

Εργαστήριο 1: Καινοτόμες Πειραματικές Προσεγγίσεις στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

ΟΡΓΑΝΩΣΗ - ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΣ

Σταύρου Δημήτρης, Καλαϊτζιδάκη Μαριάννα, Μιχαηλίδης Γ. Παναγιώτης
Εργαστήριο Διδακτικής Θετικών Επιστημών, ΠΤΔΕ Πανεπιστημίου Κρήτης
dstavrou@edc.uoc.gr; mkalaitz@edc.uoc.gr; michail@edc.uoc.gr

ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ - ΕΙΣΗΓΗΤΕΣ

Αναγνωστάκης Σίμος¹, Μαργαρίτης Αντώνης², Τσαγλιώτης Νεκτάριος³, Τσίγκρης Μιλτιάδης⁴

¹ΠΤΔΕ Πανεπιστημίου Κρήτης, sanagn@edc.uoc.gr

²Πρότυπο Πειραματικό Γενικό Λύκειο Ηρακλείου amargariti@sch.gr

³Υπεύθυνος Εργαστηρίου Φ.Ε. στο 9^ο Δ.Σ. Ρεθύμνου, ntsag@edc.uoc.gr

⁴Διδάσκων Π.Δ. 407/80 του ΠΤΔΕ Πανεπιστημίου Κρήτης, Υπεύθυνος ΕΚΦΕ Ρεθύμνου,
mtsigris@edc.uoc.gr

Περίληψη

Με βάση σύγχρονα ερευνητικά δεδομένα στο πεδίο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών το Εργαστήριο Διδακτικής των Θετικών Επιστημών του ΠΤΔΕ του Πανεπιστημίου Κρήτης έχει αναπτύξει μια σειρά από “καινοτόμες” πειραματικές δραστηριότητες σε συνεργασία και με εκπαιδευτικούς Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης με στόχο να γεφυρωθεί το χάσμα μεταξύ της έρευνας στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και της υπάρχουσας σχολικής πρακτικής. Στο συνέδριο στο πλαίσιο ενός εργαστηρίου θα παρουσιαστούν οι πειραματικές αυτές δραστηριότητες οι οποίες συνοψίζονται ως ακολούθως: α) Πειράματα Χημείας σε μικροκλίμακα, β) Πειράματα-Δραστηριότητες Φυσικών Επιστημών για μαθητές 6-8 ετών όπως αναπτύχθηκαν στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού προγράμματος Pri-Sci-Net, γ) Ιδιοκατασκευασμένες Πειραματικές Διατάξεις και δ) Πειράματα με τη χρήση Εκπαιδευτικής Ρομποτικής.

Abstract

Based on contemporary science education research the Laboratory for Science Teaching of the Department of Primary Education of the University of Crete, has developed a range of “innovative” experimental activities in cooperation with teachers of primary and secondary education. The aim is to bridge the gap between science education research and the existing school practice. These activities will be presented in a workshop on the conference and are briefly the following: a) chemistry microscale experiments; b) science experiments-activities for students aged 6-8 as they have been developed in the frame of the European project Pri-Sci-Net; c) self-constructed experimental devices and d) experiments using educational robotics.

Εισαγωγή

Τις τελευταίες δεκαετίες αρκετές έρευνες τονίζουν την έλλειψη ενδιαφέροντος των νέων για σπουδές στις Φυσικές Επιστήμες και τα Μαθηματικά (Osborne 2003). Υπάρχουν σαφείς ενδείξεις ότι υπάρχει μια σύνδεση των στάσεων των νέων σε σχέση με τις φυσικές επιστήμες με τον τρόπο που αυτές διδάσκονται. Εκθέσεις σε ευρωπαϊκό επίπεδο, όπως: “Science Education Now: A renewed pedagogy for the future of Europe” (Rocard et al. 2007) και “Science Education in Europe: Critical Reflections” (Osborne & Dillon 2008) παρέχουν συστάσεις για το πώς μπορεί να επιτευχθεί ένα ικανοποιητικό επίπεδο σύγχρονου επιστημονικού γραμματισμού. Σε αυτές τις συστάσεις η μάθηση μέσω διερεύνησης (inquiry based learning) στο πλαίσιο της πρακτικής εργασίας θεωρείται μια βασική διάσταση για την επίτευξη των στόχων του σύγχρονου επιστημονικού γραμματισμού (βλ. επίσης: American Association for the Advancement of Science [AAAS] 1993, National Research Council [NRC] 1996). Η μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες μέσω διερεύνησης έχει τη δυνατότητα να αναπτύξει δεξιότητες και ικανότητες στους μαθητές όπως να θέτουν επιστημονικά προσανατολισμένα ερωτήματα, να



διατυπώνουν υποθέσεις, να σχεδιάζουν και να διεξάγουν επιστημονικές διερευνήσεις, να διατυπώνουν συμπεράσματα, να επικοινωνούν χρησιμοποιώντας επιστημονικά επιχειρήματα (Hofstein & Mamlok-Naaman 2007).

Στο πλαίσιο αυτό κεντρικό ρόλο παίζουν πειραματικές δραστηριότητες. Ωστόσο από διάφορες έρευνες γίνεται φανερό ότι οι ευκαιρίες που παρέχονται στους εκπαιδευόμενους να εμπλακούν στον πειραματισμό και να εξοικειωθούν με βασικές διαστάσεις της επιστημονικής διερεύνησης είναι ακόμα περιορισμένες (π.χ. Harlen 1999, Psillos & Niedderer 2003, Lunetta, Hofstein & Clough 2007, Duit & Tesch 2010).

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω ερευνητικά δεδομένα, το Εργαστήριο Διδακτικής των Θετικών Επιστημών του ΠΤΔΕ του Πανεπιστημίου Κρήτης έχει αναπτύξει μια σειρά από “καινοτόμες” πειραματικές δραστηριότητες σε συνεργασία και με εκπαιδευτικούς από την Πρωτοβάθμια και τη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση με στόχο να γεφυρωθεί το χάσμα μεταξύ της έρευνας στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και της υπάρχουσας σχολικής πρακτικής. Στο συνέδριο θα παρουσιαστούν οι πειραματικές αυτές δραστηριότητες στο πλαίσιο ενός εργαστηρίου.

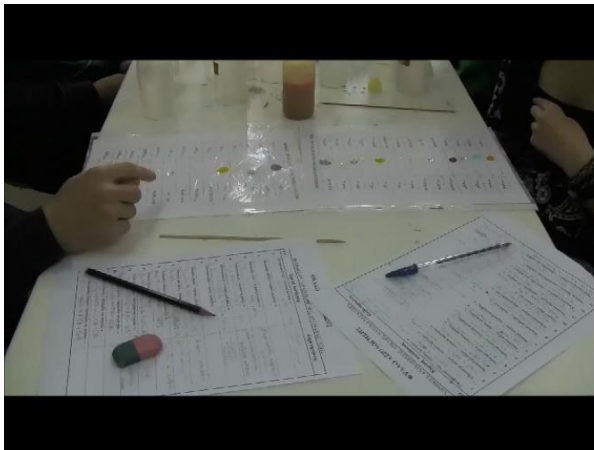
Το Εργαστήριο

Οι πειραματικές δραστηριότητες που θα παρουσιαστούν στο εργαστήριο και αξιοποιούν τόσο στην ανάπτυξή τους όσο και στην υλοποίησή τους σύγχρονες αρχές της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών, είναι συνοπτικά οι ακόλουθες: α) Πειράματα Χημείας σε μικροκλίμακα, β) Πειράματα-Δραστηριότητες Φυσικών Επιστημών για μαθητές 6-8 ετών όπως αναπτύχθηκαν στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού προγράμματος Pri-Sci-Net, γ) Ιδιοκατασκευασμένες Πειραματικές Διατάξεις και δ) Πειράματα με τη χρήση Εκπαιδευτικής Ρομποτικής. Πιο αναλυτικά:

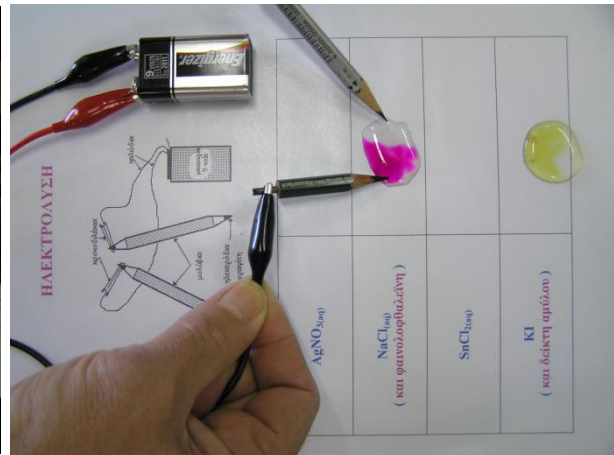
α) Πειράματα Χημείας σε μικροκλίμακα (Α. Μαργαρίτης)

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει ένα αυξανόμενο ενδιαφέρον για αξιοποίηση των πειραμάτων χημείας σε μικροκλίμακα σε σχολικό επίπεδο (π.χ. Bradley 2001, Abdullah, Mohamed & Ismail 2008). Πειράματα Χημείας σε μικροκλίμακα χαρακτηρίζονται αυτά που χρησιμοποιούν πολύ μικρές ποσότητες αντιδραστηρίων (π.χ. μία-δύο σταγόνες) και συνήθως πολύ απλές συσκευές. Ως εκ τούτου παρουσιάζουν μια σειρά από πλεονεκτήματα όπως: α) περιορίζουν στο ελάχιστο τα χημικά απόβλητα, β) χρειάζονται ελάχιστες ποσότητες αντιδραστηρίων, γ) λόγω των μικρών ποσοτήτων που χρησιμοποιούνται μπορούν να εκτελεστούν τόσο «ομαδικά», όσο και «ατομικά» όποτε αυτό κρίνεται απαραίτητο, δ) τα περισσότερα πειράματα μπορούν να εκτελεστούν με ασφάλεια ακόμα και στην αίθουσα διδασκαλίας.

Στο εργαστήριο θα παρουσιαστεί ένας ενδεικτικός αριθμός πειραμάτων χημείας μικροκλίμακας (π.χ. διαλυτότητας, εξουδετέρωσης, χημικές αντιδράσεις απλής και διπλής αντικατάστασης κλπ.). Τα πειράματα αυτά έχουν υλοποιηθεί σε σχολική τάξη εφαρμόζοντας μια νέα μέθοδο που βασίζεται στο παρακάτω γενικό σχήμα: Ο διδάσκων φωτοτυπεί ένα φύλλο εργασίας και ένα φύλλο καταγραφής των παρατηρήσεων (φύλλο αξιολόγησης) σε τόσα αντίγραφα όσοι είναι και οι μαθητές της τάξης του. Κάθε φύλλο εργασίας το τοποθετεί μέσα σε μία πλαστική διαφάνεια – φάκελο και το μοιράζει στους μαθητές του. Ο κάθε μαθητής εκτελεί χωριστά μόνος του τα πειράματα προσθέτοντας τα κατάλληλα αντιδραστήρια σε σταγόνες πάνω στη διαφάνεια (εικ. 1 και 2). Μετά την προσθήκη του κάθε αντιδραστηρίου καταγράφει τις παρατηρήσεις του στο φύλλο αξιολόγησης.



Εικόνα 1: Φύλλα εργασίας και αξιολόγησης πειραμάτων διπλής αντικατάστασης



Εικόνα 2: Φύλλο εργασία πειραμάτων ηλεκτρόλυσης

β) Πειράματα-Δραστηριότητες για ηλικίες 6-8 ετών με τη μέθοδο της διερεύνησης - Το πρόγραμμα Pri-Sci-Net (Καλαϊτζιδάκη Μ., Τσαγιώτης Ν., Τσίγκρης Μ, Σταύρου Δ. και Μιχαηλίδης Π.)

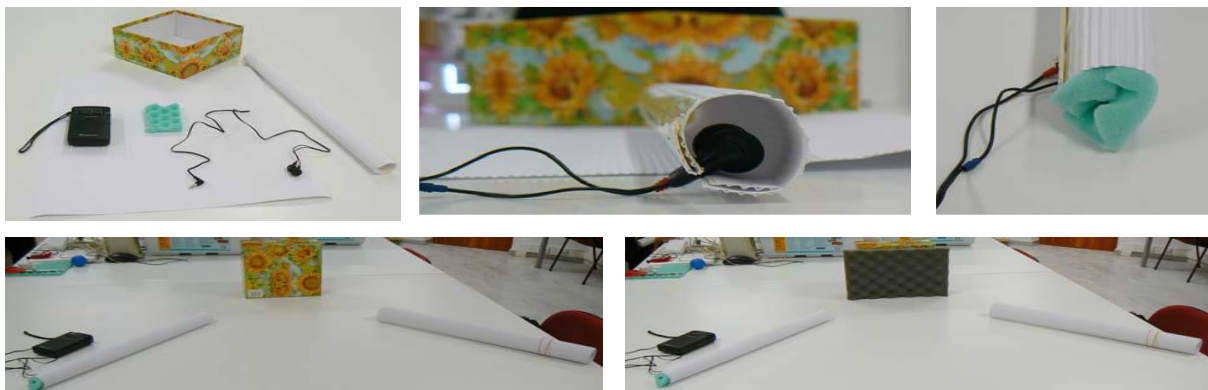
Το Πανεπιστήμιο Κρήτης μέσω του Εργαστηρίου Διδακτικής Θετικών Επιστημών του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης συμμετέχει στο ευρωπαϊκό πρόγραμμα (Science & Society, Fp7) με τίτλο: Δικτύωση Εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης ως μέσο για την επιμόρφωση και την επαγγελματική ανάπτυξη στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών με Διερεύνηση (Pri-Sci-Net, <http://www.prisci.net>). Στόχος του προγράμματος αυτού είναι να καλλιεργήσει τη διερευνητική μάθηση (inquiry based learning) στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών σε παιδιά ηλικίας 3-11 ετών στην Ευρώπη, παρέχοντας εκπαιδευτικό υλικό αλλά και επιμορφώνοντας εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Πιο συγκεκριμένα στο πρόγραμμα:

- Αναπτύσσονται 45 δραστηριότητες διδασκαλίας ΦΕ με διερεύνηση, οι οποίες θα μεταφραστούν σε 15 γλώσσες.
- Δικτυώνονται ερευνητές και εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στην Ευρώπη
- Παρέχεται επιμόρφωση στη διδασκαλία των ΦΕ με διερεύνηση εν ενεργεία εκπαιδευτικών, σε εθνικό και διεθνές επίπεδο
- Καθορίζονται επιτυχημένες πρακτικές στη διδασκαλία των ΦΕ με διερεύνηση σε μικρά παιδιά.

Κατά την ανάπτυξη και υλοποίηση των δραστηριοτήτων λαμβάνεται υπόψη ότι οι μαθητές θα πρέπει να: α) εμπλέκονται ενεργά στη μαθησιακή διαδικασία δίνοντας έμφαση στην παρατήρηση και στις εμπειρίες ως πηγές αποδεικτικών στοιχείων, β) αντιμετωπίζουν αυθεντικές μαθησιακές δραστηριότητες που βασίζονται σε προβλήματα, όπου η ορθότητα μιας απάντησης αξιολογείται μόνο σε σχέση με τις διαθέσιμες αποδείξεις, γ) εξασκούν και αναπτύσσουν τις δεξιότητες της συστηματικής παρατήρησης, της υποβολής ερωτήσεων, του σχεδιασμού και της καταγραφής για τη συλλογή αποδείξεων, δ) συμμετέχουν σε συνεργατική ομαδική εργασία, αλληλεπιδρούν σε ένα κοινωνικό πλαίσιο, δομούν επιχειρηματολογία και επικοινωνούν με τους άλλους.

Στο εργαστήριο θα παρουσιαστούν μια σειρά από πειραματικές δραστηριότητες για μαθητές 6-8 ετών που σχετίζονται π.χ. με την ανάκλαση του ήχου (εικ. 3), με τους μαγνήτες, με τον αέρα ως υλικό σώμα, σε συνδυασμό με τα αντίστοιχα "σενάρια διδασκαλίας" όπως αναπτύχθηκαν και εφαρμόστηκαν σε μαθητές στο πλαίσιο του συγκεκριμένου προγράμματος.

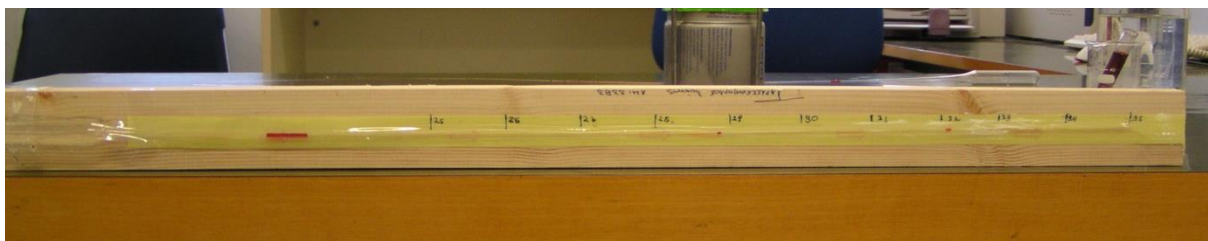
Τα σενάρια διδασκαλίας ακολουθούν συνοπτικά τις παρακάτω φάσεις: α) διατύπωση υποθέσεων β) σχεδιασμός και εκτέλεση δραστηριοτήτων και γ) χρήση δεδομένων για οικοδόμηση νέας γνώσης.



Εικόνα 3: Ανάκλαση του ήχου

γ) Ιδιοκατασκευασμένες Πειραματικές Διατάξεις (Τσίγκρης, Μ. & Μιχαηλίδης Π.)

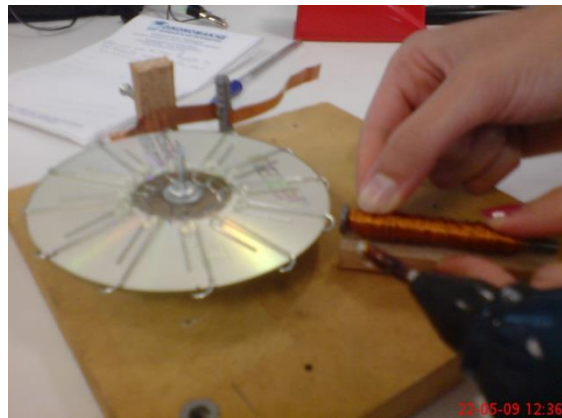
Η ανάπτυξη ιδιοκατασκευασμένων πειραματικών διατάξεων από εκπαιδευόμενους βασίζομενες σε συγκεκριμένες διδακτικές αρχές δίνει τη δυνατότητα για την ανάπτυξη όχι μόνο του ενδιαφέροντός τους, αλλά και για την καλλιέργεια βασικών δεξιοτήτων και ικανοτήτων όπως παρατήρηση, χειρισμός οργάνων, κριτική σκέψη, υπομονή, επιμονή, στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων κλπ. (Tsigris 2005). Στο εργαστήριο Διδακτικής των Θετικών Επιστημών του ΠΤΔΕ Κρήτης οι φοιτητές ακολουθώντας βασικές διαστάσεις της μεθόδου Project (Frey 2002) ανέπτυξαν σε συνεργασία με τους εκπαιδευτές τους μια σειρά από πρωτότυπες πειραματικές διατάξεις. Στο συνέδριο θα παρουσιαστούν κάποιες από αυτές, όπως π.χ. θερμόμετρο αερίου (εικ. 4), αμπερόμετρο (εικ. 5), ηλεκτρικός κινητήρας συνεχούς ρεύματος (εικ. 6), ζυγός, μπαταρία, πυκνόμετρα κλπ. επικεντρώνοντας στις μαθησιακές διαδικασίες των φοιτητών κατά την πορεία κατασκευής τους.



Εικόνα 4: Θερμόμετρο αερίου

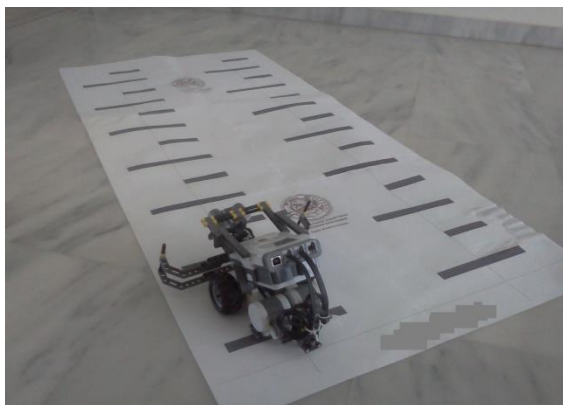


Εικόνα 5: Αμπερόμετρο



Εικόνα 6: Ηλεκτρικός Κινητήρας

δ) Πειράματα με τη χρήση εκπαιδευτικής ρομποτικής (Σ. Αναγνωστάκης & Π.Γ. Μιχαηλίδης)



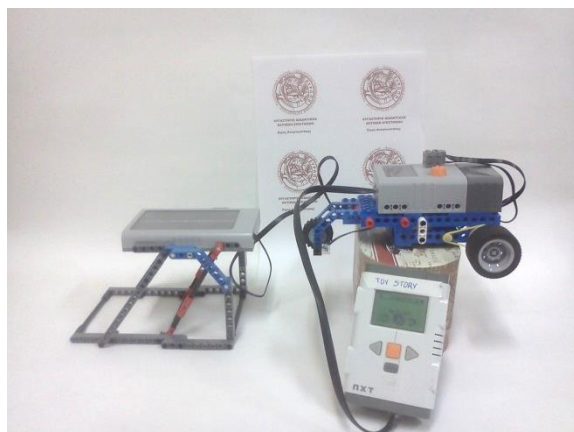
Εικόνα 7: Μελέτη Ταχύτητας



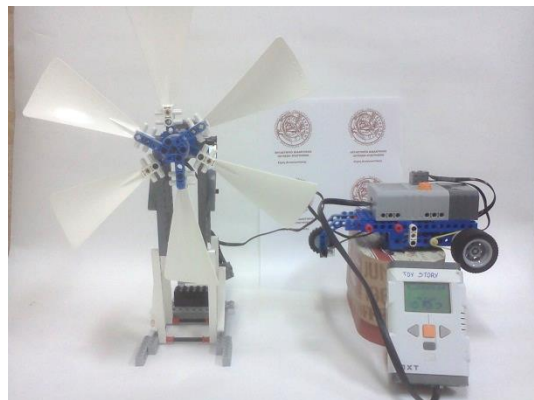
Εικόνα 8: Μονωτικές ιδιότητες υλικών

Η εκπαιδευτική ρομποτική ως εκπαιδευτικό περιβάλλον αποκτά τα τελευταία χρόνια ιδιαίτερο ενδιαφέρον στην Διδακτική των Θετικών Επιστημών και της Τεχνολογίας (Αναγνωστάκης & Μιχαηλίδης 2007). Αποτελεί ένα σύγχρονο εκπαιδευτικό περιβάλλον, όπου ο χρήστης (μαθητής) είναι σε θέση, με τη βοήθεια μιας απλής γλώσσας οπτικού προγραμματισμού, να συνθέσει και να κατευθύνει ένα τεχνητό οργανισμό (robot).

Η εκπαιδευτική ρομποτική μπορεί να βρει άμεση εφαρμογή στην επίλυση προβλημάτων στις φυσικές επιστήμες και στα μαθηματικά. Έχοντας ως αντικείμενο την κατασκευή (συναρμολόγηση) ενός ρομπότ οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να αναπτύξουν σύνθετες δεξιότητες (π.χ. στρατηγικές επίλυσης προβλήματος), που υποβοηθούν την κατανόηση βασικών αρχών των Φυσικών Επιστημών (Μιχαηλίδης 2007). Στο εργαστήριο θα παρουσιαστεί μια σειρά πειραμάτων φυσικών επιστημών που πραγματοποιούνται αξιοποιώντας τις δυνατότητες της εκπαιδευτικής ρομποτικής όπως π.χ. μελέτη ταχύτητας κίνησης (εικ. 7), μονωτικές ιδιότητες υλικών (εικ. 8), φωτοβολταϊκό στοιχείο (εικ. 9), ανεμογεννήτρια (εικ. 10). Στο πλαίσιο αυτό θα συζητηθούν οι δυνατότητες και οι δυσκολίες που προκύπτουν κατά τη χρήση των παραπάνω εφαρμογών όπως αυτές προέκυψαν κατά την υλοποίησή τους σε φοιτητές του ΠΤΔΕ Κρήτης.



Εικόνα 9: Φωτοβολταϊκό στοιχείο



Εικόνα 10: Ανεμογεννήτρια

Βιβλιογραφία

Αναγνωστάκης Σ. & Μιχαηλίδης Π.Γ. (2007). 'Εργαστήριο Εκπαιδευτικής Ρομποτικής': Ένα προπτυχιακό μάθημα στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης. Στο: Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου, Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση, Τεύχος Γ', σελ. 980-987, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 15 – 18 Μαρτίου 2007.

Μιχαηλίδης Π.Γ. (2007). Νέες Τεχνολογίες και Διδακτική των Φυσικών Επιστημών (Κεντρική Ομιλία) Στο: Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου, Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση, Τεύχος Α', σελ. 55-72, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 15 – 18 Μαρτίου 2007.

Abdullah, M. Mohamed, N. and Ismail Z. H. (2009) The effect of an individualized laboratory approach through microscale chemistry experimentation on students' understanding of chemistry concepts, motivation and attitudes. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 10, 53–61

American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for scientific literacy*. New York: Oxford University Press.

Bradley, J.D. (2001). UNESCO/IUPAC–CTC Global Program in Microchemistry. *Pure Appl. Chem.*, 73,7, 1215–1219

Duit, R. & Tesch, M. (2010). *On the role of the experiment in science teaching and learning - Visions and the reality of instructional practice*. In: M. Kalogiannakis, D. Stavrou & P. Michaelidis (eds.) *Proceedings of the 7th International Conference on Hands-On Science*. 21 – 30 July, Rethymno, Greece. pp. 17-30. <http://www.clab.edc.uoc.gr/hsci2010>

Frey K. (2002). Η «Μέθοδος Project». Θεσσαλονίκη: Αφοί Κυριακίδη

Harlen, W. (1999). *Effective teaching of science – A review of research*. Edingburgh: SCRE.

Hofstein, A. & Mamlok-Naaman, R. (2007). The laboratory in science education: the state of the art. *Chemistry Education Research and Practice*, , 8, 2, 105-107

Lunetta V,N., Hofstein A. and Clough M., (2007), Learning and teaching in the school science laboratory: an analysis of research, theory, and practice, In N, Lederman. and S. Abel (Eds,), *Handbook of research on science education*. (pp. 393-441), Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum

National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.

Osborne, J. (2003) Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25, 9, 1049–1079.

Osborne, J. & Dillon, J.(2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*. A Report to the Nuffield Foundation. London: King's College

Psillos, D., & Niedderer, H. (2003). *Teaching and learning in the science laboratory*. Berlin, Germany: Springer.

Rocard M., Csermely P., Jorde D., Lenzen D., Walberg-Henriksson H., Hemmo V (2007). *Science Education Now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Directorate-General for Research, EUROPEAN COMMISSION

Tsigris Miltiadis (2005) *The Didactics of Science Through Polymorphic Self-Made Experimental Apparatus of Quantitative Determinations: An alternative proposal for the teaching of Natural Sciences*. Proceedings of the 2nd International Conference on Hands-on Science. 13-16 July 2005, pp. 384-386, Rethymno, Crete