

# Διδασκαλία Αντιδράσεων Διπλής Αντικατάστασης στην Α΄ Λυκείου εμπλουτισμένη με Ιοντικές Εξισώσεις και Αναπαραστάσεις στα τρία επίπεδα Χημείας

## Σπυρίδων Λάης

Χημικός MSc (ΔΙΧΗNET), Καθηγητής Δ.Ε., 6<sup>ο</sup> ΓΕΛ Νέας Σμύρνης, Αθήνα

Ο τρόπος διδασκαλίας των αντιδράσεων που πραγματοποιούνται μέσα σε υδατικά διαλύματα και έχουν σαν αποτέλεσμα τον σχηματισμό ιζήματος ή αερίου (οι επονομαζόμενες διπλής αντικατάστασης), όπως και της αντίδρασης εξουδετέρωσης μεταξύ οξέος και βάσης σε υδατικό διάλυμα, απασχολεί τους εκπαιδευτικούς χημικούς καθώς και τους ερευνητές της διδακτικής της Χημείας. Πλήθος βιβλιογραφικών αναφορών εντοπίζουν ένα μεγάλο αριθμό εναλλακτικών ιδεών των μαθητών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Lu *et al.*, 2019) αλλά και φοιτητών Χημείας (Kelly *et al.*, 2010), που αφορούν κυρίως τη σωματιδιακή φύση των ενώσεων που λαμβάνουν μέρος στις αντιδράσεις αυτές και τις πραγματικές αλλαγές που συντελούνται μεταξύ αντιδρώντων και προϊόντων (Naah & Sanger, 2012). Ενδεικτικά αναφέρουμε: α) Τα αντιδρώντα στα υδατικά τους διαλύματα είναι μόρια πριν την ανάμιξη, β) Κατά την ανάμιξη τα μόρια των αντιδρώντων διασπώνται, γ) Το ίζημα είναι νέο μόριο που προκύπτει από την ένωση δύο τμημάτων των αντιδρώντων, δ) Το ευδιάλυτο προϊόν δεν αντιπροσωπεύεται από ελεύθερα ιόντα, ε) Τα ιόντα διαχωρίζονται και κατόπιν σχηματίζουν μόρια, στ) Τα αντιδρώντα είναι ζεύγη ιόντων τα οποία στη συνέχεια ανταλλάσσουν ταίρι.



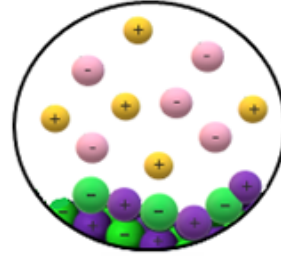
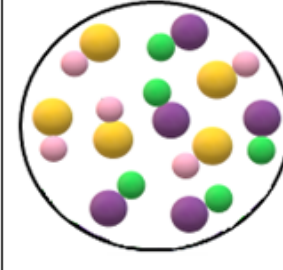
Στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα, η θεματική αυτή περιοχή διδάσκεται στην Α΄ Λυκείου και έχει υιοθετηθεί η χρήση μοριακών εξισώσεων για τη διδασκαλία των αντιδράσεων αυτών. Από την εμπειρία μας στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, εκτιμούμε ότι ο τρόπος αυτός δεν άρει τις προαναφερθείσες παρανοήσεις, αφού ο μαθητής μπορεί να μαθαίνει να συμπληρώνει σωστά μια χημική εξίσωση, δεν αντιλαμβάνεται όμως το τι αντιπροσωπεύει αυτή μακροσκοπικά και κυρίως υπομικροσκοπικά (σε επίπεδο μορίων, ατόμων, ιόντων, αλληλεπιδράσεων). Η έλλειψη αυτής της βαθύτερης κατανόησης ήταν η αιτία δημιουργίας, από μέρος μας, μιας διδακτικής πρότασης πέντε μαθημάτων, με δύο κύρια χαρακτηριστικά: i) τη διδασκαλία των οξέων, βάσεων, αλάτων, καθώς και των υδατικών τους διαλυμάτων με ευρεία χρήση υπομικροσκοπικών και μακροσκοπικών αναπαραστάσεων σε αντιστοίχιση με τις συμβολικές τους αναπαραστάσεις. Έτσι, ο μαθητής-εκπαιδευόμενος, με το να κινείται στα τρία επίπεδα χημείας, αποκτά μια καλύτερη γνώση της σωματιδιακής φύσης των ενώσεων που παίρνουν μέρος στις υπό μελέτη αντιδράσεις (Gkitzia *et al.*, 2020), ii) την εκμάθηση του περάσματος από τη μοριακή στην ιοντική εξίσωση και κατόπιν στην καθαρά ιοντική που επίσης θα συνοδεύονται με τη χρήση κυρίως υπομικροσκοπικών αναπαραστάσεων ώστε ο μαθητής να διακρίνει ποιες χημικές αλλαγές πράγματι συμβαίνουν.

**ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ–ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.** Για να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα της πρότασης πραγματοποιήθηκε έρευνα στην οποία συμμετείχαν μαθητές της Α΄ Λυκείου Ημερήσιου ΓΕΛ των νοτίων προαστείων της Αθήνας. Επιλέχθηκε το σχέδιο της μη ισοδύναμης ομάδας Ελέγχου, ένα οιονεί πειραματικό σχέδιο. Η ομάδα Ελέγχου (69 μαθητές), διδάχθηκε την σχετική ενότητα (οξέα, βάσεις, άλατα), σύμφωνα με την «κλασσική» μέθοδο και τις υπό μελέτη αντιδράσεις με μοριακές εξισώσεις, ενώ στην Πειραματική ομάδα (68 μαθητές) εφαρμόστηκε η προτεινόμενη προσέγγιση. Οι μαθητές συμπλήρωσαν το ίδιο ερωτηματολόγιο πριν και μετά τη διδασκαλία. Η κλίμακα μέτρησης ήταν από 0 έως 10, ένας βαθμός δηλαδή για καθεμία από τις 10 ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής. Οι πρώτες πέντε ερωτήσεις αφορούσαν τον σωματιδιακό χαρακτήρα των οξέων, βάσεων και αλάτων, καθώς και των υδατικών τους διαλυμάτων. Οι άλλες πέντε αφορούσαν αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης ή εξουδετέρωσης και εξέταζαν το κατά πόσο οι μαθητές αντιλαμβάνονται ποιος είναι ο σωματιδιακός χαρακτήρας των αντιδρώντων και προϊόντων και ποιές χημικές μεταβολές συντελούνται. Σε τέσσερις ερωτήσεις ζητήθηκε να συνδεθούν συμβολικές αναπαραστάσεις ή πληροφορίες κειμένου με υπομικροσκοπική αναπαράσταση (Σχήμα 1), ενώ σε δύο ερωτήσεις κλήθηκαν οι μαθητές να συνδυάσουν και τα τρία επίπεδα Χημείας.

Για τη σύγκριση των βαθμολογιών των δύο ομάδων εφαρμόστηκε ο έλεγχος t-τεστ ανεξάρτητων δειγμάτων με τη μέθοδο bootstrap. Στο pre-test, οι δυο ομάδες αποδείχθηκαν ισοδύναμες. Στο post-test, όμως, η βελτίωση των μαθητών της Πειραματικής ομάδας (διαφορά μεταξύ βαθμολογίας μετά τη διδασκαλία και βαθμολογίας πριν τη διδασκαλία), συγκέντρωσε έναν μέσο όρο πιο μεγάλο ( $M=4,50$ ,  $SE=0,13$ ), από εκείνον της ομάδας Ελέγχου ( $M=2,41$ ,  $SE=0,14$ ). Αυτή η διαφορά,  $2,09$ , BCa 95% CI [1.705, 2.490], ήταν στατιστικά σημαντική  $t(135)=11,00$ ,  $p<0,001$ .

**7)** Οι χημικές ενώσεις  $AgF$ ,  $NaCl$  και  $NaF$  είναι ευδιάλυτες στο νερό, ενώ ο  $AgCl$  είναι δυσδιάλυτος. Αναμιγνύουμε δυο υδατικά διαλύματα  $AgF$  και  $NaCl$ , τα οποία αντιδρούν πλήρως μεταξύ τους, σύμφωνα με την αντίδραση:  $AgF_{(aq)} + NaCl_{(aq)} \rightarrow AgCl \downarrow + NaF_{(aq)}$

Ποιο από τα παρακάτω σχήματα απεικονίζει πιο πιστά τα σωματίδια των προϊόντων που υπάρχουν στο δοχείο. Να ληφθεί υπόψη ότι και στα 4 δοχεία υπάρχουν μόρια νερού που δεν απεικονίζονται. Δίνονται οι συμβολισμοί: άτομο φθορίου  $\circ$ , ιόν φθορίου  $\ominus$ , άτομο αργύρου  $\bullet$ , ιόν αργύρου  $\oplus$ , άτομο χλωρίου  $\circ$ , ιόν χλωρίου  $\ominus$ , άτομο νατρίου  $\bullet$ , ιόν νατρίου  $\oplus$ .

			
α	β	γ	δ

**Σχήμα 1.** Παράδειγμα ερώτησης στην οποία ζητείται η υπομικροσκοπική αναπαράσταση των προϊόντων μιας αντίδρασης σχηματισμού ιζήματος.

**ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.** Πολλές από τις προαναφερθείσες παρανοήσεις εντοπίστηκαν στις απαντήσεις των μαθητών και των δύο ομάδων. Διαπιστώθηκε, όμως, ότι σημαντικά μικρότερο ποσοστό μαθητών της Πειραματικής ομάδας σε σχέση με αυτό της ομάδας Ελέγχου, εξακολουθεί να διατυπώνει τέτοιες απόψεις μετά και την προτεινόμενη διδασκαλία. Η Πειραματική ομάδα απαντά πιο σωστά σε όλες τις ερωτήσεις. Η εξοικείωση των μαθητών με αναπαραστάσεις των τριών επιπέδων Χημείας, η χρήση των υπομικροσκοπικών και μακροσκοπικών αναπαραστάσεων σε αντιστοιχία με συμβολικές αναπαραστάσεις (τους χημικούς τύπους των αντιδρώντων και προϊόντων της χημικής εξίσωσης και τα χρησιμοποιούμενα σύμβολα), προσφέρει μια βαθύτερη κατανόηση του φαινομένου της χημικής αντίδρασης και μια καλύτερη γνώση της σωματιδιακής φύσης των σωμάτων που λαμβάνουν μέρος σε αυτή. Επίσης το πέρασμα από τη μοριακή εξίσωση, στην ιοντική και τέλος στην καθαρά ιοντική, βοηθά τον μαθητή να διακρίνει την «πραγματική αντίδραση» που έλαβε χώρα, να διακρίνει δηλαδή τις όποιες αλλαγές πράγματι συνέβησαν.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Gkitzia, V., Salta, K., & Tzougraki, C. (2020). Students' competence in translating between different types of chemical representations. *Chemistry Education Research and Practice* 21, 307. <https://doi.org/10.1039/c8rp00301g>
- Kelly, R. M., Barrera, J. H., & Mohamed, S. C. (2010). An analysis of undergraduate general chemistry students' misconceptions of the submicroscopic level of precipitation reactions. *Journal of Chemical Education* 87(1), 113-118. <https://doi.org/10.1021/ed800011a>
- Lu, S., Bi, H., & Liu, X. (2019). A phenomenographic study of 10th grade students' understanding of electrolytes. *Chemistry Education Research and Practice* 20(1), 204-212. <https://doi.org/10.1039/c8rp00125a>
- Naah, B. M., & Sanger, M. J. (2012). Student misconceptions in writing balanced equations for dissolving ionic compounds in water. *Chemistry Education Research and Practice* 13(3), 186-194. <https://doi.org/10.1039/c2rp00015f>