ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

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

(2023)

13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: Πρακτικά Εκτεταμένων Συνόψεων των Εργασιών

Εκπαιδευτική αξιοποίηση καινοτόμων πράσινων υλικών στη Δευτεροβάθμια εκπαίδευση: Η περίπτωση των ιοντικών υγρών

Γεώργιος Μιτελούδης, Ευστράτιος Καπότης, Θεόδωρος Καρακασίδης

doi: 10.12681/codiste.5405

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** ΕΚΤ | **Πρόσβαση:** 15/03/2026 01:05:13

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙΝΟΤΟΜΩΝ ΠΡΑΣΙΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΣΤΗ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΙΟΝΤΙΚΩΝ ΥΓΡΩΝ

Γεώργιος Μιτελούδης[1], Ευστράτιος Καπότης[2], Θεόδωρος Καρακασίδης[3]

[1]Εκπαιδευτικός Β/θμιας Εκπ/σης, [2]Διδάσκων Τμ. Φυσικής Παν. Θεσσαλίας,
[3]Καθηγητής Τμ. Φυσικής Παν. Θεσσαλίας

georgiosmiteloudes@gmail.com

Περιληψη

Η ένταξη σύγχρονων επιστημονικών θεωριών και τεχνολογικών εφαρμογών στην εκπαιδευτική διαδικασία είναι ένα διαχρονικό αίτημα και ζητούμενο από ερευνητές και εκπαιδευτικούς. Στην πράξη, όμως, υπάρχουν αρκετές δυσκολίες σχετικά με αυτό. Η παρούσα εργασία προσπαθεί να φέρει στο εκπαιδευτικό προσκήνιο μια νέα κατηγορία διαλυτών με «πράσινο» χαρακτήρα, εκπληκτικές ιδιότητες και φιλικές για το περιβάλλον εφαρμογές, τα ιοντικά υγρά. Επιπρόσθετα, αναφέρονται προτάσεις για την ενσωμάτωσή τους στην εκπαίδευση, σε σχολικό ή πανεπιστημιακό επίπεδο.

Λέξεις κλειδιά: Εκπαιδευτικές προτάσεις, σύγχρονες τεχνολογικές εφαρμογές, ιοντικά υγρά

EDUCATIONAL UTILIZATION OF INNOVATIVE GREEN MATERIALS IN SECONDARY EDUCATION: THE CASE OF IONIC LIQUIDS

George Miteloudis[1], Efstratios Kapotis[2], Theodoros Karakasidis[3]

[1] Secondary Education Teacher, [2]Teaching staff, Department of Physics UTH,
[3]Professor, Department of Physics UTH

georgiosmiteloudes@gmail.com

Abstract

Including modern scientific theories and technological applications in the educational process is a perennial request from researchers and educators. But in practice, there are several difficulties regarding this. The present paper tries to bring to the educational foreground a new category of solvents with a "green" character, amazing properties and environmentally friendly applications, the ionic liquids. In addition, proposals are made for integrating ionic liquids in education, at school or university level.

Keywords: Educational proposals, modern technological applications, ionic liquids

Επιστημονικό - Τεχνολογικό και Περιβαλλοντικό ενδιαφέρον των Ιοντικών Υγρών

Τα ιοντικά υγρά (ΙΥ) είναι ενώσεις οργανικών αλάτων, με τις περισσότερες από αυτές να είναι σε υγρή κατάσταση για θερμοκρασίες μικρότερες των 100˚C. Τα ΙΥ διαθέτουν πολλές και σημαντικές ιδιότητες, που οδήγησαν την ερευνητική κοινότητα να τα μελετήσουν σε βάθος και να τα χρησιμοποιήσουν σε πλήθος καινοτόμων τεχνολογιών και εφαρμογών. Η υψηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα τους, τα μεγάλα ηλεκτροχημικά παράθυρα, η μη πτητικότητα και, κατά συνέπεια, η μη ευφλεκτότητά τους συμβάλλουν στη χρήση τους ως ηλεκτρολύτες για την ανάπτυξη αποδοτικότερων και ασφαλέστερων μπαταριών, φωτοβολταϊκών και υπερπυκνωτών. Η υγρή φάση τους σε ένα μεγάλο εύρος θερμοκρασιών και η αμελητέα τάση ατμών συμβάλλουν στη χρήση τους ως διαλύτες για την παραγωγή βιοκαυσίμων και τη διάλυση κυτταρίνης, λιγνίνης και λιγνοκυτταρίνης. Στη βιβλιογραφία τα ΙΥ αναφέρονται ως «διαλύτες σχεδιασμού», επειδή μπορούμε να τα σχεδιάζουμε και να χρησιμοποιούμε τις ιδιότητές τους ανάλογα με τις εφαρμογές που θέλουμε (Badgujar & Bhanagc, 2015). Η ελάχιστη τάση ατμών, η σταθερότητα για μακροχρόνια αποθήκευση και η χαμηλή διαλυτότητά τους στους υδρογονάνθρακες είναι ιδιότητες που επιτρέπουν τον εύκολο χειρισμό τους ως καταλύτες στα διυλιστήρια (τεχνολογία ISOALKY) για την παραγωγή αλκυλικής βενζίνης, με πολύ λιγότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον. Επίσης, μαγνητικά νανοσύνθετα με δομή πυρήνα-κελύφους δημιουργήθηκαν με τη συμμετοχή ιοντικών υγρών (Xie & Wang, 2021) για την παραγωγή βιοντίζελ ως καταλύτες, αντικαθιστώντας το υδροχλωρικό (HCl) και το θειϊκό οξύ (H_2SO_4) με όλα τα μειονεκτήματα που τα συνοδεύουν (χρονοβόρος διαχωρισμός, διάβρωση εξοπλισμού και περιβαλλοντική ρύπανση). Συνοψίζοντας, η μικρή πτητική τάση των ιοντικών υγρών, η χαμηλή ευφλεκτότητά τους, καθώς και η δυνατότητα τους να επαναχρησιμοποιούνται ή να ανακυκλώνονται, τους έχουν δώσει την ετικέτα των «πράσινων υλικών».

Τα Ιοντικά Υγρά στην Εκπαίδευση

Η UNESCO, στην έκθεσή της «Εκπαίδευση για ένα βιώσιμο μέλλον» (UNESCO, 1997), θεωρεί ότι η Εκπαίδευση είναι το κλειδί για να επιτευχθεί μια βιώσιμη κοινωνία. Η παραδοσιακή εκπαίδευση, ειδικότερα στο μάθημα της Χημείας, μεταδίδει στους μαθητές έννοιες, αρχές και θεωρίες (όπως μηχανικές ιδιότητες, σχέση μεταξύ δομής και ιδιοτήτων ή χημικής δομής και θεωρίας χημικών δεσμών), χωρίς να τους εισάγει στις διαδικασίες της έρευνας (Mudzakir et al., 2017). Από την άλλη πλευρά, η μελέτη και η εισαγωγή των ιοντικών υγρών στην εκπαίδευση μπορεί να ωθήσει τους μαθητές να κατανοήσουν τη σύνδεση της επιστήμης με τη καθημερινή ζωή (Pernaa et al., 2022). Η θεωρητική τους μελέτη και οι επιστημονικές – τεχνολογικές διαστάσεις τους είναι σύγχρονες και σχετικές με τις βιώσιμες, κοινωνικές και τεχνολογικές εξελίξεις, προσφέροντας μοναδικές δυνατότητες στη διδασκαλία των μαθημάτων της Χημείας, της Φυσικής και της Τεχνολογίας. Στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση, τα ΙΥ θα μπορούσαν να εισαχθούν σε μαθήματα Χημείας Πανεπιστημιακών ή Πολυτεχνειακών Τμημάτων, ιδιαίτερα με τη μορφή εργαστηριακών πειραμάτων και δραστηριοτήτων.

Εκπαιδευτικές προτάσεις και δραστηριότητες για τη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση

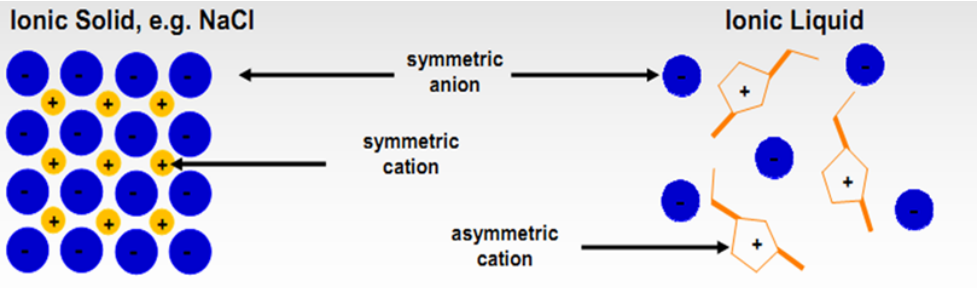
Οι Hernani et al., (2016) αναφέρουν ότι ένα σύγχρονο πρόγραμμα σπουδών θα πρέπει να συνδυάζει το καθιερωμένο περιεχόμενο και τις μεθόδους με κάτι καινοτόμο μέσα από την καθημερινότητα. Αν και μπορεί να μην το αντιλαμβανόμαστε, τα ιοντικά υγρά βρίσκονται ήδη στην καθημερινότητά μας και μέσα στο σπίτι μας, με τη μορφή μαλακτικών ρούχων, οικιακών βαφών κ.ά.. Παρά ταύτα, απουσιάζουν από τα μαθήματα της Φυσικής και Χημείας στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση στη χώρα μας, αλλά και διεθνώς.

Λύκειο

Οι Hernani et al., (2017), σε άλλη τους έρευνα, θεωρούν ότι το θεωρητικό και τεχνολογικό πλαίσιο των ΙΥ μπορεί να εμπλουτίσει τα σχολικά εγχειρίδια της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με τη μελέτη της δύναμης της τριβής, το ιξώδες, καθώς και για τα χαρακτηριστικά που θα πρέπει να έχει ένα λιπαντικό μέσο. Επίσης, θα μπορούσε, στα κεφάλαια που πραγματεύονται τον μαγνητισμό, να εισαχθεί μια καινοτόμος ερευνητική περιοχή για τον μαγνητισμό των υγρών, δεδομένου ότι υπάρχουν ιοντικά υγρά, όπως το τετραχλωροσιδηρικό 1-βουτυλ-3-μεθυλιμιδαζόλιο ([bmim] [$FeCl_4$]), που έχουν μοναδικές παραμαγνητικές ιδιότητες και μεγάλη μαγνητική επιδεκτικότητα. Φυσικά, σε μια τέτοια προσέγγιση, δεν πρέπει να

παραλείψουμε τη σύγχυση που υπάρχει μεταξύ των τηγμένων αλάτων (όπως το NaCl) και των ΙΥ. Οι ιοντικοί κρύσταλλοι του NaCl οφείλονται στις ισχυρές ελκτικές δυνάμεις Coulomb μεταξύ των ιόντων του. Στα ΙΥ, παρόλο που υπάρχουν αντίστοιχες δυνάμεις, υπάρχουν επιπλέον μοριακές ασυμμετρίες ενός τουλάχιστον ιόντος, που δεν επιτρέπουν στις ηλεκτροστατικές έλξεις να προκαλέσουν κρυστάλλωση (Σχήμα 1).

Σχήμα 1. Διαφορές τηγμένων αλάτων και ιοντικών υγρών (Abid & Musa, 2019)



Επίσης, στα ιοντικά υγρά το κατιόν δεν προέρχεται μόνο από το άτομο μετάλλου αλλά και από θετικά φορτισμένα οργανικά μόρια. Αυτό είναι κάτι που μπορεί να διευρύνει τη σκέψη των μαθητών περαιτέρω.

Για το επίπεδο του Λυκείου, προτείνεται το πλαίσιο των ιοντικών υγρών να εισαχθεί στο Πρόγραμμα Σπουδών της Χημείας της Β΄ και Γ΄ τάξης, καθώς η Οργανική Χημεία περιλαμβάνεται ήδη, αλλά και επειδή οι εφαρμογές της έχουν εξέχουσα σημασία στην επιστήμη και την καθημερινή μας ζωή. Επίσης, τα ΙΥ θα μπορούσαν να ενταχθούν στο μάθημα της Φυσικής, διότι οι περισσότερες εφαρμογές τους έχουν σχέση με φαινόμενα και νόμους της Φυσικής.

Γυμνάσιο

Το Πρόγραμμα Σπουδών της Χημείας της Γ΄ γυμνασίου περιλαμβάνει ενότητες για τα οξέα, τις βάσεις, τα άλατα, το πετρέλαιο, τους υδρογονάνθρακες, τα πολυμερή, τις αλκοόλες κ.ά.. Τα ΙΥ θα μπορούσαν να ενταχθούν σε ενότητα με τίτλο «τα πράσινα υλικά και οι εφαρμογές τους». Επίσης, θα μπορούσαν να ενταχθούν και στο μάθημα της Τεχνολογίας της Γ΄ γυμνασίου, μιας και αυτό συνδέει την Τεχνολογία με επίκαιρα Φυσικο-Χημικά θέματα και φαινόμενα. Μια επιπρόσθετη πρόταση θα ήταν η δημιουργία ενός νέου καινοτόμου μαθήματος (θα μπορούσε να τιτλοφορείται «Πράσινες Εφαρμογές») που θα περιλαμβάνει τα ιοντικά υγρά και θα συνδυάζει την Επιστήμη με την Τεχνολογία, στο πλαίσιο της Βιώσιμης Ανάπτυξης, μέσα από σύγχρονες επιστημονικές και εκπαιδευτικές δραστηριότητες. Τέλος, προτείνονται δράσεις, εκτός του ωρολογίου προγράμματος, στο πλαίσιο της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, όπου τα ιοντικά υγρά μπορούν να αξιοποιηθούν διδακτικά λόγω του «πράσινου» χαρακτήρα τους.

Μια πρώτη έρευνα σε μαθητές

Μια πρώτη έρευνα αποτύπωσης, που διενεργήθηκε το 2023 σε 20 μαθητές της Β΄ Λυκείου, φανέρωσε το έντονο ενδιαφέρον τους για τη μελέτη των τεχνολογιών και της επιστήμης γύρω από τη βιώσιμη ανάπτυξη στο σχολικό πλαίσιο. Ταυτόχρονα, καταδείχθηκε η ελλιπής και αποσπασματική γνώση τους για σχετικά θέματα (λειτουργία μπαταριών και ανακύκλωση τους, πράσινοι διαλύτες κτλ.). Ειδικότερα, για τα ΙΥ επιβεβαιώθηκε η σχεδόν απουσία γνώσης τους για αυτά (σε ποσοστό 85%) και η μέχρι τώρα αναφερόμενη στη διεθνή βιβλιογραφία σύγχυσή τους με τα τηγμένα άλατα (σε ποσοστό 95%). Κρίνουμε ότι τα ποσοστά αυτά θα πρέπει να είναι ακόμη υψηλότερα στον ευρύτερο μαθητικό πληθυσμό, μιας και το δείγμα μας αποτέλεσαν μαθητές με ιδιαίτερα ανεπτυγμένο ενδιαφέρον για τη Χημεία (συμμετοχή σε ομίλους, διακρίσεις σε μαθητικούς διαγωνισμούς κτλ.). Προφανώς, η έρευνα αυτή πρέπει να επεκταθεί σε μεγαλύτερο δείγμα μαθητών και ταυτόχρονα οι παραπάνω προτάσεις να εφαρμοστούν στην τάξη με κατάλληλα διαμορφωμένα σενάρια και φύλλα εργασίας.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Abid, M. N., & Musa, T. M. (2019). Retrieved June 6, 2023.

Badgujar, K. C., & Bhanage, B. M. (2015). Factors governing dissolution process of lignocellulosic biomass in ionic liquid: Current status, overview and challenges. *Bioresource technology*, *178*, 2-18.

Hernani, H., Mudzakir, A., & Sumarna, O. (2016). Ionic Liquids Material as Modern Context of Chemistry in School. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, *5*(1), 63-68.

Hernani, H., Mudzakir, A., & Sumarna, O.. (2017, February). Ionic Liquids as a Basis Context for Developing High school Chemistry Teaching Materials. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 812, No. 1). IOP Publishing.

Mudzakir, A., Hernani, H., Widhiyanti, T., & Sudrajat, D. P. (2017, August). Contribution from philosophy of chemistry to chemistry education: In a case of ionic liquids as technochemistry. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1868, No. 1). AIP Publishing.

Pernaa, J., Kämppi, V., & Aksela, M. (2022). Supporting the Relevance of Chemistry Education through Sustainable Ionic Liquids Context: A Research-Based Design Approach. *Sustainability*, *14*(10), 6220.

Unesco. (1997). *Educating for a sustainable future: a transdisciplinary vision for concerted action; international conference; Thessaloniki, 8-12 December 1997*. Unesco.

Xie, W., & Wang, H. (2021). Grafting copolymerization of dual acidic ionic liquid on core-shell structured magnetic silica: A magnetically recyclable Brönsted acid catalyst for biodiesel production by one-pot transformation of low-quality oils. *Fuel*, *283*, 118893. https://doi.org/10.1016/j.fuel.2020.118893