

Συμβουλές για τον Εκπαιδευτικό

Αγαπητοί/ες συνάδελφοι

Το παρόν πόνημα αποτελεί το προϊόν της εντατικής εργασίας της ομάδας μας κατά τη διάρκεια των τελευταίων 10 περίπου μηνών (1^η Έκδοση 2024). Αποτελεί την δική μας πρόταση σχολικού βιβλίου, στο πλαίσιο της εφαρμογής του «πολλαπλού βιβλίου». Έχουμε τη βαθιά πεποίθηση ότι το βιβλίο μας θα σας δώσει τη δυνατότητα να εφαρμόσετε στην πράξη, με τον καλύτερο τρόπο τα νέα Προγράμματα Σπουδών του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής (Ι.Ε.Π.).

Αργώς σε αυτή σας την προσπάθεια είναι ο Οδηγός του Εκπαιδευτικού, τον οποίο μπορείτε να «κατεβάσετε» από τη διεύθυνση <https://bit.ly/chem-OtE2023>. Σε αυτόν θα βρείτε όλο το απαραίτητο θεωρητικό υπόβαθρο αλλά και 10 ενδεικτικά διδακτικά σενάρια, που αποτελούν παραδείγματα εφαρμογής του νέου τρόπου διδασκαλίας που απαιτούν τα νέα Προγράμματα Σπουδών.

Το βιβλίο μας ως εφαρμογή των νέων Προγραμμάτων Σπουδών

Το νέο Πρόγραμμα Σπουδών του Λυκείου επιχειρεί να προτάξει τον επαγωγικό τρόπο διδασκαλίας σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερο εύρος. Έως και σήμερα (2024) ένα σημαντικό μέρος των εννοιών της Χημείας (και όχι μόνο) διδάσκονται με τρόπο παραγωγικό (συμπερασματικό). Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι οι επιστημονικές θεωρίες ή τα επιστημονικά μοντέλα παρουσιάζονται στους/στις μαθητές/ριες ως καθιερωμένες αλήθειες, μη αμφισβητήσιμες, συνήθως κατά τη διάρκεια μιας διάλεξης. Ακολούθως, οι μαθητές/ριες καλούνται να ασκηθούν επί των εννοιών αυτών, εφαρμόζοντας τη θεωρία ή το μοντέλο, στην επίλυση ασκήσεων. Αυτό σε μεγάλο ποσοστό αλλάζει, αφού καλούμαστε να παρουσιάσουμε τις διδασκόμενες έννοιες στην τάξη μας με τρόπο επαγωγικό (Εικόνα 1), μέσω μιας διαδικασίας δυο βημάτων: (α) διεξάγεται (κατά προτίμηση από τους/τις ίδιους/ες τους μαθητές/ριες) ένα πείραμα, γίνεται η μελέτη ενός πίνακα, ενός γραφήματος κ.τ.λ. και (β) ζητείται από τους μαθητές και τις μαθήτριες να αναγνωρίσουν τις κανονικότητες (τα μοτίβα) μέσω των οποίων θα θεμελιωθεί η νέα θεωρία.



Εικόνα 1: Διάγραμμα ροής επαγωγικού τρόπου διδασκαλίας.

Ας δώσουμε ένα παράδειγμα. Σύμφωνα με τον παραγωγικό τρόπο διδασκαλίας οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων (διπλής αντικατάστασης) παρουσιάζονται ως εξής:

(α) Δίνεται ο φορμαλισμός:



(β) Ακολουθεί παράδειγμα εφαρμογής:

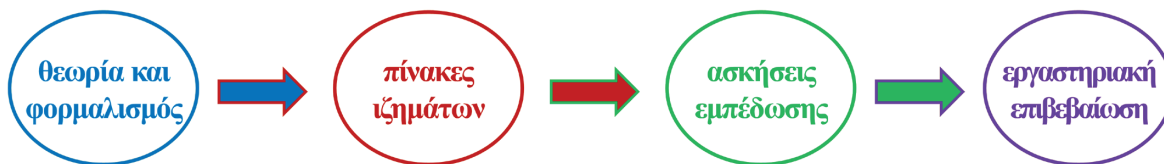


(γ) Δίνονται οι πίνακες των ιζημάτων.

(δ) Γίνεται επίλυση ασκήσεων.

(ε) Γίνεται εργαστηριακή επιβεβαίωση της καταβύθισης κάποιων ιζημάτων.

Αυτή η πορεία σχηματικά δίνεται στην Εικόνα 2.



Εικόνα 2: Διάγραμμα ροής παραγωγικού τρόπου διδασκαλίας της ενότητας των αντιδράσεων ανταλλαγής ιόντων.

Με τα νέα Προγράμματα Σπουδών αυτή η πορεία ξεκινά από το τέλος, δηλαδή το Εργαστήριο (Εικόνα 3)!



Εικόνα 3: Διάγραμμα ροής επαγωγικού τρόπου διδασκαλίας της ενότητας των αντιδράσεων ανταλλαγής ιόντων.

Συνολικά επιδιώκεται η ενίσχυση του επιστημονικού εγγραμματισμού των μαθητών και των μαθητριών μας, η ενίσχυση της κριτικής τους σκέψης και αντίληψης, η ενίσχυση των ήπιων δεξιοτήτων τους (δεξιότητες 21^{ου} αιώνα) και βέβαια η ανάδειξη της συνεισφοράς της Χημείας στην πρόοδο, την οικονομική ανάπτυξη και την ευημερία των σύγχρονων κοινωνιών. Στο ίδιο πλαίσιο επιδιώκεται και ο περιορισμός, αν όχι η εξάλειψη, της «παπαγαλίας», ικανοποιώντας, μεταξύ άλλων, και ένα πάγιο αίτημα των μαθητών/ριών μας.

Προκειμένου να σας στηρίξουμε στην ανωτέρω αλλαγή έχουμε σχεδιάσει πολλές καινούργιες δραστηριότητες και επανασχεδιάσει παλαιότερες, τόσο θεωρητικές όσο και εργαστηριακές, τις οποίες ελπίζουμε να αξιοποιήσετε στον βαθμό που κρίνετε και ανάλογα με το επίπεδο των μαθητών/ριών σας. Μια από τις εφαρμοζόμενες καινοτομίες είναι ότι τα φύλλα εργασίας που συνοδεύουν τις προτάσεις διδασκαλίας βρίσκονται εντός του βιβλίου και αποτελούν οργανικό μέρος του διδασκόμενου κεφαλαίου. Επομένως, σε πολύ μεγάλο βαθμό οι μαθητές/ριές μας θα λειτουργούν με τις νέες έννοιες ομαδοσυνεργατικά και θα επεξεργάζονται τα δεδομένα που θα τους παρέχετε, ανακοινώνοντας συχνά το αποτέλεσμα της μελέτης τους στην ολομέλεια του τμήματός τους. Έτσι, θα διαπιστώσετε ότι πολύ συχνά θα συναντάτε στο βιβλίο μας γραφήματα όπως αυτό της Εικόνας 4.



**Συζήτηση στην ομάδα
και στην ολομέλεια**

***Εικόνα 4:** Γράφημα που καλεί τους/τις μαθητές/ριες να συνεργαστούν.*

Η στροφή των Προγραμμάτων Σπουδών στις ήπιες δεξιότητες

Το βιβλίο μας είναι σχεδιασμένο με τέτοιο τρόπο ώστε, αν οι συνθήκες το απαιτήσουν, να είναι εφικτή η εφαρμογή διαφοροποιημένης διδασκαλίας και είναι γεμάτο με ομαδοσυνεργατικές δραστηριότητες, στις οποίες κάθε μαθητής/ρια μπορεί να βρει τον ρόλο του/της. Επομένως, είναι ένα βιβλίο για όλους τους μαθητές και όλες τις μαθήτριες. Ένας από τους κύριους σκοπούς του είναι να συμβάλει, μεταξύ άλλων, στη δημιουργία πολιτών, ευαισθητοποιημένων για τα κοινωνικά προβλήματα, οι οποίοι είτε σε τοπικό είτε σε ευρύτερο περιβάλλον να μπορούν να συνεργάζονται, να εμπνέονται, να προτείνουν λύσεις και να τις εφαρμόζουν.

Το σχολείο, σε κάθε εποχή, καλείται να προετοιμάσει τα παιδιά ώστε να αναλαμβάνουν ρόλους στην κοινωνία, αργότερα, ως ενήλικες πολίτες. Κατά τη μετάβασή μας από την 4^η στην 5^η βιομηχανική επανάσταση, η φράση-κλειδί, για την βέλτιστη προετοιμασία των μαθητών/ριών μας, είναι η ανάπτυξη ήπιων δεξιοτήτων. Οι ήπιες δεξιότητες είναι όλα εκείνα τα εφόδια που πρέπει να αποκτήσουν, ώστε να ανταποκρίνονται στις σύγχρονες απαιτήσεις, όπως και τις απαιτήσεις του μέλλοντος, και τα οποία δεν σχετίζονται με κάποιο συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο. Για το λόγο αυτό καλούνται και εγκάρσιες δεξιότητες ή δεξιότητες του 21ου αιώνα. Ένα παράδειγμα αυτών είναι η κριτική σκέψη. Οι μαθητές/ριές μας θα πρέπει να αποκτήσουν την ικανότητα να χρησιμοποιούν την επιστημονική μεθοδολογία, προκειμένου να εξάγουν συμπεράσματα, αποφεύγοντας τις παρανοήσεις, την ψευδοεπιστήμη και τα fake news. Παράλληλα, θα πρέπει να καλλιεργήσουν και κοινωνικές δεξιότητες, προκειμένου να μπορούν να επικοινωνούν τα συμπεράσματα της δουλειάς ή της μελέτης τους και να συνεργάζονται αρμονικά εντός της σχολικής κοινότητας και αργότερα σε ευρύτερο επίπεδο. Έτσι, για να βοηθήσουμε τους/τις μαθητές/ριές μας στην απόκτηση/ενίσχυση των ήπιων δεξιοτήτων τους σχεδιάσαμε πολλές ομαδοσυνεργατικές δραστηριότητες κατά τις οποίες με τρόπο επαγωγικό θα έχουν την ευκαιρία, από κοινού, να επιλύουν προβλήματα, τόσο εργαστηριακά όσο και θεωρητικά.

Οι εργαστηριακές δραστηριότητες

Ειδικά για τις εργαστηριακές δραστηριότητες σας προτείνουμε, σε μεγάλο βαθμό, τεχνικές μικροκλίμακας. Αυτές οι τεχνικές πλεονεκτούν έναντι των παραδοσιακών τεχνικών στα εξής:

- (α) Γενικά είναι ασφαλέστερες, καθώς απαιτούνται μικρότερες ποσότητες αντιδραστηρίων (συνήθως 1 με 2 σταγόνες από το καθένα ανά ομάδα).
- (β) Είναι ευκολότερες ως προς τη διεξαγωγή τους. Αν και στο βιβλίο του/της μαθητή/ριας γίνεται λόγος για χρήση του Εργαστηρίου Χημείας της σχολικής μονάδας, είναι ξεκάθαρο, ότι οι τεχνικές αυτές μπορούν να εφαρμοστούν και σε απλές αίθουσες διδασκαλίας, αν τα απαραίτητα αντιδραστήρια και τα αντίστοιχα φύλλα εργαστηριακής άσκησης επί των οποίων θα γίνεται το πείραμα μεταφερθούν με ένα κουτί. Τα απαραίτητα φύλλα εργαστηριακής άσκησης δίνονται ως ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα (Εικόνα 5). Έτσι, μπορείτε να τα εκτυπώσετε, να τα τοποθετήσετε μέσα σε μια πλαστική θήκη πολυστυρολίου ή να τα πλαστικοποιήσετε και να τα μοιράσετε στους μαθητές και τις μαθήτριές σας, ώστε να πραγματοποιήσουν τις αντιδράσεις επί αυτών. Αν και γνωρίζουμε

ότι θα απαιτηθεί σημαντικός χρόνος από εσάς προκειμένου να παρασκευαστούν τα απαραίτητα διαλύματα αντιδραστηρίων, εντούτοις οι ποσότητες στις οποίες θα τα παρασκευάσετε (τυπικά 100 mL ή 250 mL) είναι βέβαιο ότι θα σας εξασφαλίσουν τη διεξαγωγή δεκάδων παρόμοιων πειραμάτων και πιθανότατα θα κρατήσουν για χρόνια (προσοχή στα φωσφορικά άλατα που απαιτούν ψυγείο για να διατηρηθούν)!



Εικόνα 5: Σύμβολο που θα σας παραπέμπει σε κάποιο ψηφιακό μαθησιακό αντικείμενο.

- (γ) Είναι ταχείες, ώστε να προσφέρουν σε εσάς και τους/τις μαθητές/ριές σας τον απαραίτητο χρόνο αλληλεπίδρασης.
- (δ) Δίνουν μικρές ποσότητες αποβλήτων. Τα δε απόβλητα είναι γενικά ασφαλή μιας που τα πειράματα έχουν σχεδιαστεί με τις αρχές της Πράσινης Χημείας κατά νου. Τυπικά μπορείτε να σκουπίσετε τα φύλλα εργαστηριακής άσκησης με χαρτί κουζίνας και είστε έτοιμοι για το επόμενο μάθημα.
- (ε) Γενικά έχουν μικρό κόστος, κάτι που γνωρίζουμε όλοι/ες ότι είναι σημαντικό.

Όμως, όλοι και όλες γνωρίζουμε ότι κάποιες από τις εργαστηριακές δραστηριότητες που προτείνουμε, όσο ενδιαφέρουσες και να είναι, για διάφορους λόγους, δεν θα πραγματοποιηθούν. Για τον σκοπό αυτό έχουμε βιντεοσκοπήσει όλα τα πειράματά που προτείνουμε. Έτσι, με τη βοήθεια του διαδραστικού πίνακα που πιθανότατα θα έχετε στην αίθουσα διδασκαλίας σας, θα μπορείτε να τα προβάλετε και να τα συζητήσετε με τις ομάδες των μαθητών/ριών σας. Επειδή το βίντεο ποτέ δεν μπορεί να αντικαταστήσει το πραγματικό πείραμα, επιλέξαμε, σε συνεργασία με την εκδοτική μας ομάδα, να χρησιμοποιήσουμε φακούς λήψης τελευταίας τεχνολογίας, οι οποίοι επιτρέπουν πολύ υψηλό zoom, ώστε η εμπειρία της θέασης να είναι όσο γίνεται πιο κοντά στην πραγματικότητα. Ελπίζουμε αυτά τα πλάνα να σας αρέσουν και να τα χρησιμοποιήσετε!

Αντίστοιχης υψηλής ποιότητας είναι και το πολύ πλούσιο φωτογραφικό υλικό που θα βρείτε στο βιβλίο μας. Θα πρέπει να σημειώσουμε ότι η πλειονότητα των φωτογραφιών έχει ληφθεί από εμάς. Επιπλέον κάποιες φωτογραφίες παρουσιάζουν πειράματα που παρουσιάζονται για πρώτη φορά (Εικόνα 6)!



Εικόνα 6: Διεξαγωγή πειράματος πάνω από θερμογραφικό «χαρτί», το οποίο μεταβάλλει το χρώμα του ανάλογα με την μεταβολή θερμοκρασίας.

Τέλος, είναι προφανές, ότι είστε ελεύθεροι να τροποποιήσετε τις δραστηριότητες που σας προτείνουμε ή να τις αντικαταστήσετε από άλλες δικές σας, ανάλογα με τον χρόνο που έχετε και τα χαρακτηριστικά των τμημάτων στα οποία διδάσκετε. Όμως, θα πρέπει να έχετε πάντα κατά νου ότι οι δραστηριότητες που προτείνετε, στην πλειονότητά τους, θα πρέπει να θέτουν τη μαθητική ομάδα στο επίκεντρο.

Τα Ψηφιακά Μαθησιακά Αντικείμενα

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, το βιβλίο μας επικουρείται από περισσότερα από 150 ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα (Ψ.Μ.Α.). Πρόκειται για προσομοιώσεις, διαδραστικά βίντεο, βίντεο πειραμάτων και διαδικασιών, γραφήματα, αλλά και τεστ αυτοαξιολόγησης. Τον σύνδεσμο για αυτά θα τον βρίσκουν οι μαθητές/ριές σας ακολουθώντας το σύμβολο της Εικόνας 5. Αν και όλα τα θεωρούμε σημαντικά και μέσω αυτών θα σας δοθεί η ευκαιρία να εμπλουτίσετε τη διδασκαλία σας, επιτρέψτε μας ένα σχόλιο για τα τεστ αυτοαξιολόγησης. Κατ' αρχάς θα τα βρίσκουν οι μαθητές/ριές μας στο τέλος κάθε (υπο)ενότητας. Η ύπαρξή τους εξυπηρετεί δυο σκοπούς. Ο πρώτος είναι οι μαθητές/ριές μας να προετοιμάζονται καλύτερα στη μελέτη τους. Ο δεύτερος και κυριότερος είναι να μάθουν να αξιολογούν μόνοι/ες τους τους εαυτούς τους και να προχωρούν στην κατάλληλη ανατροφοδότηση πριν από τον έλεγχο της γνώσης τους στην σχολική τάξη. Είναι σημαντικό να μάθουν να αξιολογούν τον εαυτό τους.

Όλα τα Ψ.Μ.Α. θα μπορείτε να τα «κατεβάσετε» τόσο εσείς όσο και οι μαθητές/ριές σας από την πλατφόρμα τους στον υπολογιστή σας, διότι «παίζουν» και offline. Αν σας δοθεί η δυνατότητα να τα μεταφορτώνετε στις δικές σας ηλεκτρονικές τάξεις, π.χ. στο e-class ή το e-me σας συμβουλευόμαστε να το κάνετε. Ειδικά για τα τεστάκια θα μπορείτε να έχετε εποπτεία στο ποιοι τα ολοκληρώνουν και το κυριότερο σε ποιες ερωτήσεις οι μαθητές σας δυσκολεύονται, επιτυγχάνοντας με αυτό το δεδομένο να έχετε ένα πολύτιμο εργαλείο ανατροφοδότησης του μαθήματός σας.

Σημεία που θέλουν προσοχή

Όπως θα διαπιστώσετε ένα μεγάλο μέρος του βιβλίου μας έχει γραφτεί με τη μορφή εμπλουτισμένων φύλλων εργασίας. Σε αρκετά από αυτά τα φύλλα εργασίας, όπως και στις ασκήσεις στο τέλος του βιβλίου, έχουμε ενσωματώσει ερωτήσεις που στοχεύουν στην καταπολέμηση των μαθησιακών παρανοήσεων, όπως αυτές καταγράφονται τόσο στη διεθνή όσο και την εγχώρια βιβλιογραφία.

Σε αρκετά φύλλα εργασίας οι μαθητές/ριές μας για να απαντήσουν θα πρέπει να εκτελέσουν κάποια πειραματική ή άλλης μορφής δραστηριότητα. Προκειμένου να διευκολύνουμε τόσο εσάς, στην προετοιμασία του μαθήματός σας, όσο και τους/τις μαθητές/ριές σας, στο διάβασμά τους μετά το μάθημα, έχουμε ενσωματώσει τις τελικές απαντήσεις στις πιο απαιτητικές από τις δραστηριότητες στα βίντεο ή τα άλλα Ψ.Μ.Α. που τις ακολουθούν.

Με οδηγό την εμπειρία μας αλλά και τις διαπιστώσεις μας από την πιλοτική εφαρμογή των προγραμμάτων σπουδών κατά τη διετία που προηγήθηκε (2021-2023) θα θέλαμε να κάνουμε λίγα σχόλια και να δώσουμε μερικές επιπλέον πληροφορίες για μερικά σημεία των διδασκόμενων εννοιών. Στο τέλος του κειμένου αυτού θα βρείτε προτεινόμενη βιβλιογραφία, ελληνική, μεταφρασμένη και ξενόγλωσση, στην οποία θα μπορείτε να αναζητήσετε περαιτέρω πληροφορίες, πειράματα, τεχνικές και μεθόδους διδασκαλίας.

(α) Γίνε Μεντελέγιεβ για 1 ημέρα.

Στην εισαγωγική παράγραφο για τον Περιοδικό Πίνακα, προτείνουμε να διεξαχθεί η δραστηριότητα «Γίνε Μεντελέγιεβ για 1 ημέρα». Σε αυτή τη δραστηριότητα οι μαθητές/ριες εισάγονται στο έργο του

σπουδαίου Ρώσου χημικού, πατέρα του Περιοδικού Πίνακα, όχι μέσω ενός μαθήματος ιστορίας, αλλά προσπαθώντας να αναπαραστήσουν ένα κομμάτι της εργασίας του, που τον έκανε διάσημο. Μέσω αυτής της αναπαράστασης θα έρθουν σε επαφή με ένα μέρος των δυσκολιών και των προκλήσεων που αντιμετώπισε, ενώ παράλληλα θα διδαχθούν στην πράξη τον νόμο της περιοδικότητας.

Η δραστηριότητα περιλαμβάνει 24 κάρτες. Στη μια τους πλευρά έχουν μια εικόνα που παρουσιάζει κάποια από τις εφαρμογές ή τα χαρακτηριστικά του χημικού στοιχείου. Στην άλλη τους πλευρά έχουν πληροφορίες για τις φυσικές και τις χημικές του ιδιότητες. Οι μαθητές/ριες καλούνται να ταξινομήσουν τις κάρτες με 3 στόχους, οι οποίοι τους δίνονται ξεκάθαρα στις σελ. 53-54.

Σας συνιστούμε (α) να δοκιμάσετε τη δραστηριότητα μόνοι/ες σας προτού την εισάγετε στη σχολική τάξη και (β) ανάλογα με τα χρονικά περιθώρια και το επίπεδο των μαθητών/ριών σας να μειώσετε τον αριθμό των καρτών, όσο απαιτείται, ώστε να τους/τις διευκολύνετε. Οι μαθητές/ριες γνωρίζουν τα βασικά για τον Περιοδικό Πίνακα από το Γυμνάσιο. Κάποιοι/ες από αυτούς/ές αναμένεται να προσπαθήσουν να εφαρμόσουν απ' ευθείας τις γνώσεις τους προσπαθώντας να προλάβουν τις απαντήσεις άλλων ομάδων. Καλό είναι να τους/τις εξηγήσετε ότι δεν υπάρχει ανταγωνισμός μεταξύ των ομάδων και ότι μπορούν να εφαρμόσουν τις γνώσεις τους, αφού πρώτα προσπαθήσουν να ανακαλύψουν ένα μοτίβο. Επιπλέον είναι σημαντικό να τους/τις εξηγήσετε ότι το πρόβλημα που τους θέτετε είναι ανοικτό. Επομένως, δεν υπάρχει μια και μοναδική «ορθή λύση».

Μια πιθανή λύση που μπορεί να δοθεί φαίνεται στην Εικόνα 7.

H						
Li	Be	B	C	N	O	
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
K	Ca			As	Se	Br
Rb	Sr	In	Sn	Sb		

Εικόνα 7: Μια πιθανή απάντηση στη δραστηριότητα «Γίνε Μεντελέγιεβ για 1 ημέρα». Είναι πιθανό να συζητηθεί από τους μαθητές και τις μαθήτριες το ποια είναι η σωστή θέση του υδρογόνου. Αν ανακύψει είναι καλό να συζητηθεί στην τάξη, αφού αυτή η συζήτηση συνεχίζεται έως σήμερα.

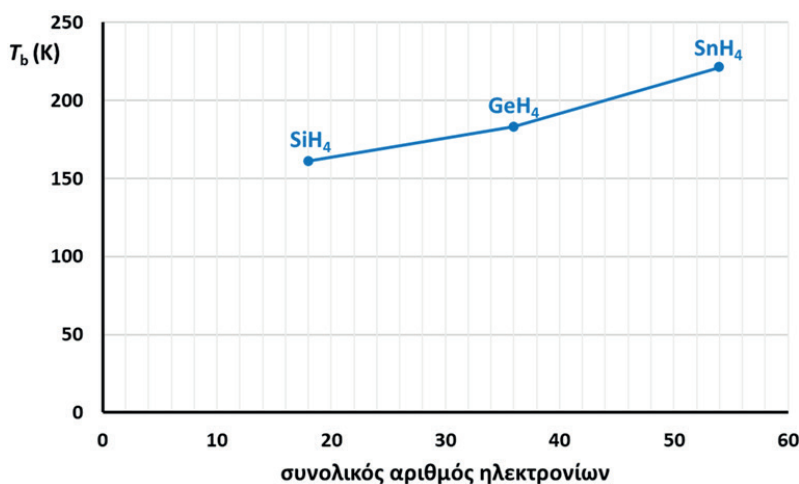
(β) Η περίπτωση του AgCl(s) .

Μια ερώτηση που τέθηκε αρκετά συχνά από συναδέλφους είναι για ποιο λόγο ο AgCl αποτελεί δυσδιάλυτο στερεό σε σχέση με τα περισσότερα άλλα άλατα με μικρά φορτία εμπλεκόμενων ιόντων. Το πείραμα δείχνει ότι η ενέργεια κρυσταλλικού πλέγματος του AgCl , που έχει τιμή 918 kJ/mol είναι αρκετά μεγαλύτερη απ' ότι θα περίμενε κανείς για μια ιοντική ένωση με φορτία εμπλεκόμενων ιόντων $+1$ και -1 . Για σύγκριση οι αντίστοιχες ενέργειες για τα άλατα NaCl και KI είναι 790 kJ/mol και 650 kJ/mol . Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι η ένωση στην κρυσταλλική της δομή έχει σημαντικό ποσοστό ομοιοπολικού χαρακτήρα, ο οποίος, τελικά, είναι και υπεύθυνος για την μικρή της διαλυτότητα στο νερό. Φυσικά αυτή η συζήτηση δεν προορίζεται να γίνει στη σχολική τάξη. Με αφορμή αυτή την παρατήρηση έχουμε τη γνώμη ότι καλό θα είναι να συζητήσουμε με τους μαθητές/ριές μας ότι η Φύση δεν λειτουργεί με κανόνες

και εξαιρέσεις και ότι όσα δεδομένα δεν ακολουθούν ένα μοτίβο που αναγνωρίζουν (στον Περιοδικό Πίνακα, τις αντιδράσεις ή αλλού) μπορούν να αποτελέσουν αντικείμενο επιστημονικής έρευνας αλλά και την αφορμή για να παραχθεί ει δυνατόν ένα άλλο μοντέλο που να τα εξηγεί και να τα περιλαμβάνει.

(γ) Η προσέγγισή μας στις διαμοριακές δυνάμεις.

Στην ενότητα «Διαμοριακές Δυνάμεις» η ακολουθούμενη προσέγγιση παρουσιάζεται για πρώτη φορά στην ελληνική βιβλιογραφία. Ξεκινάμε από τη βασική ιδέα ότι για να συγκρατούνται τα μόρια, π.χ. του νερού, στην υγρή κατάσταση, θα πρέπει να ενέχονται κάποιου είδους δυνάμεις. Ακολουθώντας αναπτύσσουμε την ενότητα εφαρμόζοντας δυο βασικές καινοτομίες. Η πρώτη αφορά τον τρόπο που αντιμετωπίζουμε την ιεράρχηση των διαμοριακών δυνάμεων. Σε αντίθεση με την συνήθη πρακτική, δεν τις διακρίνουμε ως δυνάμεις ανεξάρτητες μεταξύ τους. Αντίθετα, με αφορμή το διάγραμμα των σημείων ζέσεως τριών υδριδίων της 14^{ης} Ομάδας του Περιοδικού Πίνακα (Εικόνα 8) περιγράφουμε πρώτα τις δυνάμεις διασποράς και ακολούθως περιγράφουμε πώς «κτίζεται» πάνω σε αυτές η συνολική δυνατότητα αλληλεπίδρασης ενός μορίου με τα γειτονικά του μόρια. Με άλλα λόγια λέμε στους/στις μαθητές/ριές μας ότι τα πολικά μόρια εμφανίζουν συχνά ισχυρότερες ελκτικές δυνάμεις μεταξύ τους, σε σύγκριση με αυτές μεταξύ μη πολικών μορίων με τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων, όχι διότι αυτές είναι εγγενώς ισχυρότερες, αλλά διότι ενισχύουν τις ήδη υπάρχουσες δυνάμεις διασποράς.



Εικόνα 8: Τα σημεία βρασμού τριών υδριδίων της 14^{ης} Ομάδας.

Η δεύτερη αφορά τα διαγράμματα όπως αυτό της Εικόνας 8. Συνήθως στην βιβλιογραφία, στα εν λόγω διαγράμματα, το σημείο ζέσεως παρουσιάζεται ως συνάρτηση είτε του αριθμού της Ομάδας είτε της σχετικής μοριακής μάζας. Αμφότερα είναι προβληματικά και πολύ συχνά οδηγούν στην ανάπτυξη παρανοήσεων από πλευράς των μαθητών/ριών. Στο βιβλίο μας επιλέγουμε την πιο σύγχρονη προσέγγιση, σύμφωνα με την οποία αυτά τα διαγράμματα δίνονται ως συνάρτηση του συνολικού αριθμού των ηλεκτρονίων. Ο αριθμός των ηλεκτρονίων, όπως και ο μοριακός όγκος, συνδέονται απ' ευθείας με την πολωσιμότητα, η οποία αποτελεί και την κύρια αιτία της ανάπτυξης των δυνάμεων διασποράς. Αν και εκτενής συζήτηση για την πολωσιμότητα δεν μπορεί να γίνει σε σχολικό επίπεδο και ειδικά στην Α΄ Λυκείου, εντούτοις η σύνδεση του μεγέθους των αλληλεπιδράσεων με τα ηλεκτρόνια (και τις ηλεκτρονιακές δομές) είναι πολύ κοντά στην πραγματικότητα και επομένως συμβάλλει στην αναπλαισίωση της επιστημονικής γνώσης. Αντίθετα η σύνδεση της πολωσιμότητας με τη σχετική μοριακή μάζα πρέπει να αποφεύγεται, αφού η

μάζα συνδέεται με το βάρος, το οποίο δεν παίζει σημαντικό ρόλο. Για παράδειγμα, συχνά δημιουργείται η λανθασμένη εντύπωση ότι ενώσεις, όπως π.χ. τα αλκάνια μεγάλου M_r , είναι στερεά, διότι είναι «βαριά».

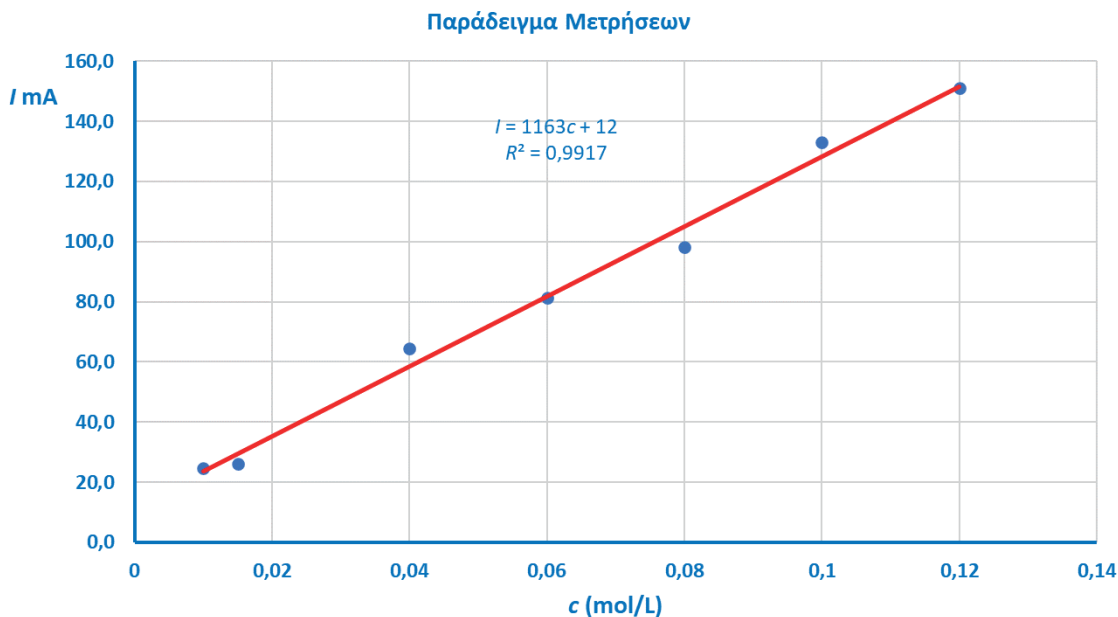
Στην ίδια ενότητα, όπως και σε αρκετές άλλες ζητάμε από τους/τις μαθητές/ριές μας να αναζητήσουν ένα μοτίβο, να προσπαθήσουν να το αιτιολογήσουν (αν είναι δυνατό) και ακολούθως να το εφαρμόσουν. Με άλλα λόγια να εφαρμόσουν την επιστημονική μεθοδολογία. Όμως, πολλές φορές τους δίνουμε την ευκαιρία να αντιληφθούν ότι υπό το πρίσμα νέων δεδομένων θα πρέπει να τροποποιήσουν κατάλληλα το μοτίβο τους. Ας δούμε ένα παράδειγμα. Με δεδομένη τη συζήτηση για τις δυνάμεις διασποράς και την ερμηνεία του διαγράμματος της Εικόνας 8, ζητάμε από τους/τις μαθητές/ριές μας να τοποθετήσουν στο ανωτέρω γράφημα τρεις κουκίδες, στις θέσεις που κατά τη γνώμη τους θα βρίσκονται τα υδρίδια της 15ης Ομάδας του Περιοδικού Πίνακα. Με βάση τη συζήτηση που προηγήθηκε οι μαθητές/ριές μας είναι αναμενόμενο να υπολογίσουν τον συνολικό αριθμό των ηλεκτρονίων. Όταν διαπιστώσουν ότι είναι αντίστοιχα ο ίδιος με τα υδρίδια της 14ης Ομάδας, είναι αναμενόμενο να τοποθετήσουν τις τρεις κουκίδες ακριβώς στα αντίστοιχα σημεία που αναπαριστούν τα υδρίδια της Ομάδας του άνθρακα. Ακολούθως τους παρέχονται τα πραγματικά σημεία, τα οποία, προφανώς διαφέρουν ως προς τη θέση τους στο διάγραμμα. Με αυτόν τον τρόπο δίνεται η αφορμή να συζητηθούν οι δυνάμεις διπόλου-διπόλου.

(δ) 2^ο Πείραμα επίδειξης: Η διατήρηση της μάζας (σελ. 187).

Ένα πείραμα ελέγχου, για το ότι η παρατηρούμενη ελάττωση της μάζας οφείλεται στο παραγόμενο αέριο CO_2 που απομακρύνεται από το διάλυμα, είναι να πραγματοποιηθεί το πείραμα προσαρμόζοντας κατάλληλα στο δοχείο της αντίδρασης ένα πλαστικό μπουκάλι, έτσι ώστε να εγκλωβίζεται το CO_2 και να μην απομακρύνεται από το σύστημα. Σε αυτήν την περίπτωση, η συνολική μάζα θα είναι σταθερή. Δεν πρέπει όμως να χρησιμοποιηθεί μπαλόνι που είναι ελαστικό, διότι σε αυτήν την περίπτωση, λόγω της άνωσης που δημιουργείται με την διόγκωση του μπαλονιού από το εκλυόμενο αέριο, η ένδειξη του ζυγού θα δείχνει πάλι μικρότερη μάζα. Επίσης, πρέπει να γίνει μια εκτίμηση της ποσότητας του CO_2 που θα παραχθεί, γιατί υπάρχει ο κίνδυνος να σπάσει το μπουκάλι από την πίεση!

(ε) Η εργαστηριακή άσκηση της εύρεσης της συγκέντρωσης των αλάτων σε ένα «ενεργειακό» ποτό του εμπορίου ή σε κάποιο «ποτό» που εσείς θα παρασκευάσετε ειδικά για την άσκηση (υποενότητα 6.3.2.4).

Είναι γενικά παραδεκτό, αλλά το γνωρίζουμε και όλοι/ες οι συνάδελφοι των φυσικών επιστημών από την εμπειρία μας, ότι οι μαθητές και οι μαθήτριές μας, όταν εμπλέκονται οι ίδιοι/ες σε ένα πείραμα το οποίο οδηγεί σε κάποιο δεδομένο, το οποίο σχετίζεται άμεσα με την καθημερινή ζωή, δείχνουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Για τον λόγο αυτό, καταβάλαμε ιδιαίτερη προσπάθεια, ώστε πολλές από τις δραστηριότητες του βιβλίου μας να συνδέονται με την καθημερινότητα. Στην προκειμένη περίπτωση, για να αποκτήσετε μια ιδέα για το συγκεκριμένο πείραμα και ακολούθως να το προσαρμόσετε ανάλογα με τις ανάγκες σας, στην Εικόνα 9, παρουσιάζεται ένα διάγραμμα πειραματικών μετρήσεων, το οποίο θα μπορούσε να παραχθεί από μαθητές/ριες και να σχεδιαστεί στην Εικόνα 6.25 (σελ. 307).



Εικόνα 9: Συσχέτιση της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος με τη συγκέντρωση του διαλυμένου άλατος.

Κατά την εκτέλεση του πειράματος, θα πρέπει να προσέξετε οι μετρήσεις με το πρόχειρο βολτάμετρο να γίνουν όσο το δυνατόν πιο γρήγορα και επιπλέον τα καλώδια να εμβαπτίζονται στο ίδιο βάθος από την επιφάνεια του διαλύματος κάθε φορά. Μια τυπική τιμή για διάλυμα «ενεργειακού» ποτού είναι ~ 30 mA, η οποία είναι αρκετά μικρή. Για ποιο σύντομο και ακριβές πείραμα σας προτείνουμε να φτιάξετε ένα διάλυμα NaCl, συγκέντρωσης περίπου 0,06 M και να το δώσετε στις ομάδες ως το άγνωστο δείγμα. Εναλλακτικά μπορείτε να φτιάξετε μια άλλη σειρά προτύπων διαλυμάτων και να τους δώσετε ως άγνωστο ένα διάλυμα NaCl(aq) 0,6 M, ζητώντας τους να υπολογίσουν την συγκέντρωση του NaCl σε ένα δείγμα θαλασσινού νερού, αν θεωρηθεί ότι το μοναδικό άλας που είναι διαλυμένο στο θαλασσινό νερό είναι το νάτριο χλωρίδιο.

Βιβλία, άρθρα και διδακτικές προσεγγίσεις που ελήφθησαν υπ' όψιν κατά τη συγγραφή ή εφαρμόστηκαν, κατάλληλα τροποποιημένες, στη σχεδίαση των δραστηριοτήτων του βιβλίου του/της μαθητή/ριας

- A. Zambri, M. & R. De Backere, J. (2023). A Mobile Device Application for Visualizing Molecular Symmetry and Orbitals in Augmented Reality. *Journal of Chemical Education*, 101(2), 382–391. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00652>
- American Chemical Society. (2013). *12 Design Principles of Green Chemistry*. <https://www.acs.org/greenchemistry/principles/12-principles-of-green-chemistry.html> (Μάιος 2024)
- Anand, A. & N. Patey, G. (2018). Mechanism of Urea Crystal Dissolution in Water from Molecular Dynamics Simulation. *The Journal of Physical Chemistry B*, 122(3), 1213–1222. <https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.7b07096>
- Anastas, P. T. & Warner, J. C. (2000). *Green Chemistry: Theory and Practice* (2nd ed.). Oxford University Press.
- Arunan, E., Desiraju, G. R., Klein, R. A., Sadlej, J., Scheiner, S., Alkorta, I., Clary, D. C., Crabtree, R. H., Dannenberg, J. J., Hobza, P., Kjaergaard, H. G., Legon, A. C., Mennucci, B. & Nesbitt, D. J. (2011). *Definition of the*

- hydrogen bond (IUPAC Recommendations 2011)*. 83(8), 1637–1641. <https://doi.org/doi:10.1351/PAC-REC-10-01-02>
- Bakolis, A., Stamovlasis, D. & Tsaparlis, G. (2021). Explicit teaching of problem categorization using concept mapping, and an exploratory study of its effect on student achievement and on conceptual understanding – the case of chemical equilibrium problems. *Chemistry Teacher Interntional*, 3(3), 269–284. <https://doi.org/doi:10.1515/cti-2019-0021>
- Barke, H.-D. (2015). Learners ideas, misconceptions and challenges. In J. García-Martínez & E. Serrano-Torregrosa (Eds.), *Chemistry Education* (pp. 395–420).
- Bell, B., Bradley, J. D. & Steenberg, E. (2015). Chemistry Education through microscale experiments. In J. García-Martínez & E. Serrano-Torregrosa (Eds.), *Chemistry Education* (pp. 539–561).
- Bierenstiel, M. & Snow, K. (2019). Periodic Universe: A Teaching Model for Understanding the Periodic Table of the Elements. *Journal of Chemical Education*, 96(7), 1367–1376. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00740>
- Bradley, J. D. (2001). UNESCO/IUPACCTC Global Program in Microchemistry. *Pure Appl. Chem.*, 73(7), 1215–1219.
- C. Person, E., R. Golden, D. & R. Royce, B. (2010). Salting Effects as an Illustration of the Relative Strength of Intermolecular Forces. *Journal of Chemical Education*, 87(12), 1332–1335. <https://doi.org/10.1021/ed100315r>
- Capps, K. (2008). Chemistry Taboo: An Active Learning Game for the General Chemistry Classroom. *Journal of Chemical Education*, 85(4). <https://doi.org/10.1021/ed085p518>
- Criswell, B. (2007). Mistake of Having Students Be Mendeleev for Just a Day. *Journal of Chemical Education*, 84(7). <https://doi.org/10.1021/ed084p1140>
- D. Joag, S. (2014). An Effective Method of Introducing the Periodic Table as a Crossword Puzzle at the High School Level. *Journal of Chemical Education*, 91(6), 864–867. <https://doi.org/10.1021/ed400091w>
- D. Sattsangi, P. (2014). Microscale Procedure for Inorganic Qualitative Analysis with Emphasis on Writing Equations: Chemical Fingerprinting Applied to the n-Bottle Problem of Matching Samples with Their Formulas. *Journal of Chemical Education*, 91(9), 1393–1400. <https://doi.org/10.1021/ed500054m>
- Dereka, B., Yu, Q., Lewis, N. H. C., Carpenter, W. B., Bowman, J. M. & Tokmakoff, A. (2021). Crossover from hydrogen to chemical bonding. *Science*, 371(6525), 160–164. <https://doi.org/10.1126/science.abe1951>
- Devetak, I., Vogrinc, J. & Glažar, S. A. (2009). Assessing 16-year-old students' understanding of aqueous solution at submicroscopic level. *Res. Sci. Educ.*, 39(2), 157–179.
- Ebenezer, J. V & Erickson, G. L. (1996). Chemistry students' conceptions of solubility: A phenomenography. *Sci. Educ.*, 80(2), 181–201.
- Eisen, L., Marano, N. & Glazier, S. (2014). *Activity-Based Approach For Teaching Aqueous Solubility, Energy, and Entropy*. 91(4), 484–491. <https://doi.org/10.1021/ed4005563>
- Eltis, E. & Briesen, H. (2020). Capturing Crystal Shape Evolution from Molecular Simulations. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 60(12), 6109–6119. <https://doi.org/10.1021/acs.jcim.0c00944>
- Frenking, G. & Shaik, S. (Eds.). (2014). *The Chemical Bond: Fundamental Aspects of Chemical Bonding*. Wiley-VCH.
- G. Cady, S. (2012). Elements Are Everywhere: A Crossword Puzzle. *Journal of Chemical Education*, 89(4), 524–525. <https://doi.org/10.1021/ed1004323>

- Garner, L. D., Meek, T. L. & Patrick, B. G. (2003). Revised Lewis–Langmuir atomic charges. *Journal of Molecular Structure: THEOCHEM*, 620(1), 43–47. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0166-1280\(02\)00583-3](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0166-1280(02)00583-3)
- Glazier, S., Marano, N. & Eisen, L. (2010). A Closer Look at Trends in Boiling Points of Hydrides: Using an Inquiry-Based Approach to Teach Intermolecular Forces of Attraction. *J. Chem. Educ.*, 87(12), 1336. <https://doi.org/10.1021/ed100691n>
- H. Eugen Schwarz, W. & Schwarz, W. H. E. (2010). The Full Story of the Electron Configurations of the Transition Elements. *J. Chem. Educ.*, 87(4), 444–448.
- H. Hunter, K., G. Rodriguez, J.-M. & M. Becker, N. (2022). A Review of Research on the Teaching and Learning of Chemical Bonding. *Journal of Chemical Education*, 99(7), 2451–2464. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00034>
- Hemraj-Benny, T. & Beckford, I. (2014). Cooperative and Inquiry-Based Learning Utilizing Art-Related Topics: Teaching Chemistry to Community College Nonscience Majors. *Journal of Chemical Education*, 91(10), 1618–1622. <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed400533r>
- J. Giunta, C. (2016). What’s in a Name? Amount of Substance, Chemical Amount, and Stoichiometric Amount. *Journal of Chemical Education*, 93(4), 583–586. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00690>
- J. Giunta, C. (2019). What Chemistry Teachers Should Know about the Revised International System of Units (Système International). *Journal of Chemical Education*, 96(4), 613–617. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00707>
- J. Giunta, C. (2022). Using the Right Words in the Right Way: Atom, Molecule, Element, and Compound. *Journal of Chemical Education*, 100(1), 4–6. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00693>
- Joaquín Franco-Mariscal, A., María Oliva-Martínez, J., Blanco-López, Á. & España-Ramos, E. (2016). A Game-Based Approach To Learning the Idea of Chemical Elements and Their Periodic Classification. *Journal of Chemical Education*, 93(7), 1173–1190. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00846>
- Joki, J., Lavonen, J., Juuti, K. & Aksela, M. (2015). Coulombic interaction in Finnish middle school chemistry: a systemic perspective on students’ conceptual structure of chemical bonding. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 16(4), 901–917.
- Kavak, N. (2012). ChemPoker. *Journal of Chemical Education*, 89(4), 522–523. <https://doi.org/10.1021/ed1007876>
- Kim, S., Gindulyte, A., Zhang, J., Thiessen, P. A. & Bolton, E. E. (2021). *PubChem Periodic Table and Element pages: improving access to information on chemical elements from authoritative sources*. 3(1), 57–65. <https://doi.org/doi:10.1515/cti-2020-0006>
- Kronik, L., Levy Nahum, T., Mamlok-Naaman, R. & Hofstein, A. (2008). A New “Bottom-Up” Framework for Teaching Chemical Bonding. *Journal of Chemical Education*, 85(12). <https://doi.org/10.1021/ed085p1680>
- Lanaro, G. & N. Patey, G. (2016). Birth of NaCl Crystals: Insights from Molecular Simulations. *The Journal of Physical Chemistry B*, 120(34), 9076–9087. <https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.6b05291>
- Lanaro, Gabriele & Patey, G. N. (2015). Molecular Dynamics Simulation of NaCl Dissolution. *The Journal of Physical Chemistry B*, 119(11), 4275–4283. <https://doi.org/10.1021/jp512358s>
- Lee, K.-W. L. (1999). Particulate representation of a chemical reaction mechanism. *Research in Science Education*, 29(3), 401.

- Liu, X., Meijer, G. & Pérez-Ríos, J. (2020). A data-driven approach to determine dipole moments of diatomic molecules. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 22(42), 24191–24200. <https://doi.org/10.1039/D0CP03810E>
- Lu, S., Bi, H. & Liu, X. (2019). A phenomenographic study of 10th grade students' understanding of electrolytes. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 20(1), 204–212.
- M. Kelly, R., H. Barrera, J. & C. Mohamed, S. (2009). An Analysis of Undergraduate General Chemistry Students' Misconceptions of the Submicroscopic Level of Precipitation Reactions. *J. Chem. Educ.*, 87(1), 113–118.
- M. Manzanilla-Granados, H., Saint-Martín, H., Fuentes-Azcatl, R. & Alejandre, J. (2015). Direct Coexistence Methods to Determine the Solubility of Salts in Water from Numerical Simulations. Test Case NaCl. *The Journal of Physical Chemistry B*, 119(26), 8389–8396. <https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.5b00740>
- M. Montejo Bernardo, J. & Fernández González, A. (2021). Chemical Battleship: Discovering and Learning the Periodic Table Playing a Didactic and Strategic Board Game. *Journal of Chemical Education*, 98(3), 907–914. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00553>
- MacWood, G. E., Lassettre, E. N. & Breen, G. (1940). A Laboratory Experiment in General Chemistry. *J. Chem. Educ.*, 17, 520.
- Mann, J. B., Meek, T. L. & Allen, L. C. (2000). Configuration Energies of the Main Group Elements. *J. Am. Chem. Soc.*, 122(12), 2780–2783.
- Marcel Borges, E. (2023). Data Visualization Using Boxplots: Comparison of Metalloid, Metal, and Nonmetal Chemical and Physical Properties. *Journal of Chemical Education*, 100(7), 2809–2817. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00207>
- Martí-Centelles, V. & Rubio-Magnieto, J. (2014). ChemMend: A Card Game To Introduce and Explore the Periodic Table while Engaging Students' Interest. *Journal of Chemical Education*, 91(6), 868–871. <https://doi.org/10.1021/ed300733w>
- Mattson, B. (2018). *Microscale Puddle Precipitation*. <https://youtu.be/Nsfwr9-rWno> (πρόσβαση 3/2021).
- Mulford, D. R. & Robinson, W. R. (2002). An inventory for alternate conceptions among first-semester general chemistry students. *Journal of Chemical Education*, 79(6), 739. <https://doi.org/10.1021/ed079p739>
- Naah, B. M. & Sanger, M. J. (2012). Student misconceptions in writing balanced equations for dissolving ionic compounds in water. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 13(3), 186–194.
- Nakamura, E. (2017). Atomic-Resolution Transmission Electron Microscopic Movies for Study of Organic Molecules, Assemblies, and Reactions: The First 10 Years of Development. *Accounts of Chemical Research*, 50(6), 1281–1292. <https://doi.org/10.1021/acs.accounts.7b00076>
- Nakamuro, T., Sakakibara, M., Nada, H., Harano, K. & Nakamura, E. (2021). Capturing the Moment of Emergence of Crystal Nucleus from Disorder. *Journal of the American Chemical Society*, 143(4), 1763–1767. <https://doi.org/10.1021/jacs.0c12100>
- Nakiboğlu, C. & Nakiboğlu, N. (2019). Exploring prospective chemistry teachers' perceptions of precipitation, conception of precipitation reactions and visualization of the sub-microscopic level of precipitation reactions. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 20(4), 873–889.
- Olander, C. R. (1996). An n-Bottle Lab Exercise with No Hazardous Waste. *J. Chem. Educ.*, 73, 849.
- P. Silverstein, T. (1998). The Real Reason Why Oil and Water Don't Mix. *Journal of Chemical Education*, 75(1). <https://doi.org/10.1021/ed075p116>

- P. Silverstein, T. (2014). The Aqueous Proton Is Hydrated by More Than One Water Molecule: Is the Hydronium Ion a Useful Concept? *Journal of Chemical Education*, 91(4), 608–610. <https://doi.org/10.1021/ed400559t>
- Postma, J. M. & Roberts, J. L. (2004). *Chemistry in the Laboratory* (6 (Ed.)).
- R. Hinze, S., M. Williamson, V. Deslongchamps, G., Jane Shultz, M., C. Williamson, K. & N. Rapp, D. (2013). Textbook Treatments of Electrostatic Potential Maps in General and Organic Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 90(10), 1275–1281. <https://doi.org/10.1021/ed300395e>
- Reyes, E., Román, P. & García-Martínez, J. (2024). Language of Chemistry: Making IUPAC Nomenclature Available in Spanish. *ACS Omega*, 9(4), 4138–4143. <https://doi.org/10.1021/acsomega.3c08887>
- Ricketts, J. A. (1960). A Laboratory Exercise Emphasizing Deductive Reasoning. *J. Chem. Educ.*, 37, 311.
- Rust, K. (2023). VSEPR Flat Packs: An Economical Model Kit. <https://www.chemedx.org/activity/vsepr-flat-packs-economical-model-kit>.
- S. Pazinato, M., M. Bernardi, F., Carolina G. Miranda, A. & Elisa F. Braibante, M. (2020). Epistemological Profile of Chemical Bonding: Evaluation of Knowledge Construction in High School. *Journal of Chemical Education*, 98(2), 307–318. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00353>
- Scerri, E. (2019). Five ideas in chemical education that must die. *Found. Chem.*, 21(1), 61–69.
- Scerri, E. (2020). Recent attempts to change the periodic table. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 378(2180), 20190300.
- Scerri, E. (2021). *Provisional Report on Discussions on Group 3 of The Periodic Table*. 43(1), 31–34. <https://doi.org/doi:10.1515/ci-2021-0115>
- Schmidt-Rohr, K. (2020). Analysis of Two Definitions of the Mole That Are in Simultaneous Use, and Their Surprising Consequences. *Journal of Chemical Education*, 97(3), 597–602. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00467>
- Schwarz, W. H. E. & Rich, R. L. (2010). Theoretical Basis and Correct Explanation of the Periodic System: Review and Update. *J. Chem. Educ.*, 87(4), 435–443.
- Shaik, S., Danovich, D. & N. Zare, R. (2023). Valence Bond Theory Allows a Generalized Description of Hydrogen Bonding. *Journal of the American Chemical Society*, 145(36), 20132–20140. <https://doi.org/10.1021/jacs.3c08196>
- Smith, D. D. (1977). The Case of the Unlabeled Bottles. *J. Chem. Educ.*, 54, 701.
- Steig, S. (1988). Pattern Recognition in Descriptions of Cation/Anion Reactions for Solving an n-Bottle Puzzle. *J. Chem. Educ.*, 65, 3600.
- Taber, K. S., Tsapalis, G. & Nakiboğlu, C. (2012). Student Conceptions of Ionic Bonding: Patterns of thinking across three European contexts. *Int. J. Sci. Educ.*, 34(18), 2843–2873.
- Tsapalis, G. (2018). Challenges, Barriers, and Achievements in Chemistry Education: The Case of Greece. In C. Cox & W. E. Schatzberg (Eds.), *International Perspectives on Chemistry Education Research and Practice* (pp. 93–110). American Chemical Society (ACS Symposium Series). <https://doi.org/10.1021/bk-2018-1293.ch007>
- Tsapalis, G. (2021). *Problems and Problem Solving in Chemistry Education*. The Royal Society of Chemistry. <https://doi.org/10.1039/9781839163586>
- Tsapalis, G., Pantazi, G., Pappa, E. T. & Byers, B. (2021). Using electrostatic potential maps as visual representations to promote better understanding of chemical bonding. *Chemistry Teacher International*, 3(4), 391–411. <https://doi.org/doi:10.1515/cti-2021-0012>

- Tsaparlis, G., Pappa, E. T. & Byers, B. (2018). Teaching and learning chemical bonding: research-based evidence for misconceptions and conceptual difficulties experienced by students in upper secondary schools and the effect of an enriched text. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(4), 1253–1269. <https://doi.org/10.1039/C8RP00035B>
- Tsaparlis, G., Pappa, E. T. & Byers, B. (2020). Proposed pedagogies for teaching and learning chemical bonding in secondary education. *Chemistry Teacher Interntional*, 2(1). <https://doi.org/doi:10.1515/cti-2019-0002>
- V. Alexander, S., S. Sevcik, R., Hicks, O. & D. Schultz, L. (2008). Elements—A Card Game of Chemical Names and Symbols. *Journal of Chemical Education*, 85(4). <https://doi.org/10.1021/ed085p514>
- Venkataraman, B. (2017). Emphasizing the Significance of Electrostatic Interactions in Chemical Bonding. *Journal of Chemical Education*, 94(3), 296–303. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00409>
- Vladušić, R., Bucat, R. B. & Ožić, M. (2016). Understanding ionic bonding – a scan across the Croatian education system. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 17(4), 685–699.
- Vrabec, M. & Prokša, M. (2016). Identifying Misconceptions Related to Chemical Bonding Concepts in the Slovak School System Using the Bonding Representations Inventory as a Diagnostic Tool. *Journal of Chemical Education*, 93(8), 1364–1370. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00953>
- W. Rees, S. & Bruce, M. (2022). Inconsistent Language Use in Online Resources Explaining the Mole Has Implications for Students' Understanding. *Journal of Chemical Education*, 99(7), 2446–2450. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00199>
- Wang, S. G., Qiu, Y. X., Fang, H. & Schwarz, W. H. E. (2006). The Challenge of the So-Called Electron Configurations of the Transition Metals. *Chem. Eur. J.*, 12(15), 4101–4114.
- Wang, S. G. & Schwarz, W. H. E. (2009). Icon of Chemistry: The Periodic System of Chemical Elements in the New Century. *Angew. Chem. Int. Ed.*, 48(19), 3404–3415.
- Worley, B., M. Villa, E., M. Gunn, J., Mattson, B., Villa, E. M., Gunn, J. M., Mattson, B., M. Villa, E., M. Gunn, J., Mattson, B., Villa, E. M., Gunn, J. M. & Mattson, B. (2019). Visualizing Dissolution, Ion Mobility, and Precipitation through a Low-Cost, Rapid-Reaction Activity Introducing Microscale Precipitation Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 96(5), 951–954. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00563>
- Ye, J., Lu, S. & Bi, H. (2019). The effects of microcomputer-based laboratories on students macro, micro, and symbolic representations when learning about net ionic reactions. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 20(1), 288–301.
- Zuehlke, R. W. (1966). The Case of the Unlabeled Bottles. *J. Chem. Educ.*, 43, 601.
- Γκίτζια, Β., Σάλτα, Κ. & Τζουγκράκη, Χ. (2017). Διερεύνηση της ικανότητας μαθητών να μεταφράζουν χημικές αναπαραστάσεις για την έννοια της “χημικής αντίδρασης.” In Δ. Σταύρου, Α. Μιχαηλίδη & Α. Κοκολάκη (Eds.), *Γεφυρώνοντας το χάσμα μεταξύ φυσικών επιστημών, κοινωνίας και εκπαιδευτικής πράξης, πρακτικά 10ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση* (pp. 698–704). ΕΝΕΦΕΤ - Πανεπιστήμιο Κρήτης.
- Λιοδάκης, Σ., Γάκης, Δ., Θεοδωρόπουλος, Δ., Θεοδωρόπουλος, Π. & Κάλλης Αναστάσιος. (2019). *Χημεία για την Α΄ τάξη Γενικού Λυκείου*. Ινστιτούτο τεχνολογίας υπολογιστών και εκδόσεων “Διόφαντος.”
- Χατζηιωάννου, Θ. Π. (2003). *Χημική ισορροπία και ανόργανη ποιοτική ημιμικροανάλυση*.

Προτεινόμενη Βιβλιογραφία

Α. Ελληνικά και Μεταφρασμένα Βιβλία Γενικής Χημείας

- Πνευματικάκη, Γ., Μητσοπούλου, Χ. & Μεθενίτη, Κ. (2006). Βασικές Αρχές Ανόργανης Χημείας. UNIBOOKS.
- Atkins, P., Jones, L. & Laverman, L. (2018). Αρχές της Χημείας: Η Αναζήτηση της Γνώσης. 13^η έκδοση, Επιμέλεια: Κουτσούκος, Π., Utopia.
- Brown, T., LeMay, E., Bursten, B., Murphy, C., Woodward, P. & Stoltzfus, M. (2015). Γενική Χημεία: Η Κεντρική Επιστήμη. 13^η έκδοση, Επιμέλεια: Ακριβός, Π., Εκδόσεις Τζιόλα.
- Chang, R. & Overby, J. (2021). Γενική Χημεία. 13^η έκδοση, Μετάφραση Θωμαΐδης, Ν., Παπαευσταθίου, Ι., και Σεμιδαλάς, Χ., Επιμέλεια: Μητσοπούλου, Χ., Εκδόσεις Παπαζήση.
- Cotton, F. A., Wilkinson, G. & Gaus, P. L. (2015). Ανόργανη Χημεία. 3^η έκδοση, Μετάφραση: Λουλούδη, Μ., Γαρούφης, Α., Μαλανδρινός, Γ. & Πλακατούρας, Γ., Εκδόσεις Παρισιάνου.
- Ebbing, D. & Gammon, S. (2023). Σύγχρονη Γενική και Ανόργανη Χημεία. 11^η έκδοση, Μετάφραση: Κλούρας, Ν., Εκδόσεις Τραυλού.
- Timberlake, K. (2023). Χημεία – Εισαγωγή στη Γενική, Οργανική, και Βιολογική χημεία. 13^η έκδοση, Μετάφραση: Βροντελή, Α., Επιμέλεια: Τρογκάνης, Α., Εκδόσεις Κλειδάριθμου.

Β. Ξενόγλωσσα Βιβλία Γενικής Χημείας

- Atkins, P., Jones, L. & Laverman, L. (2017). Chemical Principles: The Quest for Insight. 7th ed., Macmillan Learning.
- Averill, B. (2011). General Chemistry Principles, Patterns, and Applications. Saylor Foundation.
- Brown, T., LeMay, E., Bursten, B., Murphy, C., Woodward, P. & Stoltzfus, M. (2019). Chemistry: The Central Science. 13th ed., Pearson.
- Burdge, L. (2023). Chemistry. 6th Global Edition, McGraw-Hill.
- Burdge, J. & Driessen, M. (2020). Introductory Chemistry: An Atoms First Approach. 2nd ed., McGraw-Hill.
- Burdge, J. & Overby, J. (2018). Chemistry Atoms First. 3rd ed., McGraw-Hill.
- Chang, R. & Overby, J. (2011). General Chemistry: The Essential Concepts. 6th ed., McGraw-Hill.
- Cooper, M. & Klymkowsky, M. (2020). CLUE: Chemistry, Life, the Universe, and Everything. Michigan State University Libraries.
- Corwin, C. (2018). Introductory Chemistry: Concepts and Critical Thinking. 8th ed., Pearson.
- Ebbing, D. D., & Gammon, S. D. (2017). General chemistry. 11th ed., Cengage Learning.
- Fahlman, B., Purvis-Roberts, K., Kirk, J., Bentley, A. Daubenmire, P., Ellis, J. & Mury, M. (2018). Chemistry in Context: Applying Chemistry to Society. 9th ed., McGraw-Hill.
- Flowers, P., Theopold, K., Langely, R., Neth, E. & Robinson, W. (2019). Chemistry: Atoms First. 2nd ed., Openstax.
- Gilbert, T., Kirss, R., Lowery-Bretz & Foster, N. (2020). Chemistry. 6th ed., W.W. Norton & Company.
- Gorzynski Smith, J. (2023). Principles of General, Organic, & Biological Chemistry. 3rd ed., McGraw-Hill.
- Hill, J. & McCreary, T. (2016). Chemistry for Changing Times. 14th ed., Pearson.
- Kotz, J., Treichel, P. & Weaver, G. (2005). Chemistry and Chemical Reactivity. 6th ed., Brooks Cole.
- McQuarrie, D., Rock, P. & Gallogly, E. (2011) General Chemistry. 4th ed., University Science Books.
- Overby, J. & Chang, R. (2022). Chemistry. 14th ed., McGraw-Hill.

19. Oxtoby, D. W., Gillis, H. P. & Campion, A. (2012). Principles of Modern Chemistry. 7th ed., Brooks Cole.
20. Petrucci, R., Herring, G., Madura, J. & Bissonnette (2017). General Chemistry: Principles and Modern Applications. 11th ed., Pearson.
21. Seager, S., Slabaugh, M. & Hansen, M. (2018). Chemistry for Today: General, Organic, and Biochemistry. 9th ed., Cengage Learning.
22. Silberberg, M. & Amateis, P. (2017). Chemistry: The Molecular Nature of Matter and Change. 9th ed., McGraw-Hill.
23. Spencer, J. N., Bodner, G. M. & Rickard, L. H. (2011). Chemistry: Structure and Dynamics. 5th ed. John Wiley & Sons, Inc.
24. Stacy, A. (2002). Living by Chemistry. 3rd ed. W. H. Freeman.
25. Stoker, H. S. (2014). Introduction to Chemical Principles. 11th ed. Pearson.
26. Talanquer, V. & Pollard, J. (2015). Chemical Thinking (Vol. 1). University of Arizona.
27. Talanquer, V. & Pollard, J. (2015). Chemical Thinking (Vol. 2). University of Arizona.
28. Timberlake, K. & Timberlake, W. (2020). Basic Chemistry. 6th ed., Pearson.
29. Tro, N. & Au-Yeung, H. Y. (2015). Introductory Chemistry Essentials. 5th ed., Pearson.
30. Tro, N. (2020). Chemistry: A Molecular Approach. 5th ed., Pearson.
31. Tro, N. (2023). Introductory Chemistry. 7th ed., Pearson.
32. Whitten, K. W., Davis, R. E., Peck, M. L. & Stanley, G. G. (2013). Chemistry. Int. ed., Brooks Cole.
33. Zumdahl, S. S., Zumdahl, S. A. & DeCoste, D. J. (2024). Chemistry. 11th ed., Cengage.

Γ. Χημικά Στοιχεία και Περιοδικός Πίνακας

- Κατάκη, Δ., Μεθενίτη, Κ., Μητσοπούλου, Χ. & Πνευματικάκη, Γ. (2002). Ανόργανη Χημεία: Τα Στοιχεία. Εκδόσεις Παπαζήση.
- Βάρβογλη, Β. Γ. (2012). Πορτρέτα των Χημικών Στοιχείων. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
- Κλούρα, Ν. Δ. (2007). Η Ταυτότητα των Χημικών Στοιχείων. Εκδόσεις Τραυλού.
- Greenwood, N. N., Earnshaw, A. (1997). Chemistry of the Elements. Elsevier Science & Technology.
- Housecroft, C. E., & Sharpe, A. G. (2018). Inorganic Chemistry. 5th ed., Pearson.
- Housecroft, C. E., & Sharpe, A. G. (2018). Ανόργανη Χημεία. 2^η Έκδοση. Μετάφραση: Χατζηλιάδης, Ν., Καμπανός, Θ., Κεραμιδάς, Α. & Περλεπές, Σ., UNIBOOKS.
- Scerri, E. R. (2019) The Periodic Table: A Very Short Introduction. 2nd ed., Oxford University Press.
- Scerri, E. (2020). The Periodic Table: Its Story and Its Significance. 2nd ed., Oxford University Press.

Δ. Πειράματα

1. Αποστολόπουλου, Κ. (2018). Η χημεία με πειράματα: Πρόταση εισαγωγής της διδασκαλίας της Χημείας στην Α΄ Γυμνασίου. <https://papede.files.wordpress.com/2018/04/chemistry.pdf>
2. Μακεδόνα, Χ. (2020). Πειράματα Χημείας. 3^η έκδοση. <https://users.sch.gr/cmakedonas/index.php/chemexperiments>
3. Farley, R. F. (2001). School Chemistry Experiments. ASE.
4. Shakhshiri, B. Z. Chemical demonstrations: A handbook for teachers of chemistry (5 τόμοι). Madison: The University of Wisconsin Press.

5. Worley, B., Paterson, D. & Longshaw S. (2021). Understanding Chemistry through Microscale Practical Work. ASE.

Ε. Χημεία και Εκπαίδευση

1. Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2017). Research Methods in Education. 8th ed., Routledge.
2. Μετάφραση παλαιότερης έκδοσης του ανωτέρω κυκλοφορεί στα ελληνικά υπό τον τίτλο: Μεθοδολογία εκπαιδευτικής έρευνας από τους/τις Κυρανάκη, Σ., Κουλαουζίδη, Γ. Α., Μπιθαρά, Π., Μαυράκη, Μ., Φιλοπούλου, Μ. & Βασιλού-Παπαγεωργίου, Β. (2008). Μετάχμιο.
3. García-Martínez, J. & Serrano-Terragosa, E. (2015) Chemistry Education: Best Practices, Opportunities and Trends. Wiley-VCH.

Στ. Επιθεωρήσεις και Περιοδικά και σχετικές/ά με την Χημική Εκπαίδευση

Journal of Chemical Education, ACS Publications, <https://pubs.acs.org/journal/jceda8>.

Chemistry Education Research and Practice, RSC Publishing, <https://pubs.rsc.org/en/journals/journalissues/rp#!recentarticles&adv>.

Chemistry Teacher International: Best Practices in Chemistry Education, De Gruyter, <https://www.degruyter.com/journal/key/cti/html>.

Foundations of Chemistry: Philosophical, Historical, Educational and Interdisciplinary Studies of Chemistry, Springer, <https://link.springer.com/journal/10698>.

Science Education, Wiley, <https://onlinelibrary.wiley.com/journal/1098237x>.

Journal of Research in Science Teaching, Wiley, <https://onlinelibrary.wiley.com/journal/10982736>.

International Journal of Science Education, Taylor & Francis, <https://www.tandfonline.com/journals/tsed20>.

Science in School: The European journal for science teachers, <https://www.scienceinschool.org/>.

The Science Teacher, NSTA, <https://www.nsta.org/science-teacher>.

ChemMatters, ACS, <https://www.acs.org/education/resources/highschool/chemmatters.html>.

Χημικά Χρονικά, Ε.Ε.Χ., <https://www.eex.gr/library/ximika-xronika/arxeio-teuxon-apo-to-2016>.

Ελπίζουμε να αξιοποιήσετε το υλικό του βιβλίου της Χημείας Α΄ Λυκείου και με τη βοήθειά του να εμπνεύσετε τους μαθητές και τις μαθήτρές σας να ασχοληθούν με την επιστήμη και τον κόσμο γύρω τους, ανεξαρτήτως του επαγγελματικού τους προσανατολισμού.

Καταβάλαμε κάθε δυνατή προσπάθεια τα πειράματα και οι δραστηριότητες που περιγράφονται στο βιβλίο του/της μαθητή/ριας να είναι πλήρη/εις και ορθά/ές. Τα τυχόν λάθη που θα υποπέσουν στην αντίληψη της συγγραφικής ομάδας θα γίνει προσπάθεια να διορθωθούν άμεσα. Τα πειράματα που περιγράφονται θα πρέπει να αναπαράγονται πάντα υπό τη διαρκή επίβλεψη και καθοδήγηση του/της υπεύθυνου/ης καθηγητή/ριας. Για τη διενέργεια των εργαστηριακών ασκήσεων είναι απαραίτητο οι ασκούμενοι/ες να έχουν γνώση των απαραίτητων μέτρων ασφαλείας και να τα τηρούν απαρεγκλίτως. Το παρόν πόνημα περιλαμβανομένων των ψηφιακών μαθησιακών αντικειμένων διατίθεται ως έχει και ο εκδότης και οι συγγραφείς δεν φέρουν καμία ευθύνη για τυχόν προβλήματα που θα ανακύψουν από τη χρήση του.

Αθήνα, Μάιος 2024

Η συγγραφική ομάδα