

## **Προσομοίωση της ενίσχυσης του φαινομένου του Θερμοκηπίου στο εργαστήριο Φυσικών Επιστημών με τη βοήθεια του συγχρονικού συστήματος λήψης και απεικόνισης MultiLog**

**Γιώργος Λίτσιος<sup>1</sup>, Σεραφεΐμ Μπίτσιος<sup>2</sup>, Μιχάλης Παπανούσκας<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Τμήμα Φυσικής [glitsio@otenet.gr](mailto:glitsio@otenet.gr)

<sup>2</sup> Εργαστηριακό Κέντρο Φυσικών Επιστημών Καρδίτσας, [serbitsios@sch.gr](mailto:serbitsios@sch.gr)

<sup>3</sup> 1<sup>ο</sup> Γενικό Λύκειο Καρδίτσας, [papanouskas@sch.gr](mailto:papanouskas@sch.gr)

**Περίληψη.** Στην εργασία αυτή αναπαρίσταται με απλά εργαστηριακά όργανα και τους αισθητήρες θερμοκρασίας του συστήματος MultiLog η ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου, που οφείλεται στο διοξείδιο του άνθρακα ως αέριο ρύπο ανθρωπογενούς προέλευσης. Η προσομοίωση εμφανίζει σε πραγματικό χρόνο το φαινόμενο της αύξησης της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας στην οθόνη του υπολογιστή. Αποτελεί έτσι ένα ισχυρό εργαλείο που συμβάλλει τα μέγιστα στην ανάπτυξη του διαλόγου για τις επιπτώσεις των δραστηριοτήτων του ανθρώπου στη διατάραξη των χαρακτηριστικών του πλανήτη, των οικολογικών συστημάτων και της ζωής γενικότερα. Συμβάλλει στην κατανόηση φαινομένων και εννοιών που εντάσσονται στα γνωστικά αντικείμενα της Φυσικής, της Χημείας και της Βιολογίας, Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στη διαθεματική διδασκαλία των προηγούμενων μαθημάτων, της Οικολογίας, της Τεχνολογίας, της Οικονομίας και της Ιστορίας. Η άσκηση προτείνεται να ενταχθεί στις εργαστηριακές ασκήσεις των αναλυτικών προγραμμάτων της Πρωτοβάθμιας και της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης.

### **Εισαγωγή**

Πρόσφατες επιστημονικές έρευνες, δημοσιευμένες σε διεθνή επιστημονικά περιοδικά και συνέδρια αναφέρουν ως κύρια αιτία για την υπερθέρμανση της γης και τις κλιματικές αλλαγές που παρατηρούνται την αύξηση των αερίων θερμοκηπίου (greenhouse gases) στη σύσταση της ατμόσφαιρας, ως αποτέλεσμα της ανθρώπινης δραστηριότητας (Shanmuganandan 2006; Webb 2006; Kjellstrom 2004).

Το σχολικό βιβλίο Β' Λυκείου γενικής παιδείας αναφέρει ότι «η αυξανόμενη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας, οι μεταφορές και γενικότερα η αυξανόμενη χρήση ενεργειακών πηγών παγκοσμίως προκαλεί αύξηση των ποσοτήτων διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα και ένταση της ενίσχυσης του φαινομένου του θερμοκηπίου. Οι διεθνείς οργανισμοί και τα συνέδρια για το περιβάλλον, προτείνουν μείωση των ανθρωπογενών ρύπων και προειδοποιούν για τις δραματικές επιπτώσεις της ανθρώπινης δραστηριότητας στο κλίμα και την ισορροπία των βιοσυστημάτων στη γη. Το διοξείδιο του άνθρακα συμβάλλει κατά 50% στην ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου» (Λιοδάκης κα, σελ 62).

Εξάλλου το σύγχρονο διαθεματικό ενιαίο πλαίσιο προγραμμάτων σπουδών αναφέρει ότι μια γενική αρχή της εκπαίδευσης στην Ελλάδα είναι η ευαισθητοποίηση για την αναγκαιότητα προστασίας του φυσικού περιβάλλοντος και η υιοθέτηση ανάλογων προτύπων συμπεριφοράς (ΥΠ.Ε.Π.Θ., 2004). Καθίσταται σαφές και αναγκαίο, με βάση τα παραπάνω, ότι η εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών οφείλει να ευαισθητοποιήσει τους μαθητές, αλλά και εκπαιδευτικούς, σε θέματα περιβάλλοντος και συμπεριφοράς. Σημαντικό εργαλείο διδακτικής πρακτικής προς αυτή την κατεύθυνση αποτελεί η πειραματική και εργαστηριακή διδασκαλία.

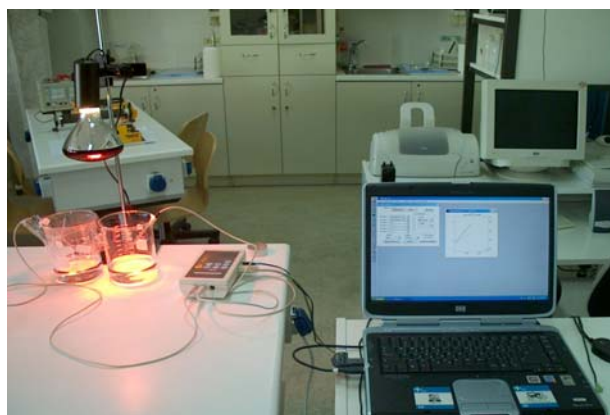
Σκοπός της πειραματικής άσκησης που προτείνεται εδώ είναι η αναπαράσταση, με απλά εργαστηριακά υλικά και όργανα και με τη βοήθεια των νέων τεχνολογιών, του φαινομένου του θερμοκηπίου και της ενίσχυσής του, που προκαλείται από το διοξείδιο του άνθρακα ως αέριο ρύπο των ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Για τη μέτρηση της θερμοκρασίας χρησιμοποιούνται οι αισθητήρες θερμοκρασίας του συστήματος συγχρονικής λήψης και απεικόνισης MultiLog, με το οποίο είναι εφοδιασμένα τα περισσότερα Γενικά Λύκεια της Ελλάδας.

### Πειραματικό μέρος

Η αναπαράσταση έχει ως κύριο σκοπό την εστίαση στην παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα με ανθρώπινη παρέμβαση, με έκλυση διοξειδίου του άνθρακα μέσω επίδρασης υδροχλωρικού οξέος σε σκόνη κιμωλίας και στην αντίστοιχη αύξηση της θερμοκρασίας που καταγράφουν οι αισθητήρες, σε περιβάλλον θερμοκηπίου, όπως αυτό συμβαίνει με τη γη και την ατμόσφαιρά της που έχει συγκεκριμένη σύσταση.

Πρώτο πείραμα: Δυο ποτήρια ζέσης όγκου ενός λίτρου το καθένα, που περιέχουν 150ml νερού σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, με το ένα ανοικτό και το άλλο κλειστό (κάλυψη με σελοφάν) φωτίζονται-θερμαίνονται από λάμπα. Οι αισθητήρες καταγράφουν τις θερμοκρασίες του αερίου περιβάλλοντος των δυο συστημάτων με ρυθμό μια μέτρηση ανά δευτερόλεπτο. Στο συγκεκριμένο πείραμα καταγράφηκαν 1190 μετρήσεις. Με γραφική παράσταση των θερμοκρασιών σε σχέση με το χρόνο και σε κοινούς άξονες διαπιστώνεται το φαινόμενο του θερμοκηπίου (εικόνα 1, γράφημα 1).

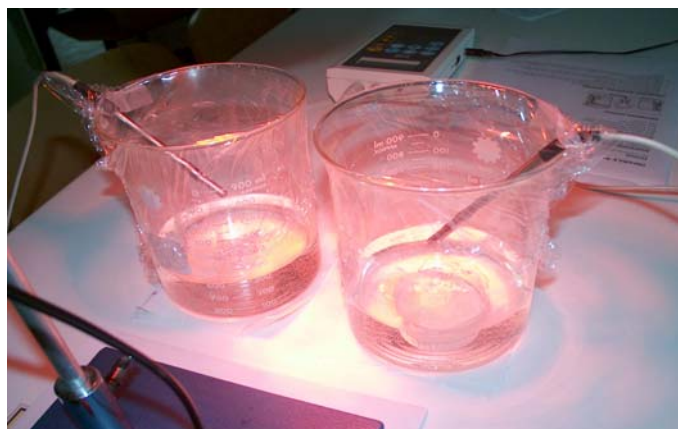
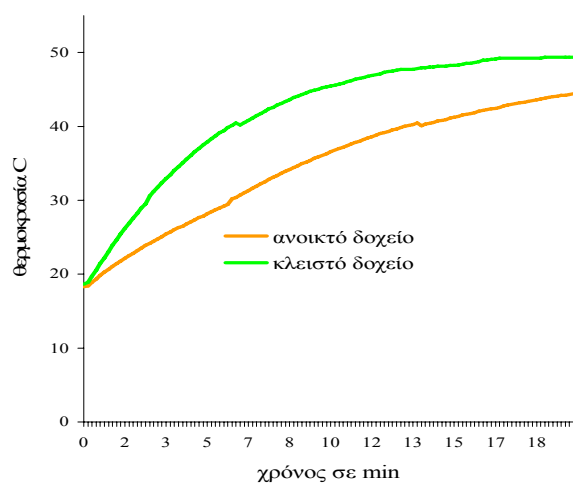
Δεύτερο πείραμα: Δυο ποτήρια ζέσης όγκου ενός λίτρου το καθένα, περιέχουν 150ml νερού σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Το ένα είναι κλειστό με σελοφάν και στο άλλο επιπλέει μικρό πλαστικό δοχείο που περιέχει 30 ml διαλύματος HCl 0,5M. Σ' αυτό και μέσα στο πλαστικό δοχείο ρίχνεται 1g σκόνης κιμωλίας και αμέσως καλύπτεται με σελοφάν, για να εγκλωβιστεί το παραγόμενο διοξείδιο του άνθρακα. Ενεργοποιούμε τον καταγραφέα θερμοκρασιών για μετρήσεις με ίδιο, όπως και πρώτα, ρυθμό. Στο συγκεκριμένο πείραμα καταγράφηκαν 990 μετρήσεις. Ταυτόχρονα με την καταγραφή των θερμοκρασιών του αερίου περιβάλλοντος των δυο συστημάτων, στην οθόνη του Η/Υ παρουσιάζεται σε κοινούς άξονες, η γραφική παράσταση των θερμοκρασιών σε σχέση με το χρόνο. Παρατηρείται έτσι η ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου, λόγω της αύξησης της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα στο αντίστοιχο δοχείο (εικόνα 2, γράφημα 2).



Εικόνα 1

Γράφημα 1

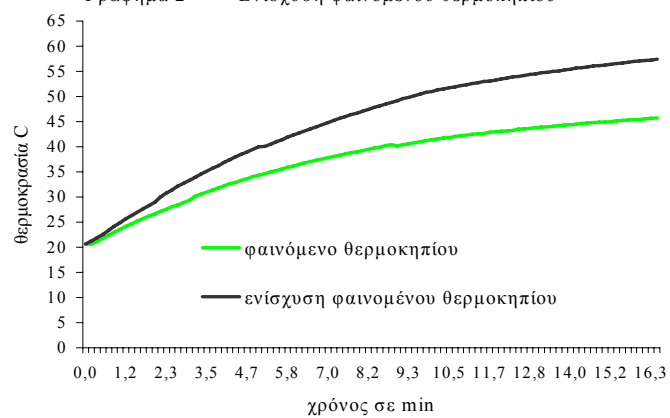
Φαινόμενο θερμοκηπίου



Εικόνα 2

Γράφημα 2

Ενίσχυση φαινομένου θερμοκηπίου



### Διδακτικός μετασχηματισμός του πειράματος

Το πείραμα είναι κατάλληλο προς επίδειξη στην Β' Λυκείου, όπου διδάσκονται οι χημικές και ενεργειακές μετατροπές της καύσης των καυσίμων στο μάθημα της Χημείας γενικής παιδείας.

Ο διδακτικός μετασχηματισμός που προτείνεται είναι παρόμοιος με αυτόν του βιβλίου, όπου, μετά τη διδασκαλία της καύσης, αναφέρεται ότι «Το διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ) προκαλεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Όπως ακριβώς το γυαλί του θερμοκηπίου επιτρέπει στις ηλιακές ακτίνες να περνούν μέσα, αλλά δεν επιτρέπει τη διαφυγή της θερμικής ακτινοβολίας προς τα έξω, έτσι και το  $\text{CO}_2$  δημιουργεί ατμόσφαιρα θερμομόνωσης. Κατ' αυτό τον τρόπο αυξάνεται η μέση θερμοκρασία της Γης και προκαλούνται μεταβολές στο κλίμα», (Λιοδάκης κα, σελ 45). Είναι σαφές ότι το σύστημα γη-ατμόσφαιρα παρουσιάζεται στο βιβλίο ως 'κλειστό θερμομονωτικό σύστημα' το οποίο μπορεί να προσομοιωθεί με θερμοκήπιο. Στο πείραμα 'ήλιος' είναι η λάμπα θέρμανσης-φωτισμού ισχύος 250W, η οποία τοποθετείται συμμετρικά ως προς τα δυο ποτήρια και έτσι θεωρείται ότι ακτινοβολεί με την ίδια ισχύ προς αυτά. Η γη προσομοιώνεται με ποτήρι ζέσης με ποσότητα ύδατος (για την αύξηση της θερμοχωρητικότητας του συστήματος) και η ατμόσφαιρά της με το σελοφάν. Οι αισθητήρες θερμοκρασίας MultiLog βρίσκονται μέσα στα ποτήρια ζέσης, υπό ίδια περίπου παράλλαξη από τη λάμπα και στην οθόνη του υπολογιστή φαίνεται η χρονική μεταβολή της θερμοκρασίας.

Στο πρώτο πείραμα διαπιστώνεται η ύπαρξη του φαινομένου του θερμοκηπίου, δηλαδή η αύξηση της θερμοκρασίας της γης λόγω της ατμόσφαιρας (γράφημα 1, πράσινη καμπύλη). Ως πρόσθετη παρατήρηση εδώ μπορεί να αναφερθεί η μηδενική κλίση της πράσινης καμπύλης από ένα χρονικό σημείο και μετά. Μπορεί εδώ να γίνει παραλληλισμός με τη σταθερότητα της μέσης θερμοκρασίας της γης λόγω του φαινομένου θερμοκηπίου (Βάρβογλης, 2005).

Στο δεύτερο πείραμα διαπιστώνεται η υπερθέρμανση της γης λόγω της αύξησης της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα, εξαιτίας των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων (μεταφορές, παραγωγή θερμοηλεκτρικής ενέργειας, βιομηχανική παραγωγή). Για το σκοπό αυτό στο δεύτερο ποτήρι προκαλείται παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα, που είναι η κύρια αιτία της ενίσχυσης του φαινομένου του θερμοκηπίου. Η παραγωγή του γίνεται μέσω επίδρασης υδροχλωρικού οξέος σε κιμωλία, για λόγους ευκολίας, εποπτείας και ασφαλείας του πειράματος. Η αντίδραση αυτή θεωρείται γνωστή από τους μαθητές από τη Β' Γυμνασίου (ΥΠ.Ε.Π.Θ, 2004), όπου προτείνεται ως εργαστηριακή άσκηση για την παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα και την Α' Λυκείου (ΥΠ.Ε.Π.Θ, 2004), αλλά επιβάλλεται να προηγηθεί και να μελετηθεί ποιοτικά.. Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθούν κατάλληλες ποσότητες ξυδιού και σόδας. Δεδομένου ότι το πείραμα προτείνεται ως εποπτικό πείραμα επίδειξης δεν θεωρείται απαραίτητη, εκ μέρους των μαθητών, η ποσοτική μελέτη της αντίδρασης παραγωγής του διοξειδίου του άνθρακα.

Το πείραμα μπορεί, με τους απαραίτητους διδακτικούς μετασχηματισμούς και τροποποιήσεις, να χρησιμοποιηθεί για την αναπαράσταση του φαινομένου και στο Γυμνάσιο και στο Δημοτικό.

### Συμπεράσματα και Συζήτηση

Η περιγραφείσα πειραματική διάταξη και τα σχετικά πειράματα αναπαριστούν ποιοτικά με τρόπο απλό το φαινόμενο του θερμοκηπίου καθώς και την ενίσχυσή του, ως αποτέλεσμα της αύξησης του διοξειδίου του άνθρακα της ατμόσφαιρας λόγω των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων.

- Συμβάλλει έτσι στη συνειδητοποίηση εκ μέρους των μαθητών, των επιπτώσεων που προκαλούν η σύγχρονη οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη στους φυσικούς πόρους, στο περιβάλλον και στον ίδιο τον άνθρωπο.
- Αποτελεί απλό αλλά αποτελεσματικό μοντέλο για την κατανόηση της αλλαγής του κλίματος και της βιολογίας της γης, ή εξήγησης των θερμοκρασιακών συνθηκών άλλων πλανητών με ανάλογη σύσταση ατμόσφαιρας (πχ πλανήτη Αφροδίτη).
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως γνωστικό εργαλείο σε γνωστικά αντικείμενα της Φυσικής της Χημείας, της Βιολογίας, για παράδειγμα στους τρόπους διάδοσης της θερμότητας, στις ενεργειακές μεταβολές και μετατροπές στα φυσικά και χημικά συστήματα, στις ιδιότητες του διοξειδίου του άνθρακα και στο ρόλο του στη φωτοσύνθεση.
- Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ως γνωστικό εργαλείο και στη διαθεματική διδασκαλία των εννοιών σύστημα, αλληλεπίδραση, μεταβολή, χώρος, χρόνος, πολιτισμός, οικονομική ανάπτυξη μέσω των προηγούμενων μαθημάτων, αλλά και της Οικολογίας, της Τεχνολογίας, της Ιστορίας, της Οικονομίας και της Κοινωνιολογίας.

Προτείνεται να ενταχθεί στις εργαστηριακές ασκήσεις των αναλυτικών προγραμμάτων της Υποχρεωτικής και της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης.

### Παραπομπές

- Βάρβογλης, Χ. (2005). Ζωή και Πλανητικές Ατμόσφαιρες: Μια Αμφίδρομη Σχέση, διαθέσιμο στην ιστοσελίδα [http://www.astro.noa.gr/journal/Periodic/journal\\_07varvoglis.htm](http://www.astro.noa.gr/journal/Periodic/journal_07varvoglis.htm)
- Λιοδάκης, Σ., Γάκης, Δ., Θεοδωρόπουλος, Δ., Θεοδωρόπουλος, Π., Κάλης, Α., (2005), Βιβλίο Χημείας Β Λυκείου Γενικής Παιδείας, Έκδοση ΣΤ, ΟΕΔΒ, Αθήνα.
- ΥΠ.Ε.Π.Θ. (2004). Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών, στην ιστοσελίδα <http://www.pi-schools.gr/programs/depps>.
- ΥΠ.Ε.Π.Θ., (2004), Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών, Φυσικές Επιστήμες στην ιστοσελίδα <http://www.pi-schools.gr/programs/depps>.
- [Http://www.umich.edu/~gs265/society/greenhouse.htm](http://www.umich.edu/~gs265/society/greenhouse.htm)
- [Http://www.physics4u.gr/faq/greenhouse.html](http://www.physics4u.gr/faq/greenhouse.html)
- [Http://users.att.sch.gr/xtsamis/FainThermoKip.htm](http://users.att.sch.gr/xtsamis/FainThermoKip.htm)
- Kjellstrom, E. (2004). [Recent and Future Signatures of Climate Change in Europe, AMBIO, 33\(4-5\), 193-198.](#)
- Shanmuganandan, S. (2006). Impact of Greenhouse Gas Emissions And Increasing Anthropogenic Activities On Global Warming: A Study With Reference To Identification of Major Dimensions In Selected Developing Countries, The XVIIth Global Warming International Conference & Expo (GWXVII) abstracts, Miami.
- Webb, R. A. (2006). Global Thermodynamics, The XVIIth Global Warming International Conference & Expo (GWXVII) abstracts, Miami.