

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ

Διαπανεπιστημιακό Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
της Διδακτικής της Χημείας και των Νέων Εκπαιδευτικών Τεχνολογιών

**Εναλλακτικές ιδέες των μαθητών της Α΄ τάξης του Λυκείου
όσον αφορά στο σχηματισμό και τις χημικές ιδιότητες των
μορίων. Διερεύνηση της προέλευσης και των παραγόντων
διατήρησής τους.**

Αγορίτσα Σχιζοδήμου

Επιβλέπων

Αν. Καθηγητής Π. Ακρίβος

Θεσσαλονίκη

2013

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ

Διαπανεπιστημιακό Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
της Διδακτικής της Χημείας και των Νέων Εκπαιδευτικών Τεχνολογιών

**Εναλλακτικές ιδέες των μαθητών της Α΄ τάξης του Λυκείου
όσον αφορά στο σχηματισμό και τις χημικές ιδιότητες των
μορίων. Διερεύνηση της προέλευσης και των παραγόντων
διατήρησής τους.**

Αγορίτσα Σχιζοδήμου

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Αναπληρωτής Καθηγητής Περικλής Ακρίβος (Επιβλέπων Καθηγητής)
Τμήμα Χημείας ΑΠΘ

Καθηγητής Μιχάλης Σιγάλας
Τμήμα Χημείας ΑΠΘ

Αναπληρωτής Καθηγητής Παναγιώτης Γιαννακουδάκης
Τμήμα Χημείας ΑΠΘ

Θεσσαλονίκη

2013

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διατριβή Ειδίκευσης εκπονήθηκε κατά το ακαδημαϊκό έτος 2012-2013 στο Τμήμα Χημείας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης με επιβλέποντα καθηγητή τον κ. Π. Ακρίβο και εντάσσεται στα πλαίσια του Διαπανεπιστημιακού, Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών, «Διδακτική της Χημείας και Νέες Εκπαιδευτικές Τεχνολογίες (Δι.Χη.Ν.Ε.Τ.)».

Από καρδιάς θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Ακρίβο, για τη στήριξη, συμπαράσταση και καθοδήγηση, σε όλο το διάστημα που μεσολάβησε για την εκπόνηση αυτής της εργασίας.

Ευχαριστώ επίσης τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας, Σαββίδου Ειρήνη, Αναστασοπούλου Χριστίνα και Γκούζου Στέλλα, για την άριστη συνεργασία που είχαμε πάνω στον κοινό μας στόχο.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	I
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	II
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	IV
ABSTRACT.....	VI
Κεφάλαιο 1.....	1
1.1. Διδακτική των Φυσικών Επιστημών.....	2
1.2. Διδακτικά ρεύματα.....	4
1.3. Διδασκαλία της Χημείας.....	6
1.4. Δυσκολίες στη διδασκαλία της χημείας.....	8
1.4.1. Χημικές αναπαραστάσεις – η γλώσσα της χημείας.....	8
1.4.2. Η ελλιπής γνώση του αντικειμένου από τον διδάσκοντα.....	9
1.4.3. Η ελλιπής γνώση του παιδαγωγικού αντικειμένου από τον διδάσκοντα.....	10
1.4.4. Η έλλειψη συνάφειας με τις άλλες επιστήμες.....	11
1.4.5. Οι εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών.....	11
1.5. Η διδασκαλία της χημείας στην Ελλάδα.....	12
Κεφάλαιο 2.....	15
2.1. Οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών.....	16
2.2. Αιτίες δημιουργίας των εναλλακτικών ιδεών.....	17
2.3. Χαρακτηριστικά των εναλλακτικών ιδεών.....	18
2.4. Πως επηρεάζεται η μάθηση από τις εναλλακτικές ιδέες.....	20
2.5. Εναλλακτικές ιδέες σχετικές με το μόριο και τον χημικό δεσμό.....	20
Κεφάλαιο 3.....	30
3.1. Σκοπός της εργασίας.....	31
3.2. Η Έρευνα.....	32
3.3. Το ερωτηματολόγιο.....	35
3.4. Γνωστικό υπόβαθρο των μαθητών.....	38
Κεφάλαιο 4: Αποτελέσματα της έρευνας.....	42
4.1. Το δείγμα.....	43
4.2. Ανάλυση των αποτελεσμάτων ανά ερώτηση.....	45
4.2.1. Ερώτηση 1.....	45
4.2.2. Ερώτηση 2.....	48
4.2.3. Ερώτηση 3.....	50

4.2.4. Ερώτηση 4	52
4.2.5. Ερώτηση 5	54
4.2.7. Ερώτηση 7	59
4.3. Ανάλυση αποτελεσμάτων ανα κατηγορία σχολείων.	63
4.4. Ανάλυση των αποτελεσμάτων ως προς το φύλο των μαθητών	64
4.5. Ανάλυση των αποτελεσμάτων ως προς την τάξη των μαθητών.....	66
Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα - Προτάσεις.....	67
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	82
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	88

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα έρευνας σε δείγμα 1613 μαθητών και μαθητριών των Β' και Γ' τάξεων του Γενικού Λυκείου, κατά το σχολικό έτος 2010-2011. Ο στόχος της έρευνας είναι η διερεύνηση, με τη μορφή ερωτηματολογίων, της γνώσης που έχουν αποκτήσει και των εναλλακτικών αντιλήψεων που έχουν υιοθετήσει μαθητές Λυκείου αναφορικά με ένα σύνολο εννοιών σχετικών με το μόριο, τον χημικό δεσμό και τις ιδιότητες των χημικών ενώσεων τα οποία διδάσκονται στην ύλη της Χημείας στην Α' τάξη του Λυκείου.

Η έρευνα αυτή πραγματοποιήθηκε σε ένα ευρύ σύνολο μαθητών και σε μια ποικιλία σχολικών μονάδων έτσι ώστε να προκύψει ένα ικανοποιητικό δείγμα αντιπροσωπευτικό της διαστρωμάτωσης των μαθητών Λυκείου στο σύνολο της χώρας. Στο δείγμα των σχολικών μονάδων περιλαμβάνονται Λύκεια μεγάλων ή μικρών αστικών κέντρων καθώς και μη αστικών περιοχών, δημόσια, ιδιωτικά και πειραματικά καθώς και μερικά «ειδικά» σχολεία όπως διαπολιτισμικό, ιεροσπουδαστικό και μουσικό.

Στο 1^ο κεφάλαιο της εργασίας αναπτύσσονται έννοιες σχετικές με την διδακτική των φυσικών επιστημών και ειδικότερα του μαθήματος της Χημείας. Γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στη διδασκαλία της Χημείας στο Ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα.

Στο 2^ο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών, τι είναι, πως δημιουργούνται και πως επηρεάζεται η μάθηση από τις ιδέες αυτές. Στη συνέχεια αναφέρονται οι ιδέες που σχετίζονται με τις έννοιες του μορίου και των χημικών δεσμών.

Στο 3^ο κεφάλαιο περιγράφεται ο σκοπός της εργασίας αυτής, αναλύεται ο τρόπος που έγινε η έρευνα, το δείγμα της έρευνας και τα χαρακτηριστικά του καθώς και το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε.

Στο 4^ο κεφάλαιο παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα της έρευνας. Αρχικά γίνεται στατική ανάλυση του δείγματος. Δίνονται οι κατηγορίες των σχολείων στα οποία μοιράστηκαν τα ερωτηματολόγια και του συνόλου των μαθητών (η αναλογία των μαθητών της Β' και Γ' τάξης καθώς και των κοριτσιών - αγοριών). Έπειτα δίνονται τα αποτελέσματα ανά κατηγορία σχολείων και μαθητών και γίνονται οι μεταξύ τους συγκρίσεις.

Τέλος στο 5^ο κεφάλαιο καταγράφονται τα κυριότερα συμπεράσματα της έρευνας και γίνονται προτάσεις για την βελτίωση της διδασκαλίας των μελετώμενων εννοιών και την εξάλειψη των παρανοήσεων.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματά μας οι μαθητές αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα γνώσεων σχετικά με τις έννοιες του μορίου και του χημικού δεσμού. Οι κύριες δυσκολίες τους εντοπίζονται στην κατανόηση του σχηματισμού των μορίων και το είδος του δεσμού μεταξύ των ατόμων καθώς και του φαινομένου της διάλυσης μιας ουσίας. Συνοψίζοντας μπορούμε να πούμε ότι το συνολικό ποσοστό ορθών απαντήσεων είναι μικρό. Στην πλειοψηφία των ερωτημάτων δεν ξεπερνάει το 50%. Σε κάθε ερώτημα υπάρχει πάντα ένα ποσοστό τουλάχιστον 5% που δεν δίνει απάντηση. Οι μαθητές της Β τάξης απαντούν πιο σωστά από εκείνους της Γ. Γενικά τα αγόρια απαντούν πιο σωστά από τα κορίτσια.

ABSTRACT

In the present study are reported the results of a survey on a group of 1613 students of grades B and C of senior high schools during the 2010-2011 school year. The aim of the study was to investigate, through questionnaires, the chemical knowledge acquired by the students and the existing misconceptions related to a group of aspects on molecules, chemical bonding and properties of chemical compounds, which are taught at senior high school grade A.

The survey was carried out on a wide group of students regarding the schools they attend in order to have an as adequate as possible body of resulting questionnaires representative of their distribution all over the country. In the schools included in the study there are high schools of big and small cities, in rural areas, both public and private, experimental schools under university supervision as well as some “special schools” including musical, intercultural and ecclesiastical.

In the first chapter of the work there is a description of the terms related to didactics of natural sciences and especially Chemistry. There is a specific mention to the teaching of Chemistry within the existing Greek educational system.

In the second chapter there are presented the student alternative concepts and the factors provoking their appearance and persistence, especially those related to the molecule and the chemical bond.

The aim of the study is described in the third chapter along with the survey methodology and the questionnaire used.

The results of the study are reported in the fourth chapter starting with the more general ones and analyzing the findings in relation to student grade and sex, school category (as described above).

Finally in chapter 5 there are presented the main conclusions of the survey and some proposals for the improvement of the teaching of the studied topics aiming at the diminishing of the discussed misconceptions.

According to our findings the students are facing severe problems in understanding the main facts related to the molecule and the chemical bond. The main

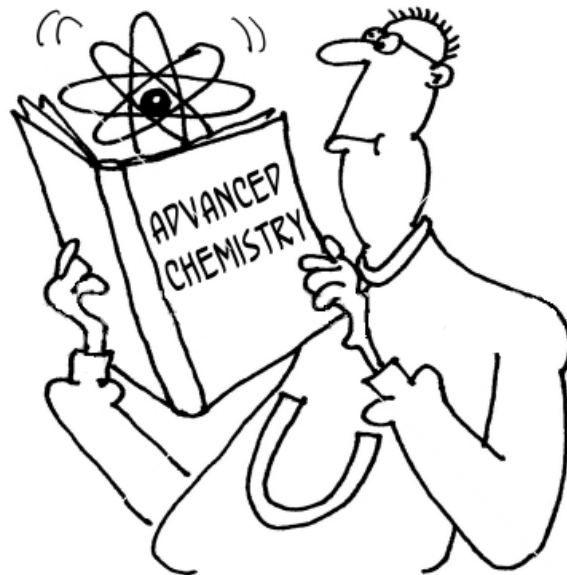
difficulties identified in the understanding of the formation of molecules and the type of bond between atoms and the phenomenon of dissolution of a substance.

In summary we can say that the total percentage of correct responses is small. In the majority of queries do not exceed 50%. In every question there is always a percentage of at least 5% that does not answer. Generally the children of B grade respond more accurately than those of the C grade. Boys respond more appropriately than girls.

Κεφάλαιο 1

Η διδακτική των Φυσικών Επιστημών

Διδασκαλία της Χημείας



TO KEEP THEIR STUDENTS ATTENTION SCIENCE
TEACHERS HAVE RESORTED TO POP-UP TEXT BOOKS.

1.1. Διδακτική των Φυσικών Επιστημών

Διδακτική είναι η επιστήμη, που ασχολείται είτε με τα προβλήματα της διδασκαλίας γενικά (**Γενική Διδακτική**) είτε με τα προβλήματα της διδασκαλίας ειδικά του κάθε μαθήματος (**Ειδική Διδακτική**). Η Διδακτική ενώ παλαιότερα θεωρούνταν κλάδος της παιδαγωγικής επιστήμης, σήμερα αποτελεί αυτόνομο επιστημονικό πεδίο.

Ο όρος διδακτική χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον Γερμανό μεταρρυθμιστή Ratke (Wolfgang Ratichius, 1571-1635) στο βιβλίο του «Nova Ditactica» (Νέα Διδακτική). Λίγο αργότερα ο όρος χρησιμοποιήθηκε επίσης από τον γνωστό θεολόγο από τη Βοημία Comenius (John Amos Comenius ή Komensky, 1592-1670) στο βιβλίο του με τίτλο «Didactica Magna» (Μεγάλη Διδακτική) [1].

Υπάρχουν διάφοροι ορισμοί για την διδασκαλία, που εξαρτώνται κυρίως από τη μορφή και το τύπο της διδασκαλίας. Ο περισσότερο αποδεκτός ορισμός είναι: *«Διδασκαλία είναι το σύνολο των προγραμματισμένων και συντονισμένων δραστηριοτήτων με τις οποίες προσπαθεί ο εκπαιδευτικός να εμπλέξει το μαθητή σε δραστηριότητες που θα βοηθήσουν στην υλοποίηση των σκοπών του αναλυτικού προγράμματος».*

Φυσικές Επιστήμες (Φ.Ε.) λέγονται οι επιστήμες που ασχολούνται με την παρατήρηση των φυσικών φαινομένων. Μέσω των Φυσικών Επιστημών ο άνθρωπος προσπαθεί να κατανοήσει τα φαινόμενα που παρατηρεί στην καθημερινή ζωή του. Αποτελούν μέθοδο, δεν είναι όμως μόνο μέθοδος. Αποτελούν γνώση, χωρίς να είναι μόνο γνώση, είναι και μέθοδος και γνώση [2].

Οι Φυσικές Επιστήμες είναι:

- Φυσική
- Χημεία
- Βιολογία
- Γεωλογία

Διδακτική των φυσικών επιστημών είναι ο επιστημονικός κλάδος που έχει ως σκοπό τη μελέτη και βελτίωση της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών. Κάτι τέτοιο θεωρείται πως γίνεται εφικτό μέσα από τη μελέτη υπαρχόντων διδακτικών τεχνικών, αλλά και τη διερεύνηση και δοκιμαστική εφαρμογή νέων. Ο επιστημονικός αυτός

κλάδος συχνά διαχωρίζεται σε διδακτική της φυσικής, διδακτική της χημείας, διδακτική της βιολογίας και διδακτική της γεωλογίας.

Οι σκοποί της διδασκαλίας των Φ.Ε. καθορίζονται με βάση τους σκοπούς της εκπαίδευσης. Βασικός σκοπός της εκπαίδευσης είναι αφ' ενός να δημιουργήσει πολίτες που να μπορούν να παίξουν ένα ενεργό ρόλο σε μια δημοκρατική κοινωνία με το να είναι επινοητικοί και εφευρετικοί και αφ' ετέρου να «πλάσει μυαλά» που να είναι κριτικά.

Με βάση τα παραπάνω η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών μπορεί να πρωτοστατήσει σ' αυτή την κατεύθυνση σκοπεύοντας στο [3]:

1. Να κατανοήσουν οι μαθητές τον κόσμο μέσα στον οποίο ζουν.
2. Να αποκτήσουν τη μεθοδολογία που χρησιμοποιούν οι επιστήμονες ώστε να γίνουν ικανοί να μαθαίνουν μόνοι τους.
3. Να αποκτήσουν την επιστημονική νοοτροπία.
4. Να διαπιστώσουν ότι η γνώση είναι προϊόν συνεργατικής προσπάθειας.
5. Να αναγνωρίσουν την κοινωνική χρησιμότητα πολλών επιστημονικών ιδεών.
6. Να αποκτήσουν άποψη για το ρόλο της Τεχνολογίας στη σύγχρονη κοινωνία.

Σε σχέση με άλλες επιστήμες, η διδακτική των φυσικών επιστημών κάνει χρήση των πορισμάτων πολλών επιστημών, κυρίως των φυσικών επιστημών, της παιδαγωγικής επιστήμης, της ψυχολογίας (γνωστικής / κοινωνικής), της ιστορίας, της φιλοσοφίας των φυσικών επιστημών και της τεχνολογίας.

Μέχρι το 19ο αιώνα η εκπαίδευση επικεντρώνονταν στα φιλολογικά μαθήματα. Η διδασκαλία των φυσικών επιστημών εντάχθηκε στα συστήματα υποχρεωτικής εκπαίδευσης διαφόρων χωρών από το 19ο αιώνα. Ωστόσο, ανάδεικνύεται ως ξεχωριστό πεδίο έρευνας στα μέσα του 20ου αιώνα. Επομένως πριν από το 1950 δεν μιλάμε για διδακτική των Φ.Ε. αλλά για ρεύματα της διδασκαλίας [4].

1.2. Διδακτικά ρεύματα.

Η μάθηση είναι μια διαδικασία ατομική, παρόλο που υπάρχουν γενικές προϋποθέσεις για τις νοητικές διαδικασίες που συμβάλουν στην ολοκλήρωση της. Οι διάφορες θεωρίες περί μάθησης εισηγούνται και ορισμένες συγκεκριμένες διδακτικές προσεγγίσεις ώστε να επιτευχθεί η μάθηση. Τα κυριότερα διδακτικά ρεύματα είναι τα εξής [3-5]:

Το παραδοσιακό ρεύμα. Η γνώση μεταφέρεται από το διδάσκοντα στους μαθητές. Η διδασκαλία τους βασίζεται κυρίως στο βιβλίο του μαθητή και τις διαλέξεις που πραγματοποιεί ο διδάσκων και δευτερευόντως σε εργαστηριακές πρακτικές. Κριτήριο επιτυχίας της διδασκαλίας αποτελεί η ποσότητα πληροφοριών που έχουν συγκρατήσει οι μαθητές μετά το πέρας της διδασκαλίας. Χαρακτηριστική είναι η φράση του Ζήνων του Στωικού από το Κίτιο της Κύπρου (336-264 π.Χ.) *«Μια φύση ευγενική με μέτρια εξάσκηση και με τη συνδρομή ενός δασκάλου μπορεί πολύ εύκολα να πετύχει την τέλεια αρετή»*.

Το ανακαλυπτικό ρεύμα. Οι μαθητές είναι δυνατό να οδηγηθούν μόνοι τους στη γνώση των φυσικών επιστημών, να την ανακαλύψουν, αν τους δοθούν τα κατάλληλα μέσα και τους υποβληθούν οι κατάλληλες καθοδηγητικές ερωτήσεις. Η διδασκαλία στηρίζεται σε μεγάλο βαθμό σε εργαστηριακές δραστηριότητες και σε μια φιλοσοφία επίλυσης προβλημάτων που είναι σχεδιασμένη να ενθαρρύνει τους μαθητές να συμπεριφέρονται σαν επιστήμονες. Στόχος της διδασκαλίας των Φ.Ε. κατά τους υποστηρικτές του ανακαλυπτικού ρεύματος είναι η «παραγωγή» νέων και ικανών επαγγελματιών επιστημόνων. Ο μαθητής αποτελεί πλέον το επίκεντρο της διδακτικής διαδικασίας και αποδίδεται μεγάλη σημασία στην αλληλεπιδραστική του σχέση με τα διδακτικά υλικά.

Το εποικοδομητικό ρεύμα. Θεωρεί ότι πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν στη διδασκαλία των Φ.Ε. οι προϋπαρχουσες ιδέες των μαθητών σχετικά με τα φυσικά φαινόμενα τα οποία θα διδαχθούν. Επομένως ο σχεδιασμός της διδακτικής πρακτικής πρέπει να γίνεται με βάση τον τρόπο που οι ίδιοι οι μαθητές κατανοούν τις φυσικές έννοιες και με βάση τον τρόπο που ερμηνεύουν τα φαινόμενα της φύσης, όταν δεν έχουν μνηθεί ακόμη στον επιστημονικό τρόπο ερμηνείας τους.

Κατά τις απόψεις του εποικοδομητικού ρεύματος είναι απαραίτητος για τη διδασκαλία ο διδακτικός μετασχηματισμός των φυσικών επιστημών σε «σχολική επιστήμη», δηλαδή σε γνώση κατάλληλη να διδαχθεί στους μαθητές, με βάση τις προϋπάρχουσες αντιλήψεις τους. Πρέπει να επιλέγονται για τη διδασκαλία εκείνα τα πειράματα και τα φαινόμενα στα οποία εξασφαλίζεται η ενεργή συμμετοχή των μαθητών, με την έννοια ότι οι ίδιοι ενεργητικά κατασκευάζουν (οικοδομούν) τη γνώση, βασιζόμενοι στις προϋπάρχουσες ιδέες και εμπειρίες τους.

Σημαντικό χαρακτηριστικό της εποικοδομητικής προσέγγισης συνιστά η επισήμανση της μεταγνωστικής διαδικασίας. Με τον όρο *μεταγνώση* εννοείται η επίγνωση της μαθησιακής διαδικασίας από τον ίδιο το μαθητή, όρος που ίσως με απλούστερο τρόπο δηλώνεται μέσα από τη φράση «να γνωρίζουμε τί γνωρίζουμε, να γνωρίζουμε τί δε γνωρίζουμε». Έτσι εισάγονται στη διδασκαλία διαδικασίες που βοηθούν και ενθαρρύνουν το μαθητή να έχει γνώση της γνωστικής του πορείας κατά τη διάρκειά της.

Τέτοιες διαδικασίες περιλαμβάνουν:

- την ανάδειξη των γνώσεων του μαθητή
- την εξάσκηση του στο να μιλάει για τις σκέψεις του
- τη διατήρηση ενός «τετραδίου σκέψεων»
- την αυτο-αξιολόγηση κτλ.

Το ρεύμα του επιστημονικού αλφαριθμητισμού. Το ρεύμα του επιστημονικού αλφαριθμητισμού έχει τις ρίζες του στα τέλη του 20^{ου} αιώνα και στις επιρροές που δέχθηκε η διδακτική των Φ.Ε. από την επικράτηση της πολιτισμικής και οικονομικής παγκοσμιοποίησης. Θεωρεί ότι δεν είναι τόσο σημαντική η δημιουργία μελλοντικών επιστημόνων (βλ. ανακαλυπτικό ρεύμα) όσο η δημιουργία αυτών των μελλοντικών πολιτών, οι οποίοι θα είναι εξοικειωμένοι με τη χρήση της τεχνολογίας, που αποτελεί το βασικό εκφραστή της επιστημονικής δραστηριότητας στην καινούρια παγκόσμια αγορά. Θεωρεί ότι στις συνθήκες της «παγκοσμιοποίησης» ο επιστημονικός λόγος μπορεί να λειτουργήσει σαν γλώσσα επικοινωνίας μεταξύ τελείως διαφορετικών κουλτούρων και πολιτισμών αφού είναι μία παγκόσμια γλώσσα. Επομένως οι σύγχρονη διδακτική των φυσικών επιστημών πρέπει να αποσκοπεί κυρίως στο να αναδειξεί την σχέση των

επιστημών αυτών, τόσο με την εκάστοτε τοπική κοινωνία (π.χ εφευρίσκοντας μεθόδους διδασκαλίας για τους μαθητές των μειονοτήτων), όσο και με τις υπόλοιπες μορφές γνώσης (π.χ. τη τέχνη ή τη θρησκεία).

Η Διαθεματικότητα. Η άποψη αυτή μας οδηγεί σε ένα διαφορετικό τρόπο διδασκαλίας, καθώς προτείνει διαθεματική προσέγγιση της γνώσης. Ως «διαθεματικότητα» ορίζεται η θεώρηση της γνώσης σαν μια ενιαία ολότητα, που κατακτιέται μέσα από τη διερεύνηση των συγκεκριμένων θεμάτων, ζητημάτων ή προβλημάτων που απασχολούν τους μαθητές.

1.3. Διδασκαλία της Χημείας

Η Χημεία είναι η επιστήμη που μελετά την ύλη, τη σύνθεση, τη δομή, τις ιδιότητές της και ιδιαίτερα τις μεταβολές της σύστασής της, δηλαδή τις χημικές αντιδράσεις. Η Χημεία σχετίζεται με τα άτομα και τις επιδράσεις τους με άλλα άτομα, και ιδιαίτερα με τις ιδιότητες των χημικών δεσμών. Συχνά ονομάζεται η «κεντρική θετική επιστήμη» γιατί παρεμβάλλεται και συνδέει τη Φυσική (μέσω της Φυσικοχημείας) με τη Γεωλογία (μέσω της Γεωχημείας) και με τη Βιολογία (μέσω της Βιοχημείας).

Η διδασκαλία και η μάθηση της Χημείας είναι μια πολύπλοκη διαδικασία. Ο κυριότερος λόγος είναι η πολυπλοκότητα της ίδιας της Χημείας. Πολλές έννοιες συσχετίζονται ισχυρά με άλλες, και επομένως η μάθηση των χημικών εννοιών εξαρτάται από τις προαπαιτούμενες γνώσεις. Η εννοιολογική κατανόηση απαιτεί επίσης από το μαθητή να συνδέει πολλούς τρόπους αναπαράστασης της ύλης και των αλληλεπιδράσεων που υφίσταται. Επομένως, οι μαθητές βρίσκουν τη Χημεία ως ένα από τα πιο δύσκολα μαθήματα στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση [6].

Ένας τομέας στην έρευνα της διδακτικής της Χημείας, στον οποίο έχει δοθεί σημαντική προσοχή από τους ερευνητές τα τελευταία 20 χρόνια, είναι η κατανόηση των αναπαραστάσεων της ύλης σε **μακροσκοπικό, μικροσκοπικό και συμβολικό** επίπεδο. Στο μακροσκοπικό επίπεδο οι χημικές διαδικασίες είναι παρατηρούμενες. Στο μικροσκοπικό επίπεδο τα χημικά φαινόμενα εξηγούνται με τη διευθέτηση και την κίνηση των μορίων, των ατόμων ή των υποατομικών σωματιδίων. Στο συμβολικό επίπεδο η ύλη

και οι χημικές αντιδράσεις συμβολίζονται με εξισώσεις, διαγράμματα και σχέδια μοριακής δομής. Τα επίπεδα κατανόησης μπορούν να αναπαρασταθούν χρησιμοποιώντας το παρακάτω τρίγωνο.



Σχήμα 1.1. Τρίγωνο του Johnstone για το μακροσκοπικό, μικροσκοπικό και συμβολικό επίπεδο κατανόησης.

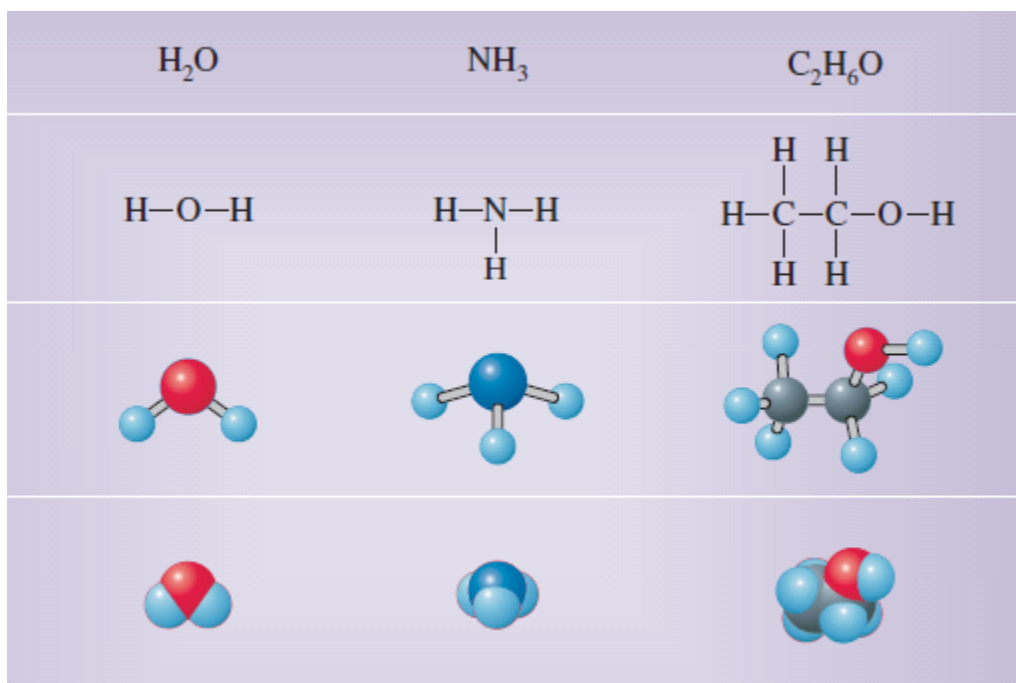
Οποιοδήποτε σημείο στο εσωτερικό του τριγώνου αντιστοιχεί σε ένα ποσοστό μακροσκοπικού, μικροσκοπικού και συμβολικού επιπέδου που χρησιμοποιείται για κάποιο σκοπό, όπως για παράδειγμα, για την ερμηνεία ενός φαινομένου κατά τη διδασκαλία της Χημείας. Η εννοιολογική κατανόηση των χημικών φαινομένων από τους χημικούς βρίσκεται στο κέντρο του τριγώνου του Johnstone. Η διδασκαλία της χημείας στα περισσότερα αναλυτικά προγράμματα δίνει έμφαση περισσότερο στο συμβολικό επίπεδο αναπαράστασης παρά στο μακροσκοπικό και μικροσκοπικό [7].

Πολλές μελέτες έχουν δείξει ότι οι μαθητές δεν κατανοούν τη χημεία και στα τρία επίπεδα, ότι μετατοπίζονται δύσκολα από το ένα επίπεδο στο άλλο και ότι έλλειψη κατανόησης υπάρχει ακόμα και στους πρωτοετείς φοιτητές Χημείας. Επομένως, το σύνθετο της διδασκαλίας και της μάθησης της Χημείας έγκειται στο γεγονός, ότι οι παρατηρήσεις γίνονται σε μακροσκοπικό επίπεδο, ενώ οι ερμηνείες και οι θεωρίες τις οποίες περιμένουμε να κατανοήσουν οι μαθητές στηρίζονται στο ατομικό και μοριακό επίπεδο, το οποίο με τη σειρά του αναπαρίσταται συμβολικά.

1.4. Δυσκολίες στη διδασκαλία της χημείας

1.4.1. Χημικές αναπαραστάσεις – η γλώσσα της χημείας

Οι χημικές αναπαραστάσεις αναφέρονται σε διάφορα είδη τύπων, δομών και συμβόλων που χρησιμοποιούνται για να αναπαραστήσουμε τις χημικές διαδικασίες και τις εννοιολογικές οντότητες (π.χ., τα άτομα και τα μόρια). Ως χημικές αναπαραστάσεις μπορεί να θεωρηθούν οι μεταφορές, τα μοντέλα και οι θεωρητικές δομές των χημικών ερμηνειών για τη φύση και την πραγματικότητα. Οι συμβολικές και οι μικροσκοπικές αναπαραστάσεις που χρησιμοποιούνται στη Χημεία επιτρέπουν στους χημικούς να έχουν μια κοινή γλώσσα για την έρευνά τους και χρησιμοποιούνται ως εργαλεία για τη διεξαγωγή επιστημονικών ερευνών και την επικοινωνία μεταξύ των μελών της επιστημονικής κοινότητας [6].



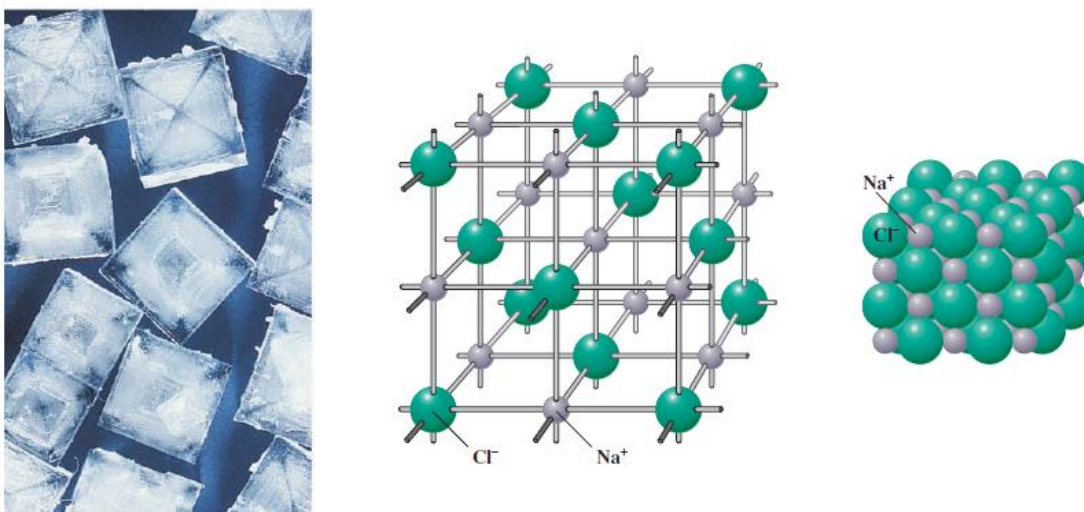
Σχήμα 1.2. Χημικές αναπαραστάσεις των μορίων του νερού, της αμμωνίας και της αιθανόλης. Στην πρώτη γραμμή δίνεται ο μοριακός τύπος των ενώσεων, στην δεύτερη ο συντακτικός και στις δυο επόμενες τρισδιάστατα μοντέλα των μορίων [8].

Οι μαθητές στην προσπάθειά τους να μάθουν τις χημικές αναπαραστάσεις αντιμετωπίζουν τρεις τύπους δυσκολιών.

Πρώτον, η πλειοψηφία των μαθητών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση δεν μπορεί να εξηγήσει κατάλληλα τη σημασία των αναπαραστάσεων. Κάποιοι μαθητές, ακόμα και μετά από τη διδασκαλία του μαθήματος της Χημείας, εξακολουθούν να βλέπουν τους τύπους περισσότερο ως συντόμευση ονομάτων, παρά ως έναν τρόπο αναπαράστασης της σύστασης ή της δομής.

Δεύτερον οι μαθητές δεν μπορούν να παρέχουν μια ισοδύναμη αναπαράσταση όταν τους δίνεται μια άλλη. Ένας μεγάλος αριθμός μαθητών δεν είναι ικανοί να ερμηνεύσουν τύπους, ηλεκτρονικές διαμορφώσεις και μοντέλα, καθώς οι επιδόσεις τους στη ερμηνεία συσχετίζονται με την κατανόηση των υποκείμενων εννοιών [9].

Μια τρίτη δυσκολία μάθησης περιλαμβάνει τους νοητικούς μετασχηματισμούς ανάμεσα σε αναπαραστάσεις δύο διαστάσεων και τριών διαστάσεων.



Σχήμα 1.3. Κρύσταλλοι NaCl και μοντέλα που αναπαριστούν τη δομή του NaCl [8].

1.4.2. Η ελλιπής γνώση του αντικειμένου από τον διδάσκοντα

Η γνώση του αντικειμένου του είναι καίριας σημασίας για την καλή απόδοση του διδάσκοντα. Η ανάγκη αυτή έχει έννοια ως ζητούμενο επειδή στην Ελλάδα ειδικά μεσολαβεί γενικά μεγάλο χρονικό διάστημα από την αποφοίτηση από ένα Α.Ε.Ι. μέχρι την ημέρα που ο απόφοιτος διορίζεται ως διδάσκων σε κάποια σχολική μονάδα.

Επιπλέον η Χημεία εντάσσεται στις Φυσικές Επιστήμες και διδάσκεται από μια συγκεκριμένη ομάδα διδασκόντων που αποτελούν τον κλάδο ΠΕ04 ο οποίος περιλαμβάνει πτυχιούχους Φυσικής, Χημείας, Βιολογίας και Γεωλογίας. Μελέτες σε πολλά μέρη του κόσμου έδειξαν πως οι δάσκαλοι που κατέχουν το αντικείμενο το οποίο καλούνται να διδάξουν έχουν αυξημένη αυτοπεποίθηση πως θα τα καταφέρουν. Αυτό τους δίνει την δυνατότητα να οργανώσουν καλύτερα το διδακτικό υλικό τους και να έχουν μια πιο πλήρη και εμπειριστατωμένη εικόνα για το τι θα που και πως θα το πουν στην τάξη [5].

1.4.3. Η ελλιπής γνώση του παιδαγωγικού αντικειμένου από τον διδάσκοντα

Διεθνείς μελέτες έδειξαν ότι οι δάσκαλοι που κατέχουν ένα μεταπτυχιακό τίτλο σπουδών δεν είναι κατ' ανάγκη οι καλύτεροι. Οι μαθητές τους δεν φαίνεται να αποδίδουν καλύτερα στις εξετάσεις κάτι που σημαίνει ότι δεν μπόρεσαν (ή δεν γνώριζαν) πώς να μεταδώσουν τη γνώση τους στους μαθητές τους. Συνήθως οι δάσκαλοι προετοιμάζουν το μάθημά τους με βάση το υλικό που πρέπει κατά την γνώμη τους να παραδώσουν και όχι με βάση την παιδαγωγική μέθοδο που πρέπει να εφαρμόσουν ώστε το υλικό να γίνει αντιληπτό και κατανοητό από τους μαθητές [5].

Παρ' όλα αυτά ο δάσκαλος δεν πρέπει να έχει μόνο καλή γνώση του αντικειμένου και παιδαγωγικού αντικειμένου αλλά να γνωρίζει καλά και τους μαθητές του. Ποιες γνώσεις αυτοί κατέχουν. Το παρακάτω τρίγωνο περιγράφει τους τρεις αυτούς πυλώνες στους οποίους πρέπει να βασίζεται ο δάσκαλος της Χημείας [10].



Σχήμα 1.4. Ο αποτελεσματικός δάσκαλος πρέπει να βασίζεται στους τρεις διακριτούς τομείς της γνώσης [10].

1.4.4. Η έλλειψη συνάφειας με τις άλλες επιστήμες.

Η συνάφεια με τις άλλες Φυσικές Επιστήμες πρέπει να είναι εκτεταμένη και συνεπής. Αυτό όμως δεν γίνεται σήμερα διότι η οργάνωση του κάθε επιμέρους προγράμματος διδασκαλίας για κάθε μάθημα πραγματοποιείται από ομάδα εκπαιδευτικών σχετικών με το συγκεκριμένο μάθημα. Έτσι δημιουργούνται επικαλύψεις που σε ορισμένες περιπτώσεις αποτελούν πρόβλημα επειδή τα κοινά στοιχεία περιγράφονται με διαφορετική ορολογία, αυτή που επικρατεί σε κάθε επιστημονική περιοχή και που δεν είναι κατ' ανάγκη η ίδια.

1.4.5. Οι εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών

Οι μαθητές αναπτύσσουν ιδέες γύρω από τα φυσικά φαινόμενα προτού ακόμη διδαχθούν Φυσικές Επιστήμες στο σχολείο. Σε μερικές περιπτώσεις, αυτές οι ιδέες διατηρούνται παράλληλα με τις επιστημονικές απόψεις που διδάσκονται στα πλαίσια του μαθήματος των Φ.Ε. Ωστόσο, σε πολλές περιπτώσεις, υπάρχουν αξιοσημείωτες διαφορές μεταξύ των αντιλήψεων των μαθητών και της σχολικής επιστήμης.

Οι ιδέες των μαθητών για τα φυσικά φαινόμενα έχουν μια παγκοσμιότητα κι αναφέρονται και με άλλα ονόματα όπως εναλλακτικές απόψεις, αυθόρμητες αντιλήψεις, παρανοήσεις κτλ. Τα παιδιά διαμορφώνουν τις ιδέες τους μέσω των αλληλεπιδράσεων, την κοινωνική επαφή και τη γλώσσα και με αυτές προσπαθούν να ερμηνεύσουν πώς λειτουργεί ο κόσμος. Επιπλέον αυτές τις ιδέες χρησιμοποιούν για να προβλέψουν και να ερμηνεύσουν ό,τι υποπίπτει στην αντίληψή τους.

Οι εναλλακτικές απόψεις των μαθητών μπορούν να ομαδοποιηθούν, έχουν γενικότητα και διαχρονική ισχύ παρόλο που μερικές από αυτές διαφοροποιούνται με την ανάπτυξη του μαθητή ή την επίδραση της διδασκαλίας. Μερικές δε από αυτές είναι τόσο καλά εδραιωμένες που δεν αλλάζουν με τη διδασκαλία.

Οι δάσκαλοι πρέπει να είναι ενήμεροι για τις προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών, για τους διδακτικούς στόχους καθώς επίσης και για οποιαδήποτε διαφορά μεταξύ των δύο αυτών, όταν σχεδιάζουν και πραγματοποιούν τη διδασκαλία τους. Από τη στιγμή που ο δάσκαλος διαπιστώσει τις όποιες διαφορές ανάμεσα στις ιδέες των μαθητών και στην επιστημονική άποψη, τότε είναι ευκολότερο να σχεδιάσει τις δραστηριότητες οι οποίες θα υποστηρίξουν τους στόχους της μάθησης [6].

1.5. Η διδασκαλία της χημείας στην Ελλάδα

Το ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα οργανώνεται για πρώτη φορά λίγο αργότερα από την ίδρυση του ελληνικού κράτους, την περίοδο 1834-1837. Η χημεία ως αυτόνομη επιστήμη βρίσκεται ακόμη στα σπάργανα και το πρώτο Βασιλικό Διάταγμα του 1836 αφιερώνει τρεις διδακτικές ώρες την εβδομάδα στην τετάρτη τάξη του Γυμνασίου για το ενιαίο μάθημα «Φυσική, Φυσική Ιστορία και Αρχές Χημείας». Το διάταγμα αυτό αναφέρει μεταξύ άλλων ότι: *«εκ των φυσικών επιστημών διδάσκονται τα αναγκαϊότερα»*. Τον καιρό εκείνο, η πρωτοβάθμια εκπαίδευση περιλάμβανε το τετραετές Δημοτικό Σχολείο και η Δευτεροβάθμια το τριετές Ελληνικό Σχολείο και το τετραετές Γυμνάσιο. Έκτοτε πραγματοποιούνται πολλές «μεταρρυθμίσεις» [11].

Στα προγράμματα του 1900 και του 1906 η χημεία δεν αναφέρεται. Επανέρχεται πάλι το 1909 και για πρώτη φορά το 1914 γίνεται διάκριση μεταξύ ανόργανης και οργανικής χημείας, οπότε η μεν πρώτη διδάσκεται στην τρίτη τάξη, η δε δεύτερη στην τετάρτη τάξη του τετρατάξιου Γυμνασίου και πάντοτε στο πλαίσιο του μαθήματος «Φυσική Πειραματική και Χημεία».

Το 1917 ιδρύεται το Τμήμα Χημικών Μηχανικών του Μετσοβίου Πολυτεχνείου και το 1919 η πρώτη Σχολή Χημείας στην Ελλάδα, αυτή του Πανεπιστημίου Αθηνών. Η εισαγωγή αυτή γίνεται στην Ελλάδα με καθυστέρηση. Αξίζει να αναφερθεί ότι η έδρα Χημείας της Σχολής των Φυσικών Επιστημών στο Παρίσι ιδρύεται το 1805 και η Σχολή Χημικών Μηχανικών το 1896. Φαίνεται, λοιπόν, ότι μόλις τη δεκαετία του 1920 η επιστήμη της χημείας διαμορφώνει και στην Ελλάδα την οριστική της φυσιογνωμία και αυτονομείται από τη μητρική επιστήμη της Φυσικής και την ευρύτερη έννοια των Φυσικών Επιστημών.

Όμως, παρά την επιστημονική αυτονόμηση της χημείας στο επίπεδο της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, δεν συμβαίνει το ίδιο και στη δευτεροβάθμια. Μέχρι το 1961 και παρά τις αλλεπάλληλες αλλαγές των αναλυτικών προγραμμάτων, η χημεία εξακολουθεί να διδάσκεται στο πλαίσιο του μαθήματος «Φυσική – Χημεία». Στα αναλυτικά προγράμματα του 1961 εμφανίζεται για πρώτη φορά το αυτοτελές μάθημα «Χημεία» και αυτό μόνον στην πέμπτη και έκτη τάξη του εξατάξιου πρακτικού Γυμνασίου, ενώ στις αντίστοιχες τάξεις του κλασσικού Γυμνασίου εξακολουθεί να

διδάσκεται το μάθημα «Φυσική-Χημεία», στα πλαίσια του οποίου περιλαμβάνεται και η ύλη της χημείας.

Το 1964 το εκπαιδευτικό τοπίο αλλάζει ριζικά. Καθορίζεται η νέα δομή της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, που περιλαμβάνει πλέον το τριετές Γυμνάσιο και το τριετές Λύκειο. Οι εισαγωγικές εξετάσεις περνάνε στην αρμοδιότητα του Υπουργείου Παιδείας, ενώ μέχρι τότε την ευθύνη των εισαγωγικών την είχαν τα ίδια τα πανεπιστήμια, καθορίζεται για πρώτη φορά με αυστηρότητα η εξεταστέα ύλη όλων των μαθημάτων που εξετάζονται για την εισαγωγή στα Πανεπιστήμια. Στα αντίστοιχα αναλυτικά προγράμματα αναφέρεται και διδάσκεται το μάθημα της «Χημείας».

Το έτος 1969, μετά την επικράτηση της δικτατορίας της 21^{ης} Απριλίου 1967, επανέρχεται το εξατάξιο Γυμνάσιο και τα μαθήματα «Φυσική-Χημεία». Το 1977 γίνεται νέα μεταρρύθμιση, η μεταρρύθμιση Ράλλη και επαναφέρει τη δομή Γυμνασίου και Λυκείου και η «Χημεία» διδάσκεται αυτοτελώς στη δεύτερη και τρίτη τάξη του Γυμνασίου, από μία διδακτική ώρα την εβδομάδα, και σε όλες τις τάξεις του Λυκείου από μία, μιάμιση και μία ώρα αντίστοιχα.

Το 1985 επέρχονται νέες αλλαγές. Έχει καθιερωθεί στις εισαγωγικές το σύστημα που περιλαμβάνει τις τέσσερις δέσμες και η «Χημεία» διδάσκεται από μια ώρα στην δεύτερη και τρίτη τάξη του Γυμνασίου και μιάμιση ώρα στην δεύτερη τάξη του Λυκείου. Διδάσκεται επίσης, ως μάθημα κατεύθυνσης της πρώτης και της δεύτερης δέσμης, για τρεις ώρες την εβδομάδα στην τρίτη Λυκείου. Τα προγράμματα αυτής της περιόδου είναι τα «πλουσιότερα» από απόψεως αριθμού ωρών διδασκαλίας της Χημείας.

Από το 1997 οι αλλαγές είναι αλληπάλληλες. Καθιερώνονται οι τρεις κατευθύνσεις (θεωρητική, θετική και τεχνολογική) και ο αριθμός των εξεταζομένων μαθημάτων στις εισαγωγικές ξεκινά από δεκατέσσερα, και στη συνέχεια μειώνεται σε εννέα και εν συνεχεία σε έξι μαθήματα. Επίσης, ενώ μέχρι το 2004 οι εξετάσεις διεξάγονταν για τη δεύτερη και την τρίτη τάξη Λυκείου, στη συνέχεια καταργούνται οι εξετάσεις της δεύτερης τάξης.

Οι παραπάνω αλλαγές δεν περιορίζονταν μόνο στο ωρολόγιο πρόγραμμα, αλλά συνοδεύονταν πάντοτε και από τις αντίστοιχες αλλαγές του αναλυτικού προγράμματος. Τα σύγχρονα αναλυτικά προγράμματα καθορίζουν τα διδασκόμενα μαθήματα και το περιεχόμενό τους, τις αντίστοιχες ώρες διδασκαλίας και τους σκοπούς και στόχους που

επιδιώκει η διδασκαλία των μαθημάτων αυτών. Οι αντιφάσεις των αναλυτικών προγραμμάτων οδήγησαν πολλούς παιδαγωγούς να αμφισβητήσουν αυτή καθαυτή τη χρησιμότητα τους. Υποστηρίχτηκε ότι τα «κλειστά» αναλυτικά προγράμματα, όπως αυτά που εφαρμόζονται στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα, δρουν δεσμευτικά και περιορίζουν την παιδαγωγική ελευθερία τόσο των διδασκόντων όσο και των διδασκομένων.

Φυσικά τις αλληπάλληλες αυτές αλλαγές τις υφίσταται και η χημεία, η οποία σήμερα διδάσκεται από μία ώρα στη δεύτερη και στην τρίτη τάξη του Γυμνασίου, δύο ώρες στη πρώτη τάξη του Λυκείου και δύο ώρες ως μάθημα γενικής παιδείας στη δεύτερη τάξη του Λυκείου. Διδάσκεται, επίσης, από δύο ώρες στη δεύτερη και τρίτη τάξη στη Θετική Κατεύθυνση. Μπορεί να προστεθεί ακόμα το μάθημα της «Χημείας – Βιοχημείας» που διδάσκεται στον Α' κύκλο της τεχνολογικής κατεύθυνσης, τον οποίο όμως παρακολουθούν ελάχιστοι μαθητές [12].

2.1. Οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών

Οι μαθητές έρχονται στο σχολείο έχοντας συγκεκριμένες απόψεις (ιδέες) για τα φαινόμενα του φυσικού κόσμου, οι οποίες συνήθως αποκλίνουν από τις επιστημονικές. Οι ιδέες των μαθητών εντοπίζονται στον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές ερμηνεύουν επιστημονικές έννοιες και φαινόμενα στην καθημερινή τους ζωή. Για το φαινόμενο αυτό (τις ιδέες των μαθητών) υπάρχει μια ποικιλία όρων. Για παράδειγμα, στην διεθνή βιβλιογραφία, απαντούν όροι όπως εναλλακτικές αντιλήψεις (alternative conceptions), προαντιλήψεις (preconceptions), λανθασμένες αντιλήψεις (misconceptions), εννοιολογικά σφάλματα (conceptual errors), αυθόρμητες αντιλήψεις (spontaneous conceptions), διαισθητικές ιδέες (intuitive ideas), λανθάνουσες θεωρίες (implicit theories), θεωρίες σε δράση (theories in action), προηγούμενες ιδέες (previous ideas). Ο επικρατέστερος όρος στην διδακτική των Φ.Ε. στον οποίο φαίνεται να συμφωνούν οι περισσότεροι ερευνητές είναι ο όρος εναλλακτικές αντιλήψεις [3,13].

Ο όρος *εναλλακτικές αντιλήψεις* προβάλλει το γεγονός ότι οι ιδέες των μαθητών είναι προσωπικές αντιλήψεις που κάνουν νόημα στους μαθητές εφόσον τους καθιστούν ικανούς να ερμηνεύουν με απάρκεια τα φαινόμενα του φυσικού κόσμου. Είναι αντιλήψεις που έχουν περιορισμένη εφαρμογή (ερμηνεύουν μια στενή περιοχή φαινομένων), είναι εναλλακτικές ως προς τις αντιλήψεις των επιστημόνων που έχουν γενικευμένη ισχύ και σε αντίθεση με άλλους όρους, όπως π.χ. ο όρος λανθασμένες αντιλήψεις, δεν δίνει αρνητική χροιά.

Οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών είναι γνωσιακές κατασκευές που δημιουργούνται στο μυαλό των μαθητών καθώς αυτοί επιχειρούν να ερμηνεύσουν τα φυσικά φαινόμενα. Κατασκευάζουν ιδέες προκειμένου να μπορούν να περιγράψουν, να προβλέπουν και να ερμηνεύουν φαινόμενα του φυσικού κόσμου. Οι εναλλακτικές ιδέες δεν είναι αυθαίρετες κατασκευές αλλά ενσωματώνονται σε εννοιολογικές δομές που παρέχουν μια λογική και συνεπή κατανόηση του κόσμου. Είναι όποσδήποτε όμως διαφορετικές από τις επιστημονικές έννοιες.

Οι εξηγήσεις που προσφέρουν οι μαθητές για τον φυσικό κόσμο εξαρτώνται από τις μεριές τους, από το πόσο απλές, κατανοητές ή επαρκής είναι οι εξηγήσεις που τους έχουν δώσει οι άλλοι (γονείς, εκπαιδευτικοί κ.α.), από τις προηγούμενες γνώσεις τους, την εικόνα του κόσμου που κυριαρχεί στην κουλτούρα τους. κ.α. [3].

2.2. Αιτίες δημιουργίας των εναλλακτικών ιδεών

Οι πληροφορίες που λαμβάνουν οι μαθητές από τον φυσικό κόσμο μέσω των αισθητήριων οργάνων τους είναι περιορισμένες με αποτέλεσμα να έχουν ατελή εικόνα του φυσικού κόσμου. Οι ιδέες αναπτύσσονται στην προσπάθεια των παιδιών να δώσουν νόημα μέσα στον κόσμο στον οποίο ζουν με αναφορά στις εμπειρίες τους, τις τρέχουσες γνώσεις τους και τη γλώσσα που χρησιμοποιούν. Τα παιδιά, όπως οι επιστήμονες, χρησιμοποιούν τις ομοιότητες και τις διαφορές για να οργανώσουν τα φαινόμενα και τα γεγονότα, και κατά τη διάρκεια της παρατήρησης των γεγονότων και των φαινομένων ψάχνουν για στοιχεία και για σχέσεις μεταξύ αυτών των στοιχείων ώστε να οικοδομήσουν δομές σχέσεων. Ο εγκέφαλος δεν είναι ένας παθητικός καταναλωτής πληροφοριών, αλλά εποικοδομεί ενεργά τις δικές του ερμηνείες των πληροφοριών και βγάζει συμπεράσματα από αυτές. Τα παιδιά συγκεντρώνουν στοιχεία και χτίζουν μοντέλα για να ερμηνεύσουν τα γεγονότα και να κάνουν προβλέψεις [3, 14, 15].

Σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση εναλλακτικών ιδεών παίζει η γλώσσα που χρησιμοποιείται από τους μεγάλους. Η συνήθεια των εκπαιδευτικών να χρησιμοποιούν αυθόρμητα την ίδια λέξη για εντελώς διαφορετικές νοητικές αναπαραστάσεις, όπως το *οξυγόνο* για να αναφέρονται στην ουσία, ή στα μόριά της (και μερικές φορές στα άτομά της) προκαλεί σύγχυση στους μαθητές.

Όταν ο μαθητής ακούσει ή διαβάσει μια επιστημονική πρόταση για να την κατανοήσει πρέπει να χρησιμοποιήσει την καθημερινή ερμηνεία των χρησιμοποιούμενων λέξεων. Είναι όμως πολύ πιθανό η ερμηνεία που ο μαθητής δίνει στις λέξεις να μην είναι ίδια με αυτή που είχε στο μυαλό του ο δάσκαλος ή ο συγγραφέας του σχολικού εγχειριδίου [15]. Η λέξη π.χ. *σωματίδιο* στην επιστήμη σημαίνει άτομο, μόριο ή ιόν. Στην καθημερινή γλώσσα σημαίνει μικρό κομμάτι στερεού που είναι ορατό με γυμνό μάτι.

Εναλλακτικές ιδέες δημιουργούνται και κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας, λόγω έλλειψης καλής επικοινωνίας μεταξύ δασκάλων και μαθητών. Όταν ο δάσκαλος επικοινωνεί με την τάξη αυτό που πετυχαίνει συνήθως είναι να περάσουν στους μαθητές οι λέξεις και οι χειρονομίες που χρησιμοποιεί και όχι το νόημα αυτό καθε αυτό. Ο δάσκαλος έχει κάποιες ιδέες τις οποίες προσπαθεί να μεταδώσει στους μαθητές μεταφράζοντάς τες σε λέξεις, σχήματα, διαγράμματα ή σύμβολα. Ο μαθητής μπορεί να

τα προσέξει όλα αυτά, αλλά πρέπει να βρει και ένα νόημα για να τους αποδώσει. Υπάρχει μεγάλη πιθανότητα το νόημα που θα δώσει ο μαθητής να μην είναι το ίδιο με εκείνο που ήθελε να αποδώσει ο δάσκαλος. Η πιθανότητα αυτή γίνεται μάλιστα μεγαλύτερη αν η γλώσσα που χρησιμοποιείται δεν του είναι οικεία.

Όσον αφορά στα σχολικά εγχειρίδια ο τρόπος που οι μαθητές κατανοούν ό,τι διαβάζουν σ' αυτά επηρεάζεται από τα ερμηνευτικά τους σχήματα. Κατασκευάζουν δηλαδή ερμηνείες, συσχετίζοντας αυτό που ήδη γνωρίζουν με αυτό που διαβάζουν και γι' αυτό είναι δυνατό να δίνουν ερμηνείες διαφορετικές από εκείνες στις οποίες αποβλέπει ο συγγραφέας του εγχειριδίου [3].

2.3. Χαρακτηριστικά των εναλλακτικών ιδεών

Από τις έρευνες που έχουν γίνει διεθνώς προκύπτουν τα εξής γενικά χαρακτηριστικά των εναλλακτικών ιδεών [3, 15]:

1. Οι μαθητές έχουν ήδη κάποιες απόψεις για τον φυσικό κόσμο και δεν πρέπει να θεωρείται ότι δεν γνωρίζουν τίποτα.
2. Οι εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών είναι κυρίως βιοματικές. Εξαρτώνται από αισθητήριες αντιλήψεις τους και τις προσωπικές τους εμπειρίες.
3. Συνήθως δεν είναι συμβατές με τις αντίστοιχες επιστημονικές έννοιες. Παρουσιάζουν σε μεγάλο βαθμό ποιοτικές διαφορές από την επιστημονική γνώση.
4. Χαρακτηρίζονται από παγκοσμιότητα. Μαθητές από διαφορετικές κουλτούρες, κοινωνικο-οικονομικές τάξεις και φύλο έχουν παρόμοιες εναλλακτικές αντιλήψεις.
5. Είναι λανθάνουσες (υποσυνείδητες), στην πλειονότητά τους, δηλαδή οι μαθητές δεν έχουν συνείδηση των ιδεών που κατέχουν και ως εκ τούτου των εξηγήσεων που δίνουν με βάση αυτές για τα φαινόμενα.
6. Οι μαθητές συχνά συγχέουν κάποιες έννοιες τις οποίες αδυνατούν να αποδώσουν το ακριβές εννοιολογικό περιεχόμενό τους. Άλλες φορές χρησιμοποιούν έννοιες «ομπρέλες» για να αναφερθούν σε ολόκληρη γνωστική περιοχή.

7. Οι εναλλακτικές αντιλήψεις προκύπτουν συνήθως σε διαδικασίες όπου οι αλλαγές είναι προφανείς, ενώ οι στατικές όψεις του φαινομένου είναι συνήθως απαρατήρητες.
8. Οι εναλλακτικές αντιλήψεις συχνά προκύπτουν από το γεγονός ότι οι μαθητές χρησιμοποιούν αιτιακούς συλλογισμούς για την εξήγηση ενός φαινομένου.
9. Παρουσιάζουν συνοχή. Ερμηνεύουν δηλαδή σε ικανοποιητικό βαθμό την πραγματικότητα και γι' αυτό οι μαθητές δεν είναι πρόθυμοι να τις εγκαταλείψουν. Επιπλέον βασίζονται στην κοινή λογική, είναι δηλαδή λογικοφανείς.
10. Η καθημερινή γλώσσα μπορεί να είναι αιτία για την δημιουργία εναλλακτικών αντιλήψεων. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η σημειολογία μιας λέξης διαφέρει ανάλογα αν αυτή χρησιμοποιείται στο πλαίσιο της καθημερινής ζωής ή στο πλαίσιο της επιστήμης (π.χ. η δύναμη).
11. Οι μικροί μαθητές αναγνωρίζουν φαινόμενα και καταστάσεις μόνο όταν μπορούν να τα προσεγγίσουν με τις αισθήσεις τους (π.χ. η διάλυση της ζάχαρης στο νερό).
12. Πολλές εναλλακτικές αντιλήψεις οφείλονται στο γεγονός ότι τόσο οι εκπαιδευτικοί όσο και οι μαθητές αποδίδουν ανθρωπόμορφα χαρακτηριστικά σε οντότητες κυρίως του μικρόκοσμου (ηλεκτρόνια, πρωτόνια κ.λ.π). Ο τρόπος που επιλέγεται είναι η δημιουργία αναλογιών με τις καταστάσεις της καθημερινής εμπειρίας των ανθρώπινων σχέσεων.
13. Οι ερμηνείες που δίνουν οι μαθητές σε ένα φαινόμενο εξαρτώνται από το πλαίσιο και τον τύπο της ερώτησης. Δηλαδή ανάλογα με το αν οι μαθητές βρίσκονται στην σχολική τάξη ή έξω από αυτή σε επίπεδο καθημερινής ζωής δίνουν για το ίδιο ερώτημα διαφορετικές εξηγήσεις.

2.4. Πως επηρεάζεται η μάθηση από τις εναλλακτικές ιδέες

Καθώς οι εναλλακτικές αντιλήψεις ενισχύονται και εδραιώνονται στους μαθητές, δημιουργούνται δυσκολίες στη μάθηση. Ειδικά στις φυσικές επιστήμες οι ιδέες αυτές δημιουργούν εννοιολογική σύγχυση, αδυναμία εφαρμογής της γνώσης και επηρεάζουν την ικανότητα επίλυσης προβλημάτων. Όσο πιο περίπλοκη και «περίεργη» φαίνεται μια θεωρία στο μαθητή τόσο λιγότερο γίνεται κτήμα του και επηρεάζεται η εννοιολογική κατανόηση του [3, 6].

Απέναντι στη μάθηση και την απόκτηση καινούργιας γνώσης ο διδασκόμενος αντιστέκεται όταν αυτή έρχεται σε ρήξη με το λάθος που έχει ήδη αφομοιώσει. Αρχικά μαθαίνει το «λάθος» και στη συνέχεια δυσκολεύεται να το αναθεωρήσει, όταν αργότερα γνωρίσει το «σωστό». Μάλιστα η προϋπάρχουσα γνώση μπορεί να «παλινορθωθεί» όταν οι μαθητές δεν μένουν ικανοποιημένοι από την καινούργια. Αυτό σημαίνει ότι οποιαδήποτε παρανόηση δημιουργείται στο παρόν μπορεί να συμβάλει στη δημιουργία μιας άλλης παρανόησης στο μέλλον.

Η διδασκαλία επομένως γίνεται πιο αποτελεσματική όταν αποβλέπει μεν στη διόρθωση των εναλλακτικών αντιλήψεων αλλά φέρνει τους μαθητές σε σύγκρουση με την προηγούμενη γνώση. Για να βοηθηθούν οι μαθητές να διορθώσουν τις αντιλήψεις τους θα πρέπει να τους δοθεί η δυνατότητα να δοκιμάσουν το μοντέλο τους και να διαπιστώσουν από μόνοι τους ότι το μοντέλο τους αποτυγχάνει να δώσει σωστά αποτελέσματα [6].

2.5. Εναλλακτικές ιδέες σχετικές με το μόριο και τον χημικό δεσμό

Ένας από τους κεντρικούς διδακτικούς στόχους των περισσότερων αναλυτικών προγραμμάτων Φυσικών Επιστημών είναι η κατανόηση από τους μαθητές του σωματιδιακού μοντέλου της ύλης. Και αυτό γιατί, η βασική αρχή ότι κάθε μορφή ύλης είναι *σωματιδιακή* και όχι *συνεχής* είναι πρώτιστης σπουδαιότητας για όλες τις αιτιακές εξηγήσεις σχετικά με κάθε είδους μεταβολή της ύλης. Οι περισσότερες μελέτες σχετικά με τις παρανοήσεις των μαθητών έχουν επικεντρωθεί στη σωματιδιακή σύσταση των αερίων, αφού κυρίως μέσα από τη μελέτη των αερίων οι επιστήμονες ανέπτυξαν βαθμιαία το σωματιδιακό μοντέλο [16-19].

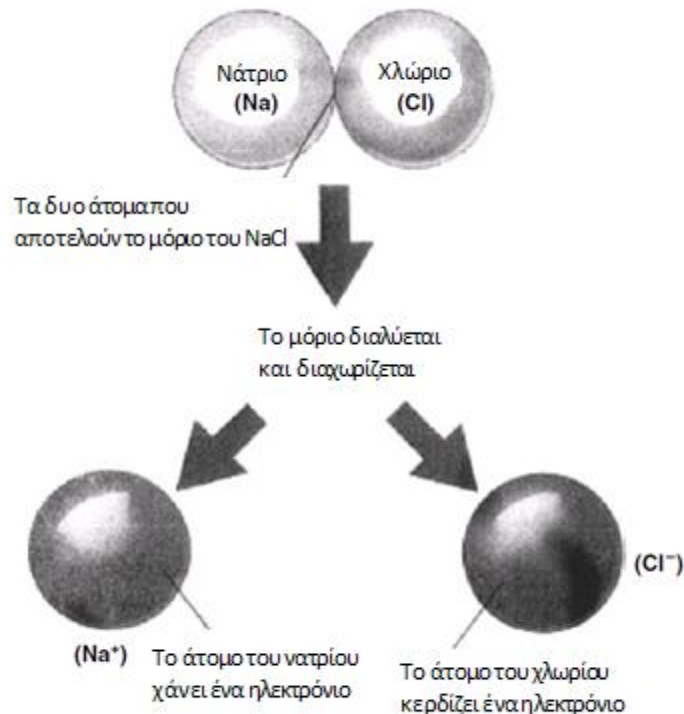
Μέχρι σήμερα οι παρανοήσεις των μαθητών για τη σωματιδιακή σύσταση της ύλης έχουν καταγραφεί από πολλές έρευνες στο εξωτερικό τόσο σε μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης όσο και σε φοιτητές. Όλες οι έρευνες διαπιστώνουν ότι παρόλο που οι μαθητές εισάγονται αρκετάνωρίς στη σωματιδιακή σύσταση της ύλης διατηρούν για μεγάλο χρονικό διάστημα μια απλοϊκή, συνεχούς ύλης αντίληψη για τον κόσμο, αντί για το σωματιδιακό μοντέλο σε πείσμα της διδακτικής προσπάθειας. Οι de Vos και Verdock [20] μελετώντας την τάση των μαθητών να αποδίδουν μακροσκοπικές ιδιότητες σε σωματίδια έδειξαν ότι μετά από μακρόχρονη και σκληρή προσπάθεια οι μαθητές προσεγγίζουν στις ιδέες των επιστημόνων από την αντίθετη κατεύθυνση, δηλαδή ξεκινώντας από την καθημερινή τους ζωή και τον κόσμο που γνωρίζουν.

Μια μελέτη, που διεξήχθη στο Ισραήλ [21] χρησιμοποιώντας συνεντεύξεις 150 περίπου δεκατετράχρονων μαθητών έδειξε ότι ένα σημαντικό ποσοστό του δείγματος δεν είχε κατανοήσει και επομένως απέτυχε να χρησιμοποιήσει σημαντικά χαρακτηριστικά του σωματιδιακού μοντέλου. Το πρώτο χαρακτηριστικό του σωματιδιακού μοντέλου, η ύπαρξη μη ορατών σωματιδίων, ήταν το απλούστερο για τους μαθητές. Τα σημεία που αφομοιώθηκαν λιγότερο από τους μαθητές ήταν εκείνα που βρίσκονται σε μεγαλύτερη ασυμφωνία με τις πρότερες αντιλήψεις τους για τη φύση της ύλης, όπως: άδειος χώρος (η έννοια του κενού), αέναη κίνηση (κινητική των σωματιδίων) και αλληλεπίδραση μεταξύ των σωματιδίων (χημική μεταβολή).

Σε μια ανασκόπηση ερευνών για τη σωματιδιακή φύση της ύλης, οι Novick και Nussbaum [22] διαπίστωσαν ότι σημαντικό ποσοστό των μαθητών (ηλικίας 14 ετών) μετά τη διδασκαλία αντιλαμβάνονταν την ύλη ως συνεχή και στατική. Οι μαθητές δυσκολεύονται να καταλάβουν την ύπαρξη κενού ανάμεσα στα σωματίδια ενός αερίου και πιστεύουν ότι μεταξύ των σωματιδίων υπάρχουν «σκόνη και άλλα σωματίδια», «άλλα αέρια, όπως το οξυγόνο και το άζωτο», «αέρας» ή ότι «τα σωματίδια είναι πολύ κοντά το ένα στο άλλο και δεν υπάρχει κενός χώρος μεταξύ τους».

Οι μελέτες έχουν δείξει εναλλακτικές αντιλήψεις σχετικές και με τον όρο διάλυση. Η διάλυση είναι ένα φαινόμενο που εμφανίζεται συχνά στην καθημερινή ζωή και παρουσιάζεται στα σχολικά βιβλία ακόμη και του Δημοτικού. Έχει όμως διαπιστωθεί ότι οι μαθητές παρουσιάζουν εναλλακτικές απόψεις κατά τη διδασκαλία της

διάλυσης ως φυσικής μεταβολής. Συνεχίζουν να ορίζουν τα φυσικά φαινόμενα ως τα φαινόμενα «που συμβαίνουν στη φύση σύμφωνα με τους φυσικούς νόμους», ενώ κατατάσσουν στις χημικές μεταβολές κλασικά παραδείγματα φυσικών μεταβολών, ακόμη και μετά τη σχετική διδασκαλία. Δεν υιοθετούν το επιστημονικό κριτήριο της διατήρησης ή μη της ταυτότητας των συστατικών αντίστοιχα στις φυσικές και χημικές μεταβολές που διδάσκονται, αλλά συχνά έχουν την άποψη ότι οι ουσίες μπορούν να αλλάζουν ορισμένες φυσικές ιδιότητές τους διατηρώντας ταυτόχρονα την ταυτότητά τους [16, 17, 22]. Είναι δύσκολο για τους μαθητές να κατανοήσουν ότι υπάρχει κάτι αμετάβλητο, παρά τις μεταβολές στη φυσική εμφάνιση. Είναι ακόμη πιο δύσκολο να εκτιμήσουν ότι οι αλλαγές είναι κατά κάποιο τρόπο αντιστρεπτές και να κατασκευάσουν για τον εαυτό τους την ιδέα ότι οι συστατικές ουσίες εξακολουθούν να υπάρχουν [16].



Σχήμα 2.1. Αντίληψιμων μαθητών σχετικά με το μόριο του NaCl και την διάλυσή του στο νερό [16].

Οι μαθητές χρησιμοποιούν πολλές εναλλακτικές αντιλήψεις όταν καλούνται να εξηγήσουν τι συμβαίνει στην προς διάλυση ουσία και στο διαλύτη κατά τη διάρκεια της

διάλυσης. Όπως προαναφέρθηκε οι μαθητές εστιάζουν την προσοχή τους στις μεταβολές που γίνονται άμεσα αντιληπτές μέσω των αισθήσεων και ιδιαίτερα στις μεταβολές του ενός μόνο συστατικού που αποτελεί το φορέα των φαινομενολογικών μεταβολών π.χ στην «εξαφάνιση» της ζάχαρης μέσα στο νερό ή στην αλλαγή χρώματος [22].

Η έννοια του χημικού δεσμού είναι βασική στη διδασκαλία της Χημείας και για το λόγο αυτό πρέπει να γίνεται με τη μεγαλύτερη δυνατή σαφήνεια και ακρίβεια. Ωστόσο, για τους επιστήμονες των Φυσικών επιστημών, η έννοια του δεσμού περιγράφεται με όρους που σχετίζονται άμεσα και εκτενώς με την κβαντική Φυσική κάτι δηλαδή που δεν βρίσκεται σε απόλυτη αρμονία με το κατανοητό σύμπαν. Κατά συνέπεια δεν είναι δυνατή η ερμηνεία του χημικού δεσμού που απευθύνεται στους μαθητές του Γυμνασίου και του Λυκείου να έχει την πληρότητα και την σαφήνεια του απόλυτα επιθυμητού επιστημονικού ορισμού. Ο χημικός δεσμός μεταξύ δύο ατόμων στην απλούστερη περίπτωση, είναι ένα αντικείμενο για μελέτη και ερμηνεία που στοχεύει στην κατανόηση από μέρους των μαθητών, των υλικών αντικειμένων σε υπο-μικροσκοπικό επίπεδο και το πως η συμπεριφορά τους ερμηνεύει τις μακροσκοπικές ιδιότητες των σωμάτων [24].

Στους μαθητές του Γυμνασίου και του Λυκείου ο χημικός δεσμός αντιστοιχεί σε κάτι υλικό και χειροπιαστό που συγκρατεί τα άτομα μεταξύ τους και σε κάποιες περιπτώσεις ανάγεται σε μια αλληλεπίδραση μεταξύ των ατόμων με τη μορφή των γνωστών κομματιών lego. Η ιδέα αυτή προωθείται έστω και χωρίς προηγούμενη σκέψη, από τη μορφή που δίνεται τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ μορίων, στα βιβλία της Βιολογίας καθώς εκεί πρέπει, εκτός των άλλων, να ερμηνευτούν και διαδικασίες όπως φαρμάκου - υποδοχέα, όπου φυσικά ο χημικός δεσμός τις καθορίζει αλλά γίνονται πολύ πιο κατανοητές με τη σχηματική παράσταση των κομματιών που εφαρμόζουν μεταξύ τους [25].

Οι χημικοί έχουν μελετήσει εκτενώς τους τρόπους με τους οποίους τα σωματίδια συνδυάζονται για να κάνουν το φαινομενικά άπειρο εύρος των ουσιών που έχουμε στη διάθεσή μας. Σχεδόν όλα τα μόρια έχουν δεσμούς οι οποίοι κατατάσσονται μεταξύ των δύο «άκρων», του ομοιοπολικού και του ιοντικού δεσμού. Επίσης η συμπεριφορά και οι

ιδιότητες μιας ουσίας (δομή, σημεία βρασμού και τήξης κ.α.) επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από τις διαμοριακές δυνάμεις.

Η πιο συχνή εναλλακτική ιδέα για τον χημικό δεσμό είναι η άποψη ότι ο χημικός δεσμός είναι ή «κόλλα» που συγκρατεί τα άτομα μεταξύ τους. Εδώ υπάρχει ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα εναλλακτικής ιδέας που διαμορφώνεται από την γλώσσα που χρησιμοποιείται στη διδασκαλία μιας έννοιας.

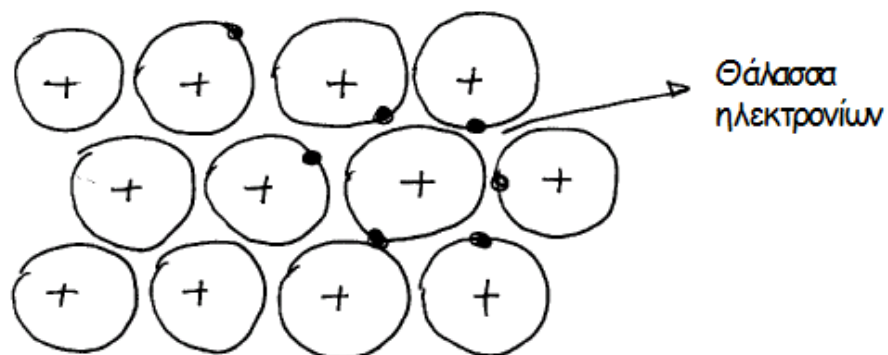
Ως προς τον ομοιοπολικό δεσμό, η απλούστερη ιδέα των μαθητών είναι ότι ένα ζευγάρι ηλεκτρονίων μοιράζεται μεταξύ δύο ατόμων, και για έναν διπλό δεσμό είναι δύο ζεύγη ηλεκτρονίων κοινόχρηστα. Σε κάθε περίπτωση η κατανομή παρέχει πρόσθετη σταθερότητα στις δύο εμπλεκόμενα άτομα και απαιτείται ένα σταθερό ποσό ενέργειας για να διασπαστεί ο δεσμός.

Οι βασικές ιδέες των μαθητών που σχετίζονται με τον ιοντικό δεσμό περιλαμβάνουν τη μεταφορά ηλεκτρονίων ανάμεσα σε δύο ηλεκτρικά ουδέτερα άτομα και τη δημιουργία κατιόντων και ανιόντων. Ο αριθμός των ηλεκτρονίων που μεταφέρθηκαν από το ένα άτομο στο άλλο σχετίζεται με το σθένος του στοιχείου.

Τα θετικά και τα αρνητικά φορτία ανήκουν σε όλα τα ιόντα, οπότε ανάλογα με τις θέσεις που καταλαμβάνουν στο χώρο τα ιόντα σχηματίζουν ιοντικούς δεσμούς με περισσότερα από ένα ιόν με αντίθετο φορτίο σε μια στιγμή, σχηματίζοντας έτσι μια γιγαντιαία δομή που ονομάζεται κρύσταλλος.

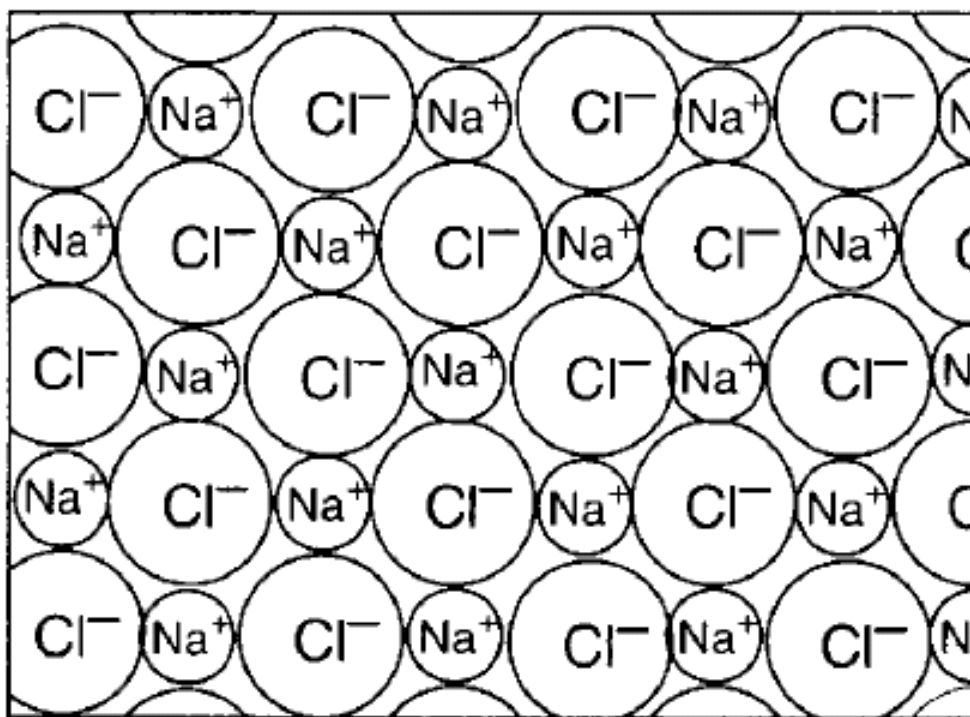
Ως προς τον μεταλλικό δεσμό η άποψη των μαθητών είναι ότι υπάρχει μια «θάλασσα» ηλεκτρονίων στο μεταλλικό πλέγμα (σχήμα 2.2). Τα ηλεκτρόνια κινούνται ελεύθερα και δίνουν στο μέταλλο ορισμένες από τις ιδιότητές του όπως η ηλεκτρική αγωγιμότητα.

Οι μαθητές έχουν εναλλακτικές αντιλήψεις σχετικά με τους ιοντικούς δεσμούς ακόμη και αν βρίσκονται αντιμέτωποι με ένα σωστό δισδιάστατο μοντέλο ενός ιοντικού πλέγματος (σχήμα 2.3) επειδή ως επί το πλείστον σκέφτονται ζεύγη ιόντων. Ένα θετικό και ένα αρνητικό ιόν συνδέονται μέσω ιοντικού δεσμού. Τα άλλα ιόντα στο ιοντικό πλέγμα υφίσταται μόνο ασθενή έλξη.

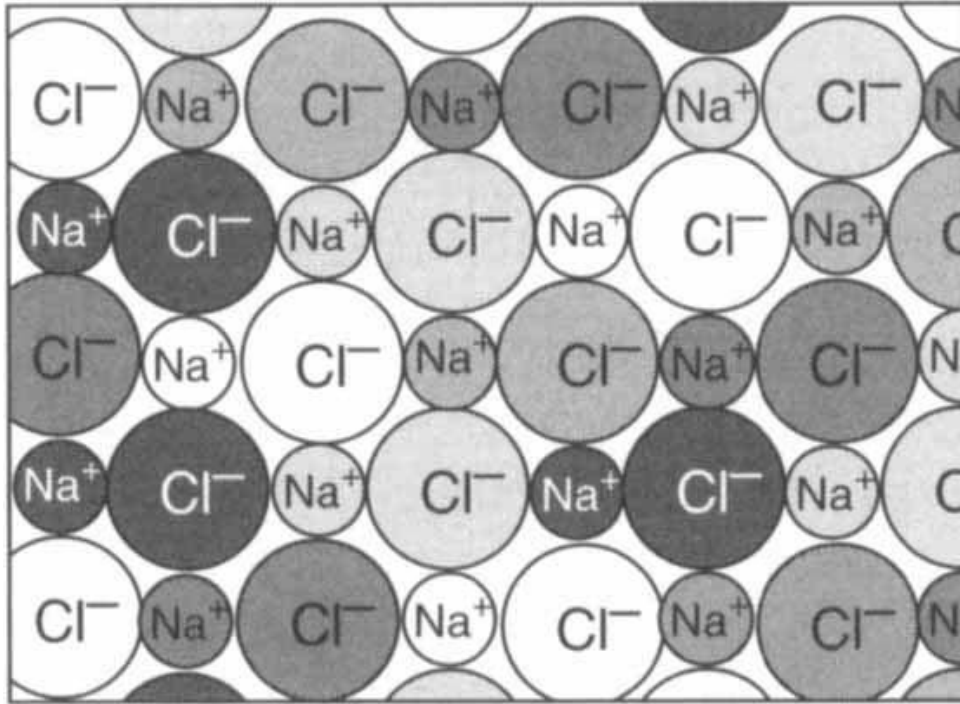


Σχήμα 2.2. Εναλλακτική αντίληψη των μαθητών ως προς τον μεταλλικό δεσμό [15].

Ως εκ τούτου, είναι κατανοητό ότι οι μαθητές αναγνωρίζουν μεμονωμένα ζεύγη ιόντων ή μορίων οπότε η απεικόνιση του μοντέλου που παίρνει την μορφή του σχήματος 2.4.

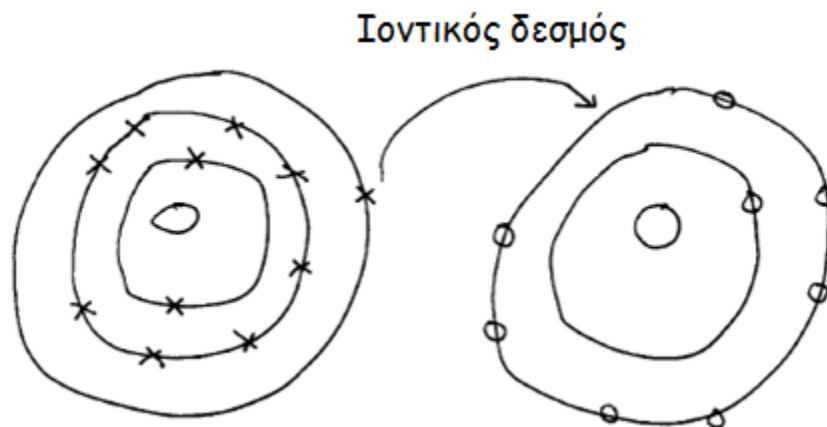


Σχήμα 2.3. Νοητικό μοντέλο για την δομή του NaCl [15].



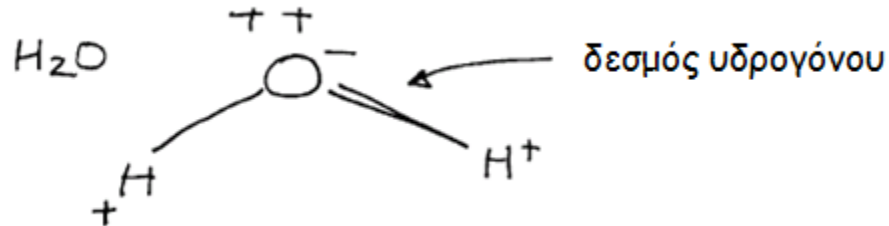
Σχήμα 2.4. Εσφαλμένη αντίληψη της ύπαρξης ιοντικών ζευγών στη δομή του NaCl [15].

Συνοψίζονταν τη επικρατέστερη εναλλακτική αντίληψη των μαθητών ως προς τους δεσμούς είναι ότι ο ομοιοπολικός δεσμός είναι μοιρασιά ηλεκτρονίων (αμοιβαία συνεισφορά) και ο ιοντικός δεσμός ανταλλαγή (ή μεταφορά) ηλεκτρονίων [15, 25].



Σχήμα 2.5. Ο ιοντικός δεσμός όπως τον βλέπουν οι μαθητές, δηλαδή ως μεταφορά ηλεκτρονίων από ένα άτομο σε ένα άλλο [15].

Ο δεσμός υδρογόνου (Hydrogen bond) πολύ συχνά θεωρείται ως «δεσμός σε υδρογόνο» (bonds to hydrogen) όπως ακριβώς και ο ομοιοπολικός δεσμός [25].



Σχήμα 2.6. Ο δεσμός υδρογόνου πολύ συχνά συγγέεται με τον ομοιοπολικό δεσμό [15].

Οι Levy-Nahum et al [26] συγκέντρωσαν σε εργασία τους τις εναλλακτικές αντιλήψεις μαθητών που είναι σχετικές με τις έννοιες του μορίου και του χημικού δεσμού όπως αυτές παρουσιάστηκαν σε γραπτά των μαθητών (διαγωνίσματα και εξετάσεις).

Πίνακας 2.1. Εναλλακτικές αντιλήψεις μαθητών που είναι σχετικές με τις έννοιες του μόριου και του χημικού δεσμού [26].

Κατηγορία	Παράδειγμα
Οι μαθητές χρησιμοποιούν σλόγκαν, δηλώσεις και γενικεύσεις.	«Το CO ₂ είναι αέριο γιατί είναι μοριακή ένωση». «Οι πολικοί διαλύτες διαλύονται σε πολικούς διαλύτες» «Όσο πιο μεγάλο είναι ένα μόριο τόσο πιο υψηλό είναι το σημείο βρασμού του».
Οι μαθητές αναφέρονται σε ένα μόνο μόριο σαν να είναι συσσωμάτωση μορίων και το αντίστροφο.	«Είναι μια ιοντική ένωση, γι' αυτό άγει τον ηλεκτρισμό μόνο όταν είναι υγρό». «Ένα μόριο με δεσμούς υδρογόνου είναι υγρό». «Το χλωριούχο νάτριο αποτελείται από δυο ιόντα».
Οι μαθητές μπερδεύουν τους διαμοριακούς και τους ενδομοριακούς δεσμούς.	«Το I ₂ είναι στερεό γιατί ο ομοιοπολικός δεσμός μεταξύ των ατόμων είναι πολύ ισχυρός». «Το σημείο βρασμού του LiF είναι υψηλότερο από του HF γιατί ο ιοντικός δεσμός είναι πιο ισχυρός από τον ομοιοπολικό».
Οι μαθητές έχουν την τάση να προσδίδουν στα μόρια ιδιότητες από τα άτομα που τα αποτελούν.	«Το CH ₃ CH ₂ CH ₂ F είναι αέριο γιατί περιέχει άτομο φθορίου το οποίο είναι αέριο». «Το CH ₄ δεν είναι καλός αγωγός του ηλεκτρισμού γιατί αποτελείται από τα στοιχεία H ₂ (g) και C(s), τα οποία και τα δυο δεν είναι καλοί αγωγοί του ηλεκτρισμού».
Οι μαθητές μπερδεύουν τις ιοντικές και τις μοριακές ενώσεις.	«ο δεσμός μεταξύ των μορίων του NaCl είναι ισχυρότερος από εκείνον μεταξύ των μορίων του KI». «Το MgO είναι πολικό μόριο άρα οι ηλεκτροστατικές δυνάμεις μεταξύ των μορίων του είναι πιο ισχυρές».

<p>Οι μαθητές έχουν δυσκολίες να κατανοήσουν το είδος των σωματιδίων που υπάρχουν σε ένα διάλυμα.</p>	<p>«οι δεσμοί Van der waals δεν διαλύονται στο νερό...».</p> <p>«Σε υδατικό διάλυμα το RbCl διαχωρίζεται στα ιόντα του. Γι' αυτό υπάρχουν στο διάλυμα ελεύθερα ηλεκτρόνια και το διάλυμα γίνεται αγώγιμο».</p>
<p>Οι μαθητές μπερδεύουν την τήξη μιας ουσίας με την διάλυση της.</p>	<p>«Το $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ είναι υγρό γιατί οι δεσμοί υδρογόνου διασπώνται στο διάλυμα. Γι' αυτό είναι υγρό σε θερμοκρασία δωματίου».</p> <p>«Το υγρό LiCl άγει τον ηλεκτρισμό γιατί τα ιόντα του κινούνται ελεύθερα μέσα στο διάλυμα».</p> <p>«Το CH_4 δεν άγει τον ηλεκτρισμό όταν βρίσκεται σε υγρή μορφή γιατί δεν έχει δεσμούς υδρογόνου. Έτσι δεν διαλύεται στο νερό για να σχηματιστούν ένυδρα ιόντα».</p>
<p>Οι μαθητές δεν κατανοούν τις έννοιες: ηλεκτραρνητικότητα, ηλεκτρονική συγγένεια, ενέργεια ιονισμού, και πολικότητα. Πολύ συχνά τις μπερδεύουν.</p>	<p>«Μια ιοντική ένωση με υψηλότερη ηλεκτραρνητικότητα έχει και υψηλότερη θερμοκρασία τήξεως».</p> <p>«Η θερμοκρασία τήξης του LiCl είναι υψηλότερη από τη θερμοκρασία τήξεως του NaCl επειδή η ενέργεια ιονισμού του Li είναι υψηλότερη από εκείνη του Na».</p> <p>«Το HF έχει περισσότερη ηλεκτραρνητικότητα από την NH_3».</p>

Κεφάλαιο 3

Σκοπός και μεθοδολογία της έρευνας



3.1. Σκοπός της εργασίας

Έχει διαπιστωθεί η υιοθέτηση ποικίλων εσφαλμένων αντιλήψεων από τους μαθητές και είναι τεκμηριωμένη η επίμονη παρουσία των αντιλήψεων αυτών στο γνωστικό τους υπόβαθρο ασχέτως προς την έκταση και την ποιότητα της μετέπειτα διδασκαλίας.

Στην Α' τάξη του Λυκείου ο μαθητής καλείται να περιλάβει στο γνωστικό του υπόβαθρο ένα ευρύ πλέγμα εννοιών και φαινομένων το οποίο θα πρέπει να μπορεί να ανακαλεί σε μεταγενέστερα χρονικά σημεία των σπουδών του και της ζωής του γενικότερα. Μεταξύ αυτών είναι η βασική εικόνα για το σχηματισμό του χημικού δεσμού καθώς και οι γενικές ιδιότητες των μορίων. Προφανώς αποτελεί σημαντικό στοιχείο για την αξιολόγηση της συνολικής εκπαιδευτικής διαδικασίας η μελέτη του βαθμού στον οποίο η συγκεκριμένη γνώση γίνεται κτήμα των μαθητών ή υφίσταται την επίδραση προϋπαρχουσών αντιλήψεων.

Η διερεύνηση των παραπάνω μπορεί να πραγματοποιηθεί σε ικανοποιητικό βαθμό με τη χρήση ερωτηματολογίων όπου το είδος και η ποικιλία των προσφερομένων απαντήσεων βρίσκεται σε συμφωνία με στοιχεία γνωστά από αντίστοιχες έρευνες σε διάφορες χώρες και χρονικές περιόδους και κατά συνέπεια μπορεί να συσχετιστεί με τα ευρήματά τους και τις παρατηρήσεις τους στο ίδιο αντικείμενο [27].

3.2. Η Έρευνα

Υπάρχει από παλιά μια διαφοροποίηση μεταξύ των ερευνητών σχετικά με τη διαδικασία για την απόκτηση πληροφορίας όσον αφορά τις εναλλακτικές απόψεις των μαθητών. Ακολουθώντας τις προτάσεις και μεθοδολογίες του Piaget, πολλοί βασίζονται σε προσωπικές συνεντεύξεις [28, 29] και υπάρχουν σχετικές προτάσεις με κάποιες διαφοροποιήσεις μεταξύ τους ως προς τη στρατηγική που πρέπει να ακολουθείται [30]. Η διαδικασία αυτή είναι μεν χρονοβόρα, αποδίδει πολύ σημαντικά αποτελέσματα ειδικά όσον αφορά την ψυχολογία του μαθητή, όμως δεν παύει να είναι προσωπική και να σχετίζεται με το συγκεκριμένο άτομο. Η απάντηση στα προβλήματα της διαδικασίας αυτής είναι η μελέτη ενός μεγάλου δείγματος μαθητών και η στατιστική του επεξεργασία. Με μια τέτοια μεθοδολογία όμως, προφανώς δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί εστίαση στις πνευματικές διαδικασίες που ακολουθούνται από τα επιμέρους άτομα αλλά να βρεθούν οι δρόμοι εκείνοι που ακολουθούνται από την πλειοψηφία των μαθητών για τη δημιουργία των εναλλακτικών τους αντιλήψεων. Και στον τομέα αυτό έχουν προταθεί διάφορες στρατηγικές διαμόρφωσης των σχετικών ερωτηματολογίων [31-34].

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε ένα δείγμα της τάξης των 1816 ατόμων με την μέθοδο του ερωτηματολογίου. Αποτελεί μέρος μιας ευρύτερης έρευνας που περιλαμβάνει την διερεύνηση των πασανοήσεων και άλλων εννοιών εκτός από το μόριο και τον χημικό δεσμό.

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε με βάση την εθελοντική συμμετοχή μαθητών της Β΄ και Γ΄ τάξης του Λυκείου και στηρίζεται στην απάντηση από μέρους τους σε μια σειρά ερωτημάτων που σχετίζονται με την ύλη της Χημείας της Α΄ Λυκείου, όπως τουλάχιστον περιγραφόταν στο αναλυτικό πρόγραμμα μέχρι και τη σχολική χρονιά 2010-2011.

Τα Λύκεια στα οποία μοιράστηκαν τα ερωτηματολόγια χωρίζονται στις εξής κατηγορίες:

- **μεγάλου αστικού κέντρου (Θεσσαλονίκης):** 12^ο, 18^ο, 28^ο και 30^ο ΓΕΛ, πειραματικά σχολεία (Πειραματικό ΠΑΜΑΚ και Πειραματικό ΑΠΘ) και ένα ιδιωτικό σχολείο, το Αμερικάνικο Κολλέγιο Ανατόλια.
- **μικρών αστικών κέντρων:** 1^ο και 2^ο ΓΕΛ Φλώρινας, 1^ο και 2^ο ΓΕΛ Κιλκίς, ΓΕΛ Κομοτηνής.

- *μη αστικών κέντρων:* ΓΕΛ Φιλώτα-Ν.Φλωρίνης, ΓΕΛ Νέα Μάδυτος-Ν.Θεσ/νίκης, 2^ο ΓΕΛ Κουφαλίων-Ν.Θεσ/νίκης, ΓΕΛ Λαγκαδίκια-Ν.Θεσ/νίκης, ΓΕΛ Αγ.Γεωργίου Ασπροβάλλας, ΓΕΛ Κασσάνδρας - Ν.Χαλκιδικής, ΓΕΛ και ΕΠΑΛ Αμυνταίου.
- *Ειδικές κατηγορίες σχολείων:* Διαπολιτισμικό, Ιεροσπουδαστικό και Μουσικό λύκειο Αμυνταίου.

Η διάκριση αυτή βασίζεται σε διάφορες παρατηρήσεις όσον αφορά τη γενική τάση για μείωση αυτών που ακολουθούν την κατεύθυνση των επιστημών για την εκπαίδευσή τους είναι ένα φαινόμενο παγκόσμιο και προκαλεί αισθήματα απαισιοδοξίας αφού σε πρόσφατους καιρούς έχει γίνει αποδεκτό πως η ύπαρξη αρκετών σε αριθμό επιστημόνων σχετίζεται με την πιθανότητα για οικονομική, τεχνολογική και διανοητική εξέλιξη. Υπάρχουν αρκετές ενδείξεις ότι η συμμετοχή ατόμων από χαμηλό κοινωνικο-οικονομικό υπόβαθρο στην κατεύθυνση των επιστημών στην τριτοβάθμια εκπαίδευση είναι μικρότερη του μέσου όρου και αυτοί που μετέχουν σ' αυτήν τελικά δεν είναι ιδιαίτερα αποδοτικοί [36]. Έχουν βρεθεί ή τουλάχιστον προταθεί συσχετίσεις του αριθμού των ατόμων που ασχολούνται με τις επιστήμες στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, όσον αφορά το φύλο και την εθνικότητα (ειδικά στις πολυπολιτισμικές κοινωνίες) και οπωσδήποτε σε σχέση με το κοινωνικό και οικονομικό υπόβαθρο της περιοχής κατοικίας των παιδιών κατά τη διάρκεια φοίτησής τους στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Οπωσδήποτε οι ανάγκες της οικογένειας για πρόσθετο εισόδημα και κατά συνέπεια η απασχόληση από μικρή ηλικία, ο χρόνος που οι γονείς ασχολούνται με την εκπαίδευση των παιδιών τους, ακόμη η βαθμίδα εκπαίδευσης και η αξιοποίησή της από τους γονείς, έχουν προταθεί ως κριτήρια που μπορεί να επηρεάσουν την κατεύθυνση ενός νέου παιδιού προς τις επιστήμες [37, 38]

Ο τόπος διαμονής και οι συνθήκες στέγασης αποτελούν επίσης ένα σημαντικό παράγοντα, ειδικά στις αγγλωσαξωνικές χώρες, για την επιλογή από τα νέα παιδιά της συνέχισης των σπουδών τους και ειδικότερα στην κατεύθυνση των επιστημών. Έχει επίσης αποδειχθεί από μελέτες, αν και δεν είναι απαραίτητο αφού αποτελεί κοινή σκέψη πολλών, ότι παιδιά που έχουν γενικά μειωμένη απόδοση στα μαθήματα των επιστημών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση δεν έχουν την τάση να επιλέξουν τα σχετικά τμήματα για τη συνέχεια των σπουδών τους.

Στη σύγχρονη Ελληνική πραγματικότητα, πέρα από μερικά μειονοτικά σχολεία καθώς και κάποια σχολεία της λεγόμενης «δεύτερης ευκαιρίας» δεν μπορεί να στοιχειοθετηθεί πουθενά μια βάση για εθνική ή πολιτισμική διαφοροποίηση των μαθητών. Από την άλλη, η γνωστή και τεκμηριωμένη διάκριση ανάλογα με το φύλο διερευνάται και από εμάς με το παρόν ερωτηματολόγιο. Ωστόσο, τη θέση του κοινωνικο-οικονομικού παράγοντα ή του παράγοντα πολιτισμικού υποβάθρου μπορεί να παίζει η παγιωμένη στην Ελληνική κοινωνία αντίληψη περί της ανωτερότητας, ή τουλάχιστον της αυξημένης πιθανότητας επιτυχίας ενός παιδιού στις εισαγωγικές εξετάσεις στα Α.Ε.Ι. αν οι σπουδές του πραγματοποιηθούν σε ένα σχολείο μεγάλης πόλης. Αυτό αποτελεί βασικό στοιχείο της αστυφιλίας που αναπτύχθηκε ειδικά μετά τον Β παγκόσμιο πόλεμο και δεν έχει εμφανίσει ακόμη σημεία αντιστροφής. Με την έννοια αυτή, η κατανομή των μαθητών ανάλογα με το σχολείο φοίτησης σε εκείνους που φοιτούν σε σχολείο μεγάλου αστικού κέντρου (μιας και υπάρχει αρκετό δείγμα από την πόλη της Θεσσαλονίκης), σε περιφερειακά αστικά κέντρα καθώς και σε μη αστικές περιοχές, αποτελεί ένα πρόσθετο σημείο ελέγχου που μπορεί να δώσει στοιχεία για την έρευνά μας.

Τα ερωτηματολόγια ήταν ανώνυμα και τα μόνα στοιχεία που αναγράφονταν σ' αυτά ήταν το φύλο και η τάξη φοίτησης του μαθητή που συμμετείχε.

Καταρχήν απορρίφθηκαν από το δείγμα εκείνα τα ερωτηματολόγια τα οποία φαινόταν να είναι αστεία ή απαράδεκτα ως προς το περιεχόμενο ή σαφώς συμπληρωμένα κατά τύχη ή σκοπίμως εκτός του πνεύματος του ερωτηματολογίου.

Οι μαθητές ενημερώθηκαν πως δεν πρόκειται για διαγώνισμα ούτε για κάποιο από τα γνωστά «τεστ αξιολόγησης» έτσι ώστε να αποφευχθούν κατά το δυνατόν οι τάσεις για αντιγραφή και να περιοριστεί το άγχος των μαθητών να απαντήσουν σε όλα τα ερωτήματα ασχέτως αν έχουν ή όχι υπόψη τους κάτι που να θεωρούν ως ορθή απάντηση.

Το πλήθος των ερωτηματολογίων που απορρίφθηκαν είναι 203 (περίπου το 12% του συνόλου). Επομένως τα ερωτηματολόγια που τελικώς αξιολογήθηκαν είναι σε αριθμό **1613**.

Οι ερωτήσεις που τέθηκαν ήταν τύπου των πολλαπλών επιλογών και τύπου σωστό-λάθος.

3.3. Το ερωτηματολόγιο

Το ερωτηματολόγιο που ετοιμάστηκε και μοιράστηκε είναι το επόμενο. Δίνεται η ερώτηση καθώς και οι απαντήσεις που προτάθηκαν.

Τάξη	Φύλο	θετική κατεύθυνση
<input type="checkbox"/> Β <input type="checkbox"/> Γ	<input type="checkbox"/> Αγόρι <input type="checkbox"/> Κορίτσι	<input type="checkbox"/> Ναι <input type="checkbox"/> Όχι

1. Ο συμβολισμός για το στοιχείο «φωσφόρος» είναι P. Έχει αποδειχθεί η ύπαρξη του χημικού είδους P₄. Σημειώστε ποιες από τις ακόλουθες προτάσεις είναι αληθείς

- Το P₄ είναι μόριο που αποτελείται από άτομα φωσφόρου
- Το P₄ μπορεί να διασπαστεί οπότε θα δώσει άτομα φωσφόρου
- Το P₄ αν αντιδράσει με οξυγόνο θα δώσει διάφορα προϊόντα
- Το P₄ αν αντιδράσει με οξυγόνο θα δώσει μόνο οξείδιο του φωσφόρου
- Το P₄ δεν αντιστοιχεί στο στοιχείο «φωσφόρος» αλλά σε ένα νέο στοιχείο

2. Σημειώστε ποιες από τις προτάσεις για το μόριο της ένωσης που ονομάζεται «ζάχαρη» είναι αληθείς

- Αποτελεί τον μικρότερο κόκκο ζάχαρης που μπορεί να υπάρξει
- Έχει το χαρακτηριστικό λευκό χρώμα της ζάχαρης
- Έχει τη χαρακτηριστική γλυκιά γεύση της ζάχαρης
- Μετατρέπεται από στερεό σε υγρό κατά τη διάλυση της ζάχαρης στο νερό

3. Όταν διαλύεται μια ποσότητα ζάχαρης στο νερό:

- Διαλύεται καθένα από τα μόρια της ζάχαρης

- Τα μόρια της ζάχαρης χάνονται μέσα στο διάλυμα
- Η ζάχαρη εξαφανίζεται. Θα εμφανιστεί πάλι όταν απομακρυνθεί όλο το νερό
- Τα μόριά της αντιδρούν με το νερό και παράγονται νέα προϊόντα
- Τα μόριά της παραμένουν αναλλοίωτα άρα το φαινόμενο είναι φυσικό

4. Τι σημαίνει η έκφραση «το NaCl έχει διαλυτότητα 35 g σε 100 mL νερού».

- Δεν μπορεί να υπάρξει διάλυμα με περιεκτικότητα 45 gNaCl σε 100 mL σε νερό.
- Δεν μπορεί να υπάρξει διάλυμα με περιεκτικότητα 25 gNaCl σε 100 mL σε νερό.
- Σε 100 mL νερού μπορεί να διαλυθούν το πολύ 35 gNaCl
- Διάλυμα 35 gNaCl σε 100 mL νερού είναι κορεσμένο σε NaCl
- Διάλυμα 35 gNaCl σε 100 mL νερού είναι κορεσμένο γενικά
- Διάλυμα 35 gNaCl σε 100 mL νερού περιγράφεται ως 35% w/w
- Διάλυμα 35 gNaCl σε 100 mL νερού περιγράφεται ως 35% v/v

5. Τι υπάρχει μεταξύ των δύο πυρήνων O στο μόριο του O₂;

- Κενό
- Τα ηλεκτρόνια των ατόμων
- Τα ηλεκτρόνια σθένους των ατόμων
- Αέρας

6. Για τα δύο άτομα O στο μόριο του O₂ ισχύει ότι:

- Συγκρατούνται μεταξύ τους με ηλεκτροστατικές δυνάμεις Coulomb
- Συγκρατούνται μεταξύ τους με την κόλλα που αποτελεί τον χημικό δεσμό
- Τα εξωτερικά τους ηλεκτρόνια βρίσκονται σε επαφή
- Οι πυρήνες τους βρίσκονται σε επαφή

7. Κατά την αντίδραση μεταλλικού Να με αέριο Cl παράγεται η ένωση NaCl στην οποία:

- Υπάρχουν μόρια Na-Cl
- Υπάρχουν ζεύγη ιόντων Na^+Cl^-
- Υπάρχουν μόρια Na-Cl που έχουν αλληλεπιδράσεις με γειτονικά μόρια Na-Cl.
- Υπάρχουν ζεύγη ιόντων Na^+Cl^- που έχουν αλληλεπιδράσεις με γειτονικά ζεύγη ιόντων
- Υπάρχουν ιόντα Na^+Cl^- σε μια διάταξη του τύπου $\text{Na}^+ \text{Cl}^- \text{Na}^+\text{Cl}^- \dots$ στο χώρο

Σημείωση: στην ερώτηση 7 τυπικά σωστή είναι μόνο η τελευταία αλλά δεχθήκαμε ως σωστές όλες τις απαντήσεις που αναφέρονται σε ζεύγη ιόντων Na^+Cl^- .

Στο ερωτηματολόγιο υπάρχουν διαδοχικές ερωτήσεις που σχετίζονται μεταξύ τους. Η διαδικασία αυτή, γνωστή ως «*διαδικασία διαζωμάτων*» συνήθως εφαρμόζεται για τη διευκρίνιση των λογικών διαδικασιών που οδηγούν στις εναλλακτικές απόψεις των μαθητών. Συνήθως εφαρμόζεται ως μια διαδικασία δύο διαζωμάτων, δηλαδή δύο διαδοχικών ερωτήσεων στο ίδιο αντικείμενο. Συνήθως επίσης, οι δύο ερωτήσεις είναι του τύπου των πολλαπλών επιλογών, μόνο που η δεύτερη αποτελεί εξειδίκευση της απάντησης που έχει δοθεί στην προηγούμενη. Έτσι, ο πιο κοινός τρόπος διατύπωσης των ερωτήσεων αυτών περιλαμβάνει 2 ή 3 απαντήσεις για την πρώτη ερώτηση, από τις οποίες η μία τουλάχιστον ή και δύο ακόμη αποτελούν τεκμηριωμένες εναλλακτικές απόψεις μαθητών, ενώ στη δεύτερη ερώτηση το ζητούμενο είναι η δικαιολόγηση της απάντησης που έχει δοθεί προηγουμένως. Στην περίπτωση αυτή δίνονται περισσότερες πιθανές απαντήσεις μέσα στις οποίες περιλαμβάνονται και κάποιες οφθαλμοφανώς εσφαλμένες [27, 35].

3.4. Γνωστικό υπόβαθρο των μαθητών

Στα σχολικά χρόνια που έχουν προηγηθεί οι μαθητές έχουν έρθει σε επαφή με το αντικείμενο της Χημείας και έχουν ακούσει αρκετά στοιχεία που σχετίζονται με τις ερωτήσεις του συγκεκριμένου ερωτηματολογίου. Επιπλέον, το σύνολο του αντικειμένου που ερευνήθηκε περιλαμβάνεται στην ύλη της Α τάξης του Λυκείου, όπως αυτή είχε καθοριστεί για τη σχολική χρονιά 2010-2011. Στη συνέχεια παρουσιάζεται συνοπτικά το περιεχόμενο του μαθήματος της Χημείας που σχετίζεται με το ερευνώμενο αντικείμενο στη Β' και Γ' τάξη του Γυμνασίου καθώς και στην Α τάξη του Λυκείου.

Τάξεις Β' και Γ' Γυμνασίου

Πίνακας 3.1. Πρόγραμμα του μαθήματος της Χημείας για τη Β' και Γ' τάξη του Γυμνασίου.

Τάξη	Άξονες γνωστικού περιεχομένου	Γενικοί στόχοι (γνώσεις, δεξιότητες, στάσεις και αξίες)
B	Καταστάσεις των υλικών σωμάτων.	Οι μαθητές επιδιώκεται: Να διερευνούν μερικές φυσικές ιδιότητες των υλικών.
	Από το νερό στο άτομο – από το μακρόκοσμο στο μικρόκοσμο Χημικές μεταβολές, άτομα, μόρια και ιόντα. Σύμβολα χημικών στοιχείων και χημικών ενώσεων.	Να συνδέουν τα χημικά φαινόμενα που συμβαίνουν γύρω τους με οντότητες και έννοιες του μικρόκοσμου. Να χρησιμοποιούν τον καθιερωμένο συμβολισμό για τις χημικές ουσίες και τις χημικές μεταβολές. Να αναγνωρίζουν ότι η κωδικοποίηση της πληροφορίας διευκολύνει την επικοινωνία των ανθρώπων.
	Ατμοσφαιρικός αέρας Σύσταση ατμοσφαιρικού αέρα. Οξυγόνο. Διοξείδιο του άνθρακα.	

Γ	Αλκάλια, αλογόνα, άνθρακας και πυρίτιο.	Να αναγνωρίζουν τις ιδιότητες ορισμένων στοιχείων που είναι απαραίτητα για την τεχνολογική ανάπτυξη και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής.
	Η χημεία του άνθρακα Υδρογονάνθρακες και πετρέλαιο. Ενώσεις του άνθρακα και ζώσα ύλη.	Να ερμηνεύουν το ρόλο σημαντικών ενώσεων του άνθρακα στην καθημερινή ζωή.

Πίνακας 3.2. Αναλυτικό πρόγραμμα της Χημείας στην Α' τάξη του Λυκείου.

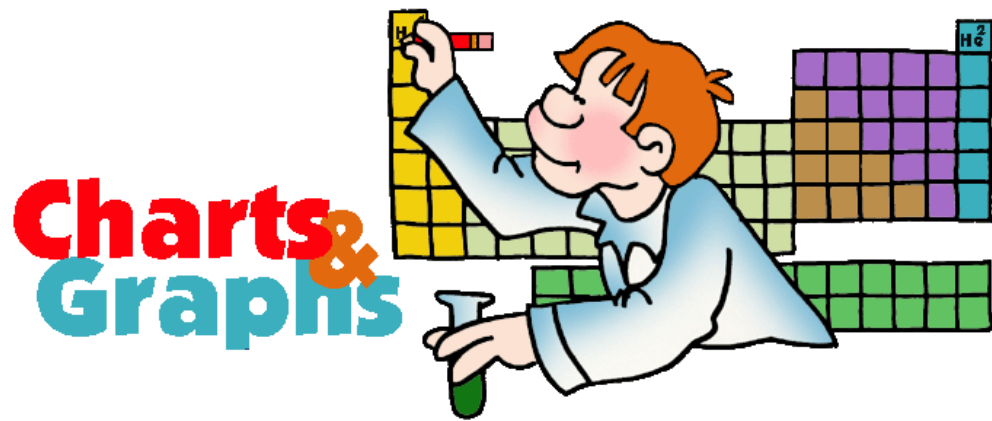
Στόχοι	Θεματικές Ενότητες (Διατιθέμενος χρόνος)	Εργαστηριακές ασκήσεις – Ενδεικτικές δραστηριότητες
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ		
Να είναι σε θέση οι μαθητές: να αναφέρουν τα διάφορα δομικά σωματίδια της ύλης (άτομα, μόρια, ιόντα)	1.2 Σύσταση της ύλης (άτομα, μόρια, ιόντα). <i>(1 ώρα)</i>	<i>Δραστηριότητα...</i> Εφαρμογή της επιστημονικής μεθόδου για την επίλυση ενός φαινομένου-«προβλήματος»
Να είναι σε θέση οι μαθητές: να διακρίνουν τις εκφράσεις της περιεκτικότητας διαλυμάτων (%w/w, %w/V, %V/V, ppm, ppb) να αναφέρουν τον ορισμό της διαλυτότητας καθώς και τους παράγοντες που την επηρεάζουν	1.4. Ταξινόμηση ύλης Εκφράσεις περιεκτικότητας διαλυμάτων (% , ppm, ppb). Διαλυτότητα <i>(1 ώρα)</i>	<i>Εργαστηριακή άσκηση 1:</i> Παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα διάλυσης μιας ουσίας.
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ - ΔΕΣΜΟΙ		
Να είναι σε θέση οι μαθητές: να αναφέρουν τι είναι	2.3. Γενικά για τοχημικό δεσμό Παράγοντες που καθορίζουν τη χημική συμπεριφορά του	<i>Εργαστηριακή άσκηση 2:</i> Πυροχημική ανίχνευση

χημικός δεσμός και γιατί τα άτομα κάνουν δεσμούς να διακρίνουν τα κυριότερα είδη δεσμών (ιοντικός - ομοιοπολικός) να αναγνωρίζουν τους ηλεκτρονιακούς τύπους ορισμένων μορίων (χλωρίου, νερού, κλπ)	ατόμου Είδη χημικών δεσμών (Ιοντικός-Ομοιοπολικός) (4 ώρες)	μετάλλων
Να είναι σε θέση οι μαθητές: να αναφέρουν τα ονόματα και να γράφουν τους τύπους μονοατομικών καιπολυατομικών ιόντων μετο φορτίο του καθενός να προσδιορίζουν τον αρ.οξειδωσης ενός ατόμου να γράφουν τους χημικούς τύπους διαφόρων ανόργανων ενώσεων	2.4. Η γλώσσα της χημείας Αριθμός οξειδωσης Γραφή χημικών τύπων και εισαγωγή στην ονοματολογία των ενώσεων (2 ώρες)	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΤΟΙΧΕΙΟΜΕΤΡΙΑ		
Να είναι σε θέση οι μαθητές: να αναφέρουν τον ορισμό του Α.Β. (σχετικής ατομικής μάζας) και του Μ.Β. (σχετικής μοριακής μάζας) να αναφέρουν και να χρησιμοποιούν την έννοια του mole και του γραμμομοριακού όγκου	4.1. Α.Β. , Μ.Β., mole, NA, Vm. (4 ώρες)	
Να είναι σε θέση οι μαθητές: να αναφέρουν τα μεγέθη P, V, T, n , καθώς και τη σχέση που τα συνδέει (καταστατική εξίσωση αερίων).	4.2. Καταστατική εξίσωση των αερίων (1 ώρα)	

να μεταβαίνουν από μια κατάσταση n_1, P_1, V_1, T_1 σε κατάσταση n_2, P_2, V_2, T_2 .		
<p>Να είναι σε θέση οι μαθητές: να αναφέρουν και να εφαρμόζουν την έννοια της συγκέντρωσης (μοριακότητας κατ' όγκο). να υπολογίζουν τη συγκέντρωση ή τον όγκο ενός διαλύματος κατά τη αραιώση ή την ανάμειξη με άλλα διαλύματα.</p>	<p>4.3. Συγκέντρωση διαλύματος (M) –Αραιώση, Ανάμειξη διαλυμάτων (4 ώρες)</p>	<p><i>Εργαστηριακή άσκηση 4:</i> Παρασκευή διαλύματος ορισμένης συγκέντρωσης-αραιώση διαλυμάτων</p>

Κεφάλαιο 4

Αποτελέσματα της έρευνας

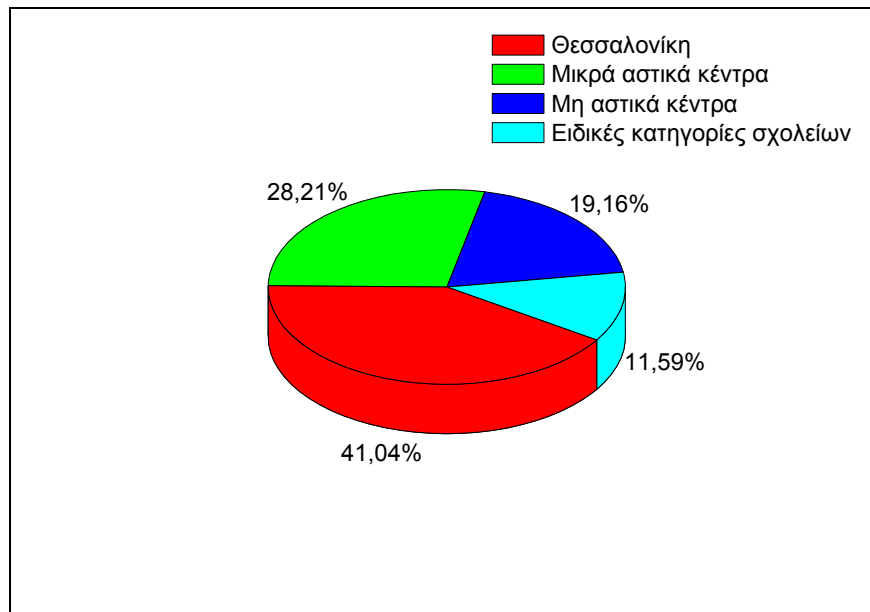


4.1. Το δείγμα

Όπως έχει ήδη αναφερθεί οι κατηγορίες των σχολείων που μοιράστηκαν τα ερωτηματολόγια είναι:

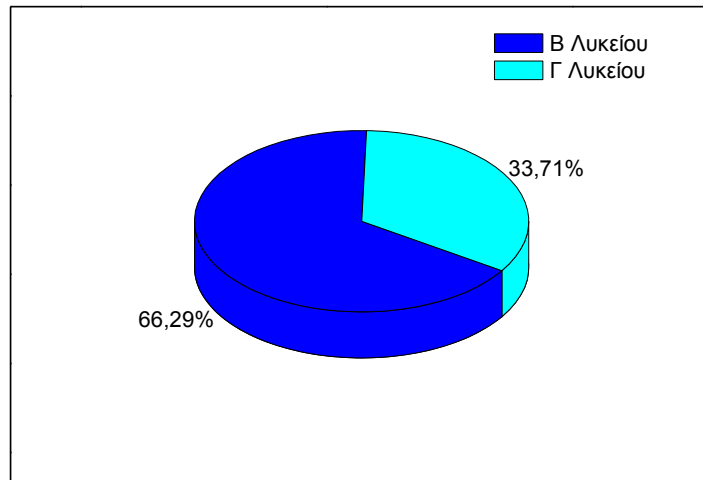
- **μεγάλου αστικού κέντρου (Θεσσαλονίκης):** 12^ο, 18^ο, 28^ο και 30^ο ΓΕΛ, πειραματικά σχολεία (Πειραματικό ΠΑΜΑΚ και Πειραματικό ΑΠΘ) και ένα ιδιωτικό σχολείο, το Αμερικάνικο Κολλέγιο Ανατόλια.
- **μικρών αστικών κέντρων:** 1^ο και 2^ο ΓΕΛ Φλώρινας, 1^ο και 2^ο ΓΕΛ Κιλκίς, ΓΕΛ Κομοτηνής.
- **μη αστικών κέντρων:** ΓΕΛ Φιλώτα-Ν.Φλωρίνης, ΓΕΛ Νέα Μάδυτος-Ν.Θεσ/νίκης, 2^ο ΓΕΛ Κουφαλίων-Ν.Θεσ/νίκης, ΓΕΛ Λαγκαδίκια-Ν.Θεσ/νίκης, ΓΕΛ Αγ.Γεωργίου Ασπροβάλτας, ΓΕΛ Κασσάνδρας - Ν.Χαλκιδικής, ΓΕΛ και ΕΠΑΛ Αμυνταίου.
- **ειδικές κατηγορίες σχολείων:** Διαπολιτισμικό, Ιεροσπουδαστικό και Μουσικό λύκειο Αμυνταίου.

Αξιολογήθηκαν τελικώς 1613 ερωτηματολόγια. Η κατανομή του πλήθους των ερωτηματολογίων σε αυτά τα σχολεία δίνεται στο διάγραμμα 1.

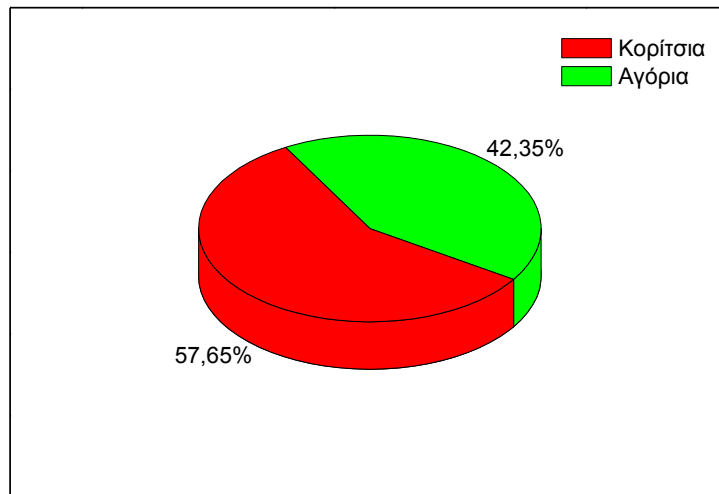


Διάγραμμα 4.1. Κατανομή του πλήθους των ερωτηματολογίων ανά κατηγορία σχολείων.

Τα διαγράμματα 2 και 3 παρουσιάζουν την κατανομή των μαθητών ως προς την τάξη (Β΄ ή Γ΄ τάξη του Λυκείου) και του φύλλου των μαθητών (αγόρια – κορίτσια).



Διάγραμμα 4.2. Κατανομή του πλήθους των ερωτηματολογίων ανά τάξη φοίτησης των μαθητών.



Διάγραμμα 4.3. Κατανομή του πλήθους των ερωτηματολογίων ανά φύλο των μαθητών.

4.2. Ανάλυση των αποτελεσμάτων ανά ερώτηση

4.2.1. Ερώτηση 1

Ο συμβολισμός για το στοιχείο «φωσφόρος» είναι P. Έχει αποδειχθεί η ύπαρξη του χημικού είδους P₄. Σημειώστε ποιες από τις ακόλουθες προτάσεις είναι αληθείς.

1. Το P₄ είναι μόριο που αποτελείται από άτομα φωσφόρου
2. Το P₄ μπορεί να διασπαστεί οπότε θα δώσει άτομα φωσφόρου
3. Το P₄ αν αντιδράσει με οξυγόνο θα δώσει διάφορα προϊόντα
4. Το P₄ αν αντιδράσει με οξυγόνο θα δώσει μόνο οξείδιο του φωσφόρου
5. Το P₄ δεν αντιστοιχεί στο στοιχείο «φωσφόρος» αλλά σε ένα νέο στοιχείο

Οι σωστές απαντήσεις είναι οι 1, 2 και 4. Στην τελευταία στήλη του πίνακα αναγράφεται το ποσοστό των μαθητών που σημείωσαν και τις 3 σωστές απαντήσεις.

Πίνακας 4.1. Ποσοστό (%) ορθών απαντήσεων στην ερώτηση 1 ανά κατηγορία σχολείων και μαθητών.

Κατηγορίες σχολείων - μαθητών	Απαντήσεις (%)					Σ*
	1	2	3	4	5	
Σύνολο	53,4	31,9	26,2	33,6	15,7	5,1
Θεσσαλονίκη	54,5	31,0	28,2	33,6	14,6	5,0
μικρά αστικά κέντρα	50,5	31,4	25,3	32,7	15,2	5,3
μη αστικά κέντρα	56,3	35,3	25,0	33,7	18,8	6,8
ειδικές κατηγορίες σχολείων	51,9	30,5	23,0	35,8	15,5	3,7
Κορίτσια	54,5	29,3	23,0	34,7	15,6	4,4
Αγόρια	52,3	35,0	30,1	32,0	15,7	5,9
Β' Τάξη	55,2	31,6	26,1	33,9	15,4	5,2
Γ' Τάξη	50,2	32,4	26,5	33,0	16,3	5,0

* Το ποσοστό των μαθητών που απάντησαν και τις 3 ορθές απαντήσεις.

Η ερώτηση σχετίζεται με την κατανόηση της συμβολικής γλώσσας της Χημείας. Δίνεται ότι ο συμβολισμός του ατόμου του φωσφόρου είναι P και ζητείται να διερευνηθεί η αλήθεια κάποιων προτάσεων για το χημικό είδος που περιγράφεται ως P₄. Προφανώς ζητούμενο είναι να κατανοήσουν οι μαθητές πως πρόκειται για το στοιχείο που συμβολίζεται ως P και κατά συνέπεια να δηλώσουν πως το P₄ αποτελείται από άτομα P, αν διασπαστεί θα δώσει μόνο άτομα P, αν αντιδράσει με οξυγόνο θα δώσει μόνο οξείδιο του στοιχείου P.

Το P₄ είναι μόριο που αποτελείται από άτομα φωσφόρου είναι κατανοητό για κάτι περισσότερο από τους μισούς μαθητές όπως δείχνουν τα αποτελέσματα.

Το P₄ μπορεί να διασπαστεί οπότε θα δώσει άτομα φωσφόρου, είναι κάτι που σχετίζεται άμεσα με το προηγούμενο ερώτημα αφού τα άτομα φωσφόρου το μόνο που μπορεί να κάνουν είναι να ελευθερωθούν από το συγκρότημα P₄. Ωστόσο η απάντηση αυτή δεν δόθηκε από το σύνολο ή από το μεγαλύτερο μέρος εκείνων που απάντησαν θετικά στην πρώτη παραπάνω πρόταση. Τα ποσοστά είναι σημαντικά χαμηλότερα.

Περίπου αντίστοιχα με τα παραπάνω είναι τα ποσοστά που παίρνει η θετική απάντηση στην τέταρτη πρόταση που δηλώνει πως αν το P₄ αν αντιδράσει με οξυγόνο θα δώσει μόνο οξείδιο του φωσφόρου. Αυτό θεωρείται βέβαια αυτονόητο από τους ενήλικους χημικούς, αλλά για τους μαθητές σημαίνει πως πρέπει να προκύψει από μια νοητική επεξεργασία της έννοιας του στοιχείου καθώς και του τι θα πει αντίδραση και τι σημαίνει αντιδρών και προϊόν σώμα σε μια αντίδραση.

Μεγάλο ενδιαφέρον αποτελεί η εξέταση του συνόλου των μαθητών που έδωσαν απάντηση θετική και στις τρεις προτάσεις που αληθεύουν για το τετρατομικό φωσφόρο. Εκείνοι που συνδύασαν και τις τρεις σωστές απαντήσεις είναι μόλις το 5% των μαθητών. Επίσης το ποσοστό των μαθητών που δεν απάντησαν τίποτα είναι το 4,7% επί του συνόλου των ερωτηματολογίων.

Εντυπωσιακό είναι και το γεγονός ότι ένα μεγάλο ποσοστό (περίπου 25%) πιστεύουν ότι το P₄ αν αντιδράσει με οξυγόνο θα δώσει διάφορα προϊόντα. Αυτό μπορεί να σχετίζεται με τη γενική εικόνα των χημικών εξισώσεων που παρουσιάζονται και όπου η παρουσίαση γίνεται με τη βάση των A και B ως αντιδρώντων και των Γ και Δ ως προϊόντων. Προφανώς λοιπόν στο μυαλό των παιδιών δημιουργείται η ιδέα πως θα

πρέπει να υπάρχουν τουλάχιστον δύο αντιδρώντα και τουλάχιστον δύο προϊόντα και κατά συνέπεια η αναφορά σε ένα και μοναδικό προϊόν δεν τους βρίσκει σύμφωνους.

Ένα σημείο το οποίο ξεφεύγει από κάθε δυνατότητα ανάλυσης είναι το εξαιρετικά μεγάλο ποσοστό μαθητών (που φτάνει το 15%) οι οποίοι πιστεύουν ότι το P_4 δεν αντιστοιχεί στο στοιχείο «φωσφόρος» αλλά σε ένα νέο στοιχείο.

Υπάρχουν πάντοτε και μαθητές που είτε βρίσκονται σε σύγχυση είτε δεν έχουν καταλάβει το νόημα της ερώτησης, είτε, παρόλη την προσπάθεια της ερευνητικής ομάδας, έδωσαν τυχαίες απαντήσεις σε κάποια ερωτήματα. Για παράδειγμα, στη συγκεκριμένη ερώτηση υπάρχουν αρκετά άτομα που απάντησαν θετικά στην πρώτη και την πέμπτη πρόταση, δέχονται δηλαδή ότι το χημικό είδος P_4 αποτελείται από άτομα φωσφόρου αλλά είναι και νέο στοιχείο. Εδώ μπορεί και η έννοια της ατομικότητας να μην «πέρασε» στο γνωστικό τους υπόβαθρο. Το ποσοστό των μαθητών στην περίπτωση αυτή φτάνει το 7%, κάτι ιδιαίτερα σημαντικό που υποδεικνύει ότι η αντίληψη περί μορίων βρίσκεται σε πρώιμο ακόμη στάδιο στην ηλικία αυτή των Ελλήνων μαθητών. Επίσης ένα ποσοστό 3,5% έδωσε ταυτόχρονα τις απαντήσεις 3 και 4, δηλαδή ότι το P_4 αν αντιδράσει με οξυγόνο θα δώσει διάφορα προϊόντα και το P_4 αν αντιδράσει με οξυγόνο θα δώσει μόνο οξείδιο του φωσφόρου.

<p>Η έννοια του ατόμου, όπως θα δούμε αμέσως παρακάτω, αποτελεί τη βάση της ατομικής θεωρίας.</p> <ul style="list-style-type: none">➤ <i>Άτομο είναι το μικρότερο σωματίδιο ενός στοιχείου, που μπορεί να πάρει μέρος στο σχηματισμό χημικών ενώσεων.</i> <p>Τα μόρια των χημικών στοιχείων δεν αποτελούνται πάντοτε από τον ίδιο αριθμό ατόμων. Έτσι υπάρχουν στοιχεία μονοατομικά, όπως είναι τα ευγενή αέρια, π.χ. ήλιο (He), στοιχεία διατομικά, όπως είναι το οξυγόνο (O_2), το υδρογόνο (H_2), ή ακόμα και τριατομικά, όπως είναι το όζον (O_3).</p> <ul style="list-style-type: none">➤ <i>Ο αριθμός που δείχνει από πόσα άτομα συγκροτείται το μόριο ενός στοιχείου ονομάζεται ατομικότητα στοιχείου</i> <p>Η ατομικότητα του στοιχείου αναγράφεται ως δείκτης στο σύμβολο του στοιχείου. Παρακάτω δίνεται πίνακας με τις ατομικότητες των σημαντικότερων στοιχείων.</p>	<p>• Το άτομο είναι ένα απειροελάχιστο σωματίδιο, με μέγεθος που ξεπερνά τα όρια της φαντασίας μας. Ωστόσο, νέες τεχνικές στην μικροσκοπία επιτρέπουν την παρατήρηση του και τον προσδιορισμό του μεγέθους του.</p>
---	---

Εικόνα 4.1. Απόσπασμα από το βιβλίο Χημείας της Α' Λυκείου όπου περιγράφεται η έννοια της ατομικότητας.

4.2.2. Ερώτηση 2

Σημειώστε ποιες από τις προτάσεις για το μόριο της ένωσης που ονομάζεται «ζάχαρη» είναι αληθείς:

1. Αποτελεί τον μικρότερο κόκκο ζάχαρης που μπορεί να υπάρξει
2. Έχει το χαρακτηριστικό λευκό χρώμα της ζάχαρης
3. Έχει τη χαρακτηριστική γλυκιά γεύση της ζάχαρης
4. Μετατρέπεται από στερεό σε υγρό κατά τη διάλυση της ζάχαρης στο νερό

Η σωστή απάντηση είναι η 3.

Είναι μια ερώτηση που σχετίζεται με έννοιες του μικρόκοσμου και συγκεκριμένα με τις φυσικές ιδιότητες των μορίων.

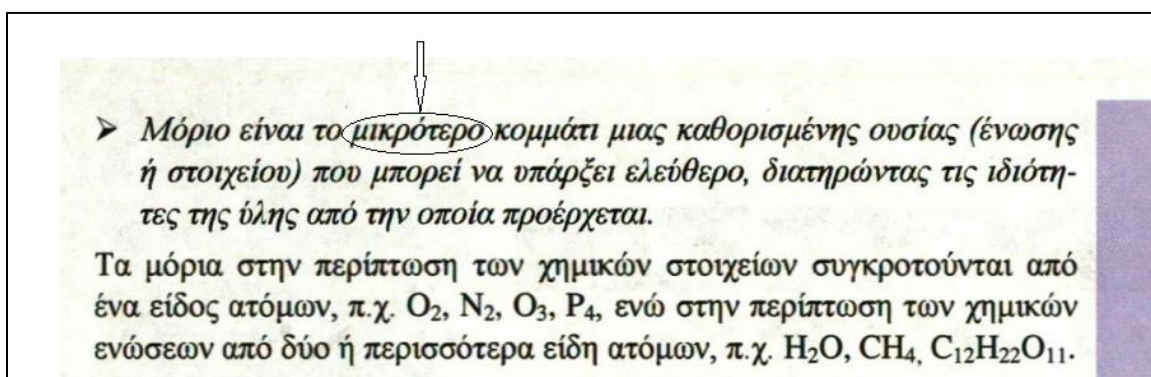
Πίνακας 4.2. Ποσοστό (%) ορθών απαντήσεων στην ερώτηση 2 ανά κατηγορία σχολείων και μαθητών.

Κατηγορίες σχολείων - μαθητών	Απαντήσεις (%)			
	1	2	3	4
Σύνολο	28,1	26,3	45,4	54,7
Θεσσαλονίκη	30,9	26,5	43,6	52,6
μικρά αστικά κέντρα	24,4	25,7	43,0	56,5
μη αστικά κέντρα	27,2	28,8	48,8	53,7
ειδικές κατηγορίες σχολείων	28,3	23,0	52,4	59,3
Κορίτσια	24,8	24,7	44,1	58,0
Αγόρια	32,1	28,4	47,0	50,6
Β' Τάξη	27,0	24,9	47,1	54,8
Γ' Τάξη	30,4	29,3	42,0	54,3

Από τις λανθασμένες απαντήσεις που βρίσκονται κοντά στο 60% (στην απάντηση 4) προκύπτει ότι γενικά έννοιες που δεν μπορούν οι μαθητές να έχουν οπτική επαφή και

σε θέματα που εντοπίζονται στο μικρόκοσμο τους προκαλούν σύγχυση. Αξιοσημείωτο είναι ότι ένα ποσοστό που φτάνει το 28% έδωσε ως απάντηση ότι το μόριο της ζάχαρης «αποτελεί τον μικρότερο κόκκο ζάχαρης που μπορεί να υπάρξει». Στην περίπτωση αυτή μάλλον πρόκειται για ένα χαρακτηριστικό φαινόμενο αναγωγής από γνωστά στοιχεία και προηγούμενη γνώση.

Η ορθή τρίτη απάντηση έχει μεγάλο μερίδιο στις προτιμήσεις των μαθητών και συγκεκριμένα φτάνει το 52 % επειδή σχετίζεται με μακροσκοπική ιδιότητα του μορίου. Η γλυκιά γεύση της ζάχαρης οφείλεται στην αλληλεπίδραση μορίων της με τους αντίστοιχους γευστικούς κάλυκες της στοματικής κοιλότητας και η αλληλεπίδραση αυτή πραγματοποιείται σε μοριακό επίπεδο. Το αίσθημα γίνεται αντιληπτό από τον άνθρωπο όταν έχει υπάρξει αλληλεπίδραση μεταξύ αρκετών μορίων ζάχαρης και των αντίστοιχων καλύκων. Το μεγάλο ποσοστό που έλαβε η απάντηση 1, δηλαδή ότι αποτελεί τον μικρότερο κόκκο ζάχαρης που μπορεί να υπάρξει, οφείλεται στον ορισμό της έννοιας του μορίου που αναγράφεται στο σχολικό βιβλίο. Εκεί το μόριο χαρακτηρίζεται ως το «μικρότερο» κομμάτι μιας καθορισμένης ουσίας.



Εικόνα 4.2. Απόσπασμα από το βιβλίο Χημείας της Α' Λυκείου όπου περιγράφεται ο ορισμός του μορίου.

Παρόμοια είναι και τα συμπεράσματα όπου κατέληξαν σε έρευνα στο Ισραήλ στην τάξη την αντίστοιχη με τη Α' Λυκείου το 46,2% των μαθητών αγωνίστηκε να καταλάβει την διαφορά ανάμεσα στις ιδιότητες της ουσίας και ενός απλού ατόμου [39]. Επίσης μια άλλη έρευνα έδειξε ότι οι μαθητές προβάλλουν μακροσκοπικές ιδιότητες πάνω σε άτομα και μόρια. Έτσι απάντησαν ότι ο φώσφορος είναι κίτρινος άρα και τα άτομα του φωσφόρου είναι κίτρινα [23].

Στην ερώτηση αυτή δεν απάντησε το 3,2% των μαθητών.

4.2.3. Ερώτηση 3

Όταν διαλύεται μια ποσότητα ζάχαρης στο νερό:

1. Διαλύεται καθένα από τα μόρια της ζάχαρης
2. Τα μόρια της ζάχαρης χάνονται μέσα στο διάλυμα
3. Η ζάχαρη εξαφανίζεται. Θα εμφανιστεί πάλι όταν απομακρυνθεί όλο το νερό
4. Τα μόριά της αντιδρούν με το νερό και παράγονται νέα προϊόντα
5. Τα μόριά της παραμένουν αναλλοίωτα άρα το φαινόμενο είναι φυσικό

Οι σωστές απαντήσεις είναι οι 1, 3 και 5. Στην τελευταία στήλη του πίνακα αναγράφεται το ποσοστό των μαθητών που σημείωσαν και τις 3 ορθές απαντήσεις.

Πίνακας 4.3. Ποσοστό (%) ορθών απαντήσεων στην ερώτηση 3 ανά κατηγορία σχολείων και μαθητών.

Κατηγορίες σχολείων- μαθητών	Απαντήσεις (%)					Σ*
	1	2	3	4	5	
Σύνολο	36,7	24,3	15,6	21,1	24,2	0,6
Θεσσαλονίκη	35,7	22,3	15,0	21,4	25,2	0,5
μικρά αστικά κέντρα	36,3	26,6	17,2	21,3	22,0	0
μη αστικά κέντρα	36,5	24,0	14,9	24,5	25,5	0,3
ειδικές κατηγορίες σχολείων	41,2	26,2	14,5	22,5	24,0	2,1
Κορίτσια	36,6	24,1	14,8	21,4	22,9	0,3
Αγόρια	36,8	24,4	16,7	23,0	25,9	0,6
Β' Τάξη	37,8	24,5	16,0	20,9	23,5	0,7
Γ' Τάξη	34,3	23,9	14,7	24,6	25,9	0,4

* Το ποσοστό των μαθητών που απάντησαν και τις 3 ορθές απαντήσεις.

Πρόκειται για μια τυπική ερώτηση του τύπου σωστό - λάθος όπου υπάρχει το πρόβλημα της κατανόησης από μέρους των μαθητών της διαδικασίας διάλυσης μιας ουσίας, στη συγκεκριμένη περίπτωση ζάχαρης στο νερό. Η διάλυση είναι ένα φαινόμενο

που δημιουργεί εναλλακτικές ιδέες. Οι μαθητές εστιάζουν την προσοχή τους στις μεταβολές που γίνονται άμεσα αντιληπτές μέσω των αισθήσεων και ιδιαίτερα στις μεταβολές του ενός μόνο συστατικού που αποτελεί το φορέα των φαινομενολογικών μεταβολών π.χ στην «εξαφάνιση» της ζάχαρης μέσα στο νερό. Το πρόβλημα αυτό ανάγεται στο βασικότερο πρόβλημα της διάκρισης μεταξύ φυσικών και χημικών φαινομένων, το οποίο είναι σημαντικό και όχι μόνο για το Ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα.

Στην περίπτωση αυτή φαίνεται ότι γενικά δεν έχει γίνει κατανοητό ως φυσικό φαινόμενο καθώς επίσης και το ότι η διάλυση βασίζεται σε μια συμπεριφορά του καθενός από τα μόρια της ζάχαρης. Η καθεμιά απάντηση ξεχωριστά έλαβε λιγότερο του 1/3 των προτιμήσεων των μαθητών ενώ ο συνδυασμός τους θεωρήθηκε σωστός από ένα πολύ μικρό ποσοστό (κυμαίνεται από μηδέν στα μικρά αστικά κέντρα και φτάνει στο 2,1% στην κατηγορία των «ειδικών» σχολείων).

Αντίστοιχα, η περιφραστική περιγραφή της τρίτης απάντησης ουσιαστικά υποδεικνύει ένα φυσικό φαινόμενο, αλλά δεν γίνεται αντιληπτή ως τέτοια αφού λιγότερο από το 20% των μαθητών την αποδέχονται.

Περίπου το 25% των μαθητών πιστεύει ότι κάποιο χημικό φαινόμενο συμβαίνει κατά τη διάλυση αφού επιλέγει να απαντήσει ότι τα μόρια της ζάχαρης «χάνονται στο διάλυμα» και ότι «αντιδρούν με το νερό και παράγονται νέα προϊόντα. Τα αποτελέσματα αυτά είναι ανάλογα προς ευρήματα που έχουν αναφερθεί ήδη από τη δεκαετία του 1980 για παιδιά αντίστοιχης ηλικίας [17]. Στην εργασία εκείνη το 50% των μαθητών συνδύαζε την απάντηση περί της «εξαφάνισης της ζάχαρης» με την απώλεια βάρους από μέρους της, κάτι για το οποίο εμείς δεν είχαμε προβλέψει σχετική απάντηση. Στην έρευνα εκείνη στόχος ήταν η αντίληψη των μαθητών περί διατήρησης της μάζας και για το λόγο αυτό οι απαντήσεις τους αναφερόταν συστηματικά σε μια απώλεια μάζας κατά τη διάλυση που αποδιδόταν με τους όρους της εξαφάνισης και της διάσπασης των μορίων της ζάχαρης. Αντίστοιχα με την απάντηση στην έρευνα του Anderson όπου το 30% περίπου των μαθητών αντιλαμβανόταν πως η μάζα του διαλύματος θα είναι ίση με τη μάζα του νερού και της ζάχαρης, στη δική μας έρευνα ένα ποσοστό περίπου 16% θεωρεί ότι η ζάχαρη απλώς χάνεται παροδικά και θα επανεμφανιστεί μόλις εξατμιστεί όλο το νερό.

Στην ερώτηση αυτή δεν απάντησε το μόνο το 1,8% των μαθητών.

4.2.4. Ερώτηση 4

Τι σημαίνει η έκφραση «το NaCl έχει διαλυτότητα 35 g σε 100 mL νερού».

1. Δεν μπορεί να υπάρξει διάλυμα με περιεκτικότητα 45 gNaCl σε 100 mL σε νερό.
2. Δεν μπορεί να υπάρξει διάλυμα με περιεκτικότητα 25 gNaCl σε 100 mL σε νερό.
3. Σε 100 mL νερού μπορεί να διαλυθούν το πολύ 35 gNaCl
4. Διάλυμα 35 gNaCl σε 100 mL νερού είναι κορεσμένο σε NaCl
5. Διάλυμα 35 gNaCl σε 100 mL νερού είναι κορεσμένο γενικά
6. Διάλυμα 35 gNaCl σε 100 mL νερού περιγράφεται ως 35% w/w
7. Διάλυμα 35 gNaCl σε 100 mL νερού περιγράφεται ως 35% v/v

Οι σωστές απαντήσεις είναι οι 1, 3 και 4. Στην τελευταία στήλη του πίνακα αναγράφεται το ποσοστό των μαθητών που σημείωσαν και τις 3 σωστές απαντήσεις.

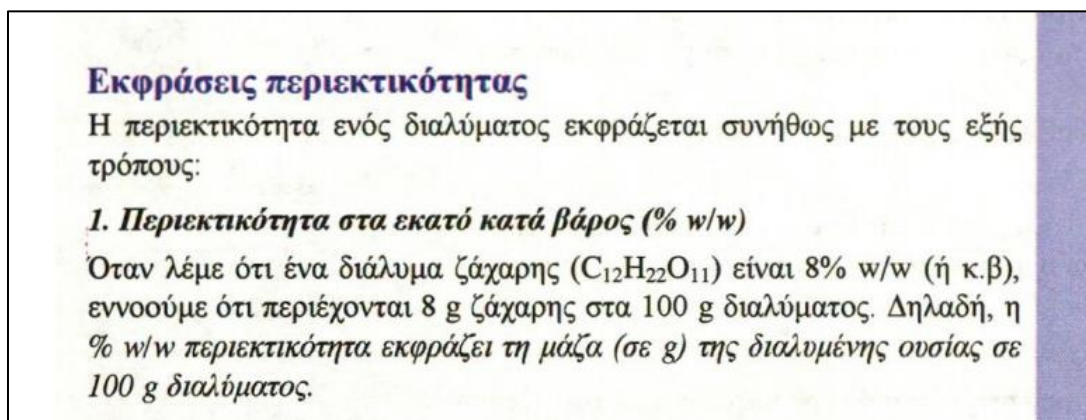
Πίνακας 4.4. Ποσοστό (%) ορθών απαντήσεων στην ερώτηση 4 ανά κατηγορία σχολείων και μαθητών.

Απαντήσεις (%)								
Κατηγορίες σχολείων- μαθητών	1	2	3	4	5	6	7	Σ*
Σύνολο	15,3	8,4	55,9	25,9	11,2	18,2	11,7	4,6
Θεσσαλονίκη	13,9	7,0	56,0	22,5	8,3	14,5	9,5	2,3
μικρά αστικά κέντρα	20,2	9,7	55,2	35,2	13,4	20,2	16,0	5,5
μη αστικά κέντρα	13,6	12,0	51,5	24,3	13,0	25,9	10,7	4,5
ειδικές κατηγορίες σχολείων	10,7	4,3	64,2	17,7	13,4	13,4	10,7	1,6
Κορίτσια	11,6	6,8	57,5	23,0	8,9	19,4	11,6	2,7
Αγόρια	19,7	10,3	53,8	29,3	14,1	16,5	11,9	4,2
B' Τάξη	15,5	8,5	53,2	23,9	10,8	19,0	12,9	3,7
Γ' Τάξη	14,8	8,1	59,6	28,2	12,0	16,5	9,4	3,5

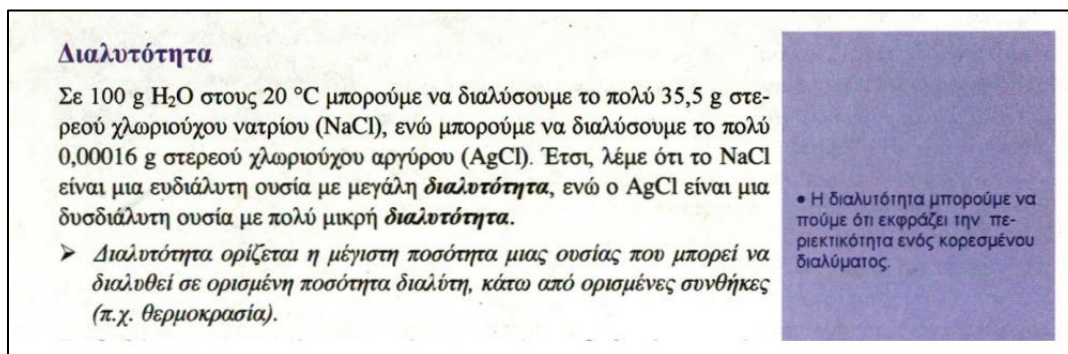
* Το ποσοστό των μαθητών που απάντησαν και τις 3 ορθές απαντήσεις.

Η ερώτηση σχετίζεται με την διδασκαλία των εννοιών της διαλυτότητας και της περιεκτικότητας ενός διαλύματος.

Στην ερώτηση αυτή δεν απάντησε το 3% των μαθητών. Τα μεγαλύτερα ποσοστά (που ξεπερνούν το 60%) έχει η ορθή απάντηση 3. Η επίδοση αυτή των μαθητών είναι αναμενόμενη γιατί είναι απόρροια του ορισμού της διαλυτότητας. Οι άλλες δυο ορθές απαντήσεις δεν έχουν και πολύ υψηλά ποσοστά και αυτό ίσως οφείλεται στο ότι οι μαθητές θεώρησαν ότι υπήρχε μόνο μια ορθή απάντηση.



Εικόνα 4.3. Απόσπασμα από το βιβλίο Χημείας της Α' Λυκείου όπου δίνεται ο ορισμός της περιεκτικότητας στα εκατό κατά βάρος .



Εικόνα 4.4. Απόσπασμα από το βιβλίο Χημείας της Α' Λυκείου όπου δίνεται ο ορισμός της διαλυτότητας.

Σημαντικά είναι τα ποσοστά των μαθητών που επέλεξαν την απάντηση 6. Φαίνεται να μπερδεύουν την διαλυτότητα με την % κατα βάρος (% w/w) περιεκτικότητα του διαλύματος. Αντιμετωπίζουν την διαλυτότητα σα μια τυχαία περιεκτικότητα ενός διαλύματος και όχι σαν μια έκφραση της περιεκτικότητας του κορεσμένου διαλύματος

συγκεκριμένα. Ο συσχετισμός αυτός δικαιολογείται σε ένα βαθμό από τους ορισμούς των δυο εννοιών στο σχολικό βιβλίο. Στην έννοια της διαλυτότητας δεν αναφέρεται, όπως είναι λογικό, κάποια εκατοστιαία αναλογία.

4.2.5. Ερώτηση 5

Τι υπάρχει μεταξύ των δύο πυρήνων Ο στο μόριο του O₂;

1. Κενό
2. Τα ηλεκτρόνια των ατόμων
3. Τα ηλεκτρόνια σθένους των ατόμων
4. Αέρας

Η σωστή απάντηση είναι η 2.

Πίνακας 4.5. Ποσοστό (%) ορθών απαντήσεων στην ερώτηση 5 ανά κατηγορία σχολείων και μαθητών.

Κατηγορίες σχολείων- μαθητών	Απαντήσεις (%)			
	1	2	3	4
Σύνολο	10,0	35,3	40,0	12,2
Θεσσαλονίκη	10,7	35,6	41,0	9,5
μικρά αστικά κέντρα	10,3	30,8	42,0	15,7
μη αστικά κέντρα	12,0	40,8	33,7	12,0
ειδικές κατηγορίες σχολείων	3,2	35,8	42,3	10,7
Κορίτσια	9,0	35,4	40,0	12,5
Αγόρια	11,2	35,0	40,0	11,7
Β' Τάξη	9,7	34,3	40,9	12,0
Γ' Τάξη	10,5	35,4	38,3	12,4

Η ορθή απάντηση είναι, φυσικά, το σύνολο των ηλεκτρονίων των δύο ατόμων. Ωστόσο αρκετοί από τους μαθητές, ακόμη κι αν έχουν υπόψη τους την απάντηση αυτή παρασύρονται από την παρόμοια έκφραση μιας άλλης προτεινόμενης απάντησης που αναφέρεται μόνο στα ηλεκτρόνια σθένους. Συσχετίζουν προφανώς το γεγονός ότι τονίζεται στο μάθημα η σημασία των ηλεκτρονίων σθένους στη Χημεία και τη χημική συμπεριφορά των στοιχείων και δεν εξετάζουν τις υπόλοιπες απαντήσεις πριν καταλήξουν σ' αυτήν που θεωρούν ορθή. Η εικόνα 4.5 δείχνει την σημασία που δίνεται στα ηλεκτρόνια σθένους και τους ηλεκτρονικούς τύπους των μορίων.

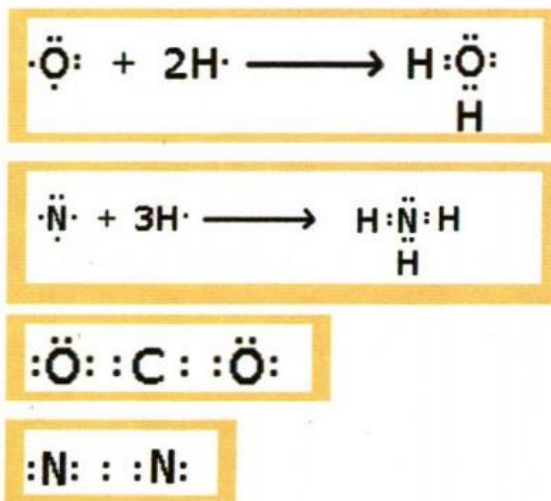
Ωστόσο ένα ποσοστό 10% θεωρούν ότι μεταξύ των ατόμων ενός μορίου οξυγόνου δεν υπάρχει τίποτε (το κενό). Πιθανώς αυτό να οφείλεται σε παρανόηση που προκύπτει από επισημάνσεις που γίνονται στο μάθημα με στόχο την αποφυγή άλλων εσφαλμένων αντιλήψεων. Για παράδειγμα είναι πολύ συχνή η προσπάθεια των δασκάλων να δείξουν ότι δεν υπάρχει κάτι άλλο μεταξύ των ατόμων που έχουν σχηματίσει ένα δεσμό, προσπαθώντας να υπερπηδήσουν το πρόβλημα που φαίνεται να δημιουργεί η έκφραση που απαντάται στο σύνολο σχεδόν των διδακτικών βιβλίων ότι «ο χημικός δεσμός είναι κάτι σαν μια κόλλα που κρατάει ενωμένα τα άτομα».

Οι Novick και Nussbaum [22] διαπίστωσαν ότι σημαντικό ποσοστό των μαθητών ηλικίας 14 ετών αντιλαμβάνονται την ύλη ως συνεχή και στατική. Οι μαθητές δυσκολεύονται να καταλάβουν την ύπαρξη κενού ανάμεσα στα σωματίδια ενός αερίου και πιστεύουν ότι μεταξύ των σωματιδίων υπάρχουν «σκόνη και άλλα σωματίδια», «άλλα αέρια, όπως το οξυγόνο και το άζωτο», «αέρας» ή ότι «τα σωματίδια είναι πολύ κοντά το ένα στο άλλο και δεν υπάρχει κενός χώρος μεταξύ τους».

Η ύπαρξη κάποιου είδους ουσίας (συνήθως αέρας) ανάμεσα στα μόρια είναι μια συνήθης παρανόηση και αναφέρεται πολύ συχνά στη βιβλιογραφία [17, 23].

Στην ερώτηση αυτή δεν απάντησε το 4% των μαθητών.

Παρακάτω δίνονται οι ηλεκτρονικοί τύποι των πολυατομικών μορίων, νερού (H₂O) και αμμωνίας (NH₃), καθώς και των μορίων με πολλαπλούς ομοιοπολικούς δεσμούς, διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και αζώτου (N₂). Να παρατηρήσουμε ότι σε όλες τις περιπτώσεις, πλην της τελευταίας, οι δεσμοί είναι ομοιοπολικοί πολικοί. Επίσης να σημειώσουμε ότι ο διπλός και τριπλός δεσμός συγκροτείται από δύο ή τρία κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων, αντίστοιχα.



Εικόνα 4.5. Απόσπασμα από το βιβλίο Χημείας της Α' Λυκείου όπου περιγράφεται ο σχηματισμός μερικών μορίων.

4.2.6. Ερώτηση 6

Για τα δύο άτομα Ο στο μόριο του O_2 ισχύει ότι:

1. Συγκρατούνται μεταξύ τους με ηλεκτροστατικές δυνάμεις Coulomb
2. Συγκρατούνται μεταξύ τους με την κόλλα που αποτελεί τον χημικό δεσμό
3. Τα εξωτερικά τους ηλεκτρόνια βρίσκονται σε επαφή
4. Οι πυρήνες τους βρίσκονται σε επαφή

Η σωστή απάντηση είναι η 1.

Στην ερώτηση αυτή διερευνάται η αλήθεια μερικών προτάσεων σχετικά με το μόριο του οξυγόνου. Οι προτάσεις αυτές σχετίζονται με τη δομή στο χώρο του μορίου καθώς και με το χημικό δεσμό που υπάρχει μεταξύ των δύο ατόμων.

Πίνακας 4.6. Ποσοστό (%) ορθών απαντήσεων στην ερώτηση 6 ανά κατηγορία σχολείων και μαθητών.

Κατηγορίες σχολείων- μαθητών	Απαντήσεις (%)			
	1	2	3	4
Σύνολο	32,3	20,3	36,3	10,1
Θεσσαλονίκη	36,8	19,9	33,5	7,4
μικρά αστικά κέντρα	30,5	20,5	36,6	13,4
μη αστικά κέντρα	36,5	21,0	36,3	14,0
ειδικές κατηγορίες σχολείων	30,0	19,8	45,5	5,4
Κορίτσια	32,7	19,6	36,8	9,5
Αγόρια	31,9	21,1	35,5	10,9
Β' Τάξη	31,0	19,5	35,7	9,7
Γ' Τάξη	26,7	21,8	37,2	10,9

Στο ερώτημα δεν απάντησε το 5,4% του συνόλου, κάτι πολύ θετικό δεδομένης της συνθετότητας του ερωτήματος. Την ορθή απάντηση έδωσε το 35% των μαθητών.

Οι λανθασμένες απαντήσεις σχετίζονται με τον τρόπο που επιχειρείται να διδαχθεί η συγκεκριμένη ενότητα. Όπως προαναφέρθηκε, υπάρχουν πολλές ενδείξεις στα διδακτικά βιβλία για το ότι τα άτομα βρίσκονται σε επαφή όταν αλληλεπιδρούν. Κατά συνέπεια το 36% θεωρεί ότι τα άτομα που σχηματίζουν δεσμό εφάπτονται βρίσκονται στη μέση και αναμενόμενη κατάσταση για το συγκεκριμένο τμήμα της γνώσης της Χημείας. Σημαντικό είναι ότι το 10% του συνόλου πιστεύουν ότι οι πυρήνες των ατόμων βρίσκονται σε επαφή, κάτι που δεν δηλώνεται με κανένα έμμεσο τρόπο πουθενά. Προφανώς πρόκειται για παρανόηση της έννοιας και του ρόλου του πυρήνα σε ένα άτομο. Πιθανόν να έχει γίνει παρανόηση με την πληροφορία ότι το σύνολο σχεδόν της μάζας του ατόμου βρίσκεται συγκεντρωμένο στον πυρήνα του.

2.3 Γενικά για το χημικό δεσμό - Παράγοντες που καθορίζουν τη χημική συμπεριφορά του ατόμου. Είδη χημικών δεσμών (ιοντικός - ομοιοπολικός)

Τι είναι ο χημικός δεσμός; Πότε και γιατί δημιουργείται;

Το μεγαλύτερο μέρος, αν όχι ολόκληρο, του πλούτου του κόσμου που μας περιβάλλει πηγάζει από τις ενώσεις που σχηματίζονται με τη συνένωση των στοιχείων του περιοδικού πίνακα. Από τα εκατό περίπου στοιχεία προκύπτουν εκατομμύρια διαφορετικοί συνδυασμοί (χημικές ενώσεις), όπως από τους λίγους φθόγγους μιας γλώσσας παράγονται άπειρες λέξεις. Οι διασυνδέσεις αυτές των ατόμων προς σχηματισμό ενώσεων γίνονται μέσω των χημικών δεσμών. **Ο χημικός δεσμός** δηλαδή, με απλά λόγια, είναι η «κόλλα» που δένει **τα άτομα** (ή άλλες δομικές μονάδες της ύλης, π.χ. ιόντα) **προς σχηματισμό ενώσεων** ή ακόμα άλλων ομάδων ατόμων, όπως είναι τα πολυατομικά στοιχεία π.χ. S₈.

• Περίπου 600 000 χιλιάδες ενώσεις παρασκευάζονται κάθε χρόνο.

• Χημικός δεσμός είναι η δύναμη που συγκρατεί τα άτομα (ή άλλες δομικές μονάδες της ύλης, π.χ. ιόντα) ενωμένα μεταξύ τους.

Εικόνα 4.6. Απόσπασμα από το 2^ο κεφάλαιο του βιβλίου Χημείας της Α τάξης του Λυκείου όπου αναφέρεται η λέξη «κόλλα» για να περιγράψει τον χημικό δεσμό.

Τέλος, η περίφημη «κόλλα» που συγκρατεί τα άτομα ενός δεσμού δεν μπορούσε παρά να έχει λάβει μέρος της προτίμησης των μαθητών. Απ' αυτούς το 20% έχουν αυτή τη γνώμη και τη μοιράζονται με πάρα πολλά παιδιά αντίστοιχης ηλικίας σ' όλο τον κόσμο. Η απάντηση αυτή ήταν αναμενόμενη γιατί στο σχολικό βιβλίο της Α' τάξης του

λυκείου χρησιμοποιείται η λέξη «κόλλα» για να περιγράψει τον χημικό δεσμό. Είναι μια χαρακτηριστική περίπτωση όπου η καθημερινή γλώσσα αποτελεί αιτία για την δημιουργία εναλλακτικών αντιλήψεων [41].

Το ποσοστό των μαθητών που απάντησαν το ερώτημα 3 της προηγούμενης ερώτησης (ότι δηλαδή μεταξύ των ατόμων του Ο στο μόριο του Ο₂ υπάρχουν τα ηλεκτρόνια σθένους) και ταυτόχρονα το ερώτημα 3 της παρούσας ερώτησης είναι 15%. Αυτό δείχνει ότι υπάρχει ένα σημαντικό ποσοστό μαθητών που στο γνωστικό τους υπόβαθρο έχει περάσει μόνο η σημασία των ηλεκτρονίων σθένους και αγνοούν τα υπόλοιπα ηλεκτρόνια.

4.2.7. Ερώτηση 7

Κατά την αντίδραση μεταλλικού Na με αέριο Cl παράγεται η ένωση NaCl στην οποία:

1. Υπάρχουν μόρια Na-Cl
2. Υπάρχουν ζεύγη ιόντων Na⁺Cl⁻
3. Υπάρχουν μόρια Na-Cl που έχουν αλληλεπιδράσεις με γειτονικά μόρια Na-Cl.
4. Υπάρχουν ζεύγη ιόντων Na⁺Cl⁻ που έχουν αλληλεπιδράσεις με γειτονικά ζεύγη ιόντων
5. Υπάρχουν ιόντα Na⁺Cl⁻ σε μια διάταξη του τύπου Na⁺ Cl⁻Na⁺Cl⁻ ... στο χώρο

Οι σωστές απαντήσεις είναι οι 2, 4 και 5. Στην στήλη με τον αριθμό 6 αναγράφεται το ποσοστό των μαθητών που σημείωσαν τουλάχιστον μια από τις 3 απαντήσεις.

Σημείωση: στην ερώτηση 7 τυπικά σωστή είναι μόνο η τελευταία αλλά δεχθήκαμε ως σωστές όλες τις απαντήσεις που αναφέρονται σε ζεύγη ιόντων Na⁺Cl⁻.

Πίνακας 4.7. Ποσοστό (%) ορθών απαντήσεων στην ερώτηση 7 ανά κατηγορία σχολείων και μαθητών.

Κατηγορίες σχολείων- μαθητών	Απαντήσεις (%)					*
	1	2	3	4	5	
Σύνολο	15,3	43,2	14,9	16,7	13,5	67,8
Θεσσαλονίκη	13,3	46,3	12,0	16,6	13,1	70,8
μικρά αστικά κέντρα	17,4	38,5	16,0	17,8	16,5	68,6
μη αστικά κέντρα	16,5	40,2	23,0	15,2	7,8	57,9
ειδικές κατηγορίες σχολείων	15,5	48,1	8,5	17,1	17,1	71,1
Κορίτσια	14,3	44,9	13,7	16,8	12,8	69,5
Αγόρια	16,5	41,0	16,3	16,7	14,3	65,5
Β' Τάξη	15,2	42,2	14,6	16,6	12,6	66,2
Γ' Τάξη	15,5	44,8	15,5	17,0	15,4	70,5

* Το ποσοστό των μαθητών που απάντησαν σε τουλάχιστον μια από τις σωστές απαντήσεις.

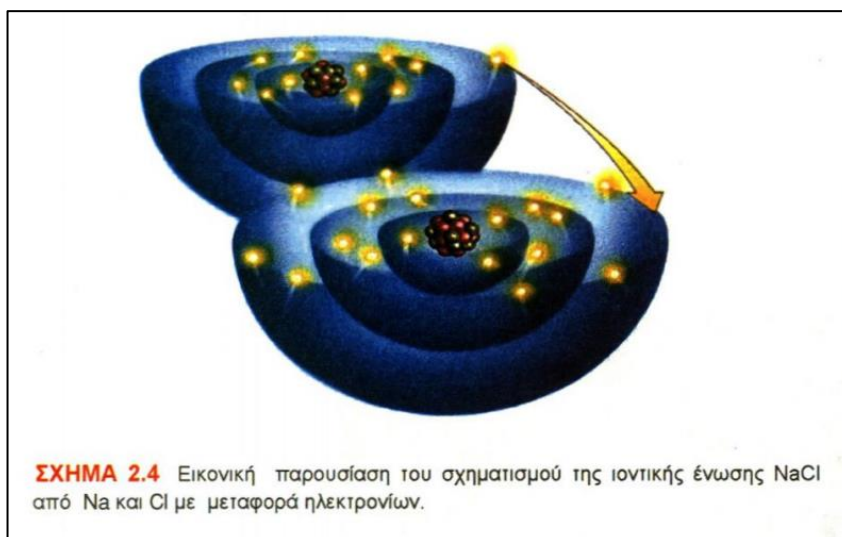
Η ερώτηση σχετίζεται με την διδασκαλία που αφορά τον ιοντικό δεσμό. Η διδασκαλία αυτή κρίνεται από πολλούς ως ελλιπής και ασυνεχής ως προς το αντίστοιχο κομμάτι που πραγματεύεται τον ομοιοπολικό δεσμό, παρόλο που κι αυτός δεν πετυχαίνει να γίνει τμήμα του γνωστικού υποβάθρου των μαθητών. Η τυπικά ορθή απάντηση 5 επιλέχτηκε από ένα ποσοστό που κυμαίνεται από το 13% του συνόλου των μαθητών. Το μεγαλύτερο ποσοστό (που πλησιάζει το 45%) των μαθητών επέλεξαν την απάντηση 2.

Ένα ποσοστό μαθητών που κυμαίνεται από 13-23% δεν έχουν κατανοήσει τον τρόπο με τον οποίο η συμβολική γλώσσα της Χημείας περιγράφει τους ιοντικούς δεσμούς και θεωρεί ότι στο αλάτι υπάρχουν οντότητες που πρέπει να παρασταθούν ως Na-Cl, κάτι που ο ενήλικος χημικός απορρίπτει επειδή η παρουσία της παύλας συνεπάγεται ένα ζευγάρι ηλεκτρονίων μεταξύ των δύο ατόμων και άρα παραπέμπει σε ομοιοπολικό δεσμό.

Αλλά και το σχολικό βιβλίο δεν βοηθά στην κατανόηση του ιοντικού δεσμού όπως φαίνεται στις εικόνες 4.7, 4.8 και 4.9. Παρόλο που μέσα στο κείμενο γίνεται αναφορά στον σχηματισμό ιόντων, στις εικόνες και στα σχήματα του βιβλίου αυτό δεν είναι εμφανές.

Οι περισσότεροι μαθητές έχουν αντιληφθεί πάντως πως στο αλάτι υπάρχουν ιόντα και επιλέγουν μία από τις διαθέσιμες απαντήσεις που σχετίζονται με ιόντα, χωρίς πάντως να εκτιμήσουν την αναλυτική περιγραφή της ορθής απάντησης. Πιθανόν η συντομία των απαντήσεων αυτών σε συνδυασμό με το εντελώς ομόηχό τους έχει κατευθύνει λάθος αρκετά από τα παιδιά.

Στην ερώτηση αυτή δεν απάντησε το 6,9% των μαθητών.



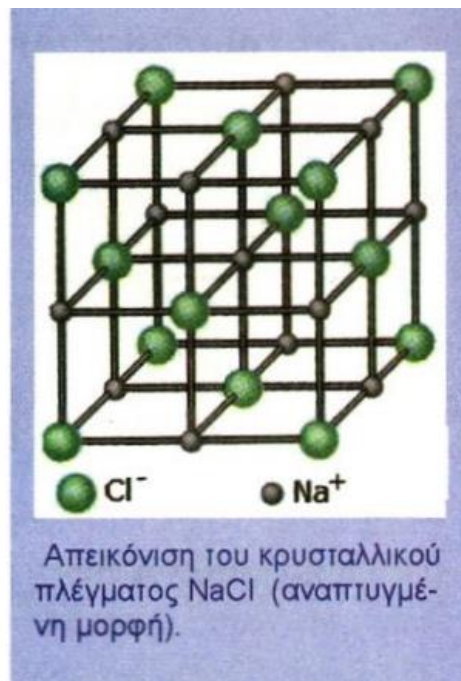
Εικόνα 4.7. Απόσπασμα από το βιβλίο Χημείας της Α' Λυκείου όπου περιγράφεται ο σχηματισμός του NaCl.

Υπάρχει μια πληθώρα εργασιών που αναφέρονται στις εσφαλμένες αντιλήψεις παιδιών σχετικά με τον ορισμό και την κατηγοριοποίηση των δεσμών στις χημικές ενώσεις καθώς και των εννοιών που σχετίζονται με το σχηματισμό του χημικού δεσμού [17, 23, 42-44]. Έρευνα του Taber [43] έδειξε ότι μαθητές ηλικίας 17-19 ετών πιστεύουν ότι οι ιοντικές ενώσεις υπάρχουν ως διακριτά μόρια όπως οι ομοιοπολικές ενώσεις. Θεωρούν ότι το άτομο του Na μπορεί να δώσει ένα ηλεκτρόνιο, έτσι μπορεί να κάνει μόνο ένα ιοντικό δεσμό. Το ιόν Na που σχηματίζεται συνδέεται μόνο με το ιόν Cl που

παράγεται προσλαμβάνοντας το ηλεκτρόνιο. Συνεπώς οι μαθητές είναι δύσκολο να καταλάβουν ή να αναγνωρίσουν τη φύση του ιοντικού πλέγματος.



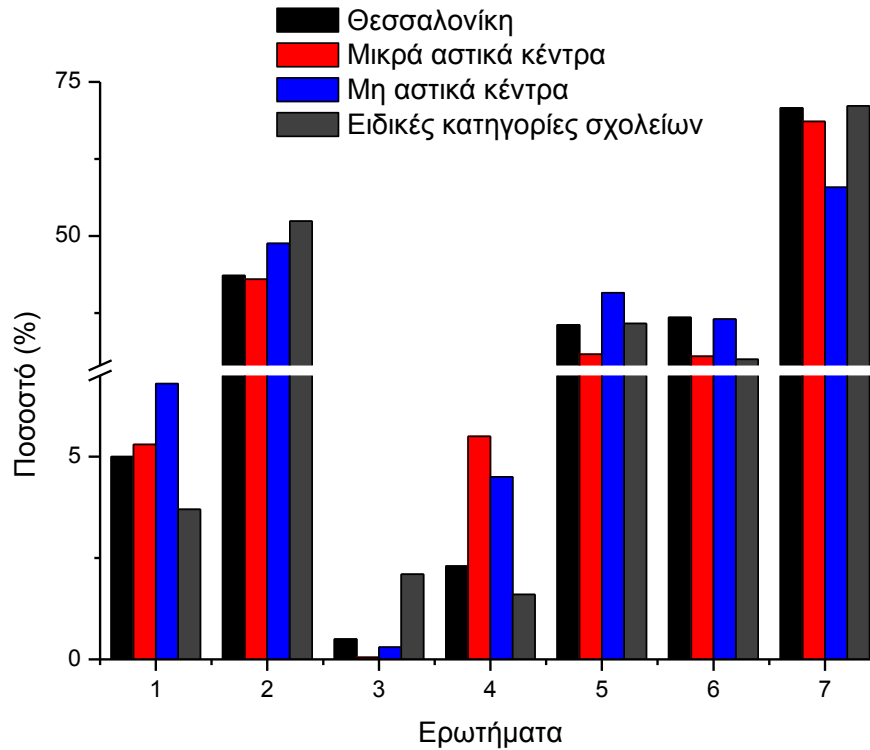
Εικόνα 4.8. Απόσπασμα από το βιβλίο Χημείας της Α' Λυκείου όπου δίνεται σχηματικά ο κρύσταλλος του NaCl.



Εικόνα 4.9. Απόσπασμα από το βιβλίο Χημείας της Α' Λυκείου όπου απεικονίζεται το κρυσταλλικό πλέγμα του NaCl με τη χρήση σφαιρών και ράβδων.

4.3. Ανάλυση αποτελεσμάτων ανα κατηγορία σχολείων.

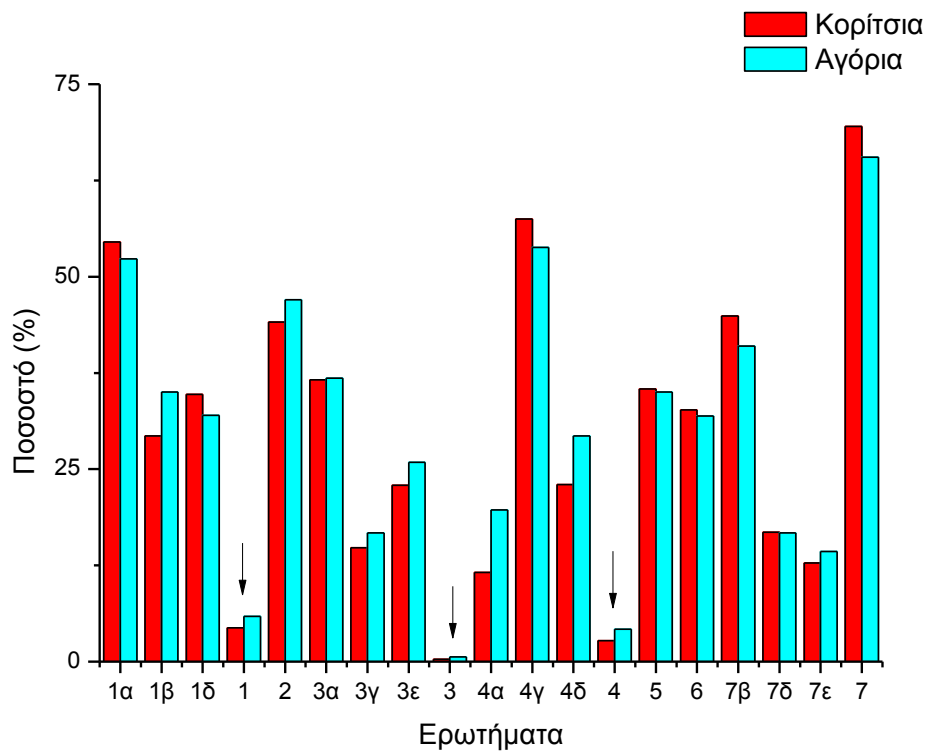
Στο διάγραμμα 4 απεικονίζονται οι ορθές απαντήσεις των μαθητών ανά κατηγορία σχολείων. Όπως είναι φανερό δεν υπάρχει σαφές προβάδισμα κάποιας κατηγορίας σχολείων.



Διάγραμμα 4.4. Κατανομή ορθών απαντήσεων ανά κατηγορία σχολείων.

4.4. Ανάλυση των αποτελεσμάτων ως προς το φύλο των μαθητών

Στο Διάγραμμα 5 παρουσιάζονται τα ποσοστά των κοριτσιών και των αγοριών που απάντησαν σωστά σε κάθε ερώτηση. Για τις ερωτήσεις που υπάρχουν πάνω από μια σωστή ορθή απάντηση υπάρχει το υποερώτημα (π.χ.1α, 1β) αλλά και το σύνολο τους το οποίο δηλώνεται απλώς με τον αριθμό της ερώτησης (π.χ. 1).



Διάγραμμα 4.5. Κατανομή ορθών απαντήσεων ανά φύλο των μαθητών.

Τα αποτελέσματα δείχνουν μια μικρή υπεροχή των αγοριών έναντι των κοριτσιών. Η διαφορά όμως ανάμεσα στις επιδόσεις τους δεν είναι υψηλή. Αξίζει να σημειωθεί ότι στις ερωτήσεις όπου υπάρχουν πάνω από μια σωστές απαντήσεις (δηλαδή στις 1, 3 και 4) το ποσοστό των αγοριών που απάντησαν στο συνδυασμό των ορθών απαντήσεων είναι σε κάθε περίπτωση μεγαλύτερος από εκείνον των κοριτσιών.

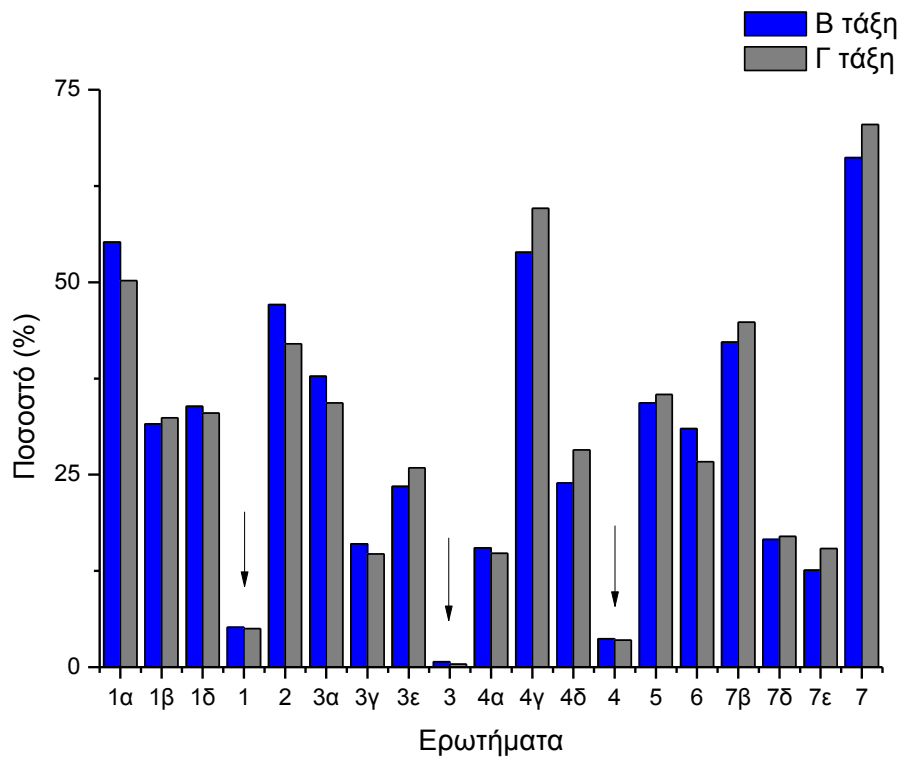
Τα αποτελέσματα είναι σύμφωνα και με άλλες που δείχνουν ότι οι Φ.Ε. είναι περισσότερο ελκυστικές στα αγόρια από ότι στα κορίτσια, αλλά οι επιδόσεις τους στις περισσότερες θεματικές ενότητες δεν διαφέρουν [45, 46].

Πολλές μελέτες έχουν δείξει ότι η χωρική ικανότητα και ιδιαίτερα η οπτικοχωρική ικανότητα των αντρών υπερτερεί σε σχέση με των γυναικών. Για αυτό το λόγο οι γυναίκες αποφεύγουν επιστήμες, οι οποίες σχετίζονται με θέματα που αφορούν χωρικές διεργασίες όπως είναι η Χημεία. Αντίθετα τα αγόρια και οι έφηβοι οι οποίοι χρησιμοποιούν χωρικές δεξιότητες στις καθημερινές τους δραστηριότητες, ασχολούνται συνήθως με επιστήμες που σχετίζονται με τέτοιες δεξιότητες.

Μια άλλη πιθανή αιτία της διαφοροποίησης, είναι το ότι οι άνθρωποι με αυξημένες χωρικές ικανότητες συνήθως χρησιμοποιούν την ολιστική προσέγγιση, δηλαδή αναγνωρίζουν επιμέρους στοιχεία τα οποία τα συνδέουν μεταξύ τους σε μεγαλύτερα σύνολα προκειμένου να κατανοήσουν το σύνολο. Οι γυναίκες για την επίλυση των προβλημάτων στις επιστήμες, συνήθως προτιμούν την αλγοριθμική προσέγγιση, η οποία είναι αναλυτική. Αυτή η διαφορά τους στον τρόπο προσέγγισης των προβλημάτων, πιθανόν να οδηγεί σε διαφορές μεταξύ των δύο φύλων και στις επιδόσεις τους στη Χημεία [47].

4.5. Ανάλυση των αποτελεσμάτων ως προς την τάξη των μαθητών.

Στο Διάγραμμα 6 παρουσιάζονται τα ποσοστά των μαθητών της Β και της Γ τάξης του Λυκείου που απάντησαν σωστά σε κάθε ερώτηση. Για τις ερωτήσεις που υπάρχουν πάνω από μια σωστή ορθή απάντηση υπάρχει το υποερώτημα (π.χ.1α, 1β) αλλά και το σύνολο τους το οποίο δηλώνεται απλώς με τον αριθμό της ερώτησης (π.χ. 1).



Διάγραμμα 4.6. Κατανομή ορθών απαντήσεων ανά τάξη των μαθητών.

Και στην περίπτωση αυτή, δηλαδή στην σύγκριση των μαθητών των δυο τάξεων δεν υπάρχουν πολύ σημαντικές διαφορές. Οι μαθητές της Β' τάξης υπερέχουν αλλά όχι σε μεγάλο βαθμό. Η διαφορά στην επίδοση πιθανόν οφείλεται στο γεγονός ότι για τους μαθητές της Β' τάξης έχει περάσει μικρότερο χρονικό διάστημα και θυμούνται περισσότερο τις εξεταζόμενες έννοιες.

Κεφάλαιο 5

Συμπεράσματα - Προτάσεις



Οι μαθητές αντιμετωπίζουν δυσκολίες με τη μάθηση της Χημείας. Το γεγονός αυτό έχει διεθνώς τεκμηριωθεί σε πολλές μελέτες και έχει αποδοθεί σε ποικίλους παράγοντες, όπως οι αφηρημένες έννοιες που περιλαμβάνει το αντικείμενο της διδασκαλίας, η μικρή εμπειρία των μαθητών με τη γλώσσα της Χημείας και τα διαφορετικά επίπεδα αναπαραστάσεων που χρησιμοποιούν οι χημικοί.

Στην παρούσα εργασία ελέγχθηκαν οι γνώσεις των μαθητών σχετικά με τις έννοιες του μορίου και του χημικού δεσμού με 7 ερωτήσεις. Οι απαντήσεις τους στις δείχνουν ότι οι αντιλήψεις των μαθητών διαφέρουν σε μεγάλο βαθμό από τις αντίστοιχες επιστημονικές έννοιες.

Τα συμπεράσματα που προέκυψαν είναι:

- Το 12% των ερωτηματολογίων απορρίφθηκαν.
- Το συνολικό ποσοστό ορθών απαντήσεων θεωρείται μικρό. Στην πλειοψηφία των ερωτημάτων δεν ξεπερνάει το 50%. Στην περίπτωση των ερωτημάτων με πολλές ορθές απαντήσεις, η αυστηρή αξιολόγηση δίνει εξαιρετικά μικρά ποσοστά συνολικής επιτυχίας (της τάξης του 5%).
- Σε κάθε ερώτημα υπάρχει πάντα ένα ποσοστό τουλάχιστον 5% που δεν δίνει απάντηση.
- Ο δάσκαλος παίζει σημαντικό ρόλο στην εκπαιδευτική διαδικασία. Υπάρχουν σχολεία, όπως π.χ. το ΓΕΛ Κομοτινής, στα οποία οι επιδόσεις των μαθητών είναι σημαντικά υψηλότερες σε σχέση με τα υπόλοιπα (ένα μεγάλο ποσοστό των μαθητών του σχολείου αυτού ακολούθησαν θετική κατεύθυνση).
- Οι μαθητές της Β' τάξης απαντούν γενικά πιο σωστά από εκείνους της Γ' εμφανίζουν όμως γενικά μικρότερα ποσοστά συνολικής επιτυχίας σε ερωτήματα πολλαπλών ορθών απαντήσεων.
- Τα αγόρια σε γενικές γραμμές απαντούν πιο σωστά από τα κορίτσια. Η υπεροχή είναι πιο έντονη στις συνδυαστικές απαντήσεις.
- Το εκπαιδευτικό σύστημα και το διδακτικό βιβλίο παίζουν ρόλο στη δημιουργία, τη συντήρηση λανθασμένων αντιλήψεων ή τη διαμόρφωση νέων όπως στην περίπτωση της διδασκαλίας της έννοιας του χημικού δεσμού ειδικά μέσω των μη

επιτυχημένων παραδειγμάτων και εικονικών παραστάσεων που δίνονται στο βοηθητικό ή επεξηγηματικό μέρος του συγγράμματος.

- Τέλος, οι κατά καιρούς ενημερωτικές εγκύκλιοι του Υπουργείου δημιουργούν μια κατάσταση χαοτική όσον αφορά τον προγραμματισμό των καθηγητών καθώς και το τελικό σύνολο της γνώσης που αυτοί πρέπει να διδάξουν στα παιδιά (οι οδηγίες υπουργείου για την διδασκαλία της Χημείας της Α' τάξης του Λυκείου τη σχολική χρονιά 2010-2011 δίνονται στο παράρτημα).

Είναι πολύ δύσκολο, για τους εκπαιδευτικούς να βοηθήσουν τους μαθητές, όταν οι ίδιοι έχουν βαθιά ριζωμένες συνήθειες να χρησιμοποιούν στην ίδια ερμηνεία εκφράσεις όπως π.χ. *το οξυγόνο* για να αναφέρονται στην ουσία, ή στα μόριά της (και μερικές φορές στα άτομά της). Δεν μπορούν να αντιληφθούν τη σύγχυση που μπορούν να προκαλέσουν στους μαθητές όταν χρησιμοποιούν αυθόρμητα την ίδια λέξη για εντελώς διαφορετικές νοητικές αναπαραστάσεις.

Επιπλέον, οι ορισμοί θεμελιωδών εννοιών όπως: άτομο, μόριο, χημικό στοιχείο και χημική ένωση πρέπει να είναι ταυτόχρονα ακριβείς και αρκετά συνοπτικοί για να έχουν νόημα για τους μαθητές. Στην πράξη, παρόλο που οι ορισμοί μπορεί να μαθαίνονται πρόθυμα με αποστήθιση (μηχανικά – παπαγαλία) αποκτούν νόημα μόνον όταν η έννοια γίνει κατανοητή. Το γεγονός αυτό δεν θα αποτελεί πρόβλημα όταν οι δάσκαλοι το έχουν στο μυαλό τους και είναι προσεκτικοί κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας.

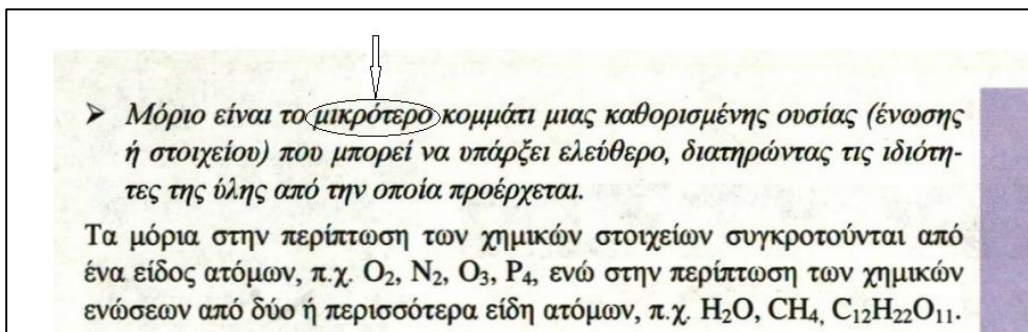
Η διάκριση μεταξύ ενός χημικού στοιχείου και μιας χημικής ένωσης διδάσκεται αρχικά σε μακροσκοπικό επίπεδο με εκφράσεις όπως: το στοιχείο δεν μπορεί να διασπαστεί με συνήθειες χημικές διεργασίες, ενώ η ένωση μπορεί. Οι σχετικές εργαστηριακές δραστηριότητες που αναφέρονται στη βιβλιογραφία είναι ασαφείς και μπορεί να οδηγήσουν σε παρανοήσεις. Ως εκ τούτου, προτείνεται να γίνει η διάκριση με τη βοήθεια μοριακών μοντέλων που αναπαριστούν χημικά στοιχεία και χημικές ενώσεις.

Για την βελτίωση της διδασκαλίας της Χημείας στα Γυμνάσια και Λύκεια της Χώρας προτείνονται:

- Η απόσυρση ή η τροποποίηση όρων και απεικονίσεων που δημιουργούν παρανοήσεις στους μαθητές.
- Να γίνει ανάπτυξη και χρήση της θεωρίας Lewis στο σχολικό εγχειρίδιο για την διδασκαλία του ομοιοπολικού δεσμού.
- Το βοηθητικό ή επεξηγηματικό μέρος του συγγράμματος να τοποθετηθεί στο τέλος του κάθε κεφαλαίου.
- Η διδασκαλία της Χημείας πρέπει να έχει σαφή εργαστηριακό προσανατολισμό. Είναι απαραίτητος ο χαρακτηρισμός του μαθήματος από το Υπουργείο Παιδείας ως εργαστηριακό ώστε να εξασφαλιστεί η δυνατότητα εκτελέσεως εργαστηριακών ασκήσεων σε ασφαλείς συνθήκες.
- Τα εποπτικά μέσα είναι επίσης σημαντικά για τη διδασκαλία. Η χρήση όμως εποπτικών μέσων διδασκαλίας και μάθησης πρέπει να γίνεται με σχεδιασμό και προετοιμασία, γιατί στην αντίθετη περίπτωση τα θετικά αποτελέσματα που προκύπτουν είναι ελάχιστα.
- Οι βιβλιοθήκες χρησιμοποιούνται ελάχιστα για τα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών και επομένως και της Χημείας. Μπορεί να προωθηθεί η χρήση τους με την ανάθεση διαθεματικών εργασιών. Πρέπει, επίσης, να γίνει μεγαλύτερη αξιοποίηση των σχολικών χώρων.
- Πολλά στοιχεία των αναλυτικών προγραμμάτων δεν υλοποιούνται στην τάξη. Η ίδια η Πολιτεία με τις οδηγίες της ανεπίσημα αναιρεί κάποια τμήματα της σχολικής ύλης. Θα πρέπει να γίνει προσεκτικότερος σχεδιασμός των αναλυτικών προγραμμάτων.

Η προτασή μας

Αντικατάσταση ή τροποποίηση όρων που δημιουργούν παρανοήσεις



➤ Μόριο είναι το μικρότερο κομμάτι μιας καθορισμένης ουσίας (ένωσης ή στοιχείου) που μπορεί να υπάρξει ελεύθερο, διατηρώντας τις ιδιότητες της ύλης από την οποία προέρχεται.

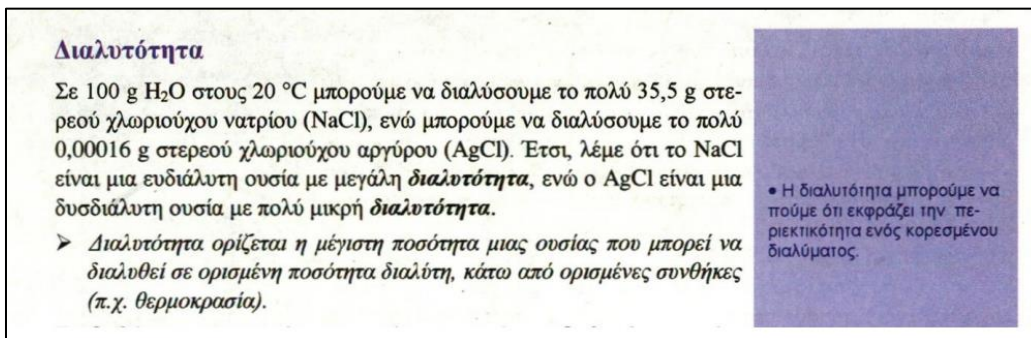
Τα μόρια στην περίπτωση των χημικών στοιχείων συγκροτούνται από ένα είδος ατόμων, π.χ. O_2 , N_2 , O_3 , P_4 , ενώ στην περίπτωση των χημικών ενώσεων από δύο ή περισσότερα είδη ατόμων, π.χ. H_2O , CH_4 , $C_{12}H_{22}O_{11}$.

Η έκφραση «μικρότερο κομμάτι» μπορεί να αντικατασταθεί από την έκφραση μικρότερο σωματίδιο. Εδώ πρέπει να γίνει και διευκρίνιση ποιες είναι οι ιδιότητες της ύλης τις οποίες διατηρεί το μόριο.

Προτείνεται να χρησιμοποιηθεί εναλλακτικά ένας από τους οι παρακάτω ορισμούς:

Μόριο είναι το μικρότερο σωματίδιο ενός στοιχείου ή μιας ένωσης που μπορεί να έχει μια σταθερή ανεξάρτητη ύπαρξη.

Μόριο είναι μια ομάδα ατόμων, χημικά ενωμένων μεταξύ τους, σε μια καθορισμένη και σταθερή αναλογία.



Διαλυτότητα

Σε 100 g H_2O στους 20 °C μπορούμε να διαλύσουμε το πολύ 35,5 g στερεού χλωριούχου νατρίου ($NaCl$), ενώ μπορούμε να διαλύσουμε το πολύ 0,00016 g στερεού χλωριούχου αργύρου ($AgCl$). Έτσι, λέμε ότι το $NaCl$ είναι μια ευδιάλυτη ουσία με μεγάλη **διαλυτότητα**, ενώ ο $AgCl$ είναι μια δυσδιάλυτη ουσία με πολύ μικρή **διαλυτότητα**.

➤ **Διαλυτότητα ορίζεται η μέγιστη ποσότητα μιας ουσίας που μπορεί να διαλυθεί σε ορισμένη ποσότητα διαλύτη, κάτω από ορισμένες συνθήκες (π.χ. θερμοκρασία).**

• Η διαλυτότητα μπορούμε να πούμε ότι εκφράζει την περιεκτικότητα ενός κορεσμένου διαλύματος.

Η έκφραση ότι η διαλυτότητα εκφράζει την περιεκτικότητα ενός κορεσμένου διαλύματος που βρίσκεται στο δεξιό πληροφοριακό τμήμα του σχολικού εγχειριδίου πρέπει να ενσωματωθεί στον ορισμό της διαλυτότητας και αυτός να γίνει ως εξής:

Διαλυτότητα ορίζεται η μέγιστη ποσότητα μιας ουσίας που μπορεί να διαλυθεί σε ορισμένη ποσότητα διαλύτη κάτω από ορισμένες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης. Η διαλυτότητα εκφράζει την περιεκτικότητα ενός κορεσμένου διαλύματος.

2.3 Γενικά για το χημικό δεσμό - Παράγοντες που καθορίζουν τη χημική συμπεριφορά του ατόμου. Είδη χημικών δεσμών (ιοντικός - ομοιοπολικός)

Τι είναι ο χημικός δεσμός; Πότε και γιατί δημιουργείται;

Το μεγαλύτερο μέρος, αν όχι ολόκληρο, του πλούτου του κόσμου που μας περιβάλλει πηγάζει από τις ενώσεις που σχηματίζονται με τη συνένωση των στοιχείων του περιοδικού πίνακα. Από τα εκατό περίπου στοιχεία προκύπτουν εκατομμύρια διαφορετικοί συνδυασμοί (χημικές ενώσεις), όπως από τους λίγους φθόγγους μιας γλώσσας παράγονται άπειρες λέξεις. Οι διασυνδέσεις αυτές των ατόμων προς σχηματισμό ενώσεων γίνονται μέσω των χημικών δεσμών. **Ο χημικός δεσμός** δηλαδή, με απλά λόγια, είναι η «κόλλα» που δένει τα άτομα (ή άλλες δομικές μονάδες της ύλης, π.χ. ιόντα) προς σχηματισμό ενώσεων ή ακόμα άλλων ομάδων ατόμων, όπως είναι τα πολυατομικά στοιχεία π.χ. S₈.

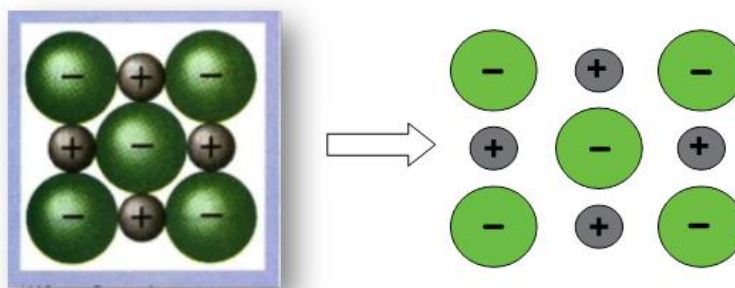
• Περίπου 600 000 χιλιάδες ενώσεις παρασκευάζονται κάθε χρόνο.

↓

• Χημικός δεσμός είναι η δύναμη που συγκρατεί τα άτομα (ή άλλες δομικές μονάδες της ύλης, π.χ. ιόντα) ενωμένα μεταξύ τους.

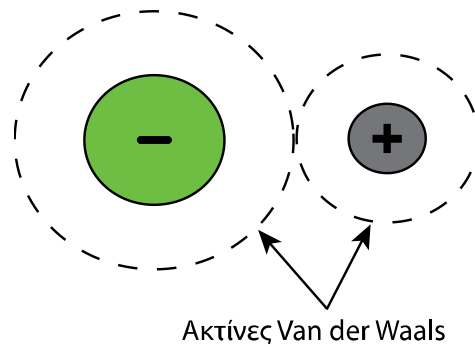
Όσον αφορά την λέξη «κόλλα» που χρησιμοποιείται για να περιγράψει τον χημικό δεσμό προτείνεται να αντικατασταθεί από την λέξη δύναμη που υπάρχει ήδη στο βιβλίο αλλά δίνεται στο επεξηγηματικό δεξιό τμήμα και όχι στο κυρίως κείμενο.

Τροποποίηση αναπαραστάσεων που αφορούν τον ιοντικό δεσμό

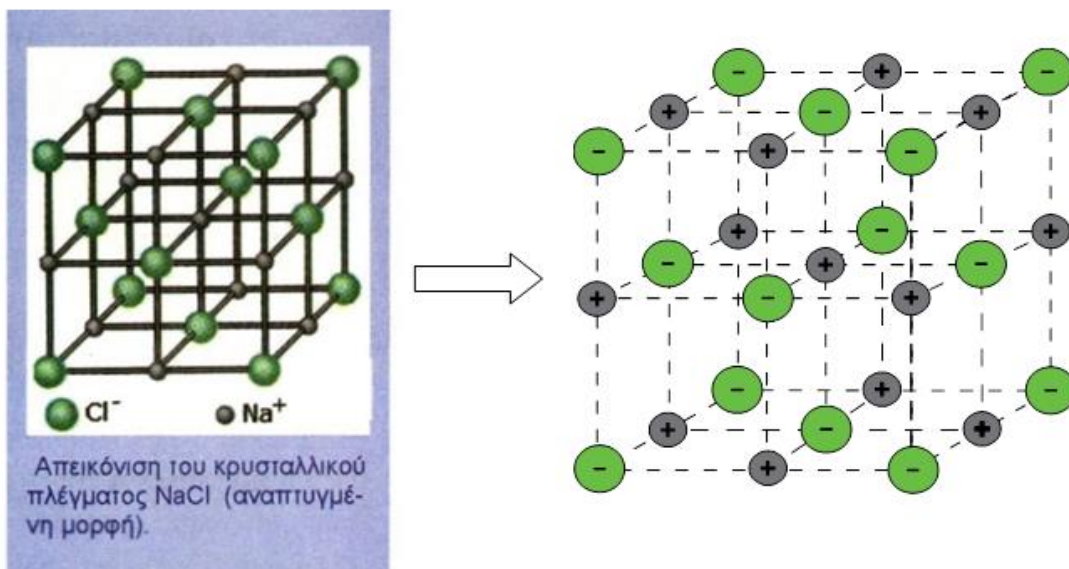


Διαφοροποίηση των σχημάτων που δίνονται στο διδακτικό βιβλίο (όπως αυτό αριστερά στο σχήμα) με τα πιο σαφή για τους μαθητές, καθώς και πιο ορθά επιστημονικά σχήματα όπως αυτό που φαίνεται εδώ στο δεξιό τμήμα του σχήματος. Στο σημείο αυτό μπορεί να σημειωθεί, έστω στο πληροφοριακό τμήμα του υποκεφαλαίου,

ότι τα αντίθετα φορτισμένα ιόντα δεν βρίσκονται σε επαφή, ενώ το σχήμα μπορεί να επαναληφθεί ή και απλώς να ανακληθεί στη μνήμη των μαθητών όταν σε επόμενο κεφάλαιο ή ακόμη και σε επόμενη τάξη γίνει αναφορά στις δυνάμεις van der Waals. Στο σημείο εκείνο μπορεί να παρατεθεί το επόμενο πιο λεπτομερές σχήμα, με την υπόδειξη πως άλλη είναι η πραγματική ακτίνα ενός ιόντος και άλλη η ακτίνα van der Waals (μπορούν να δοθούν και σχετικές τιμές αν αυτό απαιτηθεί από την ανάγκη τεκμηρίωσης του όλου θέματος).



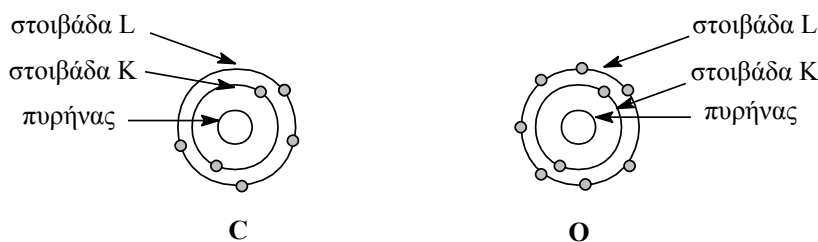
Σχηματική παράσταση ενός ζεύγους ιόντων στις θέσεις που υπαγορεύουν οι σχετικές ακτίνες van der Waals. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ότι τα εξωτερικά ηλεκτρόνια των δύο ιόντων δεν βρίσκονται σε επαφή αλλά στην ελάχιστη απόσταση στην οποία δεν υφίσταται μεταξύ τους αλληλεπίδραση που να δημιουργήσει ομοιοπολικό δεσμό.



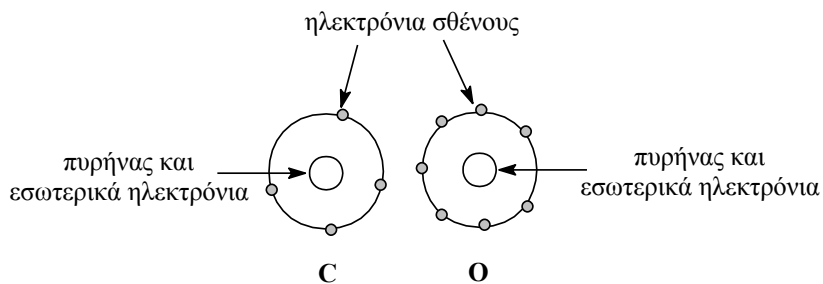
Η παράσταση που δίνεται στο αριστερό μέρος του σχήματος είναι αυτή που βρίσκεται στο διδακτικό βιβλίο. Επειδή οι μαθητές έχουν ακούσει αρκετά πράγματα για τον ομοιοπολικό δεσμό κι επειδή εύκολα μπορούν να κατανοήσουν το χημικό δεσμό ως μια οντότητα που συγκρατεί με φυσικό τρόπο (δηλαδή μέσω ενός υλικού με φυσική υπόσταση) τα δύο άτομα του δεσμού, πολύ απλά μπορούν να οδηγηθούν στην παρανόηση ότι οι ευθείες που φαίνονται να ενώνουν τα αντίθετα φορτισμένα ιόντα είναι ακριβώς το ίδιο πράγμα με τους γνωστούς ομοιοπολικούς δεσμούς. Η παράσταση που προτείνεται στο δεξιό μέρος του σχήματος δεν αφαιρεί κάτι από την πραγματικότητα του κρυσταλλικού πλέγματος, ωστόσο οι στικτές γραμμές που εμφανίζονται εδώ είναι σημαντικά διαφορετικές από τις τυπικές παραστάσεις με απλές γραμμές των ομοιοπολικών δεσμών. Επιπλέον, μπορεί να προστεθεί στο επεξηγηματικό μέρος του κειμένου μια διευκρίνιση, ότι δηλαδή οι στικτές γραμμές υποδηλώνουν τις «οδούς» αλληλεπίδρασης μεταξύ γειτονικών ιόντων, οι οποίες οδηγούν στο σχηματισμό του τρισδιάστατου κρυσταλλικού πλέγματος.

Η παράσταση των ατόμων και των χημικών δεσμών σύμφωνα με τη θεωρία του Lewis.

Οι σύγχρονες θεωρίες για το χημικό δεσμό βασίζονται στη γνώση της δομής του ατόμου καθώς και σε βασικές αρχές της Φυσικής και της Χημείας, που επιτρέπουν την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων για το είδος της αλληλεπίδρασης που εμφανίζεται μεταξύ δύο ατόμων του ίδιου στοιχείου ή διαφορετικών στοιχείων κατά την προσέγγισή τους. Η προσέγγιση αυτή, αν θεωρηθεί ότι συμβαίνει κατά μήκος ενός ιδεατού άξονα, καταλήγει σε ισχυρή αλληλεπίδραση, κυρίως των ηλεκτρονίων που ανήκουν στην εξωτερική τροχιά των ατόμων. Άλλωστε αυτός είναι ο λόγος που ακόμη και σήμερα γίνεται αναφορά στην τροχιά ή τη στιβάδα σθένους των ατόμων, επειδή ακριβώς αυτή καθορίζει την έκφραση του σθένους τους συγκεκριμένου ατόμου, δηλαδή της τάσης του για σχηματισμό δεσμών.

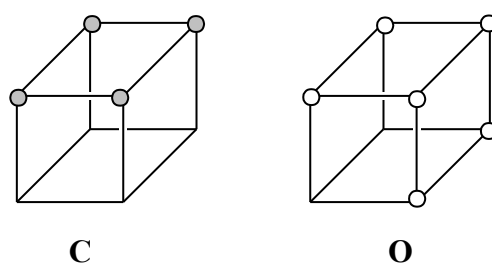


Σχήμα 5.1. Απλουστευμένη παράσταση των ατόμων του άνθρακα και του οξυγόνου σύμφωνα με το ατομικό πρότυπο του Bohr. Για να είναι σαφή, τα ηλεκτρόνια έχουν παρασταθεί με μεγάλες μαύρες σφαίρες.

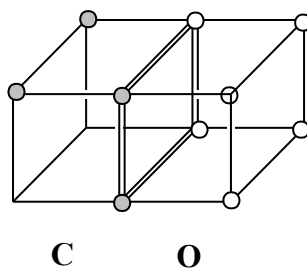


Σχήμα 5.2. Απλουστευμένη παράσταση των ατόμων του άνθρακα και του οξυγόνου με στόχο να διερευνηθεί ο τρόπος σχηματισμού δεσμού μεταξύ τους. Στο σχήμα παριστάνονται μόνο τα ηλεκτρόνια σθένους, δηλαδή αυτά της εξωτερικής τροχιάς. Τα «εσωτερικά» ηλεκτρόνια φυσικά και συνεχίζουν να υπάρχουν αλλά δεν είναι χρήσιμα στην προσπάθεια μελέτης του σχηματισμού του δεσμού.

Η πιο πρωτοποριακή και ταυτόχρονα και η πιο απλή θεωρία σχηματισμού του δεσμού οφείλεται στο Lewis (Gilbert Newton Lewis, 1875-1946) και στηρίζεται στη γνωστή τάση των στοιχείων των κυρίων ομάδων να συμπληρώσουν την εξωτερική τους τροχιά με 8 ηλεκτρόνια. Ο Lewis θεώρησε τον πυρήνα του κάθε ατόμου στο κέντρο ενός κύβου που στις κορυφές του τοποθετούνται τα 8 αυτά ηλεκτρόνια. Στη συνέχεια και με βάση απλές γεωμετρικές θεωρήσεις, έδειξε ότι είναι δυνατόν δύο γειτονικά άτομα να έχουν ένα ή και περισσότερα κοινά ηλεκτρόνια, κατ' αντιστοιχία με δύο γειτονικούς κύβους που μπορεί να έχουν κοινή κορυφή (1), ακμή (2) ή και έδρα (4) ακόμη.



Σχήμα 5.3. Σχηματική παράσταση της διάταξης των ηλεκτρονίων σθένους γύρω από τους πυρήνες των ατόμων άνθρακα και οξυγόνου σύμφωνα με τις αντιλήψεις του Lewis. Για εποπτικούς λόγους τα ηλεκτρόνια του άνθρακα παριστάνονται με μαύρο χρώμα και του οξυγόνου με λευκό.



Σχήμα 5.4. Η προβληματική περιγραφή του τριπλού δεσμού στο μόριο του CO καθώς και άλλων ανάλογων, έδωσε την ιδέα της εγκατάλειψης του «κυβικού» μοντέλου για το άτομο και της συνοπτικής απεικόνισης με τη μορφή που είναι γνωστή σήμερα, δηλαδή των δομών Lewis με τις «βούλες».

Η αρχική πρόταση της θεωρίας έγινε το 1916 και σχετικά σύντομα συνάντησε δυσκολίες στην παράσταση μορίων όπου υπήρχαν πολλοί δεσμοί μεταξύ ατόμων, όπως π.χ. τριπλός στο μόριο του μονοξειδίου του άνθρακα και των τεσσάρων στο μόριο του μεθανίου. Για το λόγο αυτό πραγματοποιήθηκε μια «αφαιρετική» διαδικασία, όπου παραλείφθηκε ο κύβος και τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής τροχιάς παριστάνονταν με

τελείες γύρω από το σύμβολο του στοιχείου. Ο σχηματισμός δεσμού, σύμφωνα με την αρχική πρόταση του Lewis αποτελούνταν τώρα από ένα ζευγάρι ηλεκτρονίων (τελειών) που τοποθετούνταν μεταξύ των ατόμων. Με την παράσταση αυτή, ήταν πλέον απλό να τοποθετηθούν τρία ζευγάρια ηλεκτρονίων μεταξύ δύο ατόμων χωρίς να απαιτείται η δραστική μεταβολή του υποτιθέμενου κυβικού σχήματος του ατόμου.

Έτσι, με τη βελτιωμένη αυτή έκδοση της θεωρίας του Lewis, είναι σχετικά εύκολο να αποδοθεί ο σχηματισμός των δεσμών στο μόριο για παράδειγμα του οξυγόνου ή του αζώτου, έχοντας υπόψη τον ατομικό αριθμό των στοιχείων, τον αριθμό των ηλεκτρονίων στην τροχιά σθένους και τη δεδομένη τάση τους να συμπληρώσουν την εξωτερική τροχιά με οκτώ ηλεκτρόνια.

Οξυγόνο.

Σύμβολο O.

Ατομικός αριθμός 8.

Ηλεκτρόνια για το ουδέτερο άτομο 8.

Κατανομή των ηλεκτρονίων, K2L6.

Εξωτερική τροχιά ή δεύτερη (L) με 6 ηλεκτρόνια.

Στο σχηματισμό δεσμών συμμετέχουν 6 ηλεκτρόνια

Συνεπώς σημειώνονται 6 τελείες γύρω από το σύμβολο του οξυγόνου

Είναι γνωστό ότι το οξυγόνο στις σταθερές ενώσεις του έχει 8 ηλεκτρόνια στην εξωτερική τροχιά.

Συνεπώς η «τάση» του ατόμου του οξυγόνου είναι να σχηματίσει 2 ομοιοπολικούς δεσμούς.

Στους δεσμούς αυτούς θα συμμετέχει με 1 ηλεκτρόνιο του στον καθένα.

Στο διατομικό μόριο του O₂, τα δύο άτομα O προφανώς σχηματίζουν δύο δεσμούς μεταξύ τους, καθώς «μοιράζονται» από δύο ηλεκτρόνια. Έτσι, μεταξύ των δύο ατόμων υπάρχουν δύο κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων και σύμφωνα με τη θεωρία του Lewis, αυτό σημαίνει την ύπαρξη δύο ομοιοπολικών δεσμών.



δύο άτομα O
6 ηλεκτρόνια σθένους
στο καθένα

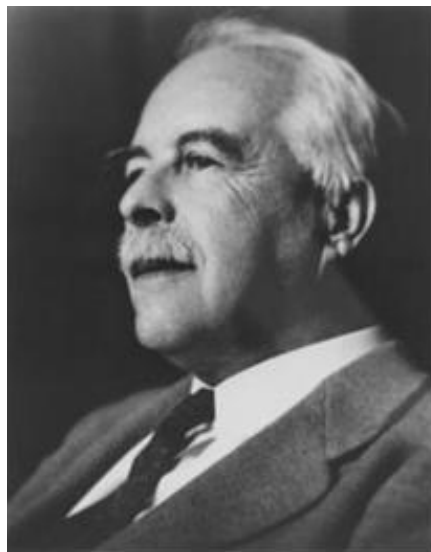


διατομικό μόριο O₂
Υπάρχουν 2 κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων
Υπάρχουν 2 δεσμοί μεταξύ των δύο ατόμων

Σχήμα 5.5. Παράσταση δομών Lewis με τελείες. Ένα ζεύγος ηλεκτρονίων μεταξύ των δύο ατόμων αντιστοιχεί στην ύπαρξη ενός δεσμού. Στο μόριο του O₂, υπάρχουν δύο δεσμοί μεταξύ των ατόμων. Τα δύο αυτά ζεύγη ηλεκτρονίων καταμετρούνται στην εξωτερική στοιβάδα και των δύο ατόμων και κατά συνέπεια και τα δύο άτομα έχουν συμπληρώσει την εξωτερική τους τροχιά με 8 ηλεκτρόνια.

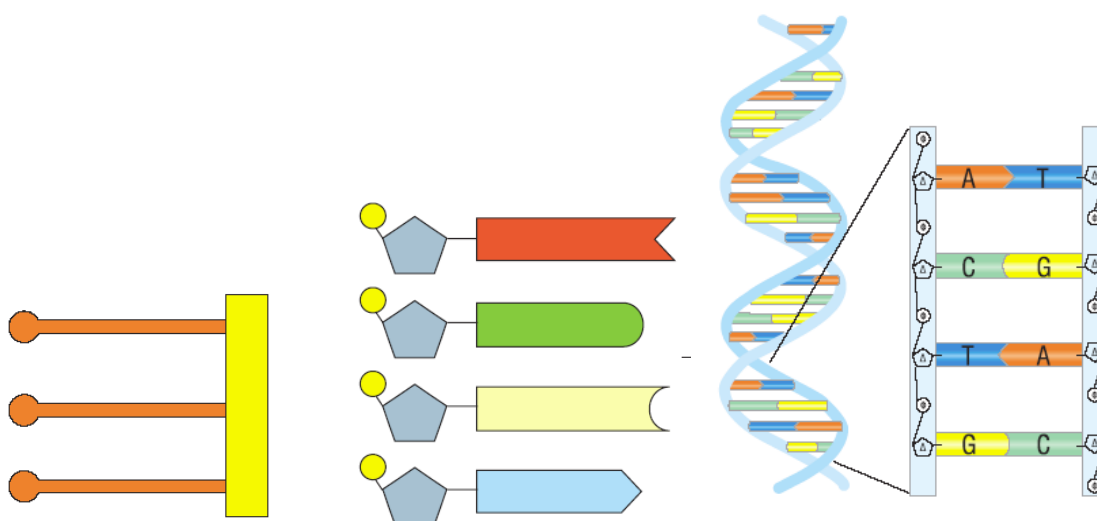
Παράλληλα, ή στο πληροφοριακό τμήμα του υποκεφαλαίου παράθεση των παρακάτω σύντομων βιογραφικών στοιχείων.

Gilbert Newton Lewis (1875-1946). Γεννήθηκε στη Μασαχουσέτη των ΗΠΑ. Ήταν καθηγητής από το 1912 στο πανεπιστήμιο Μπέρκλεϋ της Καλιφόρνιας. Το ανήσυχο και διορατικό πνεύμα του επέτρεψε να κάνει σοβαρές καινοτομίες σε πολλούς τομείς της χημείας. Ασχολήθηκε με την μελέτη της θερμοδυναμικής, την δομή των ατόμων και των δεσμών καθώς και με την θεωρία των οξέων και των βάσεων. Το ατομικό του μοντέλο και η διάκριση που διατύπωσε σε σχέση με τον ιονικό και ομοιοπολικό δεσμό εντυπωσίασαν. Πρότεινε τα κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων και εισήγαγε τους περίφημους τύπους κατά Lewis. Η θεωρία του για τα οξέα και τις βάσεις εκτόπισαν τις θεωρίες των Bronsted και Lowry.



Η παράσταση του χημικού δεσμού γενικότερα

Στο σημείο αυτό δυστυχώς, υπάρχει μια παρατήρηση που δεν σχετίζεται με το δάσκαλο της Χημείας ή το σχολικό εγχειρίδιο της Χημείας. Συμβαίνει πως στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση οι επιστήμες να διδάσκονται περίπου, αλλά όχι ακριβώς, παράλληλα μεταξύ τους με προηγούμενη τη Βιολογία τόσο από άποψη ωρών διδασκαλίας (συνολικά διπλάσιες στο Γυμνάσιο σε σχέση με τη Χημεία) όσο και από χρονική άποψη καθώς στην πρώτη τάξη του Γυμνασίου είναι η μόνη επιστήμη που διδάσκεται.

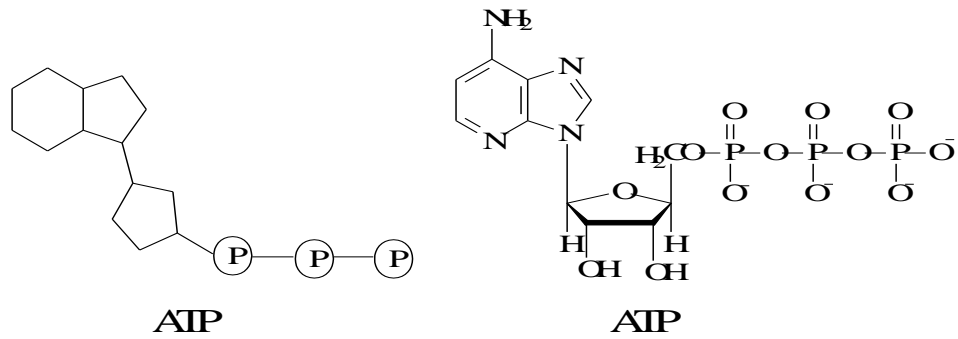


Προφανώς το αναλυτικό πρόγραμμα διδασκαλίας της Βιολογίας έχει τους δικούς του στόχους, ωστόσο κατά τη γνώμη μας, η αναφορά σε όρους και αντικείμενα που έχουν άμεση σχέση με τη Χημεία θα έπρεπε να πραγματοποιείται με βάση την ορολογία και την απεικόνιση που η Χημεία επιδιώκει για αυτά. Εκτός του παραπάνω γενικού σημείου, αξίζει να σημειωθεί ότι στα διδακτικά βιβλία της Βιολογίας δεν υπάρχει ούτε καν «εσωτερική» συνοχή στον τρόπο περιγραφής κάποιων εννοιών και ειδικά του χημικού δεσμού.

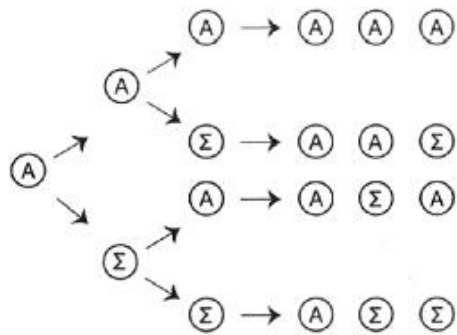
Καταρχήν ο χημικός δεσμός σπάνια περιγράφεται ως «χημικός» και οι χημικές ενώσεις σχεδόν ποτέ δεν αναφέρονται ως τέτοιες ενώ συχνά γίνεται αναφορά σε «ουσίες» που βρίσκονται ή παράγονται μέσα στο κύτταρο με βάση κάποιες «διαδικασίες» και όχι χημικές αντιδράσεις. Ο χημικός δεσμός, όπως απεικονίζεται στα διδακτικά βιβλία της Βιολογίας, προκαλεί σύγχυση σε όποιο μαθητή θελήσει να

προσπαθήσει να κατανοήσει κάτι πέρα από την απεικονιστική περιγραφή του. Δίνεται στη συνέχεια ένα παράδειγμα με την απεικόνιση, στο βιβλίο της Γ τάξης του Γυμνασίου, ενός λιπιδίου, κάποιων νουκλεϊκών οξέων και ενός μακρομορίου, εδώ της τυπικής αλυσίδας του DNA. Είναι προφανές ότι τα σχήματα λήφθηκαν από διαφορετικές πηγές, στις οποίες ήταν άλλοτε άλλος ο λόγος της απεικόνισης και άλλος ο στόχος που ζητείται να κατανοηθεί. Φαίνεται λοιπόν στο λιπίδιο να έχει «χωθεί» ένα ραβδί μέσα σε ένα άλλο με τρόπο κάθετο, ενώ στα νουκλεϊκά οξέα να υπάρχουν επιμέρους μονάδες που συνδέονται με ένα «σύρμα». Στην περίπτωση της διπλής έλικας κι εφόσον υποδειχθεί στους μαθητές ότι αποτελείται από νουκλεϊκά οξέα, είναι σχεδόν αυτονόητο πως η εικόνα που σχηματίζεται στο νου των μαθητών είναι αυτή των κομματιών Lego, καθώς τα νουκλεϊκά οξέα των δύο αλυσίδων «κλειδώνουν» το ένα μέσα στο άλλο. Αποδίδεται έτσι η συμπληρωματικότητα που αποτέλεσε τη βάση της ανακάλυψης της δομής της διπλής έλικας αλλά δεν περιγράφεται καθόλου ικανοποιητικά η αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο αλυσίδων. Επιπλέον, δημιουργείται η εικόνα πως τα συμπληρωματικά νουκλεϊκά οξέα βρίσκονται σε επαφή μεταξύ τους, όπως ακριβώς και τα ιόντα στο τρισδιάστατο κρυσταλλικό πλέγμα.

Ακόμη χειρότερα, στο ίδιο βιβλίο Βιολογίας και στην περιγραφή του DNA εξηγείται ότι τα νουκλεϊκά οξέα συνδέονται μεταξύ τους με ισχυρούς δεσμούς ενώ οι αλυσίδες τους με ασθενείς δεσμούς. Στο μάθημα της Χημείας και μέχρι τη χρονική εκείνη στιγμή δεν έχει γίνει αναφορά στην ισχύ δεσμών και με την έννοια αυτή η αναφορά είναι ετεροχρονισμένη και θα έπρεπε να συνοδεύεται από μια σχετική περιγραφή στο πληροφοριακό τμήμα του κεφαλαίου, η οποία απουσιάζει παντελώς. Επιπλέον, στο ίδιο βιβλίο και παρά τη συχνή αναφορά σε μόρια όπως το ATP, δεν υπάρχει μία σταθερή απεικόνισή του με ένα πλήρες, περιγραφικό ή αφαιρετικό τρόπο παράστασης αλλά τουλάχιστον δύο, τα οποία παρατίθενται στη συνέχεια. Κι εδώ είναι προφανής η διαφορετική πηγή προέλευσής τους και η αναγκαιότητα για μια κοινή έκφραση του αυτού πράγματος στα πλαίσια όχι όλων των επιστημών αλλά τουλάχιστον της καθεμιάς, δεχόμενοι ότι το αναλυτικό της πρόγραμμα έχει συγκεκριμένους στόχους που μπορεί να είναι διαφορετικοί από αυτούς των άλλων επιστημών.



Το τελικό χάος προκύπτει στη συνέχεια, όταν επιχειρείται να περιγραφεί ο τρόπος σχηματισμού ενός πεπτιδίου και ναδειχθεί ότι η διαδοχή των αμινοξέων είναι πολύ σημαντική για τον καθορισμό της δομής της τελικής πρωτεΐνης. Στο σχηματικό παράδειγμα που δίνεται, υπάρχουν δύο αμινοξέα και περιγράφεται συνοπτικά το πως μπορούν να σχηματίσουν τέσσερα διαφορετικά τριπεπτίδια. Στην παράσταση αυτή τα επιμέρους αμινοξέα, που παριστάνονται χάριν απλότητας με σφαίρες, δεν έχουν καμία φυσική επαφή μεταξύ τους που να υποδηλώνει την ύπαρξη δεσμού, ενώ γίνεται σαφής αναφορά και κάποια περιγραφή για τον τρόπο σχηματισμού του πεπτιδικού δεσμού.



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ



- [1]. Γιούρη-Τσοχατζή, Α., Μανουσάκης, Γ., Διδακτική της Χημείας, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη 2000.
- [2]. Καραγιάννη, Μ., Χατζημιχαήλ, Θ., Η Διδασκαλία της Χημείας στο Γυμνάσιο και Λύκειο, Θεωρητική και εμπειρική προσέγγιση, Εκδόσεις Κυριακίδη Α.Ε., Θεσσαλονίκη 2004.
- [3]. Χαλκιά, Κ., Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες, Θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις. Α' τόμος, Εκδόσεις Πατάκη, Αθήνα 2010.
- [4]. Matthews, M., Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες: ο ρόλος της ιστορίας και της φιλοσοφίας των φυσικών επιστημών στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, Εκδόσεις Επίκεντρο, 2007.
- [5]. Ακρίβος, Π., Στοιχεία διδασκαλίας της Χημείας, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη, 2012.
- [6]. Σάλλα, Αικ., Διερεύνηση των γνώσεων, δεξιοτήτων και στάσεων που αποκτούν οι μαθητές από το μάθημα της χημείας κατά την εκπαίδευση τους και του ρόλου που παίζουν αυτές στην καθημερινή τους ζωή, Διδακτορική διατριβή, Αθήνα, 2007.
- [7]. Johnstone, A.H., Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem, *Journal of Computer Assisted Learning*, 7 (1991) 75.
- [8]. Ebbing, D., Gammon, S., *General Chemistry*, Ninth Edition, Houghton Mifflin Company, 2009.
- [9]. Tasker, R., Dalton, R., Research into practice: visualisation of the molecular world using animations, *Chemistry Education Research and Practice*, 7 (2006) 141-159.
- [10]. Taber, K.S, *Chemical Misconceptions: Prevention, Diagnosis, and Cure: Volume II: Classroom Resources*, The Royal Society of Chemistry, London, 2002.

- [11]. Σπυρέλλης, Ν., Το μάθημα της Χημείας: Δυσχέρειες και προοπτικές, Διδακτική Φυσικών Επιστημών και νέες τεχνολογίες στην εκπαίδευση πρακτικά 5^{ου} πανελληνίου συνεδρίου, Τεύχος Α', 2008.
- [12]. Παιδαγωγικό ινστιτούτο: <http://www.pi-schools.gr/>
- [13]. Driver, R., Students' conceptions and the learning of science. International Journal of Science Education, 11 (1989) 481-490.
- [14]. Driver, R., Μερικά χαρακτηριστικά των ιδεών των παιδιών και οι συνέπειές τους για τη διδασκαλία, στο *Οι ιδέες των παιδιών στις φυσικές επιστήμες*, Driver, R., Guesne, E., Tiberghien, A., Εκδ. Ένωση Ελλήνων Φυσικών – Τροχαλία, Αθήνα, 1985.
- [15]. Taber, K.S, Chemical Misconceptions: Prevention, Diagnosis, and Cure: Volume I: Theoretical Background, The Royal Society of Chemistry, London 2002.
- [16]. Barke, H., Hazari, A., Yitbarek, S., Misconceptions in Chemistry, Addressing Perceptions in Chemical Education, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2009.
- [17]. Barker, V., Beyond Appearances: Students' misconceptions about basic chemical ideas, 2nd Edition, School of Education, Durham University, UK. Self-published., 2004.
- [18]. Griffiths, A., Preston, K, Grade-12 Students' Misconceptions Relating to Fundamental Characteristics of Atoms and Molecules, Journal of Research in Science Teaching, 29 (1992) 611-628.
- [19]. Lee, O., Eichinger, D., Anderson, C., Berkheimer, G., Blakeslee, T., Changing Middle School Students' Conceptions of Matter and Molecules, Journal of Research in Science Teaching, 30 (1993) 249-270.
- [20]. De Vos, W., Verdonk, A.H., The particulate nature of matter in science education and in science, Journal of Research in Science Teaching, 33 (1996) 657-664.

- [21]. Nussbaum, J., Η Σωματιδιακή Φύση της Ύλης στην Αέρια Κατάσταση, στο *Οι ιδέες των παιδιών στις φυσικές επιστήμες*, Driver, R., Guesne, E., Tiberghien, A., εκδ., Ένωση Ελλήνων Φυσικών – Τροχαλία, Αθήνα, 1985.
- [22]. Novick, S., Nussbaum, J., Pupils' understanding of the particulate nature of matter: A cross age study, *Science Education*, 65, 2 (1981) 187-196.
- [23]. Horton, C., Student Alternative Conceptions in Chemistry, (Originally: Student Misconceptions and Preconceptions in Chemistry), Worcester, MA 01602, with other members of the Modeling Instruction in High School Chemistry Action Research Teams at Arizona State University: June 2001, August 2002 and August 2004.
- [24]. Peterson, R., Treagust D., Garnett, P., Identification of secondary students' misconceptions of covalent bonding and structure concepts using a diagnostic instrument, *Research In Science Education*, 16 (1986) 40-48.
- [25]. Ozmen, H., Some Student Misconceptions in Chemistry: A Literature Review of Chemical Bonding, *Journal of Science Education and Technology*, 13, 2 (2004).
- [26]. Levy-Nahum, T., Hofstein, A., Mamlok-Naaman, R., Bar-Dov, Z., Can final examinations amplify students' misconceptions in chemistry? *Chemistry education: research and practice*, 5, 3 (2004) 301-325.
- [27]. Treagusta, D., Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science, *International Journal of Science Education*, 10, 2 (1988) 159-169.
- [28]. Osborne, R.J., Gilbert, J.K., A technique for exploring the students' view of the world. *Physics Education*, 50 (1980) 376-379.
- [29]. Watts, M., Exploring pupils' alternative frameworks using the interview-about instances method. *Proceedings of the International Workshop on Problems Concerning Students' Representation of Physics and Chemistry Knowledge*, Ludwigsburg, West Germany, (1981) 365-386.

- [30]. Mitchell, I.J., Gunstone, G.F., Some student conceptions brought to the study of stoichiometry. *Research in Science Education*, 14 (1984) 78-88.
- [31]. Linke, R.D., Venz, M.I., Misconceptions in physical science among non-science background students. *Research in Science Education*, 8 (1978) 183-193.
- [32]. Helm, H., Misconceptions in physics amongst South African students. *Physics Education*, 15 (1980) 92-105.
- [33]. Trembath, R.J., Detecting and classifying the origins of science misconceptions. In C.J. Bethal (ed.), *Research and Curriculum Development in Science Education. 4: Curriculum Evaluation, Classroom Methodology and Theoretical Models*. University of Texas Centennial Science Education Center monograph, 1984.
- [34]. Halloun, I.A., Hestenes, D., The initial knowledge state of college physics students. *American Journal of Physics*, 53 (1985) 1043-1055.
- [35]. Tobin, K. G. and Capie, W., The development and validation of a group test of logical thinking. *Educational and Psychological Measurement*, 11 (1981) 413-423.
- [36]. Gorard, S., Huat See, B., The impact of socio-economic status on participation and attainment in science, *Studies in Science Education*, 45 (2009) 93-129.
- [37]. Herrnstein, R., Murray, C. (1994). *The bell curve*. New York: Simon and Schuster
Loury, L. (1995). Letter to the editor. *Commentary*, 100, 2.
- [38]. Fischer, C., Hout, M., Jankowski, M., Lucas, S., Swidler, A., Vos, K. *Inequality by design: Cracking the bell curve myth*. Princeton, NJ: Princeton University Press., 1996.
- [39]. Schmidt, H.J., Students' Misconceptions - Looking for a Pattern, *Science Education*, 81 (1997) 123-135.
- [40]. Ben-Zvi, R., Eylon B., Silberstein J., Is an atom of copper malleable?, *Journal of Chemical Education*, 63 (1986) 64-66.

- [41]. Boo, H.K., Students' understanding of chemical bonds and the energetic of chemical reactions, *Journal of Research in Science Teaching*, 35 (1998) 569–581.
- [42]. Taber, K.S., Development of student understanding: A case study of stability and lability in cognitive structure, *Research in Science and Technological Education*, 13 (1995) 89–99.
- [43]. Taber, K.S., Student understanding of ionic bonding: Molecular versus electrostatic framework?, *School Science Review*, 78 (1997) 85–95.
- [44]. Barker, V., Students' reasoning about basic chemical thermodynamics and chemical bonding: What changes occur during a context-based post-16 chemistry course?, *International Journal of Science Education*, 22 (2000) 1171–1200.
- [45]. Bunce, D.M., Gabe, D., Differential Effects on the Achievements of Males and Females of Teaching the Particulate Nature of Chemistry, *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 10 (2002) 911-927.
- [46]. Ramsden, J.M., Mission impossible?: Can anything be done about attitudes to science?, *International Journal of Science Education*, 20, 2 (1998) 125-137.
- [47]. Nakhleh, M.B. & Mitchell, R.C. (1993). Concept learning vs. problem solving. *Journal of Chemical Education*, 70, 190–192.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Τα σχολεία που συμμετείχαν στην έρευνα αναλυτικά:

Σχολείο	Πλήθος μαθητών	Β' τάξη	Γ' τάξη	Αγόρια	Κορίτσια
12 ^ο ΓΕΛ Θεσσαλονίκης	45	26	16	31	14
18 ^ο ΓΕΛ Θεσσαλονίκης	157	74	83	62	95
28 ^ο ΓΕΛ Θεσσαλονίκης	124	59	65	18	47
30 ^ο ΓΕΛ Θεσσαλονίκης	83	69	14	40	43
Πειραματικό ΠΑΜΑΚ	51	51	-	23	28
Πειραματικό ΑΠΘ	83	41	42	37	46
Αμερικάνικο Κολλέγιο Ανατόλια	119	108	11	53	66
2 ^ο ΓΕΛ Φλώρινας	141	110	31	63	78
1 ^ο ΓΕΛ Φλώρινας	113	63	50	50	63
1 ^ο και 2 ^ο ΓΕΛ Κιλκίς	128	68	60	51	77
ΓΕΛ Κομοτηνής	73	45	28	34	39
ΓΕΛ Φιλώτα - Ν. Φλωρίνης	29	11	18	20	9
ΓΕΛ Νέα Μάδυτος -Ν. Θεσ/νίκης	35	32	3	20	15
2 ^ο ΓΕΛ Κουφαλίων-Ν. Θεσ/νίκης	33	22	11	11	22
ΓΕΛ Λαγκαδίκια-Ν. Θεσ/νίκης	42	24	18	15	27
ΓΕΛ Αγ. Γεωργίου Ασπροβάλτας	21	13	8	20	1
ΓΕΛ Κασσάνδρας - Ν.Χαλκιδικής	41	41	-	14	27
ΓΕΛ Αμυνταίου	69	50	19	25	44
ΕΠΑΛ Αμυνταίου	39	39	-	23	16
Διαπολιτισμικό	53	41	12	23	30
Ιεροσπουδαστικό	120	68	52	57	63
Μουσικό λύκειο Αμυνταίου	14	6	8	8	6
Σύνολα	1613	1069	540	725	887

To excel

Μετά την αξιολόγηση των ερωτηματολογίων και την απόρριψη από το δείγμα όσων δεν πληρούσαν τις προϋποθέσεις, δημιουργήθηκε ένα αρχείο excel με τις απαντήσεις των μαθητών. Σε κάθε κελί του πίνακα σημειώθηκε ο αριθμός 1 αν ο μαθητής είχε επιλέξει την συγκεκριμένη απάντηση και μηδέν αν ο μαθητής δεν την είχε επιλέξει.

Στην επόμενη σελίδα δίνεται ως παράδειγμα το excel για το μουσικό σχολείο Αμυνταίου.

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ
ΤΜΗΜΑ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

Οδηγίες
για τη διδασκαλία της
και τη διδασκαλία των μαθημάτων
στο Γυμνάσιο και στο Γενικό Λύκειο
κατά το σχολικό έτος 2010-2011
Τεύχος Γ΄

Ωρολόγιο Πρόγραμμα
Θρησκευτικά
Φυσική - Χημεία - Βιοχημεία - Βιολογία - Αρχές Περιβαλλοντικών
Επιστημών - Γεωγραφία - Στοιχεία Αστρονομίας & Διαστημικής -
Ιστορία των Επιστημών & της Τεχνολογίας - Στατιστική
Ξένες Γλώσσες
Φυσική Αγωγή
Αισθητική Αγωγή (Εικαστικά- Μουσική -Στοιχεία Θεατρολογίας)
Ιστορία της Τέχνης
Σχεδίο (Ελεύθερο - Γραμμικό - Τεχνικό - Αρχιτεκτονικό)
Οικιακή Οικονομία
Αρχές Οικονομίας - Αρχές Οικονομικής Θεωρίας - Αρχές Λογιστικής
Κοινωνιολογία
Εισαγωγή στο Δίκαιο και τους Πολιτικούς Θεσμούς
Κοινωνική και Πολιτική Αγωγή
Ιστορία των Κοινωνικών Επιστημών
Αρχές Οργάνωσης και Διοίκησης Επιχειρήσεων
Πληροφορική
Ηλεκτρολογία
Βιομηχανική Παραγωγή και Ενέργεια
Τεχνολογία
Τεχνολογία των Επικοινωνιών - Τεχνολογία Α΄ Λυκείου
Στοιχεία Γεωπονίας και Αγροτικής Ανάπτυξης
Τεχνολογία και Ανάπτυξη
Διαχείριση Φυσικών Πόρων
ΣΕΠ
Ψυχολογία

ΠΑΡΤΗΡΗΜΑ

- I. Οδηγίες για την εφαρμογή Προγραμμάτων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης στο Γυμνάσιο και στο Γενικό Λύκειο.
- II. Οδηγίες για την εφαρμογή Προγραμμάτων Αγωγής Υγείας στο Γυμνάσιο και στο Γενικό Λύκειο.

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ - ΑΘΗΝΑ

B. ΛΥΚΕΙΟ

ΟΔΗΓΙΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

Α΄ ΤΑΞΗ ΕΝΙΑΙΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ (2 ώρες την εβδομάδα, καθ' όλη τη διάρκεια του έτους).

Θα διδαχθεί το βιβλίο «Χημεία» Α΄ Λυκείου των Λιοδάκη Σ., Γάκη Δ., Θεοδωρόπουλου Δ., Θεοδωρόπουλου Π. και Κάλλη Α.

Το βιβλίο συνοδεύεται από Εργαστηριακό οδηγό για το μαθητή, Τετράδιο Εργαστηριακών Ασκήσεων, Εποπτικό υλικό και Βιβλίο για τον καθηγητή, στο οποίο αναγράφονται αναλυτικά οδηγίες για τη διδασκαλία του μαθήματος.

Από το ανωτέρω εκπαιδευτικό υλικό να διδαχθούν:

- Κεφάλαιο 1: Βασικές έννοιες.
- Κεφάλαιο 2: Περιοδικός πίνακας – Δεσμοί.
- Κεφάλαιο 3: Οξέα – Βάσεις – Οξειδία – Άλατα.
- Κεφάλαιο 4: Στοιχειομετρία.
- Κεφάλαιο 5: Πυρηνική Χημεία.

Εργαστηριακές ασκήσεις:

1. Χημικά φαινόμενα.
2. Παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα διάλυσης.
3. Πυροχημική ανίχνευση μετάλλων.
4. Ηλεκτρική αγωγιμότητα διαλυμάτων ηλεκτρολυτών.
5. Εύρεση pH διαλυμάτων με χρήση δεικτών και πεχαμέτρου*.
6. Χημικές αντιδράσεις και ποιοτική ανάλυση ιόντων.
7. Παρασκευή διαλύματος ορισμένης συγκέντρωσης – Αραίωση διαλυμάτων.

* Στα σχολεία που διαθέτουν πεχάμετρο.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Δεν αποτελούν εξεταστέα όλα τα ένθετα του Βιβλίου «Χημεία» Α΄ Λυκείου, με τίτλο: «Γνωρίζεις ότι...» των σελίδων: 23, 24, 25, 67, 68, 110, 155, 156, 182 και 183.

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΗΣ ΥΛΗΣ ΣΕ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΩΡΕΣ (δ.ω.)

1η δ.ω.: Εισαγωγή, Με τι ασχολείται η Χημεία. Ποια η σημασία της Χημείας στη ζωή μας. Μετρήσεις, μονάδες μέτρησης. Το διεθνές σύστημα μονάδων (SI). Σελ. 3-7.

- 2η δ.ω.: Γνωρίσματα της ύλης. Μάζα και βάρος, όγκος, πυκνότητα. Σελ. 7-10.
- 3η δ.ω.: Δομικά σωματίδια της ύλης. Άτομα – μόρια – ιόντα. Σελ. 10-12.
- 4η δ.ω.: Δομή του ατόμου. Ατομικός αριθμός – μαζικός αριθμός – ισότοπα. Σελ. 13-15.
- 5η δ.ω.: Χημικά φαινόμενα και Καταστάσεις της ύλης – Ιδιότητες της ύλης – Φυσικά και χημικά φαινόμενα. Σελ. 15-17.
- 1η εργαστηριακή άσκηση. Πείραμα 1: Χημικά φαινόμενα. Σελ. 29-32 του Εργαστηριακού Οδηγού.
- Παρατήρηση: Η προσθήκη του διαλύματος HNO_3 στο Cu να γίνει από το διδάσκοντα το μάθημα και οπωσδήποτε εντός του απαγωγού αερίων.
- 6η δ.ω.: Ταξινόμηση της ύλης. Καθαρές ουσίες και μίγματα. Στοιχεία και χημικές ενώσεις. Ομογενή και ετερογενή μίγματα. Σελ. 18-20.
- 7η δ.ω.: Γενικά για τα διαλύματα. Περιεκτικότητες διαλυμάτων. Εκφράσεις περιεκτικότητας. Σελ. 20-21.
- 8η & 9η δ.ω.: Διαλυτότητα. Σελ. 22.
- 2η εργαστηριακή άσκηση. Πείραμα 2: Παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα διάλυσης. Σελ. 33-36 του Εργαστηριακού Οδηγού.
- 10η δ.ω.: Περιοδικός πίνακας – δεσμοί: Εισαγωγή, Ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων. Σελ. 43-46.
- 11η δ.ω.: Κατάταξη των στοιχείων. Χρησιμότητα του Περιοδικού Πίνακα. Σελ. 47-50.
- 12η δ.ω.: Τι είναι ο χημικός δεσμός; Πότε και γιατί δημιουργείται; Παράγοντες που καθορίζουν τη χημική συμπεριφορά των ατόμων. Ηλεκτρόνια σθένους. Ατομική ακτίνα (το μέγεθος του ατόμου). Σελ. 52-54.
- 13η δ.ω.: Είδη χημικών δεσμών. Ιοντικός ή ετεροπολικός δεσμός. Χαρακτηριστικά ιοντικών ή ετεροπολικών ενώσεων. Σελ. 54-58.
- 14η δ.ω.: Ομοιοπολικός δεσμός. Χαρακτηριστικά ομοιοπολικών ή μοριακών ενώσεων. Σελ. 58-61.
- 15η δ.ω.: Η γλώσσα της χημείας. Εισαγωγή. Χημικά σύμβολα, το αλφαβητάρι της χημείας. Χημικοί τύποι ενώσεων, το λεξιλόγιο της χημείας. Σελ. 62-64.
- 16η δ.ω.: Γραφή μοριακών τύπων ανόργανων χημικών ενώσεων. Ονοματολογία ανόργανων χημικών ενώσεων. Σελ. 65-66.
- 17η δ.ω.: 3η εργαστηριακή άσκηση. Πείραμα 3: Πυροχημική ανίχνευση μετάλλων. Σελ. 37-40 του Εργαστηριακού Οδηγού.
- Παρατήρηση: Το πείραμα να γίνει υπό μορφή επίδειξης στο εργαστήριο από το διδάσκοντα το μάθημα.
- 18η δ.ω.: Οξέα, βάσεις, οξείδια, άλατα. Εισαγωγή. Θεωρία ηλεκτρολυτικής διάστασης. Σελ. 83-84.
- 4η εργαστηριακή άσκηση. Πείραμα 4: Ηλεκτρική αγωγιμότητα διαλυμάτων ηλεκτρολυτών. Σελ. 41-45 του Εργαστηριακού Οδηγού.
- 19η δ.ω.: Ορισμός, Ονοματολογία, Ταξινόμηση οξέων και βάσεων. Σελ. 84-87.