

# Εργαστήριο καινοτόμου διδακτικής επιστήμης και μηχανικής του κέντρου για χαρισματικά και ταλαντούχα παιδιά (CTY Greece)

## Περίληψη

Το Κέντρο για Χαρισματικά και Ταλαντούχα Παιδιά, (*Center for Talented Youth, CTY Greece*), δημιουργήθηκε με την ιδρυτική δωρεά του Ιδρύματος Σταύρος Νιάρχος. Εντοπίζει παιδιά με εξαιρετικές ακαδημαϊκές δεξιότητες με τη βοήθεια ειδικών εξετάσεων σχεδιασμένων από το πανεπιστήμιο Johns Hopkins (*JHU*). Δύο από τα μαθήματα που προσφέρονται στα προγράμματα του CTY Greece για μαθητές Δημοτικού και Γυμνασίου/Λυκείου είναι τα «Επιστήμη και Μηχανική» και «Αρχές Σχεδίασης για Μηχανικούς», αντίστοιχα. Σκοπός του εργαστηρίου είναι η παρουσίαση καινοτόμου πρακτικής διδασκαλίας σε μαθητές πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης των μαθημάτων αυτών, βασισμένης στη βιωματική μάθηση (*Learning by doing*) και τη διαφοροποιημένη διδασκαλία.

## Abstract

CTY (Center for Talented Youth) Greece, identifies children with exceptional academic skills applying special tests designed by the Johns Hopkins University (JHU). CTY Greece supports their development through extracurricular educational programs specifically designed for these students' exceptional potential. Among many, two courses offered through its summer programs for Primary and High school students respectively are "Science and Engineering" and "Principles of Engineering Design". The purpose of this workshop is to present innovative practices with regards to teaching students, based on the Learning by Doing and the Differentiated Teaching approach. These will be demonstrated through exemplar teaching of the above courses.

## 1. Εισαγωγή

Το Κέντρο για Χαρισματικά και Ταλαντούχα Παιδιά, (*Center for Talented Youth, CTY Greece*), δημιουργήθηκε με την ιδρυτική δωρεά του Ιδρύματος Σταύρος Νιάρχος. Εντοπίζει παιδιά με εξαιρετικές ακαδημαϊκές δεξιότητες, από Ελλάδα και Κύπρο, με τη βοήθεια ειδικών εξετάσεων σχεδιασμένων από το πανεπιστήμιο Johns Hopkins (*JHU*). Στη συνέχεια, υποστηρίζει την εξέλιξή τους με εξωσχολικά εκπαιδευτικά προγράμματα, ειδικά σχεδιασμένα για τις ιδιαίτερες δυνατότητές τους, μέσα από καινοτόμες και πρωτοποριακές μεθόδους διδασκαλίας του JHU. Δύο από τα μαθήματα που προσφέρονται στα προγράμματα του CTY Greece για μαθητές Δημοτικού και Γυμνασίου/Λυκείου είναι τα «Επιστήμη και Μηχανική» και «Αρχές Σχεδίασης για Μηχανικούς», αντίστοιχα. Ειδικότερα, σκοπός του εργαστηρίου είναι η παρουσίαση καινοτόμου πρακτικής διδασκαλίας σε μαθητές πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης των μαθημάτων

«Επιστήμη και Μηχανική» (Science and Engineering) και «Αρχές Σχεδίασης για Μηχανικούς» (Principles of Engineering Design), βασισμένης στη βιωματική μάθηση (Learning by doing) και τη διαφοροποιημένη διδασκαλία. Αρχικά, θα γίνει εξομοίωση υποδειγματικής διδασκαλίας για την Ε΄-ΣΤ΄ τάξη του Δημοτικού με τους εκπαιδευτικούς, στην οποία θα συμμετέχουν ταυτόχρονα ως παρατηρητές όσοι επιπλέον εκπαιδευτικοί ενδιαφέρονται. Στη δεύτερη φάση, θα ακολουθήσει υποδειγματική διδασκαλία για τις τάξεις Α΄ Γυμνασίου - Α΄ Λυκείου. Τέλος, θα ακολουθήσει συζήτηση μεταξύ των εκπαιδευτικών και των εισηγητών.

Στο εργαστήριο αυτό, παρουσιάζονται δύο από τα μαθήματα που προσφέρονται στα προγράμματα του CTY Greece για μαθητές Ε΄ και ΣΤ΄ Δημοτικού και Α΄ Γυμνασίου - Α΄ Λυκείου, τα οποία είναι «Επιστήμη και Μηχανική» και «Αρχές Σχεδίασης για Μηχανικούς», αντίστοιχα και έχουν διάρκεια 45 λεπτά έκαστο. Στη συνέχεια, ακολουθεί συζήτηση διάρκειας 30 λεπτών μεταξύ καθηγητών και εισηγητών. Η αναμενόμενη συνολική διάρκεια του εργαστηρίου είναι 2 ώρες. Ο μέγιστος αριθμός των εκπαιδευτικών σε ρόλο μαθητή είναι 16 ανά μάθημα.

## 2. Αναλυτική Περιγραφή του Μαθήματος Επιστήμη και Μηχανική

Σ αυτό το μάθημα μελετάμε την πυκνότητα των υλικών.

Σκοπός του μαθήματος είναι να δείξει στους μαθητές τη σχέση μάζας και όγκου των υλικών. Το μάθημα έχει διάρκεια 45 λεπτά και έχει το χαρακτήρα εργαστηριακής άσκησης.

Οι μαθητές καλούνται να εφαρμόσουν τις αρχές που διδάχτηκαν τις προηγούμενες ημέρες και να κατανοήσουν άμεσα τη νέα θεωρία, με την πειραματική διαδικασία, τη δημιουργική συμμετοχή στις ομάδες, την κριτική σκέψη και την ανάλυση των δεδομένων τους.

Αφού δοθούν και αναλυθούν οι στόχοι του εργαστηρίου, περιγράφονται τα υλικά και οι μαθητές χωρίζονται σε 4 ομάδες των 4 ατόμων.

Η μεθοδολογία που θα χρησιμοποιήσουμε είναι η ομαδοσυνεργατική διδασκαλία jigsaw. Τα μέλη κάθε ομάδας πρέπει να εργαστούν από κοινού ως σύνολο για την επίλυση του βασικού προβλήματος που είναι η ταυτοποίηση των υλικών, που θα τους δοθούν, με βάση την πυκνότητά τους. Δηλαδή οι μαθητές θα πρέπει να ανακαλύψουν από τι είδους υλικό είναι φτιαγμένα τα αντικείμενα που θα τους δοθούν αφού μελετήσουν την πυκνότητά τους συγκρίνοντάς την με ένα πίνακα πύκνωσης διαφόρων υλικών που θα τους δοθεί.

Η εκπαιδευτική στρατηγική που χρησιμοποιείται εμπλέκει δύο τύπους μαθητικών ομάδων:

1. Την **αρχική ομάδα**, η οποία θα επιλύσει το πρόβλημα αναθέτοντας σε κάθε μέλος της να εξειδικευτεί σε έναν από τους τομείς:

A. Ορισμός της μάζας και η μέτρησή της.

B. Όγκος ακανόνιστων υλικών και η εργαστηριακή μέτρησή του.

Γ. Όγκος κανονικών πρισμάτων και ο γεωμετρικός υπολογισμός του.

Δ. Πυκνότητα υλικών και ο μαθηματικός υπολογισμός της.

2. Την **εξειδικευμένη ομάδα**, που θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως *ομάδα ειδικών*. Αποτελείται από μαθητές της αρχικής ομάδας οι οποίοι έχουν αναλάβει να εξειδικευτούν σε καθένα από τους τομείς Α-Δ. Κάθε ομάδα ειδικεύεται στο ίδιο αντικείμενο.

Αρχικά θα γίνει ο σχηματισμός των αρχικών ομάδων και η ανάθεση των ειδικευμένων ρόλων σε κάθε μέλος της. Θα μελετηθεί το αρχικό πρόβλημα και στη συνέχεια τα μέλη με την ίδια εξειδίκευση θα σχηματίσουν τις ομάδες των ειδικών. Στις ομάδες αυτές θα αποκτήσουν την εξειδικευμένη γνώση που θα χρειαστούν για να επιλύσουν το πρόβλημα που δόθηκε στην αρχική ομάδα. Στη συνέχεια θα επιστρέψουν στις αρχικές ομάδες τους για να διδάξουν το θέμα της ειδικότητάς τους αλλά και να διδαχτούν τα υπόλοιπα 3 θέματα. Η αρχική ομάδα θα συνθέσει την εμπειρία και τη γνώση που αποκτήθηκε και θα επιλύσει το πρόβλημα που έχει δοθεί.

Ειδικότερα κατά την πρώτη φάση σύνθεσης της αρχικής ομάδας, θα δοθούν σε κάθε ομάδα δύο αντικείμενα τα οποία θα είναι καλυμμένα με αλουμινόχαρτο ώστε να μη φαίνεται το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένα. Το ένα αντικείμενο είναι ακανόνιστου σχήματος και σχετικά μικρό σε όγκο και το δεύτερο ένα πρίσμα (κύβος) κατασκευασμένο από ένα συγκεκριμένο υλικό π.χ. χαλκός, σίδηρος, ξύλο κλπ. Σχετικά μεγάλου μεγέθους ώστε να μην χωρά στον ογκομετρικό κύλινδρο. Στη δεύτερη φάση της ομάδας ειδικών η πρώτη ομάδα θα παραλάβει 1 ζυγό ακριβείας και διάφορα αντικείμενα ακανόνιστου σχήματος και ορισμένα κανονικού σχήματος (κύβοι ίδιου μεγέθους). Η δεύτερη ομάδα θα παραλάβει διάφορα υλικά ακανόνιστου σχήματος, ένα ογκομετρικό κύλινδρο, ποτήρια ζέσης και ένα μπουκάλι νερό. Η Τρίτη ομάδα θα παραλάβει πρίσματα κανονικού σχήματος (ισομεγέθεις κύβους), έναν ογκομετρικό κύλινδρο, γραφική ύλη, χάρακες και παχύμετρα ακριβείας. Η τέταρτη ομάδα θα παραλάβει μόνο γραφική ύλη. Όταν ξανασχηματιστούν οι αρχικές ομάδες, θα εφοδιαστούν επιπλέον με 1 ζυγό, έναν ογκομετρικό κύλινδρο και ένα παχύμετρο η κάθε μια.

Ο χρόνος πειραματισμού είναι 30 λεπτά για τις ομάδες εξειδίκευσης (αναλυτική φάση) και 10 λεπτά για τη φάση της σύνθεσης.

Κάθε ομάδα (αρχική) θα πρέπει να παραδώσει ένα φυλλάδιο όπου θα τακτοποιούνται τα δύο αντικείμενα που της δόθηκαν αρχικά και θα περιγράφεται αναλυτικά η εργαστηριακή μεθοδολογία που ακολουθήθηκε καθώς και τα προβλήματα που αντιμετώπισαν και οι λύσεις που δόθηκαν.

### **3. Αναλυτική Περιγραφή του Μαθήματος Αρχές Σχεδίασης για Μηχανικούς**

Στο μάθημα αυτό μελετάμε τη μετάδοση κίνησης με οδοντωτούς τροχούς - γρανάζια. Σκοπός μας είναι η κατασκευή αμαξιού με χρήση οδοντωτών τροχών για γρήγορη κίνηση σε επίπεδη και κεκλιμένη επιφάνεια με ταυτόχρονη μεταφορά βάρους. Η διαδικασία (θεωρία και εργαστηριακή άσκηση) θα έχει διάρκεια 45 λεπτά και η εργασία θα είναι ομαδική.

Αρχικά, δίδονται οι βασικές εξισώσεις κινηματικής και μετάδοσης κίνησης με οδοντωτούς τροχούς. Έπειτα, περιγράφεται το πείραμα και οι απαιτήσεις του. Στη συνέχεια, οι μαθητές προχωρούν στην εφαρμογή της θεωρίας και τη σχεδίαση, την κατασκευή και τον έλεγχο του αμαξιού. Τέλος, γίνεται ανάλυση και επεξεργασία των πειραματικών δεδομένων.

Ειδικότερα, κατά την πειραματική διαδικασία οι μαθητές χωρίζονται σε δυάδες και τους δίδονται τα ακόλουθα υλικά: 2 μπαταρίες 1.5 V, Μπαταριοθήκη, Μοτέρ 1.5-4.5V, Χαρτοταινία 1μ, 2 ράβδοι balsa, Βάρη, 1 Χρονόμετρο, 4 Γρανάζια, 4 ρόδες, 2 καλαμάκια, 5 λαστιχάκια, 15 ξυλάκια, Χαρτί μιλλιμετρέ, 2 Χάρακες, Υπολογιστής τσέπης, Γραφική ύλη. Ο χρόνος και τα υλικά είναι περιορισμένα.

Στο workshop θα γίνει παρουσίαση του τρόπου διδασκαλίας και θα δοθούν 35-40 λεπτά για την κατασκευή και τον έλεγχο του αμαξιού.

Στο πρόγραμμα του CTY Greece, οι μαθητές καλούνται να εφαρμόσουν τις αρχές φυσικής που διδάχτηκαν τις προηγούμενες ημέρες και να κατανοήσουν άμεσα τη νέα θεωρία, με την επίλυση ασκήσεων, τη σχεδίαση, τη δημιουργία, τον έλεγχο του αντικείμενου και την ανάλυση των δεδομένων τους. Γίνεται εισαγωγή στη μέθοδο βελτιστοποίησης και ανάπτυξη των αναλυτικών ικανοτήτων τους.

Αφού δοθούν και αναλυθούν οι στόχοι του εργαστηρίου, περιγράφονται τα υλικά και οι μαθητές χωρίζονται σε ομάδες των 2 ατόμων.

Κάθε ομάδα θα πρέπει

- να παραδώσει 2 σχέδια του αμαξιού υπό κλίμακα
- να κατασκευάσει με τα υλικά που δίδονται αμαξάκι το οποίο
  - κινείται γρήγορα και σε ευθεία σε επίπεδη επιφάνεια
  - κινείται γρήγορα και σε ευθεία σε κεκλιμένη επιφάνεια
  - μεταφέρει βάρη
- να ελέγξει τα παραπάνω
- να πάρει μετρήσεις
- να παραδώσει φυλλάδιο με πειραματικά δεδομένα που αφορούν τη μέση ταχύτητα, τη γωνιακή ταχύτητα και τη ροπή στις ρόδες και στο μοτέρ
- να παραδώσει ανάλυση και συμπεράσματα σχετικά με το αρχικό και (ίσως) τελικό σχέδιο, να αναλύσει τις τεχνικές που ανέπτυξε, ώστε να αντιμετωπίσει τα προβλήματα που προέκυψαν κατά την κατασκευή και τον έλεγχο του αμαξιού και να προτείνει τις μεθόδους βελτιστοποίησης που χρησιμοποίησε ή θα χρησιμοποιούσε.