγωγικό Ινστιτούτο το 1997-98, το μονόωρο μάθημα χημείας γενικής παιδείας στη β' λυκείου περιελάμβανε τα παρακάτω κεφάλαια: (1) Πολυμερή -Πλαστικά, (2) Φάρμακα, (3) Τρόφιμα, (4) Ενέργεια. Η ύλη αυτή μπορεί να επεκταθεί λόγω της προστεθείσας εν των μεταξύ δευτέρας διδακτικής ώρας και να διαρθρωθεί ως εξής: (1) Οργανική χημεία, (2) Πολυμερή-πλαστικά, (3) Φάρμακα, (4) Βιομόρια, (5) Τρόφιμα, (6) Χημεία και γεωργία, (7) Ενέργεια, (8) Χημεία, γη και διάστημα. (9) Η χημεία ως μια συνεχώς αναπτυσσόμενη επιστήμη. (Το κεφ. 7 καλύπτει και θέματα πυρηνικής χημείας και ραδιοχημείας. Το κεφ. 9 αναφέρεται στη φύση της επιστήμης) Έτσι μπορεί να δοθεί μια πληρέστερη πλευρά της χημείας.

Σύγκριση με το τρέχον πρόγραμμα και βιβλίο

- Σε σύγκριση με το υπάρχον βιβλίο, απάντησαν ότι το πειραματικό υλικό έχει τελείως διαφορετική λογική και δομή.
- Στο ποιο από τα δύο είναι καλύτερο δεν δόθηκε μιας σαφής απάντηση, μιας και τα βιβλία είναι τελείως διαφορετικά μεταξύ τους. Επιπλέον το πειραματικό διδακτικό υλικό δεν έχει διδαχθεί. Θα πρέπει πρώτα να δουν και στην πράξη, πώς θα αντιμετωπίσουν αυτή την διαφορετική προσέγγιση οι μαθητές.
- Ο χημικός αλφαριθμητισμός στα υπάρχοντα βιβλία γενικής παιδείας α΄ και β΄ λυκείου επιτυγχάνεται λιγότερο σε σχέση με το πειραματικό διδακτικό υλικό και ότι τον μαθητή που δεν πάει θετική κατεύθυνση η χημεία τον απωθεί τελείως.
- Η χημική κουλτούρα στο τρέχον πρόγραμμα (οι απόψεις εδώ δίστανται) επιτυγχάνεται, ή επιτυγχάνεται λιγότερο σε σχέση με το πειραματικό διδακτικό υλικό ή δεν επιτυγχάνεται σχεδόν καθόλου.
- Τα τρέχον πρόγραμμα σπουδών λυκείου γενικής παιδείας δεν αφήνει στον μαθητή την εντύπωση ότι η χημεία είναι ένα χρήσιμο αλλά και απολαυστικό και ωραίο μάθημα. Εξάλλου, γενικά δεν καλλιεργεί ανώτερης τάξης γνωστικές ικανότητες - αυτό όμως γίνεται σε κάποιο βαθμό στην α΄ λυκείου.

Προτάσεις βελτίωσης

- Να υπάρχει έναν πίνακας με τους κυριότερους αριθμούς οξείδωσης.
- Να μειωθούν κάποια πράγματα όπως π.χ. το θείο και οι αλλοτροπικές μορφές του άνθρακα [τα οποία όμως έχουν σχέση με αυτό που λέμε σύνδεση με τη ζωή].
- Τα πλαίσια να μην διδάσκονται, απλώς να γίνεται μια απλή αναφορά.
- Να αφαιρεθεί η απόδοση, μιας και οι μαθητές δεν την κατανοούν.
- Να μπει κάποιο υλικό στο διαδίκτυο, λόγω του ότι τα ογκώδη βιβλία απωθούν τους μαθητές. (Άποψη του πανεπιστημιακού καθηγητή)
- Να δοθεί έμφαση στην ονοματολογία με κάποιους κανόνες και να μην αναφερθούν μόνο κάποια παραδείγματα οργανικών ενώσεων.
- Καλό θα ήταν το μάθημα να συνδυάζεται με ένα εργαστήριο.
- Διατυπώθηκε φυσικά και η άποψη ότι θα πρέπει σε κάθε κεφάλαιο να μπου και ασκήσεις με λυμένα παραδείγματα για να επιτευχθεί αυτό.

Τελικά σχόλια

Η εισαγωγή στη χημεία μέσω των καταστάσεων της ύλης συνιστά μια πρωτότυπη προσέγγιση, πολύ διαφορετική σε σχέση με τις κλασικές προσεγγίσεις της χημείας τόσο στην Ελλάδα όσο και διεθνώς. Το προτεινόμενο βιβλίο ικανοποιεί σε ικανοποιητικό βαθμό τα χαρακτηριστικά του χημικού αλφαριθμητισμού και της χημικής κουλτούρας. Επίσης χαρακτηρίζεται από πληρότητα, αν και αυτό οδηγεί σε σχετικά μεγάλη ποσότητα ύλης, ενώ περιλαμβάνει και αρκετές σίγουρα δύσκολες για τους μαθητές α΄ λυκείου έννοιες. Τώρα, το αν οι μαθητές θα μείνουν από το βιβλίο με την εντύπωση ότι η χημεία είναι ένα χρήσιμο, αλλά και απολαυστικό και ωραίο μάθημα είναι κάτι που εξαρτάται αφενός από τους ίδιους τους μαθητές, αφετέρου και κυρίως από τον καθηγητή που διδάσκει το μάθημα. Τέλος, η ουσιαστική αξιολόγηση του προτεινόμενου προγράμματος και του βιβλίου μπορεί να γίνει μόνον με την χρησιμοποίησή/εφαρμογή του στην πράξη.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ. Το πειραματικό διδακτικό υλικό (χωρίς την αξιολόγησή του όμως) παρουσιάστηκε στο 20^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Χημείας (Ιωάννινα, 20-23/9/2005) καθώς και στο 15^ο Σεμινάριο Διδακτικής της Χημείας (Αθήνα, 17-18 Δεκεμβρίου 2005).

Παραπομπές

- Τσαπαρλής Γ. (1988). Χημεία και αυριανοί πολίτες – Η χημεία ως μάθημα γενικής παιδείας στο κατώφλι του 21^{ου} αιώνα. Πρακτικά 12^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Χημείας, σσ. 1-6. ΕΕΧ: Θεσσαλονίκη.
- Τσαπαρλής, Γ. (1998). Χημική εκπαίδευση 2000: Ο κύκλος των χαμένων χημικών (ή της χαμένης χημείας;) Χημικά Χρονικά, Τεύχος 12, 340-343.
- Τσαπαρλής Γ & Βλάχου Σ. (1991). Χημεία και ζωή στο λύκειο. Νέα Παιδεία, Τεύχος 59, 161-174.
- Johnstone A.H. (2000). Teaching of chemistry – logical and psychological. Chemistry Education Research and Practice, 1, 9-15. [www.rsc.org/education/CERP]
- Johnstone A.H., Morrison T.I. & Reid N. (1981). Chemistry about us. Heinmann Educational Books, London.
- Tsaparlis G. (2000). The States-Of-Matter Approach (SOMA) to introductory chemistry. Chemistry Education Research and Practice, 1, 161-168. [www.rsc.org/education/CERP]
- Zoller U. & Tsaparlis G. (1997). Higher- and lower-order cognitive skills: the case of chemistry. Research in Science Education, 27, 117-130.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1: ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

ΕΝΟΤΗΤΑ Α: *Ο αέρας, τα αέρια και η αέρια κατάσταση*

A 1 Ο ατμοσφαιρικός αέρας. A 1.1 Φυσική και χημική ταυτότητα του αέρα - A 1.2 Ο αέρας ως μείγμα αερίων - A 1.3 Ταξινόμηση της ύλης: ουσίες, μείγματα, ενώσεις, στοιχεία.

A 2 Τα άτομα και η ατομική δομή. A 2.1 Η σύγχρονη άποψη για το άτομο A 2.2 Άτομα: σύσταση, ισότοπα, σχετική ατομική μάζα - A 2.3 Περισσότερα για την ατομική δομή: Το ατομικό μοντέλο του Bohr.

A 3 Τα μόρια και η μοριακή δομή. A 3.1 Ο χημικός δεσμός (το μόριο του υδρογόνου, το μόριο του υδροχλωρίου, τα υδρίδια των αμετάλλων, το υδρόθειο, χαρακτηριστικά ομοιοπολικών ή μοριακών ενώσεων, απλός, διπλός, τριπλός δεσμός) - A 3.2 Η σχετική μοριακή μάζα ή μοριακό βάρος και το μολ - A3.3 Το μόριο της αμμωνίας και η πόλωση των δεσμών.

A.4 Η χημική αντίδραση. A 4.1 Οι χημικές μεταβολές – Η χημική αντίδραση (διατήρηση της μάζας κατά τις χημικές αντιδράσεις, νόμος αφθαρσίας της ύλης του Lavoisier, μια πολύ χρήσιμη χημική αντίδραση: η συνθετική παρασκευή της αμμωνίας) - A 4.2 Πότε πραγματοποιείται μια χημική αντίδραση (η θεωρία των συγκρούσεων) - A 4.3 Μεταβολή της ενέργειας κατά τις χημικές αντιδράσεις (η χημική θερμοδυναμική) – A 4.4 Μονόδρομες και αμφίδρομες αντιδράσεις (τα αλογόνα και τα υδραλογόνα) - A 4.5 Εξώθερμες και ενδόθερμες αντιδράσεις (η θερμότητα αντίδρασης, ενέργεια/ενthalπία δεσμού) - A 4.6 Στοιχειομετρικοί υπολογισμοί (μεθοδολογία για την επίλυση προβλημάτων στοιχειομετρίας, απόδοση χημικής αντίδρασης).

A.5 Το οξυγόνο και τα ευγενή αέρια. A.5.1: Γενικά για το οξυγόνο - A.5.2: Οξείδωση και καύση (ένας πρώτος ορισμός της οξείδωσης) - A 5.3 Η βιολογική σημασία του οξυγόνου (η φωτοσύνθεση και ο μεταβολισμός των υδατανθράκων) - A 5.4 Τα οξείδια – Τα οξείδια των αμετάλλων (ορισμός, συμβολισμός, ονοματολογία και ταξινόμηση οξειδίων) - A 5.5 Τα ευγενή αέρια.

A 6 Το ιδανικό αέριο και η καταστατική εξίσωσή του. A 6.1 Οι νόμοι των αερίων (ο νόμος του Boyle, ο νόμος του Charles, ο νόμος του Gay-Lussac) - A 6.2 Η καταστατική εξίσωση του ιδανικού αερίου.

A7 Η οργανική χημεία. A 7.1 Το φυσικό αέριο (βιοαέριο) - A 7.2 Η οργανική και η ανόργανη χημεία (το μεθάνιο, οι κορεσμένοι υδρογονάνθρακες) - A 7.3 Η καύση των υδρογονάνθρακων - A 7.4 Ισομέρεια - A 7.5 Οι ακόρεστοι άκυκλοι υδρογονάνθρακες (αλκένια, αλκίνια).

A 8 Η ρύπανση του αέρα. A 8.1 Η αιθαλομίχλη - A 8.2 Η φωτοχημική ρύπανση - A 8.3 Το όζον και η τρύπα του όζοντος - A 8.4 Το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

ΕΝΟΤΗΤΑ Β: Το αλάτι, τα άλατα και η στερεά κατάσταση

Β 1. Το αλάτι και η κρυσταλλική κατάσταση. Β 1.1 Το μαγειρικό αλάτι - Β 1.2 Ο ιοντικός ή ετεροπολικός δεσμός - Β 1.3 Οι κρύσταλλοι.

Β 2 Ο αριθμός οξείδωσης και ο περιοδικός πίνακας. Β 2.1 Οι οξειδωτικές καταστάσεις των στοιχείων και ο αριθμός οξείδωσης - Β 2.2 Ο περιοδικός πίνακας των ατόμων (των στοιχείων).

Β 3 Τα άλατα, τα οξείδια των μετάλλων και τα υδροξείδια των μετάλλων. Β 3.1 Τα άλατα - Β 3.2 Τα οξείδια των μετάλλων - Β 3.3 Τα υδροξείδια των μετάλλων - Β 3.4 Η ύαλος (το γυαλί).

Β 4 Τα μοριακά στερεά. Β 4.1 Οργανικά μοριακά στερεά (στερεοί κορεσμένοι υδρογονάνθρακες) - Β 4.2 Ο πάγος - Β 4.3 Το ιώδιο - Β 4.4 Ατομικά (πολυατομικά) στερεά (ο φωσφόρος, το θείο) - Β 4.5 Αλλοτροπία του άνθρακα: Διαμάντι, γραφίτης, ανθρακίτης, λιγνίτης, φουλλερένια.

Β 5 Τα μέταλλα. Β 5.1 Χαρακτηριστικές ιδιότητες των μετάλλων - Μεταλλικός δεσμός - Β 5.2 Σχέση των οξειδωτικών καταστάσεων και του αριθμού οξείδωσης με τα φαινόμενα της οξείδωσης και της αναγωγής - Β 5.3 Ο σίδηρος - Β 5.4 Το αργίλιο ή αλουμίνιο - Β 5.5 Ο χαλκός.

Β 6 Τα στερεά απόβλητα και η διαχείρισή τους. Β 6.1 Διαχείριση απορριμμάτων - Β 6.2 Ανακύκλωση του αλουμινίου.

ΕΝΟΤΗΤΑ Γ: Το νερό, τα υγρά και η υγρή κατάσταση

Γ 1 Ο ρόλος της υγρής κατάστασης στη ζωή. Γ 1.1 Η χημεία της ζωής είναι “υγρή” - Γ 1.2 Η ανώμαλη διαστολή του νερού και ο ρόλος της στην υδρόβια ζωή.

Γ 2 Όρια θερμοκρασιών και πιέσεων της υγρής κατάστασης. Γ 2.1 Τάση ατμών ενός υγρού - Γ 2.2 Κινητικότητα στην υγρή κατάσταση - Γ 2.3 Διάγραμμα φάσεων νερού - Γ 2.4 Υγροποίηση αερίων (υγρά άζωτο, οξυγόνο, υδρογόνο, υγραέρια).

Γ 3 Διαμοριακές δυνάμεις (δυνάμεις Van der Waals). Γ 3.1 Μόρια που είναι μόνιμα δίπολα - Γ 3.2 Δυνάμεις μόνιμου διπόλου-μόνιμου διπόλου - Γ 3.3 Δυνάμεις διασποράς (London) (παροδικά δίπολα).

Γ 4 Το νερό. Γ 4.1 : Φυσικές ιδιότητες και δομή του νερού (φυσικές ιδιότητες, η δομή του μορίου του νερού, νερό: ο σημαντικότερος διαλύτης) - Γ 4.2 Ο δεσμός υδρογόνου - Γ 4.3 Το υπεροξείδιο του υδρογόνου.

Γ 5 Ο υδράργυρος και το βρώμιο: τα μοναδικά υγρά χημικά στοιχεία. Γ 5.1 Ο υδράργυρος - Γ 5.2 Το βρώμιο.

Γ 6 Οργανική χημεία: υγρές οργανικές ουσίες. Γ 6.1 Υγροί υδρογονάνθρακες - Γ 6.2 Το πετρέλαιο Γ 6.3 Το βενζόλιο και οι αρωματικές ενώσεις - Γ 6.4 Οι αλκοόλες, οι αιθέρες και τα αλκυλαλογονίδια - Γ 6.5 Οι αλδεΐδες και οι κετόνες.

Γ 7 Τα διαλύματα. Γ 7.1 Γενικά για τα διαλύματα (πώς εκφράζεται η περιεκτικότητα ενός διαλύματος) - Γ 7.2 Διαλυτότητα (κανόνας διαλυτότητας) - Γ 7.3 Υδατικά διαλύματα ιοντικών ενώσεων (η θεωρία της ηλεκτρολυτικής διάστασης του Arrhenius) - Γ 7.4 Χημικές αντιδράσεις σχηματισμού δυσδιάλυτης ουσίας σε υδατικά διαλύματα - Γ 7.5 Συγκέντρωση διαλύματος (συγκέντρωση ή μολικότητα κατ' όγκο διαλύματος).

Γ 8 Οι προσθετικές ιδιότητες των διαλυμάτων. Γ 8.1 Τι είναι οι προσθετικές ιδιότητες - Η μείωση της τάσης ατμών - Γ 8.2 Ανύψωση της θερμοκρασίας βρασμού - Γ 8.3 Ταπείνωση της θερμοκρασίας πήξης - Γ 8.4 Η όσμωση και η οσμωτική πίεση.

Γ 9 Τα οξέα και οι βάσεις. Γ 9.1 Γενικά περί οξέων (ορισμός, χρήσεις των οξέων, όξινο χαρακτήρας, οι δείκτες) - Γ 9.2 Συμβολισμός, ονοματολογία και δομή των ανόργανων οξέων (όξινα οξείδια, ανυδρίτες οξέων) - Γ 9.3 Γενικά περί βάσεων (ορισμός, βασικός χαρακτήρας, βασικά οξείδια, ανυδρίτες βάσεων) - Γ 9.4 Το νερό είναι πολύ ασθενές οξύ και πολύ ασθενής βάση - Γ 9.5 Το pH.

Γ 10 Τα οργανικά οξέα. Γ 10.1 Ταξινόμηση των οργανικών οξέων - Γ 10.2 Κορεσμένα μονοκαρβοξυλικά οξέα - Αιθανικό οξύ - Οι εστέρες.

Γ 11 Χημικές αντιδράσεις σε υδατικά διαλύματα. Γ 11.1 Η εξουδετέρωση - Γ 11.2 Μεταθετικές αντιδράσεις - Γ 11.3 Αντιδράσεις απλής αντικατάστασης.

Γ 12 Το πόσιμο νερό και η ρύπανσή του. Γ 12.1 Το πόσιμο νερό (στάδια επεξεργασίας πόσιμου νερού) - Γ 12.2 Η ρύπανση του νερού (αστικά απόβλητα, βιομηχανικά απόβλητα) - Γ 12.3 Όξινη βροχή και περιβάλλον.