

## Το pH ως δείκτης ρύπανσης του περιβάλλοντος. Εργαστηριακές ασκήσεις για τις επιπτώσεις της όξινης βροχής. (πόστερ)

Παραδεισανός Αδάμ, Γεωλόγος – Περιβαλλοντολόγος, Καθηγητής Μ.Ε., Μεταπτυχιακός φοιτητής στο ΔιΧηNET

**Λέξεις κλειδιά:** pH (πε-χα), ρύπανση, μόλυνση, υποβάθμιση, περιβάλλον, όξινη απόθεση, όξινη βροχή, διοξείδιο θείου, οξείδια αζώτου, διάβρωση μαρμάρων, αλλοίωση μετάλλων, οξίνιση λιμνών, ρυθμιστική ικανότητα.

**Θεματική ενότητα:** Έρευνα

**Περίληψη:** Ρύπανση του περιβάλλοντος είναι η ανεξέλεγκτη εισαγωγή ανεπιθύμητων στοιχείων (ενέργεια – ουσίες) σ' ένα οικοσύστημα. Η ένταση που προκαλείται μπορεί να φτάσει στην ανατροπή της οικολογικής ισορροπίας, στην υποβάθμιση της ποιότητας ζωής και στην αλλοίωση της ιστορικής και πολιτιστικής κληρονομιάς (αισθητικές αξίες). Όξινη, είναι η βροχή που έχει pH χαμηλότερο από το φυσιολογικό (καθαρή βροχή 5.6). Η οξύτητα του νερού της βροχής οφείλεται στην παρουσία κυρίως ισχυρών οξέων, θεικού και νιτρικού και είναι μέρος ενός γενικότερου φαινομένου, αυτού της όξινης απόθεσης. Το διοξείδιο του θείου και τα οξείδια του αζώτου είναι οι κυριότεροι ρυπαντές της ατμόσφαιρας και σ' αυτά οφείλεται η δημιουργία της όξινης βροχής. Αυτή διαβρώνει και καταστρέφει τα μάρμαρα των μνημείων, αλλοιώνει τις μεταλλικές επιφάνειες (οροφές, αγάλματα) και τελικά υποβαθμίζει το υδάτινο περιβάλλον.

**Σκοπός της εργασίας:** Η ανάπτυξη δεξιοτήτων στην εκτέλεση εργαστηριακών ασκήσεων - πειραμάτων σε προγράμματα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης σχετικά με την ατμοσφαιρική ρύπανση και την όξινη βροχή, καθώς και η ευαισθητοποίηση των μαθητών για την αποφυγή δραστηριοτήτων στην καθημερινή ζωή που συμβάλλουν στη ρύπανση και στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος.

**Θεωρητικά:** Ένα υδατικό διάλυμα είναι όξινο όταν περιέχει κάποιο οξύ. Π.χ. η λεμονάδα είναι όξινη γιατί περιέχει κιτρικό οξύ, το κρασί τρυγικό οξύ, το ξύδι οξικό οξύ κ.α. Από αυτά άλλα είναι περισσότερο και άλλα λιγότερο όξινα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα οξέα όταν διαλύονται στο νερό ελευθερώνουν κατιόντα υδρογόνου  $H^+$ . Όσο η περιεκτικότητα των κατιόντων υδρογόνου αυξάνεται, τόσο πιο όξινο είναι το διάλυμα.

Η ένταση της οξύτητας των διαλυμάτων μετριέται στην κλίμακα pH. Το pH παίρνει τιμές από 0 ως και 14. Στα ουδέτερα διαλύματα (καθαρό νερό) το  $pH=7$ . Στα όξινα διαλύματα έχουμε  $pH<7$  και μάλιστα όσο μικρότερη είναι η τιμή αυτή τόσο πιο όξινο είναι το διάλυμα. Εάν το διάλυμα έχει  $pH>7$ , τότε αυτό χαρακτηρίζεται βασικό και όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του, τόσο πιο βασικό είναι το διάλυμα.

Η τιμή του μπορεί να προσδιοριστεί κατά προσέγγιση με τη βοήθεια δεικτών. Όμως, η ακριβής μέτρησή του γίνεται με ένα όργανο που λέγεται πεχάμετρο και που είναι ίσως το δημοφιλέστερο και σίγουρα πιο απαραίτητο όργανο για κάθε σχολικό χημικό εργαστήριο.

Ρύπανση του περιβάλλοντος είναι η παρουσία σ' αυτό ουσιών ή μορφών ενέργειας σε ποσότητα ή συγκέντρωση τέτοια, που μπορούν να προκαλέσουν αρνητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, στα έμβια όντα ή και υλικές ζημιές καθιστώντας έτσι το περιβάλλον ακατάλληλο για επιθυμητές χρήσεις. Η μόλυνση χαρακτηρίζεται από την παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών, ενώ υποβάθμιση του περιβάλλοντος είναι οποιαδήποτε αρνητική μεταβολή με επιπτώσεις στην οικολογική ισορροπία, στην ποιότητα ζωής, στην πολιτιστική κληρονομιά και στις αισθητικές αξίες.

Με τον όρο **όξινη βροχή** εννοούμε τη βροχή που έχει pH χαμηλότερο του φυσιολογικού, δηλ. τιμή μικρότερη του 5,6. Αυτή αντιστοιχεί στο pH του αποσταγμένου νερού που βρίσκεται σε ισορροπία

με το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας. Η οξύτητα του νερού της βροχής οφείλεται στην παρουσία οξέων, κυρίως  $H_2SO_4$  και  $HNO_3$ . Η όξινη βροχή αποτελεί μέρος ενός γενικότερου φαινομένου, της όξινης απόθεσης που οφείλεται κυρίως στα οξείδια θείου και αζώτου, που οξειδώνονται προς θειικό και νιτρικό οξύ αντίστοιχα. Τα οξείδια αυτά παράγονται κυρίως από ανθρώπινες δραστηριότητες και συγκεντρώνονται σε ορισμένες περιοχές, ιδιαίτερα στην ατμόσφαιρα των μεγαλουπόλεων.

Η διαδικασία υλοποίησης των εργαστηριακών ασκήσεων είναι απλή και έχει στόχο την παρατήρηση της αλλοίωσης που υφίσταται η επιφάνεια μαρμάρινων και μεταλλικών αντικειμένων με την επίδραση, ακόμη και με την παρουσία οξέων.

Τα αντιδραστήρια που χρησιμοποιούνται είναι τεμάχια μαρμάρου, σόδα φαγητού, λεπτό φύλλο χαλκού και υδατικά διαλύματα οξέων, όπως οξικό οξύ (ξύδι) και κεζάπ. Μετά την υλοποίηση των πειραμάτων συζητούμε τη δυνατότητα χρήσης οξικού οξέος για τον καθαρισμό μαρμάρινων επιφανειών, αλλά και για να απομακρύνουμε το πουρί (ανθρακικό ασβέστιο) από τα είδη υγιεινής, χωρίς να επιβαρύνεται το περιβάλλον με τη χρήση ισχυρών οξέων. Επίσης, συζητούμε τις αλλοιώσεις που υφίστανται τα μάρμαρα των μνημείων και οι μεταλλικές επιφάνειες (αγάλματα, τρούλοι εκκλησιών) από την όξινη βροχή.

Για την πλήρη κατανόηση του θέματος, ως μεταεργαστηριακές ερωτήσεις μπορούν να συζητηθούν θέματα όπως:

- γιατί τα μάρμαρα του σπιτιού μας λεκιάζουν όταν σ' αυτά πέσουν σταγόνες από λεμόνι, πορτοκάλι, ξύδι φαγητού κ.α.
- γιατί τα καθαριστικά του εμπορίου (κεζάπ κ.α.) χρησιμοποιούνται τόσο πολύ στην καθημερινή ζωή μας. Μήπως επιβαρύνουν τους υδάτινους αποδέκτες όπου καταλήγουν; Αντί αυτών, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ζεστό ξύδι που είναι φιλικό με το περιβάλλον;
- γιατί σε λίμνες που έχουν υποστεί έντονη όξινη απόθεση προστίθεται ανθρακικό ασβέστιο (ασβεστόλιθος) και δεν χρησιμοποιείται σόδα;

**Εργασία – αποτελέσματα:** Η παρούσα ερευνητική εργασία υλοποιήθηκε στο Διαπανεπιστημιακό – Διατμηματικό Μεταπτυχιακό Τμήμα ΔιΧηNET, στο Τμήμα Χημείας του Α.Π.Θ., το έτος 2003 - 04, στο πλαίσιο του μαθήματος «Χημεία και καθημερινή ζωή».

Οι ασκήσεις - πειράματα έγιναν στο εργαστήριο της Οργανικής Χημείας. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την παρουσίαση των εργαστηριακών ασκήσεων επίδειξης και τις προεργαστηριακές ερωτήσεις, αλλά και από την όλη πειραματική διαδικασία και τις μεταεργαστηριακές ερωτήσεις ήταν πολύ σημαντικά. Όλοι οι μεταπτυχιακοί φοιτητές που έλαβαν μέρος σ' αυτά είχαν την ευκαιρία να γνωρίσουν και να κατανοήσουν έννοιες που σχετίζονται με την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, την ατμοσφαιρική ρύπανση, την όξινη βροχή και τις επιπτώσεις της στο περιβάλλον. Από όσα δήλωσαν στη διάρκεια της συζήτησης που ακολούθησε, ήταν η πρώτη φορά που είχαν την ευκαιρία να ασχοληθούν με τέτοια θέματα και υποσχέθηκαν ότι στο μέλλον θα τα εφαρμόσουν στο σχολικό εργαστήριο, στο πλαίσιο προγραμμάτων Π.Ε.

**Συμπεράσματα:** Οι εργαστηριακές ασκήσεις – πειράματα για τις επιπτώσεις της όξινης βροχής στο περιβάλλον, πρέπει να αποτελούν τμήμα των προγραμμάτων Π.Ε. που έχουν ως θέμα την ατμοσφαιρική ρύπανση, για την καλύτερη κατανόηση του φαινομένου και την αποτελεσματικότερη ευαισθητοποίηση των μαθητών. Όμως, πέρα από τη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, παρόμοια θέματα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης πρέπει να εξετάζονται και στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση, αλλά και στα προγράμματα ορισμένων από τα Μεταπτυχιακά Τμήματα, όπως αυτό του ΔιΧηNET.

## Βιβλιογραφία

Κουϊμτζή Θ., Φυτιάνου Κ., Σαμαρά Κ., *Χημεία Περιβάλλοντος*, Θεσσαλονίκη 1998

Βαβλιάκης Ε., Χαριστός Δ., Μπαλαφούτης Χ., *Συμβολή στη μελέτη των παραγόντων καταστροφής των μαρμάρινων μνημείων στην Ελλάδα*, 1992

ΥΠΕΠΘ Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, *Χημεία Α' Τάξης Ενιαίου Λυκείου*, ΟΕΔΒ, Αθήνα

ΥΠΕΠΘ Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, *Τετράδιο Εργαστηριακών Ασκήσεων Χημείας Γ' Γυμνασίου*, ΟΕΔΒ, Αθήνα

ΥΠΕΠΘ Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, *Τετράδιο Εργαστηριακών Ασκήσεων Χημείας Α' Λυκείου*, ΟΕΔΒ, Αθήνα

Κ. Γιούρη – Τσοχατζή, *Διδακτική Πειραμάτων Χημείας*, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη 2000

Κ. Γιούρη – Τσοχατζή, *Σχολικά Πειράματα Χημείας*, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη 2003

Journal of Chemical Education

1. Volume 62, Number 4, April 1985
2. Volume 70, Number 2, February 1993
3. Volume 76, Number 6, June 1999

Acid rain experiments, διαθέσιμο στο:

<http://www.epa.gov/airmarkets/aicidrain/experiments>

Acid Rain and Our Cultural Heritage, διαθέσιμο στο:

<http://www.madison.k12.wi.us/sturgeon/labs.html>

Laboratory acid rain, page 20, Chapter 7~ ACID RAIN

pH determination, διαθέσιμο στο:

<http://www.esf.edu/pubprog/brochure/soilph/soilph.html>