



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ

**Ενδομοριακοί και διαμοριακοί δεσμοί:
Ιεραρχίες μάθησης στην βιβλιογραφία της
Γενικής Χημείας και στην προσέγγιση των
καταστάσεων της ύλης (SOMA). Αξιολόγηση
των ερωτήσεων των αντίστοιχων κεφαλαίων.**



ΠΑΠΠΑ Θ. ΕΛΕΝΗ
MED ΧΗΜΙΚΟΣ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

2015



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ

**Ενδομοριακοί και διαμοριακοί δεσμοί:
Ιεραρχίες μάθησης στην βιβλιογραφία της
Γενικής Χημείας και στην προσέγγιση των
καταστάσεων της ύλης (SOMA). Αξιολόγηση
των ερωτήσεων των αντίστοιχων κεφαλαίων.**

1

ΠΑΠΠΑ Θ. ΕΛΕΝΗ
MED ΧΗΜΙΚΟΣ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ
2015

αφιερωμένη στον γιο μου Δημήτρη

2

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

1. Τσαπαρλής Γεώργιος (Επιβλέπων), Καθηγητής Χημείας, Φυσικοχημεία.
2. Μελισσάς Βασίλειος, Αναπληρωτής καθηγητής Χημείας, Φυσικοχημεία.
3. Κώτσης Κωνσταντίνος, Καθηγητής Παιδαγωγικό Δημοτικής Εκπαίδευσης.

ΕΠΤΑΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

1. Γαρούφης Αχιλλέας, καθηγητής του τμήματος Χημείας.
2. Κώτσης Κωνσταντίνος, Καθηγητής Παιδαγωγικό Δημοτικής Εκπαίδευσης.
3. Μαλανδρινός Γεράσιμος, αναπληρωτής καθηγητής του τμήματος Χημείας.
4. Μελισσάς Βασίλειος, Αναπληρωτής καθηγητής Χημείας, Φυσικοχημεία.
5. Πλακίτση Αικατερίνη, αναπληρώτρια καθηγήτρια στο Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.
6. Σταμοβλάσης Δημήτριος, επίκουρος καθηγητής στο τμήμα Φιλοσοφίας και Παιδαγωγικής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.
7. Τσαπαρλής Γεώργιος (Επιβλέπων), Καθηγητής Χημείας, Φυσικοχημεία.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η Διδακτορική διατριβή πραγματοποιήθηκε στο Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, το χρονικό διάστημα 2009-2014, υπό την επίβλεψη και καθοδήγηση του Καθηγητή Διδακτικής Φυσικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, κ. Τσαπαρλή Γεώργιο. Ευχαριστώ θερμότατα όλους όσους συνέβαλλαν στην πραγματοποίηση της εργασίας αυτής.

Ιδιαίτερα ευχαριστώ τον καθηγητή κ. **Τσαπαρλή Γεώργιο** για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, για τις πολύτιμες συμβουλές και τις πολύ ωραίες ιδέες που μου προσέφερε κατά τη διάρκεια της εργασίας, τις πολύ εποικοδομητικές συζητήσεις μας για τον πολύτιμο χρόνο του, που επανειλημμένως, μου αφιέρωσε και για την ηθική βοήθεια και συμπαράσταση που μου προσέφερε καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας.

Ευχαριστώ πολύ τον αναπληρωτή καθηγητή του Χημικού Τμήματος του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων κ. **Μελισσά Βασίλειο** και τον Καθηγητή του Παιδαγωγικού Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων κ. **Κώτση Κωνσταντίνο**, για το χρόνο που μου αφιέρωσαν, για τις εύστοχες παρατηρήσεις τους και τις συμβουλές τους.

Παππά Ελένη

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο : Χημικός δεσμός	13
1.1. Εισαγωγή.....	13
1.2. Η διδασκαλία της έννοιας του χημικού δεσμού.....	14
1.3. Παραδοσιακή διδασκαλία των χημικών δεσμών.....	15
1.4. Προσέγγιση Hofstein.....	20
1.5. Η παρούσα διατριβή.....	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο	
Διδακτικές ιεραρχίες στη διεθνή Βιβλιογραφία Γενικής	
Χημείας στο κεφάλαιο του Χημικού δεσμού	29
2.1. Σημαντικοί όροι στο κεφάλαιο του χημικού δεσμού.....	29
2.2. Αξιολόγηση διεθνούς βιβλιογραφίας Γενικής Χημείας.....	29
2.3. Συγκριτική ανάλυση βιβλίων –Συμπεράσματα αξιολόγηση.....	84
2.4. Γραφήματα αξιολόγησης.....	98
2.5. Συμπεράσματα.....	110
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο : Η δομή Οργάνωσης της γνώσης.....	112
3.1. Η μοντελοποίηση στη διδασκαλία και τη μάθηση.....	112
3.2. Η μοντελοποίηση στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών.....	114
3.3. Μαθαίνοντας με μοντέλα.....	117
3.4. Η οργάνωση της γνώσης σε Πανεπιστημιακά βιβλία.....	118

3.5. Χάρτες εννοιών.....	120
3.6. Τα βασικά στοιχεία στην μελέτη του χημικού δεσμού.....	124
3.7. Σύνδεσμοι βασικών στοιχείων.....	132
3.8. Αξιολόγηση βιβλίων.....	135
3.9. Συγκριτικά αποτελέσματα συνδέσμων για κάθε κατηγορία δεσμού.....	170
3.10. Γενικά συμπεράσματα αξιολόγησης.....	175
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο :	
Η αξιολόγηση των ερωτήσεων στη χημική βιβλιογραφία.....	177
4.1. Η σημασία των ερωτήσεων στη διδασκαλία και την αξιολόγηση.....	177
4.2. Οι ερωτήσεις στη διδακτική πράξη.....	179
4.3. Ταξινομήσεις ερωτήσεων.....	181
4.4. Είδη ερωτήσεων στα πανεπιστημιακά βιβλία.....	185
4.5. Μέθοδος ερευνητικής εργασίας	187
4.6. Αποτελέσματα αξιολόγησης.....	193
4.7. Συμπεράσματα.....	250
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο :Αξιολόγηση ερωτηματολογίων στο κεφάλαιο του χημικού δεσμού-Δημόσια δευτεροβάθμια εκπαίδευση...252	
5.1.Σκοπός έρευνας.....	252
5.2.Στοιχεία έρευνας.....	252
5.3. Αξιολόγηση Α΄ Μέρους Ερωτηματολογίου.....	254
5.4. Αξιολόγηση β΄ μέρους ερωτηματολογίου.....	265
5.5. Στατιστική ανάλυση: Περίπτωση σχολείων δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στα οποία πραγματοποιήθηκε διδακτική	

παρέμβαση.....	284

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο :

Αξιολόγηση ερωτηματολογίων στο κεφάλαιο του χημικού δεσμού- Ιδιωτική δευτεροβάθμια και πανεπιστημιακή εκπαίδευση.....	298

6.1. Αποτελέσματα αξιολόγησης α ' μέρους ερωτηματολογίου.....	298

6.2. Αποτελέσματα αξιολόγησης β μέρους ερωτηματολογίου.....	308

6.3.

Συμπεράσματα.....	320

6.4. Στατιστική ανάλυση: Περίπτωση ιδιωτικού σχολείου και πανεπιστημιακών τμημάτων στα οποία δεν έγινε παρέμβαση.....	322

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο :

Διδακτική παρέμβαση στη διδασκαλία του χημικού δεσμού και αξιολόγηση ερωτηματολογίων στη δημόσια δευτεροβάθμια εκπαίδευση.....	352

7.1.Σκοπός και στοιχεία της έρευνας.....	352

7.2. Α' Μέρος Ερωτηματολογίου.....	354

7.3. Συμπεράσματα αξιολόγησης Α ' Μέρους ερωτηματολογίου.....	364

7.4. Β' Μέρος Ερωτηματολογίου.....	372

7.5. Συμπεράσματα αξιολόγησης Β ' Μέρους ερωτηματολογίου.....	373

7.6. Τελικά συμπεράσματα.....	392

7.7.Στατιστική ανάλυση: Περίπτωση σχολείων δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στα οποία πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση...	401

8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	421
8.1. Α Μέρος εργασίας: Διδακτικές ιεραρχίες στη διεθνή βιβλιογραφία Γενικής Χημείας για το κεφάλαιο του Χημικού δεσμού.....	421
8.2. Β Μέρος εργασίας: Η δομή οργάνωσης της γνώσης στα πανεπιστημιακά βιβλία Χημείας.....	421
8.3. Γ μέρος εργασίας:	
Αξιολόγηση ερωτήσεων σε πανεπιστημιακά βιβλία Χημείας.....	422
8.4. Δ Μέρος εργασίας: Διδακτική παρέμβαση.....	423
8.5. Συζήτηση.....	425
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α : Διδακτική παρέμβαση.....	427
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β : Ερωτηματολόγιο	441
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	446

Περίληψη

Ο Χημικός δεσμός είναι μία από τις βασικές έννοιες της Χημείας. Η διδασκαλία πολλών εννοιών της Χημείας, που διδάσκονται στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση αλλά και στο Πανεπιστήμιο, συνδέεται άμεσα από την κατανόηση πρωταρχικών εννοιών που συνδέονται με την έννοια του χημικού δεσμού. Παρ' όλα αυτά, η έννοιά του χαρακτηρίζεται από τους εκπαιδευτές και τους εκπαιδευόμενους σαν μια δύσκολη έννοια, η οποία διδασκόμενη με τον παραδοσιακό τρόπο οδηγεί τους εκπαιδευόμενους να αποκτούν παρανοήσεις. Πολλές από αυτές τις παρανοήσεις είναι αποτέλεσμα υπεραπλουστεύσεων συγκεκριμένων μοντέλων που χρησιμοποιούνται στα εκπαιδευτικά συγγράμματα, λόγω της παραδοσιακής παιδαγωγικής που ακολουθείται. Προβλήματα εντοπίζονται στην ορολογία που χρησιμοποιείται κατά την διδασκαλία του χημικού δεσμού στα εκπαιδευτικά συγγράμματα αλλά και στην αξιολόγηση των εκπαιδευομένων. Η παραδοσιακή παιδαγωγική μέθοδος δημιουργεί παρανοήσεις στους εκπαιδευόμενους γιατί από τη μία παρουσιάζει μια κάπως περιορισμένη και μερικές φορές λανθασμένη εικόνα των θεμάτων που συνδέονται με τον χημικό δεσμό και από την άλλη η αξιολόγηση των εκπαιδευομένων τις περισσότερες φορές δεν ελέγχει την κατανόηση της γνώσης και την μεταγνώση, αλλά την απομνημόνευση στοιχείων της θεωρίας και απλές εφαρμογές αυτής. Τα εγχειρίδια είναι συχνά η κυριότερη πηγή γνώσης στην επιστημονική εκπαίδευση, προβάλλοντας στους καθηγητές και στους μαθητές την επιστημονική γνώση αλλά και το πώς οργανώνεται αυτή.

Α Μέρος Εργασίας –Διδακτικές ιεραρχίες στη διεθνή βιβλιογραφία Γενικής χημείας

Στη συγκεκριμένη μελέτη, αξιολογήθηκε ο τρόπος παρουσίασης των χημικών δεσμών σε 19 βιβλία Γενικής Χημείας πανεπιστημιακά και μη. Η αξιολόγηση συμπεριλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:

α. Περιγραφή και μελέτη του τρόπου παρουσίασης του Χημικού δεσμού των αντίστοιχων κεφαλαίων για το κάθε βιβλίο ξεχωριστά και β. η σύγκριση συνολικά όλων των βιβλίων μαζί, βάση 11 συγκεκριμένων σημείων: Την σειρά αναφοράς των ενδομοριακών δεσμών, την θέση και τον τρόπο παρουσίασης των διαμοριακών δεσμών, το σημείο παρουσίασης των φυσικών καταστάσεων και τη σύνδεσή τους ή όχι με τα είδη του χημικού δεσμού, την αναφορά ή όχι του μεταλλικού δεσμού, το εάν αναφέρεται ή όχι ο ημιπολικός δεσμός, το εάν αναφέρεται η ύπαρξη συνέχειας μεταξύ των δεσμών, τον τρόπο περιγραφής της ηλεκτραρνητικότητας και της πολικότητας των δεσμών, την αναφορά στον κανόνα της οκτάδας, το εάν παρουσιάζονται τα ενεργειακά διαγράμματα του ιοντικού και του ομοιοπολικού δεσμού, την αναφορά στην κρυσταλλική και στη μοριακή δομή του ιοντικού και του ομοιοπολικού δεσμού αντίστοιχα., την αναφορά στις δυνάμεις Coulomb, στην ηλεκτροστατική φύση και στις δομές Lewis και τέλος την αναφορά στις ιδιότητες των ουσιών: ενέργεια ιοντισμού, ηλεκτραρνητική συγγένεια και ενέργεια πλέγματος . Στη συνέχεια ακολούθησε γ. σύγκριση των αποτελεσμάτων της μελέτης μας σε σχέση με τα συμπεράσματα των Nahum, Mamlok-Naaman, Hofstein, and Kronik στην εργασία τους με τίτλο: A new ‘bottom-up’ framework for teaching chemical bonding .

Β Μέρος Εργασίας-Η δομή οργάνωσης της γνώσης

Στο δεύτερο τμήμα της εργασίας αναγνωρίστηκαν σε συγκεκριμένα Πανεπιστημιακά βιβλία τα βασικά στοιχεία του εκάστοτε κεφαλαίου του «Χημικού Δεσμού», οι σύνδεσμοι που οργανώνουν την συγκεκριμένη γνώση και παρουσιάστηκαν οι δομές οργάνωσης της γνώσης για το κεφάλαιο του Χημικού δεσμού σε κάθε πανεπιστημιακό βιβλίο με τη βοήθεια χαρτών εννοιών. Τα βασικά στοιχεία που μελετήθηκαν είναι οι νόμοι (πειραματικοί νόμοι που περιγράφονται από ποσοτική σχέση ή μπορούν να προέλθουν από συγκεκριμένη θεωρία) , οι αρχές(υψηλότερου επιπέδου, γενικότεροι νόμοι) αλλά και οι έννοιες (εργαλεία που δομούν τη γνώση και περιγράφουν βασικές

ιδιότητες) που χρησιμοποιήθηκαν κατά την παρουσίαση του Χημικού δεσμού.

Γ Μέρος Εργασίας –Αξιολόγηση ερωτήσεων βάση του παιδαγωγικού τους ρόλου και της μορφής τους

Δεδομένου ότι οι φοιτητές χρησιμοποιούν τα πανεπιστημιακά τους εγχειρίδια με στόχο την κατανόηση και μάθηση συγκροτημένου σώματος νέων πληροφοριών και εννοιών, εξετάστηκε στη παρούσα εργασία κατά πόσο κάτι τέτοιο είναι εφικτό. Ένας τρόπος για να ελέγξει κανείς κατά πόσο τα βιβλία αυτά πετυχαίνουν τον σκοπό τους, είναι αναλύοντας τις ερωτήσεις αξιολόγησης που έχουν αυτά. Στη συγκεκριμένη εργασία μελετήθηκαν οι ερωτήσεις που εμπεριέχονται σε 14 πανεπιστημιακά βιβλία στα αντίστοιχα κεφάλαια του χημικού δεσμού. Η μελέτη, λοιπόν, σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε προκειμένου: α) να καταγράψει σε τι βαθμό οι ερωτήσεις των πανεπιστημιακών εγχειριδίων Γενικής Χημείας, αξιολογούν διάφορα είδη γνώσεων και δεξιοτήτων συμπεριλαμβανομένης και της μεταγνώσης β) ποιες νοητικές διεργασίες πρέπει να ακολουθήσει ο φοιτητής έτσι ώστε να απαντήσει και γ) να συγκρίνει τα βιβλία αυτά ως προς τα είδη των ερωτήσεων τους και τον σκοπό που επιτυγχάνουν. Με δεδομένους λοιπόν τους στόχους και τις δεξιότητες που επιδιώκει η Χημεία αλλά και με αυτά που αναφέρουν στη βιβλιογραφία οι Ματσαγγούρας, Raphael και Κουλουμπάριτση, χρησιμοποιήθηκε σαν μέθοδο αξιολόγησης των ερωτήσεων, το εργαλείο που προτείνεται στην ερευνητική εργασία διπλώματος ειδίκευσης « **Παππά Ε., Αξιολόγηση των Ερωτήσεων στα Σχολικά βιβλία Χημείας και μελέτη του παιδαγωγικού τους ρόλου**» που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού προγράμματος: Διδακτική της Χημείας και Νέες Εκπαιδευτικές Τεχνολογίες.

Δ Μέρος εργασίας-Διδακτική παρέμβαση στη διδασκαλία του Χημικού δεσμού και αξιολόγηση με χρήση ερωτηματολογίων

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε την σχολική χρονιά 2012-2013 σε τρία δημόσια και ένα ιδιωτικό λύκειο , αλλά και σε δύο πανεπιστημιακά τμήματα α΄ έτους με βασικό τους μάθημα την χημεία. Η ερευνητική διαδικασία πραγματοποιήθηκε σε δύο κύκλους. Στον α΄ κύκλο δεν πραγματοποιήθηκε παρέμβαση στη διδασκαλία του κεφαλαίου του χημικού δεσμού. Αφού οι

εκπαιδευτικοί ολοκλήρωσαν την διδασκαλία τους ανεπηρέαστοι, δόθηκαν ερωτηματολόγια τα οποία συμπληρώθηκαν από τους εκπαιδευόμενους. Στον β' κύκλο, πραγματοποιήθηκε παρέμβαση σε δύο σχολεία Δ.Ε. Κάθε σχολείο είχε ομάδα ελέγχου στην οποία διδάχτηκε το κεφάλαιο του χημικού δεσμού αποκλειστικά χρησιμοποιώντας το σχολικό βιβλίο και μία πειραματικά ομάδα, στην οποία ο χημικός δεσμός και τα είδη του διδάχτηκαν από αποκλειστικά από πρότυπη διδακτική παρέμβαση, η οποία δόθηκε στους εκπαιδευτικούς. Στη συνέχεια, δόθηκαν τα ίδια ερωτηματολόγια με τον α' κύκλο και στις δύο ομάδες.

Ο σκοπός του ερωτηματολογίου ήταν να αξιολογήσει την δυνατότητα των μαθητών που φοιτούν στην α' τάξη Λυκείου, αλλά και φοιτητών σε πανεπιστημιακά τμήματα στο α' έτος σπουδών με βασικό μάθημα τη Χημεία :

- α. Να κατατάξουν βασικά στοιχεία (έννοιες, νόμους και αρχές) ανάλογα με το εάν χρησιμοποιούνται ή όχι κατά την περιγραφή του χημικού δεσμού αλλά και για ποιο είδος,
- β. Να σχηματίσουν προτάσεις χρησιμοποιώντας κάποιο από τα βασικά στοιχεία που τους έχουν ήδη δοθεί.
- γ. Να αξιολογήσουν προτάσεις χαρακτηρίζοντάς αυτές σαν σωστές ή λάθος και δικαιολογώντας την απάντησή τους
- δ. Να αναφέρουν τις δυσκολίες που αντιμετώπισαν κατά την διδασκαλία και μελέτη του κεφαλαίου του χημικού δεσμού.

Τέλος σκοπός ήταν να εντοπιστούν τυχόν ελλείψεις στο σχολικό βιβλίο και πιθανή ανάγκη εμπλουτισμού του εγχειριδίου που χρησιμοποιείται στα σχολεία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο :

Χημικός δεσμός

1.1. Εισαγωγή

Υπάρχει μια ευρέως διαδεδομένη άποψη στην επιστημονική κοινότητα, ότι η ουσιαστική μάθηση είναι μια διαδικασία κατά την οποία οι εκπαιδευόμενοι συγκεντρώνουν, οργανώνουν και επεξεργάζονται ενεργά πληροφορίες τις οποίες μετατρέπουν σε γνώση (Salomon 2000). Οι Bransford, Brown and Cocking(2000) προτείνουν ότι η ενεργή μάθηση απαιτεί από τους μαθητές να διαβάζουν, να γράφουν, να συζητούν και να λύνουν προβλήματα όσο και να συμμετέχουν σε υψηλού επιπέδου εργασίες όπως ανάλυσης, σύνθεσης και αξιολόγησης. Ο εκπαιδευτικός εποικοδομητισμός δίνει έμφαση στον εκπαιδευόμενο, παρά στον εκπαιδευτή. Οι μαθητές έχουν ευθύνη για την μαθησιακή διαδικασία (Brooks & Brooks ,1993). Στις εποικοδομητικές μαθησιακές θεωρίες υποστηρίζεται ότι οι μαθητές χρησιμοποιούν ιδέες και δομούν τη γνώση ήδη στο μυαλό τους έτσι ώστε να επεξηγήσουν τις εμπειρίες τους (Hofstein, Frailich, Kesner, 2008).

13

Οι δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές στην κατανόηση του χημικού δεσμού , έχουν γίνει αντικείμενο πολλών ερευνών. Βάσει της βιβλιογραφίας, η αφαιρετική έννοια του χημικού δεσμού θεωρείται από καθηγητές, μαθητές και συγγραφείς βιβλίων Χημείας ως μια πολύ δυσκολονόητη και σύνθετη έννοια (Gabel 1996, Levy, Nahum, Hofstein, Mamlok-Naaman & Bar –Dov 2004, Taber 2002). Πιο συγκεκριμένα, η ατομική δομή, η κατάσταση της ύλης, το μόριο και ο χημικός δεσμός θεωρούνται αφηρημένες έννοιες. Οι παρανοήσεις των μαθητών που αφορούν τις συγκεκριμένες έννοιες οφείλονται στο γεγονός ότι οι μαθητές ζουν και ενεργούν σε ένα μακροσκοπικό κόσμο, με αποτέλεσμα να δυσκολεύονται να ακολουθήσουν μεταβολές μεταξύ μακροσκοπικών και μικροσκοπικών επιπέδων (Gabel 1996, Harrison & Treagust 2000). Αποτέλεσμα αυτού, είναι να δομούν μόνοι τους εναλλακτικές έννοιες και μη επιστημονικά νοητικά μοντέλα (Taber 2002). Ο χημικός δεσμός είναι μία έννοια η οποία για να γίνει κατανοητή, απαιτεί τη χρησιμοποίηση μοντέλων μέσα από τα οποία οι

μαθητές αναμένεται να εξηγήσουν μία σειρά ανόμοιων συμβολικών αναπαραστάσεων (Taber & Coll 2002). Πολλοί καθηγητές χρησιμοποιούν μοντέλα ώστε να βοηθήσουν τους μαθητές να κατανοήσουν την έννοια, με αποτέλεσμα αρκετές φορές να δημιουργούνται νέα προβλήματα λόγω λανθασμένης χρήσης των μοντέλων και λόγω έλλειψης συζήτησης για τον περιορισμό των μοντέλων. (Justi & Gilbert 2002, Lynetta & Hofstein 1991).

Ο χημικός δεσμός είναι μία από τις βασικές έννοιες της Χημείας. Η διδασκαλία πολλών εννοιών της Χημείας, που διδάσκονται στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση αλλά και στο Πανεπιστήμιο, συνδέεται άμεσα από την κατανόηση πρωταρχικών εννοιών που συνδέονται με την έννοια του χημικού δεσμού. Παρ' όλα αυτά, η έννοιά του χαρακτηρίζεται από τους εκπαιδευτές και τους εκπαιδευόμενους σαν μια δύσκολη έννοια, η οποία διδασκόμενη με τον παραδοσιακό τρόπο οδηγεί τους εκπαιδευόμενους να αποκτούν παρανοήσεις. Πολλές από αυτές τις παρανοήσεις είναι αποτέλεσμα υπεραπλουστεύσεων συγκεκριμένων μοντέλων που χρησιμοποιούνται στα εκπαιδευτικά συγγράμματα, λόγω της παραδοσιακής παιδαγωγικής που ακολουθείται. Προβλήματα εντοπίζονται στην ορολογία που χρησιμοποιείται κατά την διδασκαλία του χημικού δεσμού στα εκπαιδευτικά συγγράμματα αλλά και στην αξιολόγηση των εκπαιδευομένων. Η παραδοσιακή παιδαγωγική μέθοδος δημιουργεί παρανοήσεις στους εκπαιδευόμενους γιατί από τη μία παρουσιάζει μια κάπως περιορισμένη και μερικές φορές λανθασμένη εικόνα των θεμάτων που συνδέονται με τον χημικό δεσμό και από την άλλη ο τρόπος που διδάσκεται το θέμα επηρεάζεται από τις αποτιμήσεις των επιτευγμάτων των εκπαιδευομένων (Nahum, Mamlok-Naaman, Hofstein, Taber, 2010).

1.2. Η διδασκαλία της έννοιας του χημικού δεσμού

Στη διδακτική των φυσικών επιστημών, οι έννοιες πρέπει να παρουσιάζονται με τέτοιους τρόπους ώστε από τη μία να αποτελούν αυθεντικές παρουσιάσεις των επιστημονικών θεμάτων αλλά συγχρόνως τόσο απλούς ώστε να γίνονται κατανοητοί από τους εκπαιδευόμενους. Δεν υπάρχει

αμφιβολία ότι ο χημικός δεσμός είναι μία από τις έννοιες κλειδιά στη Χημεία και από τις πιο θεμελιώδεις (Taber & Coll 2002).

Οι έννοιες που σχετίζονται με το χημικό δεσμό και τη δομή, όπως είναι οι ομοιοπολικοί δεσμοί, τα μόρια, τα ιόντα, τα γιγάντια μόρια και οι δεσμοί υδρογόνου είναι πολύ αφηρημένες. Για να κατανοήσουν πλήρως οι εκπαιδευόμενοι αυτές τις έννοιες θα πρέπει να είναι εξοικειωμένοι με μαθηματικές και φυσικές έννοιες και κανόνες οι οποίοι συνδέονται με τις έννοιες του δεσμού, όπως είναι το τροχιακό, η ηλεκτραρνητικότητα, οι ηλεκτρονιακές απώσεις, η πολικότητα και ο νόμος Coulomb. Επίσης μαθαίνοντας για το χημικό δεσμό, δίνεται η δυνατότητα στον εκπαιδευόμενο να κάνει προβλέψεις και να δίνει εξηγήσεις για φυσικές και χημικές ιδιότητες (Nahum, Mamlok-Naaman, Hofstein, Taber, 2010).

1.3 .Παραδοσιακή διδασκαλία των χημικών δεσμών.

15

1.3.1. Δυσκολίες στην παραδοσιακή διδασκαλία

Στην τυπική διδασκαλία, σύμφωνα με τον Hofstein και τους συνεργάτες του (Hofstein A., Nahum T.L., Mamlok-Naaman R., 2008), χρησιμοποιούνται συνήθως τέσσερις γενικές κατηγορίες μελέτης δεσμών, με βάση μακροσκοπικές φυσικές ιδιότητες (σ.τ, σ.ζ κ.λπ.): ιοντικός, ομοιοπολικός, μοριακός και μεταλλικός (Sproul 2001 & Hurst 2002). Ο χημικός δεσμός για κάθε κατηγορία συζητείται και χρησιμοποιείται με σκοπό να εκλογικεύσει τις ιδιότητες κάθε κατηγορίας. Μέσα από τα διαφορετικά είδη, οι δεσμοί παρουσιάζονται σαν ξεχωριστές οντότητες που πηγάζουν από διαφορετικά είδη μοντέλων χημικών δεσμών.

Εν μέρει, ο χημικός δεσμός παρουσιάζεται με τον παραπάνω τρόπο έκφρασης για ιστορικούς λόγους (Hurst 2002). Πράγματι, η χημεία αναπτύχθηκε συγκεντρώνοντας περιεκτικά σχήματα από εμπειρικές παρατηρήσεις και με το να αποπειράται να βρει τάξη στο σύνολο των παρατηρήσεων μέσα από διάφορα σχήματα ταξινόμησης. Τα μοντέλα των δεσμών αποτελούν αποτελέσματα, συχνά αρκετά επιτυχημένα, αυτής της προσπάθειας. Όμως η

ιστορική ματιά δεν είναι πάντα και η πιο παιδαγωγική. Ένας άλλος λόγος για την εξάπλωση της χρήσης της παραδοσιακής προσέγγισης είναι το ότι παρέχει συγκεκριμένες κατευθύνσεις που κάνουν πιο κατανοητές τις οδηγίες, με αποτέλεσμα να παρέχουν ένα αίσθημα σιγουριάς για τους φοιτητές. Επίσης επιτρέπει μια αποδοτική αξιολογική διαδικασία βασισμένη σε συγκεκριμένες απαντήσεις καλώς ορισμένων ερωτήσεων.

Όμως αυτά τα αποτελέσματα, που δεν περιέχονται απαραίτητα στους απόλυτους μαθησιακούς στόχους, επιτυγχάνονται για χάρη μιας γενικότερης απλοποίησης και μιας γενίκευσης που έχει αποδειχτεί ότι προκαλούν εμπόδια για την παιδαγωγική μάθηση (Hurst 2002, Henderleiter, Smart, Anderson, Elian, 2001).

1.3.1.1. Προβλήματα παραδοσιακής διδασκαλίας.

✚ Η παρουσίαση κάθε τύπου δεσμού σαν ξεχωριστή οντότητα που ανήκει σε μια ειδικευμένη κατηγορία δεν επιτυγχάνει την κατανόηση των χημικών δεσμών. Θα πρέπει να αναφερθεί η ανάγκη μιας ενιαιοποιημένης διδασκαλίας όλων των χημικών δεσμών βάσει βασικών αρχών.

✚ Η υπερβολική έμφαση στις τέσσερις 'ιδεατές' κατηγορίες δρα παραπλανητικά και μπορεί κυριολεκτικά να εμποδίσει την πρόοδο της μάθησης. Γνωρίζουμε πλέον πως πολλές ομάδες μοντέρνων υλικών δεν μπορούν να ενταχθούν σε κάποια από τις προαναφερόμενες κατηγορίες (Hofstein, Nahum, Mamlok-Naaman, 2008).

16

1.3.1.2. Παραδείγματα εμποδίων κατά την παραδοσιακή προσέγγιση

Ιοντικός δεσμός

Σε πολλές μελέτες ο ιοντικός δεσμός αναφέρεται ως η μεταφορά ηλεκτρονίων μεταξύ ξεχωριστών ατόμων (Taber 1998, 1997, Taber & Coll 2002). Πολλοί μαθητές θεωρούν πως το κάθε ιόν στο πλέγμα σχηματίζει μόνο ένα δεσμό και ο δεσμός αυτός υπάρχει μόνο μεταξύ ιόντων στα οποία έχει πραγματοποιηθεί μεταφορά ηλεκτρονίων (Taber 1998, 1997, Taber & Coll 2002). Η τελευταία άποψη είναι ένα παράδειγμα εναλλακτικής ιδέας που παρουσιάζεται και στην πανεπιστημιακή εκπαίδευση αλλά και σε καθηγητές

χημείας που θεωρούν την άποψη αυτή σαν αποδεκτό μοντέλο για τον ιοντικό δεσμό (Oversby 1996). Επίσης οι φοιτητές δεν δίνουν ιδιαίτερη σημασία στις ηλεκτροστατικές αλληλεπιδράσεις ανάμεσα σε ιόντα ιοντικών ουσιών και ιοντικών πλεγμάτων (Taber 1998, 1997, Taber & Coll 2002). Πολλοί μαθητές περιγράφουν δύο τύπους δεσμών σε ένα ιοντικό πλέγμα, τους ιοντικούς δεσμούς μεταξύ των ζευγών ιόντων και απλές δυνάμεις μεταξύ τους (Taber 1994). Άλλες εναλλακτικές ιδέες, που εντοπίζονται σε πολλές εργασίες, αναφέρονται στο ότι τα ιοντικά πλέγματα ή οι ιοντικές ενώσεις σχηματίζονται από ξεχωριστά μόρια ή ότι τα ζεύγη ιόντων είναι τα μόρια των ιοντικών ουσιών (Barker & Miller 2000, Taber 1997, Taber & Coll 2002, Taber, Tsaparlis Nakiboglu 2012).

Ομοιοπολικός δεσμός

Το μοντέλο του ομοιοπολικού δεσμού περιγράφεται σαν ένα ζεύγος ηλεκτρονίων το οποίο διαμοιράζεται μεταξύ δύο ατόμων. Έτσι οι μαθητές ταυτίζουν τον δεσμό με το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων και δυσκολεύονται να επεκταθούν στην μελέτη του δεσμού (Taber & Watts 2000, Taber 2001). Ο ανθρωπομορφικός όρος “συνεισφορά ηλεκτρονίων” μπορεί να οδηγήσει τους μαθητές, παίρνοντάς τον κυριολεκτικά, να πιστέψουν πως αν ο ομοιοπολικός δεσμός διασπαστεί, τα ηλεκτρόνια θα επιστρέψουν το κάθε ένα στο άτομο το οποίο άνηκε (Taber 1998). Επίσης οι Coll & Treagust αναφέρουν πως πολύ συχνά χρησιμοποιείται ο κανόνας της οκτάδας για την περιγραφή του δεσμού. Όσον αφορά τον πολικό ομοιοπολικό δεσμό, οι Harrison & Treagust (1996) αναφέρουν πως έννοιες όπως πολικότητα δεσμού, σχήμα μορίων και πολικότητα μορίων δυσκολεύουν τους μαθητές να τις κατανοήσουν. Οι Peterson & Treagust (1989) αναφέρουν πως οι μαθητές συνδέουν την πολικότητα με τον αριθμό των ηλεκτρονίων σθένους των ατόμων που συμμετέχουν στο δεσμό και πως οι μη πολικές ενώσεις σχηματίζονται από άτομα με παρόμοιες ηλεκτραρνητικότητες.

Μεταλλικός δεσμός

Πολλοί μαθητές αναφέρουν πως οι δεσμοί που εντοπίζονται στα μέταλλα είναι ιοντικοί ή ομοιοπολικοί (Taber 2003) ή ότι δεν εντοπίζονται δεσμοί στα

μέταλλα (Taber 2001) ή ότι εντοπίζονται δεσμοί αλλά όχι κανονικοί χημικοί δεσμοί (Taber 2001) ή ότι ο μεταλλικός δεσμός αποτελεί παραλλαγή του ιοντικού ή του ομοιοπολικού δεσμού (Taber & Coll 2002). Ακόμη και όταν διδαχτούν το μοντέλο του μεταλλικού δεσμού, οι μαθητές δεν κατανοούν τη σχέση μεταξύ ηλεκτρικού ρεύματος και ηλεκτρονίων. Αν και το 1/3 των εγχειριδίων εξηγούν την σταθερότητα του μεταλλικού πλέγματος από τα κατιόντα και το σύννεφο των ηλεκτρονίων που δρουν αμοιβαία, οι μαθητές δεν μπορούν να εξηγήσουν γιατί στα μέταλλα παρουσιάζονται ισχυρές ελκτικές δυνάμεις μεταξύ των σωματιδίων τους. Δεν μπορούν να εξηγήσουν γιατί τα άτομα των μετάλλων δεν απωθούνται όταν χάνουν τα ηλεκτρόνια σθένους τους (de Posada 1997) και πιστεύουν πως το ηλεκτρικό ρεύμα οφείλεται στα μεταλλικά κατιόντα (de Posada 1997). Επίσης πολλοί μαθητές θεωρούν ότι τα μέταλλα είναι μοριακά (de Posada 1997, Taber 2003) ή ότι ιόντα είναι παρόντα στις μεταλλικές δομές. Τέλος χαρακτηριστική είναι η δυσκολία κατανόησης της μεταφοράς "θάλασσα ηλεκτρονίων" που χρησιμοποιείται για την περιγραφή του μεταλλικού δεσμού.

Ομοιοπολικός- ιοντικός δεσμός

Τυπικά, οι ομοιοπολικοί και οι ιοντικοί χημικοί δεσμοί παρουσιάζονται διχοτομημένοι σαν δεσμοί που διαμοιράζουν και δεσμοί που μεταφέρουν ηλεκτρόνια. Όμως στα ετεροατομικά συστήματα ο δεσμός περιγράφεται καλύτερα με χρήση μιας ομοιοπολικής-ιοντικής κλίμακας (Sproul 2001, Nahum, Mamlok-Naaman, Hofstein, Krajcik 2007, Taber & Coll 2002). Οι δεσμοί είναι καθαρά ομοιοπολικοί όταν εμφανίζονται μεταξύ δύο ομοίων ατόμων, αλλά καθαρά ιοντικός δεσμός στην ουσία δεν υπάρχει. Η παρουσίαση της παραπάνω διχοτομημένης προσέγγισης εμποδίζει την κατανόηση μιας πιο πολύπλοκης κλίμακας.

Ηλεκτραρνητικότητα-Πολικότητα δεσμών

Κατά την παραδοσιακή προσέγγιση, η πολικότητα του δεσμού συνδέεται άμεσα με τον ομοιοπολικό δεσμό σαν παραδοσιακό χαρακτηριστικό (Hurst 2002, Taber & Coll 2002). Η σημαντική έννοια της ηλεκτραρνητικότητας παρουσιάζεται μόνο στα πλαίσια των πολικών ομοιοπολικών δεσμών και όχι

σαν αναπόσπαστο κομμάτι της πολικότητας των δεσμών (Weinhold, Landis, 2005). Οι διαφορές των ηλεκτρικών δυναμικών μεταξύ των ατόμων χρησιμοποιούνται για να χαρακτηρίσουν τα συστατικά σαν ιοντικά ή ομοιοπολικά. Εν τούτοις, οι ηλεκτρικές διαφορές δεν είναι το απόλυτο κριτήριο για την πρόβλεψη του τύπου των δεσμών (Sproul 2001). Πράγματι, περιπτώσεις δεσμών μεταξύ ατόμων με μεγάλη διαφορά ηλεκτρικότητας υποδηλώνουν πειραματικά μια ομοιοπολική φύση παρ' όλα όσα ξέρουμε (Woicik, Nelson, Kronik, Jain, Chelikowsky, Heskett, Berman, Herman 2007).

Κανόνας των οκτάδων

Επειδή είναι πολύ εύκολο για κάποιον να φανταστεί και να εφαρμόσει τον κανόνα των οκτάδων, πολλές φορές παρουσιάζεται σαν απαραίτητη προϋπόθεση για ένα "σωστό" δεσμό. Έτσι οι φοιτητές υιοθετούν μια ανθρωπόμορφη αντίληψη ατόμων που "θέλουν" να αποκτήσουν οκτάδες ή πλήρεις εξωτερικές στιβάδες και ότι οι χημικές αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα επιτρέπουν στα άτομα να πραγματοποιήσουν αυτή την επιθυμία τους (Taber 1998). Αυτή η κατάσταση όμως προκαλεί δυσκολίες στους φοιτητές στο να αποδεχτούν οποιοδήποτε δεσμό που δεν επεξηγείται από τον κανόνα των οκτάδων όπως οι δεσμοί υδρογόνου ή μεταβατικοί μεταλλικοί δεσμοί που δεν οδηγούν σε οκτάδες (Weinhold, Landis 2005). Φυσικά ο κανόνας των οκτάδων είναι μια επιτυχημένη κατευθυντήρια οδηγία και έτσι θα παραμείνει. Εν τούτοις δεν πρέπει να αποτελεί επεξήγηση του τρόπου δημιουργίας των δεσμών. Γι' αυτό μια υπερτονισμένη εργασία πάνω στον κανόνα των οκτάδων μπορεί να εμποδίσει μια πιο υψηλού επιπέδου μάθηση (Hurst 2002, Taber & Coll 2002).

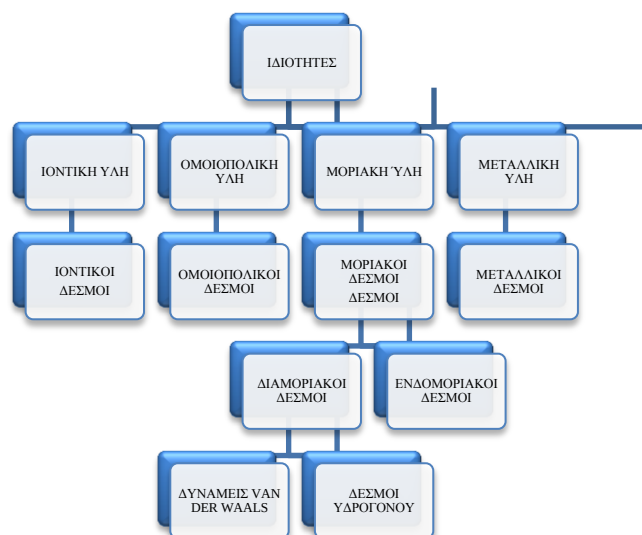
Δεσμοί Van der Waals

Στα περισσότερα εγχειρίδια, οι ομοιοπολικοί και οι ιοντικοί δεσμοί περιγράφονται σαν 'πραγματικοί' χημικοί δεσμοί ενώ οι δεσμοί H και οι δεσμοί Van der Waals παρουσιάζονται απλά σαν δεσμοί-δυνάμεις (Taber 1998).. Αν και η σύγκριση της ισχύος των δεσμών είναι πολύ σημαντική, δεν

πρέπει να ξεχνάμε πως ακόμη και αυτές οι "ασθενείς" δυνάμεις πραγματοποιούν δεσμούς μεταξύ χημικών μονάδων με σημαντικές συνέπειες (Nahum, Mamlok-Naaman, Hofstein 2007, Taber & Coll 2002). Έτσι θα ήταν προτιμότερη και επιστημονικά ορθότερη μια συνεχής κλίμακα στη διδασκαλία των δεσμών.

1.4. Βιβλιογραφικές προσεγγίσεις για τη διδασκαλία του χημικού δεσμού

Ο Hofstein και οι συνεργάτες του (Hofstein A., Nahum L. T., Mamlok-Naaman R., Kronik L., 2008), εντοπίζουν τα προβλήματα που παρουσιάζονται παραπάνω στην παραδοσιακή διδασκαλία των χημικών δεσμών, ενώ περιγράφει τον τρόπο διδασκαλίας χρησιμοποιώντας το παρακάτω σχήμα:



Η πρόταση των Hofstein και συνεργατών, αποτελεί μια ενοποιημένη μελέτη των χημικών δεσμών, ενδομοριακών και διαμοριακών, η οποία περιγράφεται παρακάτω:

1^ο Βήμα: Ατομο- Θεμελιώδεις αρχές

Περιγραφή ενός ατόμου: α) Τα άτομα είναι οι προφανείς δομικές μονάδες για όλα τα χημικά συστήματα. β) Είναι ένα κατάλληλο σημείο να εισαχθούν δύο αρχές οι οποίες είναι το κλειδί για την συζήτηση που ακολουθεί, ο νόμος του Coulomb και την κυματική φύση – εξίσωση του ηλεκτρονίου.

Ο νόμος Coulomb είναι κεντρικός για την χημεία γιατί οι ηλεκτρικές αλληλεπιδράσεις υπερισχύουν όλων των επιδράσεων και σε έκταση και σε ενεργειακή κλίμακα όσον αφορά τη χημεία. Όμως ο νόμος του Coulomb δεν είναι προφανώς αρκετός γιατί η θεωρία των κβάντων μας λέει ότι η εικόνα ενός ηλεκτρονίου που περιστρέφεται σε τροχιά γύρω από έναν πυρήνα δεν μοιάζει με την τροχιά του φεγγαριού γύρω από τη γη λόγω μιας ελκτικής δύναμης. Αντίθετα πρέπει να κατανοήσουμε τον κυματικό του χαρακτήρα. Πρέπει να απομακρυνθούμε από την αναλογία της κίνησης του ηλεκτρονίου με την κίνηση μιας μπάλας μπιλιάρδου. Αντίθετα πρέπει να εξηγήσουμε ότι τα ηλεκτρόνια των ατόμων περιγράφονται με τη μορφή ενός ασαφούς αρνητικά φορτισμένου ηλεκτρονιακού νέφους γύρω από τον πυρήνα το οποίο καλούμε τροχιακό. Η εξήγηση αυτή πραγματοποιείται με χρήση κατάλληλων πειραμάτων, ενώ για τις μεγαλύτερες τάξεις μπορούν να εισαχθούν οι έννοιες των στιβάδων, υποστιβάδων όπως και των ηλεκτρονίων σθένους. Στη συζήτηση για το άτομο μπορεί επίσης να εισαχθεί η έννοια του ηλεκτρονιακού Spin και την αρχή απροσδιοριστίας του Heisenberg σε ένα περιγραφικό επίπεδο.

2^ο Βήμα: Ο χημικός δεσμός

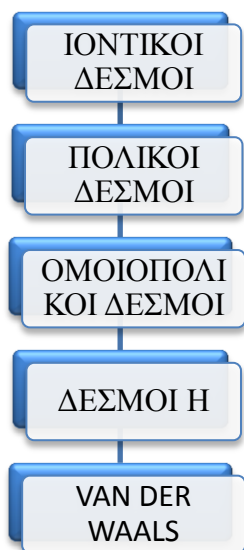
Τι κάνει πραγματικά τα άτομα να σχηματίζουν χημικούς δεσμούς;

Πρέπει να πεισθούν οι φοιτητές ότι δεν υπάρχει τίποτα μυστηριώδες όσον αφορά τον χημικό δεσμό. Αντίθετα ξεκινάμε από την εισαγωγή(ή την υπενθύμιση βασιζόμενοι στο υπόβαθρο της φυσικής) της αρχής της ελάχιστης ενέργειας, της δύναμης Coulomb και της μεταξύ τους σχέσης.

Πρέπει να κατανοηθεί ότι οι πυρήνες συγκρατούνται λόγω της έλξης ηλεκτρονίου-πυρήνα, γεγονός που είναι μια απλή εφαρμογή του νόμου Coulomb. Μια κρίσιμη αρχή είναι ότι η σταθερότητα συνδέεται άμεσα με την ελάχιστη ενέργεια. Όταν αυτό γίνει κατανοητό, όλοι οι χημικοί δεσμοί κάθε

τύπου μπορούν να αιτιολογηθούν με χρήση της ανάγκης επίτευξης μιας κάποιας ενεργειακής σταθερότητας.

Βήμα 3^ο : Δεσμοί –Μια συνεχόμενη προσέγγιση



↑αύξηση ισχύος δεσμών

Αφού στο στάδιο 3 έχει κατανοηθεί η ομοιότητα των δεσμών και τα κοινά τους χαρακτηριστικά , τώρα μπορεί να αιτιολογηθούν κάποιες διακριτές κατηγορίες . Ο ιοντικός είναι ο δεσμός του οποίου η ύπαρξη μπορεί πιο εύκολα να αιτιολογηθεί. Αναφέρεται πως είναι το αποτέλεσμα μεταφοράς ηλεκτρονίων, δημιουργίας ενός κατιόντος και ενός ανιόντος τα οποία τελικά έλκονται μεταξύ τους(μια προφανής συνέπεια του νόμου του Coulomb). Οι ακέραιοι (καθαροί) ομοιοπολικοί αριθμοί (π.χ. H_2 , Li_2) αιτιολογούνται με το να αναφερθεί κανείς στην έννοια του ηλεκτρονιακού ζεύγους λόγω ηλεκτρονιακής συνεισφοράς και στην επικάλυψη τροχιακών.

Η φύση όμως των περισσότερων δεσμών είναι εν μέρη ιοντικού και εν μέρη ομοιοπολικού χαρακτήρα, με αποτέλεσμα να παρουσιάζουν πολικότητα. Αρωγοί στην ενεργειακή σταθερότητα αποτελούν η διαδικασίες μεταφοράς και συνεισφοράς ηλεκτρονίων. Αυτή η συνεχής σειρά των δεσμών συνδέεται άμεσα με μια συνεχή σειρά ισχύος δεσμών. Αυτή η σειρά ακολουθεί τον Pauling ο οποίος αναγνώρισε ότι οι δεσμοί ετεροατόμων έχουν μεγαλύτερη ενέργεια δεσμών από τους αντίστοιχους ομοατόμων. Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι η ισχύς των δεσμών δεν είναι μόνο παράγοντας της

ιοντικότητας αλλά και παράγοντας της ατομικής ακτίνας κ.α. Η έννοια της ηλεκτραρνητικότητας μπορεί να εισαχθεί σαν ένας τρόπος ποσοτικοποίησης της ιοντικής-ομοιοπολικής ισορροπίας.

Στη συνέχεια μπορεί να αναφερθεί κανείς στους δεσμούς υδρογόνου, για να εξηγηθεί η έλξη μεταξύ μερικώς δραστικών φορτίων(ενός θετικού, του υδρογόνου που είναι ενωμένο σε ένα άτομο με ένα αρνητικού συνήθως ένα πολύ ηλεκτραρνητικό άτομο ή αρνητικά φορτισμένο συγκρότημα ατόμων με μεγάλη ηλεκτραρνητικότητα).

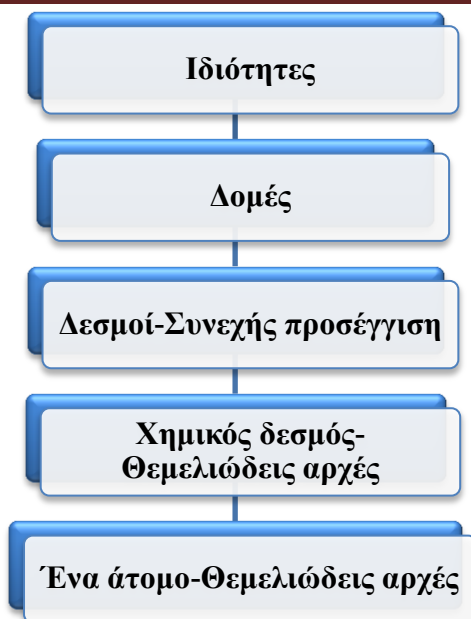
Τέλος παρουσιάζονται οι δεσμοί Van der Waals μέσω διατομικών μορίων. Το διμερές του He_2 , ένας μεγάλου μήκους αλλά μικρής ισχύος δεσμού, είναι ένα καλό παράδειγμα για να εισαχθούν οι αντιδράσεις των διπόλων, οι οποίες μπορούν να εξηγηθούν σαν λογικά συνέπεια του νόμου του Coulomb. Εδώ είναι πιο εύκολο να πείσεις τον μαθητή ότι ο ομοιοπολικός δεσμός δεν μπορεί να εξηγήσει τον συγκεκριμένο δεσμό γιατί δεν υπάρχει στοιχειώδης επικάλυψη τροχιακών, λόγω των συμπληρωμένων στιβάδων του He. Στο τέλος, παρατηρούνται οι διαμοριακές αντιδράσεις μεταξύ διμερών, π.χ. του ICl και του Br_2 και παρουσιάζονται οι αντιδράσεις διπόλου-διπόλου.

Βήμα 4^ο : Δομές

Το σθένος είναι μία έννοια πολύ σημαντική. Η ατομική στιβάδα σθένους και οι περιοδικές ιδιότητες μπορούν να συζητηθούν. Μέσα από το σθένος, τα διαγράμματα Lewis μπορούν να εξηγηθούν και ο κανόνας των 8 μπορεί έπειτα να παρουσιαστεί σαν ένας οδηγός για την παρουσίαση των ηλεκτρονιακών ζευγών. Περιγράφονται οι δομές Lewis και VSPR και αναφέρονται χαρακτηριστικά παραδείγματα δομών για κάθε είδος δεσμού.

Βήμα 5^ο: Ιδιότητες

Στο σημείο αυτό πρέπει να πραγματοποιηθεί μια αναλυτική συζήτηση για τη σύνδεση μεταξύ δεσμού, δομής και ιδιοτήτων. Σύνδεση με μακροσκοπικές ιδιότητες.



Αποτέλεσμα σύνδεσης μεταξύ διδακτικής πρότασης Hofstein και τυπικής διδασκαλίας

Η διδακτική αυτή πρόταση (Hofstein A., 2008) ξεπερνά μια χαρακτηριστική δυσκολία της τυπικής διδασκαλίας, με το να αφαιρεί τις διαχωριστικές γραμμές μεταξύ των διαφορετικών τύπων δεσμών. Αντί αυτού, η ποικιλία των δεσμών παρουσιάζεται από μια συνεχόμενη οπτική ματιά.

Τα πέντε στάδια βοηθούν στο να ξεπεραστεί η διχοτομημένη ταξινόμηση χωρίς να πέσουμε στην παγίδα μιας υπερ-γενίκευσης και μιας υπερ-απλούστευσης. Το πιο σημαντικό είναι ότι α) προλαμβάνει παιδαγωγικές δυσκολίες για περαιτέρω μελέτη και β) επιτυγχάνει την κατανόηση ότι τα μοριακά είδη και τα σενάρια δεσμού που τα σχολικά εγχειρίδια περιγράφουν σαν εξαιρέσεις μπορούν να εξηγηθούν λογικά από τον μικρό αριθμό αρχών που χρησιμοποιείται για να εξηγηθούν και οι κανονικές υποθέσεις μοριακών ειδών και δεσμών.

Άλλες βιβλιογραφικές αναφορές στο κεφάλαιο του δεσμού

Οι Treagust & Harkirat (Treagusta & Harkirat, 2014), εντοπίζουν και αυτοί στην εργασία τους με τίτλο: Prospective pedagogy for teaching chemical bonding for smart and sustainable learning, δυσκολία στην διδασκαλία των χημικών δεσμών. Τα βασικότερα προβλήματα που καταγράφονται από την εργασία όσον αφορά την διδασκαλία του χημικού δεσμού είναι τα εξής: 1.

Αρχικά εντοπίζεται πρόβλημα στη σειρά διδασκαλίας των δεσμών με τον ιοντικό δεσμό να διδάσκεται πρώτος, στη συνέχεια ο μη πολικός και έπειτα ο πολικός ομοιοπολικός δεσμός. Ο τρόπος αυτός διδασκαλίας δεν υποστηρίζει, όπως αναφέρεται στην εργασία, μία αποτελεσματική κατανόηση της διδασκαλίας.² Οι μαθητές διδάσκονται ότι τα είδη των δεσμών είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους και πως δεν υπάρχει καμία σχέση μεταξύ τους. ³ Η ηλεκτραρνητικότητα χρησιμοποιείται κυρίως για να περιγράψει τον πολικό ομοιοπολικό δεσμό και όχι τα άλλα είδη δεσμού.⁴ Δεν περιγράφεται κανένας μηχανισμός που να υποστηρίζει την μεταφορά ηλεκτρονίων από το ένα άτομο στο άλλο στον ιοντικό δεσμό. Οι συγγραφείς της συγκεκριμένης εργασίας πιστεύουν πως η διδασκαλία των δεσμών πρέπει να γίνει σε τρία στάδια: 1. Αρχικά να διδάσκεται ο ομοιοπολικός δεσμός, ο πολικός ομοιοπολικός δεσμός και στη συνέχεια ο ιοντικός δεσμός. 2. Στη συνέχεια να διδάσκονται οι δεσμοί πλεγμάτων όπως είναι τα μέταλλα και οι κρύσταλλοι και 3. Οι διαμοριακοί και οι ενδομοριακοί δεσμοί.

Η σειρά αυτή διδασκαλίας περιγράφει μία συνέχεια στη διδασκαλία των δεσμών, από την ισοδύναμη συνεισφορά ηλεκτρονίων στον μη πολικό ομοιοπολικό δεσμό στην ακραία περίπτωση της μη ισοδύναμης συνεισφοράς στον ιοντικό δεσμό. Οι καθηγητές θα πρέπει να τονίζουν ότι η ισοδύναμη συνεισφορά ηλεκτρονίων πραγματοποιείται όταν η ηλεκτραρνητικότητα των δύο ατόμων που σχηματίζουν τον δεσμό είναι ίδια ή σχεδόν ίδια. Καθώς η διαφορά ηλεκτραρνητικότητας αυξάνεται, διαφοροποιείται η συνεισφορά ηλεκτρονίων με αποτέλεσμα η μεγάλη διαφορά ηλεκτραρνητικότητας να οδηγεί στη μη συνεισφορά ηλεκτρονίων αλλά στην μεταφορά από το λιγότερο στο περισσότερο ηλεκτραρνητικό άτομο και τον σχηματισμό έτσι του ιοντικού δεσμού.

Στην εργασία των Salah, Dumon (Salah, Dumon 2014), αναφέρεται ότι το κεφάλαιο των δεσμών χαρακτηρίζεται από ασύνδετη γνώση βασισμένη στις δομές Lewis και τα μοριακά μοντέλα. Πολλές έρευνες έχουν καταδείξει πως οι μαθητές όλων των επιπέδων της χημείας, βρίσκουν τα μοριακά μοντέλα σαν το πιο δύσκολο αντικείμενο να μελετήσει κανένας.

1.5. Η παρούσα διατριβή

Η παρούσα διατριβή έχει ως στόχο να αξιολογήσει πανεπιστημιακά βιβλία χημείας αλλά και εγχειρίδια χημείας δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, α. ως προς την παρουσίαση του κεφαλαίου του χημικού δεσμού και β. τις ερωτήσεις των αντίστοιχων κεφαλαίων, αλλά και να παρέμβει με μία διδακτική πρόταση για τον τρόπο παρουσίασης των δεσμών η οποία αξιολογήθηκε με ερωτηματολόγια.

Πιο αναλυτικά η εργασία αποτελείται από τέσσερα πεδία έρευνας. Η αξιολόγηση συμπεριλάμβανε τα παρακάτω στάδια:

α. Περιγραφή και μελέτη του τρόπου παρουσίασης του Χημικού δεσμού των αντίστοιχων κεφαλαίων για το κάθε βιβλίο ξεχωριστά και β. η σύγκριση συνολικά όλων των βιβλίων μαζί, βάση 11 συγκεκριμένων σημείων: Την σειρά αναφοράς των ενδομοριακών δεσμών, την θέση και τον τρόπο παρουσίασης των διαμοριακών δεσμών, το σημείο παρουσίασης των φυσικών καταστάσεων και τη σύνδεσή τους ή όχι με τα είδη του χημικού δεσμού, την αναφορά ή όχι του μεταλλικού δεσμού, το εάν αναφέρεται ή όχι ο ημιπολικός δεσμός, το εάν αναφέρεται η ύπαρξη συνέχειας μεταξύ των δεσμών, τον τρόπο περιγραφής της ηλεκτραρνητικότητας και της πολικότητας των δεσμών, την αναφορά στον κανόνα της οκτάδας, το εάν παρουσιάζονται τα ενεργειακά διαγράμματα του ιοντικού και του ομοιοπολικού δεσμού, την αναφορά στην κρυσταλλική και στη μοριακή δομή του ιοντικού και του ομοιοπολικού δεσμού αντίστοιχα., την αναφορά στις δυνάμεις Coulomb, στην ηλεκτροστατική φύση και στις δομές Lewis και τέλος την αναφορά στις ιδιότητες των ουσιών: ενέργεια ιοντισμού, ηλεκτραρνητική συγγένεια και ενέργεια πλέγματος . Στη συνέχεια ακολούθησε γ. σύγκριση των αποτελεσμάτων της μελέτης μας σε σχέση με τα συμπεράσματα των Nahum, Mamlok-Naaman, Hofstein, and Kronik στην εργασία τους με τίτλο: A new ‘bottom-up’ framework for teaching chemical bonding .

Στο δεύτερο τμήμα της εργασίας αναγνωρίστηκαν σε συγκεκριμένα Πανεπιστημιακά βιβλία τα βασικά στοιχεία του εκάστοτε κεφαλαίου του

«Χημικού Δεσμού», οι σύνδεσμοι που οργανώνουν την συγκεκριμένη γνώση και παρουσιάστηκαν οι δομές οργάνωσης της γνώσης για το κεφάλαιο του Χημικού δεσμού σε κάθε πανεπιστημιακό βιβλίο με τη βοήθεια χαρτών εννοιών. Τα βασικά στοιχεία που μελετήθηκαν είναι οι νόμοι (πειραματικοί νόμοι που περιγράφονται από ποσοτική σχέση ή μπορούν να προέλθουν από συγκεκριμένη θεωρία) , οι αρχές(υψηλότερου επιπέδου, γενικότεροι νόμοι) αλλά και οι έννοιες (εργαλεία που δομούν τη γνώση και περιγράφουν βασικές ιδιότητες) που χρησιμοποιήθηκαν κατά την παρουσίαση του Χημικού δεσμού.

Δεδομένου ότι οι φοιτητές χρησιμοποιούν τα πανεπιστημιακά τους εγχειρίδια με στόχο την κατανόηση και μάθηση συγκροτημένου σώματος νέων πληροφοριών και εννοιών, εξετάστηκε στη παρούσα εργασία κατά πόσο κάτι τέτοιο είναι εφικτό. Ένας τρόπος για να ελέγξει κανείς κατά πόσο τα βιβλία αυτά πετυχαίνουν τον σκοπό τους, είναι αναλύοντας τις ερωτήσεις αξιολόγησης που έχουν αυτά. Στη συγκεκριμένη εργασία μελετήθηκαν οι ερωτήσεις που εμπεριέχονται σε 14 πανεπιστημιακά βιβλία στα αντίστοιχα κεφάλαια του χημικού δεσμού. Η μελέτη, λοιπόν, σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε προκειμένου: α) να καταγράψει σε τι βαθμό οι ερωτήσεις των πανεπιστημιακών εγχειριδίων Γενικής Χημείας, αξιολογούν διάφορα είδη γνώσεων και δεξιοτήτων συμπεριλαμβανομένης και της μεταγνώσης β) ποιες νοητικές διεργασίες πρέπει να ακολουθήσει ο φοιτητής έτσι ώστε να απαντήσει και γ) να συγκρίνει τα βιβλία αυτά ως προς τα είδη των ερωτήσεών τους και τον σκοπό που επιτυγχάνουν. Με δεδομένους λοιπόν τους στόχους και τις δεξιότητες που επιδιώκει η Χημεία αλλά και με αυτά που αναφέρουν στη βιβλιογραφία οι Ματσαγγούρας, Raphael και Κουλουμπαρίτση, χρησιμοποιήθηκε σαν μέθοδο αξιολόγησης των ερωτήσεων, το εργαλείο που προτείνεται στην ερευνητική εργασία διπλώματος ειδίκευσης « Παππά Ε., Αξιολόγηση των Ερωτήσεων στα Σχολικά βιβλία Χημείας και μελέτη του παιδαγωγικού τους ρόλου» που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού προγράμματος: Διδακτική της Χημείας και Νέες Εκπαιδευτικές Τεχνολογίες.

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε την σχολική χρονιά 2012-2013 σε τρία δημόσια και ένα ιδιωτικό λύκειο , αλλά και σε δύο πανεπιστημιακά τμήματα

α΄έτους με βασικό τους μάθημα την χημεία. Η ερευνητική διαδικασία πραγματοποιήθηκε σε δύο κύκλους. Στον α΄κύκλο δεν πραγματοποιήθηκε παρέμβαση στη διδασκαλία του κεφαλαίου του χημικού δεσμού. Αφού οι εκπαιδευτικοί ολοκλήρωσαν την διδασκαλία τους ανεπηρέαστοι, δόθηκαν ερωτηματολόγια τα οποία συμπληρώθηκαν από τους εκπαιδευόμενους. Στον β΄ κύκλο, πραγματοποιήθηκε παρέμβαση σε δύο σχολεία Δ.Ε. Κάθε σχολείο είχε ομάδα ελέγχου στην οποία διδάχτηκε το κεφάλαιο του χημικού δεσμού αποκλειστικά χρησιμοποιώντας το σχολικό βιβλίο και μία πειραματικά ομάδα, στην οποία ο χημικός δεσμός και τα είδη του διδάχτηκαν από αποκλειστικά από πρότυπη διδακτική παρέμβαση, η οποία δόθηκε στους εκπαιδευτικούς. Στη συνέχεια, δόθηκαν τα ίδια ερωτηματολόγια με τον α΄κύκλο και στις δύο ομάδες.

Ο σκοπός του ερωτηματολογίου ήταν να αξιολογήσει την δυνατότητα των μαθητών που φοιτούν στην α΄ τάξη Λυκείου, αλλά και φοιτητών σε πανεπιστημιακά τμήματα στο α΄ έτος σπουδών με βασικό μάθημα τη Χημεία :

- α. Να κατατάξουν βασικά στοιχεία (έννοιες, νόμους και αρχές) ανάλογα με το εάν χρησιμοποιούνται ή όχι κατά την περιγραφή του χημικού δεσμού αλλά και για ποιο είδος,
- β. Να σχηματίσουν προτάσεις χρησιμοποιώντας κάποιο από τα βασικά στοιχεία που τους έχουν ήδη δοθεί.
- γ. Να αξιολογήσουν προτάσεις χαρακτηρίζοντάς αυτές σαν σωστές ή λάθος και δικαιολογώντας την απάντησή τους
- δ. Να αναφέρουν τις δυσκολίες που αντιμετώπισαν κατά την διδασκαλία και μελέτη του κεφαλαίου του χημικού δεσμού. Τέλος σκοπός ήταν να εντοπιστούν τυχόν ελλείψεις στο σχολικό βιβλίο και πιθανή ανάγκη εμπλουτισμού του εγχειριδίου που χρησιμοποιείται στα σχολεία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

Διδακτικές ιεραρχίες στη διεθνή Βιβλιογραφία γενικής χημείας στο κεφάλαιο του χημικού δεσμού

2.1. Σημαντικοί όροι στο κεφάλαιο του χημικού δεσμού

Κατά την μελέτη των χημικών δεσμών χρησιμοποιούνται συγκεκριμένοι όροι οι οποίοι αναφέρονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Ενδομοριακές δυνάμεις - δεσμοί, ιοντικός δεσμός, δομές Lewis με ηλεκτρόνια κουκκίδες, ενέργεια πλέγματος, ιοντική ακτίνα, ισοηλεκτρονικό, ομοιοπολικός δεσμός, τύπος Lewis, δεσμικό ζεύγος, μονήρες (μη δεσμικό) ζεύγος, ομοιοπολικός δεσμός σύνταξης, κανόνας οκτάδας, απλός δεσμός, διπλός δεσμός, τριπλός δεσμός, πολωμένος ομοιοπολικός δεσμός, ηλεκτραρνητικότητα, απεντοπισμένος δεσμός, περιγραφή συντονισμού, τυπικό φορτίο, μήκος δεσμού, ομοιοπολική ακτίνα, τάξη δεσμού, ενέργεια δεσμού, ενέργεια (ενθαλπία) πλέγματος, αριθμός οξείδωσης, πολικός δεσμός, μη πολικός δεσμός, νόμος Coulomb, ημιπολικός δεσμός μέταλλα, αμέταλλα, μεταλλικός δεσμός, «θάλασσα» ηλεκτρονίων, θεωρία ζωνών, μοντέλο ελεύθερων ηλεκτρονίων, γιγάντιες δομές, δεσμός υδρογόνου, διαμοριακές δυνάμεις - δεσμοί, δίπολο (μόνιμο, στιγμιαίο), διπολική ροπή, δυνάμεις διπόλου- διπόλου, δυνάμεις ιόντος – διπόλου, δυνάμεις διασποράς.

29

2.2. Αξιολόγηση διεθνούς βιβλιογραφίας Γενικής Χημείας

Στη συγκεκριμένη μελέτη, αξιολογήθηκε ο τρόπος παρουσίασης των χημικών δεσμών σε 19 πανεπιστημιακά και όχι μόνο βιβλία Γενικής Χημείας, συγκρίθηκαν τα αποτελέσματα της αξιολόγησης με τα αντίστοιχα συμπεράσματα των Hofstein και των συνεργατών του και προτάθηκε ένας νέος τρόπος μελέτης των χημικών δεσμών.

Τα βιβλία που αξιολογήθηκαν είναι τα εξής:

ΑΑ	Συγγραφείς	Τίτλος
1	Peter Atkins, Loretta Jones	Chemistry (Molecules-Matter and change) Third

Ενδομοριακοί και διαμοριακοί δεσμοί: Ιεραρχίες μάθησης στην βιβλιογραφία της Γενικής Χημείας και στην προσέγγιση των καταστάσεων της ύλης (SOMA). Αξιολόγηση των ερωτήσεων των αντίστοιχων κεφαλαίων

		Edition
2	Silbeberg Martin S	Chemistry (The Molecular Nature of Matter and change) Second Edition
3	Caren C. Timberlake	Chemistry (An introduction to General, Organic and Biological Chemistry) Eighth Edition
4	Raymond Chang	Chemistry, Sixth Edition
5	Spencer. N. J, Bodner. M. G, Rickard H. L	Chemistry. Structure and Dynamics, Fourth Edition, Wiley J. & Sons, Inc
6	Kenneth W. Whitten, Raymond E. Davis, M. Larry Peck	“General Chemistry”, Saunders College Publishing, Sixth edition
7	Ebbing D. Darrell, Gammon D. Steven	“General Chemistry” Μετάφραση: Κλούρας Νικόλαος, εκδόσεις Τραυλός
8	R. Lewis & W. Evans	“Chemistry” Macmillan Foundation
9	Rosenberg L. J.	«Γενική Χημεία» Μετάφραση: Βάρβογλης Α., Πέτασης Mc Graw – Hill, New York, Shaum’s outline series
10	Graham Hill	Chemistry Counts, Hodder and Stoughton, London Sydney Auckland Toronto
11	A Project of the American Chemical Society	ChemCom (Chemistry in the Community), Third Edition Kentall/Hunt Publishing Company
12	McDuell B	Teaching secondary Chemistry, John Murray Science Practice.
13	Moog S. R, Farrell J.J	“Chemistry” A guided Inquiry, Fourth edition
14	Alan Sherman & Sharon Sherman	“Chemistry and our changing world”.
15	Pauling Linus and Pauling Peter	“Chemistry” W. H. Freeman and company, San Francisco
16	Kotz C. John, Treichel Paul, J	Chemistry & Chemical reactivity
17	Roger G. Gymer, Chemistry: An ecological approach.	Harper & Row, Publishers New York, Evanston, San Francisco, London
18	Schwartz A. Truman, Bunce M. Diane, Silberman G. Robert, Stanitski L. Conrad, Stratton J. Wilmer, Zipp P. Arden	Chemistry in Context, Applying Chemistry to Society. A Project of the American Chemical Society
19	Τσαπαρλής Γ, Ανόργανος	Χημεία: Βασικές αρχές και εφαρμογές αυτών. (Μία λογικά θεμελιωμένη παρουσίαση των κυριότερων θεμάτων της γυμνασιακής ανόργανης χημείας), Αθήνα 1974

Η αξιολόγηση συμπεριλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:

A). Περιγραφή των αντίστοιχων κεφαλαίων των χημικών δεσμών για το κάθε βιβλίο που μελετάται.

B). Κάθετη αξιολόγηση των βιβλίων με βάση συγκεκριμένα σημεία μελέτης των χημικών δεσμών, όπως π.χ σειρά παρουσίασης δεσμών, σύνδεση φυσικών καταστάσεων και χημικών δεσμών, χρησιμοποίηση συγκεκριμένων όρων κ.α..

Γ). Οριζόντια αξιολόγηση συνολικά όλων των βιβλίων μαζί βάσει 11 συγκεκριμένων σημείων, που θα αναφερθούν στη συνέχεια της μελέτης.

Δ). Σύγκριση των αποτελεσμάτων της μελέτης μας σε σχέση με τα συμπεράσματα των Nahum, Mamlok-Naaman, Hofstein, and Kronik στην εργασία τους με τίτλο: A new 'bottom-up' framework for teaching chemical bonding .

E). Πρόταση διδασκαλίας των χημικών δεσμών του κ. Τσαπαρλή με τίτλο: SOMA (The states-of-matter approach to introductory chemistry: Tsaparlis, Chem. Educ. Res. Pract. 2000).

Πιο αναλυτικά η αξιολόγηση ακολουθεί παρακάτω:

31

2.2.1 Peter Atkins, Loretta Jones : Chemistry (Molecules-Matter and change) Third Edition

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: Παρουσίαση μελέτης κεφαλαίου χημικού δεσμού που προτείνεται στο βιβλίο των Atkins et al.

Κεφάλαιο 8: Στο εσωτερικό των υλικών : Χημικοί Δεσμοί	
Ιοντικοί Δεσμοί	8.1. Σύμβολα Lewis για άτομα και ιόντα-Οκτάδα 8.2. Ενθαλπία πλέγματος 8.3. Οι ιδιότητες των ιοντικών ενώσεων.
Ομοιοπολικοί Δεσμοί	8.4. Από τα άτομα στα μόρια. 8.5. Ο κανόνας της οκτάδας και οι δομές Lewis.
Οι δομές των πολυατομικών ειδών	8.6. Δομές Lewis. 8.7. Συντονισμός. 8.8. Τυπικό Φορτίο.
Οι εξαιρέσεις του κανόνα της οκτάδας	

Οξέα και βάσεις κατά Lewis	
Σύγκριση ιοντικού και ομοιοπολικού δεσμού	8.11. Διόρθωση του μοντέλου του ομοιοπολικού δεσμού-Ημιπολικός. 8.12. Διόρθωση του μοντέλου του ιοντικού δεσμού 8.13 Ηλεκτραρνητικότητα
Κεφάλαιο 9:	Σχήμα μορίων, μέγεθος και ισχύς δεσμού
Κατανομή φορτίου στα μόρια	9.6. Πολικοί δεσμοί
	9.7. Πολικά μόρια
Κεφάλαιο 10:	Υγρά και στερεά υλικά
Διαμοριακές δυνάμεις	10.1. Δυνάμεις London 10.2. Αλληλεπιδράσεις Διπόλου-Διπόλου 10.3. Δεσμός Υδρογόνου
Δομή υγρών	
Δομή στερεών	
Αλλαγές φάσης	
Κεφάλαιο 12: Ιδιότητες διαλυμάτων	
12.7. Ενθαλπία διαλύματος	Αλληλεπιδράσεις ιόντος-διπόλου

Σχόλια:

- ❖ Η περιγραφή των ενδομοριακών δυνάμεων ξεκινά από την περίπτωση του ιοντικού δεσμού και στη συνέχεια ακολουθεί ο ομοιοπολικός δεσμός.
- ❖ Κατά την μελέτη του ιοντικού δεσμού, αναφέρονται κατ'αρχήν χαρακτηριστικά παραδείγματα σχηματισμού ιοντικού δεσμού μεταξύ συγκεκριμένων ατόμων, με σκοπό τον σχηματισμό οκτάδας στα αντίστοιχα άτομα. Στη συνέχεια ακολουθεί η μελέτη του ιοντικού δεσμού όσον αφορά το κρυσταλλικό πλέγμα με αναφορά στις έννοιες της ενθαλπίας πλέγματος, της ενθαλπίας σχηματισμού και της ενέργειας ιοντισμού. Μελετάται ο κύκλος Born-Haber αλλά δεν δίδεται γενικό ενεργειακό διάγραμμα για τον ιοντικό δεσμό. Αναφορά στα κρυσταλλικά στερεά. Δεν χρησιμοποιείται η έννοια της ηλεκτραρνητικότητας και οι δυνάμεις Coulomb για τη μελέτη του δεσμού.
- ❖ Η μελέτη του ομοιοπολικού δεσμού, ξεκινά με την περίπτωση του υδρογόνου. Περιγράφεται ο κανόνας της οκτάδας και η ύπαρξη

κοινών ζευγών ηλεκτρονίων. Δεν γίνεται αναφορά στην έννοια της ηλεκτραρνητικότητας κατά την παρουσίαση του ομοιοπολικού δεσμού αλλά στο τέλος του κεφαλαίου, όπου μελετάται η συνέχεια των δεσμών. Υπενθυμίζεται ο κανόνας του Coulomb, ο οποίος έχει μελετηθεί σε άλλο κεφάλαιο, όσον αφορά τη μελέτη του κοινού ζεύγους ηλεκτρονίων που σχηματίζεται. Επίσης περιγράφεται ο τρόπος γραφής των δομών Lewis σε πολυατομικά μόρια. Η πολικότητα των μορίων περιγράφεται σε επόμενο κεφάλαιο.

- ❖ Κατά την παρουσίαση των διαμοριακών δεσμών, η μελέτη ξεκινά από τις δυνάμεις London και ακολουθούν οι δυνάμεις διπόλου-διπόλου και δεσμού υδρογόνου. Η αιτία αυτής της σειράς, όπως υποστηρίζεται στο βιβλίο, είναι γιατί οι δυνάμεις διασποράς μπορούν να παρουσιαστούν μεταξύ όλων των μορίων πολικών και μη πολικών.
- ❖ Η αναφορά στις αλληλεπιδράσεις ιόντος – διπόλου δεν πραγματοποιείται στο κεφάλαιο που περιγράφονται οι υπόλοιπες διαμοριακές δυνάμεις αλλά στο κεφάλαιο που αναφέρονται οι ιδιότητες των διαλυμάτων.
- ❖ Στον Atkins η αναφορά στις φυσικές καταστάσεις και στις φυσικές μεταβολές πραγματοποιείται μετά την περιγραφή των διαμοριακών δυνάμεων (εκτός της ιόντος – διπόλου).
- ❖ Κατά την περιγραφή των δεσμών δεν αναφέρεται καθόλου ο όρος του μεταλλικού δεσμού. Παρ' όλα αυτά περιγράφονται σαφώς οι ιδιότητες των μετάλλων (φυσικές και χημικές) και το σύνολο των χαρακτηριστικών ενός μετάλλου (μεταλλικός χαρακτήρας).
- ❖ Δεν αναφέρεται ο ημιπολικός δεσμός και σαν διαμοριακή η δύναμη ενός στιγμιαίου διπόλου και ενός διπόλου

2.2.2. Silbeberg Martin S.: Chemistry (The Molecular Nature of Matter and change) Second Edition

ΠΙΝΑΚΑΣ 2: Παρουσίαση μελέτης του κεφαλαίου των δεσμών που προτείνεται στο βιβλίο του Silbeberg et al.

Κεφάλαιο 9 : χημικού	Τα μοντέλα του	Δεσμού
9.1. Ατομικές ιδιότητες και χημικοί δεσμοί		- Είδη χημικών δεσμών (Ιοντικός, ομοιοπολικός και μεταλλικός). - Δομές Lewis – Απεικόνιση ατόμων.
9.2. Μοντέλο Ιοντικού δεσμού		- Ενεργειακοί υπολογισμοί στον ιοντικό δεσμό. - Η σημασία της ενέργειας πλέγματος - Πώς το μοντέλο εξηγεί τις ιδιότητες των ιοντικών ενώσεων.
9.3. Μοντέλο ομοιοπολικού δεσμού		- Ο σχηματισμός του ομοιοπολικού δεσμού. - Οι ιδιότητες του ομοιοπολικού δεσμού. - Ενέργεια δεσμού και μήκος δεσμού. - Πώς το μοντέλο εξηγεί τις ομοιοπολικών ενώσεων.
9.4. Μεταξύ των ακραίων μορφών δεσμού: Ηλεκτραρνητικότητα και πολικότητα δεσμού		- Ηλεκτραρνητικότητα. - Πολικοί ομοιοπολικοί δεσμοί και πολικότητα δεσμού. - Ο μερικός ιοντικός χαρακτήρας του πολικού ομοιοπολικού δεσμού.
9.5. Εισαγωγή στον μεταλλικό δεσμό		- Το μοντέλο των ελεύθερων ηλεκτρονίων. - Πώς το μοντέλο εξηγεί τις ιδιότητες των μετάλλων.

Κεφάλαιο 12: Διαμοριακές δυνάμεις:	στερεά και αλλαγές φάσης.
Υγρά,	
12.1. Φυσικές καταστάσεις και φυσικές	

μεταβολές	
12.2. Παράγοντες που επηρεάζουν τις μεταβολές των φυσικών καταστάσεων.	• Θερμότητα και αλλαγή φάσης. • Μοριακή κινητική προσέγγιση. • Η φυσική ισορροπία κατά τη μεταβολή των φυσικών καταστάσεων. • Διαγράμματα φάσεων: Η επίδραση της πίεσης και της θερμοκρασίας στη φυσική κατάσταση.
12.3. Διαμοριακές δυνάμεις.	• Δυνάμεις ιόντος – διπόλου. • Δυνάμεις διπόλου – διπόλου. • Ο δεσμός υδρογόνου. • Πολικότητα και φόρτιση των δυνάμεων διπόλου. • Δυνάμεις London.
12.4. Ιδιότητες της υγρής κατάστασης.	
12.5. Η μοναδικότητα του νερού.	
12.6. Η στερεά κατάσταση: Δομή, Ιδιότητες και δεσμοί.	• Δομικά χαρακτηριστικά των στερεών • Τύποι και ιδιότητες κρυσταλλικών στερεών. • Άμορφα στερεά. • Δεσμοί στα στερεά: Θεωρία μοριακών τροχιακών.
12.7. Εξελεγμένα υλικά	• Ηλεκτρονικά υλικά. • Υγροί κρύσταλλοι. • Κεραμικά υλικά. • Νανοτεχνολογία.

Κεφάλαιο 13: Οι ιδιότητες των μειγμάτων	
13.1. Τύποι διαλυμάτων: Διαμοριακές δυνάμεις και πρόβλεψη διαλυτότητας	• Διαμοριακές δυνάμεις στα διαλύματα • Υγρά διαλύματα και ο ρόλος της μοριακής πολικότητας. • Αέρια και στερεά διαλύματα.
13.2. Ενεργειακές μεταβολές κατά το σχηματισμό των διαλυμάτων.	
13.3. Διαλυτότητα.	
13.4. Ποσοτικές εκφράσεις της συγκέντρωσης: Molality, Molarity	

13.5. Ιδιότητες διαλυμάτων.	
13.6. Δομή και ιδιότητες κolloειδών.	

Σχόλια:

- ❖ Στον Silbeberg η αναφορά στις φυσικές καταστάσεις και τις φυσικές μεταβολές πραγματοποιείται πριν την περιγραφή των διαμοριακών δυνάμεων.
- ❖ Η παρουσίαση των ειδών των δεσμών ξεκινά με τον ιοντικό δεσμό.
- ❖ Για την παρουσίαση του ιοντικού δεσμού χρησιμοποιούνται τρεις τρόποι: μέσω των ηλεκτρονιακών δομών, των τροχιακών διαγραμμάτων και των δομών Lewis – ηλεκτρόνια κουκκίδες. Χρησιμοποιείται ο κανόνας της οκτάδας, για την αιτιολόγηση του σχηματισμού του δεσμού. Στη συνέχεια, γίνεται αναφορά στις έννοιες ενέργεια ιοντισμού, ηλεκτρονική συγγένεια, ενέργεια πλέγματος που αφορούν τα ιοντικά στερεά. Παρουσιάζεται διάγραμμα που περιγράφει τις μεταβολές της ενέργειας πλέγματος διαφόρων ιοντικών ουσιών. Κατά την μελέτη των ιδιοτήτων της ενέργειας πλέγματος, παρουσιάζονται οι δυνάμεις Coulomb σαν απαραίτητη προϋπόθεση σχηματισμού του ιοντικού δεσμού.
- ❖ Κατά την παρουσίαση του ομοιοπολικού δεσμού, το μόριο που αρχικά μελετάται είναι αυτό του υδρογόνου. Γίνεται αναφορά στην ύπαρξη κοινών ζευγών ηλεκτρονίων (δεσμικών), αλλά και μη δεσμικών. Παρουσιάζεται ενεργειακό διάγραμμα σχηματισμού του δεσμού. Στις ιδιότητες του δεσμού, αναφέρονται το μήκος δεσμού και η ενέργεια δεσμού. Κατά την ολοκλήρωση της παραγράφου του ομοιοπολικού δεσμού, γίνεται σύντομη αναφορά στις διαμοριακές δυνάμεις όπως χαρακτηριστικά τις αναφέρει.
- ❖ Η ηλεκτραρνητικότητα και η πολικότητα μελετώνται στο τέλος του κεφαλαίου κατά την αναφορά στη συνέχεια των δεσμών.
- ❖ Στο συγκεκριμένο βιβλίο διαχωρίζονται τα είδη των δυνάμεων σε ενδομοριακές δυνάμεις ή δυνάμεις δεσμών και σε διαμοριακές δυνάμεις.

Οι διαμοριακοί δεσμοί παρουσιάζονται λαμβάνοντας υπόψη την ισχύ τους. Επομένως μελετάται πρώτα ο δεσμός ιόντος-διπόλου, έπειτα ο δεσμός διπόλου-διπόλου, στη συνέχεια ο δεσμός υδρογόνου και τέλος οι δεσμοί London. Σημειωτέον ότι όλα τα είδη αναφέρονται ως δυνάμεις και όχι ως δεσμοί.

2.2.3. Caren C. Timberlake: Chemistry (An introduction to General, Organic and Biological Chemistry) Eighth Edition.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3: Παρουσίαση μελέτης του κεφαλαίου των δεσμών που προτείνεται στο βιβλίο των Timberlake et al.

Κεφάλαιο 2: Άτομα και στοιχεία	
2.1. Στοιχεία και σύμβολα	• Φυσικές ιδιότητες των στοιχείων.
Κεφάλαιο 4: Οι ουσίες και οι δεσμοί τους	
4.1. Ηλεκτρόνια σθένους	• Ηλεκτρονιακές δομές
4.2. Ο κανόνας της οκτάδας και τα ιόντα	• Θετικά ιόντα. • Αρνητικά ιόντα. • Ιοντικά φορτία.
4.3. Ιοντικές ενώσεις	• Η ισορροπία των φορτίων στις ιοντικές ουσίες. • Γράφοντας ιοντικούς τύπους χρησιμοποιώντας ιοντικά φορτία.
4.4. Ονοματολογία ιοντικών ενώσεων.	• Μέταλλα με μεταβλητό φορτίο.
4.5. Πολυατομικά ιόντα	• Ονοματολογία πολυατομικών ιόντων. • Αναγραφή τύπων για ουσίες που περιλαμβάνουν ιόντα. • Ονοματολογία ουσιών που περιέχουν πολυατομικά ιόντα.
4.6. Ομοιοπολικές ενώσεις.	• Συνεισφορά ηλεκτρονίων μεταξύ ατόμων διαφορετικών στοιχείων • Πολλαπλοί ομοιοπολικοί δεσμοί • Ονοματολογία ομοιοπολικών ουσιών.
4.7. Πολικότητα δεσμού	• Πολικότητα δεσμού.

	• Ηλεκτραρνητικότητα.
4.8. Σχήματα και πολικότητα μορίων	• Σχήματα μορίων με μη δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων γύρω από το κεντρικό άτομο. • Πολικότητα μορίων.
Κεφάλαιο 6: Ενέργεια και ύλη	
6.3. Καταστάσεις της ύλης	
Κεφάλαιο 8: Διαλύματα	
8.1. Είδη Διαλυμάτων	• Δεσμοί υδρογόνου

Σχόλια:

- ❖ Η περιγραφή των ενδομοριακών δεσμών ξεκινά με την μελέτη της έννοιας του ιοντικού δεσμού και έπειτα του ομοιοπολικού δεσμού.
- ❖ Ο κανόνας της οκτάδας αναφέρεται ως η αιτία σχηματισμού και των δύο ειδών δεσμού.
- ❖ Κατά την παρουσίαση του ιοντικού δεσμού, περιγράφεται ότι ο σχηματισμός του προκύπτει από την ένωση αρνητικά και θετικά φορτισμένων ιόντων, με σκοπό την ισορροπία του συνολικού φορτίου. Αναφέρεται ο σχηματισμός κρυστάλλων.
- ❖ Κατά την μελέτη του ομοιοπολικού δεσμού, το μόριο που χρησιμοποιείται είναι αυτό του H_2 . Αναφέρεται ο σχηματισμός μορίων, η ύπαρξη κοινών ζευγών ηλεκτρονίων και στο τέλος της αντίστοιχης παραγράφου, η ύπαρξη πολικών και μη πολικών ομοιοπολικών δεσμών λόγω διαφοράς ηλεκτραρνητικότητας.
- ❖ Η πολικότητα των μορίων αναφέρονται στο τέλος του κεφαλαίου των δεσμών
- ❖ Οι δομές Lewis δεν αναφέρονται με το όνομά τους αλλά περιγραφικά ως δομές με ηλεκτρόνια – κουκκίδες.
- ❖ Δεν περιγράφονται τα βήματα που ακολουθεί κανείς για να τις κατασκευάσει.
- ❖ Δεν γίνεται αναφορά στην ενέργεια (ενθαλπία) πλέγματος.
- ❖ Γίνεται αναφορά στη συνέχεια των δεσμών αλλά πολύ σύντομα αναφέροντας ότι: «.....δεν υπάρχει καθορισμένο σημείο στο οποίο ο ένας δεσμός σταματά και ο άλλος ξεκινά.....».

- ❖ Από το σύνολο των διαμοριακών δυνάμεων περιγράφεται μόνο ο δεσμός υδρογόνου στο κεφάλαιο των διαλυμάτων.
- ❖ Οι φυσικές καταστάσεις και οι φυσικές μεταβολές αναφέρονται στην αρχή του βιβλίου και όχι σε κάποιο κεφάλαιο των δεσμών.
- ❖ Δεν αναφέρεται καθόλου η έννοια του τυπικού φορτίου και οι δεσμοί ημιπολικός και μεταλλικός

2.2.4. Raymond Chang: Chemistry, Sixth Edition

ΠΙΝΑΚΑΣ 4: Παρουσίαση μελέτης κεφαλαίου δεσμών που προτείνεται στο βιβλίο του Chang et al

Κεφάλαιο 1: Η μελέτη της μεταβολής	
1.5. Οι τρεις καταστάσεις της ύλης 1.6. Φυσικές και χημικές ιδιότητες και μεταβολές αυτών	
Κεφάλαιο 9: Χημικοί Δεσμοί -	Βασικές Έννοιες
9.1. Συμβολισμοί Lewis με κουκκίδες	
9.2. Ο ιοντικός δεσμός	
9.3. Ενέργεια πλέγματος ιοντικών ουσιών	
9.4. Ομοιοπολικός δεσμός	• Κανόνας οκτάδας. • Πολικότητα δεσμού. • Πολικοί και μη ομοιοπολικοί δεσμοί. • Σύγκριση ιδιοτήτων ομοιοπολικών και ιοντικών ουσιών. • Διαμοριακές δυνάμεις (αναφορά).
9.5. Ηλεκτραρνητικότητα	• Ηλεκτραρνητικότητα και αριθμός οξείδωσης.
9.6. Γραφή δομών Lewis	
9.7. Τυπικό φορτίο και δομές Lewis	
9.8. Η αρχή του συντονισμού	
9.9. Εξαιρέσεις στον κανόνα της οκτάδας	
9.10 Ενέργεια δεσμού.	• Χρήση ενεργειών δεσμού στη θερμοχημεία.
Κεφάλαιο 10: Χημικοί δεσμοί II: Μοριακή γεωμετρία και υβριδοποίηση των ατομικών	

τροχιακών	
10.2. Δίπολα	• Πολικά και μη πολικά μόρια
Κεφάλαιο 11: Διαμοριακές δυνάμεις	Υγρά και στερεά
11.1. Η κινητική μοριακή θεωρία των υγρών και των στερεών.	
11.2. Διαμοριακές δυνάμεις.	• Δυνάμεις διπόλου-διπόλου. • Δυνάμεις διπόλου-παροδικού διπόλου • Δυνάμεις ιόντος – διπόλου. • Δυνάμεις διασποράς. • Δεσμός υδρογόνου.
11.3. Ιδιότητες των υγρών.	
11.4. Δομή κρυστάλλου.	
11.5. Περίθλαση ακτίνων X με κρύσταλλα.	
11.6. Είδη κρυστάλλων.	• Ιοντικοί κρύσταλλοι. • Ομοιοπολικοί κρύσταλλοι. • Μοριακοί κρύσταλλοι. • Μεταλλικοί κρύσταλλοι (περιγραφή μεταλλικού δεσμού).
11.7. Άμορφα στερεά.	
11.8. Αλλαγές φάσης.	
11.9. Διαγράμματα φάσης.	

Σχόλια:

- ❖ Η περιγραφή των ενδομοριακών δεσμών ξεκινά με την μελέτη της έννοιας του ιοντικού δεσμού και έπειτα του ομοιοπολικού δεσμού.
- ❖ Κατά την μελέτη του ιοντικού δεσμού, αναφέρεται η ηλεκτροστατική φύση του. Επεξηγείται ο ρόλος της μικρής ενέργειας ιοντισμού κάποιων ατόμων και η υψηλή ηλεκτρονική συγγένεια κάποιων άλλων, στον σχηματισμό κατιόντων και ανιόντων αντίστοιχα και τελικά στον σχηματισμό του ιοντικού δεσμού. Μελετάται ο σχηματισμός κρυσταλλικών στερεών. Αναφέρεται η έννοια και ο τρόπος υπολογισμού της ενέργειας πλέγματος με τη βοήθεια του νόμου Coulomb και ο κύκλος Born Haber (μελετήθηκαν οι έννοιες της ενέργειας δεσμού, της ενέργειας ιοντισμού, της ηλεκτρονικής

συγγένειας). Η μεγάλη διαφορά ηλεκτραρνητικότητας που εμφανίζουν τα άτομα του ιοντικού δεσμού αναφέρεται σε επόμενη παράγραφο, μετά την παρουσίαση του ομοιοπολικού δεσμού.

- ❖ Η αναφορά στον ομοιοπολικό δεσμό ξεκινά με την μελέτη του μορίου του H_2 . Επεξηγείται η ύπαρξη κοινών ζευγών ηλεκτρονίων. Γίνεται περιγραφή των δομών Lewis και του κανόνα της οκτάδας ως η αιτία σχηματισμού του δεσμού. Η ηλεκτραρνητικότητα αναφέρεται ως την ιδιότητα που χρησιμοποιείται για να διαχωριστεί ένας πολικός με έναν μη πολικό ομοιοπολικό δεσμό. Γίνεται αναφορά στις έννοιες τις ενέργειας ιοντισμού και της ηλεκτρονικής συγγένειας. Τέλος παρατηρείται μια πρώτη αναφορά στην ύπαρξη διαμοριακών δυνάμεων μεταξύ μορίων.
- ❖ Οι καταστάσεις της ύλης και οι φυσικές ιδιότητες αναφέρονται στο 1^ο κεφάλαιο και όχι σε κάποιο από τα κεφάλαια των δεσμών.
- ❖ Δεν αναφέρεται καθόλου η ύπαρξη μιας συνέχειας στους δεσμούς.
- ❖ Ο μεταλλικός δεσμός δεν αναφέρεται σαν έννοια αλλά περιγράφεται κατά την αναφορά στους μεταλλικούς κρυστάλλους.
- ❖ Δεν αναφέρεται ο ημιπολικός δεσμός.
- ❖ Αναφέρονται τα είδη των διαμοριακών δυνάμεων με την εξής σειρά: Δυνάμεις διπόλου-διπόλου, δυνάμεις ιόντος – διπόλου, δυνάμεις διασποράς και δεσμός υδρογόνου.
- ❖ Κατά την περιγραφή των δυνάμεων διασποράς αναφέρεται και η δύναμη μεταξύ ενός ιόντος και ενός στιγμιαίου διπόλου, δύναμη που την ύπαρξή της **μέχρι τώρα μόνο** το συγκεκριμένο βιβλίο σχολιάζει.

2.2.5. Spencer. N. J, Bodner. M. G, Rickard H. L Chemistry. Structure and Dynamics, Fourth Edition, Wiley J. & Sons, Inc.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5: Παρουσίαση μελέτης κεφαλαίου δεσμών που προτείνεται στο βιβλίο του Spencer et al.

Κεφάλαιο 4: Ομοιοπολικός Δεσμός	
4.1. Ηλεκτρόνια σθένους	
4.2. Ο ομοιοπολικός δεσμός	• Δομές Lewis • Κανόνας οκτάδας
4.3. Πώς η συνεισφορά των ηλεκτρονίων	

Ενδομοριακοί και διαμοριακοί δεσμοί: Ιεραρχίες μάθησης στην βιβλιογραφία της Γενικής Χημείας και στην προσέγγιση των καταστάσεων της ύλης (SOMA). Αξιολόγηση των ερωτήσεων των αντίστοιχων κεφαλαίων

πραγματοποιεί δεσμό μεταξύ των ατόμων;	
4.4. Χρησιμοποιώντας τις δομές Lewis για την κατανόηση του σχηματισμού των δεσμών.	
4.5. Σχεδιάζοντας τους μοριακούς σκελετούς	
4.6. Βήμα προς βήμα προσέγγιση στον τρόπο γραφής των δομών Lewis	
4.7. Μόρια που δεν ικανοποιούν τον κανόνα της οκτάδας.	
4.8. Μήκος δεσμού	
4.9. Υβριδικός συντονισμός.	
4.10. Ηλεκτραρνητικότητα	
4.11. Μερικό φορτίο	
4.12. Τυπικό φορτίο	
4.13. Το σχήμα των μορίων	
Η Χημεία στον κόσμο γύρω μας	
4.14. Προβλέποντας το σχήμα των μορίων.	
4.15. Ο ρόλος των μη δεσμικών ηλεκτρονίων.	
4.16. Οι γωνίες των δεσμών	
4.17. Η διαφορά μεταξύ πολικών δεσμών και πολικών μορίων.	

Κεφάλαιο 5: Ιοντικοί και μεταλλικοί δεσμοί	
5.1. Μέταλλα, Αμέταλλα και Ημιμέταλλα.	
5.2. Τα δραστικά μέταλλα.	
5.3. Κύρια ομάδα μετάλλων και τα ιόντα τους.	
5.4. Κύρια ομάδα αμετάλλων και τα ιόντα τους.	
5.5. Μεταβατικά μέταλλα και τα ιόντα τους.	
Η Χημεία στον κόσμο γύρω μας	
5.6. Προβλέποντας τα προϊόντα των αντιδράσεων οι οποίες παράγουν ιοντικές ουσίες.	
5.7. Οξείδια, Υπεροξείδια και σουπεροξείδια.	
5.8. Ο Ιοντικός δεσμός.	

5.9. Δομές ιοντικών ενώσεων.	
5.10. Μεταλλικός Δεσμός.	
5.11. Η σχέση μεταξύ ιοντικού, ομοιοπολικού και μεταλλικού δεσμού.	
5.12. Τρίγωνο τύπου-δεσμού	
5.13. Ιδιότητες Μεταλλικών, Ομοιοπολικών και Ιοντικών ουσιών.	
5.14. Αριθμοί Οξείδωσης.	
5.15. Υπολογίζοντας τον αριθμό οξείδωσης.	
5.16. Οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις.	
5.17. Ονοματολογία.	
Κεφάλαιο 6: Αέρια	
6.2. Οι καταστάσεις της ύλης	
Κεφάλαιο 8: Υγρά και Στερεά	
8.1. Η δομή των αερίων, υγρών και στερεών.	
8.2. Διαμοριακές Δυνάμεις.	• Δυνάμεις διπόλου – διπόλου. • Δυνάμεις διπόλου – στιγμιαίου διπόλου. • Δυνάμεις στιγμιαίου διπόλου – στιγμιαίου διπόλου • Δεσμός Υδρογόνου
8.3. Συγκριτική ισχύς διαμοριακών δυνάμεων.	• Δυνάμεις ιόντου-διπόλου • Σύγκριση ενέργειας διαμοριακών δυνάμεων.
8.4. Κινητική θεωρία των υγρών	
8.9. Δεσμός υδρογόνου και οι ανώμαλες ιδιότητες του νερού.	

Σχόλια:

- ❖ Η πρωτοτυπία αυτού του βιβλίου εντοπίζεται στο γεγονός ότι είναι το πρώτο που περιγράφει πρώτα τον ομοιοπολικό δεσμό κι έπειτα τον ιοντικό και τον μεταλλικό δεσμό.
- ❖ Η μελέτη του ομοιοπολικού ξεκινά με την αναφορά στο σχηματισμό οκτάδων κατά τη δημιουργία δεσμών. Επισημαίνεται ότι οι ομοιοπολικοί δεσμοί που δημιουργούνται μεταξύ των ατόμων οδηγούν στο σχηματισμό μορίων. Μελετώνται οι δομές Lewis και υπολογίζεται

η ελκτική δύναμη των πρωτονίων κάθε ατόμου με τα ηλεκτρόνια τους αλλά και με τα ηλεκτρόνια του ατόμου με το οποίο κάνει δεσμό, μέσω του νόμου Coulomb. Στο τέλος του κεφαλαίου αναφέρεται η έννοια της ηλεκτραρνητικότητας, η οποία εντοπίζεται στους ομοιοπολικούς αλλά και στους ιοντικούς δεσμούς και η πολικότητα των ομοιοπολικών δεσμών.

- ❖ Η παρουσίαση του ιοντικού δεσμού ξεκινά με την ηλεκτροστατική φύση του δεσμού και τον υπολογισμό της ελκτικής δύναμης μεταξύ των ιόντων μέσω του νόμου Coulomb. Στη συνέχεια παρουσιάζονται διάφορες κρυσταλλικές δομές που σχηματίζονται λόγω ιοντικών δεσμών.
- ❖ Η μελέτη των διαμοριακών δυνάμεων γίνεται με την παρακάτω σειρά: Δυνάμεις διπόλου – διπόλου, δυνάμεις διπόλου – στιγμιαίου διπόλου, δυνάμεις στιγμιαίου διπόλου – στιγμιαίου διπόλου, δεσμός υδρογόνου, δυνάμεις ιόντος-διπόλου.
- ❖ Οι καταστάσεις της ύλης αναφέρονται μετά το κεφάλαιο των ενδομοριακών δεσμών και πριν από το κεφάλαιο των διαμοριακών δεσμών.

2.2.6. Kenneth W. Whitten, Raymond E. Davis, M. Larry Peck “General Chemistry”, Saunders College Publishing, Sixth edition.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6: Παρουσίαση μελέτης κεφαλαίου δεσμών που προτείνεται στο βιβλίο του Whitten et al.

Κεφάλαιο 7: Χημικός δεσμός	
7.1. Οι τύποι των ατόμων με κουκκίδες κατά Lewis.	• Ηλεκτρόνια σθένους.
Ιοντικός δεσμός.	
7.2. Σχηματισμός ιοντικού δεσμού.	• Ηλεκτραρνητικότητα. • Ενέργεια πλέγματος.
Ομοιοπολικός δεσμός	
7.3. Σχηματισμός ομοιοπολικού δεσμού.	
7.4. Δομές Lewis για τα μόρια.	
7.5. Ο κανόνας της οκτάδας.	• Γράφοντας τις δομές κατά Lewis.
7.6. Συντονισμός.	• Τυπικό φορτίο.

Ενδομοριακοί και διαμοριακοί δεσμοί: Ιεραρχίες μάθησης στην βιβλιογραφία της Γενικής Χημείας και στην προσέγγιση των καταστάσεων της ύλης (SOMA). Αξιολόγηση των ερωτήσεων των αντίστοιχων κεφαλαίων

7.7. Εξαιρέσεις δομών Lewis στον κανόνα της οκτάδας.	
7.8. Πολικοί και μη πολικοί ομοιοπολικοί δεσμοί.	• Δίπολα.
7.9. Διπολική ροπή.	
7.10. Το συνεχές πεδίο των χημικών δεσμών.	• Πολικοί ομοιοπολικοί δεσμοί και ο μερικός ιοντικός τους χαρακτήρας. • Ιοντικοί δεσμοί και ο μερικός ομοιοπολικός τους χαρακτήρας.

Κεφάλαιο 13: υγρά και στερεά.	
13.1. Κινητική μοριακή περιγραφή των στερεών και των υγρών.	
13.2. Διαμοριακές αλληλεπιδράσεις και αλλαγές φάσης.	• <u>Αλληλεπιδράσεις ιόντος-ιόντος στη στερεή κατάσταση</u> (ο ιοντικός δεσμός μπορεί να χαρακτηριστεί και σαν ενδομοριακός και σαν διαμοριακός δεσμός). • <u>Αλληλεπιδράσεις διπόλου-διπόλου</u> (μεταξύ πολικών ομοιοπολικών μορίων). • <u>Δεσμός υδρογόνου</u> (μεταξύ πολικών ομοιοπολικών μορίων που περιέχουν άτομα H και F, O ή N) .Δότης και δέκτης δεσμού υδρογόνου. • <u>Δυνάμεις διασποράς (London)</u>. - ο Στιγμιαίο δίπολο- Στιγμιαίο δίπολο. - ο Στιγμιαίο δίπολο – ιόν (κατιόν ή ανιόν). - ο Στιγμιαίο δίπολο – μόνιμο δίπολο.
Η υγρή κατάσταση	
13.3. Το ιξώδες.	
13.4. Επιφανειακή τάση.	
13.5. Τριχοειδής ανύψωση.	
13.6.Εξάτμιση.	
13.7. Τάση ατμών.	
13.8. Σημεία βρασμού.	

13.9. Μεταφορά θερμότητας οσον αφορά τα υγρά.	
Η στερεή κατάσταση.	
13.10. Σημείο τήξεως.	
13.11. Μεταφορά θερμότητας οσον αφορά τα στερεά	
13.12. Εξάχνωση και τάση ατμών των στερεών.	
13.13. Διαγράμματα φάσεων.	
13.14. Άμορφα και κρυσταλλικά στερεά.	
13.15. Δομές κρυστάλλων.	
13.16. Δεσμοί στα στερεά.	• Μεταλλικά στερεά. • Ιοντικά στερεά. • Μοριακά στερεά. • Ομοιοπολικά στερεά.
13.17. Θεωρία ζωνών των μετάλλων.	• Μεταλλικός δεσμός.

Σχόλια:

- ❖ Η μελέτη των δεσμών ξεκινά με την περίπτωση του ιοντικού δεσμού. Αναφέρεται ότι είναι ο δεσμός που προκύπτει από την έλξη δύο αντίθετα φορτισμένων σωματιδίων και μεγάλος αριθμός αυτών δημιουργεί ένα ιοντικό στερεό. Οι έννοιες που μελετώνται κατά την προσέγγιση του δεσμού είναι η ενέργεια ιοντισμού, η ηλεκτραρνητικότητα και η ηλεκτρονική συγγένεια, αν και η πρώτη αναφορά τους έχει γίνει σε προηγούμενο κεφάλαιο κατά την καταγραφή των ιδιοτήτων του περιοδικού. Γίνεται και μία εισαγωγή στις ενεργειακές μεταβολές που εντοπίζονται στον ιοντικό δεσμό (ενέργεια ιοντισμού, ηλεκτρονική συγγένεια και ενέργεια πλέγματος), μελετώντας την περίπτωση του σχηματισμού του ιοντικού στερεού NaCl και δίνοντας το αντίστοιχο διάγραμμα.
- ❖ Ο ομοιοπολικός δεσμός αναφέρεται πως είναι ο δεσμός μεταξύ δύο ατόμων που διαμοιράζονται ένα ή περισσότερα ζεύγη ηλεκτρονίων και η διαφορά ηλεκτραρνητικότητας μεταξύ τους είναι από μηδενική έως πολύ μικρή. Το μόριο που μελετάται είναι του υδρογόνου για το οποίο δίνεται και το ενεργειακό διάγραμμα του δεσμού. Στη συνέχεια

- περιγράφονται οι δομές Lewis και ο κανόνας της οκτάδας. Ειδικότερα ο κανόνας της οκτάδας, αναφέρεται σαν ένα χαρακτηριστικό που παρατηρείται στα περισσότερα άτομα που διαμοιράζονται ηλεκτρόνια.
- ❖ Η ηλεκτραρνητικότητα αναφέρεται για πρώτη φορά στο κεφάλαιο των δεσμών κατά την περιγραφή του ιοντικού δεσμού και όχι στον ομοιοπολικό δεσμό όπως συνήθως. (έχει ήδη αναφερθεί η έννοια της ηλεκτραρνητικότητας σε προηγούμενο κεφάλαιο και πιο συγκεκριμένα κατά την περιγραφή των ιδιοτήτων του περιοδικού πίνακα).
 - ❖ Αναφορά εκτενής στη συνέχεια και σύνδεση των χημικών δεσμών.
 - Κατά την περιγραφή των διαμοριακών δυνάμεων εκτός αυτών που όλα τα βιβλία περιγράφουν, αναφέρεται και η δύναμη ιόντος – ιόντος που εντοπίζεται στα στερεά. Έτσι συνολικά, παρουσιάζονται τα παρακάτω είδη δεσμών: αλληλεπιδράσεις ιόντος-ιόντος στη στερεή κατάσταση (ο ιοντικός δεσμός μπορεί να χαρακτηριστεί και σαν ενδομοριακός και σαν διαμοριακός δεσμός), αλληλεπιδράσεις διπόλου-διπόλου (μεταξύ πολικών ομοιοπολικών μορίων). ,δεσμός υδρογόνου (μεταξύ πολικών ομοιοπολικών μορίων που περιέχουν άτομα H και F,O ή N), δότης και δέκτης δεσμού υδρογόνου, δυνάμεις διασποράς (London). [στιγμιαίο δίπολο- στιγμιαίο δίπολο ,στιγμιαίο δίπολο – ιόν (κατιόν ή ανιόν), στιγμιαίο δίπολο – μόνιμο δίπολο].
 - ❖ Ο ιοντικός δεσμός, αναφέρει το βιβλίο, μπορεί να χαρακτηριστεί και ως ενδομοριακός και ως διαμοριακός.
 - ❖ Και σε αυτό το βιβλίο αναφέρεται η διαμοριακή δύναμη μεταξύ ενός στιγμιαίου διπόλου και ενός ιόντος.
 - ❖ Γίνεται σαφής αναφορά στη διπολική ροπή.

2.2.7. Ebbing D. Darrell, Gammon D. Steven “General Chemistry”

Μετάφραση: Κλούρας Νικόλαος, εκδόσεις Τραυλός

ΠΙΝΑΚΑΣ 7: Παρουσίαση μελέτης κεφαλαίου δεσμών που προτείνεται στο βιβλίο του Ebbing et al..

Κεφάλαιο 9: Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός.	
Ιοντικός δεσμός.	
9.1. Περιγραφή ιοντικών δεσμών.	• Σύμβολα Lewis με ηλεκτρόνια – κουκκίδες. • Ενέργεια που περικλείουν οι ιοντικοί δεσμοί. • Ενέργεια πλέγματος.
9.2. Ηλεκτρονιακές δομές ιόντων.	
9.3. Ιοντικές ακτίνες.	
Ομοιοπολικός δεσμός.	
9.4. Περιγραφή ομοιοπολικών δεσμών.	• Τύποι Lewis. • Κανόνας της οκτάδας. • Ομοιοπολικοί δεσμοί σύνταξης (ημιπολικός δεσμός). • Πολλαπλοί δεσμοί.
9.5. Πολωμένοι ομοιοπολικοί δεσμοί – Ηλεκτραρνητικότητα	• Ορισμός ηλεκτραρνητικότητας.
9.6. Αναγραφή τύπων Lewis με ηλεκτρόνια - κουκκίδες.	
9.7. Απεντοπισμένοι δεσμοί – Συντονισμός.	• Ακραία περίπτωση απεντοπισμένου δεσμού τα μέταλλα.
9.8. Εξαιρέσεις του κανόνα της οκτάδας.	
9.9. Τυπικό φορτίο και τύποι Lewis.	
9.10. Μήκος δεσμού και τάξη δεσμού.	
9.11. Ενέργεια δεσμού.	
Κεφάλαιο 11: Καταστάσεις της ύλης: Υγρά και στερεά	

11.1. Σύγκριση αερίων, υγρών και στερεών.	
Μεταβολές καταστάσεων	
11.2. Μετατροπές φάσεων.	
11.3. Διαγράμματα φάσεων.	
Υγρή κατάσταση	
11.4. Ιδιότητες υγρών.	
11.5. Διαμοριακές δυνάμεις.	• Van der Waals (διπόλου – διπόλου και London). • Δυνάμεις διπόλου – διπόλου. • Δυνάμεις διασποράς (London). • Δυνάμεις Van der Waals και ιδιότητες υγρών. • Δεσμός υδρογόνου.
Στερεά κατάσταση	
11.6. Ταξινόμηση των στερεών σύμφωνα με το είδος έλξης των δομικών τους μονάδων.	
11.7. Κρυσταλλικά στερεά: Κρυσταλλικά πλέγματα και μοναδιαίες κυψελίδες.	
11.8. Δομές μερικών κρυσταλλικών στερεών.	
11.9. Υπολογισμοί που εμπεριέχουν διαστάσεις μοναδιαίων κυψελίδων.	
11.10. Προσδιορισμός κρυσταλλικής δομής με περίθλαση ακτίνων X.	
Κεφάλαιο 21: Μεταλλουργία και χημεία των μετάλλων των κύριων ομάδων.	
21.3. Ο δεσμός στα μέταλλα.	• Το μοντέλο της θάλασσας ηλεκτρονίων στα μέταλλα. • Η θεωρία μοριακών τροχιακών για μέταλλα.

Σχόλια:

- ❖ Η περιγραφή των ενδομοριακών δυνάμεων ξεκινά με την έννοια του ιοντικού δεσμού και στη συνέχεια ακολουθεί ο ομοιοπολικός δεσμός.

- ❖ Γίνεται αναφορά στη συνέχεια των χημικών δεσμών. Πιο συγκεκριμένα ο ιοντικός δεσμός χαρακτηρίζεται ως ακραίος πολωμένος ομοιοπολικός δεσμός. Η αναφορά αυτή πραγματοποιείται κατά την περιγραφή του πολωμένου ομοιοπολικού δεσμού.
- ❖ Η εισαγωγή στον ιοντικό δεσμό, τον ορίζει σαν ο δεσμός που σχηματίζεται από την ηλεκτροστατική έλξη μεταξύ θετικών και αρνητικών ιόντων. Όταν συγκεντρωθεί ένας μεγάλος αριθμός ιόντων μαζί, όπως αναφέρεται, σχηματίζεται ένας κρύσταλλος. Στη συνέχεια περιγράφονται τα σύμβολα Lewis και έννοιες όπως ενέργεια πλέγματος, ενέργεια ιοντισμού και ηλεκτρονική συγγένεια. Συγκεκριμένα η ενέργεια υπολογίζεται από τον νόμο Coulomb. Στη συνέχεια μελετώνται οι ηλεκτρονιακές δομές και οι ιοντικές ακτίνες διαφόρων ιόντων.
- ❖ Κατά την μελέτη του ομοιοπολικού δεσμού, ορίζεται πως είναι ο δεσμός που προκύπτει από το μοίρασμα ενός ζεύγους ηλεκτρονίων μεταξύ των ατόμων. Αναφέρεται πως σχηματίζονται μόρια και η ύπαρξη της ενέργειας διάστασης. Δίδεται ενεργειακό διάγραμμα το οποίο περιγράφει τη μεταβολή της δυναμικής ενέργειας κατά τον σχηματισμό του ομοιοπολικού μορίου του H_2 . Περιγράφονται οι δομές Lewis, ο κανόνας της οκτάδας σαν η τάση των ατόμων στα μόρια να έχουν οκτώ ηλεκτρόνια στον φλοιό σθένους, η ηλεκτραρνητικότητα σαν μέτρο της ικανότητας ενός ατόμου που βρίσκεται σε ένα μόριο να έλκει τα δεσμικά ηλεκτρόνια και η πολικότητα. Στο τέλος του κεφαλαίου των δεσμών μελετώνται οι έννοιες μήκος, τάξη και ενέργεια δεσμού.
- ❖ Ο μεταλλικός δεσμός αναφέρεται στο κεφάλαιο των ενδομοριακών δεσμών σαν μια χαρακτηριστική περίπτωση ακραίου απεντοπισμένου δεσμού, αλλά εκτενής αναφορά γίνεται στο κεφάλαιο της μεταλλουργίας.
- ❖ Στις διαμοριακές δυνάμεις αναφέρονται μόνο τα τρία βασικά είδη: δυνάμεις διπόλου-διπόλου, δυνάμεις διασποράς και δεσμός υδρογόνου. Δεν περιγράφεται ούτε η δύναμη ιόντος-διπόλου ούτε τα είδη των δυνάμεων διασποράς (στιγμιαίου διπόλου-διπόλου,

στιγμιαίου διπόλου-στιγμιαίου διπόλου, ιόντος στιγμιαίου διπόλου).

Η ύπαρξη δυνάμεων διασποράς, όπως χαρακτηριστικά αναφέρεται, εντοπίζεται μεταξύ οποιοδήποτε μορίων που έστω και στιγμιαία σχηματίζουν δίπολα.

- ❖ Οι φυσικές μεταβολές περιγράφονται πριν από την αναφορά στις διαμοριακές δυνάμεις, στο κεφάλαιο των «Υγρών και Στερεών».
- ❖ Ο ημιπολικός δεσμός περιγράφεται αλλά ορίζεται σαν ομοιοπολικός δεσμός σύνταξης.

2.2.8. R. Lewis & W. Evans “Chemistry” Macmillan Foundation

ΠΙΝΑΚΑΣ 8: Μελέτης κεφαλαίου δεσμών που προτείνεται στο βιβλίο του Lewis et al.

Κεφάλαιο 2: Ατομα, ενώσεις και	Αντιδράσεις
2.2. Φυσικές και χημικές μεταβολές.	Φυσικές και χημικές ιδιότητες.
Κεφάλαιο 4 : Οι δεσμοί μεταξύ των ατόμων.	
4.1. Γιατί τα άτομα ενώνονται;	- Ευγενή αέρια. - Σύμβολα Lewis. - Οκτάδα ηλεκτρονίων.
4.2. Ιοντικός δεσμός.	- Η διευθέτηση των ατόμων στον σχηματισμό ιοντικών ουσιών. - Ιδιότητες ιοντικών ουσιών. - Πότε ο ιοντικός δεσμός είναι πιθανότερο να πραγματοποιηθεί.
4.3. Ομοιοπολικός δεσμός.	- Ο αριθμός οξείδωσης. - Πολλαπλοί δεσμοί. - Ιδιότητες ομοιοπολικών ενώσεων. - Πώς προβλέπεται ο σχηματισμός μίας ομοιοπολικής ένωσης.
4.4. Ημιπολικός δεσμός.	
4.5. Ιοντικές και ομοιοπολικές ουσίες – τα δύο άκρα.	- Πολικά ομοιοπολικά μόρια. - Ηλεκτραρνητικότητα. - Πολικότητα στις ιοντικές ενώσεις. - Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός (από τον καθαρά ιοντικό δεσμό (KF)- στον πολικό ιοντικό(CaI₂) -στον

	πολικό ομοιοπολικό (HI) και τέλος- στον καθαρά ομοιοπολικό I₂). Αύξηση του ομοιοπολικού χαρακτήρα και μείωση του ιοντικού. • Ιοντικές ενώσεις με πολυατομικά ιόντα.
4.6. Δομές συντονισμού.	
Κεφάλαιο 5: Περισσότερα για τους δεσμούς.	
5.1. Εξαιρέσεις στον κανόνα της οκτάδας.	
5.2. Σχήματα μορίων.	
5.3. Σχήματα μορίων με πολλαπλούς δεσμούς.	
5.4. Μόρια με ή χωρίς δίπολα.	
5.5. Μεταλλικός δεσμός.	
5.6. Γιγάντια μόρια.	
5.7. Δυνάμεις μεταξύ ομοιοπολικών μορίων.	• Ενδομοριακοί δεσμοί. • Διαμοριακοί δεσμοί. • Αλληλεπιδράσεις διπόλου – διπόλου. • Δυνάμεις London – Δυνάμεις διασποράς (αλληλεπιδράσεις μεταξύ πολικών και μη πολικών μορίων). • Δεσμός υδρογόνου.

Σχόλια:

- ❖ Η περιγραφή των ενδομοριακών δυνάμεων ξεκινά με την έννοια του ιοντικού δεσμού και στη συνέχεια ακολουθεί ο ομοιοπολικός δεσμός.
- ❖ Πιο συγκεκριμένα , αφού περιγραφούν οι δομές Lewis, η μελέτη του ιοντικού δεσμού ξεκινά με τον τρόπο σχηματισμού του μορίου NaCl. Αυτό που τονίζεται είναι οι ηλεκτρονιακές δομές των ατόμων πριν και μετά τον σχηματισμό του δεσμού. Για την ίδια ιοντική ένωση, αναφέρεται ότι σχηματίζει ιοντικό (κρυσταλλικό) στερεό και ότι τα ιόντα που το αποτελούν ενώνονται λόγω ηλεκτροστατικών δυνάμεων. Στο τέλος, αυτό που τονίζεται είναι ότι για να πραγματοποιηθεί ο δεσμός θα

- πρέπει η ενέργεια που απαιτείται για να μετακινηθεί ένα ηλεκτρόνιο να είναι αρκετά χαμηλή (ενέργεια ιοντισμού).
- ❖ Η εισαγωγή στον ομοιοπολικό δεσμό γίνεται ως εξής: είναι ο δεσμός που σχηματίζεται όταν η ενέργεια ιοντισμού είναι μεγάλη. Περιγράφονται οι δομές Lewis και η ύπαρξη κοινών ζευγών ηλεκτρονίων κατά την σχηματισμό του δεσμού.
 - ❖ Η έννοια του τυπικού φορτίου δεν αναφέρεται.
 - ❖ Αντίθετα περιγράφεται η ύπαρξη του ημιπολικού δεσμού.
 - ❖ Η ηλεκτραρνητικότητα εισάγεται σαν έννοια στο κεφάλαιο των δεσμών, στο υποκεφάλαιο που αναφέρεται η συνέχεια των δεσμών.
 - ❖ Στο ίδιο σημείο αναφέρεται και η πολικότητα των ομοιοπολικών και ιοντικών ουσιών.
 - ❖ Οι έννοιες που αναφέρονται ώστε να αποδειχθεί η συνέχεια των δεσμών είναι: καθαρά ιοντικός δεσμός (π.χ. KF) > πολωμένος ιοντικός δεσμός (π.χ. CaF₂) > πολικός ομοιοπολικός δεσμός (π.χ. HI) > καθαρά ομοιοπολικός δεσμός (π.χ. I₂) (όσον αφορά την αύξηση του ιοντικού χαρακτήρα ή αλλιώς την μείωση του ομοιοπολικού χαρακτήρα).
 - ❖ Κατά την περιγραφή των διαμοριακών δυνάμεων και συγκεκριμένα των δυνάμεων διασποράς, αναφέρεται ότι πραγματοποιούνται μεταξύ οποιουδήποτε πολικού και μη πολικού μορίου αλλά δεν εισάγονται οι κατηγορίες των δυν. London. Επίσης δεν αναφέρεται η διαμοριακή δύναμη ιόντος – διπόλου, παρά μόνο οι δυνάμεις διπόλου-διπόλου και ιδιαίτερα ο δεσμός υδρογόνου.

2.2.9. Rosenberg L. J. «Γενική Χημεία» Μετάφραση: Βάρβογλης Α., Πετάσης Mc Graw – Hill, New York, Shaum's autline series

ΠΙΝΑΚΑΣ 9: Παρουσίαση μελέτης κεφαλαίου δεσμών που προτείνεται στο βιβλίο των Rosenberg et al.

Κεφάλαιο 7: Δομή της ύλης	
7.1. Σθένος	

7.2. Ιονικό σθένος.	• Ιόντα (ανιόντα- κατιόντα). • Δεσμός μεταξύ ιόντων. • Ιοντική ακτίνα. • Ηλεκτρικές δυνάμεις. • Ονομασία ιοντικών ενώσεων.
7.3. Ομοιοπολικό σθένος.	• Δεσμικά ηλεκτρόνια. • Μετατόπιση (εξάπλωση ηλεκτρονίων μεγαλύτερη κατά τον σχηματισμό των δεσμών). • Ομοιοπολική ακτίνα. • Απλοί και πολλαπλοί δεσμοί. • Στιβάδα σθένους. • Δεσμός μεταξύ ατόμων. • Κανόνας οκτάδων. • Συντονισμός. Ενέργεια συντονισμού. • Μοριακά τροχιακά.
7.4. Τυπικό φορτίο.	
7.5. Γωνίες δεσμών.	
7.6. Ομοιοπολικές ακτίνες.	• Μήκος δεσμού.
7.7. Ισομερή.	
7.8. Κρύσταλλοι.	
7.9. Κρυσταλλικές δυνάμεις.	• Ενέργεια πλέγματος. • Μοριακοί κρύσταλλοι ○ Διαμοριακές δυνάμεις (δυνάμεις Van der Waals). ○ Δεσμός υδρογόνου. ○ Μέταλλα-Δεσμός στα μέταλλα. • Ομοιοπολικοί κρύσταλλοι. • Ιοντικοί κρύσταλλοι. ○ Ελκτικές ηλεκτροστατικές δυνάμεις. ○ Ιοντική ακτίνα.

Σχόλια:

- ❖ Η περιγραφή των ενδομοριακών δυνάμεων ξεκινά με την έννοια του ιοντικού σθένους και στη συνέχεια ακολουθεί το ομοιοπολικό σθένος.

- ❖ Στο συγκεκριμένο βιβλίο, γίνεται αναλυτική αναφορά στο σθένος (αριθμό οξείδωσης) και στα είδη του και όχι στα είδη των δεσμών. Μόνο απλοί αναφορά στην ύπαρξη δεσμών.
- ❖ Κατά την περιγραφή του ιονικού σθένους, αναφέρεται ότι οι δυνάμεις που δρουν είναι ηλεκτρικές μεταξύ των φορτισμένων σωματιδίων.
- ❖ Κατά την αναφορά στο ομοιοπολικό σθένος, το ορίζει ως ο αριθμός των ηλεκτρονίων που διαμοιράζονται τα άτομα μεταξύ τους. Η ομοιοπολική δύναμη, όπως χαρακτηριστικά αναφέρεται, μεταξύ των ατόμων που διαμοιράζονται δύο ή περισσότερα δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων σχετίζεται με την "μετατόπιση", την εξάπλωση των ηλεκτρονίων σε μια περιοχή μεγαλύτερη από αυτή που κατέχουν στα χωριστά άτομα. Στο τέλος αναλύεται ο τρόπος γραφής δομών μορίων.
- ❖ Περιγράφονται οι κρυσταλλικές δυνάμεις οι οποίες εντοπίζονται και ανάλογα με το είδος τους χωρίζονται και τα στερεά σε κατηγορίες. Πιο συγκεκριμένα: α. Είναι οι μοριακοί κρύσταλλοι, όπου εντοπίζονται δυνάμεις Van der Waals, β) οι ομοιοπολικοί κρύσταλλοι με ομοιοπολικούς δεσμούς και οι γ) ιοντικοί κρύσταλλοι με ιοντικούς δεσμούς.
- ❖ Η ηλεκτραρνητικότητα είναι μία από τις έννοιες που δεν περιγράφονται.
- ❖ Αναφέρεται η ύπαρξη των διαμοριακών δυνάμεων και ότι ονομάζονται Van der Waals. Όμως από τα είδη των διαμοριακών δυνάμεων απλά περιγράφεται η έννοια του δεσμού υδρογόνου.

2.2.10. Graham Hill: Chemistry Counts, Hodder and Stoughton, London
Sydney Auckland Toronto

ΠΙΝΑΚΑΣ 10: Παρουσίαση μελέτης κεφαλαίου δεσμών που προτείνεται στο βιβλίο του Hill.

Ενότητα 3: Μόρια.	
3. Αλλαγές καταστάσεων	
Ενότητα 4: Ηλεκτρισμός και Ηλεκτρόλυση	
1.Ο Ηλεκτρισμός στην καθημερινή ζωή	

2. Το ηλεκτρικό ρεύμα	
3. Ποια είναι τα στοιχεία που εμπεριέχονται στην έννοια του ηλεκτρισμού;	
4. Εξερευνώντας την Ηλεκτρόλυση	
5. Η σταθερά Faraday	
6. Φορτία στα ιόντα	
7. Ιοντικές ενώσεις	• Σχηματίζοντας ιοντικές ουσίες-Ιοντικός δεσμός-Μεταφορά ηλεκτρονίων • Δεσμός και ιδιότητες των ιοντικών ουσιών. • Τύποι ιοντικών ουσιών
8. Μοριακές ενώσεις	• Σχηματίζοντας μοριακές ενώσεις-Συνεισφορά ηλεκτρονίων (ομοιοπολικός δεσμός) • Διαμοριακοί δεσμοί (αναφορά στον δεσμό H χωρίς να τον ονομάζει). • Τύποι μοριακών ουσιών.
8. Η ηλεκτρόλυση στη βιομηχανία	
9. Γαλβανισμός	
10. Ηλεκτρόλυση από χημικά στοιχεία	
11. Στοιχεία και μπαταρίες	

Ενότητα 8: Η δομή των ουσιών.	
1.Μελετώντας τις δομές.	
2. Η δομή του θείου.	
3. Οι ιδιότητες του θείου.	
4. Θείο για την βιομηχανία.	
5. Θειικό οξύ.	
6. Απλές μοριακές ουσίες.	• Ομοιοπολικός δεσμός • Ιδιότητες απλών μοριακών ουσιών (Διαμοριακοί δεσμοί – Δεσμοί Van der Waals)
7. Άνθρακας: Διαμάντι.	• Γιγάντιο μόριο ή μακρομόριο-Ύπαρξη ομοιοπολικών δεσμών στο μόριο. • Ιδιότητες.
8. Άνθρακας: Γραφίτης.	• Γιγάντιο μόριο ή μακρομόριο-

Ενδομοριακοί και διαμοριακοί δεσμοί: Ιεραρχίες μάθησης στην βιβλιογραφία της Γενικής Χημείας και στην προσέγγιση των καταστάσεων της ύλης (SOMA). Αξιολόγηση των ερωτήσεων των αντίστοιχων κεφαλαίων

	Υπαρξη ομοιοπολικών δεσμών στο μόριο. • Ιδιότητες.
9. Η δομή των στοιχείων.	• Στοιχεία για τις δομές μέσω ακτίνων Χ. • Γιγάντιες ιοντικές δομές. • Ιοντικός δεσμός (Δεσμός μετάλλου-αμετάλλου) • Δομή ιοντικών ουσιών.
10. Η δομή των ενώσεων.	
11. Το αλάτι: Μια σημαντική ιοντική ένωση.	

Ενότητα 12: Ατομική δομή και ραδιενέργεια	
1. Στο εσωτερικό των ατόμων.	
2. Η δομή των ατόμων.	
3. Ατομικός αριθμός και Μαζικός αριθμός.	
4. Ισότοπα.	
5. Ηλεκτρονιακές δομές.	
6. Ιοντικοί και ομοιοπολικοί δεσμοί.	• Ιοντικοί δεσμοί- Μεταφορά ηλεκτρονίων-Ορισμός. • Ομοιοπολικοί δεσμοί-Συνεισφορά ηλεκτρονίων-Ορισμός
7. Ραδιενέργεια.	
8. Πυρηνικές αντιδράσεις.	
9. Ανίχνευση ραδιενέργειας.	
10. Υπολογίζοντας τον χρόνο ημιζωής.	
11. Χρησιμοποιώντας ραδιενεργά ισότοπα.	
12. Πυρηνική ενέργεια.	
13. Η πυρηνική διαμάχη.	

Σχόλια:

- ❖ Η δομή του συγκεκριμένου βιβλίου διαφέρει σημαντικά από τα άλλα βιβλία που μελετήθηκαν.

- ❖ Τα είδη του χημικού δεσμού παρουσιάζονται όχι μία αλλά τρεις φορές σε τρία διαφορετικά κεφάλαια. Καταρχήν στην ενότητα του ηλεκτρισμού, ο συγγραφέας περιγράφει τον ιοντικό δεσμό και τις ιδιότητές του, έπειτα τον ομοιοπολικό δεσμό και στο τέλος στους **διαμοριακούς δεσμούς** και τις ιδιότητές τους, χωρίς όμως να γίνεται αναφορά στα είδη των τελευταίων. Μόνο περιγραφικά και όχι ονομαστικά αναφέρεται ο δεσμός υδρογόνου. Η περιγραφή των δεσμών ξεκινά με έναυσμα το φαινόμενο της ηλεκτρόλυσης και τον σχηματισμό ιόντων μετάλλου και αμετάλλου. Για την μελέτη του σχηματισμού του ιοντικού δεσμού, το μόριο που περιγράφεται είναι του NaCl. Είναι, όπως αναφέρεται, ο δεσμός μεταξύ αντίθετα φορτισμένων σωματιδίων και επιτυγχάνεται με τη μεταφορά ηλεκτρονίων. Λόγω του ιοντικού δεσμού σχηματίζονται γιγάντιες δομές. Ο ιοντικός δεσμός, τονίζεται πως είναι ηλεκτροστατικής φύσης και τα ιόντα λόγω του δεσμού σχηματίζουν κρυστάλλους. Αντίθετα, ο δεσμός μεταξύ δύο αμέταλλων ατόμων τα οποία διαμοιράζονται ηλεκτρόνια, είναι ο ομοιοπολικός και σχηματίζονται εξαιτίας του μόρια.
- ❖ Στη συνέχεια και πιο συγκεκριμένα στην ενότητα που περιγράφει τις δομές των ουσιών, γίνεται αναφορά ξανά στους ομοιοπολικούς δεσμούς που εντοπίζονται στις απλές μοριακές ουσίες αλλά και στη συνέχεια στους διαμοριακούς δεσμούς που εντοπίζονται μεταξύ απλών μοριακών ουσιών, τους οποίους ονομάζει και δεσμούς Van der Waals. Στο τέλος του κεφαλαίου, κατά την αναφορά στη δομή των ουσιών περιγράφεται ο ιοντικός δεσμός και οι γιγάντιες ιοντικές δομές.
- ❖ Τέλος, στην ενότητα της ραδιενέργειας, τα είδη των ενδομοριακών δεσμών (ιοντικός και ομοιοπολικός), περιγράφονται για άλλη μια φορά αναλυτικά, ξεκινώντας από τον ιοντικό δεσμό και τον τρόπο σχηματισμού του.
- ❖ Είναι χαρακτηριστικό πώς σε αυτό το βιβλίο, αναφέρεται ο όρος διαμοριακοί δεσμοί και όχι διαμοριακές δυνάμεις όπως στα υπόλοιπα βιβλία που μελετήσαμε μέχρι τώρα.

- ❖ Δεν γίνεται αναφορά σε έννοιες όπως η ηλεκτρικότητα, το δίπολο, τα είδη των διαμοριακών δεσμών, το τυπικό φορτίο, ο συντονισμός, ημιπολικός δεσμός, μεταλλικός δεσμός κ.α.

2.2.11. A Project of the American Chemical Society: ChemCom(Chemistry in the Community), Third Edition, Kentall/Hunt Publishing Company.

ΠΙΝΑΚΑΣ 11: Παρουσίαση μελέτης κεφαλαίου δεσμών που προτείνεται στο βιβλίο των AMERICAN GHEMICAL SOCIETY STAF.

Ενότητα 1: Οι προμήθειες του νερού που χρειαζόμαστε.	
Κεφάλαιο B: Η ποιότητα στο νερό μας.	
Κεφάλαιο 7: Μια ματιά στο νερό και στα συστατικά που το μολύνουν.	
6. Η ηλεκτροστατική φύση της ύλης.	- Χημικός δεσμός. - Πολικότητα δεσμού. - Ιοντικές ουσίες. 59
7. Πού βρίσκεται το νερό της γης;	Φυσικές καταστάσεις.
Ενότητα 3: Πετρέλαιο: Να το κάψω;	Να κατασκευάσω με αυτό;
Κεφάλαιο B. Πετρέλαιο : Τι είναι;	Τι μπορούμε να κάνουμε με αυτό;
1.Εργαστηριακή δραστηριότητα: Διαχωρισμός με απόσταξη	
2. Ραφινάρισμα πετρελαίου	
3. Εργαστηριακή - Διαμοριακές δυνάμεις (Δυνάμεις μεταξύ των μορίων του πετρελαίου) δραστηριότητα: Ιξώδες και πυκνότητα.	
4. Εσύ αποφάσισε: Ακατέργαστο πετρέλαιο σε προϊόντα.	
5. Μια ματιά στα μόρια πετρελαίου.	
6. Χημικός δεσμός.	- Ηλεκτρονιακή δομή-Δομή ευγενών αερίων-Ιοντικές και μη ιοντικές ουσίες. - Ομοιοπολικός δεσμός (απλός)-Κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων
7. Εργαστηριακή δραστηριότητα: Μοντέλα	

αλκανίων	
8. Εργαστηριακή δραστηριότητα: Αλκάνια	

Ενότητα 7: Ιδιωτική χημεία και επιλογές	
Κεφάλαιο 4: Χημεία και Επιδερμίδα	
1. Παραμείνετε καθαροί με τη Χημεία	• Δεσμοί υδρογόνου • Πολικότητα δεσμού υδρογόνου
2. Δέρμα: Σας έχει τυλίξει.	
3. Προστατεύοντας το δέρμα σας από τον ήλιο.	
4. Εργαστηριακή δραστηριότητα: Αντιηλιακά	
5. Λαμβάνοντας μία «D» στη Φωτοχημεία	
6. Η αναπτυσσόμενη μας δόξα.	
7. Εργαστηριακή δραστηριότητα: Η Χημεία των μαλλιών.	
8. Περιποίηση μαλλιών και χημικός δεσμός	• Ιοντικός δεσμός (μεταξύ των πρωτεϊνικών αλυσίδων) • Μη πολικές αντιδράσεις (Ομοιοπολικός δεσμός)
Ενότητα 8: Η χημική βιομηχανία:	Υποσχέσεις και προκλήσεις.
Κεφάλαιο Β: Η χημεία κάποιων προϊόντων που βασίζονται στο άζωτο.	
3. Παρασκευές αζώτου.	• Ηλεκτραρνητικότητα • Αριθμός οξειδωσης

Σχόλια.

- ❖ Η πολικότητα των δεσμών, αναφέρεται στην πρώτη ενότητα, κατά την περιγραφή της ηλεκτροστατικής φύσης της ύλης. Στην ίδια ενότητα, αναφέρεται ότι χημικός δεσμός είναι η θετική – αρνητική αλληλεπίδραση μεταξύ των πρωτονίων ενός ατόμου με τα ηλεκτρόνια ενός άλλου ατόμου. Τέλος τονίζεται πώς ιοντικές, είναι οι ουσίες εκείνες που δημιουργούνται από αρνητικά και θετικά ιόντα.

- ❖ Στην ενότητα του πετρελαίου γίνεται η πρώτη αναφορά στα είδη των δεσμών και πιο συγκεκριμένα στις διαμοριακές δυνάμεις με μια εργαστηριακή δραστηριότητα.
- ❖ Κατά την μελέτη της ηλεκτρονιακής δομής, περιγράφεται ο κανόνας της οκτάδας, σαν μία κατευθυντήρια οδηγία κατανόησης της χημικής συμπεριφοράς πολλών στοιχείων κατά τον σχηματισμό δεσμών , χωρίς όμως να τον ονομάζει.
- ❖ Στο ίδιο σημείο, περιγράφεται ο τρόπος σχηματισμού ενός ιοντικού δεσμού (του NaF), χωρίς όμως να τον ονομάζει. Επίσης τονίζεται πώς οι ιοντικές ενώσεις σχηματίζονται μεταξύ αντίθετα φορτισμένων ιόντων και οι δυνάμεις που συγκρατούν τα ιόντα είναι ηλεκτρικές. Η άμεση αναφορά στην έννοια του ιοντικού δεσμού, πραγματοποιείται στην 7^η ενότητα.
- ❖ Στη συνέχεια περιγράφεται ο ομοιοπολικός δεσμός στο ίδιο κεφάλαιο, κατά την μελέτη των μορίων του πετρελαίου. Αναφέρεται πως είναι ο δεσμός που σχηματίζεται μεταξύ δύο ατόμων που μοιράζονται από κοινού ζεύγη ηλεκτρονίων. Έτσι επιτυγχάνεται, όπως χαρακτηριστικά αναφέρεται, η σταθερότητα μέσα από τα συμπληρωμένα ηλεκτρονιακά κελιά. Στη συνέχεια σχεδιάζονται οι ηλεκτρονιακές δομές με κουκκίδες.
- ❖ Στην ενότητα 7, αναφέρεται πρώτα ο δεσμός υδρογόνου , κατά την μελέτη των μορίων του νερού και στο τέλος ο ιοντικός δεσμός κατά την αναφορά στη δομή των πρωτεϊνικών μορίων. Πιο συγκεκριμένα, αυτό που περιγράφεται σαν ιοντικός δεσμός, είναι η έλξη μεταξύ μιας ιοντικής δομής μιας πρωτεϊνικής αλυσίδας με μία ιοντική δομή αντίθετα φορτισμένης άλλης πρωτεϊνικής αλυσίδας.
- ❖ Δεν αναφέρονται τα υπόλοιπα είδη των διαμοριακών δυνάμεων εκτός από τον δεσμό υδρογόνου.
- ❖ Δεν μελετώνται έννοιες όπως τυπικό φορτίο, συντονισμός, δίπολα , ημιπολικός δεσμός, μεταλλικός δεσμός κ.α.
- ❖ Η ηλεκτραρνητικότητα αναφέρεται στην τελευταία ενότητα, κατά την περιγραφή των αζωτούχων προϊόντων, αφού έχουν μελετηθεί τα είδη των δεσμών.

2.2.12. McDuell B, Teaching secondary Chemistry, John Murray Science Practice

ΠΙΝΑΚΑΣ 12: Παρουσίαση μελέτης κεφαλαίου δεσμών που προτείνεται στο βιβλίο του McDuell.

Κεφάλαιο 2: Μόρια	
2.1. Εισαγωγή	• Υγρά, στερεά και αέρια. • Αλλαγές στις φυσικές καταστάσεις.
2.2. Είδη μορίων	
2.3. Δομή ατόμων.	• Ηλεκτρονιακή δομή.
2.4. Δεσμοί	• Προηγούμενη γνώση και εμπειρία • Μεταλλικός δεσμός • Ιοντικός δεσμός • Ομοιοπολικός δεσμός • Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός: δύο ακραίες περιπτώσεις διαμοριακών δεσμών.
2.5. Δομή	• Είδη δομών-γιγάντια και μοριακή • Χρήση μοντέλων.

Σχόλια

- ❖ Το συγκεκριμένο βιβλίο αποτελεί ένα διδακτικό εγχειρίδιο που απευθύνεται στους καθηγητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για το μάθημα της χημείας.
- ❖ Η παρουσίαση των χημικών δεσμών, πραγματοποιείται στο 2^ο κεφάλαιο. Αρχικά μελετάται ο μεταλλικός δεσμός, στη συνέχεια ο ιοντικός και στο τέλος ο ομοιοπολικός δεσμός.

- ❖ Στην μελέτη του ιοντικού δεσμού, αυτό που τονίζεται είναι ότι σχηματίζεται μεταξύ μετάλλων και αμετάλλων, ότι η μεταφορά ηλεκτρονίων πραγματοποιείται από το μέταλλο στο αμέταλλο και ότι σχηματίζονται θετικά και αρνητικά φορτισμένα ιόντα. Η έλξη μεταξύ των συγκεκριμένων ιόντων είναι στην ουσία ο δεσμός. Σε επόμενη παράγραφο αναφέρεται πως οι ιοντικές ενώσεις σχηματίζουν γιγάντιες δομές από ιόντα και έχουν συγκεκριμένες ιδιότητες.
- ❖ Από την άλλη πλευρά, κατά την μελέτη του ομοιοπολικού δεσμού, αναφέρεται ότι σχηματίζεται μεταξύ αμετάλλων και αφορά το μοίρασμα από κοινού ηλεκτρονίων μεταξύ των ατόμων με σκοπό να επιτύχουν την πιο κοντινή δομή ευγενούς αερίου. Σε επόμενη παράγραφο πώς οι ομοιοπολικές ουσίες σχηματίζουν γιγάντιες δομές που αποτελούνται από άτομα, αλλά και μόριακές δομές που αποτελούνται από μόρια. Και οι μεν και οι δε παρουσιάζουν ιδιότητες οι οποίες αναφέρονται.
- ❖ Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι, αν και αναφέρεται πως η πραγματοποίηση του ιοντικού και ομοιοπολικού δεσμού οφείλεται στην επιδίωξη από τα άτομα να αποκτήσουν δομή ευγενούς αερίου, μόνο κατά την περιγραφή του τελευταίου η διαδικασία αυτή ονομάζεται κανόνας οκτάδας.
- ❖ Δεν περιγράφονται οι διαμοριακοί δεσμοί.
- ❖ Δεν μελετώνται έννοιες όπως τυπικό φορτίο, συντονισμός, δίπολα , ημιπολικός δεσμός, μεταλλικός δεσμός κ.α.
- ❖ Αναφέρεται σαφώς, η ύπαρξη συνέχειας μεταξύ των δεσμών, ο εντοπισμός συγχρόνως και ιοντικού και ομοιοπολικού χαρακτήρα και η αυξομείωση αυτών σε συγκεκριμένες ενώσεις εξαιτίας της διαφοράς ηλεκτραρνητικότητας των ατόμων που τις αποτελούν.

2.2.13. Moog S. R, Farrell J.J.“Chemistry”A guided Inquiry, Fourth edition.
(δραστηριότητες που μπορούν να πραγματοποιηθούν από ομάδες μαθητών).

ΠΙΝΑΚΑΣ 13: Παρουσίαση μελέτης κεφαλαίου δεσμών που προτείνεται στο βιβλίο του Moog et al

Κεφάλαιο 2: Μοριακή δομή.	
2.1. Δομές Lewis (I).	Ομοιοπολικός δεσμός
2.2. Τάξη δεσμού και ισχύς δεσμού.	Ενέργεια δεσμού.
2.3. Δομές Lewis (II)	Δομές συντονισμού.
2.4. Δομές Lewis (III)	Τυπικό φορτίο.
2.5. Δομές Lewis(IV)	Εξαιρέσεις του κανόνα της οκτάδας.
2.6. Σχήματα μορίων.	
2.7. Υβριδικά τροχιακά.	
2.8. Υπολογισμός ενέργειας ηλεκτρονίων σθένους.	
2.9. Μερικό φορτίο.	
2.10. Πολικοί και μη πολικοί δεσμοί-ιοντικοί δεσμοί .	- Ηλεκτραρνητικότητα. - Μη πολικοί δεσμοί, πολικοί δεσμοί και ιοντικοί δεσμοί.
2.11. Διπολική ροπή.	- Πολικοί και μη πολικοί ομοιοπολικοί δεσμοί. - Δίπολα.
Κεφάλαιο 3: Στερεά και Υγρά.	
3.1. Ο ιοντικός δεσμός.	- Ιοντικός δεσμός και νόμος Coulomb. - Ιδιότητες ιοντικών ουσιών. - Ενέργεια πλέγματος.
3.2. Μέταλλα.	- Μέταλλα, αμέταλλα και ηλεκτραρνητικότητα. - Ιδιότητες μετάλλων. - Δομή μετάλλων- Μεταλλικός δεσμός.
3.3. Το τρίγωνο τύπου-δεσμού.	- Ιδιότητες ουσιών με ιοντικούς δεσμούς. - Ιδιότητες μετάλλων. - Ιδιότητες ουσιών με ομοιοπολικούς δεσμούς.
3.4. Διαμοριακές δυνάμεις.	Διαμοριακές δυνάμεις στα υγρά και στα αέρια.

	• Διαμοριακές δυνάμεις και σημεία βρασμού. • Οι διαμοριακές δυνάμεις είναι πιο ασθενείς από τους ομοιοπολικούς δεσμούς. • Δεσμός υδρογόνου (απλή αναφορά).

Σχόλια:

- ❖ Η μελέτη των δεσμών ξεκινά με την περίπτωση του ομοιοπολικού δεσμού.
- ❖ Αφού περιγραφούν οι δομές Lewis, η μελέτη των δεσμών ξεκινά με την περίπτωση του ομοιοπολικού δεσμού. Ορίζεται σαν το μοίρασμα δύο ηλεκτρονίων στη στιβάδα σθένους δύο ατόμων. Γίνεται αναφορά στην ύπαρξη δεσμικών, μη δεσμικών ηλεκτρονίων και στο σχηματισμό μίας οκτάδας στην εξωτερική στιβάδα κάθε ετόμου που συμμετέχει στο δεσμό. Στη συνέχεια ακολουθεί ο ορισμός της ενέργειας δεσμού μεταξύ ατόμων σε ένα μόριο καθώς και του μήκους και της γωνίας δεσμού. Σε επόμενη παράγραφο μελετώνται τα μοριακά τροχιακά και τα είδη του υβριδισμού τους. Στο κεφάλαιο που μελετά ο ομοιοπολικός δεσμός, υπολογίζονται και οι ενέργειες ιοντισμού των 21 πρώτων στοιχείων.
- ❖ Σε επόμενο κεφάλαιο, πριν την μελέτη του ιοντικού δεσμού, ορίζεται η ηλεκτραρνητικότητα και βάση αυτής διακρίνονται τρία είδη δεσμού, οι μη πολικοί ομοιοπολικοί, οι πολικοί ομοιοπολικοί και οι ιοντικοί δεσμοί. Στη συνέχεια μελετάται η διπολική ροπή για κάθε είδος δεσμού και η έννοια των διπόλων.
- ❖ Ο ιοντικός δεσμός ορίζεται σαν η έλξη μεταξύ δύο ατόμων, λόγω της μεταφοράς ηλεκτρονίων και των σχηματισμό θετικών και αρνητικών ιόντων. Η έλξη αυτή υπολογίζεται από τον νόμο του Coulomb. Μελετάται όχι μόνο ο σχηματισμός μιας ιοντικής ένωσης αλλά και της τριών διαστάσεων κρυσταλλικής δομής π.χ του NaCl.
- ❖ Οι έννοιες τυπικό φορτίο, ηλεκτραρνητικότητα, συντονισμός, πολικότητα δεσμού, δομές Lewis, διπολική ροπή και δίπολο περιγράφονται πριν την εισαγωγή στα είδη των δεσμών, είτε ενδομοριακών, είτε διαμοριακών.
- ❖ Οι δεσμοί διαχωρίζονται σε πολικούς και μη πολικούς.

- ❖ Έμφαση στον ιοντικό δεσμό και στη σχέση του με τον νόμο Coulomb.
- ❖ Αναφέρεται η ύπαρξη των διαμοριακών δυνάμεων, συγκρίνεται η ισχύς τους με τους ομοιοπολικούς δεσμούς αλλά δεν περιγράφονται τα είδη των διαμοριακών δυνάμεων εκτός από μία απλή αναφορά στον δεσμό H και μάλιστα αυτή γίνεται στις ασκήσεις εξάσκησης.
- ❖ Η συνέχεια των δεσμών αναφέρεται έμμεσα, όταν οι συγγραφείς μιλούν για την ηλεκτραρνητικότητα και αναφέρουν ότι η τιμή της είναι αυτή που διαχωρίζει έναν ιοντικό ή έναν ομοιοπολικό δεσμό. Ο διαχωρισμός όμως, όπως αναφέρεται, παραμένει.

2.2.14. Alan Sherman & Sharon Sherman. “ Chemistry and our changing world”

ΠΙΝΑΚΑΣ 14: Παρουσίαση μελέτης κεφαλαίου δεσμών που προτείνεται στο βιβλίο των Sherman et al.

Κεφάλαιο 4 : Χημικός δεσμός.	
Δομές Lewis με ηλεκτρόνια - κουκκίδες.	
Ο ομοιοπολικός δεσμός.	• Διατομικά στοιχεία: Κάποια χαρακτηριστικά παραδείγματα ομοιοπολικών δεσμών. • Άλλα μόρια που περιέχουν ομοιοπολικούς δεσμούς.
Ιοντικός δεσμός.	
Εξαιρέσεις του κανόνα της οκτάδας.	
Ηλεκτραρνητικότητα: Ένας τρόπος διάγνωσης ενός ομοιοπολικού ή ενός ιοντικού δεσμού.	
Πολικός και μη πολικός ομοιοπολικός δεσμός.	• Αριθμός οξείδωσης.
Πώς να γράψεις μια χημική ένωση..	
Πώς να γράψεις την ονομασία μιας χημικής ένωσης.	
Τα τρισδιάστατα χαρακτηριστικά των μορίων: Κάποια είναι πολικά και κάποια μη πολικά.	
Κεφάλαιο 7: Οι τρεις καταστάσεις της ύλης.Υγρά στερεά και αέρια	

Η στερεή κατάσταση. Όλα όσα αφορούν τα στερεά.	• Ενέργεια πλέγματος.
Ατομικοί, μοριακοί και ιοντικοί κρύσταλλοι: Μια ματιά για το τι τους κρατά ενωμένους.	• Διαμοριακές δυνάμεις. • Μεταλλικός δεσμός. • Μεταλλικό πλέγμα.
Κεφάλαιο 9: Το νερό και η μόλυνσή του.	
Η χημεία του νερού.	• Οι δεσμοί υδρογόνου.

Σχόλια:

- ❖ Πριν τους δεσμούς περιγράφονται οι δομές Lewis αλλά και ο κανόνας της οκτάδας σαν ένας από τους λόγους που τα άτομα σχηματίζουν δεσμούς.
- ❖ Κατά την εισαγωγή του συγκεκριμένου βιβλίου στην μελέτη του χημικού δεσμού, οι συγγραφείς μελετάνε πρώτα τον ομοιοπολικό δεσμό. Ορίζεται σαν ο δεσμός μεταξύ ατόμων που κατέχουν από κοινού ηλεκτρόνια με σκοπό να αποκτήσουν στην εξωτερική τους στοιβάδα οκτάδα ηλεκτρονίων. Για να εισάγουν τις ιδιότητές του δεσμού, χρησιμοποιούν την περίπτωση των διατομικών μορίων κι έπειτα την ύπαρξή του σε χημικές ενώσεις.
- ❖ Στη συνέχεια ακολουθεί η μελέτη του ιοντικού δεσμού, σαν ένας άλλος τρόπος να σχηματίζουν οκτάδες, αλλά τώρα μέσω μεταφοράς ηλεκτρονίων. Περιγράφεται ο σχηματισμός των θετικών και αρνητικών ιόντων και η έλξη που τα ενώνει που την ονομάζει ιοντικό δεσμό. Ο ιοντικός δεσμός ακολουθεί τον ομοιοπολικό. Η εισαγωγή του νέου αυτού είδος δεσμού εισάγεται σαν αποτέλεσμα της αδυναμίας σχηματισμού ομοιοπολικού δεσμού στο μόριο του NaCl.
- ❖ Η έννοια της ηλεκτραρνητικότητας παρουσιάζεται, αφού ολοκληρωθεί η παρουσίαση των δύο δεσμών, σαν κριτήριο διάκρισης και διάγνωσης ομοιοπολικών και ιοντικών δεσμών μεταξύ των ατόμων του Π.Π. Με βάση την έννοια αυτή διακρίνονται οι ομοιοπολικοί δεσμοί σε πολικούς και μη πολικούς
- ❖ Αναφέρεται σαφώς πως κάθε δεσμός ανεξάρτητα της διαφοράς ηλεκτραρνητικότητας των ατόμων που τον αποτελούν, εμπεριέχει πάντα ένα ποσοστό ομοιοπολικού και ένα ποσοστό ιοντικού

χαρακτήρα. Ανάλογα τώρα πιο ποσοστό υπερισχύει, ο δεσμός χαρακτηρίζεται ομοιοπολικός ή ιοντικός.

- ❖ Στο 7^ο κεφάλαιο του συγκεκριμένου βιβλίου περιγράφονται οι φυσικές καταστάσεις της ύλης. Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο και μάλιστα στην παράγραφο: “Ατομικοί, μοριακοί και ιοντικοί κρύσταλλοι: Μια ματιά για το τι τους κρατά ενωμένους.”, γίνεται αναφορά σε πολύ ασθενείς δυνάμεις που συγκρατούν μαζί τους μοριακούς κρυστάλλους και για τον δεσμό μεταξύ των ατομικών κρυστάλλων (που ανήκουν στους μοριακούς κρυστάλλους), όταν αυτοί αποτελούνται από μέταλλα. Αναφορά στο μεταλλικό πλέγμα που σχηματίζεται.
- ❖ Στο κεφάλαιο 8 : “Το νερό και η μόλυνσή του” και μάλιστα στο υποκεφάλαιο που αναφέρεται στην χημεία του νερού, περιγράφονται οι δεσμοί υδρογόνου σαν η αιτία των ξεχωριστών ιδιοτήτων του νερού. Οι δεσμοί υδρογόνου αναφέρονται ξανά στη μελέτη της δομής των πρωτεϊνών σε επόμενο κεφάλαιο.
- ❖ Δεν γίνεται αναφορά στα είδη των διαμοριακών δεσμών (δυνάμεων), εκτός από εκείνη στον δεσμό υδρογόνου. Ούτε στις έννοιες τυπικό φορτίο, δίπολο, διπολική ροπή, συντονισμός κ.α.

2.2.15. Pauling Linus and Pauling Peter “Chemistry” W. H. Freeman and company, San Francisco

ΠΙΝΑΚΑΣ 15: Παρουσίαση μελέτης κεφαλαίου δεσμών που προτείνεται στο βιβλίο του Pauling et al.

Κεφάλαιο 1: Χημεία και ύλη.	
1.8. Στερεά, υγρά και αέρια.	
Κεφάλαιο 2: Η ατομική και η μοριακή δομή της ύλης.	
2.7. Η εξάχνωση των κρυστάλλων. Η φύση ενός αερίου.	• Δυνάμεις Van der Waals.
Κεφάλαιο 6: Ομοιοσθένεια και ηλεκτρονιακή δομή.	
Εισαγωγή.	• Σθένος • Ιοντικό και ομοιοπολικό σθένος.
6.1. Η Φύση της ομοιοσθένειας.	• Ομοιοπολικός δεσμός.
6.2. Ομοιοπολικά μόρια.	• Το μόριο του υδρογόνου. • Ο ομοιοπολικός δεσμός σε άλλα μόρια (CH₄).
6.3. Η δομή των ομοιοπολικών ουσιών.	• Ουσίες που αποτελούνται από υδρογόνα και αμέταλλα (π.χ. HF). • Η ηλεκτρονιακή δομή και κάποιων άλλων ουσιών (π.χ. HCCl₃).
6.4. Η κατεύθυνση των δεσμών σθένους στο χώρο.	
6.5. Δεσμός τετραεδρικών τροχιακών.	• Πολλαπλοί δεσμοί. • Μήκος δεσμού.
6.6. Η απεικόνιση των μορίων με p και s τροχιακά.	
6.7. Δεσμός τροχιακών με μεγάλο p χαρακτήρα.	
6.8. Συντονισμός.	
6.9. Ιοντικό σθένος.	• Ιοντικός δεσμός.
6.10. Ιοντική ακτίνα.	
6.11. Ο μερικός ιοντικός χαρακτήρας	

του ομοιοπολικού δεσμού.	
6.12. Η κλίμακα ηλεκτραρνητικότητας των στοιχείων.	• Ενέργεια δεσμού. • Ηλεκτραρνητικότητα.
6.13. Η αρχή της ηλεκτροουδετερότητας.	• Τυπικό φορτίο.
6.14. Δομές με πάνω από 4 ζεύγη ηλεκτρονίων στην εξωτερική στιβάδα.	
6.15. Το μέγεθος ατόμων και μορίων, ομοιοπολική ακτίνα και Van der Waals ακτίνα .	
6.16. Αριθμός οξείδωσης των ατόμων.	
Κεφάλαιο 17: Η φύση των μετάλλων και των κραμμάτων τους.	
17.2. Η κατάσταση των μετάλλων.	• Ο δεσμός στα μέταλλα. • Μεταλλικό σθένος.

Σχόλια:

- ❖ Στο συγκεκριμένο βιβλίο οι συγγραφείς μελετούν πρώτα τις διαμοριακές δυνάμεις αναφέροντας τα γενικά χαρακτηριστικά τους και κι έπειτα τις ενδομοριακές δυνάμεις. Η μελέτη των δυνάμεων Van der Waals πραγματοποιείται μετά την αναφορά στην ατομική και μοριακή δομή της ύλης και ιδιαίτερα της εξάχνωσης των κρυστάλλων. Τα είδη των διαμοριακών δυνάμεων δεν αναφέρονται στη συγκεκριμένη μελέτη.
- ❖ Η μελέτη των δεσμών ξεκινά με την παρουσίαση του ομοιοπολικού δεσμού κι έπειτα ακολουθεί η έννοια του ιοντικού δεσμού.
- ❖ Κατά την εισαγωγή στον ομοιοπολικό δεσμό, αναφέρεται πως είναι εκείνος ο δεσμός που αποτελείται από ένα ζεύγος ηλεκτρονίων που κατέχεται από κοινού από δύο άτομα και περιλαμβάνει δύο σταθερά τροχιακά, ένα για κάθε άτομο. Στη συνέχεια τονίζεται πως η δομή που αποκτά ένα άτομο είτε κατέχοντας από κοινού είτε μεταφέροντας ηλεκτρόνια, είναι δομή ευγενούς αερίου και η εξωτερική στιβάδα σχηματίζει μια σταθερή συμπληρωμένη οκτάδα. Στο ίδιο κεφάλαιο

περιγράφεται η θεωρία του δεσμού σθένους και η θεωρία των μοριακών τροχιακών.

- ❖ Η μελέτη του ιοντικού δεσμού ξεκινά με την αναφορά στο ιοντικό σθένος. Πιο συγκεκριμένα, περιγράφεται ως ο αριθμός των ηλεκτρονίων που προστίθενται ή αφαιρούνται από ένα άτομο. Στη συνέχεια, υπογραμμίζονται στο κείμενο δύο έννοιες η ενέργεια ιοντισμού και η ηλεκτρονική συγγένεια, που περιγράφουν την ενέργεια που απαιτείται ώστε να αποσπαστούν ή να προστεθούν ένα ή περισσότερα ηλεκτρόνια. Αν και λέγεται πως οι ιοντικές ενώσεις δημιουργούνται από την ένωση αντίθετα φορτισμένων σωματιδίων και ότι η έλξη αυτή είναι ηλεκτρική, δεν ορίζεται ο ιοντικός δεσμός.
- ❖ Στο τέλος του κεφαλαίου μελετάται ο μερικός ιοντικός χαρακτήρας των ομοιοπολικών ενώσεων. Τονίζεται πως υπάρχουν μόρια τα οποία είναι καθαρά ιοντικές ενώσεις και άλλα καθαρά ομοιοπολικές ενώσεις. Υπάρχουν όμως και ενώσεις αν και ομοιοπολικές, με ποσοστό ιοντικού χαρακτήρα. Για να υπολογιστεί το ποσοστό του ιοντικού χαρακτήρα χρησιμοποιείται η έννοια της ηλεκτραρνητικότητας. Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά ηλεκτραρνητικότητας τόσο πιο μεγάλο είναι το ποσοστό του ιοντικού χαρακτήρα του ομοιοπολικού δεσμού.

2.2.16. Kotz C. John, Treichel Paul, J, Chemistry & Chemical reactivity

ΠΙΝΑΚΑΣ 16: Παρουσίαση μελέτης κεφαλαίου δεσμών που προτείνεται στο βιβλίο των Kotz et al.

Κεφάλαιο 9:	Δεσμοί και μοριακή δομή:	Θεμελιώδεις έννοιες.
9.1. Ηλεκτρόνια σθένους.	Σύμβολα Lewis.	
9.2. Σχηματισμός χημικού δεσμού.	- Ιοντικός δεσμός. - Ομοιοπολικός δεσμός.	
9.3. Δεσμοί στις ιοντικές ενώσεις.	- Ενέργεια του σχηματισμού του ζεύγους ιόντος . - Ενέργεια πλέγματος.	
9.4. Ομοιοπολικός δεσμός.	- Δομές Lewis ηλεκτρόνια – κουκκίδες. - Ο ρόλος της οκτάδας. - Πρόβλεψη Δομών Lewis. - Συντονισμός.	72
9.5. Ιδιότητες δεσμού.	- Τάξη δεσμού. - Μήκος δεσμού. - Ενέργεια δεσμού.	
9.6. Μετατόπιση φορτίου στις χημικές ενώσεις.	- Τυπικό φορτίο στα άτομα. - Πολικότητα δεσμού και ηλεκτραρνητικότητα. - Συνδυάζοντας το τυπικό φορτίο και την πολικότητα δεσμού.	- Πολικός δεσμός. - Πολικός ομοιοπολικός δεσμός. - Μη πολικός ομοιοπολικός δεσμός. - Ηλεκτραρνητικότητα. - Διαμοριακές δυνάμεις.
9.7. Μοριακά σχήματα.		
9.8. Μοριακή πολικότητα.		
Κεφάλαιο 10:	Υβριδισμός και μοριακά	

Ενδομοριακοί και διαμοριακοί δεσμοί: Ιεραρχίες μάθησης στην βιβλιογραφία της Γενικής Χημείας και στην προσέγγιση των καταστάσεων της ύλης (SOMA). Αξιολόγηση των ερωτήσεων των αντίστοιχων κεφαλαίων

Δεσμοί και μοριακή δομή:	τροχιακά.	
10.4. Μέταλλα και ημιαγωγο	- Αγωγοί, μονωτές και θεωρία ζωνών. - Ημιαγωγοί	Δεσμός στα μέταλλα.
Κεφάλαιο 13:	Δεσμοί και μοριακή δομή:	Διαμοριακές δυνάμεις , αέρια και στερεά.
13.1.	Οι καταστάσεις της ύλης και.	η κινητική μοριακή θεωρία.
13.2. Διαμοριακές δυνάμεις.	- Αλληλεπίδραση μεταξύ ιόντων και μορίων με ένα μόνιμο δίπολο. - Αλληλεπίδραση μεταξύ μορίων με μόνιμα δίπολα. - Δεσμός υδρογόνου. - Δυνάμεις διασποράς: Αλληλεπιδράσεις που αφορούν παρωδικά δίπολα.	- Έλξη ιόντος – διπόλου. - Έλξη διπόλου – διπόλου. - Αλληλεπιδράσεις μεταξύ πολικών και μη πολικών μορίων. - Αλληλεπιδράσεις μεταξύ μη πολικών μορίων.

Σχόλια:

- ❖ Στο συγκεκριμένο βιβλίο η παρουσία των ενδομοριακών δυνάμεων προηγείται όπως συνήθως των διαμοριακών δυνάμεων.
- ❖ Ο ιοντικός δεσμός περιγράφεται πριν από τον ομοιοπολικό δεσμό.
- ❖ Πιο συγκεκριμένα, αφού περιγραφούν οι έννοιες των ηλεκτρονίων σθένους, των συμβόλων Lewis για τα άτομα και η οκτάδα ηλεκτρονίων που μπορεί να αποκτήσει ένα άτομο, εισάγεται ο ιοντικός δεσμός. Ο δεσμός αυτός, όπως τονίζεται στο βιβλίο, σχηματίζεται όταν ηλεκτρόνια σθένους μετακινούνται από ένα άτομο σε ένα άλλο, σχηματίζοντας ιόντα αρνητικά και θετικά φορτισμένα. Μελετάται το παράδειγμα του NaCl. Για το συγκεκριμένο μόριο

υπολογίζονται οι ενεργειακές μεταβολές που συντελούν τελικά στον σχηματισμό του και ορίζονται έννοιες όπως η ενέργεια ιοντισμού και η ηλεκτρονική συγγένεια. Δεν μελετώνται όμως μόνο οι ενεργειακές μεταβολές κατά τον σχηματισμό μιας ιοντικής ένωσης αλλά και του κρυστάλλου τον οποίο σχηματίζουν οι ενώσεις αυτές. Η αντίστοιχη ενέργεια είναι η ενέργεια πλέγματος η οποία υπολογίζεται αναλυτικά.

- ❖ Στη συνέχεια ορίζεται ο ομοιοπολικός δεσμός, ο οποίος όπως αναφέρεται, αφορά το μοίρασμα και την κατοχή από κοινού ηλεκτρονίων σθένους μεταξύ των ατόμων. Κατά την μελέτη, περιγράφονται οι δομές Lewis, η ύπαρξη δεσμικών και μη δεσμικών ηλεκτρονίων αλλά και ο κανόνας της οκτάδας. Ειδικότερα για τον κανόνα της οκτάδας, αναφέρεται ότι είναι η τάση των ομοιοπολικών ειδών να αποκτούν δομή στην οποία 8 ηλεκτρόνια περιβάλλουν το άτομο. Στο τέλος του κεφαλαίου περιγράφονται έννοιες όπως μήκος και τάξη δεσμού, ενέργεια δεσμού. Η πολικότητα των μορίων και η ηλεκτραρνητικότητα
- ❖ Ο ημιπολικός δεν περιγράφεται.
- ❖ Η έννοια της ηλεκτραρνητικότητας περιγράφεται αφού παρουσιαστούν τα είδη των ενδομοριακών δεσμών, με σκοπό να εντοπίσει την πολικότητα των ενώσεων με ομοιοπολικό δεσμό.
- ❖ Οι διαμοριακές δυνάμεις περιγράφονται αναλυτικά και αναφέρονται και τα είδη των διαμοριακών δυνάμεων. Πιο αναλυτικά τα είδη που συναντά κανείς στο βιβλίο είναι: αλληλεπίδραση ιόντος –διπόλου, διπόλου – διπόλου, δεσμός υδρογόνου, αλληλεπιδράσεις στιγμιαίου διπόλου- διπόλουκαι στιγμ. διπόλου – στιγμ. διπόλου με τη σειρά που καταγράφηκαν..
- ❖ Οι καταστάσεις της ύλης μελετώνται σε διαφορετικά κεφάλαια. Στο κεφάλαιο 12 περιγράφεται η αέρια κατάσταση και οι ιδιότητές της, ενώ στο κεφάλαιο 13 η υγρή και η στερεή κατάσταση, μαζί με τις διαμοριακές δυνάμεις.

- ❖ Εντοπίζεται η συνέχεια των δεσμών και το γεγονός ότι ο ιοντικός και ο ομοιοπολικός δεσμός αποτελούν μόνο τις ακραίες μορφές του χημικού δεσμού.

2.2.17. Roger G. Gymer, Chemistry: An ecological approach.

Harper & Row, Publishers New York, Evanston, San Francisco, London.

ΠΙΝΑΚΑΣ 17: Παρουσίαση μελέτης κεφαλαίου δεσμών που προτείνεται στο βιβλίο του Gymer.

Κεφάλαιο 3: Χημικός δεσμός	και μόρια.
3.1. Ενέργεια και αδρανή αέρια.	
3.2. Μεταφορά ηλεκτρονίων και ιοντικός δεσμός.	
3.3. Ομοιοπολικός δεσμός.	
3.4. Ο κανόνας των οκτώ.	
3.5. Δομές Lewis ηλεκτρονίων – κουκκίδες.	
3.6. Η κυματοειδής γραφική παράσταση του δεσμού.	
3.7. Μοριακά τροχιακά.	
3.8. Ενέργεια μοριακών τροχιακών.	
3.9. Τάξη δεσμού στα ομοπυρηνικά διατομικά.	
3.10. Δεσμός στα διατομικά μόρια που αποτελούνται από διαφορετικά άτομα.	
3.11. Διηγερμένες καταστάσεις..	
3.12. Δεσμός σε πολυατομικά μόρια.	
3.13. Ημιπολικός δεσμός.	
3.14. Υβριδισμός.	
3.15. Απεντοπισμένα ηλεκτρόνια και συντονισμός.	
3.16. Ενέργεια δεσμού.	
3.17. Μήκος δεσμός.	
Κεφάλαιο 4: Η αέρια κατάσταση.	
4.19. Διαμοριακές δυνάμεις.	
4.20. Δίπολα και διπολικές ροπές.	

4.21. Ηλεκτραρνητικότητα.	
4.22. Διπολική ροπή δεσμού και διπολική ροπή μορίου.	
4.23. Ηλεκτροστατικές δυνάμεις.	• Αλληλεπιδράσεις ιόντος – διπόλου. • Αλληλεπιδράσεις διπόλου – διπόλου.
4.24. Επαγόμενα δίπολα και πολικότητα..	
4.25. Παροδικά δίπολα και δυνάμεις London.	

Σχόλια:

- ❖ Η περιγραφή των ενδομοριακών δυνάμεων ξεκινά με την έννοια του ιοντικού σθένους και στη συνέχεια ακολουθεί το ομοιοπολικό σθένος.
- ❖ Στο συγκεκριμένο βιβλίο, γίνεται αναλυτική αναφορά στο σθένος (αριθμό οξείδωσης) και στα είδη του και όχι στα είδη των δεσμών. Μόνο απλοί αναφορά στην ύπαρξη δεσμών.
- ❖ Κατά την περιγραφή του ιοντικού σθένους, αναφέρεται ότι οι δυνάμεις που δρουν είναι ηλεκτρικές μεταξύ των φορτισμένων σωματιδίων.
- ❖ Κατά την αναφορά στο ομοιοπολικό σθένος, το ορίζει ως ο αριθμός των ηλεκτρονίων που διαμοιράζονται τα άτομα μεταξύ τους. Η ομοιοπολική δύναμη, όπως χαρακτηριστικά αναφέρεται, μεταξύ των ατόμων που διαμοιράζονται δύο ή περισσότερα δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων σχετίζεται με την "μετατόπιση", την εξάπλωση των ηλεκτρονίων σε μια περιοχή μεγαλύτερη από αυτή που κατέχουν στα χωριστά άτομα. Στο τέλος αναλύεται ο τρόπος γραφής δομών μορίων.
- ❖ Περιγράφονται οι κρυσταλλικές δυνάμεις οι οποίες εντοπίζονται και ανάλογα με το είδος τους χωρίζονται και τα στερεά σε κατηγορίες. Πιο συγκεκριμένα: α. Είναι οι μοριακοί κρύσταλλοι, όπου εντοπίζονται δυνάμεις Van der Waals, β) οι ομοιοπολικοί κρύσταλλοι με ομοιοπολικούς δεσμούς και οι γ) ιοντικοί κρύσταλλοι με ιοντικούς δεσμούς.
- ❖ Η ηλεκτραρνητικότητα είναι μία από τις έννοιες που δεν περιγράφονται.

- ❖ Αναφέρεται η ύπαρξη των διαμοριακών δυνάμεων και ότι ονομάζονται Van der Waals. Όμως από τα είδη των διαμοριακών δυνάμεων απλά περιγράφεται η έννοια του δεσμού υδρογόνου.
- ❖ Κατά την παρουσίαση των ενδομοριακών δεσμών ξεκινά η μελέτη με την περίπτωση του ιοντικού δεσμού κι έπειτα ακολουθεί ο ομοιοπολικός δεσμός.
- ❖ Στην εισαγωγή του κεφαλαίου, αναφέρεται ο τρόπος σχηματισμού ιόντων και υπογραμμίζεται πως το εάν θα οδηγηθεί ένα άτομο στην απόκτηση ή στην απόσπαση ηλεκτρονίων εξαρτάται από δύο μεγέθη, την ενέργεια ιοντισμού και την ηλεκτρονική συγγένεια. Στη συνέχεια τονίζεται η σταθερότητα των ευγενών αερίων λόγω της δομής τους.
- ❖ Η εισαγωγή στον ιοντικό δεσμό παρουσιάζεται ως εξής: Ένας τρόπος να αποκτήσει κάποιο άτομο δομή ευγενούς αερίου, είναι να δώσει ή να πάρει ηλεκτρόνια σθένους. Εάν ένα άτομο πρέπει να δώσει ηλεκτρόνια, κάποιο άλλο θα πρέπει να βρεθεί για να τα πάρει τα συγκεκριμένα ηλεκτρόνια. Τα αρνητικά φορτισμένα ιόντα που σχηματίζονται έλκονται με δυνάμεις ηλεκτροστατικής φύσεως και σχηματίζουν τον ετεροπολικό ή ιοντικό δεσμό.
- ❖ Στην παράγραφο του ομοιοπολικού δεσμού, αναφέρονται τα ηλεκτρόνια που συνεισφέρουν τα άτομα ώστε να αποκτήσουν δομή ευγενούς αερίου. Υπογραμμίζεται ότι πραγματοποιείται μεταξύ ατόμων που δεν έχουν μεγάλη διαφορά στις ενέργειες ιοντισμού και ηλεκτρονικής συγγένειας. Η μελέτη του δεσμού γίνεται με την βοήθεια των ηλεκτρονιακών δομών των αντίστοιχων ατόμων και την σύζευξη των αντίστοιχων τροχιακών. Δίδεται και το ενεργειακού διάγραμμα που αφορά τη μεταβολή της δυναμικής ενέργειας κατά τον σχηματισμό του ομοιοπολικού δεσμού στο μόριο του H_2 . Σε επόμενη παράγραφο παριστάνεται ο δεσμός και η σύζευξη των αντίστοιχων τροχιακών κάποιων ατόμων και με διαγράμματα. Αναφέρεται ότι ο ομοιοπολικός δεσμός μεταξύ ατόμων σχηματίζει μόρια και μελετάται η θεωρία των μοριακών τροχιακών. Στο τέλος του συγκεκριμένου κεφαλαίου μελετώνται οι έννοιες ενέργεια δεσμού και μήκος δεσμού.

- ❖ Ο κανόνας της οκτάδας αναφέρεται σαν αιτία του σχηματισμού και του ιοντικού και του ομοιοπολικού δεσμού, ενώ μελετώνται οι δομές Lewis για διάφορα άτομα είτε συμμετέχουν σε ομοιοπολικό είτε σε ιοντικό δεσμό.
- ❖ Κατά την μελέτη του ομοιοπολικού δεσμού μεταξύ διαφορετικών ατόμων, οι συγγραφείς αναφέρονται στην συνέχεια των δεσμών. Πιο συγκεκριμένα τονίζεται η διαφορετική έλξη που θα ασκεί κάθε άτομο στο κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων με αποτέλεσμα το σχηματισμό δεσμού με μερικό ιοντικό και μερικό ομοιοπολικό χαρακτήρα. Η συνέχεια αυτή αναφέρεται και στο επόμενο κεφάλαιο, κατά την μελέτη της ηλεκτραρνητικότητας.
- ❖ Παρουσιάζεται και μελετάται η έννοια του ημιπολικού δεσμού. Επίσης οι έννοιες ηλεκτραρνητικότητα, πολικότητα και διπολική ροπή αναφέρονται στο επόμενο κεφάλαιο μαζί με τις διαμοριακές δυνάμεις.
- ❖ Οι τρεις φυσικές καταστάσεις μελετώνται ξεχωριστά. Το βιβλίο χωρίζεται σε έξι μέρη. Στο δεύτερο μέρος οι συγγραφείς αναφέρονται στην αέρια κατάσταση, στο τρίτο μέρος στην υγρή (ξεκινά με την μελέτη του νερού) και τέλος στο τέταρτο μέρος περιγράφεται η στερεά κατάσταση (γη, κρύσταλλοι.).
- ❖ Οι διαμοριακές δυνάμεις εμπεριέχονται στο δεύτερο μέρος του βιβλίου, όπου μελετάται και η αέρια κατάσταση. Κατά την μελέτη των διαμοριακών δυνάμεων παρουσιάζεται η έννοια της ηλεκτραρνητικότητας.
- ❖ Τα είδη των διαμοριακών δυνάμεων, όπως αυτά περιγράφονται στο συγκεκριμένο βιβλίο, είναι τρία: α. Οι ηλεκτροστατικές διαμοριακές αλληλεπιδράσεις, β. οι επαγωγικές αλληλεπιδράσεις και γ. οι δυνάμεις London. Πιο αναλυτικά αναφέρονται οι εξής κατηγορίες:

Ηλεκτροστατικές διαμοριακές αλληλεπιδράσεις.	Επαγωγικές διαμοριακές αλληλεπιδράσεις.	Δυνάμεις London.
ιόντος – ιόντος.	ιόντος επαγόμενου	• σστιγμαίου
• Ιόντος – διπόλου.	διπόλου.*	διπόλου –
• Δδιπόλου	– • δδιπόλου-	επαγόμενου

διπόλου.*	επαγόμενου διπόλου.*	διπόλου.*

***Δυνάμεις Van der waals.**

- ❖ Οι ηλεκτροστατικές δυνάμεις είναι οι δυνάμεις που εμπεριέχουν δυνάμεις μεταξύ μόνιμα φορτισμένων ατόμων και ιόντων.
- ❖ Σαν επαγωγικές δυνάμεις ονομάζονται οι αλληλεπιδράσεις εκείνες που εμπεριέχουν επαγόμενα δίπολα ενώ δυνάμεις London λέγονται όσες εμπεριέχουν στιγμιαία δίπολα. Και οι δύο κατηγορίες περιγράφουν τις διαμοριακές δυνάμεις που περιγράφονται όταν ένα τουλάχιστον από τα μόρια είναι μη πολικό (π.χ. Cl_2 ή CCl_4).
- ❖ Η έννοια του επαγόμενου διπόλου και ο διαχωρισμός του από την έννοια του στιγμιαίου δικαιολογείται ως εξής: Το επαγόμενο δίπολο δημιουργείται όταν ένα μη πολικό μόριο βρεθεί σε φορτισμένο περιβάλλον είτε λόγω ενός ιόντος ή ενός μόνιμου διπόλου. Αντίθετα ένα στιγμιαίο δίπολο σχηματίζεται όταν το ίδιο το μη πολικό μόριο λόγω μετατόπισης των δικού του ηλεκτρικού φορτίου λόγω αλληλεπιδράσεων στο εσωτερικό του, φορτίζεται στιγμιαία.
- ❖ Η έννοια του μεταλλικού δεσμού περιγράφεται στο τέταρτο μέρος όπου οι συγγραφείς αναλύουν τις ιδιότητες της στερεάς κατάστασης και ειδικότερα στην παράγραφο 13.5. όπου αναφέρονται στο δεσμό στα στερεά.

2.2.18. Schwartz A. Truman, Bunce M. Diane, Silberman G. Robert, Stanitski L. Conrad, Stratton J. Wilmer, Zipp P. Arden. Chemistry in Context, Applying Chemistry to Society. A Project of the American Chemical Society.

ΠΙΝΑΚΑΣ 18: Παρουσίαση μελέτης κεφαλαίου δεσμών που προτείνεται στο βιβλίο των Schwartz et al.

Κεφάλαιο 2: Προστατεύοντας το στρώμα του όζοντος.		
2.1. Όζον: Τι είναι;		
2.2. Ατομική δομή και στοιχειώδης περιοδικότητα.		
2.3. Μόρια και μοντέλα.	Ομοιοπολικός δεσμός. Δομές Lewis. Απλός δεσμός. Κανόνας οκτάδας. Διπλός δεσμός. Τριπλός δεσμός. Συντονισμός.	80
Κεφάλαιο 4: Ενέργεια , χημεία και κοινωνία.		
4.1. Ενέργεια: Σκληρό έργο και πρωταρχικό προϊόν.		
4.2. Διατήρηση ενέργειας και κατανάλωση.		
4.3. Ενέργεια: Από που προέρχεται και πόσο κοστίζει;		
4.4. Υπολογίζοντας ενεργειακές αλλαγές στις χημικές αντιδράσεις.	Ενέργεια δεσμού.	
Κεφάλαιο 5: Το θαύμα		

του νερού.	
5.1. Πιες το.	
5.2. H₂O: Εκπληκτικό προϊόν.	
5.3. Μοριακή δομή και φυσικές ιδιότητες.	Ηλεκτραρνητικότητα. Πολικός και μη πολικός ομοιοπολικός δεσμός.
5.4. Δεσμός υδρογόνου.	
5.5. Το νερό σαν διαλύτης.	
5.6. Ιοντικές ενώσεις και τα διαλύματά τους.	Ιοντικός δεσμός. Ιοντικές ενώσεις.
5.7. Ομοιοπολικές ενώσεις και τα διαλύματά τους.	Ομοιοπολικές ενώσεις.

Σχόλια:

- ❖ Στο 18^ο βιβλίο, οι ενδομοριακοί δεσμοί δεν αναλύονται σε συγκεκριμένο κεφάλαιο αλλά σε διαφορετικά. Πιο συγκεκριμένα στο 2^ο κεφάλαιο, όπου μελετάται το στρώμα του όζοντος και σε επέκταση η αέρια κατάσταση, παρουσιάζεται για πρώτη φορά η έννοια του ομοιοπολικού δεσμού. Στη συνέχεια οι δομές Lewis και ο κανόνας της οκτάδας. Σε επόμενο κεφάλαιο και πιο συγκεκριμένα στο 5^ο, όπου μελετάται το νερό και σε επέκταση η υγρή κατάσταση, αναφέρεται ξανά στον ομοιοπολικό δεσμό αφού περιγραφεί η έννοια της ηλεκτραρνητικότητας και στο εάν είναι πολικός ή μη ο εκάστοτε ομοιοπολικός δεσμός. Στη συνέχεια και στο ίδιο κεφάλαιο περιγράφεται η έννοια του ιοντικού δεσμού.
- ❖ Πιο αναλυτικά, αναφέρεται πως ομοιοπολικός δεσμός ονομάζονται τα δύο ηλεκτρόνια που κατέχουν από κοινού δύο άτομα. Υπογραμμίζεται πως ο δεσμός αυτός οδηγεί στο σχηματισμό μορίων και ορίζεται ο κανόνας της οκτάδας ο οποίος αφορά την διάταξη των ηλεκτρονίων των μορίων. Σε επόμενο κεφάλαιο, περιγράφεται η ηλεκτραρνητικότητα σαν η μέτρηση της ηλεκτρονιακής έλξης ενός

- ατόμου, το οποίο σχηματίζει ομοιοπολικό δεσμό, αλλά και η πολικότητα των ομοιοπολικών δεσμών.
- ❖ Για την περίπτωση του ιοντικού δεσμού, αναφέρεται πως είναι η έλξη μεταξύ αντίθετα φορτισμένων ιόντων, με αποτέλεσμα των σχηματισμό κρυστάλλων. Τονίζεται πως στις ιοντικές ενώσεις δεν υπάρχουν μόρια, παρά μόνο ιόντα.
 - ❖ Όσον αφορά τις διαμοριακές δυνάμεις, αυτές παρουσιάζονται στο 5^ο κεφάλαιο αμέσως μετά τον ομοιοπολικό δεσμό και πριν ακόμη μελετηθεί ο ιοντικός δεσμός. Πιο συγκεκριμένα αναφέρεται στο συγκεκριμένο βιβλίο το τι είναι οι διαμοριακές δυνάμεις και μελετάται μόνο η περίπτωση του δεσμού υδρογόνου.
 - ❖ Δεν μελετάται στο συγκεκριμένο βιβλίο η έννοια του τυπικού φορτίου, του διπόλου, της διπολικής ροπής, του υβριδισμού, του ημιπολικού δεσμού και τα είδη των διαμοριακών δυνάμεων.

2.2.19. Τσαπαρλής Γ, Ανόργανος Χημεία: Βασικές αρχές και εφαρμογές αυτών. (Μία λογικά θεμελιωμένη παρουσίαση των κυριότερων θεμάτων της γυμνασιακής ανόργανης χημείας), Αθήνα 1974

82

ΠΙΝΑΚΑΣ 19: Παρουσίαση μελέτης κεφαλαίου δεσμών που προτείνεται στο βιβλίο του Τσαπαρλή..

Κεφάλαιο 2: Μοριακή δομή.	
1.1. Χημικός δεσμός	
1.2. Ετεροπολικός δεσμός.	
1.3. Ομοιοπολικός δεσμός.	• Δύναμη ανταλλαγής. • Κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων. • Απόκτηση δομής ευγενούς αερίου. • Ημισυμπληρωμένα τροχιακά. • Σθένος.
1.4. Ετεροπυρηνικά ομοιοπολικά διατομικά μόρια.	• Σχηματισμός διπόλου.
1.5. Πολυατομικά ομοιοπολικά μόρια.	
1.6. Διπλός και τριπλός δεσμός.	
1.7. Ημιπολικός δεσμός.	

1.8. Ανακεφαλαίωση. Κανόνας των οκτάδων.	
1.9. Δυνάμεις Van der Waals.	• Αλληλεπίδραση διπόλου – διπόλου (προσανατολισμός ηλεκτρικών διπόλων). • Αλληλεπίδραση διπόλου – ηλεκτρομαγνητικώς επαχθέντος διπόλου (δια ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής). • Δυνάμεις κυματομηχανικής φύσεως (δυνάμεις ανταλλαγής).
2.10. Δεσμός υδρογόνου.	

Σχόλια:

- ❖ Σε αυτό το βιβλίο η διδασκαλία του κεφαλαίου του χημικού δεσμού, αρχίζει με τον ετεροπολικό δεσμό και στη συνέχεια παρουσιάζεται ο ομοιοπολικός και ο ημιπολικός δεσμός.
- ❖ Κατά τη διδασκαλία του ετεροπολικού δεσμού, περιγράφονται οι ηλεκτροστατικές (ελκτικές) δυνάμεις Coulomb που εμφανίζονται κατά τον σχηματισμό του. Αναφέρεται πως ο ετεροπολικός δεσμός είναι καθαρά ιονικού χαρακτήρα και πως σχηματίζεται μεταξύ ατόμων με μεγάλη διαφορά ηλεκτραρνητικότητας. Επίσης μεταξύ ατόμων όπου το ένα θα έχει μικρή ενέργεια ιοντισμού και το άλλο μεγάλη ηλεκτρονική συγγένεια (ενέργεια συγγένειας όπως την ονομάζει. Δίδεται το ενεργειακό διάγραμμα που περιγράφει την μεταβολή της δυναμικής ενέργειας κατά τον σχηματισμό του ιοντικού δεσμού της ένωσης NaCl, αλλά και ο τύπος υπολογισμού της δυν. ενέργειας.
- ❖ Κατά την παρουσίαση και επεξήγηση του τρόπου σχηματισμού του ομοιοπολικού δεσμού, αναφέρεται η έννοια της δύναμης ανταλλαγής. Ο συγγραφέας αναφέρει την έννοια αυτή, για να ονομάσει την δύναμη από την οποία απορρέει η ελκτική συνιστώσα μεταξύ των ατόμων υδρογόνου. Ο ομοιοπολικός δεσμός αναφέρεται ως ο κατεξοχήν χημικός δεσμός. Πραγματοποιείται μεταξύ ατόμων που δεν έχουν διαφορά ηλεκτραρνητικότητας και οφείλεται στην ύπαρξη κοινών ζεύγων ηλεκτρονίων μεταξύ των ατόμων που αποτελούν το μόριο.

Χαρακτηρίζεται σαν ο κατεξοχήν χημικός δεσμός με μεγάλη ισχύ. Επισημαίνεται η τάση των ατόμων γενικότερα να προσπαθούν να αποκτήσουν τη δομή του πλησιέστερου ευγενούς αερίου. Και στον ομοιοπολικό δεσμό δίδεται ενεργειακό διάγραμμα που περιγράφει την μεταβολή της δυναμικής ενέργειας κατά τον σχηματισμό του ομοιοπολικού δεσμού H_2 .

- ❖ Γίνεται αναφορά σε μία συνεχή σειρά δεσμών, όπου οι δεσμοί αναμιγνύονται, υπερτερούντος του ενός και του άλλου, ανάλογα με τη διαφορά ηλεκτραρνητικότητας μεταξύ των ατόμων. Ο ομοιοπολικός και ιοντικός χαρακτήρας, όπως αναφέρεται, είναι δύο ακραίες περιπτώσεις δεσμών.
- ❖ Ο κανόνας των οκτάδων, αναφέρεται ως ο λόγος που τα άτομα κάνουν δεσμούς, ώστε να αποκτήσουν δομή ευγενούς αερίου.
- Κατά την περιγραφή των διαμοριακών δυνάμεων, οι οποίες στην παράγραφο 2.1. παρουσιάζονται σαν ασθενείς χημικοί δεσμοί, αναφέρονται τρία είδη: Αλληλεπίδραση διπόλου – διπόλου (προσανατολισμός ηλεκτρικών διπόλων).
- Αλληλεπίδραση διπόλου – ηλεκτρομαγνητικώς επαχθέντος διπόλου (δια ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής).
- Δυνάμεις κυματομηχανικής φύσεως (δυνάμεις ανταλλαγής).
- ❖ Ο δεσμός υδρογόνου αναφέρεται πως είναι τύπου Van der waals (επίδραση διπόλου-διπόλου), αλλά ισχυρότερος αυτών.
- ❖ Το σθένος και ο αριθμός οξείδωσης περιγράφονται αναλυτικά σε επόμενο κεφάλαιο.
- ❖ Η έννοια της ηλεκτραρνητικότητας περιγράφεται σε προηγούμενο κεφάλαιο, όπου αναφέρονται όλες οι ιδιότητες του Π.Π. Στην παράγραφο που μελετάται ο ιοντικός δεσμός αναφέρεται πως σχηματίζεται μεταξύ ατόμων με μεγάλη διαφορά ηλεκτραρνητικότητας.

2.3. Συγκριτική ανάλυση βιβλίων –Συμπεράσματα αξιολόγησης

Αφού παρουσιάστηκε και αναλύθηκε ο τρόπος που κάθε βιβλίο ξεχωριστά παρουσιάζει το κεφάλαιο του χημικού δεσμού (σειρά αναφοράς των ειδών δεσμού, χρήση εννοιών κ.α), θα ακολουθήσει μια συνολική οριζόντια ανάλυση των παραπάνω συγγραμμάτων. Στη συνέχεια θα ελεγχθεί εάν τα όσα παρατήρησε ο Hofstein αποδεικνύονται.

Στην αρχή του 2^{ου} κεφαλαίου δίδεται κατάλογος των βιβλίων που αξιολογήθηκαν. Στην παρακάτω ανάλυση θα χρησιμοποιηθούν οι αριθμοί των βιβλίων όπως παρουσιάζονται στην αρχή του κεφαλαίου.

Στο σύνολο και των 19 βιβλίων παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές αλλά και ομοιότητες ως προς:

1. Την σειρά αναφοράς των ενδομοριακών δεσμών.
2. Την θέση και τον τρόπο παρουσίασης των διαμοριακών δεσμών.
3. Το σημείο παρουσίασης των φυσικών καταστάσεων και τη σύνδεσή τους ή όχι με τα είδη του χημικού δεσμού.
4. Την αναφορά ή όχι του μεταλλικού δεσμού.
5. Το εάν αναφέρεται ή όχι ο ημιπολικός δεσμός.
6. Το εάν αναφέρεται η ύπαρξη συνέχειας μεταξύ των δεσμών.
7. Τον τρόπο περιγραφής της ηλεκτραρνητικότητας και της πολικότητας των δεσμών.
8. Την αναφορά στον κανόνα της οκτάδας.
9. Το εάν παρουσιάζονται τα ενεργειακά διαγράμματα του ιοντικού και του ομοιοπολικού δεσμού.
10. Την αναφορά στην κρυσταλλική και στη μοριακή δομή του ιοντικού και του ομοιοπολικού δεσμού αντίστοιχα. Την αναφορά στις δυνάμεις Coulomb, στην ηλεκτροστατική φύση και στις δομές Lewis.
11. Την αναφορά στις ιδιότητες των ουσιών: ενέργεια ιοντισμού, ηλεκτρονιακή συγγένεια και ενέργεια πλέγματος.

1. Ως προς την σειρά παρουσίασης των ενδομοριακών δεσμών.

Από το σύνολο των βιβλίων εκείνα που εισήγαγαν πρώτα την έννοια του ιοντικού δεσμού και μετά του ομοιοπολικού δεσμού είναι τα παρακάτω:

1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 16, 17 και 19.

Ενώ πρώτα η έννοια του ομοιοπολικού δεσμού μελετήθηκε από τα υπόλοιπα:

5,11,13,14,15,18.

2. Ως προς την θέση και τον τρόπο παρουσίασης των διαμοριακών δεσμών.

Κατά την μελέτη του τρόπου ανάλυσης των διαμοριακών δεσμών, παρατηρήθηκε καταρχήν ότι οι διαμοριακοί δεσμοί (δυνάμεις) κυρίως μελετήθηκαν αφού είχαν παρουσιαστεί τα είδη των ενδομοριακών δεσμών και τις περισσότερες φορές σε διαφορετικά κεφάλαια. Πιο συγκεκριμένα, τα βιβλία στα οποία οι διαμοριακοί δεσμοί (δυνάμεις) / δυνάμεις παρουσιάστηκαν μετά τις ενδομοριακούς δεσμούς είναι τα παρακάτω:

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 13, 14, 16, 17, 18, 19.

Ελάχιστα ήταν τα βιβλία εκείνα που εισήγαγαν πρώτα τους διαμοριακούς δεσμούς και μετά τους ενδομοριακούς και αυτά είναι τα παρακάτω: 11 και 15. Τέλος ένα μόνο από τα βιβλία που αξιολογήθηκαν εισήγαγε τους διαμοριακούς δεσμούς ανάμεσα με τους ενδομοριακούς. Πιο συγκεκριμένα παρουσιάστηκε ο ιοντικός δεσμός, ενδιάμεσα γίνεται εκτενής αναφορά στους διαμοριακούς δεσμούς και στο τέλος αναφέρεται ο ομοιοπολικός δεσμός και αναλύεται. Το βιβλίο αυτό είναι το 10.

Από το σύνολο των βιβλίων που αξιολογήθηκαν μόνο ένα δεν έκανε καθόλου αναφορά στους διαμοριακούς δεσμούς/ δυνάμεις και αυτό είναι το 12. Το συγκεκριμένο βιβλίο έχει την ιδιαιτερότητα να αποτελεί διδακτικό βοήθημα και να απευθύνεται στους καθηγητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, δίνοντας συμβουλές για τον τρόπο διδασκαλίας του μαθήματος της χημείας.

Όπως αναλυτικά αναφέρεται στα σχόλια κάθε βιβλίου, ο τρόπος παρουσίασης των ειδών των διαμοριακών δυνάμεων διαφέρει από συγγραφέα σε συγγραφέα. Κάποια βιβλία αναφέρονται στις διαμοριακές δυνάμεις χωρίς να κατονομάζουν τα είδη αυτών, 10, 15.

Αλλα βιβλία αναφέρουν την ύπαρξη διαμοριακών δυνάμεων, αλλά περιγράφουν μόνο τον δεσμό Η. Πιο συγκεκριμένα αυτά είναι: 3, 9, 11, 13, 14, 18. Τα υπόλοιπα βιβλία αναφέρουν και τα είδη των διαμοριακών δεσμών, με αρκετές διαφορές στον τρόπο αναφοράς αυτών. Πιο συγκεκριμένα: 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 16, 17 και 19.

Σειρά παρουσίασης των ειδών των διαμοριακών δεσμών

Κατά την μελέτη των διαμοριακών δεσμών εντοπίστηκαν 9 τρόποι παρουσίασης των ειδών τους που αναφέρονται παρακάτω και σε παρένθεση αναγράφονται τα βιβλία στα οποία εντοπίστηκαν αυτές οι σειρές παρουσίασης:

- ▶ 1: Δεσμοί διασποράς→ Διπόλου- Διπόλου →Δεσμός υδρογόνου →Ιόντος- Διπόλου (1 Βιβλίο: 1.)
- ▶ 2' : Ιόντος - διπόλου →Διπόλου-Διπόλου →Δεσμός υδρογόνου →Δεσμοί διασποράς (2 βιβλία: 2, 16).
- ▶ 3: Δεσμοί διπόλου- διπόλου→Ιόντος - διπόλου →Δεσμοί διασποράς →Δεσμός υδρογόνου (1βιβλίο: 4.)
- ▶ 4: Δεσμοί διπόλου-διπόλου →Δεσμοί διασποράς →Δεσμοί υδρογόνου →Ιόντος- διπόλου (1 βιβλίο: 5).
- ▶ 5 : Δεσμοί ιόντος- ιόντος →Δεσμοί διπόλου-διπόλου→Δεσμοί υδρογόνου →Δεσμοί διασποράς. (1 βιβλίο: 6).
- ▶ 6 : Δεσμοί διπόλου-διπόλου→Δεσμοί διασποράς →Δεσμοί υδρογόνου (2 βιβλία: 7,8)
- ▶ 7 : Ηλεκτροστατικές αντιδράσεις (*ιόντος- ιόντος, ιόντος-διπόλου, διπόλου-διπόλου*)-επαγωγικές (*ιόντος-επαγόμενου διπόλου, διπόλου-επαγόμενου διπόλου*)- London (*Στιγμιαίου διπόλου-επαγόμενου διπόλου*) (1 βιβλίο: 17).
- ▶ 8 : Δεσμοί διπόλου - διπόλου → Διπόλου – στιγμιαίου διπόλου → Δεσμοί διασποράς → Δεσμοί υδρογόνου (1 βιβλίο: 19)

Επτά από τα βιβλία της αξιολόγησης αναφέρουν μόνο τον δεσμό υδρογόνου, ενώ δύο δεν αναφέρουν καθόλου τους διαμοριακούς δεσμούς..

Σειρά παρουσίασης δεσμών διασποράς

1. Στιγμιαίου διπόλου- στιγμιαίου διπόλου (1βιβλίο: 2.)
2. Στιγμιαίου διπόλου –στιγμιαίου διπόλου →στιγμιαίου διπόλου-διπόλου→ιόντος-στιγμιαίου διπόλου (1 βιβλίο: 4.)
3. Στιγμιαίου διπόλου-στιγμιαίου διπόλου →ιόντος-στιγμιαίου διπόλο →στιγμιαίου διπόλου-διπόλου (1 βιβλίο: 6.)
4. Διπόλου – στιγμιαίου διπόλου→Στιγμιαίου διπόλου- στιγμιαίου διπόλου. (2 βιβλία: 5,16)
5. Στιγμιαίου διπόλου- επαγόμενου διπόλου (1 βιβλίο: 17)

Σε επτά βιβλία δεν αναφέρονται καθόλου οι δυνάμεις διασποράς, ενώ στα υπόλοιπα έξι περιγράφονται οι δυνάμεις διασποράς αλλά δεν αναφέρονται τα είδη τους.

3. Ως προς το σημείο παρουσίασης των φυσικών καταστάσεων και τη σύνδεσή τους ή όχι με τα είδη του χημικού δεσμού.

Κατά την αναφορά και την περιγραφή των τριών καταστάσεων, εντοπίστηκαν αρκετές διαφορές κυρίως ως προς το σημείο που αποφασίζει ο κάθε συγγραφέας να τις παρουσιάσει. Πιο συγκεκριμένα, σε αρκετά βιβλία η αναφορά στα είδη των φυσικών καταστάσεων γίνεται χωρίς αυτή να συνδέεται με το κεφάλαιο του χημικού δεσμού, Έτσι εντοπίζουμε σε κάποια βιβλία να αναφέρονται ως εισαγωγικές έννοιες της χημείας ενώ σε άλλα στο τέλος αφού έχουν αναφερθεί όλα τα είδη δεσμών. Μόνο σε λίγα βιβλία παρουσιάζονται οι καταστάσεις στα κεφάλαια των δεσμών ή ανάμεσα σε αυτά. Έτσι:

Τα βιβλία στα οποία οι φυσικές καταστάσεις αναφέρονται σαν εισαγωγικές έννοιες και δεν συνδέονται με τα κεφάλαια των δεσμών είναι τα παρακάτω:

3,4,8,10,11,12,15.

Επίσης εντοπίστηκαν βιβλία, στα οποία οι φυσικές καταστάσεις περιγράφονταν αφού έχουν ολοκληρωθεί τα κεφάλαια των δεσμών. Τα βιβλία αυτά είναι τα ακόλουθα: 1.

Τα υπόλοιπα βιβλία παρουσίασαν τις τρεις φυσικές καταστάσεις μεταξύ των κεφαλαίων των δεσμών. Κάποια από αυτά τις ανέφεραν αφού περιέγραψαν τους ενδομοριακούς δεσμούς αλλά πριν παρουσιάσουν τους ενδομοριακούς και αυτά είναι τα: 2,5,14,16. Κάποια βιβλία ανέφεραν τις καταστάσεις συγχρόνως με την παρουσίαση των ενδομοριακών δεσμών όπως είναι τα: 13,18.

Τέλος τα τελευταία τρία βιβλία που απέμειναν έχουν τις εξής ιδιαιτερότητες. Στο βιβλίο 6, παρουσιάζονται οι τρεις καταστάσεις στο ίδιο κεφάλαιο αλλά πριν την εισαγωγή των διαμοριακών δυνάμεων. Στο βιβλίο 7, οι παρουσίαση των διαμοριακών δυνάμεων εντάσσεται στο υποκεφάλαιο που περιγράφει την υγρή κατάσταση ενώ οι υπόλοιπες καταστάσεις παρουσιάζονται παρακάτω, στο ίδιο κεφάλαιο. Στο βιβλίο 17, η αέρια κατάσταση περιγράφεται πριν από

την παρουσίαση των διαμοριακών δεσμών ενώ οι υπόλοιπες καταστάσεις αμέσως μετά.

4. Ως προς το αν και πώς αναφέρεται ο μεταλλικός δεσμός.

Για την περίπτωση της παρουσίασης του μεταλλικού δεσμού εντοπίστηκαν αρκετές διαφορές στα βιβλία που αξιολογούνται. Οι κυριότερες ήταν στη θέση που επέλεγε ο κάθε συγγραφέας να παρουσιάσει τον δεσμό αλλά και στο πώς τον περιέγραφε. Σε αρκετά βιβλία εντοπίστηκε η έννοια του μεταλλικού δεσμού ενώ σε άλλα όχι, σε ορισμένα εντοπίστηκε έστω και περιγραφικά χωρίς να οριστεί, ενώ σε άλλα δεν έγινε καμία αναφορά. Πιο συγκεκριμένα:

Στα βιβλία 6,14,15,16,17, η παρουσίαση του μεταλλικού δεσμού έγινε αφού ολοκληρώθηκε η μελέτη των ενδομοριακών και διαμοριακών δεσμών (δυνάμεων). Παρατηρείται έτσι ένας διαχωρισμός του μεταλλικού δεσμού από τα υπόλοιπα είδη. Στο βιβλίο 9, ο μεταλλικός δεσμός αναφέρεται αρχικά μετά τον ιοντικό και ομοιοπολικό δεσμό, σαν μια περίπτωση ακραίου απεντοπισμένου δεσμού. Όμως η αναλυτική περιγραφή του γίνεται μετά την παρουσίαση και των διαμοριακών δυνάμεων.

Υπάρχουν όμως και βιβλία τα οποία μελετούν τον μεταλλικό δεσμό, αμέσως μετά την παρουσίαση του ιοντικού και του ομοιοπολικού δεσμού και πριν μελετηθούν οι έννοιες των διαμοριακών δυνάμεων. Τα βιβλία αυτά είναι τα παρακάτω: 2,5,7,8.

Στα βιβλία 1,4, ο μεταλλικός δεσμός δεν αναφέρεται σαν έννοια αλλά περιγράφονται εκτενώς η υπόστασή του και οι ιδιότητές του.

Τέλος στα βιβλία 3,10,11,12,18 και 19 δεν γίνεται καμία αναφορά στον μεταλλικό δεσμό.

5. Ως προς το εάν αναφέρεται ή όχι ο ημιπολικός δεσμός.

Στα μόνα βιβλία στα οποία εντοπίζουμε αναφορά και περιγραφή του ημιπολικού δεσμού είναι στα 1,8,17 και 19.

6. Ως προς το εάν αναφέρεται η ύπαρξη συνέχειας μεταξύ των δεσμών.

Πραγματοποιήθηκε μελέτη ώστε να εντοπιστεί εάν και ποια βιβλία αναφέρουν την ύπαρξη συνέχειας μεταξύ των δεσμών και ποια τους μελετούν σαν ξεχωριστούς και ανεξάρτητους δεσμούς. Από το σύνολο των βιβλίων που αξιολογήθηκαν, παρατηρήθηκε ότι τα περισσότερα είτε με συντομία είτε αναλυτικά εντοπίζουν αυτή τη σύνδεση μεταξύ των δεσμών. Μάλιστα αναφέρουν πώς ο ιοντικός και ο ομοιοπολικός δεσμός αποτελούν μόνο ακραίες μορφές του χημικού δεσμού. Για να εξηγήσουν αυτή τη σύνδεση χρησιμοποιούν κυρίως την έννοια της ηλεκτραρνητικότητας. Σπανιότερα όπως εντοπίστηκε και αναλύθηκε παραπάνω στα αντίστοιχα σχόλια, η αναφορά σε ύπαρξη συγχρόνως ομοιοπολικού και ιοντικού χαρακτήρα στα μόρια, των οποίων τα ποσοστά αυξομειώνονται..

Πιο συγκεκριμένα, τα βιβλία στα οποία εντοπίστηκε αυτή η αναφορά στη σύνδεση των δεσμών είναι τα παρακάτω:

1,2,3,5,6,7,8,10,12,14,15,16,17 και

4,9,11 και 13 δεν αναφέρονται στη σύνδεση των δεσμών αλλά τους παρουσιάζει σαν ξεχωριστά είδη ανεξάρτητα μεταξύ τους.

7. Ως προς τον τρόπο περιγραφής της ηλεκτραρνητικότητας και της πολικότητας των ομοιοπολικών δεσμών.

Μελετήθηκαν επίσης τα βιβλία ως προς το πώς αλλά και σε πιο σημείο εισάγουν την έννοια της ηλεκτραρνητικότητας. Ερευνήθηκε με ποιες έννοιες τη συνδέουν και πώς η ηλεκτραρνητικότητα εντάσσεται στο κεφάλαιο του χημικού δεσμού. Στα αρκετά βιβλία, η ηλεκτραρνητικότητα α. εισάγεται μαζί με τον ομοιοπολικό δεσμό με σκοπό να εξηγήσει την πολικότητα που εμφανίζουν κάποια ομοιοπολικά μόρια. Σε άλλες περιπτώσεις η έννοια της χρησιμοποιείται β. για να εξηγήσει την πολικότητα και των ιοντικών ενώσεων. Στα περισσότερα όμως βιβλία, με ελάχιστες εξαιρέσεις, η ηλεκτραρνητικότητα εισάγεται σαν μία έννοια της οποίας η τιμή βοηθά ώστε να διακριθεί ο δεσμός εάν είναι ομοιοπολικός ή ιοντικός.

Πιο συγκεκριμένα στην πρώτη περίπτωση ανήκουν τα βιβλία: 4,5,6,7,17 και 18. Τα υπόλοιπα βιβλία ανήκουν στη δεύτερη κατηγορία. Αυτά είναι: 2,3,6,8,13,14,15 και 16.

Ιδιαίτερα για το βιβλίο 1, η έννοια της ηλεκτραρνητικότητας χρησιμοποιείται για να μελετήσει την συνέχεια των δεσμών.

Το βιβλίο 11, αναφέρει την έννοια της ηλεκτραρνητικότητας, η οποία όμως περιγράφεται μετά την παρουσίαση των δεσμών ενώ στο βιβλίο 12, αναφέρεται η έννοια της ηλεκτραρνητικότητας κατά την περιγραφή της συνέχειας μεταξύ των δεσμών.

Εξαιρούνται τα βιβλία 9,10 και 19 όπου η έννοια της ηλεκτραρνητικότητας περιγράφεται σε προηγούμενο κεφάλαιο, από εκείνα των δεσμών. Πάντως και στο βιβλίο 19, η ηλεκτραρνητικότητα εισάγεται σαν μία έννοια της οποίας η τιμή βοηθά ώστε να διακριθεί ο δεσμός εάν είναι ομοιοπολικός ή ιοντικός.

8. Ως προς την αναφορά του κανόνα της οκτάδας .

Η επόμενη έρευνα που ακολουθήθηκε, αφορούσε τον τρόπο παρουσίασης του κανόνα της οκτάδας. Τα περισσότερα βιβλία αναφέρουν τον κανόνα της οκτάδας α. σαν μια αιτία σχηματισμού των δεσμών. Κυρίως ο κανόνας της οκτάδας χρησιμοποιείται για να επεξηγήσει τον σχηματισμό του ομοιοπολικού δεσμού και σπανιότερα και του ιοντικού. Λίγες είναι οι περιπτώσεις στη βιβλιογραφία που μελετάμε, όπου να αναφέρεται ότι β. ο κανόνας της οκτάδας δεν αποτελεί επεξήγηση των δεσμών αλλά μια κατευθυντήρια οδηγία.

Πιο συγκεκριμένα στην α. περίπτωση ανήκουν τα περισσότερα βιβλία. Μάλιστα ο κανόνας της οκτάδας χρησιμοποιείται για την επεξήγηση του ομοιοπολικού δεσμού στα : 4,5,7 και 9. Στο βιβλίο 18, το οποίο ανήκει στη β κατηγορία, αναφέρεται ο κανόνας της οκτάδας σαν επεξήγηση του ομοιοπολικού δεσμού, αλλά τονίζοντας ο συγγραφέας πως δεν οδηγεί ο κανόνας αυτός πάντα σε σωστά αποτελέσματα. Για να το αποδείξει χρησιμοποιεί την περίπτωση του μορίου του O_2 .

Στην περίπτωση του βιβλίου 6, η αναφορά στον κανόνα της οκτάδας γίνεται σαν ένα χαρακτηριστικό των ατόμων που διαμοιράζονται από κοινού ηλεκτρόνια .

Σε αρκετά βιβλία, ο κανόνας της οκτάδας χρησιμοποιείται, όπως ήδη αναφέρθηκε, για να επεξηγήσει το σύνολο των ενδομοριακών δεσμών. Αυτά τα βιβλία ακολουθούν: 1,3,13,14,15 και 17.

Στο βιβλίο 19, αν και η πρώτη αναφορά της οκτάδας γίνεται κατά την περιγραφή του ομοιοπολικού δεσμού, στη συνέχεια αναφέρει πώς ο κανόνας των οκτάδων επεξηγεί και τον ιοντικό και τον ομοιοπολικό δεσμό. Επίσης στο 8,, η αναφορά στον κανόνα της οκτάδας γίνεται πριν το κεφάλαιο των δεσμών και στη συνέχεια χρησιμοποιείται για να επεξηγήσει τους ενδομοριακούς δεσμούς. Στο βιβλίο 12, αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι, αν και αναφέρεται πως η πραγματοποίηση του ιοντικού και ομοιοπολικού δεσμού οφείλεται στην επιδίωξη από τα άτομα να αποκτήσουν δομή ευγενούς αερίου, μόνο κατά την περιγραφή του τελευταίου η διαδικασία αυτή ονομάζεται κανόνας οκτάδας.

Εξαίρεση αποτελούν τα παρακάτω βιβλία: το 2, στο οποίο αναφέρεται ότι ο κανόνας της οκτάδας δεν αποτελεί την μόνη επεξήγηση για τον σχηματισμό των δεσμών, το 10 στο οποίο η ύπαρξη της οκτάδας κατά τον σχηματισμό των δεσμών αποτελεί μια ομοιότητα των ατόμων που συμμετέχουν και τα 11,16, όπου ο κανόνας της οκτάδας αναφέρεται σαν κατευθυντήρια οδηγία και όχι επεξήγηση των δεσμών.

Τυπικά, οι ομοιοπολικοί και οι ιοντικοί χημικοί δεσμοί παρουσιάζονται διχοτομημένοι σαν δεσμοί που διαμοιράζουν και δεσμοί που μεταφέρουν ηλεκτρόνια. Όμως στα ετεροατομικά συστήματα ο δεσμός περιγράφεται καλύτερα με χρήση μιας ομοιοπολικής-ιοντικής κλίμακας. Οι δεσμοί είναι καθαρά ομοιοπολικοί όταν εμφανίζονται μεταξύ δύο ομοίων ατόμων, αλλά καθαρά ιοντικός δεσμός στην ουσία δεν υπάρχει. Η παρουσίαση της παραπάνω διχοτομημένης προσέγγισης εμποδίζει την κατανόηση μιας πιο πολύπλοκης κλίμακας.

Κατά την μελέτη του ιοντικού δεσμού, σε κάποια από τα βιβλία που αξιολογήθηκαν, αναφέρεται ο κανόνας της οκτάδας ενώ σε κάποια άλλα περιγράφεται ο σχηματισμός αλλά δεν ορίζεται ο κανόνας της οκτάδας. Τον

κανόνα περιγράφουν πέντε βιβλία: 2,11,16,17 και 19. Τον σχηματισμό της οκτάδας, χωρίς όμως να ορίζουν τον κανόνα, πραγματοποιούν τα υπόλοιπα 14 βιβλία.

Ομοίως κατά την μελέτη του ομοιοπολικού δεσμού, ο κανόνας της οκτάδας ορίζεται σε 12 βιβλία ενώ στα επτά που θα αναφερθούν παρακάτω περιγράφεται μόνο ο σχηματισμός της οκτάδας και αυτά είναι: 2,3,8,9,10,11 και 13.

9. Το εάν παρουσιάζονται τα ενεργειακά διαγράμματα του ιοντικού και του ομοιοπολικού δεσμού.

Κατά την αξιολόγηση των βιβλίων εντοπίστηκε ότι σε ελάχιστα βιβλία παρουσιάστηκαν τα ενεργειακά διαγράμματα για τον ιοντικό και τον ομοιοπολικό δεσμό αντίστοιχα. Πιο συγκεκριμένα το ενεργειακό διάγραμμα του ιοντικού δεσμού αναφέρεται σε τρία βιβλία: 2,6 και 19.

10. Την αναφορά στην κρυσταλλική και στη μοριακή δομή του ιοντικού και του ομοιοπολικού δεσμού αντίστοιχα. Την αναφορά στις δυνάμεις Coulomb, στην ηλεκτροστατική φύση, στα κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων και στις δομές Lewis των ουσιών.

93

Κρυσταλλική και μοριακή δομή:

Κατά την μελέτη του ιοντικού δεσμού, η κρυσταλλική δομή των ιοντικών ουσιών αναφέρεται σε 11 βιβλία. 3,4,5,6,7,8,10,11,12,13,16,18. Κατά την μελέτη του ομοιοπολικού δεσμού, η μοριακή δομή των ομοιοπολικών ουσιών αναφέρεται σε 12 βιβλία: 3,5,6,7,8,10,11,12,14,17,18 και 19.

Δυνάμεις Coulomb

Κατά την μελέτη του ιοντικού δεσμού, αναφορά στην ύπαρξη δυνάμεων Coulomb γίνεται σε έξι βιβλία και πιο συγκεκριμένα στα εξής: 2,4,5,7,13,19. Αναφορά στις δυνάμεις Coulomb γίνεται και στην μελέτη του ομοιοπολικού δεσμού αλλά μόνο σε δύο βιβλία: 1,5.

Ηλεκτροστατική φύση.

Κατά την μελέτη του ιοντικού δεσμού περιγράφεται η ηλεκτροστατική φύση του δεσμού σε έντεκα από τα δεκαεννέα βιβλία. Πιο συγκεκριμένα: 2,4,5,7,8,11,13,14,17 και 19.

Δομές Lewis

Κατά την μελέτη του ιοντικού δεσμού έγινε αναφορά στις δομές Lewis από τρία βιβλία τα οποία είναι: 2,7 και 16. Η αναφορά σε δομές Lewis γίνεται σε περισσότερα βιβλία κατά την μελέτη του ομοιοπολικού δεσμού. Πιο συγκεκριμένα 1,3,4,5,6,7,8,11 και 19.

Κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων

Κατά την μελέτη του ομοιοπολικού δεσμού, μόνο σε ένα βιβλίο δεν έγινε αναφορά σε ύπαρξη κοινών ζευγών ηλεκτρονίων κατά τον σχηματισμό του δεσμού και είναι το 5.

11. Την αναφορά στις ιδιότητες των ουσιών: ενέργεια ιοντισμού, ηλεκτρονική συγγένεια και ενέργεια πλέγματος.

Ενέργεια (ενθαλπία) πλέγματος

Η αναφορά στην ενέργεια (ενθαλπία) πλέγματος, γίνεται κατά την περιγραφή του ιοντικού δεσμού σε πέντε βιβλία τα οποία είναι: 1,4,6,7 και 16.

Ενέργεια ιοντισμού και η ηλεκτρονική συγγένεια.

Κατά την περιγραφή του ιοντικού δεσμού, σε εννέα βιβλία γίνεται αναφορά στην ενέργεια ιοντισμού και στην ηλεκτροσυγγένεια. Τα βιβλία αυτά είναι: 1,2,4,6,7,8,15,16 και 19. Αντίθετα κατά τη μελέτη του ομοιοπολικού δεσμού, μόνο σε τρία βιβλία γίνεται αναφορά στις δύο αυτές ιδιότητες: 8,13 και 17.

Συγκριτική μελέτη της αξιολόγησης των 11 σημείων σε αντιστοιχία με τις παρατηρήσεις Hofstein.

ΠΙΝΑΚΑΣ 20: Συγκριτική μελέτη της αξιολόγησης των 19 βιβλίων ως προς 11 σημεία αναφοράς.

Κριτήρια αξιολόγησης	Χαρακτηριστικά	Αριθμός βιβλίων
1.Ως προς την σειρά αναφοράς των ενδομοριακών δεσμών.	• Πρώτη αναφορά στον ιοντικό.	12
	• Πρώτη αναφορά στον ομοιοπολικό δεσμό.	6
2α.Ως προς την θέση παρουσίασης των διαμοριακών δεσμών.	• Πριν τις ενδομοριακές.	2
	• Μεταξύ ιοντικού και ομοιοπολικού δεσμού.	1
	• Μετά τις διαμοριακές.	14
	• Καμία αναφορά.	1
2β. Ως προς τον τρόπο παρουσίασης των διαμοριακών δεσμών.	• Ορισμός δ.δ.	2
	• Ορισμός δ.δ. και δεσμός Η.	5
	• Δεσμός Η.	1
	• Ορισμός δ.δ. και είδη δ.δ.	10
	• Καμία αναφορά.	1
3.Ως προς το σημείο παρουσίασης των φυσικών καταστάσεων και τη σύνδεσή τους ή όχι με τα είδη του χημικού δεσμού.	• Πριν την αναφορά στις ενδομοριακές δυν.	7
	• Μετά τις ενδομοριακές δυν.	4
	• Μαζί με τις ενδομοριακές δυν.	2
	• Μαζί με τις διαμοριακές δυν.	1
	• Μετά τις διαμοριακές.	3

Ενδομοριακοί και διαμοριακοί δεσμοί: Ιεραρχίες μάθησης στην βιβλιογραφία της Γενικής Χημείας και στην προσέγγιση των καταστάσεων της ύλης (SOMA). Αξιολόγηση των ερωτήσεων των αντίστοιχων κεφαλαίων

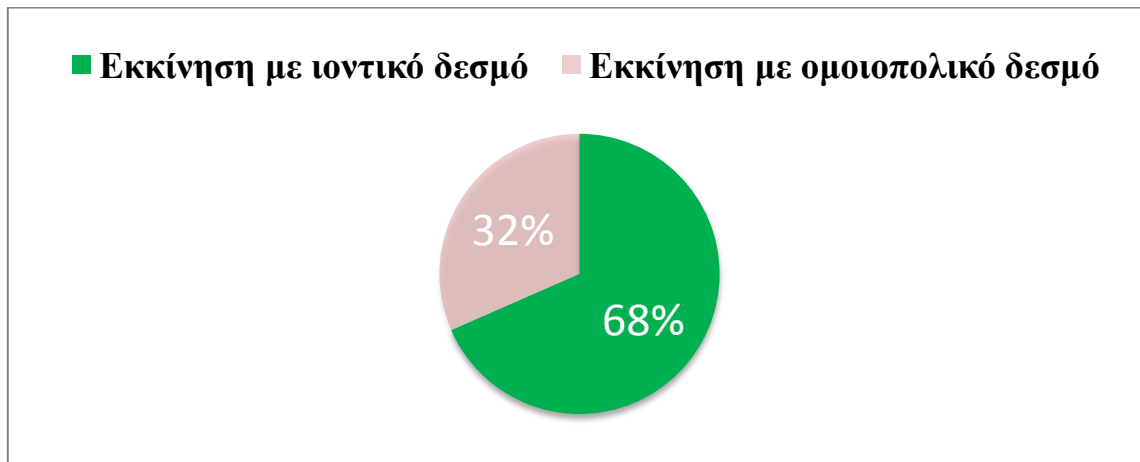
4.Ως προς την αναφορά ή όχι του μεταλλικού δεσμού.	• Πριν τις ενδομοριακές δυν. 1 • Μεταξύ των ενδομοριακών δυν. 1 • Μετά τις ενδομοριακές δυν. 4 • Μετά τις διαμοριακές δυνάμεις. 8 • Περιγραφή αλλά μη αναφορά της έννοιας. 2 • Καμία αναφορά. 3	
5. Ως προς το εάν αναφέρεται ή όχι ο ημιπολικός δεσμός.	• Αναφορά. 2 • Καμία αναφορά. 17	
6.Ως προς το εάν αναφέρεται η ύπαρξη συνέχειας μεταξύ των δεσμών.	• Αναφορά. 13 • Καμία αναφορά. 6	
7.Ως προς τον τρόπο περιγραφής της ηλεκτρarνητικότητας και της πολικότητας των ομοιοπολικών δεσμών.	• Περιγραφή ομοιοπολικού δεσμού. 5 • Περιγραφή ενδομοριακών δυν. 12 • Καμία αναφορά. 3	
8.Ως προς τον τρόπο περιγραφής του κανόνα της οκτάδας	• Επεξήγηση ομοιοπολικού δεσμού. 5 • Επεξήγηση ενδομοριακών δυν. 6 • Οδηγία για τον σχηματισμό ομοιοπολικό δεσμό. 1 • Οδηγία ή ομοιότητα για το σχηματισμό των ενδομοριακών δυν. 4	
9. Το εάν παρουσιάζονται τα ενεργειακά διαγράμματα του ιοντικού και του ομοιοπολικού δεσμού.	• Ενεργειακό διάγραμμα ιοντικού δεσμού. 3 • Ενεργειακό διάγραμμα ομοιοπολικού. 4	
10.Την αναφορά στην κρυσταλλική και στη μοριακή δομή του ιοντικού	• Κρυσταλλική δομή ιοντικών ουσιών. 11	

Ενδομοριακοί και διαμοριακοί δεσμοί: Ιεραρχίες μάθησης στην βιβλιογραφία της Γενικής Χημείας και στην προσέγγιση των καταστάσεων της ύλης (SOMA). Αξιολόγηση των ερωτήσεων των αντίστοιχων κεφαλαίων

και του ομοιοπολικού δεσμού αντίστοιχα. Την αναφορά στις δυνάμεις Coulomb, στην ηλεκτροστατική φύση και στις δομές Lewis.	• Μοριακή δομή ομοιοπολικών ουσιών. • Δυνάμεις Coulomb στον ιοντικό δεσμό. • Δυνάμεις Coulomb στον ομοιοπολικό δεσμό. • Ηλεκτροστατική φύση ιοντικών ουσιών. • Δομές Lewis στον ιοντικό δεσμό. • Δομές Lewis στον ομοιοπολικό δεσμό.	12 6 2 11 3 9
11.Την αναφορά στις ιδιότητες των ουσιών: ενέργεια ιοντισμού (Ε.Ι), ηλεκτραρνητική συγγένεια (Η.Σ) και ενέργεια πλέγματος.	• Αναφορά ιδιοτήτων (Ε.Ι και Η.Σ) στον ιοντικό δεσμό. • Αναφορά ιδιοτήτων (Ε.Ι) στον ομοιοπολικό δεσμό. • Ενέργεια (ενθαλπία) πλέγματος.	9 3 5

2.4. Γραφήματα αξιολόγησης

Ως προς την σειρά παρουσίασης των ενδομοριακών δεσμών



Γράφημα 1: Συγκριτική μελέτη ως προς την σειρά παρουσίασης των ενδομοριακών δεσμών.

Σε 13 από τα 19 βιβλία παρουσιάζεται πρώτα ο ιοντικός δεσμός.

Ιοντικός δεσμός

98

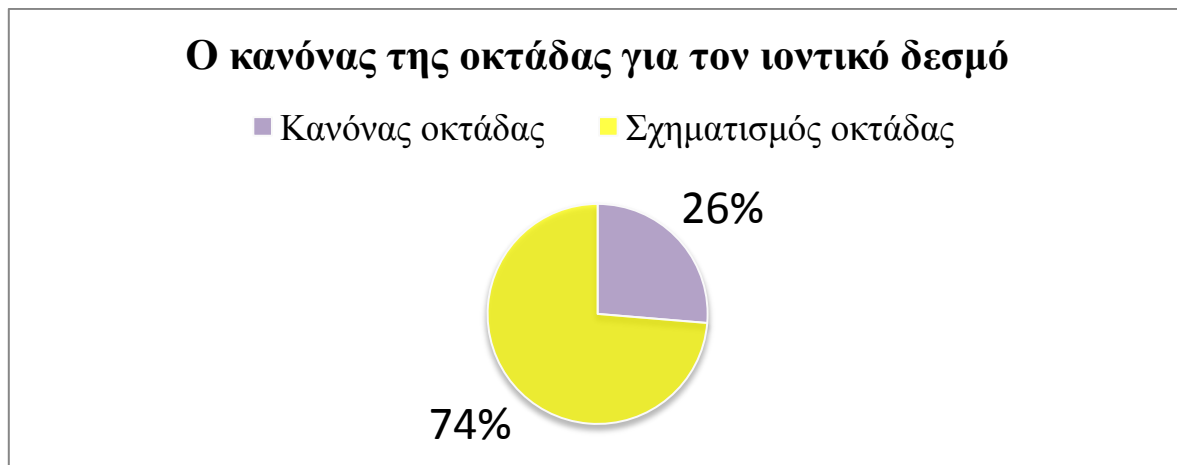
Ως προς το εάν παρουσιάζεται ενεργειακό διάγραμμα για τον ιοντικό δεσμό.



Γράφημα 2: Συγκριτική μελέτη ως προς την παρουσίαση ή όχι του ενεργειακού διαγράμματος κατά την μελέτη του ιοντικού δεσμού

Σε 3 από τα 19 βιβλία παρουσιάζεται το ενεργειακό διάγραμμα κατά την μελέτη του ιοντικού δεσμού.

Ως προς το εάν αναφέρεται ο κανόνας της οκτάδας κατά την παρουσίαση του ιοντικού δεσμού.



Γράφημα 3: Συγκριτική μελέτη ως προς την αναφορά του κανόνα της οκτάδας ή απλά τον σχηματισμό οκτάδας κατά την μελέτη του ιοντικού δεσμού

Μόνο σε 5 από τα 19 βιβλία αναφέρεται ο κανόνας της οκτάδας για να επεξηγήσει το σχηματισμό του ιοντικού δεσμού.

Ως προς το εάν αναφέρεται ο σχηματισμός κρυσταλλικής δομής Για τον ιοντικό δεσμό.

99

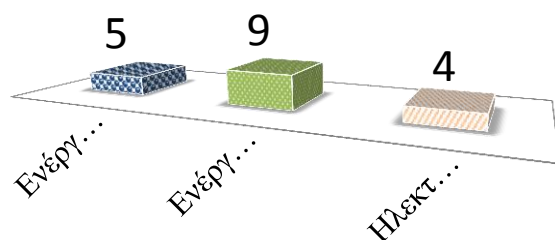


Γράφημα 4: Συγκριτική μελέτη ως προς την αναφορά ή όχι της κρυσταλλικής δομής κατά την μελέτη του ιοντικού δεσμού

Σε 11 από τα 19 βιβλία, αναφέρεται πως λόγω του ιοντικού δεσμού σχηματίζονται κρυσταλλικές δομές.

Ως προς την αναφορά ή μη των ιδιοτήτων της ενέργειας πλέγματος, της ενέργειας ιοντισμού και της ηλεκτραρνητικότητας.

■ Ενέργεια πλέγματος ■ Ενέργεια ιοντισμού ■ Ηλεκτραρνητικότητα

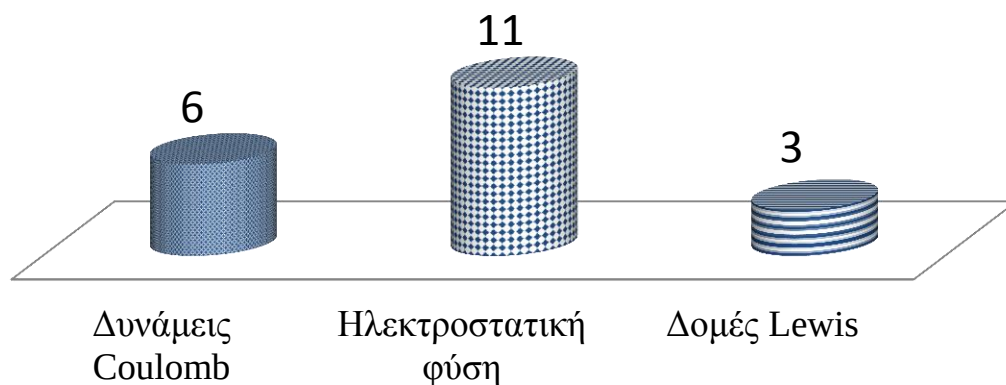


Γράφημα 5: Συγκριτική μελέτη ως προς την αναφορά ή όχι ιδιοτήτων όπως η ενέργεια πλέγματος, ενέργεια ιοντισμού, ηλεκτρονικής συγγένειας και ηλεκτραρνητικότητας, κατά την μελέτη του ιοντικού δεσμού

Μόνο σε 5 από τα 19 βιβλία, παρουσιάζεται η έννοια της ενέργειας πλέγματος, σε 9 η ενέργεια ιοντισμού και η ηλεκτρονική συγγένεια και σε 4 η έννοια της ηλεκτραρνητικότητας, κατά την μελέτη του ιοντικού δεσμού.

Ως προς την αναφορά των δυνάμεων *Coulomb*, της ηλεκτροστατικής φύσης και των δομών *Lewis* κατά την μελέτη του ιοντικού δεσμού.

■ Δυνάμεις Coulomb ■ Ηλεκτροστατική φύση ■ Δομές Lewis

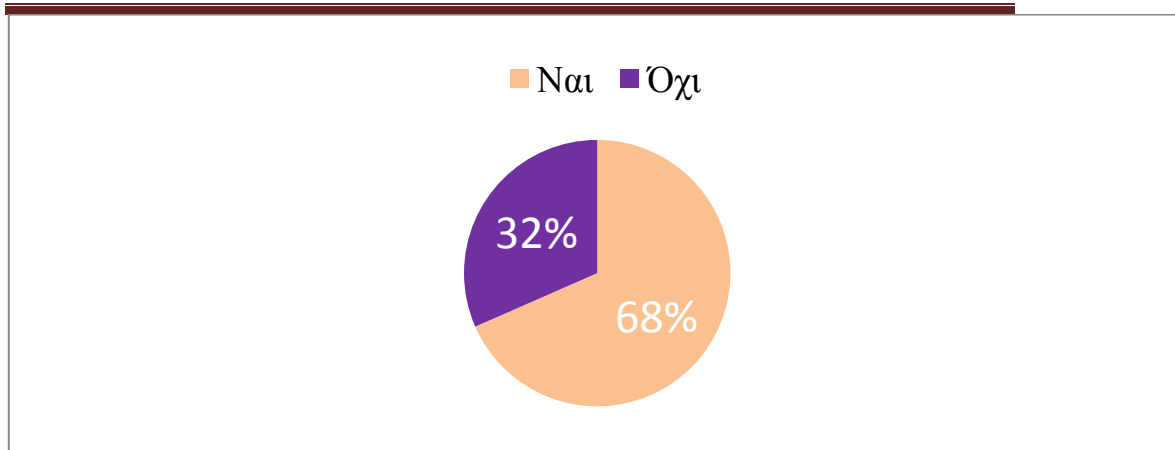


Γράφημα 6: Συγκριτική μελέτη ως προς την αναφορά ή όχι των δυνάμεων *Coulomb*, της ηλεκτροστατικής φύσης και των δομών *Lewis* κατά την μελέτη του ιοντικού δεσμού

Μόνο σε 6 από τα 19 βιβλία, παρουσιάζονται οι δυνάμεις *Coulomb*, σε 11 η ηλεκτροστατική φύση του ιοντικού δεσμού και σε 3 οι δομές *Lewis* των ιοντικών ενώσεων.

.

Ως προς την αναφορά στην συνέχεια των δεσμών.



Γράφημα 7: Συγκριτική μελέτη ως προς την αναφορά ή όχι της συνέχειας των δεσμών κατά την μελέτη του ιοντικού δεσμού

Στα 13 από τα 19 βιβλία που αξιολογήθηκαν, οι δεσμοί μελετώνται όχι σαν αυτόνομοι τύποι δεσμών αλλά σαν είδη τα οποία στις περισσότερες περιπτώσεις συνυπάρχουν στις εκάστοτε ουσίες.

Συμπεράσματα από την αξιολόγηση της παρουσίας του ιοντικού δεσμού στα πανεπιστημιακά βιβλία.

Συνολικά, κατά την μελέτη του ιοντικού δεσμού γίνεται αναφορά στα περισσότερα βιβλία για: α. Την κρυσταλλική δομή του ιοντικού δεσμού, β. Την ηλεκτροστατική φύση του δεσμού, γ. Τον σχηματισμό των οκτάδων, δ. Τις ιδιότητες ενέργεια ιοντισμού, ηλεκτρονική συγγένεια και ηλεκτραρνητικότητα

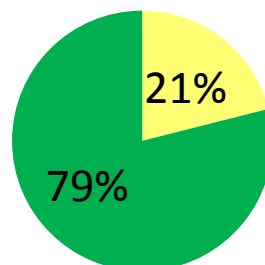
Στα περισσότερα βιβλία δεν γίνεται αναφορά: α. στον κανόνα της οκτάδας και στον νόμο του Coulomb, β. Στην ενέργεια πλέγματος και στην ηλεκτραρνητικότητα, γ. Στο ενεργειακό διάγραμμα του ιοντικού δεσμού.

Ομοιοπολικός δεσμός

Ως προς την αναφορά στο ενεργειακό διάγραμμα, κατά την μελέτη του ομοιοπολικού δεσμού.

Ενεργειακό διάγραμμα

■ Ναι ■ Όχι



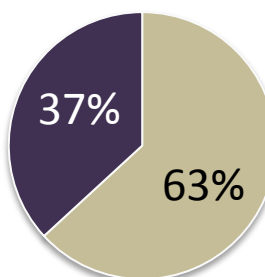
Γράφημα 8: Συγκριτική μελέτη ως προς την παρουσίαση ή όχι του ενεργειακού διαγράμματος κατά την μελέτη του ομοιοπολικού δεσμού

Μόνο σε 4 από τα 19 βιβλία, παρουσιάζεται το ενεργειακό διάγραμμα του ομοιοπολικού δεσμού.

Ως προς την αναφορά στον κανόνα της οκτάδας.

Κανόνας οκτάδας για τον ομοιοπολικό δεσμό

■ Κανόνας Οκτάδας ■ Σχηματισμός οκτάδας



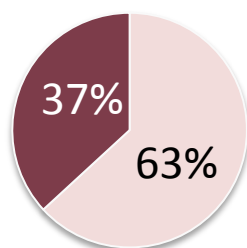
Γράφημα 9: Συγκριτική μελέτη ως προς την αναφορά ή όχι του κανόνα της οκτάδας ή απλά του σχηματισμού οκτάδας κατά την μελέτη του ομοιοπολικού δεσμού

Στα 12 από τα 19 βιβλία, χρησιμοποιείται ο κανόνας της οκτάδας για να επεξηγήσει τον σχηματισμό του δεσμού.

Ως προς την αναφορά στη μοριακή δομή των ομοιοπολικών ενώσεων.

Μοριακή δομή

■ Ναι ■ Όχι

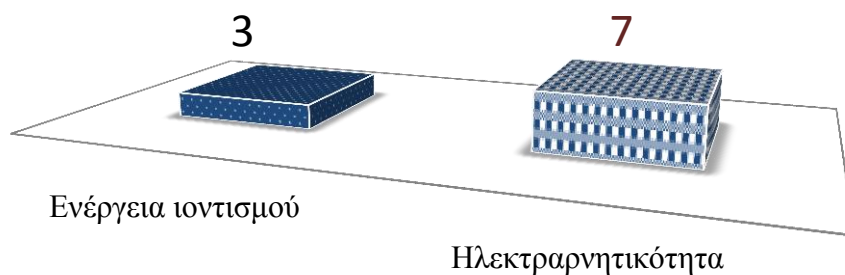


Γράφημα 10: Συγκριτική μελέτη ως προς την αναφορά ή όχι της μοριακής δομής κατά την μελέτη του ομοιοπολικού δεσμού

Σε 12 από τα 19 βιβλία, αναφέρεται πως κατά την πραγματοποίηση του ομοιοπολικού δεσμού, σχηματίζονται ουσίες με μοριακή δομή.

Ως προς την αναφορά ιδιοτήτων όπως ενέργεια ιοντισμού και ηλεκτραρνητικότητα.

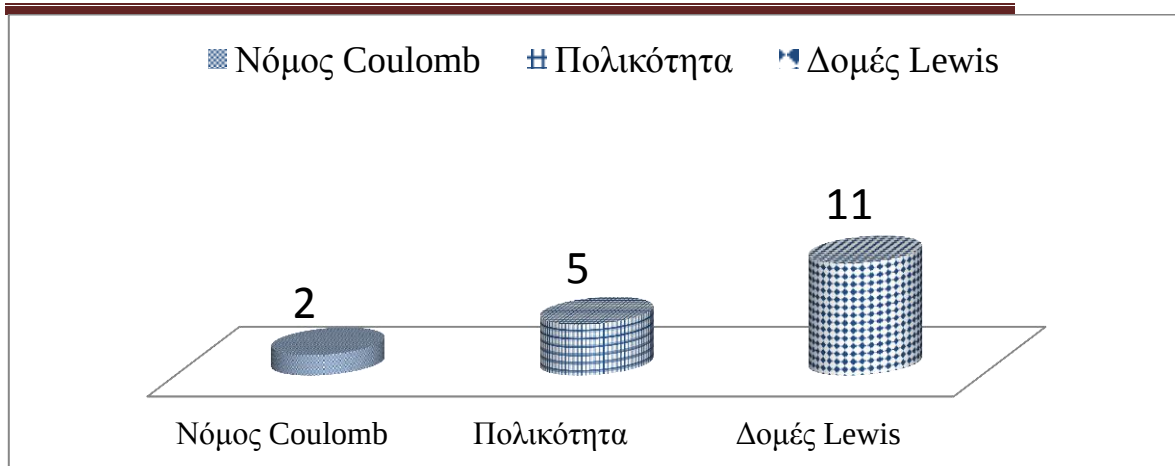
■ Ενέργεια ιοντισμού ■ Ηλεκτραρνητικότητα



Γράφημα 11: Συγκριτική μελέτη ως προς την αναφορά ή όχι ιδιοτήτων όπως η ενέργεια ιοντισμού και η ηλεκτραρνητικότητα κατά την μελέτη του ομοιοπολικού δεσμού

Μόνο σε 3 από τα 19 βιβλία αναφέρεται η έννοια της ενέργειας ιοντισμού ενώ σε 7 η έννοια της ηλεκτραρνητικότητας.

Ως προς την αναφορά στον νόμο του *Coulomb*, στην πολικότητα και στις δομές *Lewis*.



Γράφημα 12: Συγκριτική μελέτη ως προς την αναφορά ά όχι του νόμου Coulomb, της πολικότητας και των δομών Lewis κατά την μελέτη του ομοιοπολικού δεσμού

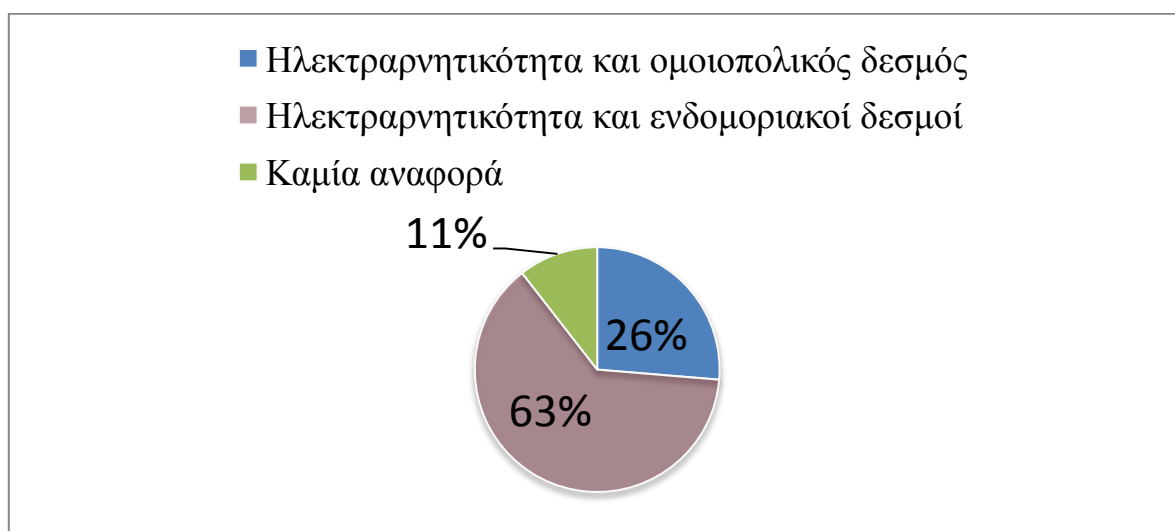
Μόνο σε 2 από τα 19 βιβλία παρουσιάζεται ο νόμος του Coulomb , σε 5 η πολικότητα των ομοιοπολικών ουσιών και σε 11 οι δομές Lewis.

Συμπεράσματα από την αξιολόγηση της παρουσίας του ομοιοπολικού δεσμού στα πανεπιστημιακά βιβλία.

Συνολικά, κατά την μελέτη του ιοντικού δεσμού γίνεται αναφορά στα περισσότερα βιβλία για: α. Την κρυσταλλική δομή του ιοντικού δεσμού, β. Την ηλεκτροστατική φύση του δεσμού, γ. Τον σχηματισμό των οκτάδων, δ. Τις ιδιότητες ενέργεια ιοντισμού, ηλεκτρονική συγγένεια και ηλεκτραρνητικότητα

Στα περισσότερα βιβλία δεν γίνεται αναφορά: α. στον κανόνα της οκτάδας και στον νόμο του Coulomb, β. Στην ενέργεια πλέγματος και στην ηλεκτραρνητικότητα, γ. Στο ενεργειακό διάγραμμα του ιοντικού δεσμού.

Μελέτη όσον αφορά τη σχέση ηλεκτραρνητικότητας και ενδομοριακών δεσμών



Γράφημα 13: Συγκριτική μελέτη ως προς την σύνδεση ή όχι της έννοιας της ηλεκτραρνητικότητας με την μελέτη του ομοιοπολικού δεσμού ή των ενδομοριακών δεσμών.

Πέντε από τα βιβλία που αξιολογήθηκαν παρουσιάζουν την ηλεκτραρνητικότητα μαζί με τη μελέτη των πολικών ομοιοπολικών δεσμών, δώδεκα κατά την μελέτη γενικότερα των ενδομοριακών δεσμών και σε 2 δεν γίνεται καμία αναφορά.

Ως προς τον τρόπο αναφοράς του κανόνα της οκτάδας σε σχέση με τους ενδομοριακούς δεσμούς.



Γράφημα 14: Συγκριτική μελέτη ως προς την αναφορά ή όχι του κανόνα της οκτάδας σαν απαραίτητη προϋπόθεση για τον σχηματισμό δεσμών.

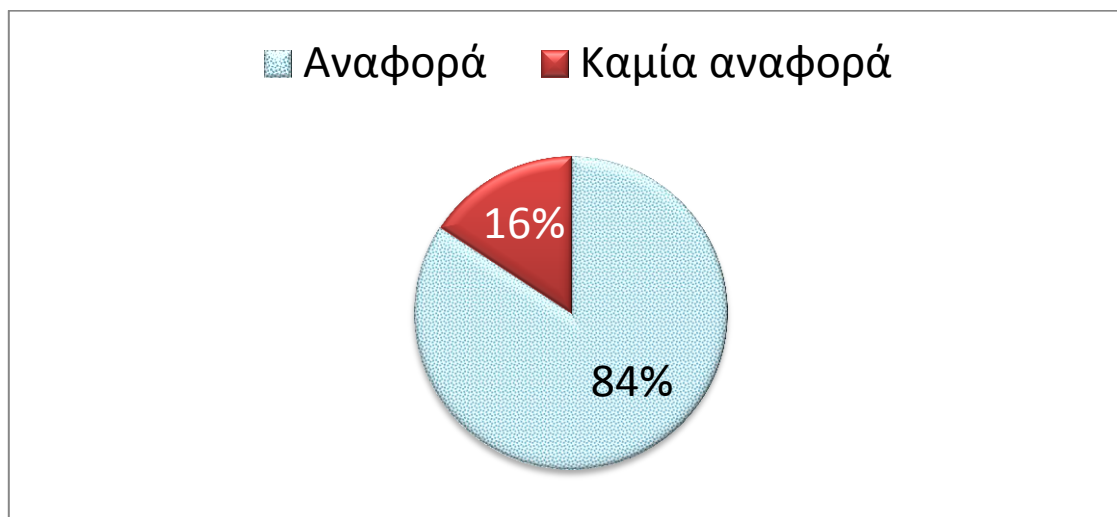
Σε πέντε βιβλία αναφέρεται πως ο κανόνας της οκτάδας αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για τον σχηματισμό του ομοιοπολικού δεσμού, σε έξι βιβλία σαν απαραίτητη προϋπόθεση για τον σχηματισμό των ενδομοριακών δεσμών γενικότερα, σε ένα μόνο πως αποτελεί ένα από τα κριτήρια για τον σχηματισμό του ομοιοπολικού δεσμού και σε τέσσερα πως είναι ένα από τα κριτήρια σχηματισμού των ενδομοριακών δεσμών γενικότερα.

Ως προς την αναφορά στον ημιπολικό δεσμό



Γράφημα 15: Συγκριτική μελέτη ως προς την μελέτη ή όχι του ημιπολικού δεσμού. Από τα δεκαεννέα βιβλία, μόνο στα δύο γίνεται αναφορά ενώ στα δεκαεπτά δεν αναφέρουν την ύπαρξη ημιπολικού δεσμού.

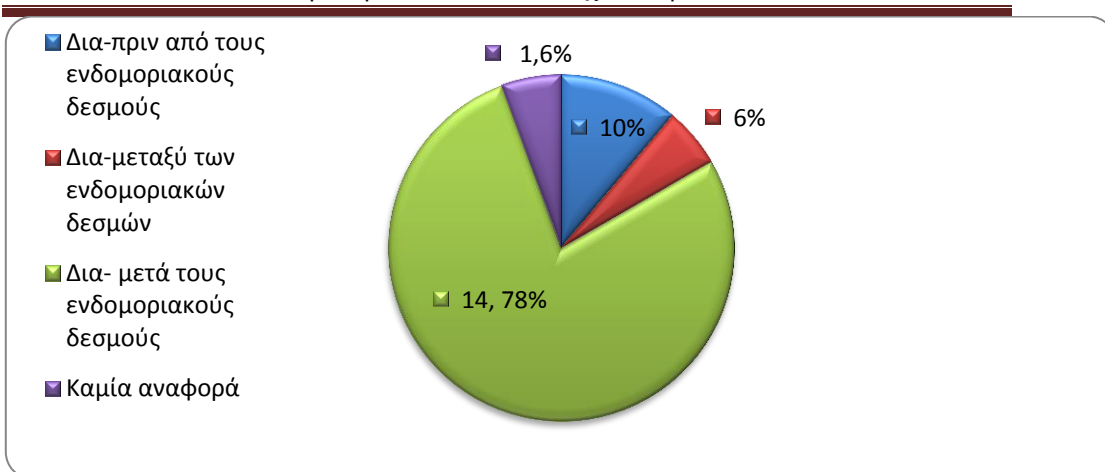
Ως προς την αναφορά στον μεταλλικό δεσμό.



Γράφημα 16: Συγκριτική μελέτη ως προς την μελέτη ή όχι του μεταλλικού δεσμού

Σε δεκαέξι από τα δεκαεννέα βιβλία γίνεται αναφορά στην ύπαρξη του μεταλλικού δεσμού.

Ως προς την αναφορά των διαμοριακών σε σχέση με τους ενδομοριακούς δεσμούς

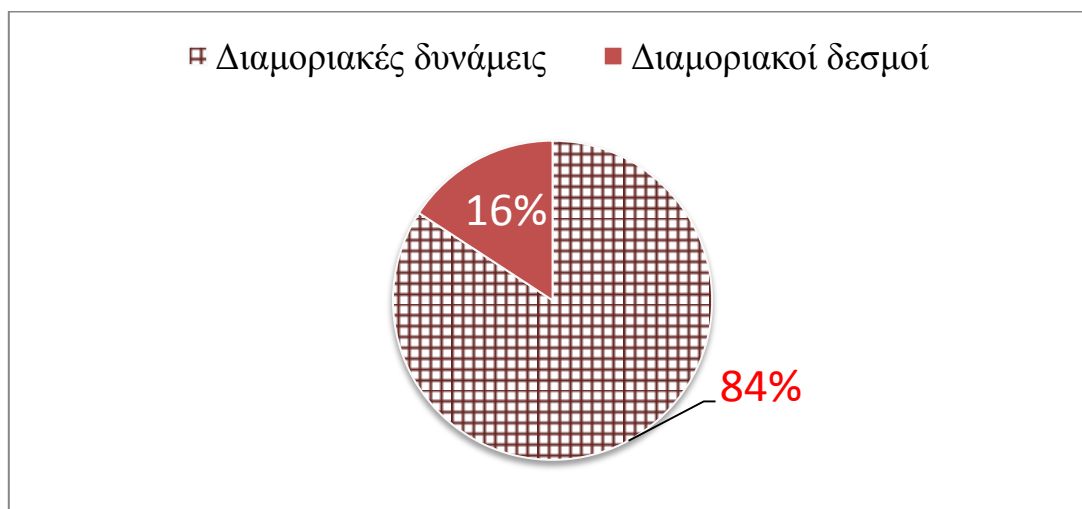


Γράφημα 17: Συγκριτική μελέτη ως προς την σειρά μελέτης των διαμοριακών δεσμών σε σχέση με τους ενδομοριακούς.

Σε δύο από τα βιβλία, οι διαμοριακοί δεσμοί προηγούνται από τους ενδομοριακούς, σε ένα οι διαμοριακοί αναφέρονται μετά την παρουσίαση του ομοιοπολικού δεσμού, αλλά πριν από την μελέτη του ιοντικού δεσμού, σε δεκατέσσερα βιβλία οι διαμοριακοί δεσμοί παρουσιάζονται μετά τους ενδομοριακούς, ενώ υπήρχε και ένα βιβλίο που δεν είχε καμία αναφορά στους διαμοριακούς δεσμούς.

Ως προς την αναφορά σε διαμοριακούς δεσμούς ή διαμοριακές δυνάμεις.

107



Γράφημα 18: Συγκριτική μελέτη ως προς την αναφορά σε διαμοριακούς δεσμούς ή σε διαμοριακές δυνάμεις.

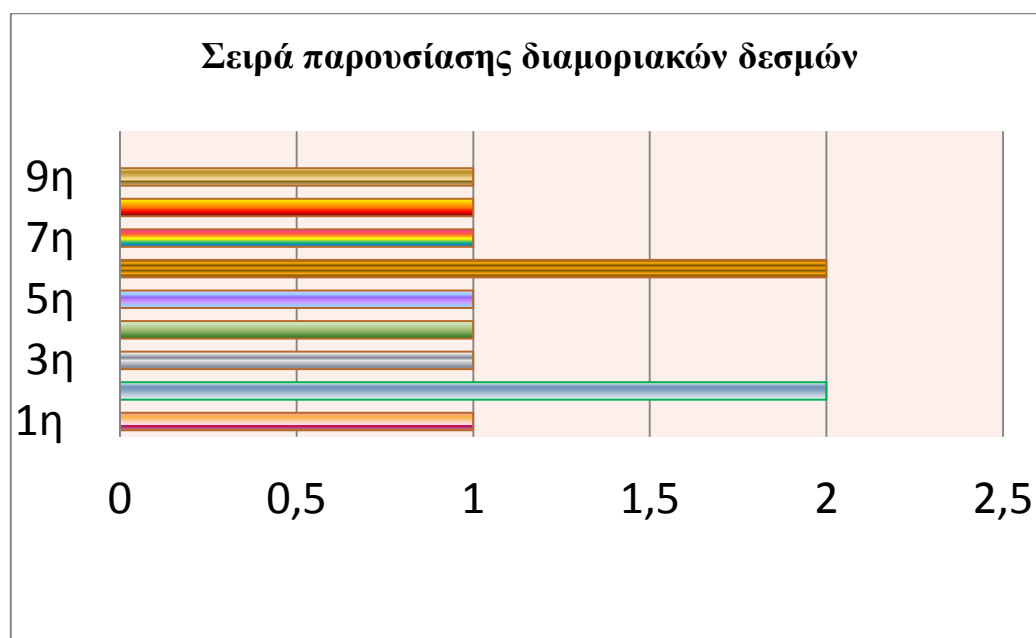
Σε δεκαέξι από το σύνολο των βιβλίων αναφέρονται σαν διαμοριακές δυνάμεις και μόνο δε τρία σαν διαμοριακοί δεσμοί.

- ▶ 1: Δεσμοί διασποράς→ Διπόλου- Διπόλου →Δεσμός υδρογόνου →Ιόντος- Διπόλου (1 Βιβλίο: 1.)

- ▶ 2^ο : Ιόντος - διπόλου → Διπόλου-Διπόλου → Δεσμός υδρογόνου → Δεσμοί διασποράς (2 βιβλία: 2,16).
- ▶ 3: Δεσμοί διπόλου- διπόλου → Ιόντος - διπόλου → Δεσμοί διασποράς → Δεσμός υδρογόνου (1 βιβλίο: 4.)
- ▶ 4: Δεσμοί διπόλου-διπόλου → Δεσμοί διασποράς → Δεσμοί υδρογόνου → Ιόντος- διπόλου (1 βιβλίο: 5).
- ▶ 5 : Δεσμοί ιόντος- ιόντος → Δεσμοί διπόλου-διπόλου → Δεσμοί υδρογόνου → Δεσμοί διασποράς. (1 βιβλίο: 6).
- ▶ 6 : Δεσμοί διπόλου-διπόλου → Δεσμοί διασποράς → Δεσμοί υδρογόνου (2 βιβλία: 7, 8)
- ▶ 7 : Ηλεκτροστατικές αντιδράσεις (ιόντος-ιόντος, ιόντος-διπόλου, *dipole-dipole*)-επαγωγικές (ιόντος-επαγόμενου διπόλου, διπόλου-επαγόμενου διπόλου)- London (Στιγμιαίου διπόλου-επαγόμενου διπόλου) (1 βιβλίο: 17).
- ▶ 9 : Δεσμοί διπόλου - διπόλου → Διπόλου – στιγμιαίου διπόλου → Δεσμοί διασποράς → Δεσμοί υδρογόνου (1 βιβλίο: 19)

Επτά από τα βιβλία της αξιολόγησης αναφέρουν μόνο τον δεσμό υδρογόνου, ενώ δύο δεν αναφέρουν καθόλου τους διαμοριακούς δεσμούς..

108



Γράφημα 19: Συγκριτική μελέτη ως προς την σειρά παρουσίασης και το είδος των κατηγοριών των διαμοριακών δυνάμεων.

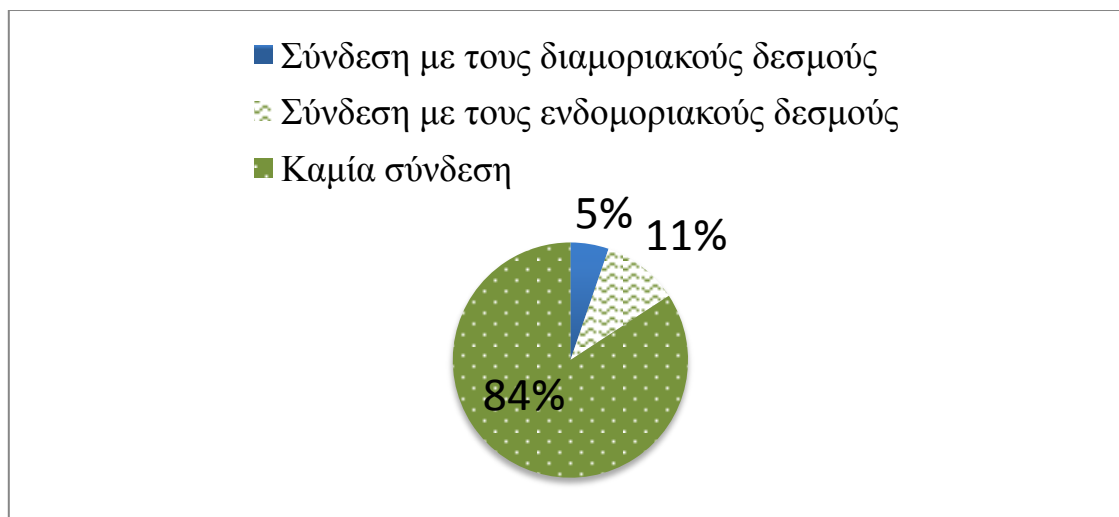
Σειρά παρουσίασης δεσμών διασποράς

- 6. Στιγμιαίου διπόλου- στιγμιαίου διπόλου (1 βιβλίο: 2).

7. Στιγμαίου διπόλου –στιγμαίου διπόλου →στιγμαίου διπόλου-διπόλου→ιόντος-στιγμαίου διπόλου (1 βιβλίο: 4)
8. Στιγμαίου διπόλου-στιγμαίου διπόλου →ιόντος-στιγμαίου διπόλο →στιγμαίου διπόλου-διπόλου (1 βιβλίο: 6).
9. Διπόλου – στιγμαίου διπόλου→Στιγμαίου διπόλου- στιγμαίου διπόλου. (2 βιβλία 5,16).
10. Στιγμαίου διπόλου- επαγόμενου διπόλου (1 βιβλίο :17).

Σε επτά βιβλία δεν αναφέρονται καθόλου οι δυνάμεις διασποράς, ενώ στα υπόλοιπα έξι περιγράφονται οι δυνάμεις διασποράς αλλά δεν αναφέρονται τα είδη τους.

Ως προς τη σύνδεση φυσικών καταστάσεων και χημικών δεσμών.



Γράφημα 20: Συγκριτική μελέτη ως προς την σύνδεση ή όχι των φυσικών καταστάσεων με τους χημικούς δεσμούς.

2.5. Συμπεράσματα

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την συγκριτική αξιολόγηση πανεπιστημιακών βιβλίων γενικής χημείας και διεθνών βιβλίων χημείας δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης περιγράφονται συνοπτικά στη συνέχεια:

- ▶ Τα περισσότερα βιβλία παρουσιάζουν πρώτα τον ιοντικό δεσμό και μετά τον ομοιοπολικό.
- ▶ Τα περισσότερα βιβλία περιγράφουν την συνέχεια των δεσμών.
- ▶ Η ηλεκτραρνητικότητα περιγράφεται μαζί με τους ενδομοριακούς δεσμούς και κυρίως με την έννοια του ομοιοπολικού δεσμού..
- ▶ Τα περισσότερα βιβλία περιγράφουν μόνο τους ενδομοριακούς δεσμούς σαν "πραγματικούς δεσμούς", ενώ τους διαμοριακούς τους αναφέρουν σαν δυνάμεις.
- ▶ Ο κανόνας της οκτάδας αναφέρεται σαν απαραίτητη προϋπόθεση για τον σχηματισμό των χημικών δεσμών και κυρίως του ομοιοπολικού.
- ▶ Τα περισσότερα βιβλία δεν περιγράφουν τον ημιπολικό δεσμό. Αντίθετα τα περισσότερα περιγράφουν τον μεταλλικό δεσμό.
- ▶ Τα περισσότερα βιβλία δεν συνδέουν την αναφορά στις φυσικές καταστάσεις με την περιγραφή των δεσμών.

110

Σύγκριση με τα συμπεράσματα του Hofstein και των συνεργατών του στην εργασία τους:

A new 'bottom-up' framework for teaching chemical bonding (Nahum, Mamlok-Naaman, Hofstein, and Kronik)

Πράγματι, όπως αναφέρει και ο Hofstein, η πολικότητα του δεσμού συνδέεται άμεσα με τον ομοιοπολικό δεσμό. Σε ελάχιστες περιπτώσεις η πολικότητα των δεσμών περιγράφεται στην αρχή του κεφαλαίου των δεσμών ή στο τέλος αυτού. Η σημαντική έννοια της ηλεκτραρνητικότητας παρουσιάζεται στα πλαίσια των πολικών ομοιοπολικών δεσμών και όχι πάντα σαν αναπόσπαστο κομμάτι της πολικότητας των δεσμών. Οι διαφορές των ηλεκτραρνητικοτήτων μεταξύ των ατόμων χρησιμοποιούνται για να χαρακτηρίσουν τα συστατικά σαν ιοντικά ή ομοιοπολικά.

Στα περισσότερα βιβλία, ο κανόνας της οκτάδας παρουσιάζεται σαν απαραίτητη προϋπόθεση για την πραγματοποίηση ενός δεσμού είτε αυτός λέγεται ιοντικός είτε ομοιοπολικός. Μόνο σε 5 από το σύνολο των βιβλίων χρησιμοποιούνται οι έννοιες "κατευθυντήρια οδηγία", όπως προτείνει ο Hofstein, και "ομοιότητα", για να χαρακτηρίσουν τον σχηματισμό των οκτάδων.

Στα περισσότερα βιβλία, οι ομοιοπολικοί και οι ιοντικοί δεσμοί περιγράφονται σαν 'πραγματικοί χημικοί δεσμοί' ενώ οι δεσμοί H και οι δεσμοί Van der Waals παρουσιάζονται απλά σαν δεσμοί-δυνάμεις. Παρατηρείται επίσης ότι μόνο στα 6 από τα 19 βιβλία, ο ιοντικός και ο ομοιοπολικός δεσμός παρουσιάζονται σαν αυτόνομοι δεσμοί. Στα υπόλοιπα τονίζεται η συνύπαρξη ιοντικού και ομοιοπολικού χαρακτήρα στην πλειοψηφία των ενώσεων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο :

Η δομή Οργάνωσης της γνώσης

3.1. Η μοντελοποίηση στη διδασκαλία και τη μάθηση

Οι διαδικασίες μοντελοποίησης συντελούν ουσιαστικά στη βαθύτερη κατανόηση των προς μελέτη φαινομένων και για το λόγο αυτό θεωρούνται ως ουσιαστικές διδακτικές και μαθησιακές δραστηριότητες. Κάτω από ποιες προϋποθέσεις μπορούμε να αξιοποιήσουμε τα μοντέλα και τη διαδικασία μοντελοποίησης στη διδασκαλία και τη μάθηση και ειδικότερα στη μάθηση των θετικών επιστημών; Οι σύγχρονες διδακτικές θεωρήσεις υποστηρίζουν ότι οι μαθητές πρέπει να εμπλέκονται σε δραστηριότητες μοντελοποίησης, αναγνωρίζοντας σε αυτές τα πλεονεκτήματα της διεπιστημονικής προσέγγισης και της χρήσης μεθόδων και πρακτικών που μοιάζουν με τις αυθεντικές επιστημονικές δραστηριότητες (Weil-Barais, 1994; Gilbert & Boulter 2000). Υπό το πρίσμα αυτό, το ζητούμενο της μάθησης δεν περιορίζεται μόνο στην πρόσκτηση αυτού καθαυτό του μοντέλου (είτε πρόκειται για επιστημονικό είτε για διδακτικό μοντέλο), αλλά επεκτείνεται και στην ανάπτυξη όλων εκείνων των γνωστικών εργαλείων που επιτρέπουν τις πρακτικές της μοντελοποίησης (Ραβάνης, 1999). Η προσέγγιση που βοηθά τους μαθητές να εκφράζουν και να σκέφτονται με όρους μοντέλων και όχι με μαθηματικά σύμβολα ή γλωσσικές εκφράσεις φαίνεται ότι ενισχύουν την κατανόησή τους και όχι την στείρα απομνημόνευση.

Είναι επίσης σημαντικό, η διδακτική μέθοδος που βασίζεται σε δραστηριότητες μοντελοποίησης να λαμβάνει υπόψη της τη συγκρότηση των νοητικών μοντέλων των μαθητών και τις αναπαραστάσεις που βασίζονται στην πρότερη εμπειρία τους σχετικά με τα προς μελέτη φαινόμενα ή επιστημονικές έννοιες. Στο πλαίσιο αυτό, οι προτεινόμενες στους μαθητές διδακτικές δραστηριότητες πρέπει να αφορούν στην επίλυση προβλημάτων

που να έχουν νόημα για τα παιδιά και να βασίζονται στις καθημερινές τους πολιτισμικές εμπειρίες.

Οι μελέτες σχετικά με τα νοητικά μοντέλα των μαθητών οδηγούν σε μια αντίληψη της μάθησης με όρους εννοιολογικής αλλαγής, της αντικατάστασης δηλαδή λανθασμένων γνώσεων με γνώσεις πιο συμβατές με την επιστημονική κοινότητα. Οι διαδικασίες που πρέπει να λάβουν χώρα ώστε να επιτευχθεί η εννοιολογική αλλαγή (με όρους ανασυγκρότησης των νοητικών μοντέλων των μαθητών ώστε να προσεγγίζουν τα εννοιολογικά μοντέλα των επιστημόνων) πρέπει να πλαισιώνονται με κατάλληλα εργαλεία (όπως πραγματικά αντικείμενα, εκπαιδευτικό λογισμικό, κτλ.) και να ενισχύονται με την ανθρώπινη αλληλεπίδραση.

Η χρήση εργαλείων και η ανάπτυξη σύμμετρων (με άλλους μαθητές) ή ασύμμετρων (με τον εκπαιδευτικό) αλληλεπιδράσεων συνιστά το κατάλληλο πλαίσιο δημιουργίας γνωστικών και κοινωνικογνωστικών συγκρούσεων που είναι απαραίτητες στη διαδικασία ανασυγκρότησης των νοητικών μοντέλων.

113

Συνοψίζοντας τις προϋποθέσεις για μια επιτυχημένη χρήση των μοντέλων στη διδασκαλία των θετικών επιστημών μπορούμε να αναφερθούμε στα ακόλουθα:

1. Έκφραση και διερεύνηση των νοητικών μοντέλων των μαθητών
 2. Παροχή αυθεντικών μαθησιακών δραστηριοτήτων στο πλαίσιο επίλυσης προβλημάτων που έχουν νόημα για τους μαθητές
 3. Ενίσχυση ενός πλαισίου μάθησης στη ζώνη της επικείμενης γνωστικής ανάπτυξης των μαθητών
 4. Ανάπτυξη διδακτικών καταστάσεων με στόχο την εννοιολογική αλλαγή
 5. Προσφορά εργαλείων και ενίσχυση της κοινωνικής αλληλεπίδρασης για τη
 6. δημιουργία γνωστικών και κοινωνικογνωστικών συγκρούσεων
- Ενίσχυση των μεταγνωσιακών δεξιοτήτων.

3.2. Η μοντελοποίηση στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών.

Η μοντελοποίηση είναι η ουσία της επιστημονικής σκέψης και τα μοντέλα αποτελούν τη μέθοδο αλλά και τα προϊόντα της επιστήμης. Εν τούτοις οι μαθητές βλέπουν συνήθως τα επιστημονικά μοντέλα σαν παιχνίδια ή μινιατούρες αντικειμένων της πραγματικής ζωής. Λίγοι μαθητές κατανοούν πραγματικά γιατί οι επιστήμονες χρησιμοποιούν πολλαπλά μοντέλα για την επεξήγηση εννοιών.

Παρ' όλα αυτά, πολλά ακόμη μοντέλα χρησιμοποιούνται στις φυσικές επιστήμες και στα μαθηματικά και το φάσμα της μοντελοποίησης στην τάξη περιλαμβάνει άμεσα αλλά και έμμεσα μοντέλα. . Στο άμεσο επίπεδο στις Φ.Ε. συχνά χρησιμοποιούνται εννοιολογικά δομημένα αναλογικά μοντέλα όπως είναι το μοντέλο της κλίμακας, παιδαγωγικά αναλογικά μοντέλα , χάρτες και διαγράμματα, μαθηματικά και θεωρητικά μοντέλα, προσομοιώσεις αντικειμένων, ιδεών και διαδικασιών. Τα έμμεσα εικονικά σύμβολα που χρησιμοποιούνται καθημερινά στα μαθηματικά και τις φυσικές επιστήμες είναι μοντέλα τα οποία παρουσιάζουν ενέργειες, μεταβολές, διαδικασίες κ.α. Πράγματι κάποια μαθηματικά σύμβολα και οι χημικοί τύποι έχουν χρησιμοποιηθεί τόσο συχνά για τόσο πολύ καιρό ώστε να έχουν γίνει τμήματα της γλώσσας των Φ.Ε. και των μαθηματικών

Στην εκπαίδευση οι όροι μοντέλα και μοντελοποίηση έχουν περισσότερες από μία έννοια. Ένα μοντέλο μπορεί να παρουσιάζει ένα συγκεκριμένο αντικείμενο ή μια διαδικασία, έναν αλγόριθμο, μια διαδικασία επίλυσης ενός προβλήματος ή μια εκπαιδευτική διαδικασία. Εννοιολογική και ουσιαστική σύγχυση μπορεί να δημιουργηθεί κατά την διδασκαλία αλλά και στην εκπαιδευτική έρευνα, εάν οι όροι μοντελοποίηση και μοντέλα χρησιμοποιηθούν με μη κατάλληλο τρόπο.

Όταν οι εκπαιδευτικοί διαβάζουν ή ακούν τη λέξη μοντέλο πρέπει να οδηγούνται στις παρακάτω ερωτήσεις: είναι πραγματικό ή αφηρημένο; Είναι μία έννοια ή μία συμπεριφορά; Εάν οι δάσκαλοι και οι ερευνητές πρέπει να σταματήσουν και να αναρωτηθούν με ποιο τρόπο χρησιμοποιείται το μοντέλο, είναι δεδομένη η σύγχυση που δημιουργείται στους μαθητές. Υπάρχουν σημαντικοί λόγοι να πιστέψει κανείς ότι πολλοί μαθητές των Φ.Ε. βλέπουν τα μοντέλα σαν πραγματικότητα και ότι η μαθησιακή μοντελοποίηση τις περισσότερες φορές είναι πιο αλγοριθμική παρά σχεσιακή. Είναι πολύ πιθανόν οι παρατηρήσεις αυτές να εντοπίζονται και στη χρήση των μοντέλων επίλυσης μαθηματικών προβλημάτων. Εν τούτοις η έρευνα που πραγματοποίησαν ο Finster (1991) αλλά και ο Perry (Finster 1991) έδειξε ότι οι φοιτητές μπορούν να διδαχτούν να σκέφτονται κριτικά και δημιουργικά και μάλιστα σε πολύ νεότερες ηλικίες από ότι πιστευε η ερευνητική κοινότητα παλαιότερα.

Διάφορες έρευνες δείχνουν ότι οι μαθητές και κάποιοι καθηγητές σκέφτονται για τα επιστημονικά μοντέλα με μηχανικούς όρους και ότι τα μοντέλα είναι πραγματικές εικόνες μη παρατηρήσιμων φαινομένων και ιδεών (Gilbert 1991). Μα τα μοντέλα δεν είναι "σωστές απαντήσεις". Είναι επιστημονικές και διδακτικές προσπάθειες να παρουσιαστεί ένα δύσκολο και θεωρητικό φαινόμενο με καθημερινούς όρους με σκοπό τη μάθηση. Ο John Gilbert (1993) είπε ότι: τα μοντέλα είναι ταυτόχρονα ένα από τα κυριότερα προϊόντα της επιστήμης, απαραίτητα στοιχεία της επιστημονικής μεθοδολογίας και κύρια διδακτικά εργαλεία στην εκπαίδευση των Φ.Ε. Ακόμη και ο μεγάλος φυσικός R. Feynmann βρήκε πολύ δύσκολη την εξήγηση των διαλέξεών του στη Φυσική χωρίς να συμβουλευτεί και να χρησιμοποιήσει μοντέλα. Ομοίως, πολλοί διάσημοι επιστήμονες έχουν γράψει πασίγνωστα βιβλία που αφορούν τις επιστημονικές τους εμπειρίες και ανακαλύψεις χρησιμοποιώντας μοντέλα με τον ίδιο τρόπο που περιγράφει ο Gilbert (1993). Ένα πολύ καλό παράδειγμα μοντέλου αποτελεί το μοντέλο της διπλής έλικας του DNA.

Από τα μοντέλα που χρησιμοποιούνται για την παρουσίαση εννοιών στις Φ.Ε, τα αναλογικά μοντέλα συχνά χρησιμοποιούνται για την μοντελοποίηση μακροσκοπικών , μικροσκοπικών και συμβολικών οντοτήτων. Τα αναλογικά

μοντέλα μπορεί να είναι πραγματικά, θεωρητικά ή μικτά. Τα αναλογικά μοντέλα είναι πάντα απλοποιημένα και ενσωματωμένα με τέτοιο τρόπο ώστε να τονίζουν τα κοινά χαρακτηριστικά μεταξύ του αναλογικού μοντέλου και του εννοιολογικού στόχου. Παρ' όλους τους προσεκτικούς σχεδιασμούς έτσι ώστε να μειωθούν τα διαφορετικά χαρακτηριστικά, τα αναλογικά μοντέλα πάντα "καταρρέουν" γιατί πάντα εμπεριέχουν χαρακτηριστικά που δεν αντιστοιχούν στον εννοιολογικό στόχο.

Δύο οι τύποι αναλογιών που πρέπει να εντοπίζονται μεταξύ του μοντέλου και του εννοιολογικού στόχου: επιφανειακές ομοιότητες που άμεσα ελκύουν τους μαθητές στη συγκεκριμένη αναλογία αλλά και ομοιότητες βαθιά συστημικής διαδικασίας οι οποίες διαμορφώνουν την εννοιολογική κατανόηση. Μπορούν να περιγράψουν και να εξηγήσουν οι καθηγητές έννοιες όπως άτομα, γονίδια, χημικές αντιδράσεις, καιρικά φαινόμενα χωρίς να χρησιμοποιήσουν μοντέλα;

Οι καθηγητές χρησιμοποιούν μοντέλα ώστε να εξηγήσουν άυλες διαδικασίες, όπως π.χ. η ισορροπία, χρησιμοποιώντας το μοντέλο της τραμπάλας και μη παρατηρούμενες ιδιότητες όπως π.χ. η κίνηση των ηλεκτρονίων σε ένα καλώδιο χρησιμοποιώντας το μοντέλο του κύκλου του νερού. Είναι δυνατόν να εξηγηθεί η ροή της ενέργειας ή της ύλης σε ένα οικοσύστημα χωρίς να χρησιμοποιηθούν το τροφικό πλέγμα, η τροφική αλυσίδα ή ο κύκλος του άνθρακα; Μπορούν οι μαθητές να εξηγήσουν την κυκλοφορία του αίματος ή το ηλιακό σύστημα χωρίς να χρησιμοποιηθούν μοντέλα διαγραμμάτων; Οι καθηγητές συχνά χρησιμοποιούν ανατομικά, οικολογικά και αστρονομικά διαγράμματα αλλά και τον περιοδικό πίνακα για να διδάξουν αυτές τις έννοιες.

Τι κάνουν οι καθηγητές όταν εντοπίζουν κατά την εξήγηση μιας έννοιας στα παιδιά απορημένα βλέμματα; Αναζητούν μια αναλογία ή ένα μοντέλο. Περιέργως, είναι επιφυλακτικοί στις λεκτικές αναλογίες (Glynn 1991) και δεν τις χρησιμοποιούν συχνά, αλλά χρησιμοποιούν φυσικά μοντέλα, διαγράμματα και εικονικά σύμβολα σε καθημερινή βάση. Ίσως είναι ανήσυχοι για τον μη αξιόπιστο τρόπο που οι μαθητές θα ερμηνεύσουν τις αναφερόμενες αναλογίες εξαιτίας της μη υλικής τους μορφής. Παρ' όλα αυτά η συχνά παρουσία μοντέλων στα σχολικά εγχειρίδια, στα αναλυτικά προγράμματα και στη

διδασκτική πράξη πιστοποιεί τη θέληση των εκπαιδευτικών και των συγγραφέων των Α.Π. να χρησιμοποιούν μοντέλα.

3.3. Μαθαίνοντας με μοντέλα

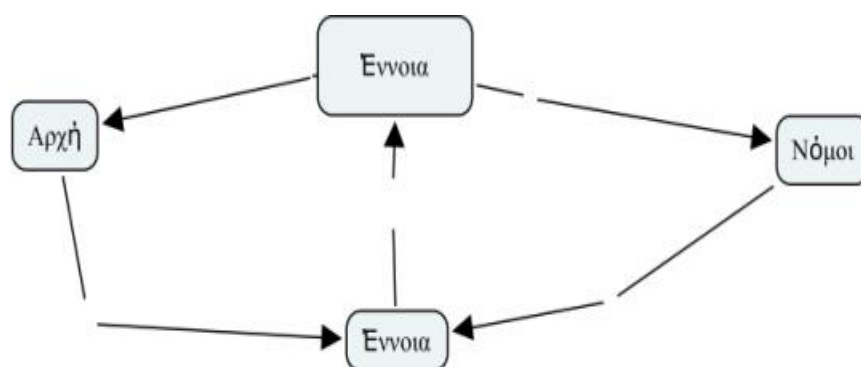
Τα μοντέλα μπορούν να δράσουν σαν βοηθοί στη μνήμη, επεξηγηματικά εργαλεία και συσκευές μάθησης, μόνο εάν μπορούν εύκολα να κατανοηθούν από τους μαθητές. Τα αναλογικά μοντέλα χρειάζεται να είναι οικεία, λογικά και χρήσιμα στους μαθητές. Αποδοτικές είναι οι εφαρμογές που προκύπτουν εάν οι ίδιοι οι μαθητές δημιουργήσουν τις δικές τους αναλογίες. Οι μαθητές πιο εύκολα χαρτογραφούν αναλογίες που οι ίδιοι έχουν δημιουργήσει παρά οι αναλογίες με τις οποίες τους εφοδιάζει ο καθηγητής γιατί οι προσωπικές τους αναλογίες τους είναι πιο οικείες και πιο εύκολες να τις κατανοήσουν (Zook 1991). Παρ' όλα αυτά οι μαθητές δυσκολεύονται στο να δημιουργήσουν ή να επιλέξουν τη σωστή αναλογία για ένα συγκεκριμένο πρόβλημα και συνήθως χρησιμοποιούν τις αναλογίες που περιέχονται από τον καθηγητή αν και δυσκολεύονται να τις καταλάβουν.

Τα σημεία αυτά τονίζονται έτσι ώστε οι καθηγητές συστηματικά να σχεδιάσουν μοντέλα και αναλογίες που θα χρησιμοποιούν στα μαθήματά τους και από την βιβλιογραφία προτείνεται μια προσέγγιση η οποία περιλαμβάνει την εστίαση, την δράση και την αντανάκλαση FAR (Treagust, Harrison & Venville 1998). Η εστίαση περιλαμβάνει σχεδιασμό πριν την πραγματοποίηση του μαθήματος στον οποίο ο εκπαιδευτικός εστιάζει στη δυσκολία της έννοιας, την προϋπάρχουσα γνώση, την ικανότητα των μαθητών και την οικειότητα των αναλογικών μοντέλων. Η δράση έχει να κάνει με την διαδικασία του μαθήματος, την πραγματοποίηση της αναλογίας ή της χρήσης του μοντέλου και την έμφαση στις κοινές ιδιότητες αυτών με τον εννοιολογικό στόχο. Η αντανάκλαση αφορά την αξιολόγηση μετά την ολοκλήρωση του μαθήματος, για το αποτέλεσμα της επίδρασης της αναλογίας και οι πιθανές αλλαγές που πρέπει να γίνουν για την εφαρμογή τους σε επόμενο μάθημα.

3.4. Η οργάνωση της γνώσης σε Πανεπιστημιακά βιβλία

Κατά τον σχεδιασμό της διδασκαλίας, οι καθηγητές προσπαθούν να οργανώσουν τη γνώση έτσι ώστε να βελτιώσουν τη διδασκαλία τους και οι μαθητές προσπαθούν να οργανώσουν τη γνώση έτσι ώστε να επιτύχουν καλύτερη μάθηση. Η εις βάθος κατανόηση της οργάνωσης της γνώσης επιτρέπει στους καθηγητές να αναγνωρίσουν εναλλακτικούς τρόπους διδασκαλίας και κατ' επέκταση να οργανώσουν τα διδακτικά εργαλεία που θα χρησιμοποιήσουν κατά τη διάρκεια του μαθήματος.

Αλλά για να μελετηθεί ο τρόπος οργάνωση της γνώσης, θα πρέπει να αναγνωριστούν τα βασικά στοιχεία των εγχειριδίων αλλά και να εντοπιστούν οι σύνδεσμοι μεταξύ των βασικών στοιχείων. Ως βασικά στοιχεία χαρακτηρίζονται: **α. οι νόμοι** οι οποίοι είναι συνήθως πειραματικοί νόμοι που περιγράφονται από μία ποσοτική σχέση ή μπορούν να προέλθουν από συγκεκριμένη θεωρία, **β. οι αρχές** οι οποίες είναι νόμοι υψηλότερου επιπέδου και χαρακτηρίζονται και ως γενικότεροι νόμοι και τέλος **γ. οι έννοιες** οι οποίες αποτελούν εργαλεία που δομούν τη γνώση και περιγράφουν βασικές ιδιότητες. Κατά την διάκριση των βασικών στοιχείων αναφέρεται και μία τέταρτη κατηγορία **δ. η οντότητα** η οποία περιγράφει βασικά στοιχεία τα οποία υφίστανται αυτοτελώς γύρω μας.. Το παρακάτω σχήμα δείχνει πώς συνδέονται μεταξύ τους τα βασικά στοιχεία:



Στη συνέχεια μελετήθηκε ο τρόπος σύνδεσης των βασικών στοιχείων. Η σύνδεσή τους αυτή πραγματοποιείται με τη χρήση συνδέσμων, μοντέλων δηλαδή οι οποίοι χρησιμοποιούνται από τους συγγραφείς για την ένωση των βασικών στοιχείων και την παρουσίασή τους. Λαμβάνοντας υπόψη τις εργασίες Harrison & Treagust (1998), Van Heuvelen (1991) και Majidi & Mäntylä (2011) κατηγοριοποιήσαμε τους συνδέσμους στις παρακάτω 6 κατηγορίες:

1. **Περιγραφικό μοντέλο (Π.Μ.):** Γίνεται περιγραφή ενός βασικού στοιχείου από ένα άλλο. Περιγράφει τη δομή, τον ρόλο, τις ιδιότητες, τη λειτουργία ενός στοιχείου.
2. **Επεξηγηματικό μοντέλο (Ε.Μ.):** Δεν περιγράφεται απλά ένα βασικό στοιχείο από ένα άλλο αλλά επεξηγείται. Δηλαδή επεξηγούνται η δομή, ο ρόλος, οι ιδιότητες και η λειτουργία του.
3. **Οπτικό μοντέλο (Ο.Μ.):** Συνήθως ένα οπτικό μοντέλο αποτελεί ένα διάγραμμα, ένας χάρτης, ένας συμβολισμός, μία γραφική παράσταση, ένα σχήμα ή μία εικόνα. Το οπτικό μοντέλο αποτελεί οπτική αναπαράσταση ενός νοητικού μοντέλου.
4. **Αναφορά-παρουσίαση ενός δεδομένου (Α.Γ):** Συνήθως είναι η σύνδεση ενός βασικού στοιχείου με ένα δεδομένο το οποίο έχει προκύψει από επιστημονικές παρατηρήσεις, ανακαλύψεις και φαινόμενα.
5. **Αιτιολόγηση (Α):** Είναι ο σύνδεσμος εκείνος ο οποίος συνδέει ένα βασικό στοιχείο με ένα άλλο το οποίο το αιτιολογεί. Πιο συγκεκριμένα

αιτιολογεί τη δομή, τον ρόλο, τις ιδιότητες ή τη λειτουργία του πρώτου στοιχείου.

6. **Αναφορά σε προηγούμενη γνώση (Α.Π.Γ.):** Ο σύνδεσμος αυτός αναφέρεται έτσι ώστε να συνδέσει ένα καινούριο και άγνωστο ή μη βασικό στοιχείο με ένα άλλο το οποίο έχει ήδη διδαχτεί παλαιότερη. Αποτελεί δηλαδή προαπαιτούμενη γνώση.

Η σύνδεση αυτή θα παρουσιαστεί στην εργασία μας με χάρτες εννοιών.

3.5. Χάρτες εννοιών

120

3.5.1. Ορισμός

Όπως αναφέρεται και στην εργασία Βαρδάκα Μ., Βαρδάκας Ε., Αλιμήσης Δ., (2005) , η “εννοιολογική χαρτογράφηση” είναι μία τεχνική που χρησιμοποιείται για την οπτικοποίηση σχέσεων μεταξύ διαφορετικών εννοιών. *Χάρτης εννοιών* είναι ένα διάγραμμα το οποίο απεικονίζει τις σχέσεις που υπάρχουν ανάμεσα σε διάφορες έννοιες.

Συνήθως περιλαμβάνει έννοιες, οι οποίες περικλείονται σε “κύκλους” ή “κουτάκια” και σχέσεις μεταξύ των εννοιών οι οποίες υποδεικνύονται με “βέλη” που ενώνουν μεταξύ τους τις έννοιες. Οι σχέσεις μεταξύ των εννοιών υποδηλώνονται με συνδετικές λέξεις ή φράσεις όπως “καταλήγει σε”, “συνεισφέρει σε”, “απαιτείται από” κ.α. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν σύμβολα, όπως “+” ή “%” κ.α. Οι έννοιες τοποθετούνται ιεραρχικά, με την ανώτερη ιεραρχικά έννοια στην κορυφή. Στα πλαίσια του σχολείου, η ανώτερη έννοια θα μπορούσε να είναι το θέμα που πρόκειται να συζητηθεί.

Οι χάρτες εννοιών είναι συνήθως δισδιάστατοι, παρουσιάζουν συγκεκριμένες

έννοιες σε λογική, ιεραρχική σειρά και βοηθούν το μαθητευόμενο να δημιουργήσει συνδέσμους ανάμεσα στη γνώση που ήδη έχει και στις νεοεισαχθείσες έννοιες. Στη βέλτιστή του εκδοχή, ο χάρτης πλαισιώνεται κι από παραδείγματα. Η κατασκευή του χάρτη εννοιών έχει ως σκοπό να αποκαλύψει τις σκέψεις και τις απόψεις του συγγραφέα κι όχι να επαναλάβει απομνημονευμένες έννοιες. Για το λόγο αυτό, η δομή κάθε χάρτη είναι μοναδική ανάλογα με το συγγραφέα και αντανakλά τις εμπειρίες του και τις πεποιθήσεις του.

Χαρακτηριστικό των χαρτών εννοιών αποτελεί η αναπαράστασή τους σε ιεραρχική μορφή, με τις πιο περιεκτικές και γενικές γνώσεις στην κορυφή του χάρτη και τις πιο ειδικές και συγκεκριμένες, ιεραρχικά ταξινομημένες στη συνέχεια. Η ιεραρχική δομή για μία συγκεκριμένη περιοχή γνώσης εξαρτάται και από το γενικότερο πλαίσιο μέσα στο οποίο αυτή η γνώση εξετάζεται. Για το λόγο αυτό, είναι καλύτερο ο κάθε χάρτης να δομείται με βάση μία συγκεκριμένη, “στοχευμένη” ερώτηση (focus question).

Ένα ακόμα σημαντικό χαρακτηριστικό των χαρτών εννοιών είναι τα λεγόμενα “cross- links”. Πρόκειται για σχέσεις ή δεσμούς μεταξύ εννοιών που ανήκουν σε διαφορετικές περιοχές του χάρτη. Μας βοηθούν να κατανοήσουμε πώς κάποια έννοια 121 μιας περιοχής γνώσης που αναπαρίσταται στον χάρτη συνδέεται με μία έννοια διαφορετική περιοχή.

3.5.2. Χρησιμότητα χαρτών εννοιών

Οι χάρτες εννοιών χρησιμοποιούν την δύναμη της αίσθησης της όρασης προκειμένου να γίνουν κατανοητές σύνθετες έννοιες. Η πρωταρχική λειτουργία του εγκεφάλου είναι να μεταφράζει εισερχόμενες πληροφορίες προκειμένου να συνθέτει έννοιες. Είναι ευκολότερο για τον εγκέφαλο να επιτελέσει αυτή τη λειτουργία όταν η πληροφορία του παρουσιάζεται σε οπτική μορφή. Γι 'αυτό το λόγο λέμε ότι ‘ μία εικόνα αξίζει όσο χίλιες λέξεις’ .Έτσι οι χάρτες εννοιών παρέχουν μια μέθοδο διαχείρισης σύνθετων πληροφοριών.

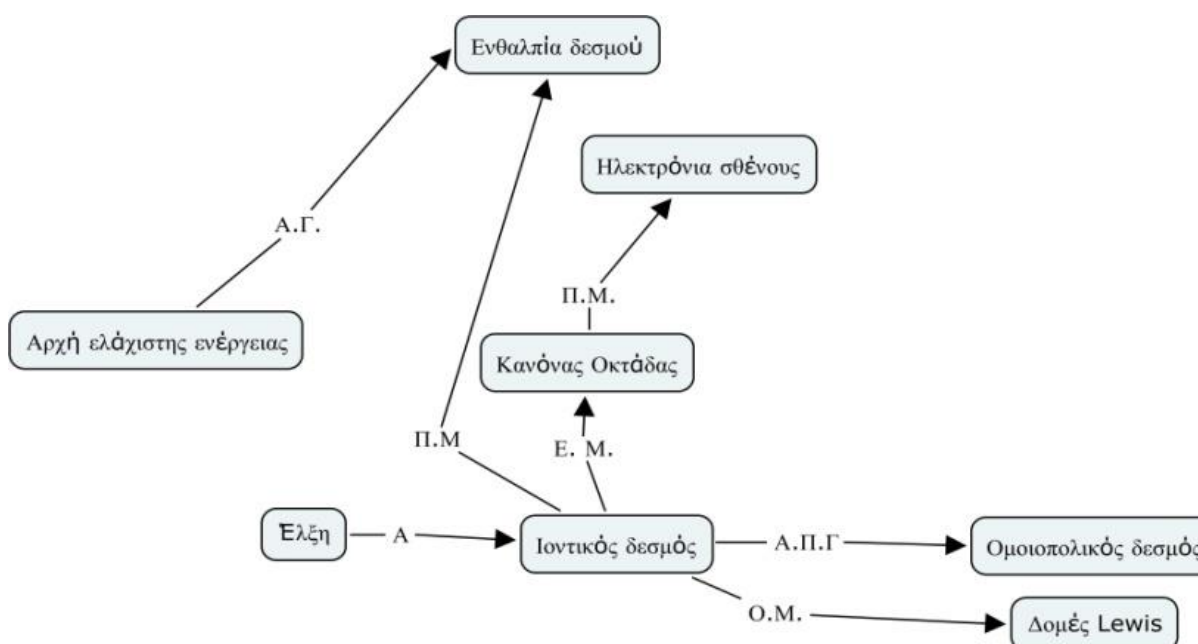
3.5.3. Δημιουργία χαρτών εννοιών

Η τεχνική των χαρτών εννοιών αναπτύχθηκε από τον J. D. Novak και την

αναπαράσταση του τρόπου οικοδόμησης της επιστημονικής γνώσης στα παιδιά. Στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε ως εργαλείο για να ενισχύσει την ουσιαστική εκμάθηση επιστημών και άλλων αντικειμένων αλλά και σε άλλους χώρους εκτός της εκπαίδευσης όπως στην κυβέρνηση και στις επιχειρήσεις.

3.5.4. Κατασκευή χάρτη εννοιών χρησιμοποιώντας βασικά στοιχεία από το κεφάλαιο του χημικού δεσμού.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα συνδέσεων συγκεκριμένων βασικών στοιχείων του χημικού δεσμού.



Για την πραγματοποίηση αυτής της μελέτης αξιολογήθηκαν πέντε βιβλία, τέσσερα πανεπιστημιακά βιβλία Γενικής Χημείας και ένα πειραματικό διδακτικό υλικό για την Δευτεροβάθμια εκπαίδευση και πιο συγκεκριμένα για την Α Τάξη του Λυκείου. Η αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε στα κεφάλαια του Χημικού Δεσμού, ενδομοριακοί και διαμοριακοί δεσμοί. Στο δεύτερο κεφάλαιο αξιολογήθηκαν 19 βιβλία χημείας, Πανεπιστημιακά αλλά και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Με βάση τον τρόπο που τα βιβλία αυτά παρουσιάζουν το κεφάλαιο του χημικού δεσμού, επιλέξαμε τέσσερα τα οποία χρησιμοποιούνται κατά κόρων στα Πανεπιστημιακά ιδρύματα και χρησιμοποιούν τα περισσότερα βασικά στοιχεία που απαιτούνται για την μελέτη του χημικού δεσμού. Τα βιβλία που αξιολογήθηκαν είναι τα παρακάτω:

1. **Peter Atkins, Loretta Jones** : Chemistry (Molecules-Matter and change) Third Edition
2. **Caren C. Timberlake**: Chemistry (An introduction to General, Organic and Biological Chemistry) Eighth Edition.
3. **Raymond Chang**: Chemistry, Sixth Edition

4. **Spencer. N. J, Bodner. M. G, Rickard H. L** Chemistry. Structure and Dynamics, Fourth Edition, Wiley J. & Sons, Inc
5. **Tsaparlis** SOMA:The states-of-matter approach to introductory chemistry, Chem. Edu,c. Res. Pract. 2000(Προτεινόμενο διδακτικό υλικό για την Α Λυκείου).

Κατά την μελέτη των χημικών δεσμών χρησιμοποιούνται συγκεκριμένα βασικά στοιχεία τα οποίοι συγκεντρώθηκαν από τα 19 βιβλία τα οποία αξιολογήθηκαν στο δεύτερο κεφάλαιο και αναφέρονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Ενδομοριακές δυνάμεις - δεσμοί, ιοντικός δεσμός, δομές Lewis με ηλεκτρόνια κουκκίδες, ενέργεια πλέγματος, ιοντική ακτίνα, ισοηλεκτρονικό, ομοιοπολικός δεσμός, τύπος Lewis, δεσμικό ζεύγος, μονήρες (μη δεσμικό) ζεύγος, ομοιοπολικός δεσμός σύνταξης, κανόνας οκτάδας, απλός δεσμός, διπλός δεσμός, τριπλός δεσμός, πολωμένος ομοιοπολικός δεσμός, ηλεκτραρνητικότητα, απεντοπισμένος δεσμός, περιγραφή συντονισμού, τυπικό φορτίο, μήκος δεσμού, ομοιοπολική ακτίνα, τάξη δεσμού, ενέργεια δεσμού, ενέργεια (ενθαλπία) πλέγματος, αριθμός οξείδωσης, πολικός δεσμός, μη πολικός δεσμός, νόμος Coulomb, ημιπολικός δεσμός μέταλλα, αμέταλλα, μεταλλικός δεσμός, «θάλασσα» ηλεκτρονίων, θεωρία ζωνών, μοντέλο ελεύθερων ηλεκτρονίων, γιγάντιες δομές, δεσμός υδρογόνου, διαμοριακές δυνάμεις - δεσμοί, δίπολο (μόνιμο, στιγμιαίο), διπολική ροπή, δυνάμεις διπόλου- διπόλου, δυνάμεις ιόντος – διπόλου, δυνάμεις διασποράς.

3.6. Τα βασικά στοιχεία στην μελέτη του χημικού δεσμού

3.6.1. Βασικά στοιχεία

Στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται τα βασικά στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν από τα πέντε βιβλία που αναφέρθηκαν παραπάνω για κάθε είδος δεσμού.

ΠΙΝΑΚΑΣ 21: Βασικά στοιχεία και οι τύποι τους που εντοπίστηκαν σε πέντε βιβλία (τέσσερα πανεπιστημιακά και ένα δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης) στο κεφάλαιο του ιοντικού δεσμού.

Atkins	Τύπος	Timberlake	Τύπος	Chang	Τύπος
1.Χημικός δεσμός	Έννοια	1. Χημικός δεσμός	Έννοια	1.Χημικός δεσμός	Έννοια
2. Δομές Lewis	Έννοια	2.Δομές ηλεκτρονίων με κουκκίδες	Έννοια	2.Σύμβολα Lewis με κουκκίδες	Έννοια
3. Ηλεκτρόνια σθένους	Έννοια	3.Ηλεκτρόνια σθένους	Έννοια	3Ηλεκτρόνια σθένους	Έννοια
4.Ιοντικές ουσίες	Οντότητα	4.Ιοντικές ουσίες	Οντότητα	4. Ιοντικές ουσίες	Οντότητα
5. Ιοντικός δεσμός	Έννοια	5.Ιοντικός δεσμός	Έννοια	5.Ιοντικός δεσμός	Έννοια
6. Μέταλλο	Οντότητα	6.Μέταλλο	Οντότητα	6.Μέταλλο	Οντότητα
7.Κατιόν	Έννοια	7.Κατιόν	Έννοια	7.Κατιόν	Έννοια
8.Ανιόν	Έννοια	8. Ανιόν	Έννοια	8.Ανιόν	Έννοια
9. Ισχύς	Έννοια	9. Σθένος	Έννοια	9.Σταθερότητα	Έννοια
10. Πολικότητα	Έννοια	10. Αρχή διατήρησης φορτίου	Αρχή	10.Ηλεκτροστατική δύναμη	Έννοια
11.Ηλεκτραρνητικότητα	Έννοια	11.Ηλεκτραρνητικότητα	Έννοια	11. Νόμος Coulomb	Νόμος
12. Ενθαλπία πλέγματος	Έννοια	12.Κανόνας οκτάδας	Έννοια	12.Ενέργεια πλέγματος	Έννοια
13. Αμέταλλο	Οντότητα	13. Αμέταλλο	Οντότητα	13.Αμέταλλο	Οντότητα
14. Κύκλος Born Haber	Νόμος			14.Κύκλος Born Haber	Νόμος
15. . Ενέργεια ιοντισμού	Έννοια			15.Ενέργεια ιοντισμού	Έννοια
16.Σημεία βρασμού και τήξεως	Οντότητα			16.Ηλεκτρονική συγγένεια	Έννοια
17 Αρχή ελάχιστης ενέργειας	Αρχή			17.Αρχή ηλεκτρονιακής σταθερότητας	Αρχή
18. Κρύσταλλος	Οντότητα				
Spencer	Τύπος	SOMA		Τύπος	
1.Χημικός δεσμός	Έννοια	1.Χημικός δεσμός		Έννοια	
2. Χημικός δεσμός	Έννοια	2.Ιοντικός δεσμός		Έννοια	
3.Ηλεκτρόνια σθένους	Έννοια	3.Ιοντικές ουσίες		Οντότητα	
4.Ιοντικές ουσίες	Οντότητα	4.Νόμος Coulomb		Νόμος	
5.Ιοντικός δεσμός	Έννοια	5.Κατιόν		Έννοια	
6.Μέταλλο	Οντότητα	6.Ανιόν		Έννοια	
7.Ηλεκτρονιακή πυκνότητα	Έννοια	7.Ηλεκτραρνητικότητα		Έννοια	
8.Μερικό φορτίο	Έννοια	8.Αγωγιμότητα		Έννοια	
9.Ηλεκτροστατική φύση	Έννοια	9.Αγωγός		Οντότητα	
10.Νόμος Coulomb	Νόμος	10. Πολικότητα		Έννοια	
11.Ηλεκτραρνητικότητα	Έννοια	11. Ηλεκτρόλυση		Έννοια	

12.Ενέργεια πλέγματος	Έννοια	12.Αριθμός οξείδωσης	Έννοια
13.Αμέταλλο	Οντότητα	13.Διαλυτότητα	Έννοια
14. Ιδιότητες στερεών	Οντότητα	14.Σημείο τήξης	Οντότητα
15.Αριθμός οξείδωσης	Έννοια		
16. Σημεία ζέσεως και τήξεως	Οντότητα		
17. Εντοπισμένα ηλεκτρόνια	Έννοια		
18. Ηλεκτρικό ρεύμα	Οντότητα		

Αν συγκρίνουμε τα πέντε βιβλία θα παρατηρήσουμε ότι :

- Τα βιβλία των Atkins και Spencer χρησιμοποιούν τον μεγαλύτερο αριθμό βασικών στοιχείων, ενώ το βιβλίο με το μικρότερο αριθμό είναι του Timberlake. Εντοπίστηκαν κοινά βασικά στοιχεία και στα πέντε βιβλία όπως χαρακτηριστικά είναι τα εξής: ιοντικές ενώσεις , ιοντικός δεσμός.
- Τα τέσσερα πανεπιστημιακά βιβλία Γενικής Χημείας (Atkins, Timberlake, Chang, Spencer) έχουν και άλλα κοινά βασικά στοιχεία εκτός από τα παραπάνω όπως είναι: ηλεκτρόνια σθένους, αμέταλλο, μέταλλο.
- Το βιβλίο με τα λιγότερα βασικά στοιχεία (Timberlake) είναι το μοναδικό από τα πέντε βιβλία που αναφέρει τον κανόνα της οκτάδας κατά την μελέτη του ιοντικού δεσμού.
- Η ηλεκτροστατική φύση του ιοντικού δεσμού περιγράφεται από δύο μόνο βιβλία, του Chang και του Spencer, ενώ του Chang είναι το μόνο βιβλίο το οποίο δεν αναφέρει στην περιγραφή του ιοντικού δεσμού την έννοια της ηλεκτραρνητικότητας.
- Όλα τα βιβλία αναφέρονται στον σχηματισμό ανιόντων και κατιόντων, εκτός από το βιβλίο του Spencer, ενώ μόνο αυτό αναφέρει τον αριθμό οξείδωσης.
- Τα βιβλία των Atkins, Timberlake και Chang έχουν 9 κοινά βασικά στοιχεία.

ΠΙΝΑΚΑΣ 22: Βασικά στοιχεία και οι τύποι τους που εντοπίστηκαν σε πέντε βιβλία (τέσσερα πανεπιστημιακά και ένα δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης) στο κεφάλαιο του ομοιοπολικού δεσμού.

Atkins	Τύπος	Timberlake	Τύπος	Chang	Τύπος
1.Ιοντικός δεσμός	Έννοια	1.Ομοιοπολικές ουσίες	Έννοια	1.Ομοιοπολικές ουσίες	Έννοια
2. Ηλεκτραρνητικότητα	Έννοια	2.Ηλεκτραρνητικότητα	Έννοια	2.Ηλεκτραρνητικότητα	Έννοια
3. Ηλεκτρόνια σθένους	Έννοια	3.Πολικότητα	Έννοια	3.Ηλεκτρόνια σθένους	Έννοια
4. Νόμος Coulomb	Νόμος	4.Σχήμα	Οντότητα	4.Ενέργεια δεσμού	Έννοια
5.Κανόνας οκτάδας	Έννοια	5.Κανόνας οκτάδας	Έννοια	5.Κανόνας οκτάδας	Έννοια
6. Τυπικό φορτίο	Έννοια	6.Αμέταλλο μόριο	Έννοια	6.Τυπικό φορτίο	Έννοια
7.Συντονισμός	Έννοια	7.Μη πολικό μόριο	Έννοια	7.Συντονισμός	Έννοια
8.Σθένος	Έννοια	8.Πολικό μόριο	Έννοια	8.Σταθερότητα μορίου	Έννοια
9. Ενέργεια ιοντισμού	Έννοια	9. Κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων	Έννοια	9. Ενέργεια ιοντισμού	Έννοια
10. Ηλεκτρονική συγγένεια	Έννοια			10. Αριθμός οξείδωσης	Έννοια
11.Απαγορευτική αρχή Pauli	Αρχή			11.Μήκος δεσμού	Έννοια
12. Ηλεκτρονιακή πυκνότητα	Έννοια			12.Μονήρη ηλεκτρόνια	Έννοια
13.Κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων	Έννοια			13.Κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων	Έννοια
14.Μόριο	Έννοια			14.Μόριο	Έννοια
15.Δομή Lewis	Έννοια			15.Δομή Lewis	Έννοια
16. Δεσμικά ηλεκτρόνια	Έννοια			16.Ηλεκτρονιακή συγγένεια	Έννοια
17. Μονήρη ηλεκτρόνια	Έννοια				
					127
Spencer	Τύπος	SOMA	Τύπος		
1.Νόμος Coulomb	Νόμος	1.Μόριο	Έννοια		
2.Κανόνας οκτάδας	Έννοια	2.Κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων	Έννοια		
3.Ηλεκτρόνια σθένους	Έννοια	3.Πολικός ομοιοπολικός δεσμός	Έννοια		
4.Δομές Lewis	Έννοια	4.Ηλεκτραρνητικότητα	Έννοια		
5.Ενέργεια ιοντισμού	Έννοια	5.Μη πολικός ομοιοπολικός δεσμός	Έννοια		
6.Αριθμός οξείδωσης	Έννοια	6.Διπολική ροπή	Έννοια		
7.Τυπικό φορτίο	Έννοια	7.Ελκτικές δυνάμεις	Έννοια		
8.Συντονισμός	Έννοια	8.Απωθητικές δυνάμεις	Έννοια		
9.Ελκτικές δυνάμεις	Έννοια	9.Σημείο βρασμού	Οντότητα		
10.Απωθητικές δυνάμεις	Έννοια	10.Σημεία τήξεως	Οντότητα		
11.Μη δεσμικά ηλεκτρόνια	Έννοια	11.Αγωγός	Οντότητα		
12.Ισομερές	Έννοια	12.Ηλεκτρόνια σθένους	Έννοια		
13.Σημεία βρασμού	Οντότητα				
14. Σημεία τήξεως	Οντότητα				
15.Γωνία δεσμού	Έννοια				
16.Μήκος δεσμού	Έννοια				
17.Διπολική ροπή	Έννοια				
18.Πολικότητα	Έννοια				
19.Δεσμικά ηλεκτρόνια	Έννοια				
20. Ηλεκτραρνητικότητα	Έννοια				

Αν συγκρίνουμε τα πέντε βιβλία θα παρατηρήσουμε τα εξής:

- Τα περισσότερα βασικά στοιχεία χρησιμοποιεί το βιβλίο του Spencer (20 στον αριθμό) ενώ τα λιγότερο είναι στο βιβλίο του Timberlake(9 στον αριθμό).
- Κοινά βασικά στοιχεία και των πέντε βιβλίων είναι η ηλεκτραρνητικότητα, τα ηλεκτρόνια σθένους και το μόριο.
- Τα τέσσερα πανεπιστημιακά βιβλία αναφέρουν κατά την μελέτη του ομοιοπολικού δεσμού τον κανόνα της οκτάδας.
- Μόνο στο βιβλίο του Atkins αναφέρονται η ηλεκτρονιακή πυκνότητα και η απαγορευτική αρχή του Pauli.
- Τρία από τα πανεπιστημιακά βιβλία Atkins, Chang, Spencer έχουν επτά κοινά βασικά στοιχεία.
- Οι Atkins και Spencer αναφέρουν τον νόμο του Coulomb.

ΠΙΝΑΚΑΣ 23: Βασικά στοιχεία και οι τύποι τους που εντοπίστηκαν σε πέντε βιβλία(τέσσερα πανεπιστημιακά και ένα δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης) στο κεφάλαιο του μεταλλικού δεσμού.

Atkins	Τύπος	Timberlake	Τύπος	Chang	Τύπος
1.Κατιόν	Έννοια			1.Θετικό ιόν	Έννοια
2. Μέταλλο	Οντότητα			2.Θερμότητα	Έννοια
3. Ηλεκτρόνια σθένους	Έννοια			3.Κρύσταλλος	Οντότητα
4.Θάλασσα ηλεκτρονίων	Έννοια			4.Αγωγιμότητα	Έννοια
5.Ευπλαστικότητα	Έννοια			5.Ηλεκτρισμός	Οντότητα
6.Αγωγός	Οντότητα			6.Κινητική ενέργεια	Έννοια
7.Ελατότητα	Έννοια			7.Απεντοπισμένα ηλεκτρόνια σθένους	Έννοια
8.Ηλεκτρικός μονωτής	Οντότητα				
9.Ηλεκτρικό ρεύμα	Οντότητα				
10.Ημιαγωγός	Οντότητα				
11.Υπεραγωγός	Οντότητα				
12.Μεταλλικός αγωγός	Οντότητα				
Spencer	Τύπος	SOMA		Τύπος	
1.Μονωτής	Οντότητα	1.Σημεία τήξεως		Οντότητα	
2.Ομοιοπολικός δεσμός	Έννοια	2.Κρύσταλλος		Οντότητα	
3.Απεντοπισμένα ηλεκτρόνια	Έννοια	3.Σκληρότητα		Έννοια	
4.Σημεία βρασμού	Οντότητα	4.Θερμοηλεκτρικές ιδιότητες		Έννοια	
5.Σημεία τήξεως	Οντότητα	5.Ηλεκτρόνια σθένους		Έννοια	
6.Ιοντικός δεσμός	Έννοια	6.Απεντοπισμένα ηλεκτρόνια		Έννοια	
7.Κινητική ενέργεια	Έννοια	7.Μήκος δεσμού		Έννοια	
8.Ηλεκτρικό ρεύμα	Οντότητα	8.Ισχύς δεσμού		Έννοια	
9.Ηλεκτρισμός	Οντότητα				
10.Αγωγός	Οντότητα				
11.Αγώγιμες ζώνες	Έννοια				
12.Ηλεκτρόνια σθένους	Έννοια				
13.Ηλεκτραρνητικότητα	Έννοια				

- Τα περισσότερα βασικά στοιχεία χρησιμοποιεί το βιβλίο του Spencer, ενώ τα λιγότερα ο Chang. Στο βιβλίο του Timberlake δεν μελετάται ο μεταλλικός δεσμός.
- Τα βιβλία των Atkins και Spencer αναφέρουν την έννοια των ηλεκτρονίων σθένους κατά την μελέτη του δεσμού.
- Τα βιβλία Soma, Chang και Spencer αναφέρουν την έννοια των απεντοπισμένων ηλεκτρονίων.

- Και τα τρία Πανεπιστημιακά βιβλία αναφέρουν τις έννοιες της αγωγιμότητας και του ηλεκτρισμού.
- Είναι χαρακτηριστικό να τονιστεί ότι κατά τη μελέτη του συγκεκριμένου δεσμού έχουμε τα λιγότερα κοινά στοιχεία μεταξύ των βιβλίων που μελετώνται στα τρία είδη των ενδομοριακών δεσμών.

ΠΙΝΑΚΑΣ 24 : Βασικά στοιχεία και οι τύποι τους που εντοπίστηκαν σε πέντε βιβλία (τέσσερα πανεπιστημιακά και ένα δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης) στο κεφάλαιο των διαμοριακών δεσμών.

Atkins	Τύπος	Timberlake	Τύπος	Chang	Τύπος
1.Ηλεκτραρνητικότητα	Έννοια	1. Ηλεκτραρνητικότητα	Έννοια	1. Ηλεκτραρνητικότητα	Έννοια
2. Διπολική ροπή	Έννοια	2.Ομοιοπολικός δεσμός	Έννοια	2. Διπολική ροπή	Έννοια
3.Δεσμός υδρογόνου	Έννοια	3.Δεσμός υδρογόνου	Έννοια	3.Δεσμός υδρογόνου	Έννοια
4.Διαμοριακές δυνάμεις	Έννοια	4.Πολικά συστατικά	Έννοια	4.Διαμοριακές δυνάμεις	Έννοια
5.Μόριο	Έννοια	5.Μόριο	Έννοια	5.Φορτίο	Έννοια
6.Πολικό μόριο	Έννοια	6.Πολικότητα	Έννοια	6.Πολικότητα	Έννοια
7.Δυνάμεις London	Έννοια	7.Κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων	Έννοια	7.Δυνάμεις διασποράς	Έννοια
8.Αλληλεπιδράσεις διπόλου-διπόλου	Έννοια			8.Δυνάμεις διπόλου-διπόλου	Έννοια
9.Μόνιμο μερικό φορτίο	Έννοια			9.Προσωρινό-παροδικό δίπολο	Έννοια
10.Ενθαλπία πλέγματος	Έννοια			10.Ενυδάτωση	Έννοια
11.Ομοιοπολικός δεσμός	Έννοια			11.Μοριακή μάζα	Έννοια
12.Σημείο βρασμού	Οντότητα			12.Νόμος Coulomb	Νόμος
13.Παρωδική διπολική ροπή	Έννοια			13.Σχήμα	Οντότητα
14.Ισχύς	Έννοια			14.Δυνάμεις ιόντος-διπόλου	Έννοια
15.Μοριακή μάζα	Έννοια			15.Δυνάμεις διπόλου-επαγόμενου διπόλου	Έννοια
				16.Δυνάμεις ιόντος-επαγόμενου διπόλου	έννοια
Spencer	Τύπος	SOMA		Τύπος	
1.Ηλεκτραρνητικότητα	Έννοια	1.Ηλεκτραρνητικότητα		Έννοια	
2. Διπολική ροπή	Έννοια	2. Διπολική ροπή		Έννοια	
3.Δεσμός υδρογόνου	Έννοια	3.Δεσμός υδρογόνου		Έννοια	
4.Διαμοριακές δυνάμεις	Έννοια	4.Ιδιότητες πραγματικών αερίων		Έννοια	
5.Μοριακή μάζα	Οντότητα	5.Επιφανειακή τάση		Έννοια	
6.Πολικότητα	Έννοια	6.Πολικότητα		Έννοια	
7.Ενδομοριακοί δεσμοί	Έννοια	7.Δυνάμεις διασποράς		Έννοια	

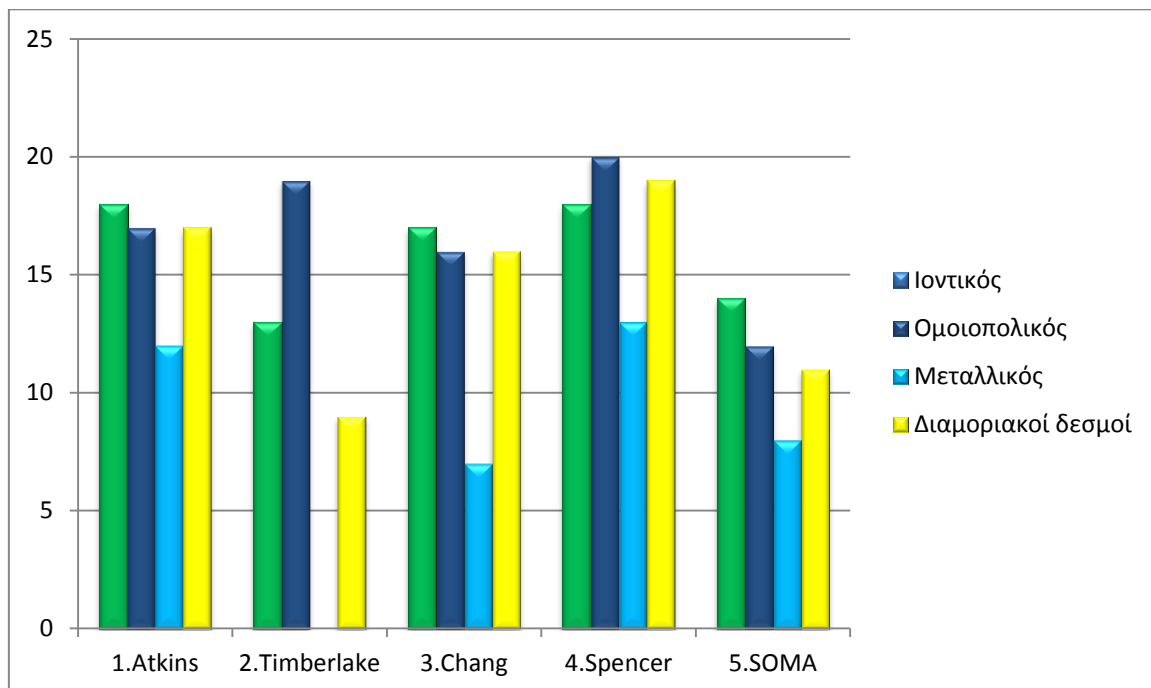
8.Αλληλεπιδράσεις διπόλου-διπόλου	Έννοια	8.Δυνάμεις διπόλο-διπόλου	Έννοια
9.Ηλεκτρονιακή πυκνότητα	Έννοια	9.Προσωρινό δίπολο	Έννοια
10.Σημείο βρασμού	Οντότητα	10.Σημείο βρασμού	Οντότητα
11.Ομοιοπολικός δεσμός	Έννοια	11.Ενέργεια	Αρχή
12.Φυσική κατάσταση	Οντότητα	12.Δίπολο	Έννοια
13.Κινητική ενέργεια	Αρχή	13.Ηλεκτροστατική φύση	Έννοια
14.Εξίσωση Van der waals	Νόμος	14.Σημείο τήξης	Οντότητα
15.Αλληλεπιδράσεις επαγόμενου διπόλου-επαγόμενου διπόλου	Έννοια		
16.Αλληλεπιδράσεις διπόλου-επαγόμενου διπόλου	Έννοια		
17.Σημείο τήξης	Οντότητα		
18.Ισομερή	Έννοια		
19.Σχήμα	Οντότητα		

Εάν συγκρίνουμε τα πέντε βιβλία συμπεραίνουμε τα παρακάτω:

- Το βιβλίο του Spencer χρησιμοποιεί τα περισσότερα βασικά στοιχεία(19 στον αριθμό) ενώ του Timberlake τα λιγότερα (7 βασικά στοιχεία).
- Κοινά στοιχεία και των πέντε βιβλίων είναι οι έννοιες της ηλεκτραρνητικότητας, του δεσμού υδρογόνου και της πολικότητας.
- Όλα τα πανεπιστημιακά βιβλία αναφέρουν την έννοια των ηλεκτρονίων σθένους.
- Όλα τα βιβλία αναφέρουν τις έννοιες της διπολικής ροπής, τις δυνάμεις ή αλληλεπιδράσεις διπόλου-διπόλου εκτός του βιβλίου του Timberlake.
- Το βιβλίο SOMA είναι το μόνο βιβλίο που αναφέρει στη μελέτη των διαμοριακών δεσμών για την ηλεκτροστατική τους φύση και την αρχή διατήρησης της ενέργειας.
- Μόνο τα βιβλία των Chang και Spenser αναφέρουν και άλλα είδη δεσμών εκτός των διπόλου – διπόλου και του δεσμού υδρογόνου. Πιο συγκεκριμένα στο βιβλίο του Chang αναφέρονται οι δυνάμεις ιόντος – διπόλου και οι δυνάμεις ιόντος-επαγόμενου διπόλου όπως χαρακτηριστικά αναγράφονται ενώ στο βιβλίο του Spencer οι αλληλεπιδράσεις διπόλου-επαγόμενου διπόλου και επαγόμενου διπόλου-επαγόμενου διπόλου όπως αναφέρονται.

Στη συνέχεια ακολουθεί ένα συνολικό διάγραμμα που περιγράφει συγκριτικά τον αριθμό των βασικών στοιχείων σε κάθε βιβλίο και σε κάθε είδος δεσμού

3.6.2. Γενικά συμπεράσματα βασικών στοιχείων



Γράφημα

	Ιοντικός	Ομοιοπολικός	Μεταλλικός	Διαμοριακοί δεσμοί
1. Atkins	18	17	12	17
2. Timberlake	13	19	0	9
3. Chang	17	16	7	16
4. Spencer	18	20	13	19
5. SOMA	14	12	8	11

Συνολικά από τη μελέτη του αριθμού των βασικών στοιχείων αλλά και του είδους τους συμπεραίνουμε τα εξής:

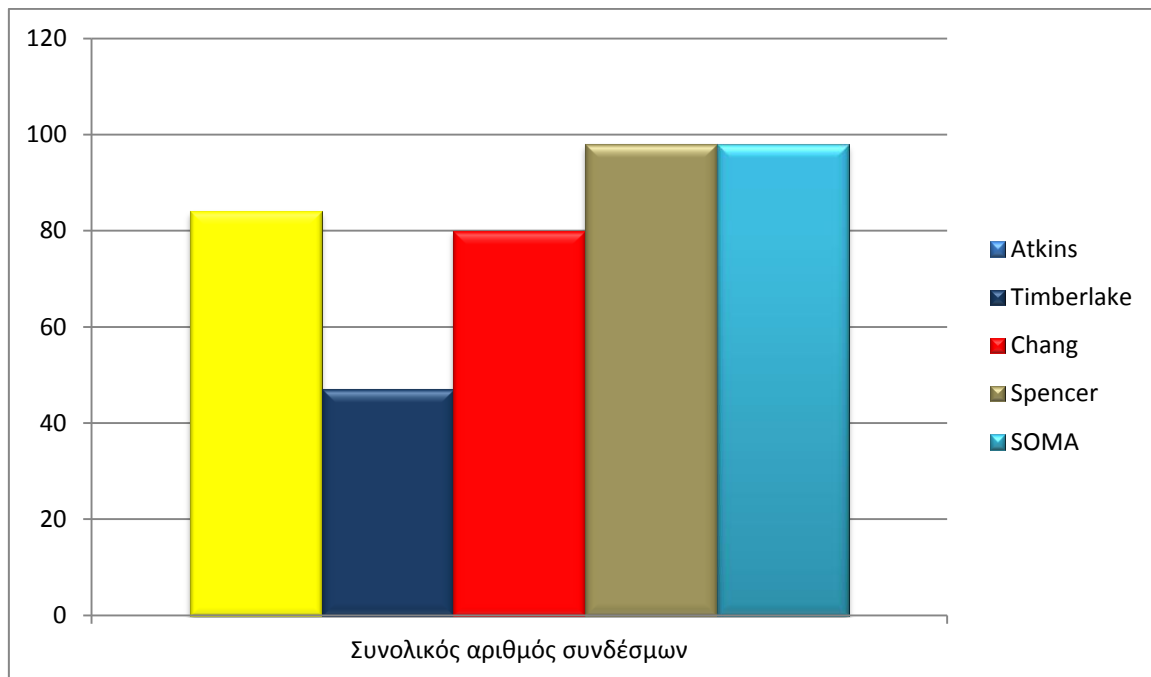
- Ο αριθμός των βασικών στοιχείων κάθε βιβλίου είναι περίπου ο ίδιος σε όλα τα βιβλία εκτός από του Timberlake που είναι αισθητά μικρότερος.
- Επίσης ο αριθμός των βασικών στοιχείων για κάθε είδος δεσμού είναι κατά πολύ ίδιος σε κάθε βιβλίο ξεχωριστά.
- Σε όλα τα είδη των δεσμών σε όλα τα βιβλία παρατηρήθηκε πως τα περισσότερα βασικά στοιχεία ήταν τα ίδια. Στη μόνη περίπτωση που είχαμε τις περισσότερες διαφορές σε βασικά στοιχεία ήταν στον μεταλλικό δεσμό.

- Συνολικά, σε δύο μόνο βιβλία αριθμητικά υπερισχύουν τα βασικά στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν για τον ομοιοπολικό δεσμό και αυτά τα βιβλία είναι των Timberlake και Spencer.
- Στα βιβλία Atkins, Chang και SOMA τα βασικά στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν για τον ιοντικό δεσμό ήταν αριθμητικά περισσότερα.
- Τα λιγότερα βασικά στοιχεία χρησιμοποιήθηκαν κατά την μελέτη του μεταλλικού δεσμού.

3.7. Σύνδεσμοι βασικών στοιχείων

3.7.1. Αριθμός συνδέσμων

Η εύρεση των συνδέσμων έγινε ως εξής: εντοπίστηκαν τα βασικά στοιχεία που χρησιμοποιεί το κάθε βιβλίο και ευρέθησαν οι τρόποι που ο κάθε συγγραφέας συνδέει αυτά τα στοιχεία μεταξύ τους. Αν χρησιμοποιείται ένα βασικό στοιχείο για να περιγράψει ένα άλλο βασικό στοιχείο (την δομή του, τον ρόλο του και τις ιδιότητές του), ο σύνδεσμος χαρακτηρίζεται ως περιγραφικό μοντέλο. Εάν πέρα από την περιγραφή ενός στοιχείου από ένα άλλο, επεξηγείται κιόλας, τότε ο σύνδεσμος ονομάζεται επεξηγηματικό μοντέλο, ενώ εάν το αιτιολογεί, αιτιολογικό μοντέλο.. Εάν χρησιμοποιείται ως σύνδεσμος ενός βασικού στοιχείου με ένα άλλο ένας χάρτης ή μία αναπαράσταση, τότε ο σύνδεσμος ονομάζεται οπτικό μοντέλο. Εάν η σύνδεση γίνεται με αναφορά σε προηγούμενα αναφερθείσα γνώση, τότε ο σύνδεσμος ονομάζεται μοντέλο αναφοράς σε προηγούμενη γνώση, ενώ αν η σύνδεση πραγματοποιείται με χρήση κάποιας επιστημονικής παρατήρησης, ονομάζεται μοντέλο αναφοράς –παρουσίασης ενός δεδομένου.



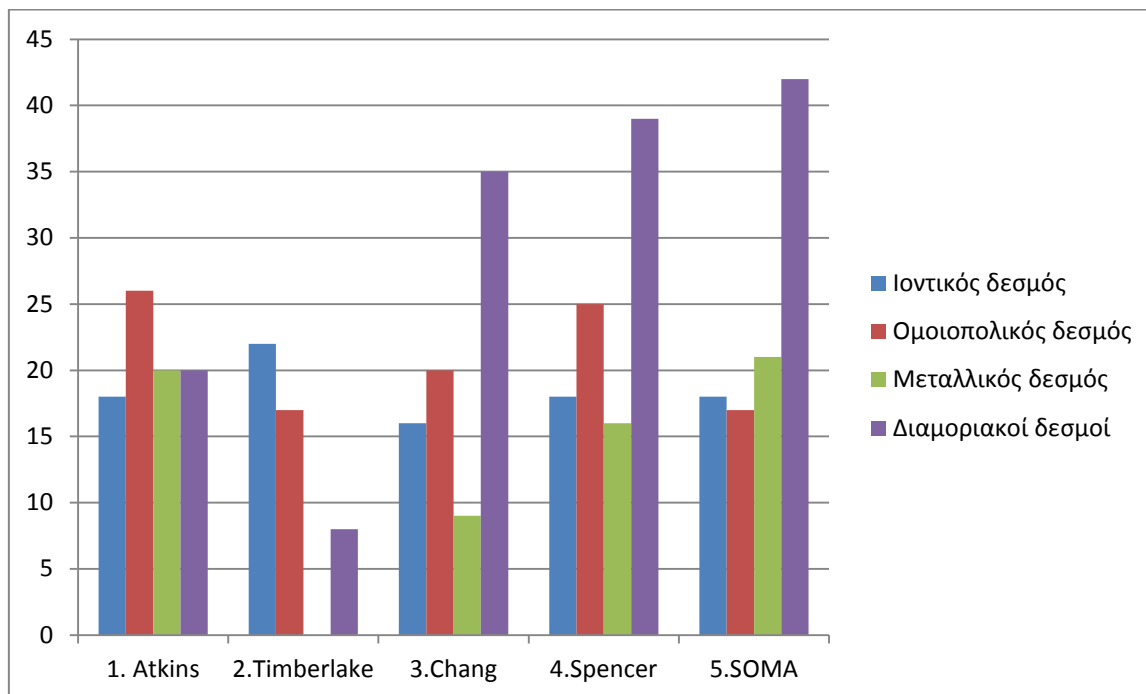
Γράφημα 21: Αριθμός συνδέσμων για κάθε πανεπιστημιακό βιβλίο

ΠΙΝΑΚΑΣ 25: Αριθμός συνδέσμων για κάθε πανεπιστημιακό βιβλίο

	Atkins	Timberlake	Chang	Spencer	SOMA
Συνολικός αριθμός συνδέσμων	84	47	80	98	98

Όπως φαίνεται και από το διάγραμμα, ο αριθμός των συνδέσμων στα βιβλία είναι σχεδόν ίδιος εκτός από το βιβλίο του Timberlake που έχει τα μισά βασικά στοιχεία.

3.7.2. Αριθμός συνδέσμων για κάθε είδος δεσμού



Γράφημα 22: Αριθμός συνδέσμων για κάθε πανεπιστημιακό βιβλίο και κάθε είδος δεσμού

ΠΙΝΑΚΑΣ 26: Αριθμός συνδέσμων για κάθε πανεπιστημιακό βιβλίο και κάθε είδος δεσμού

	Ιοντικός δεσμός	Ομοιοπολικός δεσμός	Μεταλλικός δεσμός	Διαμοριακοί δεσμοί
1. Atkins	18	26	20	20
2. Timberlake	22	17	0	8
3. Chang	16	20	9	35
4. Spencer	18	25	16	39
5. SOMA	18	17	21	42

- Όπως φαίνεται και από το διάγραμμα ο Atkins χρησιμοποιεί πιο πολλά βασικά στοιχεία για τον Ομοιοπολικό δεσμό, ο Timberlake για τον ιοντικό δεσμό, ενώ οι Chang, Spencer και SOMA για τους διαμοριακούς δεσμούς.
- Αν συγκριθεί οριζόντια ο αριθμός των βασικών στοιχείων για κάθε είδος δεσμού σε όλα τα βιβλία συμπεραίνεται ότι: ο αριθμός των βασικών στοιχείων δείχνει ποιον δεσμό θεωρεί το κάθε βιβλίο ως πολυπλοκότερο με αποτέλεσμα την χρήση περισσότερων βασικών στοιχείων για την επεξήγησή του.
- Τα λιγότερα βασικά στοιχεία σε όλα τα βιβλία χρησιμοποιούνται για τον μεταλλικό δεσμό.

3.8. Αξιολόγηση βιβλίων

Στη συνέχεια θα αξιολογηθούν ξεχωριστά το κάθε βιβλίο. Για το κάθε ένα από αυτά θα αναφέρονται τα βασικά στοιχεία που χρησιμοποιεί ο συγγραφέας για την παρουσίαση της ύλης, οι αντίστοιχοι χάρτες εννοιών για κάθε είδους δεσμό που θα συνδέουν τα βασικά στοιχεία μεταξύ τους και τα σημεία στο βιβλίο όπου εντοπίστηκαν τα προαναφερθέντα βασικά στοιχεία.

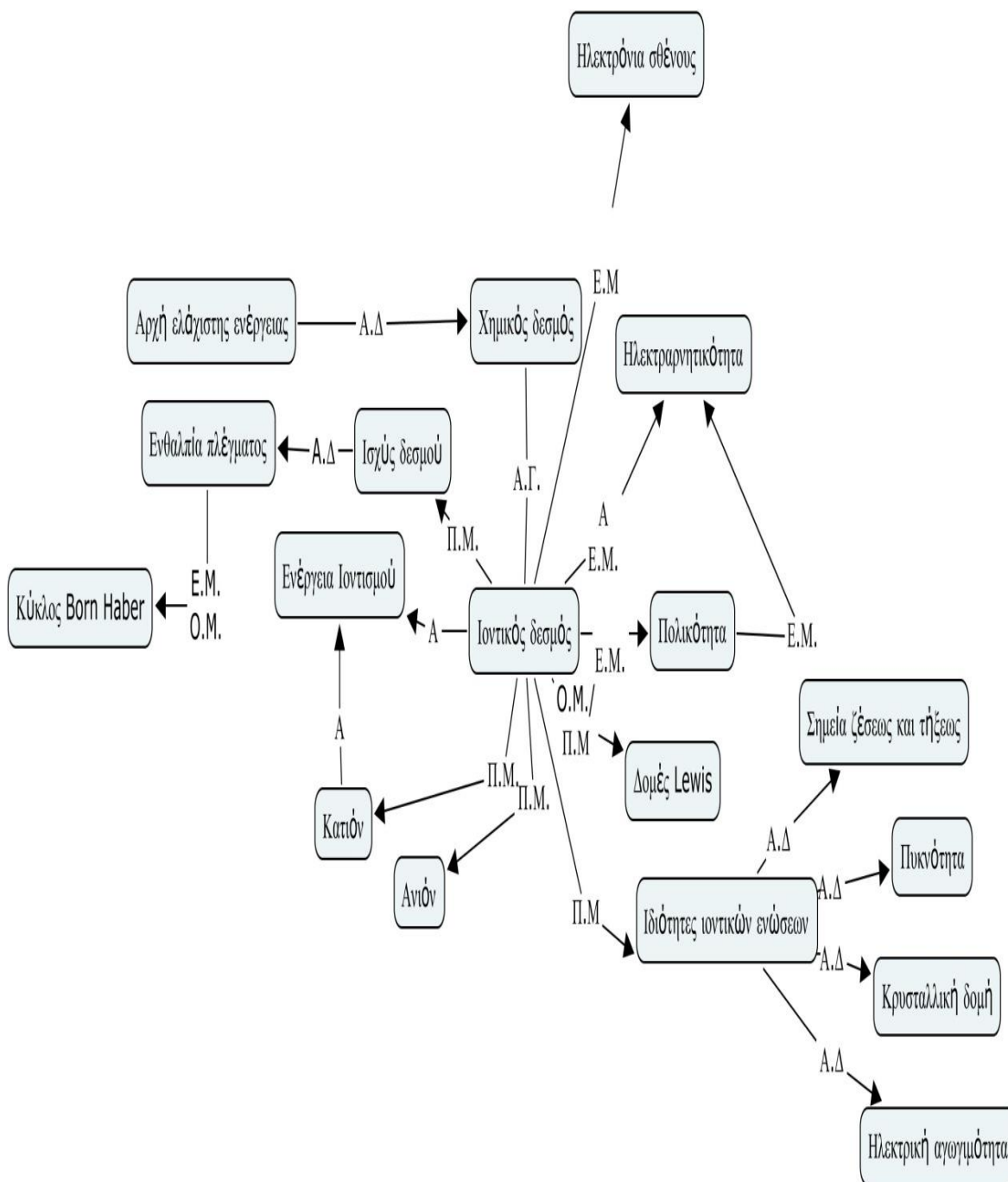
1. Peter Atkins, Loretta Jones : Chemistry (Molecules-Matter and change) Third Edition

Τα βασικά στοιχεία τα οποία εντοπίστηκαν κατά την μελέτη των κεφαλαίων του χημικού δεσμού για το πρώτο βιβλίο είναι αναλυτικά τα παρακάτω:

ΠΙΝΑΚΑΣ 27: Βασικά στοιχεία στο βιβλίο των Atkins et al.

	Κεφάλαιο 8: Στο εσωτερικό των υλικών : Χημικοί Δεσμοί
Ιοντικοί Δεσμοί	Αρχή ελάχιστης ενέργειας, Χημικός δεσμός, Ενέργεια Ιοντισμού Ηλεκτραρνητικότητα, Πολικότητα-Κατιόντα-Ανιόντα Ηλεκτρονιακή θεωρία σθένους-Σύμβολα Lewis για άτομα και ιόντα-Οκτάδα, Ενthalπία δεσμού, πλέγματος, Κύκλος Born-Haber, Ισχύς δεσμού Οι ιδιότητες των ιοντικών ενώσεων, Αγωγιμότητα-Σ.Ζ-Σ.Τ-Κρυσταλλική δομή
Ομοιοπολικοί Δεσμοί	Από τα άτομα στα μόρια, Μόριο – Άτομο, Ο κανόνας της οκτάδας και οι δομές Lewis, δυναμική ενέργεια, ενέργεια ιοντισμού, μονήρη ηλεκτρόνια, μόριο, απαγορευτική αρχή Pauli, κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων, συνεισφορά, νόμος Coulomb ,ηλεκτρικό φορτίο.
Οι δομές των πολυατομικών ειδών	Δομές Lewis, Συντονισμός, Τυπικό Φορτίο.
Σύγκριση ιοντικού και ομοιοπολικού δεσμού	Διόρθωση του μοντέλου του ομοιοπολικού δεσμού-Ημιπολικός, Διόρθωση του μοντέλου του ιοντικού δεσμού, Ηλεκτραρνητικότητα
Κεφάλαιο 9:	Σχήμα μορίων, μέγεθος και ισχύς δεσμού
Κατανομή φορτίου στα μόρια	Πολικοί δεσμοί , Πολικά μόρια
Κεφάλαιο 10:	Υγρά και στερεά υλικά
Διαμοριακές δυνάμεις-Δυνάμεις Van der Waals.	Δυνάμεις London, αλληλεπιδράσεις διπόλου-διπόλου, δεσμός Υδρογόνου, Ισχύς, παροδικό δίπολο, μόνιμο δίπολο, μόνιμα μερικά φορτία, διπολική ροπή, ηλεκτραρνητικότητα, μόριο, ιόν, ενthalπία δεσμού, σημείο βρασμού, σχετική μοριακή μάζα, ομοιοπολικός δεσμός.
Ιδιότητες στερεών	Μεταλλικά στερεά-Μεταλλικός δεσμός, αγωγιμότητα, θάλασσα ηλεκτρονίων, ηλεκτρόνια σθένους, ηλεκτρισμός, κρύσταλλος, κατιόντα, μόνωση, ευπλαστότητα, όλκιμα, ηλεκτρικό ρεύμα, ηλεκτρικό πεδίο, υπεραγωγός, μεταλλικός αγωγός, ημιαγωγός.
Κεφάλαιο 12: Ιδιότητες διαλυμάτων	
Ενthalπία διαλύματος	Αλληλεπιδράσεις ιόντος-διπόλου

Πιο συγκεκριμένα για τον ιοντικό δεσμό, τα βασικά στοιχεία των οποίων οι συνδέσμοι περιγράφονται από τον χάρτη εννοιών που ακολουθεί:

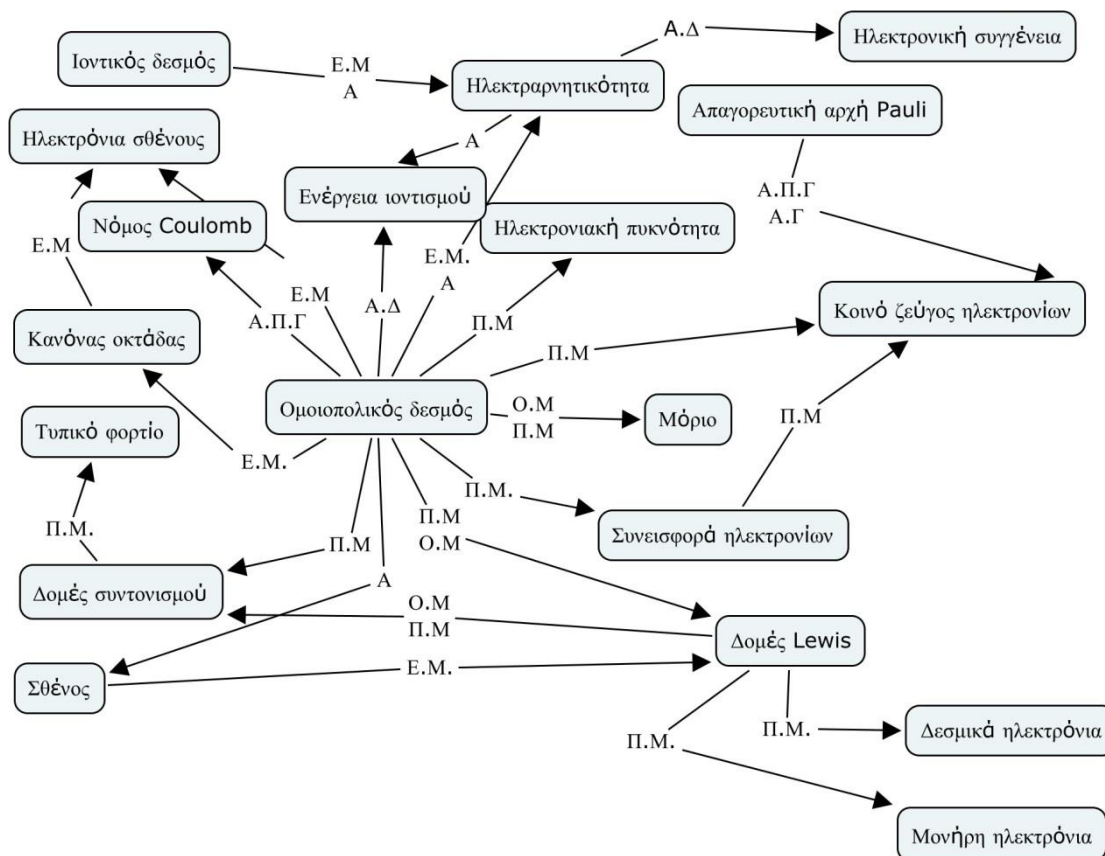


Χάρτης εννοιών 1: Η δομή οργάνωσης της γνώσης για τον ιοντικό δεσμό στο βιβλίο των Atkins et al.

Στη συνέχεια παραθέτονται τα σημεία του κειμένου όπου αναφέρονται τα συγκεκριμένα στοιχεία:

«Ένας **χημικός δεσμός** σχηματίζεται εάν η διευθέτηση των ατόμων που πραγματοποιείται έχει μικρότερη **ενέργεια** από εκείνη όταν τα άτομα είναι ξεχωριστά.....Εάν η **ελάχιστη ενέργεια** επιτυγχάνεται με ιοντικό σχηματισμό, τότε σχηματίζονται **ιόντα**....Κανένας δεσμός δεν είναι καθαρά **ιοντικός**, μα το ιοντικό μοντέλο, η περιγραφή του δεσμού μεταξύ ιόντων δουλεύει αρκετά για πολλές ενώσεις . Πιο συγκεκριμένα, είναι κατάλληλο για την περιγραφή των ενώσεων των μεταλλικών στοιχείων με αμέταλλα στοιχεία. Τα μέταλλα έχουν μικρή **ενέργεια ιοντισμού**, άρα δίνουν εύκολα τα ηλεκτρόνια σθένους σχηματίζοντας **κατιόντα**..... Η δομή Lewis αποτελείται από το χημικό σύμβολο ενός στοιχείου και μία κουκκίδα για κάθε ηλεκτρόνιο σθένους.... Δεν μπορούμε να μετρήσουμε απευθείας την **ενθαλπία δεσμού** μίας ένωσης αλλά εμμέσως μέσω συγκεκριμένων υπολογισμών. Η διαδικασία χρησιμοποιεί έναν κύκλο Born Haber, μια σειρά βημάτων που ξεκινά από τα στοιχεία και τελειώνει στα στοιχεία και περιλαμβάνει τον σχηματισμό κρυσταλλικού στερεού πλέγματος από αέρια ιόντα.... Η αλληλεπίδραση μεταξύ των ιόντων υπολογίζεται με τον σχηματισμό ιοντικών ενώσεων των οποίων η **ισχύς δεσμού** μετράται από την **ενθαλπία πλέγματος**.... Η ηλεκτραρνητικότητα είναι μια μέτρηση της έλξης του ηλεκτρονιακού ζεύγους από ένα άτομο ενός μορίου. Οι ουσίες που αποτελούνται από στοιχεία με μεγάλη διαφορά **ηλεκτραρνητικότητας** παρουσιάζουν σημαντικό **ιοντικό** χαρακτήρα στο δεσμό τους».

Στη συνέχεια μελετήθηκε η παρουσίαση του ομοιοπολικού δεσμού. Ο χάρτης εννοιών που περιγράφει τους συνδέσμους των βασικών στοιχείων του ομοιοπολικού δεσμού δίνεται παρακάτω:



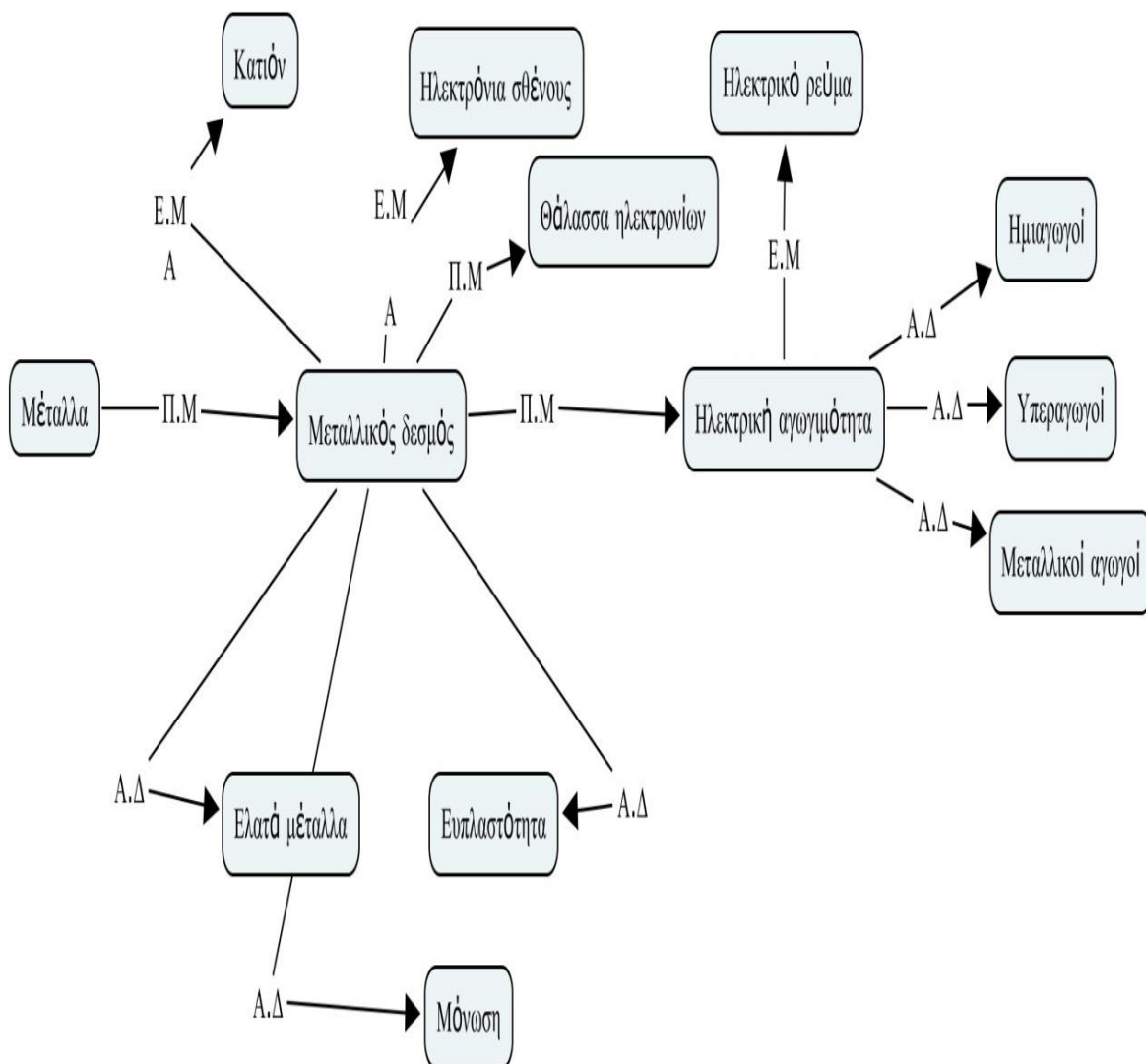
Χάρτης εννοιών 2: Η δομή οργάνωσης της γνώσης για τον ομοιοπολικό δεσμό στο βιβλίο των Atkins et al.

Πιο αναλυτικά, τα σημεία του βιβλίου που περιγράφουν αυτούς τους συνδέσμους του ομοιοπολικού δεσμού αναφέρονται παρακάτω:

Ενώσεις που αποτελούνται από υψηλής **πολικότητας** κατιόντα και υψηλής πολικότητας ανιόντα έχουν σημαντικό ομοιοπολικό χαρακτήρα..... Τα αμέταλλα στοιχεία δεν μπορούν να σχηματίσουν μονοατομικά κατιόντα γιατί η **ενέργεια ιοντισμού** τους είναι πολύ υψηλή.... Εάν η ελάχιστη ενέργεια επιτυγχάνεται με συνεισφορά ηλεκτρονίων τότε σχηματίζονται **μόρια**.... Στο μόριο υδρογόνου..... η ηλεκτρονιακή πυκνότητα μεταξύ των δύο πυρήνων είναι μεγαλύτερη από εκείνη κάθε πλευράς. Κανένα άτομο δεν απελευθερώνει πλήρως ένα ηλεκτρόνιο άρα δεν αποκτά πλήρως την **ενέργεια ιοντισμού**..... Ο Lewis δεν μπορούσε να γνωρίζει γιατί πρέπει να σχηματίζεται ένα **ζεύγος ηλεκτρονίων** και όχι κάποιος άλλος αριθμός. Η εξήγηση επήλθε με την ανάπτυξη της κβαντικής μηχανικής..... και της ανακάλυψη της **απαγορευτικής αρχής του Pauli**.... Θυμηθείτε τον **νόμο του Coulomb** (παράγραφος 7.9).

Η δυναμική ενέργεια δύο φορτισμένων σωματιδίων είναι ανάλογη του γινομένου των φορτίων διαιρούμενη με την απόσταση μεταξύ τους..... Στο μόριο του υδρογόνου η **ηλεκτρονιακή πυκνότητα** μεταξύ των πυρήνων είναι μεγαλύτερη μεταξύ των πυρήνων από την αντίστοιχη κάθε πλευράς. Κανένα άτομο δεν απελευθερώνει πλήρως ένα ηλεκτρόνιο... Ο Lewis πρότεινε ότι ο ομοιοπολικός δεσμός είναι ένα ζεύγος ηλεκτρονίων που διαμοιράζονται μεταξύ των δύο ατόμων.... Τα αμέταλλα δομούνται από ομοιοπολικούς δεσμούς με **συνεισφορά ηλεκτρονίων**.... Στους ομοιοπολικούς δεσμούς τα άτομα διαμοιράζονται τα ηλεκτρόνια τους μέχρι να αποκτήσουν δομή ευγενούς αερίου. Ο Lewis ονόμασε αυτή τη διαδικασία κανόνα οκτάδων..... **Σθένος** ενός στοιχείου είναι ο αριθμός των ομοιοπολικών δεσμών ενός ατόμου στις ενώσεις του στοιχείου..... Το σθένος ενός στοιχείου... είναι πιο εύκολο να βρεθεί χρησιμοποιώντας τις **δομές Lewis**..... Οι δομές Lewis είναι ένα διάγραμμα που δείχνει πώς τα ζεύγη ηλεκτρονίων διαμοιράζονται μεταξύ ατόμων σε ένα μόριο.... Στις δομές Lewis δείχνουν τη διευθέτηση **δεσμικών ζευγών ηλεκτρονίων και μονήρων ζευγών ηλεκτρονίων**... τα οποία είναι ηλεκτρόνια σθένους τα οποία δεν συμμετέχουν στο δεσμό..... Σε μερικές **δομές Lewis** οι πολλαπλοί δεσμοί μπορούν να γραφτούν με διαφορετικούς τρόπους. Ο **συντονισμός** είναι μια συνένωση δομών με την ίδια διευθέτηση αλλά με διαφορετική διευθέτηση ηλεκτρονίων..... Το γενικό ηλεκτρικό φορτίο σε ένα πολυατομικό ιόν ανήκει στο ιόν συνολικά. Είναι δυνατόν όμως να το διαχωρίσουμε και να χρησιμοποιήσουμε τα φορτία ξεχωριστά ώστε να αποφασίσουμε ποια **δομή συντονισμού** είναι η πιο σημαντική..... Το **τυπικό φορτίο** δίνει μια ένδειξη του ποια άτομα έχουν κερδίσει και ποια έχουν χάσει ηλεκτρόνια κατά τη διαδικασία σχηματισμού του **ομοιοπολικού δεσμού**..... Εάν η **ενέργεια ιοντισμού** είναι υψηλή, τα ηλεκτρόνια δύσκολα αποδεσμεύονται... Εάν η **ηλεκτρονική συγγένεια** είναι υψηλή, τότε είναι ενεργειακά ευνοϊκό να προσλαμβάνονται ηλεκτρόνια από τα άτομα. Στοιχεία με τις δύο παραπάνω ιδιότητες δεν αποδεσμεύουν ηλεκτρόνια και μάλιστα τείνουν να προσλαμβάνουν. Σε αυτό το σημείο έχουμε υψηλή **ηλεκτραρνητικότητα** . Αντίστροφα, εάν οι δύο ιδιότητες είναι χαμηλές τότε η ηλεκτραρνητικότητα είναι μικρή.... Η ηλεκτραρνητικότητα είναι μια μέτρηση της έλξης του ηλεκτρονιακού ζεύγους από ένα άτομο ενός μορίου. Οι ουσίες που αποτελούνται από στοιχεία με μεγάλη διαφορά **ηλεκτραρνητικότητας** παρουσιάζουν σημαντικό **ιοντικό** χαρακτήρα στο δεσμό τους.».

Στη συνέχεια μελετήθηκε η έννοια του μεταλλικού δεσμού. Τα βασικά στοιχεία που εντοπίστηκαν παρατίθενται στον παρακάτω χάρτη μαζί με τους συνδέσμους τους:



Χάρτης εννοιών 3: Η δομή οργάνωσης της γνώσης για τον μεταλλικό δεσμό στο βιβλίο των Atkins et al.

« Σε ένα **μεταλλικό στερεό**, τα **κατιόντα** βρίσκονται παρατεταγμένα και περιβάλλονται από μία **θάλασσα ηλεκτρονίων**. Αυτή η δομή δίνει μοναδικές ιδιότητες στα μέταλλα.... Όταν το φως χτυπά την επιφάνεια του ηλεκτρικού πεδίου, σπρώχνει τα ευκίνητα ηλεκτρόνια μπροστά και πίσω.. Η **ευπλαστικότητα** και η **ολκιμότητα** των μετάλλων, εξαρτώνται από την ποσότητα των ηλεκτρονίων... Μία από τις βασικές ιδιότητες των μετάλλων είναι η δυνατότητά τους να **άγουν** το **ηλεκτρικό ρεύμα**, τη ροή του ηλεκτρικού φορτίου... Η ικανότητα ενός συστατικού να **άγει** τον ηλεκτρισμό μετράται με βάση την αντίστασή του: μικρότερη η αντίσταση καλύτερη η **αγωγιμότητα**... Η **ηλεκτρική αγωγιμότητα** στα μέταλλα είναι αποτέλεσμα της κίνησης των ηλεκτρονίων πέρα από τα κατιόντα...»

μόρια έχουν μόνιμα φορτία σε αντίθεση με τα **παροδικά φορτισμένα**..... Τα μερικά φορτία ενός πολικού μορίου μπορούν να αντιδράσουν με τα μερικά φορτία ενός γειτονικού μορίου και να δώσουν αφορμή για μία **αλληλεπίδραση διπόλου διπόλου**. Για να αξιολογηθεί η **ισχύς** μίας **αλληλεπίδρασης διπόλου διπόλου** μπορεί κανείς να συγκρίνει την ενθαλπία εξαέρωσης.. με την **ενθαλπία πλέγματος** ενός ιοντικού στερεού. Οι ενθαλπίες πλέγματος παρουσιάστηκαν στην παράγραφο 8.2.....Ένας **δεσμός υδρογόνου** δημιουργείται όταν ένα άτομο υδρογόνου βρίσκεται μεταξύ δύο μικρών, ισχυρών **ηλεκτραρνητικά** ατόμων με μονήρη ηλεκτρόνια και ιδιαίτερα των ατόμων N, O ή F. Ο δεσμός υδρογόνου δηλώνεται με κουκκίδες για να διαχωριστεί με έναν πραγματικό **ομοιοπολικό δεσμό** Για να κατανοηθεί ο σχηματισμός του δεσμού ας φανταστεί κανείς τι συμβαίνει όταν ένα **μόριο νερού** πλησιάζει κοντά σε ένα άλλο μόριο νερού....».

2. Caren C. Timberlake: Chemistry (An introduction to General, Organic and Biological Chemistry) Eighth Edition

Κατά την μελέτη του κεφαλαίου του χημικού δεσμού εντοπίστηκαν βασικά στοιχεία, τα οποία αναφέρονται στον πίνακα που ακολουθεί.

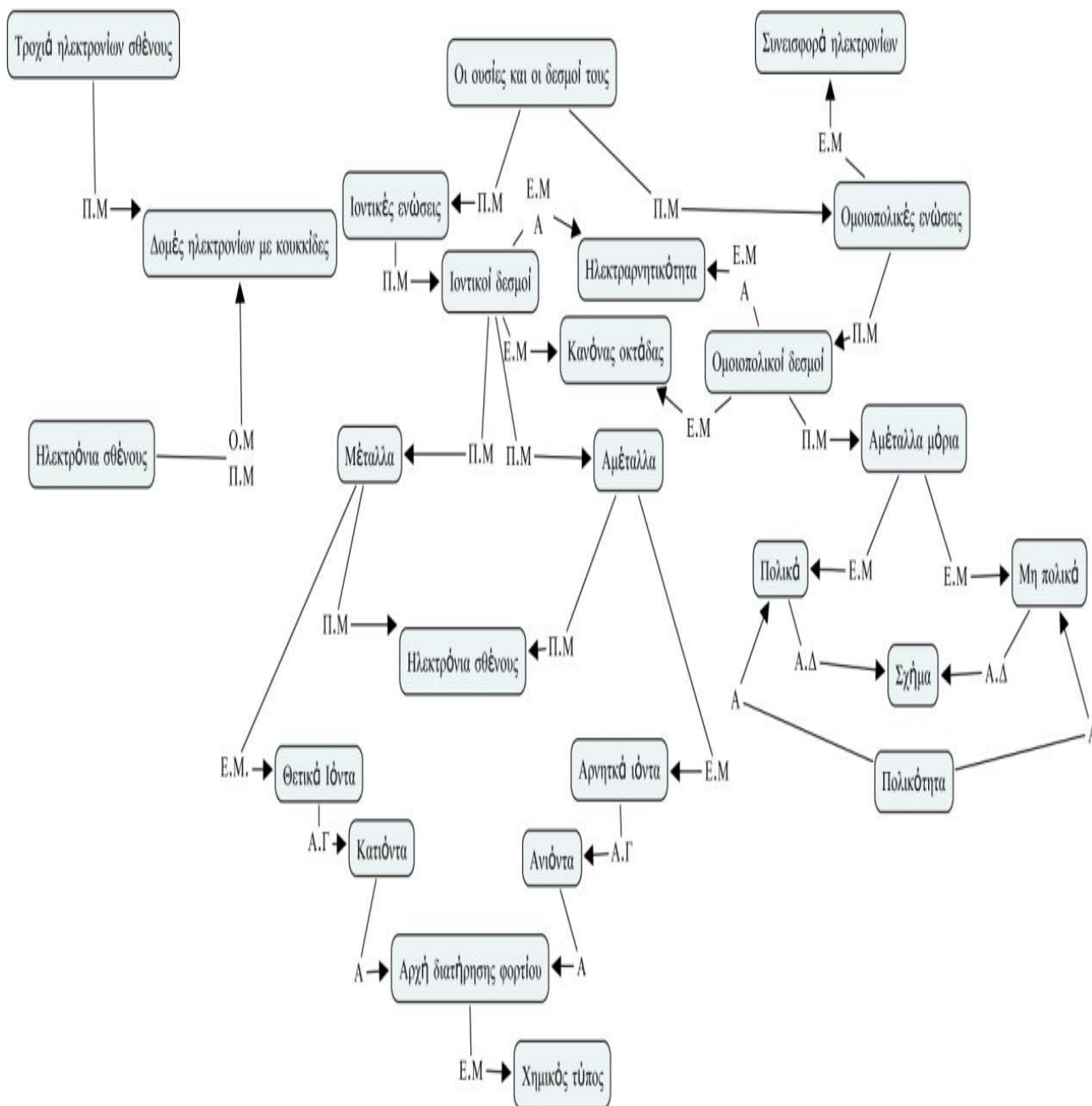
143

ΠΙΝΑΚΑΣ 28: Τα βασικά στοιχεία στο βιβλίο του Timberlake

Κεφάλαιο 2: Άτομα και στοιχεία	
2.1. Στοιχεία και σύμβολα	Φυσικές ιδιότητες των στοιχείων.
Κεφάλαιο 4: Οι ουσίες και οι δεσμοί τους	
4.1. Ηλεκτρόνια σθένους	Ηλεκτρονιακές δομές
4.2. Ο κανόνας της οκτάδας και τα ιόντα	Θετικά ιόντα., Αρνητικά ιόντα, Ιοντικά φορτία, ηλεκτρόνια σθένους, δομές ηλεκτρονίων με κουκκίδες, τροχιά ηλεκτρονίων σθένους.
4.3. Ιοντικές ενώσεις	Ιοντικός δεσμός, κανόνς οκτάδας, ηλεκτραρνητικότητα, ηλεκτρόνια σθένους.
4.4. Ονοματολογία ιοντικών ενώσεων.	Μέταλλα, αμέταλλα, θετικά και αρνητικά ιόντα, κατιόν, ανιόν, ισορροπία φορτίου, χημικός τύπος.
4.6. Ομοιοπολικές ενώσεις.	Συνεισφορά ηλεκτρονίων, ομοιοπολικός δεσμός, αμέταλλα μόρια.
4.7. Πολικότητα δεσμού	Πολικότητα δεσμού., Ηλεκτραρνητικότητα, πολικά και μη πολικά μόρια, σχήμα, πολικότητα.
Κεφάλαιο 8: Διαλύματα	
8.1. Είδη Διαλυμάτων	Δεσμοί υδρογόνου, μόριο νερού, μόρια, ηλεκτραρνητικότητα, συνεισφορά

Στη συνέχεια, αφού αναφέρθηκαν τα βασικά στοιχεία μελετήθηκε ο τρόπος σύνδεσης τους ο οποίος αποτυπώνεται μέσω των δύο χάρτεων εννοιών που ακολουθούν, ο πρώτος για τους ενδομοριακούς δεσμούς και και ο δεύτερος για τους διαμοριακούς.

Για κάθε χάρτη εννοιών αμέσως μετά την αναφορά τους παρατίθενται και τα σημεία του βιβλίου που εντοπίζονται αυτοί οι σύνδεσμοι.

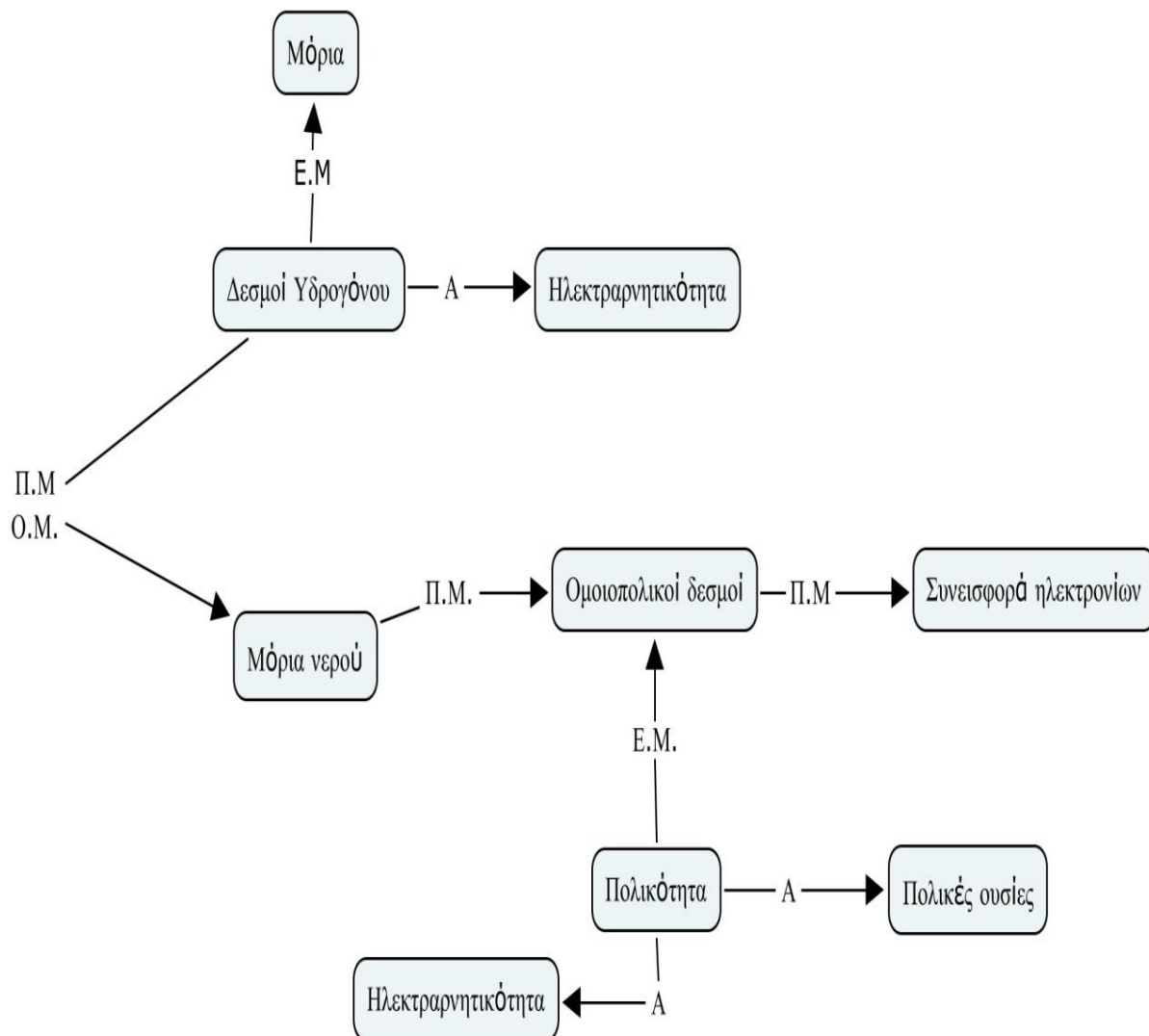


Χάρτης εννοιών 5: Η δομή οργάνωσης της γνώσης για τον ιοντικό και τον ομοιοπολικό δεσμό στο βιβλίο του Timberlake.

«Μία **ηλεκτρονιακή δομή με κουκκίδες** είναι ένας βολικός τρόπος να αναπαρασταθεί η **τροχιά ηλεκτρονίων σθένους**. Τα **ηλεκτρόνια σθένους** παρουσιάζονται σαν κουκκίδες τοποθετημένες στις πλευρές των ατόμων....Οι ουσίες είναι το αποτέλεσμα του σχηματισμού χημικών δεσμών μεταξύ δύο ή περισσότερων διαφορετικών στοιχείων. Τα άτομα των περισσότερων στοιχείων του Περιοδικού Πίνακα... συνδυάζονται και σχηματίζουν ενώσεις εκτός των ατόμων των ευγενών αερίων. Μία εξήγηση είναι ότι τα ευγενή αέρια έχουν μία συγκεκριμένη σταθερή δομή οκτώ ηλεκτρονίων σθένους... Στο σχηματισμό είτε του **ιοντικού** είτε του **ομοιοπολικού δεσμού**, τα άτομα διευθετούν τα ηλεκτρόνια σθένους τους έτσι ώστε να έχουν ηλεκτρονιακή διαμόρφωση ενός ευγενούς αερίου... Γνωστός σαν **κανόνας οκτάδας**, η τάση των ατόμων να αποκτήσουν διευθέτηση ευγενών αερίων, παρέχει ένα κλειδί στην κατανόηση του δεσμού των ατόμων και σχηματισμού ενώσεων. Οι **ιοντικοί δεσμοί** λαμβάνουν χώρα όταν τα άτομα του ενός στοιχείου χάνουν **ηλεκτρόνια σθένους**.... Οι **ιοντικές ενώσεις** τυπικά σχηματίζονται μεταξύ **μετάλλων και αμετάλλων**.... Όταν τα μέταλλα αντιδρούν, χάνουν τα **ηλεκτρόνια σθένους** τους και σχηματίζουν **θετικά φορτισμένα ιόντα** που ονομάζονται **κατιόντα**... Τα **αμέταλλα** στοιχεία σχηματίζουν **αρνητικά φορτισμένα ιόντα** όταν κερδίζουν ένα ή περισσότερα ηλεκτρόνια ώστε να συμπληρώσουν την **ηλεκτρονιακή στιβάδα σθένους**.... Τα ιόντα με αρνητικά φορτία ονομάζονται ανιόντα... Οι ιοντικές ενώσεις αποτελούνται από θετικά και αρνητικά ιόντα. Τα ιόντα συγκρατούνται μαζί με ισχυρές ελκτικές δυνάμεις μεταξύ των αντίθετα φορτισμένων ιόντων, οι οποίες ονομάζονται **ιοντικοί δεσμοί**.... Στις ιοντικές ενώσεις ισχύει η **αρχή διατήρησης του φορτίου**..... Ο τύπος των ιοντικών ενώσεων δείχνει τον αριθμό και το είδος των ιόντων τα οποία σχηματίζουν τις ιοντικές ενώσεις....

Όταν άτομα δύο **αμετάλλων** συνδυάζονται, σχηματίζουν **ομοιοπολικές ενώσεις**. Τα άτομα τα οποία είναι όμοια ή πανομοιότυπα, συγκρατούνται μαζί με **συνεισφορά ηλεκτρονίων**. Αυτός ο τύπος δεσμού ονομάζεται **ομοιοπολικός δεσμός**..... Άτομα τα οποία συνδέονται μέσω ομοιοπολικών δεσμών δημιουργούν **μόρια**..... Στα **ομοιοπολικά μόρια** κάθε ένα από τα άτομα έχει μία οκτάδα από οκτώ ηλεκτρόνια... Ενώ ο **κανόνας οκτάδας** είναι χρήσιμος, υπάρχουν και εξαιρέσεις... Η ικανότητα των ατόμων να ελκύουν ηλεκτρόνια ονομάζεται **ηλεκτραρνητικότητα**. Τα αμέταλλα που έχουν σχεδόν συμπληρωμένες οκτάδες, έχουν υψηλές ηλεκτραρνητικότητες... Στους ομοιοπολικούς δεσμούς τα ηλεκτρόνια

διαμοιράζονται ισότιμα ή όχι, ανάλογα με τις διαφορετικές έλξεις.... Η ισότιμη έλξη ηλεκτρονίων δημιουργεί έναν **μη πολικό ομοιοπολικό δεσμό**.... Η μη ισότιμη έλξη οδηγεί σε σχηματισμό πολικού δεσμού.... **Ιοντικοί δεσμοί** σχηματίζονται όταν άτομα μετάλλων χάνουν ηλεκτρόνια σθένους τα οποία προσλαμβάνουν αμέταλλα άτομα... γιατί τα αμέταλλα άτομα είναι πιο πολύ **ηλεκτραρνητικά** από τα μέταλλα.... Τα μόρια μπορούν επίσης να είναι **πολικά ή μη πολικά** εξαρτώμενα από το **σχήμα** τους.»



Χάρτης εννοιών 6: Η δομή οργάνωσης της γνώσης για τους διαμοριακούς δεσμούς στο βιβλίο του Timberlake

«Το νερό είναι ένας από τους πιο συνηθισμένους διαλύτες της φύσης. Στο **μόριο του νερού**, ένα άτομο οξυγόνου διαμοιράζεται ηλεκτρόνια με δύο άτομα υδρογόνου. Επειδή το οξυγόνο είναι πιο **ηλεκτραρνητικό**, οι δεσμοί O-H είναι **πολικοί**... Εξαιτίας της διευθέτησης των πολικών δεσμών, το νερό είναι ένα πολικό συστατικό. Οι **δεσμοί**

υδρογόνου σχηματίζονται μεταξύ **μορίων** όταν ένα μερικώς θετικά φορτισμένο άτομο υδρογόνου έλκεται από ένα ισχυρότερο ηλεκτραρνητικά άτομο όπως είναι κυρίως τα άτομα O, N ή F ενός άλλου μορίου.»

3. Raymond Chang: Chemistry, Sixth Edition

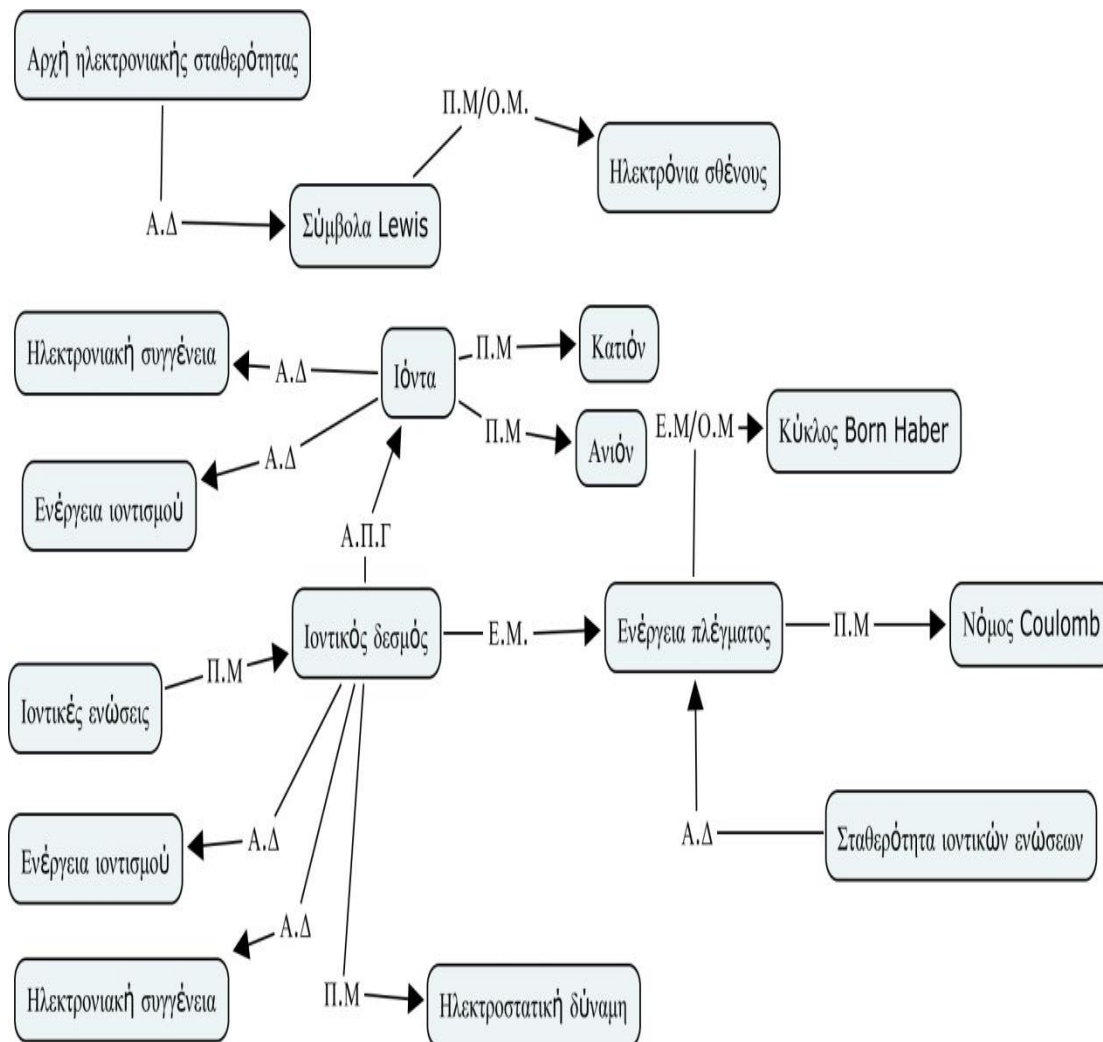
ΠΙΝΑΚΑΣ 29: Βασικά στοιχεία στο βιβλίο του Chang

Κεφάλαιο 9: Χημικοί Δεσμοί -	Βασικές Έννοιες
9.1. Συμβολισμοί Lewis με κουκκίδες	Αρχή ηλεκτρονιακής σταθερότητας, ηλεκτρόνια σθένους,
9.2. Ο ιοντικός δεσμός	Ιόντα, ηλεκτρονιακή συγγένεια, ενέργεια ιοντισμού, ηλεκτροστατική δύναμη, ενέργεια πλέγματος, Νόμος Coulomb, κύκλος Born Haber .
9.3. Ενέργεια πλέγματος ιοντικών ουσιών	
9.4. Ομοιοπολικός δεσμός	Κανόνας οκτάδας, Πολικότητα δεσμού, Πολικοί και μη ομοιοπολικοί δεσμοί, Σύγκριση ιδιοτήτων ομοιοπολικών και ιοντικών ουσιών., Διαμοριακές δυνάμεις (αναφορά), μονήρη ηλεκτρόνια, .
9.5. Ηλεκτραρνητικότητα	Ηλεκτραρνητικότητα και αριθμός οξειδωσης.
9.6. Γραφή δομών Lewis	
9.7. Τυπικό φορτίο και δομές Lewis	
9.8. Η αρχή του συντονισμού	
9.9. Εξαιρέσεις στον κανόνα της οκτάδας	
9.10 Ενέργεια δεσμού.	Χρήση ενεργειών δεσμού στη θερμοχημεία.
Κεφάλαιο 10: Χημικοί δεσμοί II: Μοριακή γεωμετρία και υβριδοποίηση των ατομικών τροχιακών	
10.2. Δίπολα	Πολικά και μη πολικά μόρια
Κεφάλαιο 11: Διαμοριακές δυνάμεις	
11.2. Διαμοριακές δυνάμεις.	Δυνάμεις διπόλου-διπόλου, Δυνάμεις διπόλου-παροδικού διπόλου, Δυνάμεις ιόντος – διπόλου, Δυνάμεις διασποράς, Δεσμός υδρογόνου, νόμος Coulomb, διπολική ροπή, φορτίο, σχήμα, δίπολο, παροδικό δίπολο, μόνιμο δίπολο, ιόν, ενυδάτωση συμπίκνωση, μη ιδανική συμπεριφορά αερίων, ιδιότητες της ύλης, πολικότητα, ηλεκτραρνητικότητα.
11.6. Είδη κρυστάλλων.	Μεταλλικός δεσμός, αγωγιμότητα, απεντοπισμένα ηλεκτρόνια σθένους, θερμότητα, ηλεκτρισμός, κρύσταλλος, θετικά ιόντα.

Αφού εντοπίστηκαν τα βασικά στοιχεία του συγκεκριμένου πανεπιστημιακού βιβλίου, εντοπίζονται οι τρόποι σύνδεσης αυτών. Ο τρόπος που συνδέονται παρουσιάζεται με τους

παρακάτω χάρτες εννοιών, αρχικά για τους ενδομοριακούς και στη συνέχεια για τους διαμοριακούς δεσμούς.

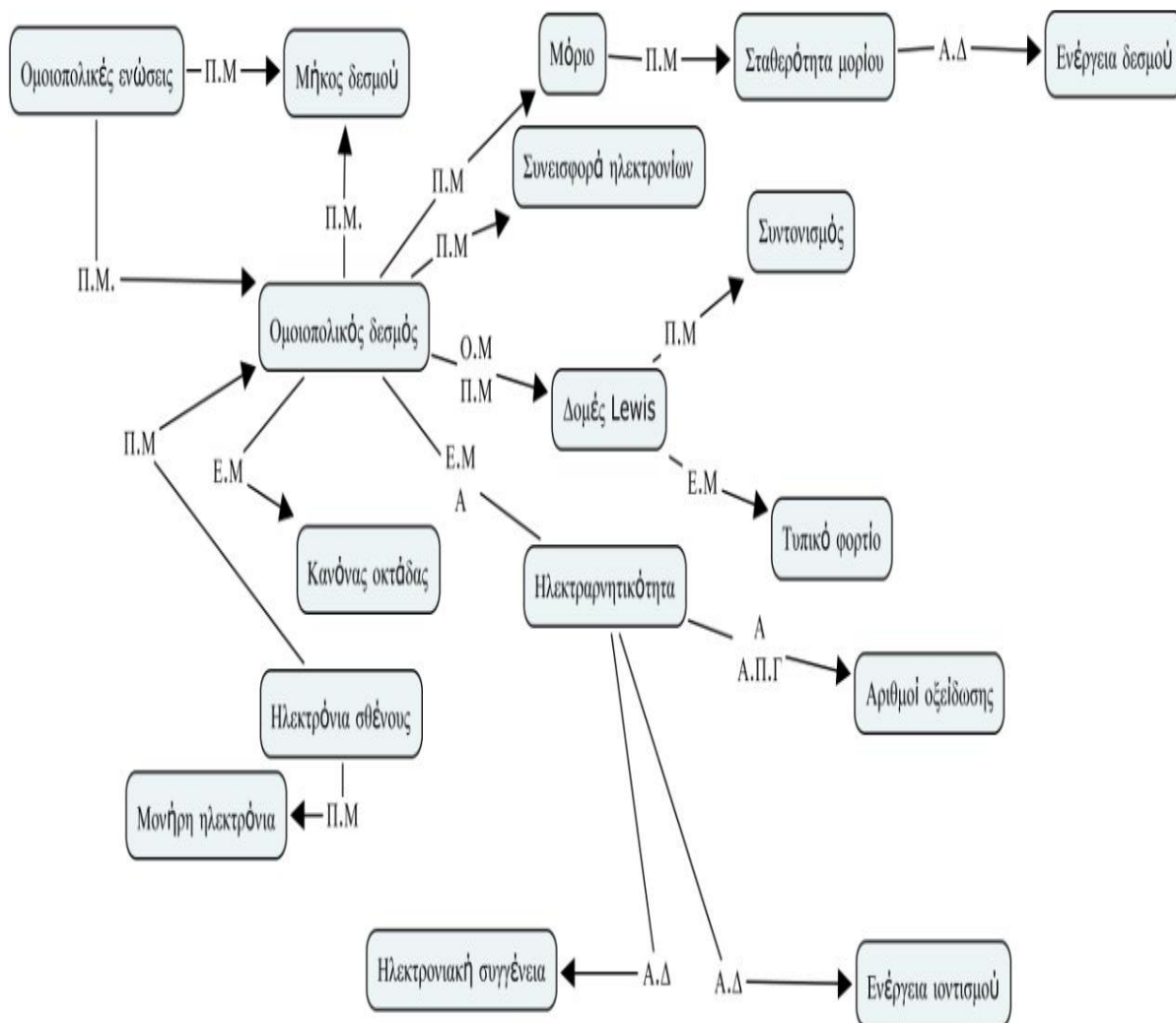
ενέργεια ιοντισμού



Χάρτης εννοιών 7: Η δομή οργάνωσης της γνώσης για τον ιοντικό δεσμό στο βιβλίο του Chang

«Για να παρακολουθήσει κανείς τα **ηλεκτρόνια σθένους** σε μία χημική αντίδραση και να είναι σίγουρος ότι **ο συνολικός αριθμός των ηλεκτρονίων δεν αλλάζει**, οι χημικοί χρησιμοποιούν ένα σύστημα κουκκίδων που έχει εφευρεθεί από τον Lewis και ονομάζονται **σύμβολα Lewis**.... Στο κεφάλαιο 8 βλέπουμε ότι τα άτομα των στοιχείων με χαμηλή **ενέργεια ιοντισμού** τείνουν να σχηματίζουν **κατιόντα**, ενώ αυτά με την υψηλή **ηλεκτρονιακή συγγένεια** τείνουν να σχηματίσουν **ανιόντα**.... Ένας **ιοντικός δεσμός** είναι η **ηλεκτροστατική δύναμη** που συγκρατεί τα **ιόντα** μαζί.... Μία ποσοτική μέτρηση της σταθερότητας κάθε ιοντικού στερεού είναι η **ενέργεια πλέγματος**... Μπορεί κανείς να προβλέψει ποια στοιχεία είναι πιο πιθανόν να σχηματίσουν ιοντικές ενώσεις βασιζόμενος

στην και στην **ηλεκτρονιακή συγγένεια**... Η **ενέργεια πλέγματος** είναι το μέτρο της σταθερότητας **των ιοντικών ενώσεων**... Η **ενέργεια πλέγματος** δεν μπορεί να υπολογιστεί άμεσα..... Μπορεί να υπολογιστεί η **ενέργεια πλέγματος** των ουσιών χρησιμοποιώντας τον **νόμο του Coulomb**..... Υπολογίζεται η **ενέργεια πλέγματος** έμμεσα..... η διαδικασία αυτή ονομάζεται **κύκλος Born-Haber** ...»

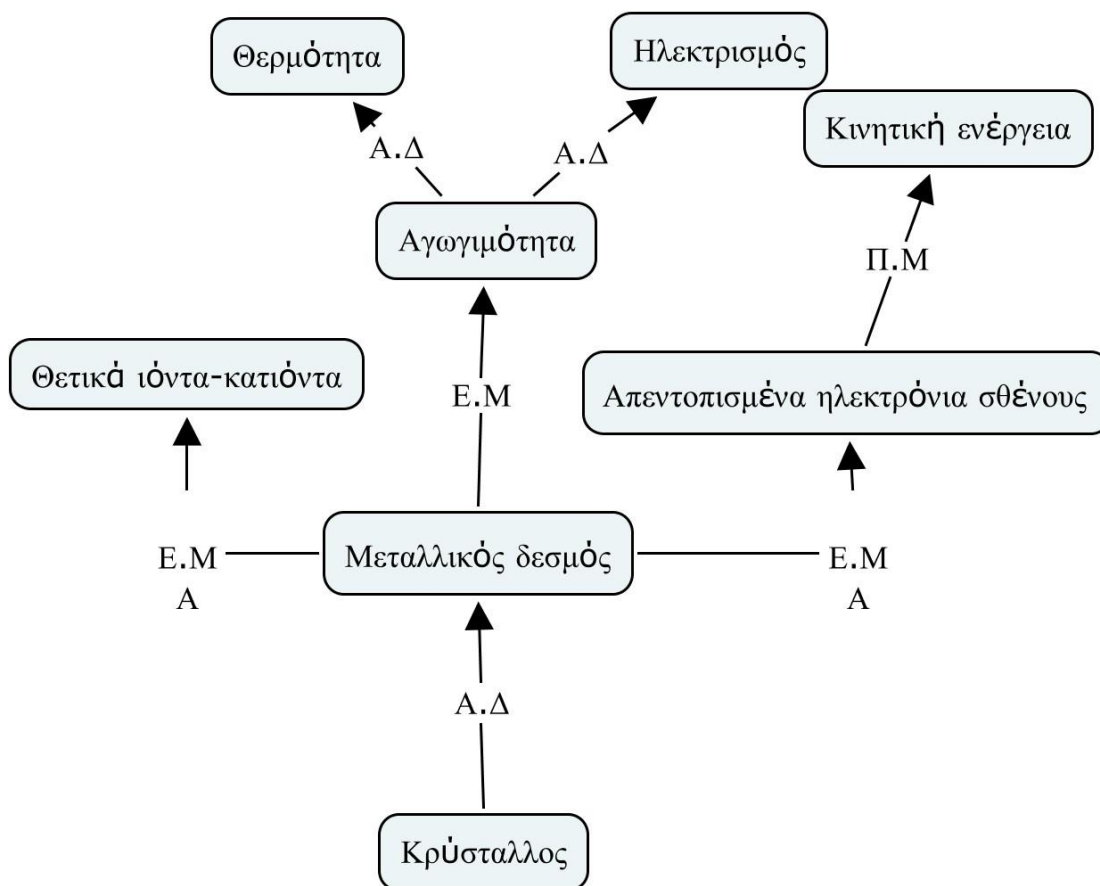


Χάρτης εννοιών 8: Η δομή οργάνωσης της γνώσης του ομοιοπολικού δεσμού στο βιβλίο του Chang

« Ένας **χημικός δεσμός** που περιλαμβάνει **συνεισφορά ηλεκτρονίων** μεταξύ ατόμων ονομάζεται **ομοιοπολικός δεσμός**.... Οι **ομοιοπολικές ενώσεις** είναι ενώσεις που περιλαμβάνουν μόνο ομοιοπολικούς δεσμούς. Ο ομοιοπολικός δεσμός μεταξύ πολυηλεκτρονιακών ατόμων περιλαμβάνει μόνο τα **ηλεκτρόνια σθένους**.... Τα **μονήρη ζεύγη ηλεκτρονίων**, είναι ζεύγη ηλεκτρονίων σθένους τα οποία δεν εμπλέκονται στο σχηματισμό ομοιοπολικών δεσμών..... Οι **δομές Lewis** είναι παρουσιάσεις των ομοιοπολικών δεσμών.... Μόνο τα **ηλεκτρόνια σθένους** φαίνονται οι δομές Lewis.... Ο

σχηματισμός **μορίων** επεξηγείται από τον **κανόνα της οκτάδας**: ένα άτομο εκτός του υδρογόνου, τείνει να σχηματίσει δεσμούς μέχρι να περιτριγυρίζεται από οκτώ ηλεκτρόνια σθένους. Με άλλα λόγια ένας ομοιοπολικός δεσμός σχηματίζεται όταν δεν υπάρχουν αρκετά ηλεκτρόνια σθένους... Μία **δομή συντονισμού** είναι μία, δύο ή περισσότερες **δομές Lewis** που αντιστοιχούν σε ένα μόριο, του οποίου η δομή δεν μπορεί να παρουσιαστεί με μόνο μία δομή Lewis.... Το **μήκος δεσμού** ορίζεται ως η απόσταση μεταξύ των πυρήνων δύο ομοιοπολικά συνδεδεμένων ατόμων ενός μορίου.... Αν και ο **κανόνας οκτάδας και οι δομές Lewis** δεν παρουσιάζουν μία ολοκληρωμένη εικόνα του ομοιοπολικού δεσμού, βοηθούν ώστε να εξηγηθεί το σχήμα του δεσμού σε πολλές ουσίες.... Μία ιδιότητα που βοηθά στην διάκριση ενός **πολικού με έναν μη πολικό ομοιοπολικό δεσμό είναι η ηλεκτραρνητικότητα**, δηλαδή η ικανότητα ενός ατόμου να ελκύει τα ηλεκτρόνια του χημικού δεσμού..... Στοιχεία με υψηλή ηλεκτραρνητικότητα έχουν μεγαλύτερη τάση να έλκουν ηλεκτρόνια από ότι ηλεκτρόνια με χαμηλή ηλεκτραρνητικότητα. Ένα άτομο με υψηλή **ηλεκτρονιακή συγγένεια και ενέργεια ιοντισμού** έχουν υψηλή ηλεκτραρνητικότητα.. Στο κεφάλαιο 4 παρουσιάσαμε τους κανόνες για τους **αριθμούς οξείδωσης** των στοιχείων που προσδιορίζονται στις ενώσεις τους... Η έννοια της **ηλεκτραρνητικότητας** είναι η βάση αυτών των κανόνων... Ένα μέτρο της **σταθερότητας** ενός μορίου είναι η ενέργεια δεσμού, η οποία είναι η μεταβολή της ενθαλπίας που απαιτείται για να διασπαστεί ένας συγκεκριμένος δεσμός σε ένα mol ενός μορίου στην αέρια κατάσταση...

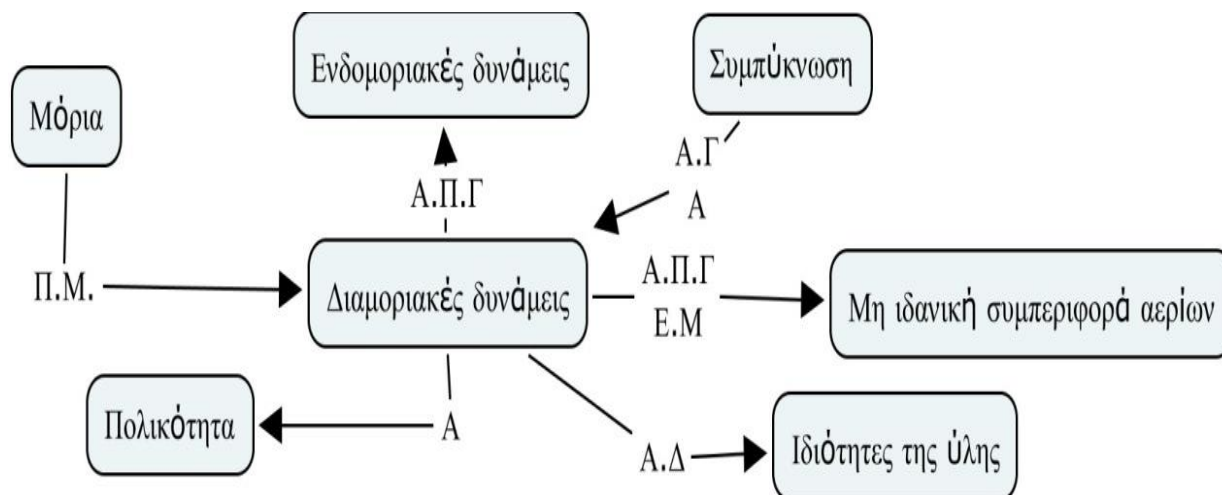
Στη συνέχεια μελετήθηκε η έννοια του μεταλλικού δεσμού. Τα βασικά στοιχεία και οι σύνδεσμοί τους αναφέρονται παρακάτω:



Χάρτης εννοιών 9: Η δομή οργάνωσης της γνώσης του μεταλλικού δεσμού στο βιβλίο του Chang

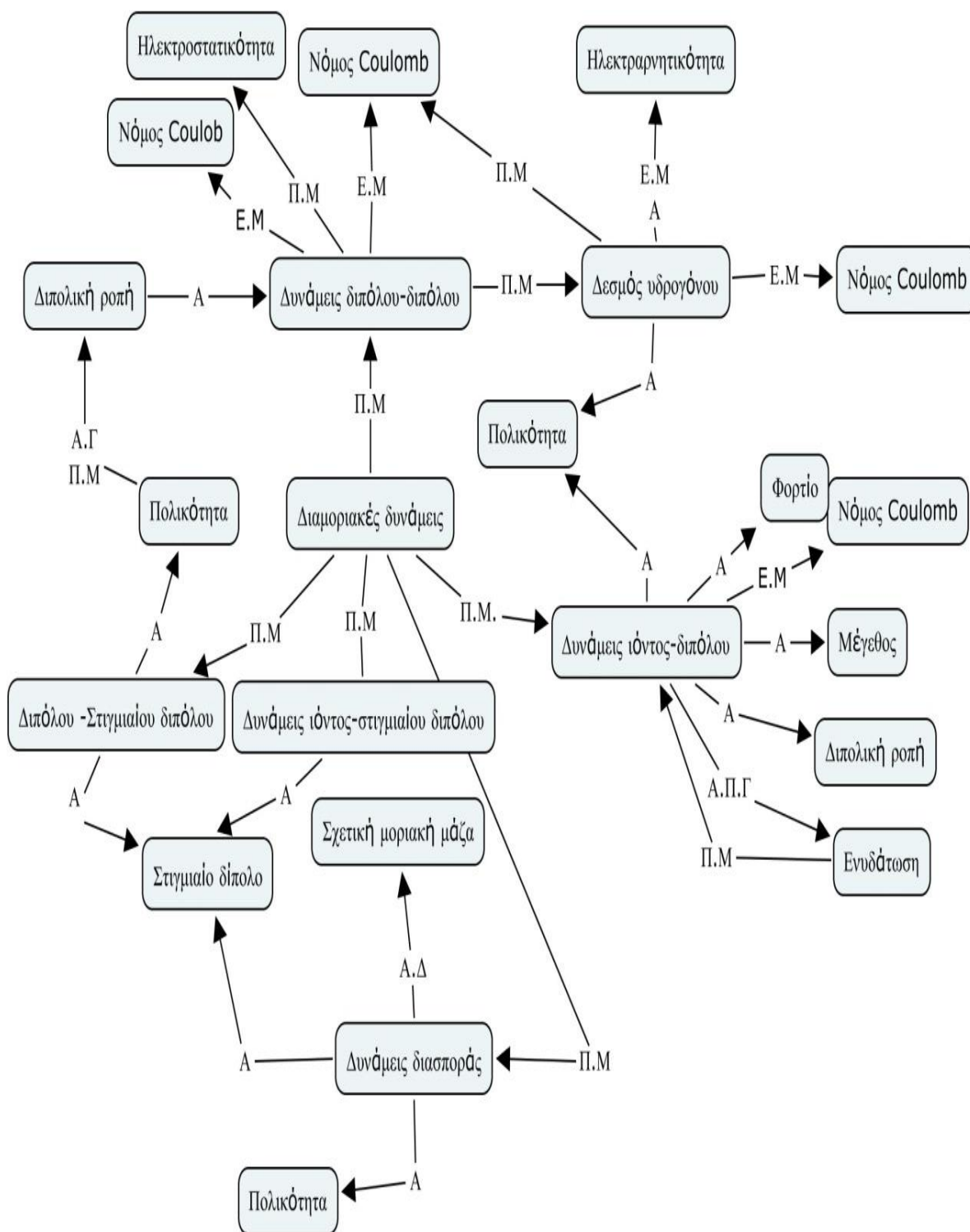
« Ο δεσμός στα **μέταλλα** είναι λίγο διαφορετικός από τους υπόλοιπους δεσμούς στους **κρυστάλλους**. Σε ένα μέταλλο τα **δεσμικά ηλεκτρόνια** είναι απεντοπισμένα σε ολόκληρο τον κρύσταλλο. Στην πραγματικότητα, μπορεί κανείς να φανταστεί τα άτομα των μετάλλων να είναι παρατεταγμένα με τη μορφή **θετικών ιόντων**, βαπτισμένα σε μία θάλασσα **απεντοπισμένων ηλεκτρονίων σθένους**. Η ισχυρή συνεκτική δύναμη που προκύπτει από τον απεντοπισμό, είναι υπεύθυνη για την **ισχύ** των μετάλλων . Η κινητικότητα των απεντοπισμένων ηλεκτρονίων κάνει τα μέταλλα **καλούς αγωγούς της θερμότητας και του ηλεκτρισμού...**»

Στη συνέχεια ακολουθεί η μελέτη των ενδομοριακών δεσμών:



Χάρτης εννοιών 10: Η δομή οργάνωσης της γνώσης των διαμοριακών δυνάμεων στο βιβλίο του Chang

«Οι διαμοριακές δυνάμεις είναι ελκτικές δυνάμεις μεταξύ μορίων. Είναι υπεύθυνες για την μη ιδανική συμπεριφορά των αερίων που περιγράφεται στο κεφάλαιο 5...Ασκούν μεγαλύτερη επιρροή κατά την μετατροπή των καταστάσεων της ύλης.. Η μετατροπή από την αέρια στην υγρή κατάσταση είναι γνωστή ως συμπύκνωση... Οι διαμοριακές δυνάμεις είναι υπεύθυνες για το σύνολο των ιδιοτήτων της ύλης... Σε αντίθεση με τις διαμοριακές δυνάμεις οι ενδομοριακές δυνάμεις συγκρατούν τα άτομα μαζί σε ένα μόριο (Χημικός δεσμός κεφάλαιο 9 και 10)..»



Χάρτης εννοιών 11: Η δομή οργάνωσης της γνώσης των διαμοριακών δυνάμεων στο βιβλίο του Chang

« Για να συζητηθούν οι ιδιότητες της **συμπύκνωσης** της ύλης θα πρέπει να κατανοηθούν οι διαφορετικοί τύποι των **διαμοριακών δεσμών**. Οι διαφορετικοί τύποι είναι οι εξής: **διπόλου – διπόλου, διπόλου-στιγμαίου διπόλου, ιόντος – διπόλου, ιόντος – στιγμαίου**

διπόλου και δυνάμεις διασποράς... Οι **δυνάμεις διπόλου-διπόλου** είναι ελκτικές δυνάμεις μεταξύ **πολικών μορίων** τα οποία έχουν **διπολική ροπή**. Η προέλευσή τους είναι **ηλεκτροστατική** και μπορούν να κατανοηθούν μέσω του **νόμου του Coulomb**. Όσο μεγαλύτερη η **διπολική ροπή**, τόσο ισχυρότερη η δύναμη... Ο **νόμος Coulomb** επίσης εξηγεί τις **δυνάμεις ιόντος-διπόλου**.... Η **ενυδάτωση** συζητήθηκε στην παράγραφο 4.1. και είναι ένα παράδειγμα **αλληλεπίδρασης ιόντος-διπόλου**... Η **ισχύς** αυτής της αλληλεπίδρασης (ιόντος-διπόλου) εξαρτάται από το **φορτίο** και το **μέγεθος του ιόντος**, το **μέγεθος της διπολικής ροπής** και το **μέγεθος του μορίου**..... Η διπολική ροπή εξαρτάται όχι μόνο από το **φορτίο** του ιόντος ή την **ισχύ του διπόλου** μα και από την **πολικότητα** του ατόμου ή του μορίου. Η ελκτική αλληλεπίδραση μεταξύ ενός ιόντος και ενός επαγόμενου στιγμιαίου διπόλου καλείται **αλληλεπίδραση ιόντος-στιγμιαίου διπόλου** και η ελκτική αλληλεπίδραση μεταξύ ενός πολικού μορίου και ενός επαγόμενου στιγμιαίου διπόλου καλείται **αλληλεπίδραση διπόλου-στιγμιαίου διπόλου**... Το είδος των αλληλεπιδράσεων που παράγουν **δυνάμεις διασποράς**, ελκτικές δηλαδή δυνάμεις μεταξύ στιγμιαίων διπόλων ατόμων ή μορίων... Ο London έδειξε ότι το μέγεθος των ελκτικών αλληλεπιδράσεων διασποράς είναι ανάλογο με την πολικότητα του ατόμου ή του μορίου... Ο **δεσμός υδρογόνου** είναι ένας ιδιαίτερος τύπος αλληλεπίδρασης διπόλου-διπόλου μεταξύ ενός ατόμου υδρογόνου και ενός ηλεκτραρνητικού ατόμου N, O ή F σε έναν πολικό δεσμό... Η **ισχύς** ενός δεσμού υδρογόνου μεταξύ **μονήρων ηλεκτρονίων** των **ηλεκτραρνητικών** ατόμων και του υδρογόνου, υπολογίζεται από τον **νόμο Coulomb**...»

4. *Spencer. N. J, Bodner. M. G, Rickard H. L Chemistry. Structure and Dynamics, Fourth Edition, Wiley J. & Sons, Inc.*

ΠΙΝΑΚΑΣ 30: Τα βασικά στοιχεία στο βιβλίο του Spencer

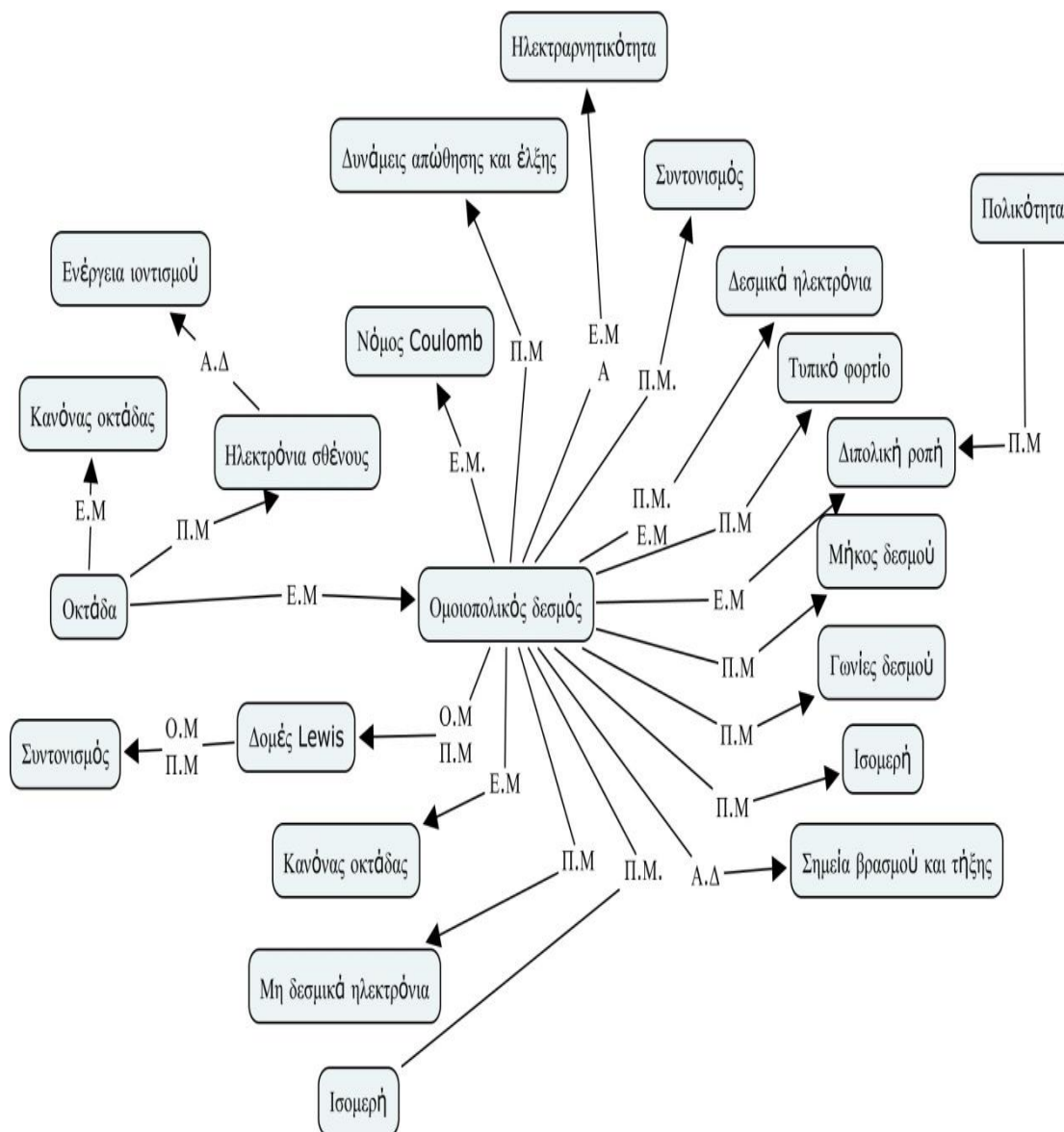
Κεφάλαιο 4: Ομοιοπολικός Δεσμός	
4.1. Ηλεκτρόνια σθένους	
4.2. Ο ομοιοπολικός δεσμός	Δομές Lewis, Κανόνας οκτάδας, ηλεκτραρνητικότητα, ηλεκτρόνια σθένους, κανόνας οκτάδας, ενέργεια ιοντισμού, συντονισμός, ισομερή, δεσμικά και μη δεσμικά ηλεκτρόνια, μήκος δεσμού, διπολική ροπή, πολικότητα, τυπικό φορτίο, μερικό φορτίο
4.3. Πώς η συνεισφορά των ηλεκτρονίων πραγματοποιεί δεσμό μεταξύ των ατόμων;	
4.4. Χρησιμοποιώντας τις δομές Lewis για την κατανόηση του σχηματισμού των δεσμών.	
4.5. Σχεδιάζοντας τους μοριακούς σκελετούς	
4.6. Βήμα προς βήμα προσέγγιση στον τρόπο γραφής των δομών Lewis	
4.7. Μόρια που δεν ικανοποιούν τον κανόνα της οκτάδας.	
4.8. Μήκος δεσμού	
4.9. Υβριδικός συντονισμός.	
4.10. Ηλεκτραρνητικότητα	
4.11. Μερικό φορτίο	
4.12. Τυπικό φορτίο	
4.13. Το σχήμα των μορίων	
Η Χημεία στον κόσμο γύρω μας	
4.14. Προβλέποντας το σχήμα των μορίων.	
4.15. Ο ρόλος των μη δεσμικών ηλεκτρονίων.	
4.16. Οι γωνίες των δεσμών	
4.17. Η διαφορά μεταξύ πολικών δεσμών και πολικών μορίων.	

5.1. Μέταλλα, Αμέταλλα και Ημιμέταλλα.	
5.2. Τα δραστικά μέταλλα.	
5.3. Κύρια ομάδα μετάλλων και τα ιόντα τους.	
5.4. Κύρια ομάδα αμετάλλων και τα ιόντα τους.	
5.5. Μεταβατικά μέταλλα και τα ιόντα τους.	
Η Χημεία στον κόσμο γύρω μας	
5.6. Προβλέποντας τα προϊόντα των αντιδράσεων οι οποίες παράγουν ιοντικές ουσίες.	
5.7. Οξείδια, Υπεροξείδια και σουπεροξείδια.	
5.8. Ο Ιοντικός δεσμός.	Δομές Lewis, ηλεκτρονιακή πυκνότητα, ηλεκτρόνια σθένους, ιόντα, ηλεκτρικό ρεύμα, εντοπισμένα ηλεκτρόνια, νόμος Coulomb,.

5.9. Δομές ιοντικών ενώσεων.	
5.10. Μεταλλικός Δεσμός.	Απεντοπισμένα ηλεκτρόνια, αγωγιμότητα, ηλεκτρόνια σθένους, ηλεκτρισμός, κινητική ενέργεια, ηλεκτρικό ρεύμα, ιοντικός δεσμός, ομοιοπολικός δεσμός
5.11. Η σχέση μεταξύ ιοντικού, ομοιοπολικού και μεταλλικού δεσμού.	
5.12. Τρίγωνο τύπου-δεσμού	
5.13. Ιδιότητες Μεταλλικών, Ομοιοπολικών και Ιοντικών ουσιών.	
5.14. Αριθμοί Οξείδωσης.	
5.15. Υπολογίζοντας τον αριθμό οξείδωσης.	
5.16. Οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις.	
5.17. Ονοματολογία.	
Κεφάλαιο 8: Υγρά και Στερεά	
8.1. Η δομή των αερίων, υγρών και στερεών.	
8.2. Διαμοριακές Δυνάμεις.	Δυνάμεις διπόλου – διπόλου, Δυνάμεις διπόλου – στιγμιαίου διπόλου, Δυνάμεις στιγμιαίου διπόλου – στιγμιαίου διπόλου, Δεσμός Υδρογόνου, κινητική ενέργεια, φυσικές καταστάσεις, ηλεκτραρνητικότητα, διπολική ροπή, ελκτικές και απωθητικές δυνάμεις, ενδομοριακοί δεσμοί, σχήμα, ισομερή ηλεκτρονιακή πυκνότητα, σημεία βρασμού και τήξης, ηλεκτρόνια σθένους, πολικότητα, σχετική μοριακή μάζα.
8.3. Συγκριτική ισχύς διαμοριακών δυνάμεων.	- Δυνάμεις ιόντος -διπόλου - Σύγκριση ενέργειας διαμοριακών δυνάμεων.
8.4. Κινητική θεωρία των υγρών	
8.9. Δεσμός υδρογόνου και οι ανώμαλες ιδιότητες του νερού.	

Αφού αναφέρθηκαν τα βασικά στοιχεία των κεφαλαίων των χημικών δεσμών, θα ακολουθήσουν οι χάρτες εννοιών που θα αποτυπώνουν τους συνδέσμους των στοιχείων αυτών.

Η μελέτη ξεκινά με τον ομοιοπολικό δεσμό:

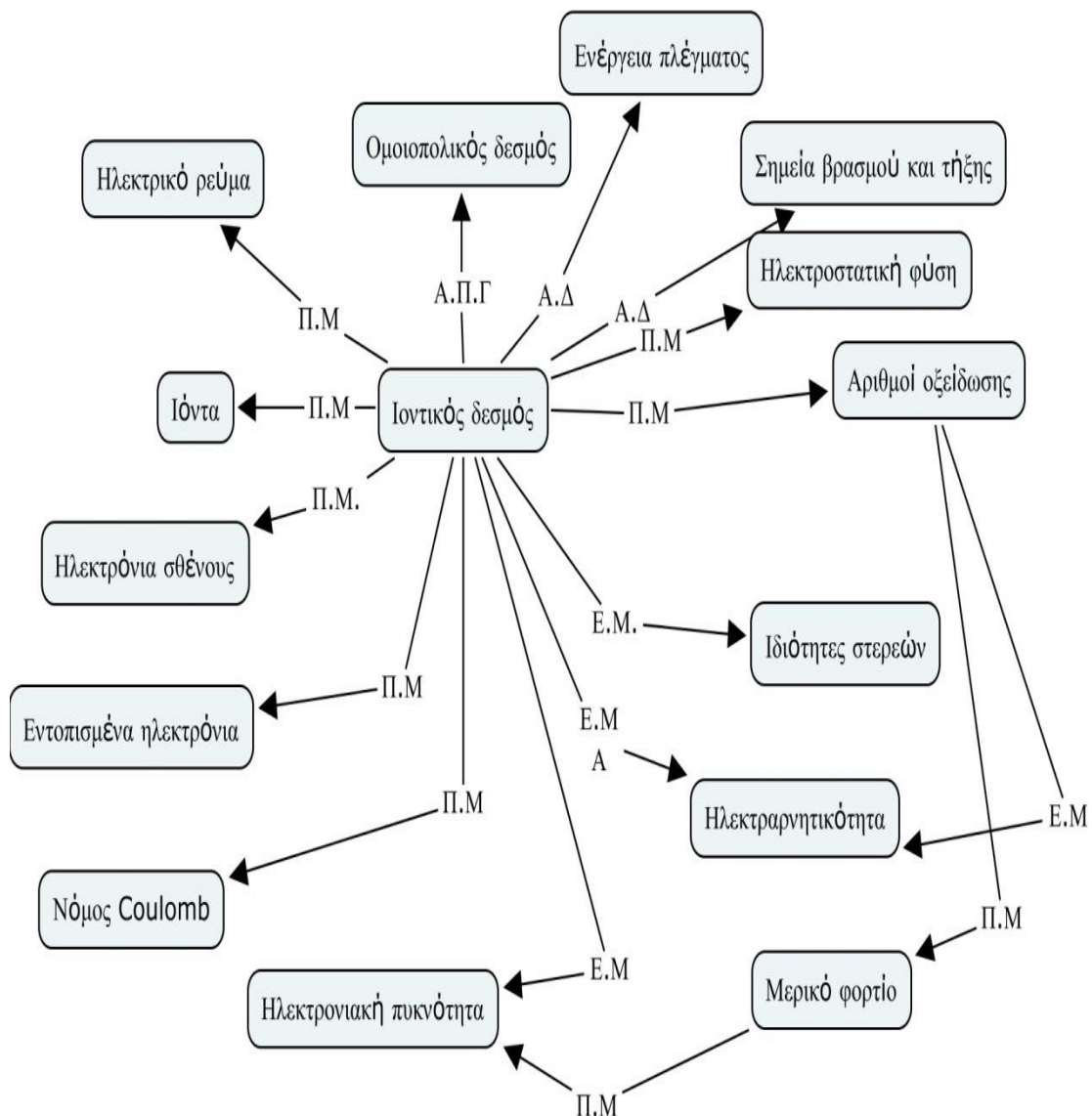


Χάρτης εννοιών 12: Η δομή της οργάνωσης της γνώσης του ομοιοπολικού δεσμού στο βιβλίο του Spencer.

« Οκτώ ηλεκτρόνια σχηματίζουν μια **οκτάδα** και γι ' αυτό το λόγο η ανακάλυψη αυτή του Lewis συχνά καλείται **κανόνας οκτάδας**.... Τα ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα είναι γνωστά ως **ηλεκτρόνια σθένους**. Αυτό το όνομα προκύπτει από τον αριθμό των δεσμών που μπορεί να σχηματίσει ένα άτομο και το οποίο ονομάζεται **σθένος**... παρουσιάζεται ένα σύστημα συμβόλων και χαρακτήρων γνωστές ως **δομές Lewis** στις οποίες ένα άτομο περιτριγυρίζεται μέχρι το πολύ τέσσερα ζεύγη κουκκίδων που αντιπροσωπεύουν τα οκτώ το πολύ ηλεκτρόνια σθένους.... Ο όρος **ομοιοπολικός δεσμός** χρησιμοποιείται για να περιγράψει τους δεσμούς στα μόρια οι οποίοι είναι αποτέλεσμα της **συνεισφοράς** ενός ή περισσότερων ζευγών **ηλεκτρονίων σθένους**.... σημαντική είναι η διαφορά της **ενέργειας**

που απαιτείται ώστε να αποδεσμευτεί ένα ηλεκτρόνιο σθένους από οποιοδήποτε άλλο ηλεκτρόνιο.... Μόνο τα ηλεκτρόνια στα τροχιακά σθένους είναι σχετικά εύκολο να απομονωθούν από ένα άτομο.... για να κατανοήσουμε πώς τα άτομα συγκρατούνται με **συνεισφορά ηλεκτρονίων**.. μελετάται η περίπτωση του μορίου υδρογόνου. Το πρωτόνιο και το ηλεκτρόνιο σε ένα απομονωμένο άτομο υδρογόνου συγκρατούνται με **ελκτικές δυνάμεις** μεταξύ των αντίθετα φορτισμένων σωματιδίων... Όταν ένα ζεύγος από απομονωμένα άτομα υδρογόνου έρχονται κοντά, δύο νέες **δυνάμεις έλξης** αλλά και **δύο δυνάμεις απόθησης** εμφανίζονται... Στα ομοιοπολικά μόρια τα ηλεκτρόνια των ομοιοπολικών δεσμών διαμοιράζονται... εάν αυτά τα άτομα έχουν την ίδια **ηλεκτραρνητικότητα** τα ηλεκτρόνια διαμοιράζονται εξίσου και ο δεσμός που προκύπτει αναφέρεται ως ομοιοπολικός δεσμός. Εάν τα άτομα παρουσιάζουν διαφορετική ηλεκτραρνητικότητα τα ηλεκτρόνια δεν διαμοιράζονται εξίσου στα δύο άτομα. Αυτού του είδους ο δεσμός αναφέρεται ως **πολικός ομοιοπολικός δεσμός**. Η μία άκρη του δεσμού έχει **θετικό μερικό φορτίο και η άλλη αρνητικό μερικό φορτίο**... τα **δεσμικά ηλεκτρόνια** είναι αυτά που χρησιμοποιήθηκαν για το σχηματισμό ομοιοπολικού δεσμού.... ενώ τα υπόλοιπα ονομάζονται **μη δεσμικά**... Η καλύτερη περιγραφή της δομής ενός μορίου είναι ένα υβρίδιο **συντονισμού** όλων των πιθανών δομών Lewis.... Το **μήκος του δεσμού** ορίζεται σαν την απόσταση μεταξύ δύο ατόμων που συμμετέχουν σε ένα χημικό δεσμό... Τα **ισομερή** έχουν την ίδια χημική φόρμουλα μα διαφορετικές διευθετήσεις από τα άτομα... Το **μερικό φορτίο** ενός ατόμου καθορίζεται από τη διαφορά των ηλεκτραρνητικοτήτων των ατόμων που σχηματίζουν το δεσμό... Όσο σημαντικό είναι το μήκος δεσμού στις δομές και τις ιδιότητες μίας ουσίας τόσο σημαντικές είναι και οι **γωνίες δεσμών**... Η ένταση της **πολικότητας** ενός μορίου μετράται χρησιμοποιώντας μία ποσότητα γνωστή σαν **διπολική ροπή**... .Οι ομοιοπολικές ενώσεις είναι συνήθως αέρια στη θερμοκρασία δωματίου και έχουν χαμηλά **σημεία βρασμού και τήξεως**... Όταν δύο όμοια άτομα έρχονται κοντά και σχηματίζουν ομοιοπολικό δεσμό...τα ηλεκτρόνια διαμοιράζονται εξίσου επειδή... έχουν την ίδια... **ηλεκτραρνητικότητα**... Εάν οι ηλεκτραρνητικότητες είναι περίπου ίδιες.. η ουσία χαρακτηρίζεται ως ομοιοπολική...»

Στη συνέχεια ακολουθεί η μελέτη του ιοντικού δεσμού αλλά και του αριθμού οξείδωσης πιο συγκεκριμένα:



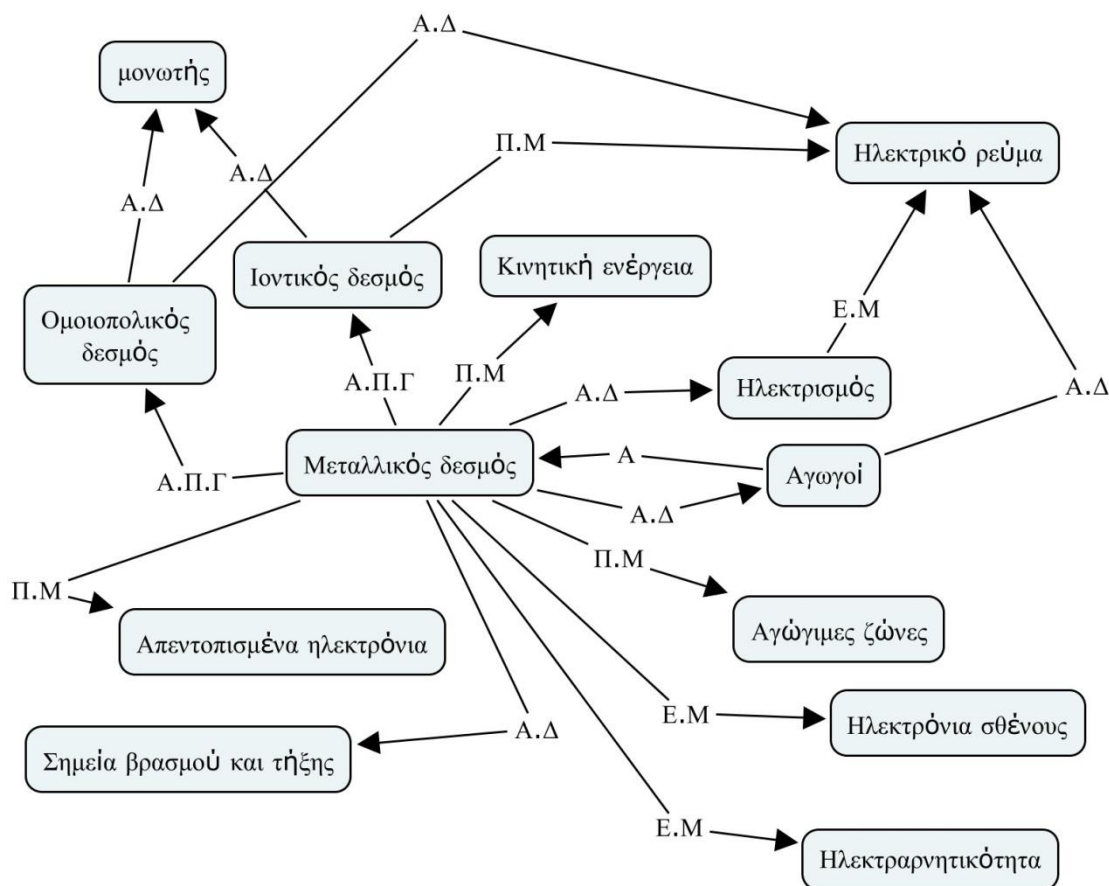
Χάρτης εννοιών 13: Η δομή οργάνωσης της γνώσης του ιοντικού δεσμού στο βιβλίο του Spencer

«Οι ιοντικές ενώσεις συγκρατούνται μαζί με ελκτικές δυνάμεις. Μεταξύ των αντίθετα φορτισμένων ιόντων. Το μέγεθος της ηλεκτροστατικής αλληλεπίδρασης ή αλληλεπίδρασης Coulomb μεταξύ των συστατικών εξαρτάται από το φορτίο των δύο αντίθετα φορτισμένων σωματιδίων και την απόσταση μεταξύ τους... Ο δεσμός που σχηματίζεται όταν τα ιόντα έρχονται κοντά ονομάζεται ιοντικός δεσμός. Κατά τον σχηματισμό του ιοντικού δεσμού πραγματοποιείται μεταφορά ηλεκτρονιακής πυκνότητας. Το γεγονός αυτό παρουσιάζεται με δομές Lewis οι οποίες δείχνουν την μεταφορά των ηλεκτρονίων σθένους... Οι ιοντικές ουσίες τείνουν να έχουν υψηλά σημεία βρασμού και τήξεως και σε συνήθεις θερμοκρασίες είναι στερεά.... όταν οι διαφορές των ηλεκτραρνητικοτήτων των στοιχείων του δεσμού... είναι αρκετά μεγάλη οι ουσίες ονομάζονται καλύτερα ιοντικές.»

Για τους αριθμούς οξειδώσεις παρατίθενται τα παρακάτω σημεία του κειμένου:

« Επειδή, κάποιες φορές είναι δύσκολο να διαχωρίσεις τις **ομοιοπολικές με τις ιοντικές ενώσεις**, οι χημικοί έχουν αναπτύξει την έννοια του **αριθμού οξείδωσης** ή οξειδωτικής κατάστασης. Ο **αριθμός οξείδωσης** είναι το φορτίο ενός ατόμου μιας ένωσης που θα είχε εάν η ένωση ήταν **ιοντική**... Οι αριθμοί οξείδωσης, αν θεωρηθούν όλοι οι δεσμοί καθαρά ιοντικοί, είναι χρήσιμοι για μία κατηγορία αντιδράσεων που ονομάζονται οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις... Οι αριθμοί οξείδωσης για τα άτομα σε μία ένωση μπορεί να υπολογιστεί ξεκινώντας με.... τον υπολογισμό του **μερικού φορτίου** που αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 4...Η εξίσωση αυτή υπολογισμού του αριθμού οξείδωσης μπορεί να μετατραπεί στην εξίσωση υπολογισμού του **τυπικού φορτίου** που αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 4...Σκεφτείτε τη σχέση μεταξύ **μερικού φορτίου, τυπικού φορτίου και αριθμού οξείδωσης**... Το μερικό φορτίο είναι ο καλύτερος τρόπος περιγραφής της **ηλεκτρονιακής πυκνότητας** ενός μορίου... Το τυπικό φορτίο και οι αριθμοί οξείδωσης είναι λογιστικές μεθόδους. Το τυπικό φορτίο, το οποίο αντιλαμβάνεται όλους τους δεσμούς σαν ομοιοπολικούς είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για την κατασκευή δομών **Lewis structure**... Τα ηλεκτρόνια των δεσμών ανήκουν στο πιο ηλεκτραρνητικό άτομο με αποτέλεσμα, το ίδιο άτομο μπορεί να έχει διαφορετικούς αριθμούς οξείδωσης και αυτό εξαρτάται από την ένωση στην οποία βρίσκεται και τα άτομα με τα οποία συνδέονται με χαρακτηριστικό παράδειγμα τους δύο άνθρακες της αιθανόλης με ίδια **ηλεκτραρνητικότητα** αλλά με διαφορετικούς **αριθμούς οξείδωσης**...».

Έπειτα συνεχίστηκε η μελέτη του μεταλλικού δεσμού και η περιγραφή των συνδέσμων του:

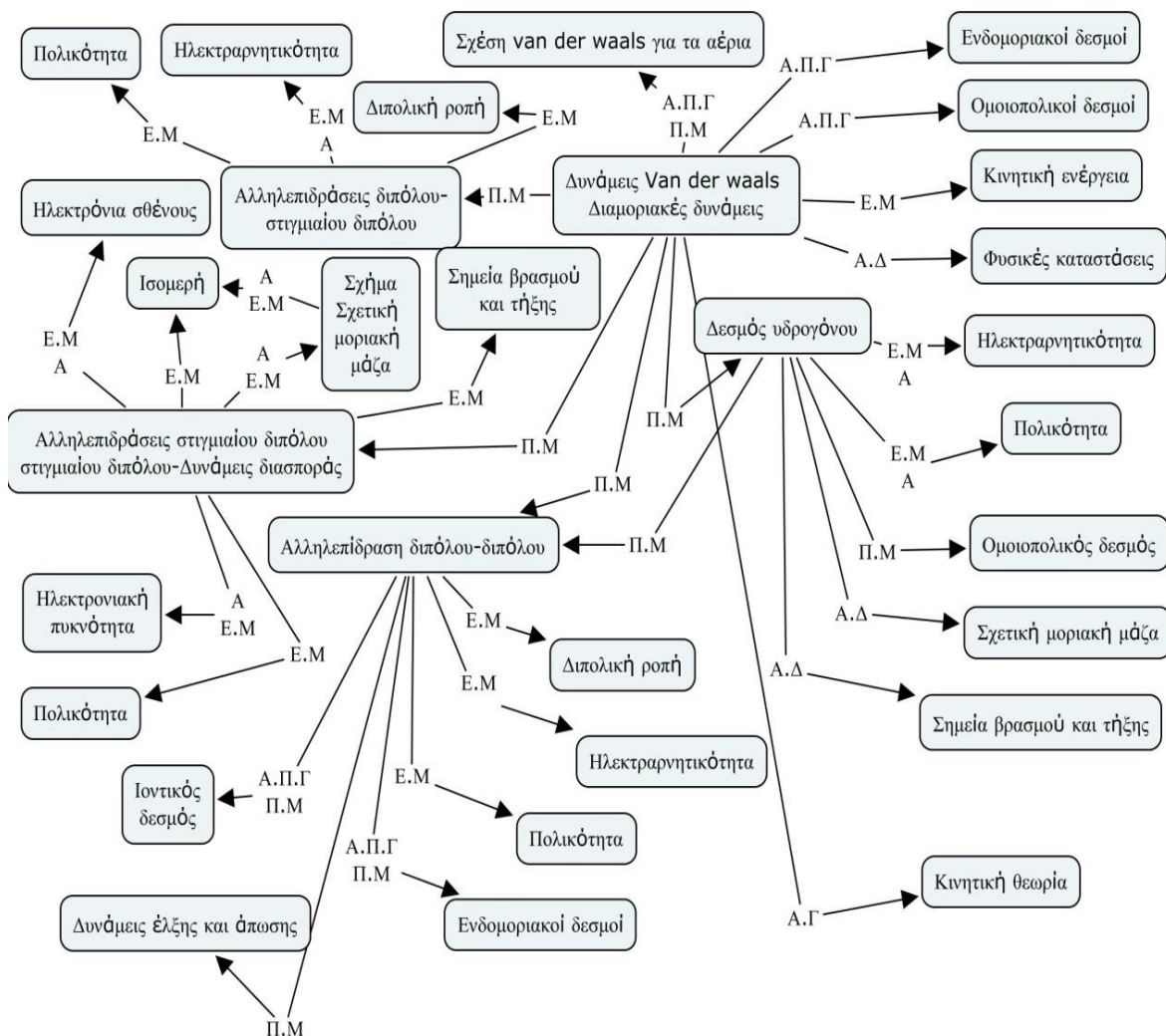


Χάρτης εννοιών 14: Η δομή οργάνωσης της γνώσης του μεταλλικού δεσμού στο βιβλίο του Spencer

« Ο ομοιοπολικός δεσμός... έχει ένα κοινό με τον ιοντικό δεσμό... ότι τα ηλεκτρόνιά τους στο δεσμό είναι εντοπισμένα... στον δεσμό των μετάλλων τα ηλεκτρόνια είναι απεντοπισμένα επάνω από έναν αριθμό ατόμων μετάλλων... Η ελκτική δύναμη συγκρατεί τα σωματίδια μαζί... Οι ομοιοπολικές και οι ιοντικές ενώσεις δεν άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα στη στερεή κατάσταση.... αυτές οι ουσίες ονομάζονται μονωτές... τα μέταλλα άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα... η εξήγηση γιατί οι ομοιοπολικές και οι ιοντικές ενώσεις δεν είναι αγωγοί ενώ συστατικά με μεταλλικούς δεσμούς είναι καλοί αγωγοί.... επειδή τα ηλεκτρόνια σθένους σε ένα μέταλλο είναι απεντοπισμένα ηλεκτρόνια τα οποία ελεύθερα κινούνται στις τροχιές και να δημιουργούν αγώγιμες ζώνες.... εάν τοποθετηθεί το μέταλλο μέσα σε ένα λεπτό καλώδιο και συνδεθεί το καλώδιο με ηλεκτρικό ρεύμα τα ηλεκτρόνια που διέρχονται..... γι ' αυτό τα μέταλλα είναι καλοί αγωγοί.... Επειδή ο δεσμός μεταξύ των μετάλλων είναι αρκετά ισχυρός... συνήθως τα μέταλλα σε θερμοκρασία δωματίου είναι στερεά... Τα μέταλλα έχουν υψηλά σημεία ζέσεως και τήξεως επειδή απαιτείται μεγάλη ενέργεια για να διασπαστούν οι δεσμοί... .Εάν οι ηλεκτραρνητικότητες

...είναι περίπου το ίδιο και εάν τα άτομα προέρχονται από την αριστερή πλευρά του περιοδικού πίνακα, το συστατικό είναι μεταλλικό...»

Στη συνέχεια ακολουθεί η μελέτη των διαμοριακών δεσμών, όπως περιγράφονται στο συγκεκριμένο πανεπιστημιακό βιβλίο:



Χάρτης εννοιών 15: Η δομή οργάνωσης της γνώσης των διαμοριακών δυνάμεων στο βιβλίο του Spencer

« Οι ομοιοπολικοί δεσμοί μεταξύ του υδρογόνου και των ατόμων οξυγόνου σε ένα μόριο νερού καλούνται **ενδομοριακοί δεσμοί**. Οι **ελκτικές δυνάμεις** μεταξύ μορίων νερού καλούνται **διαμοριακές δυνάμεις**.... Η αυξανόμενη κίνηση που προκαλείται όταν αυξάνεται η **κινητική ενέργεια** των δειγμάτων με την αύξηση της θερμοκρασίας οδηγεί σε διάσπαση των διαμοριακών δεσμών μεταξύ των μορίων π.χ του νερού.... Η **κινητική θεωρία** των αερίων αναφέρει ότι δεν υπάρχουν **ελκτικές δυνάμεις** μεταξύ των αερίων συστατικών. Εάν αυτή η παραδοχή ήταν σωστή, τα αέρια δεν θα συμπυκνώνονταν και δεν θα σχημάτιζαν υγρά και στερεά. Οι αδύναμες διαμοριακές δυνάμεις στα υγρά και στα

στερεά καλούνται **Δυνάμεις Van der Waals**... Η εξίσωση Van der Waals περιγράφηκε ...στο κεφάλαιο 6...Οι διαμοριακές δυνάμεις μπορούν να διαχωριστούν σε τέσσερις κατηγορίες :**α. διπόλου-διπόλου, β) στιγμιαίου διπόλου-διπόλου, γ) στιγμιαίου διπόλου-στιγμιαίου διπόλου, δ) δεσμός υδρογόνου.....**

Πολλά μόρια συγκρατούνται μεταξύ τους με **ενδομοριακούς δεσμούς** οι οποίοι χαρακτηρίζονται από καθαρά ιοντικοί έως καθαρά ομοιοπολικοί. Η διαφορά μεταξύ των **ηλεκτραρνητικοτήτων** των ατόμων που σχηματίζουν αυτά τα μόρια δεν διαμοιράζονται ισότιμα.... οι δεσμοί αυτών των μορίων ονομάζονται **πολικοί**. Είδαμε τις διαφορές στον τρόπο φόρτισης των μορίων στην παράγραφο 14.17...Το μέγεθος της **πολικότητας** καθρεφτίζεται στη **διπολική ροπή** της ουσίας... Η **ισχύς** της διπόλου-διπόλου έλξης εξαρτάται από το μέγεθος της **διπολικής ροπής**.. Όσο πιο μεγάλη η προσέγγιση τόσο πιο μεγάλες οι **διαμοριακές ελκτικές δυνάμεις**. Εάν όμως τα μόρια πλησιάσουν αρκετά κοντά, **απωθητικές δυνάμεις** εμφανίζονται...

Τι θα συμβεί εάν αναμίξουμε ακετόνη με τετραχλωράνθρακα, ο οποίος δεν έχει **διπολική ροπή**; Οι μεμονωμένοι δεσμοί C-Cl στον τετραχλωράνθρακα είναι **πολικοί** εξαιτίας των διαφορετικών **ηλεκτραρνητικοτήτων**. Επειδή το μόριο έχει συμμετρική τετραεδρική δομή, οι πολικότητες εξουδετερώνουν η μία την άλλη... και η συνολική διπολική ροπή είναι μηδέν.... Ένα **πολικό μόριο** μπορεί να διαταράξει οποιοδήποτε ηλεκτρονιακό νέφος γειτονικού μορίου , δημιουργώντας αλληλεπιδράσεις **διπόλου-στιγμιαίου διπόλου**. Έτσι η πολική ακετόνη δημιουργεί μια μικρή διπολική ροπή στο μόριο του τετραχλωράνθρακα και δημιουργούνται **ελκτικές δυνάμεις διπόλου-στιγμιαίου διπόλου**...

Ένα **στιγμιαίο δίπολο** μπορεί να δημιουργήσει ένα στιγμιαίο δίπολο... Υπάρχει πιθανότητα για πολύ λίγο να υπάρξει στο μόριο περισσότερη **ηλεκτρονιακή πυκνότητα** στην μία πλευρά του μορίου από ότι στην άλλη και έτσι δημιουργείται ένα **στιγμιαίο δίπολο**... Είναι ο μόνος τύπος δεσμού που εμφανίζεται σε συστατικά τα οποία αποτελούνται από μη πολικά μόρια... Επειδή οι **διαμοριακές δυνάμεις** πρέπει να ξεπεραστούν έτσι ώστε να λιώσει ένα στερεό και να βράσει ένα υγρό, τα σημεία βρασμού και τήξης αποτελούν ένα καλό μέγεθος σύγκρισης της **ισχύος** των διαμοριακών δυνάμεων που κρατούν τα μόρια μαζί... Το μέγεθος της επαγόμενης **διπολικής ροπής** εξαρτάται από το **βαθμό πόλωσης** ενός μορίου... Για παρόμοια μόρια οι δυνάμεις διασποράς αυξάνουν με τη ανάλογα με τη **σχετική μοριακή μάζα**. Αυτή η αύξηση είναι αποτέλεσμα της αύξησης της απόστασης των ηλεκτρονίων σθένους,,Το **σχήμα** του μορίου είναι επίσης ένας παράγοντας του μεγέθους

των **δυνάμεων διασποράς**...τα μόρια που περιλαμβάνουν τα ίδια άτομα αλλά έχουν διαφορετική δομή ονομάζονται **ισομερή**...

Η διαμοριακή δύναμη που είναι γνωστή σαν **δεσμός υδρογόνου** δεν είναι τίποτε άλλο από αλληλεπιδράσεις **διπόλου-διπόλου**.. Ο δεσμός υδρογόνου δημιουργείται όταν τα άτομα υδρογόνου δημιουργούν γέφυρες μεταξύ αυτών και πολύ **ηλεκτραρνητικών** ατόμων... Ο δεσμός H-X πρέπει να είναι **πολικός** για να δημιουργεί μερικό θετικό φορτίο.. **σημεία βρασμού και τήξεως** μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να συγκριθεί η **ισχύς** των διαμοριακών δυνάμεων...»

5. Τσαπαρλής. Γ.: Πειραματικό διδακτικό υλικό Χημείας για την Α Λυκείου

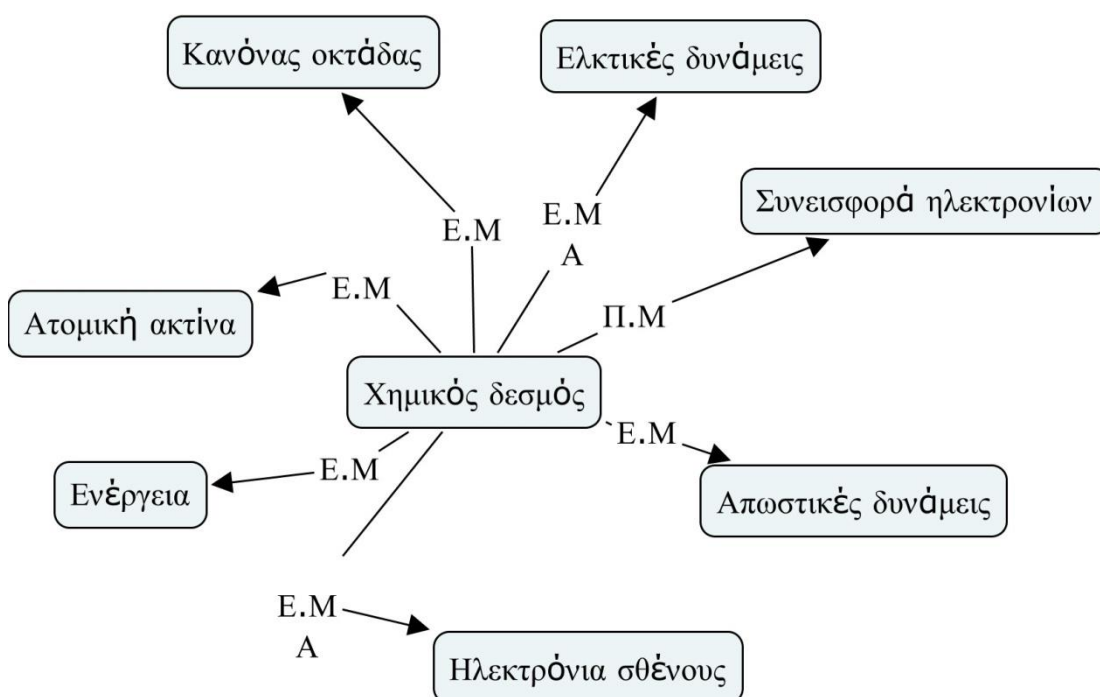
ΠΙΝΑΚΑΣ 31: Τα βασικά στοιχεία του βιβλίου του Τσαπαρλή

		SOMA
Ενότητα Α:		Ο αέρας, τα αέρια και η αέρια κατάσταση
A3: Τα μόρια και η μοριακή δομή		
A.3.1: Ο χημικός δεσμός		Ελκτικές δυνάμεις, απωστικές δυνάμεις, ηλεκτρόνια σθένους, ενέργεια, ατομική ακτίνα, κανόνας των οκτάδων, ατομική ακτίνα, ομοιοπολικός δεσμός, συνεισφορά ηλεκτρονίων, ηλεκτρονιακοί τύποι, μόρια, σημεία βρασμού και τήξης, αγωγός,
A.3.3.: Το μόριο της αμμωνίας και η πόλωση των δεσμών		Ηλεκτραρνητικότητα, μη πολικός και πολικός ομοιοπολικός δεσμός, διπολική ροπή, πολικότητα.
Ενότητα Β:		Το αλάτι, τα άλατα και η στερεή κατάσταση
B1: Το αλάτι και η κρυσταλλική κατάσταση		
B.1.2: Ο ιοντικός ή ετεροπολικός δεσμός		Αγωγιμότητα, ιόντα, κατιόν, ανιόν, ηλεκτρόλυση, δυνάμεις Coulomb, ιοντικός ή ετεροπολικός δεσμός, κρύσταλλος, ενέργεια, πολικότητα.
B.2.1. Τα άλατα		Σημεία τήξης, διαλυτότητα, ηλεκτρόλυση, αγωγοί
B.2.2: Οι οξειδωτικές καταστάσεις και ο αριθμός οξείδωσης		Ιοντικός δεσμός, ομοιοπολικός δεσμός, κατιόν, ανιόν, οξείδωση, ηλεκτραρνητικότητα
B.4: Τα μέταλλα		
B.4.1: Χαρακτηριστικές ιδιότητες των μετάλλων-Μεταλλικός δεσμός		
Ενότητα Γ:		Το νερό, τα υγρά και η υγρή κατάσταση
Γ.3: Διαμοριακές δυνάμεις		Δυνάμεις Van der Waals
Γ.3.1: Μόρια που		Ηλεκτραρνητικότητα, δίπολο, διπολική ροπή, ηλεκτρικό φορτίο, πολικότητα.

είναι μόνιμα δίπολα		
Γ.3.2: Δυνάμεις μόνιμου διπόλου-μόνιμου διπόλου		Πολικότητα, ηλεκτροστατική φύση, ελκτική δύναμη, σημεία βρασμού και τήξης.
Γ.3.3: Δυνάμεις διασποράς (London)(παρωδικά δίπολα)		Πολικότητα, ελκτική δύναμη, διπολική ροπή, στιγμιαία δίπολα, δυνάμεις διασποράς, καταστατική εξίσωση, ιδανικό αέριο, μη δίπολο.
Γ.4.2: Ο δεσμός υδρογόνου		Σχετική μοριακή μάζα, δεσμός ή γέφυρα υδρογόνου, ηλεκτραρνητικότητα, ηλεκτρικό φορτίο, δεσμός διπόλου-διπόλου, διαλυτότητα, σημεία βρασμού και τήξης, επιφανειακή τάση, ομοιοπολικός δεσμός,

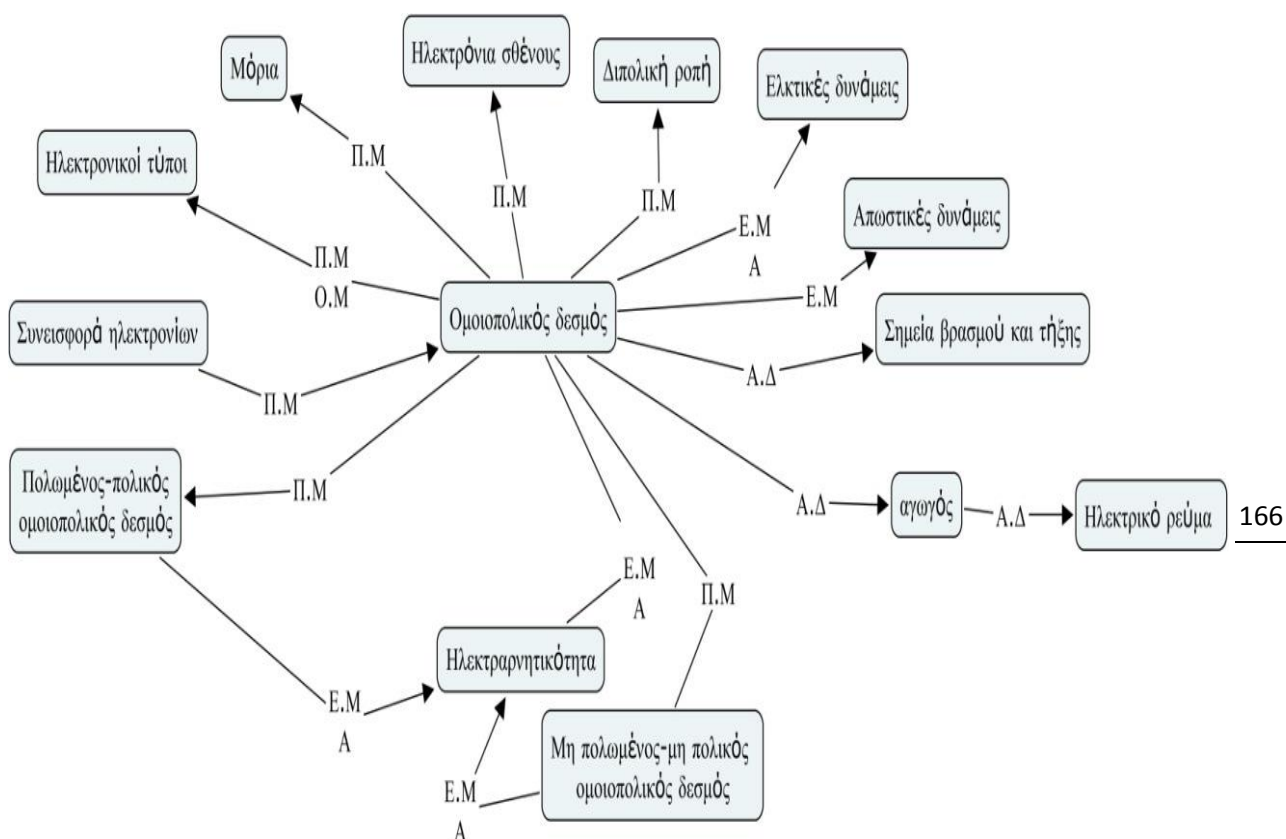
Αφού αναφέρθηκαν τα βασικά στοιχεία που εντοπίστηκαν θα αναφερθούν στη συνέχεια μαζί με τους συνδέσμούς τους.

Κατά την μελέτη των ενδομοριακών δεσμών, στην αρχή μελετάται ο ομοιοπολικός δεσμός, έπειτα ο ιοντικός και τέλος ο ομοιοπολικός.



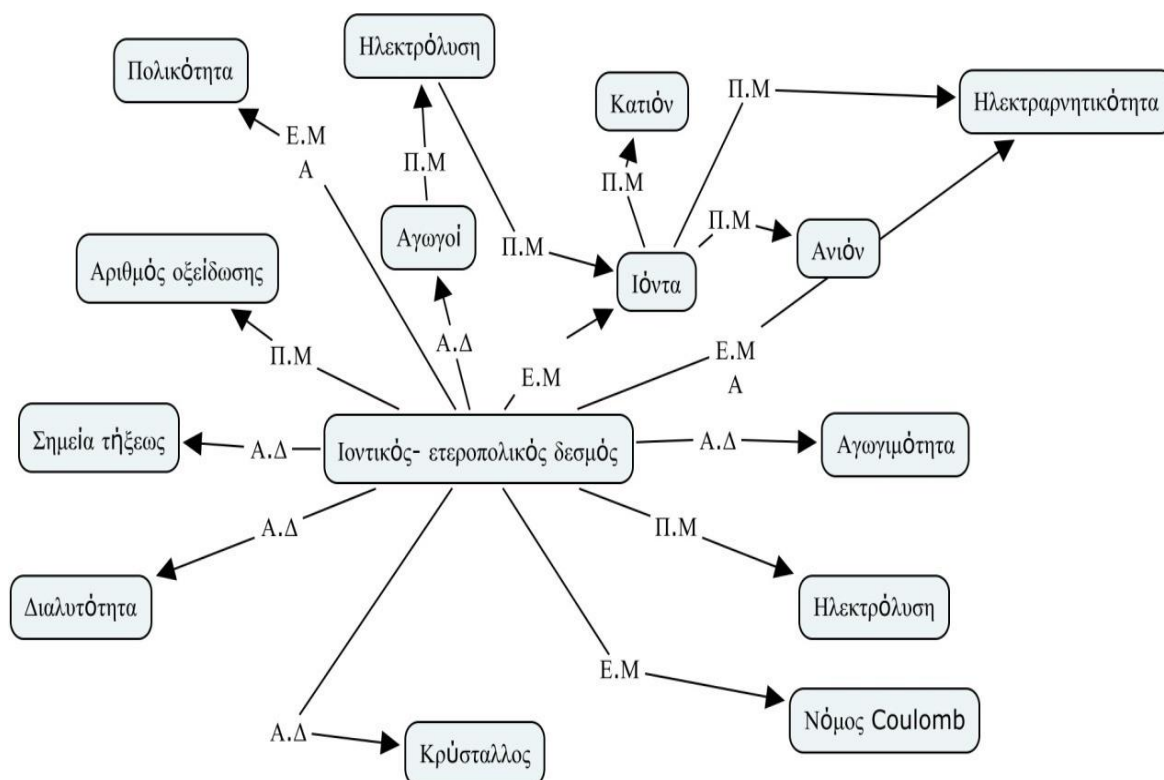
Χάρτης εννοιών 16: Η δομή της οργάνωσης της γνώσης του χημικού δεσμού στο βιβλίο του Τσαπαρλή « Χημικός δεσμός δημιουργείται όταν οι δομικές μονάδες της ύλης (άτομα, μόρια, ιόντα) πλησιάσουν αρκετά, ώστε οι **ελκτικές δυνάμεις** που αναπτύσσονται μεταξύ τους... να υπερβούν τις **απωστικές δυνάμεις** που αναπτύσσονται..... Οι διασυνδέσεις αυτές γίνονται μέσω των **ηλεκτρονίων σθένους**.... η δημιουργία του χημικού δεσμού οδηγεί το σύστημα

σε χαμηλότερη **ενέργεια**... Η χημική συμπεριφορά των στοιχείων καθορίζεται κατά κύριο λόγο από... τα ηλεκτρόνια σθένους και το μέγεθος του ατόμου (**ατομική ακτίνα**). Τα άτομα άλλων στοιχείων δεν έχουν στην εξωτερική στιβάδα **οκτάδα** ηλεκτρονίων... έχουν την τάση να αποκτήσουν αυτή τη δομή,... αποκτώντας και αυτά στην εξωτερική τους στιβάδα οκτώ ηλεκτρόνια (**κανόνας οκτάδας**)..... Το μέγεθος ενός ατόμου καθορίζει την δύναμη με την οποία τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας συγκρατούνται από τον πυρήνα... όσο πιο μικρό είναι το άτομο τόσο πιο δύσκολα χάνει ηλεκτρόνια...



Χάρτης εννοιών 17: Η δομή οργάνωσης της γνώσης του ομοιοπολικού δεσμού στο βιβλίο του Τσαπαρλή
 Όταν δύο γειτονικά άτομα κατέχουν από κοινού ένα ζευγάρι ηλεκτρονίων, λέμε ότι συνδέονται μέσω ενός χημικού δεσμού... λέμε ότι το **κοινό ζευγάρι** ηλεκτρονίων σχηματίστηκε από αμοιβαία **συνεισφορά ηλεκτρονίων**..... ο χημικός δεσμός ονομάζεται **ομοιοπολικός**... Οι παραστάσεις που δείχνουν την κατανομή των **ηλεκτρονίων σθένους** στο μόριο καθώς και τον σχηματισμό των ομοιοπολικών δεσμών ονομάζονται **ηλεκτρονιακοί τύποι**..... Οι μοριακές ενώσεις είναι διακριτά **σμπλέγματα μορίων**..... Οι μοριακές ενώσεις σχηματίζουν πάρα πολλά αέρια σώματα ή υγρά με χαμηλά **σημεία βρασμού** ή μαλακά στερεά με χαμηλές **θερμοκρασίες τήξης**... Σε καθαρή κατάσταση δεν είναι **αγωγοί του ηλεκτρισμού**, ενώ τα υδατικά διαλύματα ορισμένων ομοιοπολικών

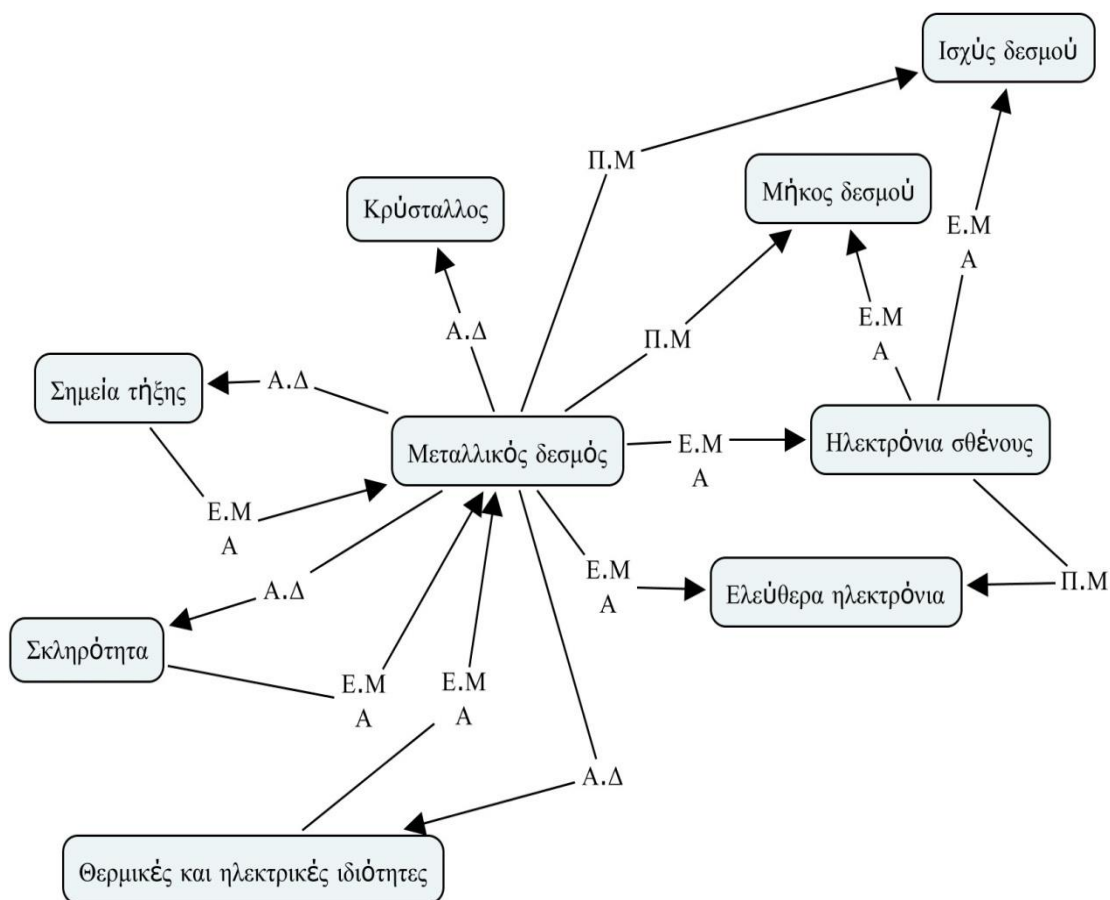
ενώσεων **άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα.... Ηλεκτραρνητικότητα** στοιχείου ονομάζεται η τάση του ατόμου στοιχείου να έλκει ηλεκτρόνια, όταν αυτό συμμετέχει στο σχηματισμό πολυατομικών συγκροτημάτων... Αν τα άτομα που σχηματίζουν τον ομοιοπολικό δεσμό είναι όμοια μεταξύ τους... το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων έλκεται εξίσου από τους πυρήνες... έχουμε έναν **μη πολικό (μη πολωμένο) ομοιοπολικό δεσμό**... Όταν τα άτομα είναι διαφορετικά.... το κοινό ζεύγος έλκεται από το **ηλεκτραρνητικότερο** άτομο.... ανομοιόμορφη κατανομή του κοινού ζεύγους των ηλεκτρονίων.... ο δεσμός ονομάζεται **πολικός (πολωμένος) ομοιοπολικός δεσμός**.»



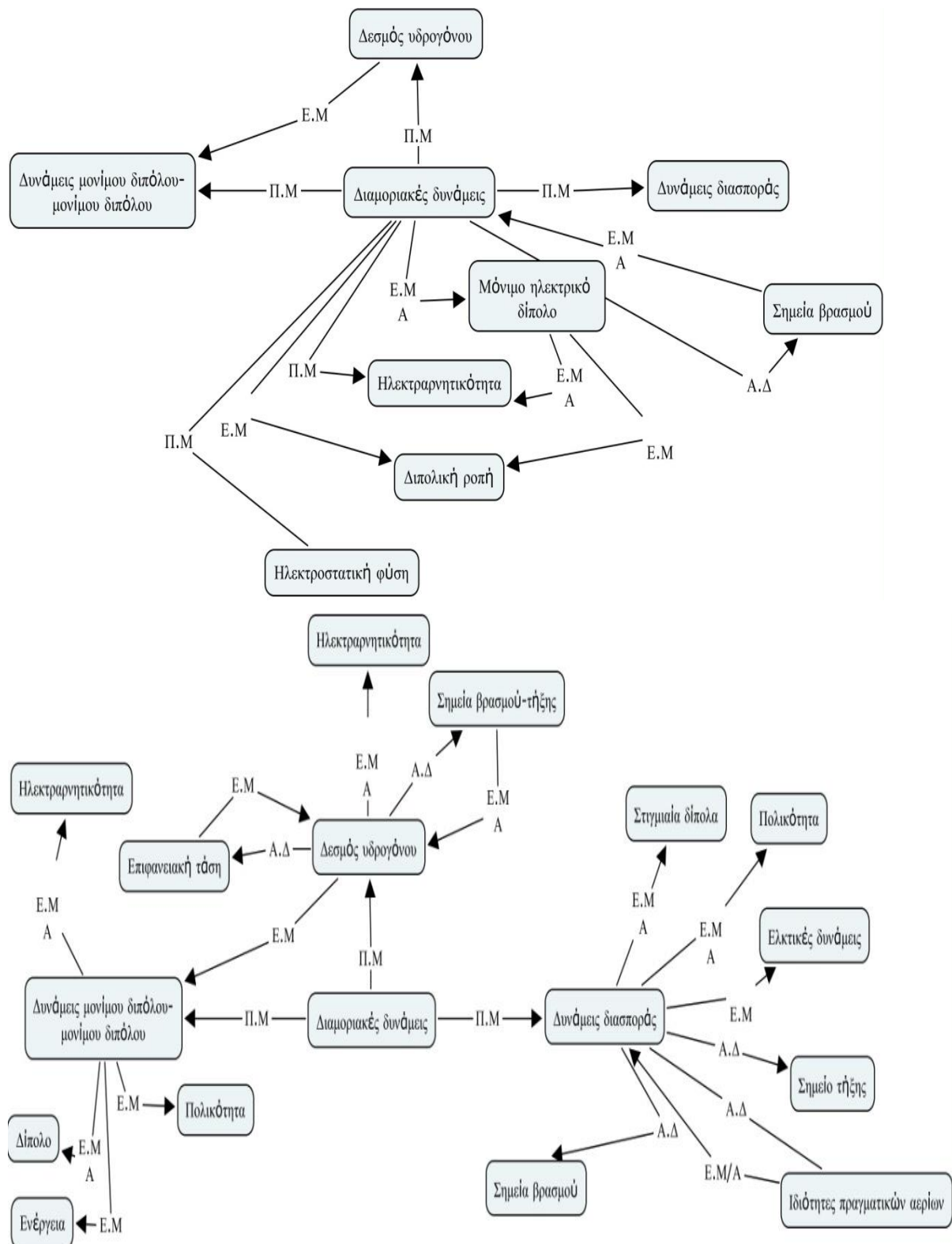
Χάρτης εννοιών 18: Η δομή οργάνωσης της γνώσης του ιοντικού δεσμού στο βιβλίο του Τσαπαρλή

« Η **ηλεκτρική αγωγιμότητα** του τήγματος και του υδατικού διαλύματος του NaCl οφείλεται στο ότι: οι δομικές μονάδες στο NaCl είναι **ηλεκτρικά φορτισμένα** σωματίδια τα ιόντα... Το άτομο του νατρίου έχει ένα **ηλεκτρόνιο σθένους** και το συγκρατεί χαλαρά: το νάτριο έχει μικρή **ηλεκτραρνητικότητα**, είναι **ηλεκτροθετικό**. Γι ' αυτό αποβάλλει εύκολα τα ηλεκτρόνια σθένους του και μετατρέπεται σε θετικό ιόν (**κατιόν**)... Το χλώριο έχει 7 ηλεκτρόνια και εύκολα προσλαμβάνει ένα ηλεκτρόνιο (**ηλεκτραρνητικό στοιχείο**), αποκτώντας έτσι σχηματίζεται το αρνητικό ιόν (**ανιόν**)... Κατά την **ηλεκτρόλυση**, τα κατιόντα κινούνται προς το αρνητικό φορτισμένο ηλεκτρόδιο.... ένα κατιόν μπορεί να συνυπάρχει με ένα ανιόν, οπότε το ένα έλκει το άλλο κι έτσι συγκρατούνται σε σταθερή

απόσταση με δυνάμεις **ηλεκτροστατικής φύσεως (δυνάμεις Coulomb)**.... υπάρχει **ιοντικός ή ετεροπολικός δεσμός**..... σχηματίζεται ένας τρισδιάστατος **κρύσταλλος**.... Τα άλατα είναι ιοντικές ενώσεις. Έχουν υψηλά **σημεία τήξης** και πολλά από αυτά είναι **ευδιάλυτα** στο νερό. Τα τήγματά τους είναι **ηλεκτρολύτες** είναι **αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος** και γι' αυτό μπορεί να υποβληθούν σε **ηλεκτρόλυση**.... Ο **Αριθμός Οξείδωσης** ορίζεται ως ένα αλγεβρικό ακέραιο αριθμό που ταυτίζεται αριθμητικά με το μέγεθος του **ηλεκτρικού φορτίου** του ιόντος και έχει θετικό φορτίο για τα κατιόντα και αρνητικό για τα ανιόντα...»



Χάρτης εννοιών 19: Η δομή οργάνωσης της γνώσης του μεταλλικού δεσμού στο βιβλίο του Τσαπαρλή
« Για την εξήγηση του **δεσμού στα μέταλλα** έχουν προταθεί διάφορα μοντέλα..... το **μοντέλο των ελεύθερων ηλεκτρονίων**..... τα ηλεκτρόνια είναι ελεύθερα να κινηθούν όπως ένα αέριο οπουδήποτε μέσα στα όρια του **μεταλλικού κρυστάλλου**. Αυτό το μοντέλο είναι χρήσιμο για την εξήγηση των **θερμικών και ηλεκτρικών ιδιοτήτων**. Το **μήκος του δεσμού** εξαρτάται από τον **αριθμό ηλεκτρονίων σθένους** τα οποία συνεισφέρει το άτομο..... ανάλογα αυξάνει και η **ισχύς των δεσμών**, που αποδεικνύεται με τη σταθερή αύξηση των **θερμοκρασιών τήξης και της σκληρότητας** των μετάλλων.».



Χάρτης εννοιών 20: Η δομή της οργάνωσης της γνώσης των διαμοριακών δεσμών στο βιβλίο του Τσαπαρλή

« **Μόρια** που είναι **μόνιμα δίπολα**.... στην περίπτωση σχηματισμού **ομοιοπολικού δεσμού** μεταξύ ατόμων διαφορετικών στοιχείων υπάρχει διαφορά στην έλξη του **κοινού ζεύγους ηλεκτρονίων** αυτό οφείλεται στη διαφορά **ηλεκτραρνητικότητας** ανάμεσα στα δύο άτομα... Το φορτίο του κοινού ζεύγους των ηλεκτρονίων είναι μετατοπισμένο προς το **ηλεκτραρνητικότερο** άτομο.. με αποτέλεσμα την εμφάνιση κέντρου **αρνητικού ηλεκτρικού φορτίου**..... και **...θετικό ηλεκτρικό φορτίο** στο άλλο άκρο του μορίου.... το μόριο είναι **πολικό** και συμπεριφέρεται ως **μόνιμο ηλεκτρικό δίπολο**. Χαρακτηριστικό μέγεθος ενός **διπόλου μορίου** είναι η **διπολική ροπή**.... **Δυνάμεις μόνιμου διπόλου-μόνιμου διπόλου**. Όταν δύο **πολικά** μόρια βρεθούν με κατάλληλο προσανατολισμό..... έλκονται μεταξύ τους και πλησιάζουν το ένα το άλλο.... αποκτούν μικρότερη **ενέργεια** και άρα μεγαλύτερη σταθερότητα..... στα πολικά μόρια οι **διαμοριακές ελκτικές δυνάμεις** είναι **ηλεκτροστατικής φύσης** μεταξύ ετερόνυμα φορτισμένων άκρωντων μορίων..... όσο μεγαλύτερες αυτές οι δυνάμεις τόσο «ευκολότερα» υδροποιείται ένα αέριο σώμα, δηλαδή τόσο υψηλότερη **θερμοκρασία βρασμού** έχει. Και αντιστρόφως... **Δυνάμεις διασποράς**..... τα μη **πολικά μόρια** των στοιχείων... μπορούν σε χαμηλές θερμοκρασίες να **συμπυκνωθούν** σε υγρά. Άρα μεταξύ των **μη πολικών μορίων** θα πρέπει να ασκούνται κάποιες **ελκτικές δυνάμεις**.... Σε κάποιο κλάσμα του χρόνου ...τα ...ηλεκτρόνια του ατόμου.... είναι προς το ένα άκρο φορτίζοντάς το, στιγμιαία, αρνητικά.... το άλλο άκρο φορτίζεται θετικά κι έτσι δημιουργούνται **στιγμιαία δίπολα**..... μεταξύ των στιγμιαίων διπόλων αναπτύσσονται **ασθενείς ελκτικές δυνάμεις** οι οποίες ονομάζονται **δυνάμεις London** ή **δυνάμεις διασποράς**..... εμφανίζονται σε όλα τα μόρια ανεξάρτητα αν είναι **πολωμένα ή όχι**.... **αποκλίσεις των πραγματικών αερίων** από την καταστατική εξίσωση των ιδανικών αερίων..... ύπαρξη διαμοριακών δυνάμεων..... Οι **διαμοριακές δυνάμεις** αναφέρονται γενικώς ως **δυνάμεις Van der waals**.

Ο **δεσμός υδρογόνου** οφείλεται στην ισχυρή έλξη που ασκεί το **ηλεκτραρνητικότερο** άτομο..... στο κοινό ζεύγος **ηλεκτρονίων**..... του χημικού δεσμού και που αφήνει το άτομο Η φορτισμένο θετικά.... ενώ το άλλο άτομο φορτίζεται αρνητικά... Ο **δεσμός υδρογόνου** αποτελεί ειδική περίπτωση **δεσμού διπόλου-διπόλου**... Δεν είναι τόσο ισχυρός όσο ο **ομοιοπολικός δεσμός** αλλά είναι ισχυρότερος από τις δυνάμεις Van der Waals..... Στην ικανότητα του νερού να σχηματίζει δεσμούς υδρογόνου οφείλονται πολλές από τις χαρακτηριστικές ιδιότητές του.... υψηλά **σημεία βρασμού**.... μεγάλη **διαλυτότητα**...

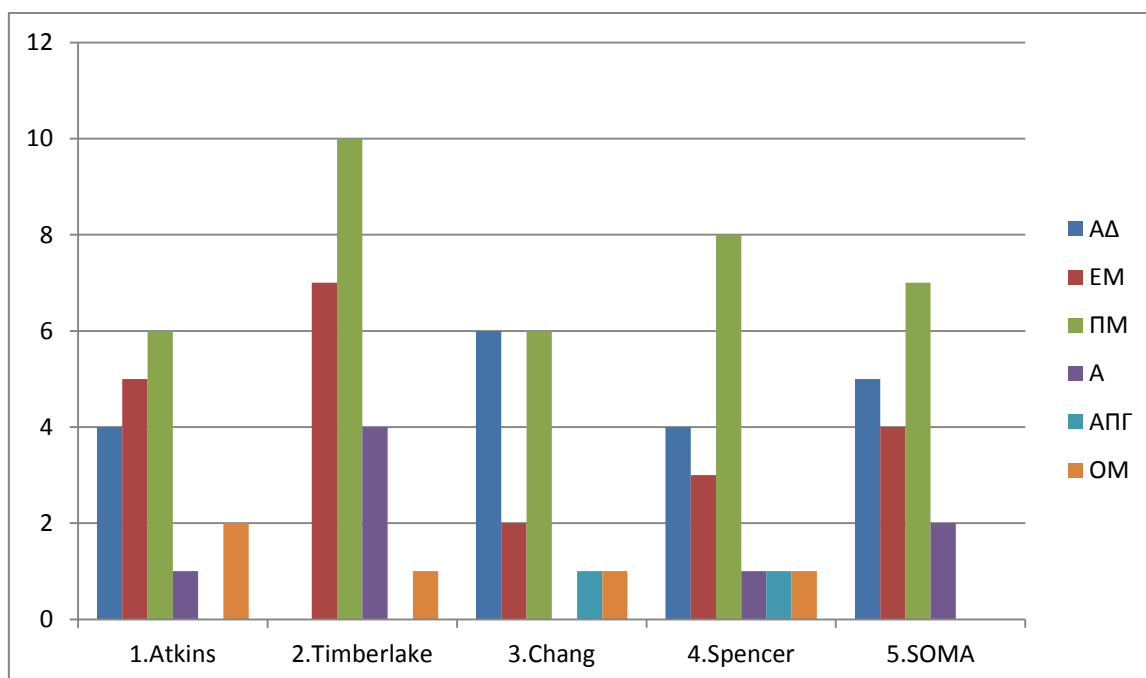
επιφανειακή τάση---οι δεσμοί υδρογόνου κάνουν το νερό να σχηματίζει μια ιδιαίτερα σκληρή μεμβράνη ή περίβλημα.

3.9. Συγκριτικά αποτελέσματα συνδέσμων για κάθε κατηγορία δεσμού

Στη συνέχεια συγκρίνουμε τα πέντε βιβλία με κριτήριο το είδος των συνδέσμων για κάθε δεσμό.

Η συγκριτική παρουσίαση των συνδέσμων θα ξεκινήσει με το παρακάτω διάγραμμα που αφορά το κεφάλαιο του ιοντικού δεσμού:

Ιοντικός δεσμός



Γράφημα 23: Τα είδη και ο αριθμός των συνδέσμων για τον ιοντικό δεσμό στο κάθε πανεπιστημιακό βιβλίο

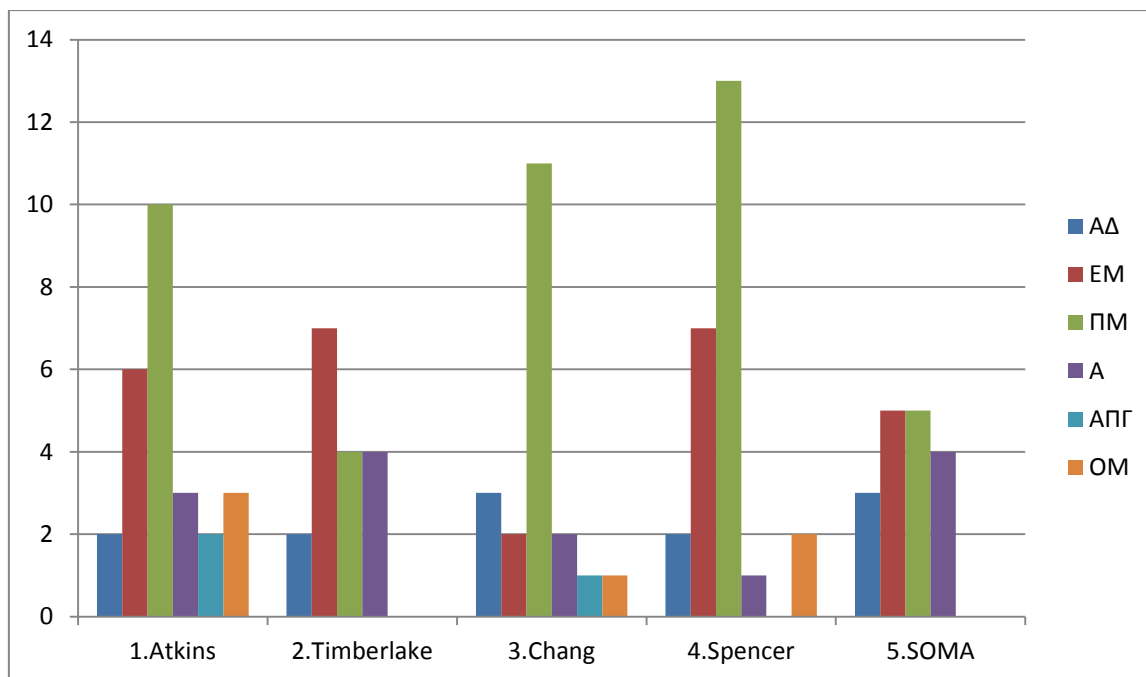
ΠΙΝΑΚΑΣ 32: Τα είδη και ο αριθμός των συνδέσμων για τον ιοντικό δεσμό στο κάθε πανεπιστημιακό βιβλίο

	ΑΔ	ΕΜ	ΠΜ	Α	ΑΠΓ	ΟΜ
1. Atkins	4	5	6	1	0	2
2. Timberlake	0	7	10	4	0	1
3. Chang	6	2	6	0	1	1
4. Spencer	4	3	8	1	1	1
5. SOMA	5	4	7	2	0	0

- Όπως φαίνεται από τα διαγράμματα ο σύνδεσμος που χρησιμοποιείται περισσότερο είναι το περιγραφικό μοντέλο και στα πέντε βιβλία.
- Είναι χαρακτηριστικό πως το βιβλίο του Timberlake αν και έχει γενικότερα τους λιγότερους συνδέσμους χρησιμοποιεί τα περισσότερα περιγραφικά και τα περισσότερα επεξηγηματικά μοντέλα από όλα τα βιβλία στο κεφάλαιο του ιοντικού δεσμού.
- Επίσης πρέπει να επισημανθεί είναι ότι τα λιγότερα επεξηγηματικά μοντέλα χρησιμοποιεί το βιβλίο του Chang.
- Τέλος είναι σημαντικό να γίνει αναφορά στο γεγονός ότι το βιβλίο που έχει το σύνολο των κατηγοριών των συνδέσμων είναι του Spencer.

Στη συνέχεια ακολουθεί η παρουσίαση των αποτελεσμάτων για τον ομοιοπολικό δεσμό.

Ομοιοπολικός δεσμός



Γράφημα 24: Τα είδη και ο αριθμός των συνδέσμων για τον ομοιοπολικό δεσμό στο κάθε πανεπιστημιακό βιβλίο

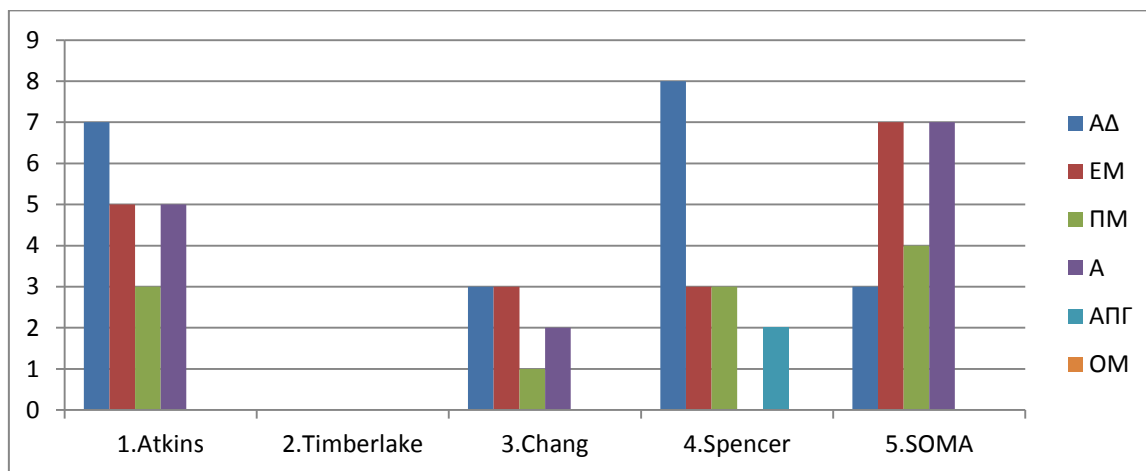
ΠΙΝΑΚΑΣ 33: Τα είδη και ο αριθμός των συνδέσμων για τον ομοιοπολικό δεσμό στο κάθε πανεπιστημιακό βιβλίο

	ΑΔ	ΕΜ	ΠΜ	Α	ΑΠΓ	ΟΜ
1. Atkins	2	6	10	3	2	3
2. Timberlake	2	7	4	4	0	0
3. Chang	3	2	11	2	1	1
4. Spencer	2	7	13	1	0	2
5. SOMA	3	5	5	4	0	0

- Σε όλα τα πανεπιστημιακά βιβλία ο σύνδεσμος που κυριαρχεί είναι το περιγραφικό μοντέλο εκτός από το βιβλίο του Timberlake όπου κυριαρχεί αριθμητικά το επεξηγηματικό μοντέλο.
- Τα περισσότερα περιγραφικά μοντέλα χρησιμοποιούνται στο βιβλίο του Spencer.
- Ο αριθμός των επεξηγηματικών μοντέλων είναι σχεδόν ο ίδιος σε όλα τα βιβλία εκτός του βιβλίου του Chang που είναι πολύ λιγότερα.
- Τα βιβλία που εμπεριέχουν όλες τις κατηγορίες των συνδέσμων είναι το βιβλίο του Chang και το βιβλίο του Atkins.

Ακολουθούν τα αποτελέσματα για τον μεταλλικό δεσμό:

Μεταλλικός δεσμός



Γράφημα 25: Τα είδη και ο αριθμός των συνδέσμων για τον μεταλλικό δεσμό στο κάθε πανεπιστημιακό βιβλίο

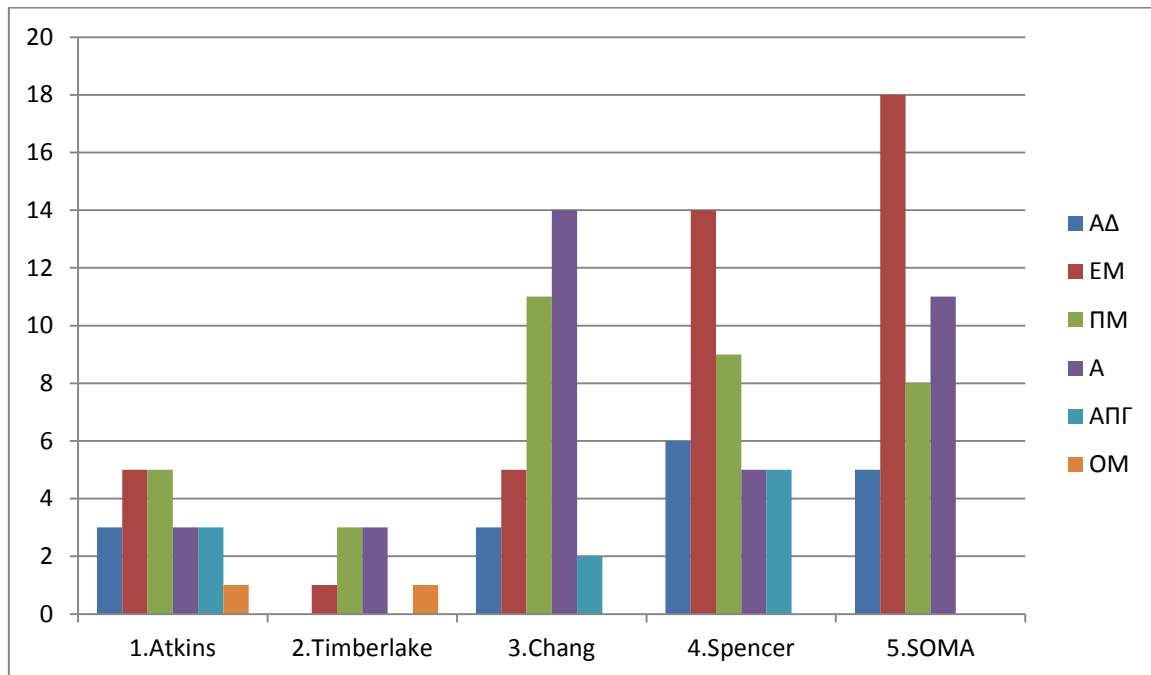
ΠΙΝΑΚΑΣ 34: Τα είδη και ο αριθμός των συνδέσμων για τον μεταλλικό δεσμό στο κάθε πανεπιστημιακό βιβλίο

	ΑΔ	ΕΜ	ΠΜ	Α	ΑΠΓ	ΟΜ
1. Atkins	7	5	3	5	0	0
2. Timberlake	0	0	0	0	0	0
3. Chang	3	3	1	2	0	0
4. Spencer	8	3	3	0	2	0
5. SOMA	3	7	4	7	0	0

- Σε αντίθεση με τα προηγούμενα συγκριτικά αποτελέσματα, στην μελέτη των διαμοριακών δεσμών υπερισχύουν οι σύνδεσμοι αναφοράς δεδομένων.
- Πιο συγκεκριμένα στα βιβλία Atkins, Spencer οι σύνδεσμοι αναφοράς γεγονότων είναι πολύ περισσότεροι από τα άλλα είδη συνδέσμων.
- Στο βιβλίο του Chang οι σύνδεσμοι αναφοράς γεγονότων είναι αριθμητικά ίσοι με τους συνδέσμους των επεξηγηματικών μοντέλων.
- Μόνο στο βιβλίο SOMA υπερισχύουν οι σύνδεσμοι επεξηγηματικών μοντέλων ενώ συνολικά είναι πολύ περισσότερος ο αριθμός των συνδέσμων αιτιολογικών μοντέλων.
- Παρατηρείται πλήρης απουσία οπτικών μοντέλων.
- Κανένα βιβλίο δεν χρησιμοποιεί το σύνολο των κατηγοριών των συνδέσμων.

Τέλος ακολουθούν τα αποτελέσματα των διαμοριακών δεσμών.

Διαμοριακοί δεσμοί



175

Γράφημα 26: Τα είδη και ο αριθμός των συνδέσμων για τους διαμοριακούς δεσμούς στο κάθε πανεπιστημιακό βιβλίο.

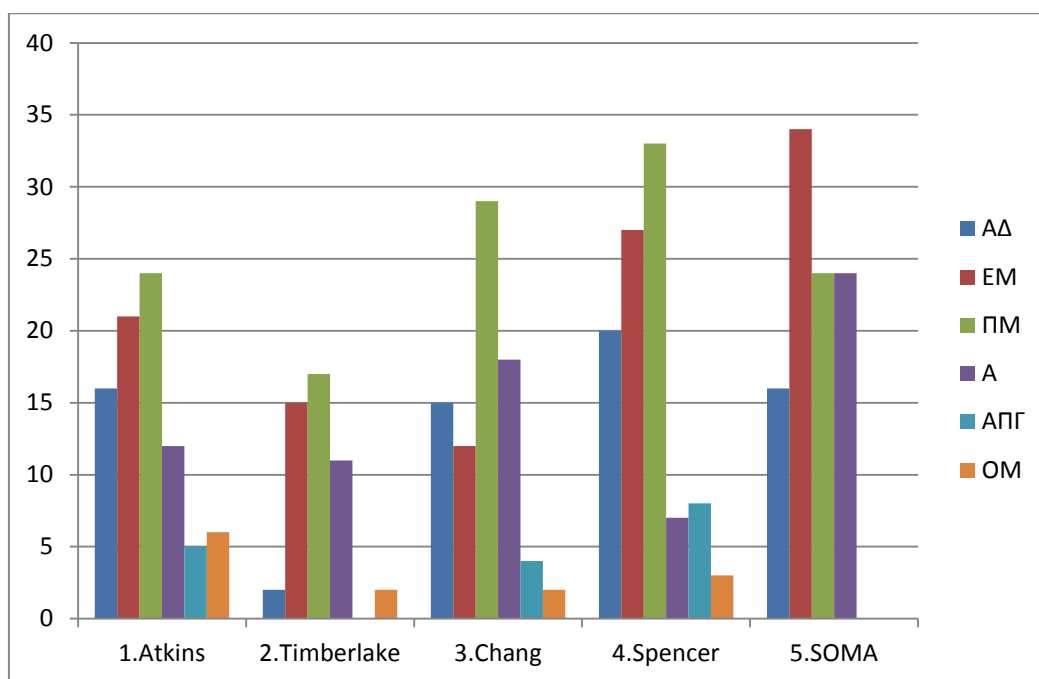
ΠΙΝΑΚΑΣ 35: Τα είδη και ο αριθμός των συνδέσμων για τους διαμοριακούς δεσμούς στο κάθε πανεπιστημιακό βιβλίο.

	ΔΔ	ΕΜ	ΠΜ	Α	ΑΠΓ	ΟΜ
1. Atkins	3	5	5	3	3	1
2. Timberlake	0	1	3	3	0	1
3. Chang	3	5	11	14	2	0
4. Spencer	6	14	9	5	5	0
5. SOMA	5	18	8	11	0	0

- Στο κεφάλαιο των διαμοριακών δεσμών υπάρχουν αρκετές διαφορές με τα προηγούμενα κεφάλαια. Οι σύνδεσμοι που υπερισχύουν είναι διαφορετικοί για κάθε βιβλίο.

- Το βιβλίο που έχει τα περισσότερα είδη συνδέσμων αριθμητικά ισοκατανεμημένα είναι του Atkins.
- Στο βιβλίο του Chang οι περισσότεροι σύνδεσμοι είναι αιτιολογικά μοντέλα, ενώ στα βιβλία του Spencer και στο SOMA τα επεξηγηματικά μοντέλα είναι τα περισσότερα.
- Το βιβλίο με τα περισσότερα επεξηγηματικά μοντέλα είναι το SOMA.

3.10. Γενικά συμπεράσματα αξιολόγησης



Γράφημα 27: Τα είδη και ο αριθμός των συνδέσμων για τους χημικούς δεσμούς στο κάθε πανεπιστημιακό βιβλίο

ΠΙΝΑΚΑΣ 36: Τα είδη και ο αριθμός των συνδέσμων για τους χημικούς δεσμούς στο κάθε πανεπιστημιακό βιβλίο

	ΑΔ	ΕΜ	ΠΜ	Α	ΑΠΓ	ΟΜ
1. Atkins	16	21	24	12	5	6
2. Timberlake	2	15	17	11	0	2
3. Chang	15	12	29	18	4	2
4. Spencer	20	27	33	7	8	3
5. SOMA	16	34	24	24	0	0

Τα συνολικά συμπεράσματα από τις κατηγορίες των συνδέσμων που χρησιμοποιήθηκαν στα προαναφερθέντα πέντε βιβλία παρουσιάζονται στο παραπάνω διάγραμμα και αναφέρονται παρακάτω:

- Σε όλα τα βιβλία ο σύνδεσμος των περιγραφικών μοντέλων υπερισχύει αριθμητικά εκτός από το βιβλίο SOMA.
- Το βιβλίο SOMA είναι το μόνο βιβλίο στο οποίο χρησιμοποιούνται τα περισσότερα επεξηγηματικά μοντέλα από τις κατηγορίες των συνδέσμων που έχει και περισσότερα αιτιολογικά μοντέλα από τα άλλα βιβλία.
- Τα λιγότερα επεξηγηματικά μοντέλα χρησιμοποιούνται στο βιβλίο του Chang.
- Οι αναφορές δεδομένων σε όλα τα βιβλία ήταν περίπου οι ίδιες αριθμητικά και εντοπίστηκαν κυρίως στη μελέτη του μεταλλικού δεσμού.
- Ο Spencer στο βιβλίο του χρησιμοποιεί τις περισσότερες αναφορές δεδομένων και τα περισσότερα περιγραφικά μοντέλα. Από τα πανεπιστημιακά βιβλία έχει και τα περισσότερα επεξηγηματικά μοντέλα.
- Σε όλα τα πανεπιστημιακά βιβλία εντοπίστηκε μικρός αριθμός αναφορών σε προηγούμενη γνώση και οπτικά μοντέλα. Στις αναφορές σε προηγούμενες γνώσεις αριθμητικά υπερισχύει το βιβλίο του Spencer, ενώ στα οπτικά μοντέλα το βιβλίο του Atkins.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο :

Η αξιολόγηση των ερωτήσεων στη χημική βιβλιογραφία

4.1. Η σημασία των ερωτήσεων στη διδασκαλία και την αξιολόγηση

Η ερώτηση του εκπαιδευτικού

Ενώ η ερώτηση του μαθητή έχει ως επί το πλείστον μια σκοπιμότητα, την ικανοποίηση της απορίας του, η ερώτηση του εκπαιδευτικού εξυπηρετεί περισσότερες πιο ποικίλους και σε πολλαπλά επίπεδα παιδαγωγικούς στόχους. Με τις κατάλληλες ερωτήσεις ο εκπαιδευτικός μπορεί να δημιουργήσει και να διατηρήσει κατάλληλη παιδαγωγική ατμόσφαιρα στην τάξη, να βοηθήσει τους φοιτητές στην εμπέδωση του μαθήματος, να αξιολογήσει τη συνολική εργασία στην τάξη και την εργασία κάθε μαθητή, να καλλιεργήσει ψυχοπνευματικές δεξιότητες και ικανότητες των μαθητών, να δημιουργήσει κίνητρα μάθησης στους φοιτητές, να υποκινήσει για παρατήρηση, να παρωθήσει σε συνεργασία, να κεντρίσει το ενδιαφέρον, να καθοδηγήσει στην ανακάλυψη των γνώσεων, να βοηθήσει σε κάποια δυσκολία τους φοιτητές, να παροτρύνει στην εργασία και αυτενέργεια, να κάνει παρατήρηση για κάτι που δεν συμβιβάζεται με το ομαδικό πνεύμα της τάξης, να εξιχνιάσει το επίπεδο κατανόησης της διδακτέας ύλης από τους φοιτητές, να εξασφαλίσει ανατροφοδότηση στην εργασία του, να δώσει την ευκαιρία σε φοιτητές να εκφράσουν τη γνώμη τους, να βοηθήσει τους φοιτητές να συγκεντρώσουν τη σκέψη τους.

Θα μπορούσε κάποιος να πει ότι οποιαδήποτε μαθησιακή δραστηριότητα στην τάξη είναι δυνατόν να υποβοηθηθεί από την ερώτηση του εκπαιδευτικού. Για το λόγο αυτό και η ερώτηση του εκπαιδευτικού θα εξεταστεί από διάφορες προοπτικές, κάτι βέβαια που θα απαιτήσει και περισσότερη έκταση. Όμως αυτό δεν θα πρέπει με κανένα τρόπο να μειώσει τη σημασία της ερώτησης του μαθητή, που αποτελεί πάντοτε ευπρόσδεκτο γεγονός σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή της διδασκαλίας. (Βαϊνάς, Κ. (1998))

Η ερώτηση του μαθητή:

Η ερώτηση του μαθητή, είτε αυτή απευθύνεται στο δάσκαλο είτε στους συμφοιτητές, είναι ένα από τα θετικότερα στοιχεία της διδασκαλίας. Λόγοι που υποστηρίζουν αυτή τη θέση είναι οι εξής:

- ✓ Η ερώτηση του μαθητή εντοπίζει το σημείο ακριβώς της διδασκαλίας που ο μαθητής δεν κατανόησε ή δηλώνει κάποια σημαντική γι' αυτόν ανάγκη πληροφόρησης, πράγματα δηλαδή που ο δάσκαλος προσπαθεί να ανιχνεύσει με διάφορους τρόπους, ώστε να τα εξηγήσει ή να τα επαναλάβει ή έστω να επιμείνει σ' αυτά. Η ερώτηση δηλαδή του μαθητή δείχνει με ακρίβεια το κενό που δημιουργήθηκε στο μαθητή, έτσι ώστε να ακολουθήσει η συμπλήρωσή του με κατάλληλο τρόπο.
- ✓ Η ίδια η ερώτηση του μαθητή αποτελεί στοιχείο αβίαστης αξιολόγησής του, αφού συγχρόνως φανερώνει τι κατάλαβε και τι όχι. Ιδίως όταν ο μαθητής ζητεί κάποια πληροφορία, υποδηλώνει συγχρόνως και τα ενδιαφέροντά του, κάτι που πάντα ζητεί να διαπιστώσει ο εκπαιδευτικός και να το λάβει υπόψη του στο σχεδιασμό ή στην υλοποίηση της διδασκαλίας.
- ✓ Ο μαθητής που ρωτά, συνηθίζει σε έναν από τους τρόπους αναζήτησης κάποιας πληροφορίας, πράγμα χρησιμότατο σε όλους τους τομείς της καθημερινής ζωής.
- ✓ Είναι δυνατόν αυτή να οδηγήσει τη διδασκαλία στην ενασχόληση με θέματα ενδιαφέροντα για τους φοιτητές, που ίσως δεν είχε προβλέψει κατά το σχεδιασμό της διδασκαλίας ο εκπαιδευτικός.
- ✓ Ο διάλογος, που η σημασία του είναι αδιαμφισβήτητη τόσο στη διδασκαλία, όσο και σε όλους τους τομείς της κοινωνικής ζωής, δεν μπορεί να γίνει χωρίς τη συμμετοχή όλων των διαλεγμένων με ερωτήσεις και απαντήσεις. Η ερώτηση του μαθητή αποτελεί αναντικατάστατο εργαλείο ενός επιθυμητού διαλόγου.
- ✓ Η αυθόρμητη ερώτηση του μαθητή αποτελεί μοναδικό μέρος κοινωνικοποίησής του. Το γεγονός ότι αυτός ρωτά χωρίς ενδοιασμούς τους συμφοιτητές του ή τον δάσκαλό του, αποτελεί συγχρόνως ένδειξη ομαλής προσαρμογής στην τάξη και στο κοινωνικό σύνολο.
- ✓ Ο μαθητής που ερωτά κατά τη διδασκαλία, σημαίνει ότι θεωρεί τον εαυτό του ισότιμο με τους συμφοιτητές του και το δάσκαλο στη διαδικασία διεξαγωγής του μαθήματος, στοιχείο σημαντικό της σύγχρονης διδακτικής.

- ✓ Η διατύπωση της ερώτησης του μαθητή, εκτός από το ότι αποτελεί γλωσσική άσκηση, προσδιορίζει και το λεκτικό επίπεδο, στο οποίο πρέπει να ανταποκρίνεται η απάντηση.

Τέλος, και σύμφωνα με τον Β. Otto:» Κάθε φορά που ο μαθητής υποβάλλει μια ερώτηση, στέκουν στη νόησή του ορθάνοιχτες οι πόρτες της γνώσης». (Βαϊνάς, Κ. (1998))

4.2. Οι ερωτήσεις στη διδακτική πράξη

Η ερώτηση που υποβάλλεται στο μαθητή αποσκοπεί στην πρόκληση κάποιας απόκρισης, η οποία είναι δυνατόν να ανήκει σε διάφορα επίπεδα, όχι μόνο από την άποψη του περιεχομένου της απόκρισης, αλλά και της ποιότητάς της. Βασικά, οι φοιτητές έχουν συνηθίσει να ζουν σε ένα εκπαιδευτικό σύστημα, στο οποίο δεν ενθαρρύνεται ικανοποιητικά η μαθητική ομιλία ή όπου αυτή ενθαρρύνεται, η ανταπόκριση του μαθητή είναι περιορισμένη σε μονοσύλλαβες συνήθως απαντήσεις. Έτσι, η χρήση της ερώτησης στη διδακτική πράξη δεν παρουσιάζει την προσδοκώμενη αποτελεσματικότητα.

Βασική επιδίωξη θα πρέπει να γίνει η δημιουργία κλίματος ενθάρρυνσης και προτροπής για ομιλία, που θα κατευθύνεται από τον διδάσκοντα. Αυτός θα δημιουργήσει και το πλαίσιο μέσα στο οποίο θα κινηθεί η ομιλία στην τάξη. Έχει εξακριβωθεί ότι πολλοί εκπαιδευτικοί ομιλούν πάρα πολύ-καλύπτουν το 60% του διδακτικού χρόνου σύμφωνα με συντηρητικούς υπολογισμούς-χωρίς να προσφέρουν τις ανάλογες ευκαιρίες στους φοιτητές για να εκφράσουν τις σκέψεις, τις αντιρρήσεις, τις απορίες κ.τ.λ. που τυχόν έχουν.

Τη διδακτική στρατηγική εκφράζει ο συνδυασμός συγκεκριμένων διαδικασιών ή ενεργημάτων, όπως η ομαδοποίηση και η διάταξη ερωτήσεων μεθοδικά ανεπτυγμένων, των οποίων η χρήση στη σχολική τάξη συμβάλλει στην υλοποίηση των σκοπών της διδασκαλίας. Όταν αναφερόμαστε στις μεθόδους διδασκαλίας, το θέμα των ερωτήσεων αποτελεί κεντρικό σημείο αναφοράς και σημαντικό λειτουργικό στοιχείο εφαρμογής διδακτικών μεθόδων. Σε όλο το φάσμα της μεθοδολογίας της διδασκαλίας, από το σocraticό διάλογο μέχρι τη δραματοποίηση, οι ερωτήσεις εμφανίζουν μια αποφασιστικής σημασίας λειτουργικότητα, γιατί παρακινούν και κατευθύνουν το νου σε επιλεγμένες περιοχές γνώσεις.

Η σημαντικότητα της ερώτησης δεν εντοπίζεται μόνο στο χώρο μεθόδευσης για την προσφορά διδακτέας ύλης, αλλά προβάλλεται ιδιαίτερα στην περιοχή της προσπάθειας για ανάπτυξη της ικανότητας του μαθητή να διανοείται.

Στο πλέγμα των διεργασιών για την αναβάθμιση του επιπέδου του διαλογισμού και της σκέψης του μαθητή, η ερώτηση αποτελεί ουσιαστικό στοιχείο για την οργάνωση, το σχηματισμό και την ανάπτυξη της σκέψης. Η σκέψη, η οποία προσδιορίζεται ως η λειτουργία εκείνη που οργανώνει και ταξινομεί το πληροφοριακό υλικό σε γνωστικά σχήματα, αναλύει και επανασυνθέτει μορφές γνώσης, εξηγεί και διερμηνεύει έννοιες και ιδέες, κινητοποιείται και λειτουργεί με τα ερεθίσματα, που παρέχει η ερώτηση. Επομένως, για την ανάπτυξη της ικανότητας του μαθητή να σκέπτεται, η ερώτηση παίζει αποφασιστικό ρόλο, γιατί όχι μόνο υποκινεί, αλλά και συμβάλλει στο σχηματισμό όλων των τύπων δημιουργικής σκέψης, όπως αναφέρεται χαρακτηριστικά ο Kolesnik.

« Η σκέψη την οποία κάνουμε για την ανάκληση μιας εμπειρίας μας από το παρελθόν δεν είναι ακριβώς η ίδια με τη σκέψη που κάνουμε σχεδιάζοντας για το μέλλον. Η σκέψη που κάνει κάποιος για την επίλυση ενός μαθηματικού προβλήματος δεν είναι η ίδια με εκείνη για την επίλυση ενός προσωπικού προβλήματος ή, όταν σκεφτόμαστε πόσο υπέροχο θα ήταν, αν είχαμε ένα εκατομμύριο δολάρια. Η σκέψη που οδηγεί στο γράψιμο ενός ποιήματος δεν είναι ακριβώς η ίδια με εκείνη για την αξιολόγηση ενός ποιήματος.»

Στις παραπάνω δραστηριότητες της νόησης είναι δυνατό να εντοπίσει κανένας την ύπαρξη ενός κοινού στοιχείου, της σκέψης ως συγκεκριμένης λειτουργίας του νου, το οποίο όμως διαφοροποιείται με βάση τη μεθόδευση διαφορετικών ενεργημάτων της νόησης. Έτσι, έχουμε τη συγκλίνουσα, την αποκλίνουσα, την κριτική, την αντανάκλαστική, τη δημιουργική σκέψη κ.ά. Οι τύποι όμως αυτοί της σκέψης διαμορφώνονται με την καθοριστική παρουσία ερωτήσεων αντίστοιχου χαρακτήρα. Κατά συνέπεια, η ταξινόμηση των ερωτήσεων είναι δυνατό να γίνει με βάση τους συγκεκριμένους σκοπούς, οι οποίοι επιδιώκονται στη διδακτική πράξη.

4.3. Ταξινομήσεις ερωτήσεων

4.3.1. *Ανάλογα με τον παιδαγωγικό τους ρόλο*

Ανοικτές και κλειστές ερωτήσεις

Οι ερωτήσεις μπορούν να ταξινομηθούν βάση του εάν επιτρέπουν στον μαθητή ή όχι να καταθέσει την προσωπική του άποψη κατά την απάντησή τους. (Δημητρόπουλος, 1983, 122). Κρίνοντας τις κλειστές ερωτήσεις, μπορούμε να πούμε ότι ως πρακτική εκφράζουν την αντίληψη του παραδοσιακού σχολείου ότι μάθηση είναι η συγκράτηση των πληροφοριών η οποία ελέγχεται με την αναγνώριση και η επανάληψη των πληροφοριών από την πλευρά των μαθητών. Π.χ: «Ο υδράργυρος είναι το μόνο μέταλλο που είναι υγρό. Είναι ισχυρό δηλητήριο ακόμη και σε ελάχιστες ποσότητες και οι ατμοί του είναι πολύ τοξικοί. Ποιες χρήσεις του υδραργύρου γνωρίζεις;» (Σπυρέλλης 2000). Τα είδη των κλειστών ερωτήσεων που πρέπει να χρησιμοποιούνται είναι τα εξής: α) ερωτήσεις «σωστού-λάθους» ή διαζευκτικής απάντησης, β) ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, γ) ερωτήσεις σύζευξης ή αντιστοίχισης, δ) ερωτήσεις διάταξης, ε) ερωτήσεις συμπλήρωσης κενού. Πιο αναλυτικά τα είδη των ερωτήσεων θα αναλυθούν παρακάτω, στη παράγραφο 1.8.5 που περιγράφει την ταξινόμια των ερωτήσεων βάση της δομής τους.

Οι ερωτήσεις «ανοικτής» απάντησης, οι οποίες δίνουν τη δυνατότητα να αναπτύξει ελεύθερα τις γνώσεις του και τις ιδέες του, και στον αξιολογητή να εξακριβώσει το βαθμό κατανόησης των πληροφοριών, εννοιών και γενικεύσεων, και την ικανότητα σύνθεσης και ακριβολογίας του μαθητή. Π.χ. «Στη φωτογραφία φαίνεται ένα αναμμένο κερί. Όταν πάνω από τη φλόγα τοποθετηθεί ένα κομμάτι γυαλί, μαυρίζει από την κάπνα. Μπορείς να διακρίνεις τα φυσικά και τα χημικά φαινόμενα που εξελίσσονται;». Οι πιο χαρακτηριστικές περιπτώσεις ανοικτών ερωτήσεων είναι: α) ερωτήσεις παραδοχής, β) ερωτήσεις λογικής τεκμηρίωσης, γ) ερωτήσεις για απόψεις, δ) ερωτήσεις που εμπεριέχουν συνεπαγωγές, ε) ερωτήσεις αξιολόγησης.

Ερωτήσεις δηλωτικής γνώσης, διαδικαστικής γνώσης και μεταγνώσης

Η γνώση διακρίνεται σε δηλωτική και σε διαδικαστική. Η δηλωτική γνώση αναφέρεται στην οντολογία των πραγμάτων και αποτελεί αντικείμενο των επιστημών, ενώ η διαδικαστική γνώση αναφέρεται στον τρόπο χρήσης της γνώσης και των πραγμάτων και αποτελεί αντικείμενο της μεθοδολογίας και της τεχνολογίας. Το περιεχόμενο και η διαδικασία απόκτησης αυτών των δύο ειδών γνώσης συνεπάγονται διαφορετικές γνωστικές λειτουργίες και κατ' επέκταση διαφορετικές διδακτικές προσεγγίσεις. Όσον αφορά το περιεχόμενο αξιολόγησης της δηλωτικής γνώσης, η μάθηση πληροφοριών στο βασικό επίπεδο βασίζεται κυρίως στις λειτουργίες μνήμης, και αξιολογείται με «κλειστές» ερωτήσεις που ζητούν από τους φοιτητές να ανακαλέσουν ή να αναγνωρίσουν τις απομνημονευθείς πληροφορίες π.χ «ποιο είναι το υψηλότερο βουνό της Ελλάδας;». Οι ερωτήσεις αυτές ελέγχουν την απομνημόνευση, αλλά δεν ελέγχουν τον βαθμό κατανόησης. Αποτελούν απλώς το πρώτο βήμα αξιολόγησης. Η δυνατότητα συσχέτισης των πληροφοριακών στοιχείων και η έκφρασή τους μέσα από έννοιες, κρίσεις, γενικεύσεις και σχήματα αποτελεί κριτήριο και απόδειξη ανώτερου επιπέδου μάθησης, που ξεπερνά την απλή απομνημόνευση. Η αξιολόγηση τότε γίνεται με τη βοήθεια «ανοικτών» ερωτήσεων. (Ματσαγγούρας, 1998)

- ο Για τη μάθηση εννοιών η αξιολόγηση γίνεται στο επίπεδο της ανάκλησης ή της αναγνώρισης, αλλά και στο επίπεδο κατανόησης των σχέσεων, με ερωτήσεις κατηγοριοποίησης εννοιών και παραγωγής δικών τους θετικών και αρνητικών παραδειγμάτων.
- ο Η αξιολόγηση των κρίσεων γίνεται στο επίπεδο κατανόησης με ερωτήσεις που ζητούν από το μαθητή να αναλύσει χαρακτηριστικά στοιχεία για αυτό που κρίνει αλλά και να αναζητήσει και να επαληθεύσει κριτήρια με τα οποία έγινε η κρίση.
- ο Η μάθηση γενικεύσεων γίνεται στο επίπεδο ανάκλησης και αναγνώρισης της γενίκευσης, αλλά και στο επίπεδο κατανόησης, που γίνεται με ερωτήσεις εντοπισμού της γενίκευσης σε συγκεκριμένες καταστάσεις. Αν προχωρά η ερώτηση, πέρα από τον εντοπισμό της γενίκευσης και στην εφαρμογή της (εξήγηση φαινομένων), βρισκόμαστε στο επίπεδο εφαρμογής που είναι και το ανώτερο επίπεδο αξιολόγησης.

Η αξιολόγηση των σχημάτων γίνεται στο επίπεδο κατανόησης με τη χρήση εννοιολογικού χάρτη και λοιπών γραφικών αναπαραστάσεων. (Ματσαγγούρας, 1998)

Αν δεχτούμε ότι βασικός σκοπός των διδασκαλιών της διαδικαστικής γνώσης είναι να καταστήσουν τους φοιτητές ικανούς να χρησιμοποιούν με γρήγορο, ορθό και σταθερό τρόπο διαδικασίες και δεξιότητες, τότε μπορούμε να ισχυριστούμε ότι αντικείμενο αξιολόγησης της διαδικαστικής γνώσης είναι η ικανότητα χρήσης δεξιοτήτων και διαδικασιών χωρίς πολλά λάθη και ικανοποιητικό ρυθμό σε ποικιλία πρόσφορων καταστάσεων. (Ματσαγγούρας 1998)

Η μεταγνώση στη διδασκαλία

Εκτός όμως από την αξιολόγηση της δηλωτικής γνώσης, δηλαδή της γνώσης που απέκτησε ο μαθητής διαβάζοντας το σχολικό βιβλίο αλλά και του τρόπου (της μεθόδου) με τον οποίο αξιοποιείται αυτή η γνώση, που αφορά της αξιολόγηση της δηλωτικής γνώσης, έχουμε και τη μεταγνωστική αξιολόγηση. Σκοπός της κατηγορίας αυτής των ερωτήσεων είναι να ελέγχει το βαθμό μεταγνώσης που απέκτησαν οι φοιτητές. Δηλαδή κατά πόσο μέσα από τη διδασκαλία επετεύχθη να καθίσταται το άτομο αυτόνομο στη σκέψη και στη δράση, αφού θα του επιτρέπεται, χωρίς εξωτερική βοήθεια,

- 1) να προσδιορίζει τη φύση του προβλήματος που αντιμετωπίζει και να το αναλύει στα δομικά του στοιχεία,
- 2) να στοχάζεται για το τι γνωρίζει (και τι αγνοεί) που έχει σχέση με τη λύση του προβλήματος
- 3) να καταστρώνει σχέδιο δράσης για την επίλυση του προβλήματος
- 4) να υλοποιεί και να κατευθύνει το σχέδιο δράσης επιφέροντας επιτόπου τις αναγκαίες αλλαγές
- 5) να ελέγχει το αποτέλεσμα της οργανωμένης παρέμβασής του και,
- 6) να επανέρχεται με διορθωτικές παρεμβάσεις, διατηρώντας από όλες τις παραπάνω φάσεις την ικανότητα να συντονίζει τη δράση του και να τη συσχετίζει με τα δεδομένα και τους επιδιωκόμενους στόχους.'

(Ματσαγγούρας 1998)

Οι μεταγνωστικές ερωτήσεις διακρίνονται σε 5 ομάδες, από τις οποίες οι τρεις πρώτες αναφέρονται στον προγραμματισμό, την καθοδήγηση και την αξιολόγηση της σκέψης, αντίστοιχα, και οι δύο επόμενες αναφέρονται στη συναισθηματική αντίδραση του ατόμου προς το έργο και τις συναισθηματικές έξεις. Παραδείγματα των ερωτήσεων αυτών ακολουθούν στον παρακάτω πίνακα:

Μεταγνωστική αξιολόγηση
<i>Προγραμματισμός της σκέψης</i>
<i>Καθοδήγηση της σκέψης</i>
<i>Αυτοαξιολόγηση της σκέψης</i>
<i>Συναισθηματική αντίδραση</i>
<i>Γνωστικές στάσεις και έξεις</i>

4.3.2. Ανάλογα με τη δομή τους

A. Είδη ερωτήσεων αντικειμενικού ή κλειστού τύπου

Οι ερωτήσεις αντικειμενικού τύπου ή κλειστές ερωτήσεις δεν αφήνουν περιθώρια υποκειμενικής εκτίμησης στον εξεταστή όσον αφορά την αξιολόγηση. Διακρίνονται σε διάφορα είδη:

1. Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής (multiple choice questions).
2. Ερωτήσεις διαζευκτικής απάντησης-του τύπου «Σωστό-Λάθος»
3. Ερωτήσεις Σύζευξης
4. Ερωτήσεις διάταξης
5. Ερωτήσεις συμπλήρωσης κενού
6. Μικτές ερωτήσεις αντικειμενικού τύπου

185

B. Ερωτήσεις σύντομης απάντησης

Από πολλούς παιδαγωγούς κατατάσσονται στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου. Ορισμένες όμως ερωτήσεις σύντομης απάντησης (short essay) που η απάντησή τους αναφέρεται σε κάποιο συγκεκριμένο στοιχείο ή διεργασία ή γεγονός, χωρίς να απαιτείται εκτενής έκθεση από τον εξεταζόμενο και αφού προβλεφτούν από το συντάκτη όλες οι τυχόν ισοδύναμες λύσεις έτσι ώστε να μην υπεισέρχεται ο παράγοντας υποκειμενικής αξιολόγησης, μπορούν να θεωρηθούν κλειστού τύπου.

Γ. Ανοικτές ερωτήσεις

Οι πιο χαρακτηριστικές ανοικτές ερωτήσεις περιγράφονται στον παρακάτω πίνακα:

Ερωτήσεις ανοικτής απάντησης
<i>A. Παραδοχές</i>
<i>B. Λογική τεκμηρίωση</i>
<i>Γ. Απόψεις και Επόψεις</i>
<i>Δ. Συνεπαγωγές</i>
<i>Ε. Αξιολογήσεις</i>

(Ματσαγγούρας, Στρατηγικές διδασκαλίες, Αθήνα 1998, σ.310)

4.4. Είδη ερωτήσεων στα πανεπιστημιακά βιβλία

Η ταξινόμια των Pearson και Johnson (1978) χρησιμοποιήθηκε, χρησιμοποιείται και μνημονεύεται ευρύτατα από ερευνητές, σε αξιολογες μελέτες για τη συμβολή των ερωτήσεων στη κατανόηση των κειμένων (Κουλουμπαρίτση, 2003), διότι σχεδιάστηκε με βάση τις σύγχρονες παραδοχές για την αμφίδρομη φύση της αναγνωστικής διαδικασίας. Σύμφωνα με αυτή, το νόημα του κειμένου προκύπτει από τη συνάντηση και τη συσχέτιση των πληροφοριών που εμπεριέχονται στο κείμενο με τις γενικές και ειδικές γνώσεις του αναγνώστη, που είναι οργανωμένες σε νοητικά σχήματα. Η ταξινόμια των Pearson και Johnson (1978) περιλαμβάνει τρεις κατηγορίες:

1. *Ερωτήσεις και απαντήσεις ρητά διατυπωμένες στο κείμενο(textually explicit):* Τόσο η ερώτηση, όσο και η απάντηση βρίσκονται στο κείμενο. Η μεταξύ τους σχέση δηλώνεται ρητά μέσα στο κείμενο, αφού η ερώτηση κατά κάποιον τρόπο, περιέχει και την απάντηση.
2. *Η ερώτηση απευθύνεται σε υπαινικτικά διατυπωμένη πληροφορία του κειμένου(textually implicit):* Η ερώτηση και η απάντηση προέρχονται από το κείμενο. Η μεταξύ τους σχέση δεν δηλώνεται ρητά στο κείμενο ή στην ερώτηση. Ο αναγνώστης πρέπει να ανατρέξει σε διάφορα σημεία του κειμένου και να συσχετίσει πληροφορίες, για να μπορέσει να στοιχειοθετήσει την απάντησή του.
3. *Συσχέτιση της πληροφορίας του κειμένου με τα νοητικά σχήματα του αναγνώστη (scriptally implicit):* Η ερώτηση κινείται στη θεματική του κειμένου, όμως η

απάντηση εναπόκειται, κυρίως στις εμπειρίες, στην άποψη και στην προϋπάρχουσα γνώση του αναγνώστη.(«Κουλουμπαρίτση, Α.Χ.(2003)»).

Η Taffy Raphael (1986) στηρίχτηκε στην ταξινομία των Pearson και Johnson(1978) και διαμόρφωσε δύο διακριτές κατηγορίες ΣΕΑ με δύο υποκατηγορίες στην κάθε μία.

Α. Κειμενοκεντρικές ΣΕΑ, που διακρίνονται σε «Ακριβώς εκεί» (οι ρητά διατυπωμένες) και σε «Σκέψου και Ψάξε» (Οι υπαινικτικά διατυπωμένες), και

Β. Γνωσιοκεντρικές ΣΕΑ, που διακρίνονται σε «Εσύ κι ο Συγγραφέας» (η απάντηση δεν υπάρχει στο κείμενο, αλλά για να καταλάβεις τι σου ζητάει η ερώτηση πρέπει να έχεις διαβάσει το κείμενο) και σε «Μόνος σου» (μπορείς να απαντήσεις, χωρίς καμιά αναφορά στο κείμενο). Σου ζητείται η άποψη, η εμπειρία ή οι γνώσεις που μπορεί να έχεις για το θέμα) (βλ. και Anthony και Raphael, 1996, 319. First Steps: Reading, 1997, 84-85)

Παρακάτω παρατίθεται η γνωστική διεργασία που ενεργοποιούν οι ερωτήσεις αυτές. Για την αναγνώριση της γνωστικής διεργασίας στηριχθήκαμε στις κατηγορίες ερωτήσεων που αναφέρθηκαν στο «Παραδοχές για την κατανόηση», αλλά και στις ταξινομίες του Bloom και των συνεργατών του και των Smith και Barrett. («Κουλουμπαρίτση, Α.Χ.(2003)»).

Σχέσεις Ερωτήσεων και Απαντήσεων και οι νοητικές διεργασίες που ενεργοποιούν
(με βάση το υπόδειγμα των Vacca και Vacca 1999.61)

Κειμενοκεντρικές Ερωτήσεις- Απαντήσεις:

Η απάντηση βρίσκεται στο κείμενο.

1. **«Ακριβώς εκεί/ Αυτολεξεί».** Η ερώτηση και η απάντηση διατυπώνονται με τα ίδια
2. **«Σκέψου και ψάξε».** Η απάντηση βρίσκεται στο κείμενο, αλλά σε διαφορετικά σημεία του. Γι' αυτό ο αναγνώστης πρέπει να ανατρέξει σε διάφορα σημεία και να συνδυάσει πληροφορίες προκειμένου να απαντήσει.

Γνωσιοκεντρικές Ερωτήσεις-Απαντήσεις:

Η απάντηση στηρίζεται κυρίως στα νοητικά σχήματα (γνώσεις, εμπειρίες, απόψεις) του αναγνώστη:

3. **«Εσύ και ο Συγγραφέας»:** Η απάντηση δεν υπάρχει αυτούσια στο κείμενο, αλλά για να απαντήσει ο αναγνώστης πρέπει να διαβάσει το κείμενο, ώστε να μπορεί να βοηθηθεί από την «περιρρέουσα ατμόσφαιρα», δηλαδή από το περιεχόμενο.

4. «Μόνος Σου». Για να απαντήσει στην ερώτηση ο αναγνώστης πρέπει να σκεφτεί αυτά που ήδη γνωρίζει από μόνος του. Είναι μόνος του με τις απόψεις και τις γνώσεις του. Το κείμενο δεν μπορεί να τον βοηθήσει.

Οι τέσσερις κατηγορίες της Raphael (Anthony και Raphael, 1996, 319. Vacca και Vacca, 1999, 60-63) αποτελούν την πιο πρόσφατη έκφραση της προσέγγισης που ονομάζεται «Σχέση Ερώτησης – Απάντησης» (ΣΕΑ). Η ΣΕΑ αναδεικνύει τις συσχετίσεις μεταξύ του είδους της ερώτησης, της πληροφορίας στο κείμενο και του γνωστικού κεκτημένου του αναγνώστη.

4.5.Μέθοδος ερευνητικής εργασίας

Με δεδομένους τους στόχους και τις δεξιότητες που επιδιώκει η Χημεία αλλά και με αυτά που αναφέρουν στη βιβλιογραφία οι Ματσαγγούρας, Raphael και Κουλουμπαρίτη, καταλήγουμε στην παρούσα πρόταση ταξινόμησης των ερωτήσεων στα βιβλία χημείας όσον αφορά τον παιδαγωγικό τους ρόλο αλλά και τη μορφή τους (ανοιχτές, κλειστές ερωτήσεις) που περιγράφεται με βάση τους παρακάτω πίνακες:

ΠΙΝΑΚΑΣ 37:Το εργαλείο αξιολογήσεως των ερωτήσεων

		<i>Αυτολεξεί</i>	<i>Ψάξε</i>	<i>Εσύ και ο Συγγραφέας</i>	<i>Μόνος</i>
<i>Δηλωτική Γνώση</i>	<i>Βασικό επίπεδο</i>	X	X	X	X
	<i>Ανώτερο επίπεδο</i>		X	X	X

<i>Διαδικαστική Γνώση</i>	Βασικό επίπεδο	X	X		
	Μεταγνώση	X	X	X	X
<i>Ομαδικές Εργασίες</i>		X	X	X	

Όπου «X» είναι το σημείο που συγκλίνουν οι δύο ταξινομήσεις (Ματσαγγούρα και ΣΕΑ βλ Θεωρητικό Μέρος).

Παραδείγματος χάρι οι ερωτήσεις διαδικαστικής γνώσης βασικού επιπέδου μπορούμε να είναι μόνο «Αυτολεξεί» και «Ψάξε» και όχι «Εσύ κι ο συγγραφέας» και «Μόνος». Ομοίως και για τις υπόλοιπες κατηγορίες. Όπως διακρίνεται κι από τον πίνακα που προηγείται, θα αξιολογήσουμε τις ερωτήσεις των πανεπιστημιακών βιβλίων Γενικής Χημείας βάση της ταξινόμιας του κ. Ματσαγγούρα (ερωτήσεις δηλωτικής και διαδικαστικής γνώσης, αλλά και μεταγνώσης) σε συνδυασμό με την προσέγγιση ΣΕΑ. Αυτό που πρέπει να τονιστεί είναι η ιδιαίτερη σημασία που έχει η συνεργασία των παιδιών κατά τη διδασκαλία για την επιτυχία των στόχων, αλλά και την ανάπτυξη δεξιοτήτων που επιδιώκει η Χημεία. Γι' αυτό στην μέθοδό μας θα ερευνήσουμε και το ποσοστό των ομαδικών εργασιών που δίνουν την ευκαιρία στους φοιτητές να συνεργαστούν.

Η ταξινόμηση των ερωτήσεων ανάλογα με τη μορφή τους έγινε όπως παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 38: Η κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων με βάση την μορφή των ερωτήσεων.

		<i>Βιβλίο αξιολόγησης.</i>
<i>Ερωτήσεις Αντικειμενικού κλειστού τύπου (Υπάρχει δεδομένη σωστή απάντηση)</i>	<i>*Πολλαπλής επιλογής</i> <i>*Διαζευκτικής απαντήσεις</i> <i>*Σύζευξης</i> <i>*Διάταξης</i> <i>*Συμπλήρωσης κενού</i> <i>*Σύντομης απάντησης</i>	

Ερωτήσεις ανοιχτού Τύπου (Δεν υπάρχει δεδομένη σωστή απάντηση. Για τη διαμόρφωσή της ο μαθητής επιστρατεύει ένα σύνολο από επιχειρήματα, απόψεις, αντιλήψεις)	1. Παραδοχές Δηλαδή υπονοείς ότι...ή δεν το κατάλαβα καλά; 2. Λογική τεκμηρίωση Που στηρίζεις την άποψη ότι...; 3. Απόψεις και Επόψεις Ποιο είναι το βασικό τους σκεπτικό; 4. Συνεπαγωγές Ποιος θα υποστεί τις σημαντικότερες επιδράσεις; 5. Αξιολογήσεις Ποια πηγή πληροφόρησης θεωρείται αντικειμενικότερη / αξιόπιστη και γιατί;	

Παραδείγματα ερωτήσεων στα Πανεπιστημιακά βιβλία

190

Στη συνέχεια ακολουθούν χαρακτηριστικά παραδείγματα για κάθε κατηγορία ερωτήσεως ξεχωριστά:

- 1) “Ακριβώς εκεί-Δηλωτική γνώση βασικού επιπέδου”:** Ποιος είναι ο ομοιοπολικός δεσμός ; Περιέγραψε τον με αναφορές στα μόρια H_2 και CH_4 .(Pauling).
- 2) “ Σκέψου και ψάξε” –Δηλωτική γνώση- Βασικού επιπέδου:** Προσδιόρισε τους παρακάτω όρους: a) ιοντικός δεσμός, b) ομοιοπολικός δεσμός, c) πολικός ομοιοπολικός δεσμός, d) μη πολικός ομοιοπολικός δεσμός, e) πολικά μόρια, f) μη πολικά μόρια.(Sherman).
- 3) “Σκέψου και ψάξε” –Δηλωτική γνώση- Ανωτέρου επιπέδου”:** Γιατί το νάτριο δεν σχηματίζει το ιόν Na^{2+} στις ενώσεις του;.(Lewis).
- 4)Εσύ κι ο συγγραφέας -Δηλωτική γνώση - Βασικού επιπέδου:**Ποιο από τα παρακάτω συστατικά θα περιμένατε να σχηματίσουν διαμοριακούς δεσμούς υδρογόνου στην υγρή κατάσταση; a) H_2Se , b) HCO_2H (μεθανικό οξύ), c) HI , d) ακετόνη. (Kotz).

5) “Εσύ κι ο συγγραφέας -Δηλωτική γνώση - Ανωτέρου επιπέδου”: Ποιος είναι ο μέγιστος αριθμός ομοιοπολικών δεσμών που ένα στοιχείο της δεύτερης περιόδου μπορεί να σχηματίσει; Πώς τα αντιπροσωπευτικά στοιχεία πέραν της δευτέρας περιόδου σχηματίζουν περισσότερους από τον συγκεκριμένο αριθμό ομοιοπολικών δεσμών; (Whitten).

6) “Μόνος- Δηλωτική γνώση -Ανωτέρου επιπέδου” : Το υποκατάστατο πενταμεθυλενοτρίαζόλη, $C_6H_{10}N_4$, το οποίο χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση ψυχικών ασθενειών, περιλαμβάνει έναν δακτύλιο με έξη άτομα άνθρακα και ένα άτομο αζώτου, μαζί με έναν δακτύλιο πέντε ατόμων (αυτό γίνεται, με δύο άτομα κοινά). Ο μεγάλος δακτύλιος περιλαμβάνει μια σειρά από ομάδες CH_2 . Σχεδιάσε τη συντακτική δομή για το συστατικό βασιζόμενοι στη συγκεκριμένη πληροφορία, με κάθε άτομο να συμπληρώνει την στοιβάδα του Ηλίου ή του Νέου. Πόσοι διπλοί δεσμοί υπάρχουν στο συγκεκριμένο μόριο;(Pauling).

7) “Ακριβώς εκεί- Διαδικαστική γνώση- Βασικού επιπέδου”:

Για την αντίδραση $O_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow O_{3(g)}$ $\Delta H^\circ = - 107,2 \text{ KJ}$. Υπολογίστε τη μέση ενέργεια δεσμού του O_3 .(Chang).

8)“Σκέψου και ψάξε- Διαδικαστική γνώση – Ανωτέρου επιπέδου: Γράψτε τις δομές Lewis των μορίων που εμπεριέχουν άτομα αζώτου: a) N_2O , b) N_2O_3 (ON- NO_2)(Spencer).

191

Ερωτήσεις μεταγνώσης δεν εντοπίστηκαν. Παρακάτω δίνονται κάποια παραδείγματα ερωτήσεων που αφορούν τους χημικούς δεσμούς και αξιολογούν μεταγνωστικές δεξιότητες που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν:

Μεταγνωστική “Αυτολεξεί”

Να σχεδιάσετε τις δομές Lewis των παρακάτω ενώσεων: α. PCl_5 , β. BF_3 , γ. $CHCl_3$, δ. $HCHO$. Μπορείτε να αναλύσετε το πρόβλημα σε μικρότερα βήματα; Ποια είναι τα βήματα που θα ακολουθήσετε για την λύση της άσκησης;

Μεταγνωστική “Σκέψου και ψάξε”

1. Να κατατάξετε τις παρακάτω ενώσεις κατά αυξανόμενο σημείο βρασμού α. CH_4 , β. $CH_3CH_2CH_3$, γ. $CH_3CH_2CH_2OH$, δ. Cl_2 . Για να απαντήσετε στη βασική ερώτηση, σε ποιες ερωτήσεις θα πρέπει να απαντήσετε προηγουμένως;

Μεταγνωστική “Εσύ κι ο συγγραφέας”

2. Να σχεδιάσετε τις δομές Lewis των παρακάτω ενώσεων: α. PCl_5 , β. BF_3 , γ. CHCl_3 , δ. HCHO Ποιες δυσκολίες συναντήσατε και πώς τις αντιμετωπίσατε;
3. Σκεπτόμενοι μία δικιά σας πειραματική διαδικασία να αποδείξετε εάν οι διαμοριακοί ή οι ενδομοριακοί δεσμοί διασπώνται κατά την μεταβολή της φυσικής κατάστασης μιας ουσίας. Αξιολογήστε το δικό σας σχέδιο σκέψης και εντοπίστε τα δυνατά και τα αδύνατα σημεία τόσο του πλάνου σκέψης όσο και των συμπερασμάτων που διατυπώσατε.

Μεταγνωστική "Μόνος"

4. Ποια η αποτίμηση και τα συναισθήματά σου για την προσπάθεια που κατέβαλλες;

Στον πίνακα που ακολουθεί περιγράφονται παραδείγματα ερωτήσεων κλειστού και ανοικτού τύπου:

<i>Ερωτήσεις αντικειμενικού τύπου (κλειστού τύπου)</i>	<i>*Πολλαπλής επιλογής</i> <i>Ex: Ποιο από τα επόμενα είδη περιέχει τουλάχιστον ένα άτομο που θα παραβιάζει τον κανόνα της οκτάδας; a) F-Cl, b) O-Cl-O, c) F-Xe-F, d) SO_4^{2-} (Whitten)</i> <i>*Διαζευκτικής απάντησης</i> <i>Ex: Διευκρίνησε εάν οι δεσμοί στα παρακάτω μόρια είναι ομοιοπολικοί ή ιοντικοί; a) HI, b) SrCl_2, c) CO, d) MgF_2, e) AsH_3 (Sherman)</i> <i>*Σύζευξης</i> <i>Ex: Συνδύασε τις παρακάτω ενεργειακές μεταβολές με τις δυνάμεις που αναφέρονται στη συνέχεια ενέργεια ιοντισμού, ηλεκτρονιοσυγγένεια, ενέργεια διαχωρισμού δεσμού και πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού.</i> <i>α) $\text{F}_{(\text{g})} + \text{e}^- \rightarrow \text{F}_{(\text{g})}^-$,</i> <i>β) $\text{F}_{2(\text{g})} \rightarrow 2 \text{F}_{(\text{g})}$,</i> <i>γ) $\text{Na}_{(\text{g})} \rightarrow \text{Na}_{(\text{g})}^+ + \text{e}^-$,</i> <i>δ) $2\text{Na}_{(\text{s})} + \text{F}_{2(\text{g})} \rightarrow 2\text{NaF}_{(\text{s})}$ (Chang)</i> <i>*Διάταξης</i> <i>Ex: Κατατάξτε τα παρακάτω συστατικά κατά αυξανόμενη πολικότητα δεσμού: H_2Se, H_2O, H_2S, H_2Te. (Sherman)</i> <i>*Συμπλήρωση κενού</i> <i>Ex: a) Όταν το κάθε άτομο χρησιμοποιεί δύο ηλεκτρόνια για να σχηματίσει το δεσμό, ονομάζεται ομοιοπολικός δεσμός.</i> <i>b) Όταν το κάθε άτομο χρησιμοποιεί τρία ηλεκτρόνια για να σχηματίσει το δεσμό, ονομάζεται ομοιοπολικός δεσμός.</i> <i>c) Όταν το κάθε άτομο χρησιμοποιεί ένα ηλεκτρόνιο για να σχηματίσει το δεσμό, ονομάζεται ομοιοπολικός δεσμός. (Sherman)</i> <i>*Σύντομης απάντησης</i> <i>Ex: Ονομάστε το είδος των δυνάμεων που θα αναπτυχθούν μεταξύ δύο μορίων και μεταξύ ιόντων και μορίων. (Kotz)</i> <i>Ex: Ποια είδη δυνάμεων είναι υπεύθυνα για τον σχηματισμό των χημικών δεσμών; Εξηγήστε τις διαφορές μεταξύ ιοντικού και ομοιοπολικού δεσμού. (Whitten)</i>

<i>Ανοικτού τύπου ερωτήσεις</i>	1. Παραδοχή Μία ουσία μπορεί να έχει και ομοιοπολική και ιοντική φύση ή μήπως υπάρχει κάποια παρανόηση στον ισχυρισμό αυτό; 2. Λογική τεκμηρίωση Ex: Εάν ζούσατε στην Αλάσκα ποιο από τα παρακάτω φυσικά αέρια θα αποθηκεύατε σε δοχείο έξω από το σπίτι το χειμώνα και γιατί;. Μεθάνιο (CH_4), προπάνιο (C_3H_8), ή βουτάνιο (C_4H_{10})(Chang) Ex: Πού στηρίζεται η άποψη ότι οι ενδομοριακοί δεσμοί είναι πιο ισχυροί από τους διαμοριακούς; 3. Απόψεις και επόψεις Σύντομα συζητήστε τα παρακάτω γεγονότα σε σχέση με την ηλεκτραρνητικότητα των στοιχείων: α) το 1787 ο Lavoisier δεν συμπεριέλαβε το Νάτριο, το κάλιο, το ασβέστιο και το αλουμίνιο στη λίστα του με τα γνωστά στοιχεία; β) πολλά μέταλλα μπορούν να σχηματιστούν με αντίδραση των χλωριδίων τους με, γ) τα υδρίδια του βορίου χρησιμοποιούνται για καύσιμο στην απόθεση των πυραύλων..... (Pauling) Ποιο είναι το βασικό σκεπτικό για την συνέχεια των δεσμών; 4. Συνεπαγωγή Ποια κατηγορία δεσμών, οι ενδομοριακοί ή οι διαμοριακοί, θα υποστεί τις σημαντικότερες επιδράσεις, εάν αυξηθεί η θερμοκρασία ενός διαλύματος; 5. Αξιολόγηση Ποια πηγή πληροφόρησης θεωρείτε αντικειμενικότερη / αξιόπιστη για την μελέτη των δεσμών και γιατί;

4.6.Αποτελέσματα αξιολόγησης

4.3.2. Αξιολόγηση ερωτήσεων βάσει του περιεχομένου τους.

- Peter Atkins, Loretta Jones : Chemistry (Molecules-Matter and change)**
Third Edition

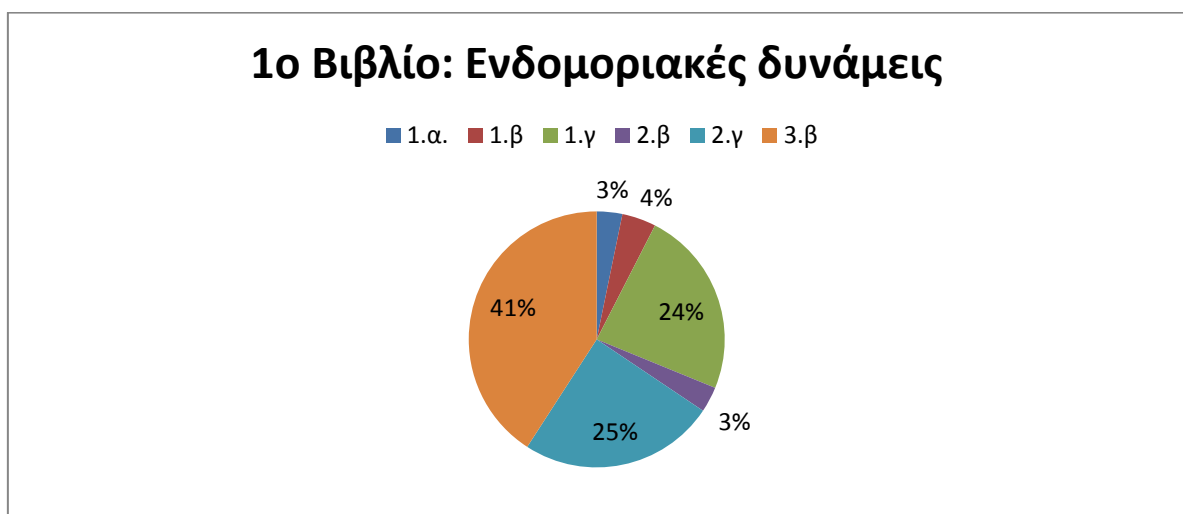
Σύνολο ερωτήσεων που αφορούν τις ενδομοριακές δυνάμεις: 93.

Πιο αναλυτικά:

ΠΙΝΑΚΑΣ 39: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο των Atkins et al.

		Αυτολεξεί	Ψάξε	Εσύ και ο Συγγραφέας	Μόνος
Δηλωτική Γνώση	Βασικό επίπεδο	3	4	22	0
	Ανώτερο επίπεδο				
			3	23	0
Διαδικαστική Γνώση	Βασικό επίπεδο	0		38	

	<i>Μεταγνώση</i>	0	0	0	0
<i>Ομαδικές Εργασίες</i>		0	0	0	



Γράφημα 28: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο των Atkins et al.



Γράφημα 29: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο των Atkins et al.

Η πλειονότητα των ερωτήσεων ήλεγχε ερωτήσεις δηλωτικής γνώσης (55) και λιγότερες ήταν εκείνες που ήλεγχαν διαγνωστική γνώση (38). Επίσης περισσότερες ήταν οι ερωτήσεις που ήλεγχαν δηλωτική γνώση βασικού επιπέδου (29) και λιγότερες δηλωτική ανωτέρου επιπέδου (26). Οι περισσότερες ερωτήσεις εντοπίστηκαν και ταξινομήθηκαν στην κατηγορία των ερωτήσεων δηλωτικής γνώσης "Εσύ κι ο συγγραφέας". Ζητούσαν από τον μαθητή να διαβάσει το κείμενο και με την βοήθειά του, να απαντήσουν σε ερωτήσεις που ήλεγχαν γνώση και κατανόηση συγκεκριμένων θεωρητικών εννοιών. Είναι χαρακτηριστικό πως μόνο τρεις ερωτήσεις αξιολογούσαν και αναζητούσαν την στείρα απομνημόνευση εννοιών και κανόνων. Επίσης εντοπίστηκαν αρκετές ερωτήσεις που ταξινομήθηκαν στην κατηγορία του ελέγχου της διαδικαστικής γνώσης βασικού επιπέδου. Οι ερωτήσεις αυτές κατά κύριο λόγο ζητούσαν από τον μαθητή να σχεδιάσει δομές Lewis, αφού πρώτα του έχει περιγράψει στη θεωρία, τα βήματα της σχεδίασης και αφού του έχει λύσει αντίστοιχα παραδείγματα. Πραγματοποιούνταν έτσι έλεγχος, του εάν ο μαθητής μπορούσε να ακολουθήσει συγκεκριμένες διαδικασίες που του δίνονταν είτε σε συγκεκριμένο σημείο είτε ανατρέχοντας σε διαφορετικά σημεία του βιβλίου.

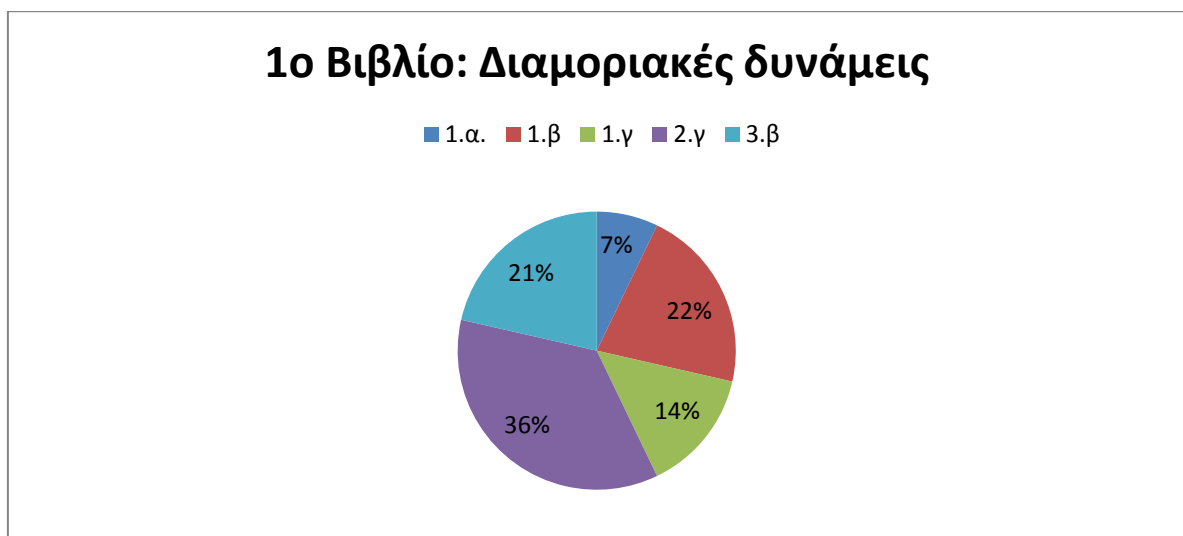
Σύνολο αριθμών που αφορούν τις διαμοριακές δυνάμεις 14.

Πιο αναλυτικά

ΠΙΝΑΚΑΣ 40: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των διαμοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο των Atkins et al.

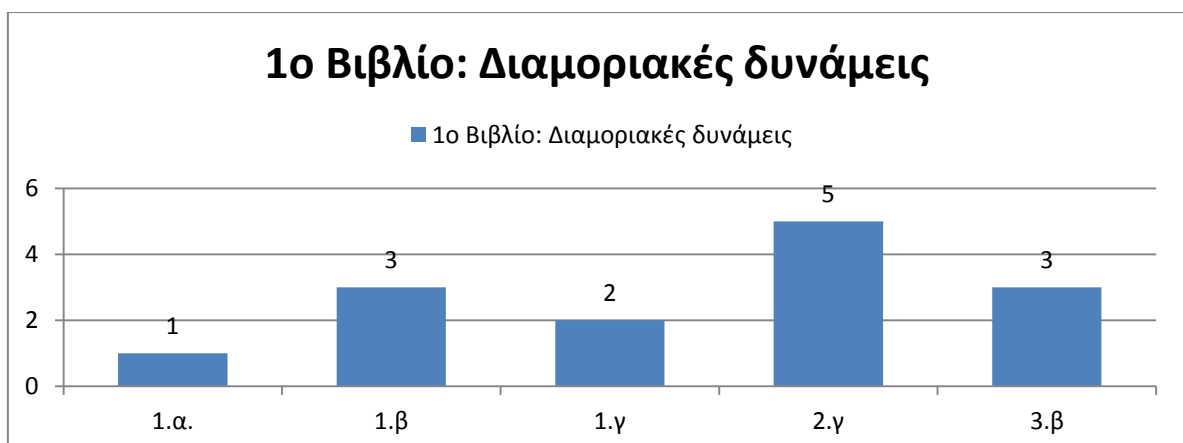
		Αυτολεξεί	Ψάξε	Εσύ και ο Συγγραφέας	Μόνος
<i>Δηλωτική Γνώση</i>	<i>Βασικό επίπεδο</i>	1	3	2	0
	<i>Ανώτερο επίπεδο</i>		0	5	0
<i>Διαδικαστική Γνώση</i>	<i>Βασικό επίπεδο</i>	0	3		
	<i>Μεταγνώση</i>	0	0	0	0

Ομαδικές Εργασίες	0	0	0



198

Γράφημα 30: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των διαμοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο των Atkins et al.



Γράφημα 31: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των διαμοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο των Atkins et al.

Οι ερωτήσεις που εντοπίστηκαν ήλεγχαν γνώση δηλωτική και κυρίως βασικού επιπέδου. Οι ερωτήσεις οι οποίες αξιολογούσαν το κατά πόσο ο μαθητής μπορεί να ακολουθήσει συγκεκριμένα βήματα για την πραγματοποίηση μιας διαδικασίας που του δίνεται, ήταν λίγες και κυρίως αφορούσαν σχεδίαση δομών Lewis.

Είναι χαρακτηριστικό πως συνολικά, οι ερωτήσεις που αφορούσαν τους ενδομοριακούς δεσμούς ήταν πολύ περισσότερες αριθμητικά, από ότι οι αντίστοιχες των διαμοριακών δεσμών.

2. Silbeberg Martin S.: Chemistry (The Molecular Nature of Matter and change) Second Edition

Σύνολο ερωτήσεων που αφορούν τις ενδομοριακές δυνάμεις 63:

Πιο αναλυτικά:

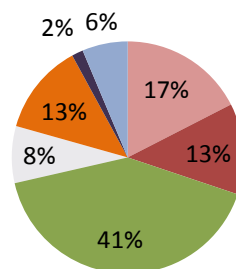
ΠΙΝΑΚΑΣ 41: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο του Silbeberg.

		Αυτολεξεί	Ψάξε	Εσύ και ο Συγγραφέας	Μόνος
Δηλωτική Γνώση	Βασικό επίπεδο	11	8	26	0
	Ανώτερο επίπεδο		5	8	0
Διαδικαστική Γνώση	Βασικό επίπεδο	1	4		
	Μεταγνώση				

		0	0	0	0
<i>Ομαδικές Εργασίες</i>		0	0	0	

2ο Βιβλίο: Ενδομοριακές δυνάμεις

1.α 1.β 1.γ 2.β 2.γ 3.α 3.β

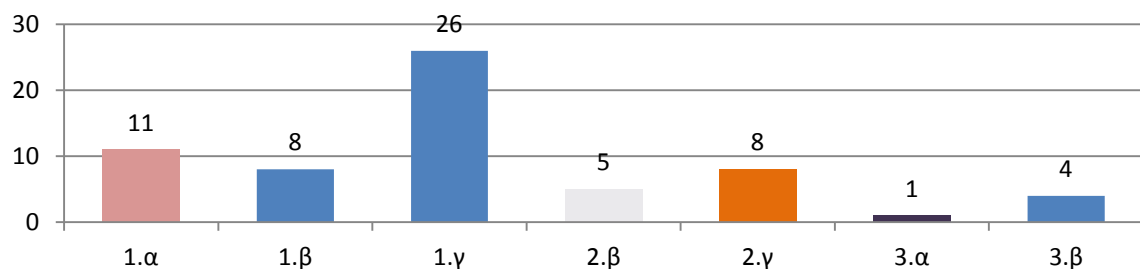


Γράφημα 32: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο του Silbeberg.

200

2ο Βιβλίο: Ενδομοριακές δυνάμεις

1.α 1.β 1.γ 2.β 2.γ 3.α 3.β



Γράφημα 33: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο του Silbeberg.

Σε αντίθεση με το βιβλίο του Atkins, στο συγκεκριμένο βιβλίο εμπεριέχονται πολύ περισσότερες ερωτήσεις που αξιολογούν δηλωτική γνώση (58), από εκείνες που αξιολογούν διαδικαστική γνώση (5). Επίσης και στις ερωτήσεις δηλωτικής γνώσης υπερτερούν αριθμητικά κατα πολύ οι ερωτήσεις βασικού επιπέδου (45), από τις αντίστοιχες ανωτέρου επιπέδου που ήταν ελάχιστες (13). Για άλλη μια φορά στις

ερωτήσεις δηλωτικής γνώσης βασικού επιπέδου υπερίσχυσαν οι ερωτήσεις “Εσύ κι ο συγγραφέας”, όπου αξιολογείται ο μαθητής στο κατά πόσο γνωρίζει τη θεωρία και μπορεί διαβάζοντας ένα κείμενο να απαντήσει χρησιμοποιώντας την γνώση αυτή.

Σύνολο ερωτήσεων που αφορούν τις διαμοριακές δυνάμεις: 26

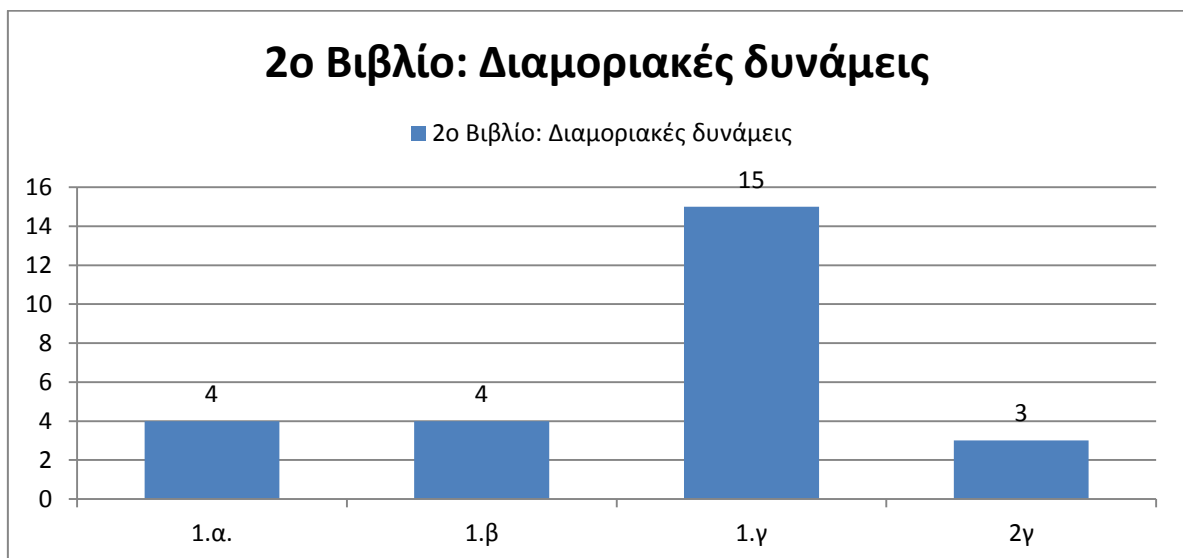
Πιο αναλυτικά:

ΠΙΝΑΚΑΣ 42: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των διαμοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο του Silbeberg.

		<i>Αυτολεξεί</i>	<i>Ψάξε</i>	<i>Εσύ και ο Συγγραφέας</i>	<i>Μόνος</i>
<i>Δηλωτική Γνώση</i>	<i>Βασικό επίπεδο</i>	4	4	15	0
	<i>Ανώτερο επίπεδο</i>		0	3	0
<i>Διαδικαστική Γνώση</i>	<i>Βασικό επίπεδο</i>	0	0		
	<i>Μεταγνώση</i>	0	0	0	0
<i>Ομαδικές Εργασίες</i>		0	0	0	



Γράφημα 34: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των διαμοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικούς ρόλο στο βιβλίο του Silbeberg.



Γράφημα 35: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των διαμοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικούς ρόλο στο βιβλίο του Silbeberg.

Οι ερωτήσεις που αφορούσαν τους διαμοριακούς δεσμούς είναι πολύ λιγότεροι αριθμητικά, όπως και στο βιβλίο του Atkins, σε σχέση με τις ερωτήσεις των ενδομοριακών δεσμών. Αυτό που παρατηρείται είναι ότι, όλες είναι ερωτήσεις που αξιολογούν δηλωτική γνώση. Πιο συγκεκριμένα εκτός από τρεις, οι υπόλοιπες αφορούν αξιολόγηση δηλωτικής γνώσης βασικού επιπέδου. Ελέγχουν δηλαδή, κατά πόσο ο μαθητής γνωρίζει συγκεκριμένα θεωρητικά στοιχεία και μόνο τρεις κατά πόσο ο μαθητής κατανοεί αυτά τα θεωρητικά στοιχεία. Σε αυτές τις ερωτήσεις δεν εντοπίστηκε ερώτηση που να αξιολογεί διαδικαστική γνώση βασικού ή ανωτέρου επιπέδου

3. Caren C. Timberlake: Chemistry (An introduction to General, Organic and Biological Chemistry) Eighth Edition.

Σύνολο ερωτήσεων που αφορούν ενδομοριακές δυνάμεις 92:

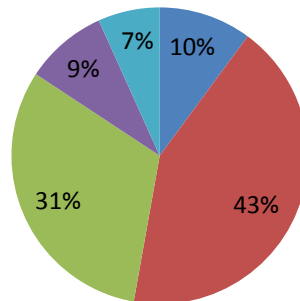
Πιο αναλυτικά:

ΠΙΝΑΚΑΣ 43:Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο του Timberlake

		<i>Αυτολεξεί</i>	<i>Ψάξε</i>	<i>Εσύ και ο Συγγραφέας</i>	<i>Μόνος</i>
<i>Δηλωτική Γνώση</i>	<i>Βασικό επίπεδο</i>	9	38	28	0
	<i>Ανώτερο επίπεδο</i>		8	6	0
<i>Διαδικαστική Γνώση</i>	<i>Βασικό επίπεδο</i>	0	3		
	<i>Μεταγνώση</i>	0	0	0	0
<i>Ομαδικές Εργασίες</i>		0	0	0	

3ο Βιβλίο: Ενδομοριακές δυνάμεις.

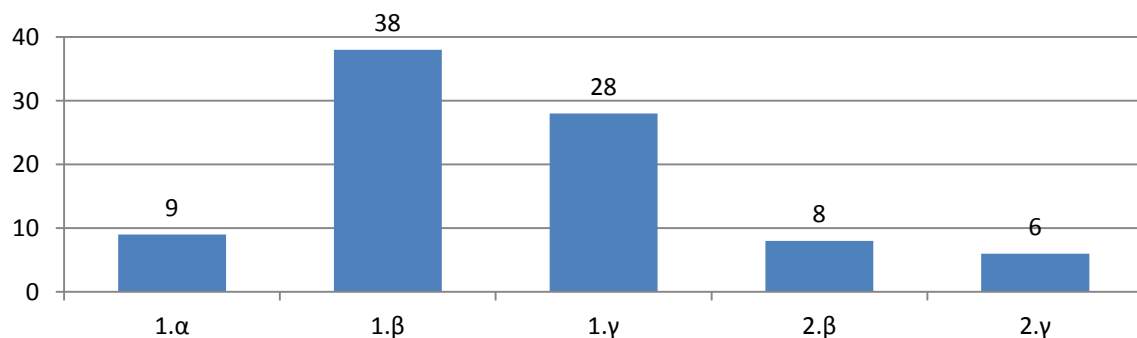
■ 1.α ■ 1.β ■ 1.γ ■ 2.β ■ 2.γ



Γράφημα 36: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικούς ρόλο στο βιβλίο του Timberlake

3ο Βιβλίο: Ενδομοριακές δυνάμεις.

■ 3ο Βιβλίο: Ενδομοριακές δυνάμεις.



Γράφημα 37: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικούς ρόλο στο βιβλίο του Timberlake

Στο συγκεκριμένο βιβλίο, εντοπίστηκε ένα σύνολο ερωτήσεων το οποίο αξιολογούσε τη δηλωτική γνώση και όχι τη διαδικαστική. Δεν βρέθηκε ούτε μία ερώτηση η οποία να ήλεγχε το κατά πόσο ο μαθητής μπορεί να ακολουθήσει τα βήματα μιας συγκεκριμένης διαδικασίας η οποία του δίνεται, πόσο μάλλον δεν αξιολογούνταν από καμία άσκηση το κατά πόσο ο μαθητής μπορούσε να εκθέσει τον τρόπο σκέψης του και να τον αξιολογήσει. Από το σύνολο των ερωτήσεων της δηλωτικής γνώσης, εκτός από επτά οι οποίες αξιολογούσαν την κατανόηση, οι υπόλοιπες ήλεγχαν το κατά πόσο ο μαθητής γνώριζε συγκεκριμένες έννοιες και κανόνες της θεωρίας.

Στο συγκεκριμένο βιβλίο δεν εμπεριέχονταν ερωτήσεις που να αφορούσαν τους διαμοριακούς δεσμούς.

4. Raymond Chang: Chemistry, Sixth Edition.

Σύνολο ερωτήσεων που αφορούν τις ενδομοριακές δυνάμεις 74.

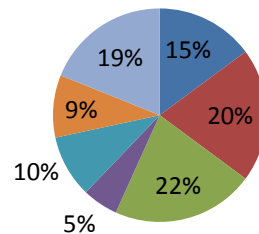
Πιο αναλυτικά:

ΠΙΝΑΚΑΣ 44: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο του Chang

		Αυτολεξεί	Ψάξε	Εσύ και ο Συγγραφέας	Μόνος
Δηλωτική Γνώση	Βασικό επίπεδο	11	15	16	0
	Ανώτερο επίπεδο		4	7	0
Διαδικαστική Γνώση	Βασικό επίπεδο	7	14		
	Μεταγνώση	0	0	0	0
Ομαδικές Εργασίες		0	0	0	

4ο Βιβλίο: Ενδομοριακές Δυνάμεις

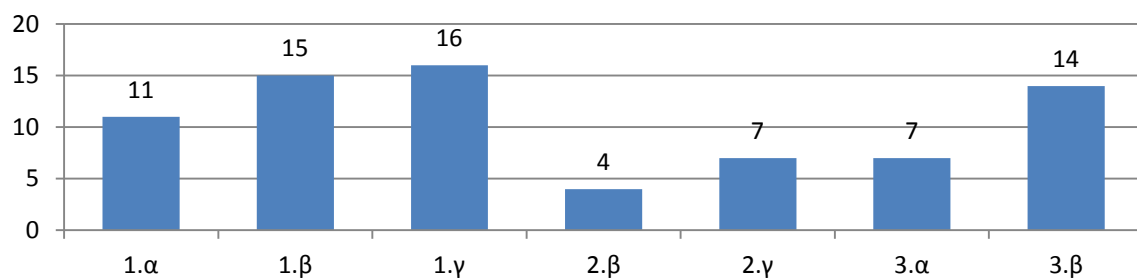
■ 1.α ■ 1.β ■ 1.γ ■ 2.β ■ 2.γ ■ 3.α ■ 3.β



Γράφημα 38: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο του Chang

4ο Βιβλίο: Ενδομοριακές Δυνάμεις

■ 4ο Βιβλίο: Ενδομοριακές Δυνάμεις



Γράφημα 39: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο του Chang

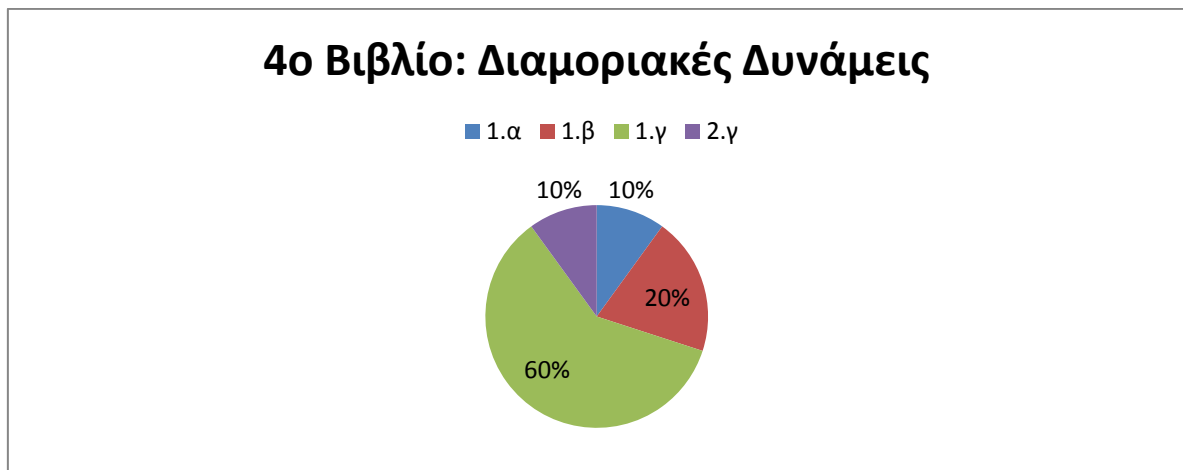
Από το σύνολο των ερωτήσεων, οι περισσότερες αφορούν αξιολόγηση δηλωτικής γνώσης (53) και μόνο δεκαεπτά είναι εκείνες που αφορούν την διαδικαστική γνώση. Στις ερωτήσεις της δηλωτικής γνώσης, υπερिशύουν αριθμητικά εκείνες που αξιολογούν τη δηλωτική γνώση βασικού επιπέδου, δηλαδή τη γνώση εννοιών και κανόνων (42), ενώ μόνο (11) είναι εκείνες που ελέγχουν την κατανόηση των θεωρητικών στοιχείων. Εντοπίστηκαν επίσης (21) ερωτήσεις οι οποίες αξιολογούσαν την διαδικαστική γνώση του μαθητή. Οι ερωτήσεις αυτές, αφορούσαν κυρίως σχεδίαση δομών Lewis συγκεκριμένων δομών. Πρέπει να τονιστεί σε αυτό το σημείο, πώς δίνονταν αναλυτικά τα βήματα σχεδίασης και λυμένα παραδείγματα για να επεξεργαστεί ο μαθητής.

Σύνολο ερωτήσεων που αφορούν τις διαμοριακές δυνάμεις 20.

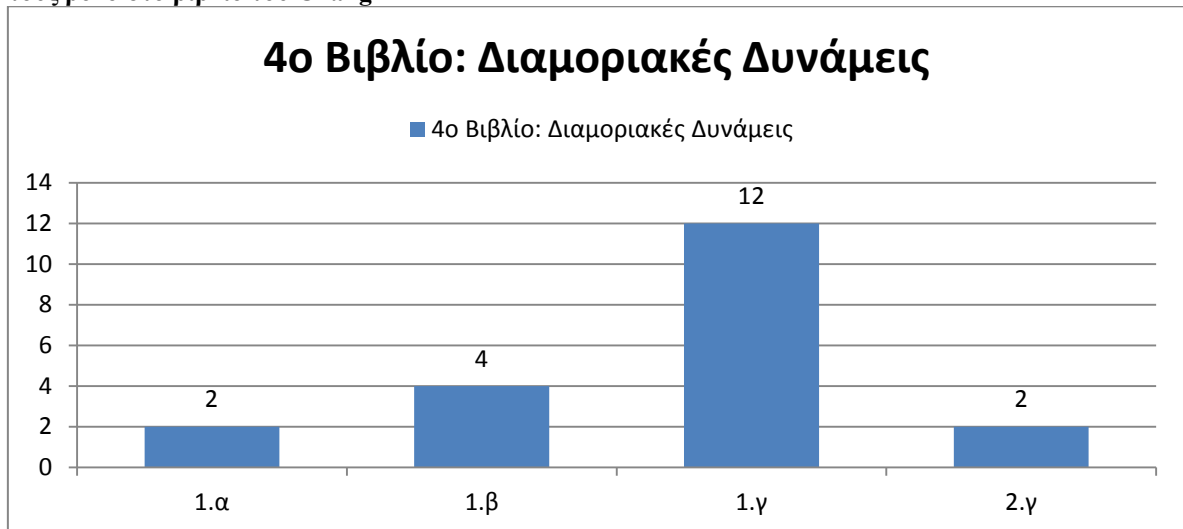
Πιο αναλυτικά:

ΠΙΝΑΚΑΣ 45:Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των διαμοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο του Chang

		Αυτολεξεί	Ψάξε	Εσύ και ο Συγγραφέας	Μόνος
Δηλωτική Γνώση	Βασικό επίπεδο	2	4	12	0
	Ανώτερο επίπεδο		0	2	0
Διαδικαστική Γνώση	Βασικό επίπεδο	0	0		
	Μεταγνώση	0	0	0	0
Ομαδικές Εργασίες		0	0	0	



Γράφημα 40: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των διαμοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο του Chang



Γράφημα 41: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των διαμοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο του Chang

Και σε αυτό το βιβλίο, οι ερωτήσεις που αφορούσαν τους διαμοριακούς δεσμούς ήταν πολύ λιγότερες. Από την επεξεργασία τους εντοπίστηκαν τα παρακάτω: όλες οι ερωτήσεις αξιολογούσαν δηλωτική γνώση και όχι διαδικαστική. Εκτός από δύο, όλες οι υπόλοιπες ήλεγχαν όχι την κατανόηση αλλά την απλή και στείρα γνώση εννοιών και κανόνων. Ανήκαν δηλαδή στις ερωτήσεις δηλωτικής γνώσης βασικού επιπέδου, από τις οποίες υπερίσχυαν οι ερωτήσεις "Εσύ και ο συγγραφέας", για την απάντησή τους οι ερώτηση δεν εντοπιζόταν αυτoύςια στο κείμενο, αλλά απαιτούνταν η γνώση αυτού, για να δοθεί..

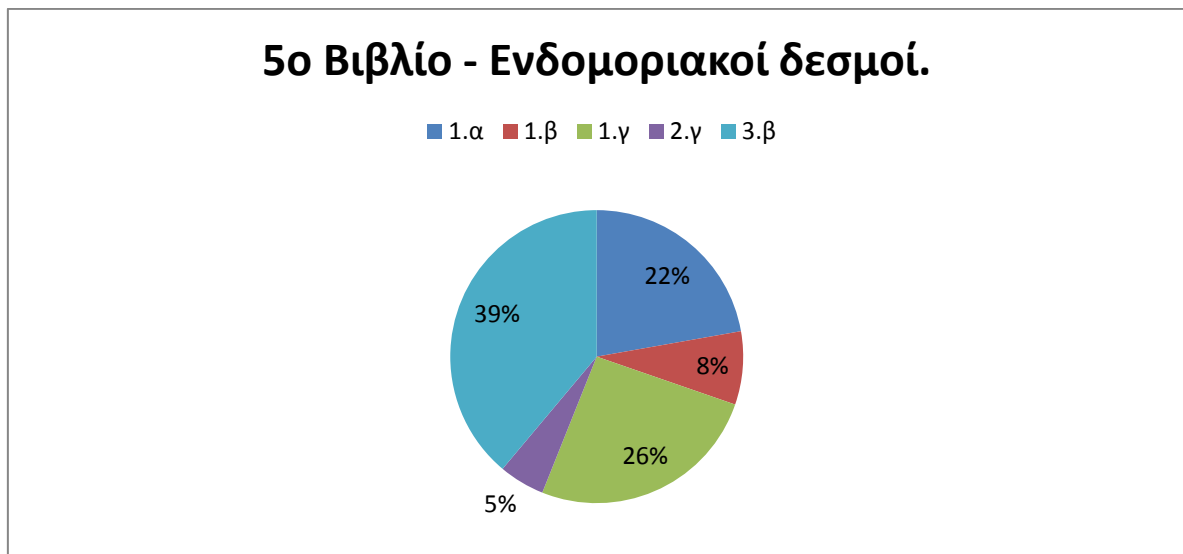
1. **Spencer. N. J, Bodner. M. G, Rickard H. L** Chemistry. Structure and Dynamics, Fourth Edition, Wiley J. & Sons, Inc

Σύνολο ερωτήσεων που αξιολογήθηκαν 210 (από αυτές οι 198 αφορούν τους ενδομοριακούς δεσμούς και οι 12 τους διαμοριακούς).

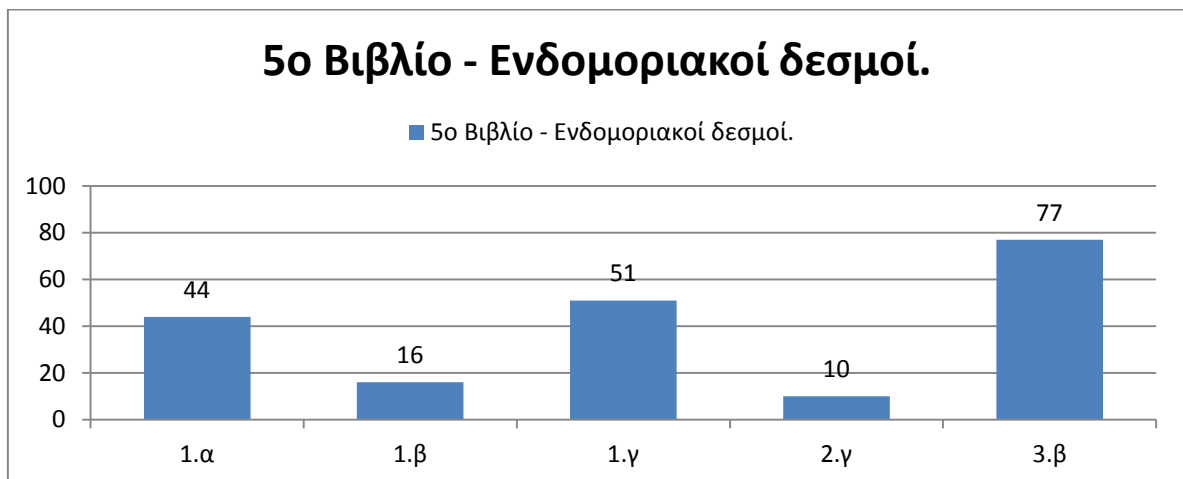
Πιο αναλυτικά για τους ενδομοριακούς δεσμούς ισχύει:

ΠΙΝΑΚΑΣ 46: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο του Spencer

		Αυτολεξεί	Ψάξε	Εσύ και ο Συγγραφέας	Μόνος
Δηλωτική Γνώση	Βασικό επίπεδο	44(17+27)	16(3+13)	51(17+34)	0
	Ανώτερο επίπεδο		0	10(6+4)	0
Διαδικαστική Γνώση	Βασικό επίπεδο	0	77(74+3)		
	Μεταγνώση	0	0	0	0
Ομαδικές Εργασίες		0	0	0	



Γράφημα 42: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο του Spencer



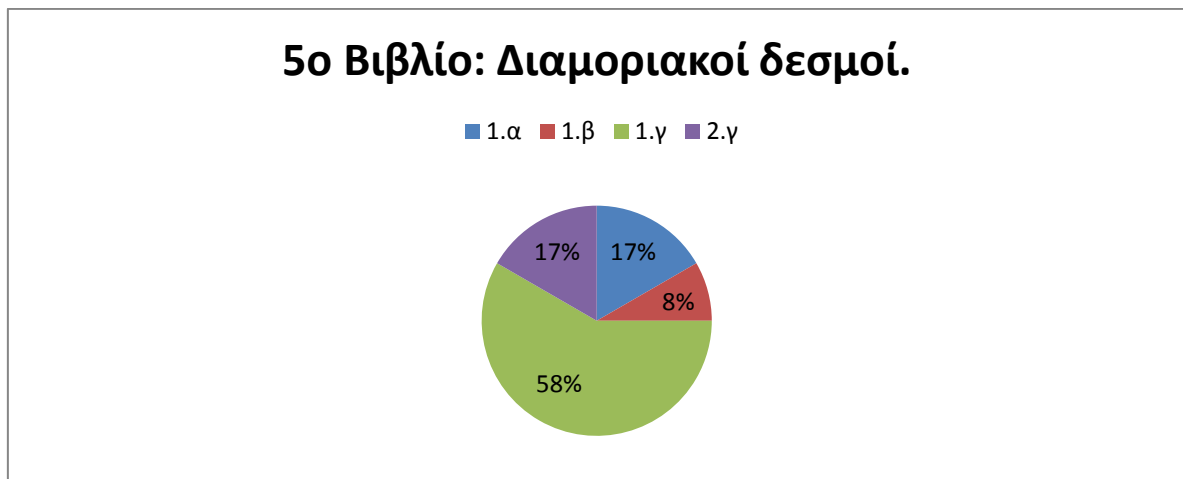
Γράφημα 43: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο του Spencer

Οι ερωτήσεις που υπερσχύουν και σε αυτό το βιβλίο, είναι εκείνες που αξιολογούν τη δηλωτική γνώση (121). Πρέπει να τονιστεί σε αυτό το σημείο, ότι αν και υπερσχύουν αριθμητικά οι ερωτήσεις δηλωτικής γνώσης, στο βιβλίο εμπεριέχονται πολλές και για τη διαδικαστική γνώση(77). Οι ερωτήσεις διαδικαστικής γνώσης κυρίως είναι ερωτήσεις σχεδίασης δομών Lewis. Τα βήματα της σχεδίασης των δομών δίνονται, όπως επίσης και λυμένα παραδείγματα τα οποία πρέπει να διαβάσει και να ακολουθήσει ο μαθητής. Είναι άξιο λόγου να αναφερθεί πώς από το σύνολο των ερωτήσεων της δηλωτικής γνώσης που είναι 121, μόνο 10 ελέγχουν την κατανόηση εννοιών και κανόνων, ενώ οι υπόλοιπες 111 αξιολογούν αν ο μαθητής γνωρίζει θεωρητικά στοιχεία.

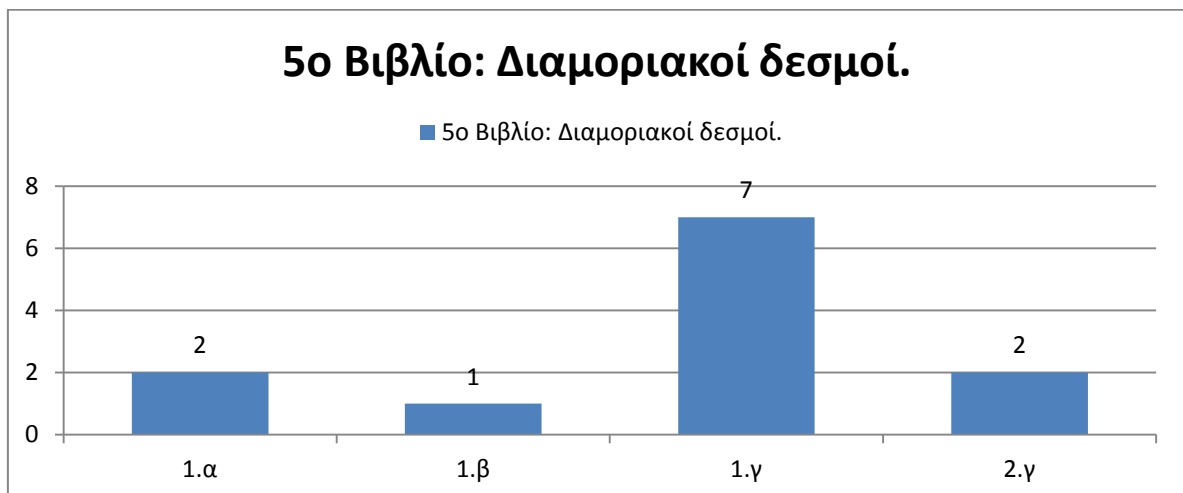
Πιο αναλυτικά για τους διαμοριακούς δεσμούς ισχύει:

ΠΙΝΑΚΑΣ 47: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των διαμοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο του Spencer

		Αυτολεξεί	Ψάξε	Εσύ και ο Συγγραφέας	Μόνος
Δηλωτική Γνώση	Βασικό επίπεδο	2	1	7	0
	Ανώτερο επίπεδο		0	2	0
Διαδικαστική Γνώση	Βασικό επίπεδο	0	0		
	Μεταγνώση	0	0	0	0
Ομαδικές Εργασίες		0	0	0	



Γράφημα 44: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των διαμοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικούς ρόλο στο βιβλίο του Spencer



Γράφημα 45: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των διαμοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικούς ρόλο στο βιβλίο του Spencer

Οι ερωτήσεις που αφορούν τους διαμοριακούς δεσμούς είναι μόνο δώδεκα (12), ελάχιστες αριθμητικά σε σχέση με τις αντίστοιχες των ενδομοριακών δεσμών. Και οι δώδεκα ερωτήσεις αξιολογούν δηλωτική γνώση και όχι διαδικαστική. Πιο συγκεκριμένα από τις 12 μόνο οι δύο ελέγχουν αν ο μαθητής κατανόησε συγκεκριμένα θεωρητικά στοιχεία, ενώ οι υπόλοιπες δέκα αξιολογούν αν ο μαθητής γνωρίζει συγκεκριμένες έννοιες και κανόνες χωρίς απαραίτητα να τις κατανοεί.

6. Kenneth W. Whitten, Raymond E. Davis, M. Larry Peck “General Chemistry”, Saunders College Publishing, Sixth edition.

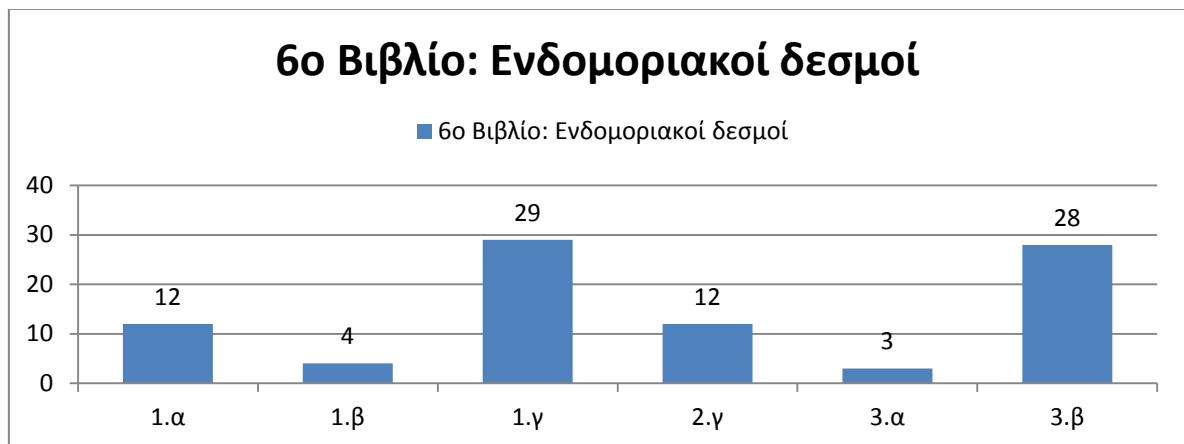
Σύνολο ερωτήσεων που αξιολογήθηκαν: 108 (από αυτές οι 88 αφορούν τους ενδομοριακούς και μόνο 20 τους διαμοριακούς δεσμούς).

Πιο αναλυτικά για τους ενδομοριακούς δεσμούς ισχύει:

ΠΙΝΑΚΑΣ 48: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο των Whitten et al.

		Αυτολεξεύει	Ψάξε	Εσύ και ο Συγγραφέας	Μόνος
Δηλωτική Γνώση	Βασικό επίπεδο	12	4	29	0
	Ανώτερο επίπεδο		0	12	0
Διαδικαστική Γνώση	Βασικό επίπεδο	3	28		
	Μεταγνώση	0	0	0	0
Ομαδικές Εργασίες		0	0	0	

Γράφημα 46: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο των Whitten et al.



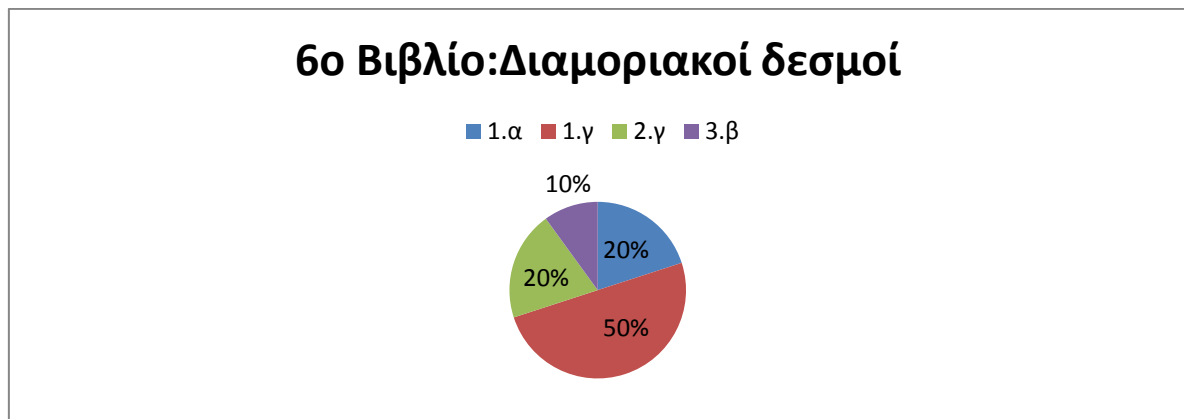
Γράφημα 47: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο των Whitten et al.

Από το σύνολο των ερωτήσεων (88), οι 57 αξιολογούν τη δηλωτική γνώση του μαθητή και οι υπόλοιπες 31 την διαδικαστική γνώση του. Από το σύνολο των ερωτήσεων δηλωτικής γνώσης, μόνο 12 αξιολογούν την κατανόηση στοιχείων της αντίστοιχης θεωρίας, ενώ οι υπόλοιπες ελέγχουν την γνώση εννοιών και κανόνων, χωρίς απαραίτητα να τους καταλαβαίνουν. Από το σύνολο των ερωτήσεων διαδικαστικής γνώσης, όλες είναι βασικού επιπέδου και αφορούν κυρίως σχεδίαση δομών Lewis. Τα βήματα της διαδικασίας σχεδίασης των δομών δίνονται σαφώς στη θεωρία.

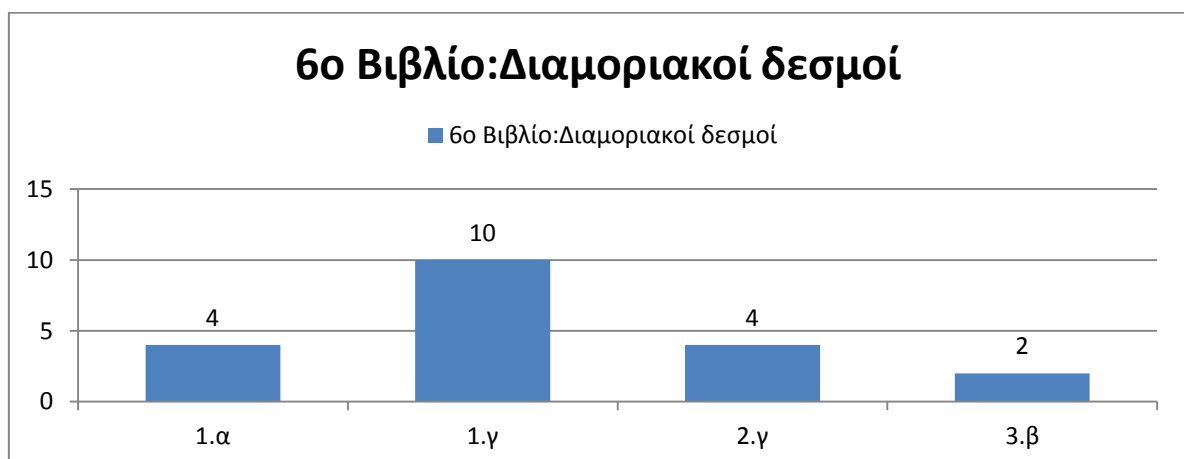
Πιο αναλυτικά για τους διαμοριακούς δεσμούς ισχύει:

ΠΙΝΑΚΑΣ 49:Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των διαμοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο των Whitten et al.

		<i>Αυτολεξεί</i>	<i>Ψάξε</i>	<i>Εσύ και ο Συγγραφέας</i>	<i>Μόνος</i>
<i>Δηλωτική Γνώση</i>	<i>Βασικό επίπεδο</i>	4	0	10	0
	<i>Ανώτερο επίπεδο</i>		0	4	0
<i>Διαδικαστική Γνώση</i>	<i>Βασικό επίπεδο</i>	0	2		
	<i>Μεταγνώση</i>	0	0	0	0
<i>Ομαδικές Εργασίες</i>		0	0	0	



Γράφημα 48: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των διαμοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο των Whitten et al.



Γράφημα 49: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των διαμοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο των Whitten et al.

άλλη μια φορά, οι ερωτήσεις που αφορούν τους διαμοριακούς δεσμούς είναι πολύ λιγότερες αριθμητικά από ότι των ενδομοριακών δεσμών. Και στους διαμοριακούς δεσμούς υπερσχύουν οι ερωτήσεις που αξιολογούν τη δηλωτική γνώση(18) . Σε αυτό το βιβλίο όμως εντοπίζονται ερωτήσεις (2), που ελέγχουν τη διαδικαστική γνώση του μαθητή. Οι δύο αυτές ερωτήσεις αφορούν τη σχεδίαση δομών Lewis συγκεκριμένων μορίων. Στις ερωτήσεις δηλωτικής γνώσης, υπερσχύουν εκείνες που αξιολογούν αν ο μαθητής γνωρίζει θεωρητικά στοιχεία (14) και μόνο 4 εάν κατανοεί αυτά που διαβάζει στη θεωρία.

8. R. Lewis & W. Evans “Chemistry” Macmillan Foundation

Σύνολο ερωτήσεων που αξιολογήθηκαν: 20 (από αυτές οι 13 αφορούν τους ενδομοριακούς και μόνο 7 τους διαμοριακούς δεσμούς).

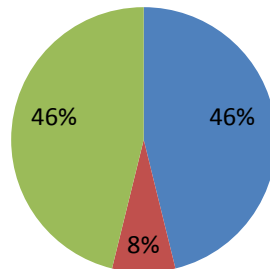
Πιο αναλυτικά για τους ενδομοριακούς δεσμούς ισχύει:

ΠΙΝΑΚΑΣ 50: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο των Lewis et al.

		Αυτολεξεί	Ψάξε	Εσύ και ο Συγγραφέας	Μόνος
<i>Δηλωτική Γνώση</i>	<i>Βασικό επίπεδο</i>	0	0	6	0
	<i>Ανώτερο επίπεδο</i>		1	0	0
<i>Διαδικαστική Γνώση</i>	<i>Βασικό επίπεδο</i>	0	6		0
	<i>Μεταγνώση</i>	0	0	0	0
<i>Ομαδικές Εργασίες</i>		0	0	0	

8ο Βιβλίο: Ενδομοριακοί δεσμοί

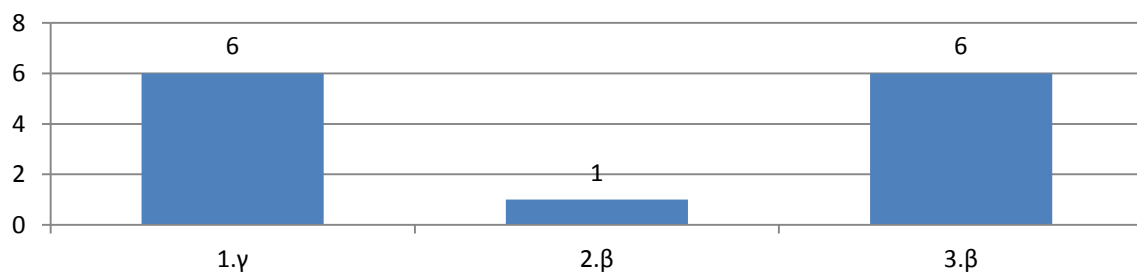
■ 1.γ ■ 2.β ■ 3.β



Γράφημα 50: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο των Lewis et al.

8ο Βιβλίο: Ενδομοριακοί δεσμοί

■ 6ο Βιβλίο: Ενδομοριακοί δεσμοί



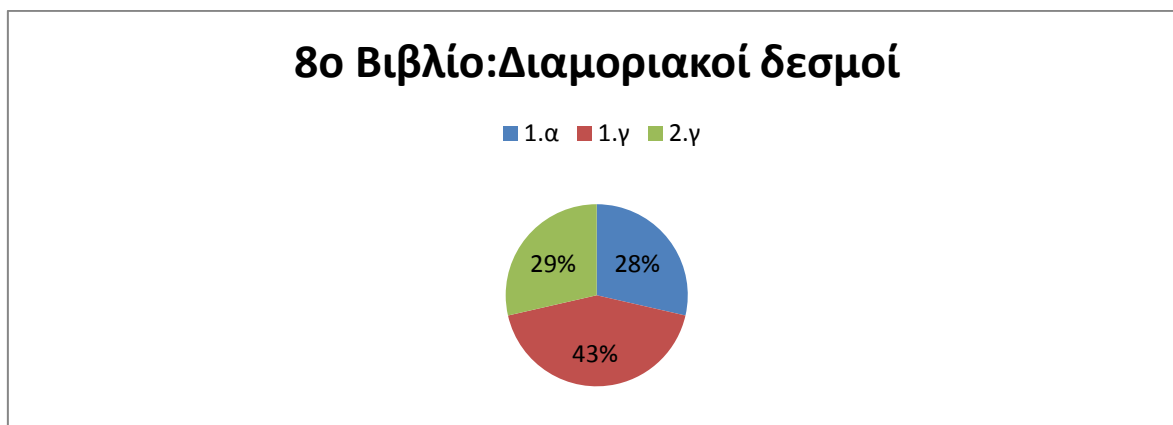
Γράφημα 51: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο των Lewis et al.

Στο συγκεκριμένο βιβλίο εντοπίζονται 7 ερωτήσεις οι οποίες αξιολογούν την δηλωτική γνώση και 6 που αξιολογούν την διαδικαστική γνώση. Από τις επτά της δηλωτικής, οι έξι ελέγχουν την γνώση συγκεκριμένων στοιχείων της θεωρίας και μόνο μία αξιολογεί την κατανόηση του φοιτητή. Οι ερωτήσεις διαδικαστικής γνώσης όπως και οι αντίστοιχες ερωτήσεις των υπολοίπων βιβλίων κυρίως αφορούν διαδικασίες σχεδιασμού δομών Lewis και όχι ερωτήσεις που αφορούν την πραγματοποίηση μιας πειραματικής διαδικασίας. Στο συγκεκριμένο βιβλίο δεν εντοπίστηκαν ερωτήσεις που να αξιολογούν μεταγνωστικές διεργασίες ή ερωτήσεις που να ζητούν ομαδική εργασία από τους φοιτητές.

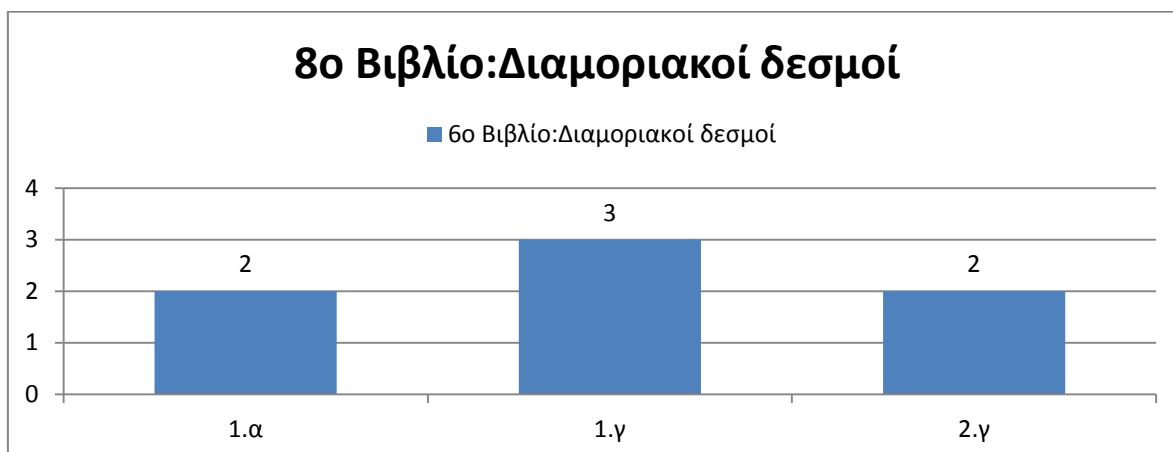
Πιο αναλυτικά για τους διαμοριακούς δεσμούς ισχύει:

ΠΙΝΑΚΑΣ 51: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των διαμοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο των Lewis et al.

		<i>Αυτολεξεί</i>	<i>Ψάξε</i>	<i>Εσύ και ο Συγγραφέας</i>	<i>Μόνος</i>
<i>Δηλωτική Γνώση</i>	<i>Βασικό επίπεδο</i>	2	0	3	0
	<i>Ανώτερο επίπεδο</i>		0	2	0
<i>Διαδικαστική Γνώση</i>	<i>Βασικό επίπεδο</i>	0	0		
	<i>Μεταγνώση</i>	0	0	0	0
<i>Ομαδικές Εργασίες</i>		0	0	0	



Γράφημα 52: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των διαμοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο των Lewis et al.



Γράφημα 53: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των διαμοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο των Lewis et al.

Στην περίπτωση των ερωτήσεων των διαμοριακών δεσμών οι ερωτήσεις που εντοπίστηκαν ήταν όλες κι όλες επτά και όλες ελέγχουν τη δηλωτική γνώση. Πιο συγκεκριμένα από τις επτά, οι πέντε αξιολογούν τη γνώση στοιχείων της θεωρίας και μόνο δύο την κατανόηση αυτής. Δεν εντοπίστηκαν ερωτήσεις διαδικαστικής γνώσης, είτε βασικού επιπέδου είτε μεταγνωστικής φύσης, αλλά επίσης δεν βρέθηκαν ομαδικές ερωτήσεις.

14. Alan Sherman & Sharon Sherman. “Chemistry and our changing world”.

Σύνολο ερωτήσεων που αξιολογήθηκαν: 17 (από αυτές όλες αφορούν τους ενδομοριακούς).

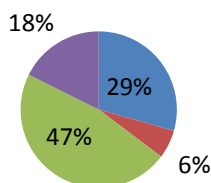
Πιο αναλυτικά για τους ενδομοριακούς δεσμούς ισχύει:

ΠΙΝΑΚΑΣ 52:Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο των Sherman et al.

		<i>Αυτολεξεί</i>	<i>Ψάξε</i>	<i>Εσύ και ο Συγγραφέας</i>	<i>Μόνος</i>
<i>Δηλωτική Γνώση</i>	<i>Βασικό επίπεδο</i>	5	1	8	0
	<i>Ανώτερο επίπεδο</i>		0	0	0
<i>Διαδικαστική Γνώση</i>	<i>Βασικό επίπεδο</i>	0	3		0
	<i>Μεταγνώση</i>	0	0	0	0
<i>Ομαδικές Εργασίες</i>			0	0	0

14ο Βιβλίο: Ενδομοριακοί δεσμοί

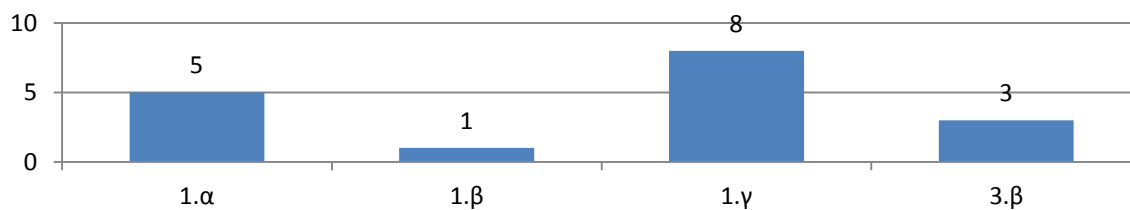
■ 1.α ■ 1.β ■ 1.γ ■ 3.β



Γράφημα 54: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο των Sherman et al.

14ο Βιβλίο: Ενδομοριακοί δεσμοί

■ 6ο Βιβλίο: Ενδομοριακοί δεσμοί



Γράφημα 55: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο των Sherman et al.

Στο σύγγραμμα αυτό εντοπίστηκαν 17 ερωτήσεις που αφορούσαν τους χημικούς δεσμούς και ποιο συγκεκριμένα τους ενδομοριακούς δεσμούς. Από αυτές οι 14 αξιολογούν τη δηλωτική γνώση και μόνο οι τρεις την διαδικαστική γνώση. Από τις ερωτήσεις της δηλωτικής γνώσης όλες ελέγχουν την γνώση και όχι απαραίτητα την κατανόηση της θεωρίας που διδάσκεται στο βιβλίο. Επίσης από τις ερωτήσεις διαδικαστικής γνώσης καμία δεν αφορούσε μεταγνωστικές δεξιότητες, αλλά απλή εφαρμογή συγκεκριμένων διαδικασιών που περιγράφονται στο βιβλίο, όπως η σχεδίαση δομών Lewis. Και σε αυτό βιβλίο δεν εντοπίστηκαν ερωτήσεις που να ζητούν πραγματοποίηση πειραματικής διαδικασίας ή ομαδικές ερωτήσεις.

15. Pauling Linus and Pauling Peter : “Chemistry”W. H. Freeman and company, San Francisco

Σύνολο ερωτήσεων που αξιολογήθηκαν: 45 (από αυτές οι 41 αφορούν τους ενδομοριακούς και μόνο 4 τους διαμοριακούς δεσμούς).

Πιο αναλυτικά για τους ενδομοριακούς δεσμούς ισχύει:

224

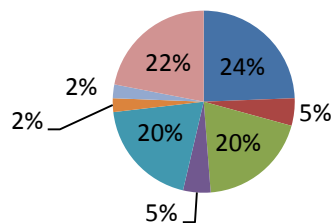
ΠΙΝΑΚΑΣ 53: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο των Pauling et al.

		Αυτολεξεί	Ψάξε	Εσύ και ο Συγγραφέας	Μόνος
Δηλωτική Γνώση	Βασικό επίπεδο	10	2	8	0
	Ανώτερο επίπεδο		2	8	1

<i>Διαδικαστική Γνώση</i>	Βασικό επίπεδο	1	9		
	Μεταγνώση	0	0	0	0
<i>Ομαδικές Εργασίες</i>			0	0	0

15ο Βιβλίο: Ενδομοριακοί δεσμοί

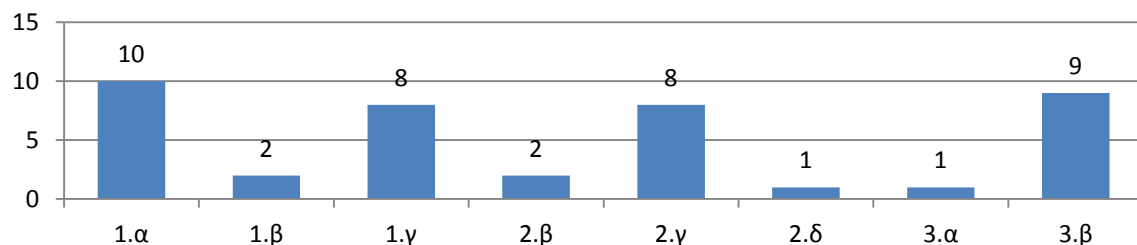
■ 1.α ■ 1.β ■ 1.γ ■ 2.β ■ 2.γ ■ 2.δ ■ 3.α ■ 3.β



Γράφημα 56: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο των Pauling et al.

15ο Βιβλίο: Ενδομοριακοί δεσμοί

■ Ενδομοριακοί δεσμοί



Γράφημα 57: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο των Pauling et al.

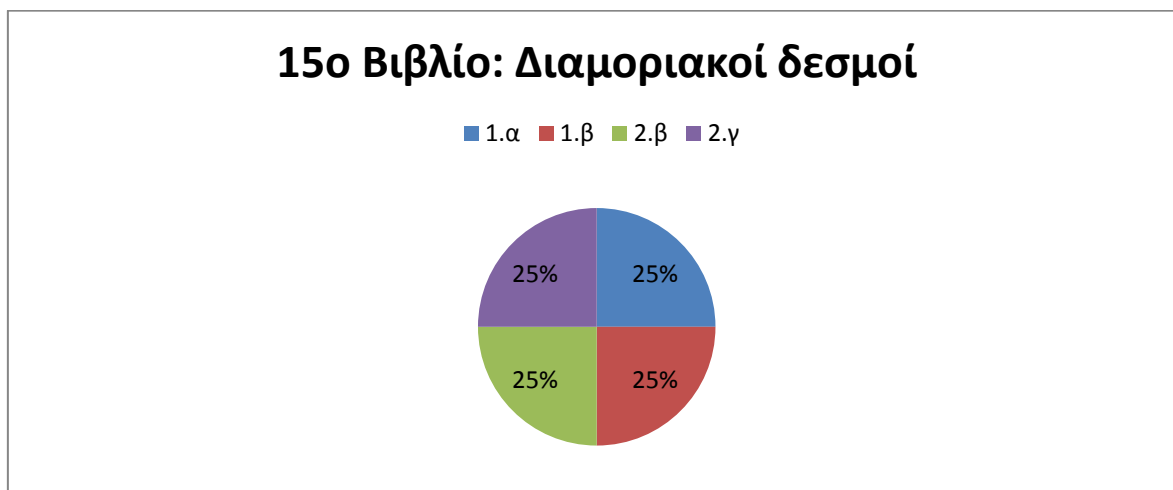
Από τις 41 ερωτήσεις που αφορούσαν τους ενδομοριακούς δεσμούς στο συγκεκριμένο βιβλίο οι 31 αξιολογούσαν τη δηλωτική γνώση του μαθητή και μόνο 10 τη διαδικαστική γνώση του. Από τις ερωτήσεις δηλωτικής γνώσης οι 20 ήλεγχαν την γνώση θεωρητικών εννοιών ενώ οι υπόλοιπες 10 την κατανόηση αυτών. Οι 10 ερωτήσεις διαδικαστικής γνώσης ήταν βασικού επιπέδου και κυρίως ήλεγχαν το εάν ο φοιτητής μπορούσε να σχεδιάσει συγκεκριμένες δομές Lewis. Δεν βρέθηκαν ομαδικές ή μεταγνωστικές ερωτήσεις.

Για τους διαμοριακούς δεσμούς πιο αναλυτικά ισχύουν τα παρακάτω:

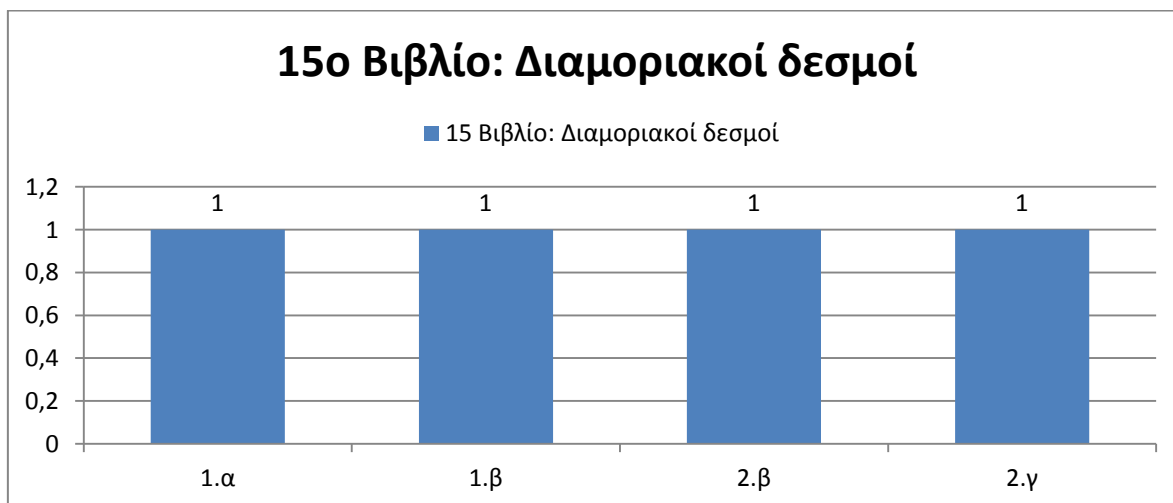
ΠΙΝΑΚΑΣ 54: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των διαμοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο των Pauling et al.

		<i>Αυτολεξεί</i>	<i>Ψάξε</i>	<i>Εσύ και ο Συγγραφέας</i>	<i>Μόνος</i>
<i>Δηλωτική Γνώση</i>	<i>Βασικό επίπεδο</i>	1	1	0	0
	<i>Ανώτερο επίπεδο</i>		1	1	0
<i>Διαδικαστική Γνώση</i>	<i>Βασικό επίπεδο</i>	0	0		

	Μεταγνώση	0	0	0	0
Ομαδικές Εργασίες			0	0	0



Γράφημα 58: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των διαμοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικούς ρόλο στο βιβλίο των Pauling et al.



Γράφημα 59: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των διαμοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικούς ρόλο στο βιβλίο των Pauling et al.

Και οι 4 ερωτήσεις αξιολογούσαν δηλωτική γνώση είτε βασικού επιπέδου (2) είτε ανωτέρου επιπέδου (2). Δεν βρέθηκαν ερωτήσεις διαδικαστικής γνώσης ή ομαδικές ερωτήσεις.

16. Kotz C. John, Treichel Paul, J : Chemistry & Chemical reactivity

Σύνολο ερωτήσεων που αξιολογήθηκαν: 133 (από αυτές οι 109 αφορούν τους ενδομοριακούς και μόνο 24 τους διαμοριακούς δεσμούς).

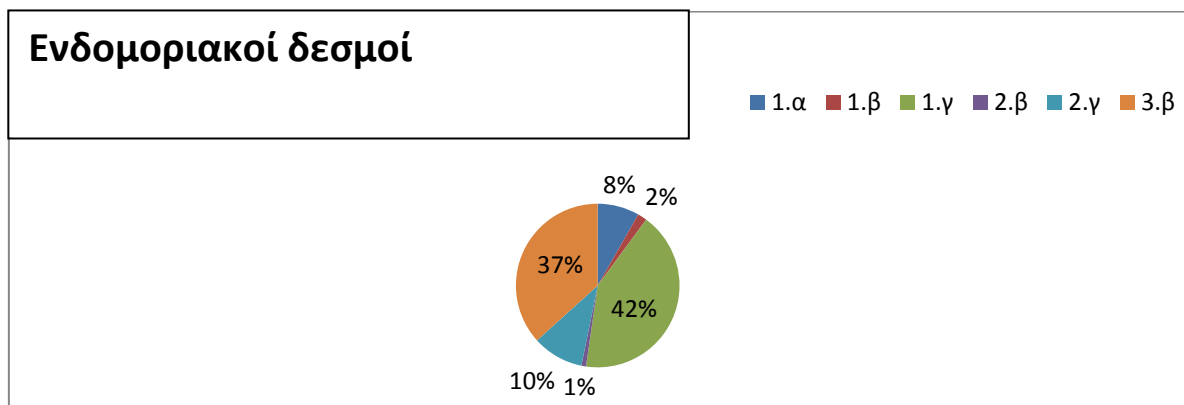
Πιο αναλυτικά για τους ενδομοριακούς δεσμούς ισχύει:

228

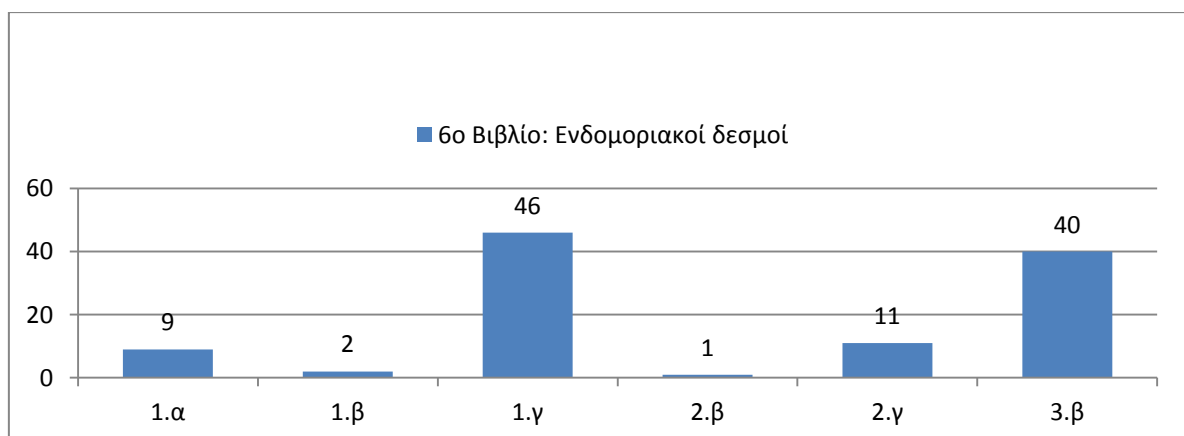
ΠΙΝΑΚΑΣ 55: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο των Kotz et al.

		Αυτολεξεί	Ψάξε	Εσύ και ο Συγγραφέας	Μόνος
Δηλωτική Γνώση	Βασικό επίπεδο	9	2	46	0
	Ανώτερο επίπεδο		1	11	0

Διαδικαστική Γνώση	Βασικό επίπεδο	0	40	0
	Μεταγνώση	0	0	0
Ομαδικές Εργασίες		0	0	0



Γράφημα 60: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο των Kotz et al.



Γράφημα 61: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο των Kotz et al.

Οι ερωτήσεις που αφορούν τους ενδομοριακούς δεσμούς είναι 109 . Από αυτές μόνο οι 40 ελέγχουν διαδικαστική γνώση ενώ οι υπόλοιπες ελέγχουν δηλωτική γνώση. Πιο συγκεκριμένα από τις 69 ερωτήσεις της δηλωτικής γνώσης οι περισσότερες αξιολογούν την γνώση της θεωρίας και μόνο δώδεκα από αυτές την κατανόηση από τους φοιτητές θεωρητικών στοιχείων που παρουσιάζονται στο βιβλίο. Από τις ερωτήσεις δηλωτικής γνώσης βασικού επιπέδου θα πρέπει να υπογραμμιστεί ότι οι περισσότερες ανήκαν στην κατηγορία εσύ κι ο συγγραφέας, δηλαδή ο φοιτητής έπρεπε να γνωρίζει την θεωρία αλλά απαντήσει χωρίς να εντοπίζει την απάντησή του στο κείμενο. Επίσης εντοπίστηκε μικρός αν και όχι αμελητέος (11) αριθμός ερωτήσεων που ήλεγχαν την απομνημόνευση εννοιών και κανόνων από τον φοιτητή. Δεν εντοπίστηκαν μεταγνωστικές ερωτήσεις ούτε ομαδικές ερωτήσεις.

Πιο αναλυτικά για τους διαμοριακούς δεσμούς ισχύει:

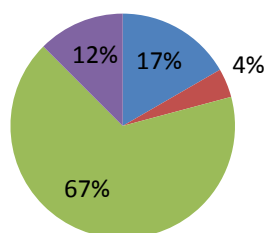
ΠΙΝΑΚΑΣ 56:Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των διαμοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο των Kotz et al.

		Αυτολεξεί	Ψάξε	Εσύ και ο Συγγραφέας	Μόνος
Δηλωτική Γνώση	Βασικό επίπεδο	4	1	16	0
	Ανώτερο επίπεδο		0	3	0
Διαδικαστική Γνώση	Βασικό επίπεδο	0	0		

	<i>Μεταγνώση</i>	0	0	0	0
<i>Ομαδικές Εργασίες</i>		0	0	0	

16ο Βιβλίο: Διαμοριακοί δεσμοί

■ 1.α ■ 1.β ■ 1.γ ■ 2.γ

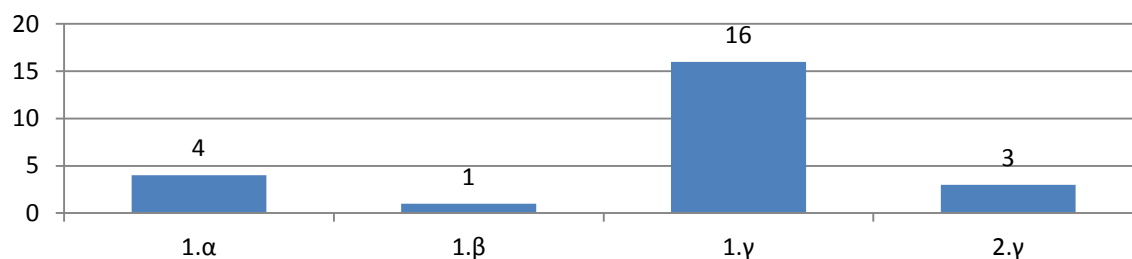


231

Γράφημα 62: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των διαμοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο των Kotz et al.:

16ο Βιβλίο: Διαμοριακοί δεσμοί

■ 6ο Βιβλίο: Διαμοριακοί δεσμοί



Γράφημα 63: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των διαμοριακών δεσμών με βάση των παιδαγωγικό τους ρόλο στο βιβλίο των Kotz et al.:

Οι 24 ερωτήσεις που αφορούσαν τους διαμοριακούς δεσμούς αξιολογούσαν μόνο τη δηλωτική γνώση του φοιτητή και όχι τη διαδικαστική γνώση. Ποιο συγκεκριμένα 21 από τις 24 ερωτήσεις ήλεγχαν τη γνώση της θεωρίας και μόνο τρεις την κατανόησή τους. Πέντε ήταν οι ερωτήσεις από το σύνολο που αξιολογούσαν την απομνημόνευση στοιχείων της θεωρίας.

4.3.3. Αξιολόγηση ερωτήσεων βάση της μορφής τους.

1. Peter Atkins, Loretta Jones : Chemistry (Molecules-Matter and change) Third Edition

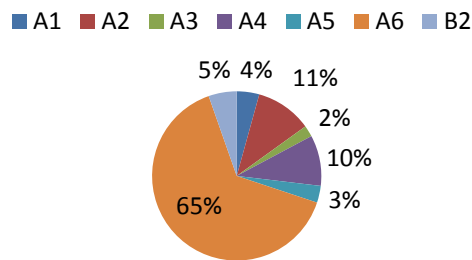
Σύνολο ερωτήσεων που αξιολογήθηκαν 104 (93 για τους ενδομοριακούς και 11 για τους διαμοριακούς δεσμούς).

Πιο αναλυτικά για τους ενδομοριακούς δεσμούς:

ΠΙΝΑΚΑΣ 57: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση την μορφή τους στο βιβλίο των Atkins et al.:

Ερωτήσεις Αντικειμενικού κλειστού τύπου (Α)	1. Πολλαπλής επιλογής.....4 2. Διαζευκτικής απαντήσεις 10 3. Σύζευξης.....2 4. Διάταξης.....9 5. Συμπλήρωσης κενού.....3 6. Σύντομης απάντησης.....60
Ερωτήσεις ανοιχτού Τύπου (Β)	1. Παραδοχές.....0 2. Λογική τεκμηρίωση.....5 3. Απόψεις και Επόψεις.....0 4. Συνεπαγωγές.....0 5. Αξιολογήσεις.....0

1ο Βιβλίο: Ενδομοριακοί δεσμοί.



Γράφημα 64: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση την μορφή τους στο βιβλίο των Atkins et al.:

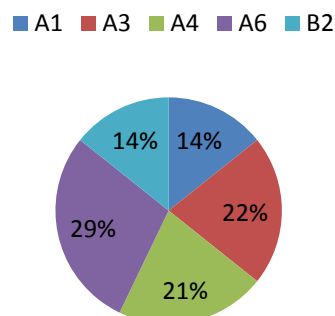
Για τους διαμοριακούς δεσμούς:

ΠΙΝΑΚΑΣ 58: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των διαμοριακών δεσμών με βάση την μορφή τους στο βιβλίο των Atkins et al.:

<i>Ερωτήσεις Αντικειμενικού κλειστού τύπου (A)</i>	1. Πολλαπλής επιλογής.....2 2. Διαζευκτικής απαντήσεων 0 3. Σύζευξης.....3 4. Διάταξης.....3 5. Συμπλήρωσης κενού.....0 6. Σύντομης απάντησης.....4
<i>Ερωτήσεις ανοιχτού Τύπου (B)</i>	1. Παραδοχές.....0 2. Λογική τεκμηρίωση.....2 3. Απόψεις και Επόψεις.....0 4. Συνεπαγωγές.....0 5. Αξιολογήσεις.....0

233

1ο Βιβλίο: Διαμοριακοί δεσμοί



Γράφημα 64: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των διαμοριακών δεσμών με βάση την μορφή τους στο βιβλίο των Atkins et al.:

Οι περισσότερες ερωτήσεις στο βιβλίο του Atkins είναι αντικειμενικού κλειστού τύπου, ενώ οι ερωτήσεις ανοικτού τύπου είναι ελάχιστες. Από το σύνολο των κλειστών ερωτήσεων όσον αφορά τους ενδομοριακούς δεσμούς, εντοπίζονται παραδείγματα όλων των κατηγοριών αλλά κυρίως είναι ερωτήσεις σύντομης απάντησης. Από τις ανοικτές ερωτήσεις, μόνο ένα είδος αυτών υπάρχει, αυτό της λογικής τεκμηρίωσης. Στην περίπτωση των διαμοριακών δεσμών δεν εντοπίζονται όλα τα είδη των κλειστών ερωτήσεων και φυσικά μόνο λογικής τεκμηρίωσης ανοικτού τύπου.

**2. Silbeberg Martin S.: Chemistry (The Molecular Nature of Matter and change)
Second Edition**

Σύνολο ερωτήσεων που αξιολογήθηκαν: 89 (63 για τους ενδομοριακούς και 26 για τους διαμοριακούς δεσμούς).

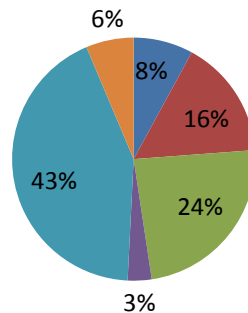
Πιο αναλυτικά για τους ενδομοριακούς δεσμούς:

ΠΙΝΑΚΑΣ 59: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση την μορφή τους στο βιβλίο του Silbeberg.:

<i>Ερωτήσεις Αντικειμενικού κλειστού τύπου (Α)</i>	1. Πολλαπλής επιλογής.....5 2. Διαζευκτικής απαντήσεις 0 3. Σύζευξης.....10 4. Διάταξης.....15 5. Συμπλήρωσης κενού.....2 6. Σύντομης απάντησης.....27
<i>Ερωτήσεις ανοικτού Τύπου (Β)</i>	1. Παραδοχές.....0 2. Λογική τεκμηρίωση.....4 3. Απόψεις και Επόψεις.....0 4. Συνεπαγωγές.....0 5. Αξιολογήσεις.....0

2ο Βιβλίο: Ενδομοριακοί δεσμοί.

■ A1 ■ A3 ■ A4 ■ A5 ■ A6 ■ B2



Γράφημα 65: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση την μορφή τους στο βιβλίο του Silbeberg.:

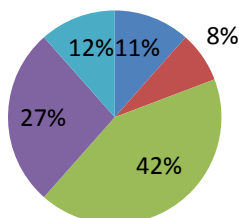
Για τους διαμοριακούς δεσμούς:

ΠΙΝΑΚΑΣ 60: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των διαμοριακών δεσμών με βάση την μορφή τους στο βιβλίο του Silbeberg.:

Ερωτήσεις Αντικειμενικού κλειστού τύπου (Α)	1. Πολλαπλής επιλογής.....3 2. Διαζευκτικής απαντήσεις 0 3. Σύζευξης.....2 4. Διάταξης.....11 5. Συμπλήρωσης κενού.....0 6. Σύντομης απάντησης.....7
Ερωτήσεις ανοιχτού Τύπου (Β)	1. Παραδοχές.....0 2. Λογική τεκμηρίωση.....3 3. Απόψεις και Επόψεις.....0 4. Συνεπαγωγές.....0 5. Αξιολογήσεις.....0

2ο Βιβλίο: Διαμοριακοί δεσμοί.

■ A1 ■ A3 ■ A4 ■ A6 ■ B2



Γράφημα 66: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των διαμοριακών δεσμών με βάση την μορφή τους στο βιβλίο του Silbeberg.:

Ομοίως και σε αυτό το βιβλίο, οι περισσότερες ερωτήσεις ήταν κλειστού τύπου. Για τους ενδομοριακούς δεσμούς εντοπίστηκαν σχεδόν όλες οι κατηγορίες των κλειστών ερωτήσεων εκτός από της διαζευκτικής απάντησης. Από τις ανοικτές ερωτήσεις βρέθηκαν μόνο ερωτήσεις λογικής τεκμηρίωσης. Για τους διαμοριακούς δεσμούς ισχύει η ίδια εικόνα, μόνο που δεν υπάρχει η ίδια ποικιλία κατηγοριών ερωτήσεων κλειστού τύπου.

236

3. Caren C. Timberlake: Chemistry (An introduction to General, Organic and Biological Chemistry) Eighth Edition.

Σύνολο ερωτήσεων που αξιολογήθηκαν 92 (92 για τους ενδομοριακούς δεσμούς).

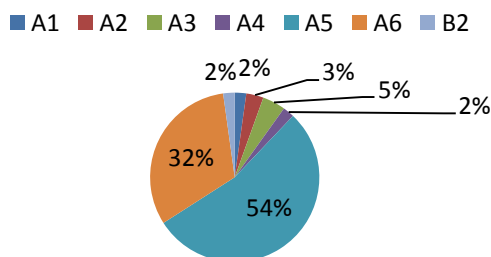
Πιο αναλυτικά:

ΠΙΝΑΚΑΣ 61: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση την μορφή τους στο βιβλίο του Timberlake.:

<i>Ερωτήσεις</i> <i>Αντικειμενικού κλειστού τύπου(A)</i>	1.Πολλαπλής επιλογής.....2 2.Διαζευκτικής απαντήσεις 3 3.Σύζευξης.....4 4.Διάταξης.....2 5.Συμπλήρωσης κενού.....49 6.Σύντομης απάντησης.....29

<i>Ερωτήσεις ανοιχτού Τύπου (B)</i>	1. Παραδοχές.....0
	2. Λογική τεκμηρίωση.....2
	3. Απόψεις και Επόψεις.....0
	4. Συνεπαγωγές.....0
	5. Αξιολογήσεις.....0

3ο Βιβλίο: Ενδομοριακοί δεσμοί.



Γράφημα 67: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση την μορφή τους στο βιβλίο του Timberlake.:

Στο βιβλίο του Timberlake, οι κλειστές ερωτήσεις στους ενδομοριακούς δεσμούς είναι κυρίως κλειστές. Το διαφορετικό στοιχείο με τα υπόλοιπα βιβλία είναι ότι κυριαρχεί το είδος της συμπλήρωσης κενού κι έπειτα ακολουθούν οι ερωτήσεις σύντομης απάντησης, ενώ λιγότερες ερωτήσεις εντοπίζονται για όλες τις κατηγορίες. Όσον αφορά τις ανοικτές ερωτήσεις, αυτές είναι μόνο λογικής τεκμηρίωσης και πολύ λίγες αριθμητικά.

237

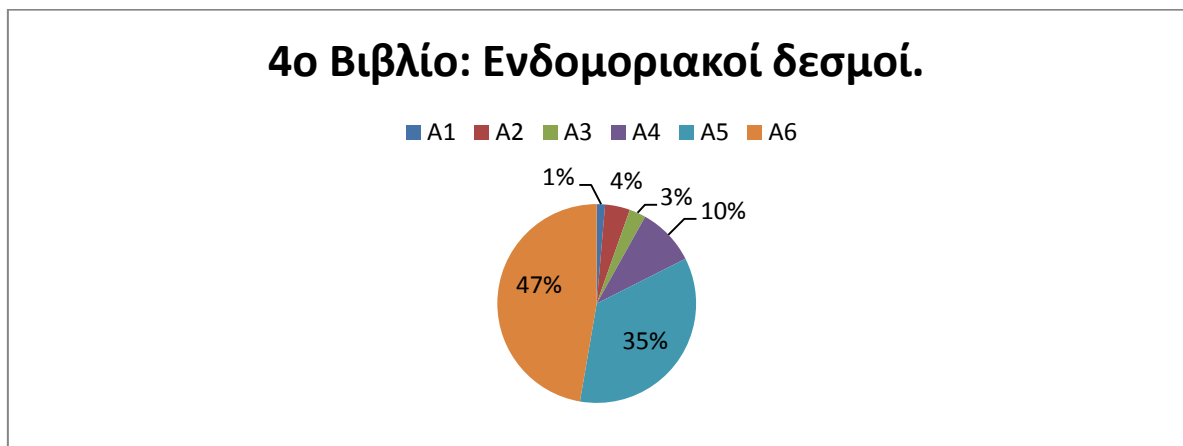
4. Raymond Chang: Chemistry, Sixth Edition

Σύνολο ερωτήσεων που αξιολογήθηκαν 94 (από αυτές 74 αφορούν τους ενδομοριακούς και 20 τους διαμοριακούς δεσμούς).

Πιο αναλυτικά για τους ενδομοριακούς δεσμούς:

ΠΙΝΑΚΑΣ 62: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση την μορφή τους στο βιβλίο του Chang.:

Ερωτήσεις Αντικειμενικού κλειστού τύπου (Α)	1. Πολλαπλής επιλογής.....1 2. Διαζευκτικής απαντήσεις 3 3. Σύζευξης.....2 4. Διάταξης.....7 5. Συμπλήρωσης κενού.....26 6. Σύντομης απάντησης.....35
Ερωτήσεις ανοιχτού Τύπου (Β)	1. Παραδοχές.....0 2. Λογική τεκμηρίωση.....0 3. Απόψεις και Επόψεις.....0 4. Συνεπαγωγές.....0 5. Αξιολογήσεις.....0



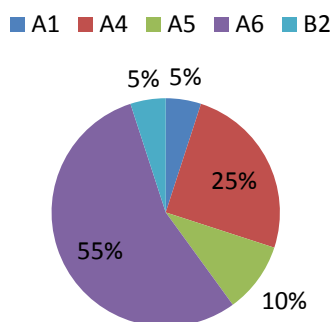
Γράφημα 68: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση την μορφή τους στο βιβλίο του Chang.:

Πιο αναλυτικά για τους διαμοριακούς δεσμούς:

ΠΙΝΑΚΑΣ 63: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των διαμοριακών δεσμών με βάση την μορφή τους στο βιβλίο του Chang.:

Ερωτήσεις Αντικειμενικού κλειστού τύπου (A)	1. Πολλαπλής επιλογής.....1 2. Διαζευκτικής απαντήσεις 0 3. Σύζευξης.....0 4. Διάταξης.....5 5. Συμπλήρωσης κενού.....2 6. Σύντομης απάντησης.....11
Ερωτήσεις ανοιχτού Τύπου (B)	1. Παραδοχές.....0 2. Λογική τεκμηρίωση.....1 3. Απόψεις και Επόψεις.....0 4. Συνεπαγωγές.....0 5. Αξιολογήσεις.....0

4ο Βιβλίο: Διαμοριακοί δεσμοί.



Γράφημα 69: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των διαμοριακών δεσμών με βάση την μορφή τους στο βιβλίο του Chang.:

Στο βιβλίο του Chang, οι κλειστές ερωτήσεις κυριαρχούν. Από τα είδη των κλειστών ερωτήσεων είναι κυρίως σύντομης απάντησης και λιγότερες συμπλήρωσης κενού. Εντοπίζονται ερωτήσεις όλων των ειδών αλλά σε πολύ μικρότερο αριθμό. Οι ανοικτές ερωτήσεις είναι ελάχιστες και είναι όλες λογικής τεκμηρίωσης. Για τους διαμοριακούς δεσμούς, η εικόνα είναι η ίδια. Η μόνη διαφορά είναι πως δεν υπάρχει τόση ποικιλία κλειστών ερωτήσεων, ενώ σχεδόν όλες είναι σύντομης απάντησης.

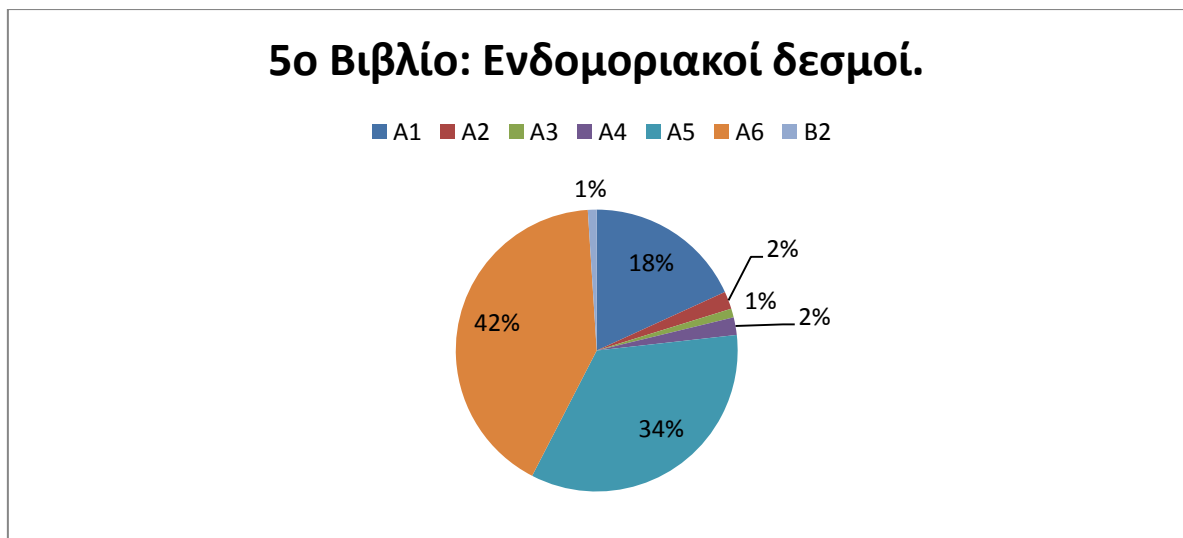
5. Spencer. N. J, Bodner. M. G, Rickard H. L Chemistry. Structure and Dynamics, Fourth Edition, Wiley J. & Sons, Inc

Το σύνολο των ερωτήσεων που αξιολογήθηκαν 210 (από τις οποίες 198 αφορούν τους ενδομοριακούς και οι 12 τους διαμοριακούς δεσμούς).

Πιο αναλυτικά για τους ενδομοριακούς δεσμούς ισχύει:

ΠΙΝΑΚΑΣ 64: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση την μορφή τους στο βιβλίο του Spencer.:

Ερωτήσεις Αντικειμενικού κλειστού τύπου (Α)	1. Πολλαπλής επιλογής.....36(25+11) 2. Διαζευκτικής απαντήσεις 4(2+2) 3. Σύζευξ.....2(2+0) 4. Διάταξης.....4(0+4) 5. Συμπλήρωσης κενού.....68(47+21) 6. Σύντομης απάντησης.....82(43+39)
Ερωτήσεις ανοιχτού Τύπου (Β)	1. Παραδοχές.....0 2. Λογική τεκμηρίωση.....2 3. Απόψεις και Επόψεις.....0 4. Συνεπαγωγές.....0 5. Αξιολογήσεις.....0



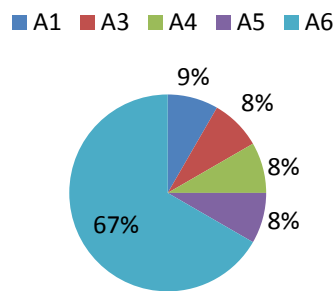
Γράφημα 70: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση την μορφή τους στο βιβλίο του Spencer.:

Για τους διαμοριακούς δεσμούς ισχύει:

ΠΙΝΑΚΑΣ 65: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των διαμοριακών δεσμών με βάση την μορφή τους στο βιβλίο του Spencer.:

Ερωτήσεις Αντικειμενικού κλειστού τύπου (A)	1. Πολλαπλής επιλογής.....1 2. Διαζευκτικής απαντήσεις 0 3. Σύζευξης.....1 4. Διάταξης.....1 5. Συμπλήρωσης κενού.....1 6. Σύντομης απάντησης.....8
Ερωτήσεις ανοιχτού Τύπου (B)	1. Παραδοχές.....0 2. Λογική τεκμηρίωση.....0 3. Απόψεις και Επόψεις.....0 4. Συνεπαγωγές.....0 5. Αξιολογήσεις.....0

5ο Βιβλίο: Διαμοριακοί δεσμοί.



Γράφημα 71: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των διαμοριακών δεσμών με βάση την μορφή τους στο βιβλίο του Spencer.:

Στο βιβλίο του Spencer, οι κλειστές ερωτήσεις κυριαρχούν έναντι των ανοικτών που είναι ελάχιστες. Η διαφορά στο βιβλίο αυτό, είναι το γεγονός ότι υπάρχει μεγάλη ποικιλία κλειστών ερωτήσεων στους ενδομοριακούς δεσμούς. Πολλές οι ερωτήσεις σύντομης απάντησης και της συμπλήρωσης κενού αλλά αρκετές και οι πολλαπλής επιλογής, ενώ και τα υπόλοιπα είδη υπάρχουν σε μικρότερο αριθμό.. Όσον αφορά τις ανοικτές είναι αποκλειστικά λογικής τεκμηρίωσης. Για τους διαμοριακούς δεσμούς, όλες οι ερωτήσεις είναι κλειστού τύπου και μάλιστα οι περισσότερες είναι σύντομης απάντησης.

6. Kenneth W. Whitten, Raymond E. Davis, M. Larry Peck “General Chemistry”, Saunders College Publishing, Sixth edition.

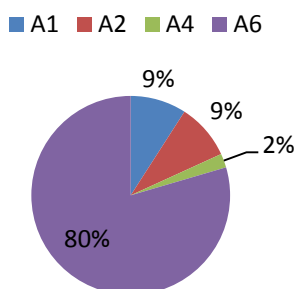
Σύνολο ερωτήσεων που αξιολογήθηκαν 108 (88 για τους ενδομοριακούς και 20 για τους διαμοριακούς δεσμούς).

Πιο αναλυτικά για τους ενδομοριακούς δεσμούς:

ΠΙΝΑΚΑΣ 66: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση την μορφή τους στο βιβλίο των Whitten et al.:

<i>Ερωτήσεις Αντικειμενικού κλειστού τύπου(A)</i>	1.Πολλαπλής επιλογής.....8 2.Διαζευκτικής απαντήσεις 8 3.Σύζευξης.....0 4.Διάταξης.....2 5.Συμπλήρωσης κενού.....0 6.Σύντομης απάντησης.....70
<i>Ερωτήσεις ανοιχτού Τύπου (B)</i>	1. Παραδοχές.....0 2.Λογική τεκμηρίωση.....0 3. Απόψεις και Επόψεις.....0 4. Συνεπαγωγές.....0 5. Αξιολογήσεις.....0

6ο Βιβλίο: Ενδομοριακοί δεσμοί.



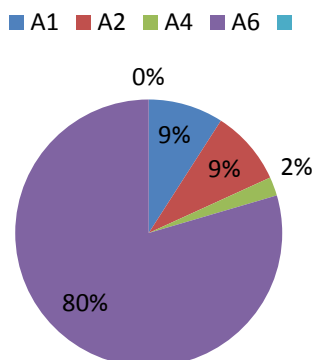
Γράφημα 72: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση την μορφή τους στο βιβλίο των Whitten et al.:

Για τους διαμοριακούς δεσμούς:

ΠΙΝΑΚΑΣ 67: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των διαμοριακών δεσμών με βάση την μορφή τους στο βιβλίο των Whitten et al.:

<i>Ερωτήσεις Αντικειμενικού κλειστού τύπου (Α)</i>	1. Πολλαπλής επιλογής.....6 2. Διαζευκτικής απαντήσεις 0 3. Σύζευξης.....0 4. Διάταξης.....2 5. Συμπλήρωσης κενού.....1 6. Σύντομης απάντησης.....10
<i>Ερωτήσεις ανοικτού Τύπου (Β)</i>	1. Παραδοχές.....0 2. Λογική τεκμηρίωση.....1 3. Απόψεις και Επόψεις.....0 4. Συνεπαγωγές.....0 5. Αξιολογήσεις.....0

6ο Βιβλίο: Διαμοριακοί δεσμοί



Γράφημα 73: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των διαμοριακών δεσμών με βάση την μορφή τους στο βιβλίο των Whitten et al.:

Στο βιβλίο του Whitten, οι ερωτήσεις των ενδομοριακών δεσμών είναι αποκλειστικά κλειστού τύπου, με την κατηγορία των σύντομων απαντήσεων να επικρατεί. Για τους διαμοριακούς η εικόνα είναι λίγο διαφορετική. Αρκετές οι ερωτήσεις σύντομης απάντησης αλλά και πολλαπλής επιλογής, ενώ βρέθηκε και μια ερώτηση ανοικτού τύπου λογικής τεκμηρίωσης.

8.R. Lewis & W. Evans “Chemistry” Macmillan Foundation

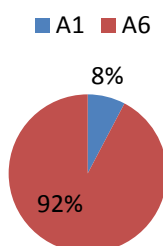
Σύνολο ερωτήσεων που αξιολογήθηκαν 20 (13 για τους ενδομοριακούς και 7 για τους διαμοριακούς δεσμούς).

Πιο αναλυτικά για τους ενδομοριακούς δεσμούς:

ΠΙΝΑΚΑΣ 68: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση την μορφή τους στο βιβλίο των Lewis et al.:

<i>Ερωτήσεις Αντικειμενικού κλειστού τύπου (Α)</i>	1. Πολλαπλής επιλογής.....1 2. Διαζευκτικής απαντήσεις 0 3. Σύζευξης.....0 4. Διάταξης.....0 5. Συμπλήρωσης κενού.....0 6. Σύντομης απάντησης.....12
<i>Ερωτήσεις ανοιχτού τύπου (Β)</i>	1. Παραδοχές.....0 2. Λογική τεκμηρίωση.....0 3. Απόψεις και Επόψεις.....0 4. Συνεπαγωγές.....0 5. Αξιολογήσεις.....0

8ο Βιβλίο: Ενδομοριακοί δεσμοί.



Γράφημα 74: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση την μορφή τους στο βιβλίο των Lewis et al.:

Για τους διαμοριακούς δεσμούς:

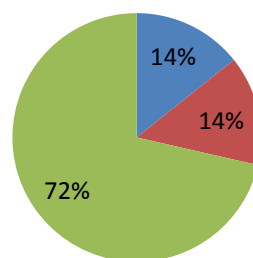
ΠΙΝΑΚΑΣ 69: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των διαμοριακών δεσμών με βάση την μορφή τους στο βιβλίο των Lewis et al.:

Ερωτήσεις Αντικειμενικού κλειστού τύπου (A)	1. Πολλαπλής επιλογής.....1 2. Διαζευκτικής απαντήσεις 0 3. Σύζευξης.....0 4. Διάταξης.....1 5. Συμπλήρωσης κενού.....0 6. Σύντομης απάντησης.....5
Ερωτήσεις ανοιχτού Τύπου (B)	1. Παραδοχές.....0 2. Λογική τεκμηρίωση.....0 3. Απόψεις και Επόψεις.....0 4. Συνεπαγωγές.....0 5. Αξιολογήσεις.....0

245

8ο Βιβλίο: Διαμοριακοί δεσμοί

■ A1 ■ A4 ■ A6



Γράφημα 75: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των διαμοριακών δεσμών με βάση την μορφή τους στο βιβλίο των Lewis et al.:

Στο βιβλίο των Lewis & a., εντοπίζονται και στις δύο κατηγορίες δεσμών μόνο ερωτήσεις κλειστού τύπου και πιο συγκεκριμένα οι περισσότερες είναι σύντομης απάντησης.

14. Alan Sherman & Sharon Sherman. “ Chemistry and our changing world”.

Σύνολο ερωτήσεων που αξιολογήθηκαν 17 (όλες αφορούσαν τους ενδομοριακούς).

Πιο αναλυτικά για τους ενδομοριακούς δεσμούς:

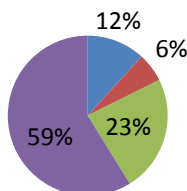
ΠΙΝΑΚΑΣ 70: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση την μορφή τους στο βιβλίο των Sherman et al.:

<i>Ερωτήσεις Αντικειμενικού κλειστού τύπου(A)</i>	1.Πολλαπλής επιλογής.....0 2.Διαζευκτικής απαντήσεις 2 3.Σύζευξης.....0 4.Διάταξης.....1 5.Συμπλήρωσης κενού.....4 6.Σύντομης απάντησης.....10
<i>Ερωτήσεις ανοιχτού Τύπου (B)</i>	1. Παραδοχές.....0 2.Λογική τεκμηρίωση.....0 3. Απόψεις και Επόψεις.....0 4. Συνεπαγωγές.....0 5. Αξιολογήσεις.....0

246

14ο Βιβλίο: Ενδομοριακοί δεσμοί.

■ A2 ■ A4 ■ A5 ■ A6



Γράφημα 76: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση την μορφή τους στο βιβλίο των Sherman et al.:

Εντοπίζονται ερωτήσεις μόνο κλειστού τύπου. Σε αυτές κυριαρχούν οι ερωτήσεις σύντομης απάντησης, ενώ βρέθηκαν αρκετές ερωτήσεις συμπλήρωσης κενού.

15. Pauling Linus and Pauling Peter : “Chemistry”W. H. Freeman and company, San Francisco.

Σύνολο ερωτήσεων που αξιολογήθηκαν 46 (41για τους ενδομοριακούς και 5 για τους διαμοριακούς δεσμούς).

Πιο αναλυτικά για τους ενδομοριακούς δεσμούς:

ΠΙΝΑΚΑΣ 71: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση την μορφή τους στο βιβλίο των Pauling et al.:

<i>Ερωτήσεις Αντικειμενικού κλειστού τύπου(A)</i>	1.Πολλαπλής επιλογής.....3 2.Διαζευκτικής απαντήσεις 0 3.Σύζευξης.....1 4.Διάταξης.....1 5.Συμπλήρωσης κενού.....0 6.Σύντομης απάντησης.....30
<i>Ερωτήσεις ανοιχτού Τύπου (B)</i>	1. Παραδοχές.....0 2.Λογική τεκμηρίωση.....5 3. Απόψεις και Επόψεις.....1 4. Συνεπαγωγές.....0 5. Αξιολογήσεις.....0

Γράφημα 77: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση την μορφή τους στο βιβλίο των Pauling et al.:

Για τους διαμοριακούς δεσμούς:

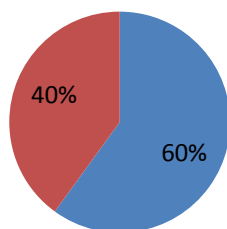
ΠΙΝΑΚΑΣ 72: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των διαμοριακών δεσμών με βάση την μορφή τους στο βιβλίο των Pauling et al.:

Ερωτήσεις Αντικειμενικού κλειστού τύπου (Α)	1. Πολλαπλής επιλογής.....0 2. Διαζευκτικής απαντήσεως 0 3. Σύζευξης.....0 4. Διάταξης.....0 5. Συμπλήρωσης κενού.....0 6. Σύντομης απάντησης.....3
Ερωτήσεις ανοιχτού Τύπου (Β)	1. Παραδοχές.....0 2. Λογική τεκμηρίωση.....2 3. Απόψεις και Επόψεις.....0 4. Συνεπαγωγές.....0 5. Αξιολογήσεις.....0

248

15ο Βιβλίο: Διαμοριακοί δεσμοί

■ A6 ■ B2



Γράφημα 78: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των διαμοριακών δεσμών με βάση την μορφή τους στο βιβλίο των Pauling et al.:

Στο βιβλίο των Pauling, οι κλειστές ερωτήσεις κυριαρχούν σε σχέση με τις ανοικτές ερωτήσεις. Οι κλειστές ερωτήσεις ενδομοριακών δεσμών ήταν κυρίως σύντομης απάντησης. Στις ανοικτές οι περισσότερες ήταν λογικής τεκμηρίωσης αλλά εντοπίστηκε και μία ερώτηση που ζητά από τους μαθητές να εκφράσουν την άποψή τους. Στις ερωτήσεις των διαμοριακών δεσμών, τρεις ήταν κλειστού τύπου και οι δύο ανοικτού τύπου λογικής τεκμηρίωσης.

16. Kotz C. John, Treichel Paul, J : Chemistry & Chemical reactivity

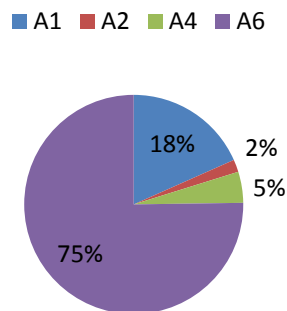
Σύνολο ερωτήσεων που αξιολογήθηκαν 133 (109 για τους ενδομοριακούς και 24 για τους διαμοριακούς δεσμούς).

Πιο αναλυτικά για τους ενδομοριακούς δεσμούς:

ΠΙΝΑΚΑΣ 73: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση την μορφή τους στο βιβλίο των Kotz et al.:

<i>Ερωτήσεις Αντικειμενικού κλειστού τύπου (Α)</i>	1. Πολλαπλής επιλογής.....20 2. Διαζευκτικής απαντήσεις 2 3. Σύζευξης.....0 4. Διάταξης.....5 5. Συμπλήρωσης κενού.....0 6. Σύντομης απάντησης.....82
<i>Ερωτήσεις ανοικτού Τύπου (Β)</i>	1. Παραδοχές.....0 2. Λογική τεκμηρίωση.....0 3. Απόψεις και Επόψεις.....0 4. Συνεπαγωγές.....0 5. Αξιολογήσεις.....0

16ο Βιβλίο: Ενδομοριακοί δεσμοί.



Γράφημα 79: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των ενδομοριακών δεσμών με βάση την μορφή τους στο βιβλίο των Kotz et al.:

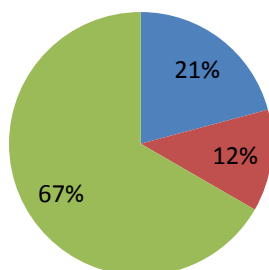
Για τους διαμοριακούς δεσμούς:

ΠΙΝΑΚΑΣ 74: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των διαμοριακών δεσμών με βάση την μορφή τους στο βιβλίο των Kotz et al.:

Ερωτήσεις Αντικειμενικού κλειστού τύπου (A)	1. Πολλαπλής επιλογής.....5 2. Διαζευκτικής απαντήσεις 0 3. Σύζευξης.....0 4. Διάταξης.....3 5. Συμπλήρωσης κενού.....0 6. Σύντομης απάντησης.....16
Ερωτήσεις ανοιχτού Τύπου (B)	1. Παραδοχές.....0 2. Λογική τεκμηρίωση.....0 3. Απόψεις και Επόψεις.....0 4. Συνεπαγωγές.....0 5. Αξιολογήσεις.....0

16ο Βιβλίο: Διαμοριακοί δεσμοί

■ A1 ■ A4 ■ A6



Γράφημα 80: Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων των διαμοριακών δεσμών με βάση την μορφή τους στο βιβλίο των Kotz et al.:

Στο τελευταίο βιβλίο που αξιολογήθηκε, του Kotz, οι κλειστές ερωτήσεις και στις δύο κατηγορίες δεσμών, είναι κυρίως σύντομης απάντησης και πολλαπλής επιλογής, ενώ δεν βρέθηκαν ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

4.4. Συμπεράσματα

251

Από την αξιολόγηση των ερωτήσεων προέκυψαν τα παρακάτω συμπεράσματα:

- 1) Στο σύνολο των βιβλίων που αξιολογήθηκαν παρατηρήθηκε ότι η πλειονότητα των ερωτήσεων αξιολογούσε την διαγνωστική γνώση του φοιτητή και όχι διαδικαστικές δεξιότητες,
- 2) από το σύνολο των διαγνωστικών ερωτήσεων, οι περισσότερες ήταν βασικού επιπέδου, δηλ. αξιολογούσαν την γνώση και όχι την κατανόηση στοιχείων της θεωρίας,
- 3) παρατηρήθηκε η πλήρης απουσία μεταγνωστικών και ομαδικών ερωτήσεων,
- 4) το είδος των διαδικαστικών ερωτήσεων περιορίστηκε στη σχεδίαση δομών και δομημένων ασκήσεων και όχι σε πειραματικές εφαρμογές και τέλος
- 5) σε όλα τα βιβλία, οι ερωτήσεις που αξιολογούσαν τη στείρα απομνημόνευση ήταν αρκετές.

Ως προς την μορφή των ερωτήσεων εντοπίστηκαν οι εξής παρατηρήσεις:

- 1) Οι περισσότερες ερωτήσεις είναι αντικειμενικού κλειστού τύπου, ενώ ελάχιστες ήταν οι ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

- 2) Οι κατηγορίες των ερωτήσεων κλειστού τύπου ήταν κυρίως σύντομης απάντησης, ενώ οι συμπλήρωσης κενού και οι πολλαπλής επιλογής ακολουθούν αριθμητικά.
- 3) Στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου εντοπίστηκαν μόνο ερωτήσεις λογικής τεκμηρίωσης, εκτός από μία ερώτηση στο βιβλίο των Pauling που ανήκε στην κατηγορία των απόψεων και επόψεων.
- 4) Αριθμητικά οι ερωτήσεις των ενδομοριακών δεσμών είναι πολύ περισσότερες από τις αντίστοιχες των διαμοριακών δεσμών

Από την μελέτη των ερωτήσεων, εντοπίστηκε πως ζητείται από τους μαθητές στείρα γνώση και κυρίως με τη μορφή μικρών ορισμών, κανόνων και εννοιών, ενώ ο μαθητής ελάχιστες φορές ζητείται να εκφραστεί ελεύθερα και αυτό γίνεται για να τεκμηριώσουν λογικά ένα γεγονός ή μία παρατήρηση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο :

Αξιολόγηση ερωτηματολογίων στο κεφάλαιο του χημικού δεσμού- Δημόσια δευτεροβάθμια εκπαίδευση

5.1.Σκοπός έρευνας

Ο σκοπός της έρευνας ήταν να αξιολογήσει την δυνατότητα των μαθητών που φοιτούν στην α' τάξη Λυκείου, αλλά και φοιτητών σε πανεπιστημιακά τμήματα στο α' έτος σπουδών με βασικό μάθημα τη Χημεία : α. Να κατατάξουν βασικά στοιχεία (έννοιες, νόμους και αρχές) ανάλογα με το εάν χρησιμοποιούνται ή όχι κατά την περιγραφή του χημικού δεσμού αλλά και για ποιο είδος, β. Να σχηματίσουν προτάσεις χρησιμοποιώντας κάποιο από τα βασικά στοιχεία που τους έχουν ήδη δοθεί. γ. Να αξιολογήσουν προτάσεις χαρακτηρίζοντάς αυτές σαν σωστές ή λάθος και δικαιολογώντας την απάντησή τους δ. Να αναφέρουν τις δυσκολίες που αντιμετώπισαν κατά την διδασκαλία και μελέτη του κεφαλαίου του χημικού δεσμού.

253

5.2.Στοιχεία έρευνας

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε την σχολική χρονιά 2012-2013 σε τρία δημόσια και ένα ιδιωτικό λύκειο, αλλά και σε δύο πανεπιστημιακά τμήματα α' έτους με βασικό τους μάθημα την χημεία. Ο αριθμός των μαθητών ήταν στο λύκειο της Γουμένισσας 22 στο πρώτο τμήμα και 26 στο δεύτερο, στην Κέρκυρα 23 στο πρώτο τμήμα και 22 στο δεύτερο, στον Μετσόβου 22 μαθητές και στα δύο τμήματα, στο ιδιωτικό της Θεσσαλονίκης 49 στα δύο τμήματα και στα πανεπιστημιακά τμήματα 38 στο χημικό και 37 στο ΒΕΤ. Τα λύκεια στα οποία πραγματοποιήθηκε η έρευνα βρίσκονται: τα δύο δημόσια σε δύο γνωστές ορεινές κωμοπόλεις με έντονο το τουριστικό στοιχείο και την ντόπια παραγωγή προϊόντων, ενώ τα άλλα δύο (ένα δημόσιο και ένα ιδιωτικό) σε δύο παραθαλάσσιες πόλεις, οι οποίες είναι πρωτεύουσες νομών. Τα πανεπιστημιακά τμήματα βρίσκονται σε πόλη, πρωτεύουσα νομού. Οι διδάσκοντες είχαν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- 1) Ο εκπαιδευτικός του ιδιωτικού λυκείου είναι χημικός, κάτοχος μεταπτυχιακού από το ΔιΧηΝΕΤ Α.Π. Θεσσαλονίκης (Τμήμα Χημείας), και υποψήφιος διδάκτορας

της διδακτικής των φυσικών επιστημών στο Τμήμα Χημείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.

2) Στο Μέτσοβο η καθηγήτρια ήταν χημικός με αρκετά χρόνια προϋπηρεσία στη δημόσια εκπαίδευση και μεταπτυχιακή φοιτήτρια της διδακτικής των φυσικών επιστημών στο Τμήμα Χημείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.

3) Στην Κέρκυρα ο καθηγητής ήταν φυσικός με αρκετά χρόνια προϋπηρεσία στη δημόσια εκπαίδευση, κάτοχος μεταπτυχιακού στη διδακτική φυσικής από το Τμήμα Φυσικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων και τότε υποψήφιος διδάκτορας της διδακτικής των φυσικών επιστημών στο Τμήμα Χημείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.

4) Στην Γουμένισσα η καθηγήτρια ήταν χημικός, κάτοχος μεταπτυχιακού από το ΔιΧηNET του Εθνικού Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών (Τμήμα Χημείας) και υποψήφια διδάκτορας της διδακτικής των φυσικών επιστημών στο Τμήμα Χημείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.

5) Στα πανεπιστημιακά τμήματα διδάσκοντες ήταν: Στο Τμήμα Βιολογικών Εφαρμογών και Τεχνολογιών (BET) του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων αναπληρωτής καθηγητής ανόργανης χημείας. Στο Τμήμα Χημείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων επίκουρος καθηγητής ανόργανης χημείας.

Η έρευνα ακολούθησε διπλή πορεία:

1^η πορεία έρευνας:

Σε τέσσερα τμήματα τριών δημοσίων λυκείων, δύο τμήματα σε ένα ιδιωτικό λύκειο και σε δύο πανεπιστημιακά τμήματα, οι καθηγητές δίδαξαν το κεφάλαιο του χημικού δεσμού χρησιμοποιώντας το σχολικό βιβλίο, χωρίς να τους δοθεί επιπρόσθετο υλικό. Οι εκπαιδευόμενοι (μαθητές και φοιτητές) μετά το τέλος των διδακτικών ωρών συμπλήρωσαν το προαναφερόμενο ερωτηματολόγιο.

2^η πορεία έρευνας:

Βασικό χαρακτηριστικό της δεύτερης κατεύθυνσης της έρευνας ήταν να διδαχτούν οι μαθητές δύο δημόσιων σχολείων (τεσσάρων τμημάτων) με δύο διαφορετικούς τρόπους. Στο κάθε σχολείο σχηματίστηκε μία ομάδα ελέγχου όπου ο καθηγητής δίδαξε το κεφάλαιο του χημικού δεσμού βασιζόμενος στο σχολικό βιβλίο και μία δεύτερη ομάδα που

ονομάστηκε πειραματική και σε αυτήν εφαρμόστηκε πρότυπη διδακτική παρέμβαση. Η διδακτική παρέμβαση που προτείνεται ακολουθεί διαφορετική πορεία με την αντίστοιχη του σχολικού βιβλίου, λαμβάνοντας υπόψη τις δυσκολίες κατανόησης που έχουν αναφερθεί στη διεθνή βιβλιογραφία για το κεφάλαιο του χημικού δεσμού. Η παρέμβαση αναφέρεται αναλυτικά στο παράρτημα Β, στο τέλος της εργασίας.

Στο πέμπτο κεφάλαιο θα περιγραφεί η αξιολόγηση των ερωτηματολογίων των σχολείων της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στα τμήματα των οποίων δεν πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση. Ο αριθμός των μαθητών συνολικά ήταν 66 στα τρία σχολεία. Αφού ολοκληρώθηκε η διδασκαλία του χημικού δεσμού χωρίς να γίνει κάποια παρέμβαση, δόθηκε στους μαθητές ερωτηματολόγιο το οποίο συμπλήρωσαν και στη συνέχεια αξιολογήθηκαν οι απαντήσεις τους.

5.3. Αξιολόγηση Α' Μέρους Ερωτηματολογίου

Θέμα 1ο

Στο πρώτο μέρος ζητήθηκε από τους μαθητές να αναγνωρίσουν έννοιες που τους δόθηκαν και να τις κατηγοριοποιήσουν ανάλογα:

- ✓ αν χρησιμοποιούνται ή όχι για την περιγραφή των δεσμών και αν ναι:
- ✓ ποιο ή ποια είδη του χημικού δεσμού περιγράφουν.

Δίπλα σε κάθε όρο, τους ζητήθηκε να σημειώσουν:

- Ι αν ο όρος χρησιμοποιείται για την περιγραφή ΜΟΝΟ του ιοντικού δεσμού:
- Ο αν ο όρος χρησιμοποιείται για την περιγραφή ΜΟΝΟ του ομοιοπολικού δεσμού:
- Ι & Ο αν ο όρος χρησιμοποιείται για την περιγραφή ΚΑΙ του ιοντικού ΚΑΙ ΤΟΥ ομοιοπολικού δεσμού.
- Ø αν ο όρος ΔΕΝ χρησιμοποιείται για την περιγραφή ΟΥΤΕ του ιοντικού ΟΥΤΕ του ομοιοπολικού δεσμού.
- ΔΑ: Δεν Απαντώ

Οι έννοιες που δόθηκαν στους μαθητές αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 75: Οι έννοιες που κυρίως χρησιμοποιούνται στο κεφάλαιο του χημικού δεσμού

<i>Ενέργεια</i>	<i>περίοδο</i>	<i>ηλεκτρόνια σθένους</i>
<i>Όγκος</i>	<i>χημικός δεσμός</i>	<i>ιοντικός δεσμός</i>
<i>Ομάδα</i>	<i>ομοιοπολικός δεσμός</i>	<i>ηλεκτραρνητικότητα</i>
<i>Μάζα</i>	<i>ατομική ακτίνα</i>	<i>σημείο ζέσεως</i>
<i>κανόνας οκτάδας</i>	<i>μέταλλο</i>	<i>αμέταλλο</i>
<i>ión</i>	<i>κρύσταλλος</i>	<i>πολικότητα</i>
<i>ιοντική ένωση</i>	<i>πυκνότητα</i>	<i>ομοιοπολική ένωση</i>
<i>μαζικός αριθμός</i>	<i>δυνάμεις Coulomb</i>	<i>δομές Lewis</i>
<i>ελκτικές δυνάμεις</i>	<i>απωστικές δυνάμεις</i>	<i>διαλυτότητα</i>
<i>περιεκτικότητα</i>		<i>μόριο</i>
<i>σημείο τήξεως</i>		

Οι απαντήσεις του πρώτου μέρους του ερωτηματολογίου, των μαθητών των τεσσάρων τμημάτων των τριών δημοσίων σχολείων, συγκεντρώθηκαν και παρουσιάζονται στη συνέχεια, στους πίνακες που ακολουθούν, αρχικά για κάθε σχολείο ξεχωριστά και στη συνέχεια συγκεντρωτικά για όλα τα τμήματα μαζί.

Πίνακας 76: Αποτελέσματα πρώτου μέρους ερωτηματολογίου του τμήματος της Γουμένισσας που δεν πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση

ΓΕΛΓΙ	Θ	Ι.Δ.	Ο.Δ.	Ι.Δ. & Ο.Δ.	Δ.Α.
ΕΝΕΡΓΕΙΑ	8	1	2	7	4
ΠΕΡΙΟΔΟΣ	9	5	1	5	2
ε ΣΘΕΝΟΥΣ	3	5	2	11	1
ΌΓΚΟΣ	16	1	1	2	2
ΧΗΜ.ΔΕΣΜΟΣ	10	1	2	6	4
ΙΟΝΤ.ΔΕΣΜΟΣ	0	20	1	0	1
ΟΜΑΔΑ	8	5	0	7	2
ΟΜΟΙΟΠ.ΔΕΣΜΟΣ	0	0	20	1	1

ΗΛΕΚΤΡ/ΤΗΤΑ	3	5	8	3	3
ΜΑΖΑ	15	0	2	1	4
ΑΤ.ΑΚΤΙΝΑ	6	4	2	9	1
ΚΑΝ.ΟΚΤΑΔΑΣ	3	7	3	7	2
ΜΕΤΑΛΛΟ	0	18	1	2	1
ΑΜΕΤΑΛΛΟ	0	3	12	6	1
ΙΟΝ	5	10	0	4	3
ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΣ	1	19	0	0	2
ΠΟΛΙΚΟΤΗΤΑ	8	0	9	3	2
ΙΟΝΤ.ΕΝΩΣΗ	0	21	0	0	1
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ	18	1	1	0	2
ΟΜΟΙΟΠ.ΕΝΩΣΗ	0	0	20	1	1
ΜΑΖ.ΑΡΙΘΜΟΣ	10	5	0	5	2
ΔΥΝ.COULOMB	1	9	5	5	2
ΕΛΚΤ.ΔΥΝΑΜΕΙΣ	0	2	2	16	2
ΑΠΩΣΤ.ΔΥΝΑΜΕΙΣ	1	6	3	9	3
ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑ	4	11	3	3	1
ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ	16	1	0	2	4
ΜΟΡΙΟ	2	3	13	0	4
Σ.ΤΗΞΗΣ	0	0	3	19	0
Σ.ΖΕΣΗΣ	0	0	2	20	0
Δ.LEWIS	2	0	16	4	1

Πίνακας 77: Αποτελέσματα πρώτου μέρους ερωτηματολογίου του τμήματος της Κέρκυρας που δεν πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση

ΓΕΛΚ2	Θ	Ι.Δ.	Ο.Δ.	Ι.Δ. & Ο.Δ.	Δ.Α.
ΕΝΕΡΓΕΙΑ	17	0	0	5	0
ΠΕΡΙΟΔΟΣ	4	2	0	12	3
ε ΣΘΕΝΟΥΣ	0	9	0	12	0
ΌΓΚΟΣ	19	0	1	2	0
ΧΗΜ.ΔΕΣΜΟΣ	4	0	4	12	2
ΙΟΝΤ.ΔΕΣΜΟΣ	1	19	0	1	1
ΟΜΑΔΑ	7	1	1	11	2
ΟΜΟΙΟΠ.ΔΕΣΜΟΣ	0	1	21	0	0
ΗΛΕΚΤΡ/ΤΗΤΑ	0	4	9	5	5
ΜΑΖΑ	12	2	0	5	3

ΑΤ.ΑΚΤΙΝΑ	3	0	2	16	1
ΚΑΝ.ΟΚΤΑΔΑΣ	5	0	3	12	2
ΜΕΤΑΛΛΟ	0	5	9	7	1
ΑΜΕΤΑΛΛΟ	0	12	3	7	0
ΙΟΝ	0	15	0	5	2
ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΣ	2	12	4	2	2
ΠΟΛΙΚΟΤΗΤΑ	2	0	9	10	1
ΙΟΝΤ.ΕΝΩΣΗ	0	16	1	3	2
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ	14	1	1	4	2
ΟΜΟΙΟΠ.ΕΝΩΣΗ	2	0	18	0	2
ΜΑΖ.ΑΡΙΘΜΟΣ	6	5	4	4	3
ΔΥΝ.COULOMB	12	0	0	4	6
ΕΛΚΤ.ΔΥΝΑΜΕΙΣ	0	3	1	16	2
ΑΠΩΣΤ.ΔΥΝΑΜΕΙΣ	13	0	3	1	5
ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑ	14	2	2	1	3
ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ	10	0	4	5	3
ΜΟΡΙΟ	9	0	4	7	2
Σ.ΤΗΞΗΣ	10	1	3	0	8
Σ.ΖΕΣΗΣ	11	3	1	0	7
Δ.LEWIS	1	1	15	2	3

Πίνακας 78: Αποτελέσματα πρώτου μέρους ερωτηματολογίου των τμημάτων του Μετσόβου που δεν πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση

ΓΕΛΜ	Θ	Ι.Δ.	Ο.Δ.	Ι.Δ. & Ο.Δ.	Δ.Δ.
ΕΝΕΡΓΕΙΑ	9	5	0	8	1
ΠΕΡΙΟΔΟΣ	3	2	5	10	2
ε ΣΘΕΝΟΥΣ	0	6	3	12	1
ΌΓΚΟΣ	15	2	1	2	2
ΧΗΜ.ΔΕΣΜΟΣ	1	5	3	12	1
ΙΟΝΤ.ΔΕΣΜΟΣ	0	21	1	0	0
ΟΜΑΔΑ	4	4	1	13	0
ΟΜΟΙΟΠ.ΔΕΣΜΟΣ	1	0	21	1	0
ΗΛΕΚΤΡ/ΤΗΤΑ	6	0	9	5	1
ΜΑΖΑ	16	0	0	4	2
ΑΤ.ΑΚΤΙΝΑ	8	7	1	5	1

ΚΑΝ.ΟΚΤΑΔΑΣ	0	7	1	12	2
ΜΕΤΑΛΛΟ	4	3	7	6	2
ΑΜΕΤΑΛΛΟ	4	7	3	6	2
ΙΟΝ	0	13	3	6	0
ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΣ	1	13	5	3	0
ΠΟΛΙΚΟΤΗΤΑ	1	6	8	6	1
ΙΟΝΤ.ΕΝΩΣΗ	0	21	1	0	0
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ	15	1	1	4	1
ΟΜΟΙΟΠ.ΕΝΩΣΗ	0	1	21	0	0
ΜΑΖ.ΑΡΙΘΜΟΣ	4	3	2	11	1
ΔΥΝ.COULOMB	1	5	4	11	0
ΕΛΚΤ.ΔΥΝΑΜΕΙΣ	5	3	1	12	1
ΑΠΩΣΤ.ΔΥΝΑΜΕΙΣ	6	3	3	8	2
ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑ	13	3	0	4	2
ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ	18	2	0	1	1
ΜΟΡΙΟ	3	2	12	5	0
Σ.ΤΗΞΗΣ	9	3	2	5	3
Σ.ΖΕΣΗΣ	9	4	2	4	3
Δ.LEWIS	2	3	4	13	0

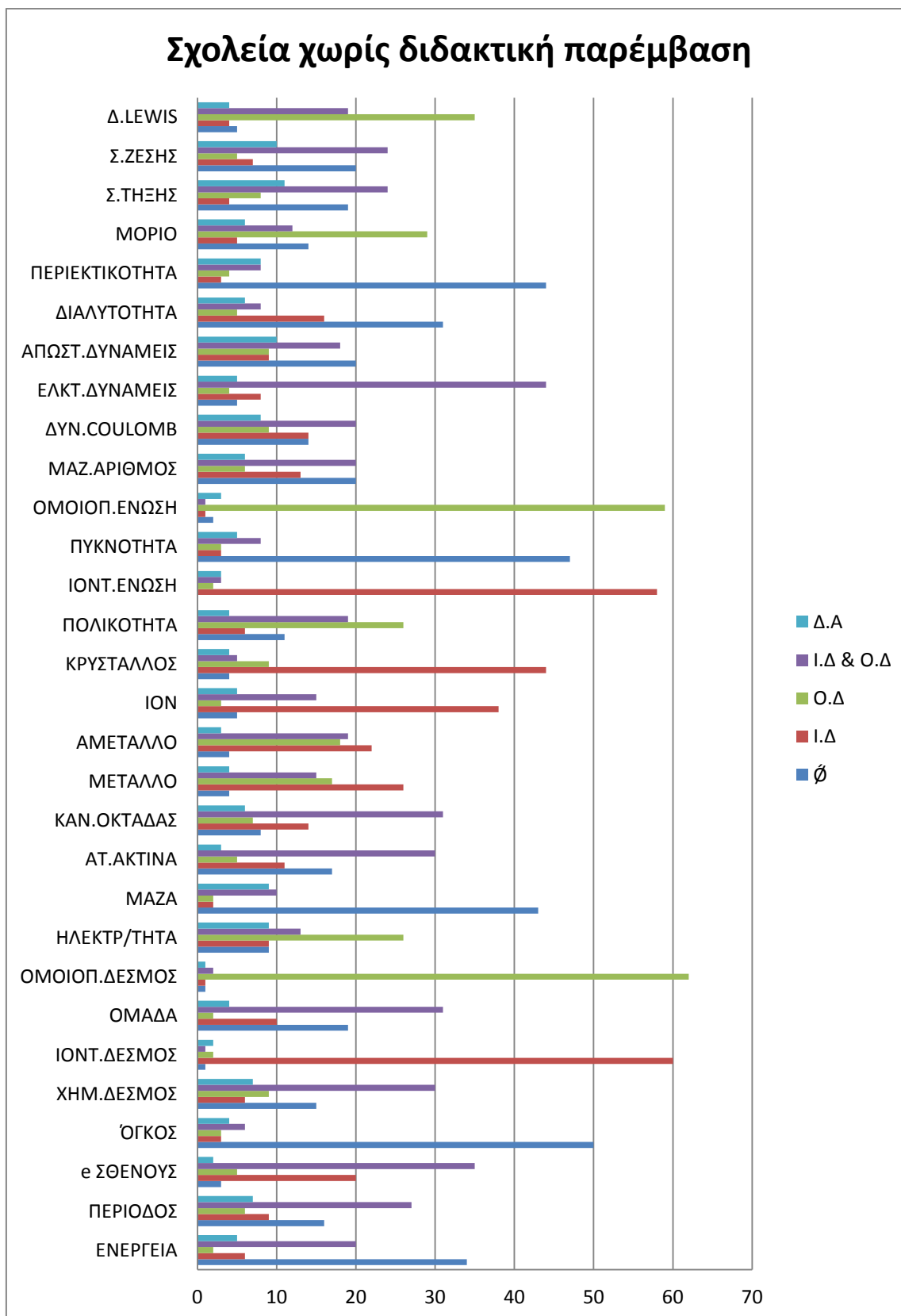
Στον πίνακα που ακολουθεί, καταγράφονται συγκεντρωτικά οι απαντήσεις που δόθηκαν από τους μαθητές κατά την συμπλήρωση του πρώτου μέρους του ερωτηματολογίου.

Πίνακας 79: Συνολικά αποτελέσματα πρώτου μέρους ερωτηματολογίου των τμημάτων που δεν πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση

	Θ	Ι.Δ.	Ο.Δ.	Ι.Δ. & Ο.Δ.	Δ.Δ.
ΕΝΕΡΓΕΙΑ	50,75%	8,96%	2,99%	29,85%	7,46%
ΠΕΡΙΟΔΟΣ	24,62%	13,85%	9,23%	41,54%	10,77%
ε ΣΘΕΝΟΥΣ	4,62%	30,77%	7,69%	53,85%	3,08%
ΌΓΚΟΣ	75,76%	4,55%	4,55%	9,09%	6,06%
ΧΗΜ.ΔΕΣΜΟΣ	22,39%	8,96%	13,43%	44,78%	10,45%
ΙΟΝΤ.ΔΕΣΜΟΣ	1,52%	90,91%	3,03%	1,52%	3,03%
ΟΜΑΔΑ	28,79%	15,15%	3,03%	46,97%	6,06%
ΟΜΟΙΟΠ.ΔΕΣΜΟΣ	1,49%	1,49%	92,54%	2,99%	1,49%
ΗΛΕΚΤΡ/ΤΗΤΑ	13,64%	13,64%	39,39%	19,70%	13,64%

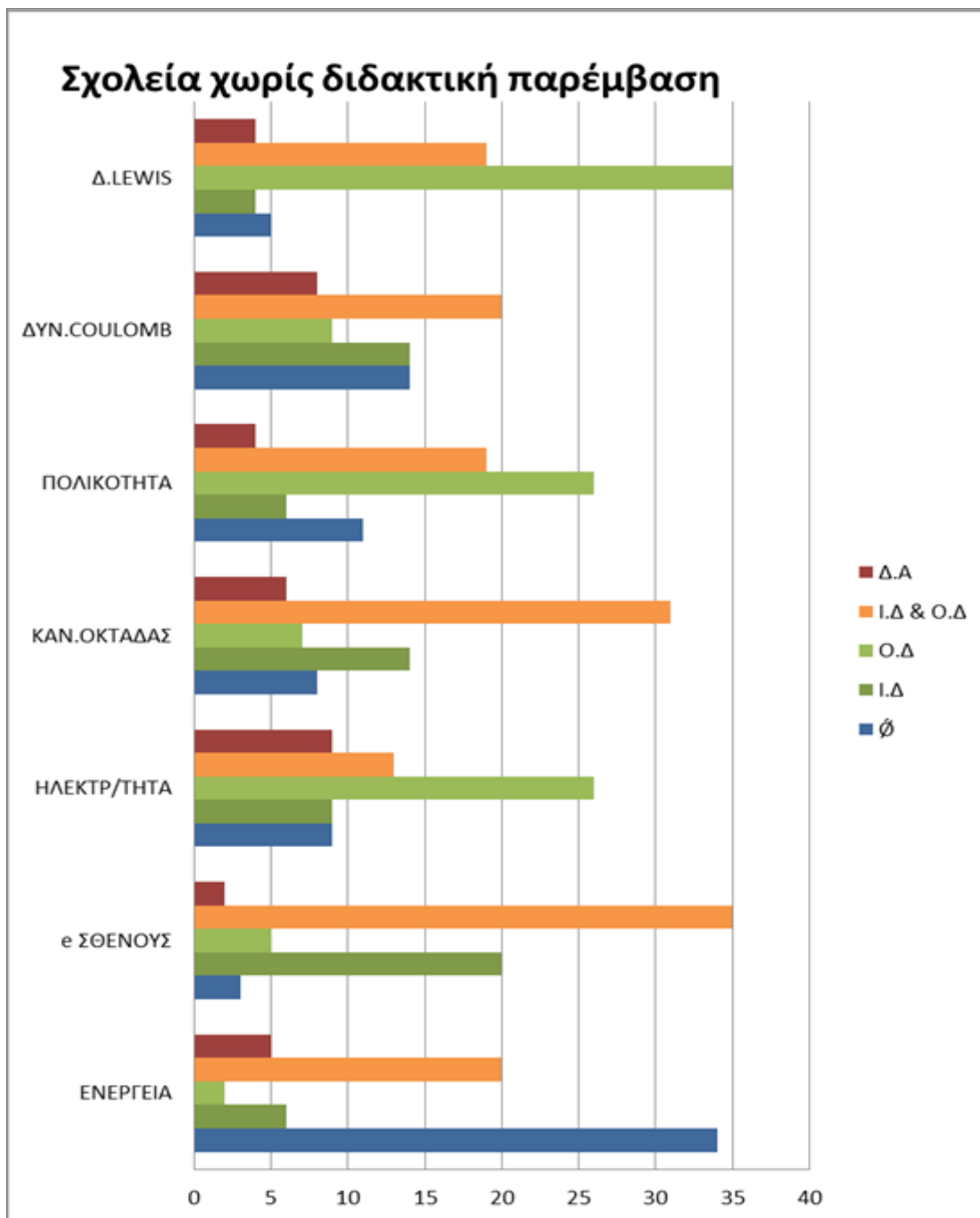
ΜΑΖΑ	65,15%	3,03%	3,03%	15,15%	13,64%
ΑΤ.ΑΚΤΙΝΑ	25,76%	16,67%	7,58%	45,45%	4,55%
ΚΑΝ.ΟΚΤΑΔΑΣ	12,12%	21,21%	10,61%	46,97%	9,09%
ΜΕΤΑΛΛΟ	6,06%	39,39%	25,76%	22,73%	6,06%
ΑΜΕΤΑΛΛΟ	6,06%	33,33%	27,27%	28,79%	4,55%
ΙΟΝ	7,58%	57,58%	4,55%	22,73%	7,58%
ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΣ	6,06%	66,67%	13,64%	7,58%	6,06%
ΠΟΛΙΚΟΤΗΤΑ	16,67%	9,09%	39,39%	28,79%	6,06%
ΙΟΝΤ.ΕΝΩΣΗ	0,00%	87,88%	3,03%	4,55%	4,55%
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ	71,21%	4,55%	4,55%	12,12%	7,58%
ΟΜΟΙΟΠ.ΕΝΩΣΗ	3,03%	1,52%	89,39%	1,52%	4,55%
ΜΑΖ.ΑΡΙΘΜΟΣ	30,77%	20,00%	9,23%	30,77%	9,23%
ΔΥΝ.COULOMB	21,54%	21,54%	13,85%	30,77%	12,31%
ΕΛΚΤ.ΔΥΝΑΜΕΙΣ	7,58%	12,12%	6,06%	66,67%	7,58%
ΑΠΩΣΤ.ΔΥΝΑΜΕΙΣ	30,30%	13,64%	13,64%	27,27%	15,15%
ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑ	46,97%	24,24%	7,58%	12,12%	9,09%
ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ	65,67%	4,48%	5,97%	11,94%	11,94%
ΜΟΡΙΟ	21,21%	7,58%	43,94%	18,18%	9,09%
Σ.ΤΗΞΗΣ	28,79%	6,06%	12,12%	36,36%	16,67%
Σ.ΖΕΣΗΣ	30,30%	10,61%	7,58%	36,36%	15,15%
Δ.LEWIS	7,46%	5,97%	52,24%	28,36%	5,97%

Οι απαντήσεις των μαθητών παρουσιάζονται και με τη βοήθεια του παρακάτω γραφήματος.



Γράφημα 81: Παρουσίαση και με γράφημα των απαντήσεων συνολικά των τεσσάρων τμημάτων

Οι έννοιες οι οποίες φαίνεται ότι δυσκόλεψαν τους μαθητές και αξίζει να μελετήσουμε ξεχωριστά αναφέρονται στο παρακάτω διάγραμμα.



Γράφημα 82: Οι απαντήσεις των μαθητών στις έννοιες που τους δυσκόλεψαν περισσότερο.

Τα βασικά στοιχεία στα οποία εντοπίστηκαν οι περισσότερες λανθασμένες απαντήσεις ήταν: α. η ενέργεια (ποσοστό λανθασμένων απαντήσεων 71,22%). Για την

συγκεκριμένη έννοια, οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν πως δεν έχει καμία σχέση με το κεφάλαιο του χημικού δεσμού, αρκετοί ήταν αυτοί που δεν μπορούσαν να απαντήσουν, ενώ κάποιοι μαθητές απάντησαν σωστά πως αφορά και τον ιοντικό και τον ομοιοπολικό δεσμό. β. **Η ηλεκτραρνητικότητα (ποσοστό λανθασμένων απαντήσεων 80,32%)**.. Είναι χαρακτηριστική παρανόηση στους μαθητές να νομίζουν διαβάζοντας το σχολικό βιβλίο, πως η έννοια αυτή αφορά την περιγραφή του ομοιοπολικού δεσμού και όχι και του ιοντικού όπως είναι το σωστό. Η παρατήρηση αυτή οφείλεται στο γεγονός πως η ηλεκτραρνητικότητα περιγράφεται κατά την περιγραφή του ομοιοπολικού δεσμού με αποτέλεσμα να συνδέεται με αυτόν. γ. Στον **κανόνα οκτάδας (ποσοστό λανθασμένων απαντήσεων 53,03%)**. πολλά παιδιά θεώρησαν πως αφορά μόνο τον ιοντικό δεσμό ενώ περίπου ίδιος ήταν και ο αριθμός των μαθητών που ανέφεραν πως αφορά και τα δύο είδη δεσμών. δ. **Η πολικότητα (ποσοστό λανθασμένων απαντήσεων 71,22%)**.. Στην έννοια αυτή, πολλοί μαθητές απάντησαν πως δεν έχει καμία σχέση με την περιγραφή των δεσμών, ενώ όσοι απάντησαν την συνέδεσαν με τον ομοιοπολικό δεσμό. Επίσης χαρακτηριστική παρανόηση των μαθητών και γίνεται γιατί στο σχολικό βιβλίο, η πολικότητα αναφέρεται μόνο κατά την περιγραφή του πολικού και μη πολικού ομοιοπολικού δεσμού. ε. **Οι δυνάμεις Coulomb (ποσοστό λανθασμένων απαντήσεων 68,18%)**.. Επίσης μια παρανόηση που εντοπίζεται είναι για τη σύνδεση των ηλεκτροστατικών δυνάμεων Coulomb με την περιγραφή του ιοντικού δεσμού. Είναι γεγονός πως στα σχολικά εγχειρίδια η μελέτη του ιοντικού δεσμού εμπεριέχει σχεδόν πάντα την αναφορά στις δυνάμεις Coulomb και γι αυτό οι μαθητές κάνουν αυτή τη σύνδεση. ζ. **Οι δομές Lewis (ποσοστό λανθασμένων απαντήσεων 72,73%)**.. Άλλη μια χαρακτηριστική παρανόηση που οφείλεται στην περιγραφή από τα σχολικά εγχειρίδια μόνο δομών Lewis ομοιοπολικών ενώσεων.

Συμπεράσματα αξιολόγησης Α΄ Μέρους ερωτηματολογίου

Οι περισσότερες λανθασμένες απαντήσεις εντοπίστηκαν στις παρακάτω έννοιες:

- ✓ στην ενέργεια και στον κανόνα της οκτάδας όπου αρκετοί μαθητές θεώρησαν ότι είναι έννοιες που δεν έχουν καμία σχέση με την περιγραφή των δεσμών ή ότι αφορούν μόνο τον ιοντικό δεσμό,

στην πολικότητα όπου οι περισσότεροι μαθητές ανέφεραν πως είναι έννοια που χρησιμοποιείται κατά την περιγραφή του ομοιοπολικού δεσμού, καθώς κατά την περιγραφή του ομοιοπολικού δεσμού αναφέρονται πολικοί και μη πολικοί δεσμοί.

Η έννοια των δυνάμεων Coulomb αναφέρθηκε από πολλούς ότι περιγράφει αποκλειστικά και μόνο τον ιοντικό δεσμό. Βασικός λόγος γι' αυτή την λανθασμένη απάντηση πρέπει να είναι και η σαφής αναφορά του βιβλίου μόνο στις δυνάμεις Coulomb που εμφανίζονται κατά τον σχηματισμό του ιοντικού δεσμού.

Οι έννοιες ηλεκτραρνητικότητα και δομές Lewis αναφέρθηκε από τους περισσότερους μαθητές ότι περιγράφουν τις δομές ομοιοπολικών ενώσεων.

Οι μαθητές φάνηκε να αντιμετωπίζουν τις έννοιες του ιοντικού και ομοιοπολικού δεσμού σαν ξεχωριστές έννοιες που δεν συνδέονται μεταξύ τους. Για αυτό ανέφεραν πως η έννοιες ιοντικός δεσμός και ιοντική ένωση χρησιμοποιούνται αποκλειστικά στην περιγραφή του ιοντικού δεσμού ενώ οι ομοιοπολικός δεσμός και ομοιοπολική ένωση αποκλειστικά στον ομοιοπολικό δεσμό.

Θέμα 2^ο

Στο δεύτερο θέμα του πρώτου μέρους ζητήθηκε από τους μαθητές να χρησιμοποιήσουν έννοιες που τους δόθηκαν στο 1^ο θέμα και να σχηματίσουν προτάσεις.

Για τις προτάσεις που περιγράφουν αποκλειστικά τον ιοντικό δεσμό, εντοπίστηκαν αρκετές λανθασμένες προτάσεις που αφορούσαν όχι τόσο την νοηματική συνοχή των προτάσεων αλλά στο ότι χρησιμοποιήθηκαν έννοιες που αφορούσαν και τα δύο είδη δεσμών όπως π.χ αμέταλλο, δομές Lewis, ηλεκτραρνητικότητα, σημεία ζέσεως και τήξεως) Χαρακτηριστικό παράδειγμα λανθασμένης απάντησης είναι το εξής: "Οι ιοντικές ενώσεις έχουν υψηλά σημεία ζέσεως και τήξεως".

Για τις προτάσεις που περιγράφουν αποκλειστικά τον ομοιοπολικό δεσμό, αντίστοιχα με τον ιοντικό δεσμό χρησιμοποιήθηκαν οι ίδιες έννοιες που περιγράφουν και τα δύο είδη δεσμών και οι οποίες αναφέρθηκαν στις προτάσεις του ιοντικού δεσμού. Χαρακτηριστικό παράδειγμα λανθασμένης απάντησης είναι το εξής: "Λόγω της ηλεκτραρνητικότητας σχηματίζονται ομοιοπολικοί δεσμοί".

Για τις προτάσεις που περιγράφουν και τα δύο είδη δεσμού δεν εντοπίστηκαν παρά ελάχιστα λάθη αδυναμίας σχηματισμού προτάσεων. Π.χ "Και στον ιοντικό και στον ομοιοπολικό δεσμό έχουμε μέταλλα".

Συνολικά θα πρέπει να παρατηρήσουμε πως χρησιμοποιήθηκαν συγκεκριμένες έννοιες για κάθε περίπτωση από τα παιδιά και αδυναμία χρήσης άλλων, ενώ εντοπίστηκαν παρόμοια λάθη που δείχνουν μια γενικότερη αδυναμία στην κατανόηση συγκεκριμένων εννοιών.

Συμπεράσματα:

Είναι χαρακτηριστικό πώς οι έννοιες των δομών Lewis, της ηλεκτραρνητικότητας και της πολικότητας, αναφέρθηκαν από τους μαθητές πως χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για την περιγραφή του ομοιοπολικού δεσμού, ενώ δεν αναφέρθηκαν από κανέναν μαθητή στις προτάσεις του ιοντικού. Αντίστοιχα οι δυνάμεις Coulomb αναφέρθηκαν από τους περισσότερους μαθητές στις προτάσεις του ιοντικού δεσμού και όχι στις προτάσεις του ομοιοπολικού δεσμού.

Επίσης είναι χαρακτηριστικό να επισημανθεί πως αν και ένας μικρός αριθμός παιδιών ταυτοποίησαν σωστά τις έννοιες ηλεκτραρνητικότητα, δομές Lewis και ηλεκτρόνια σθένους ως έννοιες που χρησιμοποιούνται στο σχηματισμό και των δύο ειδών δεσμού, δεν επέλεξαν ούτε και αυτά όπως και τα υπόλοιπα, να χρησιμοποιήσουν τις έννοιες αυτές στο σχηματισμό προτάσεων γιατί όπως ανέφεραν χαρακτηριστικά δυσκολεύονταν να κάνουν προτάσεις. Το ίδιο φαινόμενο παρατηρήθηκε και για έννοιες όπως πολικότητα, δυνάμεις Coulomb και κανόνας οκτάδας όπου αν και από το 1^ο θέμα φάνηκε η δυσκολία των μαθητών να τις κατατάξουν, ακόμη κι εκείνοι που σωστά ανέφεραν ότι περιγράφουν και τα δύο είδη δεσμών δεν τις επέλεξαν για να σχηματίσουν προτάσεις στο 2^ο θέμα.

5.4. Αξιολόγηση β' μέρους ερωτηματολογίου

5.4.1.Εισαγωγή

Σύμφωνα με τις σύγχρονες απόψεις, η γνώση είναι τρόπος κατανόησης ενός φαινομένου και η μάθηση η διαδικασία αλλαγής αυτού του τρόπου κατανόησης. Η παραδοσιακή άποψη σύμφωνα με την οποία η γνώση είναι μετρήσιμη και μπορεί να περιγραφεί με ποσοτικούς όρους, με την έννοια ότι μπορεί κάποιος να υπολογίσει συνολικά το ποσό των σωστών απαντήσεων, έχει αντικατασταθεί. Αντί αυτής οι ειδικοί στο χώρο της εκπαίδευσης προτείνουν η γνώση να περιγράφεται με ποιοτικούς όρους, οι οποίοι εστιάζουν στο γνωστικό περιεχόμενο των απαντήσεων και όχι στη ποσότητα των σωστών αποτελεσμάτων.

Γύρω από αυτή τη θεώρηση διεξάγονται πολλές έρευνες, με σκοπό να διερευνηθεί η γνώση η οποία έχει οικοδομηθεί. Στο πλαίσιο αυτό, δίνεται στους μαθητές ένα αντικείμενο, το οποίο μπορεί να είναι ένα γραπτό κείμενο, ένα βίντεο, μια συζήτηση ή κάποιο άλλο είδος παρουσίασης της πληροφορίας, μια οπτικοποίηση ή μια πολυμεσική εφαρμογή, από το οποίο μαθαίνουν κάποια στοιχεία, γεγονότα, δεξιότητες έννοιες ή στρατηγικές λύσεις προβλημάτων. Στη συνέχεια ζητείται να χρησιμοποιήσουν τις παραπάνω αποκτηθείσες δεξιότητες για να εξηγήσουν τι έχουν μάθει, να διεκπεραιώσουν μια δραστηριότητα, να λύσουν κάποιο πρόβλημα ή να κάνουν μία κρίση.

Η αξιολόγηση των απαντήσεων δείχνει ότι είναι δυνατό να βρεθούν ομάδες μαθητών με το ίδιο επίπεδο κατανόησης του εξεταζόμενου αντικειμένου, όπως επίσης και ομάδες μαθητών ίδιας ηλικίας που ανήκουν σε διαφορετικά επίπεδα κατανόησης, τα οποία τελικά συνθέτουν μια ιεραρχία επιπέδων ή επιπέδων έκβασης. Ο αριθμός των επιπέδων της ιεραρχίας εξαρτάται από τον χαρακτήρα του αντικειμένου και τον τρόπο που παρουσιάζεται. Η ποιοτική αξιολόγηση απαντήσεων μαθητών μπορεί να ταξινομηθεί σε κατηγορίες - επίπεδα, τα οποία εκφράζουν την εξελικτική πορεία της διαδικασίας οικοδόμησης της γνώσης. Μία τέτοιου τύπου κατηγοριοποίηση αποτελεί η ταξινομία SOLO (Structure of the Observed Learning Outcomes) των Biggs και Collis (1982).

5.4.2. Μέθοδος Ποιοτικής Αξιολόγησης Των Μαθησιακών Αποτελεσμάτων (SOLO)

Κάθε απάντηση του μαθητή για να αξιολογηθεί ποιοτικά και να ταξινομηθεί σε ένα επίπεδο αναλύεται ως προς τις τρεις ακόλουθες συνιστώσες:

Τον εντοπισμό και την αναφορά των στοιχείων σε μια περιγραφή και των παραγόντων σε μια αιτιολόγηση, που διαδραματίζουν ενεργό ρόλο στο υπό μελέτη θέμα.

Τους συσχετισμούς των δεδομένων (στοιχείων – παραγόντων)

Την εξαγωγή τεκμηριωμένου συμπεράσματος, σύμφωνα με τα προηγούμενα.

Μεταξύ δύο διαδοχικών επιπέδων εντοπίζεται πολλές φορές ένα μεταβατικό στάδιο, το οποίο παρουσιάζει την τάση εξέλιξης του μαθητή προς το αμέσως ανώτερο επίπεδο, χωρίς τελική επιτυχία. Η ανάλυση των απαντήσεων του μαθητή οδηγεί στον εντοπισμό πέντε επιπέδων κατανόησης του θέματος που μελετά.

Επίπεδα ταξινόμιας SOLO

Πρώτο επίπεδο προ-δομικό, πρώιμο. Ο μαθητής με την απάντηση που δίνει :

- Είτε αποφεύγει την ερώτηση (άρνηση, απόκρουση).
- Είτε μεταφέρει την ερώτηση καταφατικά (ταυτολογία).
- Είτε κάνει έναν άσχετο συνειρμό βασισμένο σε προσωπικά δεδομένα.
- Δεν εξετάζει τους διαφόρους παράγοντες και έννοιες που έχουν σχέση με το θέμα και δεν προβαίνει σε κανένα συσχετισμό τους.
- Χρησιμοποιεί μόνο λίγες από τις διαθέσιμες πληροφορίες και σπάνια καταλήγει σε συμπέρασμα.

Μεταβατικό στάδιο μεταξύ του πρώτου και δεύτερου επιπέδου: Ο μαθητής χρησιμοποιεί ανεπαρκώς κάποιο σχετικό στοιχείο κάνοντας με ανακρίβεια μία υπόθεση.

Δεύτερο επίπεδο μονο-παραγοντικό, μονο-δομικό: Ο μαθητής:

- Επιλέγει ένα από τα σχετικά στοιχεία της παρουσίασης και επικεντρώνεται σε αυτό.
- Ανταποκρίνεται με περιορισμένο τρόπο. Σπάνια συνδέει τμήματα πληροφοριών και δεν δίνει εξηγήσεις.
- Δεν καταλήγει σε συμπέρασμα ή το συμπέρασμα προκύπτει βιαστικά από λίγα στοιχεία.

Μεταβατικό στάδιο μεταξύ του δεύτερου και τρίτου επιπέδου: Ο μαθητής επιλέγει δύο σχετικά στοιχεία που δεν συμφωνούν, είναι ασυνεπή και αποτρέπουν την εξαγωγή συμπεράσματος.

Τρίτο επίπεδο πολυ-παραγοντικό, παραθετικό, πολυ-δομικό: Ο μαθητής:

- Επιλέγει δύο ή περισσότερα στοιχεία και τα παραθέτει, αναφέροντάς τα απλώς με μία σειρά, αγνοώντας τους συσχετισμούς.
- Δεν χρησιμοποιεί όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες και δεν επιχειρεί να κάνει συσχετισμούς.
- Συνήθως δεν καταλήγει σε συμπέρασμα ή οδηγείται σε εναλλακτικό συμπέρασμα ή ακόμη μπορεί να αναφέρει το αναμενόμενο συμπέρασμα αποσπασματικά, χωρίς αυτό να προκύπτει από τα δεδομένα και τη λογική που παρουσίασε πριν.
- Ο τόνος στο λόγο του παρουσιάζεται περιγραφικός, δηλωτικός

Μεταβατικό στάδιο μεταξύ του τρίτου και τέταρτου επιπέδου : Ο μαθητής αναγνωρίζει κάποια ανακολουθία. Αλλά δεν μπορεί να την αντιμετωπίσει ή κάνει επιμέρους συσχετισμό των δεδομένων.

Τέταρτο επίπεδο συσχετιστικό, συνδυαστικό, συνθετικό. Ο μαθητής:

- Χρησιμοποιεί τις περισσότερες ή όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες, τις συνδέει με συνεπή τρόπο και τις ενσωματώνει σε ένα εννοιολογικό σχήμα , με το οποίο αντιμετωπίζει και τις αντικρουόμενες καταστάσεις.
- Αρχίζει να δίνει εξηγήσεις συνδυάζοντας τα στοιχεία και αναζητώντας σχέσεις αιτίου και αποτελέσματος. Έτσι παράγει ένα επιχείρημα και δεν αρκείται απλώς σε μια παράθεση σχετικών στοιχείων.
- Η διαδικασία της επαγωγής οδηγεί σε ένα επιστημονικώς αποδεκτό συμπέρασμα. Ως εκ τούτου δεν αναφέρεται καμία εναλλακτική λύση.
- Ο τόνος στο λόγο του είναι επεξηγηματικός.

Μεταβατικό στάδιο μεταξύ τέταρτου και πέμπτου επιπέδου: ο μαθητής αναγνωρίζει τη σχετικότητα της επεξήγησης, αλλά γενικεύει ανεπαρκώς.

Πέμπτο επίπεδο θεωρητικής γενίκευσης, εκτεταμένης θεώρησης. Ο μαθητής:

- Χρησιμοποιεί πληροφορίες που δεν περιλαμβάνονται στα δεδομένα, γενικευμένες επιστημονικές αρχές που δείχνουν ότι το παράδειγμα είναι μόνο μία πιθανή

περίπτωση ενός φαινομένου μεγάλης εμβέλειας, που επεκτείνεται σε άλλες περιπτώσεις.

- Κάνει νέες υποθέσεις, που βασίζονται σε προηγούμενα λογικά αιτιολογημένα συμπεράσματα.
- Δεν επιδιώκει να προσδιορίσει ένα ορισμένο ή περιορισμένο συμπέρασμα, αλλά δοκιμάζει, υποθέτει και κρίνει άλλες πιθανές απαντήσεις, που θα ταίριαζαν στο ερώτημα.
- Ο τόνος στο λόγο του εμφανίζεται συμπερασματικός.

Το ανώτερο πέμπτο επίπεδο θεωρείται πολύ προχωρημένο και εμφανίζεται σπάνια.

Παραδείγματα απαντήσεων για κάθε επίπεδο της μεθόδου Solo

Για να γίνουν τα επίπεδα της μεθόδου Solo πιο κατανοητά, θα παρατεθούν από ένα παράδειγμα για κάθε επίπεδο χρησιμοποιώντας μία από τις ερωτήσεις του β μέρους του ερωτηματολογίου. Η ερώτηση αφορά την έννοια της ηλεκτραρνητικότητας η οποία είναι η εξής:

269

Πρόταση 1^η: Ηλεκτραρνητικότητα

Η ηλεκτραρνητικότητα παίζει ρόλο στο σχηματισμό του ομοιοπολικού δεσμού, όχι όμως και στο σχηματισμό του ιοντικού δεσμού.

Στοιχεία και Παράγοντες αιτιολόγησης: ορισμός ηλεκτραρνητικότητας, τρόπος σχηματισμού δεσμών, ηλεκτρόνια σθένους, ηλεκτροστατικές δυνάμεις, σχέση δεσμών με ηλεκτραρνητικότητα

Απαντήσεις:

Πρώτο επίπεδο

Πράγματι, η ηλεκτραρνητικότητα παίζει ρόλο στο σχηματισμό του ΟΔ αλλά και του ΙΔ.

(μεταφορά της ερώτησης με καταφατικό τρόπο)

Μεταβατικό στάδιο πρώτου και δεύτερου επιπέδου

Η ηλεκτραρνητικότητα οφείλεται στην ύπαρξη ηλεκτρονίων. Επειδή και στους ΟΔ και στους ΙΔ υπάρχουν ηλεκτρόνια, η ηλεκτραρνητικότητα παίζει ρόλο και στους δύο δεσμούς.

(χρησ. ένα σχετικό στοιχείο (ηλεκτρόνια) κάνοντας με ανακρίβεια μια υπόθεση)

Δεύτερο επίπεδο:

Η ηλεκτραρνητικότητα παίζει ρόλο και στους ΟΔ και στους ΙΔ. Η τιμή της εξαρτάται από τον αριθμό των ηλεκτρονίων σθένους στο άτομο το στοιχείου. Ηλεκτρόνια σθένους έχουν όλα τα άτομα είτε σχηματίζουν ιοντικούς είτε ομοιοπολικούς δεσμούς.

(επιλέγει ένα από τα σχετικά στοιχεία (ηλεκτρόνια σθένους) και επικεντρώνεται σε αυτό και βγάζει βιαστικά το συμπέρασμα)

Μεταβατικό στάδιο δεύτερου και τρίτου επιπέδου

Η ηλεκτραρνητικότητα παίζει ρόλο και στα δύο είδη δεσμών. Η δημιουργία δεσμού οφείλεται στην ύπαρξη ηλεκτρονίων σθένους των ατόμων, που σχηματίζουν πολικούς και μη πολικούς δεσμούς.

(επιλέγει δύο σχετικά στοιχεία (ηλεκτρόνια σθένους και πόλωση) που τα συνδέει ανεπαρκώς και αποτρέπουν την εξαγωγή συμπεράσματος).

Τρίτο επίπεδο:

Η ηλεκτραρνητικότητα παίζει ρόλο και στους ΟΔ και στους ΙΔ. Η τιμή της εξαρτάται από τον αριθμό των ηλεκτρονίων σθένους στο άτομο του στοιχείου και από την ατομική του ακτίνα. Όσο μεγαλύτερη ηλεκτραρνητικότητα έχει ένα άτομο, τόσο μεγαλύτερη είναι η έλξη που ασκεί στα δεσμικά ηλεκτρόνια.

(επιλέγει δύο ή περισσότερα στοιχεία (ηλεκτρόνια σθένους και ατομική ακτίνα) και τα παραθέτει αναφέροντάς τα απλώς σε μια σειρά αγνοώντας τους συσχετισμούς)

Μεταβατικό στάδιο τρίτου και τέταρτου επιπέδου

Η ηλεκτραρνητικότητα παίζει ρόλο και στους ΟΔ και στους ΙΔ. Η τιμή της εξαρτάται από τον αριθμό των ηλεκτρονίων σθένους στο άτομο του στοιχείου και από την ατομική του ακτίνα. Όσο μεγαλύτερη ηλεκτραρνητικότητα έχει ένα άτομο, τόσο μεγαλύτερη είναι η έλξη που ασκεί στα δεσμικά ηλεκτρόνια. Ο βαθμός μετατόπισης των δεσμικών ηλεκτρονίων προς το πιο ηλεκτραρνητικό άτομο εξαρτάται από τη διαφορά ηλεκτραρνητικότητας ανάμεσα στα δύο άτομα.

(κάνει επι μέρους συσχετισμό δεδομένων που εντοπίζεται στη φράση ‘βαθμός μετατόπισης’)

Τέταρτο επίπεδο:

Η ηλεκτραρνητικότητα παίζει ρόλο και στους ΟΔ και στους ΙΔ. Η τιμή της εξαρτάται από τον αριθμό των ηλεκτρονίων σθένους στο άτομο του στοιχείου και από την ατομική του ακτίνα. Όσο μεγαλύτερη ηλεκτραρνητικότητα έχει ένα άτομο, τόσο μεγαλύτερη είναι η έλξη που ασκεί στα δεσμικά ηλεκτρόνια. Ο βαθμός μετατόπισης των δεσμικών ηλεκτρονίων προς το πιο ηλεκτραρνητικό άτομο εξαρτάται από τη διαφορά ηλεκτραρνητικότητας ανάμεσα στα δύο άτομα. Όταν η διαφορά αυτή είναι σημαντική έχουμε ιοντικό δεσμό, ενώ μικρότερες διαφορές ηλεκτραρνητικότητας οδηγούν στον πολωμένο ομοιοπολικό δεσμό.

(χρησιμοποιεί όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες, τις συνδέει με συνεπή τρόπο και τις ενσωματώνει σε ένα εννοιολογικό σχήμα με το οποίο δίνει εξηγήσεις συνδυάζοντας τα στοιχεία)

Μεταβατικό στάδιο τέταρτου και πέμπτου επιπέδου

Η ηλεκτραρνητικότητα παίζει ρόλο και στους ΟΔ και στους ΙΔ. Η τιμή της εξαρτάται από τον αριθμό των ηλεκτρονίων σθένους στο άτομο του στοιχείου και από την ατομική του ακτίνα. Όσο μεγαλύτερη ηλεκτραρνητικότητα έχει ένα άτομο, τόσο μεγαλύτερη είναι η έλξη που ασκεί στα δεσμικά ηλεκτρόνια. Ο βαθμός μετατόπισης των δεσμικών ηλεκτρονίων προς το πιο ηλεκτραρνητικό άτομο εξαρτάται από τη διαφορά ηλεκτραρνητικότητας ανάμεσα στα δύο άτομα. Όταν η διαφορά αυτή είναι σημαντική, όπως συμβαίνει σε πολλές περιπτώσεις ένωσης μετάλλου και αμετάλλου, έχουμε ιοντικό δεσμό ενώ μικρότερες διαφορές ηλεκτραρνητικότητας οδηγούν στον πολωμένο ομοιοπολικό δεσμό

(αναγνωρίζει τη σχετικότητα της επεξήγησης αλλά γενικεύει ανεπαρκώς)

Πέμπτο επίπεδο:

Η τιμή της ηλεκτραρνητικότητας εξαρτάται (ι) από τον αριθμό των ηλεκτρονίων σθένους στο άτομο του στοιχείου και (ιι) από την ατομική του ακτίνα. Όσο μεγαλύτερη ηλεκτραρνητικότητα έχει ένα άτομο, τόσο μεγαλύτερη είναι η έλξη που ασκεί στα δεσμικά ηλεκτρόνια.

Ο βαθμός μετατόπισης των δεσμικών ηλεκτρονίων προς το πιο ηλεκτραρνητικό άτομο εξαρτάται από τη διαφορά ηλεκτραρνητικότητας ανάμεσα στα δύο άτομα.

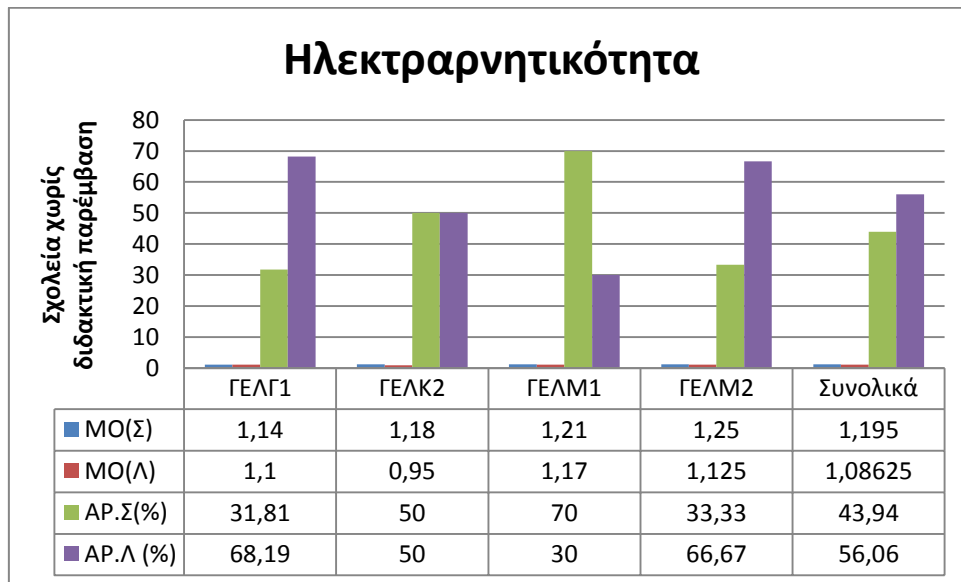
Όταν η διαφορά αυτή είναι σημαντική όπως συμβαίνει σε πολλές περιπτώσεις ένωσης ενός μετάλλου με ένα αμέταλλο, η μετατόπιση αυτή είναι πλήρης κι έτσι έχουμε τον ιοντικό δεσμό.

Μικρότερες, όμως, διαφορές ηλεκτραρνητικότητας, όπως π.χ. όταν ενώνονται δύο αμέταλλα, δεν οδηγούν σε απώλεια και πρόσληψη ηλεκτρονίων, αλλά μόνο σε μερική μετατόπιση του κοινού ή των κοινών ζευγών ηλεκτρονίων προς το πιο ηλεκτραρνητικό άτομο. Έτσι, δημιουργείται μια ασύμμετρη κατανομή φορτίου ανάμεσα στα άτομα, με αποτέλεσμα την εμφάνιση μερικού αρνητικού φορτίου στο πιο ηλεκτραρνητικό από αυτά και ισοδύναμου θετικού φορτίου στο λιγότερο ηλεκτραρνητικό και συνέπεια την πόλωση του ομοιοπολικού δεσμού.

Αποτελέσματα αξιολόγησης β μέρους ερωτηματολογίου

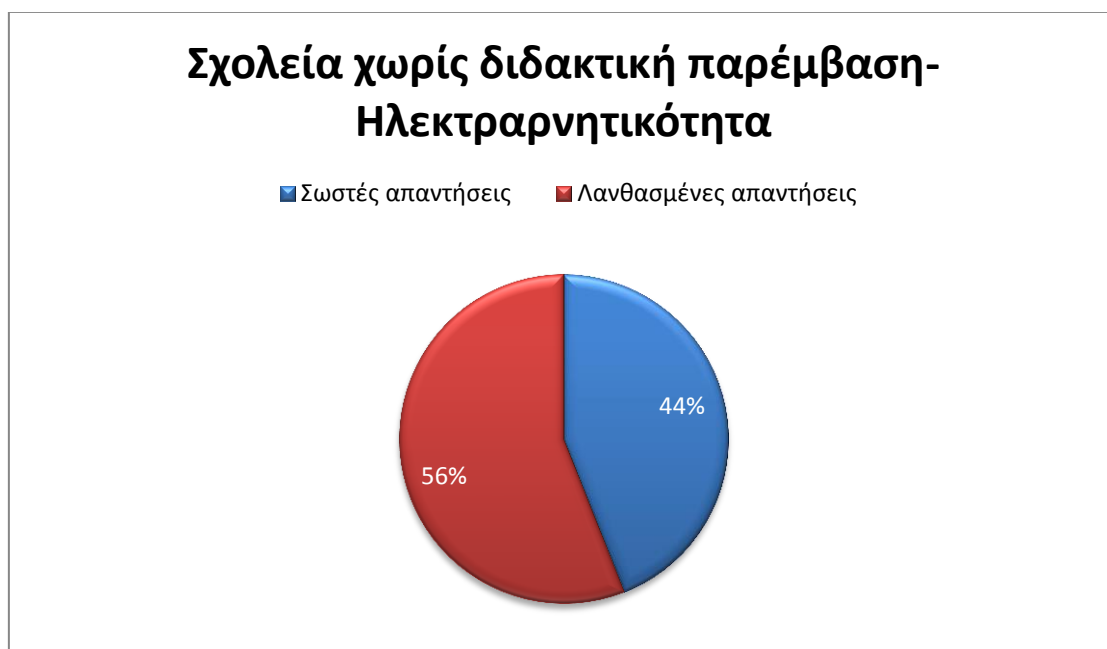
Στα τρία σχολεία της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στα οποία δόθηκαν τα ερωτηματολόγια, οι μαθητές συμπλήρωσαν το β μέρος του ερωτηματολογίου και τα αποτελέσματα της αξιολόγησής τους παρουσιάζονται στη συνέχεια. Πρέπει να τονιστεί για άλλη μια φορά πως δεν πραγματοποιήθηκε καμία διδακτική παρέμβαση, οι καθηγητές δίδαξαν την ύλη του σχολικού βιβλίου, ανεπηρέαστοι και στη συνέχεια συμπληρώθηκαν τα ερωτηματολόγια. Τα τμήματα των τριών σχολείων συμβολίζονται ως εξής: το τμήμα της Γουμένισσας ως ΓΕΛΓ1, το τμήμα της Κέρκυρας ως ΓΕΛΚ2 και τα δύο τμήματα του Μετσόβου ως ΓΕΛΜ1 και ΓΕΛΜ2 αντίστοιχα.

Ηλεκτραρνητικότητα



Γράφημα 83: Γραφική παράσταση που περιγράφει τις σωστές και λανθασμένες απαντήσεις των μαθητών στην πρόταση της ηλεκτραρνητικότητας αλλά και το επίπεδό τους βάσει της μεθόδου solo.

273

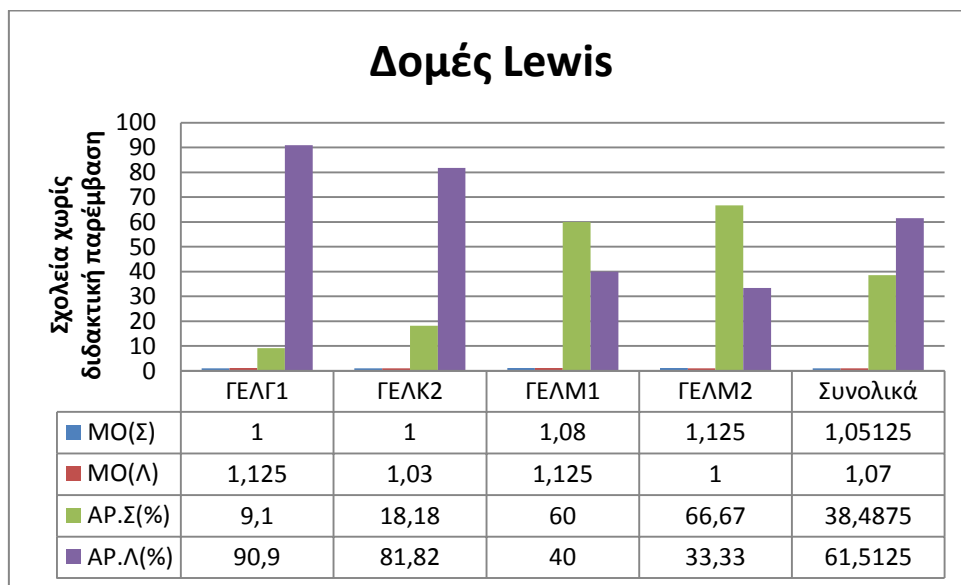


Γράφημα 84: Πίτα που περιγράφει τις σωστές και λανθασμένες απαντήσεις των μαθητών στην πρόταση της ηλεκτραρνητικότητας.

Στην ερώτηση της ηλεκτραρνητικότητας, οι μαθητές πλειοψηφικά απάντησαν λανθασμένα με ποσοστό 56%. Πιο συγκεκριμένα, ανέφεραν πως η ηλεκτραρνητικότητα εντοπίζεται και περιγράφει μόνο τον σχηματισμό του ομοιοπολικού δεσμού και όχι του ιοντικού δεσμού. Στο σχολικό βιβλίο της χημείας της α΄ Λυκείου, αν και δεν συνδέεται άμεσα με κάποιο είδος δεσμού, η έννοια της ηλεκτραρνητικότητας αναφέρεται και περιγράφεται κατά τη παρουσίαση του ομοιοπολικού δεσμού. Είναι αναμενόμενο λοιπόν οι μαθητές να συνδέσουν την έννοια με τον δεσμό.

Το επίπεδο των απαντήσεων των μαθητών ήταν πολύ χαμηλό. Οι περισσότεροι απάντησαν μονολεκτικά, χωρίς να μπορέσουν να δικαιολογήσουν την απάντησή τους, είτε αυτή ήταν λανθασμένη ή σωστή. Έδωσαν δηλαδή απαντήσεις προδομικού επιπέδου. Από τα ερωτηματολόγια, διακρίνεται ξεκάθαρα η αδυναμία των μαθητών να κατανοήσουν την έννοια της ηλεκτραρνητικότητας.

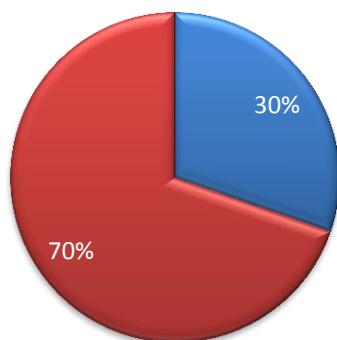
Δομές Lewis



Γράφημα 85: Γραφική παράσταση που περιγράφει τις σωστές και λανθασμένες απαντήσεις των μαθητών στην πρόταση των δομών Lewis αλλά και το επίπεδό τους βάσει της μεθόδου solo.

Σχολεία χωρίς διδακτική παρέμβαση- Δομές Lewis

■ Σωστές απαντήσεις ■ Λανθασμένες απαντήσεις

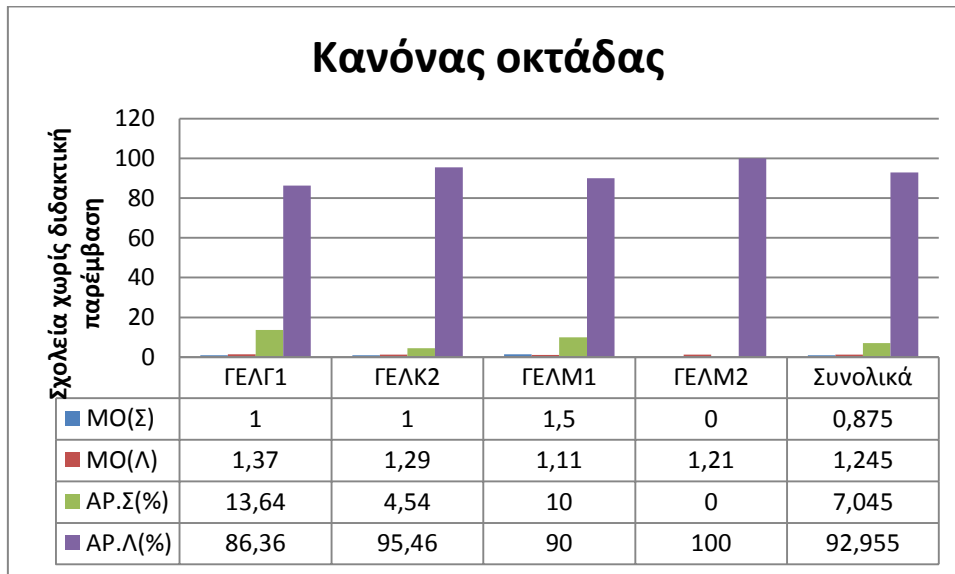


Γράφημα 86: Γραφική παράσταση που περιγράφει τις σωστές και λανθασμένες απαντήσεις των μαθητών στην πρόταση των δομών Lewis.

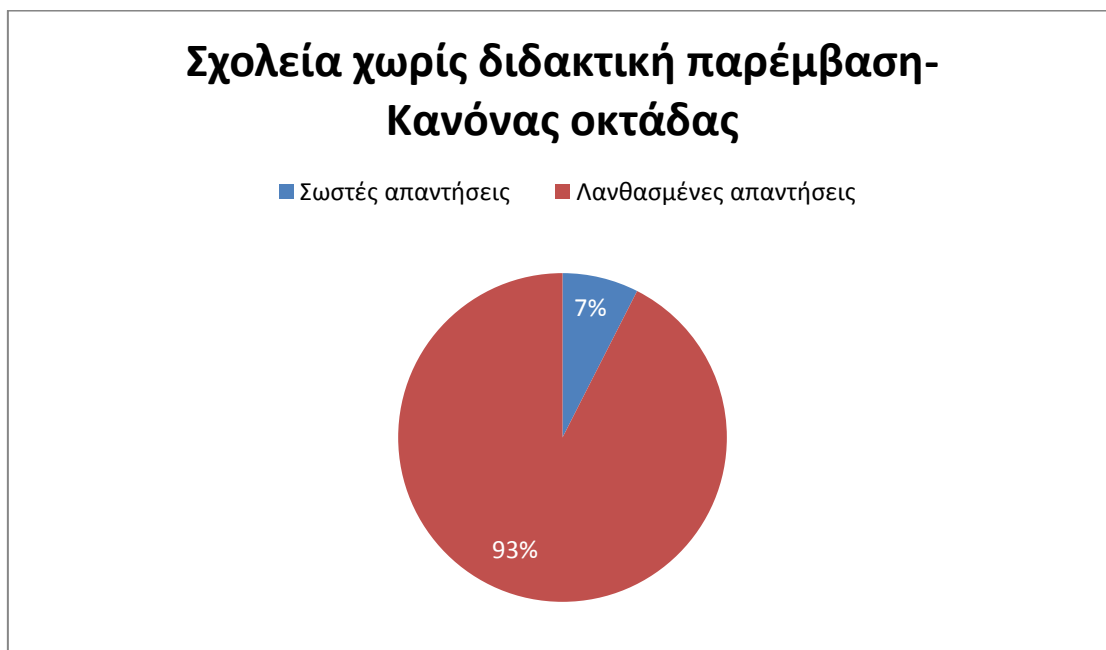
Οι δομές Lewis δυσκόλεψαν αρκετά στην κατανόησή τους μαθητές. Το 70% των απόψεων των μαθητών ήταν λανθασμένες σε σχέση με το εάν οι δομές Lewis αναπαριστούν ή όχι ιοντικές ενώσεις. Οι περισσότεροι ανέφεραν πως με δομές Lewis αναπαριστώνται μόνο οι ομοιοπολικές ενώσεις. Αναμενόμενες οι απαντήσεις των μαθητών, αφού το σχολικό βιβλίο περιγράφει τις δομές Lewis κατά την μελέτη του ομοιοπολικού δεσμού, ενώ αναφέρει παραδείγματα μόνο ομοιοπολικών δομών Lewis.

Το επίπεδο των απαντήσεων ήταν κυρίως προδομικό, αφού οι μαθητές απάντησαν μονολεκτικά χωρίς να είναι σε θέση να δικαιολογήσουν την άποψή τους. Είναι ολοφάνερο πως οι μαθητές δεν κατανόησαν την κατασκευή, τη δομή και τον ρόλο των δομών Lewis, οι οποίοι, όπως φαίνεται, τους δυσκόλεψαν πολύ. Αυτό επιβεβαιώνεται και από το γεγονός, πως δεν κατάφεραν να αναφέρουν, να σχεδιάσουν κάποια παραδείγματα έστω ομοιοπολικών δομών Lewis.

Κανόνας οκτάδας



Γράφημα 87: Γραφική παράσταση που περιγράφει τις σωστές και λανθασμένες απαντήσεις των μαθητών στην πρόταση του κανόνα της οκτάδας αλλά και το επίπεδό τους βάση της μεθόδου solo.

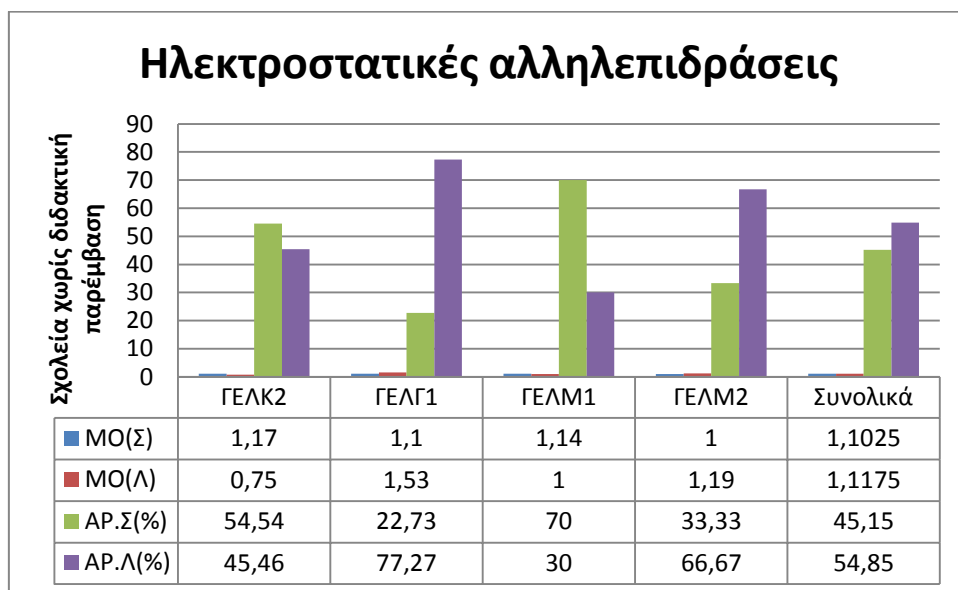


Γράφημα 88: Γραφική παράσταση που περιγράφει τις σωστές και λανθασμένες απαντήσεις των μαθητών στην πρόταση του κανόνα της οκτάδας.

Η ερώτηση του κανόνα της οκτάδας δυσκόλεψε όσο καμία άλλη τους μαθητές. Το 93% των απαντήσεων ήταν λανθασμένες. Οι μαθητές μελετώντας τον κανόνα στο βιβλίο τους συμπεράναν πως για να σχηματιστεί δεσμός θα πρέπει οπωσδήποτε να σχηματιστεί οκτάδα στην εξωτερική στιβάδα. Φυσικά, κάτι τέτοιο ήταν αναμενόμενο να συμβεί, αφού στο σχολικό τους εγχειρίδιο δεν γίνεται καμία αναφορά σε σχηματισμό δεσμού με παραβίαση του κανόνα. Τα παραδείγματα που παρατίθενται ικανοποιούν τον σχηματισμό οκτάδας και καμία αναφορά δεν εντοπίζεται για ενώσεις που δημιουργούνται αν και ο κανόνας της οκτάδας δεν ικανοποιείται.

Ανάλογη εικόνα παρατηρείται και στο επίπεδο των απαντήσεων. Σχεδόν όλες είναι προδομικού επιπέδου. Οι μαθητές απαντήσανε μονολεκτικά χωρίς να είναι σε θέση να δικαιολογήσουν την άποψή τους.

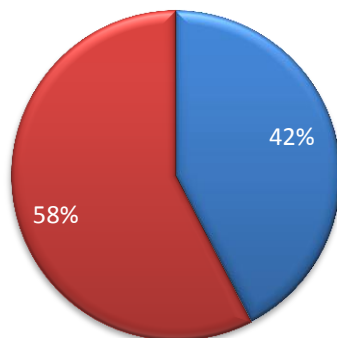
Ηλεκτροστατικές αλληλεπιδράσεις



Γράφημα 89: Γραφική παράσταση που περιγράφει τις σωστές και λανθασμένες απαντήσεις των μαθητών στην πρόταση των ηλεκτροστατικών αλληλεπιδράσεων αλλά και το επίπεδό τους βάσει της μεθόδου solo.

Σχολεία χωρίς διδακτική παρέμβαση- Ηλεκτροστατικές αλληλεπιδράσεις

■ Σωστές απαντήσεις ■ Λανθασμένες απαντήσεις

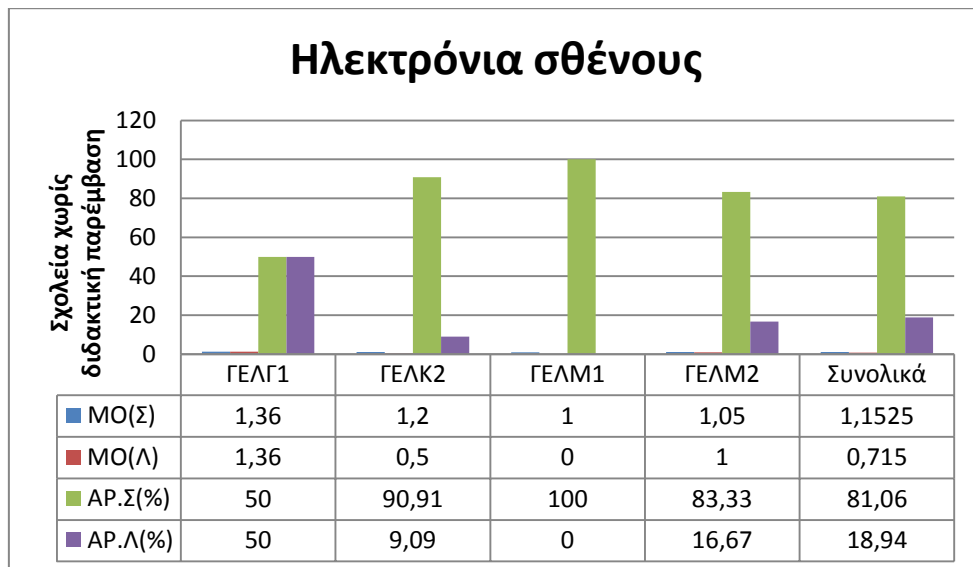


Γράφημα 90: Γραφική παράσταση που περιγράφει τις σωστές και λανθασμένες απαντήσεις των μαθητών στην πρόταση των ηλεκτροστατικών αλληλεπιδράσεων.

Οι ηλεκτροστατικές αλληλεπιδράσεις είχαν την ίδια απόδοση με την ερώτηση της ηλεκτραρνητικότητας. Οι μαθητές πλειοψηφικά απάντησαν λανθασμένα. Σίγουρα η εικόνα είναι καλύτερη, από τις αντίστοιχες ερωτήσεις των δομών Lewis και του κανόνα της οκτάδας. Και εδώ οι μαθητές, φαίνεται πως δυσκολεύτηκαν να κατανοήσουν την αιτία εμφάνισης των ηλεκτροστατικών αλληλεπιδράσεων, αφού όσοι απάντησαν λανθασμένα (58%), ανέφεραν πως εμφανίζονται μόνο κατά το σχηματισμό των ιοντικών ενώσεων. Μελετώντας το σχολικό τους βιβλίο βέβαια, εντοπίζει κανείς με μια προσεκτική ματιά πως οι ηλεκτροστατικές δυνάμεις ή αλλιώς δυνάμεις Coulomb αναφέρονται κατά την περιγραφή του ιοντικού δεσμού και όχι στον ομοιοπολικό δεσμό. Δεν χωράει αμφιβολία, πως η παρανόηση έγκειται στο γεγονός του τρόπου γραφής του εγχειριδίου τους.

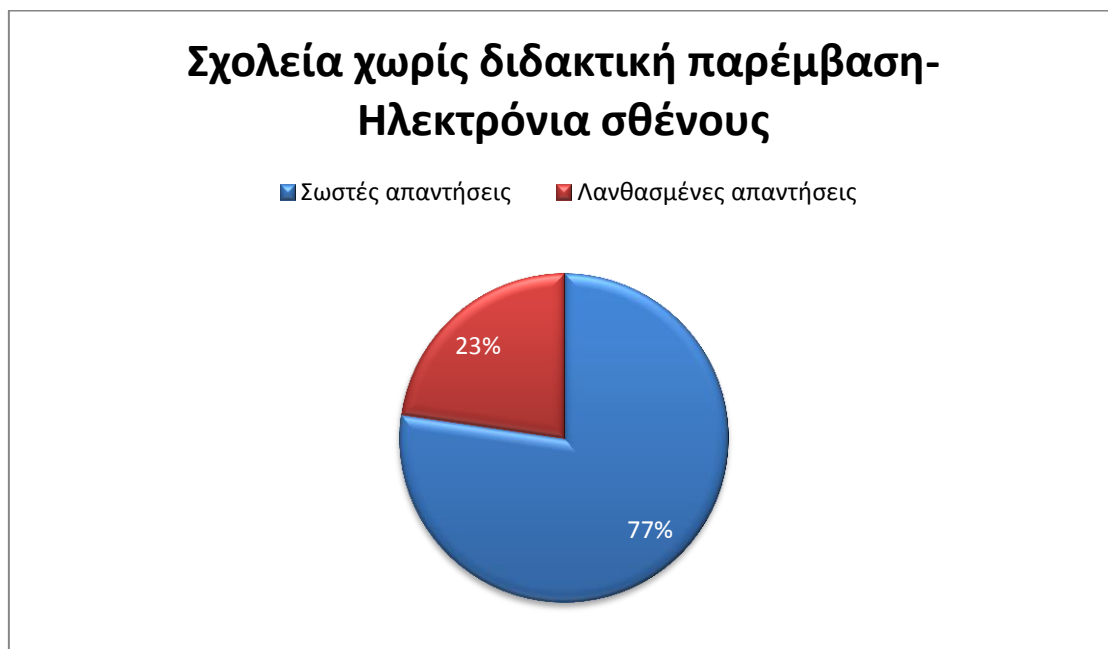
Το επίπεδο των απαντήσεων των μαθητών ήταν κυρίως προδομικό, με ευρισκόμενες πολλές μονολεκτικές απαντήσεις στα ερωτηματολόγια τους. Ακόμη και αυτοί που απάντησαν σωστά, που ήταν αρκετοί, δεν κατάφεραν να αναφέρουν ούτε ένα παράγοντα αιτιολόγησης της άποψής τους, γεγονός που αναδεικνύει την δυσκολία κατανόησης της συγκεκριμένης έννοιας και των χαρακτηριστικών της.

Ηλεκτρόνια σθένους



Γράφημα 91: Γραφική παράσταση που περιγράφει τις σωστές και λανθασμένες απαντήσεις των μαθητών στην πρόταση των ηλεκτρονίων σθένους αλλά και το επίπεδό τους βάση της μεθόδου solo.

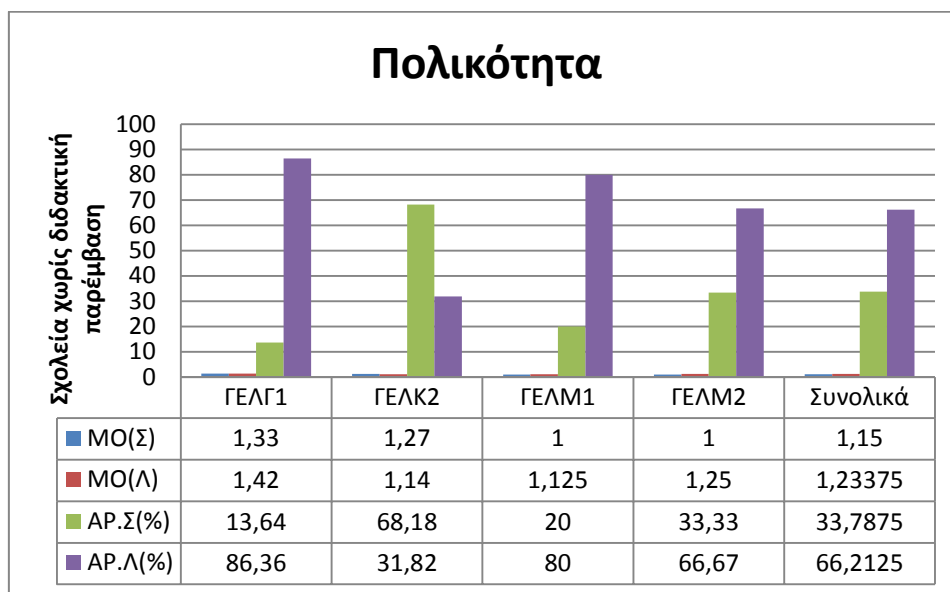
279



Γράφημα 92: Γραφική παράσταση που περιγράφει τις σωστές και λανθασμένες απαντήσεις των μαθητών στην πρόταση των ηλεκτρονίων.

Μια εντελώς διαφορετική εικόνα παρατηρείται στην ερώτηση των ηλεκτρονίων σθένους. Το 77% των απαντήσεων ήταν σωστές. Είναι γεγονός πως κατά τη μελέτη του σχηματισμού του δεσμού, το σχολικό εγχειρίδιο περιγράφει εκτενώς την αποβολή και πρόσληψη ηλεκτρονίων για τον ιοντικό δεσμό και την συνεισφορά ηλεκτρονίων για τον ομοιοπολικό δεσμό. Οι μαθητές που διάβασαν, δεν θα μπορούσαν παρά να απαντήσουν σωστά, ότι τα ηλεκτρόνια σθένους παίζουν ρόλο στο σχηματισμό και του ιοντικού και του ομοιοπολικού δεσμού. Είναι μη αναμενόμενο το γεγονός ότι δεν κατάφεραν να δικαιολογήσουν την απάντησή τους, αφού δεν ανέφεραν παρά ελάχιστοι, κάποιο παράγοντα αιτιολόγησής της απάντησής τους όπως π.χ. την διαδικασία σχηματισμού ενός δεσμού, από τα παραδείγματα του σχολικού βιβλίου. Οι περισσότερες απαντήσεις ήταν προδομικού και ελάχιστες μονοδομικού επιπέδου.

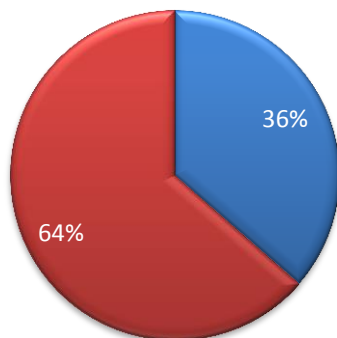
Πολικότητα



Γράφημα 93: Γραφική παράσταση που περιγράφει τις σωστές και λανθασμένες απαντήσεις των μαθητών στην πρόταση της πολικότητας αλλά και το επίπεδό τους βάσει της μεθόδου solo.

Σχολεία χωρίς διδακτική παρέμβαση- Πολικότητα

■ Σωστές απαντήσεις ■ Λανθασμένες απαντήσεις

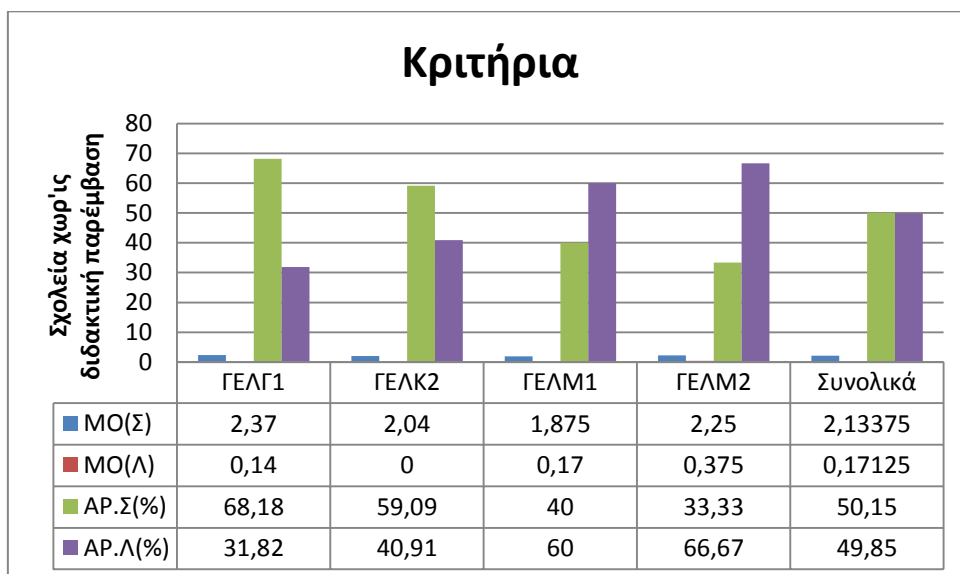


Γράφημα 94: Γραφική παράσταση που περιγράφει τις σωστές και λανθασμένες απαντήσεις των μαθητών στην πρόταση της πολικότητας.

Η πολικότητα, ήταν άλλη μια έννοια που δυσκόλεψε τους μαθητές. Το 64% των απαντήσεών τους ήταν λανθασμένο. Οι μαθητές, συνέδεσαν την έννοια της πολικότητας με την περιγραφή του ομοιοπολικού δεσμού. Το γεγονός αυτό εξηγείται, αφού ενώ στο σχολικό εγχειρίδιο δεν γίνεται καμία αναφορά για πολικότητα των ιοντικών δεσμών, γίνεται εκτενής περιγραφή των πολικών και μη πολικών ομοιοπολικών δεσμών.

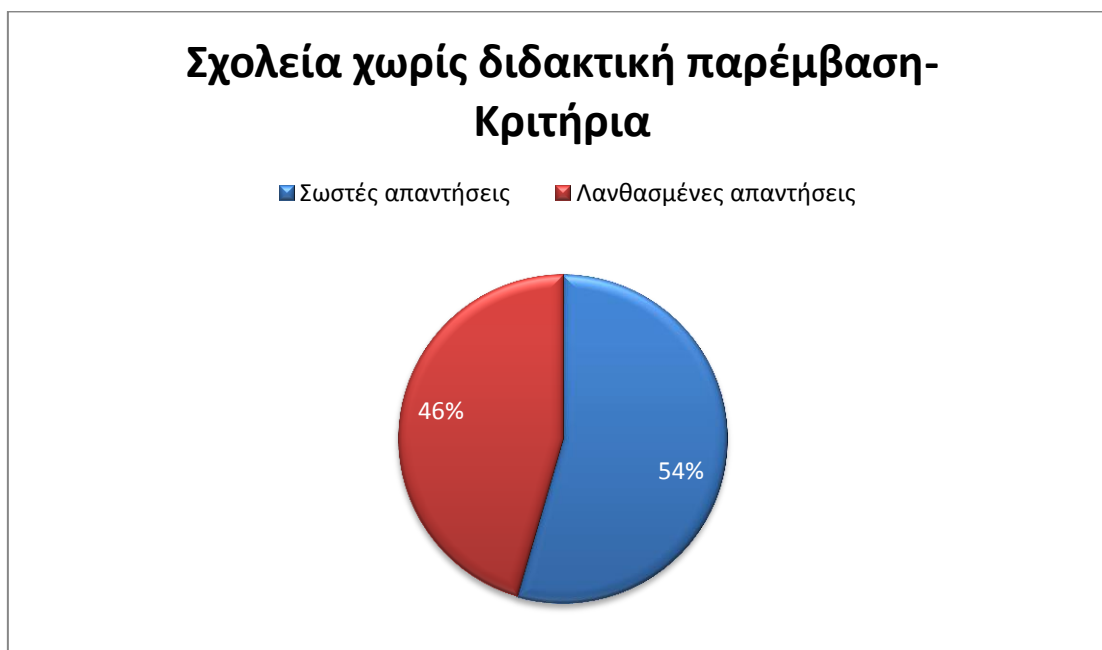
Το επίπεδο των απαντήσεων και σε αυτή την ερώτηση ήταν πολύ χαμηλό. Εντοπίστηκαν απαντήσεις προδομικού επιπέδου, μεταβατικού σταδίου και μονοδομικού επιπέδου. Και η πολικότητα φαίνεται πως αποτελεί μια αφηρημένη δυσνόητη έννοια για τους μαθητές. Είναι σίγουρο πως οι μαθητές που δεν έχουν κατανοήσει την ύπαρξη των ηλεκτροστατικών δυνάμεων και στους ιοντικούς και στους ομοιοπολικούς δεσμούς δεν θα μπορούσαν παρά να δυσκολευτούν στην αναγνώριση πολικότητας στα είδη αυτά.

Κριτήρια



Γράφημα 95: Γραφική παράσταση που περιγράφει τις σωστές και λανθασμένες απαντήσεις των μαθητών στην πρόταση των κριτηρίων σχηματισμού ενός χημικού δεσμού αλλά και το επίπεδό τους βάση της μεθόδου solo.

282



Γράφημα 96: Γραφική παράσταση που περιγράφει τις σωστές και λανθασμένες απαντήσεις των μαθητών στην πρόταση των κριτηρίων σχηματισμού χημικού δεσμού.

Η απόδοση των μαθητών στην ερώτηση των κριτηρίων ήταν η πιο υψηλή σε σχέση με την αντίστοιχη στις προηγούμενες ερωτήσεις. Οι μαθητές απάντησαν σωστά πλειοψηφικά. Το 54 % των μαθητών μπόρεσε να περιγράψει κάποια από τα κριτήρια. Η ερώτηση αυτή επειδή είναι διαδικαστική βασικού επιπέδου, ζητούσε από τους μαθητές συγκεκριμένα βήματα για την εύρεση του είδους του δεσμού τα οποία τους είχαν διδαχτεί στην τάξη.

Όσον αφορά το επίπεδο των απαντήσεων είναι κι εδώ το υψηλότερο. Οι περισσότεροι μαθητές πλειοψηφικά, κατάφεραν να αναφέρουν τουλάχιστον ένα παράγοντα αιτιολόγησης της απάντησής τους (μονοπαραγοντικό επίπεδο), δηλαδή ένα κριτήριο, αν και αρκετοί ανέφεραν και δύο κριτήρια (πολυπαραγοντικό επίπεδο).

Συνολικά συμπεράσματα

Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων που αφορούν το σύνολο των απαντήσεων, εντοπίζονται τα εξής:

1. Το επίπεδο των απαντήσεων των μαθητών ήταν αρκετά χαμηλό. Οι περισσότεροι μαθητές που απάντησαν σωστά δεν κατάφεραν να αιτιολογήσουν τις απαντήσεις τους. Σε ελάχιστες περιπτώσεις οι μαθητές προσπάθησαν να αιτιολογήσουν την απάντησή τους, χωρίς να ολοκληρώσουν την απάντησή τους ούτε για ένα παράγοντα αιτιολόγησης. Συνολικά αν και ο μέσος όρος των σωστών απαντήσεων στο πρώτο τμήμα ήταν μεγαλύτερος από το δεύτερο, ο μέσος όρος από την αξιολόγηση του επιπέδου των απαντήσεων μέσω της μεθόδου Solo ήταν μεγαλύτερος οριακά στο δεύτερο τμήμα. Φυσικά οι διαφορές ήταν πολύ μικρές.

2. Η ίδια ακριβώς εικόνα και για το επίπεδο των λανθασμένων απαντήσεων, με λίγο πιο αυξημένο το επίπεδο του δεύτερου τμήματος.

Μελετώντας τα διαγράμματα των απαντήσεων των μαθητών για κάθε έννοια ξεχωριστά, εντοπίζονται οι εξής παρατηρήσεις:

Στην ερώτηση των ηλεκτρονίων σθένους οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν σωστά και στα δύο τμήματα, ενώ στον κανόνα της οκτάδας και στις δομές Lewis δεν απάντησε σχεδόν κανένας μαθητής. Στις ερωτήσεις της ηλεκτραρνητικότητας, των ηλεκτροστατικών

αλληλεπιδράσεων και της πολικότητας, οι σωστές απαντήσεις των μαθητών ήταν σχεδόν οι μισές με μεγάλο ποσοστό λανθασμένων απαντήσεων και εδώ.

Ως προς την αξιολόγηση των απαντήσεων των μαθητών, σε αντίθεση με τον αριθμό τους, δεν εντοπίζονται διαφορές για το επίπεδό τους στα δύο τμήματα. Οι περισσότερες σωστές απαντήσεις ήταν πρώτου επιπέδου. Οι μαθητές δηλαδή απαντούσαν μονολεκτικά χωρίς να μπορούν να αιτιολογήσουν την απάντησή τους. Εντοπίστηκαν απαντήσεις μεταβατικού σταδίου πρώτου και δεύτερου επιπέδου, αλλά και ελάχιστες δεύτερου επιπέδου. Αρκετοί μαθητές δεν απάντησαν καθόλου. Είναι χαρακτηριστικό πως οι απαντήσεις μαθητών δεύτερου επιπέδου αλλά και εκείνοι που δεν απάντησαν καθόλου, εντοπίστηκαν στην ερώτηση για τα κριτήρια εύρεσης του είδους δεσμού μεταξύ ατόμων. Φαίνεται πως το σύνολο των εννοιών δυσκόλεψε τους μαθητές των σχολείων, τις οποίες φαίνεται πως δεν κατανόησαν, με καλύτερη εικόνα όσον αφορά το επίπεδο, μόνο τις απαντήσεις που αφορούν τα κριτήρια. Η ίδια εικόνα παρατηρείται και στην αξιολόγηση των λανθασμένων απαντήσεων. Οι απαντήσεις συνολικά είναι πρώτου επιπέδου με ελάχιστες να αξιολογούνται σαν μεταβατικού σταδίου πρώτου και δεύτερου επιπέδου. Οι περισσότερες λανθασμένες απαντήσεις είναι στην ερώτηση του κανόνα της οκτάδας, που δυσκόλεψε, όπως φαίνεται περισσότερο τους μαθητές, ενώ η έννοια της πολικότητας αποτέλεσε την αμέσως επόμενη δυσκολότερη έννοια.

5.5. Στατιστική ανάλυση: Περίπτωση σχολείων δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στα οποία πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση

5.5.1. Σύγκριση σχολείων: Τυπικές αποκλίσεις, ελάχιστες, μέγιστες και μέσες τιμές για τον μέσο όρο και τη συνολική βαθμολογία Solo.

Αρχικά υπολογίστηκαν οι τυπικές αποκλίσεις, οι μέγιστες και οι ελάχιστες τιμές, αλλά και οι μέσες τιμές των μέσων όρων των απαντήσεων Solo αλλά και των συνολικών βαθμολογιών για κάθε σχολείο.

Πίνακας 80: Υπολογισμός τυπικών αποκλίσεων, μέγιστων, ελάχιστων και μέσων τιμών για τον μέσο όρο και τη συνολική βαθμολογία των ερωτήσεων Solo για το σχολείο του Μετσόβου.

Μέτσοβο	N	Minimum	Maximum	Sum	Mean	Std. Deviation
MO SOLO	22	,00	2,14	14,71	,6688	,49169
Solo_total	22	0	15	103	4,68	3,442
Valid N (listwise)	22					

Πίνακας 81: Υπολογισμός τυπικών αποκλίσεων, μέγιστων, ελάχιστων και μέσων τιμών για τον μέσο όρο και τη συνολική βαθμολογία των ερωτήσεων Solo για το σχολείο της Κέρκυρας.

Κέρκυρα	N	Minimum	Maximum	Sum	Mean	Std. Deviation
MO SOLO	22	,14	1,43	16,86	,7662	,35144
Solo_total	22	1	10	118	5,36	2,460
Valid N (listwise)	22					

Πίνακας 82: Υπολογισμός τυπικών αποκλίσεων, μέγιστων, ελάχιστων και μέσων τιμών για τον μέσο όρο και τη συνολική βαθμολογία των ερωτήσεων Solo για το σχολείο της Γουμένισσας.

Γουμένισσα	N	Minimum	Maximum	Sum	Mean	Std. Deviation
MO SOLO	22	,00	1,57	14,29	,6494	,41528
Solo_total	22	0	11	100	4,55	2,907
Valid N (listwise)	22					

Στην συγκεκριμένη παράγραφο ακολουθεί η αξιολόγηση των ερωτηματολογίων μαθητών τριών σχολείων (τεσσάρων τμημάτων), στα οποία δεν πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση αλλά αφού ολοκληρώθηκε η διδασκαλία του κεφαλαίου του χημικού δεσμού, δόθηκαν και συμπληρώθηκαν από τους μαθητές .

Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε με την βοήθεια του προγράμματος SPSS. Αρχικά δίνεται πίνακας που περιγράφει τις σωστές απαντήσεις των μαθητών με βάση τη βαθμολογία SOLO, την συνολική βαθμολογία SOLO αλλά και τον MO των σωστών απαντήσεων για κάθε μαθητή, για τις ερωτήσεις του β μέρους του ερωτηματολογίου. Τα επίπεδα των μαθητών με βάση την μέθοδο SOLO έχουν κωδικοποιηθεί στο SPSS ως εξής: 1.Προδομικό επίπεδο, 2.Μεταβατικό στάδιο προδομικού και μεταβατικού επιπέδου, 3. Μονοδομικό επίπεδο, 4. Μεταβατικό στάδιο μονοδομικού και πολυπαραγοντικού επιπέδου, 5. Πολυπαραγοντικό επίπεδο, 6. Μεταβατικό στάδιο πολυπαραγοντικού συσχετιστικού επιπέδου, 7. Συσχετιστικό επίπεδο, 8. Μεταβατικό στάδιο συσχετιστικού και εκτεταμένης θεώρησης, 9. Επίπεδο εκτεταμένης θεώρησης.

Πίνακας 83: Βαθμολογία Solo των σωστών απαντήσεων ξεχωριστά για κάθε ερώτηση αλλά και συνολικά του μέσου όρου και της συνολικής βαθμολογίας των τριών σχολείων στα οποία δεν πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

	Ηλεκτραρνη τικότητα	Δομές Lewis	Κανόνας οκτάδας	Δυνάμεις Coulomb	Ηλεκτρόνια σθένους	Πολικότητα	Κριτήρια	Άθροισμα SOLO	ΜΟ SOLO
1	1	0	0	2	2	0	5	10	1,43
2	0	0	1	1	2	2	2	8	1,14
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	3	0	0	0	0	0	5	8	1,14
5	0	0	0	0	2	0	0	2	0,29
6	1	0	0	0	2	0	2	5	0,71
7	1	0	0	0	2	0	0	3	0,43
8	0	0	0	0	0	0	2	2	0,29
9	1	0	0	1	1	0	2	5	0,71
10	0	0	0	0	0	0	5	5	0,71
11	0	0	0	0	1	0	5	6	0,86
12	0	0	0	0	0	2	0	2	0,29
13	0	0	0	0	0	0	3	3	0,43
14	0	0	0	0	2	0	5	7	1
15	0	0	0	0	0	0	5	5	0,71
16	0	0	0	1	0	0	4	5	0,71
17	1	1	0	1	3	0	5	11	1,57
18	0	1	0	0	0	0	0	1	0,14
19	0	0	0	0	1	1	2	4	0,57
20	0	0	1	0	0	0	0	1	0,14
21	1	0	1	0	1	0	0	3	0,43
22	0	0	0	0	0	0	4	4	0,57
23	0	0	0	2	1	0	2	5	0,71
24	1	0	0	1	1	1	0	4	0,57
25	0	0	1	0	0	1	0	2	0,29
26	0	0	0	1	1	0	4	6	0,86
27	1	0	0	0	1	1	3	6	0,86
28	1	0	0	2	1	0	3	7	1
29	0	1	0	0	1	3	2	7	1
30	0	1	0	1	0	2	3	10	1,43
31	2	0	0	0	1	1	5	9	1,29

32	1	0	0	0	1	0	0	2	0,29
33	0	0	0	1	1	4	3	9	1,29
34	0	0	0	1	0	3	0	4	0,57
35	1	1	0	0	1	1	0	4	0,57
36	0	0	0	2	1	1	3	7	1
37	0	0	0	0	0	0	3	3	0,43
38	3	0	0	1	0	1	3	8	1,14
39	0	1	0	1	1	1	0	4	0,57
40	1	0	0	2	0	0	4	7	1
41	0	0	0	0	1	0	0	1	0,14
42	1	0	0	0	1	1	2	5	0,71
43	2	0	0	1	1	1	0	5	0,71
44	1	0	0	0	1	1	0	3	0,43
45	1	1	0	1	1	0	3	7	1
46	0	1	0	1	1	1	0	4	0,57
47	4	2	2	3	1	0	3	15	2,14
48	0	0	0	0	1	0	2	3	0,43
49	1	0	0	1	1	0	0	3	0,43
50	1	1	0	0	1	0	0	3	0,43
51	1	1	0	1	1	1	0	5	0,71
52	0	1	0	1	1	0	3	6	0,86
53	1	0	0	0	1	0	0	2	0,29
54	1	0	0	1	1	0	0	3	0,43
55	0	1	0	1	1	1	0	4	0,57
56	0	0	0	0	1	0	0	1	0,14
57	3	1	0	0	2	0	3	9	1,29
58	1	1	0	1	1	0	0	4	0,57
59	0	1	0	0	1	1	3	6	0,86
60	0	1	0	0	1	1	0	3	0,43
61	0	0	0	0	0	0	0	0	0
62	1	0	0	0	0	1	0	2	0,29
63	0	3	0	0	1	0	4	8	1,14
64	0	1	0	0	1	0	0	2	0,29
65	0	1	0	1	1	0	0	3	0,43
66	1	3	0	1	1	0	4	10	1,43

Εφαρμογή ανάλυσης διακύμανσης Anova και μη παραμετρικού Kruskal Wallis test.

Στη συνέχεια ελέγχθηκε εάν τα τέσσερα τμήματα παρουσιάζουν ή όχι στατιστική διαφορά ως προς τους ΜΟ και τις συνολικές τους βαθμολογίες στην βαθμολογία SOLO. Ο σκοπός είναι εάν και εφόσον δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά να

αντιμετωπιστούν σαν συνολικό δείγμα με παρόμοια χαρακτηριστικά. Ο έλεγχος έγινε μέσω της επαγωγικής στατιστικής και μάλιστα με δύο τρόπους: με την ανάλυση διακύμανσης Anova και το αντίστοιχο μη παραμετρικό test Kruskal Wallis.

Με ANOVA

Πίνακας 84: Test Levene για τον μέσο όρο των βαθμολογιών Solo των τριών σχολείων στα οποία δεν πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
,494	2	63	,612

Πίνακας 85: Test Anova για τον μέσο όρο των βαθμολογιών Solo των τριών σχολείων στα οποία δεν πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,921	2	,460	2,009	,143
Within Groups	14,435	63	,229		
Total	15,356	65			

289

Πίνακας 86: Test Levene για την συνολική βαθμολογία Solo των τριών σχολείων στα οποία δεν πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
,494	2	63	,612

Πίνακας 87: Test Anova για την συνολική βαθμολογία Solo των τριών σχολείων στα οποία δεν πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	45,121	2	22,561	2,009	,143
Within Groups	707,318	63	11,227		
Total	752,439	65			

Με Kruskal-Wallis

Πίνακας 88: Test Kruskal-Wallis για τον μέσο όρο των βαθμολογιών Solo των τριών σχολείων στα οποία δεν πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

	MO SOLO
Chi-Square	3,900
df	2
Asymp. Sig.	,142

a Kruskal Wallis Test

b Grouping Variable: Σχολείο

Πίνακας 89: Test Kruskal-Wallis για την συνολική βαθμολογία Solo των τριών σχολείων στα οποία δεν πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

	Solo_total
Chi-Square	2,014
df	2
Asymp. Sig.	,365

a Kruskal Wallis Test

b Grouping Variable: Σχολείο

Όπως παρατηρούμε τα δείγματα των τμημάτων δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0.001$) και για τις δύο στατιστικές αναλύσεις. Επομένως μπορούν να αντιμετωπιστούν σαν ένα συνολικό δείγμα.

5.5.2: Σύγκριση ερωτήσεων α μέρους ερωτηματολογίου στο σύνολο των σχολείων ΔΕ με το στατιστικό κριτήριο χ^2

Στη συνέχεια εφαρμόστηκε το στατιστικό κριτήριο χ^2 για το σύνολο του δείγματος, όσον αφορά τις ερωτήσεις του α' μέρους του ερωτηματολογίου.

Πίνακας 90: Σύγκριση ερώτησης απωστικών δυνάμεων στο σύνολο των σχολείων ΔΕ με το στατιστικό κριτήριο χ^2

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	9	13,2	-4,2
Καμία σχέση	21	13,2	7,8
Ομοιοπολικός δεσμός	9	13,2	-4,2
Ιοντικός δεσμός	9	13,2	-4,2
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	18	13,2	4,8
Total	66		

Πίνακας 91: Σύγκριση ερώτησης ελκτικών δυνάμεων στο σύνολο των σχολείων ΔΕ με το στατιστικό κριτήριο χ^2

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	5	13,2	-8,2
Καμία σχέση	6	13,2	-7,2
Ομοιοπολικός δεσμός	4	13,2	-9,2
Ιοντικός δεσμός	7	13,2	-6,2
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	44	13,2	30,8
Total	66		

Παρατηρείται πως οι μαθητές αν και για τις ελκτικές δυνάμεις απάντησαν πως χρησιμοποιούνται στην περιγραφή και του ιοντικού και του ομοιοπολικού δεσμού, για τις απωστικές δυνάμεις υποστήριξαν πως δεν παρουσιάζονται στο σχηματισμό των δεσμών. Οι απαντήσεις αυτές των μαθητών δικαιολογούνται αφού δεν αναφέρεται στο σχολικό βιβλίο η ύπαρξη απωστικών δυνάμεων.

Πίνακας 92: Σύγκριση ερώτησης ηλεκτραρνητικότητας στο σύνολο των σχολείων ΔΕ με το στατιστικό κριτήριο χ^2

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	6	13,2	-7,2
Καμία σχέση	8	13,2	-5,2
Ομοιοπολικός δεσμός	25	13,2	11,8
Ιοντικός δεσμός	12	13,2	-1,2
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	15	13,2	1,8
Total	66		

Πίνακας 93: Σύγκριση ερώτησης πολικότητας στο σύνολο των σχολείων ΔΕ με το στατιστικό κριτήριο χ^2

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	5	13,2	-8,2
Καμία σχέση	10	13,2	-3,2
Ομοιοπολικός δεσμός	26	13,2	12,8
Ιοντικός δεσμός	7	13,2	-6,2
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	18	13,2	4,8
Total	66		

Πίνακας 94: Σύγκριση ερώτησης Δομών Lewis στο σύνολο των σχολείων ΔΕ με το στατιστικό κριτήριο χ^2

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	5	13,2	-8,2
Καμία σχέση	5	13,2	-8,2
Ομοιοπολικός δεσμός	35	13,2	21,8
Ιοντικός δεσμός	4	13,2	-9,2
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	17	13,2	3,8
Total	66		

Οι έννοιες της ηλεκτραρνητικότητας και της πολικότητας δυσκόλεψαν τους μαθητές αφού οι περισσότεροι τις συνέδεσαν με την περιγραφή μόνο του ομοιοπολικού δεσμού. Στο

σχολικό εγχειρίδιο, αν και δεν αναφέρεται ότι η ηλεκτραρνητικότητα και η πολικότητα συνδέονται μόνο με τον ομοιοπολικό δεσμό, μελετώνται κατά την περιγραφή του και έτσι μοιραία οι μαθητές συνδέουν τις έννοιες. Όσον αφορά τις δομές Lewis, στο σχολικό εγχειρίδιο δεν αναφέρεται η έννοια τους αλλά όλες οι δομές οι οποίες παρουσιάζονται σαν παραδείγματα είναι ομοιοπολικής φύσης, επομένως οι μαθητές τις συνδέουν με τον ομοιοπολικό δεσμό.

Πίνακας 95: Σύγκριση ερώτησης κανόνα οκτάδας στο σύνολο των σχολείων ΔΕ με το στατιστικό κριτήριο χ^2

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	7	13,2	-6,2
Καμία σχέση	8	13,2	-5,2
Ομοιοπολικός δεσμός	7	13,2	-6,2
Ιοντικός δεσμός	13	13,2	-,2
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	31	13,2	17,8
Total	66		

Πίνακας 96: Σύγκριση ερώτησης δυνάμεων Coulomb στο σύνολο των σχολείων ΔΕ με το στατιστικό κριτήριο χ^2

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	8	13,2	-5,2
Καμία σχέση	14	13,2	,8
Ομοιοπολικός δεσμός	9	13,2	-4,2
Ιοντικός δεσμός	15	13,2	1,8
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	20	13,2	6,8
Total	66		

Ο κανόνας της οκτάδας και οι δυνάμεις Coulomb φαίνεται πως δυσκόλεψαν αρκετά τους μαθητές αφού εντοπίζεται μεγάλη διασπορά στις απαντήσεις τους. Δεν είναι τυχαίο πως και τις δύο έννοιες πολλοί μαθητές τις συνδέουν με τον ιοντικό δεσμό. Είναι αναμενόμενο αφού οι δυνάμεις Coulomb αναφέρονται στο σχολικό εγχειρίδιο κατά την περιγραφή μόνο του ιοντικού δεσμού. Ο σχηματισμός οκτάδας αν και αναφέρεται και στα δύο είδη δεσμού, δυσκολεύει τους μαθητές στην περίπτωση του ΟΔ. Πιο συγκεκριμένα η κατανόηση των

κοινών ζευγών των ηλεκτρονίων είναι δυσνόητη για αρκετούς μαθητές με αποτέλεσμα να συνδέουν τον κανόνα μόνο με τον ιοντικό δεσμό, στον οποίο είναι πιο απλός και ξεκάθαρος ο σχηματισμός της οκτάδας.

Πίνακας 97: Σύγκριση ερώτησης ηλεκτρονίων σθένους στο σύνολο των σχολείων ΔΕ με το στατιστικό κριτήριο χ^2

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_ Δεν απαντώ	3	13,2	-10,2
Καμία σχέση	3	13,2	-10,2
Ομοιοπολικός δεσμός	5	13,2	-8,2
Ιοντικός δεσμός	20	13,2	6,8
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	35	13,2	21,8
Total	66		

Η έννοια των ηλεκτρονίων σθένους δυσκόλεψε λιγότερο από τις υπόλοιπες έννοιες τους μαθητές.

Πίνακας 98: Σύγκριση ερώτησης ενέργειας στο σύνολο των σχολείων ΔΕ με το στατιστικό κριτήριο χ^2

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_ Δεν απαντώ	5	13,2	-8,2
Καμία σχέση	34	13,2	20,8
Ομοιοπολικός δεσμός	2	13,2	-11,2
Ιοντικός δεσμός	5	13,2	-8,2
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	20	13,2	6,8
Total	66		

Η έννοια της ενέργειας δεν αναφέρεται καθόλου στο σχολικό εγχειρίδιο κατά την περιγραφή των δεσμών με αποτέλεσμα οι μαθητές να υποστηρίξουν, όπως ήταν αναμενόμενο, πως δεν έχει καμία σχέση με την μελέτη του ΟΔ και του ΙΔ.

Η συσχέτιση, όπως φαίνεται από τον πίνακα που ακολουθεί είναι στατιστικά σημαντική αφού $p < 0.05$ εκτός από την περίπτωση των δυνάμεων Coulomb στην οποία δεν είναι στατιστικά σημαντική αφού $p > 0.05$.

Πίνακας 99: Σύγκριση ερωτήσεων στο σύνολο των σχολείων ΔΕ με το στατιστικό κριτήριο χ^2

	Απωστικές δυνάμεις	Ελκτικές δυνάμεις	Ηλεκτραρνητ ικότητα	Δομές Lewis	Κανόνας οκτάδας
Chi-Square(a)	10,364	90,212	16,879	53,697	31,879
df	4	4	4	4	4
Asymp. Sig.	,035	,000	,002	,000	,000
Δυνάμεις Coulomb	Ηλεκτρόνια σθένους	Πολικότητα	Ενέργεια		
7,182	60,364	22,939	55,970		
4	4	4	4		
,127	,000	,000	,000		

5.5.3. Σύγκριση ερωτήσεων β μέρους ερωτηματολογίου στο σύνολο των σχολείων ΔΕ με το μη παραμετρικό Friedman test.

Στη συνέχεια συγκρίναμε τις ερωτήσεις solo του β μέρους του ερωτηματολογίου, χρησιμοποιώντας ένα μη παραμετρικό test , το test Friedman, ενώ αρχικά πραγματοποιήθηκε κατάταξη των ερωτήσεων με βάση την απόδοσή των μαθητών σε αυτές.

Πίνακας 100: Σύγκριση ερωτήσεων β ' μέρους στο σύνολο των σχολείων ΔΕ με βάση την απόδοση των μαθητών .

	Κατάταξη ερωτήσεων με βάση την απόδοση
Ηλεκτραρνητικότητα Σ.	4,05
Δομές Lewis Σ	3,58
Κανόνας οκτάδας Σ	2,79
Δυνάμεις Coulomb Σ	3,93
Ηλεκτρόνια σθένους	4,84
Πολικότητα	3,83
Κριτήρια	4,98

Από τον πίνακα 100 φαίνεται πως οι μαθητές δυσκολεύτηκαν περισσότερο να απαντήσουν

στην ερώτηση του κανόνα της οκτάδας ενώ πήγαν καλύτερα στην ερώτηση των κριτηρίων.

Πίνακας 101: Σύγκριση ερωτήσεων β' μέρους με το test Friedman στο σύνολο των σχολείων ΔΕ

N	66
Chi-Square	69,094
df	6
Asymp. Sig.	,000

Στον πρώτο πίνακα παρουσιάζονται περιγραφικοί στατιστικοί δείκτες για τις μεταβλητές. Το SPSS δίνει το μέσο της ιεράρχησης ή το μέσο της κατάταξης. Παρατηρείται πως καλύτερη βαθμολογία επέτυχαν οι μαθητές στην ερώτηση των κριτηρίων ενώ χαμηλότερη στην ερώτηση του κανόνα της οκτάδας.

Από τον δεύτερο πίνακα, παρατηρείται πως η διαφορά είναι στατιστικώς σημαντική αφού $p < 0.001$.

Σύγκριση ερωτήσεων ανά δυάδες στο σύνολο των σχολείων μέσω του τεστ Wilcoxon

Στη συνέχεια ελέγχθηκαν οι έννοιες ανά ζεύγη ώστε να διαπιστωθεί εάν είναι στατιστικώς σημαντική η διαφορά τους. Μελετώντας τα αποτελέσματα παρατηρείται ότι η διαφορά είναι στατιστικώς σημαντική στα ζεύγη :

Κανόνας οκτάδας-ηλεκτραρνητικότητα,

Κριτήρια- ηλεκτραρνητικότητα,

Κανόνας οκτάδας –Δομές Lewis,

Ηλεκτρόνια σθένους-Δομές Lewis,

Κριτήρια - Δομές Lewis

Δυνάμεις Coulomb - Κανόνας οκτάδας

Ηλεκτρόνια σθένους - Κανόνας οκτάδας

Πολικότητα - Κανόνας οκτάδας

Κριτήρια - Κανόνας οκτάδας

Κριτήρια - Ηλεκτρόνια σθένους

Κριτήρια - Πολικότητα

Κριτήρια - Δυνάμεις Coulomb.

Ενώ δεν είναι στατιστικώς σημαντική η διαφορά στα ζεύγη

Δομές Lewis - Ηλεκτραρνητικότητα

Δυνάμεις Coulomb - Ηλεκτραρνητικότητα

Ηλεκτρόνια σθένους - Ηλεκτραρνητικότητα

Πολικότητα - Ηλεκτραρνητικότητα

Δυνάμεις Coulomb - Δομές Lewis

Πολικότητα - Δομές Lewis

Ηλεκτρόνια σθένους - Δυνάμεις Coulomb

Πολικότητα - Δυνάμεις Coulomb

Πολικότητα - Ηλεκτρόνια σθένους.

Πίνακας 102: Σύγκριση ερωτήσεων ανά ζεύγη β' μέρους με το test Wilcoxon στο σύνολο των σχολείων ΔΕ.

	Δομές Lewis Σ - Ηλεκτραρνητικότητα Σ.	Κανόνας οκτάδας Σ - Ηλεκτραρνητικότητα Σ.	Δυνάμεις Coulomb Σ - Ηλεκτραρνητικότητα Σ.	Ηλεκτρόνια σθένους - Ηλεκτραρνητικότητα Σ.	Πολικότητα - Ηλεκτραρνητικότητα Σ.	Κριτήρια - Ηλεκτραρνητικότητα Σ.
Z	-1,685(a)	-4,379(a)	-,489(a)	-2,342(b)	-,643(a)	-4,540(b)
Asym p. Sig. (2-tailed)	,092	,000	,625	,019	,520	,000
	Κανόνας οκτάδας Σ - Δομές Lewis Σ	Δυνάμεις Coulomb Σ - Δομές Lewis Σ	Ηλεκτρόνια σθένους - Δομές Lewis Σ	Πολικότητα - Δομές Lewis Σ	Κριτήρια - Δομές Lewis Σ	Δυνάμεις Coulomb Σ - Κανόνας οκτάδας Σ
Z	-3,283(a)	-1,379(b)	-3,673(b)	-,930(b)	-5,075(b)	-4,288 (a)
Asym p. Sig. (2-tailed)	,001	,168	,000	,352	,000	,000

)						
	Ηλεκτρόνια σθένους - Κανόνας οκτάδας Σ	Πολικότητα - Κανόνας οκτάδας Σ	Κριτήρια - Κανόνας οκτάδας Σ	Ηλεκτρόνια σθένους - Δυνάμεις Coulomb Σ	Πολικότητα - Ηλεκτρόνια σθένους	Κριτήρια - Ηλεκτρόνια σθένους
Z	-5,845(a)	-3,562(a)	-5,350(a)	-2,678(a)	-2,364(a)	-3,737(b)
Asym p- Sig. (2- tailed)	,000	,000	,000	,007	,018	,000
	Κριτήρια - Πολικότητα	Πολικότητα - Δυνάμεις Coulomb Σ	Κριτήρια - Δυνάμεις Coulomb Σ			
Z	-4,394(b)	-,216(b)	-4,887(a)			
Asym p- Sig. (2- tailed)	,000	,829	,000			

a Based on positive ranks.

b Based on negative ranks.

c Wilcoxon Signed Ranks Test

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο :

Αξιολόγηση ερωτηματολογίων στο κεφάλαιο του χημικού δεσμού- Ιδιωτική δευτεροβάθμια και πανεπιστημιακή εκπαίδευση

Όπως έχει ήδη αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο, τα ερωτηματολόγια δόθηκαν εκτός από σχολείο της δημόσιας δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και σε γνωστό ιδιωτικό σχολείο αλλά και σε πανεπιστημιακά τμήματα. Τα πανεπιστημιακά τμήματα είναι δύο, το πρώτο είναι τμήμα χημείας και το δεύτερο τμήμα βιολογίας. Οι μαθητές του ιδιωτικού σχολείου, ο αριθμός των οποίων ήταν 49, αλλά και οι φοιτητές 38 στο χημικό και 37 στο BET, αφού διδάχτηκαν την ύλη τους από τους καθηγητές τους χωρίς παρέμβαση, συμπλήρωσαν τα ερωτηματολόγια τα οποία αξιολογήθηκαν. Σκοπός να ελεγχθεί ο βαθμός δυσκολίας των μαθητών αλλά και των φοιτητών σε βασικές έννοιες Χημείας που αφορούν το κεφάλαιο του Χημικού δεσμού.

Στο κεφάλαιο που ακολουθεί, παρουσιάζονται οι απαντήσεις του ερωτηματολογίου, των φοιτητών των δύο πανεπιστημιακών τμημάτων και των μαθητών του ιδιωτικού λυκείου. Τις απαντήσεις των μαθητών του ιδιωτικού λυκείου, τις ομαδοποιούμε με τις απαντήσεις των φοιτητών εξαιτίας του υψηλότερου επιπέδου αυτών σε σχέση με τις αντίστοιχες στα δημόσια λύκεια.

299

6.1. Αποτελέσματα αξιολόγησης α' μέρους ερωτηματολογίου

Στο πρώτο μέρος ζητήθηκε από τους μαθητές να αναγνωρίσουν έννοιες που τους δόθηκαν και να τις κατηγοριοποιήσουν ανάλογα:

- ✓ αν χρησιμοποιούνται ή όχι για την περιγραφή των δεσμών και αν ναι:
- ✓ ποιο ή ποια είδη του χημικού δεσμού περιγράφουν.

Δίπλα σε κάθε όρο, τους ζητήθηκε να σημειώσουν:

- Ι αν ο όρος χρησιμοποιείται για την περιγραφή ΜΟΝΟ του ιοντικού δεσμού:

- Ο αν ο όρος χρησιμοποιείται για την περιγραφή ΜΟΝΟ του ομοιοπολικού δεσμού:
- I & O αν ο όρος χρησιμοποιείται για την περιγραφή ΚΑΙ του ιοντικού ΚΑΙ ΤΟΥ ομοιοπολικού δεσμού.
- Ø αν ο όρος ΔΕΝ χρησιμοποιείται για την περιγραφή ΟΥΤΕ του ιοντικού ΟΥΤΕ του ομοιοπολικού δεσμού.
- ΔΑ: Δεν Απαντώ

Οι έννοιες που δόθηκαν στους μαθητές αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 75: Οι έννοιες που κυρίως χρησιμοποιούνται στο κεφάλαιο του χημικού δεσμού

<i>Ενέργεια</i>	<i>περίοδο</i>	<i>ηλεκτρόνια σθένους</i>
<i>Όγκος</i>	<i>χημικός δεσμός</i>	<i>ιοντικός δεσμός</i>
<i>Ομάδα</i>	<i>ομοιοπολικός δεσμός</i>	<i>ηλεκτραρνητικότητα</i>
<i>Μάζα</i>	<i>ατομική ακτίνα</i>	<i>σημείο ζέσεως</i>
<i>κανόνας οκτάδας</i>	<i>μέταλλο</i>	<i>αμέταλλο</i>
<i>ión</i>	<i>κρύσταλλος</i>	<i>πολικότητα</i>
<i>ιοντική ένωση</i>	<i>πυκνότητα</i>	<i>ομοιοπολική ένωση</i>
<i>μαζικός αριθμός</i>	<i>δυνάμεις Coulomb</i>	<i>δομές Lewis</i>
<i>ελκτικές δυνάμεις</i>	<i>απωστικές δυνάμεις</i>	<i>διαλυτότητα</i>
<i>περιεκτικότητα</i>		<i>μόριο</i>
<i>σημείο τήξεως</i>		

Οι μαθητές και φοιτητές συμπλήρωσαν το πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου. Ο πίνακας που ακολουθεί αναφέρει αναλυτικά τις απαντήσεις για το ιδιωτικό στην πρώτη στήλη αριστερά και στα συνέχεια για τα δύο Πανεπιστημιακά τμήματα.

Πίνακας 103: Απαντήσεις ιδιωτικού σχολείου Θεσσαλονίκης δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στο πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου.

ΓΕΛΑ	Θ	Ι.Α.	Ο.Α.	Ι.Α. & Ο.Α.	Λ.Α.
ΕΝΕΡΓΕΙΑ	22,45%	2,04%	4,08%	69,39%	2,04%
ΠΕΡΙΟΔΟΣ	26,53%	0,00%	2,04%	71,43%	0,00%
ε ΣΘΕΝΟΥΣ	2,04%	8,16%	0,00%	87,76%	2,04%
ΌΓΚΟΣ	87,76%	0,00%	2,04%	8,16%	2,04%
ΧΗΜ.ΔΕΣΜΟΣ	8,16%	0,00%	6,12%	83,67%	2,04%
ΙΟΝΤ.ΔΕΣΜΟΣ	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%
ΟΜΑΔΑ	22,45%	0,00%	0,00%	75,51%	2,04%
ΟΜΟΙΟΠ.ΔΕΣΜΟΣ	0,00%	0,00%	93,88%	2,04%	4,08%
ΗΛΕΚΤΡ/ΤΗΤΑ	30,61%	12,24%	16,33%	36,73%	4,08%
ΜΑΖΑ	71,43%	0,00%	0,00%	24,49%	4,08%
ΑΤ.ΑΚΤΙΝΑ	42,86%	8,16%	2,04%	42,86%	4,08%
ΚΑΝ.ΟΚΤΑΔΑΣ	12,24%	8,16%	0,00%	77,55%	2,04%
ΜΕΤΑΛΛΟ	0,00%	83,67%	4,08%	10,20%	2,04%
ΑΜΕΤΑΛΛΟ	0,00%	4,08%	55,10%	30,61%	10,20%
ΙΟΝ	4,08%	59,18%	2,04%	28,57%	6,12%
ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΣ	0,00%	89,80%	4,08%	6,12%	0,00%
ΠΟΛΙΚΟΤΗΤΑ	12,24%	4,08%	65,31%	12,24%	6,12%
ΙΟΝΤ.ΕΝΩΣΗ	0,00%	95,92%	0,00%	2,04%	2,04%
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ	85,71%	0,00%	6,12%	4,08%	4,08%
ΟΜΟΙΟΠ.ΕΝΩΣΗ	0,00%	0,00%	97,96%	0,00%	2,04%
ΜΑΖ.ΑΡΙΘΜΟΣ	57,14%	2,04%	0,00%	34,69%	6,12%
ΔΥΝ.COULOMB	18,37%	61,22%	10,20%	8,16%	2,04%
ΕΛΚΤ.ΔΥΝΑΜΕΙΣ	6,12%	12,24%	10,20%	71,43%	0,00%
ΑΠΩΣΤ.ΔΥΝΑΜΕΙΣ	65,31%	10,20%	16,33%	4,08%	4,08%
ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑ	48,98%	4,08%	2,04%	36,73%	8,16%
ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ	71,43%	10,20%	6,12%	4,08%	8,16%
ΜΟΡΙΟ	10,20%	6,12%	63,27%	18,37%	2,04%
Σ.ΤΗΞΗΣ	4,08%	12,24%	2,04%	79,59%	2,04%
Σ.ΖΕΣΗΣ	12,24%	10,20%	6,12%	69,39%	2,04%
Δ.LEWIS	2,04%	10,20%	0,00%	87,76%	0,00%

Πίνακας 104: Απαντήσεις φοιτητών πανεπιστημιακού τμήματος ΒΕΤ στο πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου.

ΒΕΤ	Θ	Ι.Α.	Ο.Α.	Ι.Α. & Ο.Α.	Λ.Α.
ΕΝΕΡΓΕΙΑ	10,53%	5,26%	5,26%	71,05%	7,89%
ΠΕΡΙΟΔΟΣ	47,37%	2,63%	2,63%	39,47%	7,89%
ε ΣΘΕΝΟΥΣ	5,26%	18,42%	15,79%	55,26%	5,26%
ΌΓΚΟΣ	86,84%	2,63%	5,26%	5,26%	0,00%
ΧΗΜ.ΔΕΣΜΟΣ	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%
ΙΟΝΤ.ΔΕΣΜΟΣ	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%
ΟΜΑΔΑ	47,37%	2,63%	7,89%	39,47%	2,63%
ΟΜΟΙΟΠ.ΔΕΣΜΟΣ	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%
ΗΛΕΚΤΡ/ΤΗΤΑ	8,11%	16,22%	37,84%	35,14%	2,70%
ΜΑΖΑ	86,84%	0,00%	2,63%	10,53%	0,00%
ΑΤ.ΑΚΤΙΝΑ	39,47%	2,63%	26,32%	28,95%	2,63%
ΚΑΝ.ΟΚΤΑΔΑΣ	10,53%	2,63%	21,05%	57,89%	7,89%
ΜΕΤΑΛΛΟ	5,26%	71,05%	5,26%	18,42%	0,00%
ΑΜΕΤΑΛΛΟ	5,26%	13,16%	52,63%	28,95%	0,00%
ΙΟΝ	2,63%	73,68%	2,63%	21,05%	0,00%
ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΣ	2,63%	63,16%	13,16%	13,16%	7,89%
ΠΟΛΙΚΟΤΗΤΑ	5,26%	31,58%	39,47%	21,05%	2,63%
ΙΟΝΤ.ΕΝΩΣΗ	0,00%	97,30%	0,00%	0,00%	2,70%
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ	78,95%	0,00%	2,63%	13,16%	5,26%
ΟΜΟΙΟΠ.ΕΝΩΣΗ	0,00%	0,00%	97,37%	0,00%	2,63%
ΜΑΖ.ΑΡΙΘΜΟΣ	60,53%	2,63%	5,26%	31,58%	0,00%
ΔΥΝ.COULOMB	15,79%	31,58%	15,79%	31,58%	5,26%
ΕΛΚΤ.ΔΥΝΑΜΕΙΣ	0,00%	10,53%	7,89%	81,58%	0,00%
ΑΠΩΣΤ.ΔΥΝΑΜΕΙΣ	18,42%	13,16%	10,53%	55,26%	2,63%
ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑ	73,68%	10,53%	0,00%	15,79%	0,00%
ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ	89,47%	0,00%	0,00%	5,26%	5,26%
ΜΟΡΙΟ	10,53%	5,26%	34,21%	47,37%	2,63%
Σ.ΤΗΞΗΣ	68,42%	5,26%	0,00%	26,32%	0,00%
Σ.ΖΕΣΗΣ	68,42%	5,26%	0,00%	26,32%	0,00%
Δ.LEWIS	2,63%	5,26%	13,16%	76,32%	2,63%

Πίνακας 105: Απαντήσεις φοιτητών πανεπιστημιακού τμήματος ΧΗΜ στο πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου.

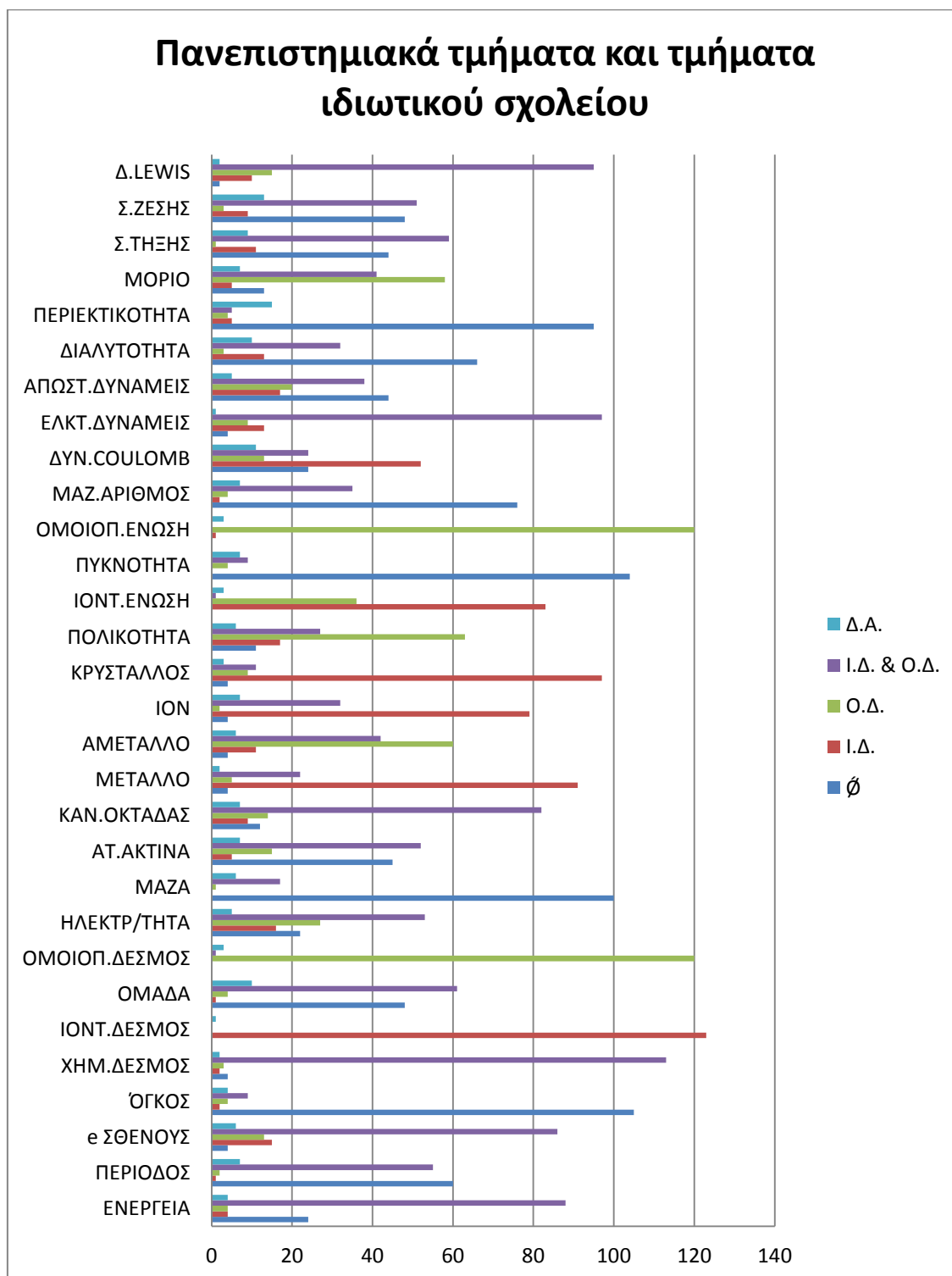
ΧΗΜ	Θ	Ι.Α.	Ο.Α.	Ι.Α. & Ο.Α.	Δ.Α.
ΕΝΕΡΓΕΙΑ	24,32%	2,70%	0,00%	72,97%	0,00%
ΠΕΡΙΟΔΟΣ	76,32%	0,00%	0,00%	13,16%	10,53%
ε ΣΘΕΝΟΥΣ	2,70%	10,81%	18,92%	59,46%	8,11%
ΌΓΚΟΣ	78,38%	2,70%	2,70%	8,11%	8,11%
ΧΗΜ.ΔΕΣΜΟΣ	0,00%	5,41%	0,00%	91,89%	2,70%
ΙΟΝΤ.ΔΕΣΜΟΣ	0,00%	97,30%	0,00%	0,00%	2,70%
ΟΜΑΔΑ	51,35%	0,00%	2,70%	24,32%	21,62%
ΟΜΟΙΟΠ.ΔΕΣΜΟΣ	0,00%	0,00%	97,30%	0,00%	2,70%
ΗΛΕΚΤΡ/ΤΗΤΑ	10,81%	10,81%	13,51%	59,46%	5,41%
ΜΑΖΑ	86,49%	0,00%	0,00%	2,70%	10,81%
ΑΤ.ΑΚΤΙΝΑ	24,32%	0,00%	10,81%	54,05%	10,81%
ΚΑΝ.ΟΚΤΑΔΑΣ	5,41%	10,81%	16,22%	59,46%	8,11%
ΜΕΤΑΛΛΟ	5,41%	62,16%	2,78%	27,03%	2,70%
ΑΜΕΤΑΛΛΟ	5,56%	11,11%	35,14%	44,44%	2,78%
ΙΟΝ	2,70%	59,46%	0,00%	27,03%	10,81%
ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΣ	8,11%	78,38%	5,41%	8,11%	0,00%
ΠΟΛΙΚΟΤΗΤΑ	8,11%	8,11%	43,24%	35,14%	5,41%
ΙΟΝΤ.ΕΝΩΣΗ	0,00%	0,00%	97,30%	0,00%	2,70%
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ	86,49%	0,00%	0,00%	5,41%	8,11%
ΟΜΟΙΟΠ.ΕΝΩΣΗ	0,00%	2,70%	94,59%	0,00%	2,70%
ΜΑΖ.ΑΡΙΘΜΟΣ	67,57%	0,00%	5,41%	16,22%	10,81%
ΔΥΝ.COULOMB	24,32%	27,03%	5,41%	21,62%	21,62%
ΕΛΚΤ.ΔΥΝΑΜΕΙΣ	2,70%	8,11%	2,70%	83,78%	2,70%
ΑΠΩΣΤ.ΔΥΝΑΜΕΙΣ	13,51%	18,92%	21,62%	40,54%	5,41%
ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑ	37,84%	18,92%	5,41%	21,62%	16,22%
ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ	70,27%	0,00%	2,70%	2,70%	24,32%
ΜΟΡΙΟ	10,81%	0,00%	37,84%	37,84%	13,51%
Σ.ΤΗΞΗΣ	43,24%	8,11%	0,00%	27,03%	21,62%
Σ.ΖΕΣΗΣ	43,24%	5,41%	0,00%	18,92%	32,43%
Δ.LEWIS	0,00%	8,11%	27,03%	62,16%	2,70%

Στον πίνακα που ακολουθεί περιγράφονται συγκεντρωτικά οι απαντήσεις των τεσσάρων τμημάτων (δύο πανεπιστημιακών και δύο ιδιωτικού λυκείου).

Πίνακας 106: Οι απαντήσεις συνολικά και των τεσσάρων τμημάτων(2 ιδιωτικά δ.ε και 2 πανεπιστημιακά) στο α' μέρος του ερωτηματολογίου

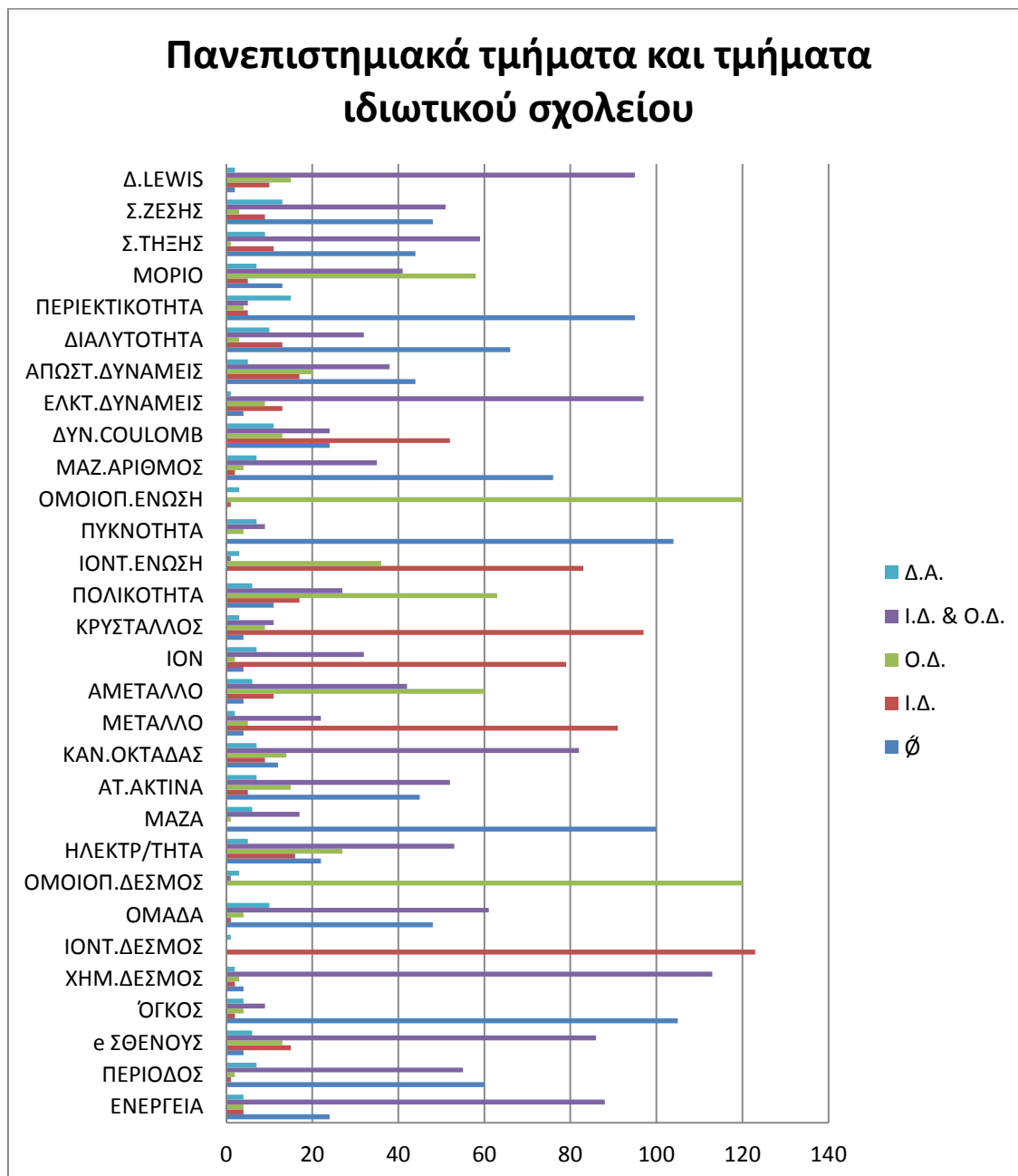
	Θ	Ι.Α.	Ο.Α.	Ι.Α. & Ο.Α.	Δ.Α.
ΕΝΕΡΓΕΙΑ	19,35%	3,23%	3,23%	70,97%	3,23%
ΠΕΡΙΟΔΟΣ	48,00%	0,80%	1,60%	44,00%	5,60%
ε ΣΘΕΝΟΥΣ	3,23%	12,10%	10,48%	69,35%	4,84%
ΌΓΚΟΣ	84,68%	1,61%	3,23%	7,26%	3,23%
ΧΗΜ.ΔΕΣΜΟΣ	3,23%	1,61%	2,42%	91,13%	1,61%
ΙΟΝΤ.ΔΕΣΜΟΣ	0,00%	99,19%	0,00%	0,00%	0,81%
ΟΜΑΔΑ	38,71%	0,81%	3,23%	49,19%	8,06%
ΟΜΟΙΟΠ.ΔΕΣΜΟΣ	0,00%	0,00%	96,77%	0,81%	2,42%
ΗΛΕΚΤΡ/ΤΗΤΑ	17,89%	13,01%	21,95%	43,09%	4,07%
ΜΑΖΑ	80,65%	0,00%	0,81%	13,71%	4,84%
ΑΤ.ΑΚΤΙΝΑ	36,29%	4,03%	12,10%	41,94%	5,65%
ΚΑΝ.ΟΚΤΑΔΑΣ	9,68%	7,26%	11,29%	66,13%	5,65%
ΜΕΤΑΛΛΟ	3,23%	73,39%	4,03%	17,74%	1,61%
ΑΜΕΤΑΛΛΟ	3,25%	8,94%	48,78%	34,15%	4,88%
ΙΟΝ	3,23%	63,71%	1,61%	25,81%	5,65%
ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΣ	3,23%	78,23%	7,26%	8,87%	2,42%
ΠΟΛΙΚΟΤΗΤΑ	8,87%	13,71%	50,81%	21,77%	4,84%
ΙΟΝΤ.ΕΝΩΣΗ	0,00%	67,48%	29,27%	0,81%	2,44%
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ	83,87%	0,00%	3,23%	7,26%	5,65%
ΟΜΟΙΟΠ.ΕΝΩΣΗ	0,00%	0,81%	96,77%	0,00%	2,42%
ΜΑΖ.ΑΡΙΘΜΟΣ	61,29%	1,61%	3,23%	28,23%	5,65%
ΔΥΝ.COULOMB	19,35%	41,94%	10,48%	19,35%	8,87%
ΕΛΚΤ.ΔΥΝΑΜΕΙΣ	3,23%	10,48%	7,26%	78,23%	0,81%
ΑΠΩΣΤ.ΔΥΝΑΜΕΙΣ	35,48%	13,71%	16,13%	30,65%	4,03%
ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑ	53,23%	10,48%	2,42%	25,81%	8,06%
ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ	76,61%	4,03%	3,23%	4,03%	12,10%
ΜΟΡΙΟ	10,48%	4,03%	46,77%	33,06%	5,65%
Σ.ΤΗΞΗΣ	35,48%	8,87%	0,81%	47,58%	7,26%
Σ.ΖΕΣΗΣ	38,71%	7,26%	2,42%	41,13%	10,48%
Δ.LEWIS	1,61%	8,06%	12,10%	76,61%	1,61%

Στη συνέχεια οι απαντήσεις δίνονται και με την μορφή διαγράμματος το οποίο και ακολουθεί.



Γράφημα 97: Οι απαντήσεις των τεσσάρων τμημάτων (ιδιωτικού και πανεπιστημιακού) και με γραφική απεικόνιση.

Οι έννοιες οι οποίες δυσκόλεψαν περισσότερο τους εκπαιδευόμενους και συγκέντρωσαν τις περισσότερες λανθασμένες απαντήσεις, περιγράφονται στο γράφημα που ακολουθεί:



Γράφημα 98: Γραφική απεικόνιση των απαντήσεων των μαθητών και φοιτητών χρησιμοποιώντας έννοιες που τους δυσκόλεψαν περισσότερο

Όπως παρατηρείται, οι ίδιες έννοιες που δυσκόλεψαν τους μαθητές των δημοσίων λυκείων, δυσκόλεψαν και τους εκπαιδευόμενους του ιδιωτικού λυκείου και των

πανεπιστημιακών τμημάτων. Φυσικά εδώ η εικόνα είναι πολύ καλύτερη. Οι μαθητές και οι φοιτητές έχουν ξεκαθαρίσει σε μεγάλο ποσοστό πως οι δομές Lewis και ο κανόνας της οκτάδας είναι έννοιες που αφορούν και τα δύο είδη δεσμού. Πολλές λανθασμένες απαντήσεις εντοπίστηκαν για την έννοια της ηλεκτραρνητικότητας, αν και οι περισσότεροι απάντησαν σωστά. Οι απαντήσεις αυτές όπως και στα δημόσια λύκεια αφορούσαν την σύνδεση αποκλειστικά της έννοιας της ηλεκτραρνητικότητας με την περιγραφή του ομοιοπολικού δεσμού. Οι περισσότερες λανθασμένες απαντήσεις εντοπίστηκαν στις έννοιες πολικότητα και δυνάμεις Coulomb. Στην μεν πολικότητα, ανέφεραν πως αποτελεί έννοια που χρησιμοποιείται αποκλειστικά για την μελέτη του ομοιοπολικού δεσμού, ενώ οι δυνάμεις Coulomb ανέφεραν πως εμφανίζονται μόνο κατά τον σχηματισμό του ιοντικού δεσμού. Είναι χαρακτηριστικό πως ειδικά για τις δυνάμεις Coulomb, τα αποτελέσματα ήταν χειρότερα από τα αντίστοιχα των δημοσίων λυκείων.

Ιδιωτικό

Κατά την αξιολόγηση του α' μέρους του ερωτηματολογίου, παρατηρήθηκαν τα εξής:

A. Για την έννοιες της πολικότητας και των δυνάμεων Coulomb οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν λανθασμένα. Για την μεν πολικότητα απάντησαν πως περιγράφει αποκλειστικά τον ομοιοπολικό δεσμό, ενώ για τις δυνάμεις Coulomb μόνο τον ιοντικό δεσμό. Οι δύο αυτές παρατηρήσεις αποτελούν χαρακτηριστικές παρανοήσεις που εντοπίζονται σε πολλές αξιολογήσεις και οφείλονται στην ελλειμματική παρουσίαση των δεσμών στα σχολικά εγχειρίδια. Είναι χαρακτηριστικό πως και για τις δύο έννοιες η επόμενη προτιμότερη απάντηση είναι ότι δεν έχουν καμία σχέση με την περιγραφή των δεσμών. Ελάχιστοι είναι οι μαθητές εκείνοι που απάντησαν σωστά πως αφορούν και τον ιοντικό και τον ομοιοπολικό δεσμό.

B. Για την έννοια της ηλεκτραρνητικότητας οι απαντήσεις των μαθητών διαμοιράστηκαν. Αρκετοί μαθητές απάντησαν σωστά, πως χρησιμοποιείται για την περιγραφή και των δύο δεσμών, ενώ σχεδόν άλλοι τόσοι μαθητές απάντησαν πως η έννοια της ηλεκτραρνητικότητας δεν έχει καμία σχέση με την περιγραφή των δεσμών. Αρκετοί ήταν και οι μαθητές οι οποίοι ανέφεραν πως αφορά αποκλειστικά είτε τον ιοντικό είτε τον ομοιοπολικό δεσμό.

Γ. Για τις έννοιες της ενέργειας, του κανόνα της οκτάδας και των δομών Lewis η εικόνα ήταν πιο σαφής με τους περισσότερους μαθητές να απαντούν πως χρησιμοποιούνται για την περιγραφή και των δύο δεσμών.

Πανεπιστήμια

Κατά την αξιολόγηση των ερωτηματολογίων παρατηρήθηκαν τα εξής:

A. Για την έννοια της πολικότητας: Οι περισσότεροι φοιτητές απάντησαν λανθασμένα πως η συγκεκριμένη έννοια χρησιμοποιείται για την περιγραφή αποκλειστικά του ομοιοπολικού δεσμού. Η συγκεκριμένη παρανόηση των φοιτητών εντοπίστηκε και στα ερωτηματολόγια των μαθητών λυκείου. Φαίνεται πως ακόμη και οι φοιτητές δυσκολεύονται να κατανοήσουν την ύπαρξη της πολικότητας σε όλα τα είδη δεσμών. Ο λόγος που αυτό παρατηρείται είναι πως διαπιστωμένα έχει εντοπιστεί και στα πανεπιστημιακά εγχειρίδια η παρουσίαση της έννοιας της πολικότητας μόνο κατά την περιγραφή του πολικού και ομοιοπολικού δεσμού, όπως και στα σχολικά εγχειρίδια. Η αμέσως επόμενη απάντηση των φοιτητών ήταν ότι αφορά μόνο τον ιοντικό δεσμό.

B. Για την έννοια της ηλεκτραρνητικότητας: Στις περισσότερες απαντήσεις των φοιτητών, όπως και στις απαντήσεις των μαθητών, εντοπίστηκε η γνωστή παρανόηση κατά την οποία η ηλεκτραρνητικότητα χρησιμοποιείται για την περιγραφή αποκλειστικά του ομοιοπολικού δεσμού. Αρκετοί ήταν και οι φοιτητές που απάντησαν σωστά πως αφορά και τον ιοντικό και τον ομοιοπολικό δεσμό.

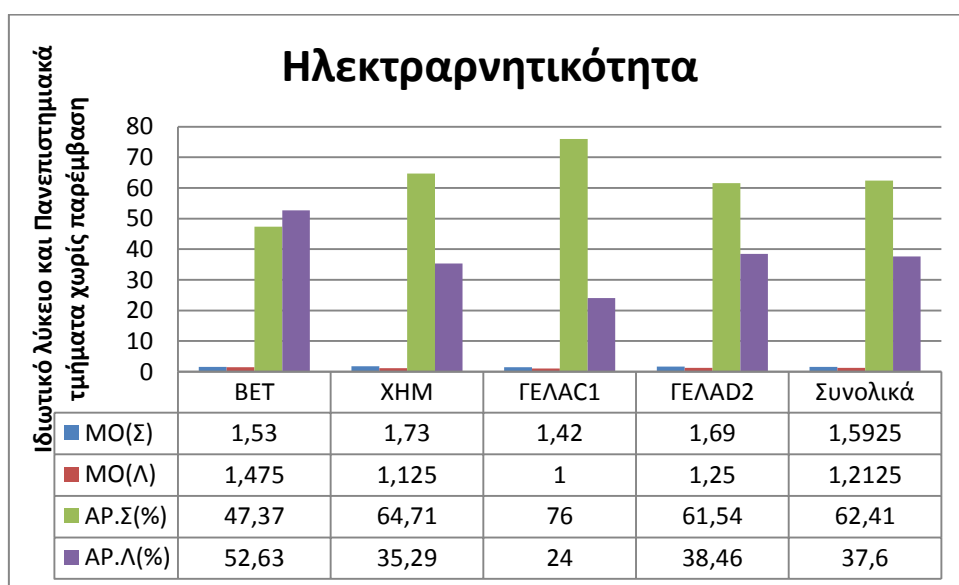
Γ. Για την έννοια των δυνάμεων Coulomb: Η επικρατούσα απάντηση και σε αυτή τη περίπτωση επιβεβαιώνει την παρανόηση πολλών εκπαιδευομένων, που αναφέρει ότι οι ηλεκτροστατικές δυνάμεις Coulomb εμφανίζονται μόνο κατά τον σχηματισμό του ιοντικού δεσμού. Η παρανόηση οφείλεται στο γεγονός ότι η παρουσίαση των δυνάμεων και στα σχολικά και στα πανεπιστημιακά εγχειρίδια πραγματοποιείται κατά την περιγραφή του ιοντικού δεσμού στις περισσότερες περιπτώσεις. Η επόμενη επικρατούσα απάντηση των φοιτητών είναι η σωστή, ότι αφορά τον ιοντικό και τον ομοιοπολικό δεσμό.

Δ. Οι φοιτητές, όπως και οι μαθητές, φάνηκε να αντιμετωπίζουν τις έννοιες του ιοντικού και ομοιοπολικού δεσμού σαν ξεχωριστές έννοιες που δεν συνδέονται μεταξύ τους. Για αυτό ανέφεραν πως η έννοιες ιοντικός δεσμός και ιοντική ένωση χρησιμοποιούνται αποκλειστικά στην περιγραφή του ιοντικού δεσμού ενώ οι ομοιοπολικός δεσμός και ομοιοπολική ένωση αποκλειστικά στον ομοιοπολικό δεσμό.

6.2. Αποτελέσματα αξιολόγησης β μέρους ερωτηματολογίου

Στη συνέχεια οι εκπαιδευόμενοι συμπλήρωσαν το δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου, το οποίο αξιολογήθηκε με τη μέθοδο Solo όσον αφορά το επίπεδο των απαντήσεων. Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης περιγράφονται αναλυτικά στη συνέχεια, μελετώντας κάθε έννοια ξεχωριστά για το σύνολο των απαντήσεων. Ως BET χαρακτηρίζεται το τμήμα βιολογικών εφαρμογών και τεχνολογίας, ως XHM το χημικό τμήμα και ως ΓΕΛΑC1 και ΓΕΛΑD2 το πρώτο και δεύτερο τμήμα αντίστοιχα του ιδιωτικού σχολείου της Θεσσαλονίκης.

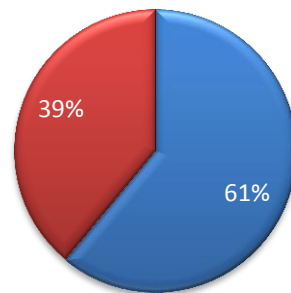
Ηλεκτραρνητικότητα



Γράφημα 99: Γραφική παράσταση που περιγράφει τις σωστές και λανθασμένες απαντήσεις των μαθητών στην πρόταση της ηλεκτραρνητικότητας αλλά και το επίπεδό τους βάση της μεθόδου solo.

Πανεπιστήμια και Ιδιωτικό σχολείο χωρίς διδασκτική παρέμβαση- Ηλεκτραρνητικότητα

■ Σωστές απαντήσεις ■ Λανθασμένες απαντήσεις



Γράφημα 100: Γραφική παράσταση που περιγράφει τις σωστές και λανθασμένες απαντήσεις των μαθητών στην πρόταση της ηλεκτραρνητικότητας.

Κατά την μελέτη των απαντήσεων που αφορούν την έννοια της ηλεκτραρνητικότητας, υψηλότερος αριθμός αλλά και επίπεδο σωστών απαντήσεων εντοπίστηκε στο πανεπιστημιακό τμήμα Χημείας. Όπως όμως φαίνεται και από το διάγραμμα δεν παρατηρήθηκαν υψηλού επιπέδου σωστές απαντήσεις στο σύνολο των εκπαιδευομένων.

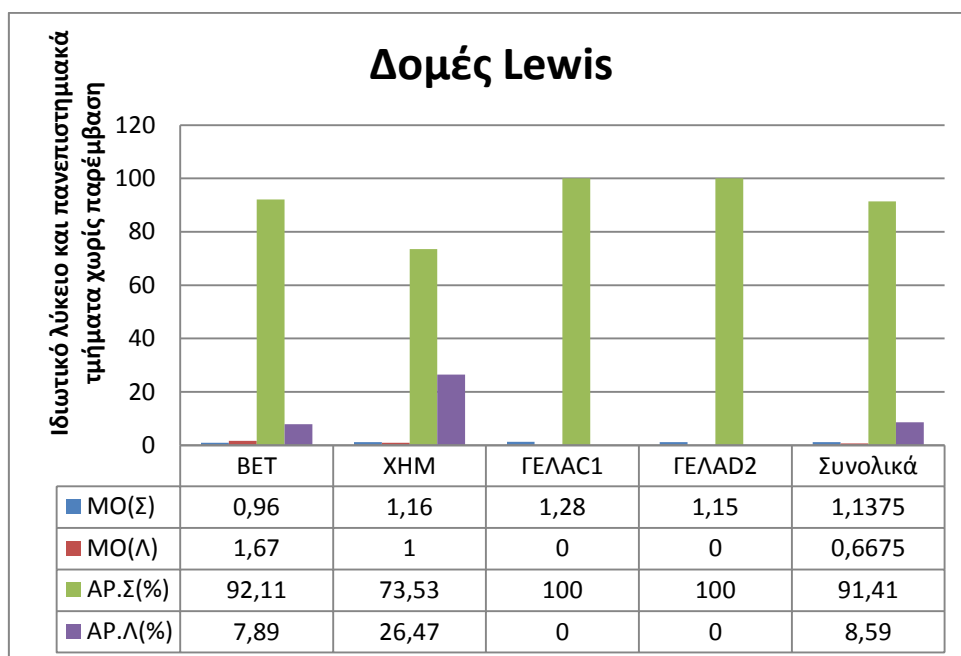
Στο ιδιωτικό σχολείο παρατηρήθηκαν τα εξής: οι μαθητές που απάντησαν σωστά ήταν οι περισσότεροι αριθμητικά σε σχέση με εκείνους που απάντησαν λανθασμένα. Το επίπεδο των σωστών απαντήσεων ήταν πιο υψηλό από τις αντίστοιχες απαντήσεις των δημόσιων σχολείων αλλά όχι με μεγάλη διαφορά. Ο αριθμός των μονο -παραγοντικών απαντήσεων ήταν περισσότερος αλλά για άλλη μια φορά δεν εντοπίστηκαν παρά ελάχιστες απαντήσεις υψηλότερων επιπέδων και αυτές που εντοπίστηκαν ήταν κυρίως μεταβατικού σταδίου δεύτερου και τρίτου επιπέδου. Αντίθετα οι λανθασμένες απαντήσεις ήταν αρκετές και κυρίως προ-δομικού επιπέδου.

Στα πανεπιστημιακά τμήματα η εικόνα ήταν σχεδόν ίδια με του ιδιωτικού λυκείου. Λίγο καλύτερη στο χημικό τμήμα και λίγο χειρότερη στο βιολογικό. Αρκετές οι λανθασμένες απαντήσεις και στα δύο τμήματα.. Μάλιστα στο βιολογικό τμήμα οι λανθασμένες απαντήσεις ήταν περισσότερες από τις σωστές. Οι φοιτητές του συγκεκριμένου τμήματος αν και οι περισσότεροι θετικής κατεύθυνσης στο λύκειο, δεν κατάφεραν στην πλειοψηφία

τους ούτε καν να απαντήσουν σωστά στην ερώτηση της ηλεκτραρνητικότητας. Στο χημικό τμήμα δεν είναι καλύτερα τα πράγματα με τους φοιτητές ένας στους τρεις να απαντούν λανθασμένα. Οι περισσότεροι που απάντησαν λανθασμένα ανέφεραν πως η ηλεκτραρνητικότητα είναι έννοια που περιγράφει αποκλειστικά τον ομοιοπολικό δεσμό.

Το επίπεδο των απαντήσεων και εδώ ήταν αρκετά χαμηλό με τις περισσότερες απαντήσεις να εντοπίζονται μεταξύ μεταβατικού σταδίου προδομικού και μονο-παραγοντικού επιπέδου, με λίγο καλύτερη εικόνα στις απαντήσεις του Χημικού χωρίς κάποια αξιολογη διαφοροποίηση.

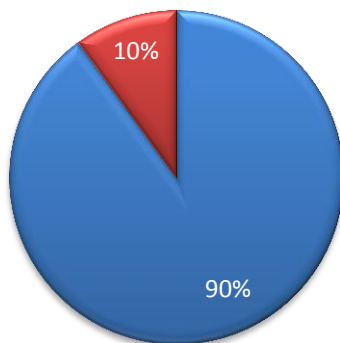
Δομές Lewis



Γράφημα 101: Γραφική παράσταση που περιγράφει τις σωστές και λανθασμένες απαντήσεις των μαθητών στην πρόταση των δομών Lewis αλλά και το επίπεδό τους βάση της μεθόδου solo.

Πανεπιστήμιο και ιδιωτικό σχολείο χωρίς διδακτική παρέμβαση-Δομές Lewis

■ Σωστές απαντήσεις ■ Λανθασμένες απαντήσεις

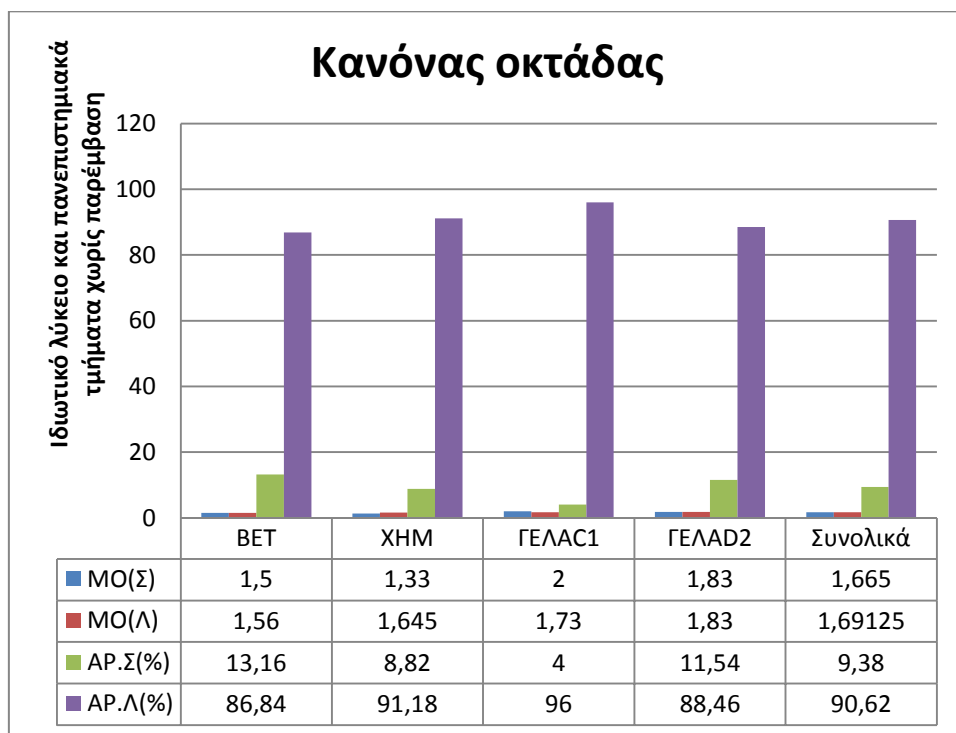


Γράφημα 102: Γραφική παράσταση που περιγράφει τις σωστές και λανθασμένες απαντήσεις των μαθητών στην πρόταση των δομών Lewis.

Στην ερώτηση των δομών Lewis, οι εκπαιδευόμενοι απάντησαν πλην ελάχιστων εξαιρέσεων σωστά. Η ερώτηση δεν δυσκόλεψε ούτε τους μαθητές του ιδιωτικού λυκείου, ούτε και των αντίστοιχων πανεπιστημιακών τμημάτων. Είναι άξιο να αναφερθεί, πως ενώ οι σωστές απαντήσεις των φοιτητών ήταν αναμενόμενες, διότι μελέτησαν δομές Lewis ιοντικών αλλά και ομοιοπολικών ενώσεων στο βιβλίο Χημείας της τρίτης λυκείου αλλά και στο τμήμα τους, οι μαθητές του ιδιωτικού έχουν διδαχτεί τις δομές των ιοντικών ενώσεων από τους καθηγητές τους, αφού δεν αναφέρονται στο σχολικό τους βιβλίο.

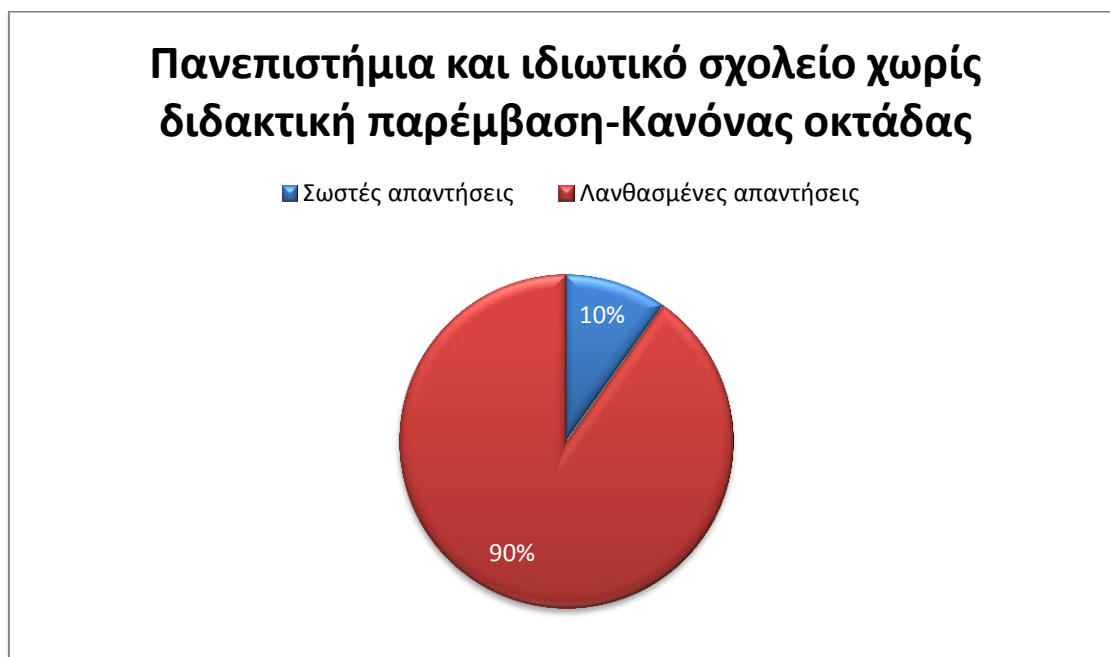
Ενώ όμως οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν σωστά, δεν κατάφεραν να αιτιολογήσουν την απάντησή τους, αφού οι περισσότεροι δεν ανέφεραν ούτε έναν παράγοντα στην απάντησή τους. Οι περισσότερες απαντήσεις και στα πανεπιστημιακά τμήματα και στα τμήματα του ιδιωτικού λυκείου ήταν αναφορικές χωρίς καμία αιτιολόγηση και άρα χαρακτηρίστηκαν ως προδομικού επιπέδου.

Κανόνας οκτάδας



Γράφημα 103: Γραφική παράσταση που περιγράφει τις σωστές και λανθασμένες απαντήσεις των μαθητών στην πρόταση του κανόνα της οκτάδας αλλά και το επίπεδό τους βάση της μεθόδου solo.

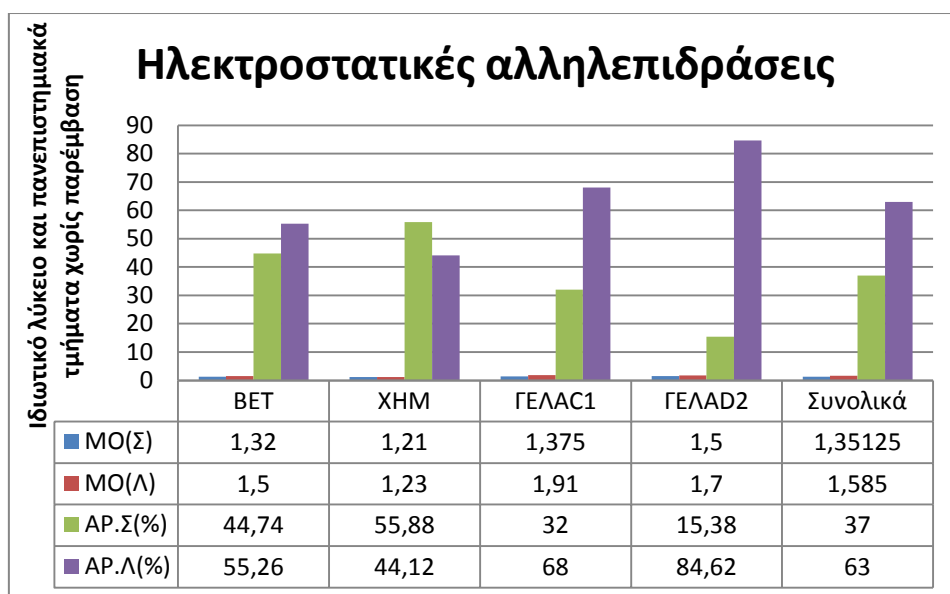
313



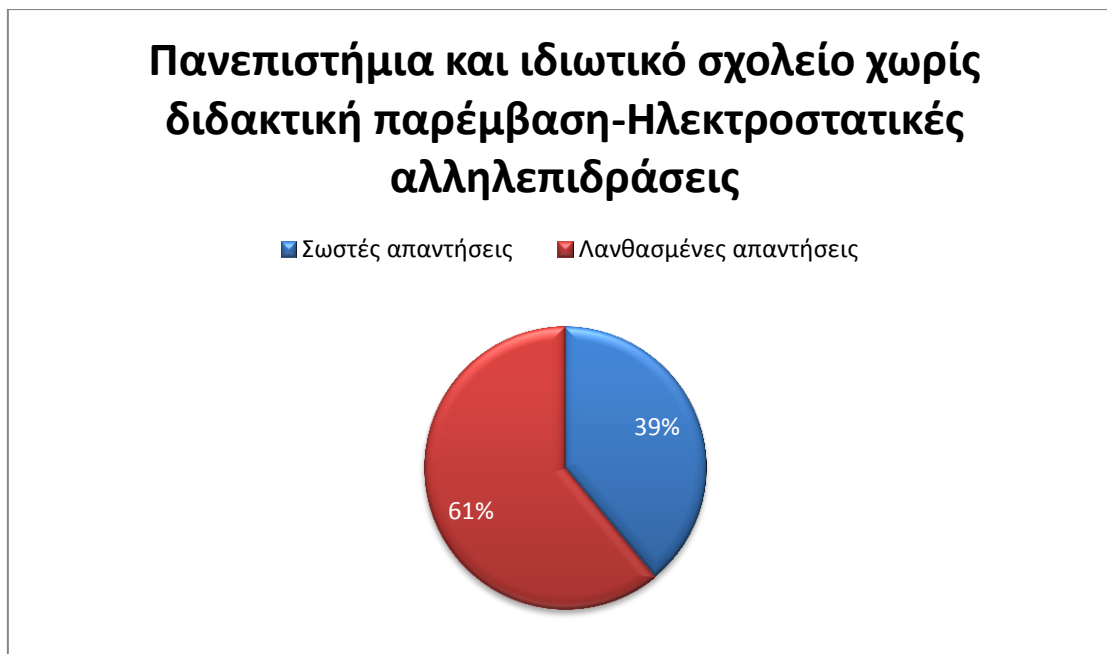
Γράφημα 104: Γραφική παράσταση που περιγράφει τις σωστές και λανθασμένες απαντήσεις των μαθητών στην πρόταση του κανόνα της οκτάδας.

Στην ερώτηση του κανόνα της οκτάδας, η εικόνα είναι τελείως διαφορετική από την προηγούμενη ερώτηση των δομών Lewis. Οι περισσότεροι εκπαιδευόμενοι απάντησαν λανθασμένα, με ελάχιστες εξαιρέσεις. Οι μαθητές και οι φοιτητές δεν κατάφεραν να απαντήσουν σωστά, αφού ανέφεραν πως για να πραγματοποιηθεί δεσμός είναι αναγκαίο και απαραίτητο να ικανοποιείται ο κανόνας της οκτάδας. Να σχηματίζεται δηλαδή οκτάδα στην εξωτερική στιβάδα των ατόμων που δημιουργούν τον δεσμό. Δυστυχώς στο σχολικό βιβλίο, η αναφορά στον κανόνα της οκτάδας γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να μην αφήνεται περιθώριο σχηματισμού δεσμού που να παραβιάζει τον κανόνα της οκτάδας. Όσον αφορά τους μαθητές, οι περιπτώσεις παραβίασης του κανόνα της οκτάδας δυστυχώς είναι στη διακριτική ευχέρεια του καθηγητή. Φυσικά, οι φοιτητές στο βιβλίο της γ λυκείου θα έπρεπε να διδάχτηκαν την περίπτωση του PCl_5 και του BF_3 και να απαντήσουν σωστά. Αυτές οι ενώσεις, που αποτελούν απόδειξη πως μπορεί να σχηματιστεί δεσμός και χωρίς να ισχύει ο κανόνας της οκτάδας αναφέρονται στο βιβλίο της γ λυκείου θετικής κατεύθυνσης, όχι όμως στην θεωρία του κεφαλαίου αλλά στο τέλος με τη μορφή παραδειγμάτων.

Ηλεκτροστατικές αλληλεπιδράσεις



Γράφημα 105: Γραφική παράσταση που περιγράφει τις σωστές και λανθασμένες απαντήσεις των μαθητών στην πρόταση των ηλεκτροστατικών αλληλεπιδράσεων αλλά και το επίπεδό τους βάση της μεθόδου solo.



Γράφημα 106: Γραφική παράσταση που περιγράφει τις σωστές και λανθασμένες απαντήσεις των μαθητών στην πρόταση των ηλεκτροστατικών αλληλεπιδράσεων.

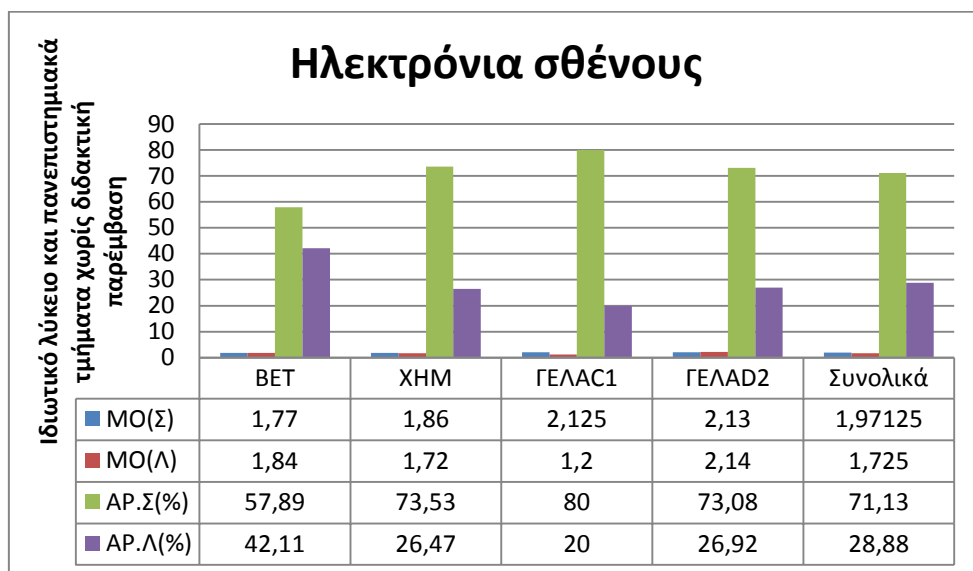
315

Εκτός από το χημικό τμήμα στο οποίο οι φοιτητές απάντησαν πλειοψηφικά σωστά, στο βιολογικό αλλά και στα τμήματα του ιδιωτικού σχολείου οι περισσότεροι εκπαιδευόμενοι απάντησαν λανθασμένα. Η παρανόηση στις απόψεις των περισσότερων μαθητών αλλά και των φοιτητών που δεν απάντησαν σωστά, ήταν ότι οι ηλεκτροστατικές αλληλεπιδράσεις εντοπίζονται κατά τον σχηματισμό μόνο του ιοντικού δεσμού και δεν αναπτύσσονται κατά τη δημιουργία του ομοιοπολικού δεσμού. Είναι απαραίτητο να αναφερθεί πως στο σχολικό βιβλίο της α΄ Λυκείου, στο κεφάλαιο του χημικού δεσμού, η αναφορά στις ηλεκτροστατικές αλληλεπιδράσεις γίνεται μόνο κατά την περιγραφή του ιοντικού δεσμού. Έτσι αν και οι απαντήσεις των μαθητών εν μέρει είναι αναμενόμενες, δεν ισχύει το ίδιο για τους φοιτητές του χημικού και του βιολογικού τμήματος, οι οποίες δεν θα έπρεπε να είναι οι περισσότερες λανθασμένες αφού προέρχονται από εκπαιδευόμενους θετικής κατεύθυνσης.

Το επίπεδο των απαντήσεων και στο ιδιωτικό αλλά και στα πανεπιστημιακά τμήματα ήταν πολύ χαμηλό. Οι περισσότεροι εκπαιδευόμενοι που απάντησαν σωστά δεν

κατάφεραν να δικαιολογήσουν τις απαντήσεις τους ενώ μόνο μερικοί από αυτούς ανέφεραν έναν μόνο παράγοντα αιτιολόγησης, ο οποίος κυρίως ήταν οι δυνάμεις Coulomb. Το επίπεδο και των λανθασμένων απαντήσεων ήταν ακριβώς ίδιο κατά μέσο όρο με αυτό των σωστών απαντήσεων. Είναι χαρακτηριστικό και πρέπει να σημειωθεί ότι το επίπεδο των λανθασμένων απαντήσεων του ιδιωτικού σχολείου ήταν υψηλότερο από το αντίστοιχο των σωστών. Οι μαθητές προσπάθησαν να αιτιολογήσουν τις απαντήσεις τους, δεν κατάφεραν να φτάσουν στη σωστή απάντηση, αλλά ανέφεραν περισσότερους παράγοντες αιτιολόγησης στην προσπάθειά τους να αιτιολογήσουν την άποψή τους.

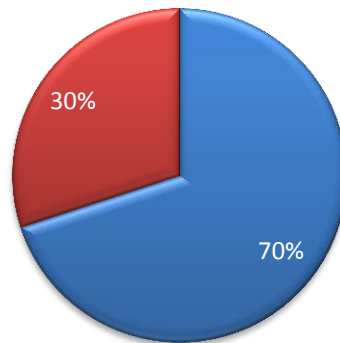
Ηλεκτρόνια σθένους



Γράφημα 107: Γραφική παράσταση που περιγράφει τις σωστές και λανθασμένες απαντήσεις των μαθητών στην πρόταση των ηλεκτρονίων σθένους αλλά και το επίπεδό τους βάση της μεθόδου solo.

Πανεπιστήμια και ιδιωτικό σχολείο χωρίς διδακτική παρέμβαση-Ηλεκτρόνια σθένους

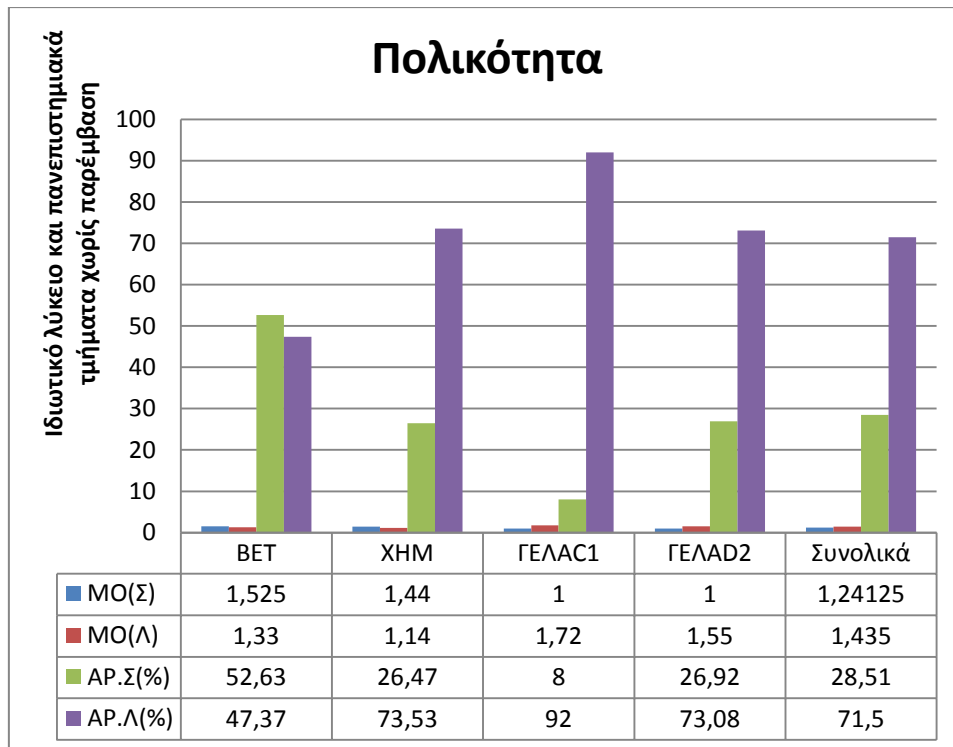
■ Σωστές απαντήσεις ■ Λανθασμένες απαντήσεις



Γράφημα 108: Γραφική παράσταση που περιγράφει τις σωστές και λανθασμένες απαντήσεις των μαθητών στην πρόταση των ηλεκτρονίων σθένους.

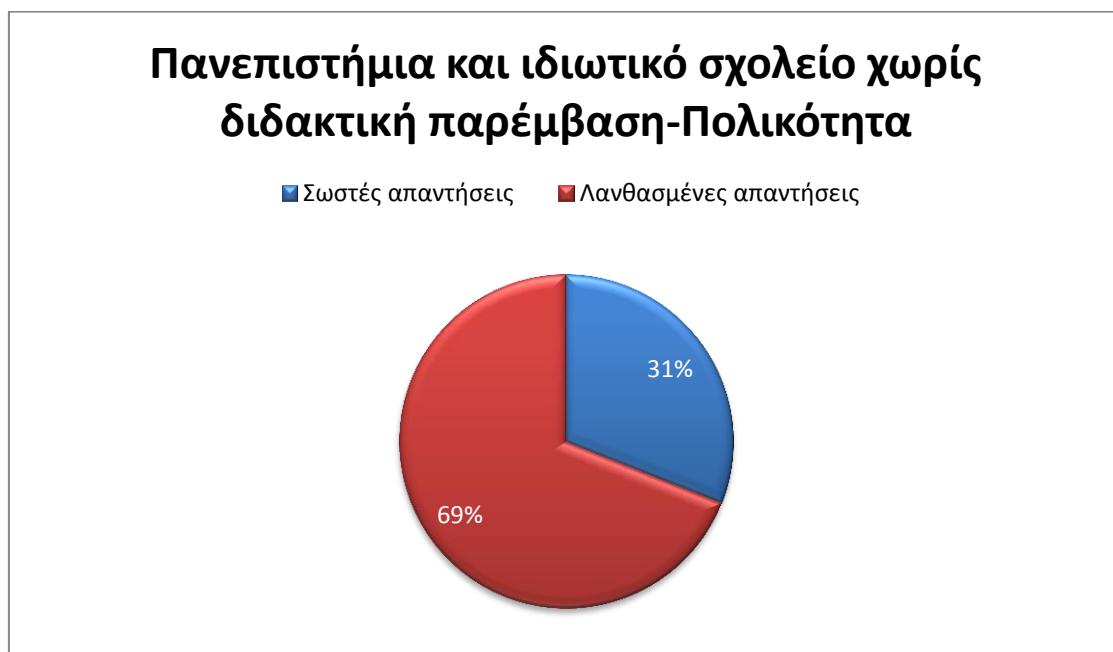
Η ερώτηση των ηλεκτρονίων σθένους, δεν δυσκόλεψε σχεδόν το σύνολο των εκπαιδευόμενων. Ελάχιστοι ήταν εκείνοι που απάντησαν λανθασμένα. Οι περισσότεροι ανέφεραν σωστά πως τα ηλεκτρόνια σθένους παίζουν καθοριστικό ρόλο κατά τον σχηματισμό των δεσμών. Ακόμη και το επίπεδο των απαντήσεων ήταν υψηλότερο, σε σύγκριση με άλλες απαντήσεις. Οι μαθητές του ιδιωτικού σχολείου ανέφεραν σχεδόν όλοι ένα τουλάχιστον παράγοντα αιτιολόγησης, ενώ αρκετοί προσπάθησαν και κάποιοι κατάφεραν να αναφέρουν και άλλους παράγοντες. Υψηλό το επίπεδο σε σχέση με άλλες απαντήσεις, με λίγο χειρότερη εικόνα από το ιδιωτικό και στα πανεπιστημιακά τμήματα.

Πολικότητα



Γράφημα 109: Γραφική παράσταση που περιγράφει τις σωστές και λανθασμένες απαντήσεις των μαθητών στην πρόταση της πολικότητας αλλά και το επίπεδό τους βάση της μεθόδου solo.

318

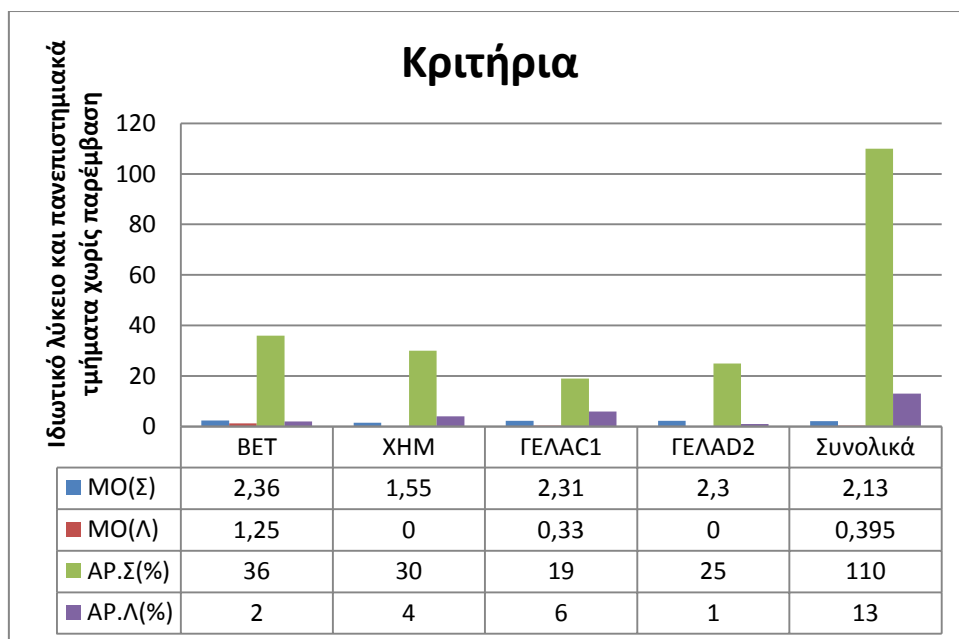


Γράφημα 110: Γραφική παράσταση που περιγράφει τις σωστές και λανθασμένες απαντήσεις των μαθητών στην πρόταση της πολικότητας.

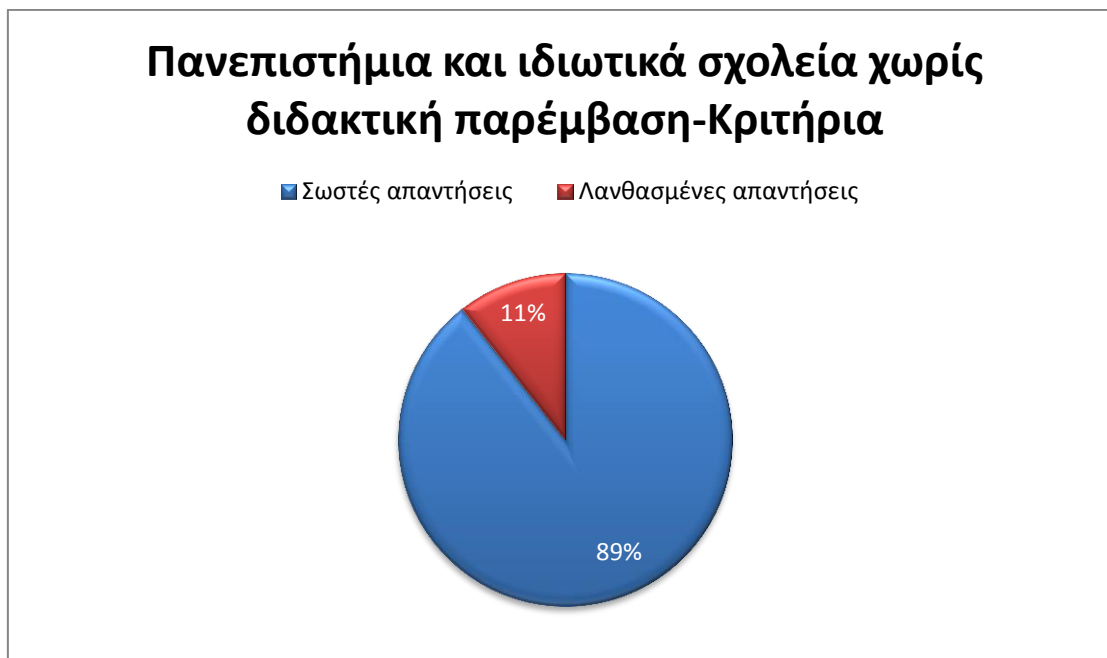
Στην ερώτηση της πολικότητας, οι εκπαιδευόμενοι δυσκολεύτηκαν αρκετά. Οι περισσότεροι στο σύνολό τους απάντησαν λανθασμένα. Εξαίρεση αποτελούν οι απαντήσεις του βιολογικού τμήματος οι οποίες πλειονηφικά ήταν σωστές, αλλά ακόμη και εκεί οι λανθασμένες απαντήσεις ήταν πάρα πολλές. Είναι εντυπωσιακό το γεγονός ότι σχεδόν όλοι οι φοιτητές του χημικού τμήματος απάντησαν λανθασμένα. Ίδια εικόνα με ακόμη περισσότερες λανθασμένες απαντήσεις στα ερωτηματολόγια των μαθητών του ιδιωτικού σχολείου. Οι εκπαιδευόμενοι είτε της δευτεροβάθμιας είτε της πανεπιστημιακής εκπαίδευσης οι οποίοι απάντησαν λανθασμένα, ανέφεραν πως η πολικότητα είναι μία έννοια η οποία χρησιμοποιείται κατά την περιγραφή μόνο του ομοιοπολικού δεσμού. Είναι χαρακτηριστικό ότι στη μελέτη των δεσμών στα σχολικά και πανεπιστημιακά εγχειρίδια, γίνεται αναφορά για πολικούς και μη πολικούς ομοιοπολικούς δεσμούς αλλά δεν αναφέρεται σαφώς εμφάνιση πολικότητας στους ιοντικούς δεσμούς.

Το επίπεδο των απαντήσεων ήταν πολύ χαμηλό. Οι περισσότεροι εκπαιδευόμενοι, δεν κατάφεραν να δικαιολογήσουν την απάντησή τους αλλά ανέφεραν μονολεκτικά την άποψή τους για την ύπαρξη ή όχι πολικότητας και στον ιοντικό δεσμό. Λίγοι ήταν αυτοί που προσπάθησαν να δώσουν ένα παράγοντα αιτιολόγησης, ανεξαρτήτως αν έφτασαν ή όχι στην σωστή απάντηση. Ειδικά στις απαντήσεις του ιδιωτικού σχολείου, το επίπεδο των λανθασμένων ήταν υψηλότερο από το αντίστοιχο των σωστών.

Κριτήρια



Γράφημα 111: Γραφική παράσταση που περιγράφει τις σωστές και λανθασμένες απαντήσεις των μαθητών στην πρόταση των κριτηρίων σχηματισμού δεσμού αλλά και το επίπεδό τους βάση της μεθόδου solo.



Γράφημα 112: Γραφική παράσταση που περιγράφει τις σωστές και λανθασμένες απαντήσεις των μαθητών στην πρόταση των κριτηρίων σχηματισμού.

320

Ομοίως με την ερώτηση των ηλεκτρονίων σθένους και η ερώτηση των κριτηρίων δεν δυσκόλεψε τους εκπαιδευόμενους οι οποίοι σχεδόν στο σύνολό τους απάντησαν σωστά. Στην ερώτηση αυτή εντοπίστηκαν και οι υψηλότερου επιπέδου απαντήσεις στο β μέρος του ερωτηματολογίου, στο σύνολο των ερωτήσεων, κυρίως πολυπαραγοντικού επιπέδου. Είναι χαρακτηριστικό πως, στην συγκεκριμένη ερώτηση η οποία ήταν διαδικαστικής γνώσης βασικού επιπέδου, οι μαθητές κατάφεραν να ανταπεξέλθουν πολύ καλά, αφού έπρεπε να αναφέρουν τα κριτήρια αναζήτησης του είδους του δεσμού σε μία ένωση.

Μεταγνωστικές ερωτήσεις

Στις μεταγνωστικές ερωτήσεις που ακολούθησαν, οι μαθητές δυσκολεύτηκαν αρκετά να δώσουν ολοκληρωμένες απαντήσεις. Ερωτήθηκαν πια σημεία τους δυσκόλεψαν περισσότερο κατά τη μελέτη του χημικού δεσμού και πιο είδος δεσμού, ο ιοντικός ή ο ομοιοπολικός ήταν ο πιο δυσνόητος. Οι περισσότεροι μαθητές ανέφεραν πως τους

δυσκόλεψε πιο πολύ ο ομοιοπολικός δεσμός από τον ιοντικό. Στην δικαιολόγηση της απάντησής τους ανέφεραν πως δεν κατανόησαν αρκετά τις δομές Lewis, τον διαχωρισμό σε πολωμένους και μη πολωμένους ομοιοπολικούς δεσμούς, στην έννοια της ηλεκτραρνητικότητας και στο σχηματισμό του με συνεισφορά ηλεκτρονίων. Τα σημεία που τους δυσκόλεψαν γενικά στους χημικούς δεσμούς ήταν κυρίως τα ίδια που ανέφεραν στην προηγούμενη ερώτηση. Η γενική παρατήρηση όμως είναι ότι πολλοί εκπαιδευόμενοι δεν κατάφεραν να απαντήσουν καθόλου, ενώ οι συνεχείς διευκρινιστικές τους ερωτήσεις έδειξαν ότι αδυνατούσαν να διαχειριστούν το είδος των συγκεκριμένων ερωτήσεων. Λίγο καλύτερη η εικόνα στα ερωτηματολόγια των φοιτητών, ενώ μεγαλύτερη δυσκολία συνάντησαν οι μαθητές του ιδιωτικού σχολείου.

6.3. Συμπεράσματα

Βιολογικό τμήμα

Στο πρώτο πανεπιστημιακό τμήμα, συμπληρώθηκαν τα ερωτηματολόγια από 38 φοιτητές:

1. Οι περισσότεροι φοιτητές απάντησαν κατά μέσο όρο σε τέσσερις σωστές απαντήσεις. Οι περισσότερες από αυτές εντοπίστηκαν στην ερώτηση των κριτηρίων, των δομών Lewis και των ηλεκτρονίων σθένους. Οι λιγότερες σωστές απαντήσεις δόθηκαν στην ερώτηση του κανόνα της οκτάδας, ενώ οι μισοί φοιτητές απάντησαν σωστά στις προτάσεις πολικότητας, ηλεκτραρνητικότητας και ηλεκτροστατικών αλληλεπιδράσεων.
2. Όσον αφορά το επίπεδο των απαντήσεων, είναι κατά μέσο όρο πρώτου, μεταβατικού σταδίου πρώτου και δεύτερου και δεύτερου επιπέδου. Αν και εντοπίστηκαν πολλές σωστές απαντήσεις για τις δομές Lewis, οι φοιτητές δεν μπόρεσαν να τις αιτιολογήσουν. Οι απαντήσεις είναι οι περισσότερες μονολεκτικές. Ελάχιστες συνολικά οι απαντήσεις μεταβατικού σταδίου δευτέρου και τρίτου επιπέδου, αλλά και τρίτου επιπέδου, οι οποίες εντοπίστηκαν κυρίως στις προτάσεις των κριτηρίων και των ηλεκτρονίων σθένους.
3. Στο σημείο αυτό πρέπει να τονιστεί ότι το επίπεδο των λανθασμένων απαντήσεων δεν ήταν χαμηλό. Εντοπίστηκαν απαντήσεις όλων των επιπέδων με κυρίαρχο το μεταβατικό στάδιο πρώτου και δεύτερου επιπέδου, με ανώτερο το τρίτο επίπεδο. Οι φοιτητές που δεν απάντησαν λανθασμένα, στο πλήθος τους προσπάθησαν να αιτιολογήσουν την απάντησή τους, σε αντίθεση με τις σωστές όπου εντοπίστηκαν πολλές μονολεκτικές απαντήσεις. Αυτό σημαίνει πως αν και οι φοιτητές σε πολλές προτάσεις δεν απάντησαν σωστά, ανέφεραν οι περισσότεροι στην προσπάθειά τους

να αιτιολογήσουν την άποψή τους τουλάχιστον ένα παραγόντα αιτιολόγησης ο οποίος είναι αποδεκτός. Διαφαίνεται μία δυσκολία κατανόησης συγκεκριμένων εννοιών πολλών φοιτητών που έχουν γνώσεις αλλά δεν έχουν την δυνατότητα να προσεγγίσουν τη σωστή απάντηση.

Χημικό τμήμα

1. Οι περισσότεροι φοιτητές έδωσαν απαντήσεις που ήταν πρώτου και μεταβατικού σταδίου πρώτου και δεύτερου επιπέδου. Εντοπίστηκαν και απαντήσεις δεύτερου, μεταβατικού σταδίου δεύτερου και τρίτου επιπέδου, αλλά ο αριθμός τους ήταν πολύ λιγότερος. Όσον αφορά απαντήσεις τρίτου επιπέδου, βρέθηκαν αλλά ήταν ελάχιστες και αφορούσαν στο σύνολό τους την πρόταση των κριτηρίων. Οι φοιτητές δυσκολεύτηκαν πολύ στις προτάσεις του κανόνα της οκτάδας και της πολικότητας. Τα 2/3 περίπου των φοιτητών απάντησαν σωστά στις προτάσεις της ηλεκτραρνητικότητας, των δομών Lewis και των ηλεκτρονίων σθένους. Οι περισσότεροι φοιτητές απάντησαν σωστά στην ερώτηση των κριτηρίων.
2. Μελετώντας το επίπεδο των απαντήσεων, η καλύτερη απόδοση των μαθητών εντοπίστηκε στις προτάσεις της ηλεκτραρνητικότητας και των ηλεκτρονίων σθένους. Μεγάλη δυσκολία αντιμετώπισαν οι φοιτητές στις προτάσεις του κανόνα της οκτάδας και της πολικότητας. Οι περισσότερες απαντήσεις των φοιτητών αξιολογούνται ως μεταβατικού σταδίου πρώτου - δευτέρου επιπέδου και δεύτερου επιπέδου. Η πρόταση των κριτηρίων είχε και τις πιο ανώτερου επιπέδου απαντήσεις από όλες τις προτάσεις.
3. Το επίπεδο των λανθασμένων απαντήσεων ήταν λίγο χαμηλότερο από το αντίστοιχο των σωστών απαντήσεων. Πρέπει να αναφερθεί πως σε όλες τις προτάσεις υπήρχαν φοιτητές που δεν μπόρεσαν να απαντήσουν καθόλου.

6.4. Στατιστική ανάλυση: Περίπτωση ιδιωτικού σχολείου και πανεπιστημιακών τμημάτων στα οποία δεν έγινε παρέμβαση

6.4.1. Σύγκριση ΜΟ-Συνολικής βαθμολογίας Solo και εφαρμογή ανάλυσης διακύμανσης Anova στο Ιδιωτικό σχολείο και στα Πανεπιστημιακά τμήματα

Αρχικά αναφέρονται οι μέσοι όροι και οι συνολικές βαθμολογίες και δίνονται οι τυπικές αποκλίσεις, τα ελάχιστα και τα μέγιστα για τα δύο πανεπιστημιακά τμήματα, τα οποία είναι το χημικό και η σχολή βιολογικών εφαρμογών και τεχνολογιών και το ιδιωτικό σχολείο της Θεσσαλονίκης. Στη συνέχεια, με σκοπό να συγκριθούν οι μετρήσεις του ιδιωτικού σχολείου και των δύο πανεπιστημιακών τμημάτων ως προς τους μέσους όρους και τη συνολική τους βαθμολογία Solo, εφαρμόστηκε ανάλυση διακύμανσης Anova.

Πιο αναλυτικά:

Αρχικά δίνονται για κάθε δείγμα οι βαθμολογίες solo για κάθε ερώτηση ξεχωριστά, οι μέσοι όροι και οι συνολικές βαθμολογίες για κάθε μαθητή .

Πίνακας 107: Βαθμολογίες Solo για κάθε ερώτηση ξεχωριστά, μέσοι όροι και συνολικές βαθμολογίες για κάθε μαθητή του ιδιωτικού σχολείου της Θεσσαλονίκης.

Ηλεκτρική τιμότητα	Δομές Lewis	Κανόνας οκτάδας	Δυνάμεις Coulomb	Ηλεκτρόνια σθένους	Πολικότητα	Κριτήρια	Συνολική βαθμολογία Solo	ΜΟ Solo
1	1	0	1	1	1	0	5	1
0	1	0	0	0	0	0	1	0
0	3	0	0	0	0	3	6	1
1	1	0	0	3	0	3	8	1
1	1	0	0	5	0	3	10	1
1	1	0	0	3	0	3	8	1
0	2	0	0	5	0	4	11	2
0	4	0	0	4	0	4	12	2
1	1	0	1	0	0	0	3	0
1	1	0	3	4	1	4	14	2
0	1	3	0	4	0	5	13	2
3	1	0	0	3	0	3	10	1
1	1	0	1	2	0	4	9	1
4	1	0	0	2	0	3	10	1
0	2	0	0	5	0	5	12	2
5	2	0	0	3	0	3	13	2
2	2	0	0	0	0	3	7	1
3	4	0	0	5	0	5	17	2
3	1	0	3	1	0	4	12	2
1	2	0	3	0	0	2	8	1
1	2	0	1	3	0	0	7	1
1	1	0	0	1	0	3	6	1
3	1	0	0	5	0	5	14	2
1	1	0	0	3	0	0	5	1
1	1	0	1	3	0	0	6	1
2	2	0	0	5	0	5	14	2
2	1	0	3	3	0	0	9	1
2	2	0	3	3	0	3	13	2
2	1	3	0	0	0	5	11	2
2	1	0	0	5	0	3	11	2
2	2	0	0	5	0	5	14	2
2	1	0	0	5	0	3	11	2
0	1	0	0	0	1	3	5	1
1	1	0	0	5	0	5	12	2
0	1	0	0	0	1	3	5	1
0	2	0	0	0	1	5	8	1

Ενδομοριακοί και διαμοριακοί δεσμοί: Ιεραρχίες μάθησης στην βιβλιογραφία της Γενικής Χημείας και στην προσέγγιση των καταστάσεων της ύλης (SOMA). Αξιολόγηση των ερωτήσεων των αντίστοιχων κεφαλαίων

0	1	3	0	2	0	3	9	1
0	1	0	0	2	1	3	7	1
1	1	0	0	2	0	3	7	1
1	1	0	0	1	1	5	9	1
0	1	0	0	0	0	2	3	0
0	2	0	0	0	0	5	7	1
0	1	0	0	1	1	1	4	1
0	1	0	0	4	0	2	7	1
1	1	0	0	2	0	3	7	1
1	4	0	1	3	1	5	15	2
2	1	0	0	0	0	5	8	1
2	1	2	0	2	0	3	10	1
3	5	0	0	5	0	4	17	2
0	1	0	1	2	0	3	7	1
2	1	0	0	5	0	3	11	2

Πίνακας 108: Βαθμολογίες Solo για κάθε ερώτηση ξεχωριστά, μέσοι όροι και συνολικές βαθμολογίες για κάθε μαθητή της σχολής βιολογικών εφαρμογών και τεχνολογιών.

Ηλεκτρική τιμότητα	Δομές Lewis	Κανόνας οκτάδας	Δυνάμεις Coulomb	Ηλεκτρόνια σθένους	Πολικότητα	Κριτήρια	Συνολική βαθμολογία Solo	ΜΟ Solo
1	2	0	1	1	1	3	9	1
0	2	3	0	0	0	5	10	1
2	2	0	1	0	2	3	10	1
0	3	0	5	3	0	3	14	2
0	2	0	1	0	2	5	10	1
0	2	0	0	0	1	4	7	1
1	2	0	1	3	1	5	13	2
0	3	0	0	2	0	4	9	1
2	2	0	0	0	2	0	6	1
3	2	0	3	1	1	2	12	2
0	3	0	0	0	0	3	6	1
1	1	0	0	3	0	0	5	1
4	5	0	4	2	0	3	18	3
2	2	3	0	2	0	4	13	2
0	2	0	0	5	3	5	15	2
0	4	0	1	3	0	3	11	2
0	3	0	0	2	1	3	9	1
0	1	0	0	2	3	2	8	1
1	1	0	0	1	0	3	6	1
2	1	0	0	0	0	5	8	1
1	1	0	1	3	3	5	14	2
0	1	1	1	0	0	2	5	1
1	1	0	3	2	1	4	12	2
0	3	0	1	2	0	3	9	1
0	3	1	0	0	0	3	7	1
0	1	0	0	0	1	3	5	1
3	1	0	0	0	3	3	10	1
0	3	0	1	5	5	3	17	2
1	0	0	1	3	3	4	12	2
0	0	0	0	0	0	3	3	0
2	1	0	1	0	1	2	7	1
0	3	0	0	3	0	5	11	2
0	1	0	0	4	3	5	13	2
0	1	0	0	3	0	5	9	1

Ενδομοριακοί και διαμοριακοί δεσμοί: Ιεραρχίες μάθησης στην βιβλιογραφία της Γενικής Χημείας και στην προσέγγιση των καταστάσεων της ύλης (SOMA). Αξιολόγηση των ερωτήσεων των αντίστοιχων κεφαλαίων

0	0	0	1	0	1	5	7	1
4	1	0	1	0	0	5	11	2
3	3	0	0	1	2	5	14	2
3	3	2	0	0	1	4	13	2

Πίνακας 109: Βαθμολογίες Solo για κάθε ερώτηση ξεχωριστά, μέσοι όροι και συνολικές βαθμολογίες για κάθε μαθητή της σχολής του χημικού.

Ηλεκτραρνητικότητα	Δομές Lewis	Κανόνες οκτάδας	Δυνάμεις Coulomb	Ηλεκτρόνια σθένους	Πολικότητα	Κριτήρια	Συνολική βαθμολογία Solo	ΜΟ Solo
0	0	0	1	0	0	3	4	1
5	1	0	0	0	0	5	11	2
2	1	0	1	0	0	3	7	1
4	1	0	1	1	3	4	14	2
4	0	0	1	4	3	3	15	2
4	4	0	0	3	0	5	16	2
3	2	0	0	0	1	4	10	1
2	1	0	1	3	0	3	10	1
1	1	0	0	1	0	3	6	1
0	0	0	1	2	1	5	9	1
0	1	0	0	2	0	5	8	1
0	1	0	1	0	0	3	5	1
0	0	0	2	2	1	5	10	1
1	1	3	1	3	0	4	13	2
0	1	0	1	2	1	4	9	1
0	2	1	0	3	0	3	9	1
1	1	0	1	0	0	2	5	1
0	1	0	0	4	4	3	12	2
0	0	0	2	2	0	0	4	1
2	1	0	0	1	2	4	10	1
0	1	0	1	2	0	3	7	1
1	2	0	1	5	0	3	12	2
4	1	1	0	0	0	3	9	1
2	1	0	5	1	0	4	13	2
0	0	0	0	0	0	2	2	0
4	1	0	1	5	1	3	15	2
1	1	0	3	3	0	3	11	2
3	0	0	1	5	0	2	11	2

Ενδομοριακοί και διαμοριακοί δεσμοί: Ιεραρχίες μάθησης στην βιβλιογραφία της Γενικής Χημείας και στην προσέγγιση των καταστάσεων της ύλης (SOMA). Αξιολόγηση των ερωτήσεων των αντίστοιχων κεφαλαίων

1	1	0	1	2	0	3	8	1
3	0	0	0	0	0	0	3	0
1	2	0	0	1	0	2	6	1
1	1	0	0	2	0	0	4	1
0	1	0	0	3	0	0	4	1
4	0	0	0	6	0	3	13	2

Πίνακας 110: Μέγιστες, ελάχιστες και μέσες τιμές αλλά και τυπικές αποκλίσεις της συνολικής βαθμολογίας solo και του μέσου όρου για το ιδιωτικό σχολείο και τα δύο πανεπιστημιακά τμήματα.

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
Solo_total	Θεσσαλονίκη	51	9,16	3,626	,508	8,14	10,18	1	17
	BET	38	9,93	3,530	,573	8,77	11,09	3	18
	Χημικό	34	8,97	3,786	,649	7,65	10,29	2	16
	Total	123	9,35	3,634	,328	8,70	9,99	1	18
Solo_MO	Θεσσαλονίκη	51	1,31	,518	,073	1,16	1,45	0	2
	BET	38	1,42	,504	,082	1,25	1,58	0	3
	Χημικό	34	1,28	,541	,093	1,09	1,47	0	2
	Total	123	1,34	,519	,047	1,24	1,43	0	3

328

Πίνακας 111: Test Levene της συνολικής βαθμολογίας solo και του μέσου όρου για το ιδιωτικό σχολείο και τα δύο πανεπιστημιακά τμήματα συνολικά.

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Solo_total	,117	2	120	,890
Solo_MO	,117	2	120	,890

Πίνακας 112: Test Anova της συνολικής βαθμολογίας solo και του μέσου όρου για το ιδιωτικό σχολείο και τα δύο πανεπιστημιακά τμήματα συνολικά.

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Solo_total	Between Groups	19,764	2	9,882	,745	,477
	Within Groups	1591,301	120	13,261		
	Total	1611,065	122			
Solo_MO	Between Groups	,403	2	,202	,745	,477
	Within Groups	32,476	120	,271		
	Total	32,879	122			

Από την ανάλυση διακύμανσης παρατηρούμε πως $p=0.477>0.001$ με αποτέλεσμα να συμπεραίνεται πως δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά στα τρία δείγματα. Παρ' όλα αυτά, επειδή τα δείγματα είναι ανομοιογενή, το ένα είναι ιδιωτικό σχολείο δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και οι φοιτητές των δύο πανεπιστημιακών τμημάτων εισήλθαν με μεγάλη διαφορά στην βαθμολογία πρόσβασής τους, στην έρευνα θα μελετηθούν ξεχωριστά.

6.4.2. Ανάλυση α μέρους ερωτηματολογίου με στατιστικό κριτήριο χ^2 και β μέρους ερωτηματολογίου με το μη παραμετρικό Friedman test για το ιδιωτικό σχολείο της Θεσσαλονίκης.

329

Ανάλυση α' μέρους ερωτηματολογίου

Στο δείγμα της Θεσσαλονίκης, αρχικά μελετήθηκε το α μέρος του ερωτηματολογίου και για αυτό το σκοπό εφαρμόστηκε το στατιστικό κριτήριο χ^2 .

Πίνακας 113: Τυπικές αποκλίσεις, μέγιστες και ελάχιστες τιμές του α μέρους του ερωτηματολογίου για το ιδιωτικό σχολείο Θεσσαλονίκης.

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Απωστικές δυνάμεις	51	2,45	,966	1	5
Ελκτικές δυνάμεις	51	4,53	,857	2	5
Ηλεκτραρνητικότητα	51	3,51	1,391	1	5
Δομές Lewis	51	4,84	,505	2	5
Κανόνας οκτάδας	51	4,51	1,046	1	5
Δυνάμεις Coulomb	51	3,57	,964	1	5
Ηλεκτρόνια σθένους	51	4,71	,901	1	5
Πολικότητα	51	3,00	,980	1	5
Ενέργεια	51	4,24	1,305	1	5

Πίνακας 114: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια των απωστικών δυνάμεων του α μέρους του ερωτηματολογίου του ιδιωτικού σχολείου Θεσσαλονίκης.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_ Δεν απαντώ	3	10,2	-7,2
Καμία σχέση	33	10,2	22,8
Ομοιοπολικός δεσμός	7	10,2	-3,2
Ιοντικός δεσμός	5	10,2	-5,2
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	3	10,2	-7,2
Total	51		

Πίνακας 115: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια των ελκτικών δυνάμεων του α μέρους του ερωτηματολογίου του ιδιωτικού σχολείου Θεσσαλονίκης.

	Observed N	Expected N	Residual
Καμία σχέση	2	12,8	-10,8
Ομοιοπολικός δεσμός	6	12,8	-6,8
Ιοντικός δεσμός	6	12,8	-6,8
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	37	12,8	24,3
Total	51		

Είναι χαρακτηριστικό πως αν και για τις ελκτικές δυνάμεις οι μαθητές απάντησαν οι περισσότεροι σωστά, για τις απωστικές δυνάμεις ανέφεραν πως δεν εντοπίζονται στο σχηματισμό των δεσμών. Η παρατήρηση αυτή εντοπίστηκε και στα ερωτηματολόγια των δημόσιων σχολείων στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Είναι λογικό οι μαθητές να απαντούν με αυτό τον τρόπο αφού στο σχολικό εγχειρίδιο δεν αναφέρονται καθόλου στο κεφάλαιο των δεσμών οι απωστικές δυνάμεις.

Πίνακας 116: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια της ηλεκτραρνητικότητας του α μέρους του ερωτηματολογίου του ιδιωτικού σχολείου Θεσσαλονίκης.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	2	10,2	-8,2
Καμία σχέση	16	10,2	5,8
Ομοιοπολικός δεσμός	7	10,2	-3,2
Ιοντικός δεσμός	6	10,2	-4,2
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	20	10,2	9,8
Total	51		

Πίνακας 117: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια των δομών Lewis του α μέρους του ερωτηματολογίου του ιδιωτικού σχολείου Θεσσαλονίκης.

	Observed N	Expected N	Residual
Καμία σχέση	1	17,0	-16,0
Ιοντικός δεσμός	5	17,0	-12,0
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	45	17,0	28,0
Total	51		

Πίνακας 118: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια του κανόνα της οκτάδας του α μέρους του ερωτηματολογίου του ιδιωτικού σχολείου Θεσσαλονίκης.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	1	12,8	-11,8
Καμία σχέση	5	12,8	-7,8
Ιοντικός δεσμός	6	12,8	-6,8
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	39	12,8	26,3
Total	51		

Πίνακας 119: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια των δυνάμεων Coulomb του α μέρους του ερωτηματολογίου του ιδιωτικού σχολείου Θεσσαλονίκης.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_ Δεν απαντώ	1	10,2	-9,2
Καμία σχέση	9	10,2	-1,2
Ομοιοπολικός δεσμός	6	10,2	-4,2
Ιοντικός δεσμός	30	10,2	19,8
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	5	10,2	-5,2
Total	51		

Πίνακας 120: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια των ηλεκτρονίων σθένους του α μέρους του ερωτηματολογίου του ιδιωτικού σχολείου Θεσσαλονίκης.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_ Δεν απαντώ	2	12,8	-10,8
Καμία σχέση	1	12,8	-11,8
Ιοντικός δεσμός	4	12,8	-8,8
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	44	12,8	31,3
Total	51		

Πίνακας 121: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια της πολικότητας του α μέρους του ερωτηματολογίου του ιδιωτικού σχολείου Θεσσαλονίκης.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	4	10,2	-6,2
Καμία σχέση	6	10,2	-4,2
Ομοιοπολικός δεσμός	33	10,2	22,8
Ιοντικός δεσμός	2	10,2	-8,2
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	6	10,2	-4,2
Total	51		

Πίνακας 122: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια της ενέργειας του α μέρους του ερωτηματολογίου του ιδιωτικού σχολείου Θεσσαλονίκης.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	1	10,2	-9,2
Καμία σχέση	10	10,2	-,2
Ομοιοπολικός δεσμός	2	10,2	-8,2
Ιοντικός δεσμός	1	10,2	-9,2
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	37	10,2	26,8
Total	51		

Από την μελέτη των υπόλοιπων εννοιών παρατηρείται πως οι μαθητές συνέδεσαν τις έννοιες πολικότητα και ηλεκτρарνητικότητα μόνο με τον ομοιοπολικό δεσμό ενώ τις δυνάμεις Coulomb μόνο με τον ιοντικό δεσμό. Στο σχολικό εγχειρίδιο, οι δυνάμεις Coulombian και δεν αναφέρεται πως αφορούν αποκλειστικά τον ιοντικό δεσμό, μελετώνται στην παράγραφο του ιοντικού. Το γεγονός αυτό οδηγεί τους μαθητές στο συμπέρασμα πως δεν αφορούν τον ομοιοπολικό δεσμό. Το ίδιο ακριβώς συμβαίνει με την ηλεκτρарνητικότητα, η οποία μελετάται στην παράγραφο του ομοιοπολικού δεσμού, επομένως οι μαθητές συνδέουν αναπόφευκτα τις δύο έννοιες. Η πολικότητα αναφέρεται μόνο κατά τον διαχωρισμό των ομοιοπολικών δεσμών σε πολικούς και μη πολικούς, έτσι και εδώ οι μαθητές την κατατάσσουν στις έννοιες που αφορούν αποκλειστικά τον ομοιοπολικό δεσμό

Πίνακας 123: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για το α μέρος του ερωτηματολογίου του ιδιωτικού σχολείου Θεσσαλονίκης.

	Απωστικές δυνάμεις	Ελκτικές δυνάμεις	Ηλεκτραρνητ ικότητα	Δομές Lewis	Ενέργεια
Chi-Square(a,b,c)	64,784	62,333	22,039	69,647	93,608
df	4	3	4	2	4
Asymp. Sig.	,000	,000	,000	,000	,000

Κανόνας οκτάδας	Δυνάμεις Coulomb	Ηλεκτρόνια σθένους	Πολικότητα
73,157	51,255	102,490	64,784
3	4	3	4
,000	,000	,000	,000

Όπως παρατηρείται η συσχέτιση είναι στατιστικώς σημαντική γιατί $p < 0.05$.

Ανάλυση ερωτήσεων β μέρους ερωτηματολογίου

Για την ανάλυση του β μέρους του ερωτηματολογίου, αφού δόθηκαν αρχικά οι τυπικές αποκλίσεις, οι μέσες τιμές, τα μέγιστα και τα ελάχιστα, χρησιμοποιήθηκε το μη παραμετρικό Friedman test.

Πίνακας 124: Τυπικές αποκλίσεις, μέγιστες και ελάχιστες τιμές του β μέρους του ερωτηματολογίου του ιδιωτικού σχολείου Θεσσαλονίκης.

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Ηλεκτραρνητικότητα solo	51	1,22	1,167	0	5
Δομές _Lewis_ solo	51	1,51	,946	1	5
Κανόνας οκτάδας _solo	51	,22	,757	0	3
Δυνάμεις _Coulomb_ solo	51	,43	,922	0	3
Ηλεκτρόνια σθένους _solo	51	2,49	1,869	0	5
Πολικότητα _solo	51	,18	,385	0	1
Κριτήρια _solo	51	3,12	1,596	0	5

Πίνακας 125: Κατάταξη ερωτήσεων β μέρους ερωτηματολογίου του ιδιωτικού σχολείου Θεσσαλονίκης με βάση την απόδοση των μαθητών.

	Mean Rank
Ηλεκτραρνητικότητα _solo	4,08
Δομές _Lewis _solo	4,81
Κανόνας _οκτάδας _solo	2,40
Δυνάμεις _ Coulomb _solo	2,91
Ηλεκτρόνια _ σθένους _solo	5,28
Πολικότητα _solo	2,59
Κριτήρια _solo	5,92

Από την κατάταξη των ερωτήσεων παρατηρείται πως οι φοιτητές δυσκολεύτηκαν στην ερώτηση του κανόνα της οκτάδας ενώ καλύτερα πήγαν στην ερώτηση των κριτηρίων.

Πίνακας 126: Test Friedman για το β μέρος του ερωτηματολογίου του ιδιωτικού σχολείου Θεσσαλονίκης.

N	51
Chi-Square	151,246
df	6
Asymp. Sig.	,000

a. Friedman Test

336

Από τον πίνακα ranks , διακρίνεται πως οι μαθητές είχαν χειρότερη απόδοση στην ερώτηση του κανόνα της οκτάδας, στην πολικότητα και στις δυνάμεις Coulomb ενώ καλύτερη απόδοση στις ερωτήσεις των κριτηρίων σχηματισμού δεσμού και των ηλεκτρονίων σθένους. Όσον αφορά το test η διαφορά είναι στατιστικώς σημαντική αφού $p < 0.001$.

Ανάλυση ερωτήσεων ανά ζεύγη

Στη συνέχεια συγκρίθηκαν οι ερωτήσεις ανά ζεύγη για να εντοπιστεί πιθανή διαφορά, στατιστικώς σημαντική. Διαφορά στατιστικώς σημαντική εντοπίζεται στα περισσότερα ζεύγη εκτός από τα παρακάτω:

1. Κριτήρια_solo – Ηλεκτρόνια σθένους solo
2. Πολικότητα_solo – Δυνάμεις Coulomb_solo
3. Δυνάμεις Coulomb_solo – Κανόνας οκτάδας_solo
4. Πολικότητα_solo – Κανόνας οκτάδας_solo
5. Δομές_Lewis_solo - Ηλεκτραρνητικότητα_solo

Πίνακας 127: Test Wilcoxon για τις ερωτήσεις ανά ζεύγη του β μέρους του ερωτηματολογίου του ιδιωτικού σχολείου Θεσσαλονίκης.

	Δομές_Lewis_solo - Ηλεκτραρνητικότητα_solo	Κανόνας οκτάδας_solo - Ηλεκτραρνητικότητα_solo	Δυνάμεις_Coulomb_solo - Ηλεκτραρνητικότητα_solo	Ηλεκτρόνια σθένους_solo - Ηλεκτραρνητικότητα_solo	Πολικότητα_solo - Ηλεκτραρνητικότητα_solo	Κριτήρια_solo - Ηλεκτραρνητικότητα_solo
Z	-1,561(a)	-4,231(b)	-3,503(b)	-3,920(a)	-4,564(b)	-5,232(a)
Asymp. Sig. (2-tailed)	,118	,000	,000	,000	,000	,000

	Κανόνας οκτάδας_solo - Δομές_Lewis_solo	Δυνάμεις_Coulomb_solo - Δομές_Lewis_solo	Ηλεκτρόνια σθένους_solo - Δομές_Lewis_solo	Πολικότητα_solo - Δομές_Lewis_solo	Κριτήρια_solo - Δομές_Lewis_solo
Z	-5,118(a)	-4,550(a)	-3,248(b)	-5,997(a)	-5,222(b)
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	,000	,001	,000	,000

	Δυνάμεις_Coulomb_solo - Κανόνας οκτάδας_solo	Ηλεκτρόνια σθένους_solo - Κανόνας οκτάδας_solo	Πολικότητα_solo - Κανόνας οκτάδας_solo	Κριτήρια_solo - Κανόνας οκτάδας_solo	Ηλεκτρόνια σθένουςsolo - Δυνάμεις_Coulomb_solo
Z	-1,192(a)	-5,159(a)	-,036(b)	-5,787(a)	-4,872(a)
Asymp. Sig. (2-tailed)	,233	,000	,971	,000	,000

	Πολικότητα_solo - Ηλεκτρόνια σθένους_solo	Κριτήρια_solo - Ηλεκτρόνια σθένους_solo	Κριτήρια_solo - Πολικότητα_solo	Πολικότητα_solo - Δυνάμεις_Coulomb_solo	Κριτήρια_solo - Δυνάμεις_Coulomb_solo
Z	-5,333(a)	-1,826(b)	-5,836(b)	-1,722(b)	-5,646(a)
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	,068	,000	,085	,000

6.4.3. Ανάλυση α μέρους ερωτηματολογίου με στατιστικό κριτήριο χ^2 και β μέρους ερωτηματολογίου με το μη παραμετρικό Friedman test για το πανεπιστημιακό τμήμα Βιολογικών εφαρμογών και τεχνολογίας.

Ανάλυση α' μέρους ερωτηματολογίου

Αρχικά και για το πανεπιστημιακό τμήμα BET δίνεται πίνακας με τις τυπικές αποκλίσεις και τις μέσες τιμές για κάθε έννοια του α' μέρους του ερωτηματολογίου. Έπειτα μέσω του στατιστικού κριτηρίου χ^2 ελέγχεται η συσχέτιση .

Πίνακας 128: Τυπικές αποκλίσεις, μέγιστες και ελάχιστες τιμές για το α' μέρος του ερωτηματολογίου του πανεπιστημιακού τμήματος βιολογικών εφαρμογών και τεχνολογίας.

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Απωστικές δυνάμεις	38	4,00	1,294	1	5
Ελκτικές δυνάμεις	38	4,82	,512	3	5
Ηλεκτραρνητικότητα	38	3,61	1,220	1	5
Δομές Lewis	38	4,47	1,006	1	5
Κανόνας οκτάδας	38	3,92	1,402	1	5
Δυνάμεις Coulomb	38	3,68	1,233	1	5
Ηλεκτρόνια σθένους	38	4,16	1,197	1	5
Πολικότητα	38	3,74	,860	2	5
Ενέργεια	38	4,21	1,379	1	5

338

Πίνακας 129: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια των απωστικών δυνάμεων του α' μέρος του ερωτηματολογίου του πανεπιστημιακού τμήματος βιολογικών εφαρμογών και τεχνολογίας.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	1	7,6	-6,6
Καμία σχέση	7	7,6	-,6
Ομοιοπολικός δεσμός	4	7,6	-3,6
Ιοντικός δεσμός	5	7,6	-2,6
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	21	7,6	13,4
Total	38		

Πίνακας 130: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια των ελκτικών δυνάμεων του α' μέρος του ερωτηματολογίου του πανεπιστημιακού τμήματος βιολογικών εφαρμογών και τεχνολογίας

	Observed N	Expected N	Residual
Ομοιοπολικός δεσμός	2	12,7	-10,7
Ιοντικός δεσμός	3	12,7	-9,7
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	33	12,7	20,3
Total	38		

Στα ερωτηματολόγια των φοιτητών, η εικόνα είναι λίγο καλύτερη όσον αφορά τις απωστικές δυνάμεις. Οι περισσότεροι απάντησαν πως και οι απωστικές αλλά και οι ελκτικές δυνάμεις αφορούν και τα δύο είδη δεσμών. Αρκετοί όμως και πάλι θεώρησαν ότι δεν έχουν καμία σχέση με τους δεσμούς.

Πίνακας 131: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια της ηλεκτραρνητικότητας του α' μέρος του ερωτηματολογίου του πανεπιστημιακού τμήματος βιολογικών εφαρμογών και τεχνολογίας

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	2	7,6	-5,6
Καμία σχέση	4	7,6	-3,6
Ομοιοπολικός δεσμός	14	7,6	6,4
Ιοντικός δεσμός	5	7,6	-2,6
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	13	7,6	5,4
Total	38		

Πίνακας 132: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια των δομών Lewis του α' μέρος του ερωτηματολογίου του πανεπιστημιακού τμήματος βιολογικών εφαρμογών και τεχνολογίας

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	1	7,6	-6,6
Καμία σχέση	1	7,6	-6,6
Ομοιοπολικός δεσμός	5	7,6	-2,6
Ιοντικός δεσμός	3	7,6	-4,6
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	28	7,6	20,4
Total	38		

Πίνακας 133: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια του κανόνα της οκτάδας του α'

μέρος του ερωτηματολογίου του πανεπιστημιακού τμήματος βιολογικών εφαρμογών και τεχνολογίας

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_ Δεν απαντώ	3	7,6	-4,6
Καμία σχέση	4	7,6	-3,6
Ομοιοπολικός δεσμός	8	7,6	,4
Ιοντικός δεσμός	1	7,6	-6,6
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	22	7,6	14,4
Total	38		

Πίνακας 134: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια των δυνάμεων Coulomb του α' μέρος του ερωτηματολογίου του πανεπιστημιακού τμήματος βιολογικών εφαρμογών και τεχνολογίας

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_ Δεν απαντώ	2	7,6	-5,6
Καμία σχέση	6	7,6	-1,6
Ομοιοπολικός δεσμός	6	7,6	-1,6
Ιοντικός δεσμός	12	7,6	4,4
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	12	7,6	4,4
Total	38		

340

Πίνακας 135: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια των ηλεκτρονίων σθένους του α' μέρος του ερωτηματολογίου του πανεπιστημιακού τμήματος βιολογικών εφαρμογών και τεχνολογίας

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_ Δεν απαντώ	2	7,6	-5,6
Καμία σχέση	2	7,6	-5,6
Ομοιοπολικός δεσμός	6	7,6	-1,6
Ιοντικός δεσμός	6	7,6	-1,6
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	22	7,6	14,4
Total	38		

Πίνακας 136: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια της πολικότητας του α' μέρος του ερωτηματολογίου του πανεπιστημιακού τμήματος βιολογικών εφαρμογών και τεχνολογίας

	Observed N	Expected N	Residual
Καμία σχέση	2	9,5	-7,5
Ομοιοπολικός δεσμός	14	9,5	4,5
Ιοντικός δεσμός	14	9,5	4,5
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	8	9,5	-1,5
Total	38		

Πίνακας 137: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια της ενέργειας του α' μέρος του ερωτηματολογίου του πανεπιστημιακού τμήματος βιολογικών εφαρμογών και τεχνολογίας

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	3	7,6	-4,6
Καμία σχέση	4	7,6	-3,6
Ομοιοπολικός δεσμός	2	7,6	-5,6
Ιοντικός δεσμός	2	7,6	-5,6
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	27	7,6	19,4
Total	38		

Και οι φοιτητές δυσκολεύτηκαν να συνδέσουν τις έννοιες ηλεκτραρνητικότητα, πολικότητα και δυνάμεις Coulomb και με τα δύο είδη δεσμών. Όπως και οι μαθητές, έτσι και οι φοιτητές ανέφεραν πως οι έννοιες πολικότητα και ηλεκτραρνητικότητα αφορούν αποκλειστικά τον ομοιοπολικό δεσμό ενώ οι δυνάμεις Coulomb μόνο τον ιοντικό.

Πίνακας 138: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για το α' μέρος του ερωτηματολογίου του πανεπιστημιακού τμήματος βιολογικών εφαρμογών και τεχνολογίας

	Απωστικές δυνάμεις	Ελκτικές δυνάμεις	Ηλεκτραρνη- τικότητα	Δομές Lewis	Κανόνας οκτάδας	Ενέργεια
Chi-Square(a,b,c)	32,000	49,000	15,947	69,895	37,526	62,263
Df	4	2	4	4	4	4
Asymp. Sig.	,000	,000	,003	,000	,000	,000
Δυνάμεις Coulomb	Ηλεκτρόνια σθένους	Πολικότητα				
9,895	36,211	10,421				
4	4	3				
,042	,000	,015				

Η συσχέτιση είναι στατιστικώς σημαντική σε όλες τις έννοιες γιατί είναι $p < 0.05$.

Ανάλυση β μέρους ερωτηματολογίου

Στη συνέχεια όπως και στα άλλα δείγματα συγκρίθηκαν οι ερωτήσεις του β μέρους του ερωτηματολογίου, αφού πρώτα υπολογίστηκαν τυπικές αποκλίσεις και μέσες τιμές για κάθε ερώτηση.

342

Πίνακας 139: Τυπική απόκλιση, μέγιστες και ελάχιστες τιμές του β' μέρος του ερωτηματολογίου του πανεπιστημιακού τμήματος βιολογικών εφαρμογών και τεχνολογίας

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Ηλεκτραρνητικότητα _solo	38	,96	1,254	0	4
Δομές _Lewis _solo	38	1,89	1,134	0	5
Κανόνας _οκτάδας _solo	38	,26	,760	0	3
Δυνάμεις _Coulomb _solo	38	,74	1,178	0	5
Ηλεκτρόνια _ σθένους _solo	38	1,47	1,538	0	5
Πολικότητα _solo	38	1,08	1,282	0	5
Κριτήρια _solo	38	3,53	1,330	0	5

Πίνακας 140: Κατάταξη ερωτήσεων β' μέρος του ερωτηματολογίου του πανεπιστημιακού τμήματος βιολογικών εφαρμογών και τεχνολογίας με βάση την απόδοση των φοιτητών.

	Mean Rank
Ηλεκτραρνητικότητα _solo	3,54
Δομές _Lewis _solo	4,95
Κανόνας _οκτάδας _solo	2,39
Δυνάμεις _Coulomb _solo	3,24
Ηλεκτρόνια _ σθένους _solo	3,89
Πολικότητα _solo	3,66
Κριτήρια _solo	6,33

Από την μέση βαθμολογική κατάταξη παρατηρείτε πως οι χαμηλότερες βαθμολογίες των μαθητών ήταν στις ερωτήσεις του κανόνα της οκτάδας και των δυνάμεων Coulomb, ενώ λίγο καλύτερα από τους μαθητές πήγαν στην ερώτηση της πολικότητας και χειρότερα στην ερώτηση της ηλεκτραρνητικότητας. Την καλύτερη επίδοση είχαν στην ερώτηση των κριτηρίων με μεγάλη διαφορά από τις υπόλοιπες ερωτήσεις.

343

Πίνακας 141: Test Friedman για το β' μέρος του ερωτηματολογίου του πανεπιστημιακού τμήματος βιολογικών εφαρμογών και τεχνολογίας

N	38
Chi-Square	93,044
Df	6
Asymp. Sig.	,000

a. Friedman Test

Μέσω του Friedman test παρατηρείται πως υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά γιατί $p < 0.001$

Σύγκριση ερωτήσεων ανά ζεύγη

Από τη σύγκριση των ερωτήσεων ανά ζεύγη προέκυψαν τα παρακάτω αποτελέσματα.

Πίνακας 142: Test Wilcoxon για τις ερωτήσεις ανά ζεύγη του β' μέρους του ερωτηματολογίου του πανεπιστημιακού τμήματος βιολογικών εφαρμογών και τεχνολογίας

	Δομές _Lewis _solo – Ηλεκτραρνητικ ότητα _solo	Κανόνας _οκτάδας _solo – Ηλεκτραρνητι κότητα _solo	Δυνάμεις _Coulomb _solo – Ηλεκτραρνητι κότητα _solo	Ηλεκτρόνια σθένους _solo – Ηλεκτραρνητι κότητα _solo	Πολικότητα _solo – Ηλεκτραρνητι κότητα _solo	Κριτήρια _solo – Ηλεκτραρνητικό τητα _solo
Z	-3,165(a)	-2,831(b)	-1,123(b)	-1,400(a)	-,438(a)	-4,965(a)
Asymp. Sig. (2-tailed)	,002	,005	,262	,162	,661	,000

	Κανόνας _ οκτάδας _solo – Δομές _Lewis _solo	Δυνάμεις _Coulomb _solo – Δομές _Lewis _solo	Ηλεκτρόνια _ σθένους _solo – Δομές _Lewis _solo	Πολικότητα – Δομές _Lewis _solo	Κριτήρια _solo – Δομές _Lewis _solo	
Z	-4,881(a)	-3,875(a)	-1,351(a)	-2,343(a)	-4,146(b)	
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	,000	,177	,019	,000	344
	Δυνάμεις _Coulomb _solo – Κανόνας _ οκτάδας _solo	Ηλεκτρόνια _ σθένους _solo – Κανόνας _οκτάδας _solo	Πολικότητα _solo – Κανόνας οκτάδας _solo	Κριτήρια _solo – Κανόνας οκτάδας _solo	Ηλεκτρόνια _ σθένους _solo – Δυνάμεις _Coulomb _solo	
Z	-1,969(a)	-3,423(a)	-2,793(a)	-5,283(a)	-2,498(a)	
Asymp. Sig. (2-tailed)	,049	,001	,005	,000	,012	

	Πολικότητα _solo – Ηλεκτρόνια _ σθένους _solo	Κριτήρια _solo – Ηλεκτρόνια _ σθένους _solo	Κριτήρια _solo – Πολικότητα _solo	Πολικότητα _solo – Δυνάμεις _Coulomb _solo	Κριτήρια _solo – Δυνάμεις _Coulomb _solo
Z	-1,599(a)	-4,431(b)	-4,911(b)	-1,370(a)	-5,022(a)
Asymp. Sig. (2-tailed)	,110	,000	,000	,171	,000

Στα περισσότερα ζεύγη δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά γιατί $p > 0.001$ εκτός από τα παρακάτω στα οποία $p < 0.001$ και η διαφορά είναι σημαντική.

1.Κριτήρια_solo – Ηλεκτρόνια σθένους_solo

2.Κριτήρια_solo - Πολικότητα_solo

- 3.Κριτήρια_solo – Δυνάμεις_Coulomb_solo
- 4.Κριτήρια_solo – Κανόνας οκτάδας_solo
- 5.Κανόνας οκτάδας_solo – Δομές_Lewis_solo
- 6.Δυνάμεις_Coulomb_solo – Δομές_Lewis_solo
7. Κριτήρια_solo – Δομές_Lewis_solo
- 8.Κριτήρια_solo – Ηλεκτραρνητικότητα_solo

6.4.4. Ανάλυση α μέρους ερωτηματολογίου με στατιστικό κριτήριο χ^2 και β μέρους ερωτηματολογίου με το μη παραμετρικό Friedman test για το πανεπιστημιακό τμήμα Χημείας.

Ανάλυση α' μέρους ερωτηματολογίου

Στο τελευταίο δείγμα του πανεπιστημιακού τμήματος, η ανάλυση ξεκίνησε με το στατιστικό κριτήριο χ^2 στο α μέρος του ερωτηματολογίου, αφού πρώτα καταγράφονται οι τυπικές αποκλίσεις.

345

Πίνακας 143: Τυπικές αποκλίσεις, μέγιστες και ελάχιστες τιμές για το α' μέρος του ερωτηματολογίου του πανεπιστημιακού τμήματος χημείας.

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Απωστικές δυνάμεις	34	3,79	1,225	1	5
Ελκτικές δυνάμεις	34	4,74	,666	2	5
Ηλεκτραρνητικότητα	34	4,21	1,274	1	5
Δομές Lewis	34	4,21	1,067	1	5
Κανόνας οκτάδας	34	4,18	1,242	1	5
Δυνάμεις Coulomb	34	3,03	1,527	1	5
Ηλεκτρόνια σθένους	34	4,24	1,208	1	5
Πολικότητα	34	3,50	1,135	1	5
Ενέργεια	34	4,06	1,496	1	5

Πίνακας 144: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια των απωστικών δυνάμεων του α' μέρους του ερωτηματολογίου του πανεπιστημιακού τμήματος χημείας.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	1	6,8	-5,8
Καμία σχέση	5	6,8	-1,8
Ομοιοπολικός δεσμός	8	6,8	1,2
Ιοντικός δεσμός	6	6,8	-,8
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	14	6,8	7,2
Total	34		

Πίνακας 145: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια των ελκτικών δυνάμεων του α' μέρους του ερωτηματολογίου του πανεπιστημιακού τμήματος χημείας.

	Observed N	Expected N	Residual
Καμία σχέση	1	8,5	-7,5
Ομοιοπολικός δεσμός	1	8,5	-7,5
Ιοντικός δεσμός	4	8,5	-4,5
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	28	8,5	19,5
Total	34		

Στα συγκεκριμένα ερωτηματολόγια οι φοιτητές απάντησαν καλύτερα από τα άλλα δείγματα. Πάλι όμως φαίνεται η σχετική δυσκολία τους να συνδέσουν τις απωστικές δυνάμεις με τις έννοιες των δεσμών.

Πίνακας 146: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια της ηλεκτραρνητικότητας του α' μέρους του ερωτηματολογίου του πανεπιστημιακού τμήματος χημείας.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	2	6,8	-4,8
Καμία σχέση	3	6,8	-3,8
Ομοιοπολικός δεσμός	3	6,8	-3,8
Ιοντικός δεσμός	4	6,8	-2,8
Ιοντικός και	22	6,8	15,2

ομοιοπολικός δεσμός			
Total	34		

Πίνακας 147: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια των δομών Lewis του α' μέρους του ερωτηματολογίου του πανεπιστημιακού τμήματος χημείας.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	1	8,5	-7,5
Ομοιοπολικός δεσμός	10	8,5	1,5
Ιοντικός δεσμός	3	8,5	-5,5
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	20	8,5	11,5
Total	34		

Πίνακας 148: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια του κανόνα της οκτάδας του α' μέρους του ερωτηματολογίου του πανεπιστημιακού τμήματος χημείας.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	2	6,8	-4,8
Καμία σχέση	2	6,8	-4,8
Ομοιοπολικός δεσμός	5	6,8	-1,8
Ιοντικός δεσμός	4	6,8	-2,8
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	21	6,8	14,2
Total	34		

Πίνακας 149: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια των δυνάμεων Coulomb του α' μέρους του ερωτηματολογίου του πανεπιστημιακού τμήματος χημείας.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	8	6,8	1,2
Καμία σχέση	7	6,8	,2
Ομοιοπολικός δεσμός	2	6,8	-4,8
Ιοντικός δεσμός	10	6,8	3,2
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	7	6,8	,2
Total	34		

Πίνακας 150: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια των ηλεκτρονίων σθένους του α' μέρους του ερωτηματολογίου του πανεπιστημιακού τμήματος χημείας.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_ Δεν απαντώ	2	6,8	-4,8
Καμία σχέση	1	6,8	-5,8
Ομοιοπολικός δεσμός	6	6,8	-,8
Ιοντικός δεσμός	3	6,8	-3,8
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	22	6,8	15,2
Total	34		

Πίνακας 151: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια της πολικότητας του α' μέρους του ερωτηματολογίου του πανεπιστημιακού τμήματος χημείας.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_ Δεν απαντώ	1	6,8	-5,8
Καμία σχέση	4	6,8	-2,8
Ομοιοπολικός δεσμός	16	6,8	9,2
Ιοντικός δεσμός	3	6,8	-3,8
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	10	6,8	3,2
Total	34		

348

Πίνακας 152: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια της ενέργειας του α' μέρους του ερωτηματολογίου του πανεπιστημιακού τμήματος χημείας.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_ Δεν απαντώ	2	11,3	-9,3
Καμία σχέση	8	11,3	-3,3
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	24	11,3	12,7
Total	34		

Από τη σύγκριση των απαντήσεων παρατηρείται πως και οι φοιτητές της Χημείας δυσκολεύτηκαν να συνδέσουν τις δομές Lewis με τον ιοντικό δεσμό, αναφέροντας πως περιγράφουν αποκλειστικά τον ομοιοπολικό δεσμό, ενώ ανέφερα πως αφορά αποκλειστικά τον ιοντικό δεσμό η έννοια των δυνάμεων Coulomb.

Πίνακας 153: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για το α' μέρος του ερωτηματολογίου του πανεπιστημιακού τμήματος χημείας.

	Απωστικές δυνάμεις	Ελκτικές δυνάμεις	Ηλεκτραρνη- τικότητα	Δομές Lewis	Κανόνας οκτάδας	Δυνάμεις Coulomb
Chi-Square(a,b,c)	13,353	60,353	42,765	26,000	38,059	5,118
Df	4	3	4	3	4	4
Asymp. Sig.	,010	,000	,000	,000	,000	,275

Ηλεκτρόνια σθένους	Πολικότητα	Ενέργεια
44,529	22,176	22,824
4	4	2
,000	,000	,000

Από το στατιστικό κριτήριο χ^2 διακρίνεται πως η συσχέτιση είναι στατιστικώς σημαντική γιατί $p < 0.05$ εκτός από τις έννοιες απωστικές δυνάμεις και τις δυνάμεις Coulomb όπου η συσχέτιση δεν είναι στατιστικώς σημαντική γιατί $p > 0.05$.

Ανάλυση β' μέρους ερωτηματολογίου

349

Στο β μέρος του ερωτηματολογίου συγκρίθηκαν οι ερωτήσεις Solo αφού πρώτα δόθηκαν οι τυπικές αποκλίσεις και οι μέσες τιμές.

Πίνακας 154: Τυπικές αποκλίσεις, μέγιστες και ελάχιστες τιμές για τις ερωτήσεις του β' μέρους του ερωτηματολογίου του πανεπιστημιακού τμήματος χημείας.

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Ηλεκτραρνητικότητα _solo	34	1,59	1,617	0	5
Δομές _Lewis _solo	34	,94	,814	0	4
Κανόνας _οκτάδας _solo	34	,15	,558	0	3
Δυνάμεις _Coulomb _solo	34	,79	1,038	0	5
Ηλεκτρόνια σθένους _solo	34	2,00	1,723	0	6
Πολικότητα _solo	34	,50	1,022	0	4
Κριτήρια _solo	34	3,00	1,414	0	5

Πίνακας 155: Κατάταξη ερωτήσεων β' μέρους του ερωτηματολογίου του πανεπιστημιακού τμήματος χημείας με βάση την απόδοση των φοιτητών.

	Mean Rank
Ηλεκτραρνητικότητα _solo	4,34
Δομές _Lewis _solo	3,99
Κανόνας οκτάδας _solo	2,31
Δυνάμεις _Coulomb _solo	3,57
Ηλεκτρόνια σθένους _solo	4,94
Πολικότητα _solo	2,82
Κριτήρια _solo	6,03

Οι απαντήσεις των φοιτητών ήταν χαμηλότερου επιπέδου στην ερώτηση του κανόνα της οκτάδας και της πολικότητας. Καλύτερα από τα υπόλοιπα δείγματα απάντησαν στις ερωτήσεις ηλεκτραρνητικότητας και δυνάμεων Coulomb, ενώ οι υψηλότερου επιπέδου απαντήσεις εντοπίστηκαν και εδώ στην ερώτηση των κριτηρίων σχηματισμού του δεσμού.

Πίνακας 156: Test Friedman για τις ερωτήσεις του β' μέρους του ερωτηματολογίου του πανεπιστημιακού τμήματος χημείας.

N	34
Chi-Square	82,395
df	6
Asymp. Sig.	,000

a. Friedman Test

Η διαφορά μεταξύ των απαντήσεων των ερωτήσεων είναι στατιστικώς σημαντική, αφού $p < 0.001$

Σύγκριση ερωτήσεων ανά ζεύγη

Από την σύγκριση των ερωτήσεων κατά ζεύγη εντοπίστηκαν τα παρακάτω:

Πίνακας 156: Test Wilcoxon για τις ερωτήσεις ανά ζεύγη του β' μέρους του ερωτηματολογίου του πανεπιστημιακού τμήματος χημείας.

	Δομές _Lewis _solo – Ηλεκτραρνητικ ότητα _solo	Κανόνας οκτάδας _solo – Ηλεκτραρνητι κότητα _solo	Δυνάμεις _Coulomb _solo – Ηλεκτραρνητι κότητα _solo	Ηλεκτρόνια σθένους _solo – Ηλεκτραρνητι κότητα _solo	Πολικότητα _solo – Ηλεκτραρνητι κότητα _solo	Κριτήρια _solo – Ηλεκτραρνητικό τητα _solo
Z Asymp. Sig. (2-tailed)	-1,883(a) ,060	-3,755(a) ,000	-2,107(a) ,035	-1,174(b) ,240	-3,260(a) ,001	-3,545(b) ,000

	Κανόνας οκτάδας _solo – Δομές _Lewis _solo	Δυνάμεις _Coulomb _solo – Δομές _Lewis _solo	Ηλεκτρον ια σθένους _solo – Δομές Lewis _solo	Πολικότητα _solo – Δομές _Lewis _solo
Z Asymp. Sig. (2-tailed)	-3,908(a) ,000	-,628(a) ,530	-2,992(b) ,003	-2,000(a) ,046

Κριτήρια _solo – Δομές _Lewis _solo	Δυνάμεις _Coulomb _solo – Κανόνας οκτάδας _solo	Ηλεκτρόνια σθένους _solo – Κανόνας οκτάδας _solo	Πολικότητα _solo – Κανόνας οκτάδας _solo	Κριτήρια _solo – Κανόνας οκτάδας _solo
-4,779(b) ,000	-2,955(b) ,003	-4,311(b) ,000	-1,687(b) ,092	-4,839(b) ,000

	Ηλεκτρόνια σθένους _solo – Δυνάμεις _Coulomb _solo	Πολικότητα _solo – Δυνάμεις _Coulomb _solo	Κριτήρια _solo – Δυνάμεις _Coulomb _solo	Πολικότητα_sol o – Ηλεκτρόνια σθένους _solo
Z Asymp. Sig. (2-tailed)	-3,172(a) ,002	-1,121(b) ,262	-4,597(a) ,000	-3,800(b) ,000

Κριτήρια _solo – Ηλεκτρόνια σθένους _solo	Κριτήρια _solo – Πολικότητα _solo
-2,409(a) ,016	-4,741(a) ,000

Από τη σύγκριση των ζευγών εντοπίστηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά γιατί $p < 0.001$

στα ζεύγη:

Κανόνας οκτάδας_solo - Ηλεκτραρνητικότητα_solo

Κριτήρια_solo - Ηλεκτραρνητικότητα_solo

Κανόνας οκτάδας_solo – Δομές_Lewis_solo

Ηλεκτρόνια σθένους_solo – Κανόνας οκτάδας_solo

Κριτήρια_solo – Κανόνας οκτάδας_solo

Πολικότητα_solo – Ηλεκτρόνια σθένους_solo

Κριτήρια_solo – Δυνάμεις_Coulomb_solo

Κριτήρια_solo -Πολικότητα_solo

Ενώ δεν εντοπίστηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά γιατί $p > 0.001$ στα ζεύγη:

Δομές_Lewis_solo - Ηλεκτραρνητικότητα_solo

Δυνάμεις_Coulomb_solo – Ηλεκτραρνητικότητα_solo

Ηλεκτρόνια σθένους_solo – Ηλεκτραρνητικότητα_solo

Πολικότητα_solo -Ηλεκτραρνητικότητα_solo

Δυνάμεις_Coulomb_solo – Δομές_Lewis_solo

Πολικότητα_solo –Δομές_Lewis_solo

Ηλεκτρόνια σθένους_solo – Δομές_Lewis_solo

Πολικότητα_solo – Κανόνας οκτάδας_solo

Δυνάμεις_Coulomb_solo – Κανόνας οκτάδας_solo

Ηλεκτρόνια σθένους_solo – Δυνάμεις_Coulomb_solo

Πολικότητα_solo – Δυνάμεις_Coulomb_solo

Κριτήρια_solo – Ηλεκτρόνια σθένους_solo

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο :

Διδακτική παρέμβαση στη διδασκαλία του χημικού δεσμού και αξιολόγηση ερωτηματολογίων στη δημόσια δευτεροβάθμια εκπαίδευση

7.1.Σκοπός και στοιχεία της έρευνας

Βασικό χαρακτηριστικό της συγκεκριμένης έρευνας ήταν να διδαχτούν οι μαθητές δύο δημόσιων σχολείων (τεσσάρων τμημάτων) με δύο διαφορετικούς τρόπους. Στο κάθε σχολείο σχηματίστηκε μία ομάδα ελέγχου όπου ο καθηγητής δίδαξε το κεφάλαιο του χημικού δεσμού βασιζόμενος στο σχολικό βιβλίο αποκλειστικά και μία δεύτερη ομάδα που ονομάστηκε πειραματική και σε αυτήν εφαρμόστηκε πρότυπη διδακτική παρέμβαση. Αφού πραγματοποιήθηκαν οι διδασκαλίες, χρησιμοποιώντας ο καθηγητής τέσσερις διδακτικές ώρες για κάθε τμήμα, δόθηκαν στους μαθητές τα ερωτηματολόγια που έχουν ήδη περιγραφεί σε προηγούμενα κεφάλαια, τα οποία αξιολογήθηκαν και συγκρίθηκαν μεταξύ των δύο τμημάτων κάθε σχολείου.

Η διδακτική παρέμβαση που προτείνεται ακολουθεί διαφορετική πορεία με την αντίστοιχη του σχολικού βιβλίου, λαμβάνοντας υπόψη τις δυσκολίες κατανόησης που εντοπίστηκαν από το σύνολο των ερωτηματολογίων που συμπληρώθηκαν, όπως αναλυτικά περιγράφηκε στα δύο προηγούμενα κεφάλαια, αλλά και στις αναφορές στη διεθνή βιβλιογραφία για το κεφάλαιο του χημικού δεσμού. Η παρέμβαση αναφέρεται αναλυτικά στο παράρτημα Β, στο τέλος της εργασίας.

Τα βασικά χαρακτηριστικά της δομής της διδακτικής παρέμβασης είναι τα εξής:

- 1.Η διδασκαλία ξεκινά με την μελέτη των δυνάμεων Coulomb μεταξύ δύο σημειακών ηλεκτρικών φορτίων, την αναφορά του τρόπου υπολογισμού της δύναμης που αναπτύσσεται μέσω του αντίστοιχου νόμου αλλά και της δυναμικής ενέργειας και πώς μεταβάλλεται.
- 2.Στη συνέχεια περιγράφεται η δομή ενός ατόμου, με την αναφορά στον ατομικό του σκελετό και στα ηλεκτρόνια σθένους. Με χρήση διαφόρων παραδειγμάτων αποδεικνύεται στον μαθητή πως με βάση το φορτίο του ατομικού σκελετού (φορτίο πυρήνα και φορτίο εσωτερικών ηλεκτρονίων) και τον αριθμό των στιβάδων (ατομική ακτίνα) μπορούν να περιγραφούν και να συγκριθούν οι ηλεκτραρνητικότητες δύο ατόμων. Τελικά περιγράφεται η μεταβολή της ηλεκτραρνητικότητας στον περιοδικό πίνακα.
3. Έπειτα γίνεται αναφορά στον χημικό δεσμό και ξεκινά η περιγραφή των κατηγοριών του από τα ομοιοπολικά μόρια του ομοιοπολικού δεσμού. Μελετάται η γραφική παράσταση της μεταβολής της δυναμικής ενέργειας συναρτήσει της απόστασης ενός

διατομικού ομοπυρηνικού μορίου. Γίνεται αναφορά στις ελκτικές και απωστικές δυνάμεις κατά την περιγραφή της απόστασης. Έπειτα περιγράφεται το βασικό χαρακτηριστικό του κανόνα της οκτάδας που είναι και το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων και ο σχηματισμός του σε σχέση με τον κανόνα της οκτάδας πάντα για ομοπυρηνικά άτομα. Γίνεται αναφορά στο μοντέλο της διελκυστίνδας.

4. Αφού αναφέρεται η ομοιότητα στις ηλεκτραρνητικότητες των ομοπυρηνικών μορίων, περιγράφονται τα ετεροπυρηνικά άτομα και οι διαφορές που εντοπίζονται στις ηλεκτραρνητικότητές τους. Αναφέρεται και εδώ η κατευθυντήρια οδηγία του κανόνα της οκτάδας για τον τρόπο σχηματισμού των δεσμών σε αυτά τα μόρια. Απλή αναφορά στην πόλωση των δεσμών των ετεροπυρηνικών μορίων.

5. Συνοπτικά η περιγραφή του μεταλλικού δεσμού, αναφορά στο μοντέλο των ελεύθερων ηλεκτρονίων και στον κανόνα της οκτάδας και πώς βοηθά στην επεξήγηση των κατιόντων μετάλλου που σχηματίζονται.

6. Στη συνέχεια γίνεται εισαγωγή στην μελέτη του ιοντικού δεσμού με αναφορά στις βασικές κατηγορίες ηλεκτρολυτών και στα ευκίνητα ηλεκτρικά τους φορτία τα ιόντα.

Περιγράφονται οι ηλεκτροστατικές δυνάμεις Coulomb που αναπτύσσονται, ή στην μη ύπαρξή μορίων αλλά ιόντων, καθώς και το μοντέλο της μεταφοράς ηλεκτρονίων από το ηλεκτροθετικό στο ηλεκτραρνητικό άτομο και η δημιουργία κατιόντων και ανιόντων με τη βοήθεια του κανόνα της οκτάδας.

354

7. Περιγραφή των πολωμένων και μη πολωμένων ομοιοπολικών δεσμών αλλά και της πόλωσης των ιοντικών δεσμών και της εξάρτησης του μεγέθους της πόλωσης από την διαφορά ηλεκτραρνητικότητας των ατόμων που σχηματίζουν τον δεσμό. Ύπαρξη συνολικά μη πολωμένων αλλά μερικά πολωμένων δεσμών.

8. Περιγράφεται η προσέγγιση στη μελέτη της συνέχειας των δεσμών και στην ύπαρξη μορίων με εν μέρει ιοντικό και εν μέρει ομοιοπολικό χαρακτήρα, που χαρακτηρίζει τα περισσότερα μόρια.

9. Τέλος αναφέρονται τα χαρακτηριστικά των ομοιοπολικών και ιοντικών ενώσεων

Στη συνέχεια δόθηκε και στα τέσσερα τμήματα (δύο ομάδες ελέγχου και δύο πειραματικές) το ίδιο ερωτηματολόγιο το οποίο ζητήθηκε να συμπληρωθεί από τους μαθητές σε χρονική διάρκεια 45'. Σε κάθε σχολείο η ομάδα ελέγχου και η πειραματική διδάχτηκαν τις ίδιες ακριβώς διδακτικές ώρες το υλικό για τον χημικό δεσμό και αξιολογήθηκαν την ίδια ώρα ταυτόχρονα. Το ερωτηματολόγιο που δόθηκε αποτελείται από δύο μέρη τα οποία θα αξιολογηθούν παρακάτω αναλυτικά.

7.2. Α' Μέρος Ερωτηματολογίου

Θέμα 1^ο -Εισαγωγή

Στο πρώτο μέρος ζητήθηκε από τους μαθητές να αναγνωρίσουν έννοιες που τους δόθηκαν και να τις κατηγοριοποιήσουν ανάλογα με το ποιο είδος ή ποια είδη του χημικού δεσμού περιγράφουν οι έννοιες αυτές ή αν δεν χρησιμοποιούνται για την περιγραφή των δεσμών. Δίπλα σε κάθε όρο, τους ζητήθηκε να σημειώσουν:

- Ι αν ο όρος χρησιμοποιείται για την περιγραφή ΜΟΝΟ του ιοντικού δεσμού:
- Ο αν ο όρος χρησιμοποιείται για την περιγραφή ΜΟΝΟ του ομοιοπολικού δεσμού:
- Ι & Ο αν ο όρος χρησιμοποιείται για την περιγραφή ΚΑΙ του ιοντικού ΚΑΙ ΤΟΥ ομοιοπολικού δεσμού.
- Ø αν ο όρος ΔΕΝ χρησιμοποιείται για την περιγραφή ΟΥΤΕ του ιοντικού ΟΥΤΕ του ομοιοπολικού δεσμού.
- ΔΑ: Δεν Απαντώ

Οι έννοιες που δόθηκαν στους μαθητές αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα:

355

<i>Ενέργεια</i>	<i>περίοδο</i>	<i>ηλεκτρόνια σθένους</i>
<i>Όγκος</i>	<i>χημικός δεσμός</i>	<i>ιοντικός δεσμός</i>
<i>Ομάδα</i>	<i>ομοιοπολικός δεσμός</i>	<i>ηλεκτραρνητικότητα</i>
<i>Μάζα</i>	<i>ατομική ακτίνα</i>	<i>σημείο ζέσεως</i>
<i>κανόνας οκτάδας</i>	<i>μέταλλο</i>	<i>αμέταλλο</i>
<i>ión</i>	<i>κρύσταλλος</i>	<i>πολικότητα</i>
<i>ιοντική ένωση</i>	<i>πυκνότητα</i>	<i>ομοιοπολική ένωση</i>
<i>μαζικός αριθμός</i>	<i>δυνάμεις Coulomb</i>	<i>δομές Lewis</i>
<i>ελκτικές δυνάμεις</i>	<i>απωστικές δυνάμεις</i>	<i>διαλυτότητα</i>
<i>περιεκτικότητα</i>		<i>μόριο</i>
<i>σημείο τήξεως</i>		

Αποτελέσματα αξιολόγησης α' μέρους ερωτηματολογίου με διδακτική παρέμβαση

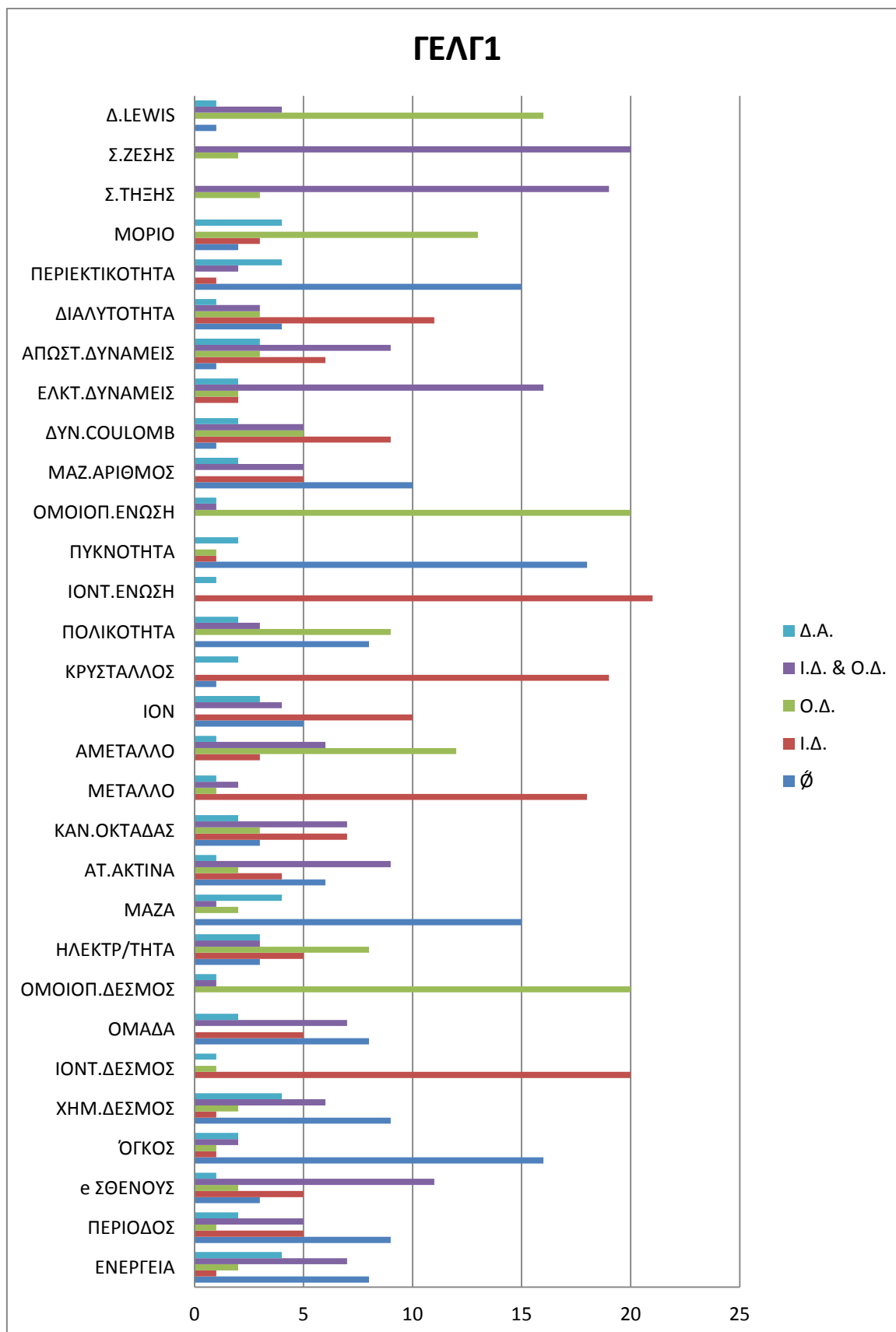
1^ο Σχολείο

Στο 1^ο Σχολείο, στο Α1 διδάχτηκε το κεφάλαιο του Χημικού δεσμού χρησιμοποιώντας το υλικό που περιέχει το σχολικό βιβλίο ενώ στο Α2 διδάχτηκε το κεφάλαιο με χρήση αποκλειστικά της διδακτικής παρέμβασης που προτείνεται από τη συγκεκριμένη εργασία. Στο α' μέρος, συγκεντρώθηκαν οι απαντήσεις του κάθε τμήματος οι οποίες περιγράφονται στους δύο πίνακες και στα διαγράμματα που ακολουθούν, αρχικά για το Α1 κι έπειτα για το Α2.

ΠΙΝΑΚΑΣ 157: Απαντήσεις α' μέρους ερωτηματολογίων του σχολείου ΓΕΛΓ (1^ο τμήμα) όπου χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά το σχολικό βιβλίο για τη διδασκαλία των δεσμών.

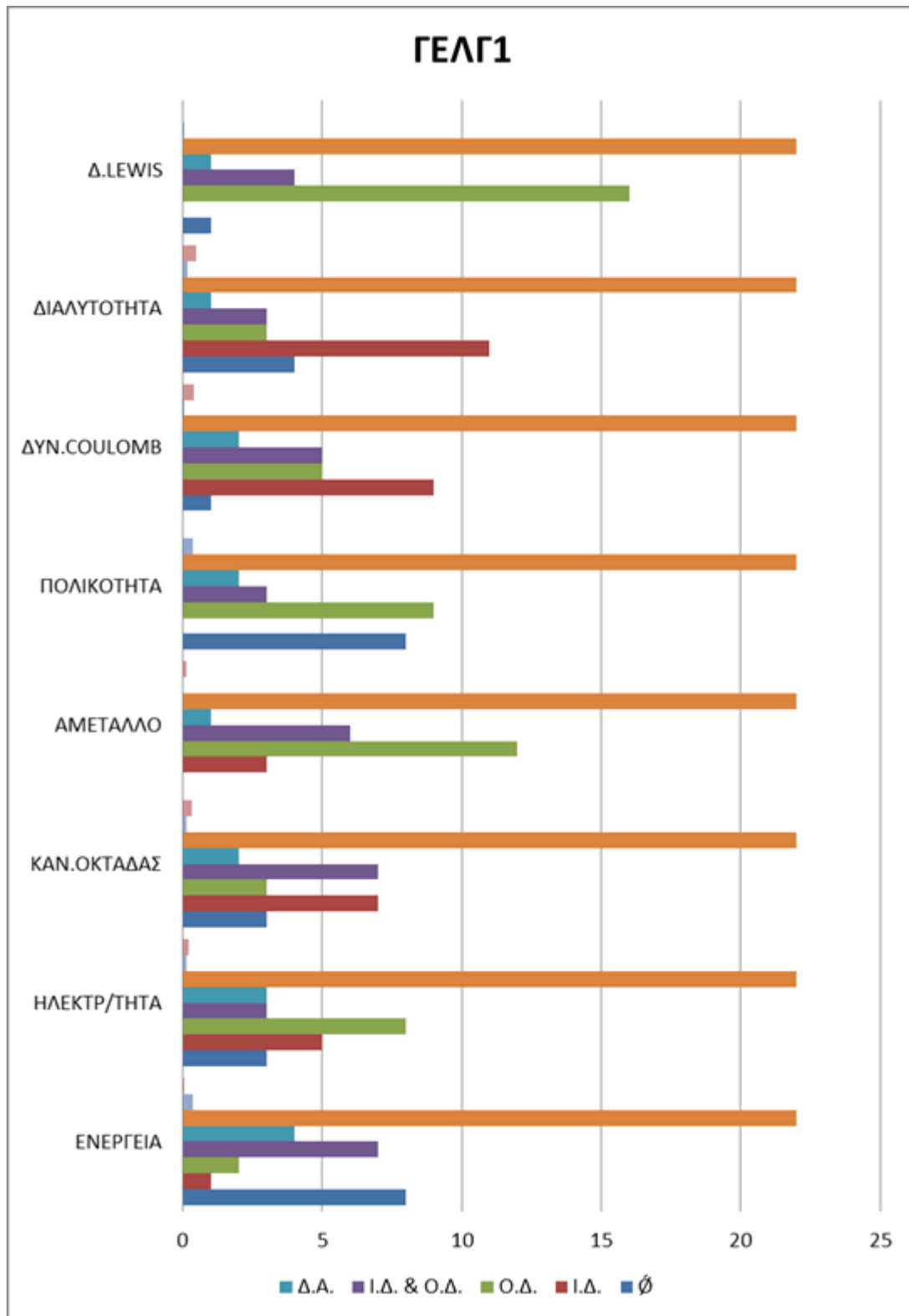
ΓΕΛΓ1	Θ	Ι.Δ.	Ο.Δ.	Ι.Δ. & Ο.Δ.	Δ.Α.
ΕΝΕΡΓΕΙΑ	36,36%	4,55%	9,09%	31,82%	18,18%
ΠΕΡΙΟΔΟΣ	40,91%	22,73%	4,55%	22,73%	9,09%
ε ΣΘΕΝΟΥΣ	13,64%	22,73%	9,09%	50,00%	4,55%
ΌΓΚΟΣ	72,73%	4,55%	4,55%	9,09%	9,09%
ΧΗΜ.ΔΕΣΜΟΣ	40,91%	4,55%	9,09%	27,27%	18,18%
ΙΟΝΤ.ΔΕΣΜΟΣ	0,00%	90,91%	4,55%	0,00%	4,55%
ΟΜΑΔΑ	36,36%	22,73%	0,00%	31,82%	9,09%
ΟΜΟΙΟΠ.ΔΕΣΜΟΣ	0,00%	0,00%	90,91%	4,55%	4,55%
ΗΛΕΚΤΡ/ΤΗΤΑ	13,64%	22,73%	36,36%	13,64%	13,64%
ΜΑΖΑ	68,18%	0,00%	9,09%	4,55%	18,18%
ΑΤ.ΑΚΤΙΝΑ	27,27%	18,18%	9,09%	40,91%	4,55%
ΚΑΝ.ΟΚΤΑΔΑΣ	13,64%	31,82%	13,64%	31,82%	9,09%
ΜΕΤΑΛΛΟ	0,00%	81,82%	4,55%	9,09%	4,55%
ΑΜΕΤΑΛΛΟ	0,00%	13,64%	54,55%	27,27%	4,55%
ΙΟΝ	22,73%	45,45%	0,00%	18,18%	13,64%
ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΣ	4,55%	86,36%	0,00%	0,00%	9,09%
ΠΟΛΙΚΟΤΗΤΑ	36,36%	0,00%	40,91%	13,64%	9,09%
ΙΟΝΤ.ΕΝΩΣΗ	0,00%	95,45%	0,00%	0,00%	4,55%
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ	81,82%	4,55%	4,55%	0,00%	9,09%
ΟΜΟΙΟΠ.ΕΝΩΣΗ	0,00%	0,00%	90,91%	4,55%	4,55%
ΜΑΖ.ΑΡΙΘΜΟΣ	45,45%	22,73%	0,00%	22,73%	9,09%
ΔΥΝ.COULOMB	4,55%	40,91%	22,73%	22,73%	9,09%
ΕΛΚΤ.ΔΥΝΑΜΕΙΣ	0,00%	9,09%	9,09%	72,73%	9,09%
ΑΠΩΣΤ.ΔΥΝΑΜΕΙΣ	4,55%	27,27%	13,64%	40,91%	13,64%
ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑ	18,18%	50,00%	13,64%	13,64%	4,55%
ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ	68,18%	4,55%	0,00%	9,09%	18,18%
ΜΟΡΙΟ	9,09%	13,64%	59,09%	0,00%	18,18%
Σ.ΤΗΣΗΣ	0,00%	0,00%	13,64%	86,36%	0,00%
Σ.ΖΕΣΗΣ	0,00%	0,00%	9,09%	90,91%	0,00%
Δ.LEWIS	4,55%	0,00%	72,73%	18,18%	4,55%

Στη συνέχεια χρησιμοποιώντας τις απαντήσεις που δόθηκαν σχεδιάστηκαν τα παρακάτω διαγράμματα. Αρχικά για όλα τα βασικά στοιχεία και έπειτα για εκείνα τα βασικά στοιχεία στα οποία εντοπίστηκαν οι περισσότερες λανθασμένες απαντήσεις από τους μαθητές, άρα και εκεί που εντοπίστηκαν τα περισσότερα στοιχεία κατανόησης.



Γράφημα 113: Απαντήσεις α' μέρους ερωτηματολογίων του σχολείου ΓΕΛΓ (1^ο τμήμα) όπου χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά το σχολικό βιβλίο για τη διδασκαλία των δεσμών.

/



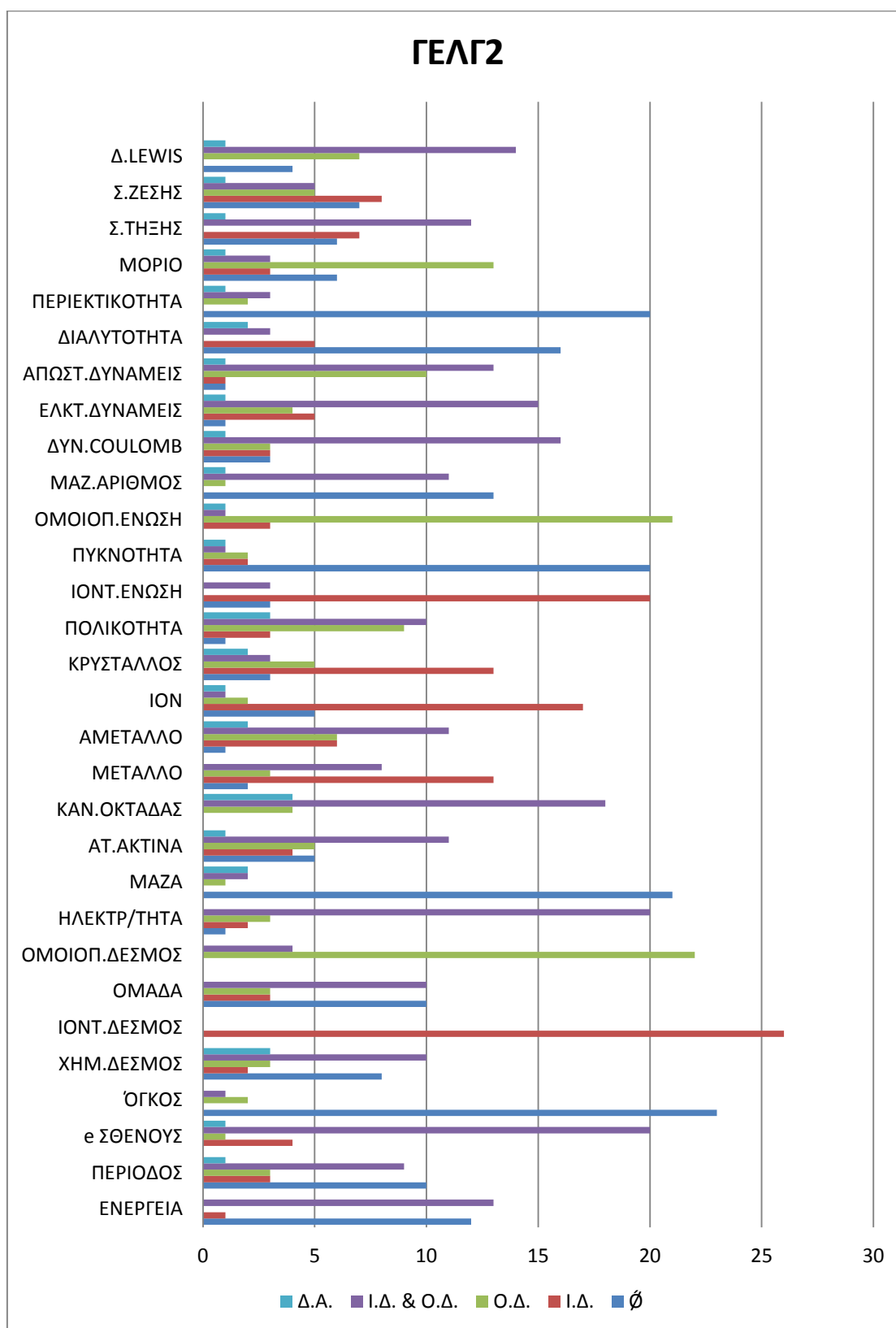
Γράφημα 114: Απαντήσεις α' μέρους ερωτηματολογίων του σχολείου ΓΕΛΓ (1^ο τμήμα) όπου χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά το σχολικό βιβλίο για τη διδασκαλία των δεσμών.

Τα βασικά στοιχεία στα οποία εντοπίστηκαν οι περισσότερες λανθασμένες απαντήσεις ήταν: α. η ενέργεια. Για την συγκεκριμένη έννοια, οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν πως δεν έχει καμία σχέση με το κεφάλαιο του χημικού δεσμού, αρκετοί ήταν αυτοί που δεν μπορούσαν να απαντήσουν, ενώ κάποιοι μαθητές απάντησαν σωστά πως αφορά και τον ιοντικό και τον ομοιοπολικό δεσμό. β. Η ηλεκτραρνητικότητα. Είναι χαρακτηριστική παρανόηση στους μαθητές να νομίζουν διαβάζοντας το σχολικό βιβλίο, πως η έννοια αυτή αφορά την περιγραφή του ομοιοπολικού δεσμού και όχι και του ιοντικού όπως είναι το σωστό. Η παρατήρηση αυτή οφείλεται στο γεγονός πως η ηλεκτραρνητικότητα περιγράφεται κατά την περιγραφή του ομοιοπολικού δεσμού με αποτέλεσμα να συνδέεται με αυτόν. γ. Στον κανόνα οκτάδας πολλά παιδιά θεώρησαν πως αφορά μόνο τον ιοντικό δεσμό, ενώ περίπου ίδιος ήταν και ο αριθμός των μαθητών που ανέφεραν πως αφορά και τα δύο είδη δεσμών. δ. Η πολικότητα. Στην έννοια αυτή, πολλοί μαθητές απάντησαν πως δεν έχει καμία σχέση με την περιγραφή των δεσμών, ενώ όσοι απάντησαν την συνέδεσαν με τον ομοιοπολικό δεσμό. Επίσης χαρακτηριστική παρανόηση των μαθητών, γίνεται γιατί στο σχολικό βιβλίο η πολικότητα αναφέρεται μόνο κατά την περιγραφή του πολικού και μη πολικού ομοιοπολικού δεσμού. ε. Οι δυνάμεις Coulomb. Επίσης μια παρανόηση που εντοπίζεται είναι για τη σύνδεση των ηλεκτροστατικών δυνάμεων Coulomb με την περιγραφή του ιοντικού δεσμού. Είναι γεγονός πως στα σχολικά εγχειρίδια η μελέτη του ιοντικού δεσμού εμπεριέχει σχεδόν πάντα την αναφορά στις δυνάμεις Coulomb και γι αυτό οι μαθητές κάνουν αυτή τη σύνδεση. ζ. Οι δομές Lewis. Άλλη μια χαρακτηριστική παρανόηση που οφείλεται στην περιγραφή από τα σχολικά εγχειρίδια μόνο δομών Lewis ομοιοπολικών ενώσεων.

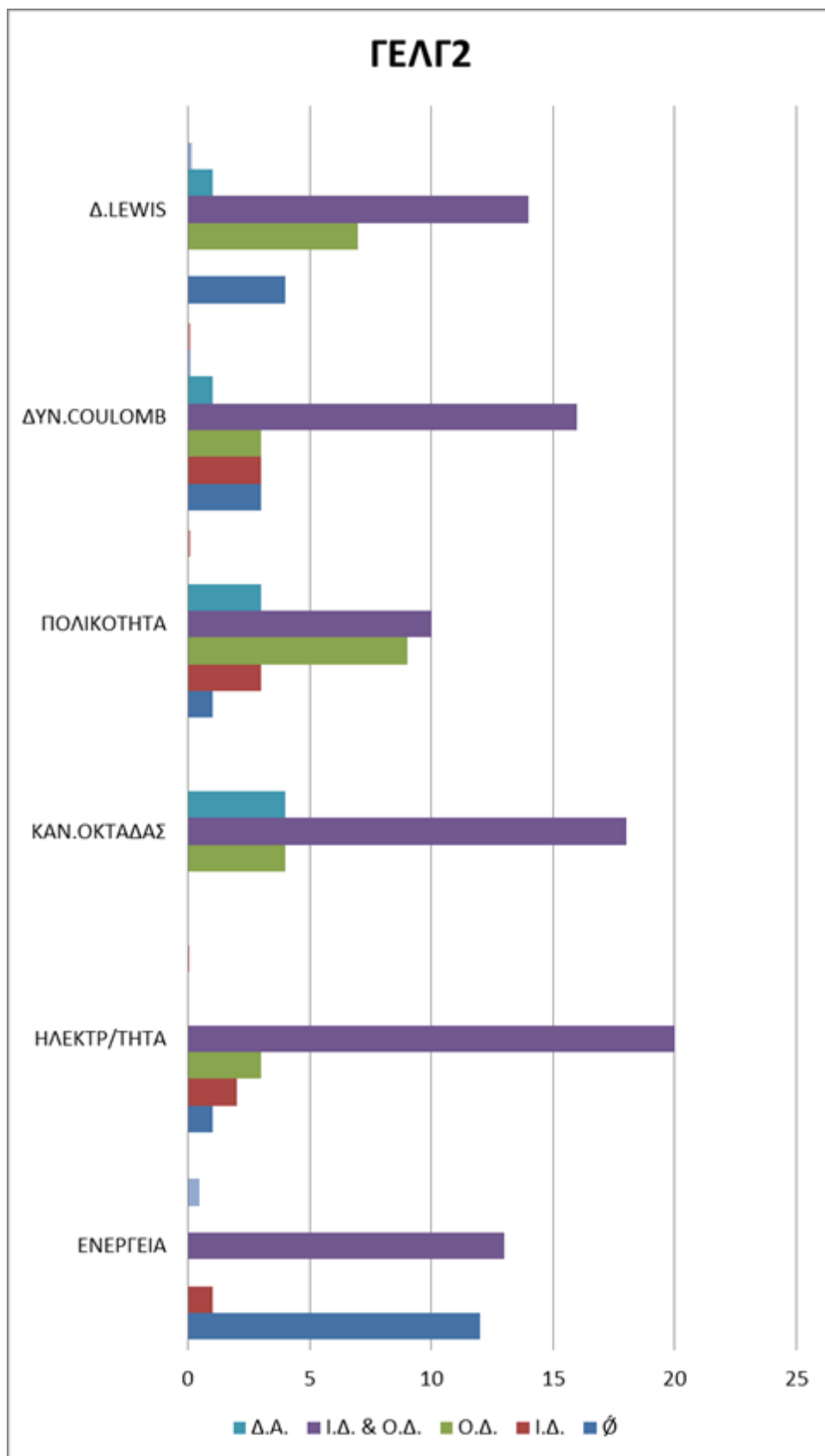
Για το Α2 όπου πραγματοποιήθηκε η διδακτική παρέμβαση εντοπίστηκαν τα παρακάτω

ΠΙΝΑΚΑΣ 158: Απαντήσεις α' μέρους ερωτηματολογίων του σχολείου ΓΕΛΓ (2^ο τμήμα) όπου χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά η προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση για τη διδασκαλία των δεσμών.

ΓΕΛΓ2	Θ	Ι.Α.	Ο.Α.	Ι.Α. & Ο.Α.	Δ.Α.
ΕΝΕΡΓΕΙΑ	46,15%	3,85%	0,00%	50,00%	0,00%
ΠΕΡΙΟΔΟΣ	38,46%	11,54%	11,54%	34,62%	3,85%
ε ΣΘΕΝΟΥΣ	0,00%	15,38%	3,85%	76,92%	3,85%
ΌΓΚΟΣ	88,46%	0,00%	7,69%	3,85%	0,00%
ΧΗΜ.ΔΕΣΜΟΣ	30,77%	7,69%	11,54%	38,46%	11,54%
ΙΟΝΤ.ΔΕΣΜΟΣ	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%
ΟΜΑΔΑ	38,46%	11,54%	11,54%	38,46%	0,00%
ΟΜΟΙΟΠ.ΔΕΣΜΟΣ	0,00%	0,00%	84,62%	15,38%	0,00%
ΗΛΕΚΤΡ/ΤΗΤΑ	3,85%	7,69%	11,54%	76,92%	0,00%
ΜΑΖΑ	80,77%	0,00%	3,85%	7,69%	7,69%
ΑΤ.ΑΚΤΙΝΑ	19,23%	15,38%	19,23%	42,31%	3,85%
ΚΑΝ.ΟΚΤΑΔΑΣ	0,00%	0,00%	15,38%	69,23%	15,38%
ΜΕΤΑΛΛΟ	7,69%	50,00%	11,54%	30,77%	0,00%
ΑΜΕΤΑΛΛΟ	3,85%	23,08%	23,08%	42,31%	7,69%
ΙΟΝ	19,23%	65,38%	7,69%	3,85%	3,85%
ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΣ	11,54%	50,00%	19,23%	11,54%	7,69%
ΠΟΛΙΚΟΤΗΤΑ	3,85%	11,54%	34,62%	38,46%	11,54%
ΙΟΝΤ.ΕΝΩΣΗ	11,54%	76,92%	0,00%	11,54%	0,00%
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ	76,92%	7,69%	7,69%	3,85%	3,85%
ΟΜΟΙΟΠ.ΕΝΩΣΗ	0,00%	11,54%	80,77%	3,85%	3,85%
ΜΑΖ.ΑΡΙΘΜΟΣ	50,00%	0,00%	3,85%	42,31%	3,85%
ΔΥΝ.COULOMB	11,54%	11,54%	11,54%	61,54%	3,85%
ΕΛΚΤ.ΔΥΝΑΜΕΙΣ	3,85%	19,23%	15,38%	57,69%	3,85%
ΑΠΩΣΤ.ΔΥΝΑΜΕΙΣ	3,85%	3,85%	38,46%	50,00%	3,85%
ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑ	61,54%	19,23%	0,00%	11,54%	7,69%
ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ	76,92%	0,00%	7,69%	11,54%	3,85%
ΜΟΡΙΟ	23,08%	11,54%	50,00%	11,54%	3,85%
Σ.ΤΗΞΗΣ	23,08%	26,92%	0,00%	46,15%	3,85%
Σ.ΖΕΣΗΣ	26,92%	30,77%	19,23%	19,23%	3,85%
Δ.LEWIS	15,38%	0,00%	26,92%	53,85%	3,85%



Γράφημα 114: Απαντήσεις α' μέρους ερωτηματολογίων του σχολείου ΓΕΛΓ (2^ο τμήμα) όπου χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά η προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση για τη διδασκαλία των δεσμών.



Γράφημα 115: Απαντήσεις α' μέρους ερωτηματολογίων του σχολείου ΓΕΛΓ (2^ο τμήμα) όπου χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά η προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση για τη διδασκαλία των δεσμών.

Μετά την διδακτική παρέμβαση βλέπουμε πως οι παρανοήσεις έχουν μειωθεί αρκετά. Στις περιπτώσεις της ηλεκτρικής αγωγιμότητας, του κανόνα της οκτάδας και των δυνάμεων Coulomb οι μαθητές ανταποκρίθηκαν απαντώντας σωστά πως αφορούν και τα δύο είδη δεσμών. Για την πολικότητα και τις δυνάμεις Lewis αν και οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν σωστά, ένας μικρός αριθμός ανέφερε ότι είναι έννοιες που περιγράφουν αποκλειστικά τον ομοιοπολικό δεσμό. Στην περίπτωση της ενέργειας, οι περισσότεροι απάντησαν σωστά αλλά αρκετοί απάντησαν επίσης πως η συγκεκριμένη έννοια δεν έχει σχέση με το κεφάλαιο των δεσμών.

2^ο Σχολείο

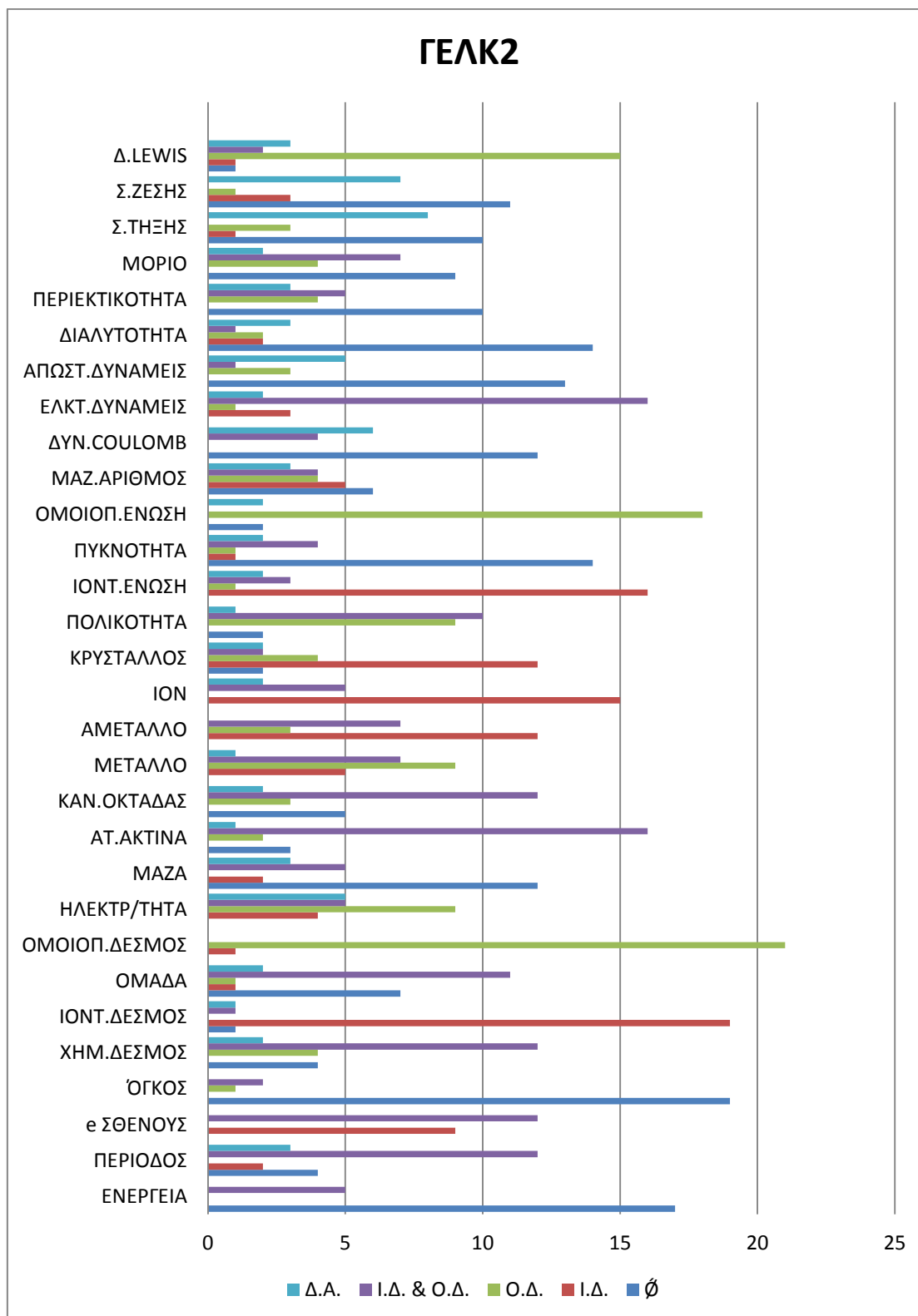
Στο 2^ο σχολείο, στο Α1 έγινε η διδακτική παρέμβαση και στο Α2 η διδασκαλία με χρήση του σχολικού βιβλίου.

ΠΙΝΑΚΑΣ 159: Απαντήσεις α' μέρους ερωτηματολογίων του σχολείου ΓΕΛΚ (2^ο τμήμα) όπου χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά το σχολικό βιβλίο για τη διδασκαλία των δεσμών.

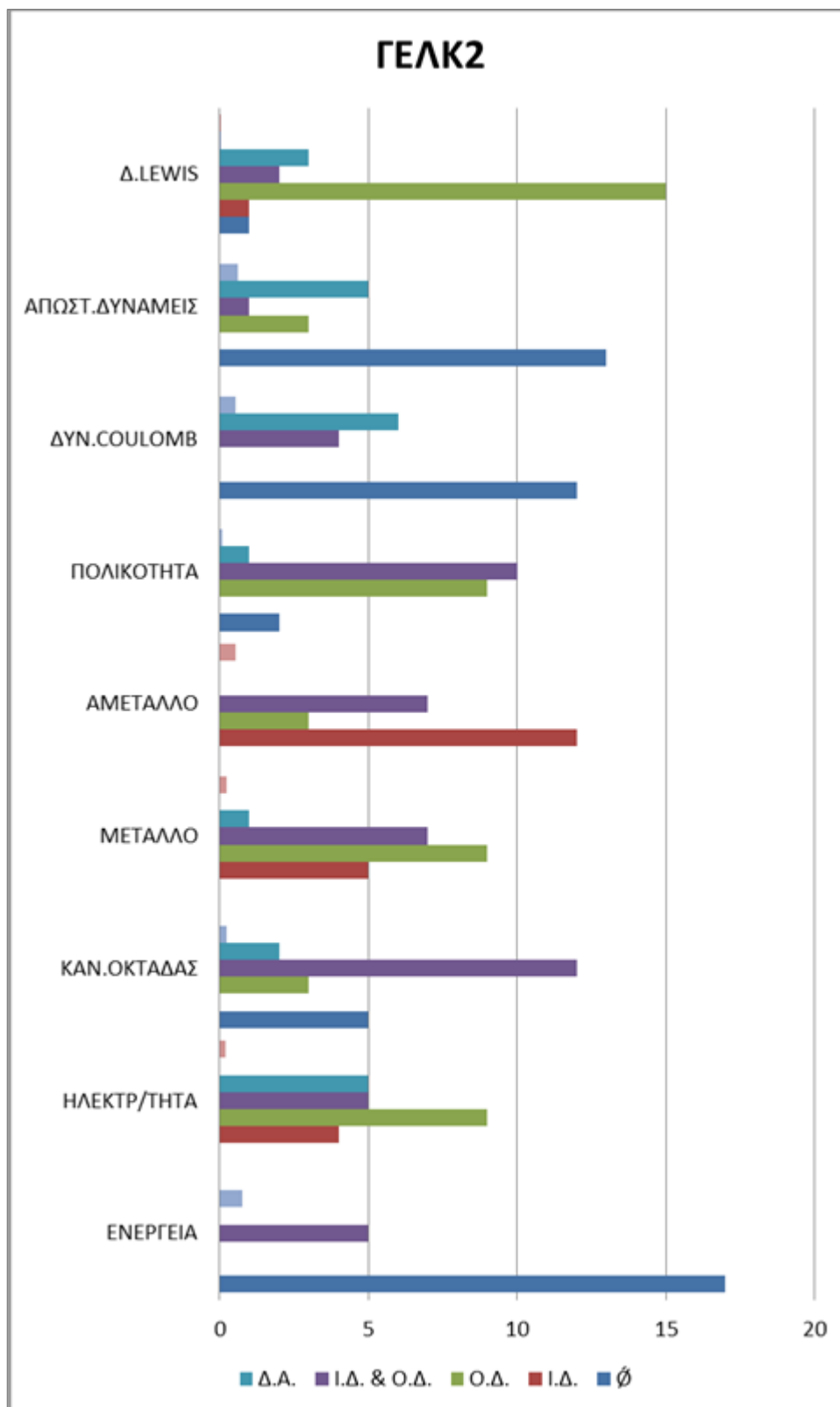
364

ΓΕΛΚ2	Θ	Ι.Α.	Ο.Α.	Ι.Α. & Ο.Α.	Δ.Α.
ΕΝΕΡΓΕΙΑ	77,27%	0,00%	0,00%	22,73%	0,00%
ΠΕΡΙΟΔΟΣ	19,05%	9,52%	0,00%	57,14%	14,29%
ε ΣΘΕΝΟΥΣ	0,00%	42,86%	0,00%	57,14%	0,00%
ΌΓΚΟΣ	86,36%	0,00%	4,55%	9,09%	0,00%
ΧΗΜ.ΔΕΣΜΟΣ	18,18%	0,00%	18,18%	54,55%	9,09%
ΙΟΝΤ.ΔΕΣΜΟΣ	4,55%	86,36%	0,00%	4,55%	4,55%
ΟΜΑΔΑ	31,82%	4,55%	4,55%	50,00%	9,09%
ΟΜΟΙΟΠ.ΔΕΣΜΟΣ	0,00%	4,55%	95,45%	0,00%	0,00%
ΗΛΕΚΤΡ/ΤΗΤΑ	0,00%	17,39%	39,13%	21,74%	21,74%
ΜΑΖΑ	54,55%	9,09%	0,00%	22,73%	13,64%
ΑΤ.ΑΚΤΙΝΑ	13,64%	0,00%	9,09%	72,73%	4,55%
ΚΑΝ.ΟΚΤΑΔΑΣ	22,73%	0,00%	13,64%	54,55%	9,09%
ΜΕΤΑΛΛΟ	0,00%	22,73%	40,91%	31,82%	4,55%
ΑΜΕΤΑΛΛΟ	0,00%	54,55%	13,64%	31,82%	0,00%

ΙΟΝ	0,00%	68,18%	0,00%	22,73%	9,09%
ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΣ	9,09%	54,55%	18,18%	9,09%	9,09%
ΠΟΛΙΚΟΤΗΤΑ	9,09%	0,00%	40,91%	45,45%	4,55%
ΙΟΝΤ.ΕΝΩΣΗ	0,00%	72,73%	4,55%	13,64%	9,09%
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ	63,64%	4,55%	4,55%	18,18%	9,09%
ΟΜΟΙΟΠ.ΕΝΩΣΗ	9,09%	0,00%	81,82%	0,00%	9,09%
ΜΑΖ.ΑΡΙΘΜΟΣ	27,27%	22,73%	18,18%	18,18%	13,64%
ΔΥΝ. COULOMB	54,55%	0,00%	0,00%	18,18%	27,27%
ΕΛΚΤ.ΔΥΝΑΜΕΙΣ	0,00%	13,64%	4,55%	72,73%	9,09%
ΑΠΩΣΤ.ΔΥΝΑΜΕΙΣ	59,09%	0,00%	13,64%	4,55%	22,73%
ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑ	63,64%	9,09%	9,09%	4,55%	13,64%
ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ	45,45%	0,00%	18,18%	22,73%	13,64%
ΜΟΡΙΟ	40,91%	0,00%	18,18%	31,82%	9,09%
Σ.ΤΗΞΗΣ	45,45%	4,55%	13,64%	0,00%	36,36%
Σ.ΖΕΣΗΣ	50,00%	13,64%	4,55%	0,00%	31,82%
Δ. LEWIS	4,55%	4,55%	68,18%	9,09%	13,64%



Γράφημα 116: Απαντήσεις αμέρους ερωτηματολογίων του σχολείου ΓΕΛΚ (2^ο τμήμα) όπου χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά το σχολικό βιβλίο για τη διδασκαλία των δεσμών.



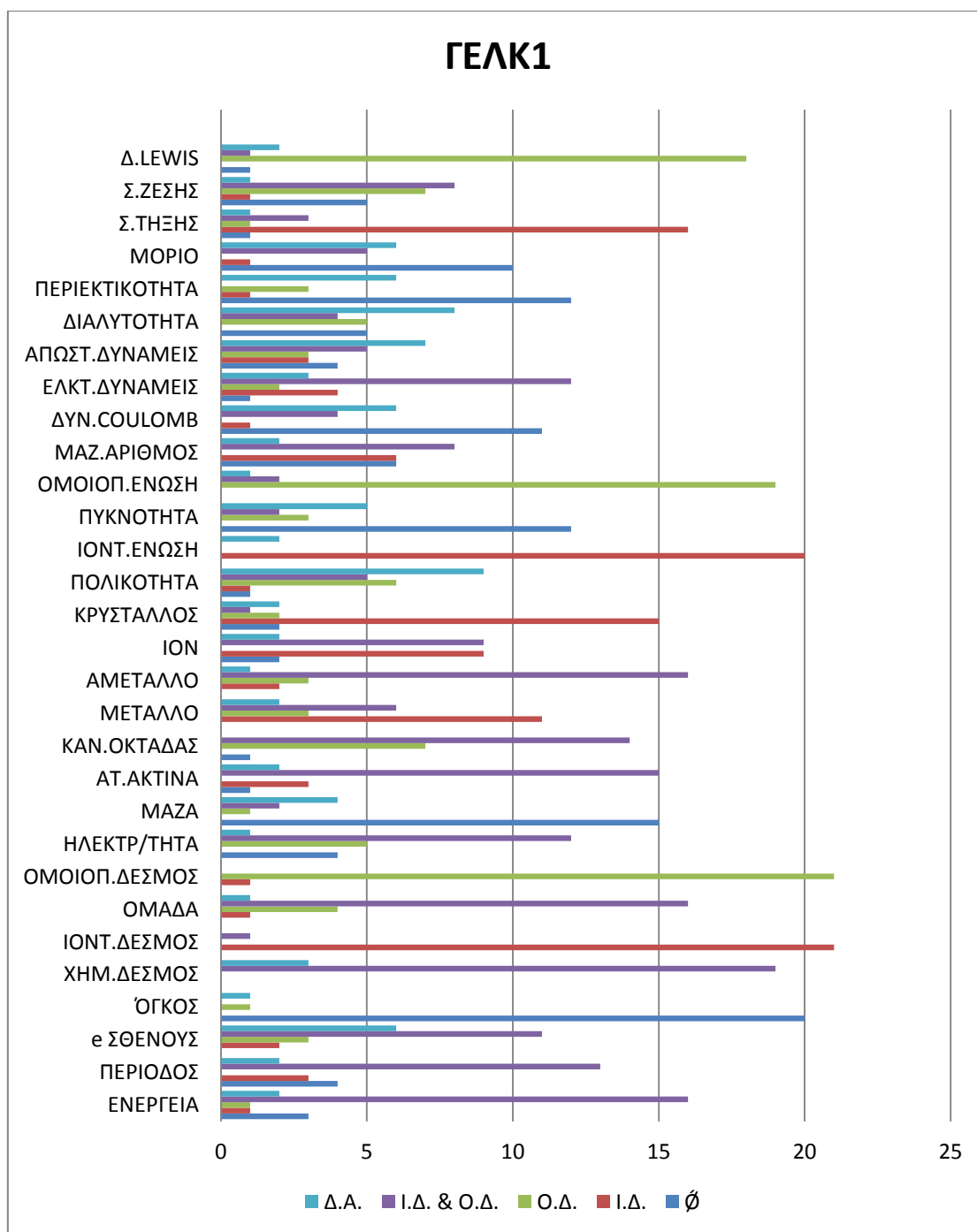
Γράφημα 117: Απαντήσεις α' μέρους ερωτηματολογίων του σχολείου ΓΕΛΚ (2^ο τμήμα) όπου χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά το σχολικό βιβλίο για τη διδασκαλία των δεσμών.

Εκτός από τον κανόνα της οκτάδας όπου σωστά απάντησαν οι μαθητές πως χρησιμοποιείται κατά την μελέτη του ιοντικού και ομοιοπολικού δεσμού, σε όλες τις υπόλοιπες έννοιες εντοπίζονται οι ίδιες ακριβώς παρανοήσεις που περιγράφηκαν στην ομάδα ελέγχου του 1^{ου} σχολείου. Στην περίπτωση της έννοιας της πολικότητας αν και οι περισσότεροι απάντησαν σωστά πως αφορά τον ιοντικό και τον ομοιοπολικό δεσμό, είναι σχεδόν άλλοι τόσοι οι μαθητές που συνδέουν την έννοια αποκλειστικά με τον ομοιοπολικό δεσμό.

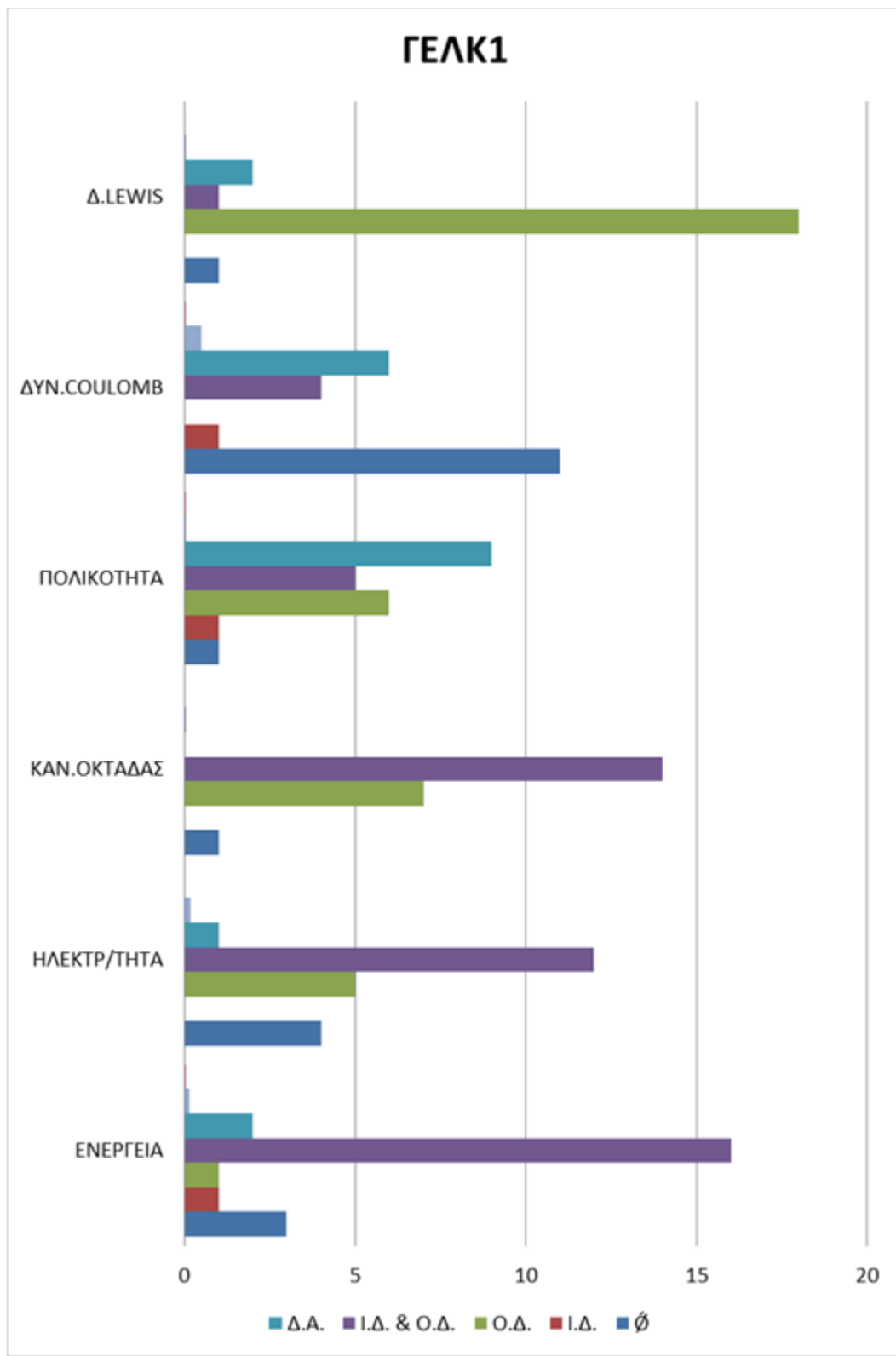
ΠΙΝΑΚΑΣ 160: Απαντήσεις α' μέρους ερωτηματολογίων του σχολείου ΓΕΛΚ (1^ο τμήμα) όπου χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά η προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση για τη διδασκαλία των δεσμών.

ΓΕΛΚ1	Θ	Ι.Δ.	Ο.Δ.	Ι.Δ. & Ο.Δ.	Δ.Δ.
ΕΝΕΡΓΕΙΑ	13,04%	4,35%	4,35%	69,57%	8,70%
ΠΕΡΙΟΔΟΣ	18,18%	13,64%	0,00%	59,09%	9,09%
ε ΣΘΕΝΟΥΣ	0,00%	9,09%	13,64%	50,00%	27,27%
ΌΓΚΟΣ	90,91%	0,00%	4,55%	0,00%	4,55%
ΧΗΜ.ΔΕΣΜΟΣ	0,00%	0,00%	0,00%	86,36%	13,64%
ΙΟΝΤ.ΔΕΣΜΟΣ	0,00%	95,45%	0,00%	4,55%	0,00%
ΟΜΑΔΑ	0,00%	4,55%	18,18%	72,73%	4,55%
ΟΜΟΙΟΠ.ΔΕΣΜΟΣ	0,00%	4,55%	95,45%	0,00%	0,00%
ΗΛΕΚΤΡ/ΤΗΤΑ	18,18%	0,00%	22,73%	54,55%	4,55%
ΜΑΖΑ	68,18%	0,00%	4,55%	9,09%	18,18%
ΑΤ.ΑΚΤΙΝΑ	4,76%	14,29%	0,00%	71,43%	9,52%
ΚΑΝ.ΟΚΤΑΔΑΣ	4,55%	0,00%	31,82%	63,64%	0,00%
ΜΕΤΑΛΛΟ	0,00%	50,00%	13,64%	27,27%	9,09%
ΑΜΕΤΑΛΛΟ	0,00%	9,09%	13,64%	72,73%	4,55%
ΙΟΝ	9,09%	40,91%	0,00%	40,91%	9,09%
ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΣ	9,09%	68,18%	9,09%	4,55%	9,09%
ΠΟΛΙΚΟΤΗΤΑ	4,55%	4,55%	27,27%	22,73%	40,91%
ΙΟΝΤ.ΕΝΩΣΗ	0,00%	90,91%	0,00%	0,00%	9,09%
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ	54,55%	0,00%	13,64%	9,09%	22,73%
ΟΜΟΙΟΠ.ΕΝΩΣΗ	0,00%	0,00%	86,36%	9,09%	4,55%
ΜΑΖ.ΑΡΙΘΜΟΣ	27,27%	27,27%	0,00%	36,36%	9,09%
ΔΥΝ. COULOMB	50,00%	4,55%	0,00%	18,18%	27,27%
ΕΛΚΤ.ΔΥΝΑΜΕΙΣ	4,55%	18,18%	9,09%	54,55%	13,64%
ΑΠΩΣΤ.ΔΥΝΑΜΕΙΣ	18,18%	13,64%	13,64%	22,73%	31,82%
ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑ	22,73%	0,00%	22,73%	18,18%	36,36%

ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ	54,55%	4,55%	13,64%	0,00%	27,27%
ΜΟΡΙΟ	45,45%	4,55%	0,00%	22,73%	27,27%
Σ.ΤΗΞΗΣ	4,55%	72,73%	4,55%	13,64%	4,55%
Σ.ΖΕΣΗΣ	22,73%	4,55%	31,82%	36,36%	4,55%
Δ.LEWIS	4,55%	0,00%	81,82%	4,55%	9,09%



Γράφημα 118: Απαντήσεις α' μέρους ερωτηματολογίων του σχολείου ΓΕΛΚ (1^ο τμήμα) όπου χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά η προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση για τη διδασκαλία των δεσμών.



Γράφημα 119: Απαντήσεις α' μέρους ερωτηματολογίων του σχολείου ΓΕΛΚ (1^ο τμήμα) όπου χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά η προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση για τη διδασκαλία των δεσμών.

Μετά την διδακτική παρέμβαση, παρατηρείται επικράτηση των σωστών απαντήσεων στις έννοιες της ενέργειας, της ηλεκτραρνητικότητας και του κανόνα της οκτάδας, ενώ αύξηση των σωστών απαντήσεων παρατηρείται στην έννοια της πολικότητας. Για τις απαντήσεις των μαθητών που αφορούν τις έννοιες των δυνάμεων Coulomb και των δομών Lewis δεν παρατηρήθηκε μεταβολή.

2ο Θέμα

Στο 2ο θέμα, ζητήθηκε από τους μαθητές να σχηματίσουν έξι προτάσεις, χρησιμοποιώντας μία κάθε φορά έννοια από τον πίνακα του 1ου θέματος. Αυτό που έπρεπε οι μαθητές να προσέξουν, ήταν πως δύο προτάσεις έπρεπε να αφορούν αποκλειστικά τον ομοιοπολικό δεσμό, δύο τον ιοντικό και δύο και τους δύο δεσμούς. Μελετώντας τις προτάσεις θα αξιολογούνταν η κατανόηση των εννοιών και της χρήσης τους στην περιγραφή των δεσμών.

7.3. Συμπεράσματα αξιολόγησης Α' Μέρους ερωτηματολογίου

371

Οι λανθασμένες απαντήσεις που εντοπίστηκαν και στα συγκεκριμένα ερωτηματολόγια, ήταν στις ίδιες έννοιες. Φυσικά στα ερωτηματολόγια με την διδακτική παρέμβαση ήταν πολύ λιγότερες. Περισσότεροι μαθητές κατάφεραν να συνδέσουν τις έννοιες πολικότητα, ηλεκτραρνητικότητα, δομές Lewis, και ηλεκτροστατικές αλληλεπιδράσεις, με την περιγραφή και των δύο ειδών δεσμού. Επίσης αρκετές ήταν και οι απαντήσεις που περιέγραφαν μια συνέχεια στην μελέτη του δεσμού, αφού ανέφεραν πως οι έννοιες ιοντική ένωση και ιοντικός δεσμός αλλά και ομοιοπολική ένωση και ομοιοπολικός δεσμός χρησιμοποιούνται και οι τέσσερις και στα δύο είδη δεσμού. Μελετώντας τις λανθασμένες απαντήσεις, οι οποίες ήταν πολύ περισσότερες από το σύνολο των ερωτηματολογίων στα ερωτηματολόγια των μαθητών που διδάχτηκαν τον χημικό δεσμό αποκλειστικά από το σχολικό εγχειρίδιο, εντοπίστηκαν στις παρακάτω έννοιες:

- ✓ στην ενέργεια και στον κανόνα της οκτάδας όπου αρκετοί μαθητές θεώρησαν ότι είναι έννοιες που δεν έχουν καμία σχέση με την περιγραφή των δεσμών ή ότι αφορούν μόνο τον ιοντικό δεσμό,

- ✓ στην πολικότητα όπου οι περισσότεροι μαθητές ανέφεραν πως είναι έννοια που χρησιμοποιείται κατά την περιγραφή του ομοιοπολικού δεσμού, καθώς κατά την περιγραφή του ομοιοπολικού δεσμού αναφέρονται πολικοί και μη πολικοί δεσμοί.
- ✓ Η έννοια των δυνάμεων Coulomb αναφέρθηκε από πολλούς ότι περιγράφει αποκλειστικά και μόνο τον ιοντικό δεσμό. Βασικός λόγος γι' αυτή την λανθασμένη απάντηση πρέπει να είναι και η σαφής αναφορά του βιβλίου μόνο στις δυνάμεις Coulomb που εμφανίζονται κατά τον σχηματισμό του ιοντικού δεσμού.
- ✓ Οι έννοιες ηλεκτραρνητικότητα και δομές Lewis αναφέρθηκε από τους περισσότερους μαθητές ότι περιγράφουν τις δομές ομοιοπολικών ενώσεων.
- ✓ Αρκετοί μαθητές φάνηκε να αντιμετωπίζουν τις έννοιες του ιοντικού και ομοιοπολικού δεσμού σαν ξεχωριστές έννοιες που δεν συνδέονται μεταξύ τους. Για αυτό ανέφεραν πως η έννοιες ιοντικός δεσμός και ιοντική ένωση χρησιμοποιούνται αποκλειστικά στην περιγραφή του ιοντικού δεσμού ενώ οι ομοιοπολικός δεσμός και ομοιοπολική ένωση αποκλειστικά στον ομοιοπολικό δεσμό.

Θέμα 2^ο

372

Στο δεύτερο θέμα του πρώτου μέρους ζητήθηκε από τους μαθητές να χρησιμοποιήσουν έννοιες που τους δόθηκαν στο 1^ο θέμα και να σχηματίσουν προτάσεις.

Για τις προτάσεις που περιγράφουν αποκλειστικά τον ιοντικό δεσμό, εντοπίστηκαν αρκετές λανθασμένες προτάσεις που αφορούσαν όχι τόσο την νοηματική συνοχή των προτάσεων αλλά στο ότι χρησιμοποιήθηκαν έννοιες που αφορούσαν και τα δύο είδη δεσμών όπως π.χ αμέταλλο, δομές Lewis, ηλεκτραρνητικότητα, σημεία ζέσεως και τήξεως).

Για τις προτάσεις που περιγράφουν αποκλειστικά τον ομοιοπολικό δεσμό, αντίστοιχα με τον ιοντικό δεσμό χρησιμοποιήθηκαν οι ίδιες έννοιες που περιγράφουν και τα δύο είδη δεσμών και οι οποίες αναφέρθηκαν στις προτάσεις του ιοντικού δεσμού.

Για τις προτάσεις που περιγράφουν και τα δύο είδη δεσμού δεν εντοπίστηκαν παρά ελάχιστα λάθη αδυναμίας σχηματισμού προτάσεων. Χαρακτηριστική είναι η παρατήρηση ότι περισσότεροι μαθητές σχημάτισαν προτάσεις και με τις έννοιες ομοιοπολικός δεσμός, ομοιοπολική ένωση, ιοντικός δεσμός και ιοντική ένωση. Η εικόνα αυτή δείχνει τον εντοπισμό από τους μαθητές μιας συνέχειας στην μελέτη των δεσμών.

Συμπεράσματα:

Είναι χαρακτηριστικό πώς οι έννοιες των δομών Lewis και των ηλεκτρονίων σθένους έστω και από λίγους μαθητές αναφέρονται για την περιγραφή του ομοιοπολικού δεσμού ενώ δεν αναφέρθηκαν από κανέναν μαθητή στις προτάσεις του ιοντικού. Αντίστοιχα οι δυνάμεις Coulomb και η έννοια της ηλεκτραρνητικότητας αναφέρθηκαν από κάποιους μαθητές στις προτάσεις του ιοντικού δεσμού και όχι στις προτάσεις του ομοιοπολικού δεσμού

Επίσης είναι χαρακτηριστικό να επισημανθεί πως αν και ένας μεγαλύτερος αριθμός παιδιών, κυρίως από αυτά που διδάχτηκαν το κεφάλαιο του χημικού δεσμού μέσω της διδακτικής παρέμβασης, ταυτοποίησαν σωστά τις έννοιες ηλεκτραρνητικότητα δομές Lewis και ηλεκτρόνια σθένους σαν έννοιες που χρησιμοποιούνται στο σχηματισμό και των δύο ειδών δεσμού, δεν επέλεξαν ούτε και αυτά όπως και τα υπόλοιπα, να χρησιμοποιήσουν τις έννοιες αυτές στο σχηματισμό προτάσεων γιατί όπως ανέφεραν χαρακτηριστικά δυσκολεύονταν να κάνουν προτάσεις. Το ίδιο φαινόμενο παρατηρήθηκε και για έννοιες όπως πολικότητα, δυνάμεις Coulomb και κανόνας οκτάδας όπου αν και από το 1^ο θέμα φάνηκε η δυσκολία των μαθητών να τις κατατάξουν, ακόμη κι εκείνοι που σωστά ανέφεραν ότι περιγράφουν και τα δύο είδη δεσμών δεν τις επέλεξαν για να σχηματίσουν προτάσεις στο 2^ο θέμα.

7.4. Β Μέρος Ερωτηματολογίου

7.4.1.Εισαγωγή

Σύμφωνα με τις σύγχρονες απόψεις, η γνώση είναι τρόπος κατανόησης ενός φαινομένου και η μάθηση η διαδικασία αλλαγής αυτού του τρόπου κατανόησης. Η παραδοσιακή άποψη σύμφωνα με την οποία η γνώση είναι μετρήσιμη και μπορεί να περιγραφεί με ποσοτικούς όρους, με την έννοια ότι μπορεί κάποιος να υπολογίσει συνολικά το ποσό των σωστών απαντήσεων, έχει αντικατασταθεί. Αντί αυτής, οι ειδικοί στο χώρο της εκπαίδευσης προτείνουν η γνώση να περιγράφεται με ποιοτικούς όρους, οι οποίοι εστιάζουν στο γνωστικό περιεχόμενο των απαντήσεων και όχι στη ποσότητα των σωστών αποτελεσμάτων.

Γύρω από αυτή τη θεώρηση διεξάγονται πολλές έρευνες, με σκοπό να διερευνηθεί η γνώση, η οποία έχει οικοδομηθεί. Στο πλαίσιο αυτό δίνεται στους μαθητές ένα

αντικείμενο, το οποίο μπορεί να είναι ένα γραπτό κείμενο, ένα βίντεο, μια συζήτηση ή κάποιο άλλο είδος παρουσίασης της πληροφορίας, μια οπτικοποίηση ή μια πολυμεσική εφαρμογή, από το οποίο μαθαίνουν κάποια στοιχεία, γεγονότα, δεξιότητες έννοιες ή στρατηγικές λύσεις προβλημάτων. Στη συνέχεια ζητείται να χρησιμοποιήσουν τις παραπάνω αποκτηθείσες δεξιότητες για να εξηγήσουν τι έχουν μάθει, να διεκπεραιώσουν μια δραστηριότητα, να λύσουν κάποιο πρόβλημα ή να κάνουν μία κρίση.

Η αξιολόγηση των απαντήσεων δείχνει ότι είναι δυνατό να βρεθούν ομάδες μαθητών με το ίδιο επίπεδο κατανόησης του εξεταζόμενου αντικειμένου, όπως επίσης και ομάδες μαθητών ίδιας ηλικίας που ανήκουν σε διαφορετικά επίπεδα κατανόησης, τα οποία τελικά συνθέτουν μια ιεραρχία επιπέδων απόδοσης. Ο αριθμός των επιπέδων της ιεραρχίας εξαρτάται από τον χαρακτήρα του αντικειμένου και τον τρόπο που παρουσιάζεται. Η ποιοτική αξιολόγηση απαντήσεων μαθητών μπορεί να ταξινομηθεί σε κατηγορίες - επίπεδα, τα οποία εκφράζουν την εξελικτική πορεία της διαδικασίας οικοδόμησης της γνώσης. Μία τέτοιου τύπου κατηγοριοποίηση αποτελεί η ταξινομία SOLO (Structure of the Observed Learning Outcomes) των Biggs και Collis (1982).

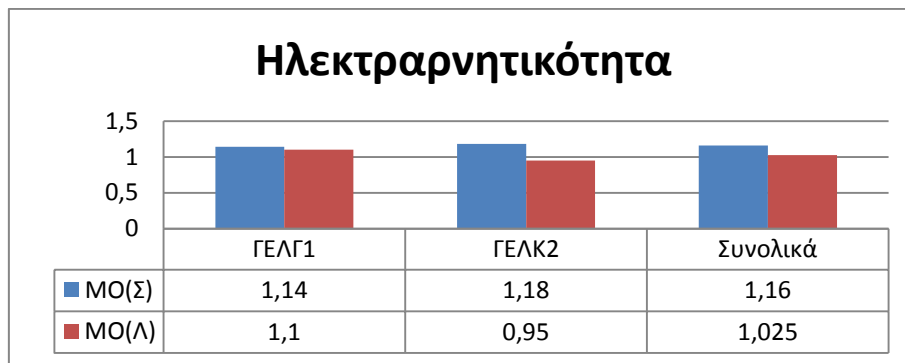
7.5 .Συμπεράσματα αξιολόγησης Β΄ Μέρους Ερωτηματολογίου

374

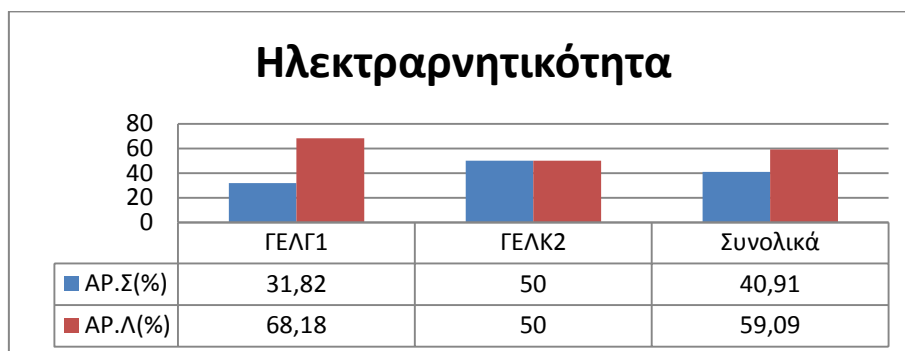
Στο β΄ μέρος, όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενα κεφάλαια, οι μαθητές καλούνται να αξιολογήσουν κάποιες ερωτήσεις για το αν είναι σωστές ή λανθασμένες και να δικαιολογήσουν τις απαντήσεις τους. Στις ερωτήσεις αναφέρονται δύσκολες έννοιες που χρησιμοποιούνται κατά τη μελέτη του χημικού δεσμού και είναι οι εξής: η ηλεκτραρνητικότητα, οι δομές Lewis, η πολικότητα, τα ηλεκτρόνια σθένους, οι ηλεκτροστατικές αλληλεπιδράσεις και ο κανόνας οκτάδας.

7.5.1. Ηλεκτραρνητικότητα

Αρχικά παρατίθεται το διάγραμμα με τα αποτελέσματα των δύο πρώτων σχολείων στα οποία ακολουθήθηκε συγκεκριμένη διδακτική παρέμβαση. Στα μεν δύο πρώτα τμήματα (ΓΕΛΓ1 και ΓΕΛΚ2) ακολουθήθηκε αυστηρά η πρόταση διδασκαλίας του σχολικού βιβλίου για τους χημικούς δεσμούς, ενώ στα επόμενα δύο τμήματα (ΓΕΛΓ2 και ΓΕΛΚ1) ακολουθήθηκε η προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση που έχει ήδη περιγραφεί.



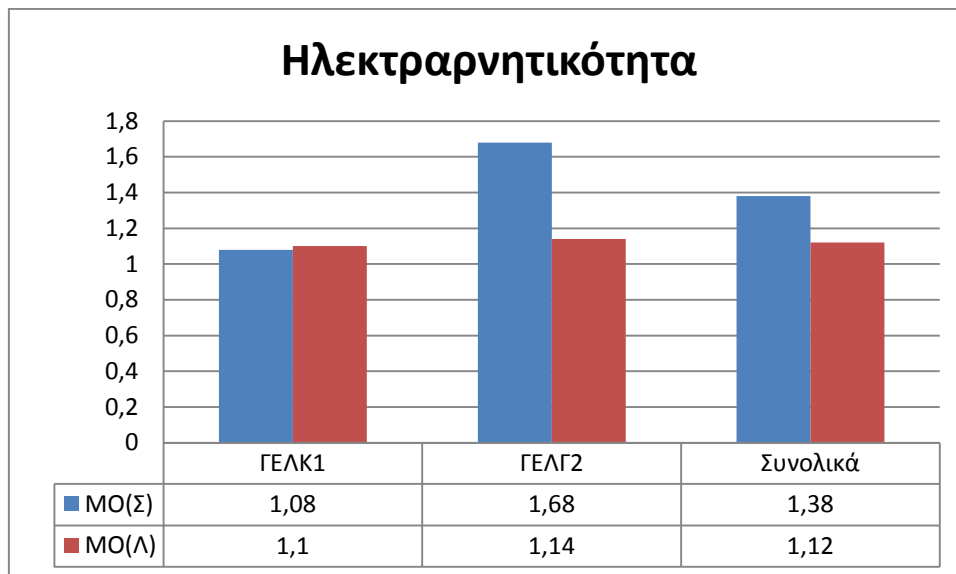
Γράφημα 120: Επίπεδο σωστών και λανθασμένων απαντήσεων για την ηλεκτραρνητικότητα στα σχολεία όπου χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά το σχολικό βιβλίο στη διδασκαλία των δεσμών.



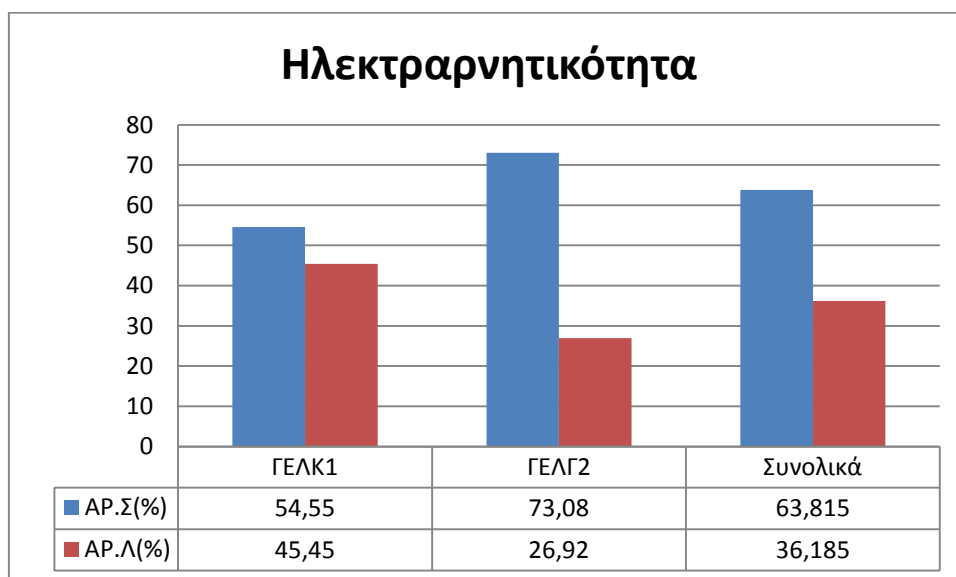
Γράφημα 121: Αριθμός σωστών και λανθασμένων απαντήσεων για την ηλεκτραρνητικότητα στα σχολεία όπου χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά το σχολικό βιβλίο στη διδασκαλία των δεσμών.

375

Μελετώντας τις απαντήσεις, παρατηρείται πως ο μέσος όρος των απαντήσεων και των δύο σχολείων στα οποία χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά το σχολικό βιβλίο, είναι πολύ χαμηλός. Με βάση τη μέθοδο Solo, ο μέσος όρος κινήθηκε στο πρώτο επίπεδο, όπου ο μαθητής απλά μετέφερε τις ερωτήσεις καταφατικά ή προσπάθησε να αναφέρει έναν παράγοντα αιτιολόγησης της απάντησής του δυστυχώς ανεπαρκώς. Η ίδια εικόνα εντοπίζεται και στις σωστές και στις λανθασμένες απαντήσεις. Όσον αφορά τον αριθμό των απαντήσεων εντοπίζονται πολλές λανθασμένες απαντήσεις.



Γράφημα 122: Επίπεδο σωστών και λανθασμένων απαντήσεων για την ηλεκτραρνητικότητα στα σχολεία όπου χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά η προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση στη διδασκαλία των δεσμών.



Γράφημα 123: Αριθμός σωστών και λανθασμένων απαντήσεων για την ηλεκτραρνητικότητα στα σχολεία όπου χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά η προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση στη διδασκαλία των δεσμών.

Στα δύο σχολεία στα οποία ακολουθήθηκε η προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση, πατηρήθηκε αύξηση καταρχάς στον αριθμό των σωστών απαντήσεων. Όσον αφορά τον μέσο όρο των απαντήσεων στο δεύτερο σχολείο ΓΕΛΓ, παρατηρήθηκε βελτίωση, αφού εντοπίστηκαν απαντήσεις δευτέρου και τρίτου επιπέδου. Όχι μόνο περισσότεροι μαθητές απάντησαν σωστά, αλλά δικαιολόγησαν τις απαντήσεις τους χρησιμοποιώντας τουλάχιστον ένα παράγοντα αιτιολόγησης (απαντήσεις δευτέρου επιπέδου), ενώ

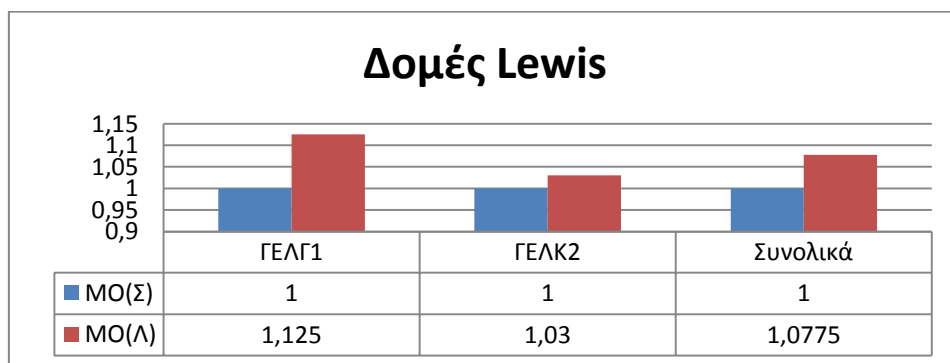
εντοπίστηκαν και απαντήσεις μαθητών που ανέφεραν και περισσότερους από έναν παράγοντα (τρίτου επιπέδου). Στο σχολείο ΓΕΛΚ είναι χαρακτηριστικό και πρέπει να αναφερθεί πως αν και οι σωστές απαντήσεις αυξήθηκαν, ο μέσος όρος του επιπέδου των απαντήσεων δεν αυξήθηκε σημαντικά. Είναι ενδεικτικό το γεγονός πως η δυσκολία κατανόησης της έννοιας της ηλεκτραρνητικότητας και η στροφή πολλών παιδιών στο σχολικό βιβλίο ανεξαρτήτου διδασκαλίας, τονίζει το πόσο επιτακτική είναι η αλλαγή στο σχολικό βιβλίο των μαθητών.

Τέλος δεν μπορεί να μην σχολιαστεί το γεγονός πως βελτιώθηκε το επίπεδο και των λανθασμένων απαντήσεων, που αποδεικνύει την προσπάθεια του μαθητή να δικαιολογήσει έχοντας μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση πως μπορεί να δώσει μια ολοκληρωμένη απάντηση. Συνολικά, η έννοια της ηλεκτραρνητικότητας δυσκόλεψε αρκετά τους μαθητές και οι περισσότεροι από αυτούς που απάντησαν ανεπαρκώς συνέδεσαν την έννοια μόνο με τον ομοιοπολικό δεσμό.

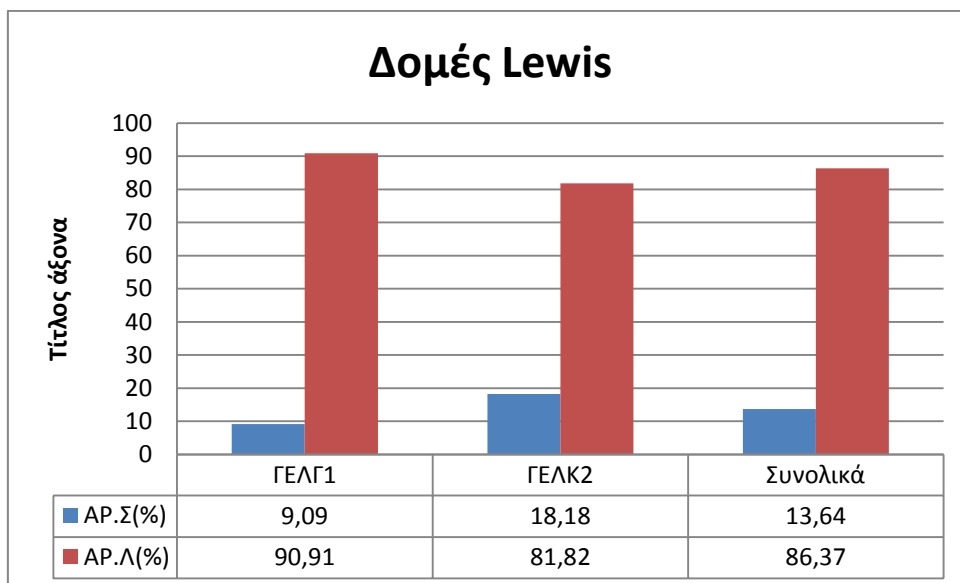
7.5.2. Δομές Lewis

Τα πρώτα διαγράμματα περιγράφουν τα αποτελέσματα των ερωτηματολογίων των δύο σχολείων στα οποία ακολουθήθηκε η διδακτική πρόταση του σχολικού εγχειριδίου.

377



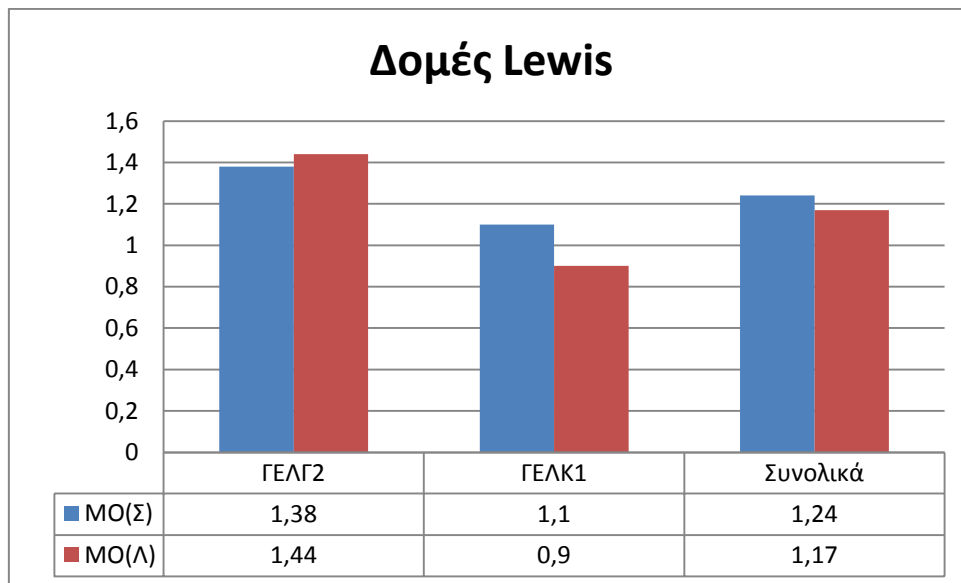
Γράφημα 124:Επίπεδο σωστών και λανθασμένων απαντήσεων για τις δομές Lewis στα σχολεία όπου χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά το σχολικό βιβλίο στη διδασκαλία των δεσμών.



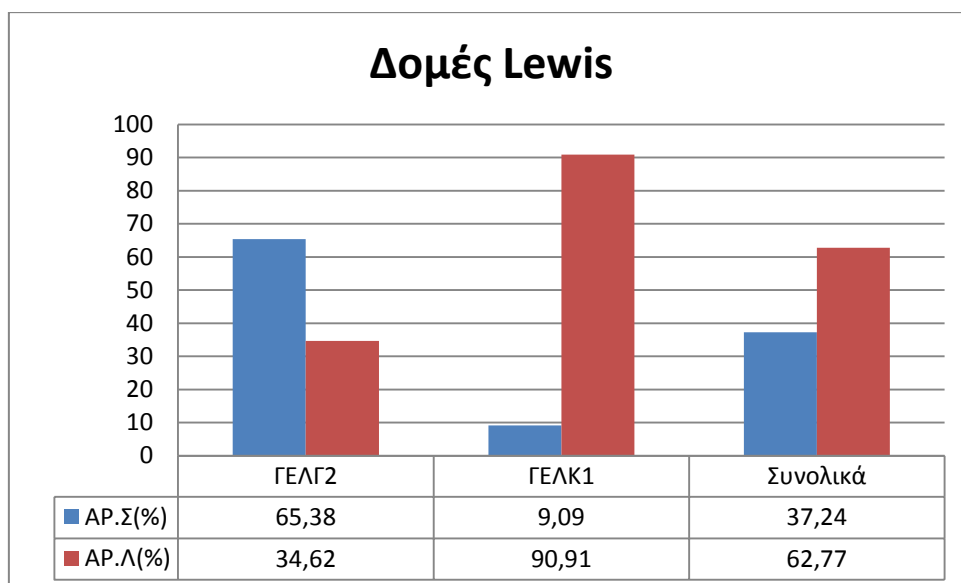
Γράφημα 125:Αριθμός σωστών και λανθασμένων απαντήσεων για τις δομές Lewis στα σχολεία όπου χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά το σχολικό βιβλίο στη διδασκαλία των δεσμών.

Στην ερώτηση των δομών Lewis και στα δύο σχολεία παρατηρήθηκε πλήθος λανθασμένων απαντήσεων και ελάχιστες σωστές. Οι μαθητές ανέφεραν στη συντριπτική τους πλειοψηφία, πως οι δομές Lewis περιγράφουν μόνο δομές ομοιοπολικών ενώσεων. Πολλοί επίσης μαθητές δεν είχαν κατανοήσει τι ακριβώς είναι οι δομές Lewis. Το επίπεδο των σωστών απαντήσεων ήταν προδομικό. Οι μαθητές απάντησαν μονολεκτικά ή μετέφεραν την ερώτηση καταφατικά. Μόνο σε κάποιες λανθασμένες απαντήσεις εντοπίστηκαν κάποιες προσπάθειες να δικαιολογηθούν οι απαντήσεις αναφέροντας ανεπαρκώς έναν παράγοντα αιτιολόγησης και αξιολογήθηκαν ως απαντήσεις μεταβατικού σταδίου πρώτου και δεύτερου επιπέδου.

Στα επόμενα δύο διαγράμματα, περιγράφονται τα αποτελέσματα των δύο σχολείων μετά την εφαρμογή της προτεινόμενης διδακτικής παρέμβασης.



Γράφημα 126: Επίπεδο σωστών και λανθασμένων απαντήσεων για τις δομές Lewis στα σχολεία όπου χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά η προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση στη διδασκαλία των δεσμών.

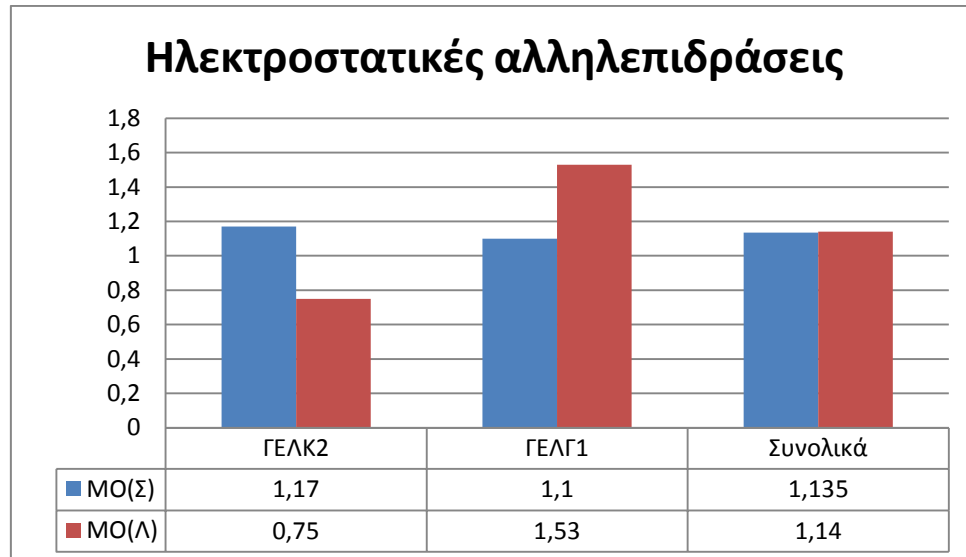


Γράφημα 127: Αριθμός σωστών και λανθασμένων απαντήσεων για τις δομές Lewis στα σχολεία όπου χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά η προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση στη διδασκαλία των δεσμών.

Στο ΓΕΛΓ2 παρατηρείται αύξηση των σωστών απαντήσεων σε σχέση με το ΓΕΛΓ1, όπως και βελτίωση του επιπέδου των σωστών αλλά και των λανθασμένων απαντήσεων. Οι μαθητές δεν απαντούν απλά μονολεκτικά αλλά δικαιολογούν τις απαντήσεις τους αναφέροντας έναν ή σε λιγότερες περιπτώσεις περισσότερους παράγοντες αιτιολόγησης.

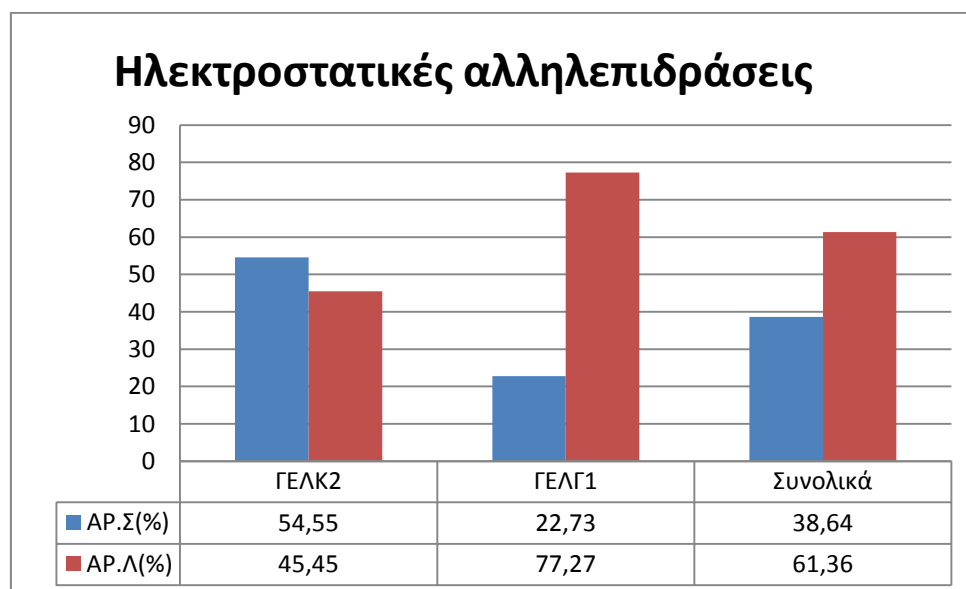
Αντίθετα, στο τμήμα ΓΕΛΚ1 αν και εφαρμόστηκε η προτεινόμενη διδακτική μέθοδος, οι μαθητές δεν βελτίωσαν τις απαντήσεις τους. Οι σωστές απαντήσεις τους ήταν ελάχιστες και το επίπεδό τους αντίστοιχο με το ΓΕΛΚ2.

7.5.3. Ηλεκτροστατικές αλληλεπιδράσεις



Γράφημα 128: Επίπεδο σωστών και λανθασμένων απαντήσεων για τις ηλεκτροστατικές αλληλεπιδράσεις στα σχολεία όπου χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά το σχολικό βιβλίο στη διδασκαλία των δεσμών.

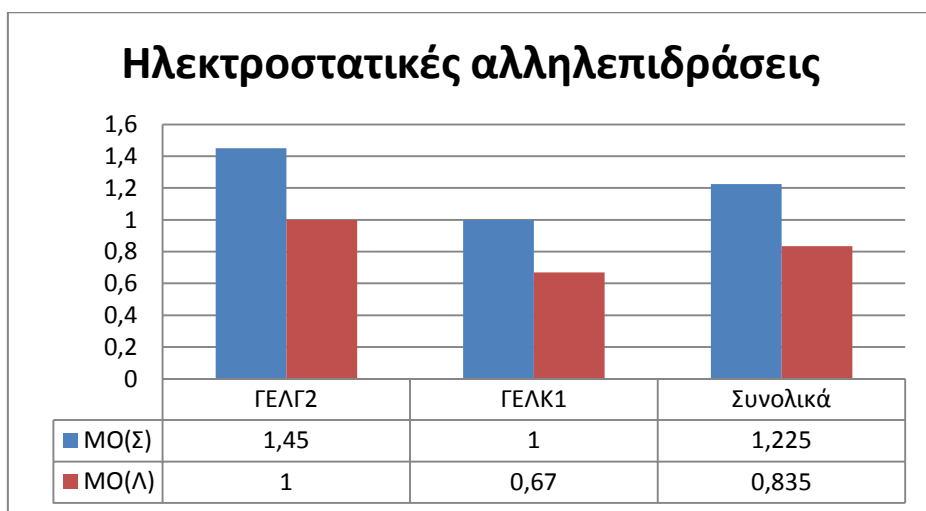
380



Γράφημα 129: Αριθμός σωστών και λανθασμένων απαντήσεων για τις ηλεκτροστατικές αλληλεπιδράσεις στα σχολεία όπου χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά το σχολικό βιβλίο στη διδασκαλία των δεσμών.

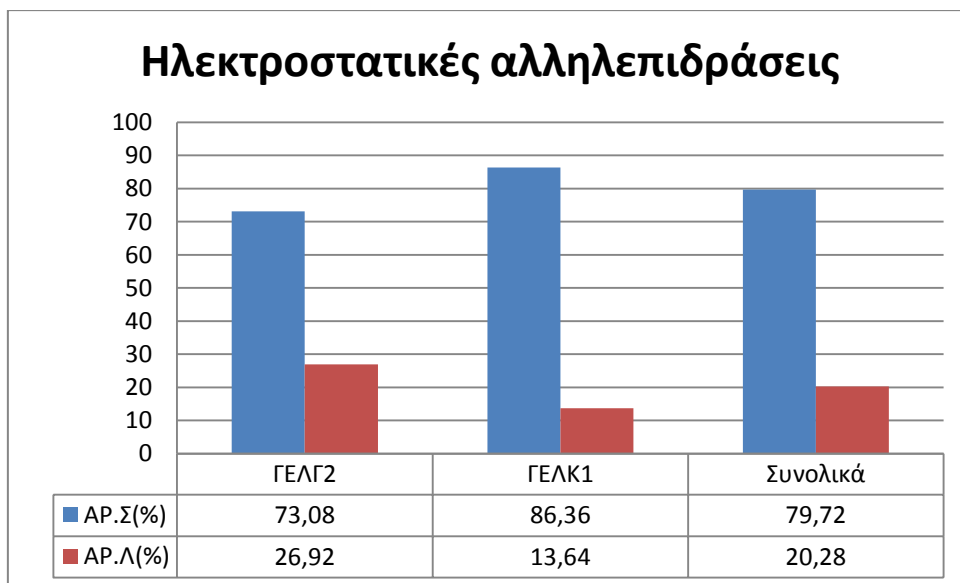
Κατά την μελέτη των απαντήσεων, στην ερώτηση που αφορά τις ηλεκτροστατικές αλληλεπιδράσεις, όπου χρησιμοποιήθηκε για τη διδασκαλία αποκλειστικά το σχολικό βιβλίο, εντοπίστηκαν πολλές λανθασμένες απαντήσεις. Ειδικά στο ΓΕΛΓ οι περισσότερες απαντήσεις ήταν λανθασμένες. Οι μαθητές απάντησαν αωστά ή με μονολεκτικό τρόπο ή με καταφατική μεταφορά της ερώτησης. Όσοι απάντησαν λάθος προσπάθησαν να αιτιολογήσουν την απάντησή τους αναφέροντας ανεπαρκώς ή ακόμη και ολοκληρωμένα έναν παράγοντα αιτιολόγησης

Στο μεν ΓΕΛΜ εντοπίστηκαν επίσης πολλές λανθασμένες απαντήσεις. Εντοπίστηκαν αρκετοί μαθητές που δεν απάντησαν καθόλου στην συγκεκριμένη ερώτηση. Οι περισσότερες σωστές απαντήσεις είχαν δοθεί με μονολεκτικό τρόπο.



381

Γράφημα 130: Επίπεδο σωστών και λανθασμένων απαντήσεων για τις ηλεκτροστατικές αλληλεπιδράσεις στα σχολεία όπου χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά η προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση στη διδασκαλία των δεσμών.

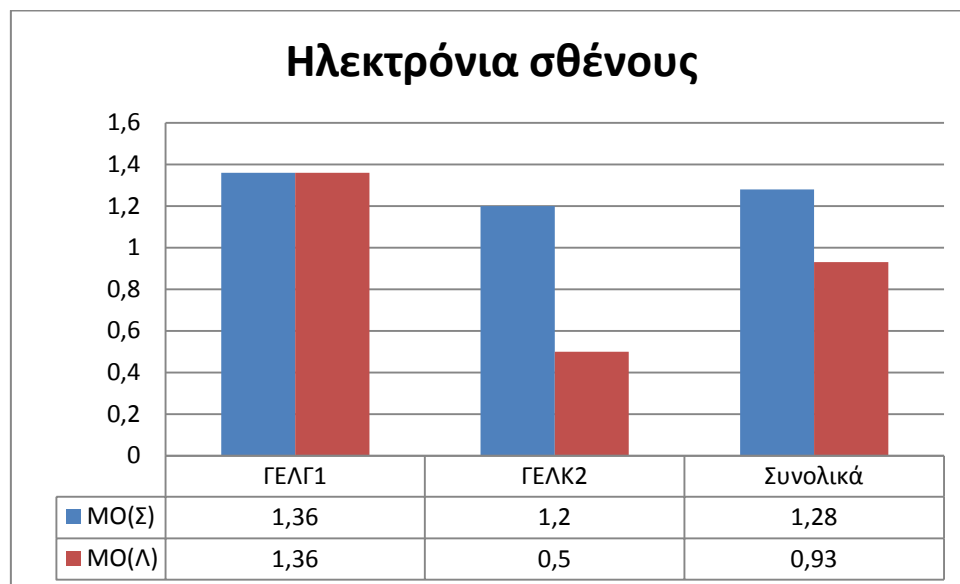


Γράφημα 131:Αριθμός σωστών και λανθασμένων απαντήσεων για τις ηλεκτροστατικές αλληλεπιδράσεις στα σχολεία όπου χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά η προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση στη διδασκαλία των δεσμών.

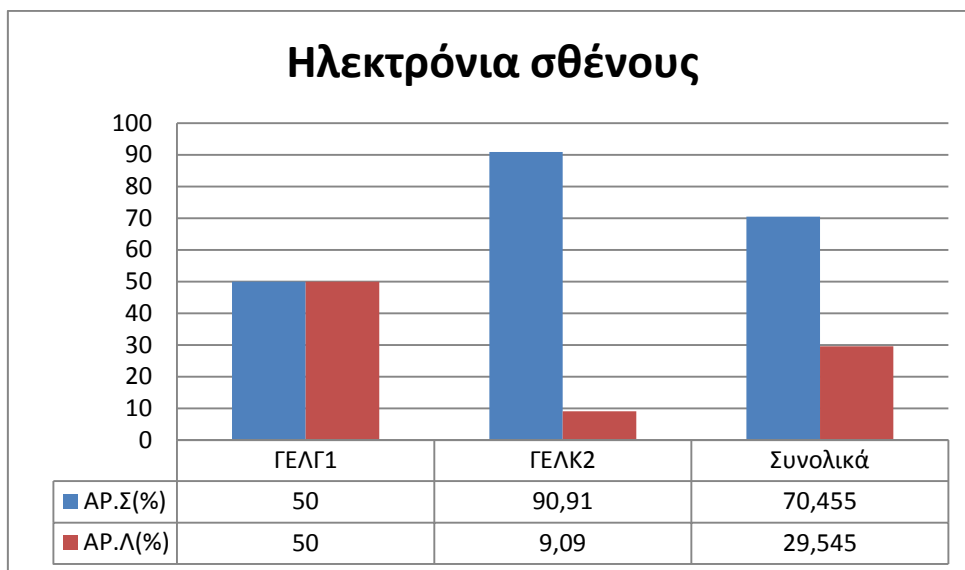
Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων στα τμήματα των δύο σχολείων, όπου χρησιμοποιήθηκε η προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση, αυξήθηκε σημαντικά. Στο σχολείο ΓΕΛΓ, πολλοί μαθητές απάντησαν σωστά χρησιμοποιώντας τουλάχιστον έναν παράγοντα αιτιολόγησης. Αρκετές απαντήσεις ήταν δεύτερου επιπέδου.

Στο τμήμα του ΓΕΛΜ, αν και οι σωστές απαντήσεις αυξήθηκαν, το επίπεδο τους δεν βελτιώθηκε από το προηγούμενο τμήμα του ΓΕΛΜ.

7.5.4. Ηλεκτρόνια σθένους



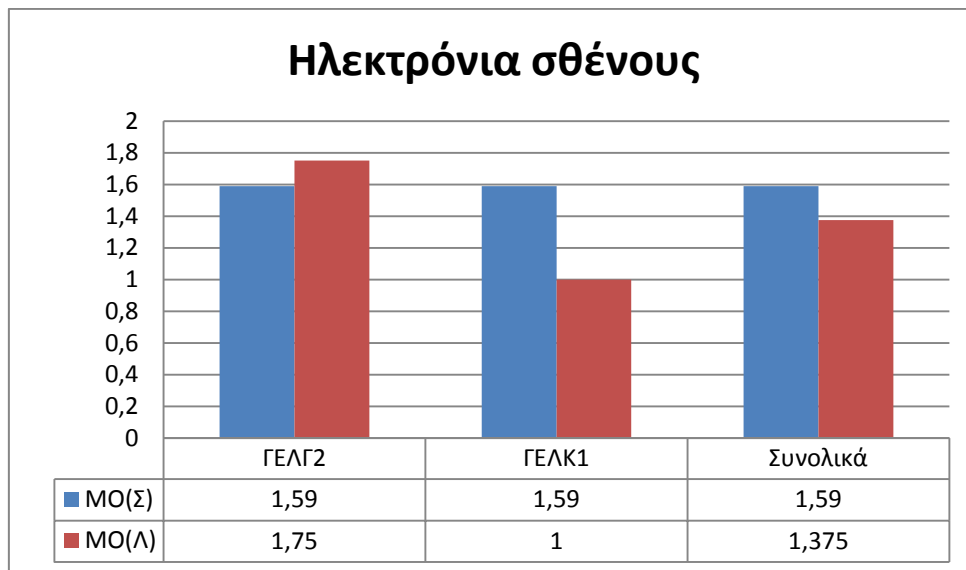
Γράφημα 132:Επίπεδο σωστών και λανθασμένων απαντήσεων για τις ηλεκτροστατικές αλληλεπιδράσεις στα σχολεία όπου χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά το σχολικό βιβλίο στη διδασκαλία των δεσμών.



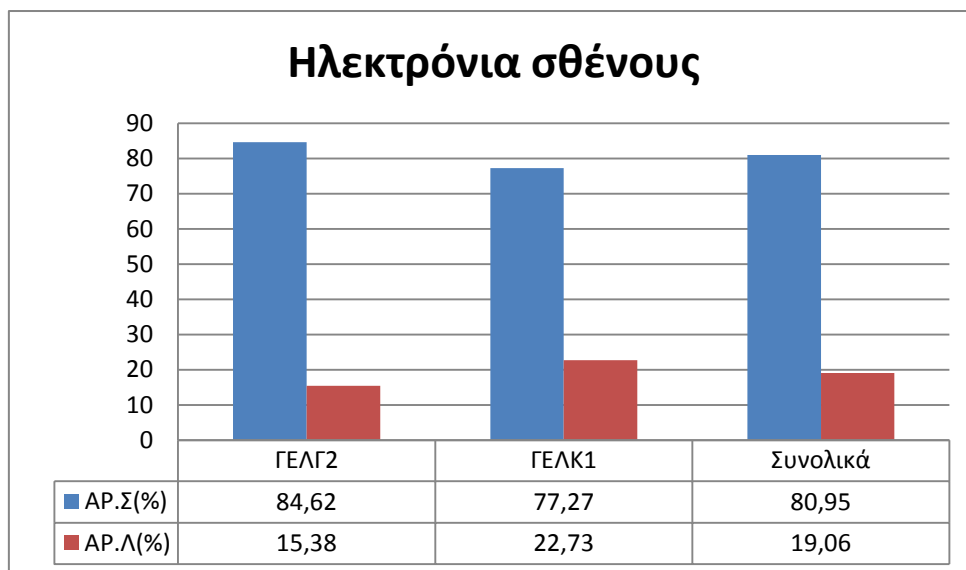
Γράφημα 133:Αριθμός σωστών και λανθασμένων απαντήσεων για τις ηλεκτροστατικές αλληλεπιδράσεις στα σχολεία όπου χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά το σχολικό βιβλίο στη διδασκαλία των δεσμών.

Στα δύο πρώτα τμήματα, οι καθηγητές ακολούθησαν αυστηρά την διδακτική πρόταση του βιβλίου. Παρατηρείται πώς, στο μεν πρώτο τμήμα του ΓΕΛΓ οι σωστές με τις λανθασμένες απαντήσεις είναι ισοδύναμες και αριθμητικά αλλά και ως προς το επίπεδό τους, το οποίο χαρακτηρίζεται κατά μέσο όρο σαν μεταβατικού σταδίου πρώτου και δεύτερου επιπέδου. Εντοπίστηκαν στο συγκεκριμένο τμήμα απαντήσεις πρώτου επιπέδου, μεταβατικού πρώτου και δεύτερου αλλά και δεύτερου επιπέδου.

Στο πρώτο τμήμα του ΓΕΛΜ, οι σωστές απαντήσεις είναι πολύ περισσότερες των λανθασμένων. Όσον αφορά το επίπεδό τους, οι μεν σωστές απαντήσεις ήταν κυρίως πρώτου ή μεταβατικού σταδίου πρώτου και δεύτερου επιπέδου. Όσον αφορά τις λανθασμένες απαντήσεις, οι περισσότερες είναι από μαθητές οι οποίοι δεν απάντησαν καθόλου.



Γράφημα 134: Επίπεδο σωστών και λανθασμένων απαντήσεων για τις ηλεκτροστατικές αλληλεπιδράσεις στα σχολεία όπου χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά η προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση στη διδασκαλία των δεσμών.

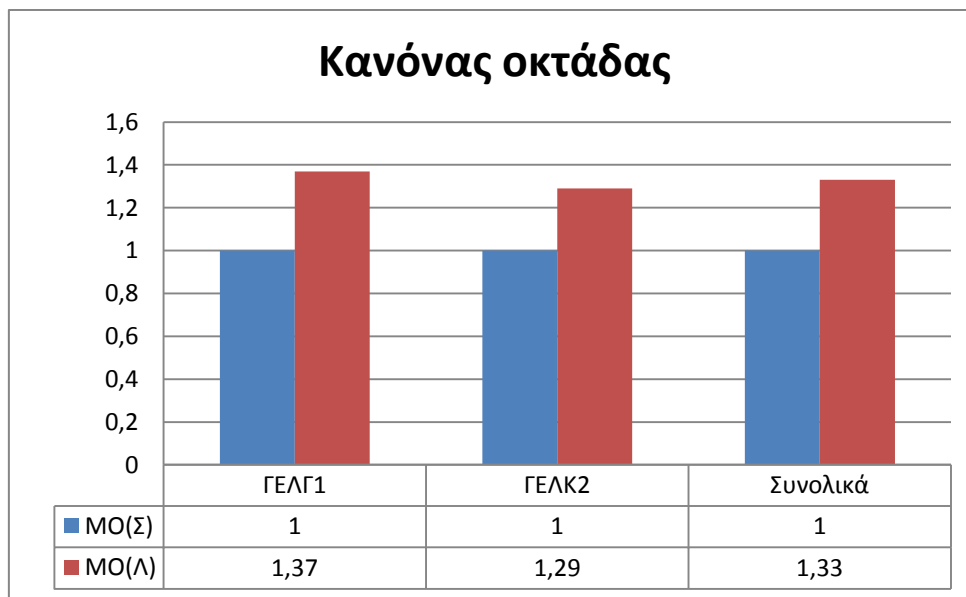


Γράφημα 135: Αριθμός σωστών και λανθασμένων απαντήσεων για τις ηλεκτροστατικές αλληλεπιδράσεις στα σχολεία όπου χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά η προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση στη διδασκαλία των δεσμών.

Στα δύο επόμενα τμήματα, εφαρμόστηκε η προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση. Στο πρώτο τμήμα φαίνεται η αύξηση των σωστών απαντήσεων σε σχέση με το προηγούμενο τμήμα του ΓΕΛΓ. Όσον αφορά το επίπεδο των απαντήσεων βελτιώθηκε και για τις σωστές και για τις λανθασμένες απαντήσεις. Εντοπίστηκαν περισσότερες απαντήσεις δευτέρου αλλά και τρίτου επιπέδου, όπως και στο μεταβατικό στάδιο μεταξύ πρώτου και δεύτερου επιπέδου.

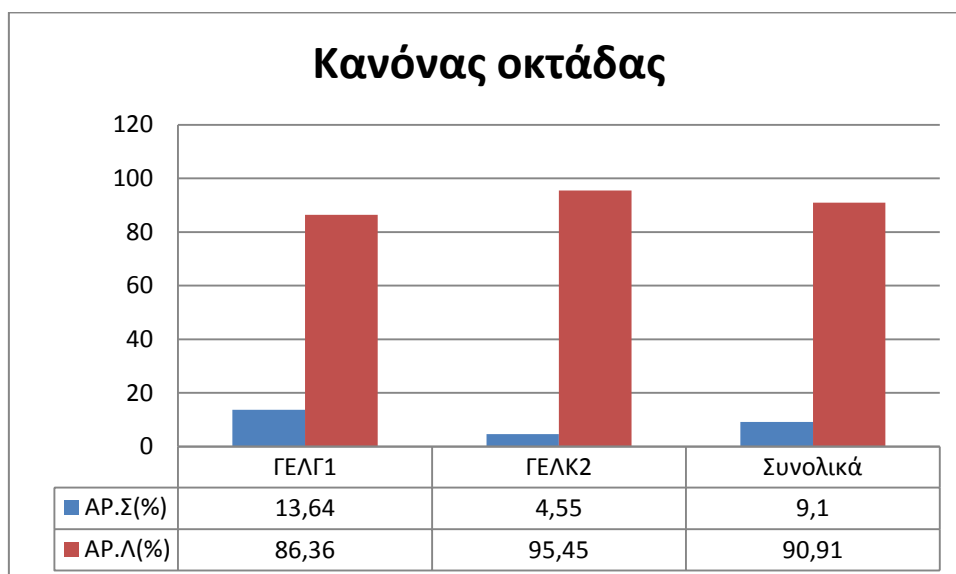
Στο δεύτερο τμήμα του ΓΕΛΜ, παρατηρήθηκε βελτίωση στον αριθμό των σωστών απαντήσεων αλλά και στο επίπεδο των σωστών απαντήσεων με αύξηση του αριθμού των απαντήσεων δεύτερου και τρίτου επιπέδου αλλά και στο μεταβατικό στάδιο δεύτερου και τρίτου . Ακόμη και το επίπεδο των λανθασμένων απαντήσεων έχει βελτιωθεί αρκετά,, δείχνοντας ότι τα παιδιά αισθάνονται, μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση, να προσπαθήσουν , έστω και ανεπαρκώς να δικαιολογήσουν την απάντησή τους.

7.5.5. Κανόνας οκτάδας



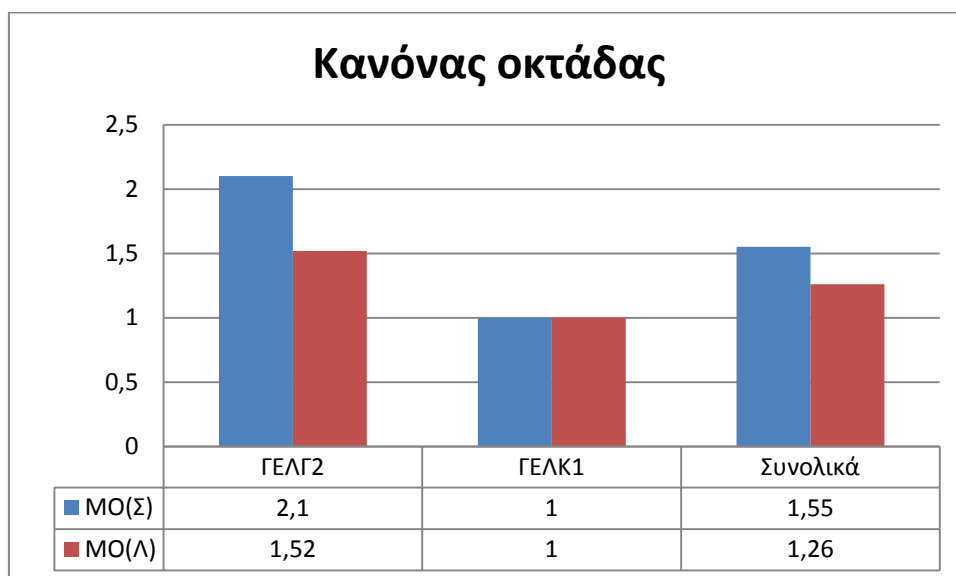
385

Γράφημα 136: Επίπεδο σωστών και λανθασμένων απαντήσεων για τον κανόνα της οκτάδας στα σχολεία όπου χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά το σχολικό βιβλίο στη διδασκαλία των δεσμών.

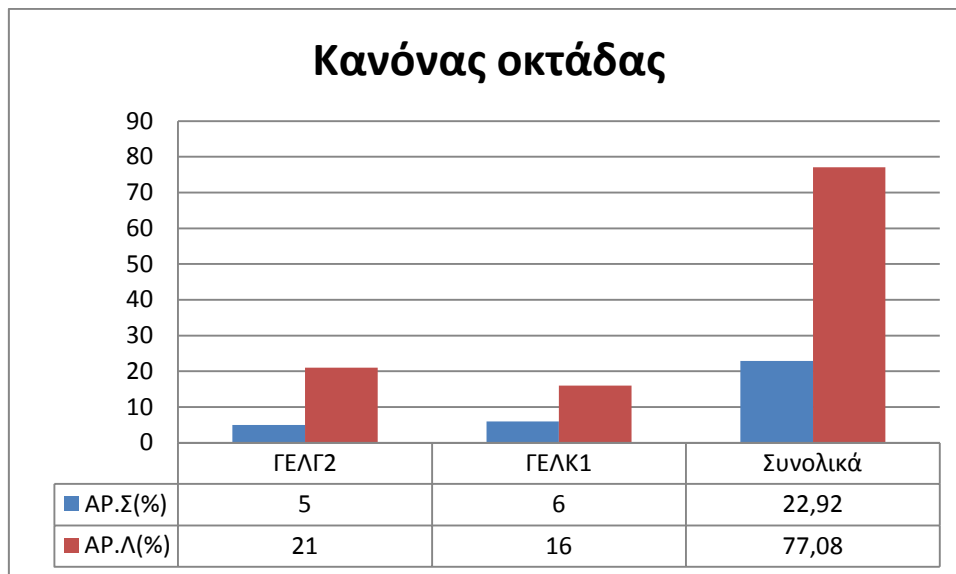


Γράφημα 137:Αριθμός σωστών και λανθασμένων απαντήσεων για τον κανόνα οκτάδας στα σχολεία όπου χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά το σχολικό βιβλίο στη διδασκαλία των δεσμών.

Κατά την διδασκαλία του κεφαλαίου του δεσμού, αποκλειστικά από το σχολικό βιβλίο, και στα δύο τμήματα οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν λανθασμένα στην ερώτηση για τον κανόνα της οκτάδας. Η εικόνα του επιπέδου των απαντήσεων και στα δύο τμήματα ήταν παρόμοια. Οι ελάχιστες σωστές απαντήσεις που εντοπίστηκαν ήταν μονολεκτικές. Οι μαθητές δεν προσπάθησαν καν να αιτιολογήσουν την απάντησή τους. Λίγο καλύτερο είναι το επίπεδο των λανθασμένων απαντήσεων όπου κάποιοι ελάχιστοι μαθητές προσπάθησαν να δικαιολογήσουν ανεπαρκώς την απάντησή τους.



Γράφημα 138:Επίπεδο σωστών και λανθασμένων απαντήσεων για τον κανόνα οκτάδας στα σχολεία όπου χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά η προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση στη διδασκαλία των δεσμών.

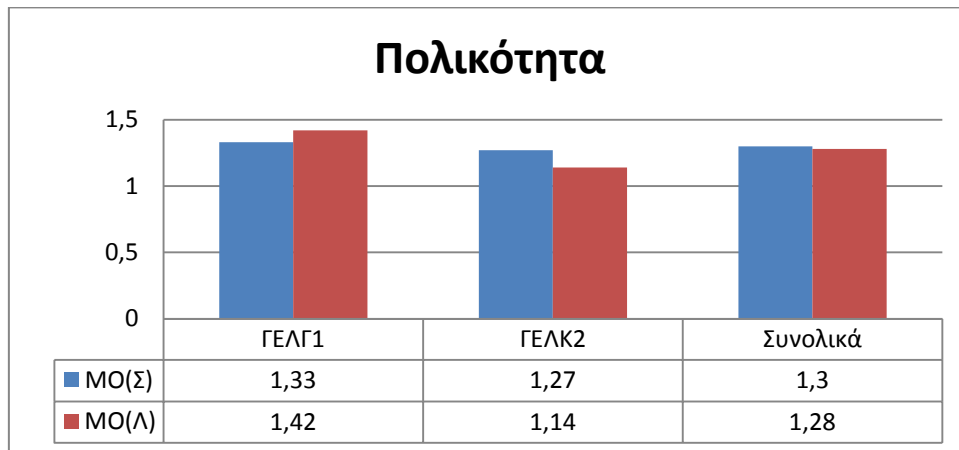


Γράφημα 139:Αριθμός σωστών και λανθασμένων απαντήσεων για τον κανόνα οκτάδας στα σχολεία όπου χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά η προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση στη διδασκαλία των δεσμών.

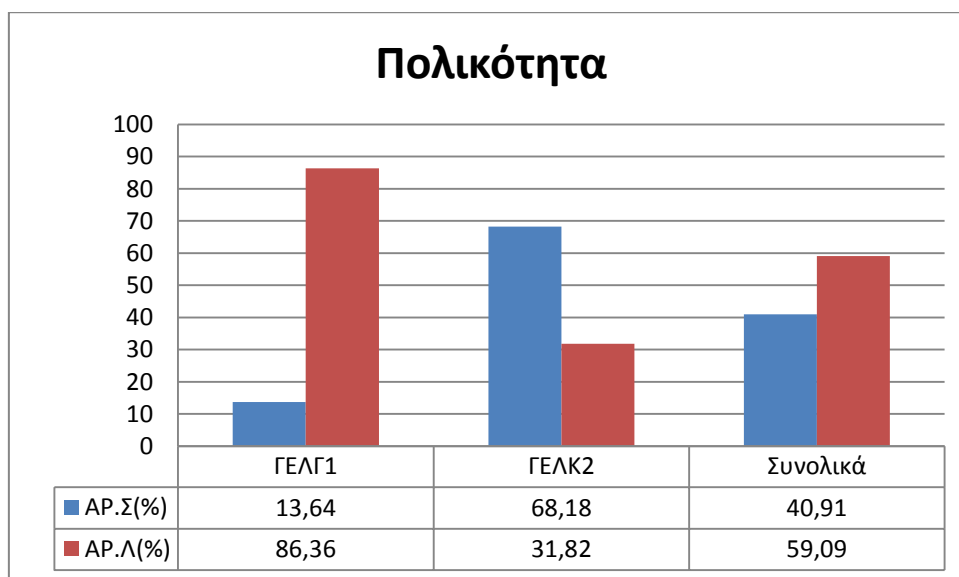
Στην περίπτωση της διδασκαλίας με χρήση της προτεινόμενης διδακτικής παρέμβασης, παρατηρήθηκε μικρή αύξηση των σωστών απαντήσεων, αλλά σημαντική βελτίωση του επιπέδου τους, στο τμήμα ΓΕΛΓ2. Το επίπεδο των σωστών απαντήσεων ήταν κατά μέσο όρο δεύτερου επιπέδου. Εντοπίστηκαν πολλές απαντήσεις μεταβατικού σταδίου δεύτερου και τρίτου επιπέδου, αλλά και τρίτου επιπέδου.

Στο τμήμα ΓΕΛΚ ο αριθμός των σωστών απαντήσεων αυξήθηκε. Επίσης ενώ το επίπεδο των σωστών δεν βελτιώθηκε, μειώθηκε το επίπεδο των λανθασμένων απαντήσεων.

7.5.6. Πολικότητα

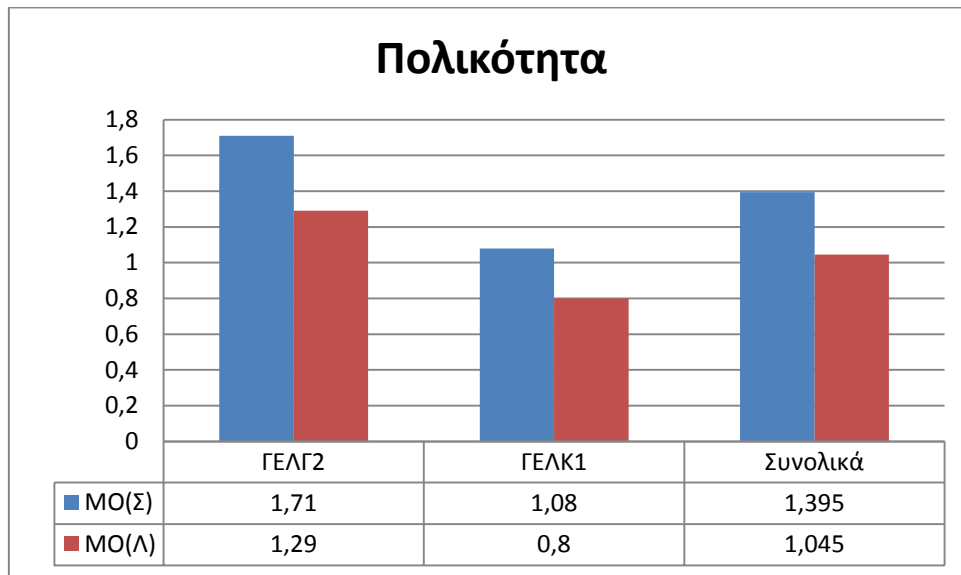


Γράφημα 140: Επίπεδο σωστών και λανθασμένων απαντήσεων για την πολικότητα στα σχολεία όπου χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά το σχολικό βιβλίο στη διδασκαλία των δεσμών.

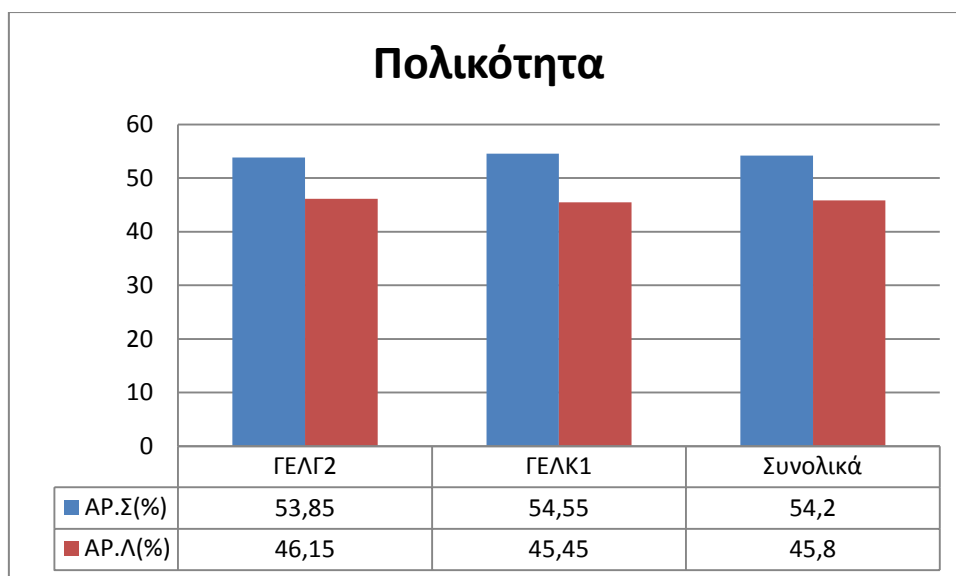


Γράφημα 141: Αριθμός σωστών και λανθασμένων απαντήσεων για την πολικότητα στα σχολεία όπου χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά το σχολικό βιβλίο στη διδασκαλία των δεσμών.

Χρησιμοποιώντας το σχολικό βιβλίο αποκλειστικά κατά τη διδασκαλία, παρατηρείται πως οι μαθητές στην πλειοψηφία τους απάντησαν λανθασμένα στην ερώτηση της πολικότητας στο πρώτο σχολείο. Αντίθετα στο δεύτερο οι μαθητές κατά πλειοψηφία απάντησαν σωστά. Το επίπεδο του συνόλου των απαντήσεων κινήθηκε μεταξύ πρώτου και μεταβατικού σταδίου πρώτου και δεύτερου επιπέδου. Λίγο περισσότερες οι απαντήσεις πρώτου επιπέδου στο δεύτερο σχολείο ΓΕΛΚ.



Γράφημα 142:Επίπεδο σωστών και λανθασμένων απαντήσεων για την πολικότητα στα σχολεία όπου χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά η προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση στη διδασκαλία των δεσμών.

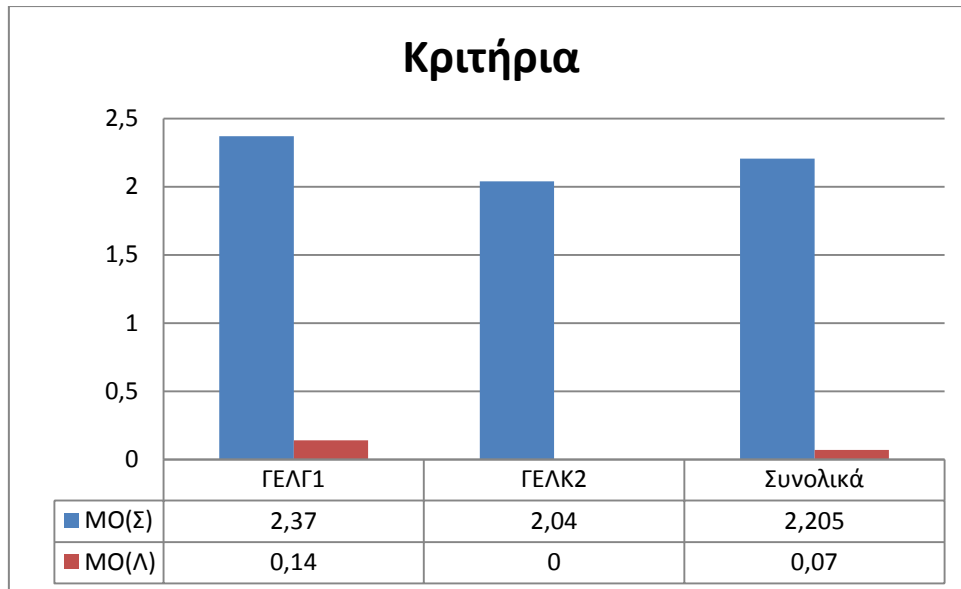


Γράφημα 143:Αριθμός σωστών και λανθασμένων απαντήσεων για την πολικότητα στα σχολεία όπου χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά η προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση στη διδασκαλία των δεσμών.

Μετά τη χρήση της προτεινόμενης διδακτικής παρέμβασης κατά τη διδασκαλία, ο αριθμός των σωστών απαντήσεων αυξήθηκε και στα δύο σχολεία. Το επίπεδο των σωστών απαντήσεων αυξήθηκε στο πρώτο σχολείο, γιατί εντοπίστηκαν περισσότερες απαντήσεις δευτέρου ή μεταβατικού σταδίου δευτέρου και τρίτου επιπέδου, ενώ των λανθασμένων

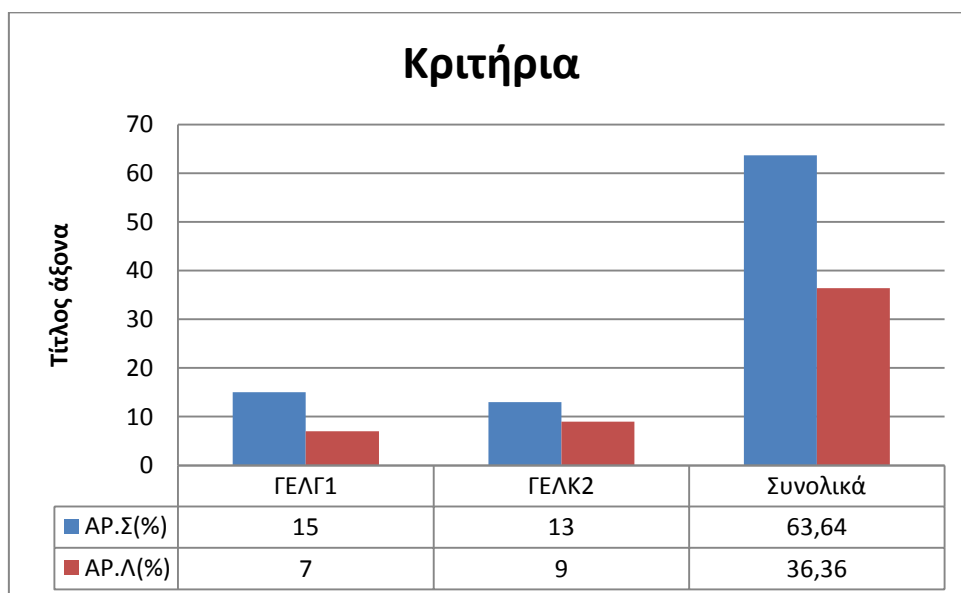
παρέμεινε στα ίδια επίπεδα. Στο δεύτερο σχολείο, το επίπεδο των σωστών απαντήσεων παρέμεινε στα ίδια επίπεδα ενώ των λανθασμένων μειώθηκε.

7.5.7. Κριτήρια



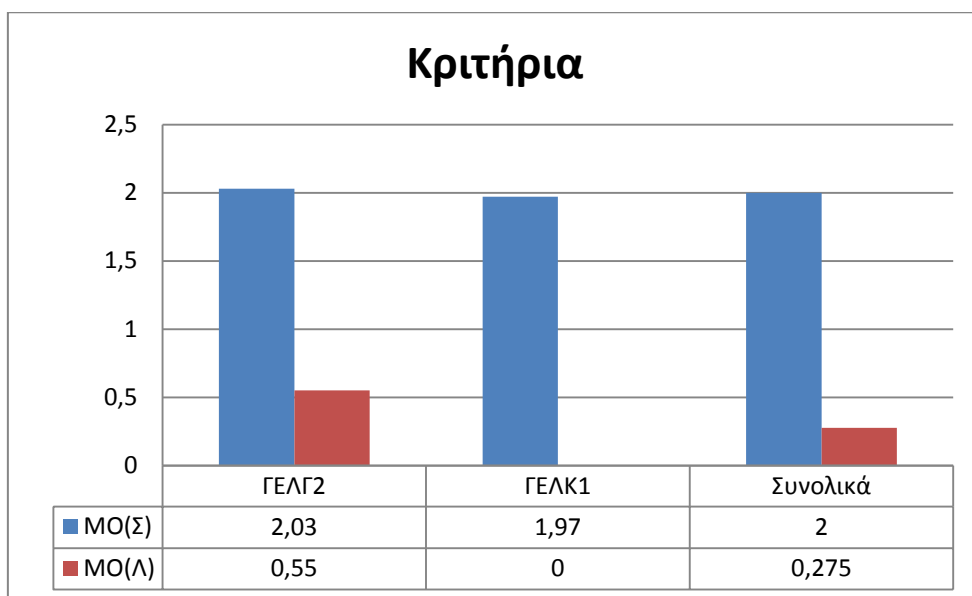
Γράφημα 144:Επίπεδο σωστών και λανθασμένων απαντήσεων για τα κριτήρια εύρεσης είδους δεσμού στα σχολεία όπου χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά το σχολικό βιβλίο στη διδασκαλία των δεσμών.

390

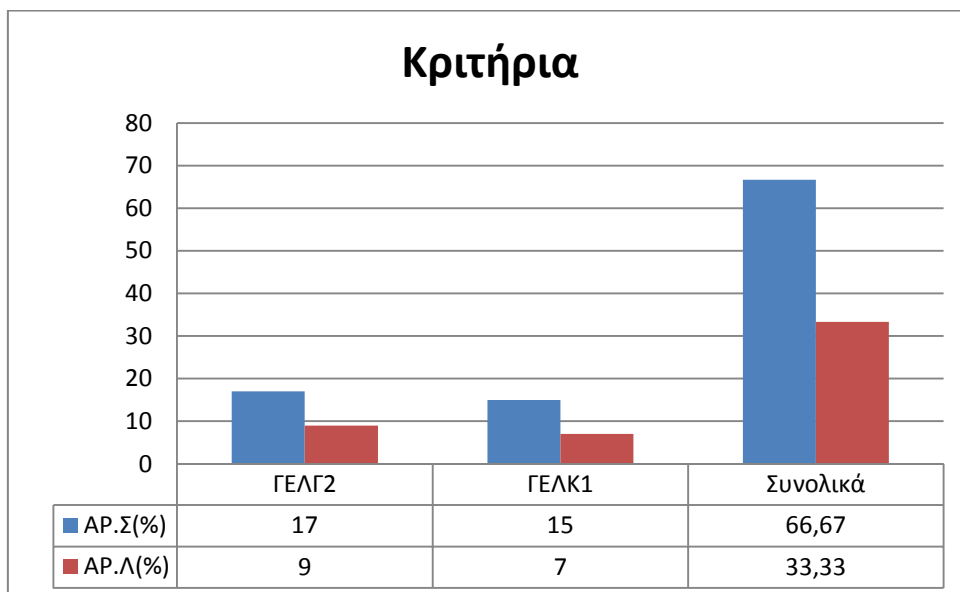


Γράφημα 145:Αριθμός σωστών και λανθασμένων απαντήσεων για τα κριτήρια εύρεσης είδους δεσμού στα σχολεία όπου χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά το σχολικό βιβλίο στη διδασκαλία των δεσμών.

Στην ερώτηση των κριτηρίων, πολλοί μαθητές που διδάχτηκαν από το σχολικό βιβλίο, απάντησαν σωστά, αν και εντοπίστηκαν αρκετές λανθασμένες απαντήσεις. Από το σύνολο των απαντήσεων όλων των ερωτήσεων των ερωτηματολογίων, είναι εκείνες με το υψηλότερο επίπεδο. Κατά την αξιολόγηση, εντοπίστηκαν πολλές σωστές απαντήσεις τρίτου επιπέδου. Οι μαθητές ήταν σε θέση να απαντήσουν στην ερώτηση παρουσιάζοντας πολυπαραγοντικές απαντήσεις.



Γράφημα 146:Επίπεδο σωστών και λανθασμένων απαντήσεων για τα κριτήρια εύρεσης είδους δεσμού στα σχολεία όπου χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά η προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση στη διδασκαλία των δεσμών.



Γράφημα 147: Αριθμός σωστών και λανθασμένων απαντήσεων για τα κριτήρια εύρεσης είδους δεσμού στα σχολεία όπου χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά η προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση στη διδασκαλία των δεσμών.

Μετά την προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση, οι μαθητές απάντησαν σωστά κατά πλειοψηφία. Η εικόνα των σωστών απαντήσεων είναι αριθμητικά περίπου η ίδια, είτε χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά το σχολικό βιβλίο, είτε η προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση. Όσον αφορά το επίπεδο των απαντήσεων, στην περίπτωση της χρήσης του σχολικού βιβλίου ήταν λίγο υψηλότερο από ότι με την προτεινόμενη παρέμβαση από την έρευνα. Και στη δεύτερη περίπτωση, εντοπίστηκαν πολλές ερωτήσεις τρίτου επιπέδου

Ερώτηση 3

Στην τρίτη ερώτηση, ζητήθηκε από τους μαθητές να αναφέρουν 1 ή 2 δυσκολίες που αντιμετώπισαν στην μελέτη του κεφαλαίου των δεσμών.

Αρχικά οι μαθητές εξεπλάγησαν με την ερώτηση και ζήτησαν πολλές φορές διευκρινήσεις για το τι πρέπει να απαντήσουν. Είναι φανερό πως οι μαθητές δεν έχουν συνηθίσει να αντιμετωπίζουν μεταγνωστικές ερωτήσεις.

Οι περισσότεροι ανέφεραν ότι δυσκολεύτηκαν στο σχεδιασμό των δομών Lewis και στην εύρεση του είδους του δεσμού μεταξύ συγκεκριμένων ατόμων. Επιβεβαιώνεται και η διαπίστωση που είχε γίνει στη δεύτερη πρόταση ότι τα παιδιά δυσκολεύτηκαν να δώσουν παραδείγματα των δομών. Οι άλλες δυσκολίες που ανέφεραν οι μαθητές ήταν στην κατανόηση της έννοιας της ηλεκτραρνητικότητας, ενώ λιγότεροι ανέφεραν την δυσκολία τους για τις ηλεκτροστατικές αλληλεπιδράσεις και της πολικότητας. Οι αναφορές των παιδιών επιβεβαιώνονται και από την αξιολόγηση των ερωτηματολογίων.

Οι μαθητές ανέφεραν τη δυσκολία εύρεσης του είδους του δεσμού. Πρέπει να τονιστεί εδώ πως ήταν η ερώτηση με τις καλύτερου επιπέδου απαντήσεις, οι οποίες όμως και αυτές ήταν αρκετά χαμηλά στην αξιολόγηση.

Πίνακας 161: Το σύνολο των απαντήσεων των παιδιών στην μεταγνωστική ερώτηση του β μέρους του ερωτηματολογίου.

Δυσκολίες στη μελέτη του κεφαλαίου των δεσμών

Σχεδιασμός δομών Lewis

Πολικότητα

Εύρεση κοινών ζευγών ηλεκτρονίων

Δυνάμεις Coulomb

Ηλεκτραρνητικότητα

Εύρεση είδους δεσμού

Ερώτηση 4

Η τέταρτη και τελευταία ερώτηση ρωτούσε τους μαθητές να αναφέρουν ποιος από τους δύο δεσμούς τους δυσκόλεψε περισσότερο. Οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν πως τους δυσκόλεψε περισσότερο ο ομοιοπολικός δεσμός. Για την δικαιολόγηση της απάντησής τους ανέφεραν έννοιες όπως δομές Lewis, ηλεκτραρνητικότητα και πολικότητα, οι οποίες αποδεικνύουν τις παρανοήσεις των μαθητών. Χαρακτηριστική παρατήρηση από την αξιολόγηση των ερωτηματολογίων ήταν η σύνδεση των εννοιών δομές Lewis, ηλεκτραρνητικότητας και πολικότητας αποκλειστικά με τον ομοιοπολικό δεσμό και οι δυνάμεις Coulomb αποκλειστικά με τον ιοντικό δεσμό.

7.6. Τελικά συμπεράσματα

7.6.1. Συνολικά αποτελέσματα 1^{ου} μέρους ερωτηματολογίου

393

1^ο Σχολείο:

Στο 1^ο Σχολείο, στο Α1 διδάχτηκε το κεφάλαιο του Χημικού δεσμού αποκλειστικά χρησιμοποιώντας το υλικό που περιέχει το σχολικό βιβλίο ενώ στο Α2 διδάχτηκε το κεφάλαιο με χρήση αποκλειστικά της διδακτικής παρέμβασης που προτείνεται από τη συγκεκριμένη εργασία.

Τα βασικά στοιχεία στα οποία εντοπίστηκαν οι περισσότερες λανθασμένες απαντήσεις ήταν:

α. η ενέργεια. Για την συγκεκριμένη έννοια, οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν πως δεν έχει καμία σχέση με το κεφάλαιο του χημικού δεσμού, αρκετοί ήταν αυτοί που δεν μπορούσαν να απαντήσουν, ενώ κάποιοι μαθητές απάντησαν σωστά πως αφορά και τον ιοντικό και τον ομοιοπολικό δεσμό.

β. Η ηλεκτραρνητικότητα. Είναι χαρακτηριστική παρανόηση στους μαθητές να νομίζουν διαβάζοντας το σχολικό βιβλίο, πως η έννοια αυτή αφορά την περιγραφή του ομοιοπολικού δεσμού και όχι και του ιοντικού όπως είναι το σωστό. Η παρατήρηση αυτή οφείλεται στο

γεγονός πως η ηλεκτρарνητικότητα περιγράφεται κατά την περιγραφή του ομοιοπολικού δεσμού με αποτέλεσμα να συνδέεται με αυτόν.

γ. Στον κανόνα οκτάδας πολλά παιδιά θεώρησαν πως αφορά μόνο τον ιοντικό δεσμό ενώ περίπου ίδιος ήταν και ο αριθμός των μαθητών που ανέφεραν πως αφορά και τα δύο είδη δεσμών.

δ. Η πολικότητα. Στην έννοια αυτή, πολλοί μαθητές απάντησαν πως δεν έχει καμία σχέση με την περιγραφή των δεσμών, ενώ όσοι απάντησαν την συνέδεσαν με τον ομοιοπολικό δεσμό. Επίσης χαρακτηριστική παρανόηση των μαθητών και γίνεται γιατί στο σχολικό βιβλίο, η πολικότητα αναφέρεται μόνο κατά την περιγραφή του πολικού και μη πολικού ομοιοπολικού δεσμού.

ε. Οι δυνάμεις Coulomb. Επίσης μια παρανόηση που εντοπίζεται είναι για τη σύνδεση των ηλεκτροστατικών δυνάμεων Coulomb με την περιγραφή του ιοντικού δεσμού. Είναι γεγονός πως στα σχολικά εγχειρίδια η μελέτη του ιοντικού δεσμού εμπεριέχει σχεδόν πάντα την αναφορά στις δυνάμεις Coulomb και γι αυτό οι μαθητές κάνουν αυτή τη σύνδεση.

ζ. Οι δομές Lewis. Άλλη μια χαρακτηριστική παρανόηση που οφείλεται στην περιγραφή από τα σχολικά εγχειρίδια μόνο δομών Lewis ομοιοπολικών ενώσεων.

Για το Α2 όπου πραγματοποιήθηκε η διδακτική παρέμβαση εντοπίστηκαν τα παρακάτω:

Μετά την διδακτική παρέμβαση βλέπουμε πως οι παρανοήσεις έχουν μειωθεί αρκετά. Στις περιπτώσεις της ηλεκτρарνητικότητας, του κανόνα της οκτάδας και των δυνάμεων Coulomb οι μαθητές ανταποκρίθηκαν απαντώντας σωστά πως αφορούν και τα δύο είδη δεσμών.

Για την πολικότητα και τις δυνάμεις Lewis αν και οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν σωστά, ένας μικρός αριθμός ανέφερε ότι είναι έννοιες που περιγράφουν αποκλειστικά τον ομοιοπολικό δεσμό.

Στην περίπτωση της ενέργειας, οι περισσότεροι απάντησαν σωστά αλλά αρκετοί απάντησαν επίσης πως η συγκεκριμένη έννοια δεν έχει σχέση με το κεφάλαιο των δεσμών.

2^ο Σχολείο

Στο 2^ο σχολείο, στο Α1 έγινε η διδακτική παρέμβαση και στο Α2 η διδασκαλία με χρήση του σχολικού βιβλίου.

Εκτός από τον κανόνα της οκτάδας όπου σωστά απάντησαν οι μαθητές πως χρησιμοποιείται κατά την μελέτη του ιοντικού και ομοιοπολικού δεσμού, σε όλες τις

υπόλοιπες έννοιες εντοπίζονται οι ίδιες ακριβώς παρανοήσεις που περιγράφηκαν στην ομάδα ελέγχου του 1^{ου} σχολείου. Στην περίπτωση της έννοιας της πολικότητας αν και οι περισσότεροι απάντησαν σωστά πως αφορά τον ιοντικό και τον ομοιοπολικό δεσμό, είναι σχεδόν άλλοι τόσοι οι μαθητές που συνδέουν την έννοια αποκλειστικά με τον ομοιοπολικό δεσμό.

Μετά την διδακτική παρέμβαση, παρατηρείται επικράτηση των σωστών απαντήσεων στις έννοιες της ενέργειας, της ηλεκτραρνητικότητας και του κανόνα της οκτάδας, ενώ αύξηση των σωστών απαντήσεων παρατηρείται στην έννοια της πολικότητας. Για τις απαντήσεις των μαθητών που αφορούν τις έννοιες των δυνάμεων Coulomb και των δομών Lewis δεν παρατηρήθηκε μεταβολή.

7.6.2. Συνολικά αποτελέσματα αξιολόγησης β' μέρους ερωτηματολογίου

Ερώτηση 1^η

1^ο Σχολείο

Οι 22 μαθητές του Α1 του 1^{ου} σχολείου, διδάχτηκαν το κεφάλαιο του χημικού δεσμού αποκλειστικά μέσα από το σχολικό βιβλίο.

Στο πρώτο τμήμα Α1

Μελετώντας τις σωστές απαντήσεις βγαίνουν τα παρακάτω συμπεράσματα:

Οι περισσότεροι μαθητές είχαν καμία, μία ή δύο σωστές απαντήσεις. Μόνο 5 μαθητές είχαν 3-4 σωστές απαντήσεις, ενώ μόνο δύο είχαν πέντε σωστές απαντήσεις.

Από τον τρόπο δικαιολόγησης της σωστής τους απάντησης παρατηρείται μέσω της ταξινομίας Solo, πως οι περισσότερες απαντήσεις ανήκουν στο πρώτο ή προδομικό επίπεδο ή στο μεταβατικό στάδιο μεταξύ του πρώτου και δεύτερου επιπέδου. Αυτό σημαίνει πως ενώ απαντά σωστά κατά την δικαιολόγησή του:

Είτε κάνει έναν άσχετο συνειρμό βασισμένο σε προσωπικά δεδομένα

Δεν εξετάζει τους διαφόρους παράγοντες και έννοιες που έχουν σχέση με το θέμα και δεν προβαίνει σε κανένα συσχετισμό τους

Χρησιμοποιεί μόνο λίγες από τις διαθέσιμες πληροφορίες και σπάνια καταλήγει σε συμπέρασμα

Είτε μεταφέρει την ερώτηση καταφατικά (ταυτολογία).

Στο μεταβατικό στάδιο μεταξύ του πρώτου και δεύτερου επιπέδου: Ο μαθητής χρησιμοποιεί ανεπαρκώς κάποιο σχετικό στοιχείο κάνοντας με ανακρίβεια μία υπόθεση.

Μόνο 5 μαθητών οι απαντήσεις χαρακτηρίζονται ως δεύτερου επιπέδου ή ανήκουν στο μεταβατικό στάδιο δεύτερου και τρίτου επιπέδου. Αυτό σημαίνει πως ο μαθητής:

Επιλέγει ένα από τα σχετικά στοιχεία της παρουσίας και επικεντρώνεται σε αυτό

Ανταποκρίνεται με περιορισμένο τρόπο. Σπάνια συνδέει τμήματα πληροφοριών και δεν δίνει εξηγήσεις

Δεν καταλήγει σε συμπέρασμα ή το συμπέρασμα προκύπτει βιαστικά από λίγα στοιχεία.

Στο μεταβατικό στάδιο μεταξύ του δεύτερου και τρίτου επιπέδου: Ο μαθητής επιλέγει δύο σχετικά στοιχεία που δεν συμφωνούν, είναι ασυνεπή και αποτρέπουν την εξαγωγή συμπεράσματος.

Οι καλύτερες απαντήσεις σε αυτό το τμήμα είναι δύο και χαρακτηρίζονται ως τρίτου επιπέδου, γιατί ο μαθητής:

Επιλέγει δύο ή περισσότερα στοιχεία και τα παραθέτει, αναφέροντάς τα απλώς με μία σειρά, αγνοώντας τους συσχετισμούς.

Δεν χρησιμοποιεί όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες και δεν επιχειρεί να κάνει συσχετισμούς.

Συνήθως δεν καταλήγει σε συμπέρασμα ή οδηγείται σε εναλλακτικό συμπέρασμα ή ακόμη μπορεί να αναφέρει το αναμενόμενο συμπέρασμα αποσπασματικά, χωρίς αυτό να προκύπτει από τα δεδομένα και τη λογική που παρουσίασε πριν.

Ο τόνος στο λόγο του παρουσιάζεται περιγραφικός, δηλωτικός.

Από το σύνολο των μέσων όρων παρατηρούνται τα εξής για τις λανθασμένες απαντήσεις στο Αι του 1^{ου} σχολείου:

1. Οι περισσότεροι μαθητές είχαν 5-6 λανθασμένες απαντήσεις. Αντίθετα μόνο 2 μαθητές είχαν από 1-2 λανθασμένες απαντήσεις και πέντε μαθητές από 3-4 λανθασμένες απαντήσεις.

2. Η αξιολόγηση των λανθασμένων απαντήσεων απέδειξε πως η δικαιολόγηση των περισσότερων μαθητών ήταν πρώτου ή στο μεταβατικό στάδιο πρώτου και δεύτερου επιπέδου. Μόνο δύο μαθητών οι απαντήσεις αξιολογήθηκαν η μία ως δεύτερου επιπέδου και η δεύτερη σχεδόν να ανήκει στο μεταβατικό στάδιο δεύτερου και τρίτου επιπέδου.

Μελετώντας τις απαντήσεις των μαθητών ως προς την κάθε πρόταση ξεχωριστά , βγαίνουν τα εξής συμπεράσματα:

Η πρόταση με τις πιο πολλές σωστές απαντήσεις είναι του 2^{ου} θέματος που ρωτά τα παιδιά να γράψουν τα κριτήρια εντοπισμού του είδους του δεσμού. Έπειτα οι σωστές απαντήσεις δόθηκαν στην πρόταση για τα ηλεκτρόνια σθένους . Ελάχιστες οι σωστές απαντήσεις για τις προτάσεις της ηλεκτραρνητικότητας, των δομών Lewis, του κανόνα της οκτάδας, της πολικότητας και των ηλεκτροστατικών δυνάμεων. Η αδυναμία αυτή εντοπίστηκε και στην αξιολόγηση του α ' μέρους για τις έννοιες αυτές, αλλά επιβεβαιώνεται και στο β ' μέρος.

Οι περισσότερες απαντήσεις που αξιολογήθηκαν ήταν πρώτου επιπέδου για τις δομές Lewis και του κανόνα της οκτάδας ή πρώτου αλλά και μεταβατικού πρώτου και δεύτερου επιπέδου για τις υπόλοιπες έννοιες. Μόνο οι απαντήσεις για τα κριτήρια εύρεσης δεσμών αξιολογήθηκαν ως δεύτερου αλλά και ως μεταβατικού σταδίου δεύτερου και τρίτου επιπέδου.

Για τις λανθασμένες απαντήσεις ,όπως είναι φυσικό, αριθμητικά είναι η αντίστροφη εικόνα των σωστών απαντήσεων. Αυτό που έχει σημασία είναι η ποιότητα των λανθασμένων απαντήσεων. Παρατηρείται πως εκτός ελάχιστων απαντήσεων δευτέρου επιπέδου , οι περισσότερες είναι πρώτου επιπέδου, ενώ πολύ λιγότερες στο μεταβατικό στάδιο πρώτου και δεύτερου επιπέδου.

Στο δεύτερο τμήμα: Α2

Η διδασκαλία του κεφαλαίου των δεσμών έγινε μέσα από πρότυπη διδακτική παρέμβαση η οποία προτείνεται στη συγκεκριμένη εργασία. Στη συνέχεια δόθηκαν στους μαθητές τα ερωτηματολόγια τα οποία συμπληρώθηκαν.

Αξιολογώντας τις σωστές απαντήσεις των μαθητών, βγαίνουν τα εξής συμπεράσματα:

Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων αυξήθηκε σημαντικά μετά την παρέμβαση , σε σχέση με το άλλο τμήμα. Ελάχιστοι οι μαθητές με 2-3 σωστές απαντήσεις, ενώ με 5-6 σωστές απαντήσεις είναι οι περισσότεροι μαθητές.

Ως προς την αξιολόγηση των απαντήσεων των μαθητών και εδώ φαίνεται πως βελτιώθηκε η εικόνα με αύξηση των απαντήσεων δευτέρου επιπέδου, μεταβατικού σταδίου δεύτερου και τρίτου επιπέδου, τρίτου επιπέδου αλλά και μεταβατικού σταδίου τρίτου και τέταρτου επιπέδου και τέταρτου επιπέδου. Ειδικά για το μεταβατικό στάδιο τρίτου και τέταρτου επιπέδου αλλά και τέταρτου επιπέδου, επειδή είναι η πρώτη φορά που συναντάμε απαντήσεις αυτών των επιπέδων , πρέπει να αναφερθεί πως ο μαθητής: Στο μεταβατικό

στάδιο μεταξύ του τρίτου και τέταρτου επιπέδου, αναγνωρίζει κάποια ανακολουθία, αλλά δεν μπορεί να την αντιμετωπίσει ή κάνει επιμέρους συσχετισμό των δεδομένων. Ενώ στο τέταρτο επίπεδο ο μαθητής:

Χρησιμοποιεί τις περισσότερες ή όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες, τις συνδέει με συνεπή τρόπο και τις ενσωματώνει σε ένα εννοιολογικό σχήμα, με το οποίο αντιμετωπίζει και τις αντικρουόμενες καταστάσεις.

Αρχίζει να δίνει εξηγήσεις συνδυάζοντας τα στοιχεία και αναζητώντας σχέσεις αιτίου και αποτελέσματος. Έτσι παράγει ένα επιχείρημα και δεν αρκείται απλώς σε μια παράθεση σχετικών στοιχείων.

Η διαδικασία της επαγωγής οδηγεί σε ένα επιστημονικά αποδεκτό συμπέρασμα. Ως εκ τούτου δεν αναφέρεται καμία εναλλακτική λύση.

Ο τόνος στο λόγο του είναι επεξηγηματικός.

Μελετώντας τις λανθασμένες απαντήσεις των μαθητών εντοπίζονται τα παρακάτω:

Όσον αφορά τον αριθμό των λανθασμένων απαντήσεων των μαθητών του A2, είναι αρκετά λιγότερες σε σχέση με το A1. Μόνο δύο μαθητές έχουν 5 λανθασμένες απαντήσεις, ενώ επτά έχουν τέσσερις λανθασμένες απαντήσεις. Οι περισσότεροι μαθητές έχουν 1-3 λανθασμένες απαντήσεις.

Το ενδιαφέρον στην αξιολόγηση των λανθασμένων απαντήσεων είναι ότι το επίπεδό τους είναι πιο υψηλό σε σχέση με το A1 τμήμα. Εντοπίζονται περισσότερες απαντήσεις δεύτερου, τρίτου επιπέδου αλλά και περισσότερες απαντήσεις στο μεταβατικό στάδιο δεύτερου και τρίτου επιπέδου.

Μελετώντας τις σωστές απαντήσεις των μαθητών ως προς την εκάστοτε έννοια, εντοπίζονται τα εξής:

Η εικόνα του αριθμού των σωστών απαντήσεων και στις προτάσεις εννοιών όπως η ηλεκτραρνητικότητα, οι δομές Lewis, οι δυνάμεις Coulomb και η πολικότητα έχει βελτιωθεί σημαντικά. Μόνο στην πρόταση του κανόνα της οκτάδας οι μαθητές συνέχισαν να δυσκολεύονται. Η πρόταση του κανόνα της οκτάδας οδήγησε πολλούς μαθητές σε λανθασμένες απαντήσεις, όχι για το γεγονός ότι αφορά και τα δύο είδη δεσμού (ιοντικός και ομοιοπολικός), αλλά για το εάν απαιτεί ή όχι αναγκαία προϋπόθεση για να σχηματιστεί δεσμός.

Όσον αφορά την αξιολόγηση των απαντήσεων παρατηρείται πως και το επίπεδο των απαντήσεων γενικότερα είναι πιο βελτιωμένο από το A1, όπου οι απαντήσεις ήταν

πρώτου επιπέδου. Στο τμήμα A2, οι απαντήσεις για τις προτάσεις όλων των εννοιών είναι τουλάχιστον μεταβατικού σταδίου πρώτου και δευτέρου επιπέδου, ενώ εντοπίστηκαν και απαντήσεις δευτέρου επιπέδου για όλες τις έννοιες. Ειδικά για την πρόταση του κανόνα της οκτάδας και των κριτηρίων σχηματισμού δεσμού, οι μαθητές είχαν απαντήσεις κυρίως δευτέρου επιπέδου. Οι έννοιες που φαίνεται να δυσκόλεψαν περισσότερο τους μαθητές ήταν οι δομές Lewis και των δυνάμεων Coulomb.

Όσον αφορά τον αριθμό των λανθασμένων απαντήσεων, φυσικά είναι μικρότερος, αφού αυξήθηκαν οι σωστές απαντήσεις. Τα περισσότερα λάθη εντοπίζονται στις προτάσεις του κανόνα της οκτάδας, έπειτα των δομών Lewis και στην πολικότητα. Αυτό που έχει ενδιαφέρον, είναι η βελτίωση του επιπέδου των λανθασμένων απαντήσεων. Παρατηρήθηκε αύξηση των απαντήσεων μεταβατικού σταδίου πρώτου και δευτέρου επιπέδου, αλλά και δευτέρου επιπέδου.

2^ο Σχολείο

Στο 2^ο σχολείο, εφαρμόστηκε και εδώ παρέμβαση στο διδακτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε. Στο μεν A2, με το οποίο θα ξεκινήσει η αξιολόγηση, ο εκπαιδευτικός στη διδασκαλία του βασίστηκε αποκλειστικά στο σχολικό εγχειρίδιο. Αντίθετα, στο A1, χρησιμοποιήθηκε στη διδασκαλία, η πρότυπη διδακτική παρέμβαση που προτείνεται από τη συγκεκριμένη εργασία.

Στο δεύτερο τμήμα A2

Από την αξιολόγηση των σωστών και λανθασμένων απαντήσεων, ως προς τον αριθμό τους αλλά και το επίπεδό τους βάσει της μεθόδου Solo, εντοπίζονται τα εξής:

Οι περισσότεροι μαθητές απαντούν σωστά σε 4-5 ερωτήσεις. Μόνο δύο είναι οι μαθητές που απαντούν σωστά σε πέντε από τις επτά ερωτήσεις που αξιολογούνται, ενώ μόνο ένας μαθητής απαντά σωστά σε μία ερώτηση. Ακριβώς αντίθετες όπως είναι φυσικό είναι οι παρατηρήσεις για τις λανθασμένες απαντήσεις. Είναι βασικό να τονίσουμε πως μόνο ένας μαθητής απάτησε λανθασμένα στις έξι από τις επτά ερωτήσεις. Σε αντίθεση με το A1 όπου είναι τρεις οι μαθητές με τις έξι λανθασμένες απαντήσεις. Είναι χαρακτηριστικό πως ο μέσος όρος των σωστών απαντήσεων και στα δύο τμήματα είναι σχεδόν ο ίδιος. Είναι

λιγότεροι από το πρώτο τμήμα οι μαθητές που απάντησαν σωστά σε πέντε ερωτήσεις αλλά και αυτοί που απάντησαν σε μία ερώτηση.

Όσον αφορά την αξιολόγηση των απαντήσεων των μαθητών παρατηρείται πως οι περισσότερες είναι πρώτου επιπέδου ή βρίσκονται στο μεταβατικό στάδιο πρώτου και δεύτερου επιπέδου. Επίσης τρεις μαθητές έδωσαν από μία απάντηση που ανήκει στο μεταβατικό στάδιο δεύτερου και τρίτου επιπέδου. Είναι χαρακτηριστικό πως βρέθηκε απάντηση τρίτου επιπέδου από ένα μαθητή, που αφορούσε την ερώτηση της καταγραφής των κριτηρίων για την εύρεση του είδους του δεσμού που θα σχηματιστεί.

Ίδια εικόνα και στις λανθασμένες απαντήσεις. Αρκετοί μαθητές, δεν απάντησαν καθόλου, ενώ εκείνοι που απάντησαν λανθασμένα με μονολεκτικό τρόπο. Οι περισσότερες απαντήσεις χαρακτηρίστηκαν ως μεταβατικού σταδίου πρώτου και δεύτερου επιπέδου, σε αντίθεση με το πρώτο επίπεδο που οι περισσότεροι μαθητές είτε δεν απάντησαν καθόλου ή έδωσαν απαντήσεις πρώτου επιπέδου. Εντοπίστηκαν και λανθασμένες απαντήσεις δεύτερου επιπέδου, ενώ βρέθηκε και μία απάντηση που κατατάσσεται στο μεταβατικό στάδιο δεύτερου και τρίτου επιπέδου, στην ερώτηση για τον κανόνα της οκτάδας.

Όσον αφορά τους μέσους όρους για κάθε έννοια ξεχωριστά παρατηρήθηκαν τα εξής: Οι περισσότερες σωστές απαντήσεις δόθηκαν από τους μαθητές στην ερώτηση που αφορά τα ηλεκτρόνια σθένους. Λιγότερες οι σωστές απαντήσεις για την πολικότητα και τα κριτήρια σχηματισμού του δεσμού. Οι μαθητές φαίνεται πως δυσκολεύτηκαν αρχικά στην ερώτηση της ηλεκτραρνητικότητας αλλά κυρίως στις ερωτήσεις των δομών Lewis και του κανόνα της οκτάδας.

Όσον αφορά την αξιολόγηση των απαντήσεων εντοπίστηκε ότι: το επίπεδο των σωστών απαντήσεων είναι πολύ χαμηλό, αλλά πιο υψηλό από τις αντίστοιχες του πρώτου τμήματος. Είναι απαντήσεις πρώτου επιπέδου και κυρίως ανήκουν στο μεταβατικό στάδιο πρώτου και δεύτερου επιπέδου. Ομοίως, και το επίπεδο των λανθασμένων απαντήσεων είναι αρκετά χαμηλό, πρώτου επιπέδου, απαντήσεις που ανήκουν στο μεταβατικό στάδιο πρώτου και δεύτερου επιπέδου και ελάχιστες εξαιρέσεις απαντήσεων που ανήκουν στο μεταβατικό στάδιο δεύτερου και τρίτου επιπέδου.

Στο δεύτερο τμήμα Α1

Οι περισσότεροι μαθητές έχουν 4-5 σωστές απαντήσεις, ενώ μόνο 4 μαθητές απάντησαν σε μία μόνο ερώτηση. Οι μαθητές που απάντησαν σωστά σε πέντε ερωτήσεις είναι

περισσότεροι από τα προηγούμενο τμήμα. Οι σωστές απαντήσεις των μαθητών ήταν κυρίως μονολεκτικές. Κατά την αξιολόγηση των απαντήσεων εντοπίστηκε από τους μαθητές αδυναμία δικαιολόγησης της απάντησής τους με αποτέλεσμα να απαντούν μονολεκτικά. Εντοπίστηκαν κάποιες απαντήσεις δευτέρου επιπέδου, οι οποίες ανήκουν στην πρόταση των κριτηρίων σχηματισμού δεσμού. Συνολικά το επίπεδο των μαθητών ήταν παρόμοιο στα δύο τμήματα. Οι μαθητές στο πρώτο τμήμα:

Είτε μετέφεραν την ερώτηση καταφατικά (ταυτολογία).

Είτε ανέφεραν έναν άσχετο συνειρμό βασισμένο σε προσωπικά δεδομένα.

Δεν εξέτασαν τους διαφόρους παράγοντες και έννοιες που έχουν σχέση με το θέμα και δεν προβήκανε σε κανένα συσχετισμό τους.

Χρησιμοποιούν μόνο λίγες από τις διαθέσιμες πληροφορίες και σπάνια καταλήγει σε συμπέρασμα.

Επίσης κάποιοι μαθητές χρησιμοποίησαν ανεπαρκώς κάποιο σχετικό στοιχείο κάνοντας με ανακρίβεια μία υπόθεση.

Όσον αφορά την μελέτη των λανθασμένων απαντήσεων ήταν κυρίως πρώτου επιπέδου. Οι μαθητές απάντησαν μονολεκτικά με αδυναμία να δικαιολογήσουν την απάντησή τους.

Κατά την μελέτη των διαγράμμάτων που αφορούν την κάθε πρόταση ξεχωριστά, στο σύνολο των μαθητών, εντοπίστηκαν τα εξής:

Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων κατά μέσο όρο είναι μεγαλύτερος στο τμήμα που πραγματοποιήθηκε η παρέμβαση, χωρίς όμως να παρατηρείται μεγάλη διαφορά. Οι διαφορά εντοπίζεται στην ποιότητα των απαντήσεων των μαθητών. Εντοπίζονται περισσότερες απαντήσεις ανωτέρου επιπέδου για την ερώτηση ηλεκτρονίων σθένους από το δεύτερο τμήμα. Κυρίως πρώτου επιπέδου με ελάχιστες εξαιρέσεις που ανήκουν στο μεταβατικό στάδιο πρώτου και δεύτερου επιπέδου. Εξαίρεση αποτελεί η πρόταση των κριτηρίων η οποία δυσκόλεψε λιγότερο τα παιδιά. Για τις δομές Lewis και τον κανόνα της οκτάδας, οι σωστές απαντήσεις ήταν οι λιγότερες από όλες τις έννοιες. Στο συγκεκριμένο τμήμα όπως αναφέρθηκε, έγινε διδακτική παρέμβαση με προτεινόμενο διδακτικό υλικό, για τη διδασκαλία του κεφαλαίου του χημικού δεσμού.

7.7. Στατιστική ανάλυση: Περίπτωση σχολείων δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στα οποία πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση

7.7.1. Συγκριτική ανάλυση α' μέρους ερωτηματολογίου μέσω του Chi-Square Test

Σχολείο 1^ο :ΓΕΛΓ

Στο σχολείο της Γουμένισσας στο δεύτερο τμήμα εφαρμόστηκε η διδακτική παρέμβαση την οποία προτείνει η συγκεκριμένη έρευνα, ενώ στο πρώτο τμήμα διδάχτηκε η ύλη αποκλειστικά από το σχολικό βιβλίο. Στη συνέχεια και τα δύο τμήματα συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο που τους δόθηκε.

Η αξιολόγηση του α' μέρους του ερωτηματολογίου έγινε με χρήση του στατιστικού κριτηρίου χ^2 .

Πίνακας 162: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια των απωστικών δυνάμεων του α' μέρους του ερωτηματολογίου του σχολείου της Γουμένισσας στο τμήμα του οποίου δεν πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	3	4,4	-1,4
Καμία σχέση	1	4,4	-3,4
Ομοιοπολικός δεσμός	3	4,4	-1,4
Ιοντικός δεσμός	6	4,4	1,6
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	9	4,4	4,6
Total	22		

	Απωστικές δυνάμεις
Chi-Square(a)	8,909
Df	4
Asymp. Sig.	,063

Πίνακας 163: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια των απωστικών δυνάμεων του α' μέρους του ερωτηματολογίου του σχολείου της Γουμένισσας στο τμήμα του οποίου πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	2	5,2	-3,2
Καμία σχέση	1	5,2	-4,2
Ομοιοπολικός δεσμός	10	5,2	4,8
Ιοντικός δεσμός	1	5,2	-4,2
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	12	5,2	6,8
Total	26		

	Απωστικές δυνάμεις
Chi-Square(a)	22,077
df	4
Asymp. Sig.	,000

Από τις απαντήσεις των μαθητών διαφαίνεται πως, αν και οι απαντήσεις του δεύτερου τμήματος είναι καλύτερες από του πρώτου, υπάρχουν αρκετοί μαθητές και στα δύο τμήματα που δυσκολεύτηκαν να συνδέσουν τις απωστικές δυνάμεις και με τα δύο είδη δεσμών. Η συσχέτιση είναι στατιστικώς σημαντική στο δεύτερο τμήμα και δεν είναι σημαντική στο πρώτο.

403

Πίνακας 164: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια των ελκτικών δυνάμεων του α' μέρους του ερωτηματολογίου του σχολείου της Γουμένισσας στο τμήμα του οποίου δεν πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	2	5,5	-3,5
Ομοιοπολικός δεσμός	2	5,5	-3,5
Ιοντικός δεσμός	2	5,5	-3,5
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	16	5,5	10,5
Total	22		

	Ελκτικές δυνάμεις
Chi-Square(a)	26,727
df	3
Asymp. Sig.	,000

Πίνακας 165: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια των ελκτικών δυνάμεων του α' μέρους του ερωτηματολογίου του σχολείου της Γουμένισσας στο τμήμα του οποίου πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	2	5,2	-3,2
Καμία σχέση	1	5,2	-4,2
Ομοιοπολικός δεσμός	3	5,2	-2,2
Ιοντικός δεσμός	5	5,2	-,2
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	15	5,2	9,8
Total	26		

	Ελκτικές δυνάμεις
Chi-Square(a)	24,769
df	4
Asymp. Sig.	,000

Οι μαθητές αντιμετώπισαν λιγότερες δυσκολίες στην σύνδεση των ελκτικών δυνάμεων και στα δύο τμήματα με τα δύο είδη δεσμών. Φυσικά, στο σημείο αυτό πρέπει να τονιστεί ότι, στο ερωτηματολόγιο είχε δοθεί παράδειγμα σχηματισμού προτάσεων που ανέφερε πως οι ελκτικές δυνάμεις αφορούν και τα δύο είδη δεσμών. Η συσχέτιση ήταν σημαντική και στα δύο τμήματα.

404

Πίνακας 166: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια της ηλεκτραρνητικότητας του α' μέρους του ερωτηματολογίου του σχολείου της Γουμένισσας στο τμήμα του οποίου δεν πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	3	4,4	-1,4
Καμία σχέση	2	4,4	-2,4
Ομοιοπολικός δεσμός	8	4,4	3,6
Ιοντικός δεσμός	5	4,4	,6
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	4	4,4	-,4
Total	22		

	Ηλεκτραρνητικότητα
Chi-Square(a)	4,818
df	4
Asymp. Sig.	,306

Πίνακας 167: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια της ηλεκτραρνητικότητας του α' μέρους του ερωτηματολογίου του σχολείου της Γουμένισσας στο τμήμα του οποίου πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

	Observed N	Expected N	Residual
Καμία σχέση	1	6,5	-5,5
Ομοιοπολικός δεσμός	2	6,5	-4,5
Ιοντικός δεσμός	3	6,5	-3,5
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	20	6,5	13,5
Total	26		

	Ηλεκτραρνητικότητα
Chi-Square(a)	37,692
df	3
Asymp. Sig.	,000

Στο δεύτερο τμήμα οι μαθητές απάντησαν σωστά , σε αντίθεση με το πρώτο όπου οι μαθητές δυσκολεύτηκαν να συνδέσουν την έννοια της ηλεκτραρνητικότητας και με τα δύο είδη δεσμού. Η συσχέτιση είναι στατιστικώς σημαντική μόνο στο δεύτερο τμήμα.

405

Πίνακας 168: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια των δομών Lewis του α' μέρους του ερωτηματολογίου του σχολείου της Γουμένισσας στο τμήμα του οποίου δεν πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	2	5,5	-3,5
Καμία σχέση	2	5,5	-3,5
Ομοιοπολικός δεσμός	15	5,5	9,5
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	3	5,5	-2,5
Total	22		

	Δομές Lewis
Chi-Square(a)	22,000
Df	3
Asymp. Sig.	,000

Πίνακας 169: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια των δομών Lewis του α' μέρους του ερωτηματολογίου του σχολείου της Γουμένισσας στο τμήμα του οποίου πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	1	6,5	-5,5
Καμία σχέση	4	6,5	-2,5
Ομοιοπολικός δεσμός	7	6,5	,5
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	14	6,5	7,5
Total	26		

	Δομές Lewis
Chi-Square(a)	14,308
Df	3
Asymp. Sig.	,003

Οι δομές Lewis δυσκόλεψαν τους μαθητές του πρώτου τμήματος, οι οποίοι ανέφεραν πως οι δομές περιγράφουν μόνο τον ομοιοπολικό δεσμό. Στο δεύτερο τμήμα οι μαθητές δεν δυσκολεύτηκαν και η περισσότεροι απάντησαν σωστά. Η συσχέτιση ήταν στατιστικά σημαντική και στα δύο τμήματα.

Πίνακας 170: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια του κανόνα της οκτάδας του α' μέρους του ερωτηματολογίου του σχολείου της Γουμένισσας στο τμήμα του οποίου δεν πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	2	4,4	-2,4
Καμία σχέση	3	4,4	-1,4
Ομοιοπολικός δεσμός	3	4,4	-1,4
Ιοντικός δεσμός	7	4,4	2,6
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	7	4,4	2,6
Total	22		

	Κανόνας οκτάδας
Chi-Square(a)	5,273
Df	4
Asymp. Sig.	,260

Πίνακας 171: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια του κανόνα της οκτάδας του α' μέρους του ερωτηματολογίου του σχολείου της Γουμένισσας στο τμήμα του οποίου πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	5	8,7	-3,7
Ομοιοπολικός δεσμός	4	8,7	-4,7
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	17	8,7	8,3
Total	26		

	Κανόνας οκτάδας
Chi-Square(a)	12,077
Df	2
Asymp. Sig.	,002

Στην ερώτηση του κανόνα της οκτάδας, η εικόνα είναι η ίδια. Οι μαθητές του δεύτερου τμήματος απάντησαν σωστά, ενώ του πρώτου δυσκολευτήκαν να συνδέσουν τον κανόνα της οκτάδας και με τα δύο είδη δεσμού. Η συσχέτιση ήταν στατιστικώς σημαντική μόνο στο δεύτερο τμήμα.

407

Πίνακας 172: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια των δυνάμεων Coulomb του α' μέρους του ερωτηματολογίου του σχολείου της Γουμένισσας στο τμήμα του οποίου δεν πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	2	4,4	-2,4
Καμία σχέση	1	4,4	-3,4
Ομοιοπολικός δεσμός	5	4,4	,6
Ιοντικός δεσμός	9	4,4	4,6
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	5	4,4	,6
Total	22		

	Δυνάμεις Coulomb
Chi-Square(a)	8,909
df	4
Asymp. Sig.	,063

Πίνακας 173: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια των δυνάμεων Coulomb του α' μέρους του ερωτηματολογίου του σχολείου της Γουμένισσας στο τμήμα του οποίου πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	1	5,2	-4,2
Καμία σχέση	4	5,2	-1,2
Ομοιοπολικός δεσμός	3	5,2	-2,2
Ιοντικός δεσμός	2	5,2	-3,2
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	16	5,2	10,8
Total	26		

	Δυνάμεις Coulomb
Chi-Square(a)	29,000
df	4
Asymp. Sig.	,000

Οι δυνάμεις Coulomb δυσκόλεψαν τους μαθητές του πρώτου τμήματος. Οι περισσότεροι συνέδεσαν τις δυνάμεις με την περιγραφή αποκλειστικά του ιοντικού δεσμού και όχι του ομοιοπολικού δεσμού. Μία παρατήρηση η οποία δικαιολογείται αφού η αναφορά στις δυνάμεις Coulomb γίνεται κατά την περιγραφή του ιοντικού δεσμού. Στο δεύτερο τμήμα, μετά την διδακτική παρέμβαση οι μαθητές ήταν σε θέση να εντοπίσουν την ύπαρξη των ηλεκτροστατικών δυνάμεων κατά τον σχηματισμό και των δύο ειδών δεσμού. Η συσχέτιση στο πρώτο τμήμα δεν είναι στατιστικά σημαντική γιατί $p > 0.05$ ενώ στο δεύτερο είναι γιατί $p < 0.05$.

Πίνακας 174: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια των ηλεκτρονίων σθένους του α' μέρους του ερωτηματολογίου του σχολείου της Γουμένισσας στο τμήμα του οποίου δεν πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_ Δεν απαντώ	1	4,4	-3,4
Καμία σχέση	3	4,4	-1,4
Ομοιοπολικός δεσμός	2	4,4	-2,4
Ιοντικός δεσμός	5	4,4	,6
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	11	4,4	6,6
Total	22		

	Ηλεκτρόνια σθένους
Chi-Square(a)	14,364
df	4
Asymp. Sig.	,006

Πίνακας 175: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια των ηλεκτρονίων σθένους του α' μέρους του ερωτηματολογίου του σχολείου της Γουμένισσας στο τμήμα του οποίου πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_ Δεν απαντώ	1	6,5	-5,5
Ομοιοπολικός δεσμός	2	6,5	-4,5
Ιοντικός δεσμός	4	6,5	-2,5
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	19	6,5	12,5
Total	26		

	Ηλεκτρόνια σθένους
Chi-Square(a)	32,769
df	3
Asymp. Sig.	,000

Πίνακας 176: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια της πολικότητας του α' μέρους του ερωτηματολογίου του σχολείου της Γουμένισσας στο τμήμα του οποίου δεν πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_ Δεν απαντώ	2	5,5	-3,5
Καμία σχέση	8	5,5	2,5
Ομοιοπολικός δεσμός	9	5,5	3,5
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	3	5,5	-2,5
Total	22		

Ενδομοριακοί και διαμοριακοί δεσμοί: Ιεραρχίες μάθησης στην βιβλιογραφία στην προσέγγιση των καταστάσεων της ύλης (SOMA). Αξιολόγηση των εργαλείων κεφαλαίων

	Πολικότητα
Chi-Square(a)	6,727
df	3
Asymp. Sig.	,081

Πίνακας 177: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια της πολικότητας του α' μέρους του ερωτηματολογίου του σχολείου της Γουμένισσας στο τμήμα του οποίου πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	3	4,3	-1,3
Καμία σχέση	1	4,3	-3,3
Ομοιοπολικός δεσμός	11	4,3	6,7
Ιοντικός δεσμός	1	4,3	-3,3
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	9	4,3	4,7
19	1	4,3	-3,3
Total	26		

	Πολικότητα
Chi-Square(a)	23,385
Df	5
Asymp. Sig.	,000

Είναι χαρακτηριστικό πως αν και οι μαθητές διδάχτηκαν την πολικότητα μέσα από τη διδακτική παρέμβαση, δεν κατάφεραν να κατανοήσουν την ύπαρξη πολικότητας και στον ιοντικό δεσμό, με αποτέλεσμα να συνδέσουν την έννοια αποκλειστικά με την περιγραφή του ιοντικού δεσμού όπως έκανε και το πρώτο τμήμα. Η παρανόηση αυτή των μαθητών, οφείλεται στην αναφορά σε πολικές και μη πολικές ομοιοπολικές ενώσεις. Και εδώ η συσχέτιση δεν είναι στατιστικά σημαντική στο πρώτο τμήμα, ενώ είναι σημαντική στο δεύτερο τμήμα.

410

Πίνακας 178: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια της ενέργειας του α' μέρους του ερωτηματολογίου του σχολείου της Γουμένισσας στο τμήμα του οποίου δεν πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	4	4,4	-,4
Καμία σχέση	8	4,4	3,6
Ομοιοπολικός δεσμός	2	4,4	-2,4
Ιοντικός δεσμός	1	4,4	-3,4
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	7	4,4	2,6
Total	22		

	Ενέργεια
Chi-Square(a)	8,455
Df	4
Asymp. Sig.	,076

Πίνακας 179: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια της ενέργειας του α' μέρους του ερωτηματολογίου του σχολείου της Γουμένισσας στο τμήμα του οποίου πραγματοποιήθηκε διδακτική

παρέμβαση.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	1	5,2	-4,2
Καμία σχέση	12	5,2	6,8
Ομοιοπολικός δεσμός	1	5,2	-4,2
Ιοντικός δεσμός	1	5,2	-4,2
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	11	5,2	5,8
Total	26		

	Ενέργεια
Chi-Square(a)	25,538
Df	4
Asymp. Sig.	,000

Η ενέργεια επίσης δυσκόλεψε τους μαθητές, οι οποίοι ανέφεραν πλειοψηφικά πως δεν έχει καμία σχέση με την περιγραφή των δεσμών. Φυσικά οι απαντήσεις των μαθητών του δεύτερου τμήματος ήταν βελτιωμένες σε σχέση με τις αντίστοιχες του πρώτου τμήματος. Η συσχέτιση είναι στατιστικώς σημαντική στο δεύτερο τμήμα, ενώ δεν είναι στατιστικώς σημαντική στο πρώτο.

Σχολείο 2^ο (ΓΕΛΚ)

Στο σχολείο της Κέρκυρας στο πρώτο τμήμα εφαρμόστηκε η διδακτική παρέμβαση την οποία προτείνει η συγκεκριμένη έρευνα, ενώ στο δεύτερο τμήμα διδάχτηκε η ύλη αποκλειστικά από το σχολικό βιβλίο. Στη συνέχεια οι μαθητές και των δύο τμημάτων συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο που τους δόθηκε.

Η αξιολόγηση του α' μέρους του ερωτηματολογίου έγινε με χρήση του στατιστικού κριτηρίου χ^2 . Οι απαντήσεις των μαθητών ήταν αντίστοιχες με του σχολείου της Γουμένισσας με τους μαθητές να εμφανίζουν τις ίδιες παρανοήσεις και δυσκολίες. Η βελτίωση των απαντήσεων των μαθητών ήταν μικρότερης έκτασης.

Πίνακας 180: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια των αποσπαστικών δυνάμεων του α' μέρους του ερωτηματολογίου του σχολείου της Κέρκυρας στο τμήμα του οποίου πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	7	4,4	2,6
Καμία σχέση	4	4,4	-,4

Ενδομοριακοί και διαμοριακοί δεσμοί: Ιεραρχίες μάθησης στην βιβλιογραφία της Γενικής Χημείας και στην προσέγγιση των καταστάσεων της ύλης (SOMA). Αξιολόγηση των ερωτήσεων των αντίστοιχων κεφαλαίων

Ομοιοπολικός δεσμός	3	4,4	-1,4
Ιοντικός δεσμός	3	4,4	-1,4
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	5	4,4	,6
Total	22		

	Απωστικές δυνάμεις
Chi-Square(a)	2,545
Df	4
Asymp. Sig.	,637

Πίνακας 181: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια των απωστικών δυνάμεων του α' μέρους του ερωτηματολογίου του σχολείου της Κέρκυρας στο τμήμα του οποίου δεν πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	4	5,5	-1,5
Καμία σχέση	13	5,5	7,5
Ομοιοπολικός δεσμός	3	5,5	-2,5
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	2	5,5	-3,5
Total	22		

	Απωστικές δυνάμεις
Chi-Square(a)	14,000
Df	3
Asymp. Sig.	,003

Όπως παρατηρείται από τους πίνακες 180 και 181 οι μαθητές και στο σχολείο της Κέρκυρας δυσκολεύτηκαν να συνδέσουν την έννοια των απωστικών δυνάμεων με την μελέτη των δεσμών αν και δεν συνέβη το ίδιο με τις ελκτικές δυνάμεις όπως θα φανεί στους επόμενους δύο πίνακες. Οι απαντήσεις τους όμως μετά την παρέμβαση βελτιώθηκαν αρκετά.

Πίνακας 182: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια των ελκτικών δυνάμεων του α' μέρους του ερωτηματολογίου του σχολείου της Κέρκυρας στο τμήμα του οποίου πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	3	4,4	-1,4
Καμία σχέση	1	4,4	-3,4
Ομοιοπολικός δεσμός	2	4,4	-2,4
Ιοντικός δεσμός	4	4,4	-,4
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	12	4,4	7,6
Total	22		

Ενδομοριακοί και διαμοριακοί δεσμοί: Ιεραρχίες μάθησης στην βιβλιογραφία στην προσέγγιση των καταστάσεων της ύλης (SOMA). Αξιολόγηση των εργαλείων κεφαλαίων

	Ελκτικές δυνάμεις
Chi-Square(a)	17,545
Df	4
Asymp. Sig.	,002

Πίνακας 183: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια των ελκτικών δυνάμεων του α' μέρους του ερωτηματολογίου του σχολείου της Κέρκυρας στο τμήμα του οποίου δεν πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	2	5,5	-3,5
Ομοιοπολικός δεσμός	1	5,5	-4,5
Ιοντικός δεσμός	2	5,5	-3,5
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	17	5,5	11,5
Total	22		

	Ελκτικές δυνάμεις
Chi-Square(a)	32,182
Df	3
Asymp. Sig.	,000

Πίνακας 184: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια της ηλεκτραρνητικότητας του α' μέρους του ερωτηματολογίου του σχολείου της Κέρκυρας στο τμήμα του οποίου πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	1	5,5	-4,5
Καμία σχέση	3	5,5	-2,5
Ομοιοπολικός δεσμός	5	5,5	-,5
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	13	5,5	7,5
Total	22		

	Ηλεκτραρνητικότητα
Chi-Square(a)	15,091
Df	3
Asymp. Sig.	,002

Πίνακας 185: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια της ηλεκτραρνητικότητας του α' μέρους του ερωτηματολογίου του σχολείου της Κέρκυρας στο τμήμα του οποίου δεν πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	2	5,5	-3,5
Ομοιοπολικός δεσμός	7	5,5	1,5
Ιοντικός δεσμός	7	5,5	1,5
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	6	5,5	,5
Total	22		

	Ηλεκτραρνητικότητα
Chi-Square(a)	3,091
Df	3
Asymp. Sig.	,378

Η ηλεκτραρνητικότητα δυσκόλεψε αρκετά τους μαθητές οι οποίοι δεν κατάφεραν να συνδέσουν την έννοια και με τα δύο είδη δεσμών. Οι απαντήσεις βελτιώθηκαν στο τμήμα

στο οποίο έγινε η παρέμβαση.

Πίνακας 186: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια των δομών Lewis του α' μέρους του ερωτηματολογίου του σχολείου της Κέρκυρας στο τμήμα του οποίου πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	2	5,5	-3,5
Καμία σχέση	1	5,5	-4,5
Ομοιοπολικός δεσμός	18	5,5	12,5
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	1	5,5	-4,5
Total	22		

	Δομές Lewis
Chi-Square(a)	38,000
Df	3
Asymp. Sig.	,000

Πίνακας 187: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια των δομών Lewis του α' μέρους του ερωτηματολογίου του σχολείου της Κέρκυρας στο τμήμα του οποίου δεν πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	3	4,4	-1,4
Καμία σχέση	1	4,4	-3,4
Ομοιοπολικός δεσμός	16	4,4	11,6
Ιοντικός δεσμός	1	4,4	-3,4
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	1	4,4	-3,4
Total	22		

	Δομές Lewis
Chi-Square(a)	38,909
Df	4
Asymp. Sig.	,000

Στην ερώτηση των δομών Lewis οι μαθητές και των δύο τμημάτων δεν κατάφεραν με ή χωρίς παρέμβαση να υποστηρίξουν πως υπάρχουν δομές Lewis και στον ομοιοπολικό αλλά και στον ιοντικό δεσμό. Σχεδόν όλοι απάντησαν πως στο κεφάλαιο του χημικού δεσμού εντοπίζονται δομές Lewis μόνο ομοιοπολικών ενώσεων.

Πίνακας 188: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια του κανόνα της οκτάδας του α' μέρους του ερωτηματολογίου του σχολείου της Κέρκυρας στο τμήμα του οποίου πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

	Observed N	Expected N	Residual
Καμία σχέση	1	7,3	-6,3
Ομοιοπολικός δεσμός	7	7,3	-,3
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	14	7,3	6,7
Total	22		

	Κανόνας οκτάδας
Chi-Square(a)	11,545
Df	2
Asymp. Sig.	,003

Πίνακας 189: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια του κανόνα της οκτάδας του α' μέρους του ερωτηματολογίου του σχολείου της Κέρκυρας στο τμήμα του οποίου δεν πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	2	5,5	-3,5
Καμία σχέση	5	5,5	-,5
Ομοιοπολικός δεσμός	3	5,5	-2,5
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	12	5,5	6,5
Total	22		

	Κανόνας οκτάδας
Chi-Square(a)	11,091
Df	3
Asymp. Sig.	,011

Οι μαθητές ανέφεραν κατά πλειοψηφία πως ο κανόνας της οκτάδας αφορά και τα δύο είδη δεσμού. Οι απαντήσεις του τμήματος που έγινε η παρέμβαση ήταν ελαφρώς βελτιωμένες.

Πίνακας 190: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια των δυνάμεων Coulomb του α' μέρους του ερωτηματολογίου του σχολείου της Κέρκυρας στο τμήμα του οποίου πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	6	5,5	,5
Καμία σχέση	11	5,5	5,5
Ιοντικός δεσμός	1	5,5	-4,5
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	4	5,5	-1,5
Total	22		

	Δυνάμεις Coulomb
Chi-Square(a)	9,636
Df	3
Asymp. Sig.	,022

	Δυνάμεις Coulomb
Chi-Square(a)	4,727

Πίνακας 191: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια των δυνάμεων Coulomb του α' μέρους του ερωτηματολογίου του σχολείου της Κέρκυρας στο τμήμα του οποίου δεν πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

Df	2
Asymp. Sig.	,094

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_ Δεν απαντώ	6	7,3	-1,3
Καμία σχέση	12	7,3	4,7
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	4	7,3	-3,3
Total	22		

Οι δυνάμεις Coulomb φαίνεται πως δυσκόλεψαν τους μαθητές αρκετά αφού και στα δύο τμήματα ανέφεραν πλειοψηφικά πως δεν έχουν καμία σχέση με το κεφάλαιο του χημικού δεσμού.

Πίνακας 192: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια των ηλεκτρονίων σθένους του α' μέρους του ερωτηματολογίου του σχολείου της Κέρκυρας στο τμήμα του οποίου πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_ Δεν απαντώ	6	5,5	,5
Ομοιοπολικός δεσμός	3	5,5	-2,5
Ιοντικός δεσμός	3	5,5	-2,5
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	10	5,5	4,5
Total	22		

	Ηλεκτρόνια σθένους
Chi-Square(a)	6,000
Df	3
Asymp. Sig.	,112

Πίνακας 193: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια των ηλεκτρονίων σθένους του α' μέρους του ερωτηματολογίου του σχολείου της Κέρκυρας στο τμήμα του οποίου δεν πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_ Δεν απαντώ	1	7,3	-6,3
Ιοντικός δεσμός	9	7,3	1,7
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	12	7,3	4,7
Total	22		

Ενδομοριακοί και διαμοριακοί δεσμοί: Ιεραρχίες μάθησης στην βιβλιογραφία στην προσέγγιση των καταστάσεων της ύλης (SOMA). Αξιολόγηση των ε κεφαλαίων

	Ηλεκτρόνια σθένους
Chi-Square(a)	8,818
Df	2
Asymp. Sig.	,012

Η έννοια των ηλεκτρονίων φαίνεται πως δεν δυσκόλεψε αρκετά τους μαθητές αφού οι περισσότεροι και στα δύο τμήματα απάντησαν πως αφορούν και τα δύο είδη δεσμών.

Πίνακας 194: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια της πολικότητας του α' μέρους του ερωτηματολογίου του σχολείου της Κέρκυρας στο τμήμα του οποίου πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	9	4,4	4,6
Καμία σχέση	1	4,4	-3,4
Ομοιοπολικός δεσμός	6	4,4	1,6
Ιοντικός δεσμός	1	4,4	-3,4
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	5	4,4	,6
Total	22		

	Πολικότητα
Chi-Square(a)	10,727
Df	4
Asymp. Sig.	,030

Πίνακας 194: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια της πολικότητας του α' μέρους του ερωτηματολογίου του σχολείου της Κέρκυρας στο τμήμα του οποίου δεν πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	2	5,5	-3,5
Καμία σχέση	2	5,5	-3,5
Ομοιοπολικός δεσμός	9	5,5	3,5
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	9	5,5	3,5
Total	22		

	Πολικότητα
Chi-Square(a)	8,909
Df	3
Asymp. Sig.	,031

Η πολικότητα δυσκόλεψε τους μαθητές και των δύο τμημάτων αφού οι περισσότεροι απάντησαν λάθος συνδέοντας κατά πλειοψηφία την έννοια αποκλειστικά με τον ομοιοπολικό δεσμό.

Πίνακας 195: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια της ενέργειας του α' μέρους του ερωτηματολογίου του σχολείου της Κέρκυρας στο τμήμα του οποίου πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

	Observed N	Expected N	Residual
Δεν ξέρω_Δεν απαντώ	2	4,4	-2,4
Καμία σχέση	3	4,4	-1,4
Ομοιοπολικός δεσμός	1	4,4	-3,4
Ιοντικός δεσμός	1	4,4	-3,4
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	15	4,4	10,6
Total	22		

	Ενέργεια
Chi-Square(a)	32,545
Df	4
Asymp. Sig.	,000

Πίνακας 196: Εφαρμογή στατιστικού κριτηρίου χ^2 για την έννοια της ενέργειας του α' μέρους του ερωτηματολογίου του σχολείου της Κέρκυρας στο τμήμα του οποίου δεν πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

	Observed N	Expected N	Residual
Καμία σχέση	17	11,0	6,0
Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός	5	11,0	-6,0
Total	22		

	Ενέργεια
Chi-Square(a)	6,545
Df	1
Asymp. Sig.	,011

Για την έννοια της ενέργειας οι μαθητές του τμήματος στο οποίο δεν έγινε παρέμβαση δυσκολεύτηκαν αρκετά αφού σχεδόν όλοι ανέφεραν πως δεν έχει καμία σχέση με το κεφάλαιο των δεσμών. Η εικόνα είναι άκρως βελτιωμένη στο τμήμα στο οποίο έγινε η παρέμβαση στο οποίο οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν σωστά πως αφορά και τα δύο είδη δεσμών.

Συμπεράσματα:

Στις περισσότερες έννοιες οι μαθητές του σχολείου στο οποίο πραγματοποιήθηκε η διδακτική παρέμβαση πλειοψηφικά απάντησαν σωστά. Παρ' όλα αυτά οι μαθητές και των δύο τμημάτων δυσκολεύτηκαν να κατανοήσουν τις δομές Lewis τις οποίες συνέδεσαν αποκλειστικά με τον ομοιοπολικό δεσμό και τις δυνάμεις Coulomb τις οποίες τις συνέδεσαν αποκλειστικά με τον ιοντικό δεσμό. Επίσης τους δυσκόλεψε αρκετά η έννοια της πολικότητας.

7.7.2. Συγκριτική ανάλυση του β' μέρους των ερωτηματολογίων

Κατά την αξιολόγηση του δεύτερου μέρους του ερωτηματολογίου, αρχικά δίνονται οι τυπικές αποκλίσεις, οι μέσες τιμές, τα μέγιστα και τα ελάχιστα για κάθε τμήμα ξεχωριστά.

Πίνακας 197: Τυπικές αποκλίσεις, μέσες , μέγιστες και ελάχιστες τιμές των μέσων όρων αλλά και των συνολικών βαθμολογιών Solo για το πρώτο τμήμα του σχολείου της Γουμένισσας στο οποίο δεν πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Solo_total	22	0	11	4,55	2,907
MO SOLO	22	0	2	,65	,415
Valid N (listwise)	22				

Πίνακας 198: Τυπικές αποκλίσεις, μέσες , μέγιστες και ελάχιστες τιμές των μέσων όρων αλλά και των συνολικών βαθμολογιών Solo για το πρώτο τμήμα του σχολείου της Γουμένισσας στο οποίο δεν πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Solo_total	26	3	38	10,12	8,959
MO SOLO	26	0	5	1,45	1,280
Valid N (listwise)	26				

Πίνακας 199: Τυπικές αποκλίσεις, μέσες , μέγιστες και ελάχιστες τιμές των μέσων όρων αλλά και των συνολικών βαθμολογιών Solo για το πρώτο τμήμα του σχολείου της Κέρκυρας στο οποίο πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Solo_total	22	1	8	5,14	2,315
MO SOLO	22	0	1	,73	,331
Valid N (listwise)	22				

Πίνακας 200: Τυπικές αποκλίσεις, μέσες, μέγιστες και ελάχιστες τιμές των μέσων όρων αλλά και των συνολικών βαθμολογιών Solo για το δεύτερο τμήμα του σχολείου της Κέρκυρας στο οποίο δεν πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση.

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Solo_total	22	1	14	6,36	3,659
MO SOLO	22	0	2	,91	,523
Valid N (listwise)	22				

Συγκριτική ανάλυση των τμημάτων για κάθε σχολείο ξεχωριστά με το Mann-Whitney Test

B Μέρος ερωτηματολογίου

Πίνακας 201: Test Mann-Whitney για το σχολείο της Γουμένισσας. Σύγκριση τμημάτων με και χωρίς παρέμβαση.

420

Mann-Whitney U
Wilcoxon W
Z
Asymp. Sig. (2-tailed)
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]

Ηλεκτρωνητι κότητα Σ.	Δομές Leiws Σ	Κανόνας οκτάδας Σ	Δυνάμεις Coulomb Σ	Ηλεκτρόνια σθένους	Πολικότητα	Κριτήρια	Solo_total	MO SOLO
1,000	2,000	1,000	1,500	2,000	1,000	,000	,000	,000
4,000	5,000	4,000	4,500	5,000	4,000	3,000	3,000	3,000
-1,000	,000	-1,000	-,408	,000	-1,000	-1,633	-1,633	-1,633
,317	1,000	,317	,683	1,000	,317	,102	,102	,102
,667(a)	1,000(a)	,667(a)	,667(a)	1,000(a)	,667(a)	,333(a)	,333(a)	,333(a)

Πίνακας 202: Test Mann-Whitney για το σχολείο της Γουμένισσας. Σύγκριση τμημάτων με και χωρίς παρέμβαση.

Mann-Whitney U
Wilcoxon W
Z
Asymp. Sig. (2-tailed)
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]

Ηλεκτραρνητι κότητα Σ.	Δομές Lewis Σ	Κανόνας οκτάδας Σ	Δυνάμεις Coulomb Σ	Ηλεκτρόνια σθένους	Πολικότητα	Κριτήρια	Solo_total	MO SOLO
1,500	1,500	,000	2,000	,500	1,000	2,000	2,000	2,000
4,500	4,500	3,000	5,000	3,500	4,000	5,000	5,000	5,000
-,408	-,408	-1,633	,000	-1,225	-,775	,000	,000	,000
,683	,683	,102	1,000	,221	,439	1,000	1,000	1,000
,667(a)	,667(a)	,333(a)	1,000(a)	,333(a)	,667(a)	1,000(a)	1,000(a)	1,000(a)

Κατά την αξιολόγηση του β μέρους του ερωτηματολογίου , χρησιμοποιήθηκε το Mann Whitney test για κάθε σχολείο. Από τα αποτελέσματα παρατηρείται και στα δύο σχολεία πως η διαφορά δεν είναι στατιστικώς σημαντική γιατί $p > 0.05$.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^ο: Τελικά συμπεράσματα-Συζήτηση

8.1. Α Μέρος εργασίας: Διδακτικές ιεραρχίες στη διεθνή βιβλιογραφία Γενικής Χημείας για το κεφάλαιο του Χημικού δεσμού

Από την αξιολόγηση των βιβλίων όσον αφορά τις διδακτικές ιεραρχίες για το κεφάλαιο του χημικού δεσμού, καταγράφηκαν οι παρακάτω παρατηρήσεις:

- ▶ Τα περισσότερα βιβλία παρουσιάζουν πρώτα τον ιοντικό δεσμό και μετά τον ομοιοπολικό.
- ▶ Η πλειονότητα των βιβλίων περιγράφουν την συνέχεια των δεσμών.
- ▶ Η ηλεκτραρνητικότητα περιγράφεται μαζί με τους ενδομοριακούς δεσμούς και κυρίως με την έννοια του ομοιοπολικού δεσμού..
- ▶ Τα περισσότερα βιβλία περιγράφουν μόνο τους ενδομοριακούς δεσμούς σαν “πραγματικούς δεσμούς”, ενώ τους διαμοριακούς τους αναφέρουν σαν δυνάμεις.
- ▶ Ο κανόνας της οκτάδας αναφέρεται σαν απαραίτητη προϋπόθεση για τον σχηματισμό των χημικών δεσμών και κυρίως του ομοιοπολικού.
- ▶ Τα περισσότερα βιβλία δεν περιγράφουν τον ημιπολικό δεσμό. Αντίθετα τα περισσότερα περιγράφουν τον μεταλλικό δεσμό.
- ▶ Τα περισσότερα βιβλία δεν συνδέουν την αναφορά στις φυσικές καταστάσεις με την περιγραφή των δεσμών.

422

8.2. Β Μέρος εργασίας: Η δομή οργάνωσης της γνώσης στα πανεπιστημιακά βιβλία Χημείας

Τα συνολικά συμπεράσματα από τις κατηγορίες των συνδέσμων που χρησιμοποιήθηκαν στα προαναφερθέντα πέντε βιβλία παρουσιάζονται στο παραπάνω διάγραμμα κα αναφέρονται παρακάτω:

- Σε όλα τα βιβλία ο σύνδεσμος των περιγραφικών μοντέλων υπερισχύει αριθμητικά εκτός από το βιβλίο SOMA.
- Το βιβλίο SOMA είναι το μόνο βιβλίο στο οποίο χρησιμοποιούνται τα περισσότερα επεξηγηματικά μοντέλα από τις κατηγορίες των συνδέσμων που έχει και περισσότερα αιτιολογικά μοντέλα από τα άλλα βιβλία.
- Τα λιγότερα επεξηγηματικά μοντέλα χρησιμοποιούνται στο βιβλίο του Chang.
- Οι αναφορές δεδομένων σε όλα τα βιβλία ήταν περίπου οι ίδιες αριθμητικά και εντοπίστηκαν κυρίως στη μελέτη του μεταλλικού δεσμού.
- Ο Spencer στο βιβλίο του χρησιμοποιεί τις περισσότερες αναφορές δεδομένων και τα περισσότερα περιγραφικά μοντέλα. Από τα πανεπιστημιακά βιβλία έχει και τα περισσότερα επεξηγηματικά μοντέλα.
- Σε όλα τα πανεπιστημιακά βιβλία εντοπίστηκε μικρός αριθμός αναφορών σε προηγούμενη γνώση και οπτικά μοντέλα. Στις αναφορές σε προηγούμενες γνώσεις αριθμητικά υπερισχύει το βιβλίο του Spencer, ενώ στα οπτικά μοντέλα το βιβλίο του Atkins.

8.3. Γ μέρος εργασίας:

Αξιολόγηση ερωτήσεων σε πανεπιστημιακά βιβλία Χημείας

Από την αξιολόγηση των ερωτήσεων προέκυψαν τα παρακάτω συμπεράσματα:

- ❖ Στο σύνολο των βιβλίων που αξιολογήθηκαν παρατηρήθηκε ότι η πλειονότητα των ερωτήσεων αξιολογούσε την διαγνωστική γνώση του φοιτητή και όχι διαδικαστικές δεξιότητες,
- ❖ Από το σύνολο των διαγνωστικών ερωτήσεων, οι περισσότερες ήταν βασικού επιπέδου, δηλ. αξιολογούσαν την γνώση και όχι την κατανόηση στοιχείων της θεωρίας,
- ❖ Παρατηρήθηκε η πλήρης απουσία μεταγνωστικών και ομαδικών ερωτήσεων,
- ❖ Το είδος των διαδικαστικών ερωτήσεων περιορίστηκε στη σχεδίαση δομών και δομημένων ασκήσεων και όχι σε πειραματικές εφαρμογές και τέλος

- ❖ Σε όλα τα βιβλία, οι ερωτήσεις που αξιολογούσαν τη στείρα απομνημόνευση ήταν αρκετές.

Ως προς την μορφή των ερωτήσεων εντοπίστηκαν οι εξής παρατηρήσεις:

Οι περισσότερες ερωτήσεις είναι αντικειμενικού κλειστού τύπου, ενώ ελάχιστες ήταν οι ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

- ❖ Οι κατηγορίες των ερωτήσεων κλειστού τύπου ήταν κυρίως σύντομης απάντησης, ενώ οι συμπλήρωσης κενού και οι πολλαπλής επιλογής ακολουθούν αριθμητικά.
- ❖ Στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου εντοπίστηκαν μόνο ερωτήσεις λογικής τεκμηρίωσης, εκτός από μία ερώτηση στο βιβλίο των Pauling που ανήκε στην κατηγορία των απόψεων και επόψεων.
- ❖ Αριθμητικά οι ερωτήσεις των ενδομοριακών δεσμών είναι πολύ περισσότερες από τις αντίστοιχες των διαμοριακών δεσμών

Από την μελέτη των ερωτήσεων, εντοπίστηκε πως ζητείται από τους μαθητές στείρα γνώση και κυρίως με τη μορφή μικρών ορισμών, κανόνων και εννοιών, ενώ ο μαθητής ελάχιστες φορές ζητείται να εκφραστεί ελεύθερα και αυτό γίνεται για να τεκμηριώσουν λογικά ένα γεγονός ή μία παρατήρηση.

8.4. Δ Μέρος εργασίας: Διδακτική παρέμβαση

Είναι χαρακτηριστικό πώς οι έννοιες των δομών Lewis και των ηλεκτρονίων σθένους έστω και από λίγους μαθητές αναφέρονται για την περιγραφή του ομοιοπολικού δεσμού ενώ δεν αναφέρθηκαν από κανέναν μαθητή στις προτάσεις του ιοντικού. Αντίστοιχα οι δυνάμεις Coulomb και η έννοια της ηλεκτραρνητικότητας αναφέρθηκαν από κάποιους μαθητές στις προτάσεις του ιοντικού δεσμού και όχι στις προτάσεις του ομοιοπολικού δεσμού

Επίσης θα πρέπει να επισημανθεί πως αν και ένας μικρός αριθμός παιδιών ταυτοποίησαν σωστά τις έννοιες ηλεκτραρνητικότητα, δομές Lewis και ηλεκτρόνια σθένους σαν έννοιες που χρησιμοποιούνται στο σχηματισμό και των δύο ειδών δεσμού δεν επέλεξαν ούτε και αυτά όπως και τα υπόλοιπα, να χρησιμοποιήσουν τις έννοιες αυτές στο σχηματισμό προτάσεων γιατί όπως ανέφεραν χαρακτηριστικά δυσκολεύονταν να κάνουν προτάσεις. Το ίδιο φαινόμενο παρατηρήθηκε και για έννοιες όπως πολικότητα, δυνάμεις Coulomb και

κανόνας οκτάδας όπου αν και από το 1^ο θέμα φάνηκε η δυσκολία των μαθητών να τις κατατάξουν, ακόμη κι εκείνοι που σωστά ανέφεραν ότι περιγράφουν και τα δύο είδη δεσμών δεν τις επέλεξαν για να σχηματίσουν προτάσεις στο 2^ο θέμα.

Από τον τρόπο δικαιολόγησης της σωστής τους απάντησης παρατηρείται μέσω της ταξινομίας Solo , πως οι περισσότερες απαντήσεις ανήκουν στο πρώτο ή προδομικό επίπεδο ή στο μεταβατικό στάδιο μεταξύ του πρώτου και δεύτερου επιπέδου. Αυτό σημαίνει πως ενώ απαντάνε σωστά κατά την δικαιολόγησή τους: 1.Δεν εξέταζαν τους διαφόρους παράγοντες και έννοιες που έχουν σχέση με το θέμα και δεν προέβαιναν σε κανένα συσχετισμό τους. 2. Πολλές φορές μετέφεραν την ερώτηση καταφατικά (ταυτολογία) Στο μεταβατικό στάδιο μεταξύ του πρώτου και δεύτερου επιπέδου: Οι μαθητές χρησιμοποιούσαν ανεπαρκώς κάποιο σχετικό στοιχείο κάνοντας με ανακρίβεια μία υπόθεση.

Αρκετές ήταν οι απαντήσεις που χαρακτηρίστηκαν ως δεύτερου επιπέδου ή που ανήκουν στο μεταβατικό στάδιο δεύτερου και τρίτου επιπέδου. Αυτό σήμαινε πως οι μαθητές:1. Επέλεξαν ένα από τα σχετικά στοιχεία της ερώτησης και επικεντρώθηκαν σε αυτό.2.Δεν κατέληγαν σε συμπέρασμα ή το συμπέρασμα προέκυπτε βιαστικά από λίγα στοιχεία. Στο μεταβατικό στάδιο μεταξύ του δεύτερου και τρίτου επιπέδου: Οι μαθητές επέλεξαν δύο σχετικά στοιχεία που δεν συμφωνούν , είναι ασυνεπή και αποτρέπουν την εξαγωγή συμπεράσματος.

Οι καλύτερου επιπέδου απαντήσεις που εντοπίστηκαν ήταν τρίτου επιπέδου, γιατί οι μαθητές:1.Επέλεξαν δύο ή περισσότερα στοιχεία και τα παρέθεσαν, αναφέροντάς τα απλώς με μία σειρά, αγνοώντας τους συσχετισμούς.2.Συνήθως δεν κατέληγαν σε συμπέρασμα ή οδηγήθηκαν σε εναλλακτικό συμπέρασμα ή ακόμη μπορεί να ανέφεραν το αναμενόμενο συμπέρασμα αποσπασματικά, χωρίς αυτό να προκύπτει από τα δεδομένα και τη λογική που παρουσίασαν πριν.

Στην τρίτη ερώτηση, ζητήθηκε από τους μαθητές να αναφέρουν 1 ή 2 δυσκολίες που αντιμετώπισαν στην μελέτη του κεφαλαίου των δεσμών. Αρχικά οι μαθητές ξεπλάγησαν με την ερώτηση και ζήτησαν πολλές φορές διευκρινήσεις για το τι πρέπει να απαντήσουν . Είναι φανερό πως οι μαθητές δεν έχουν συνηθίσει να αντιμετωπίζουν μεταγνωστικές ερωτήσεις. Οι περισσότεροι ανέφεραν ότι δυσκολεύτηκαν στο σχεδιασμό των δομών Lewis και στην εύρεση του είδους του δεσμού μεταξύ συγκεκριμένων ατόμων. Επιβεβαιώνεται και η διαπίστωση που είχε γίνει στη δεύτερη πρόταση ότι τα παιδιά δυσκολεύτηκαν να

δώσουν παραδείγματα των δομών. Οι άλλες δυσκολίες που ανέφεραν οι μαθητές ήταν στην κατανόηση της έννοιας της ηλεκτραρνητικότητας, ενώ λιγότεροι ανέφεραν την δυσκολία τους για τις ηλεκτροστατικές αλληλεπιδράσεις και της πολικότητας. Οι αναφορές των παιδιών επιβεβαιώνονται και από την αξιολόγηση των ερωτηματολογίων. Οι μαθητές ανέφεραν τη δυσκολία εύρεσης του είδους του δεσμού. Πρέπει να τονιστεί εδώ πως ήταν η ερώτηση με τις καλύτερες επιπέδους απαντήσεις, οι οποίες όμως και αυτές ήταν αρκετά χαμηλά στην αξιολόγηση

Η τέταρτη και τελευταία ερώτηση ρωτούσε τους μαθητές να αναφέρουν ποιος από τους δύο δεσμούς τους δυσκόλεψε περισσότερο. Οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν πως τους δυσκόλεψε περισσότερο ο ομοιοπολικός δεσμός. Για την δικαιολόγηση της απάντησής τους ανέφεραν έννοιες όπως δομές Lewis ηλεκτραρνητικότητα και πολικότητα, οι οποίες αποδεικνύουν τις παρανοήσεις των μαθητών. Χαρακτηριστική παρατήρηση από την αξιολόγηση των ερωτηματολογίων ήταν η σύνδεση των εννοιών δομές Lewis, ηλεκτραρνητικότητας και πολικότητας αποκλειστικά με τον ομοιοπολικό δεσμό και οι δυνάμεις Coulomb αποκλειστικά με τον ιοντικό δεσμό.

8.5. Συζήτηση

Πολλές από τις παρανοήσεις και εναλλακτικές ιδέες που έχουν εντοπιστεί από έρευνες σε μαθητές και φοιτητές για το κεφάλαιο του δεσμού, δικαιολογήθηκαν μελετώντας τον τρόπο που μελετάται το κεφάλαιο του Χημικού δεσμού στα Πανεπιστημιακά βιβλία Γενικής Χημείας αλλά και στα διεθνή και εγχώρια βιβλία δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Είναι απαραίτητο οι συγγραφείς των εγχειριδίων Χημείας να λάβουν υπόψη τους τα ευρήματα των ερευνών και να εμπλουτίσουν τα βιβλία τους έτσι ώστε να αποτρέψουν όσο γίνεται τις εναλλακτικές ιδέες και τις παρανοήσεις των εκπαιδευομένων.

Η δομή οργάνωσης της γνώσης για κάθε εγχειρίδιο Χημείας είναι διαφορετική. Αν και δεν μπορεί να μην τονιστεί το περίεργο φαινόμενο της έντονης ποικιλομορφίας που εμφανίζεται για ένα κεφάλαιο Χημείας με απόλυτα καθορισμένη ύλη, θα πρέπει να τονιστεί η αξία της ικανότητας καθορισμού της δομής της οργάνωσης της γνώσης. Είναι καθοριστικό για τους εκπαιδευτικούς αλλά και τους εκπαιδευόμενους να είναι σε θέση να

εντοπίζουν την δομή οργάνωσης της γνώσης η οποία θα διευκολύνει την διδασκαλία της αλλά και την κατανόησή της.

Οι μαθητές αλλά και οι φοιτητές συναντάνε στην πλειοψηφία τους ερωτήσεις δηλωτικής γνώσης βασικού επιπέδου και πολύ λιγότερες διαδικαστικές βασικού επιπέδου στα βιβλία Χημείας. Μαθαίνουν έτσι με τις μεν πρώτες να απομνημονεύουν την ύλη και με τις δεύτερες να ακολουθούν συγκεκριμένες διαδικασίες, τα βήματα των οποίων τους έχουν δοθεί. Δεν κατανοούν την ύλη και γι αυτό δεν είναι σε θέση να αντιμετωπίσουν ερωτήσεις δηλωτικής γνώσης ανωτέρου επιπέδου που τους δόθηκαν στο ερωτηματολόγιο. Η ίδια εικόνα και για την απάντηση μεταγνωστικών ερωτήσεων οι οποίες αποτελούν ξένο επίπεδο για τους μαθητές με αποτέλεσμα να μην μαθαίνουν πώς να μαθαίνουν και έτσι να μην αποκτούν μεταγνωστικές δεξιότητες.

Η δυσκολία σύνδεσης των εννοιών: πολικότητα, ηλεκτραρνητικότητα, κανόνας οκτάδας, δυνάμεις Coulomb, δομές Lewis, με την περιγραφή του ιοντικού και του ομοιοπολικού δεσμού, αλλά και η εις βάθος κατανόησή τους, οδηγούν στην ανάγκη αναδιάρθρωσης του διδακτικού υλικού που εμπεριέχεται στα σχολικά εγχειρίδια, στο κεφάλαιο του χημικού δεσμού.

Πρέπει επίσης να τονιστεί η ανάγκη εκπαίδευσης των καθηγητών Χημείας δευτεροβάθμιας και Πανεπιστημιακής εκπαίδευσης στο κεφάλαιο του Χημικού δεσμού και στα ευρήματα των αξιολογήσεων που έχουν εντοπιστεί από ερευνητικές διαδικασίες. Δεν αρκεί μία αλλαγή στο υλικό η οποία δεν θα συνοδεύεται από έναν καλά εκπαιδευμένο καθηγητή.

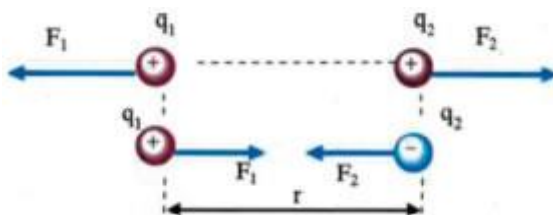
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α-ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ

Διδακτικό υλικό για διδασκαλία χημικών δεσμών στην Α΄ Λυκείου

Στη χημεία, οι ηλεκτρικές δυνάμεις (οι ηλεκτρικές αλληλεπιδράσεις) υπερσχύουν όλων των δυνάμεων, π.χ. της βαρυτικής δύναμης. Κεντρικός στην περιγραφή των ηλεκτρικών αλληλεπιδράσεων είναι ο νόμος του Coulomb. Σύμφωνα με τον νόμο αυτόν, ανάμεσα σε δύο σημειακά ηλεκτρικά φορτία q_1 και q_2 ασκείται δύναμη F_C , η οποία είναι ελκτική μεν όταν έχουμε ετερόνυμα, απωστική δε όταν έχουμε ομώνυμα ηλεκτρικά φορτία. Η δύναμη Το μέτρο της δύναμης είναι ανάλογο του γινομένου των φορτίων που αλληλεπιδρούν και αντιστρόφως ανάλογο με το τετράγωνο της μεταξύ τους απόστασης r :

$$F_C = (k \cdot |q_1 \cdot q_2|) / r^2$$

Το k είναι μια σταθερά αναλογίας, η τιμή της οποίας εξαρτάται από το υλικό μέσα στο οποίο βρίσκονται τα φορτισμένα σώματα. Το Σχ. 1 δείχνει τα διανύσματα των δυνάμεων Coulomb που ασκούνται ανάμεσα σε δύο ομώνυμα και σε δύο ετερόνυμα ηλεκτρικά φορτία.



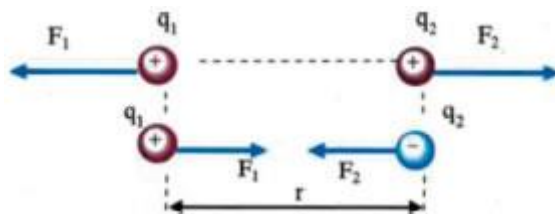
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α-ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ

Διδακτικό υλικό για διδασκαλία χημικών δεσμών στην Α΄ Λυκείου

Στη χημεία, οι ηλεκτρικές δυνάμεις (οι ηλεκτρικές αλληλεπιδράσεις) υπερσχύουν όλων των δυνάμεων, π.χ. της βαρυτικής δύναμης. Κεντρικός στην περιγραφή των ηλεκτρικών αλληλεπιδράσεων είναι ο νόμος του Coulomb. Σύμφωνα με τον νόμο αυτόν, ανάμεσα σε δύο σημειακά ηλεκτρικά φορτία q_1 και q_2 ασκείται δύναμη F_C , η οποία είναι ελκτική μεν όταν έχουμε ετερόνυμα, απωστική δε όταν έχουμε ομώνυμα ηλεκτρικά φορτία. Η δύναμη Το μέτρο της δύναμης είναι ανάλογο του γινομένου των φορτίων που αλληλεπιδρούν και αντιστρόφως ανάλογο με το τετράγωνο της μεταξύ τους απόστασης r :

$$F_C = (k \cdot |q_1 \cdot q_2|) / r^2$$

Το k είναι μια σταθερά αναλογίας, η τιμή της οποίας εξαρτάται από το υλικό μέσα στο οποίο βρίσκονται τα φορτισμένα σώματα. Το Σχ. 1 δείχνει τα διανύσματα των δυνάμεων Coulomb που ασκούνται ανάμεσα σε δύο ομώνυμα και σε δύο ετερόνυμα ηλεκτρικά φορτία.



Σχήμα 1. Δύναμη Coulomb ανάμεσα σε δύο φορτία: πάνω, δυνάμεις απωθητικές – κάτω, δυνάμεις ελκτικές.

Παρατηρούμε ότι το μέτρο της δύναμης είναι τόσο μεγαλύτερο (σε απόλυτη τιμή) όσο τα μέτρα των φορτίων είναι μεγαλύτερα και η απόσταση που χωρίζει τα φορτία μικρότερη.

Αποδεικνύεται στη φυσική ότι η (ηλεκτρική δυναμική) ενέργεια που αντιστοιχεί στη δύναμη Coulomb δίνεται από τον τύπο

$$E_{\text{δυν}} = \pm |q_1 q_2| / r$$

Το θετικό πρόσημο ισχύει για τις απωστικές δυνάμεις και το αρνητικό για τις ελκτικές δυνάμεις. Παρατηρούμε ότι και η ενέργεια μεταβάλλεται κατά παρόμοιο τρόπο με τη δύναμη. Το μέγεθος και το πρόσημο της ενέργειας είναι πολύ σημαντικό ως κριτήριο για τις μεταβολές στη φύση: οι μεταβολές γίνονται αυθορμήτως προς την κατεύθυνση της μείωσης της ενέργειας. Ο νόμος του Coulomb ισχύει τόσο για μακροσκοπικά σώματα όσο και για υπομικροσκοπικά σωματίδια όπως τα μόρια, τα άτομα, οι πυρήνες των ατόμων και τα ηλεκτρόνια.

Το ατομικό μοντέλο που χρησιμοποιούμε εδώ θεωρεί τα ηλεκτρόνια να είναι «τοποθετημένα» σε στιβάδες γύρω από τον πυρήνα, που τις διακρίνουμε αφενός στις εσωτερικές στιβάδες και αφετέρου στην εξωτερική στιβάδα. Η τελευταία παίζει αποφασιστικό ρόλο στον σχηματισμό χημικών δεσμών και στις χημικές ιδιότητες των μορίων και ονομάζεται **στιβάδα σθένους**.

Σχήμα 1. Δύναμη Coulomb ανάμεσα σε δύο φορτία: πάνω, δυνάμεις απωθητικές – κάτω, δυνάμεις ελκτικές.

Παρατηρούμε ότι το μέτρο της δύναμης είναι τόσο μεγαλύτερο (σε απόλυτη τιμή) όσο τα μέτρα των φορτίων είναι μεγαλύτερα και η απόσταση που χωρίζει τα φορτία μικρότερη.

Αποδεικνύεται στη φυσική ότι η (ηλεκτρική δυναμική) ενέργεια που αντιστοιχεί στη δύναμη Coulomb δίνεται από τον τύπο

$$E_{\text{δυν}} = \pm |q_1 q_2| / r$$

Το θετικό πρόσημο ισχύει για τις απωστικές δυνάμεις και το αρνητικό για τις ελκτικές δυνάμεις. Παρατηρούμε ότι και η ενέργεια μεταβάλλεται κατά παρόμοιο τρόπο με τη δύναμη. Το μέγεθος και το πρόσημο της ενέργειας είναι πολύ σημαντικό ως κριτήριο για τις μεταβολές στη φύση: οι μεταβολές γίνονται αυθορμήτως προς την κατεύθυνση της μείωσης της ενέργειας. Ο νόμος του Coulomb ισχύει τόσο για μακροσκοπικά σώματα όσο και για υπομικροσκοπικά σώματα όπως τα μόρια, τα άτομα, οι πυρήνες των ατόμων και τα ηλεκτρόνια.

Το ατομικό μοντέλο που χρησιμοποιούμε εδώ θεωρεί τα ηλεκτρόνια να είναι «τοποθετημένα» σε στιβάδες γύρω από τον πυρήνα, που τις διακρίνουμε αφενός στις εσωτερικές στιβάδες και αφετέρου στην εξωτερική στιβάδα. Η τελευταία παίζει αποφασιστικό ρόλο στον σχηματισμό χημικών δεσμών και στις χημικές ιδιότητες των μορίων και ονομάζεται **στιβάδα σθένους**.



ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ: Άτομο F (AA = 9): Φορτίο πυρήνα = + 9

Αριθμός εσωτερικών ηλεκτρονίων = 2, φορτίο = - 2

Αριθμός ηλεκτρονίων σθένους = 7, φορτίο = - 7

Φορτίο ατομικού σκελετού = (Φορτίο πυρήνα) + (Φορτίο εσωτερικών ηλεκτρονίων) = +9 + (-2) = +7

Άτομο Cl (AA = 17): Φορτίο πυρήνα = + 17

Αριθμός εσωτερικών ηλεκτρονίων = 10, φορτίο = - 10

Αριθμός ηλεκτρονίων σθένους = 7, φορτίο = - 7

Φορτίο ατομικού σκελετού = (Φορτίο πυρήνα) + (Φορτίο εσωτερικών ηλεκτρονίων) = +17 + (-10) = +7

Παρατηρούμε ότι F και Cl (που ανήκουν αμφότερα στην 7^η ομάδα του ΠΠ) έχουν το καθένα 7 ηλεκτρόνια στη στιβάδα σθένους, καθώς και το ίδιο φορτίο ατομικού σκελετού. Το Cl όμως έχει μία επιπλέον στιβάδα, άρα έχει μεγαλύτερη ακτίνα. Για τον

λόγο αυτόν, το άτομο του F έλκει ισχυρότερα τα ηλεκτρόνια από ό,τι το άτομο του Cl (το άτομο του F είναι πιο ηλεκτραρνητικό / ΕΧΕΙ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ ΗΛΕΚΤΡΑΡΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ από το άτομο του Cl).

Άτομο C (AA = 6): Φορτίο πυρήνα = + 6

Αριθμός εσωτερικών ηλεκτρονίων = 2, φορτίο = - 2

Αριθμός ηλεκτρονίων σθένους = 4, φορτίο = - 4

Φορτίο ατομικού σκελετού = (Φορτίο πυρήνα) + (Φορτίο εσωτερικών ηλεκτρονίων) = +6 + (-2) = +4

Παρατηρούμε ότι ο C (που ανήκει στην 4^η ομάδα του ΠΠ) έχει 4 ηλεκτρόνια στη στιβάδα σθένους, ενώ το φορτίο ατομικού σκελετού είναι +4, μικρότερο δηλαδή από του F και του Cl. Για τον λόγο αυτόν, τα άτομα του F και του Cl έλκουν ισχυρότερα τα ηλεκτρόνια από ό,τι το άτομο του C (τα άτομα του F και του Cl είναι πιο ηλεκτραρνητικά / ΕΧΟΥΝ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ ΗΛΕΚΤΡΑΡΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ από το άτομο του C).

ΓΕΝΙΚΑ Η ΗΛΕΚΤΡΑΡΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΑΥΞΑΝΕΤΑΙ ΜΕΣΑ ΣΕ ΜΙΑ ΠΕΡΙΟΔΟ ΤΟΥ ΠΠ ΑΠΟ ΤΑ ΑΡΙΣΤΕΡΑ ΠΡΟΣ ΤΑ ΔΕΞΙΑ ($C < F$), ΕΝΩ ΜΕΣΑ ΣΕ ΜΙΑ ΟΜΑΔΑ ΕΛΑΤΤΩΝΕΤΑΙ ΑΠΟ ΠΑΝΩ ΠΡΟΣ ΤΑ ΚΑΤΩ ($F > Cl$)

Ο χημικός δεσμός

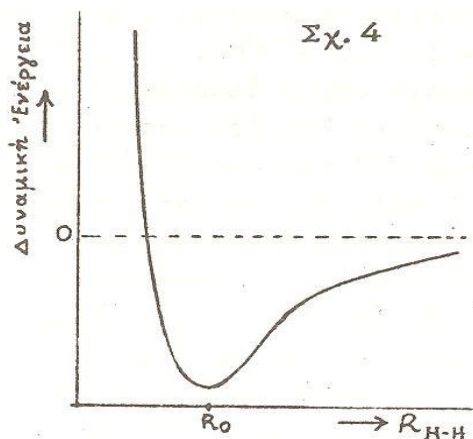
Τι κάνει πραγματικά τα άτομα να σχηματίζουν χημικούς δεσμούς; Χονδρικά,* μπορούμε να δεχθούμε ότι σε ένα μόριο, οι πυρήνες των ατόμων συγκρατούνται μεταξύ τους (συνδέονται με χημικό δεσμό) λόγω της έλξης πυρήνων-ηλεκτρονίων, γεγονός που είναι μια απλή εφαρμογή του νόμου Coulomb. Η σταθερότητα του μορίου, άρα και η απόσταση ισορροπίας των πυρήνων μεταξύ τους (το μήκος του χημικού δεσμού), συνδέεται άμεσα με την ελάχιστη ενέργεια. Έτσι όλοι οι χημικοί δεσμοί (ανεξάρτητα από τον τύπο τους) μπορεί να αιτιολογηθούν με χρήση της ανάγκης επίτευξης ενεργειακής σταθερότητας.

*Αυτό είναι υπεραπλούστευση

Ο ομοιοπολικός δεσμός

Θα ξεκινήσουμε με τη μελέτη του χημικού δεσμού στα διατομικά ομοπυρηνικά μόρια, όπως τα H_2 , F_2 , Cl_2 , O_2 , N_2 . Για λόγους που θα γίνουν φανεροί παρακάτω, ο δεσμός σε τέτοια μόρια ονομάστηκε **ομοιοπολικός** και τα μόρια *ομοιοπολικά* (και οι αντίστοιχες χημικές ενώσεις *ομοιοπολικές*).

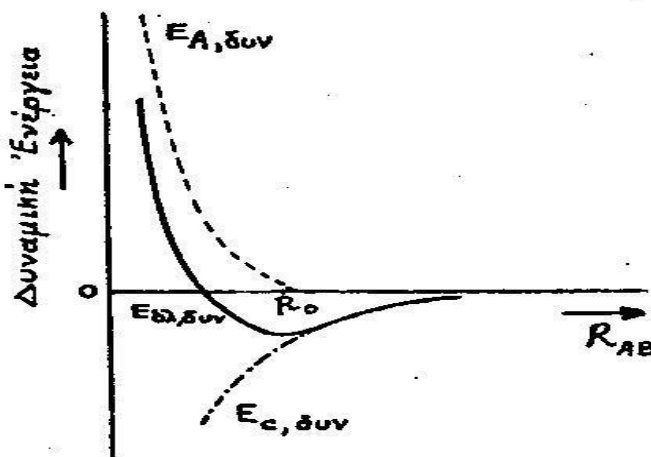
Το διάγραμμα του Σχ. 2 δίνει γραφικά τη μεταβολή της (ηλεκτρικής δυναμικής) ενέργειας σε ένα διατομικό μόριο συναρτήσει της απόστασης μεταξύ των δύο πυρήνων. Παρατηρούμε ότι σε μια ορισμένη διαπυρηνική απόσταση R_0 έχουμε ελάχιστη ενέργεια, άρα την πιο σταθερή κατάσταση. Η R_0 ονομάζεται *μήκος του χημικού δεσμού*. [Για λόγους που δεν εξηγούμε εδώ, η απόσταση των δύο πυρήνων δεν είναι σταθερή στον χρόνο και ίση με R_0 , αλλά αυξομειώνεται, παίρνοντας συνεχώς λίγο μεγαλύτερες και λίγο μικρότερες τιμές από τη R_0 . Έχουμε δηλαδή όχι ένα στατικό αλλά ένα δυναμικό σύστημα, με τους δύο πυρήνες να εκτελούν δονητική κίνηση (ταλάντωση) γύρω από τη θέση ισορροπίας R_0 .]



Σχήμα 2. Μεταβολή της ενέργειας σε ένα διατομικό μόριο συναρτήσει της διαπυρηνικής απόστασης

Η καμπύλη της ενέργειας στο Σχ. 2 χονδρικά* μπορεί να θεωρηθεί ως το άθροισμα των ενεργειών που οφείλονται σε δύο αντίστοιχες δυνάμεις: μιας ελκτικής, που οφείλεται στην παραπάνω αναφερθείσα έλξη πυρήνων-ηλεκτρονίων, και μιας απωστικής, που οφείλεται στις απώσεις ανάμεσα στους θετικά φορτισμένους πυρήνες και ανάμεσα στα αρνητικώς φορτισμένα ηλεκτρόνια (Σχ. 3). Σε άπειρη διαπυρηνική απόσταση, οι παραπάνω δυνάμεις είναι προφανώς μηδέν. Σε σχετικά μεγάλες αποστάσεις εμφανίζεται πρώτη και μόνη η ελκτική δύναμη και από ένα σημείο πλησιέστερα στον πυρήνα εμφανίζεται και η απωστική δύναμη (βλ. Σχ. 3). Πολύ κοντά στον πυρήνα, η απωστική δύναμη υπερτερεί της ελκτικής (γίνεται αρκετά μεγαλύτερη).

432



Σχήμα 3. Ανάλυση της καμπύλης της ενέργειας του Σχ. 1 σε μία ελκτική (στις θετικές τιμές) και μία απωστική (στις αρνητικές τιμές) συνιστώσα.

Ο Lewis πρότεινε το 1916 το μεγαλοφύες μοντέλο του κοινού ζεύγους ηλεκτρονίων ανάμεσα στα ίδια άτομα υδρογόνου, φθορίου κ.λπ. Οι δεσμοί αιτιολογούνται με την έννοια του ηλεκτρονιακού ζεύγους, λόγω ηλεκτρονιακής συνεισφοράς, και την επικάλυψη των ηλεκτρονιακών νεφών σθένους. Στην ερμηνεία (1) του αριθμού των ομοιοπολικών δεσμών

*Αυτό είναι υπεραπλούστευση

ανάμεσα σε δύο άτομα (2) στη στοιχειομετρία του μορίου της ένωσης βοηθάει ο κανόνας των οκτώ ηλεκτρονίων (**κανόνας της οκτάδας**): έτσι στα μόρια H_2 , F_2 και Cl_2 , ($H-H$, $F-F$, $Cl-Cl$) έχουμε απλό δεσμό, στο O_2 έχουμε διπλό δεσμό ($O=O$), ενώ στο N_2 έχουμε τριπλό δεσμό ($N\equiv N$), όπου κάθε απλή γραμμή παριστάνει έναν κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων ανάμεσα στους δύο πυρήνες.

Μια αναλογία για τον χημικό δεσμό: Ο χημικός δεσμός σαν ένα παιχνίδι διελκυστίνδας

Ας φανταστούμε δύο φίλους (δύο «άτομα») να παίζουν το παιχνίδι διελκυστίνδα – να κρατούν ένα χοντρό σχοινί στα δύο άκρα του και να διαγωνίζονται ποιος θα τραβήξει δυνατότερα το σχοινί ώστε να σύρει τον συμπαίκτη προς το μέρος του. Ας φανταστούμε ακόμη ότι κάνει κρύο και ότι στο μέσο του σχοινιού υπάρχει στερεωμένη μια πηγή θερμότητας (μια θερμάστρα), οπότε ο καθένας από τους δύο παίκτες θα προσπαθεί να φέρει κοντά του τη θερμάστρα για να ζεσταθεί περισσότερο. Στη συνήθη περίπτωση όπου ο ένας παίκτης είναι πιο δυνατός από τον άλλο, αυτός θα σύρει το σχοινί και τη θερμάστρα κοντύτερά του, αλλά θα αναγκαστεί να την κρατάει σε κάποια απόσταση ώστε να μην καίγεται. Αν συμβεί οι δύο παίκτες να έχουν ακριβώς την ίδια δύναμη, η θερμάστρα θα διατηρείται σε ίση απόσταση από τους δύο. Και στις δύο περιπτώσεις, ενδέχεται στιγμιαία ο ένας παίκτης να μετατοπίζει τη θερμάστρα προς την πλευρά του, αλλά αμέσως ο άλλος θα την επαναφέρει στη θέση ισορροπίας.

Το συμπέρασμα είναι ότι οι δύο παίκτες θα συγκρατούνται μεταξύ τους με το να διεκδικούν ο καθένας για τον εαυτό του τη θερμάστρα. Βλέπουμε λοιπόν την αναλογία με τον χημικό δεσμό. Παρακάτω, να κάνετε τις αντιστοιχίες ανάμεσα στους δύο παίκτες και στα άτομα (τους δύο «παίκτες») του χημικού δεσμού:

Παιχνίδι διελκυστίνδας	↔	Χημικός δεσμός
Παίκτες	↔	
Δύναμη του παίκτη	↔	
Θερμάστρα	↔	
Παίκτες με ίδια δύναμη	↔	
Παίκτες με διαφορετική δύναμη	↔	
Η θερμάστρα δεν μένει σε απόλυτα σταθερή απόσταση από τους δύο παίκτες, αλλά μετακινείται λίγο συνεχώς πότε προς τη μία και πότε προς την άλλη πλευρά		

Όπως κάθε αναλογία, και η παραπάνω έχει αστοχίες, π.χ. ενώ οι πυρήνες των ατόμων είναι θετικά φορτισμένοι και ο ένας ασκεί στον άλλο απωστική δύναμη, εδώ οι δύο παίκτες ουσιαστικά ασκεί ελκτική δύναμη ο ένας στον άλλο.

Ετεροπυρηνικός ομοιοπολικός δεσμός

Στην περίπτωση των ομοπυρηνικών μορίων, τα δύο άτομα του δεσμού έχουν την ίδια ηλεκτραρνητικότητα, άρα την ίδια ικανότητα να έλκουν το κοινό ηλεκτρονιακό ζεύγος. Μπορούμε τώρα να μελετήσουμε τους χημικούς δεσμούς ανάμεσα σε διαφορετικούς πυρήνες, όπου τα άτομα έχουν διαφορετικές μεν αλλά όχι πολύ διαφορετικές ηλεκτραρνητικότητες (στην πράξη αμφότερα τα στοιχεία είναι αμέταλλα, π.χ. HCl (υδροχλώριο), H_2O (οξείδιο του υδρογόνου ή υδρίδιο του οξυγόνου – το νερό), H_3N (αζίδιο του υδρογόνου ή υδρίδιο του αζώτου – η αμμωνία, που ο χημικός της τύπος

συνήθως γράφεται ως NH_3). Η φύση του χημικού δεσμού και στην περίπτωση αυτή είναι η ίδια με των ομοιοπολικών μορίων, δηλαδή έχουμε και εδώ ομοιοπολικούς δεσμούς, με μια βασική διαφορά: τα άτομα έχουν διαφορετικές μεν αλλά όχι πολύ διαφορετικές ηλεκτραρνητικότητες. Αυτό έχει ως συνέπεια την *πόλωση* των δεσμών, που θα μελετήσουμε παρακάτω.

Ο κανόνας του οκτάδας βοηθάει και εδώ στην ερμηνεία (1) του αριθμού των ομοιοπολικών δεσμών ανάμεσα σε δύο άτομα (2) στη στοιχειομετρία του μορίου της ένωσης (π.χ. $(\text{H})_1(\text{Cl})_1$, $(\text{H})_2(\text{O})_1$, $(\text{H})_3(\text{N})_1$). Να σημειωθεί όμως ότι σε πολλές ομοιοπολικές ενώσεις δεν ισχύει ο κανόνας της οκτάδας (π. χ. NO , BF_3).

Ο Μεταλλικός Δεσμός

Χαρακτηριστικό των μετάλλων είναι ότι είναι αγωγοί του ηλεκτρισμού, επιτρέποντας τη μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας. [Ένα μέρος της ενέργειας μεταφέρεται ως υποβαθμισμένη θερμική ενέργεια (το σύρμα θα θερμανθεί)]. Άλλη μεταβολή (π.χ. χημική) δεν συμβαίνει.

Τα μέταλλα είναι χημικά στοιχεία, αποτελούνται δηλαδή από ένα είδος ατόμων, π.χ. ο χαλκός από άτομα χαλκού. Διάφορα μοντέλα έχουν προταθεί για να εξηγήσουν την ιδιότητα των μετάλλων να δρουν ως ηλεκτρικοί αγωγοί. Ένα απλό μοντέλο θεωρεί ότι οι φορείς του μεταφερόμενου ηλεκτρικού φορτίου είναι ελεύθερα ηλεκτρόνια που έχουν αποδεσμευθεί από τα άτομα του μετάλλου. Αν πάρουμε ως παράδειγμα το νάτριο, θεωρούμε ότι από κάθε άτομο Na ελευθερώνεται το μοναδικό ηλεκτρόνιο σθένους του, κι έτσι σχηματίζεται ένα ιόν νατρίου (Na^+). Ο ΚΑΝΟΝΑΣ ΤΗΣ ΟΚΤΑΔΑΣ ΒΟΗΘΑΕΙ ΚΙ ΕΔΩ ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΗΝ ΕΞΗΓΗΣΗ ΓΙΑΤΙ ΣΧΗΜΑΤΙΖΕΤΑΙ ΤΟ ΙΟΝ Na^+ .

Έτσι στο μέταλλο νάτριο έχουμε ένα κρυσταλλικό πλέγμα που αποτελείται από ιόντα Na^+ . Το πλέγμα αυτό περιβάλλεται από ένα ελεύθερο νέφος ηλεκτρονίων (**ελεύθερα ηλεκτρόνια**). Στην περίπτωση του χαλκού έχουμε πλέγμα ιόντων Cu^{2+} . Η διαφορά ηλεκτροστατικού δυναμικού ανάμεσα σε δύο σημεία του μετάλλου θέτει σε κίνηση τα ελεύθερα ηλεκτρόνια, κι έτσι εξηγείται το φαινόμενο του ηλεκτρικού ρεύματος. Τα ηλεκτρόνια αυτά μεταφέρουν την ηλεκτρική ενέργεια, ενώ οι τριβές που αναπτύσσονται κατά την κίνηση είναι υπεύθυνες για την υποβαθμισμένη θερμική ενέργεια (για τη μεταφορά και θερμικής ενέργειας).

Σύμφωνα με το μοντέλο των ελεύθερων ηλεκτρονίων, το σύστημα του πλέγματος μεταλλικών κατιόντων συν τα ελεύθερα ηλεκτρόνια θεωρούμε ότι εξηγούν τον χημικό δεσμό στα μέταλλα (τον ονομαζόμενο **μεταλλικό δεσμό**).

Ο Ιοντικός Δεσμός

Ξεκινάμε να μελετάμε έναν τρίτο τύπο χημικού δεσμού, τον **ιοντικό δεσμό**, από την πειραματική παρατήρηση ότι τήγματα ορισμένων ενώσεων (π.χ. NaOH , NaCl) (όπως και τα υδατικά διαλύματα των ηλεκτρολυτών – ΟΞΕΩΝ, ΒΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΑΛΑΤΩΝ) είναι αγωγοί του συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος (ενώ π.χ. μια υγρή ή υγροποιημένη ομοιοπολική ένωση π.χ. το Br_2 δεν είναι). Αυτό μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι στους **ηλεκτρολύτες** (τήγματα και υδατικά διαλύματα) υπάρχουν ευκίνητα ηλεκτρικά φορτία, που τα ονομάζουμε **ιόντα**. Στα στερεά δεν υπάρχει κινητικότητα, γι' αυτό δεν έχουμε αγωγή του ηλεκτρισμού. Λόγω του ότι το συνολικό σύστημα (τήγμα ή διάλυμα του ηλεκτρολύτη) είναι ηλεκτρικά ουδέτερο, αυτό μας οδηγεί στην παραδοχή της ύπαρξης θετικών και αρνητικών ιόντων, τα οποία συνολικά μέσα στον ηλεκτρολύτη έχουν ίσο και αντίθετο μεταξύ τους φορτίο.

ΠΡΟΣΟΧΗ. Ως ηλεκτρολύτης αυστηρά νοείται το τήγμα ή το υδατικό διάλυμα. Κατ' επέκταση όμως *ονομάζουμε ηλεκτρολύτες και τις ίδιες τις ουσίες* (ΟΞΕΑ, ΒΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΛΑΤΑ).

Πειράματα δείχνουν ότι στις ουσίες των οποίων τα τήγματα είναι ηλεκτρικοί αγωγοί τα ιόντα προϋπάρχουν στο κρυσταλλικό πλέγμα. Στο κρυσταλλικό πλέγμα, τα αντιθέτως φορτισμένα ιόντα έλκονται μεταξύ τους με ελκτικές δυνάμεις Coulomb. Εξάλλου, τα ομοσήμως φορτισμένα ιόντα απωθούνται μεταξύ τους με ελκτικές δυνάμεις Coulomb. Οι δυνάμεις αυτές ασκούνται ανάμεσα σε οποιαδήποτε δύο ιόντα του κρυσταλλικού πλέγματος, είναι όμως πιο ισχυρές ανάμεσα σε δύο ιόντα όσο τα ιόντα είναι πλησιέστερα μεταξύ τους. Το ενεργειακό διάγραμμα των Σχ. 1 και 2 ισχύει και στην περίπτωση του ιοντικού δεσμού. Να σημειωθεί ότι αν απομονώσουμε στο κρυσταλλικό πλέγμα ένα κατιόν με ένα γειτονικό του ανιόν, σημαντική συμβολή στην ελκτική συνιστώσα της ενέργειας του διαγράμματος του Σχ. 2 έχει η έλξη ανάμεσα στο κατιόν και στο ανιόν.

Η χημική ανάλυση μάς δείχνει την αναλογία θετικών και αρνητικών ιόντων σε μια ιοντική ένωση, π.χ. $(\text{Na})_1(\text{Cl})_1$, $(\text{Ca})_1(\text{Cl})_2$, $(\text{Fe})_1(\text{Cl})_2$, $(\text{Fe})_1(\text{Cl})_2$, $(\text{Na})_2(\text{O})_1$, $(\text{Ca})_1(\text{S})_1$. Εξάλλου, πειραματικά δεδομένα οδηγούν στο φορτίο κάθε είδους ιόντος, π.χ. Na^+ , Cl^- , Ca^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , O^{2-} , S^{2-} . Τα φορτία αυτά εξηγούν και την αναλογία θετικών και αρνητικών ιόντων σε μια ιοντική ένωση.

ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ: ΣΤΙΣ ΙΟΝΤΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΜΟΡΙΟΥ, ΕΝΩ Ο ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ-ΤΟΥΣ ΔΕΙΧΝΕΙ ΑΠΛΩΣ ΤΗΝ ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΘΕΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΑΡΝΗΤΙΚΩΝ ΙΟΝΤΩΝ.

435

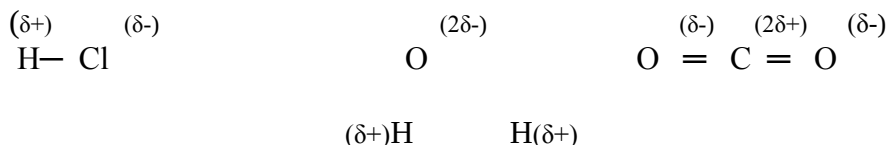
Για να εξηγήσουμε τώρα τα φορτία των ιόντων χρησιμοποιούμε το ΜΟΝΤΕΛΟ της μεταφοράς ηλεκτρονίων από το άτομο του ηλεκτροθετικού στο άτομο του ηλεκτραρνητικού στοιχείου, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός κατιόντος και ενός ανιόντος, με εφαρμογή του κανόνα της οκτάδας.

Μη Πολωμένος και Πολωμένος Ομοιοπολικός Δεσμός

Στην περίπτωση των ομοπυρηνικών ομοιοπολικών μορίων, τα δύο ίδια άτομα του δεσμού έχουν την ίδια ικανότητα να έλκουν τα ηλεκτρόνια, αφού έχουν το ίδιο φορτίο καρδιάς (την ίδια ηλεκτραρνητικότητα). Όπως και με το παιχνίδι της διελκυστίνδας, το κοινό ηλεκτρονιακό ζεύγος θα βρίσκεται σε ίση απόσταση από τα δύο άτομα. Ένας τέτοιος δεσμός λέγεται **μη πολωμένος**. Στην περίπτωση όμως των ετεροπυρηνικών μορίων, το ηλεκτρονιακό ζεύγος θα βρίσκεται πιο κοντά στο πιο ηλεκτραρνητικό άτομο. Τότε το μόριο έχει χαρακτηριστικά διπόλου: το το πιο ηλεκτραρνητικό άτομο φορτίζεται αρνητικά, ενώ το λιγότερο ηλεκτραρνητικό άτομο φορτίζεται θετικά. Ένας τέτοιος ομοιοπολικός δεσμός λέγεται **πολωμένος**.

Είναι φανερό ότι πόλωση έχουμε και στον ιοντικό δεσμό. Η διαφορά με τον πολωμένο ομοιοπολικό δεσμό είναι ότι ενώ στον ιοντικό δεσμό έχουμε ακέραια ηλεκτρικά φορτία (ακέραια πολλαπλάσια του στοιχειώδους ηλεκτρικού φορτίου) ($1+$, $2+$, $3+$, $1-$, $2-$, $3-$), στον πολωμένο ομοιοπολικό δεσμό θα έχουμε κλάσμα του στοιχειώδους φορτίου $\delta+$ και $\delta-$ όπου $\delta < 1$.

ΣΧΗΜΑΤΑ ΜΟΡΙΩΝ ΜΕ ΠΟΛΙΚΟΥΣ ΔΕΣΜΟΥΣ:



Το δ βέβαια ποικίλει ανάλογα με τη διαφορά στις ηλεκτραρνητικότητες των δύο ατόμων του δεσμού. Σε ένα ηλεκτρικό δίπολο ορίζουμε την διπολική ροπή μ , το μέτρο της οποίας δίδεται από τον τύπο $\mu = q r$, όπου q η απόλυτη τιμή του φορτίου ενός ατόμου ή ιόντος και r η μεταξύ τους απόσταση. Όσο μεγαλύτερη η τιμή της διπολικής ροπής ενός πολωμένου δεσμού, τόσο πιο πολωμένος ο δεσμός.

ΝΑ ΓΙΝΕΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΠΟΛΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΔΕΣΜΩΝ ΣΤΑ ΜΟΡΙΑ ClF ΚΑΙ CF₄ με βάση τα φορτία σκελετού των ατόμων.

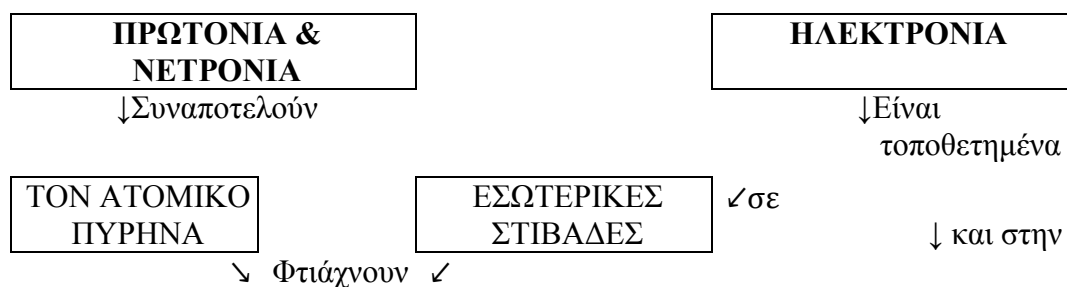
Μόριο συνολικά πολωμένο ή μη πολωμένο

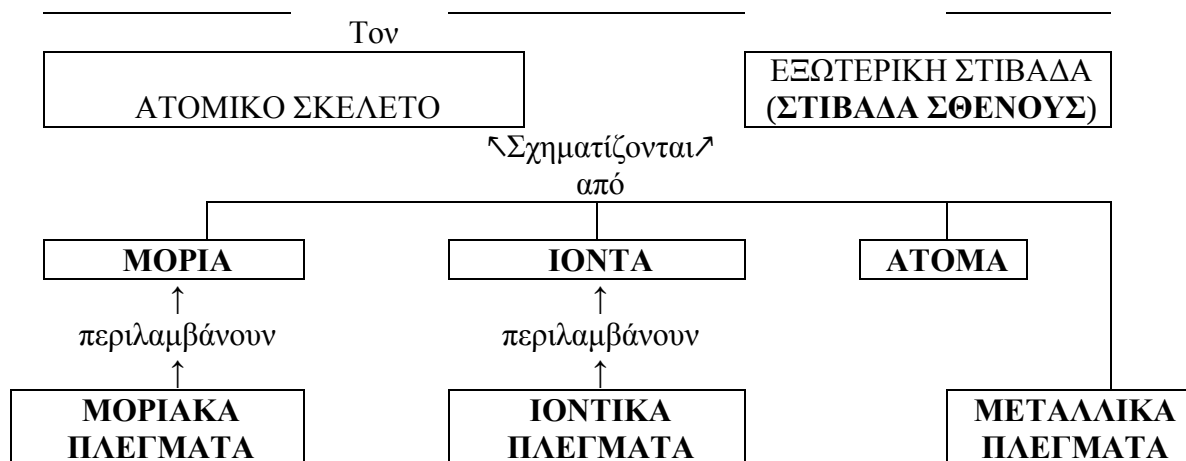
Λόγω του ότι η απόσταση r έχει διανυσματικό χαρακτήρα ($\mathbf{r}$), και η διπολική ροπή είναι επίσης διάνυσμα ($\boldsymbol{\mu}$). Είναι φανερό ότι σε ένα πολυατομικό μόριο όπου έχουμε περισσότερους από έναν πολωμένους δεσμούς, μπορούμε να ορίσουμε μια συνολική διπολική ροπή που θα είναι το διανυσματικό άθροισμα των επιμέρους διπολικών ροπών. Ενδέχεται μάλιστα σε ένα πολυατομικό μόριο να έχουμε πολωμένους δεσμούς, αλλά λόγω συμμετρίας η συνολική διπολική ροπή να είναι μηδέν, άρα το μόριο συνολικά να μην είναι δίπολο. Τέτοια μόρια είναι το γραμμικό μόριο CO₂ (O=C=O), το επίπεδο τριγωνικό μόριο NO₂ και τα τρισδιάστατα τετραεδρικά μόρια CH₄ και CCl₄.

436

Δεσμοί –Μια συνεχόμενη προσέγγιση

Από τα παραπάνω είναι φανερό ότι υπάρχει μια συνέχεια στο μέγεθος της διπολικής ροπής, άρα μια ποικιλία πόλωσης των δεσμών. Επειδή η πολικότητα ενός ομοιοπολικού δεσμού τού δίνει χαρακτηριστικά ιοντικού δεσμού, ενώ υπάρχουν και περιπτώσεις καταρχήν ιοντικών δεσμών με χαμηλή διπολική ροπή, αποδίδουμε στους πολωμένους ομοιοπολικούς και στους ιοντικούς δεσμούς ένα ποσοστό ομοιοπολικού και ένα ποσοστό ιοντικού χαρακτήρα. Παρατηρούμε ότι στη γενική περίπτωση ένας χημικός δεσμός (ομοιοπολικός ή ιοντικός) παρουσιάζει **εν μέρει ομοιοπολικό** και **εν μέρει ιοντικό χαρακτήρα**. Μακροσκοπικά η συνέχεια αυτή επιβεβαιώνεται από την πειραματική μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας των χημικών ενώσεων σε υγρή κατάσταση, όπου βρίσκουμε μια ποικιλία τιμών.





Το υπόλοιπο διδακτικό υλικό που ακολουθεί προέρχεται από το επίσημο διδακτικό βιβλίο χημείας της Α΄ τάξης λυκείου.

Παράγοντες που καθορίζουν τη χημική συμπεριφορά των ατόμων

Η χημική συμπεριφορά των στοιχείων καθορίζεται κατά κύριο λόγο από δύο παραμέτρους. Αυτές είναι:

1. τα ηλεκτρόνια σθένους
2. το μέγεθος του ατόμου (ατομική ακτίνα)

Τα θεμελιώδη αυτά χαρακτηριστικά του ατόμου θα εξεταστούν χωριστά και θα συσχετιστούν με τη χημική συμπεριφορά και κατ' επέκταση με το είδος του χημικού δεσμού που προκαλούν.

Ηλεκτρόνια σθένους

Είναι γνωστό ότι η ηλεκτρονιακή δομή και κυρίως τα εξωτερικά ηλεκτρόνια (ηλεκτρόνια σθένους) ευθύνονται για τη χημική συμπεριφορά του ατόμου. Στοιχεία που έχουν συμπληρωμένη την εξωτερική στιβάδα του ατόμου τους με οκτώ ηλεκτρόνια (εκτός από τη στιβάδα K που συμπληρώνεται με δύο), δεν έχουν την τάση να σχηματίζουν χημικές

ενώσεις. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα ευγενή αέρια. Τα άτομα αυτών των στοιχείων βρίσκονται σε μία πολύ σταθερή ενεργειακή κατάσταση και η σταθερότητα αυτή αποδίδεται στην πληρότητα της εξωτερικής τους στιβάδας.

Άτομα άλλων στοιχείων που δε βρίσκονται στην ίδια μοίρα, που δεν έχουν δηλαδή στην εξωτερική τους στιβάδα οκτάδα ηλεκτρονίων (ή δυάδα αν πρόκειται για τη στιβάδα K), τείνουν να αποκτήσουν αυτή τη δομή, δηλαδή να «μοιάσουν» με τα ευγενή αέρια. Έτσι συνδέονται χημικά μεταξύ τους, αποβάλλοντας ή προσλαμβάνοντας ή συνεισφέροντας ηλεκτρόνια, ώστε να αποκτήσουν τη σταθερή ηλεκτρονική δομή των ευγενών αερίων (**κανόνας των οκτώ**).

Παρακάτω δίνεται πίνακας με τα ηλεκτρόνια σθένους χαρακτηριστικών στοιχείων. Να σημειωθεί ότι τα ηλεκτρόνια μέχρι 4 είναι μονήρη (μοναχικά), ενώ από 5 και πάνω αρχίζουν τα ζευγάρια. Με βάση αυτό τον πίνακα μπορούμε να προσδιορίζουμε τους ηλεκτρονιακούς τύπους των ενώσεων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2 Ηλεκτρόνια σθένους στοιχείων που ανήκουν σε κύριες ομάδες του περιοδικού πίνακα

IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	Ευγενή αέρια
H •							He :
Li •	• Be •	• B •	• C •	: N •	: O •	: F •	: Ne :
Na •	• Mg •	• Al •	• Si •	: P •	: S •	: Cl •	: Ar :
K •	• Ca •				: Se •	: Br •	: Kr :
Rb •	• Sr •				: Te •	: I •	: Xe :
Cs •	• Ba •						

Ένα στοιχείο της ομάδας IA των αλκαλίων, προφανώς έχει ένα μόνο ηλεκτρόνιο στην εξωτερική του στιβάδα, το οποίο επιδιώκει να αποβάλλει, ώστε να αποκτήσει δομή ευγενούς αερίου. Κατ' αυτό τον τρόπο φορτίζεται θετικά (ηλεκτροθετικό στοιχείο). Με ανάλογο σκεπτικό, ένα στοιχείο της VIIA ομάδας του περιοδικού πίνακα, που έχει στην εξωτερική του στιβάδα επτά ηλεκτρόνια, τείνει να προσλάβει ένα ηλεκτρόνιο, ώστε να αποκτήσει δομή ευγενούς αερίου, οπότε και φορτίζεται αρνητικά (ηλεκτραρνητικό στοιχείο). Έτσι μπορούμε να συμπεράνουμε ότι στοιχεία που έχουν «λίγα» ηλεκτρόνια στην εξωτερική τους στιβάδα έχουν την τάση να δίνουν ηλεκτρόνια, και αυτό συμβαίνει συνήθως με τα στοιχεία των IA, IIA, και IIIA ομάδων του περιοδικού πίνακα. Αντίθετα, στοιχεία που έχουν «πολλά» ηλεκτρόνια στην εξωτερική τους στιβάδα έχουν τάση να παίρνουν ηλεκτρόνια, και αυτό συμβαίνει συνήθως με τα στοιχεία των VA, VIA και VIIA ομάδων του περιοδικού πίνακα.

Ατομική ακτίνα (το μέγεθος του ατόμου)

Το μέγεθος ενός ατόμου καθορίζει τη δύναμη με την οποία τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας συγκρατούνται από τον πυρήνα, αφού μεταξύ του θετικά φορτισμένου πυρήνα και των αρνητικά φορτισμένων ηλεκτρονίων ασκούνται δυνάμεις ηλεκτροστατικής φύσης (Coulomb). Συνεπώς, **όσο πιο μικρό είναι ένα άτομο, τόσο πιο δύσκολα χάνει ηλεκτρόνια** ή τόσο πιο εύκολα παίρνει ηλεκτρόνια (μεγάλη έλξη από τον πυρήνα).

Αντίθετα, *όσο πιο μεγάλο είναι ένα άτομο, τόσο πιο εύκολα χάνει ηλεκτρόνια* ή τόσο πιο δύσκολα παίρνει ηλεκτρόνια. (μικρή έλξη από τον πυρήνα).

Το μέγεθος ενός ατόμου είναι μία από τις πιο ομαλά μεταβαλλόμενες ιδιότητες στα περιοδικό πίνακα.

➤ *Κατά μήκος μιας περιόδου η ατομική ακτίνα ελαττώνεται από τα αριστερά προς τα δεξιά.* Αυτό συμβαίνει, γιατί όσο πλησιάζουμε προς τα δεξιά αυξάνει ο ατομικός αριθμός, και συνεπώς αυξάνει το θετικό φορτίο του πυρήνα, με αποτέλεσμα να μειώνεται η ακτίνα λόγω μεγαλύτερης έλξης των ηλεκτρονίων από τον πυρήνα. Επίσης,

➤ *Σε μία ομάδα η ατομική ακτίνα αυξάνεται από πάνω προς τα κάτω.*

Όσο πλησιάζουμε προς τα κάτω προστίθενται στιβάδες στο άτομο, οπότε μεγαλώνει απόσταση ηλεκτρονίων σθένους από τον πυρήνα, η έλξη μειώνεται, συνεπώς η ατομική ακτίνα αυξάνεται.

Μετά απ' αυτά φαίνεται ότι το καίσιο (Cs) χάνει πιο εύκολα ένα ηλεκτρόνιο απ' ότι το νάτριο (Na). Ομοίως, το χλώριο (Cl) παίρνει πιο εύκολα ένα ηλεκτρόνιο απ' ότι το ιώδιο (I).

• **Κανόνας των οκτώ:** τα άτομα έχουν την τάση να συμπληρώσουν τη στιβάδα σθένους των με οκτώ ηλεκτρόνια (εκτός αν είναι η στιβάδα K που συμπληρώνεται με δύο), ώστε να αποκτήσουν τη δομή ευγενούς αερίου.

Σχηματισμός ιοντικών ενώσεων

Κατά το σχηματισμό ιοντικού δεσμού μεταξύ δύο ατόμων, το ένα άτομο αποβάλλει 1 έως 3 ηλεκτρόνια, παίρνοντας έτσι τη μορφή κατιόντος (θετικό ιόν). Αντίθετα, το άλλο άτομο προσλαμβάνει 1 έως 3 ηλεκτρόνια, παίρνοντας έτσι τη μορφή ανιόντος (αρνητικό ιόν).

Ας δούμε όμως, πώς σχηματίζεται η ιοντική ένωση LiF από το μέταλλο λίθιο (${}_3\text{Li}$) και το αμέταλλο φθόριο (${}_9\text{F}$).

Η ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων είναι: ${}_3\text{Li}$ (2,1) και ${}_9\text{F}$ (2,7)

Όταν τα δύο άτομα πλησιάσουν κοντά το ένα στο άλλο, μεταφέρεται ένα ηλεκτρόνιο από το άτομο του Li στο άτομο του F και κατ' αυτό τον τρόπο αποκτούν δομή ευγενούς αερίου, μεταπίπτοντας σε αντίθετα φορτισμένα ιόντα, δηλαδή έχουμε: Li^+ (2) και F^- (2,8), όπως φαίνεται σχηματικά παρακάτω:

Η αποβολή ενός ηλεκτρονίου από ένα άτομο Li οδηγεί σε μείωση της ατομικής του ακτίνας. Γι' αυτό και τα κατιόντα έχουν πάντοτε μικρότερο μέγεθος από τα αντίστοιχα ουδέτερα άτομα. Αντίθετα, η πρόσληψη ηλεκτρονίου από ένα ουδέτερο άτομο οδηγεί σε αύξηση της ατομικής του ακτίνας, γι' αυτό και τα ανιόντα έχουν πάντοτε μεγαλύτερο μέγεθος από τα αντίστοιχα ουδέτερα άτομα.

Με ανάλογο τρόπο σχηματίζεται η ιοντική ένωση NaCl από το νάτριο (${}_{11}\text{Na}$) και χλώριο (${}_{17}\text{Cl}$). Η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου του νατρίου είναι: ${}_{11}\text{Na}$ (2,8,1). Με αποβολή του ηλεκτρονίου σθένους, το άτομο του Na αποκτά τη δομή (2,8), δηλαδή τη δομή ευγενούς αερίου (του νέου). Έτσι προκύπτει το κατιόν του νατρίου: $\text{Na} \rightarrow \text{Na}^+ + e^-$. Η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου του χλωρίου είναι: ${}_{17}\text{Cl}$ (2,8,7). Με πρόσληψη του ενός ηλεκτρονίου που απέβαλε το Na, το άτομο του Cl αποκτά δομή (2,8,8), δηλαδή δομή ευγενούς αερίου (του αργού). Έτσι προκύπτει το ανιόν του χλωρίου: $\text{Cl} + e^- \rightarrow \text{Cl}^-$

Τέλος, τα ιόντα που σχηματίζονται συγκρατούνται με ισχυρές ηλεκτροστατικές δυνάμεις σε ορισμένες θέσεις στον κρύσταλλο του NaCl. Στον κρύσταλλο αυτό οι δυνάμεις Coulomb ασκούνται προς όλες τις διευθύνσεις. Έτσι, τα ιόντα συσσωρεύονται, ώστε το

κάθε κατιόν να περιβάλλεται από έξι ανιόντα και κάθε ανιόν να περιβάλλεται από έξι κατιόντα. Αυτή η «συσσωρευμένη» κατάσταση εξασφαλίζει την ελάχιστη ενέργεια στο σύστημα, δηλαδή τη μέγιστη σταθερότητα. Επομένως, **στις ιοντικές ενώσεις δεν υπάρχει η έννοια του μορίου**. Ο δε χημικός τύπος, πχ. NaCl, δείχνει την απλούστερη ακέραια αναλογία κατιόντων και ανιόντων στον κρύσταλλο.

Χαρακτηριστικά ιοντικών ή ετεροπολικών ενώσεων

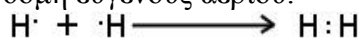
Τα βασικά χαρακτηριστικά των ιοντικών ενώσεων είναι:

1. Ιοντικές ενώσεις είναι κατά πλειονότητα τα οξείδια των μετάλλων, τα υδροξείδια των μετάλλων και τα άλατα.
2. Στις ιοντικές ή ετεροπολικές ενώσεις δεν υπάρχουν μόρια. Σχηματίζεται κρύσταλλος του οποίου οι δομικές μονάδες είναι τα ιόντα (ιοντικός κρύσταλλος).
3. Οι ιοντικές ενώσεις έχουν υψηλά σημεία τήξεως λόγω των ισχυρών δυνάμεων Coulomb, που συγκρατούν τα ιόντα τους στον κρύσταλλο. Π.χ. το κοινό αλάτι (χλωριούχο νάτριο) τήκεται περίπου στους 800 °C.
4. Οι κρύσταλλοί τους είναι σκληροί και εύθραυστοι και όχι ελατοί και όλκιμοι, όπως είναι οι κρύσταλλοι των μετάλλων.
5. Σε αντίθεση με τους κρυστάλλους των μετάλλων (μεταλλικά κρυσταλλικά πλέγματα), οι ιοντικές ενώσεις σε στερεά κατάσταση είναι κακοί αγωγοί του ηλεκτρισμού. Όμως, τα τήγματα και τα υδατικά τους διαλύματα άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα (βλέπε σχήματα δίπλα και κάτω).
6. Πολλές ιοντικές ενώσεις είναι ευδιάλυτες στο νερό.

440

Σχηματισμός ομοιοπολικού δεσμού

Ας δούμε τώρα πώς μπορούν να συνδεθούν δύο άτομα υδρογόνου, για να σχηματίσουν το μόριο του υδρογόνου. Κάθε άτομο υδρογόνου αμοιβαία συνεισφέρει το μοναδικό μονήρες ηλεκτρόνιο που διαθέτει, με αποτέλεσμα το σχηματισμό ενός κοινού ζεύγους ηλεκτρονίων, δηλαδή ενός ζεύγους που να ανήκει και στα δύο άτομα. Κατ' αυτό τον τρόπο τα δύο άτομα αποκτούν δομή ευγενούς αερίου.



Με ανάλογο τρόπο μπορούμε να μελετήσουμε το σχηματισμό του μορίου του υδροχλωρίου (HCl) από ένα άτομο ${}_1\text{H}$ και ένα άτομο ${}_{17}\text{Cl}$. Τα δύο άτομα αμοιβαία συνεισφέρουν τα μονήρη (μοναχικά) ηλεκτρόνιά τους προς σχηματισμό ενός ομοιοπολικού δεσμού. Κατ' αυτό τον τρόπο τα δύο άτομα αποκτούν δομή ευγενούς αερίου.

Οι παραπάνω παραστάσεις, που δείχνουν την κατανομή των ηλεκτρονίων σθένους στο μόριο, καθώς και το σχηματισμό των ομοιοπολικών δεσμών, ονομάζονται **ηλεκτρονιακοί τύποι**. Με βάση τον ηλεκτρονιακό τύπο παρατηρούμε ότι στο μόριο του HCl έχουμε τρία μη δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων (ηλεκτρόνια που δε συμμετέχουν στο σχηματισμό δεσμών)

και ένα δεσμικό, τον ομοιοπολικό δεσμό. Ο ομοιοπολικός αυτός δεσμός μπορεί να παρασταθεί και με μία παύλα.

Χαρακτηριστικά ομοιοπολικών ή μοριακών ενώσεων

1. Οι μοριακές ενώσεις διαφέρουν εντυπωσιακά από τις ιοντικές, είναι δηλαδή διακριτά συμπλέγματα ατόμων (μόρια) και όχι εκτενή συσσωματώματα (κρύσταλλοι). Επιπλέον, οι ελκτικές δυνάμεις μεταξύ των μορίων είναι ασθενείς σε σχέση με αυτές μεταξύ των ιόντων στο κρυσταλλικό πλέγμα. Γι' αυτό οι μοριακές ενώσεις σχηματίζουν μαλακά στερεά με χαμηλά σημεία τήξεως, ή υγρά με χαμηλά σημεία βρασμού, ή αέρια σώματα. Υπάρχουν βέβαια περιπτώσεις στις οποίες τα άτομα συνδέονται μεταξύ τους και σχηματίζουν μεγαλομόρια, όπως είναι το διαμάντι ή ο γραφίτης, τα οποία χαρακτηρίζονται από εξαιρετική σκληρότητα και πολύ υψηλά σημεία τήξεως.
2. Ομοιοπολικές ενώσεις είναι κατά το πλείστον οι ενώσεις μεταξύ αμετάλλων, π.χ. οξέα, οξείδια αμετάλλων κλπ.
3. Σε καθαρή κατάσταση είναι κακοί αγωγοί του ηλεκτρισμού, ενώ τα υδατικά διαλύματα ορισμένων ομοιοπολικών ενώσεων (π.χ. οξέων) άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ



442

Ερωτηματολόγιο για τον Χημικό Δεσμό

Ονοματεπώνυμο:.....
Τάξη.....
Τμήμα.....
Αριθμός μαθητών.....

Συνολική διάρκεια 60'

Ονοματεπώνυμο.....

Τμήμα.....

Μέρος Α

1) Παρακάτω δίνεται κατάλογος όρων που συναντήσατε στο μάθημα της χημείας.

Δίπλα σε κάθε όρο, να σημειώσετε:

- **Ι** αν ο όρος χρησιμοποιείται για την περιγραφή **ΜΟΝΟ** του ιοντικού δεσμού:
- **Ο** αν ο όρος χρησιμοποιείται για την περιγραφή **ΜΟΝΟ** του ομοιοπολικού δεσμού:
- **Ι & Ο** αν ο όρος χρησιμοποιείται για την περιγραφή **ΚΑΙ** του ιοντικού **ΚΑΙ** **ΤΟΥ** ομοιοπολικού δεσμού.
- **Θ** αν ο όρος **ΔΕΝ** χρησιμοποιείται για την περιγραφή **ΟΥΤΕ** του ιοντικού **ΟΥΤΕ** του ομοιοπολικού δεσμού.
- **ΔΑ:** Δεν Απαντώ

1	Ενέργεια	18	πυκνότητα
2	περίοδος	19	ομοιοπολική ένωση
3	ηλεκτρόνια σθένους	20	μαζικός αριθμός δυνάμεις
4	όγκος	21	Coulomb
5	χημικός δεσμός	22	ατομική ακτίνα
6	ιοντικός δεσμός	23	ελκτικές δυνάμεις
7	ομάδα	24	απωστικές δυνάμεις
8	ομοιοπολικός δεσμός ηλεκτραρνητικότητα	25	διαλυτότητα
9	μάζα	26	περιεκτικότητα
10	ατομική ακτίνα	27	μόριο
11	κανόνας οκτάδας	28	διαλυτότητα
12	μέταλλο	29	σημείο τήξεως
13	αμέταλλο	30	σημείο ζέσεως
14	ιόν	31	δομές Lewis
15	κρύσταλλος		
16	πολικότητα		
17	ιοντική ένωση		

2) Να χρησιμοποιήσετε όρους από τον κατάλογο και να συντάξετε ΔΥΟ (2) προτάσεις που να αφορούν τον ιοντικό δεσμό, ΔΥΟ (2) προτάσεις που να αφορούν τον ομοιοπολικό και ΔΥΟ (2) προτάσεις που να αφορούν και τα δύο είδη δεσμών.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: ΣΕ ΚΑΘΕ ΠΡΟΤΑΣΗ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΠΕΡΙΕΧΕΤΑΙ ΕΝΑΣ Ή ΚΑΙ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΟΙ ΑΠΟ ΕΝΑΝ ΟΡΟΙ ΑΠΟ ΤΟΝ ΚΑΤΑΛΟΓΟ.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΠΟΥ ΑΦΟΡΑ ΚΑΙ ΤΑ ΔΥΟ ΕΙΔΗ ΔΕΣΜΩΝ: Ελκτικές δυνάμεις υπάρχουν και στον ιοντικό και στον ομοιοπολικό δεσμό.

Ιοντικός δεσμός

ΠΡΟΤΑΣΗ 1:

.....
.....

ΠΡΟΤΑΣΗ 2:

.....
.....

Ομοιοπολικός δεσμός

ΠΡΟΤΑΣΗ 1:

.....
.....

ΠΡΟΤΑΣΗ 2:

.....
.....

Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός

ΠΡΟΤΑΣΗ 1:

.....
.....

ΠΡΟΤΑΣΗ 2:

.....
.....

Χρόνος 30΄

Ονοματεπώνυμο.....
Τμήμα.....

Μέρος Β

1) Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές (Σ) ή λάθος (Λ). Αιτιολογήστε τις απαντήσεις σας. Δώστε παράδειγμα όπου χρειάζεται.

Πρόταση 1^η: Η ηλεκτραρνητικότητα παίζει ρόλο στο σχηματισμό του ομοιοπολικού δεσμού, όχι όμως και στο σχηματισμό του ιοντικού δεσμού.

.....
.....
.....

Πρόταση 2^η: Οι δομές Lewis χρησιμοποιούνται για να αναπαριστάνουμε ομοιοπολικές ενώσεις όχι όμως για να αναπαριστάνουμε ιοντικές ενώσεις.

.....
.....
.....

Πρόταση 3^η: Με τον κανόνα της οκτάδας μπορούμε να εξηγήσουμε τον σχηματισμό χημικού δεσμού (ιοντικού ή ομοιοπολικού) μεταξύ δύο ατόμων.

.....
.....
.....

Πρόταση 4^η: Στον ιοντικό δεσμό έχουμε ηλεκτροστατικές αλληλεπιδράσεις ενώ τέτοιες αλληλεπιδράσεις δεν έχουμε στον ομοιοπολικό δεσμό.

.....
.....
.....

Πρόταση 5^η: Το είδος του δεσμού (ιοντικός-ομοιοπολικός) που σχηματίζεται ανάμεσα σε δύο άτομα καθορίζεται από τα ηλεκτρόνια σθένους των ατόμων.

.....
.....
.....

Πρόταση 6^η: Πολικότητα εμφανίζουν μόνο οι ομοιοπολικοί δεσμοί και όχι οι ιοντικοί.

.....
.....
.....

2) Ποια κριτήρια μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε για να προσδιορίσουμε αν δύο άτομα θα σχηματίσουν μεταξύ τους ιοντικό ή ομοιοπολικό δεσμό;

.....
.....
.....

3) Να αναφέρετε 1 ή 2 δυσκολίες που αντιμετωπίσατε κατά την μελέτη του κεφαλαίου των δεσμών;

.....
.....
.....

4) Ποιος δεσμός ο ιοντικός ή ομοιοπολικός σας φάνηκε δυσκολότερος στην κατανόησή του; Να αναφέρετε και τον λόγο.

.....
.....
.....
.....

Χρόνος 30'

Βιβλιογραφικές Αναφορές

Ελληνική βιβλιογραφία

Βαϊνάς, Κ. (1998). Η ερώτηση ως μέσο αγωγής της σκέψης. Gutenberg, Αθήνα.

Βαρδάκα Μ., Βαρδάκας Ε., Αλιμήσης Δ., (2005) “Η βασισμένη στον Η/Υ δημιουργία εννοιολογικών χαρτών και η διδακτική αξιοποίησή τους”, Ανώτατη Σχολή Παιδαγωγικής και Τεχνολογικής Εκπαίδευσης, Παράρτημα Πάτρας, 3ο Συνέδριο στη Σύρο, ΤΠΕ στην εκπαίδευση

Βοσνιάδου Σ., (1998). Γνωσιακή Ψυχολογία. Αθήνα: Gutenberg.

Βουγιούκας, Α (1984-1985) Τα νέα Αναλυτικά προγράμματα και Σχολικά Βιβλία και η Διδασκαλία της Γλώσσας. Επιστημονικό Βήμα του Δασκάλου, 30(6) 7-76

Γεωργόπουλος, Κ., Μπέλλου, Ι., Κώτσης, Κ., Μικρόπουλος, Τ.Α.

(2011), Μελέτη των παρανοήσεων στη χρήση γραφικών παραστάσεων κινηματικών φαινομένων MBL. Στο Γ. Παπαγεωργίου & Γ. Κουντουριώτης (Επιμ.), Πρακτικά 7^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση-Αλληλεπιδράσεις Εκπαιδευτικής Έρευνας και Πράξης στις Φυσικές Επιστήμες (σ.696-703), Αλεξανδρούπολη.

Γιοκαρίνης, Κ.Ν. (1988). Η τεχνική των ερωτήσεων στη διδακτική πράξη και της αξιολόγησης. Αυτοέκδοση, Δράμα

Θεοφιλίδης, Χ. (1988). Η τέχνη των ερωτήσεων. Εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα.

Κασσωτάκης, Μ. Ι. (1992). Η αξιολόγηση της επίδοσης των μαθητών. Εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα.

Καψάλης, Α. Γ. & Χαραλάμπους, Δ.Φ. (1995). Σχολικά εγχειρίδια: Θεσμική εξέλιξη και σύγχρονη προβληματική. Έκφραση, Αθήνα

Κολιάδης, Εμμ. (2002). Γνωστική ψυχολογία, Γνωστική νευροεπιστήμη και εκπαιδευτική πράξη. Αυτοέκδοση, Αθήνα.

Κουλαϊδής Β. (επιμ.), (1994). Αναπαραστάσεις του Φυσικού Κόσμου.: Εκδόσεις Gutenberg, Αθήνα

Κουλουμπαρίτση, Α. (2003). Η κατανόηση στο αναλυτικό πρόγραμμα, τα σχολικά βιβλία και τη διδακτική πράξη. Εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα.

Ματσαγγούρας, Η. (1998). Στρατηγικές διδασκαλίας. Εκδόσεις Gutenberg, Αθήνα.

Ματσαγγούρας, Η. (2004). Κειμενοκεντρική προσέγγιση του γραπτού λόγου. Εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα.

Ματσαγγούρας, Η. (1998). Στρατηγικές διδασκαλίας. Gutenberg, Αθήνα.

Ματσαγγούρας, Η. (2004). Κειμενοκεντρική προσέγγιση του γραπτού λόγου. Εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα.

Μπέλλου, Ι (2003). Ποιοτική αξιολόγηση μαθησιακών αποτελεσμάτων μαθητών μετά την αλληλεπίδρασή τους με εκπαιδευτικό λογισμικό, 2^ο Πανελλήνιο

Συνέδριο των Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στη Διδακτική Πράξη, Σύρος, Μάιος.

Παπαθανασίου Ε., Λυμπουρίδου Χ., Σάββα Α., (2002). “Η Αξιοποίηση των Εννοιολογικών Χαρτών στην Εκπαιδευτική Πράξη”, 3ο Πανελλήνιο Συνέδριο με διεθνή συμμετοχή “Οι τεχνολογίες της πληροφορίας και της επικοινωνίας στην εκπαίδευση” Ρόδος.

Ραβάνης Κ., (1999). Οι Φυσικές Επιστήμες στην Προσχολική Εκπαίδευση. Διδακτική και Γνωστική Προσέγγιση. Αθήνα: Τυπωθήτω.

Παππά Ε., (2006) Αξιολόγηση των Ερωτήσεων στα Σχολικά βιβλία Χημείας και μελέτη του παιδαγωγικού τους ρόλου» που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού προγράμματος: Διδακτική της Χημείας και Νέες Εκπαιδευτικές Τεχνολογίες.

Ράπτης Α. & Ράπτη Α, (2002). Μάθηση και Διδασκαλία στην Κοινωνία της Πληροφορίας, Ολική Προσέγγιση. Αθήνα.

Τσαπαρλής Γ.,(2000). SOMA: The states-of-matter approach to introductory chemistry, Chemical education, Res. Pract. 2000(Προτεινόμενο διδακτικό υλικό για την Α Λυκείου).

Τσαπαρλής, Γ. (2000). Διδακτική φυσικών επιστημών και διδακτική της χημείας (Σημειώσεις μεταπτυχιακού προγράμματος ΔιΧηNET). Πανεπιστήμια Αθηνών και Θεσσαλονίκης.

Φράγκος Χ. (1984). Ψυχοπαιδαγωγική, σς. 370-371. Αθήνα.

Φορτούνη Τ., Φραγκάκη Μ., (2003). “Εννοιολογική Χαρτογράφηση: Μια Διδακτική Παρέμβαση”, 2ο συνέδριο στη Σύρο, ΤΠΕ στην εκπαίδευση

Ξενόγλωση βιβλιογραφία

Armbruster, B. & Ostertag, J. (1993). Questions in elementary science and social studies textbooks. In B. K. Britton, A. Woodward & M. Binkley (eds.), Learning from textbooks. Theory and practice. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, N.J.

Allington, R.L., & Weber, R.M., (1993). Questioning Questions in Teaching and Learning From Texts. Στο Britton, B.K., Woodward, A. & Binkley, M. (επιμ) Learning from Textbooks. Theory and Practice. Hillsdale, N.J : Lawrence Erlbaum Associates.

American Chemical Society staf., (1996). A Project of the American Chemical Society: ChemCom(Chemistry in the Community), Third Edition, Kentall/Hunt Publishing Company.

Atkins, P. & Jones, J. (2001) Chemistry (Molecules, matter and change), 3rd edition. Publisher Toros.

Atkins, P. & Jones, J. (2000). Chemistry - Molecules, matter and change. 3rd edn. Freeman, New York

Barker V., & Millar R., (2000). 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(11), 1171-1200.

Ball, D. L., & Cohen, D. K. (1996). Reform by the Book: What Is: Or Might Be: The Role of Curriculum Materials in Teacher Learning and Instructional Reform? Educational Researcher, 25(6), 8–14.

Berliner D.C., Gage N.L,Maltby (1995), Educational phycology : An Australian and New Zealand perspective, Wiley Press.

Biggs,J.B (2001), The reflective institution: Assuring and enhancing the quality of teaching and learning, Higher Education, 41, 221-238

Biggs, J. (1996), Enhancing teaching through constructivealignment, Higher education, 32, 347-364.

Biggs ,J.B. and Collins, K.F. (1982), Evaluating the Quality of Learning.The SOLO Taxonomy, New York,Academic Press.

Bliss J., (1994). From Mental Models to Modelling. In H. Mellar, J. Bliss, R. Boohan, J. Ogborn, C. Tompsett (Eds). Learning with Artificial Worlds: Computer Based Modelling in the Curriculum. pp. 27-32, London: The Falmer Press.

Bloom, M.S. & Krathwohl, D.R. (1956/1986). Ταξινομία διδακτικών στόχων. Τόμος Α. Γνωστικός τομέας. Α. Λαμπράκη-Παγανού (μεταφρ.). Κώδικας, Αθήνα.

Bransford J.D., Brown A.L., & Cocking R. R., (Eds),(2000). How people learn : Brain, mind, experience and school. Washington, DC: National Academy Press.

Brooks, J. G. & Brooks M. G., (1993). In search of understanding: The case for constructivist classrooms. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Chang, R. (2000) Chemistry, 6th edn. McGraw-Hill, Boston.

Davis, E. A., & Krajcik, J. (2005). Designing educative curriculum materials to promote teacher learning. Educational Researcher, 34(3), 3–14.

De Posada J.M., (1997). Conceptions of high school students concerning the internal structure of metals and their electric conduction: Structure and evolution . Science education, 81(4), 445-467

De Posada J.M., (1999). The presentation of metallic bonding in high school science textbooks during three decades: Science educational reforms and substantive changes of tendencies. Science education, 83(4), 423-447.

DiSessa, A. A. (1993). Towards an epistemology of physics. Cognition and Instruction, 10(2–3), 105–225.

Doise W., Mugny G., (1981). Le développement social de l'intelligence. Paris, Interéditions.

Ebbing D. D., Gammon D. S., (2011). “General Chemistry” Μετάφραση: Κλούρας Νικόλαος, εκδόσεις Τραυλός

Feynman, R. P., Leighton, R. B., & Sands, M. L. (1964). The Feynman lectures on physics.

California: Addison-Wesley.

Finster C. F., (1991), Developmental instruction: Part II. Application of the Perry model to general chemistry, J. Chem. Educ., 1991, 68 (9), p 752 DOI: 10.1021/ed068p752,

Publication Date: September 1991

Frailich M., Hofstein A., Kesner M.,, (2008). Enhancing Students' Understanding of the Concept of Chemical Bonding by Using Activities Provided on an Interactive Website VOL. 46, NO. 3, PP. 289-310 Journal of research in science teaching.

Zook B. K., (1991), Effects of analogical processes on learning and misrepresentation, Educational Psychology Review, vol 3, No 1, 1991.

Gabel D., (1996). The complexity of chemistry : Research for teaching 21st century. Paper presented at the 14th international conference in chemical education . Brisbane Australia.

Graham Hill: Chemistry Counts, Hodder and Stoughton,(2002). London Sydney Auckland Toronto

Gentner, D., & Stevens, A.L., Eds. (1983). Mental Models. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Gilbert J., & Boulter C., (2000). Developing Models in Science Education. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Glynn W. P., (1991) , Coral reef bleaching in the 1980s and possible connections with global warming ,Trends in Ecology and Evolution, 6, (6), 175–179.

Halloun A. I., Model-centered, assessment-guided learning and instruction in science, (2007). Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση 5(Α'), 12-19.

Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (1998). Modelling in Science Lessons: Are There Better Ways to Learn With Models? *School Science and Mathematics*, 98 (8). 420-429.

Harrison G. A., Treagust F. D., (1996), Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry, John Wiley & Sons, Inc.

Hayes, J.R. and Flower, L.S., (1980), Identifying the organization of writing processes in writing. An interdisciplinary approach, (pp 3-30), Hills-dade, Nji Erlbaum

Hestenes D., (1992). Modeling games in the Newtonian World. *American Journal of Physics*, 60, pp. 732-748.

Hodgson, T.R. (1995). Modeling in the mathematics classroom: Issues and challenges. *School Science and Mathematics*, 95(7), 351-358.

Hodgson, T., and Harpster, D. (1997). Looking back in mathematical modeling: Classroom observations and instructional strategies. *School Science and Mathematics*, 97(5), 260-267.

Harrison A., & Treagust D.F., (2000). Learning about atoms, molecules and chemical bonds: A case study of multiple-model use in grade 11 chemistry. *Science education* 84, 352-381.

Harrison G. A., Venville J. G., Treagust F. D., (1998), Teaching Science Effectively With Analogies: An Approach for Preservice and Inservice Teacher Education, *Journal of Science Teacher Education* May 1998, Volume 9, Issue 2, pp 85-101

Henderleiter, J., Smart, R., Anderson, J., & Elian, O. How do organic chemistry students understand and apply hydrogen bonding? *Journal of Chemical Education*, 78(8), 1126-1130.

Huberman A B., Weigend S A. , and Rumelhart E. D., (1990). Predicting the future: A connectionist approach, *Int. J. Neur. Syst.* **01**, 193 .

- Hurst M. O., (2002). How We Teach Molecular Structure to Freshmen, J. of Chemical Education, 2002, 79, 763-4.
- Justi R., & Gilbert J., (2002). Models and modeling in chemical education. In: J.K. Gilbert O.D. Jong, R. Justy, D.F. Treagust & J.H. Van Dreil (Eds). Chemical education: Towards research –based practice. (pp. 47-68). Dordrecht : Klower.
- Kenneth W. Whitten, Raymond E. Davis, M. Larry Peck, (1999). “General Chemistry”, Saunders College Publishing, Sixth edition.
- Knight, R. D. (2008). Physics for Scientists and Engineers: A Strategic Approach with Modern Physics. San Francisco: Pearson Addison-Wesley.
- Koponen, I. T., & Pehkonen, M. (2010). Coherent Knowledge Structures of Physics represented as Concept Networks in Teacher Education. Science & Education, 19(3), 259–282.
- National Education Goals Panel. (1998) Recommendations regarding the implementation of standards. Retrieved on October 17, 2006, from <http://govinfo.library.unt.edu/negp/page1-13-9.htm>.
- Kotz C. John, Treichel Paul, J, (2014) : Chemistry & Chemical reactivity
- Lewis R. & Evans W. (2006). “Chemistry” Macmillan Foundation
- Lunetta V.N., & Hofstein A., (1991). Simulations and laboratory practical activity. In : B.E. Wolnough (Ed), Practical science. (pp 125-137). Milton Keynes: Open university press.
- Majidi S., (2011). Knowledge Organization In University Physics Textbooks, Esera 2011.
- McDuell B, (2000). Teaching secondary Chemistry, John Murray Science Practice.
- Moog S. R, Farrell J.J., (2008). “Chemistry” A guided Inquiry, Fourth edition.
- Myers R.T. (1979) Journal of Chemical Education, 56, 712-713.

- Nahum L. T., Hofstein A., Mamlok-Naaman R., Taber S. K., (2010) , Teaching and learning the concept of chemical bonding. *Studies in Science education*, Vol 46, No 2, pp.179-207.
- Nahum L. T., Hofstein A., Mamlok-Naaman R., Kronik L., (2008) , A new “Bottom” framework for teaching chemical bonding, *Journal of chemical education*, 85, pp. 1680-1685.
- Nahum L., Hofstein T., Mamlok-Naaman R, Krajcik (2007). Developing a new teaching approach for the chemical bonding concept aligned with current scientific and pedagogical knowledge. *Journal of Science Education*, 91, 579-603.
- Nahum L., Hofstein T., Mamlok-Naaman R & Bar-Dov Z., (2004). Can final examinations amplify students’ misconceptions in Chemistry? *Chemistry education: Research and Practice in Europe*, 5, 301-325.
- Norman D., (1983). Some Observations on Mental models. In Gentner, D., & Stevens, A.L., Eds. *Mental Models*. pp. 7-14. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates..
- Novak, J. D. (1990). Concept mapping: A useful tool for science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(10), 937-949.
- Novak J.D & Capas J. K., (2008). “The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them”, Florida Institute for Human and Machine Cognition, Pensacola Fl, 32502, Technical Report IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008, www.ihmc.us
- Oversby J., (1996). The ionic bond. *Education in Chemistry*, 32(2), 37-38.
- Pappa T. E. & Tsaparlis G., (2011). Evaluation of questions in general chemistry textbooks according to the form of the questions and the Question-Answer Relationship (QAR): the

case of intra- and intermolecular chemical bonding. Chemistry education Research and Practice, 12,15-28.

Pauling L., and Pauling P., (1988). "Chemistry" W. H. Freeman and company, San Francisco

Pearson, P. D. & Johnson, D.D. (1978). Teaching reading comprehension. Holt, Rinehart and Winston, New York

Peterson R.F., Treagust D. F., Garnett P. (1989). Development and application of a diagnostic instrument to evaluate grade-11 and -12 students' concepts of covalent bonding and structure following a course of instruction. Journal of Research in Science Teaching, 26(4), 301-314.

Raphael, T. E. & Gavelec, J. R. (1984). Question-related activities and their relationship to reading comprehension: some instructional implications. In G. G.

456

Roehler L. R., & J. Mason (eds.), (1984). Comprehension instruction. Longman, New York.

Raphael, T. E., & Pearson, P.D. (1985). Increasing students' awareness of sources of information for answering questions. American Educational Research Journal, 22, 217-236.

Reif F. (1981), Teaching problem solving –A schientific approach, Phys. Teach. 19,310.

Gymer G. R., (1973). Chemistry: An ecological approach. Harper & Row, Publishers New York, Evanston, San Francisco, London.

Roseman, J. E., Stern, L., & Koppal, M. (2010). A Method for Analyzing the Coherence of High School Biology Textbooks. Journal of Research in Science Teaching. 47(1), 47–70.

Rosenberg L. J. (1980). «Γενική Χημεία» Μετάφραση: Βάρβογλης Α., Πετασης Mc Graw

– Hill, New York, Shaum's outline series

Salomon. G., (2000). Technology and education in the age of information . Hifa: Zmora – Bitan (In Hebrew).

Schwartz A. Truman, Bunce M. Diane, Silberman G. Robert, Stanitski L. Conrad, (1994). Chemistry in Context: Weaving the Web, Journal of Chemical Education, 71 (12), p 1041.

Stratton J. Wilmer, Zipp P. Arden. (1995). Chemistry in Context, Applying Chemistry to Society. Journal of Chemical Education, 72 (3), p A71

Sherman A., & Sherman. S., " Chemistry and our changing world". Middlesex country college, Edison, New jersey. Prentice – Hall , inc., Englewood cliffs, New jersey.

Spencer. N. J, Bodner. M. G, Rickard H. L (2008). Chemistry. Structure and dynamics, 4th edn., Wiley.

Sutherland S., Katz S.,(2005). "Concept mapping methodology: A catalyst for organizational learning", Learning Research and Development Center, University of Pittsburgh, USA, Ontario Institute for Studies in Education of the University of Toronto, Canada

Silbeberg, M. S. (2000). Chemistry - The molecular nature of matter and change), 2nd edn. Publisher: Mcgraw-Hill College; 2nd edition .

Spencer. N. J, Bodner. M. G, Rickard H. L (2008) Chemistry. Structure and Dynamics, Fourth Edition, Wiley J. & Sons, Inc.

Sproul G.(2001) Journal of Chemical Education,78,387-390.

Sutton, C. (2002). Οι λέξεις, οι φυσικές επιστήμες και η μάθηση. Μ. Κασούτας και Δ. Λαθούρης (μεταφρ.). Gutenberg, Αθήνα.

Taagepera M., Arasasingham R., Potter F., Soroudi A., Lam G.. (2002). Following the Development of the Bonding Concept Using Knowledge Space Theory, *Journal of chemical education*. 79,756-762.

Taber K.S. (2005), Learning quanta: Barriers to stimulating transitions in students understanding of orbital ideas, *Science. Education* . 89,94-116.

Taber K.S. (2003 a). Mediating mental models of metals: Acknowledging the priority of the learner' s prior learning. *Science Education*, 87(5), 732-758.

Taber K. S., (2002). Chemical misconceptions : Prevention, diagnosis and cure: Vol 1, Theoretical background . London :Royal society of chemistry.

Taber K. S., (2001). Building the structural concepts of chemistry: Some considerations from educational research. *Chemistry education Research and Practice*, 1(3), 329-353.

Taber K.S. (1998) An alternative conceptual framework from chemistry education international. *Journal of Science Education*., 20(5) ,597-608

Taber K.S., (1997) Student understanding of ionic bonding: Molecular versus electrostatic framework? *School science Review*, 78(285), 85-95.

Taber K. S. & Coll R., (2002). Bonding. In *Chemical Education: Towards Research – Based Practice*: J. K. Gilbert, O.D. Jong, R. Justy, D.F. Treagust & Van Driel J.H. (Eds), *Chemical education: Towards research –based practice*. (pp 213-234). Dordrecht : Kluwer.

Taber K. S. & Watts M., (2002). Learners explanations for chemical phenomena. *Chemistry education Research and Practice*, 2(2), 123-158.

Taber K.S., Tsaparlis G., Nakiboglu C (2012). Student conceptions of ionic bonding: Patterns of thinking across three European contexts. *International Journal of Science Education*, 34(18), 2843-2873.

Timberlake, C. C. (2002). *Chemistry - An introduction to general, organic and biological chemistry*, 8th edn. Cummings Publishing Company, Subs of Addison Wesley Longman, Inc .

Trochim M.K.W., (1989) *An introduction to concept mapping for planning and evaluation* Cornell University, USA

Trochim M.K.W., (1989) *Concept mapping: Soft science or hard art?* Cornell University, USA.

Tsaparlis G., (1997). Atomic and molecular structure in Chemical education: A critical analysis from various perspectives of science education. *Journal of chemical education*, 74, 922-925.

Vacca, R.T., & Vacca, J.A., (1999) *Content area reading: reading and learning across the curriculum*. Longman, New York.

Van Heuvelen, A. (1991). Learning to think like a physicist: A view of research-based instructional strategies. *American Journal of Physics*, 59 (10).

Vygotsky L., (1962). *Thought and Language*, MIT PRESS.

Weil-Barais A., (1994). *Les Apprentissages en Sciences Physiques*, In G. Vergnaud (Ed) *Apprentissages et Didactiques, ou en est-on?* Serie: Former, Organiser pour Enseigner, Paris : HACHETTE Education

Weinhold F., Landis C.R. (2005). *Valency and Bonding: A natural bond orbital Donor-Acceptor Perspective*: Cambridge University Press: Cambridge.

J.C. Woicik, M. Yekutieli, E.J. Nelson, N. Jacobson, P. Pfalzer, M. Klemm, S. Horn, L. Kronik, (2007). Chemical bonding and many-body effects in site-specific X-ray photoelectron spectra of corundum V₂O₃, Phys. Rev. B 76 165101, doi:10.1103/PhysRevB.76.165101.