

Πανελλήνιο Συνέδριο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 14, Αρ. 2 (2026)

Πρακτικά 14ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση


ΠΡΑΚΤΙΚΑ

14°

**ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ
ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
και ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ στην ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ**

Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες
στην Εποχή της Τεχνητής Νοημοσύνης: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές

Στην μνήμη της Άννας Σπύριου




12-14 Απριλίου 2025

**ΥΠΟ ΤΗΝ ΑΙΓΙΔΑ
ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ, ΔΠΘ
ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ, ΔΠΘ**

Εργαστήριο Διδακτικής της Φυσικής & Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας,
Τμήμα Φυσικής, Σχολή Θετικών Επιστημών,
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

synedrio2025.enepnet.gr



Η Διδακτική Μεταφορά στη Διδασκαλία του Χημικού Δεσμού

Ευάγγελος Πύργας, Γεώργιος Τσαπαρλής

doi: [10.12681/codiste.9873](https://doi.org/10.12681/codiste.9873)

Η Διδακτική Μεταφορά στη Διδασκαλία του Χημικού Δεσμού

Ευάγγελος Πύργας¹ και Γεώργιος Τσαπαρλής²

¹Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, Διδάκτορας Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

²Ομότιμος Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

¹vagpir@yahoo.com

Περίληψη

Η «Διδακτική Μεταφορά» ή «Διδακτικός Μετασχηματισμός Περιεχομένου» αναφέρεται στη μετατροπή σύνθετης ή ανώτερης εξειδικευμένης γνώσης σε διδακτική γνώση, ώστε να μπορεί να διδαχθεί αποτελεσματικά στους μαθητές. Στην παρούσα μελέτη επιλέχθηκαν αρχικά δύο πηγές γνώσης/συγγράμματα (οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν ως «πρωτεύουσες πηγές») και καταστρώθηκε ένα σύνολο αντικειμένων/θεμάτων που σχετίζονται με τους χημικούς δεσμούς. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε μια συνολική οριζόντια ανάλυση των δύο παραπάνω πηγών και συντάχθηκε μια λίστα θεμάτων (17 «σημεία»), στα οποία παρατηρήθηκαν σημαντικές ομοιότητες αλλά και διαφορές. Έχοντας ως «οδηγό» τις παραπάνω δύο πηγές, ακολούθησε η ανάλυση τεσσάρων επιπλέον πηγών, δύο αγγλόφωνων και δύο ελληνικών σχολικών βιβλίων. Από τα τέσσερα βιβλία, μελετήθηκαν τα κεφάλαια που αφορούν τους χημικούς δεσμούς και έγινε συγκριτική ανάλυση/σύγκριση των βιβλίων αυτών με βάση τα 17 «σημεία» τα οποία προέκυψαν από τη σύγκριση των δύο πρώτων πηγών.

Λέξεις κλειδιά: διδακτική μεταφορά, διδακτικός μετασχηματισμός περιεχομένου, εξωτερική/εσωτερική διδακτική μεταφορά, συγκριτική ανάλυση περιεχομένου

Didactic Transposition in the Teaching of Chemical Bonding

Evangelos Pyrgas¹, Georgios Tsapalis²

¹Secondary Education Teacher, PhD University of Ioannina

²Emeritus Professor, University of Ioannina

¹vagpir@yahoo.com

Abstract

“Didactic transposition” or “Didactic content transformation” refers to the transformation of complex or specialized expert higher knowledge into teachable knowledge, so that it can be taught effectively to students. In the present study, two publications / sources of knowledge (which were used as “primary sources”) were initially selected and a set of topics/themes related to chemical bonding was compiled. Then a total horizontal analysis of the above two publications was carried out, leading to a list of themes (17 “points”), in which significant similarities as well as differences were observed. Having as a “guide” the first two sources, the analysis of four additional sources, two books in English and two Greek schoolbooks followed. From the specific books, the chapters related to chemical bonding were studied and a comparative analysis/comparison of these books was made based on the 17 “points” that resulted from comparison of the first two sources.

Keywords: comparative content analysis, didactic content transformation, didactic transposition, external/internal didactic transfer

Εισαγωγή

Όλοι οι άνθρωποι στην καθημερινή τους ζωή έρχονται σε επαφή με άλλους ανθρώπους. Αυτό δημιουργεί την ανάγκη επικοινωνίας. Για να γίνουν καλύτερα κατανοητοί προσαρμόζουν τον λόγο τους και τις πληροφορίες που θέλουν να μεταδώσουν. Η διαδικασία μπορεί να αποδοθεί με τον όρο «διδακτική μεταφορά» ή «διδακτικός μετασχηματισμός» και λαμβάνει χώρα ακόμη και στα πλαίσια του εκπαιδευτικού συστήματος (Κατίδου, 2022). Η διαδικασία της διδακτικής μεταφοράς (didactic transposition / transposition didactique) αναφέρεται στους μετασχηματισμούς που υφίσταται ένα γνωστικό αντικείμενο ή ένα σύνολο γνώσεων από τη στιγμή που παράγεται, τίθεται σε χρήση, επιλέγεται και σχεδιάζεται για να διδαχθεί, μέχρι να διδαχθεί πραγματικά σε ένα συγκεκριμένο εκπαιδευτικό ίδρυμα (Chevallard & Bosch, 2014). Με τον όρο «Διδακτικός Μετασχηματισμός Περιεχομένου» (ΔΜΠ) εννοούμε κάθε αλλαγή που γίνεται στο περιεχόμενο (έννοιες, φαινόμενα, νόμοι, διαδικασίες, κ.ά.) των φυσικών επιστημών (ΦΕ) για να γίνει κατανοητό από τον στοχευόμενο πληθυσμό (Καριώτογλου, 2021). Η μεταφορά γνώσης από ανώτερη σε κατώτερη εκπαιδευτική βαθμίδα και η επακόλουθη και αναγκαία προσαρμογή αυτής της γνώσης στις νέες συνθήκες είναι ακριβώς αυτό που εννοείται με τον όρο «Διδακτική Μεταφορά»/ «Διδακτικός Μετασχηματισμός Περιεχομένου» (Achiam, 2014). Ουσιαστικά η ανάλυση του διδακτικού στόχου κάνει εμφανή τη διαφορά ανάμεσα στο μετασχηματισμένο (διδακτικό) αντικείμενο και το ακαδημαϊκό αντικείμενο, μία διαφορά που δεν είναι αυθόρμητα αντιληπτή από τον εκπαιδευτικό (Κοντοδήμου, 2022).

Ο Chevallard παρουσιάζει τα δύο βασικά βήματα της διδακτικής μεταφοράς, τα οποία έχουν γίνει γνωστά ως εξωτερική και εσωτερική διδακτική μεταφορά. Η εξωτερική διδακτική μεταφορά μετασχηματίζει τις επιστημονικές γνώσεις και πρακτικές στα σχολικά προγράμματα, στο αντίστοιχο τυπικό πρόγραμμα σπουδών. Η εσωτερική διδακτική μεταφορά, από τη διδασκαλία της γνώσης στην έμπρακτη γνώση, επιτυγχάνεται στο σχολείο και εκτελείται διδακτικά από κάθε δάσκαλο στην τάξη. Η εσωτερική διδακτική μεταφορά συνίσταται στη μετατροπή των προγραμμάτων σπουδών σε προγράμματα μαθήματος που αντιστοιχούν σε πραγματικό πρόγραμμα σπουδών. Είναι η πτυχή του αναλυτικού προγράμματος που καλύπτει όλες τις γνώσεις, τις δεξιότητες, τις συμπεριφορές που ενημερώνονται αποτελεσματικά στη διδασκαλία από τους παράγοντες που συμμετέχουν στη διαδικασία (δάσκαλους και μαθητές).

Μεθοδολογία

Για την παρούσα μελέτη, επελέγησαν δύο συγγράμματα/πηγές γνώσης. Το ένα ήταν το βιβλίο του P. Atkins (**Σύγγραμμα 1, Σ1**) που έχει ως τίτλο: «Φυσικοχημεία, μια Επιγραμματική Εισαγωγή» [(“Physical Chemistry, a Very Short Introduction” (Atkins, 2014)], από το οποίο αναλύθηκε το 1^ο κεφάλαιο («Η ύλη εκ των ένδον»). Το άλλο ήταν μια τετράτομη Αμερικάνικη Εγκυκλοπαιδεία (**Σύγγραμμα 2, Σ2**) με τίτλο: “Chemistry: Foundations and Applications” J. J. Lagowski (Επιμ.), *Chemistry: Foundations and Applications* (Lagowski, 2004). Από αυτήν την εγκυκλοπαιδεία έγινε επιλογή των κεφαλαίων που σχετίζονται με τον χημικό δεσμό. Στη συνέχεια, για κάθε ένα σύγγραμμα, δημιουργήθηκε μια λίστα σχετικών θεμάτων. Αφού παρουσιάστηκαν, για κάθε βιβλίο ξεχωριστά, τα σχετικά σημεία (σειρά αναφοράς των ειδών δεσμού, χρήση εννοιών κ.λπ.), ακολούθησε μια συνολική οριζόντια ανάλυση των δύο συγγραμμάτων που αφορούσε μια σειρά θεμάτων, 17 «σημεία» (Παππά, 2015). Μετά την ως άνω ανάλυση ακολούθησε η ανάλυση τεσσάρων επιπλέον συγγραμμάτων, δύο αγγλόγλωσσων και δύο σχολικών ελληνικών βιβλίων, με βάση τα 17 «σημεία».

Τα 17 «Σημεία» της Συγκριτικής Ανάλυσης Atkins και Αμερικάνικης Εγκυκλοπαίδειας

Παρατηρήθηκαν σημαντικές ομοιότητες αλλά και διαφορές ως προς: (1) Τη σειρά παρουσίασης των ενδομοριακών δεσμών. (2) Το εάν και πώς αναφέρεται ο μεταλλικός δεσμός. (3) Το εάν αναφέρεται ή όχι ο ημιπολικός δεσμός. (4) Την ύπαρξη συνέχειας μεταξύ των δεσμών. (5) Τον τρόπο περιγραφής της ηλεκτραρνητικότητας και της πολικότητας των δεσμών. (6) Την αναφορά στον κανόνα της οκτάδας. (7) Το εάν παρουσιάζονται τα ενεργειακά διαγράμματα του ιοντικού και του ομοιοπολικού δεσμού. (8) Την αναφορά στην κρυσταλλική και στη μοριακή δομή του ιοντικού και του ομοιοπολικού δεσμού αντίστοιχα. Την αναφορά στις δυνάμεις Coulomb, στην ηλεκτροστατική φύση του δεσμού, στα κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων και στις δομές Lewis. (9) Την αναφορά στις ιδιότητες των ουσιών: ατομική ακτίνα, ενέργεια ιοντισμού, ηλεκτρονιακή συγγένεια και ενέργεια πλέγματος. (10) Τη θεωρία του δεσμού σθένους και τη θεωρία των μοριακών τροχιακών. (11) Την αναφορά στην έννοια του υβριδισμού (δημιουργία υβριδικών τροχιακών/ γωνίες δεσμών). (12) Την αρχή ηλεκτρονιακής δόμησης (aufbau). (13) Τον τρόπο περιγραφής του απλού, διπλού και τριπλού ομοιοπολικού δεσμού. (14) Την αναφορά και παρουσίαση των τροχιακών s, p, d, f. (15) Το εάν γίνεται αναφορά στη θεωρία VSEPR (Valence Shell Electron Pair Repulsion - Θεωρία Άπωσης Ζευγών Ηλεκτρονίων Στοιβάδας Σθένους). (16) Το εάν παρουσιάζεται ο τρόπος δημιουργίας των δεσμών «σ» και «π». (17) Το εάν παρουσιάζονται οι έννοιες της τάξης δεσμού και του συντονισμού σε ένα μόριο.

Τα Αποτελέσματα της Συγκριτικής Ανάλυσης Atkins και Αμερικάνικης Εγκυκλοπαίδειας

Τα αποτελέσματα της συγκριτικής ανάλυσης με βάση τα 17 παραπάνω «σημεία» έχουν ως εξής: (1) Και στα δύο συγγράμματα, πρώτα μελετάται ο ιοντικός δεσμός και κατόπιν ο ομοιοπολικός δεσμός. (2) Στο Σ2 γίνεται αναφορά πρώτα στον μεταλλικό δεσμό και κατόπιν στους δύο άλλους ενδομοριακούς δεσμούς (ιοντικό και ομοιοπολικό). Στην περίπτωση του Atkins (Σ1), η μελέτη του μεταλλικού δεσμού γίνεται ξεχωριστά σε επόμενο κεφάλαιο. (3) Μόνο στο Σ2, μετά τον ιοντικό και τον ομοιοπολικό δεσμό, γίνεται αναφορά στον δοτικό δεσμό και δίνονται και ορισμένα παραδείγματα. (4) Σε κανένα από τα δύο συγγράμματα, δεν αναφέρεται η ύπαρξη συνέχειας μεταξύ των δεσμών. (5) Μόνο στο Σ2 περιγράφεται και εξηγείται η έννοια της ηλεκτραρνητικότητας και συσχετίζεται με την πολικότητα των δεσμών (ενότητα των μορίων με αναφορά στον ομοιοπολικό δεσμό και εισαγωγή έννοιας της διπολικής ροπής - συνδυασμός με τη γεωμετρία του μορίου). (6) Στο Σ1, ο «κανόνας της οκτάδας» αναφέρεται στην περίπτωση του ομοιοπολικού δεσμού, ενώ στο Σ2 ο «κανόνας της οκτάδας» αναφέρεται σε αμφότερους τους δεσμούς. (7) Ενεργειακά διαγράμματα παρουσιάζονται μόνο στο Σ2 (ενεργειακά διαγράμματα στην περίπτωση της θεωρίας των μοριακών τροχιακών για τα διατομικά μόρια του υδρογόνου, H₂, του οξυγόνου, O₂, και του ηλίου, He₂). (8) Και στα δύο συγγράμματα, γίνεται αναφορά στην κρυσταλλική και στη μοριακή δομή του ιοντικού και του ομοιοπολικού δεσμού αντίστοιχα, ενώ γίνεται αναφορά στην ύπαρξη κοινών ζευγών ηλεκτρονίων. Ακόμη, και στα δύο συγγράμματα χρησιμοποιούνται οι δομές Lewis μόνο για τον ομοιοπολικό δεσμό και όχι για τον ιοντικό δεσμό. (9) Η έννοια της ατομικής ακτίνας αναφέρεται μόνο στο Σ1, ενώ κατά την περιγραφή του ιοντικού δεσμού, γίνεται αναφορά στην ενέργεια ιοντισμού και στην ηλεκτροσυγγένεια και στα δύο συγγράμματα. Αναφορά στην ενέργεια πλέγματος γίνεται μόνο στην περίπτωση του Σ2. (10) Και στα δύο συγγράμματα γίνεται αναφορά στη θεωρία του δεσμού σθένους και στη θεωρία των μοριακών τροχιακών. (11) Το Σ1 αναφέρεται στη δημιουργία υβριδικών τροχιακών στην περίπτωση του μεθανίου, ενώ στο Σ2 γίνεται αναφορά στα υβριδικά ατομικά τροχιακά (sp, sp², sp³) και στα σχήματα των μορίων ανάλογα με τον τύπο υβριδισμού. (12) Στο Σ2 γίνεται εκτενής αναφορά στην αρχή ηλεκτρονιακής δόμησης (aufbau). Στο Σ1 αναφέρονται τόσο η αρχή ελάχιστης ενέργειας όσο και η απαγορευτική αρχή του Pauli, δεν αναφέρεται όμως ο κανόνας του Hund. (13) Στο Σ1 ως παράδειγμα απλού δεσμού χρησιμοποιείται το H₂, ως διπλού δεσμού το CO₂, ενώ γίνεται αναφορά στον τριπλό και στην σπάνια περίπτωση του τετραπλού δεσμού. Στο Σ2 οι ομοιοπολικοί δεσμοί

περιγράφονται μέσω παραδειγμάτων των δομών Lewis, μελετώνται επίσης και στην ενότητα των μοριακών τροχιακών. (14) Και στα δύο συγγράμματα αναφέρονται τα τροχιακά s, p, d, f καθώς και τα σχήματα αυτών. (15) Μόνο στο Σ2 γίνεται αναφορά στη θεωρία VSEPR (αναφέρονται τα βασικά σημεία διατύπωσης της θεωρίας, τα βήματα που ακολουθούνται για τον καθορισμό της γεωμετρίας των ομοιοπολικών μορίων και τέλος πίνακες, δεσμικών και μη δεσμικών ηλεκτρονίων, που καθορίζουν τη μοριακή γεωμετρία). (16) Μόνο στο Σ2 γίνεται αναφορά στον τρόπο δημιουργίας των δεσμών «σ» και «π». (17) Στο Σ1 περιέχεται η έννοια του συντονισμού, αλλά όχι η έννοια της τάξης δεσμού, ενώ στο Σ2 γίνεται αναφορά και στις δύο έννοιες.

Παρουσίαση των Τεσσάρων Επιπλέον Βιβλίων

Τα τέσσερα βιβλία είναι τα εξής:

Βιβλίο 1 (B1): K. S. Taber (ed.) , “Teaching secondary chemistry” (Ch. 4).

Βιβλίο 2 (B2): M. S. Silbeberg, “Chemistry (The Molecular Nature of Matter and Change), 2nd edition.

Βιβλίο 3 (B3): Σ. Λιοδάκης et al., Χημεία Α' Λυκείου, Γενικής Παιδείας, 2021.

Βιβλίο 4 (B4): Σ. Λιοδάκης et al. Χημεία Γ' Λυκείου, Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών & Σπουδών Υγείας, τεύχος β', 2021.

ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ. Το βιβλίο του Taber απευθύνεται σε εκπαιδευτικούς χημείας δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης με βάση τη διδασκόμενη ύλη χημείας στην Αγγλία και ουσιαστικά συνιστά διδακτικό μετασχηματισμό, καλύπτοντας αυτό που αποκαλείται στη διδακτική «Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου». Το βιβλίο του Silbeberg είναι βιβλίο «Γενικής Χημείας» (General Chemistry) και καλύπτει ύλη (με επιλογή του διδάσκοντος) για πρωτοετείς προπτυχιακούς πανεπιστημιακούς φοιτητές όχι μόνο χημείας αλλά και ως επιλεγόμενο μάθημα άλλων σπουδών (π.χ. μαθηματικών, φυσικής, βιολογίας, γεωλογίας, φαρμακευτικής, ιατρικής, γεωπονικής και πλήθους άλλων). Τέλος, τα δύο ελληνικά βιβλία είναι το μεν πρώτο για τη χημεία ως μάθημα γενικής παιδείας για την Α' τάξη λυκείου, το δε δεύτερο για τη χημεία θετικής κατεύθυνσης της Γ' λυκείου.

Συγκριτική Ανάλυση Βιβλίων

Στη συνέχεια θα γίνει και μια συγκριτική ανάλυση/αντιπαραβολή των βιβλίων που παρουσιάστηκαν παραπάνω με βάση τα 17 «σημεία» στα οποία στηρίχθηκε και η σύγκριση που έγινε μεταξύ Atkins και Αμερικάνικης Εγκυκλοπαιδείας. Τα αποτελέσματα της συγκριτικής ανάλυσης με βάση τα 17 «σημεία» έχουν ως εξής: (1) Σε όλα τα βιβλία πρώτα εισάγεται η έννοια του ιοντικού δεσμού και μετά του ομοιοπολικού δεσμού. Το B4 δεν μελετά τους παραπάνω δεσμούς διότι μελετώνται στο B3. (2) Στα B1 & B2 γίνεται εκτενής αναφορά στον μεταλλικό δεσμό. Στο B1 περιγράφεται πρώτα ο μεταλλικός δεσμός και κατόπιν ακολουθεί ο ιοντικός και ο ομοιοπολικός δεσμός, αντίθετα στο B2 ο ιοντικός και κατόπιν ο ομοιοπολικός δεσμός προηγούνται του μεταλλικού δεσμού. Στο B3 ο μεταλλικός δεσμός εντοπίστηκε ως απλή αναφορά. Στο B4 δεν γίνεται καμία αναφορά. (3) Στο B1 γίνεται μόνο απλή αναφορά στην έννοια του ημιπολικού δεσμού. Στο B2 δεν γίνεται καθόλου αναφορά στον ημιπολικό δεσμό ενώ στο B3 δίνεται μια σύντομη περιγραφή του δεσμού αυτού. Τέλος στο B4 ο ημιπολικός ή δοτικός δεσμός παρουσιάζεται με τη βοήθεια ενός παραδείγματος. (4) Ως προς την ύπαρξη συνέχειας μεταξύ των δεσμών, τα B1 & B2 εντοπίζουν τη σύνδεση μεταξύ των δεσμών και την παρουσιάζουν αναλυτικά. Το B3 αναφέρει με συντομία τη συνέχεια μεταξύ ιοντικού και ομοιοπολικού δεσμού. Το B4 δεν μελετά τον ιοντικό και τον ομοιοπολικό δεσμό και επομένως δεν αναφέρεται και στην ύπαρξη συνέχειας μεταξύ αυτών. (5) Στο B1 η ηλεκτραρνητικότητα εισάγεται μετά τη μελέτη των δεσμών (μεταλλικού, ιοντικού και ομοιοπολικού) στην ενότητα πολικότητα δεσμού. Στο B2 η ηλεκτραρνητικότητα και η πολικότητα δεσμού εισάγονται ως ξεχωριστή ενότητα μετά

τον ιοντικό και τον ομοιοπολικό και πριν από τον μεταλλικό δεσμό. Στο Β3 η ηλεκτραρνητικότητα εισάγεται μετά τον ιοντικό δεσμό κατά την μελέτη του ομοιοπολικού δεσμού. Στο Β4 η ηλεκτραρνητικότητα αναφέρεται στο κεφάλαιο του περιοδικού πίνακα και γίνεται σύγκριση της έννοιας της ηλεκτραρνητικότητας σε σχέση με την ενέργεια πρώτου ιοντισμού και την ηλεκτρονιοσυγγένεια. (6) Το Β1 αναφέρει ότι: «οι μαθητές μπορεί να αναπτύξουν λανθασμένες ιδέες για τον κανόνα της οκτάδας, ότι είναι μια “αιτία” για τον σχηματισμό δεσμού». Στο Β2 δίνεται ο ορισμός του κανόνα της οκτάδας (στην ενότητα του ιοντικού δεσμού). Το Β3 διατυπώνει τον κανόνα της οκτάδας (τόσο στην ενότητα των ηλεκτρονίων σθένους, όσο και σε αυτή του ιοντικού δεσμού). Τέλος στο Β4 ο κανόνας της οκτάδας αναφέρεται στην παράγραφο: «Ηλεκτρονιακοί τύποι – Σχήματα μορίων». (7) Στο Β1 δεν παρουσιάζονται καθόλου ενεργειακά διαγράμματα. Στα Β2 & Β3 παρουσιάζεται ενεργειακό διάγραμμα τόσο του ιοντικού όσο και του ομοιοπολικού δεσμού. Στο Β4 παρουσιάζεται ενεργειακό διάγραμμα μόνο για τον ομοιοπολικό δεσμό. (8) Η κρυσταλλική και η μοριακή δομή του ιοντικού και του ομοιοπολικού δεσμού αντίστοιχα αναφέρονται στα Β1 και Β3. Αναφορά στην ύπαρξη δυνάμεων Coulomb γίνεται στα Β2 & Β3, κατά την μελέτη του ιοντικού δεσμού. Σε κανένα όμως βιβλίο δε γίνεται αναφορά στην ύπαρξη δυνάμεων Coulomb κατά τη μελέτη του ομοιοπολικού δεσμού. Η ηλεκτροστατική φύση δεσμού, κατά την μελέτη του ιοντικού δεσμού, δεν περιγράφεται μόνο στο Β4. Αναφορά στις δομές Lewis γίνεται στα Β2 και Β4 (για τον ιοντικό δεσμό) και σε όλα εκτός του Β1 (για τον ομοιοπολικό δεσμό). Σε όλα τα βιβλία γίνεται αναφορά σε ύπαρξη κοινών ζευγών ηλεκτρονίων κατά τον σχηματισμό του ομοιοπολικού δεσμού. (9) Η έννοια της ατομικής ακτίνας δεν αναφέρεται μόνο στο Β1. Κατά την περιγραφή του ιοντικού δεσμού, στα Β2 και Β4, γίνεται αναφορά στην ενέργεια ιοντισμού και στην ηλεκτροσυγγένεια. Κατά τη μελέτη του ομοιοπολικού δεσμού σε κανένα βιβλίο δεν γίνεται αναφορά στις δύο αυτές ιδιότητες. Αναφορά στην ενέργεια πλέγματος γίνεται μόνο στο Β2. (10), (11) Αναφορά στη θεωρία δεσμού σθένους, στη θεωρία των μοριακών τροχιακών και στην έννοια του υβριδισμού γίνεται στα Β2 και Β4. (12) Μόνο στο Β4 γίνεται αναφορά στην αρχή ηλεκτρονιακής δόμησης. (13) Ο απλός, διπλός και τριπλός ομοιοπολικός δεσμός παρουσιάζεται στα Β2, Β3 και Β4 δίνοντας και τα κατάλληλα παραδείγματα. (14) Αναφορά στα τροχιακά s, p, d, f καθώς και τα σχήματα αυτών γίνεται στα Β2 και Β4. (15) Αναφορά στη θεωρία VSEPR γίνεται στα Β2 και Β4. Στο Β2 γίνεται μια πιο αναλυτική περιγραφή της θεωρίας. (16) Αναφορά στον τρόπο δημιουργίας των δεσμών «σ» και του «π» γίνεται στα Β2 και Β4. Στο Β2 περιγράφονται οι δεσμοί «σ» και «π» στην περίπτωση του αιθανίου, του αιθενίου και του αιθινίου καθώς και οι γωνίες που σχηματίζονται μεταξύ των δεσμών. (17) Μόνο στο Β2 γίνεται αναφορά στην έννοια του συντονισμού (εκτοπισμός δεσμικού ζεύγους ηλεκτρονίων) αλλά και στην έννοια της τάξης δεσμού.

Συμπεράσματα

Συνοψίζοντας μπορούμε να πούμε ότι ο ιοντικός δεσμός προηγείται στην μελέτη του ομοιοπολικού σε όλα τα βιβλία (στο Β4 δεν μελετώνται οι ενδομοριακοί δεσμοί). Ο μεταλλικός δεσμός μελετάται σε όλα τα βιβλία εκτός του Β4. Ο ημιπολικός δεσμός δεν εντοπίζεται στα Σ1 και Β2. Αναφορά στην ύπαρξη συνέχειας μεταξύ των δεσμών γίνεται μόνο στα Β1, Β2 και Β3. Αναφορά στην ηλεκτραρνητικότητα και πολικότητα δεν γίνεται μόνο στο Σ1. Σε όλα τα βιβλία γίνεται χρήση του κανόνα της οκτάδας. Ενεργειακά διαγράμματα δεν παρουσιάζονται καθόλου στα Σ1 και Β1. Αναφορά στην κρυσταλλική και τη μοριακή δομή δεν γίνεται στα Β2 και Β4. Δυνάμεις Coulomb αναφέρονται μόνο για τον ιοντικό δεσμό στα Σ2, Β2, Β3. Η ηλεκτροστατική φύση δεν αναφέρεται μόνο στο Β4. Οι δομές Lewis δεν αναφέρονται καθόλου στο Β1. Τα κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων αναφέρονται σε όλα τα βιβλία. Η ατομική ακτίνα δεν αναφέρεται στα Σ2 και Β1. Η ενέργεια ιοντισμού, η ηλεκτρονιακή συγγένεια και η ενέργεια πλέγματος αναφέρονται μόνο Σ2 και Β2. Η θεωρία του δεσμού σθένους, η θεωρία των μοριακών τροχιακών και η έννοια του υβριδισμού δεν αναφέρονται στα Β1 και Β3. Η αρχή ηλεκτρονιακής δόμησης (aufbau) αναφέρεται στα Σ1,

Σ2 και Β4 (από το Σ1 απουσιάζει ο κανόνας του Hund). Αναφορά στον απλό, διπλό και τριπλό ομοιοπολικό δεσμό δεν γίνεται μόνο στο Β1. Τα τροχιακά s, p, d, f, απουσιάζουν από τα Β1 και Β3. Αναφορά στη θεωρία VSEPR όπως και η παρουσίαση και η δημιουργία των δεσμών «σ» και «π» γίνεται στα Σ2, Β2 και Β4. Τέλος η έννοια του συντονισμού περιγράφεται στα Σ1, Σ2, Β2, ενώ της τάξης δεσμού μόνο στα Σ2 και Β2.

Παράρτημα: Παρουσίαση μελέτης κεφαλαίων του χημικού δεσμού

Σύγγραμμα 1: Physical Chemistry, A Very Short Introduction, Oxford, UK: Oxford University Press. Atkins P., (2014), Κεφάλαιο 1: Η Ύλη εκ των Ένδον

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

(Μετάφραση στα Ελληνικά: Γ. Τσαπαρλής και Ε. Πύργας)

Ένας τρόπος για να καταλάβουμε πως σκέπτεται ένας φυσικοχημικός και συνεισφέρει στη χημεία είναι να ξεκινήσουμε από το εσωτερικό ενός ατόμου και κατόπιν να ταξιδεύσουμε έξω, στον κόσμο της μαζικής ύλης. Το εσωτερικό ενός ατόμου είναι εκεί όπου πολλή από την εξήγηση της ύλης θα βρεθεί και είναι εδώ όπου ένας χημικός είναι περισσότερο υπόχρεος στη φυσική. Εντός αυτής της σφαίρας επιρροής, μέσα σε ένα άτομο, κατ' ανάγκην οι εξηγήσεις στηρίζονται στην κβαντομηχανική, εκείνη την πολύπλοκη περιγραφή της συμπεριφοράς του πολύ μικρού. Ότι η κβαντομηχανική είναι κεντρική στην περιγραφή τους δεν πρέπει να εκληφθεί ως προειδοποίηση ότι το υπόλοιπο αυτού του κεφαλαίου θα είναι ακαταλαβίστικο! Θα αποστάξω από αυτή τη θεωρία μόνο την ποιοτική ουσία από ό,τι εμείς χρειαζόμαστε.

Άτομα

Η Ηλεκτρονιακή Δομή των Ατόμων

Οι Ιδιότητες των Ατόμων

Ο Ιοντικός Δεσμός

Ο Ομοιοπολικός Δεσμός

Η Κβαντομηχανική των Χημικών Δεσμών

Σύγγραμμα 2: Chemistry: Foundations and Applications (Four-Volume Illustrated Encyclopedia). L.J. Lagowski (Ed.), MacMillan

Vol. 1

Ατομική Δομή (Εισαγωγή, Η σύγχρονη άποψη για το άτομο, Το μοντέλο του Bohr για το άτομο, Ατομικά φάσματα, Το κβαντικό μοντέλο του Bohr, Η εξίσωση Schrödinger, Η αρχή Aufbau)

Χημικοί Δεσμοί (Εισαγωγή, Τύποι στερεών, Το τετράεδρο των τύπων δεσμών, Μεταλλικός δεσμός, Ιοντικός δεσμός, Ομοιοπολικός δεσμός, Δοτικός δεσμός, Δυνάμεις Van der Waals, Ενδιάμεσες περιπτώσεις δεσμών, Ιστορική εξέλιξη του χημικού δεσμού, Επιστήμες υλικών και χημικός δεσμός, Μέταλλα, Μοριακά τροχιακά και χημικός δεσμός, Θεωρία χημικού δεσμού του Pauling, Δευτερογενής δεσμός, Ειδικοί δεσμοί)

Vol. 3

Δομές Lewis

Θεωρία Μοριακών Τροχιακών (Τάξη δεσμού, Πολλαπλοί δεσμοί)

Μοριακή Δομή (Η εμφάνιση και η επανεμφάνιση της ατομικής θεωρίας, Η ισομέρεια και η ανάπτυξη των μοριακών δομικών μοντέλων, Θεωρία μοριακής δομής)

Μόρια (Ιστορική εξέλιξη, Θεωρία VSEPR, Ιδιότητες, Άλλες θεωρίες)

Vol. 4

Θεωρία Δεσμού Σθένους (Ο δεσμός στο BF_3 , Ορισμένα μειονεκτήματα)

Βιβλίο 1: Keith S. Taber (Teaching secondary chemistry)

Κεφάλαιο 4: Ανάπτυξη μοντέλων χημικού δεσμού

- 4.1 Από τη δύναμη συγκράτησης στο χημικό δεσμό** (Ιδιότητες των ουσιών, Δομή των υλικών, Εξήγηση της δύναμης συγκράτησης)
- 4.2 Αρχές που διέπουν την έννοια του δεσμού** (Η φύση του χημικού δεσμού, Κβαντική θεωρία)
- 4.3 Μοντελοποίηση των ειδών του χημικού δεσμού** (Μεταλλικά πλέγματα, Ιοντικά πλέγματα, Ομοιοπολικός δεσμός, Πολικότητα δεσμού, Άλλοι τύποι δεσμών)
- 4.4 Συσχετίζοντας το είδος του δεσμού με τις μεταβολές στη χημεία** (Τήξη και βρασμός, Διάλυση, Δεσμοί και χημικές αντιδράσεις)

Βιβλίο 2: Silbeberg Martin S.: Chemistry (The Molecular Nature of Matter and Change) 2nd edition

Κεφάλαιο 9 : Τα μοντέλα του χημικού 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, Περιοδικά χαρακτηριστικά στην ενέργεια πλέγματος, Πώς το μοντέλο εξηγεί τις ιδιότητες των ιοντικών ενώσεων)
- 9.3. Μοντέλο ομοιοπολικού δεσμού** (Ο σχηματισμός του ομοιοπολικού δεσμού, Ενέργεια δεσμού και μήκος δεσμού, Πώς το μοντέλο εξηγεί τις ιδιότητες ομοιοπολικών ενώσεων)
- 9.4. Μεταξύ των ακραίων μορφών δεσμού: Ηλεκτραρνητικότητα και πολικότητα δεσμού** (Ηλεκτραρνητικότητα, Πολικοί ομοιοπολικοί δεσμοί και πολικότητα δεσμού, Ο μερικός ιοντικός χαρακτήρας, Η συνέχεια του δεσμού κατά μήκος μιας περιόδου)
- 9.5. Εισαγωγή στον μεταλλικό δεσμό** (Το μοντέλο θάλασσας ηλεκτρονίων, Πώς το μοντέλο εξηγεί τις ιδιότητες των μετάλλων)

Κεφάλαιο 10 : Τα σχήματα των μορίων

- 10.1. Αναπαράσταση μορίων και ιόντων με τις δομές Lewis** (Χρήση του κανόνα των οκτώ, Συντονισμός, Τυλικό φορτίο, Εξαιρέσεις από τον κανόνα των οκτώ)
- 10.2. Χρήση των δομών Lewis και της ενέργειας δεσμού για τον υπολογισμό της θερμότητας αντίδρασης**
- 10.3. Η θεωρία απώσεως ηλεκτρονιακών ζευγών της στοιβάδας σθένους (VSEPR) και το μοριακό σχήμα** (Διατάξεις ηλεκτρονίου-ομάδας και μοριακά σχήματα, Γραμμική διάταξη, Επίπεδη τριγωνική διάταξη, Τετραεδρική διάταξη, Τριγωνική διπυραμιδική διάταξη, Οκταεδρική διάταξη, Χρησιμοποιώντας τη θεωρία VSEPR για να καθορίσουμε το μοριακό σχήμα, Σχήματα με περισσότερα από ένα κεντρικά άτομα)
- 10.4. Μοριακό σχήμα και μοριακή πολικότητα.** (Πολικότητα δεσμού, γωνία δεσμού, και στιγμιαίο δίπολο, Μοριακή πολικότητα και συμπεριφορά)

Κεφάλαιο 11 : Οι θεωρίες του ομοιοπολικού δεσμού

- 11.1. Θεωρία δεσμού σθένους και υβριδοποίηση τροχιακών** (Οι κεντρικές ιδέες της θεωρίας δεσμού σθένους, Τύποι υβριδικών τροχιακών)
- 11.2. Ο τρόπος της επικάλυψης τροχιακού και οι τύποι των ομοιοπολικών δεσμών** (Η θεωρία δεσμού σθένους στην περίπτωση του απλού και του πολλαπλού δεσμού, Επικάλυψη τροχιακού και μοριακή περιστροφή)
- 11.3. Η θεωρία των μοριακών τροχιακών και ο εκτοπισμός ηλεκτρονίου** (Οι κεντρικές ιδέες της θεωρίας των μοριακών τροχιακών, Τα ομοπυρηνικά διατομικά μόρια και η δεύτερη περίοδος του Π.Π. των στοιχείων, Μερικά ετεροπυρηνικά διατομικά μόρια, Η περιγραφή του όζοντος και του βενζολίου με τη θεωρία των μοριακών τροχιακών)

Βιβλιογραφία

- Καριώτογλου, Π. (2021). Ο διδακτικός μετασχηματισμός περιεχομένου και η αναγκαιότητα στη διδακτική φυσικών επιστημών: Ζητήματα, ευρήματα και προτάσεις, *Έρευνα για την Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία*, 1(1), 39-62, <https://doi.org/10.12681/riste.27268>
- Κατίδου, Ε. (2022). Ο διδακτικός μετασχηματισμός του περιεχομένου στις Φυσικές Επιστήμες στην περίπτωση των διδακτικών-μαθησιακών ακολουθιών [Αδημοσίευτη Μεταπτυχιακή Διατριβή]. Αποθετήριο Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας. Ανακτήθηκε στις 24/06/2025 από: <https://dspace.uowm.gr/xmlui/handle/123456789/3189>
- Κοντοδήμου, Κ. (2022). Διδακτικός μετασχηματισμός περιεχομένου φυσικών επιστημών: Θεωρητικά ζητήματα και εφαρμογές [Αδημοσίευτη Μεταπτυχιακή Διατριβή]. Αποθετήριο Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας. Ανακτήθηκε στις 24/06/2025 από: <https://dspace.uowm.gr/xmlui/handle/123456789/3094>
- Λιοδάκης Σ., Γάκης Δ., Θεοδωρόπουλος Δ., Θεοδωρόπουλος Π., & Κάλλης Α. (2021). *Χημεία Α' Τάξης Γενικού Λυκείου*, Έκδοση: ΙΤΥΕ «Διόφαντος». ISBN: 9789600648171.
- Λιοδάκης Σ., Γάκης Δ., Θεοδωρόπουλος Δ., Θεοδωρόπουλος Π., & Κάλλης Α. (2021). *Χημεία Γ' Τάξης Γενικού Λυκείου, Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών & Σπουδών Υγείας, Τεύχος Β'*, Έκδοση: ΙΤΥΕ «Διόφαντος». ISBN: 9789600651171.
- Παππά, Θ. Ε. (2015). *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*. [Αδημοσίευτη Διδακτορική Διατριβή], Τμήμα Χημείας, Σχολή Θετικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων. <https://doi.org/10.12681/eadd/36093>
- Achiam, M. (2014). Didactic Transposition: From theoretical notion to research programme, *Paper presented at the biannual ESERA 2014, doctoral summer school*, August 25- 29, Kappadokya, Turkey. Ανακτήθηκε από: https://curis.ku.dk/ws/portalfiles/portal/141772579/Achiam_2014_ESERA_SS_.pdf
- Atkins, P. (2014). *Physical chemistry, a very short introduction, Κεφ. 1: Atomic and molecular structure*, σσ. 1 – 21. Oxford, UK: Oxford University Press. ISBN: 9780199689095.
- Chevallard, Y. and Bosch, M., (2014), Didactic transposition in mathematics education, Στο: Lerman S. (Επιμ.), *Encyclopedia of Mathematics Education*, σ. 170-174. Springer, Dordrecht, https://doi.org/10.1007/978-94-007-4978-8_48
- Lagowski, J. J., (Επιμ.) (2004), *Chemistry: Foundations and Applications*. MacMillan. ISBN: 978-0028657219.
- Silbeberg, M. S., (1999). *Chemistry - The molecular nature of matter and change*, 2^η έκδ. McGraw-Hill College. ISBN: 978-0072509755.
- Taber, K. S., (2012), Developing models of chemical bonding, Στο K. S. Taber (Επιμ.), *Teaching secondary chemistry*, Κεφ. 4, 2^η έκδ. London: Association for Science Education/Hodder Education. ISBN: 978-1444124323.