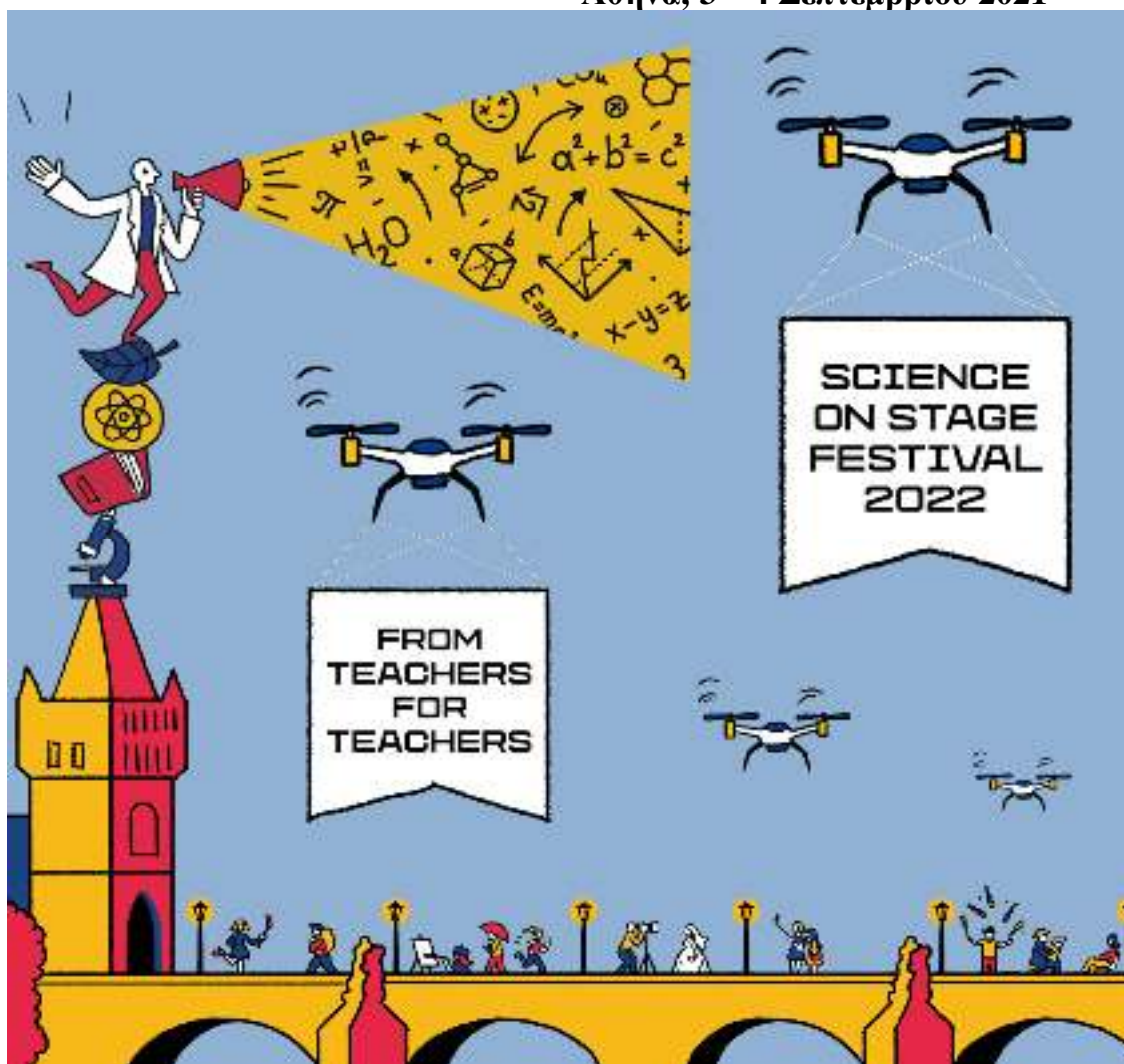


11^ο Πανελλήνιοι Αγώνες Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών Πρακτικά

Αθήνα, 3 – 4 Σεπτεμβρίου 2021



Επιμέλεια:

Ευγενία Τσιτοπούλου –
Χριστοδουλίδη



Ελληνική Συντονιστική Επιτροπή του προγράμματος
«Φυσικές Επιστήμες στο Προσκήνιο – Ευρώπη»

(κενή σελίδα)

Ελληνική Συντονιστική Επιτροπή του προγράμματος
«Φυσικές Επιστήμες στο Προσχήνιο – Ευρώπη»

11^{οι} Πανελλήνιοι Αγώνες Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών

Πρακτικά

Αθήνα
3 – 4
Σεπτεμβρίου 2021

Επιμέλεια:

Ευγενία Τσιτοπούλου – Χριστοδουλίδη

Τίτλος: 11^{οι} Πανελλήνιοι Αγώνες Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών,
Πρακτικά, Αθήνα, 3 και 4 Σεπτεμβρίου 2021

Εκδότης: : Ελληνική Συντονιστική Επιτροπή του προγράμματος «Φυσικές
Επιστήμες στο Προσκήνιο – Ευρώπη»
Επαμεινώνδα 2, 157 72, Ζωγράφου
Τηλ. 6977653558, e-mail: etsitop@otenet.gr

Έκδοση: Αύγουστος 2022

*Υπεύθυνη
έκδοσης:* Ευγενία Τσιτοπούλου – Χριστοδουλίδη

ISBN: 978-618-86235-0-7

*Επιστημονική
επιμέλεια:* Ευγενία Τσιτοπούλου – Χριστοδουλίδη

Η διδακτική αξιοποίηση του υλικού του παρόντος επιτρέπεται σε όλους τους διδάσκοντες και διδασκομένους, σε οποιαδήποτε βαθμίδα εκπαίδευσης, με υποχρεωτική αναγραφή του/των συγγραφέων και του εκδότη. Απαγορεύεται απολύτως η κατά οποιοδήποτε μέσο ή τρόπο εμπορική εκμετάλλευση του συνόλου ή μέρους του έργου (Ν.2121/1993 όπως έχει τροποποιηθεί και ισχύει σήμερα περί πνευματικής ιδιοκτησίας).

Οργανωτική Επιτροπή

1. Τσιτοπούλου – Χριστοδουλίδη Ευγενία, φυσικός, Συντονίστρια του προγράμματος «Οι Φυσικές Επιστήμες στο Προσκήνιο – Ευρώπη»
2. Γκαμπρέλας Κωνσταντίνος, φυσικός

Επιστημονική Επιτροπή

1. Τσιτοπούλου – Χριστοδουλίδη Ευγενία, φυσικός, Συντονίστρια του προγράμματος «Οι Φυσικές Επιστήμες στο Προσκήνιο – Ευρώπη»
2. Γκαμπρέλας Κωνσταντίνος, φυσικός
3. Καπούς Κωνσταντίνος, φυσικός
4. Ράπτη Αναστασία, χημικός, εκπαιδευτικός του 2^{ου} Γενικού Λυκείου Περιστερίου
5. Φιλιόγλου Μιχαήλ, βιολόγος, υπεύθυνος του Ε.Κ.Φ.Ε. Αιγάλεω και εκπαιδευτικός του 1^{ου} Γενικού Λυκείου Αιγάλεω

Ελληνική Συντονιστική Επιτροπή

1. Τσιτοπούλου – Χριστοδουλίδη Ευγενία, φυσικός, Συντονίστρια του προγράμματος «Οι Φυσικές Επιστήμες στο Προσκήνιο – Ευρώπη»
2. Γεωργόπουλος Χρήστος, φυσικός, υπεύθυνος του Ε.Κ.Φ.Ε. Αγίων Αναργύρων και εκπαιδευτικός του 4^{ου} Γενικού Λυκείου Αιγάλεω
3. Γκαμπρέλας Κωνσταντίνος, φυσικός
4. Ευαγγελοπούλου Αγγελική, χημικός, εκπαιδευτικός του 2^{ου} Γενικού Λυκείου Χαϊδαρίου
5. Καπούς Κωνσταντίνος, φυσικός
6. Κορακίτης Ρωμύλος, Καθηγητής της Σχολής Αγρονόμων, Τοπογράφων, Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου
7. Ράπτη Αναστασία, χημικός, εκπαιδευτικός του 2^{ου} Γενικού Λυκείου Περιστερίου
8. Φιλιόγλου Μιχαήλ, βιολόγος, υπεύθυνος του Ε.Κ.Φ.Ε. Αιγάλεω και εκπαιδευτικός του 1^{ου} Γενικού Λυκείου Αιγάλεω

Περιεχόμενα

Πρόλογος.....	- 7 -
ΔΕΛΤΙΟ ΤΥΠΟΥ	- 9 -
Το πρόγραμμα «Science on Stage – Europe» και οι 11οι Πανελλήνιοι Αγώνες Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών.....	- 11 -
Ανακοίνωση βραβευθέντων εργασιών.....	- 24 -
Εργασίες 11ων Πανελληνίων Αγώνων Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών-27 -	
«Αψηφώντας» τη βαρύτητα;.....	- 29 -
Ένα απλό αλλά ευαίσθητο σεισμόμετρο.....	- 45 -
«Πιάσε» τα μίονια (Catch the Muons).....	- 50 -
Ο Φιλέας Φογκ στον 21 ^ο αιώνα.	- 59 -
SOLAR TRACKER AND SUN PATH FINDER.....	- 75 -
Ο ρομποτικός βραχίονας ως αντιπροσωπευτικό εργαλείο διδασκαλίας για STEM προσεγγίσεις.....	- 89 -
Κάνε το όπως ... η Φάλαινα! Βιομημητικές προσεγγίσεις, STEM αναλύσεις, Αειφόρες λύσεις - 115 -	
Σύστημα πρόβλεψης έναρξης πυρκαγιάς (Σ.Π.Ε.Π.).....	- 126 -
Η δυσχρωματοψία και η σαλάτα με τις «μαύρες» πράσινες πιπεριές και τις «μαύρες» κόκκινες ντομάτες.....	- 137 -
Ψηφιακή μέτρηση όγκου.....	- 155 -
Μελέτη της φωτοσύνθεσης σε διάφορα φυτά και της επίδρασης του φωτός στην παραγωγή των αερίων και της γλυκόζης κατά την τέλεσή της	- 161 -
Η Περιβαλλοντική εκπαίδευση συναντά τα STE(A)M στο φάρο των Αγίων Θεοδώρων στο Αργοστόλι	- 168 -
Ρομπότ αυτοκινητάκι ως εργαστηριακό εργαλείο φυσικής (physics-stem-robot-fun)	- 188 -
Σταθεροποίηση ενός περιστρεφόμενου αντικειμένου χρησιμοποιώντας την αρχή διατήρησης της στροφορμής.....	- 195 -
Μίονια: Ανιχνεύοντας το αόρατο.....	- 203 -
Ψηφιακές – δημιουργικές παρεμβάσεις στο σχολείο μας	- 221 -
Σχεδιασμός Βιολογικής Βάσης Δεδομένων και Γλώσσα Ερωτοαποκρίσεων SQL.....	- 229 -
Πυκνόμετρο.....	- 244 -
Παρακολουθήστε το ... ταξίδι της θερμότητας!!!.....	- 251 -
Συναγερμός σεισμού	- 269 -
Προκήρυξη 11 ^{ων} Πανελληνίων Αγώνων Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών .- 275 -	
Ευρετήριο Συγγραφέων.....	- 284 -

Πρόλογος

Οι «11^{οι} Πανελλήνιοι Αγώνες Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών» ήταν η κεντρική εκδήλωση στην Ελλάδα, του Ευρωπαϊκού προγράμματος «Οι Φυσικές Επιστήμες στο Προσκήνιο – Ευρώπη» (Science on Stage – Europe) και πραγματοποιήθηκαν διαδικτυακά στις 3 και 4 Σεπτεμβρίου 2021. Διοργανώθηκαν από την Ελληνική Συντονιστική Επιτροπή του Ευρωπαϊκού προγράμματος «Οι Φυσικές Επιστήμες στο Προσκήνιο – Ευρώπη» (Science on Stage – Europe).

Στον παρόντα τόμο των πρακτικών, περιλαμβάνονται οι περιγραφές όλων των πειραμάτων και κατασκευών που διαγωνίσθηκαν στους «11^{οις} Πανελλήνιους Αγώνες Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών». Περιλαμβάνεται επίσης η ενημερωτική ομιλία για την εκδήλωση που έγινε στο τέλος των Αγώνων, τα βραβεία, τα έγγραφα προκήρυξης των Αγώνων καθώς και το δελτίο τύπου του Πανευρωπαϊκού Φεστιβάλ που έγινε στην Πράγα της Τσεχίας από 24 Μαρτίου 2022 έως 27 Μαρτίου 2022. Περιλαμβάνεται ακόμα η Ελληνική εργασία που κέρδισε το 3^ο Βραβείο στο πρόγραμμα της Γερμανικής Συντονιστικής Επιτροπής του Ευρωπαϊκού προγράμματος «Οι Φυσικές Επιστήμες στο Προσκήνιο – Ευρώπη» (Science on Stage – Europe), με θέμα: «European Code League». Η εργασία αυτή παρουσιάστηκε στο Πανευρωπαϊκό Φεστιβάλ στην Τσεχία.

Η έκδοση αυτή αποτελεί ένα συλλογικό έργο και ευχαριστούμε θερμά όλους τους συμμετέχοντες στους Αγώνες, που μας έκαναν την τιμή να προσφέρουν τις εργασίες τους. Ελπίζουμε ότι οι αναγνώστες εκπαιδευτικοί θα αντλήσουν υλικό και μεθόδους, χρήσιμο για την διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στα σχολεία τους.

Ευγενία Τσιτοπούλου – Χριστοδουλίδη

Φυσικός

Συντονίστρια της Ελληνικής Επιτροπής του προγράμματος

«Οι Φυσικές Επιστήμες στο Προσκήνιο – Ευρώπη»

(κενή σελίδα)

Αθήνα, 28 Μαρτίου 2022

ΔΕΛΤΙΟ ΤΥΠΟΥ

"Διεθνής επιτυχία Ελλήνων καθηγητών Φυσικών Επιστημών"

Ομάδα Ελλήνων εκπαιδευτικών κέρδισε ένα από τα επτά βραβεία (European STEM Teacher Award) στο 12^ο Πανευρωπαϊκό φεστιβάλ «Οι Φυσικές Επιστήμες στο Προσκήνιο» (Science on Stage), που φιλοξενήθηκε από το Elixir do škol στο συνεδριακό κέντρο του ξενοδοχείου Clarion στην Πράγα της Τσεχίας, από τις 24 Μαρτίου 2022 έως 27 Μαρτίου 2022. Το φεστιβάλ διοργανώθηκε από Science on Stage Czech Republic με την κύρια υποστήριξη του Δήμου της Πράγας, του ιδρύματος Česká spořitelna, του ιδρύματος The JABLOTRON και σε συνεργασία με Science on Stage Europe. Ήταν υπό την αιγίδα της Mariya Gabriel, European Commissioner for Innovation, Research, Culture, Education and Youth και την έγκριση του Υπουργείου Παιδείας της Τσεχίας.

Την Ελληνική αποστολή αποτελούσαν οι βραβευθέντες εκπαιδευτικοί των «11^ο Πανελληνίων Αγώνων Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών», που πραγματοποιήθηκαν διαδικτυακά στις 3 και 4 Σεπτεμβρίου 2021, και ήταν:

1. Χατζησάββας Γεώργιος, φυσικός, Πρότυπο Γ.Ε.Λ. Ηρακλείου Κρήτης,
2. Γιαννακουδάκη Καλλιόπη, φυσικός, 1^ο Γυμνάσιο Ηρακλείου Κρήτης,
3. Νούσης Βασίλειος, φυσικός, Υπεύθυνος του Εργαστηριακού Κέντρου Φυσικών Επιστημών (Ε.Κ.Φ.Ε.) Θεσπρωτίας,
4. Σαμαντά Αγγελική, δασκάλα, 48^ο Δημοτικό Σχολείο Αθηνών,
5. Σαμαντά Ευαγγελία, φυσικός, 3^ο Γυμνάσιο Λαγκαδά Θεσσαλονίκης & Λυκειακές τάξεις,
6. Κουράκης Νεκτάριος, φυσικός, Γενικό Λύκειο Βάμου (οργανική θέση: ΕΠΑ.Λ. Κισάμου), Χανιά, Κρήτης,
7. Πούτος Πέτρος, ηλεκτρολόγος και ηλεκτρονικός ΤΕΙ, 1^ο ΕΠΑ.Λ. Σαλαμίνας - Ε.Κ. Σαλαμίνας,
8. Γεώργιος Βύλλιας, βιολόγος, Αναξαγόρειο Γενικό Λύκειο Νέας Ερυθραίας, Αττικής,
9. Μπούλιαρη Γεωργία, φυσικός, 2^ο Γ.Ε.Λ. Καλυβίων, Αττικής,
10. Τσουτσουδάκης Αστρινός, φυσικός, Υπεύθυνος του 1^{ου} Εργαστηριακού Κέντρου Φυσικών Επιστημών (Ε.Κ.Φ.Ε.) Ηρακλείου, Κρήτης,

Στο φεστιβάλ συμμετείχε και η Ηρώ Κολιάκου, φυσικός, Anatolia College, με join project με Ιταλίδα εκπαιδευτικό.

Στο Πανευρωπαϊκό Φεστιβάλ, που αποτελεί την μεγαλύτερη εκπαιδευτική έκθεση της Ευρώπης για καθηγητές Φυσικών Επιστημών, και φέτος είχε θέμα: «Από Εκπαιδευτικούς Για Εκπαιδευτικούς» («From Teachers For Teachers»), οι Έλληνες εκπαιδευτικοί συμμετείχαν,

μαζί με 350 εκπαιδευτικούς STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) από 30 χώρες, σε σεμινάρια, workshops και επιδείξεις των κατασκευών τους. Η εργασία με θέμα:

«Αψηφώντας» τη βαρύτητα;»

του Χατζησάββα Γεωργίου και Γιαννακουδάκη Καλλιόπης, με εκπρόσωπο τον Χατζησάββα Γεώργιο, **κέρδισε το Βραβείο** (European STEM Teacher Award) στην κατηγορία «Ψηφιακές Τεχνολογίες στην εκπαίδευση STEM» (*Technologies in STEM education*) που διαγωνίστηκε.

Βραβεύτηκαν επίσης άλλοι έντεκα εκπαιδευτικοί από την Τσεχική Δημοκρατία, τη Γερμανία, την Ιταλία, την Πολωνία, την Ισπανία και το Ηνωμένο Βασίλειο. Έως σήμερα, η Ελλάδα έχει βραβευτεί στις εννέα από τις ένδεκα διοργανώσεις του προγράμματος που συμμετείχε. Όλες οι εργασίες των Ελλήνων εκπαιδευτικών προσκλήθηκαν να παρουσιαστούν σε εκπαιδευτικούς άλλων χωρών.

Το επόμενο Ευρωπαϊκό Φεστιβάλ θα γίνει το 2024 στο Torku της Φιλανδίας.

Το Science on Stage ξεκίνησε το 2000 (αρχικά ως «Physics on Stage» και αργότερα ως «Science on Stage») ως εκπαιδευτική πρωτοβουλία που χρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Από το 2007 η πρωτοβουλία συνεχίζεται από μία ομάδα Ευρωπαίων εκπαιδευτικών που ίδρυσαν το «Science on Stage», επιστημονικό σωματείο μη κερδοσκοπικό με έδρα το Βερολίνο, που υπόκειται στον Γερμανικό νόμο, έχει παραρτήματα σε 34* χώρες και ένα δίκτυο 100000 STEM εκπαιδευτικών στις 34* αυτές χώρες. Υπεύθυνη του Ελληνικού τμήματος, και ιδρυτικό μέλος του Science on Stage, είναι η κα. Ευγενία Τσιτοπούλου – Χριστοδουλίδη, φυσικός.

Με τα διεθνή φεστιβάλ, το «Science on Stage» υποστηρίζει την επαγγελματική εξέλιξη των εκπαιδευτικών. Ο γενικός στόχος είναι η αντιμετώπιση του επιστημονικού αλφαριθμητισμού, η προσέλκυση περισσότερων σπουδαστών στις Θετικές Επιστήμες, την Τεχνολογία, την Μηχανική και την Πληροφορική και η βελτίωση της διδασκαλίας συνδέοντας εκπαιδευτικούς Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, που επεξεργάζονται και παρουσιάζουν πρωτότυπες ιδέες, νέες μεθόδους διδασκαλίας και πειραματικές κατασκευές που αναζωογονούν τα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών στα σχολεία (ανεξαρτήτως αναλυτικών προγραμμάτων των συμμετεχόντων χωρών) και αναδεικνύουν την άμεση σύνδεσή τους με την καθημερινή μας ζωή.

Οι Έλληνες καθηγητές Φυσικών Επιστημών, και συνακόλουθα οι μαθητές των σχολείων μας, θα είχαν πολλά να ωφεληθούν από την εμπειρία μας, το εκπαιδευτικό υλικό και τις προτάσεις για εκπαιδευτικές ανταλλαγές εκπαιδευτικών και μαθητών που μεταφέρουμε, τα οποία θα προσπαθήσουμε να διαδώσουμε με όλους τους πρόσφορους τρόπους: σε συνέδρια, ημερίδες, διαδικτυακά σεμινάρια και άρθρα σε εκπαιδευτικά περιοδικά. Σε αυτή μας την προσπάθεια, ευελπιστούμε ότι θα έχουμε την αρωγή και την ενθάρρυνση του Υπουργείου Παιδείας.

Η αρχηγός της Ελληνικής αποστολής

Ευγενία Τσιτοπούλου – Χριστοδουλίδη

Υπεύθυνη της Ελληνικής Συντονιστικής Επιτροπής του προγράμματος

www.science-on-stage.eu, www.sons2022.eu, <http://etsito.mysch.gr/>

Facebook: [sonsgreece](https://www.facebook.com/sonsgreece)

Το πρόγραμμα «Science on Stage – Europe» και οι 11οι Πανελλήνιοι Αγώνες Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών

Ευγενία Τσιτοπούλου – Χριστοδουλίδη, φυσικός,
Συντονίστρια της Ελληνικής Επιτροπής του Προγράμματος
[etsitop\[a\]otenet.gr](mailto:etsitop[a]otenet.gr)

«Οι Φυσικές Επιστήμες στο Προσκήνιο – Ευρώπη» (Science on Stage – Europe) είναι μία επιστημονική ένωση μη κερδοσκοπική, με έδρα το Βερολίνο, Γερμανία, η οποία ιδρύθηκε τον Νοέμβριο του 2011 από τους 25 συντονιστές των εθνικών επιτροπών των ευρωπαϊκών προγραμμάτων «Η Φυσική στο Προσκήνιο» (*Physics on Stage*) και «Οι Φυσικές Επιστήμες στο Προσκήνιο» (*Science on Stage*). Ιδρυτικό μέλος της επιστημονικής ένωσης Science on Stage – Europe για την Ελλάδα ήταν η κα. Ευγενία Τσιτοπούλου – Χριστοδουλίδη, φυσικός. Η Ελλάδα είναι μέλος όλων αυτών των προγραμμάτων από το 2000 έως σήμερα.

Το Ευρωπαϊκό πρόγραμμα «Η Φυσική στο Προσκήνιο» (*Physics on Stage*) άρχισε τον Μάρτιο 2000 από τις Ομάδες Εκκλαίκευσης του CERN (Ευρωπαϊκό Εργαστήριο Φυσικής Σωματιδίων), της ESA (Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Διαστήματος) και του ESO (Ευρωπαϊκό Νότιο Αστεροσκοπείο). Οι εκδηλώσεις του προγράμματος εντάσσονταν στο πλαίσιο της «European Science and Technology Week 2000» και είχαν χρηματοδότηση από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Το πρόγραμμα «Η Φυσική στο Προσκήνιο» (*Physics on Stage*) απευθυνόταν μόνο σε φυσικούς.

Το πρόγραμμα συνεχίστηκε ως «Η Φυσική στο Προσκήνιο 2» (*Physics on Stage 2*) και το δεύτερο Ευρωπαϊκό Φεστιβάλ Διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών το 2002 οργανώνεται και χρηματοδοτείται από την ESA με την υποστήριξη του CERN, του ESO, της ESRF (Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Ακτινοβολίας Σύγχροτρο), του EMBL (Ευρωπαϊκό Εργαστήριο Μοριακής Βιολογίας), του EFDA-JET (Ευρωπαϊκό Σύμφωνο Ανάπτυξης της Σύντηξης) και του ILL (Ινστιτούτο Laue-Langevin).

Οι ερευνητικοί οργανισμοί CERN, ESA, ESRF, EMBL, EFDA-JET, ESO και ILL συγκροτούν το EIROforum, το οποίο, με χρηματοδότηση από την Ευρωπαϊκή Ένωση, οργάνωσε το πρόγραμμα «Η Φυσική στο Προσκήνιο 3» (*Physics on Stage 3*) και το τρίτο Ευρωπαϊκό Φεστιβάλ Διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών το 2003. Τα προγράμματα «Η Φυσική στο Προσκήνιο 2» (*Physics on Stage 2*) και «Η Φυσική στο Προσκήνιο 3» (*Physics on Stage 3*) απευθύνονταν μόνο σε φυσικούς.

Το 2004 το πρόγραμμα «Η Φυσική στο Προσκήνιο» (*Physics on Stage*) γίνεται «Οι Φυσικές Επιστήμες στο Προσκήνιο» (*Science on Stage*) και απευθύνεται σε όλους τους εκπαιδευτικούς των Φυσικών Επιστημών. Οργανώνονται άλλα δύο Ευρωπαϊκά Φεστιβάλ Διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών το 2005 στο CERN και το 2007 στα ESRF/ILL. Το 2008 η χρηματοδότηση από την Ευρωπαϊκή Ένωση τελειώνει. Η Γερμανική Συντονιστική Επιτροπή (*Science on Stage Germany*) οργανώνει ένα μεγάλο φεστιβάλ στο Βερολίνο το 2008 με χρηματοδότηση από την Ομοσπονδία think ING. (*Federation of German Employers' Associations in the Metal and Electrical Engineering Industries*). Η επιτυχία του φεστιβάλ ήταν μεγάλη και οι συντονιστές των Εθνικών Επιτροπών αποφάσισαν να αναδιοργανώσουν το πρόγραμμα Science on Stage Europe με εναλλακτική χρηματοδότηση, αλλά διατηρώντας

την ίδια δομή και κεντρικό σύνθημα: «Από τους εκπαιδευτικούς (των σχολείων) για τους εκπαιδευτικούς (των σχολείων)». Από τότε έχουν γίνει άλλα πέντε φεστιβάλ: το 2011 στην Κοπεγχάγη (Δανία), το 2013 στο ŚLUBICE (Πολωνία) και Frankfurt (Oder) (Γερμανία), το 2015 στο Λονδίνο (Ηνωμένο Βασίλειο), το 2017 στο Debrecen (Ουγγαρία) και το 2019 στο Cascais (Πορτογαλία).

Οι σκοποί του προγράμματος είναι:

- Ενθάρρυνση και διευκόλυνση του διαλόγου μεταξύ μάχιμων εκπαιδευτικών, που εκπονούν πρωτοποριακά προγράμματα, για να τα γνωστοποιήσουν στο ευρύ κοινό ή στην ευρύτερη εκπαιδευτική κοινότητα
- Η ανταλλαγή μεταξύ μάχιμων εκπαιδευτικών επιτυχημένων μεθόδων και υλικού διδασκαλίας αναφορικά με τις Φυσικές Επιστήμες και την άμεση σύνδεση των Φυσικών Επιστημών με την καθημερινή μας ζωή.
- Συνεργασία ερευνητών και εκπαιδευτικών για εκλαΐκευση της επιστήμης και την ενημέρωση των πολιτών της Ευρώπης.
- Αύξηση του ενδιαφέροντος των νέων να σπουδάσουν Φυσικές Επιστήμες
- Μείωση του επιστημονικού αλφαριθμητισμού
- Δημιουργία ευκαιριών για διεθνείς επαφές

Το πρόγραμμα Science on Stage – Europe συντονίζεται σε κάθε χώρα από μια εθνική επιτροπή. Κατά τη διάρκεια του προγράμματος γίνονται διάφορες εκδηλώσεις και οι καλύτερες προτάσεις επιλέγονται για να συμμετάσχουν στο Ευρωπαϊκό Φεστιβάλ Διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών, το οποίο γίνεται κάθε δύο χρόνια σε διαφορετική χώρα και αποτελεί την κορυφαία εκδήλωση του προγράμματος. Από το 2000 έως σήμερα έχουν συμμετάσχει στις εκδηλώσεις του περίπου 100000 εκπαιδευτικοί από τις χώρες που συμμετέχουν στο πρόγραμμα.

Οι χώρες που συμμετέχουν στο πρόγραμμα «Οι Φυσικές Επιστήμες στο Προσκήνιο – Ευρώπη» είναι: Αλβανία, Αυστρία, Βέλγιο, Βουλγαρία, Γαλλία, Γερμανία, Γεωργία, Δανία, Ελβετία, Ελλάδα, Ηνωμένο Βασίλειο, Ιρλανδία, Ισλανδία, Ισπανία, Ιταλία, Καζακστάν, Καναδάς, Κύπρος, Λετονία, Λιθουανία, Νορβηγία, Ολλανδία, Ουγγαρία, Ουκρανία, Πολωνία, Πορτογαλία, Ρουμανία, Σερβία, Σλοβακία, Σλοβενία, Σουηδία, Τουρκία, Τσεχία και η Φιλανδία.

Πανελλήνιοι Αγώνες Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών

Οι Πανελλήνιοι Αγώνες Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών αποτελούν την κύρια εκδήλωση του προγράμματος στην Ελλάδα και πραγματοποιούνται με πρωτοβουλία και ευθύνη της Ελληνικής Συντονιστικής Επιτροπής του προγράμματος «Οι Φυσικές Επιστήμες στο Προσκήνιο – Ευρώπη».

Έχουν πραγματοποιηθεί έντεκα Πανελλήνιοι Αγώνες έως σήμερα. Οι Αγώνες αυτοί κοινοποιούνται με έγγραφο της Διεύθυνσης Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης του Υπουργείου Παιδείας σε όλες τις σχολικές μονάδες Δευτεροβάθμιας και Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης της χώρας και δικαίωμα συμμετοχής έχουν όλοι οι εκπαιδευτικοί που διδάσκουν Φυσικές Επιστήμες στην Δευτεροβάθμια και Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση με ατομικές ή ομαδικές εργασίες ή/και εργασίες εκπαιδευτικών που πραγματοποιήθηκαν με συμμετοχή μαθητών Δευτεροβάθμιας ή/και Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης. Οι εργασίες πρέπει να αναφέρονται στο εκάστοτε θέμα του προγράμματος και μπορούν να είναι: κατασκευές, πειράματα, καινοτόμο εκπαιδευτικό υλικό σε μορφή έντυπη ή ηλεκτρονική (video, cd-rom,

λογισμικό), θεατρική παράσταση, προτάσεις για workshops (εργαστήρια) και on-stage activities (παρουσιάσεις).

Όλες οι προτεινόμενες εργασίες υπόκεινται σε κρίση. Η προεπιλογή και η τελική επιλογή γίνεται από επιτροπή μελών της Ελληνικής Συντονιστικής Επιτροπής του προγράμματος «Οι Φυσικές Επιστήμες στο Προσκήνιο – Ευρώπη».

Τα κριτήρια αξιολόγησης των εργασιών που υποβάλλονται στο πρόγραμμα, είναι τα κάτωθι:

- Η συμβολή της προτεινόμενης εργασίας ή του εκπαιδευτικού υλικού στην κατανόηση συνδυασμού βασικών εννοιών των Φυσικών Επιστημών στο πλαίσιο του εκάστοτε θέματος του προγράμματος.
- Ο βαθμός αλληλεπιδραστικότητας της εργασίας με τους μαθητές.
- Ο βαθμός πρωτοτυπίας της εργασίας.
- Η δυνατότητα αναπαραγωγής και διάχυσης στην εκπαιδευτική κοινότητα (εκπαιδευτικούς ή μαθητές)
- Η ποιότητα και η αισθητική της κατασκευής ή του εκπαιδευτικού υλικού.

Οι εκπαιδευτικοί που βραβεύονται στους Πανελλήνιους Αγώνες μετέχουν με τις εργασίες τους στο Ελληνικό περίπτερο και διαγωνίζονται στην κεντρική εκδήλωση του προγράμματος Science on Stage – Europe, μαζί με τις εργασίες των άλλων εκπαιδευτικών από τις τριάντα πέντε χώρες που μετέχουν στο πρόγραμμα.

Οι **Πρώτοι** Πανελλήνιοι Αγώνες Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικής, που ήταν και η πρώτη Science Fair στην Ελλάδα, έγιναν στις 29 και 30 Σεπτεμβρίου 2000, στο Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών. Παρουσιάστηκαν 72 εργασίες από 22 ομάδες, οι οποίες προέρχονταν από τις πόλεις: Αθήνα, Δράμα, Ζάκυνθος, Θεσσαλονίκη, Ιωάννινα, Καλαμάτα, Καστοριά, Κέρκυρα, Κεφαλονιά, Κομοτηνή, Πάτρα, Σπάρτη και Χανιά. Βραβεύτηκαν εννέα εκπαιδευτικοί, οι οποίοι συμμετείχαν στην κεντρική εκδήλωση του προγράμματος που έγινε στο CERN (Γενεύη) στις 4 έως 10 Νοεμβρίου 2000. Η εργασία «Μηχανικό ανάλογο της σκέδασης Rutherford με γωνιομετρική τράπεζα» (με εκπρόσωπο της ομάδας τον Ιωάννη Κοπανά) δωρήθηκε στο CERN και εκτίθεται στην μόνιμη έκθεσή του «Μικρόκοσμος».

Οι **Δεύτεροι** Πανελλήνιοι Αγώνες Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικής έγιναν στις 1 και 2 Μαρτίου 2002, στο Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών. Παρουσιάστηκαν 98 εργασίες από 36 ομάδες, οι οποίες προέρχονταν από τις πόλεις: Αθήνα, Αλεξάνδρεια Ημαθίας, Γαργαλιάνοι, Ελάτεια Φθιώτιδας, Θεσσαλονίκη, Ιωάννινα, Καλαμάτα, Κατερίνη, Κέρκυρα, Πάτρα, Πρέβεζα, Πρόσφυμα Αργολίδας, Πύργος, Σάμος, Χαλκίδα, Χανιά και Χίος. Βραβεύτηκαν οκτώ εκπαιδευτικοί, οι οποίοι συμμετείχαν στην κεντρική εκδήλωση του προγράμματος που έγινε στην ESA-ESTEC στο Noordwijk (Ολλανδία) στις 2 έως 6 Απριλίου 2002. Η εργασία «Γραμμικό ελαστικό μέσο για την μελέτη των κυμάτων», του Ηλία Καλογήρου (υπεύθυνο του Ε.Κ.Φ.Ε. Ηλείας) πήρε το 10ο βραβείο της Πανευρωπαϊκής διοργάνωσης.

Οι **Τρίτοι** Πανελλήνιοι Αγώνες Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικής με θέμα: «Φυσική και Ζωή», έγιναν στις 19 και 20 Σεπτεμβρίου 2003, στο Κεντρικό κτίριο του Πανεπιστημίου Αθηνών. Παρουσιάστηκαν 35 εργασίες από 20 ομάδες, οι οποίες προέρχονταν από τις πόλεις: Αθήνα, Γαργαλιάνοι, Θεσσαλονίκη, Καλαμάτα, Κέρκυρα, Μελέσες Νομού Ηρακλείου Κρήτης, Πρόσφυμα Αργολίδας και Πύργο. Βραβεύτηκαν οκτώ εκπαιδευτικοί, οι οποίοι συμμετείχαν στην κεντρική εκδήλωση του προγράμματος που έγινε στην ESA-ESTEC στο Noordwijk (Ολλανδία) στις 8 έως 15 Νοεμβρίου 2003. Στην Πανευρωπαϊκή διοργάνωση οι Έλληνες εκπαιδευτικοί πήραν τα εξής βραβεία:

- Ο φυσικός Ηλίας Καλογήρου, υπεύθυνος του Ε.Κ.Φ.Ε. Ηλείας, κέρδισε το μεγάλο βραβείο της διοργάνωσης (Πρώτο «Ευρωπαϊκό βραβείο Διδασκαλίας των Φυσικών

Επιστημών») για την πρωτότυπη κατασκευή του «Προσεγγίζοντας την Φυσιολογία του ανθρώπινου αυτιού».

- Ο φυσικός Διονύσιος Καρούνας, συνεργάτης του Ε.Κ.Φ.Ε. Μεσσηνίας, κέρδισε το δεύτερο από τα 7 βραβεία πρωτοποριακού εκπαιδευτικού υλικού για την δημιουργία του με πολυμέσα «Ο Αλέξανδρος ταξιδεύει και συλλογίζεται ...»
- Το Ελληνικό περίπτερο στην έκθεση των κατασκευών πήρε το τρίτο βραβείο για την συνολική του παρουσία στη διοργάνωση. Το βραβείο παρέλαβε, η εκπρόσωπος της Ελληνικής αποστολής, φυσικός Ευγενία Τσιτοπούλου – Χριστοδουλίδη, υπεύθυνη του Ε.Κ.Φ.Ε. Αιγάλεω και υπεύθυνη της Ελληνικής Συντονιστικής Επιτροπής του προγράμματος.

Οι **Τέταρτοι** Πανελλήνιοι Αγώνες Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών με θέμα: «Οι Φυσικές Επιστήμες για την Ανθρωπότητα», έγιναν στις 30 Σεπτεμβρίου – 1 Οκτωβρίου 2005, στο Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών. Παρουσιάστηκαν 70 εργασίες από 22 ομάδες, οι οποίες προέρχονταν από τις πόλεις: Αθήνα, Γαργαλιάνοι, Ηράκλειο, Θεσσαλονίκη, Καλαμάτα, Κέρκυρα, Λαμία, Πύργος, Ρέθυμνο και Σάμο. Βραβεύτηκαν επτά εκπαιδευτικοί, οι οποίοι συμμετείχαν στην κεντρική εκδήλωση του προγράμματος που έγινε στο CERN (Γενεύη) στις 21 έως 25 Νοεμβρίου 2005. Η εργασία «Δίκλωνη έλικα του DNA» (με εκπρόσωπο της ομάδας την Ευανθία Παπανικολάου) κέρδισε το ένα από τα 7 βραβεία πρωτοποριακού εκπαιδευτικού υλικού.

Οι **Πέμπτοι** Πανελλήνιοι Αγώνες Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών έγιναν στις 10 και 11 Νοεμβρίου 2006, στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Παρουσιάστηκαν 40 εργασίες από 26 ομάδες, οι οποίες προέρχονταν από τις πόλεις: Αθήνα, Δράμα, Ηράκλειο, Θεσσαλονίκη, Καλαμάτα, Κέρκυρα, Κιλκίς, Πύργος, Ρέθυμνο και Τρίκαλα. Βραβεύτηκαν οκτώ εκπαιδευτικοί, οι οποίοι συμμετείχαν στην κεντρική εκδήλωση του προγράμματος που έγινε στο ESRF (Γκρενόμπλ) στις 2 έως 6 Απριλίου 2007.

Οι **Έκτοι** Πανελλήνιοι Αγώνες Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών με θέμα: «Αιχμαλωτίζοντας την Καρδιά και το Νου μέσω της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών», έγιναν στις 15 και 16 Οκτωβρίου 2010, στο Ε.Κ.Φ.Ε. Αιγάλεω. Παρουσιάστηκαν 110 εργασίες από 41 ομάδες, οι οποίες προέρχονταν από τις πόλεις: Αγιάσος Λέσβου, Αθήνα, Άντισσα Λέσβου, Βόλος, Θεσσαλονίκη, Καλαμάτα, Καρδίτσα, Γουμένισσα Κιλκίς, Λαμία, Πύργος, Ρέθυμνο, Σαλαμίνα, Σάμος, Σιμόπουλο Αμαλιάδας, Σπάρτη και Φιλιατρά. Βραβεύτηκαν οκτώ εκπαιδευτικοί, οι οποίοι συμμετείχαν στην κεντρική εκδήλωση του προγράμματος που έγινε στη Κοπεγχάγη (Δανία) στις 16 έως 19 Απριλίου 2011. Η εργασία με θέμα: «Από το ουράνιο τόξο στη χημεία των χρωμάτων», του Ηλία Καλογήρου, κέρδισε το ένα από τα 3 βραβεία του Ευρωπαϊκού Φεστιβάλ.

Οι **Έβδομοι** Πανελλήνιοι Αγώνες Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών με θέμα: «Ξεπερνώντας τα σύνορα στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών», έγιναν στις 12 και 13 Οκτωβρίου 2012, στο Ε.Κ.Φ.Ε. Αιγάλεω. Παρουσιάστηκαν 130 εργασίες από 45 ομάδες, οι οποίες προέρχονταν από τις πόλεις: Αγιάσος Λέσβου, Αθήνα, Ανδρούσα Μεσσηνίας, Βόλος, Ηράκλειο Κρήτης, Θεσσαλονίκη, Ίναχος Αργολίδας, Ιωάννινα, Ιωλκός Μαγνησίας, Καλαμάτα, Καρδίτσα, Κόρινθος, Κως, Λέρος, Λιβαδειά, Πειραιάς, Σαλαμίνα, Φιλιατρά και Χίος. Βραβεύτηκαν οκτώ εκπαιδευτικοί, οι οποίοι συμμετείχαν στην κεντρική εκδήλωση του προγράμματος που έγινε στο SŁUBICE (Πολωνία) – Frankfurt (Oder) (Γερμανία) στις 25 έως 28 Απριλίου 2013. Οι ομαδικές εργασίες: «Φωτεινές «ευλυγισίες»», με εκπρόσωπο της ομάδας τον Μαργαρίτη Αντώνιο και «Υπερβαρύτητα και αντιβαρύτητα: Επίδραση της βαρύτητας στο απλό εκκρεμές», με εκπρόσωπο της ομάδας τον Σκουλίδη Νικόλαο, επελέγησαν από την Διεθνή Επιτροπή του προγράμματος και παρουσιάστηκαν σε

συνεδρείες Master classes στο Ευρωπαϊκό φεστιβάλ. Οι εβδομοί Πανελλήνιοι Αγώνες Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών αναμεταδόθηκαν ζωντανά μέσω διαδικτύου από το Πανελλήνιο Σχολικό Δίκτυο και το βίντεο της εκδήλωσης έχει αναρτηθεί στην διεύθυνση: <http://vod.sch.gr/video/view/1908> και <http://vod.sch.gr/video/view/1909>

Οι **Όγδοοι** Πανελλήνιοι Αγώνες Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών με θέμα: «Δια φωτίζοντας την εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών», έγιναν στις 7 και 8 Νοεμβρίου 2014, στο Ε.Κ.Φ.Ε. Αιγάλεω. Παρουσιάστηκαν 180 εργασίες από 52 ομάδες, οι οποίες προέρχονταν από τις πόλεις: Αθήνα, Αλεξάνδρεια Ημαθίας, Βαλτινός Τρικάλων, Γαργαλιάνοι, Ηγουμενίτσα, Ηράκλειο Κρήτης, Θερμή Λέσβου, Θεσσαλονίκη, Ιωάννινα, Ιωλκός Μαγνησίας, Καλαμάτα, Καρδίτσα, Κατερίνη, Κως, Λαμία, Λάρισα, Νέα Αλικαρνασσός Ηρακλείου Κρήτης, Πάτρα, Σαλαμίνα, Σέρρες, Τσικαλαριά Χανίων και Χανιά. Βραβεύτηκαν οκτώ εκπαιδευτικοί, οι οποίοι συμμετείχαν στην κεντρική εκδήλωση του προγράμματος που έγινε στο Queen Mary University στο Λονδίνο (Ηνωμένο Βασίλειο) στις 17 έως 20 Ιουνίου 2015. Στην Πανευρωπαϊκή διοργάνωση οι Έλληνες εκπαιδευτικοί πήραν τα εξής βραβεία:

- Η εργασία με θέμα: «Το οπτικό σύστημα του οφθαλμού», των Μαργαρίτη Αντωνίου και Μαράκη Γεωργίου κέρδισε το δεύτερο Ευρωπαϊκό Βραβείο Διδασκαλίας Φυσικών Επιστημών στην κατηγορία «Η Επιστήμη και ο Βιώσιμος Κόσμος μας» (*Science and Our Sustainable World*) που διαγωνίστηκε.
- Η ομαδική εργασία με θέμα: ««Oberpfaffenhofen, έχουμε πρόβλημα!» Μία διερευνητική μελέτη της εκπομπής, διάδοσης και λήψης ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων με μία συσκευή βίντεο (VCR) και μία αναλογική τηλεόραση», με εκπρόσωπο της ομάδας τον Θεόδωρο Πιερράτο, ως Presentation (σε ολομέλεια).
- Η ατομική εργασία με θέμα: «Καταγραφή τροχιών με φως. Σχήματα Lissajous, απλή αρμονική ταλάντωση και διακροτήματα. Τρεις εφαρμογές του φωσφορισμού στην μηχανική», του Παναγιώτη Λάζου, ως workshop.
- Η ομαδική εργασία με θέμα: «Μελέτη, Σχεδιασμός και Κατασκευή Τηλεχειριζόμενου Υποβρύχιου Οχήματος», με εκπρόσωπο της ομάδας τον Πέτρο Πούτο, ως μία από τις τέσσερις εργασίες που παρουσιάστηκαν με λεπτομέρεια στους Υπουργούς Παιδείας, στους Ευρωβουλευτές και στους πρεσβευτές των συμμετεχόντων χωρών που επισκέφτηκαν το φεστιβάλ κατά την διάρκεια του VIP tour.
- Για τις προσπάθειές της, από το 2000 έως σήμερα, να εμπνεύσει, να εμπνεύσει και να υλοποιήσει τους στόχους του προγράμματος στην Ελλάδα και στην Ευρώπη βραβεύτηκε η Τσιτοπούλου – Χριστοδουλίδη Ευγενία.

Οι **Ένατοι** Πανελλήνιοι Αγώνες Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών με θέμα: «Εφευρίσκοντας το μέλλον στην εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών», έγιναν στις 11 και 12 Νοεμβρίου 2016, στο Ε.Κ.Φ.Ε. Αιγάλεω. Παρουσιάστηκαν 32 εργασίες από 60 ομάδες, οι οποίες προέρχονταν από τις πόλεις: Αθήνα, Ηγουμενίτσα, Ηράκλειο Κρήτης, Θεσσαλονίκη, Ιεράπετρα, Ιωάννινα, Κατερίνη, Κέρκυρα, Κως, Λαμία, Ξυλόκαστρο, Πάτρα, Πειραιά, Σαλαμίνα και Τρίκαλα. Βραβεύτηκαν εννέα εκπαιδευτικοί, οι οποίοι συμμετείχαν στην κεντρική εκδήλωση του προγράμματος που έγινε στο Debrecen (Ουγγαρία) στις 29 Ιουνίου 2017 έως 2 Ιουλίου 2017. Στην Πανευρωπαϊκή διοργάνωση οι Έλληνες εκπαιδευτικοί πήραν τα εξής βραβεία:

- Η εργασία με θέμα: «Οπτικός Αξονικός Τομογράφος με LEGO – Αξονική Τομογραφία σε Gummy Bears» του Ορφανάκη Μιχάλη κέρδισε το Βραβείο στην κατηγορία «Οι Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στην εκπαίδευση

των Φυσικών Επιστημών» (*ICT in Science Education*) που διαγωνίστηκε. Ο συνολικός αριθμός των εργασιών που διαγωνίστηκαν σε αυτή την κατηγορία ήταν 29.

- Η εργασία με θέμα: «Κατασκευή Ρομποτικού Φωτοβολταϊκού Ανιχνευτή, (Tracker) με Μερική Προσομοίωση της Κίνησης της Γης», ομαδική εργασία με εκπρόσωπο τον Πούτο Πέτρο κέρδισε το Βραβείο του «Απαιτητικότερου και καινοτόμου πειράματος» (Demanding and innovation experiment) του φεστιβάλ από τις 233 συνολικά εργασίες που παρουσιάστηκαν.
- Επελέγησαν από την Διεθνή Επιτροπή του προγράμματος και παρουσιάστηκαν στα Highlights (σε ολομέλεια):
 - A. «Το Οπτικό Σύστημα του Ψαριού και η Υποβρύχια Οραση του Ανθρώπου», των Μαργαρίτη Αντωνίου και Μαράκη Γεωργίου (1^η ημέρα) και
 - B. «Οπτικός Αξονικός Τομογράφος με LEGO – Αξονική Τομογραφία σε Gummy Bears» του Ορφανάκη Μιχάλη (2^η ημέρα)

Οι Δέκατοι Πανελλήνιοι Αγώνες Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών με θέμα: «Δεξιότητες για το μέλλον», έγιναν στις 15 και 16 Φεβρουαρίου 2019, στο Ε.Κ.Φ.Ε. Αιγάλεω. Παρουσιάστηκαν 45 εργασίες από 28 ομάδες, οι οποίες προέρχονταν από τις πόλεις: Αθήνα, Αριδαία, Ηγουμενίτσα, Ηράκλειο Κρήτης, Θεσσαλονίκη, Ιεράπετρα, Ιωάννινα, Καλαμάτα, Κατερίνη, Σαλαμίνα, Σέρρες, Σούδα, Σπάρτη και Σφακιά. Βραβεύτηκαν επτά εκπαιδευτικοί, οι οποίοι συμμετείχαν στην κεντρική εκδήλωση του προγράμματος που έγινε στο Cascais (Πορτογαλία) στις 31 Οκτωβρίου 2019 έως 3 Νοεμβρίου 2019. Στην Πανευρωπαϊκή διοργάνωση οι Έλληνες εκπαιδευτικοί πήραν τα εξής βραβεία:

- Η εργασία με θέμα: «Οπτικές Λαβίδες. Το Βραβείο Νόμπελ Φυσικής 2018 στο σχολείο σας» του Ορφανάκη Μιχάλη και Μυλωνάκη Μίκη, με εκπρόσωπο τον Ορφανάκη Μιχάλη, κέρδισε το Βραβείο στην κατηγορία «Ψηφιακός Αλφαριθμητισμός και Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες» (*Digital Literacy and Science Education*) που διαγωνίστηκε. Ο συνολικός αριθμός των εργασιών που διαγωνίστηκαν σε αυτή την κατηγορία ήταν 41.
- Επελέγησαν από την Διεθνή Επιτροπή του προγράμματος και παρουσιάστηκαν στα Highlights (σε ολομέλεια):
 1. «Από τη Γη στονΆρη», του Πούτου Πέτρου (1^η ημέρα) και
 2. «Γυροσκόπιο ελεγχόμενης ροπής», του Τσουτσουδάκη Αστρινού (2^η ημέρα).
- Η εργασία «Από τη Γη στονΆρη», του Πούτου Πέτρου, παρουσιάστηκε σε ζωντανή μετάδοση σε τάξεις μαθητών της Ουκρανίας και της Γαλλίας.
- Όλες οι εργασίες των Ελλήνων εκπαιδευτικών προσκλήθηκαν να παρουσιαστούν σε εκπαιδευτικούς άλλων χωρών

Ο Πρόεδρος της Ελληνικής Δημοκρατίας κ. Προκόπιος Παυλόπουλος προσκάλεσε, συνομίλησε και συνεχάρη τα μέλη της ελληνικής αποστολής στο 11ο Πανευρωπαϊκό Φεστιβάλ «Science on Stage» στις 7 Δεκεμβρίου 2019 στο Προεδρικό Μέγαρο (Εικόνα 1 και 2).



Πηγή φωτογραφίας: Science on Stage Greece

Εικόνα 1: Ο Πρόεδρος της Ελληνικής Δημοκρατίας κ. Προκόπιος Παυλόπουλος με τα μέλη της ελληνικής αποστολής



Πηγή φωτογραφίας: Science on Stage Greece

Εικόνα 2: Ο Πρόεδρος της Ελληνικής Δημοκρατίας κ. Προκόπιος Παυλόπουλος με την αρχηγό της ελληνικής αποστολής

Χθες και σήμερα (3 και 4 Σεπτεμβρίου 2021), διεξάγονται διαδικτυακά οι **Ενδέκατοι** Πανελλήνιοι Αγώνες Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών. Οι ενδέκατοι Πανελλήνιοι Αγώνες Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών έχουν κεντρικό θέμα: «Από Εκπαιδευτικούς Για Εκπαιδευτικούς». Παρουσιάστηκαν 20 εργασίες από 18 ομάδες, οι οποίες προέρχονταν από τις πόλεις: Αθήνα, Διακοπτό Αχαΐας, Ηγουμενίτσα, Ηράκλειο Κρήτης, Θεσσαλονίκη, Κέρκυρα, Κεφαλονιά, Σαλαμίνα και Χανιά. Θα βραβευθούν επτά εκπαιδευτικοί, οι οποίοι θα αποτελέσουν την Ελληνική αποστολή και θα συμμετάσχουν στην κεντρική εκδήλωση του προγράμματος που θα γίνει στην Πράγα (Τσεχία), στις 24 έως 27 Μαρτίου 2022.

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζεται συνοπτικά ο αριθμός των ομάδων και ο αριθμός των εργασιών οι οποίες συμμετείχαν στους ένδεκα Πανελληνίους Αγώνες Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών που πραγματοποιήθηκαν έως σήμερα.

Πανελλήνιοι Αγώνες Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών	Ομάδες συμμετεχόντων	Εργασίες που παρουσιάστηκαν
1οι 29 και 30 Σεπτεμβρίου 2000	22	72
2οι 1 και 2 Μαρτίου 2002	36	98
3οι 19 και 20 Σεπτεμβρίου 2003	20	35
4οι 30 Σεπτεμβρίου και 1 Οκτωβρίου 2005	22	70
5οι 10 και 11 Νοεμβρίου 2006	26	40
6οι 15-16 Οκτωβρίου 2010	41	110
7οι 12-13 Οκτωβρίου 2012	45	130
8οι 7- 8 Νοεμβρίου 2014	52	180
9οι 11- 12 Νοεμβρίου 2016	32	60
10οι 15- 16 Φεβρουαρίου 2019	45	28
11οι 3- 4 Σεπτεμβρίου 2021	18	20

Πίνακας 1

Εκθέσεις Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας

Οι Εκθέσεις Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας ήταν μία από τις δραστηριότητες του Εργαστηριακού Κέντρου Φυσικών Επιστημών (Ε.Κ.Φ.Ε.) Αιγάλεω και πραγματοποιούνται στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού προγράμματος «Οι Φυσικές Επιστήμες στο Προσκήνιο –

Ευρώπη» (*Science on Stage – Europe*). Δικαίωμα συμμετοχής έχουν όλοι οι μαθητές των Γυμνασίων, Ενιαίων Λυκείων και ΕΠΑ.Λ. της Γ΄ Διεύθυνσης Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Αθήνας. Οι Εκθέσεις δεν έχουν χαρακτήρα διαγωνισμού και δεν απονέμονται βραβεία. Οι μαθητές παρουσιάζουν τις κατασκευές και τα πειράματα που διδάχθηκαν στην σχολική τάξη σε άλλους μαθητές, σε εκπαιδευτικούς, σε γονείς και σε ευρύ κοινό. Τα πειράματα που παρουσιάζονται μπορούν να είναι πρωτότυπα ή και πειράματα από τους εργαστηριακούς οδηγούς, βιβλία πειραμάτων ή το διαδίκτυο. Ο κύριος στόχος των Εκθέσεων αυτών είναι η αύξηση του ενδιαφέροντος των μαθητών για τις Φυσικές Επιστήμες, η παρουσίαση των εργασιών των συμμετεχόντων εκπαιδευτικών μονάδων και η ευχαρίστηση των μαθητών από την ενασχόληση τους με τις Φυσικές Επιστήμες. Η επισκεψιμότητα των Εκθέσεων, το ενδιαφέρον της τοπικής εκπαιδευτικής κοινότητας (εκπαιδευτικών και μαθητών) και του τοπικού τύπου είναι μεγάλο (εικόνα 3).

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζεται συνοπτικά ο αριθμός των σχολείων και ο αριθμός των συμμετεχόντων μαθητών στις ένδεκα Εκθέσεις Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας που πραγματοποιήθηκαν έως σήμερα.

Εκθέσεις Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας	Αριθμός συμμετεχόντων σχολείων	Αριθμός συμμετεχόντων μαθητών
1 ^η 20 Ιουνίου 2003 – Εκθεσιακό Κέντρο Δήμου Περιστερίου	30	120
2 ^η 5 Μαΐου 2004 – Ε.Κ.Φ.Ε. Αιγάλεω	30	250
3 ^η 13 Μαΐου 2005 – Ε.Κ.Φ.Ε. Αιγάλεω	35	350
4 ^η 12 Μαΐου 2006 – Ε.Κ.Φ.Ε. Αιγάλεω	21	375
5 ^η 11 Μαΐου 2007 – Ε.Κ.Φ.Ε. Αιγάλεω	19	270
6 ^η 6 Μαΐου 2011 – Ε.Κ.Φ.Ε. Αιγάλεω	11	298
7 ^η 11 Μαΐου 2012 – Ε.Κ.Φ.Ε. Αιγάλεω	11	298
8 ^η 17 Απριλίου 2013 – Ε.Κ.Φ.Ε. Αιγάλεω	10	210
9 ^η 7 και 8 Νοεμβρίου 2014 – Ε.Κ.Φ.Ε. Αιγάλεω	8	130
10 ^η 11 και 12 Νοεμβρίου 2016 – Ε.Κ.Φ.Ε. Αιγάλεω	10	130
11 ^η 15 και 16 Φεβρουαρίου 2019 – Ε.Κ.Φ.Ε. Αιγάλεω	10	180

Πίνακας 2



Πηγή φωτογραφίας: Ε.Κ.Φ.Ε. Αιγάλεω

Εικόνα 3: 8^η Έκθεση Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας, 17 Απριλίου 2013, Ε.Κ.Φ.Ε. Αιγάλεω

Άλλες εκδηλώσεις

Δημιουργία ιστοσελίδας στο διαδίκτυο, παρουσιάσεις των δραστηριοτήτων του προγράμματος σε διεθνή και πανελλήνια συνέδρια και ημερίδες, δημοσιεύσεις εκλαϊκευτικών άρθρων σε διεθνή και ελληνικά επιστημονικά περιοδικά, καθώς και στον ημερήσιο τύπο, διαλέξεις σε μαθητές, φοιτητές, εκπαιδευτικούς και ευρύ κοινό, έκθεση βιβλίων εκλαΐκευσης της επιστήμης και έκδοση σχετικού καταλόγου, εκπαιδευτικές εκδρομές μαθητών σε Χελμό και Ισθμό Κορίνθου, παραγωγή CD με θέμα: «Όλα όσα θα θέλατε να γνωρίζετε για τα στοιχειώδη σωματίδια και δεν τολμούσατε να ρωτήσετε» και διανομή του σε όλα τα Ενιαία Λύκεια της χώρας, μεταγλώττιση και παραγωγή βιντεοταινιών του CERN και διανομή τους σε όλα τα ΕΚΦΕ της χώρας, Master classes στη Φυσική των Σωματιδίων για μαθητές και εκπαιδευτικούς, είναι μερικές από τις άλλες δραστηριότητες που έγιναν στα πλαίσια του προγράμματος. Αναφέρονται ενδεικτικά τρεις ακόμη δραστηριότητες.

Επιστημονική διημερίδα με θέμα: «Οι Φυσικές Επιστήμες στο Προσκήνιο – Ευρώπη» – με θέμα για το 2015: «Διαφωτίζοντας την εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών»

Το Εργαστηριακό Κέντρο Φυσικών Επιστημών (Ε.Κ.Φ.Ε.) Αιγάλεω οργάνωσε επιστημονική διημερίδα με θέμα: «Οι Φυσικές Επιστήμες στο Προσκήνιο – Ευρώπη» – με θέμα για το 2015: «Διαφωτίζοντας την εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών», στις 5 και 6 Οκτωβρίου 2013 στο αμφιθέατρο του 4ου Γενικού Λυκείου Αιγάλεω.

Στις 5 Οκτωβρίου 2013 παρουσιάστηκαν δύο Κυπριακές και όλες οι Ελληνικές εργασίες που συμμετείχαν στο Science on Stage European festival 2013. Επίσης, στα πλαίσια του

προγράμματος «Οι Φυσικές Επιστήμες στο Προσκήνιο – Ευρώπη», ανακοινώθηκε επίσημα η πρόσκληση υποβολής εργασιών για τους δους Πανελλήνιους Αγώνες Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών.

Στις 6 Οκτωβρίου 2013, παρουσιάστηκαν οι διαλέξεις: «Η ανακάλυψη του Μποζονίου Higgs στο CERN» από τον Καθηγητή Ευάγγελο Γαζή του Τομέα Φυσικής της Σχολής Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου και CERN-PH/ATLAS Collaboration, «Η Εκπαίδευση αντιμετωπίζοντας τις Προκλήσεις και Προοπτικές του 21^{ου} αιώνα» από τον Καθηγητή Μιχαήλ Σκούλλο, Διευθυντή του Εργαστηρίου Χημείας Περιβάλλοντος στο Τμήμα Χημείας του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών και Έδρα & Δίκτυο UNESCO για τη Διαχείριση και την Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη στη Μεσόγειο, «Ανοσοθεραπεία του καρκίνου: νεότερα δεδομένα και προοπτικές» από την Επίκουρη Καθηγήτρια Ανοσολογίας Ουρανία Τσιτσιλώνη του Τομέα Φυσιολογίας Ζώων και Ανθρώπου του Τμήματος Βιολογίας του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών και «Αριθμοί και συμπτώσεις» από τον Ομότιμο Καθηγητή Κώστα Χριστοδουλίδη του Τομέα Φυσικής της Σχολής Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Στην ημερίδα συμμετείχαν 150 εκπαιδευτικοί από όλη την Αττική, αλλά και από άλλες περιοχές της χώρας (Αμφισσα, Ηράκλειο Κρήτης, Ναύπλιο, Σπάρτη, κ.ά.). Αναμεταδόθηκε ζωντανά μέσω διαδικτύου από το Πανελλήνιο Σχολικό Δίκτυο και τα βίντεο με τις εργασίες της διημερίδας αναρτήθηκαν στις διευθύνσεις:

<http://vod.sch.gr/video/view/2092.html>, <http://vod.sch.gr/video/view/2101.html>,
<http://vod.sch.gr/video/view/2094.html>, <http://vod.sch.gr/video/view/2095.html>
<http://vod.sch.gr/video/view/2103.html>, <http://vod.sch.gr/video/view/2104.html>
<http://vod.sch.gr/video/view/2105.html>, <http://vod.sch.gr/video/view/2106.html>

Ως σχόλιο, θα κρατήσουμε κάποια από τα μηνύματα των συμμετεχόντων εκπαιδευτικών: «Ευχαριστούμε για τη διαρκή προσπάθεια βελτίωσης της ποιότητας εκπαίδευσης σε ένα πολύ δύσκολο χώρο και κάτω από άθλιες οικονομικές συνθήκες» και «Σας ευχαριστώ για την ευκαιρία που μας δίνεται να ερχόμαστε σε επαφή με άλλους συναδέλφους μέσα σε ένα περιβάλλον που έχει άρωμα φυσικής και εκπαίδευσης χωρίς την μιζέρια που έχει, συνήθως, η σύναξις εκπαιδευτικών».

Ζωντανές εξ αποστάσεως παρατηρήσεις του Αστεροσκοπίου Σκίνακα

Η εκδήλωση πραγματοποιήθηκε στις 12 Μαΐου 2005, στο ΕΚΦΕ Αιγάλεω, και άρχισε με ομιλία για το Σύμπαν και παρουσίαση του Αστεροσκοπίου Σκίνακα. Ακολούθησε ξενάγηση στο χώρο του Αστεροσκοπίου και εξηγήθηκε με την χρήση ειδικού Λογισμικού η οπτική λειτουργία του τηλεσκοπίου. Έγινε προβολή βιντεοκλίπ για τον έναστρο ουρανό, χρησιμοποιήθηκε εξ αποστάσεως και εξηγήθηκε η λειτουργία του συστήματος αυτόματης οδήγησης του τηλεσκοπίου και στη συνέχεια μέσω τηλεχειρισμού του τηλεσκοπίου των 1,3 μέτρων και των οργάνων αστρονομικών παρατηρήσεων του Αστεροσκοπίου Σκίνακα, σε συνδυασμό με τηλεδιάσκεψη με τους αστρονόμους του Αστεροσκοπίου, έγιναν παρατηρήσεις σπειροειδούς γαλαξία, πλανητικού νεφελώματος, σφαιρωτού σμήνους, του Δία, κ.ά. Έγινε λήψη φάσματος ενός αστέρα, εξηγήθηκε και μετρήθηκε ζωντανά η τυρβώδης κατάσταση της ατμόσφαιρας. Το ενδιαφέρον των συμμετεχόντων, που εκτιμάται ότι υπερέβαιναν τους 200, ήταν έντονο σε όλη τη διάρκειά της.

Η Τέχνη της Οινοποίησης

800 συμμετέχοντες, μεταξύ των οποίων 600 μαθητές, «πάτησαν» 1000 κιλά σταφύλια και παρασκεύασαν μούστο, γεύτηκαν τα μουςτοκούλουρα και την μουςταλευριά που έφτιαξαν μαθήτριες, δοκίμασαν το τσίπουρο που παρασκευάσαμε με απόσταξη, διασκέδασαν με το θεατρικό έργο για το κρασί που έγραψαν και παρουσίασαν μαθητές, άκουσαν απαγγελίες ποιημάτων σχετικά με το κρασί, χάρηκαν τα τραγούδια της χορωδίας, παρακολούθησαν διαλέξεις για την ιστορία της οινοποίησης και την τέχνη της παραγωγής καλού κρασιού, περιηγήθηκαν τα εκθέματα παλαιών αποστακτήρων και ειδών παραγωγής κρασιού. Η ολοήμερη αυτή εκδήλωση, πραγματοποιήθηκε στις 10 Οκτωβρίου 2005, στο ΕΚΦΕ Αιγιάλεω.

Συμπεράσματα

Τα τελευταία χρόνια η ζωή των πολιτών των Ευρωπαϊκών χωρών εξαρτάται ολοένα και περισσότερο από σύνθετα τεχνολογικά προϊόντα, όπως οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές, τα μέσα μεταφοράς και τηλεπικοινωνίας, κτλ. Θα περίμενε λοιπόν κανείς ένα διαρκώς αυξανόμενο ενδιαφέρον για θέματα που αποτελούν τον πυρήνα της κατανόησης των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας. Ωστόσο, από πλήθος ερευνών που διεξήχθησαν στο σύνολο των Ευρωπαϊκών χωρών, διαπιστώθηκε ένα εντυπωσιακά χαμηλό επίπεδο γενικών επιστημονικών γνώσεων συνοδευόμενο από ένα διαρκώς μειούμενο ενδιαφέρον σχετικά με τα ζητήματα αυτά.

Στο άμεσο μέλλον, η επιστήμη και η τεχνολογία, θα διαδραματίσουν έναν ακόμη μεγαλύτερο ρόλο στη διαμόρφωση της καθημερινής μας ζωής. Ο περισσότερος κόσμος θα αναγκαστεί να προχωρήσει σε επιλογές, για τις οποίες είναι απολύτως απαραίτητο κάποιο επίπεδο γνώσεων των βασικών αρχών των Φυσικών Επιστημών. Συνεπώς, είναι ζωτικής σημασίας ζήτημα να εξασφαλισθεί στους Ευρωπαίους πολίτες το ελάχιστο επίπεδο γενικών γνώσεων στις Φυσικές Επιστήμες.

Οι «Επιστημονικές Εκθέσεις» (Science Fair), στις οποίες ανήκουν οι Πανελλήνιοι Αγώνες Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών και οι Εκθέσεις Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας, καθώς και οι λοιπές εκδηλώσεις του προγράμματος, έχουν στόχο να ενημερώσουν εκπαιδευτικούς της Δευτεροβάθμιας και της Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης και ανθρώπους των Μέσων Μαζικής Επικοινωνίας σχετικά με τους νέους, καινοτόμους, τρόπους διάδοσης πληροφοριών και μεθόδους διδασκαλίας (ανεξαρτήτως αναλυτικών προγραμμάτων) αναφορικά με τις Φυσικές Επιστήμες και την άμεση σύνδεση των Φυσικών Επιστημών με την καθημερινή μας ζωή. Δίνουν την ευκαιρία σε πολλούς μάχιμους εκπαιδευτικούς, που εκπονούν πρωτοποριακά προγράμματα, να τα γνωστοποιήσουν στο ευρύ κοινό ή στην ευρύτερη εκπαιδευτική κοινότητα. Έχουν, επίσης, στόχο την αύξηση του ενδιαφέροντος των νέων να σπουδάσουν Φυσικές Επιστήμες, την μείωση του επιστημονικού αλφαριθμητισμού και τη δημιουργία ευκαιριών για διεθνείς επαφές.

Υπήρξε έντονο ενδιαφέρον και παρουσίαση όλων των εκδηλώσεων του προγράμματος από τον ημερήσιο και τοπικό τύπο, από την τηλεόραση, το ραδιόφωνο και τα περιοδικά, γεγονός που κρίνεται ως ιδιαίτερα θετικό.

Επίλογος

Τα αποτελέσματα της ατομικής αυτής προσπάθειας, μας οδηγούν να προτείνουμε την καθιέρωση ετήσιων Πανελληνίων Μαθητικών Αγώνων Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών με ευθύνη του Υπουργείου Παιδείας, κατά το πρότυπο των Πανελληνίων Μαθητικών Καλλιτεχνικών Αγώνων. Τα Εργαστηριακά Κέντρα Φυσικών Επιστημών (Ε.Κ.Φ.Ε.) έχουν την υποδομή και τις ικανότητες να καθοδηγήσουν και να συντονίσουν αυτού του είδους τις εκδηλώσεις. Τα κέρδη για την εργαστηριακή διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, την κατανόησή τους και την αύξηση του ενδιαφέροντος των μαθητών για τις Φυσικές Επιστήμες θα είναι πολλά.

Παραπομπές

Στις ιστοσελίδες: <http://etsito.mysch.gr/> , <http://www.science-on-stage.eu>
Facebook: [sonsgreece](https://www.facebook.com/sonsgreece)



Πηγή φωτογραφίας: Science on Stage Greece

***Science on Stage Festival 2022,
Prague, Czech Republic***

Ανακοίνωση βραβευθέντων εργασιών

*Ευγενία Τσιτοπούλου – Χριστοδουλίδη, φυσικός,
Συντονίστρια της Ελληνικής Επιτροπής του Προγράμματος
[etsitop\[a\]jotenet.gr](mailto:etsitop[a]jotenet.gr)*

Πριν ανακοινώσουμε τα βραβεία, θα ήθελα να συγχαρούμε όλους τους συμμετέχοντες εκπαιδευτικούς που η δουλειά τους μας εντυπωσίασε. Λυπούμαστε που δεν μπορούμε να δώσουμε βραβεία σε όλους. Λυπούμαστε που κάποιες εξαιρετικές εργασίες δεν θα βραβευθούν, γιατί οφείλουμε να ακολουθήσουμε την προκήρυξη των Αγώνων, που έλεγε ότι το 50% των βραβείων να δοθεί σε εκπαιδευτικούς που δεν είχαν βραβευθεί στις προηγούμενες διοργανώσεις του προγράμματος. Η Ελληνική Συντονιστική Επιτροπή αποφάσισε ομόφωνα να μειώσει κατά μία, τις θέσεις που αντιστοιχούν σε μέλη των Εθνικών Επιτροπών στη διεθνή διοργάνωση και να παραχωρήσει την θέση αυτή σε εκπαιδευτικό, απονέμοντας επτά βραβεία. Ελπίζουμε να συμφωνείτε όλοι με αυτή την αλλαγή.

Οι βραβευθέντες εκπαιδευτικοί και μαθητές είναι:

- 1. Χατζησάββας Γεώργιος**, φυσικός, Πρότυπο ΓΕ.Λ. Ηρακλείου Κρήτης και **Γιαννακουδάκη Καλλιόπη**, φυσικός, 1^ο Γυμνάσιο Ηρακλείου Κρήτης, με εκπρόσωπο τον **Χατζησάββα Γεώργιο**, για την εργασία τους με θέμα: ««Αψηφώντας» τη βαρύτητα;» (**1^ο βραβείο**).
- 2. Νούσης Βασίλειος**, φυσικός, Υπεύθυνος Ε.Κ.Φ.Ε. Θεσπρωτίας, για τις εργασίες του με θέματα: «Ένα απλό αλλά ευαίσθητο σεισμόμετρο» και «Πιάσε» τα μύονια (Catch the Muons). Τρία βραβεία Nobel για τα μύονια της κοσμικής ακτινοβολίας» (**2^ο βραβείο**).
- 3. Σαμαντά Αγγελική**, δασκάλα, 48^ο Δ.Σ Αθηνών και **Σαμαντά Ευαγγελία**, φυσικός, 3^ο Γυμνάσιο Λαγκαδά Θεσσαλονίκης & Λυκειακές τάξεις, με εκπρόσωπο την Σαμαντά Αγγελική, για την εργασία τους με θέμα: «Ο Φιλίας Φογκ στον 21^ο αιώνα» (**3^ο βραβείο**).
- 4. Κουράκης Νεκτάριος**, φυσικός, Γενικό Λύκειο Βάμου (οργανική θέση: ΕΠΑ.Λ. Κισάμου), για την εργασία του με θέμα: «SOLAR TRACKER AND SUN PATH FINDER» (**4^ο βραβείο**).
- 5. Πούτος Πέτρος** (ΠΕ84 και ΠΕ83), 1^ο ΕΠΑ.Λ. Σαλαμίνας - Ε.Κ. Σαλαμίνας, για την εργασία του με θέμα: «Ο ρομποτικός βραχίονας ως αντιπροσωπευτικό εργαλείο διδασκαλίας για STEM προσεγγίσεις» (**5^ο βραβείο**).
- 6. Βίλλιας Γεώργιος**, βιολόγος, Αναξαγόρειο Γενικό Λύκειο Νέας Ερυθραίας, για την εργασία του με θέμα: «Κάνε το όπως ... η Φάλαινα! Βιομημητικές προσεγγίσεις, STEM αναλύσεις, Αειφόρες λύσεις» (**6^ο βραβείο**).
- 7. Μπούλιαρη Γεωργία**, φυσικός, 2^ο Γ.Ε.Λ. Καλυβίων, για την εργασία με θέμα: «Σύστημα πρόβλεψης έναρξης πυρκαγιάς», και συμμετέχοντες μαθητές της Β΄ τάξης: Βασιλειάδη Βασιλείο-Δημήτριο, Κοκκίνη Ευάγγελο και Οσμάνι Κλέιντι (**7^ο βραβείο**).

Βραβεύτηκαν επίσης οι εκπαιδευτικοί:

1. Λάζος Παναγιώτης, φυσικός, Υπεύθυνος Ε.Κ.Φ.Ε. Ηλιούπολης και **Στασινάκης Παναγιώτης**, βιολόγος, Υπεύθυνος Ε.Κ.Φ.Ε. Αμπελοκήπων, με εκπρόσωπο τον **Λάζο Παναγιώτη**, για την εργασία τους με θέμα: « Η δυσχρωματοψία και η σαλάτα με τις «μαύρες» πράσινες πιπεριές και τις «μαύρες» κόκκινες ντομάτες», και συμμετέχοντες μαθητές: Δήμητρα Αναγνωστοπούλου, Δωροθέα Θεοδωροπούλου, Νικόλαο Μαρτινέγκο, Σαββίνα Πουρνάρα, Μαριαλένα Τοράκη, Ιωάννα Φατούρου, Ανδρέα Χανιώτη του 26^{ου} ΓΕ.Λ. Αθηνών – Μαράσλειο (**1^ο αναπληρωματικό μέλος της Ελληνικής αποστολής**).

2. Νούσης Βασίλειος, φυσικός, Υπεύθυνος Ε.Κ.Φ.Ε. Θεσπρωτίας και **Μουρούζης Πάνος**, φυσικός, Υπεύθυνος ΕΚΦΕ Κέρκυρας, με εκπρόσωπο τον **Νούση Βασίλειο**, για την εργασία τους με θέμα: «Ψηφιακή μέτρηση όγκου» (**2^ο αναπληρωματικό μέλος της Ελληνικής αποστολής**).

3. Παρισσοπούλου Ευαγγελία, χημικός, Εκπαιδευτήρια Φρυγανιώτη, για την εργασία με θέμα: «Μελέτη της φωτοσύνθεσης σε διάφορα φυτά και της επίδρασης του φωτός στην παραγωγή των αερίων και της γλυκόζης κατά την τέλεσή της» και συμμετέχοντες μαθητές του Ομίλου Χημείας των Εκπαιδευτηρίων Φρυγανιώτη (**3^ο αναπληρωματικό μέλος της Ελληνικής αποστολής**).

Στους «11^{ους} Πανελλήνιους Αγώνες Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών», η Ελληνική Συντονιστική Επιτροπή του ανωτέρω προγράμματος απένειμε **Επαίνους** σε όλους τους συμμετέχοντες για την προσπάθεια, την υλοποίηση της κατασκευής στις δύσκολες υγειονομικές συνθήκες που διερχόμαστε, καθώς και για τον ζήλο που επέδειξαν κατά την παρουσίαση της εργασίας τους (αλφαβητικά):

1. Καββαδίας Σπυρίδων, βιολόγος, 1ο Γενικό Λύκειο Αργοστολίου Κεφαλονιάς, για την εργασία με θέμα: « Η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση συναντά τα STE(A)M στο Φάρο των Αγίων Θεοδώρων στο Αργοστόλι» και συμμετέχοντες μαθητές της Γ΄ τάξης: Κωνσταντίνα Βασιλάτου, Αργυρώ Γερούλάνου, Ευανθία Καραγιάννη, Αναστάση Μουντάκη, Χρήστο Παπαδάτο, Άλκηστη Παπαδάτου, Μαρία Πολλάτου

2. Κουράκης Νεκτάριος, φυσικός, Γενικό Λύκειο Βάμου (οργανική θέση: ΕΠΑ.Λ. Κισάμου), για την εργασία του με θέμα: «Ρομπότ αυτοκινητάκι ως εργαστηριακό εργαλείο φυσικής (physics-stem-robot-fun)».

3. Λάζος Παναγιώτης, φυσικός, Υπεύθυνος Ε.Κ.Φ.Ε. Ηλιούπολης, για την εργασία του με θέμα: « Σταθεροποίηση ενός περιστρεφόμενου αντικειμένου χρησιμοποιώντας την αρχή διατήρησης της στροφορμής» και συμμετέχοντες μαθητές: Αναγνωστοπούλου Δήμητρα, Βλέσσα Ασπασία, Γιαμπανά Οδυσσέα, Γουέι Τζόσουα, Δουλογέρη Βίκυ, Πουρνάρα Σαββίνα, Θεοδωροπούλου Δωροθέα, Καλουτά Μαρίζα, Λεωνίδα Ευγενία, Μαρτινέγκο Νίκο, Νάμπα Αλέξανδρο, Νέλλα Σοφία, Τζιμογιάννη Σόνια, Τοράκη Μαριαλένα, Τσιτσάρα Μαρία, Χανιώτη Ανδρέα, Φατούρου Ιωάννα, του 26^{ου} ΓΕ.Λ. Αθηνών – Μαράσλειο.

4. Σιαμέτη Κωνσταντίνα, δασκάλα, συνεργάτης Ε.Κ.Φ.Ε. Αγίου, Δημοτικό Σχολείο Διακοπτού, για την εργασία με θέμα: «Μιόνια: Ανιχνεύοντας το αόρατο» και συμμετέχοντες μαθητές: Θεοδώρου Νικολέτα, Μπρέγκου Ορέστη, Ξυνού Γεώργιο, Παναγόπουλο Γεράσιμο, Παναγοπούλου Νεκταρία, Παπαλεξίου Θεοδώρα, Σπανό Παναγιώτη, Σπεράνσα Ειρήνη, Σταματοπούλου Χριστίνα, Στυλίδη Μαρία, Τύτο Νάντια, Φερεούτη Κωνσταντίνο, Χαιρόπουλο Αναστάσιο, Χαντζή Γεωργία, Χριστόπουλο Δημήτριο.

5. Σκαλτσάς Ηλίας, φυσικός, **Μπακοπούλου Βασιλική**, μαθηματικός, **Γαροφαλίδου Ελπίδα** (ΠΕ86), **Μπίκα Γεώργιο** (ΠΕ88), 5^ο Γυμνάσιο Αγ. Παρασκευής «Λέλα Καραγιάννη», με εκπρόσωπο τον **Σκαλτσά Ηλία**, για την εργασία τους με θέμα: «Ψηφιακές - δημιουργικές παρεμβάσεις στο σχολείο μας».

6. Σταματίου Μαριάννα (ΠΕ86/ΠΕ04.01), 6^ο ΓΕ.Λ. Νέας Σμύρνης, για την εργασία της με θέμα: «Σχεδιασμός Βιολογικής Βάσης Δεδομένων και Γλώσσα Ερωτοαποκρίσεων SQL».

7. Τσουτσουδάκης Αστρινός, φυσικός, Υπεύθυνος 1ου Ε.Κ.Φ.Ε. Ηρακλείου Κρήτης, και **Ηρώ Κολιάκου**, φυσικός, Anatolia American College, με εκπρόσωπο τον **Τσουτσουδάκη Αστρινό**, για την εργασία τους με θέμα: «Σύστημα μέτρησης πυκνότητας υγρών με τη χρήση αισθητήρα υπερήχων και δύναμης».

8. Χρονάκης Αντώνης, χημικός, Πρότυπο ΓΕ.Λ. Αγίων Αναργύρων και **Γεωργόπουλος Χρήστος**, φυσικός, Υπεύθυνος Ε.Κ.Φ.Ε. Αγίων Αναργύρων, με εκπρόσωπο τον **Χρονάκη Αντώνη**, για την εργασία τους με θέμα: «Παρακολουθήστε το ... ταξίδι της θερμότητας!!!».

Να συγχαρούμε τους βραβευθέντες και όλους τους συμμετέχοντες με τις εργασίες τους. Να σας ευχαριστήσουμε όλους για τη συμμετοχή σας στην παρούσα εκδήλωση και να ανανεώσουμε το ραντεβού μας για παρόμοιες εκδηλώσεις στο μέλλον. Σας ευχαριστούμε πολύ.

Εργασίες 11ων Πανελληνίων Αγώνων
Κατασκευών και Πειραμάτων
Φυσικών Επιστημών

(κενή σελίδα)

«Αψηφώντας» τη βαρύτητα;

Χατζησάββας Γεώργιος, Φυσικός, Πρότυπο Γενικό Λύκειο Ηρακλείου Κρήτης,
[xsavvas\[a\]sch.gr](mailto:xsavvas[a]sch.gr)

Γιαννακουδάκη Καλλιόπη, Φυσικός, 1^ο Γυμνάσιο Ηρακλείου Κρήτης,
[k.giannakoudaki\[a\]jedc.uoc.gr](mailto:k.giannakoudaki[a]jedc.uoc.gr)
1^ο Γυμνάσιο Ηρακλείου Κρήτης

(Πρώτο Ευρωπαϊκό Βραβείο Διδασκαλίας Φυσικών Επιστημών στην κατηγορία «Ψηφιακές Τεχνολογίες στην εκπαίδευση» και 1^ο Βραβείο 11^{ων} Πανελλήνιων Αγώνων Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών)

Περίληψη

Η παρούσα εργασία φιλοδοξεί μέσα από μία STEM προσέγγιση διδασκαλίας να εισάγει τους μαθητές μέσω της διερεύνησης στο φαινόμενο της στροβοσκοπίας. Η αρχή της στροβοσκοπίας χρησιμοποιείται στις μέρες μας σε μία πληθώρα εφαρμογών, όμως εδώ εφαρμόζεται από τους μαθητές σε ένα διαφορετικό πλαίσιο, στην μελέτη της ελεύθερης πτώσης μίας σταγόνας νερού. Για τον σκοπό αυτό κατασκευάζεται ένας θάλαμος αποτελούμενος από τρία αλληλεπιδρώντα συστήματα: ένα ηλεκτρονικό στροβοσκόπιο με LED, ένα υδραυλικό σύστημα υπεύθυνο για την κυκλοφορία του νερού μέσα στον θάλαμο και ένα σύστημα παραγωγής ήχου υπεύθυνο για την ελεγχόμενη ταλάντωση του σημείου εξόδου του νερού στον θάλαμο.

Διατηρώντας τη συχνότητα του ήχου σταθερή και μεταβάλλοντας τη συχνότητα λάμπσεων των LED παρατηρούμε τις σταγόνες του νερού να «αψηφούν» τον νόμο της βαρύτητας. Έτσι, όταν η συχνότητα λάμπσεων των LED γίνει ίση με τη συχνότητα του ήχου, οι σταγόνες φαίνονται ακίνητες, ενώ όταν η συχνότητα λάμπσεων των LED υπερβεί οριακά αυτή την τιμή οι σταγόνες του νερού φαίνεται να υπερνικούν τη βαρύτητα κινούμενες προς τα πάνω.

Πέρα από την κατασκευή με απλά υλικά καθημερινής χρήσης και την παρατήρηση αυτού του πολύ εντυπωσιακού φαινομένου, οι μαθητές προχωρούν και στην καταγραφή και επεξεργασία πειραματικών μετρήσεων για τη μελέτη της ελεύθερης πτώσης της σταγόνας. Χρησιμοποιώντας τις εξισώσεις της ελεύθερης πτώσης προσαρμοσμένες στα δεδομένα του προβλήματος, τελικά οι μαθητές υπολογίζουν με πολύ καλή ακρίβεια την επιτάχυνση της βαρύτητας.

Abstract

The present work intends to introduce students to the phenomenon of stroboscopy through an STEM teaching approach. The principle of stroboscopy is used nowadays in a variety of applications, but here it is applied in a different context, so as students to study the free fall of a water droplet. For this purpose, a chamber is constructed consisting of three interacting systems: an electronic stroboscope with LEDs, a hydraulic system responsible for the circulation of the water inside the chamber and a sound production system responsible for the controlled oscillation of the water outlet point in the chamber.

Keeping the frequency of sound constant and changing the frequency of flashes of LEDs, we observe that water droplets "defy" the law of gravity. Thus, when the flash frequency of the LEDs is equal to the frequency of the sound, the drops appear stationary, whereas when the flash frequency of the LEDs exceeds this value, the water droplets appear to exceed the gravity and move upwards.

In addition to the low-cost construction and observation of this very impressive phenomenon, students also take measurements so as to experimentally study the free fall of the droplet. Using the free fall equations adapted to the problem data, students finally calculate the acceleration of gravity with very good accuracy.

Εισαγωγή

Πολλές από τις ανθρώπινες εφευρέσεις είναι συνυφασμένες με την ανάγκη του ανθρώπου να «δει» πέρα από τις αισθήσεις του. Η ανάγκη του να επικοινωνήσει πέρα από τη δυνατότητα που του έδιναν η φωνή και η ακοή του οδήγησαν σε μία πληθώρα εφευρέσεων όπως το ραδιόφωνο, το τηλέφωνο κ.ά. Η ανάγκη του να δει πέρα από τα όρια που του επέτρεπε η όρασή του οδήγησε στην εφεύρεση του μικροσκοπίου και του τηλεσκοπίου. Όταν δε κατασκεύασε μηχανές, οι οποίες κινούνταν πολύ πιο γρήγορα από ότι το ανθρώπινο μάτι μπορούσε να ακολουθήσει, τότε εφηύρε το στροβοσκόπιο. Αν και οι περισσότεροι μαθητές γνωρίζουν το μικροσκόπιο και το τηλεσκόπιο, εντούτοις ελάχιστοι έχουν ακούσει για το στροβοσκόπιο ή πόσο μάλλον την αρχή λειτουργίας του. Η αρχή λειτουργίας του στροβοσκοπίου συναντάται στις μέρες μας σε μία πληθώρα εφαρμογών, όπως για παράδειγμα στη φωτογραφία, στην ιατρική ή στη βιομηχανία [1].

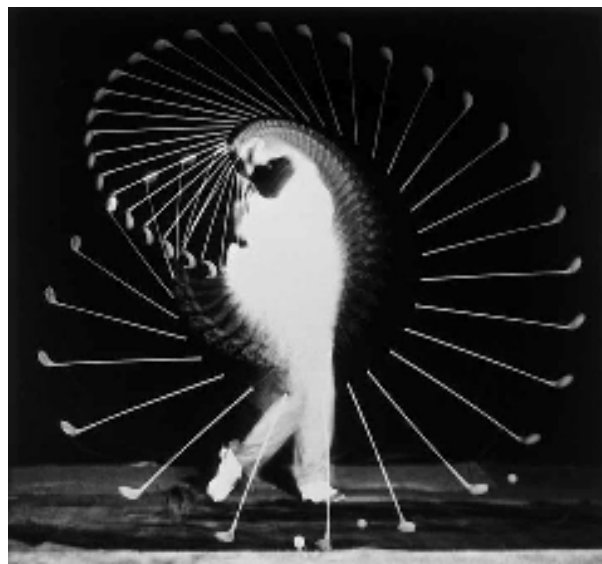
Στην παρούσα εργασία η βασική αρχή της στροβοσκοπίας εφαρμόζεται σε ένα διαφορετικό πλαίσιο, δηλαδή στην μελέτη της κίνησης ενός υγρού, δημιουργώντας εντυπωσιακές εικόνες οπτικής ψευδαίσθησης στους μαθητές. Σκοπός της εργασίας είναι αφενός οι μαθητές να κατασκευάσουν μία χαμηλού κόστους διάταξη χρησιμοποιώντας απλά υλικά καθημερινής χρήσης και εφαρμόζοντας τις βασικές αρχές της στροβοσκοπίας να μελετήσουν ένα καθημερινό φαινόμενο, όπως είναι η ελεύθερη πτώση μίας σταγόνας νερού. Μέσα από μία STEM προσέγγιση οι μαθητές συνδυάζοντας βασικές αρχές της Φυσικής (οπτική – ήχος – κινήσεις), με γνώσεις Τεχνολογίας (Arduino) και Μαθηματικών (εξισώσεις και στατιστική) και εξασκώντας την κατασκευαστική τους δεινότητα πέτυχαν τελικά να «ξεγελάσουν» τις αισθήσεις τους και να «δουν» πέρα από αυτές.

Θεωρητικό πλαίσιο

Το στροβοσκοπικό φαινόμενο είναι ένα οπτικό φαινόμενο, κατά το οποίο κινούμενα αντικείμενα φαίνονται τελείως ακίνητα ή φαίνονται να κινούνται σε διαφορετική κατεύθυνση από την πραγματική τους. Το στροβοσκόπιο (στρόμβος + σκοπώ) είναι ένα όργανο που χρησιμοποιείται προκειμένου να παρατηρηθεί η κίνηση ή η ταλάντωση πολύ γρήγορα κινούμενων ή ταλαντούμενων σωμάτων και η οποία δεν είναι δυνατόν να παρατηρηθεί με γυμνό μάτι [2].

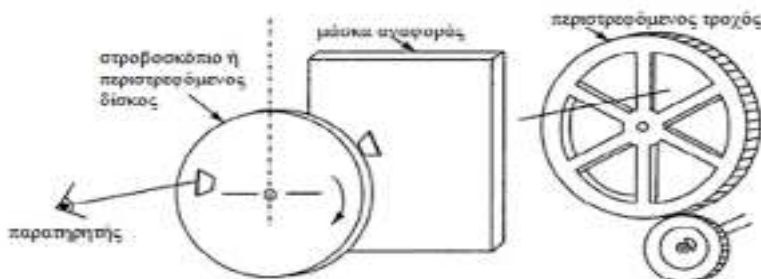
Η ανακάλυψη του στροβοσκοπίου αποδίδεται στον Βέλγο Joseph Plateau (1832), όταν χρησιμοποίησε ένα δίσκο με ακτινωτές σχισμές, τον οποίο περιέστρεφε ενώ κοιτούσε εικόνες σε ένα ξεχωριστό περιστρεφόμενο τροχό. Ο Plateau ονόμασε την συσκευή του φενακιστοσκόπιο (phenakistoscope). Επίσης, υπήρξε μία ταυτόχρονη και ανεξάρτητη εφεύρεση του στροβοσκοπίου από τον Αυστραλό Simon von Stampfer, ο οποίος το ονόμασε

στροβοσκόπιο και είναι η ονομασία που τελικά χρησιμοποιείται μέχρι και σήμερα. Αργότερα, το 1931 εφευρέθηκε το πρώτο ηλεκτρονικό στροβοσκόπιο από τον καθηγητή του MIT Harold Eugene Edgerton, όταν χρησιμοποίησε μία λάμπα, η οποία εξέπεμπε παλμούς φωτός, για να μελετήσει μηχανικά μέρη τα οποία βρίσκονταν σε κίνηση. Ο Edgerton αργότερα χρησιμοποίησε πολύ σύντομους παλμούς φωτός για την παραγωγή ακίνητων φωτογραφιών αντικειμένων τα οποία κινούνταν πολύ γρήγορα. Παρακάτω παρατίθεται η φωτογράφιση ενός αθλητή του γκολφ με στροβοσκοπικό φωτισμό (βλ. εικόνα 1).



Εικόνα 1: Golfer από τον Harold Eugene Edgerton (1937), MoMA.

Οι δύο γενικοί τύποι στροβοσκοπίων που συναντάμε είναι τα μηχανικά και τα ηλεκτρονικά. Το μηχανικό στροβοσκόπιο αποτελείται από έναν περιστρεφόμενο δίσκο, ο οποίος είναι προσκολλημένος σε ένα μοτέρ, η ταχύτητα του οποίου ποικίλει και μπορεί να μετρηθεί. Στην πιο απλή του μορφή (βλ. εικόνα 2), αποτελείται από έναν περιστρεφόμενο δίσκο με μία ή περισσότερες συμμετρικές οπές, από έναν περιστρεφόμενο τροχό, στον οποίο έχει γίνει κάποιο σημάδι ώστε να μπορούμε να το παρατηρήσουμε αργότερα, και από μία μάσκα αναφοράς.



Εικόνα 2: Το μηχανικό στροβοσκόπιο.

Ο περιστρεφόμενος δίσκος είναι τοποθετημένος μεταξύ του παρατηρητή και του περιστρεφόμενου τροχού. Η μάσκα αναφοράς τοποθετείται ανάμεσα στον περιστρεφόμενο δίσκο και στον περιστρεφόμενο τροχό έτσι ώστε να μπορεί να παρατηρηθεί μέσω της οπής του περιστρεφόμενου δίσκου. Η περιστροφική ταχύτητα του δίσκου προσαρμόζεται έτσι ώστε να συγχρονιστεί με την κίνηση του περιστρεφόμενου τροχού, κάνοντας το σημάδι που υπάρχει πάνω στον τροχό να φαίνεται ακίνητο, ενώ στην πραγματικότητα ο δίσκος κινείται. Όταν συμβαίνει αυτό, η ταχύτητα του τροχού, v_t , είναι ίση με την ταχύτητα του περιστρεφόμενου δίσκου, v_d , ή με κάποιο ακέραιο πολλαπλάσιο της ταχύτητας, και μπορεί να εκφραστεί με τον παρακάτω τύπο:

$$v_t = \frac{v_d \cdot n_0}{n_e}$$

όπου n_0 είναι ο αριθμός των οπών του δίσκου, και n_e είναι ο αριθμός των εικόνων, δηλαδή ο αριθμός των φορών που διακρίνεται η μάσκα αναφοράς όταν κοιτάμε μέσα από τις οπές του δίσκου όταν οι εικόνες αυτές φαίνεται να είναι ακίνητες.

Στο ηλεκτρονικό στροβοσκόπιο, ο διάτρητος δίσκος αντικαθίσταται από μία λάμπα, η οποία είναι ικανή να εκπέμπει σύντομους και γρήγορους παλμούς φωτός. Η συχνότητα των παλμών ελέγχεται από έναν ηλεκτρονικό ταλαντωτή συχνοτήτων. Οι παλμοί φωτός πέφτουν πάνω στο υπό εξέταση αντικείμενο και ο ρυθμός των παλμών προσαρμόζεται έτσι ώστε να είναι ίσος με την συχνότητα της κίνησης ή της ταλάντωσης του αντικειμένου που εξετάζεται. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται τελικά παρατήρηση του αντικειμένου σε πλήρη ακινησία. Εάν η συχνότητα των παλμών είναι μικρότερη από αυτήν του κινούμενου αντικειμένου, τότε το φως θα «ανάβει» μετά από μία πλήρη περιστροφή του αντικειμένου και κατά συνέπεια το αντικείμενο θα εμφανίζεται σε αργή κίνηση να κινείται προς τα εμπρός. Αντίθετα, εάν η συχνότητα των παλμών είναι μεγαλύτερη από την συχνότητα του κινούμενου αντικειμένου, τότε το φως θα «ανάβει» πριν το αντικείμενο ολοκληρώσει την περιστροφή του και ως αποτέλεσμα το αντικείμενο θα εμφανίζεται σε αργή κίνηση να κινείται προς τα πίσω.

Γενικά, η συχνότητα της αργής αυτής κίνησης θα ισούται με τη διαφορά $f_\phi - f_t$, όπου f_ϕ η συχνότητα φωτισμού και f_t η συχνότητα ταλάντωσης του αντικειμένου, με αρνητική συχνότητα να σημαίνει ότι κινείται προς την αντίθετη φορά. Αν η διαφορά είναι μηδέν τότε το αντικείμενο εμφανίζεται ως ακίνητο. Η περίπτωση ενός δίσκου, πάνω στον οποίο έχει χαραχτεί μία ακτίνα αναφοράς που περιστρέφεται γύρω από τον άξονα συμμετρίας του με γωνιακή ταχύτητα ω , είναι πιο απλή στην ανάλυση που ακολουθεί και είναι απόλυτα ισοδύναμη με την περίπτωση ταλάντωσης με χρονική εξάρτηση $\cos(\omega t)$ ή $\sin(\omega t)$.

Ξεκινώντας από την ακινησία κάτω από τον στροβοσκοπικό φωτισμό, για να φανεί ακίνητος ο δίσκος θα πρέπει η ακτίνα αναφοράς να εμφανίζεται ακριβώς στην ίδια γωνιακή θέση σε κάθε παλμό του στροβοσκοπικού φωτισμού, που σημαίνει να έχει στραφεί κατά ακέραιο πολλαπλάσιο του 2π στην περίοδο T_σ του στροβοσκοπικού φωτισμού. Τότε έχουμε ότι:

$$\omega \cdot T_\sigma = 2\pi \cdot n$$

όπου n ακέραιος. Ορίζοντας την γωνιακή συχνότητα, ω_σ , του στροβοσκοπικού φωτισμού ως $2\pi/T_\sigma$, προκύπτει η συνθήκη ακινησίας κατά τον στροβοσκοπικό φωτισμό:

$$\frac{\omega}{\omega_\sigma} = n$$

Αν όμως η ω_σ αποκλίνει λίγο από αυτή τη συνθήκη, τότε παρατηρείται αργή κίνηση κάτω από τον στροβοσκοπικό φωτισμό. Έστω ότι:

$$\frac{\omega}{\omega_\sigma} = n + \delta$$

όπου $|\delta| \ll 1$. Σε μία περίοδο T_σ του στροβοσκοπικού φωτισμού, η ακτίνα αναφοράς έχει γωνιακή μετατόπιση $2\pi\delta$. Αν το δ είναι θετικό η μετατόπιση είναι κατά την φορά του γεωμετρικού κύκλου, δηλαδή αντίθετη της φοράς του ρολογιού, και αν το δ είναι αρνητικό η κίνηση γίνεται σύμφωνα με την φορά του ρολογιού. Εφ' όσον γενικά ισχύει $\Delta\theta = \omega \cdot \Delta t$, η κίνηση κάτω από τον στροβοσκοπικό φωτισμό θα φαίνεται να έχει γωνιακή ταχύτητα:

$$\omega = \frac{2\pi\delta}{T_\sigma} = \omega_\sigma \cdot d$$

Συνδυάζοντας τις δύο τελευταίες εξισώσεις έχουμε:

$$\omega = \omega_\sigma - n \cdot \omega_\sigma$$

Αν $n > 1$ ο περιστρεφόμενος δίσκος φωτίζεται μία στιγμή σε μία περίοδο στις n , κάτι που μειώνει την φωτεινότητα της παρατηρούμενης εικόνας πράγμα μη επιθυμητό. Σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να είναι χρήσιμο να παρατηρούνται δύο (ή και περισσότερες) εικόνες σε κάθε περίοδο της κίνησης, δηλαδή δύο στιγμιότυπα με διαφορά φάσης 180° μεταξύ τους. Για περιστρεφόμενο δίσκο αυτό σημαίνει παρατήρηση της χαραγμένης ακτίνας αναφοράς σε δύο αντιδιαμετρικές θέσεις, οπότε η συνθήκη ακινησίας τότε γίνεται:

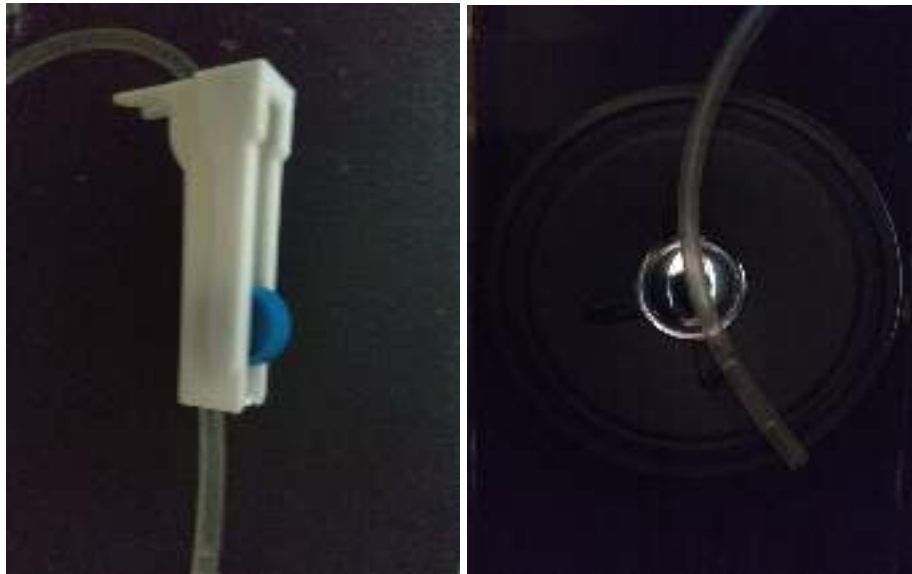
$$\frac{\omega}{\omega_\sigma} = \frac{1}{2}$$

Η Κατασκευή

Η κατασκευή αποτελείται από τρία συστατικά μέρη:

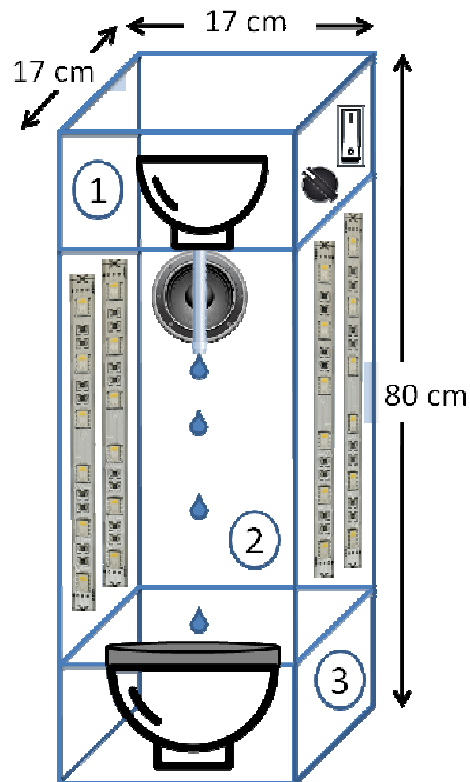
- (1) τη δεξαμενή εκροής του νερού,
- (2) τον θάλαμο φωτισμού και παρατήρησης του φαινομένου και
- (3) τη λεκάνη απορροής του νερού, όπως απεικονίζεται στο σχήμα 1.

Στο πάνω τμήμα της κατασκευής είναι τοποθετημένη η δεξαμενή του νερού, από όπου ξεκινάει η πορεία του νερού προς τα κάτω με τη χρήση λεπτού πλαστικού σωλήνα μικρής διαμέτρου. Η παροχή του νερού στον σωλήνα καθορίζεται από έναν ρυθμιστή ροής νερού. Η άκρη του σωλήνα καταλήγει μπροστά σε ένα μεγάφωνο/ηχείο, το οποίο λειτουργεί ως διεγέρτης συγκεκριμένης συχνότητας του σωλήνα (βλ. εικόνα 3).



Εικόνα 3: Ο ρυθμιστής ροής νερού (αριστερά) και η άκρη του σωλήνα πάνω στο μεγάφωνο (δεξιά).

Στο ενδιάμεσο τμήμα της κατασκευής, στα πλαϊνά τοιχώματα, είναι τοποθετημένος ο φωτισμός LED, ο οποίος δίνει στον παρατηρητή τη δυνατότητα να παρακολουθεί το φαινόμενο της κίνησης του νερού με διαφορετική συχνότητα φωτισμού.

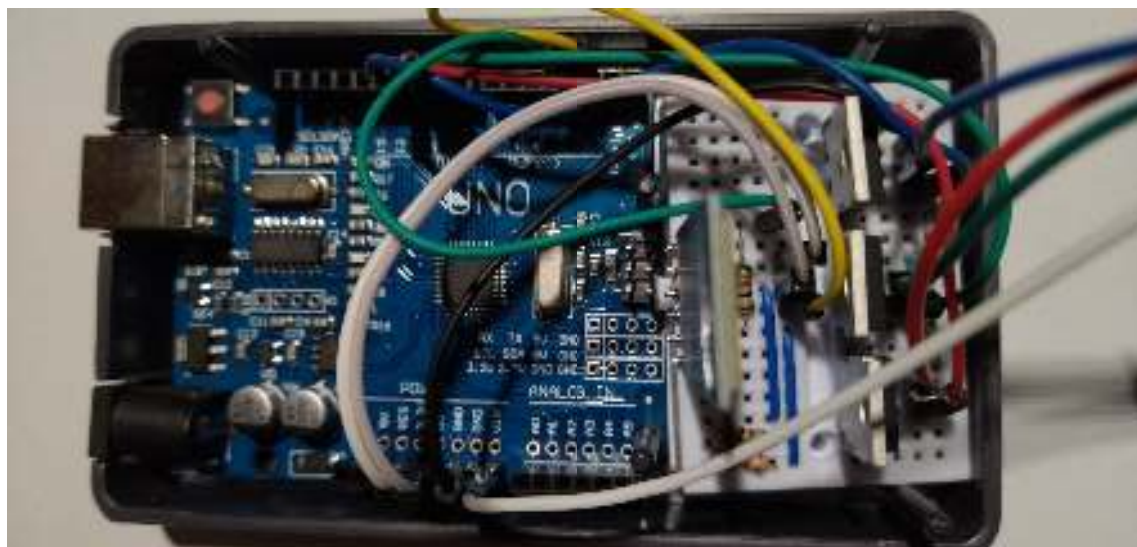
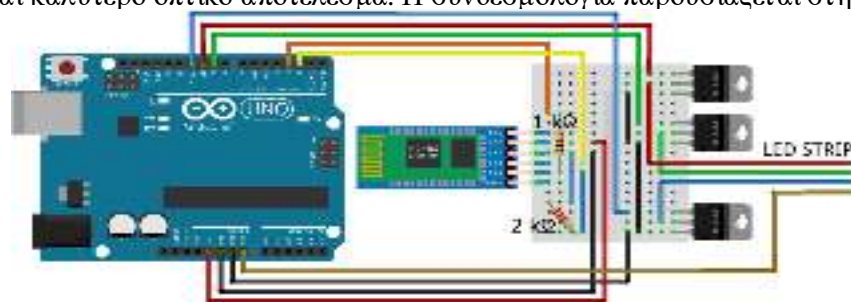


Σχήμα 1: Τα συστατικά μέρη της κατασκευής.

Τέλος, στο κάτω τμήμα της κατασκευής είναι τοποθετημένη η λεκάνη συγκέντρωσης του νερού, όπου υπάρχει η δυνατότητα επαναπροώθησης του νερού στο πάνω τμήμα της κατασκευής, προκειμένου να αναπληρώνει την ποσότητα του νερού που χρησιμοποιείται. Στη συγκεκριμένη διάταξη υπάρχουν τρία αλληλεπιδρώντα συστήματα, τα οποία συνεργάζονται προκειμένου να παράξουμε το φαινόμενο της «ακίνητης» σταγόνας: το στροβοσκοπικό, το υδραυλικό και αυτό της παραγωγής ήχου. Τα συστήματα αυτά παρουσιάζονται λεπτομερώς παρακάτω.

Το στροβοσκοπικό σύστημα

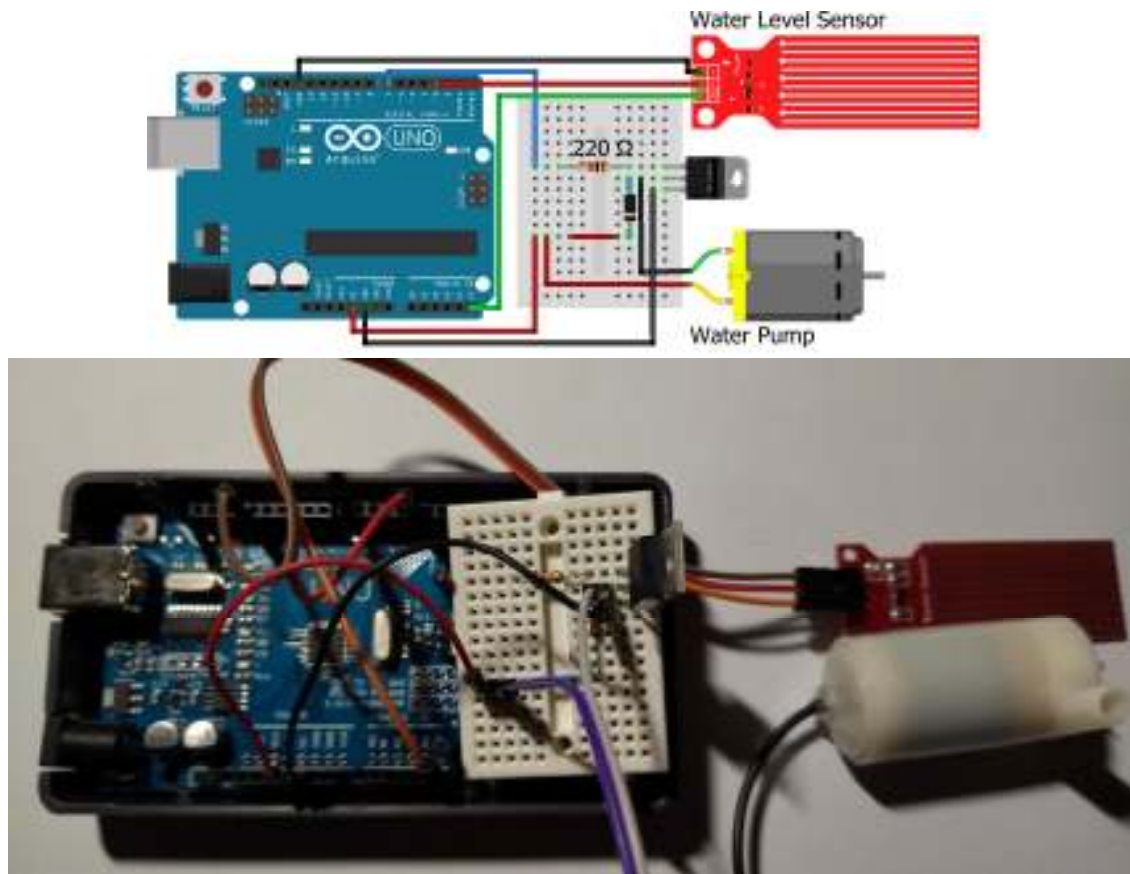
Για την δημιουργία σύντομων, επαναλαμβανόμενων λάμπσεων φωτός χρησιμοποιούνται 4 ταινίες LED, σε παράλληλη συνδεσμολογία. Η κάθε ταινία αποτελείται από 27 RGB LED, υψηλής φωτεινότητας (1000 lumens/m), των 12V. Η υψηλή φωτεινότητα επιλέχθηκε έτσι ώστε να μην είναι απαραίτητη η συσκότιση και το φαινόμενο να είναι ορατό σε οποιαδήποτε συνθήκη φωτισμού. Η συχνότητα του λάμπσεων καθορίζεται από έναν μικροελεγκτή Arduino UNO και ρυθμίζεται μέσω μιας εφαρμογής για συσκευή Android και επικοινωνεί με το Arduino μέσω bluetooth. Η εφαρμογή αυτή δίνει συγχρόνως τη δυνατότητα ρύθμισης του κύκλου λειτουργίας των LED (duty-cycle). Ο κύκλος λειτουργίας ρυθμίζεται στο 5% της περιόδου των επαναλαμβανόμενων λάμπσεων. Με τον τρόπο αυτό έχουμε σύντομες λάμπσεις των LED και καλύτερο οπτικό αποτέλεσμα. Η συνδεσμολογία παρουσιάζεται στην εικόνα 4.



Εικόνα 4: Σχηματική απεικόνιση του στροβοσκοπικού συστήματος (πάνω) και φωτογραφία (κάτω).

Το υδραυλικό σύστημα

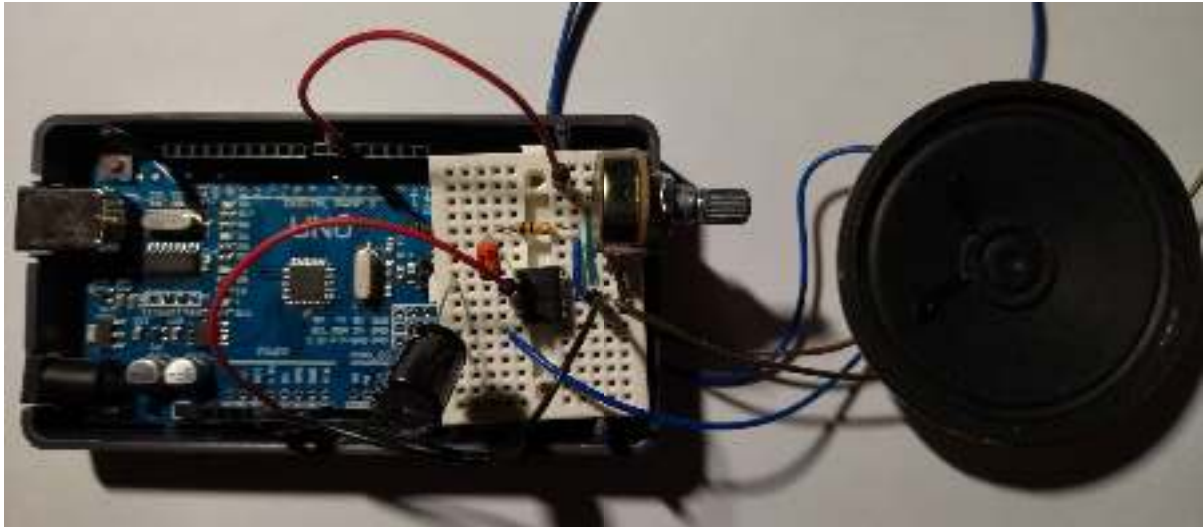
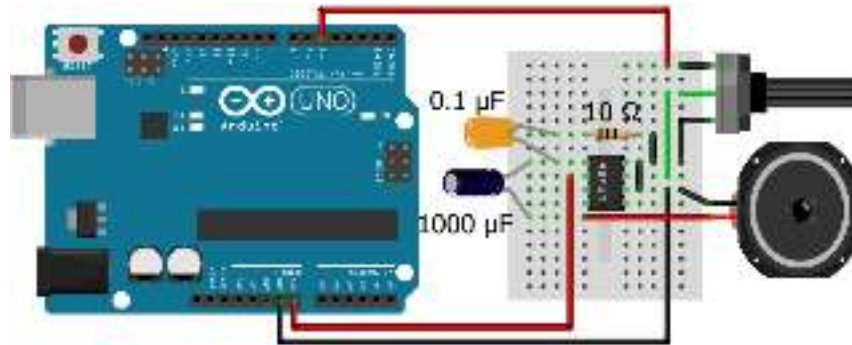
Το εν λόγω σύστημα είναι υπεύθυνο για τη ροή του νερού μέσα στον θάλαμο και αποτελείται από δύο δοχεία χωρητικότητας 1 λίτρου το καθένα (δεξαμενή νερού και λεκάνη απορροής), έναν πλαστικό σωλήνα διαμέτρου 4mm (όπως φαίνεται στην εικόνα 3) και έναν ρυθμιστή ροής νερού. Μία αντλία και ένας αισθητήρας στάθμης νερού παρέχουν τη δυνατότητα συνεχούς ροής από την κάτω δεξαμενή στην πάνω, όπως απεικονίζεται στην εικόνα 5.



Εικόνα 5: Σχηματική απεικόνιση του υδραυλικού συστήματος (πάνω) και φωτογραφία (κάτω).

Το σύστημα παραγωγής ήχου

Για τη δόνηση του σωλήνα του νερού χρησιμοποιείται ένα ηχείο προσκολλημένο στην άκρη του. Στη διάταξη χρησιμοποιείται ένα ηχείο 0,5W, ένα ηλεκτρικό κύκλωμα που λειτουργεί ως ενισχυτής [3] και ένας μικροελεγκτής Arduino UNO όπως φαίνεται στην εικόνα 6.

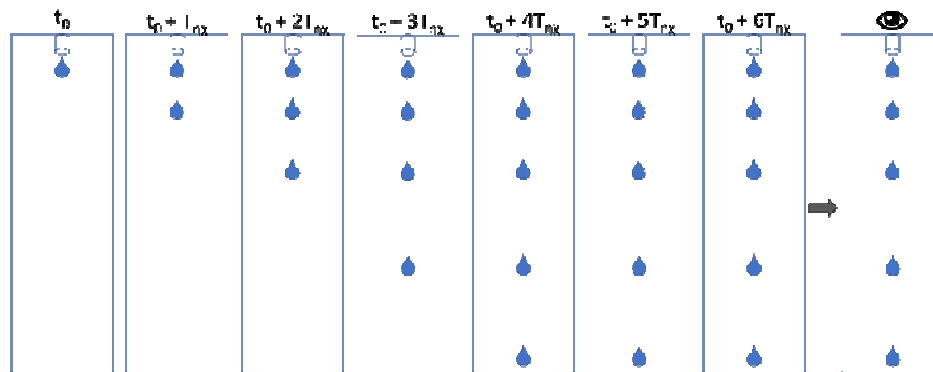


Εικόνα 6: Σχηματική απεικόνιση του συστήματος παραγωγής ήχου (πάνω) και φωτογραφία (κάτω).

Πείραμα

Αρχικά ρυθμίζουμε τη συχνότητα του παραγόμενου ήχου στα 50Hz. Στη συνέχεια ανοίγουμε την παροχή του νερού και τέλος μεταβάλλοντας τη συχνότητα λάμψεων των LED, παίρνουμε τα ακόλουθα στιγμιότυπα.

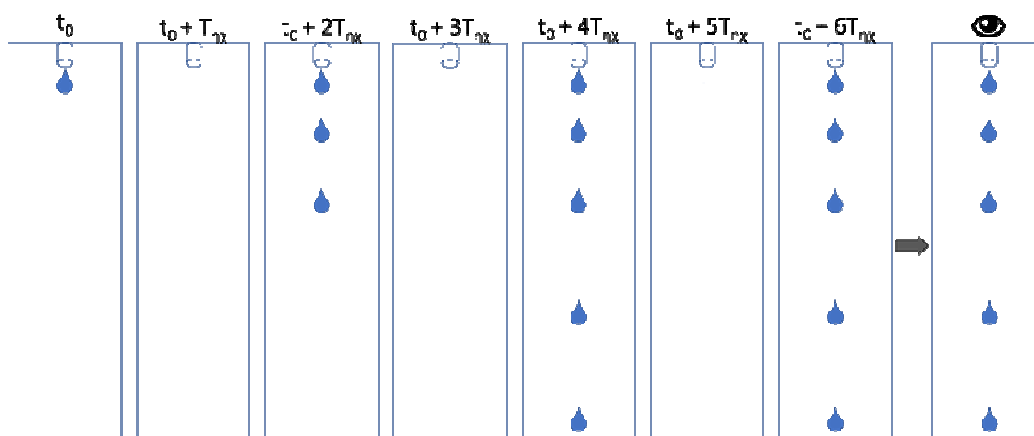
Όταν η συχνότητα των LED γίνεται ίση με τη συχνότητα του ηχείου ($f_{LED}=f_{\eta\chi\omicron\upsilon\upsilon}=50\text{Hz}$), τότε



Σχήμα 2: Η συχνότητα των λάμψεων LED είναι ίση με την συχνότητα του ήχου.

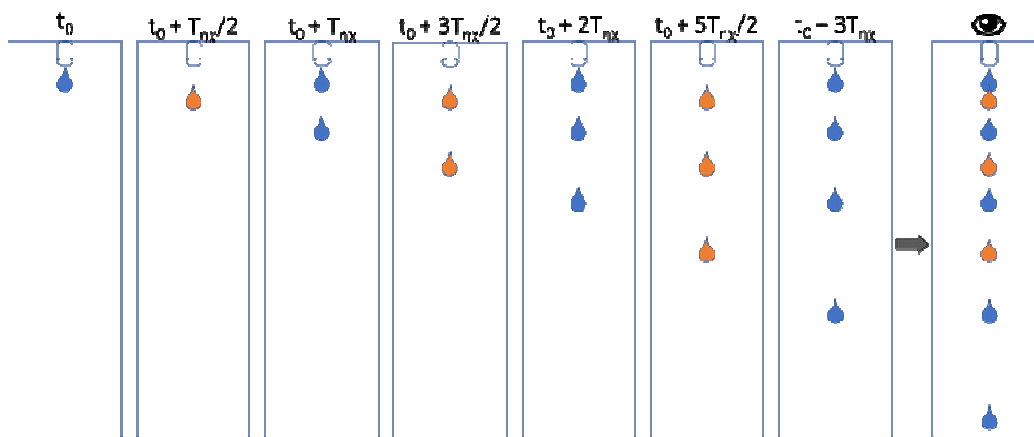
κάθε φορά που βγαίνει μία σταγόνα από τον σωλήνα, ανάβουν τα LED. Οπότε κάθε φορά που θα ανάβουν τα LED, θα παίρνουμε το ίδιο στιγμιότυπο και οι σταγόνες θα φαίνονται σαν ακίνητες. Στο σχήμα 2 απεικονίζονται τα διάφορα στιγμιότυπα, ενώ στην τελευταία στήλη του σχήματος τί αντιλαμβάνεται το ανθρώπινο μάτι.

Ενδεικτικά αναφέρονται ακόμη δύο παραδείγματα. Όταν η συχνότητα των LED γίνεται η μισή της συχνότητας του ήχου ($f_{LED}=1/2 \cdot f_{\eta\chi\omicron\upsilon}=25\text{Hz}$), τότε πάλι οι σταγόνες θα φαίνονται σαν ακίνητες, αλλά ενδιάμεσα θα παραλείπεται κάθε φορά ένα στιγμιότυπο σε σχέση με πριν (βλ. σχήμα 3).



Σχήμα 3: Η συχνότητα λάμπσεων των LED είναι η μισή της συχνότητας του ήχου.

Όταν η συχνότητα των LED γίνεται διπλάσια της συχνότητας του ήχου ($f_{LED}=2 \cdot f_{\eta\chi\omicron\upsilon}=100\text{Hz}$), τότε πάλι οι σταγόνες θα φαίνονται σαν ακίνητες, αλλά ενδιάμεσα θα βλέπουμε κάθε φορά άλλο ένα στιγμιότυπο όπου η σταγόνα θα έχει κατέβει λίγο πιο κάτω, δηλαδή θα βλέπουμε τις σταγόνες ακίνητες, αλλά πιο πυκνές (βλ. σχήμα 4).



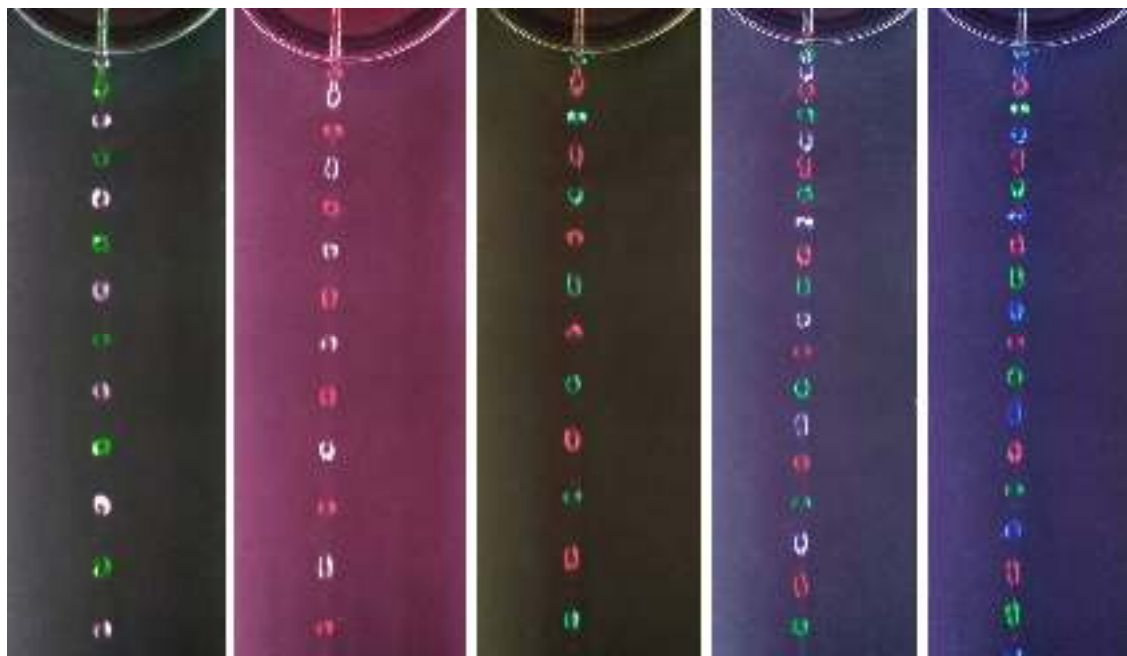
Σχήμα 4: Η συχνότητα λάμπσεων των LED είναι η διπλάσια της συχνότητας του ήχου.

Επομένως, όταν η συχνότητα λάμπσεων των LED γίνεται ίση με τη συχνότητα του ήχου, τότε οι σταγόνες φαίνονται ακίνητες. Όταν η συχνότητα λάμπσεων των LED είναι λίγο μικρότερη της συχνότητας του ήχου, τότε οι σταγόνες φαίνονται να κινούνται προς τα κάτω. Ενώ όταν η

συχνότητα λάμψεων των LED είναι λίγο μεγαλύτερη της συχνότητας του ήχου, τότε οι σταγόνες φαίνονται να κινούνται προς τα πάνω. Προκειμένου να γίνει περισσότερο αντιληπτό το φαινόμενο, παραπέμπουμε σε ένα βίντεο του πειράματος στον ακόλουθο σύνδεσμο:

https://drive.google.com/file/d/1Pf4JJ_0yXRLjIG0D0f5mCOXxcaQHdjRk/view?usp=sharing

Επιπροσθέτως, αλλάζοντας το χρώμα των RGB LED, μπορούμε να παρατηρήσουμε μέσα στον θάλαμο εντυπωσιακά φαινόμενα χρωματιστών σταγόνων νερού. Για παράδειγμα, όταν ο θάλαμος φωτίζεται με μπλε χρώμα, όλες οι σταγόνες του νερού φαίνονται μπλε, ενώ όταν τα LED εκπέμπουν δύο ή περισσότερα χρώματα με διαφορά φάσης, τότε προκύπτουν οι παρακάτω χρωματιστές ροές του νερού (εικόνα 7).



Εικόνα 7: Στιγμιότυπα του θαλάμου με διαφορετικούς φωτισμούς των LED.

Μετρήσεις

Για τη μελέτη της ελεύθερης πτώσης της σταγόνας επιλέγουμε $f_{LED} = f_{\eta\chi\omicron\upsilon} = 50\text{Hz}$, οπότε οι σταγόνες φαίνονται ακινητοποιημένες. Μετρώντας τις αποστάσεις μεταξύ των σταγόνων και γνωρίζοντας και τη συχνότητα εκροής των σταγόνων, μπορούμε να υπολογίσουμε την επιτάχυνση της βαρύτητας, ακολουθώντας τον παρακάτω συλλογισμό.

Ξεκινώντας από την εξίσωση της θέσης της σταγόνας στον άξονα των y , έχουμε ότι:

$$y = \frac{1}{2}gt^2 \quad (1)$$

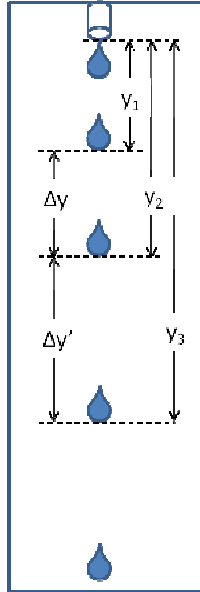
Με βάση το σχήμα 5 και εφαρμόζοντας την εξίσωση (1) για 3 διαδοχικές σταγόνες θα έχουμε:

$$y_1 = \frac{1}{2}gt_1^2 \quad (2)$$

$$y_2 = \frac{1}{2}gt_2^2 = \frac{1}{2}g(t_1 + T)^2 \quad (3)$$

$$y_3 = \frac{1}{2}gt_3^2 = \frac{1}{2}g(t_1 + 2T)^2 \quad (4)$$

όπου T η περίοδος του ηχείου και άρα και η περίοδος εκροής των σταγόνων.



Σχήμα 5: Αναπαράσταση των θέσεων των σταγόνων.

Αφαιρώντας κατά μέλη τις εξισώσεις (2) με την (3) και την (3) με την (4) έχουμε:

$$\Delta y = y_2 - y_1 = \frac{1}{2}g(t_1 + T)^2 - \frac{1}{2}gt_1^2 = \frac{1}{2}g2t_1T + \frac{1}{2}gT^2 \quad (5)$$

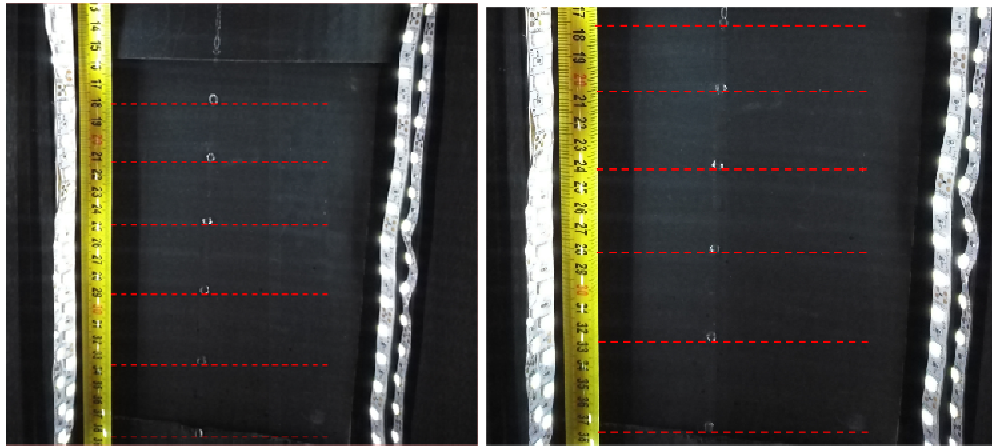
$$\Delta y' = y_3 - y_2 = \frac{1}{2}g(t_1 + 2T)^2 - \frac{1}{2}g(t_1 + T)^2 = \frac{1}{2}g2t_1T + \frac{1}{2}g3T^2 \quad (6)$$

και από τις εξισώσεις (5) και (6):

$$\Delta y' - \Delta y = \frac{1}{2}g2T^2 = gT^2 \quad (7)$$

Λύνοντας ως προς g έχουμε:

$$g = \frac{\Delta y' - \Delta y}{T^2} \quad (8)$$



Εικόνα 8: Δύο διαφορετικά στιγμιότυπα των «ακίνητων» σταγόνων ($f_{\text{ήχου}}=50\text{Hz}$).

Με βάση τις παραπάνω φωτογραφίες (βλ. εικόνα 8) μπορούν να μετρηθούν οι θέσεις της σταγόνας.

Στη συνέχεια καταγράφονται οι τιμές στον πίνακα 1 και υπολογίζεται η μέση τιμή της επιτάχυνσης της βαρύτητας.

y (cm)	Δy (cm)	g (m/s ²)
18.0	---	---
21.2	3.2	---
24.8	3.6	10.0
28.9	4.1	12.5
33.5	4.6	12.5
38.4	4.9	7.25
17.5	---	---
20.5	3.0	---
24.0	3.5	12.5
28.0	4.0	12.5
32.6	4.4	10.0
37.4	4.8	10.0

Πίνακας 1: Καταγραφή των πειραματικών μετρήσεων της θέσης των σταγόνων και υπολογισμός του g.

Όπου η μέση τιμή της επιτάχυνσης της βαρύτητας είναι:

$$g = 10.9 \text{ m/s}^2$$

Ενώ το ποσοστό σφάλματος είναι:

$$\sigma\% = \frac{|g_{\text{θεωρ}} - g_{\text{πειρ}}|}{g_{\text{θεωρ}}} 100\% = 11.1\%$$

όπου $g_{\text{θεωρ}} = 9.8 \text{ m/s}^2$.

Συζήτηση

Η εν λόγω εργασία αποτελεί μία μοναδική ευκαιρία για τους μαθητές να γνωρίσουν το στροβοσκοπικό φαινόμενο, εφαρμόζοντας βασικές αρχές της Φυσικής και στη συνέχεια να μελετήσουν αυτό το φαινόμενο σε ένα διαφορετικό πλαίσιο από ότι συναντάται συνήθως. Οι μαθητές κατασκευάζουν το δικό τους στροβοσκόπιο χρησιμοποιώντας απλά, οικονομικά υλικά καθημερινής χρήσης. Με τη χρήση του Arduino UNO μεταβάλλουν τη συχνότητα λάμπσεων των LED και καταφέρνουν να «αψηφήσουν» τη βαρύτητα είτε ακινητοποιώντας τις σταγόνες είτε κάνοντάς τες να κινούνται προς τα πάνω. Πέρα όμως από την παρατήρηση και την εξήγηση του φαινομένου, οι μαθητές προχωρούν και στη διεξαγωγή πειραματικών μετρήσεων και υπολογίζουν την επιτάχυνση της βαρύτητας, προσεγγίζοντας πολύ κοντά την πραγματική της τιμή.

Συγχρόνως όμως, η παρούσα εργασία αποτελεί ένα διδακτικό εργαλείο για όλους τους εκπαιδευτικούς, που θα ήθελαν να μελετήσουν το φαινόμενο της στροβοσκοπίας στην τάξη τους. Για τον λόγο αυτό, έχει δημιουργηθεί ένα ψηφιακό αποθετήριο, το οποίο εμπλουτίζεται συνεχώς και περιλαμβάνει βήμα προς βήμα όλες τις οδηγίες της κατασκευής, ενδεικτικά φύλλα εργασίας, εναλλακτικές προτάσεις υλοποίησης του πειράματος, φωτογραφίες και βίντεο. Μπορείτε να επισκεφθείτε το ψηφιακό αποθετήριο ακουθώντας τον παρακάτω σύνδεσμο: <https://sites.google.com/view/scienceonstage2022>

Επίσης, παραθέτουμε τα ακόλουθα βίντεο, όπου παρουσιάζεται αναλυτικότερα το φαινόμενο:

<https://drive.google.com/file/d/1WDEdNTIJXcB4fcvKOCp443ex385WKB3G/view?usp=sharing>

<https://drive.google.com/file/d/1d4DWQIMx3VHYaRutEPpvH65wD7LpJA2D/view?usp=sharing>

Τέλος, στο Παράρτημα της εργασίας παρουσιάζονται τα βήματα του διδακτικού μετασχηματισμού, έτσι όπως υλοποιήθηκαν από τους μαθητές.

Βιβλιογραφία

1. Frederick Van Veen: *'Handbook of Stroboscopy'* (GenRad Inc., Concord, Massachusetts, U.S.A., 1977).
2. Βλαχάκη Β. και Μηναδάκη Σ.: *'Ανάπτυξη οπτοηλεκτρονικών διατάξεων και εφαρμογή τους στην ανίχνευση των ταλαντώσεων των χορδών και των επιφανειών του αντηχείου εγχόρδων μουσικών οργάνων'*. Πτυχιακή εργασία, Τμήμα Μουσικής Τεχνολογίας και Ακουστικής, Τ.Ε.Ι. Κρήτης, 2012.
3. Farhan, Z. & Suhartomo, A.: *'Design and construct of water levitation module with Arduino Uno'*, Journal of Electrical and Electronics Engineering, 1(2), (2016), 52-55.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Οι φάσεις του προγράμματος

Φάσεις Διδασκαλίας	Στάδια διερεύνησης	Περιγραφή
Προσανατολισμός – Ανάδειξη ιδεών (1 ώρα)	Επιλογή ερευνητικού ερωτήματος Διατύπωση Προβλέψεων Προσδιορισμός Μεταβλητών	Οι μαθητές περιηγούνται διαδικτυακά στο μουσείο MoMA και παρατηρούν τη συλλογή φωτογραφιών του Harold Eugene Edgerton (εφευρέτη του ηλεκτρονικού στροβοσκοπίου). Εκφράζουν τις ιδέες τους σχετικά με την ιδιαιτερότητα και τον τρόπο λήψης αυτών των φωτογραφιών. Η συζήτηση γίνεται αρχικά σε μικρές ομάδες των 4-5 ατόμων και στη συνέχεια στην ολομέλεια της τάξης. Καταλήγουμε στο φαινόμενο που σκοπεύουμε να μελετήσουμε.
Εισαγωγή της νέας γνώσης (6-8 ώρες)	Σχεδιασμός Πειραματικής Διαδικασίας Έλεγχος Μεταβλητών Συλλογή δεδομένων Καταγραφή δεδομένων Ανάγνωση / Ερμηνεία δεδομένων Εξαγωγή συμπερασμάτων	Δίνεται το απαραίτητο θεωρητικό υπόβαθρο που πρέπει να γνωρίζουν οι μαθητές (1 ώρα). Οι μαθητές σχεδιάζουν την πειραματική διάταξη (1 ώρα). Προγραμματίζουν μέσω του Arduino UNO τη λειτουργία των LED και του μεγαφώνου. (1-2 ώρες). Συλλέγουν τα απαιτούμενα υλικά και προχωρούν στην κατασκευή της διάταξης (2-3 ώρες). Εκτελούν το πείραμα και επεξεργάζονται τις μετρήσεις (1 ώρα).
Εφαρμογή – Αναστοχασμός (1 ώρα)		Στην τελική φάση επεκτείνουν τις γνώσεις που αποκόμισαν σχετικά με το στροβοσκοπικό φαινόμενο και σε άλλες εφαρμογές του στην καθημερινή ζωή και προτείνουν πιθανές μελλοντικές εφαρμογές αυτής της διάταξης.

*Το copyright των φωτογραφιών και των σχημάτων ανήκει στους συγγραφείς.



Πηγή φωτογραφίας: Science on Stage Greece
Science on Stage Festival 2022, Prague, Czech Republic



Πηγή φωτογραφίας: Science on Stage Greece
Science on Stage Festival 2022, Prague, Czech Republic

Ένα απλό αλλά ευαίσθητο σεισμόμετρο

Νούσης Βασίλειος, Φυσικός, Υπεύθυνος Ε.Κ.Φ.Ε. Θεσπρωτίας
[ekfethesp\[a\]sch.gr](mailto:ekfethesp[a]sch.gr)

(2^ο Βραβείο 11^{ων} Πανελλήνιων Αγώνων Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών)

Περίληψη

Το συγκεκριμένο project, αφορά την κατασκευή ενός απλού αλλά αρκετά ευαίσθητου σεισμομέτρου ικανού να καταγράφει περιφερειακά (3,5R και άνω) και παγκόσμια (6R και άνω) σεισμικά δεδομένα. Το λογισμικό jAmaseis, που τρέχει σε ένα τροποποιημένο Android TV BOX, χρησιμοποιείται για τη λήψη και την εμφάνιση των σεισμικών δεδομένων, αφού ενισχυθούν και ψηφιοποιηθούν από ένα Arduino.

Abstract

This project is about the construction of a simple seismometer capable to record regional (3.5R and up) and global (6R and up) seismic data. The jAmaseis software, running on a modified Android TV BOX, is used to receive and display the seismic data, after being amplified and digitized by an Arduino.

Εισαγωγή

Στο συγκεκριμένο project, που αφορά την κατασκευή ενός απλού αλλά αρκετά ευαίσθητου σεισμομέτρου, τρεις ομάδες μαθητών μπορούν να συνεργαστούν αναλαμβάνοντας διαφορετικά τμήματα του project, ως εξής:

α. Θεωρητικό υπόβαθρο.

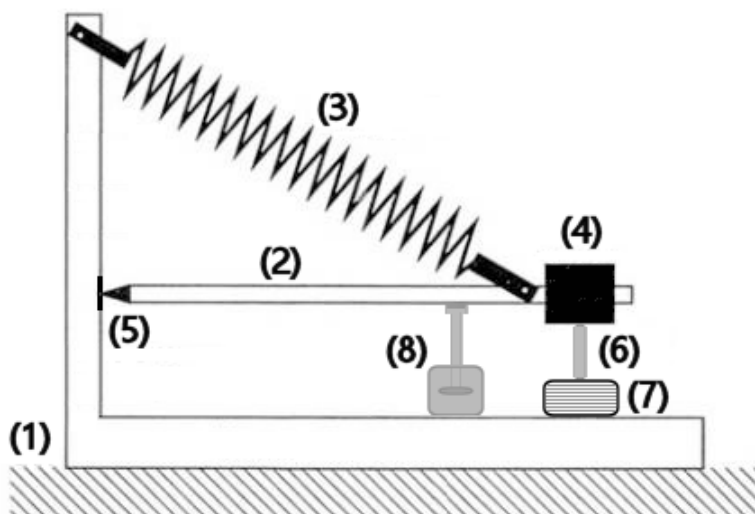
Η θεωρητική μελέτη κινείται σε δύο άξονες:

- I. Πως δημιουργείται ένας σεισμός; Τι είναι τα σεισμικά κύματα, ποια τα είδη τους, και πως -ανιχνεύοντας τους χρόνους άφιξης των πρωτευόντων και των δευτερευόντων κυμάτων- είμαστε σε θέση να προσδιορίσουμε την απόσταση του επικέντρου από το σειсмоγράφο μας.
- II. Αναφορά στα φυσικά φαινόμενα στα οποία στηρίζεται η λειτουργία του σεισμογράφου μας : ηλεκτρομαγνητική επαγωγή, ηλεκτρομαγνητική πέδηση, εξαναγκασμένες ταλαντώσεις, συντονισμός.

β. Μηχανικός/ηλεκτρονικός σχεδιασμός, συναρμολόγηση, μέτρηση και ρύθμιση περιόδου.

- I. Η συναρμολόγηση του σεισμομέτρου γίνεται με οδηγό το Σχήμα 1.
Τα υλικά που χρειάζονται είναι:

- (1) : Ξύλινη βάση
- (2) : Μεταλλική ράβδος μήκους περίπου 50cm, που καταλήγει σε οξύ άκρο
- (3) : Κατάλληλο ελατήριο



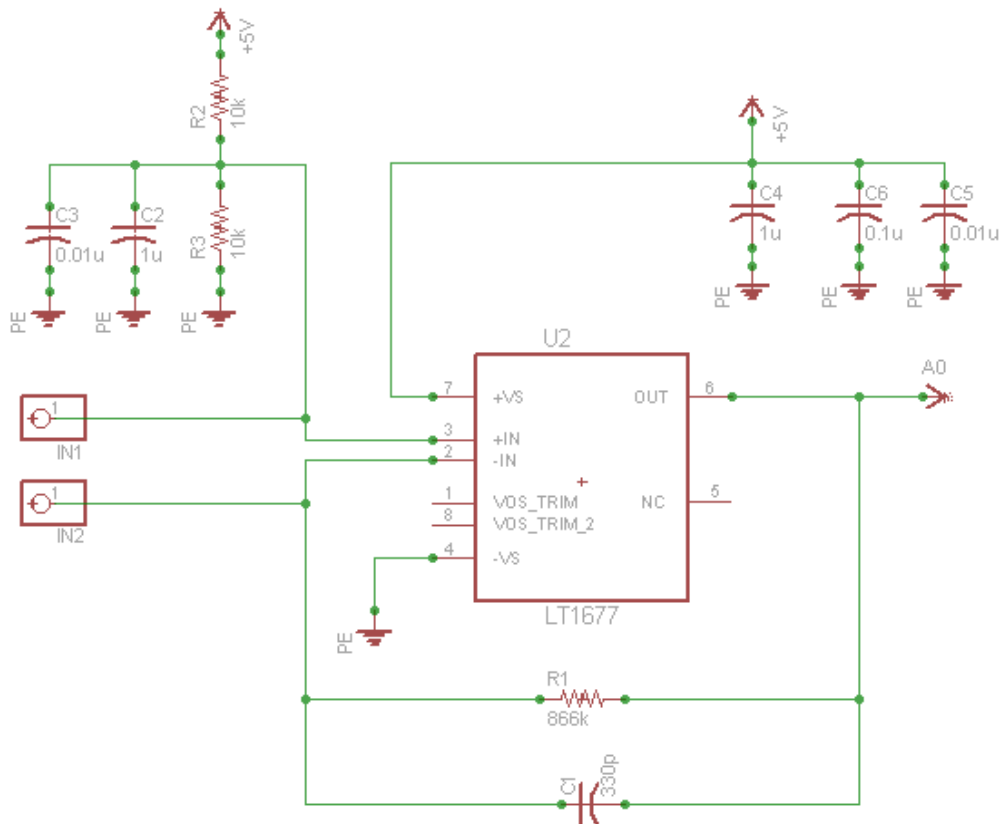
Σχήμα 1: Σχεδιάγραμμα σειсмоγράφου

- (4) : Σύστημα βαριδίων (μεγάλες μεταλλικές ροδέλες)
- (5) : Μεταλλικό σύστημα στήριξης της ράβδου στην ξύλινη βάση
- (6) : Ραβδόμορφος μαγνήτης νεοδυμίου
- (7) : Πηνίο
- (8) : Σύστημα μαγνητικής πέδησης αποτελούμενο από κομμάτι χαλκοσωλήνα, μεταλλική βίδα και μαγνητικό δίσκο νεοδυμίου

Η επιλογή των βαριδίων, της κατακόρυφης θέσης της μεταλλικής βάσης στήριξης της ράβδου (5) και το είδος (η σταθερά) του ελατηρίου γίνονται με βάση:

- (1) Την απαίτηση ότι η συχνότητα των ελεύθερων ταλαντώσεων της ράβδου πρέπει να είναι της τάξης του 1 Hz. Αυτό σημαίνει ότι το σεισμόμετρο παρουσιάζει τη μεγαλύτερη ευαισθησία στα σεισμικά κύματα της ίδιας συχνότητας, λόγω του φαινομένου του συντονισμού. Η επιλογή αυτής της συχνότητας έγινε ώστε ο σειсмоγράφος εκτός από τοπικούς σεισμούς να ανιχνεύει και μακρινούς σεισμούς, αφού όσο μεγαλύτερη είναι η συχνότητα των σεισμικών κυμάτων τόσο γρηγορότερα εξασθενεί με την απόσταση η ενέργεια που μεταφέρουν, και συνεπώς μόνο σεισμικά κύματα μικρής συχνότητας από μακρινούς σεισμούς μπορούν να φτάσουν και να διαγείρουν τη διάταξη.
- (2) Ότι η θέση ισορροπίας της ράβδου πρέπει να είναι οριζόντια.

II. Τα σεισμικά κύματα εξαναγκάζουν τη ράβδο σε ταλάντωση, οπότε ο μαγνήτης (6) της διάταξης ταλαντώνεται μέσα στο πηνίο (7) δημιουργώντας τάση λόγω επαγωγής στα άκρα του. Καθώς αυτή η τάση είναι πάρα πολύ μικρή απαιτείται η ενίσχυσή της (περίπου $\times 1000$) με ένα ενισχυτή πολύ χαμηλού θορύβου, σχεδιασμένου γύρω από το ολοκληρωμένο LT1677 της Analog Devices.



Εικόνα 1: Το κύκλωμα του ενισχυτή σήματος του σειсмоγράφου

Για τον ενισχυτή σχεδιάστηκε η κατάλληλη πλακέτα, η οποία «κουμπώνει» πάνω στον Arduino, ο οποίος ψηφιοποιεί και φιλτράρει το ενισχυμένο σήμα και το στέλνει στη συνέχεια σε ηλεκτρονικό υπολογιστή όπου καταγράφεται από το λογισμικό jAmaseis.

Το πιο κρίσιμο σημείο στην κατασκευή του σεισμομέτρου είναι η επιλογή του πηνίου, καθώς θα πρέπει να έχει μεγάλο αριθμό σπειρών και μικρή αντίσταση, ώστε για τις πολύ μικρού πλάτους αιωρήσεις του συστήματος μάζας-ελατηρίου η επαγόμενη τάση στα άκρα του μετά την ενίσχυσή της να βρίσκεται εντός των ορίων λειτουργίας του αναλογικοψηφιακού μετατροπέα του Arduino (0-5V). Η απολύτως οικονομική και ικανοποιητική λύση είναι η χρήση του πρωτεύοντος πηνίου ενός μετασχηματιστή 12V/1W.

Σημαντικό στοιχείο του σεισμογράφου είναι και το σύστημα ηλεκτρομαγνητικής πέδησης που αποτελείται από:

- (1) Ένα μικρό κομμάτι χαλκοσωλήνα διαμέτρου περίπου 2 cm.
- (2) Μια σιδερένια βίδα η οποία στερεώνεται με τη βοήθεια μικρού μαγνήτη στη ράβδο της διάταξης, ενώ στο άλλο άκρο του στερεώνεται μικρός μαγνητικός δίσκος νεοδυμίου, κατά τρόπο ώστε να μπορεί ελεύθερα να κινείται μέσα στο χαλκοσωλήνα.

Ο μαγνητικός δίσκος νεοδυμίου συμμετέχει στις ταλαντώσεις της ράβδου του σεισμομέτρου και λόγω αυτής της κίνησης του δινορεύματα επάγονται στο χαλκοσωλήνα. Με τον τρόπο αυτό ενέργεια από την ταλαντούμενη ράβδο μεταφέρεται στο σωλήνα, συμβάλλοντας στη γρήγορη απόσβεση των ταλαντώσεων της ράβδου.

γ. Εγκατάσταση και ρύθμιση λογισμικού

- Στον Arduino εγκαθίσταται το λογισμικό NERdaq που ανέπτυξε ο Chris Knudsen από τη New England Research Inc για την υποστήριξη σχολικών σεισμομέτρων. Τα ψηφιοποιημένα από τον Arduino σεισμικά δεδομένα, φιλτράρονται από το λογισμικό και με την τεχνική της υπερδειγματοληψίας (oversampling) δημιουργείται μια πιο αργή ροή δεδομένων (περίπου 19 δείγματα ανά δευτερόλεπτο) αλλά υψηλότερης ενεργής ανάλυσης. Τα δεδομένα αυτά αποστέλλονται μετά στον συνδεδεμένο ηλεκτρονικό υπολογιστή.
- Αν και η διάταξη μπορεί να συνδεθεί σε σχεδόν κάθε είδους υπολογιστή (desktop ή laptop που «τρέχουν» Windows ή Linux, raspberry pi ή κάτι ανάλογο) εδώ για εκπαιδευτικούς και οικονομικούς λόγους χρησιμοποιήσαμε ένα Android TV Box, τροποποιημένο ώστε να τρέχει την κατάλληλη διανομή Armbian Linux, στο οποίο επιπλέον εγκαταστάθηκε το λογισμικό jAmaseis, το οποίο λαμβάνει τα σεισμικά δεδομένα από την σειсмоγράφο, τα απεικονίζει γραφικά στην οθόνη, προσδιορίζει τη θέση του επικέντρου και μπορεί να αποστείλει τα δεδομένα στους servers του δικτύου IRIS ώστε να είναι διαθέσιμα online για όλους.

Τα σχετικά λογισμικά είναι ελεύθερα και μπορούν να βρεθούν:

1. NERdaq : <https://code.google.com/archive/p/nerdaq/>
2. Armbian Linux : <https://www.armbian.com/download/>
3. jAmaSeis : <https://www.iris.edu/hq/jamaseis/>

Συμπεράσματα

Το σεισμόμετρο που κατασκευάσαμε είναι ικανό να καταγράφει τοπικούς σεισμούς μεγαλύτερους από 3,5 R και παγκόσμιους τηλεσεισμούς μεγαλύτερους από 6 R, και με το λογισμικό jAmaseis αποκτά τη δυνατότητα προσδιορισμού του επικέντρου των καταγραφόμενων σεισμών.

Με το project αυτό οι μαθητές μπορούν:

- Να μάθουν τα βασικά σημεία που αφορούν τη δημιουργία των σεισμών, τη διάδοση και τις διαφορές των σεισμικών κυμάτων.
- Να γνωρίσουν τις επιστημονικές αρχές στις οποίες στηρίζεται η κατασκευή του σεισμομέτρου, θέματα δηλαδή από τον ηλεκτρομαγνητισμό και τις ταλαντώσεις.
- Να ασχοληθούν με τεχνικές κατασκευής πλακετών για ηλεκτρονικές διατάξεις.
- Να πραγματοποιήσουν πειράματα (π.χ. μέτρηση περιόδου ταλάντωσης) με τα οποία θα μπορέσουν να ρυθμίσουν τη διάταξη για τη σωστή λειτουργία της.
- Να εγκαταστήσουν μια διανομή Linux (Armbian) σε ένα Android TV Box, μετατρέποντάς το σε λειτουργικό υπολογιστή ικανό να «τρέχει» το λογισμικό jAmaseis με το οποίο λαμβάνονται τα σεισμικά δεδομένα, απεικονίζονται γραφικά και μπορούν να αποσταλούν στο δίκτυο IRIS.

Βιβλιογραφία

1. *jAmaSeis manual*. Retrieved from IRIS: https://www.iris.edu/hq/Wiki/jAmaSeis_Manual
2. *NERDaq software*. Retrieved from <http://ru.auckland.ac.nz/files/2014/07/nerdaqII.zip>
3. *Seismometer amplifier*. Retrieved from <https://www.instructables.com/DIY-Seismometer/>
4. *TC-1 School Seismometer*. Retrieved from <https://tc1seismometer.wordpress.com/>
5. R. Hawkes, J. Iqbal, F. Mansour, M. Milner-Bolotin, P. Williams *Physics for Scientists and Engineers, An Interactive Approach*, 2019, Nelson Education Ltd., Toronto Canada



Πηγή φωτογραφίας: Science on Stage Greece

***Science on Stage Festival 2022,
Prague, Czech Republic***

«Πιάσε» τα μόνια (Catch the Muons) τρία βραβεία Nobel για τα μόνια της κοσμικής ακτινοβολίας

Νούσης Βασίλειος, Φυσικός, Υπεύθυνος Ε.Κ.Φ.Ε. Θεσπρωτίας
[ekfethesp\[a\]sch.gr](mailto:ekfethesp[a]sch.gr)

(2^ο Βραβείο 11^{ων} Πανελλήνιων Αγώνων Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών)

Περίληψη

Το "catch the muon" αφορά την κατασκευή ενός ανιχνευτή μιονίων που χρησιμοποιεί δύο σωλήνες Geiger σε λειτουργία σύμπτωσης. Παρουσιάζονται δύο εκδόσεις της συσκευής:

1. Το πρώτο είναι αυτόνομο, καθώς μπορεί να τροφοδοτηθεί από μπαταρία (powerbank). Ένα Arduino Mega χρησιμοποιείται για τη συλλογή πειραματικών δεδομένων από τον ανιχνευτή. Χρησιμοποιείται οθόνη αφής 3,2" για τη γραφική αναπαράσταση των δεδομένων που λαμβάνονται, αλλά και για το χειρισμό της συσκευής μέσω σχετικών μενού.
2. Στη δεύτερη έκδοση ο ανιχνευτής συνδέεται με ένα Raspberry Pi και χρησιμοποιείται κατάλληλο λογισμικό για τη συλλογή και γραφική αναπαράσταση των δεδομένων στην οθόνη. Επιπλέον, τα δεδομένα μπορούν να σταλούν μέσω Bluetooth σε φορητή συσκευή για γραφική αναπαράσταση.

Για τις ανάγκες της κατασκευής σχεδιάστηκαν τα κατάλληλα ηλεκτρονικά κυκλώματα, κατασκευάστηκαν οι σχετικές πλακέτες, συναρμολογήθηκαν οι συσκευές, γράφτηκε ο απαραίτητος κώδικας σε C++ και Python και έγινε μια σειρά από σχετικά πειράματα.

Abstract

The "catch the muon" project is about the construction of a muon detector using two Geiger tubes in coincidence mode. Two versions of the device are presented:

1. The first is standalone, as it can be powered by a battery (powerbank). An Arduino Mega is used to collect experimental data from the detector. A 3.2" touch screen is used for the graphical representation of the received data, but also for handling the device through relevant menus.
2. In the second version the detector is connected to a Raspberry Pi and appropriate software is used to collect and graphically represent the data on screen. In addition, the data can be sent via Bluetooth to a mobile device for graphical representation.

For the needs of the project, the appropriate electronic circuits were designed, the relevant boards were constructed, the devices were assembled, the necessary code was written in C++ and Python and a series of relevant experiments was performed.

Εισαγωγή

Με θέμα από την επιστήμη του Διαστήματος και αξιοποιώντας στοιχεία Τεχνολογίας, Μαθηματικών και μηχανικού σχεδιασμού παρουσιάζονται εδώ δύο διαφορετικές εκδοχές μιας συσκευής ανίχνευσης μιονίων (muons hunter).

Διαφορετικές ομάδες μαθητών συνεργάζονται μεταξύ τους αναλαμβάνοντας διαφορετικά τμήματα του project, ως εξής:

α. Θεωρητικό υπόβαθρο

Η θεωρητική μελέτη κινείται στους εξής άξονες:

- I. Οι κοσμικές ακτίνες και η ανίχνευσή τους το 1912 από τον Victor Hess, ο οποίος για το λόγο αυτό το 1936 τιμήθηκε με το βραβείο Nobel.
- II. Πρωτογενείς και δευτερογενείς κοσμικές ακτίνες: Προέλευση, σύσταση.
- III. Τι είναι τα μόνια και πώς καταφέρνουν να φτάσουν στην επιφάνεια της Γης;
- IV. Η τεχνική του ταυτοχρονισμού (coincidence) για την ανίχνευση των μιονίων, για την οποία το 1954 ο Walther Bothe τιμήθηκε με το βραβείο Nobel.

Σύνοψη του θεωρητικού υποβάθρου

Η κοσμική ακτινοβολία είναι υψηλής ενέργειας (> 1GEV) φορτισμένα σωματίδια, που κινούμενα με ταχύτητες κοντά στην ταχύτητα του φωτός βομβαρδίζουν τη Γη από το εξώτερο διάστημα. Αποτελούνται κυρίως από πρωτόνια (σε ποσοστό 90%), πυρήνες ηλίου (9%) και το υπόλοιπο 1% από πυρήνες άλλων βαρύτερων στοιχείων. Αν και η προέλευση των κοσμικών ακτίνων είναι ένα ζήτημα που δεν έχει ακόμη οριστικά διαλευκανθεί, θεωρούμε ότι βασικοί υπεύθυνοι είναι: οι εκρήξεις σουπερνόβα, οι ενεργοί γαλαξιακοί πυρήνες, τα κβάζαρς και οι εκλάμψεις ακτίνων γ. Μικρή είναι η συνεισφορά του Ήλιου (π.χ. μέσω των ηλιακών νετρίνων) στην κοσμική ακτινοβολία.

Φαινόμενα σχετιζόμενα με την ύπαρξη των κοσμικών ακτίνων ήταν γνωστά ήδη από τα τέλη του 18^{ου} αιώνα. Για παράδειγμα ο Charles August de Coulomb περί το 1785 είχε παρατηρήσει την ξαφνική εκφόρτιση ενός φορτισμένου ηλεκτροσκοπίου, γεγονός που είχε οδηγήσει στο συμπέρασμα πως ο αέρας μεταφέρει κάποια άγνωστης, αλλά πιθανώς γήινης προέλευσης φορτισμένα σωματίδια.

Το 1912 ο Victor Hess έχοντας τοποθετήσει ένα ευαίσθητο ηλεκτρόμετρο σε ένα αερόστατο ανυψώθηκε στα 5300 μέτρα, όπου διαπίστωσε σχεδόν τριπλάσιο ποσοστό ιονίζουσας ακτινοβολίας σε σχέση με την επιφάνεια της Γης, επιβεβαιώνοντας έτσι την κοσμική της προέλευση. Περαιτέρω πειράματα από τους Millikan, Bothe και Kolhöster επιβεβαίωσαν και τη σωματιδιακή της φύση.

Όταν ένα σωματίδιο της κοσμικής ακτινοβολίας εισέρχεται στα ανώτερα στρώματα της γήινης ατμόσφαιρας, αλληλεπιδρά - συγκρούεται με τον πυρήνα κάποιου ατόμου του ατμοσφαιρικού αέρα παράγοντας μερικά υψηλής ενέργειας σωματίδια, τα οποία με τη σειρά τους αλληλεπιδρούν παράγοντας ακόμη περισσότερα σωματίδια, κ.ο.κ. Αποτέλεσμα αυτών των διαδοχικών αλληλεπιδράσεων είναι η δημιουργία ενός καταιονισμού (χιονοστιβάδα) δευτερογενών σωματιδίων (Εικόνα 1).

Τα κύρια προϊόντα της αρχικής αλληλεπίδρασης είναι πιόνια (π^0 , π^+ , π^- : ασταθή αδρόνια που αποτελούνται από ένα κουάρκ και ένα αντικουάρκ) και νετρόνια. Η διάσπαση του ουδέτερου πιονίου δημιουργεί ζεύγος φωτονίων ακτίνων γ, που με τη σειρά τους μέσω μιας διαδικασίας γνωστής ως «δίδυμη γέννηση» παράγουν ζεύγος ηλεκτρονίου – ποζιτρονίου:

$$\pi^0 \rightarrow \gamma + \gamma$$

$$\gamma \rightarrow e^- + e^+$$

ενώ η διάσπαση των φορτισμένων πιονίων δημιουργεί μόνια (ασταθή λεπτόνια με μάζα πολύ μεγαλύτερη από αυτή του ηλεκτρονίου) και τα αντίστοιχα νετρίνα:

$$\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu$$

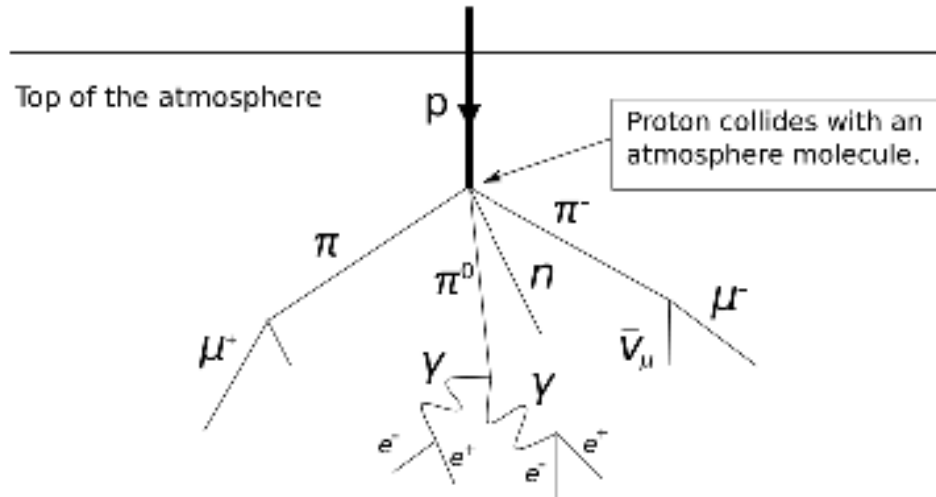
$$\pi^- \rightarrow \mu^- + \nu$$

Τα παραγόμενα μίονια είναι ασταθή και διασπώνται:

$$\mu^- \rightarrow e^- + \bar{\nu}_e + \nu_\mu$$

$$\mu^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + \bar{\nu}_\mu$$

με μέση διάρκεια ζωής $\tau = 2,2 \mu s$.



Εικόνα 2: Ατμοσφαιρικός καταιονισμός

Αν και η γήινη ατμόσφαιρα εκτείνεται μέχρι τα 480 χιλιόμετρα πάνω από την επιφάνεια της Γης, το μεγαλύτερο μέρος της βρίσκεται στα πρώτα 10 χιλιόμετρα. Ένα μίονιο που κινείται με ταχύτητα ίση με το 99% της ταχύτητας του φωτός σε απόσταση 10 km από την επιφάνεια της Γης, σύμφωνα με την κλασσική Φυσική μπορεί να διανύσει περίπου:

$$x = v \cdot \tau = 0,99 \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot 2,2 \cdot 10^{-6} m \approx 0,6 km$$

προτού διασπαστεί. Αλλά για τα μίονια που κινούνται με ταχύτητες κοντά στην ταχύτητα του φωτός η ειδική σχετικότητα πρέπει να ληφθεί υπόψη, η οποία προβλέπει πως ο χρόνος ζωής είναι μεγαλύτερος όταν είναι σε κίνηση απ' όσο όταν ηρεμούν. Έτσι για το μίονιο του παραδείγματός μας, ο χρόνος ζωής διαστέλλεται σε:

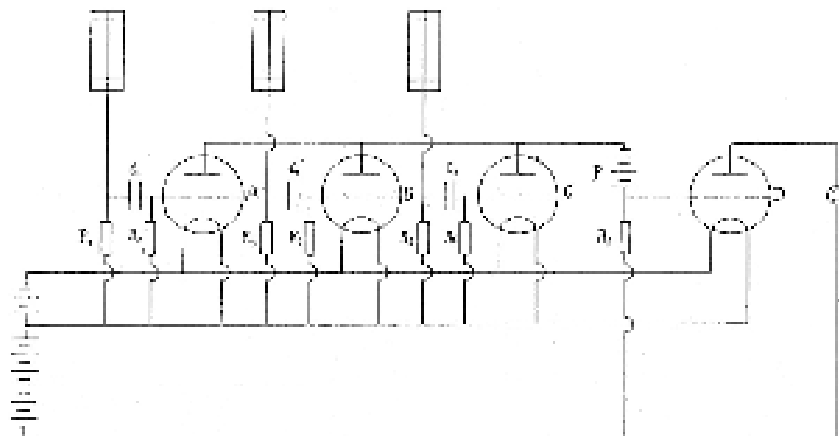
$$\Delta t = \gamma \cdot \tau \text{ με } \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}},$$

οπότε : $\Delta t \approx 16 \mu s$

Έτσι το κινούμενο μίονιο μπορεί να διανύσει απόσταση: $x' = v \cdot \Delta t \approx 4,5 km$ πριν διασπαστεί. Για άλλο ένα μίονιο που σε ύψος 10 km από την επιφάνεια της Γης κινείται με ταχύτητα ίση με το 99,9% της ταχύτητας του φωτός, η αντίστοιχη απόσταση που μπορεί να διανύσει επεκτείνεται στα περίπου 15 km. Είναι φανερό πως τα πιο ενεργητικά μίονια καταφέρνουν να φτάσουν στην επιφάνεια της Γης.

Η ανίχνευση των μιονίων έγινε δυνατή με την ανάπτυξη της τεχνικής του ταυτοχρονισμού (coincidence) το 1924 από τον Walther Bothe και τη βελτίωσή της στις αρχές της δεκαετίας του 1930 από τον Bruno Rossi.

Στη βασική της μορφή η διάταξη ταυτοχρονισμού (Εικόνα 2) αποτελείται από δύο ή περισσότερους σωλήνες Geiger, παράλληλα τοποθετημένους και σε μικρή απόσταση μεταξύ τους. Ορισμένος αριθμός τριόδων λυχνιών (μία παραπάνω από τον αριθμό των



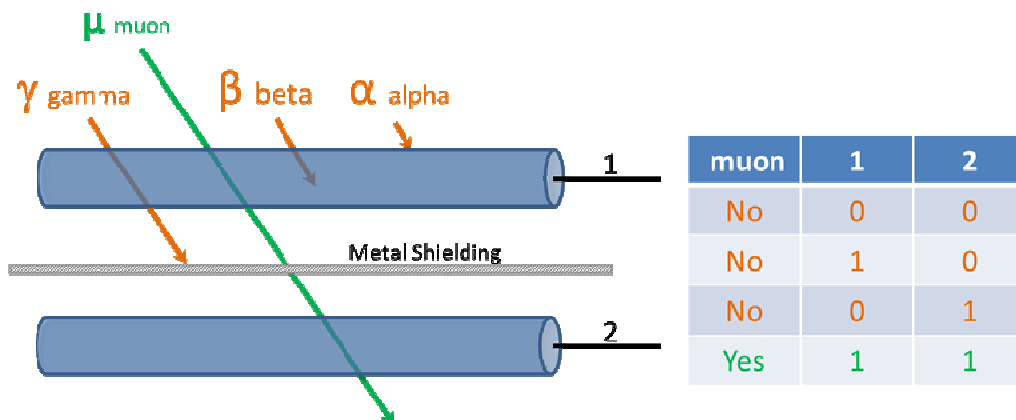
Εικόνα 3: Το κύκλωμα ταυτοχρονισμού του Rossi

χρησιμοποιούμενων σωλήνων Geiger), μερικές αντιστάσεις και πυκνωτές και η κατάλληλη τροφοδοσία ολοκληρώνουν τη διάταξη. Όταν όλοι οι σωλήνες Geiger εκτός από έναν ανιχνεύσουν ταυτόχρονα (δηλ. εντός ενός χρονικού παραθύρου που καθορίζεται από τα δικτύωματα RC) τη διέλευση κάποιας μορφής ιονίζουσας ακτινοβολίας διαμέσου τους οι αρνητικοί παλμοί στην έξοδό τους οδηγούν το πλέγμα D της τελευταίας λυχνίας σε δυναμικό περίπου μηδέν. Αν όμως όλοι οι σωλήνες ταυτόχρονα ανιχνεύσουν κάποιο σχετικό γεγονός, τότε ένας θετικός παλμός δημιουργείται στο πλέγμα D δημιουργώντας αντίστοιχο σχήμα στην έξοδο (π.χ. ακουστικά) της διάταξης.

Όμως μόνο τα πολύ ενεργητικά μίονια μπορούν να διαπεράσουν σχεδόν ταυτόχρονα όλους τους σωλήνες Geiger, δημιουργώντας αντίστοιχα γεγονότα, αφού:

1. Τα ουδέτερα νετρόνια και τα νετρίνα δεν ανιχνεύονται από τους σωλήνες Geiger.
2. Οι ακτίνες α (από τοπικές πηγές ραδιενέργειας) δε μπορούν να διαπεράσουν ούτε το γυάλινο ή μεταλλικό περίβλημα των σωλήνων Geiger.
3. Οι ακτίνες β (ηλεκτρόνια) αν και έχουν μεγαλύτερη διεισδυτικότητα από τις ακτίνες α, και πάλι δε διανύουν απόσταση μεγαλύτερη από τη διάμετρο ενός σωλήνα Geiger. Η πλειονότητα από τα ποζιτρόνια δεν καταφέρνει να φτάσει στην επιφάνεια της Γης, αφού συναντώντας στην πορεία τους ηλεκτρόνια εξαυλώνονται εκπέμποντας φωτόνια γ.
4. Τα φωτόνια των ακτίνων γ έχοντας πολύ μεγαλύτερη διεισδυτικότητα μπορούν να διαπεράσουν χωρίς αλληλεπίδραση τους σωλήνες ή να αλληλεπιδράσουν με κάποιον από αυτούς παράγοντας δευτερογενή σωματίδια που θα μπορούσαν να δώσουν εσφαλμένες καταμετρήσεις (που δεν αφορούν δηλαδή μίονια). Για την αποφυγή τέτοιων προβλημάτων μεταξύ των σωλήνων Geiger τοποθετούνται φύλλα μολύβδου που απορροφούν αυτά τα δευτερογενή σωματίδια. Επιπλέον μείωση των εσφαλμένων

καταμετρήσεων προκύπτει με κατάλληλη ρύθμιση (μείωση) του χρονικού παραθύρου του ταυτοχρονισμού.



Εικόνα 4: Διεσδουτικότητα ακτινοβολιών σε διάταξη ταυτοχρονισμού με δύο σωλήνες Geiger

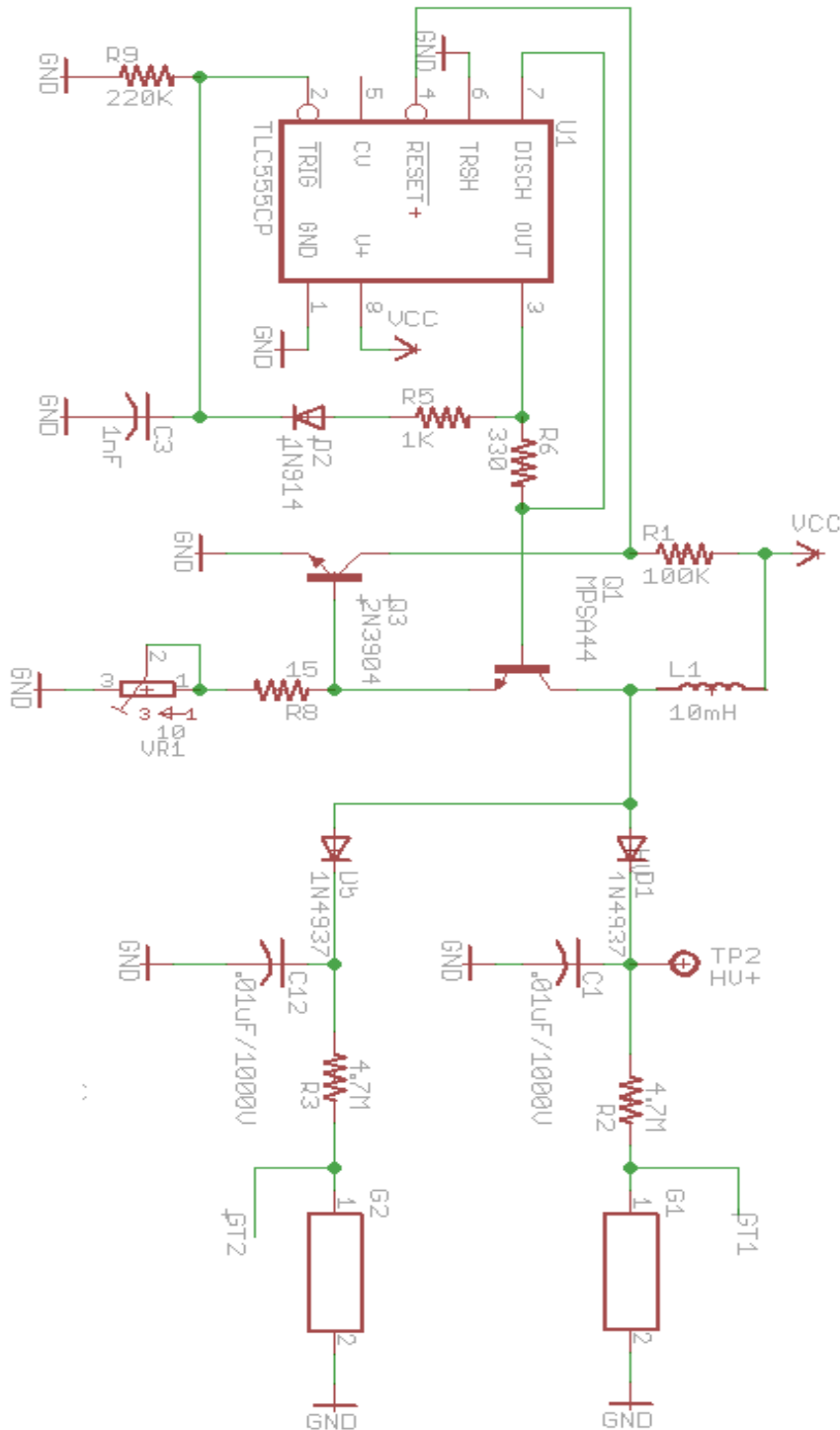
Το 1936 για την ανακάλυψη των κοσμικών ακτίνων ο Victor Hess μοιράστηκε το βραβείο Nobel με τον Carl David Anderson, ο οποίος στα δευτερογενή προϊόντα των κοσμικών ακτίνων πρώτος ανίχνευσε το ποζιτρόνιο και το μόνιο. Για την ανακάλυψη της τεχνικής του ταυτοχρονισμού το 1954 με το ίδιο βραβείο τιμήθηκε και ο Walther Bothe. Νωρίτερα το 1948 με το βραβείο Nobel τιμήθηκε και ο Patrick Blackett, οποίος χρησιμοποιώντας την τεχνική του ταυτοχρονισμού συνδύασε δυο σωλήνες Geiger με ένα θάλαμο νέφωσης Wilson. Με αυτήν τη μέθοδο ο θάλαμος νέφωσης τίθεται σε λειτουργία μόνο όταν οι παλμοί από τους δύο σωλήνες Geiger ανιχνεύσουν ταυτόχρονα τη διέλευση ενός φορτισμένου μιονίου. Με άλλα λόγια τα σωματίδια που διέρχονται ταυτόχρονα από το θάλαμο Wilson και τους δύο σωλήνες Geiger, ενεργοποιούν τη διάταξη ώστε να τα φωτογραφίσει!

β. Ηλεκτρονικός/μηχανικός σχεδιασμός (αυτόνομη συσκευή βασισμένη σε Arduino Mega)

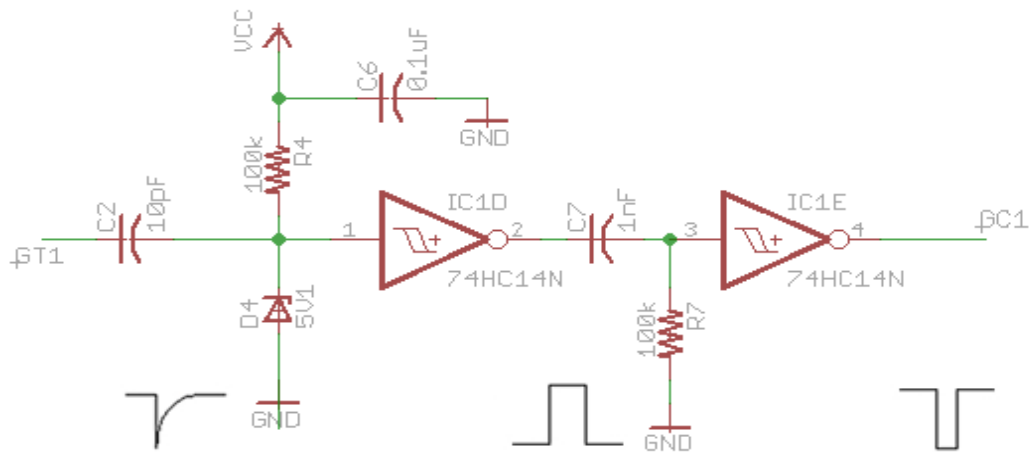
Ο ηλεκτρονικός σχεδιασμός περιλαμβάνει το σχεδιασμό των εξής υποσυστημάτων:

- I. Ο αισθητήρας, αποτελούμενος από δύο σωλήνες Geiger και τα κατάλληλα κυκλώματα τροφοδοσίας (τροφοδοτικό υψηλής τάσης) και μορφοποίησης των σημάτων από τους σωλήνες.
Η μορφοποίηση των σημάτων περιλαμβάνει τη δημιουργία ενός καθαρού τετραγωνικού παλμού από τα σήματα των σωλήνων Geiger, και τη ρύθμιση του εύρους των παλμών ανάλογα με το επιθυμητό χρονικό παράθυρο του κυκλώματος ταυτοχρονισμού.
- II. Το κύκλωμα ταυτοχρονισμού (coincidence) βασισμένο σε σύγχρονα ολοκληρωμένα κυκλώματα ψηφιακής τεχνολογίας (Schmitt Trigger Inverter: 74HC14 και NOR Gate: 74HC02).
- III. Το σύστημα λήψης και απεικόνισης των μετρήσεων καθώς και το σύστημα
- IV. καταγραφής του πραγματικού χρόνου. Βάση αυτών το συστημάτων είναι ένα σύστημα Arduino Mega 2560, μια οθόνη αφής 3,2 ιντσών και μια μονάδα GPS ή μια μονάδα ESP8266 για τη σύνδεση στο διαδίκτυο.

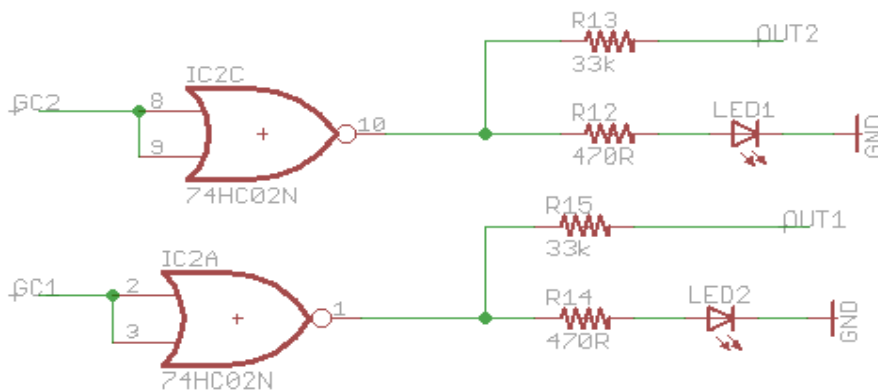
Για το σχεδιασμό της πλακέτας του αισθητήρα χρησιμοποιήθηκε η ελεύθερη για εκπαιδευτικούς σκοπούς έκδοση του λογισμικού Autodesk Eagle v.9.6.2.



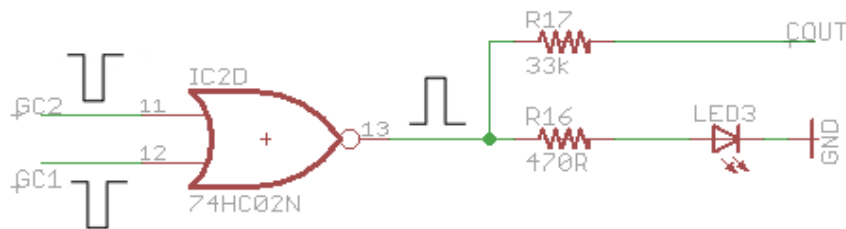
Εικόνα 5: Το κύκλωμα τροφοδοσίας (υψηλής τάσης) των σωλήνων Geiger



Εικόνα 6: Το κύκλωμα μορφοποίησης των παλμών από τους σωλήνες Geiger



Εικόνα 7: Το κύκλωμα για την απαρίθμηση των παλμών από κάθε σωλήνα Geiger



Εικόνα 8: Το κύκλωμα ταυτοχρονισμού

γ. Λογισμικό αυτόνομης συσκευής

Το λογισμικό που «τρέχει» στον Arduino Mega αναλαμβάνει την καταμέτρηση των παλμών που αντιστοιχούν σε γεγονότα ανίχνευσης ιονίζουσας ακτινοβολίας από κάθε σωλήνα Geiger. Επιπλέον καταμετρώνται και τα «ταυτόχρονα» γεγονότα, αυτά δηλαδή που εντός χρονικού παραθύρου της τάξης των 0,1 ms καταγράφονται από το κύκλωμα ταυτοχρονισμού. Τα αποτελέσματα εμφανίζονται στην οθόνη αφής, η οποία επιπλέον χρησιμοποιείται για την

εμφάνιση και ενεργοποίηση των επιλογών λειτουργίας της διάταξης. Επίσης περιοδικά (π.χ. μια φορά την ημέρα) συγχρονίζεται το ρολόι πραγματικού χρόνου της διάταξης μέσω διαδικτύου ή μέσω της μονάδας GPS.

δ. Μηχανικός/ηλεκτρονικός σχεδιασμός συσκευής για λειτουργία σε συνδυασμό με Raspberry Pi

Στη δεύτερη εκδοχή του ανιχνευτή μιονίων που παρουσιάζουμε χρησιμοποιούνται:

- Ο ίδιος αισθητήρας μιονίων (με δύο σωλήνες Geiger σε διάταξη ταυτοχρονισμού). Η βασική διαφορά σε σχέση με αυτόν της αυτόνομης διάταξης είναι η δυνατότητα ρύθμισης σε δύο τιμές του χρονικού παραθύρου του ταυτοχρονισμού, επιτρέποντας τον έλεγχο της επίδρασης του χρονικού παραθύρου στην καταμέτρηση του αριθμού των μιονίων που φτάνουν στη διάταξη.
- Ένας σερβοκινητήρας με τη βοήθεια του οποίου ο αισθητήρας μπορεί να περιστρέφεται γύρω από οριζόντιο άξονα, επιτρέποντας την εκτίμηση της γωνιακής κατανομής των μιονίων που φτάνουν στη διάταξη. Θεωρητικά η κατανομή των μιονίων είναι ανάλογη του συνημιτόνου της γωνίας που σχηματίζει ο άξονας του αισθητήρα (ευθεία κάθετη στους δύο σωλήνες Geiger) με την κατακόρυφη στον τόπο του πειράματος.

Για την καταμέτρηση του αριθμού των γεγονότων σε κάθε σωλήνα Geiger και του αριθμού των μιονίων που φτάνουν στη διάταξη, καθώς και για τον έλεγχό της χρησιμοποιείται ένας υπολογιστής Raspberry Pi 3B+, του οποίου οι ακίδες εισόδου/εξόδου μέσω καλωδιωταινίες εκτίθενται σε πλακέτα κατασκευής πρωτοτύπων (breadboard).

ε. Ανάπτυξη και εγκατάσταση λογισμικού για Raspberry Pi

Με το λογισμικό που έχει αναπτυχθεί σε Python και «τρέχει» στον Raspberry Pi, εκμεταλλευόμενοι τις δυνατότητες πολυνηματικής επεξεργασίας (multithreading) και διακοπών υλικού (hardware interrupts):

- Καταγράφονται και απεικονίζονται γραφικά σε οθόνη συνδεδεμένη στον υπολογιστή τα γεγονότα ιονίζουσας ακτινοβολίας που ανά ώρα ανιχνεύει κάθε σωλήνας Geiger.
- Καταγράφονται και απεικονίζονται γραφικά ο αριθμός των μιονίων ανά ώρα που ανιχνεύει (εντός του επιλεγμένου χρονικού παραθύρου) η διάταξη.
- Ελέγχεται ο σερβοκινητήρας, ώστε να τοποθετούνται οι σωλήνες Geiger με το επίπεδό τους σε ορισμένη γωνία σε σχέση με την κατακόρυφη. Επιπλέον υπάρχει η δυνατότητα της αυτόματης περιστροφής κατά 10° ανά 1h (ξεκινώντας από την αρχική οριζόντια θέση), ώστε να αυτοματοποιηθεί η διαδικασία προσδιορισμού της γωνιακής κατανομής της κοσμικής ακτινοβολίας.
- Τέλος υπάρχει η δυνατότητα αποστολής μέσω Bluetooth σε φορητές Android συσκευές (κινητά τηλέφωνα ή tablet), όπου τα λαμβανόμενα δεδομένα απεικονίζονται γραφικά μέσω κατάλληλου λογισμικού που έχουμε αναπτύξει.

Τι κερδίζουν οι μαθητές

Οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να έρθουν σε επαφή με θέματα:

- Από τη Φυσική των στοιχειωδών σωματιδίων, αφού η κοσμική ακτινοβολία για πολλά χρόνια αποτέλεσε το σημαντικότερο «εργαστήριο» υψηλών ενεργειών, με τη βοήθεια του οποίου ανακαλύφθηκαν πολλά νέα φαινόμενα (π.χ. δίδυμη γένεση και εξαύλωση) και στοιχειώδη σωματίδια (π.χ. ποζιτρόνιο, μόνια, πόνια, κ.ά.) ανακαλύφθηκαν.
- Από τη θεωρία της ειδικής σχετικότητας, αφού η παρουσία των βραχύβιων μιονίων στην επιφάνεια της Γης μπορεί να ερμηνευτεί μόνο μέσω της διαστολής του χρόνου (ή της συστολής των μηκών) που η θεωρία προβλέπει.
- Από την ιστορία της επιστήμης.

Μπορούν επίσης να γνωρίσουν:

- Τη λειτουργία του σωλήνα Geiger για την ανίχνευση της ιονίζουσας ακτινοβολίας.
- Βραβευμένες εργαστηριακές τεχνικές (π.χ. ταυτοχρονισμός και τα δύο σχετικά βραβεία Nobel), καθώς και την υλοποίησή τους με τη βοήθεια σύγχρονων ψηφιακών ηλεκτρονικών εξαρτημάτων.
- Τεχνικές κατασκευής ηλεκτρονικών διατάξεων (σχεδίαση πλακέτας, αποχάλκωση, χειρισμός και κόλληση ηλεκτρονικών εξαρτημάτων), καθώς και τη χρήση σχετικών λογισμικών.
- Βασικά στοιχεία προγραμματισμού του Arduino (C++) και του Raspberry Pi (Python), αλλά και εξειδικευμένες τεχνικές όπως πολυνηματική επεξεργασία και διακοπές υλικού.
- Τεχνικές επικοινωνίας μεταξύ ψηφιακών διατάξεων με διαφορετικά επίπεδα λογικής (π.χ. διαίρετης τάσης, τεχνικές μετατόπισης τάσης - level shifting, κ.ά.)

Τέλος μπορούν να πραγματοποιήσουν πειράματα σχετικά με την κοσμική ακτινοβολία, με τα οποία:

- Μπορούν να διαπιστώσουν την ανεξαρτησία της έντασης της ανιχνευόμενης ακτινοβολίας από την ώρα της ημέρας και συνεπώς να καταλήξουν στο συμπέρασμα πως πηγή της δεν είναι ο Ήλιος.
- Να προσδιορίσουν τη γωνιακή κατανομή των μιονίων που φτάνουν στον ανιχνευτή, και να αναζητήσουν τα αίτια αυτής της κατανομής.
- Να αναζητήσουν τις διαφορές αν χρησιμοποιηθεί ή δε χρησιμοποιηθεί μολύβδινη θωράκιση μεταξύ των δύο σωλήνων Geiger της διάταξης.

Διδακτικά ένα τόσο μεγάλης έκτασης και τόσο απαιτητικό project στοχεύει να διδάξουμε τους μαθητές μας πως η υψηλού επιπέδου ενασχόληση με τις Φυσικές Επιστήμες απαιτεί αφοσίωση και προσήλωση στο στόχο, αλλά και πολύπλευρη γνώση για την επίλυση των προβλημάτων που θα αντιμετωπίσουν.

Βιβλιογραφία

1. Matteo Leone and Nadia Robotti, *European Journal of Physics* (Jan. 2008), P M S Blackett, G Occhialini and the invention of the counter-controlled cloud chamber
2. *Cosmic ray*, Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/Cosmic_ray (2021)
3. Muon, Retrieved from <https://en.wikipedia.org/wiki/Muon>, (2021)
4. *Cosmic Rays and Coincidence detector*, Retrieved from PhysicsOpenLab <https://physicsopenlab.org/2016/01/02/cosmic-rays-coincidence/>, 202

Ο Φιλέας Φογκ στον 21^ο αιώνα.

Σαμαντά Αγγελική, δασκάλα, 26^ο Γενικό Λύκειο Αθηνών (Μαράσλειο)

[angelikisamanta\[a\]gmail.com](mailto:angelikisamanta[a]gmail.com)

Σαμαντά Ευαγγελία, Φυσικός, 3^ο Γυμνάσιο Λαγκαδά Θεσσαλονίκης & Λυκειακές τάξεις

[vagsamanta\[a\]gmail.com](mailto:vagsamanta[a]gmail.com)

(3^ο Βραβείο 11^{ων} Πανελλήνιων Αγώνων Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών)

Περίληψη

Η παρούσα εργασία αποτελεί μία διαθεματική εκπαιδευτική πρόταση STEAM που πραγματοποιήθηκε με τη συνεργασία δύο εκπαιδευτικών και των σχολείων τους (δημοτικό και γυμνάσιο). Με βάση το κλασικό βιβλίο του Ιουλίου Βερν «Ο γύρος του κόσμου σε 80 ημέρες», επιχειρήθηκε - με διερευνητικές δραστηριότητες - η ενασχόληση των μαθητών με την περιστροφή της Γης, την εναλλαγή νύχτας - μέρας, τη διαφορά ώρας μεταξύ διαφόρων τόπων καθώς και την εξέλιξη της τεχνολογίας με την πάροδο των χρόνων.

Abstract

This paper is a STEAM, multidisciplinary, educational suggestion carried out by two teachers and their schools (primary and secondary school). Based on the classic book of Jules Verne "Around the world in 80 days", it was attempted, using inquiry-based activities, to deal with the rotation of the earth, the day & night cycle, the time difference between places and the technology evolution over the years.

Εισαγωγή

Ο Γραμματικάκης (2014) σημειώνει ότι παρόλο που η λέξη «επιστήμη» συνδέεται συνήθως με τη λογική και τους αυστηρούς ορισμούς και νόμους ενώ η λέξη «τέχνη» συνδέεται με τη φαντασία και την ελευθερία της έκφρασης, σε κάθε εποχή απαντώνται ίχνη ότι η επιστήμη έχει επίδραση στην τέχνη και το αντίστροφο. Έτσι, στο πλαίσιο της προσπάθειας εκσυγχρονισμού της διδασκαλίας, οι επιστήμες (STEM - Science/ Technology/ Engineering/ Mathematics) συνεργάζονται με την τέχνη, έχοντας ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός συνόλου εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων υπό τον τίτλο STEAM (Science/ Technology/ Engineering/ Art/ Mathematics) που ανοίγει ορίζοντες δημιουργικότητας, συνεργασίας και καινοτομίας (Μάπας (2019)). Οι μορφές τέχνης που συχνά βοηθούν τους εκπαιδευτικούς να εξελίξουν τη διδασκαλία τους είναι ποικίλες, όπως ζωγραφική, μουσική, λογοτεχνία κ.ά. Έτσι και το κλασικό βιβλίο του Ιουλίου Βερν «Ο γύρος του κόσμου σε 80 ημέρες» έχει χρησιμοποιηθεί σε παγκόσμιο επίπεδο από εκπαιδευτικούς όχι μόνο για τη διδασκαλία της γλώσσας αλλά και άλλων επιστημών. Καθώς το βασικό του θέμα είναι ο γύρος του κόσμου ενώ ταυτόχρονα ισχύουν και οι αλλαγές της ώρας λόγω των ζωνών ώρας, είναι ιδιαίτερα αξιοποιήσιμο στις φυσικές επιστήμες.

Πολλές έρευνες παγκοσμίως έχουν ασχοληθεί με τη γη και τις ιδέες των μαθητών σχετικά με την κίνησή της (Vosniadou & Brewer, 1994, Driver et al, 1998) αλλά οι ζώνες ώρας δεν

αποτελούν συνήθως περιεχόμενο ερευνών. Στο βιβλίο εκπαιδευτικού Γεωγραφίας - Γεωλογίας Α' Γυμνασίου, αναφέρεται ότι υπάρχει περίπτωση ο εκπαιδευτικός να αντιμετωπίσει ιδιαίτερες δυσκολίες στη διδασκαλία των ζωνών ώρας και καλό θα ήταν να αποφεύγει συνδυαστικές ερμηνείες. Ως συνέπεια αυτού, οι οδηγίες για τη διδασκαλία του μαθήματος της Γεωλογίας – Γεωγραφίας της Α' Γυμνασίου για το σχολικό έτος 2020-21 (αρ. πρωτ. εισ. Υ.ΠΑΙ.Θ.124705/Δ2/21-09-2020) αναφέρουν ότι δεν πρέπει να διδαχθεί καθόλου το συγκεκριμένο εδάφιο. Αντιθέτως, σε άλλες χώρες όπως η Αυστραλία (πληροφορίες από fuse.education.vic.gov.au) και το Ηνωμένο Βασίλειο (αναλυτικό πρόγραμμα μαθήματος Γεωγραφίας Department for Education, 2013), οι ζώνες ώρας διδάσκονται σε μαθητές ηλικίας 12-13.

Στη συγκεκριμένη εργασία, παρουσιάζονται δραστηριότητες STEAM που πραγματοποιήθηκαν με τη συμμετοχή δύο σχολείων και μαθητών ηλικίας 11-14, έχοντας ως βάση το βιβλίο «Ο γύρος του κόσμου σε 80 ημέρες».

Περιγραφή εργασίας

Το project «Ο Φιλέας Φογκ στον 21^ο αιώνα» περιείχε δραστηριότητες που παρουσιάζονται αναλυτικά παρακάτω:

Αφόρμηση- μελέτη βιβλίου

Η αρχή του συγκεκριμένου project έγινε με τη μελέτη του βιβλίου του Ιουλίου Βερν «Ο γύρος τους κόσμου σε 80 ημέρες». Κατά τη διάρκεια της ανάγνωσης, οι μαθητές σημείωναν τις τοποθεσίες από τις οποίες πέρασε ο Φιλέας Φογκ, τις ημερομηνίες και τα σημεία όπου θεωρούσαν ότι ο Ιούλιος Βερν μέσω του ήρωά του, Φιλέα Φογκ χρησιμοποίησε τις γνώσεις του στις Φυσικές Επιστήμες. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον τους προξένησε το τέλος του βιβλίου στο οποίο ο Φιλέας Φογκ, ενώ πιστεύει ότι για λίγο δεν έχει κερδίσει το στοίχημα των 80 ημερών, τελικά κερδίζει γιατί δεν είχε υπολογίσει το κέρδος του σε ώρες λόγω της κίνησής του προς την ανατολή και δεν είχε χρησιμοποιήσει στους υπολογισμούς του τις ζώνες ώρας.

Απαραίτητα για το ταξίδι

Στη συγκεκριμένη δραστηριότητα ανατέθηκε στις ομάδες να αναλογιστούν και να καταγράψουν τις απαραίτητες διεργασίες για την επιτυχή έκβαση σε ένα ταξίδι στον 19^ο αιώνα καθώς και στον 21^ο. Μέσα από τη συζήτησή τους προέκυψε ο Πίνακας 1 και η Εικόνα 1 με τις ανάγκες και το μέσο ικανοποίησής τους. Κατά τη συζήτηση στην ολομέλεια, τονίστηκε η σημαντική εξέλιξη της τεχνολογίας. Οι μαθητές αναζήτησαν στο διαδίκτυο παλαιούς και νέους χάρτες (Εικόνα 2) και προχώρησαν στη μεταξύ τους σύγκριση. Συγκεκριμένα, ανέφεραν ότι ενώ οι νέοι χάρτες στους οποίους είναι εξοικειωμένοι βασίζονται σε πραγματικές εικόνες που έχουν ληφθεί από δορυφόρους και χωρίζονται ανά θεματική κατηγορία, οι παλαιοί είχαν κατασκευαστεί σύμφωνα με προσωπικές εκτιμήσεις και χρησιμοποιούνταν συγκεκριμένα σύμβολα για τα βουνά, τα ποτάμια κ.τ.λ.

Ανάγκη	19 ^{ος} αιώνας	21 ^{ος} αιώνας
Υπολογισμός χρόνου	Ρολόι και παρατήρηση εναλλαγής νύχτας/ ημέρας Ημερολόγιο	Ηλεκτρονικού ρολόι έξυπνου τηλεφώνου ή έξυπνο ρολόι

Μετάφραση	Βοηθός που να γνωρίζει ξένες γλώσσες ή πολλά λεξικά (όσα και οι χώρες από τις οποίες θα περνούσε)	Διαδικτυακός μεταφραστής μέσω έξυπνου τηλεφώνου
Υπολογισμοί	Χαρτί και πένα και πολλή σκέψη	Αριθμομηχανή στο έξυπνο τηλέφωνο
Εύρεση πληροφοριών	Επικοινωνία με ντόπιους	Αναζήτηση στο διαδίκτυο μέσω έξυπνου τηλεφώνου
Υπολογισμός αποστάσεων	Χάρτης, παρατήρηση άστρων και όργανα μέτρησης	Εφαρμογή google earth ή αντίστοιχη μέσω έξυπνου τηλεφώνου
Προσανατολισμός	Πυξίδα	Εφαρμογή έξυπνου τηλεφώνου
Χρήματα	Βαλίτσα γεμάτη με χρήματα	Πιστωτική κάρτα ή εφαρμογή έξυπνου τηλεφώνου

Πίνακας 1 Ανάγκες για το ταξίδι και μέσο ικανοποίησής τους στον 19^ο και τον 21^ο αιώνα



Εικόνα 9 Αφίσα- κατασκευή μαθητών



Εικόνα 10 Σύγκριση απεικόνισης Πελοποννήσου μέσω παλαιού χάρτη και στιγμιότυπου Google Earth

Προσδιορισμός εκάστοτε θέσης Φιλέα Φογκ πάνω στην υδρόγειο και το Google Earth

Στη συνέχεια, οι μαθητές του Γυμνασίου ανέλαβαν να σημειώσουν τη διαδρομή του Φιλέα Φογκ πάνω σε χάρτη (Εικόνα 3) και στο περιβάλλον του google Earth. Με μπλε γραμμή σημειώθηκε το ταξίδι με πλοίο ενώ με πράσινο το ταξίδι στη στεριά που έγινε με τρένο, ελέφαντα και μεγάλο έλκηθρο. Οι μαθητές, ακολουθώντας το Φύλλο Εργασίας 1 (τα Φ.Ε περιλαμβάνονται στο παράρτημα), βρήκαν το γεωγραφικό μήκος και πλάτος της κάθε τοποθεσίας και τη διαφορά ώρας από το σημείο αναφοράς των ζωνών ώρας (τον 1^ο μεσημβρινό στο Γκρίνουιτς). Σε αναζήτησή τους, έπεσαν πάνω στην ενδιαφέρουσα πληροφορία ότι την εποχή που γράφτηκε το βιβλίο, είχε ολοκληρωθεί και το έργο της διάνοιξης της διώρυγας του Σουέζ και γι' αυτό το λόγο τονίστηκε από τον Ιούλιο Βερν η συντόμηση του ταξιδιού του Φιλέα Φογκ χάρη σε αυτή την ανθρώπινη παρέμβαση.



*Εικόνα 11 Χάρτης διαδρομής Φιλέα Φογκ
(Χρησιμοποιήθηκε ως καμβάς χάρτης από το mapchart.net)*

Παράλληλα, οι μαθητές του Δημοτικού σημείωσαν με πινέζες πάνω σε μία Υδρόγειο φτιαγμένη από φελλό τα μέρη που επισκέφτηκε ο Φιλέας Φογκ και έδειξαν, με τη βοήθεια μιας κλωστής, τη διαδρομή (Εικόνα 4).



Εικόνα 12 Σημείωση των σημείων από τα οποία πέρασε ο Φιλέας Φογκ με πινέζες στην Υδρόγειο

Ενασχόληση με τις μονάδες μέτρησης χρόνου

Στη συνέχεια, οι μαθητές, έχοντας ήδη σημειώσει τη χρονική διάρκεια των επιμέρους ταξιδιών του Φιλέα Φογκ, ασχολήθηκαν με τις μονάδες μέτρησης χρόνου και τη χρησιμοποίηση της κατάλληλης μονάδας ανά περίπτωση. Για την ενασχόλησή τους αυτή, χρησιμοποιήθηκε το Φύλλο Εργασίας 2 και η διαδικτυακή άσκηση του παρακάτω συνδέσμου: <https://www.liveworksheets.com/so2103370xa>

Από τη δραστηριότητα αυτή, προέκυψε το παρακάτω video που αναρτήθηκε στον ιστότοπο youtube (https://www.youtube.com/watch?v=ovwq8Rts_84) ώστε να ενημερωθούν και οι υπόλοιποι μαθητές του σχολείου και όποιος άλλος ενδιαφέρεται για τις μονάδες μέτρησης χρόνου.

Υπολογισμοί στο ταξίδι

Παράλληλα με την ενασχόληση των μαθητών με το ταξίδι του Φιλέα Φογκ στη Γη, οι εκπαιδευτικοί άρπαξαν την ευκαιρία να μετατρέψουν το ταξίδι σε εφαρμογές υπολογισμού μέσης ταχύτητας καθώς οι μαθητές είχαν ήδη υπολογίσει μέσω google Earth τις αποστάσεις και οι χρόνοι ήταν ήδη γνωστοί μέσα από την αφήγηση. Έτσι προέκυψε το Φύλλο Εργασίας 3 όπου γίνεται και η σύνδεση του ταξιδιού του Φιλέα Φογκ στον 19^ο αιώνα με το αντίστοιχο ταξίδι με αεροπλάνο στον 21^ο αιώνα.

Κατασκευή ρολογιού 24 ωρών

Έχοντας διαβάσει το βιβλίο και ακολουθώντας το Φύλλο Εργασίας 4 όπου υπονοείται η αναγκαιότητα χρήσης 24ωρου ρολογιού γιατί το 12ωρο ενδεχομένως να προκαλέσει παρεξηγήσεις όπως αυτή στην περίπτωση του βοηθού του Φιλέα Φογκ, Πασπαρτού (βλ. Φύλλο Εργασίας 1), μία ομάδα μαθητών αναρωτήθηκε αν όλα τα προηγούμενα θα ήταν απαραίτητα αν είχε ανακαλυφθεί τότε το ψηφιακό ρολόι 24 ωρών ή αν υπήρχε κατασκευή αναλογικού ρολογιού 24 ωρών. Προέκυψε έντονη συζήτηση για το αν είναι εύκολη η κατασκευή του. Οι εκπαιδευτικοί, τότε, εκμεταλλευόμενες τη συζήτηση αυτή, κατεύθυναν την αναζήτηση σε 2 άξονες: την κατασκευή του ταμπλό (διαίρεση της περιμέτρου του κύκλου σε 24 ίσα τόξα) και την εύρεση μηχανισμού (υπολογισμός ταχύτητας δεικτών). Επιπλέον, μετά από αναζήτηση στο διαδίκτυο, βρέθηκε εφαρμογή αναλογικού 24^{ου} ρολογιού στη διεύθυνση : <https://demonstrations.wolfram.com/24HourAnalogClock/> με τη βοήθεια της οποίας οι μαθητές παρατήρησαν, έκαναν τους κατάλληλους υπολογισμούς και προέκυψε ο Πίνακας 2.

	12ωρο ρολόι	24ωρο ρολόι
		
Μοίρες τόξου που αντιστοιχούν σε 1	6°	6°

λεπτό		
Μοίρες τόξου που αντιστοιχούν σε 1 ώρα	30°	15°
Ταχύτητα λεπτοδείκτη	ω (διαγράφει ίδιο τόξο στον ίδιο χρόνο)	ω (ίδια)
Ταχύτητα ωροδείκτη	$\frac{\omega}{12}$	$\frac{\omega}{24}$ (μισή)

Πίνακας 2 Σύγκριση 12ωρου και 24ωρου αναλογικού ρολογιού

Έπειτα, αναζητήθηκε στο διαδίκτυο μηχανισμός για 24ωρο αναλογικό ρολόι και ξεκίνησε η κατασκευή του. Το αποτέλεσμα φαίνεται στην Εικόνα 5



Εικόνα 13 Τα δικά μας 24ωρα αναλογικά ρολόγια (αριστερά του Δημοτικού, δεξιά του Γυμνασίου)

Αν ο Φιλέας Φογκ ήταν υποστηρικτής της επίπεδης Γης- κατασκευή

Στο τέλος, οι μαθητές συζήτησαν για την ύπαρξη ανθρώπων που υποστηρίζουν ακόμα και σήμερα ότι η Γη είναι επίπεδη. Σημείωσαν ότι σίγουρα ο Ιούλιος Βερν δεν ήταν ένας από τους υποστηρικτές αυτής της θεωρίας καθώς αν ήταν, δεν θα ήταν εφικτό το ταξίδι του Φιλέα Φογκ γύρω από τη Γη. Για να το δείξουν, έφτιαξαν μια προσομοίωση χρησιμοποιώντας από τη μία μεριά μία υδρογείο σφαίρα, ένα φωτιστικό και ένα μικρό κουκλάκι και από την άλλη αντίστοιχη διάταξη με την αντικατάσταση της υδρογείου με ένα χάρτη. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 6, οι μαθητές έδειξαν ότι αν ο Ιούλιος Βερν και κατά συνέπεια ο Φιλέας Φογκ πίστευε ότι η Γη είναι επίπεδη, φτάνοντας στη Γιοκοχάμα της Ιαπωνίας δεν θα μπορούσε να συνεχίσει και να φτάσει στην Αμερική. Επίσης, οι αναφορές του Ιουλίου Βερν μέσα στο βιβλίο για τις εναλλαγές μέρας και νύχτας και για τις ζώνες ώρας δεν θα είχαν κανένα νόημα.



Εικόνα 14 Το ταξίδι του Φιλέα Φογκ σε σφαιρική Γη και σε επίπεδη

Αποτελέσματα- σχόλια

Η ενασχόληση με δραστηριότητες STEAM των μαθητών μας (παιδιών Ε' - Στ' Δημοτικού και πρώτων τάξεων του Γυμνασίου), αποτέλεσε διαφορετική και ενδιαφέρουσα προσέγγιση και σε συνδυασμό με τις διερευνητικές διεργασίες, συνετέλεσε στην επίτευξη των αρχικών μας στόχων. Οι μαθητές μας, έχοντας ως βάση ένα κλασικό βιβλίο «Το γύρο του κόσμου σε 80 ημέρες», αναρωτήθηκαν, συζήτησαν, αναζήτησαν πληροφορίες, κατασκεύασαν και συνεργάστηκαν μεταξύ τους τόσο σε επίπεδο τάξης όσο και σε επίπεδο σχολείων διαφορετικής βαθμίδας. Στη διαδικασία αναστοχασμού, οι μαθητές ανέφεραν ότι ποτέ δεν είχαν δώσει σημασία σε έννοιες φυσικής όταν διάβαζαν ένα βιβλίο και πως πλέον άλλαξε ο τρόπος με τον οποίο το προσεγγίζουν.

Πρέπει, βέβαια, να σημειωθεί ότι το συγκεκριμένο project ξεκίνησε με αφορμή την επικείμενη απόφαση της Ευρωπαϊκής Ένωσης να σταματήσει την εναλλαγή θερινής και χειμερινής ώρας τον Οκτώβριο του 2021. Όμως, λόγω της πανδημίας από τις αρχές του 2020, αποφασίστηκε να συζητηθεί η αλλαγή μετά το τέλος της (Εφημερίδα Έθνος, 2021) Οπότε, τα δεδομένα που προέκυψαν από τη συμπλήρωση των φύλλων εργασίας μας και από τις σχετικές αναζητήσεις, μετά την αλλαγή αυτή, δεν θα συμπίπτουν απαραίτητως με τα καινούρια δεδομένα.

Βιβλιογραφία

Ελληνόγλωσση

1. Βερν, Ιούλιος, Ο Γύρος του κόσμου σε 80 ημέρες, Εκδόσεις Μεταίχμιο
2. Γεωγραφία- Γεωλογία Α' Γυμνασίου- βιβλίο εκπαιδευτικού, Υπουργείο Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων – Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής
3. Μάιπας, Σ., (2019). STEAM: Αναζητώντας την καινοτομία στη Σχολική Εκπαίδευση & Η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση υπό το πρίσμα της STEAM, Άρθρο του onpodium.gr- The art of sharing knowedge, Δημοσίευση στις 12/03/2019

Ξενόγλωσση

1. Department for Education (2013). Geography programmes of study: key stages 1 and 2 National curriculum in England (retrieved on 15/7/2021)

2. Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. & Wood-Robinson, V. (1998), Οικο-δομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών. Μια παγκόσμια σύνοψη των ιδεών των μαθητών, Τυπωθήτω, Γιώργος Δαρδανός, Αθήνα
3. Vosniadou, S. & Brewer, W.F. (1994), Mental Models of day/night cycle, Cognitive Science, 18, 123-183

Διαδικτυακή

<https://demonstrations.wolfram.com/24HourAnalogClock/>

https://www.ethnos.gr/ellada/151216_o-koronoios-htypise-kai-tin-allagi-tis-therinis-oras-stin-eyropi (Ανακτήθηκε στις 12/7/2021)

<https://fuse.education.vic.gov.au/Resource/LandingPage?ObjectId=49f4c3d9-62bf-49da-b81e-f1f43dbafe51&SearchScope=All> (Ανακτήθηκε στις 15/6/2020)

Γραμματικάκης, Γ. (2014). Επιστήμη και Τέχνη: Μια παράδοξη σχέση. Στο <https://grammatikakis.gr/gr/tou-sumpantos-kai-tis-zois/item/354-epistimi-kai-texni-mia-paradoksi-sxesi> (Ανακτήθηκε στις 10/9/2020)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 1 (Γυμνάσιο)

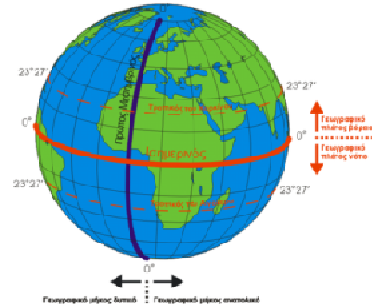
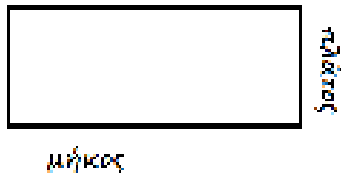
1. Ποιο ήταν το στοίχημα που είχε βάλει ο Φιλέας Φογκ;

2. Από πού ξεκίνησε και σε πόσες μέρες έπρεπε να επιστρέψει εκεί;

3. Συμβουλευόμενοι τις σημειώσεις που κρατήσατε, όταν διαβάσατε το βιβλίο, μπορείτε να αναφέρετε από ποια μέρη πέρασε και να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα με τις γεωγραφικές συντεταγμένες του κάθε τόπου;

Τοποθεσία	Γεωγραφικό μήκος	Γεωγραφικό πλάτος

Γεωγραφικό πλάτος: η απόσταση σε μοίρες από τον ισημερινό.
 Γεωγραφικό μήκος: η απόσταση σε μοίρες από τον πρώτο μεσημβρινό.



Πηγή: <https://e-geografia.eduportal.gr/geografikes-syntetagmenes-koviz/>

4. Πάνω στον παγκόσμιο χάρτη να βρείτε και να σημειώσετε τα μέρη που επισκεφθήκε. Έπειτα να σχεδιάσετε τη διαδρομή που ακολούθησε.



Πηγή: http://photodentro.edu.gr/photodentro/d-globe_synt_v1.5_pidx0013894/story_html5.html

5. Ακολουθήστε τα ίδια βήματα βάζοντας πινέζα στο google Earth(εφαρμογή στον υπολογιστή) και καταγράψτε τη διαδρομή του Φιλέα Φογκ με σύγχρονο τρόπο.

Για το σχεδιασμό της διαδρομής, ακολουθούμε τα βήματα:

Google Earth-> προσθήκη -> διαδρομή

Ανοίγει το παράθυρο, όπου βάζουμε όνομα και επιλέγουμε χρώμα της διαδρομής. Ο κέρσορας έχει αλλάξει και πατώντας στις τοποθεσίες σχεδιάζουμε τη διαδρομή στο χάρτη. (Αν κάνουμε λάθος, με το *backspace* σβήνουμε το τελευταίο κομμάτι και συνεχίζουμε. Όταν τελειώσουμε, πατάμε *ok* και η διαδρομή είναι έτοιμη.)

6. Παρατηρήστε τον παρακάτω χάρτη. Ποιος είναι ο τίτλος του;



Πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/Time_zone#/media/File:World_Time_Zones_Map.png

Ποιο είναι το σημείο αναφοράς των ζωνών ώρας; (πού βρίσκεται το 0;)

7. Στον παραπάνω πίνακα «ήρθε η ώρα» να προσθέσουμε μια στήλη με τις διαφορές ώρες (ζώνες ώρας).

Τοποθεσία	Γεωγραφικό μήκος	Γεωγραφικό πλάτος	Ζώνη Ώρας

--	--	--	--

8. «...Στις 23 Νοεμβρίου , μάλιστα, έγινε κάτι που έδωσε μεγάλη χαρά στον Πασπαρτού . Θυμόμαστε ότι ο ξεροκέφαλος ήθελε να κρατήσει στο περίφημο οικογενειακό ρολόι του ώρα Λονδίνου , πιστεύοντας ότι όλες οι άλλες ζώνες ώρας από τις χώρες που πέρασε ήταν λάθος. Εκείνη την ημέρα, λοιπόν αν και δεν είχε βάλει ποτέ το ρολόι ούτε πιο μπροστά ούτε πιο πίσω, εκείνο συμφωνούσε τώρα με το χρονόμετρο του πλοίου.»
 Απόσπασμα από το βιβλίο του Ιουλίου Βερν «Ο γύρος του κόσμου σε 80 μέρες»

Γιατί συμφωνούσε το ρολόι του Πασπαρτού με το ρολόι του πλοίου;



Μπορείτε να προσδιορίσετε που βρισκόταν στις 23 Νοεμβρίου ο Φιλέας Φογκ και ο Πασπαρτού;

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2

Όνομα ομάδας: _____

1. Σκέφτομαι και απαντώ στις απορίες του Φιλέα Φογκ

Ποια μονάδα μέτρησης θα χρησιμοποιήσω για να

έναν αγώνα στίβου 100 μέτρων;

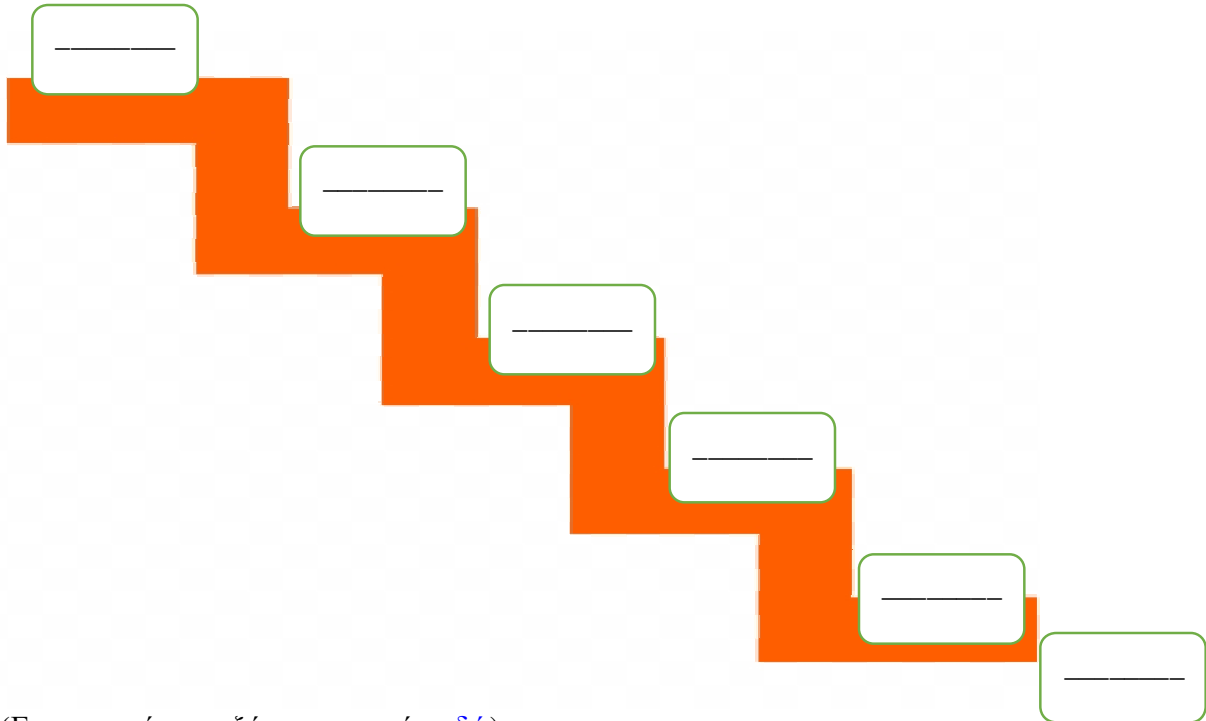
τη διάρκεια της ζωής μου;

τη διδακτική ώρα;

το χρόνο που χρειάζομαι για να πάω από την Έδεσσα στη Λαμία;

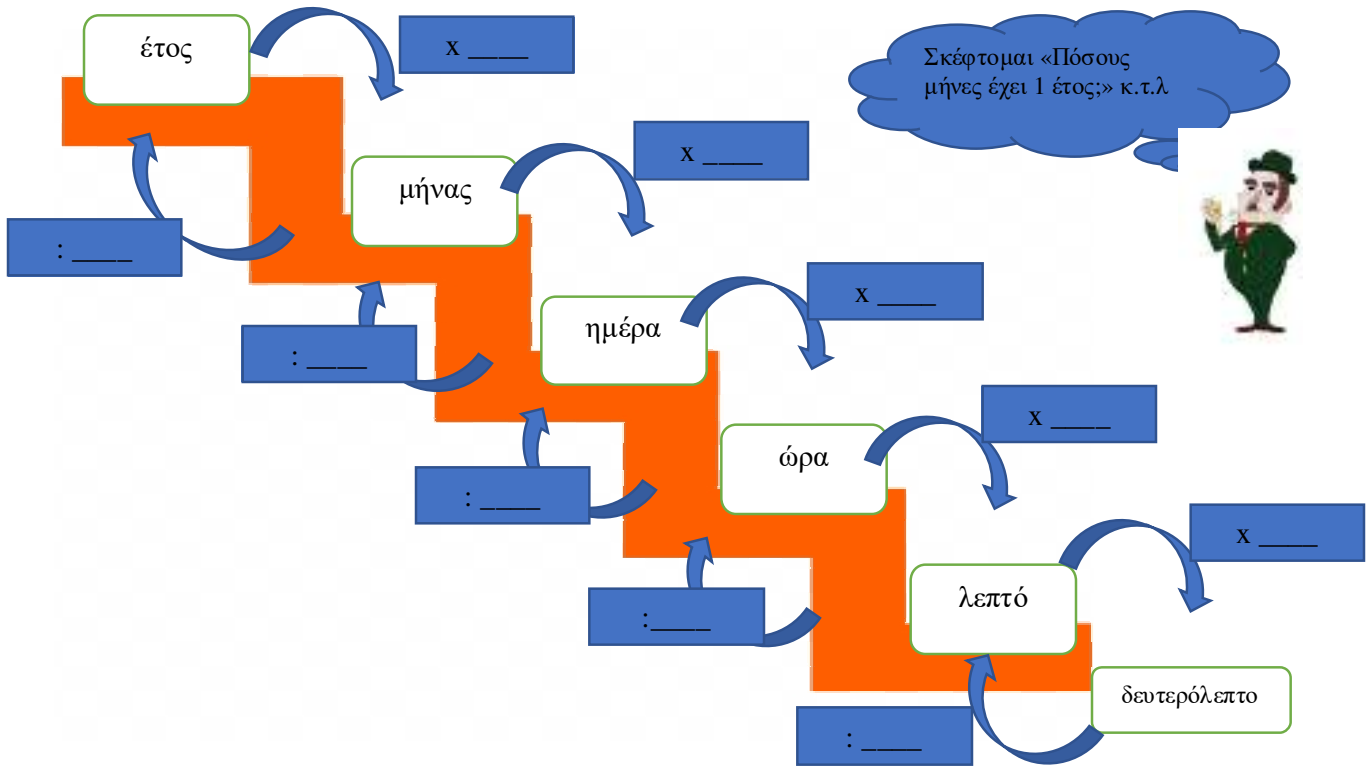
2. Κατατάσσω τις μονάδες μέτρησης χρόνου από τη μεγαλύτερη στη μικρότερη.

(έτος, δευτερόλεπτο, μήνας, ημέρα, λεπτό, ώρα)



(Για περισσότερη εξάσκηση, πατάω [εδώ](#))

3. Συμπληρώνω τα κουτάκια με τις απαραίτητες πράξεις για μετατροπές



5. Σύμφωνα με τις παραπάνω μετατροπές, προτείνω εναλλακτικούς τίτλους για το βιβλίο του Ιούλιου Βερν «ο γύρος του κόσμου σε 80 ημέρες»
- 6.




Ο γύρος του κόσμου σε _____	Ο γύρος του κόσμου σε _____	Ο γύρος του κόσμου σε _____
Ο γύρος του κόσμου σε _____	Ο γύρος του κόσμου σε _____	Ο γύρος του κόσμου σε _____

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 3 (Γυμνάσιο)

1. Ο Φιλέας Φογκ έκανε το γύρο του κόσμου χρησιμοποιώντας διάφορα μεταφορικά μέσα. Μπορείτε να φανταστείτε τι υπολογισμούς χρειάστηκε να κάνει για να καταφέρει να κερδίσει το στοίχημα ;

2. Τι έπρεπε να γνωρίζει ώστε να καταφέρει να κάνει αυτό το μεγάλο ταξίδι σε 80 ημέρες ;

3. Γίνετε βοηθός του Φιλέα Φογκ για λίγο και συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.

Διαδρομή	Μεταφορικό μέσο	Απόσταση	Χρόνος	Μέση Ταχύτητα
Λονδίνο-Πρίντεζι		1651km	3d	Km/h
Πρίντεζι-Σουέζ		2387	4d	
Σουέζ - Βομβάη		5239	13d	
Βομβάη-Καλκούτα	 	1679	3d	
Καλκούτα-Χονγκ Κονγκ		5797	13d	
Χονγκ Κονγκ-Γιοκοχάμα		2544	6d	
Γιοκοχάμα-Σαν Φρανσίσκο		8845	22d	
Σαν Φρανσίσκο-Νέα Υόρκη	 	3850	7d	
Νέα Υόρκη - Λονδίνο	 	5871	9d	

4. Μπορείτε να υπολογίσετε τη συνολική απόσταση που έκανε ο Φιλέας Φογκ στις 80 ημέρες ;

- Έπειτα υπολογίστε τη μέση ταχύτητά του.

- Γιατί η μέση ταχύτητα δεν είναι ίδια με τις μέσες ταχύτητες ανά μέρος του ταξιδιού;

5. Ένα αεροπλάνο γεμάτο με καύσιμα, σε πόσο χρόνο θα έκανε την ίδια διαδρομή; (Θεωρήστε ότι η μέση ταχύτητα του αεροπλάνου είναι 1000 Km/h)

6. Αναλογιστείτε. Επηρεάζεται η μέση ταχύτητα του ταξιδιού από τις εναλλαγές από τη μια ζώνη ώρας στην άλλη;

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 4 (δημοτικού)

Όνομα ομάδας: _____

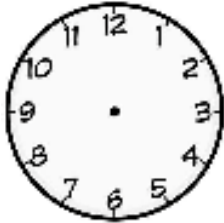
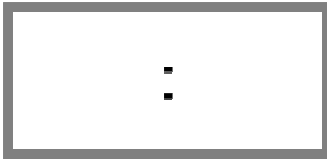
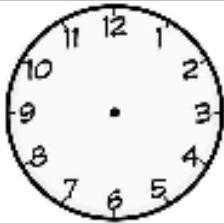
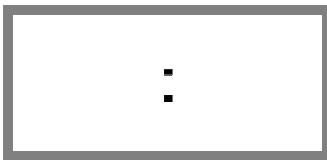
«Στις 23 Νοεμβρίου, μάλιστα, έγινε κάτι που έδωσε μεγάλη χαρά στον Πασπαρτού. Θυμόμαστε ότι ο ξεροκέφαλος ήθελε να κρατήσει στο περίφημο οικογενειακό ρολόι του ώρα Λονδίνου, πιστεύοντας ότι όλες οι άλλες ζώνες ώρας από τις χώρες που πέρασε ήταν λάθος. Εκείνη την ημέρα, λοιπόν, αν και δεν είχε βάλει ποτέ το ρολόι ούτε πιο μπροστά ούτε πιο πίσω, εκείνο συμφωνούσε τώρα με το χρονόμετρο του πλοίου.»

Απόσπασμα από το βιβλίο «Ο γύρος του κόσμου σε 80 ημέρες» του Ιουλίου Βερν

1. Τι μπορεί να συνέβη πραγματικά;

2. Ανοίγω του Google Earth και βρίσκω ένα μέρος στο οποίο θα μπορούσε να βρίσκεται ο Πασπαρτού στις 23 Νοεμβρίου.

3. Αν υποθέσουμε ότι εκείνο το πρωινό, το ρολόι του Πασπαρτού έδειχνε 10 η ώρα και ότι τα ηλεκτρονικά (ψηφιακά) ρολόγια είχαν ανακαλυφθεί τον 19^ο αιώνα που γράφτηκε το βιβλίο, τι ώρα θα έδειχναν τα παρακάτω;

Ρολόγια Πλοίου		
Ρολόγια Πασπαρτού		

*Το copyright των φωτογραφιών ανήκει στις συγγραφείς.



Πηγή φωτογραφίας: Science on Stage Greece

***Science on Stage Festival 2022
Prague, Czech Republic***

SOLAR TRACKER AND SUN PATH FINDER

Κουράκης Νεκτάριος, Φυσικός, ΕΠΑ.Α. Κισάμου – Γ.Ε.Α. Βάμου
[nektarios.25ma\[a\]gmail.com](mailto:nektarios.25ma[a]gmail.com)

(4^ο Βραβείο 11^ον Πανελλήνιων Αγώνων Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών)

Περίληψη

Συσκευή που στρέφεται πάντα κάθετα στις ακτίνες του Ήλιου και ταυτόχρονα καταγράφει τις γωνίες που σχηματίζει ο Ήλιος στον τόπο που στήνεται η συσκευή.

Abstract

A device that always rotates perpendicular to the rays of the SUN and at the same time records the angles formed by the SUN at the place where the device is set up. I developed it to be an easy-to-use laboratory tool for astrophysics, measuring the altitude, azimuth angles of the SUN in real time in the schoolyard. In the age of information we find on the internet either "diamonds" or "garbage" like nonsense about flat earth. One of the many ways we show children the scientifically correct truth is with experimental devices like the one I present here. Also the photovoltaic panels that operate in their majority do not turn to the sun and thus have a loss of at least 20% of energy.

Εισαγωγή

ΗΛΙΑΤΟΡΕΣ: Η 1η ομάδα STEM που υπό την καθοδήγησή μου μετά από σειρά εξωδιδασκτικών εργαστηριακών μαθημάτων κατασκεύασε μεταξύ άλλων και τη συγκεκριμένη [συσκευή](#) ακολουθώντας τον οδηγό που έχω στο [GITHUB](#) και μπορεί μέσω αυτού όποιος συνάδελφος επιθυμεί να κατασκευάσει. Για αυτή την κατασκευή οι "ΗΛΙΑΤΟΡΕΣ" έλαβαν 3ο [βραβείο](#) στον διαγωνισμό της ΕΛΛΑΚ ρομποτικής 2019-20, η οποία επιτροπή το αξιολόγησε **μόνο** ως "ρομποτική" συσκευή. Όμως την εξέλιξα **επιπλέον** ώστε να αποτελεί ένα εύχρηστο **εργαστηριακό** εργαλείο αστροφυσικής (μέτρησης των γωνιών altitude, azimuth του Ήλιου σε πραγματικό χρόνο στο προαύλιο του σχολείου) .

Ανιχνεύοντας το «μονοπάτι» του Ήλιου

Στην εποχή της πληροφορίας που διανύουμε βρίσκει κάποιος ερευνητής στο διαδίκτυο είτε "διαμάντια" είτε "σκουπίδια" όπως οι ανοησίες περί επίπεδης γης. Ένας από τους πολλούς τρόπους που δείχνουμε στα παιδιά την επιστημονικά ορθή αλήθεια είναι με πειραματικές συσκευές όπως αυτή που παρουσιάζω εδώ.

α.Μελέτη υπάρχουσας κατάστασης στην χρήση ηλιακής ενέργειας

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα-φωτοβολταϊκά πάνελ που λειτουργούν στη πλειονότητά τους είναι στατικά δηλαδή δεν στρέφονται προς τον ήλιο και έτσι σύμφωνα με τις πηγές μας έχουν απώλεια τουλάχιστον 20% ενεργειακά.

β. Σαφής ορισμός προβλήματος – ανάγκης

Όμως ο ήλιος αποδίδει τα μέγιστα μόνο όταν «πέφτει» κάθετα στο πάνελ, έτσι ψάχνουμε τρόπο να ακολουθεί το πάνελ τις ακτίνες του ήλιου. Ένας τρόπος παρακολούθησης του είναι με φωτοευαίσθητες αντιστάσεις οι οποίες παρακολουθούνται από τον μικροελεγκτή arduino και με 2 servo ο μικροελεγκτής προσαρμόζει το πάνελ ώστε οι ακτίνες να πέφτουν κάθετα.

Η αναζήτηση άρχισε με σκοπό τη κατασκευή ενός solar tracker όπως <https://www.instructables.com/id/Building-an-Automatic-Solar-Tracker-With-Arduino-N/>.

Όμως όλες αυτές οι κατασκευές είναι για εσωτερικό χώρο και για λόγους επίδειξης (είναι light tracker) και όχι για ένα πραγματικό solar tracker.

γ. Ορισμός προτεινόμενης λύσης-πρωτοτυπία διαφοροποίησης

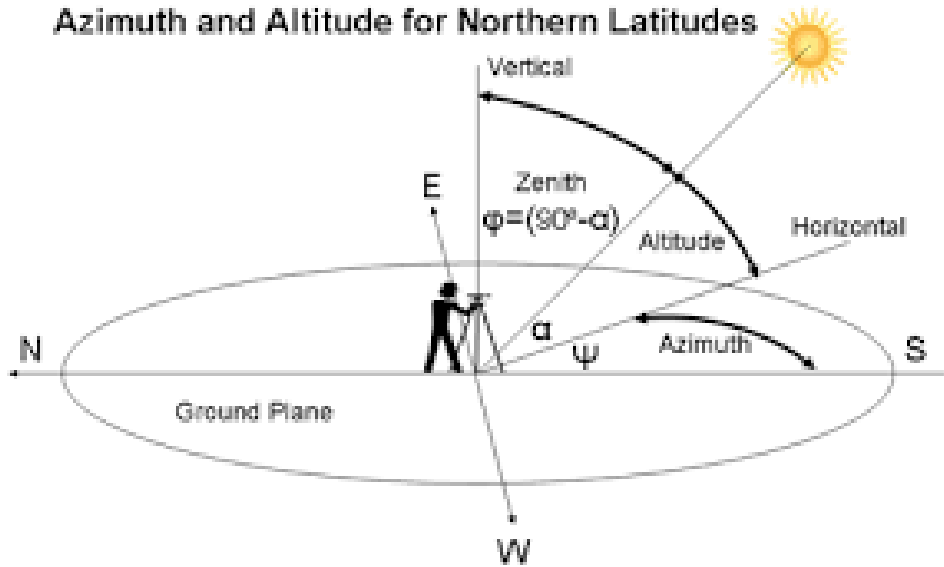
Και εδώ μπήκαμε στην μεγάλη περιπέτεια κατασκευής ενός πραγματικού solar tracker και ως φυσική συνέπεια (ο καθηγητής μας είναι φυσικός και του αρέσει η αστροφυσική) και solar path finder- επιστημονικό εργαλείο εύρεσης των γωνιών που διαγράφει ο Ήλιος στην περιοχή μας. Και ανασχεδιάσαμε το έργο μας έτσι ώστε να καλύπτει τις γωνίες που διαγράφει ο ήλιος στην περιοχή μας - μια πλήρης μελέτη της *κίνησης* του Ήλιου βρίσκεται στο github ως *sunpath* (power point) και στο link:

https://drive.google.com/file/d/1GLD8PmXYanXQI7J_CQ0ZFBPLYN2PAcjO/view?usp=sharing η οποία προτείνεται μαζί με ανάλογα βίντεο για την εξήγηση λειτουργίας της συσκευής. Βίντεο : <https://www.youtube.com/watch?v=OR8EQ0DWpPw&t=49s>

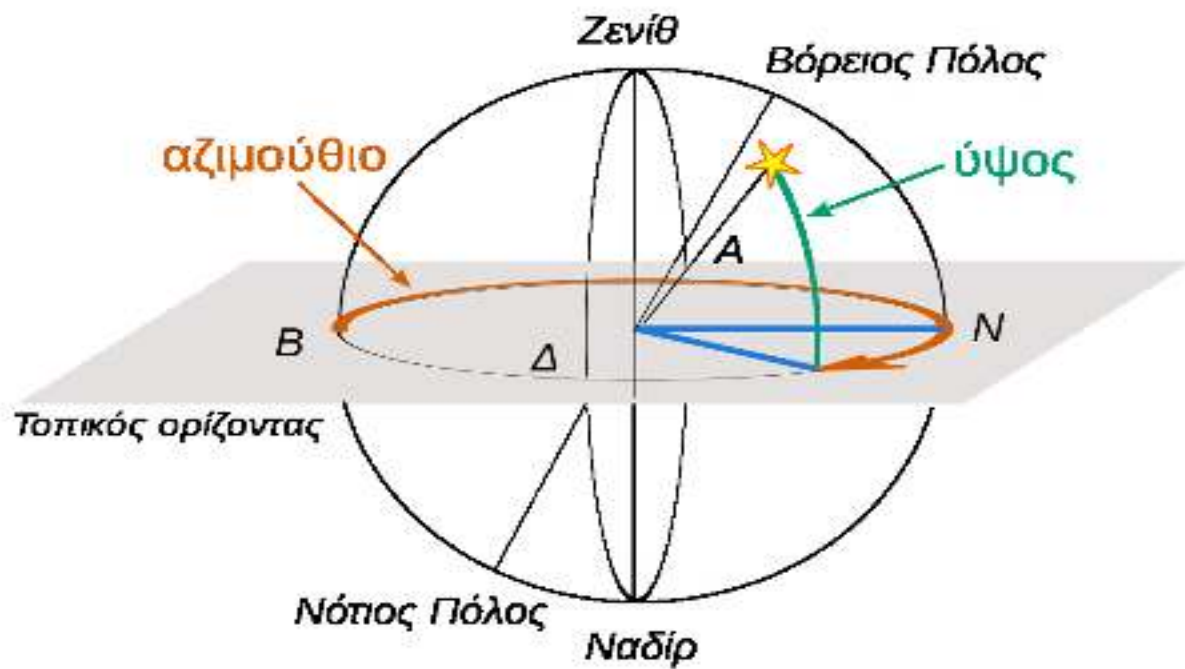
Εξήγηση από την ομάδα που κατασκεύασε, υπό την καθοδήγησή μου, το έργο, βίντεο link: <https://www.youtube.com/watch?v=emRvdH7JC2I&t=79s>

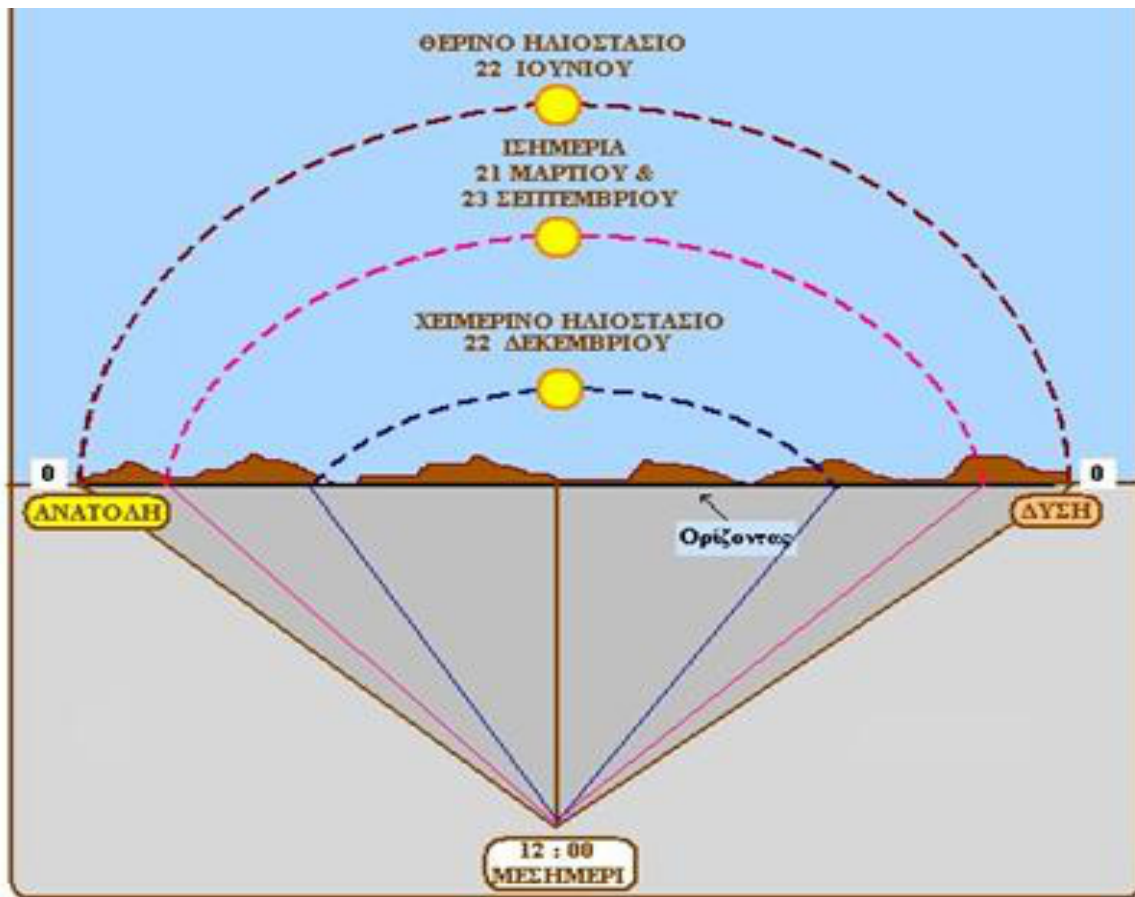
SOLAR PATH FINDER AND SOLAR TRACKER

Azimuth and Altitude for Northern Latitudes



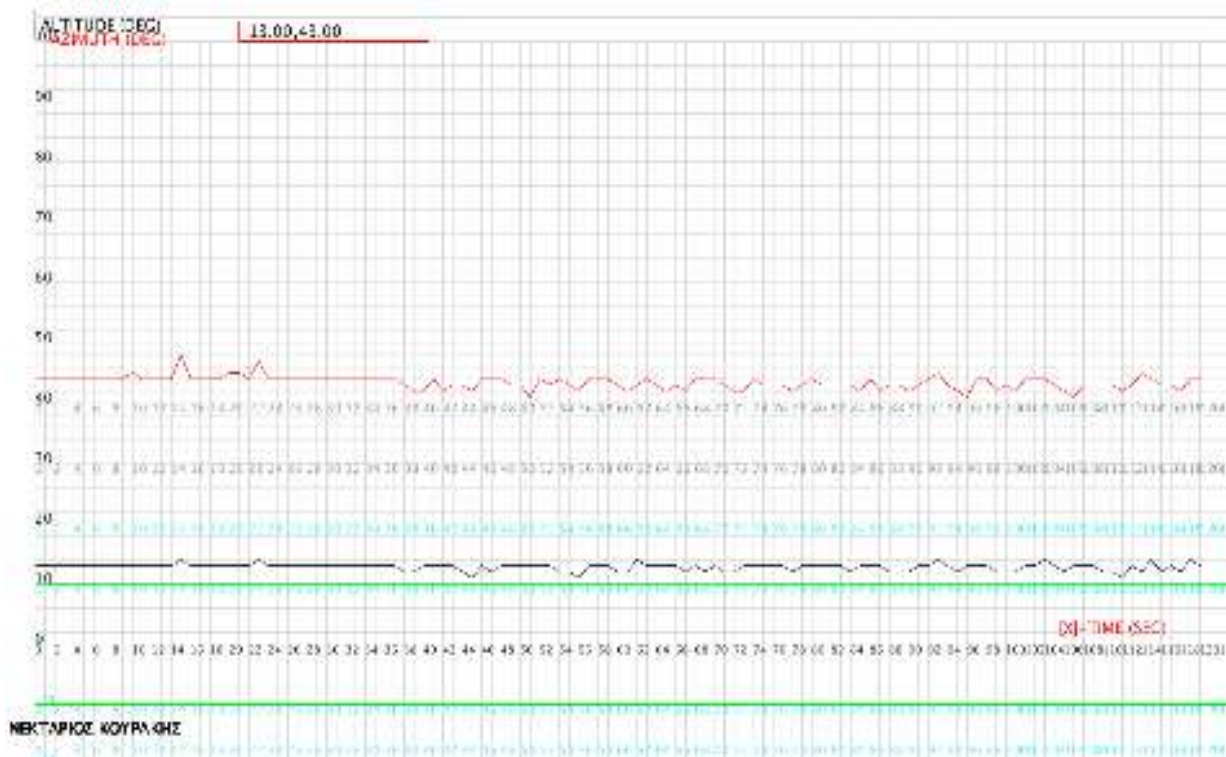
2 τρόποι.....για αζιμούθιο εμείς διαλέξαμε τον πρώτο.





Διαδικασία εργαστηριακής χρήσης

- 1.Εξήγηση – μάθημα στην τάξη με: [Παρουσίαση power point](#) ,συζήτηση και [βίντεο](#)
- 2.Χρήση συσκευής στο προαύλιο και εξαγωγή γραφικής παράστασης* όπως:



22-12-2020 09:00 UTC+2

*Έχω φτιάξει ένα γραφικό περιβάλλον μέσω processing ide στο pc ή laptop για ζωντανή απεικόνιση των γωνιών του Ήλιου – που λαμβάνει μέσω Bluetooth από την συσκευή και αποθηκεύει τα αποτελέσματα. Το αζιμούθιο το μετράμε με τον 2ο τρόπο έτσι για να ελέγξουμε το αποτέλεσμα κάνουμε την πράξη π.χ. εδώ $180^{\circ} - 43^{\circ} = 137^{\circ}$.

3. [Ιστοσελίδα](#) αστροφυσικής που δίνει τις γωνίες του Ήλιου ανάλογα με την περιοχή για σύγκριση αποτελεσμάτων και εύρεση ποσοστιαίας απόκλισης από την γραφική παράσταση που βρίσκουμε .

Έπανάλαμβάνουμε το πείραμα σε 1 μήνα την ίδια ώρα, βρίσκουμε διαφορετικά αποτελέσματα και κουβεντιάζουμε στην τάξη για το γεγονός αυτό.

Αναλυτικές οδηγίες χρήσης της συσκευής στο [GITHUB](#).

Κατασκευή

Υλικά (τελικός απολογισμός):

1. arduino uno (<https://grobotronics.com/funduino-uno-rev3-arduino-uno-compatible.html>) = € 11,90

2. 4 ldr (<https://grobotronics.com/photo-resistor-ldr-5mm.html>) = $4 * 0,20 = € 0,80$

3. *2 servo (link: <https://grobotronics.com/servo-small-5kg.cm-metal-gears-with-analog-feedback-feetech-fs9225m.html>)

<https://grobotronics.com/analog-feedback-micro-servo-plastic-gear.html>

) = $€ 9,90 + € 12,20 = € 21,10$

4. wires (<https://grobotronics.com/jumper-wires-15cm-female-to-male-pack-of-10.html>) και

<https://grobotronics.com/jumper-wires-15cm-male-to-male-pack-of-10.html>)=2*€1.80=€3,30

5..breadboard (link: <https://grobotronics.com/breadboard-400-tie-point-white-half-size.html>) =€3.20

6.Bluetooth Module for Arduino – HC05 (<https://grobotronics.com/bluetooth-module-for-arduino-hc05.html>) =€6.80

7. 4 αντιστάσεις 1kohm (<https://grobotronics.com/carbon-1-4w-5-1kohm.html>) = €0,04

8.servo arm(<https://grobotronics.com/servo-arm-double-5cm-horn-spline-25t.html>)=€1.90

9. Βίδα 4mm με μήκος 9cm =€0.10

10.Πλαστικά γρανάζια απο 3D εκτυπωτή του Ε.Κ.Φ.Ε. Χανίων (Τα STL αρχεία περιλαμβάνονται ως ST1,ST2,..)
Ενδεικτικό σύνολο=€49,00

Δοκιμάσαμε σε εξωτερικό χώρο το ηλιακό πάνελ-<https://grobotronics.com/solar-panel-3.5w-165x135mm.html>-πάνω στο solar tracker μας, το οποίο φόρτιζε εύκολα ένα smartphone.

SOFTWARE

1. *ARDUINO IDE*
2. *TINKERCAD-ONLINE 3D DESIGNER*<https://www.tinkercad.com/>
3. *PROCESSING IDE*

Εργαλεία

1. Κατσαβίδι-στραβοκατσάβιδο
2. Χαρτοκόπτης για την αφαίρεση ατελειών απο τα 3D εξαρτήματα.

Περιγραφή προβλήματος

Η εποχή μας απαιτεί μεγάλα ενεργειακά αποθέματα, έτσι ένα αποδοτικό φωτοβολταϊκό πάνελ που ακολουθεί τον ήλιο δείχνει τον δρόμο στους κατασκευαστές φωτοβολταϊκών συστημάτων. Πόσο μάλλον όταν το πρότζεκτ μας καταγράφει τις γωνίες που δημιουργεί ο ήλιος στο στερέωμα στα Χανιά και έτσι δείχνει ανά ημέρα και ώρα την κατάλληλη γωνία που πρέπει να έχει το φωτοβολταϊκό πάνελ για μέγιστη απόδοση. Μια επιστημονική εργασία αυτού του είδους εκπαιδεύει τους μελλοντικούς επιστήμονες στο διαθεματικό πλαίσιο STEM-Θετικές επιστήμες-Ρομποτική.

Ακολουθώντας το μονοπάτι του Ήλιου

Σε συνέχεια της προηγούμενης απάντησης η ιδέα μας είναι να κατασκευάσουμε ένα ηλιακό ανιχνευτή της πορείας του ήλιου που θα προσαρμόζει το φωτοβολταϊκό πάνελ μας κάθετα στις ακτίνες του ήλιου για να έχει την μέγιστη απόδοση και ταυτόχρονα θα καταγράφει τις γωνίες αυτές. Θα χρησιμοποιήσουμε 4 ldr φωτοαντιστάσεις - οι αισθητήρες φωτός που ανάλογα με το φως που λαμβάνουν θα δίνουν εντολή να στραφεί το πάνελ μας στη σωστή θέση - 2 σερβομηχανισμούς για να εκτελούν τις παραπάνω εντολές και θα αποτελούν συνάμα αισθητήρες κλίσης* για την καταγραφή αυτών των γωνιών. Φυσικά και arduino που είναι ο εγκέφαλος της κατασκευής μας. 3D εκτυπωμένα εξαρτήματα θα δώσουν σταθερότητα και αποδοτικότητα στην κατασκευή μας.

*(Με 3D εξαρτήματα φτιάξαμε δύο πανομοιότυπες κατασκευές. Η πρώτη-link <https://github.com/nektarios25ma/Solar-tracker/tree/master3> - χρησιμοποιεί ανεξάρτητο αισθητήρα κλίσης 9-axis MEMS sensor με έξτρα MCU για να δίνει τις κλίσεις και η δεύτερη **πιο λιτή** με αισθητήρες κλίσεις τα ίδια τα σέρβο* έχει επιπρόσθετα το πλεονέκτημα ότι μπορεί να ακολουθήσει-καταγράψει όλες τις γωνίες που διαγράφει ο ήλιος κατά την διάρκεια του χρόνου γι αυτό έχει ανασχεδιασμένα όλα τα 3D εξαρτήματα από την ομάδα μας. Γι αυτό αυτήν επιλέξαμε να παρουσιάσουμε ως κύρια κατασκευή)

Κατασκευή

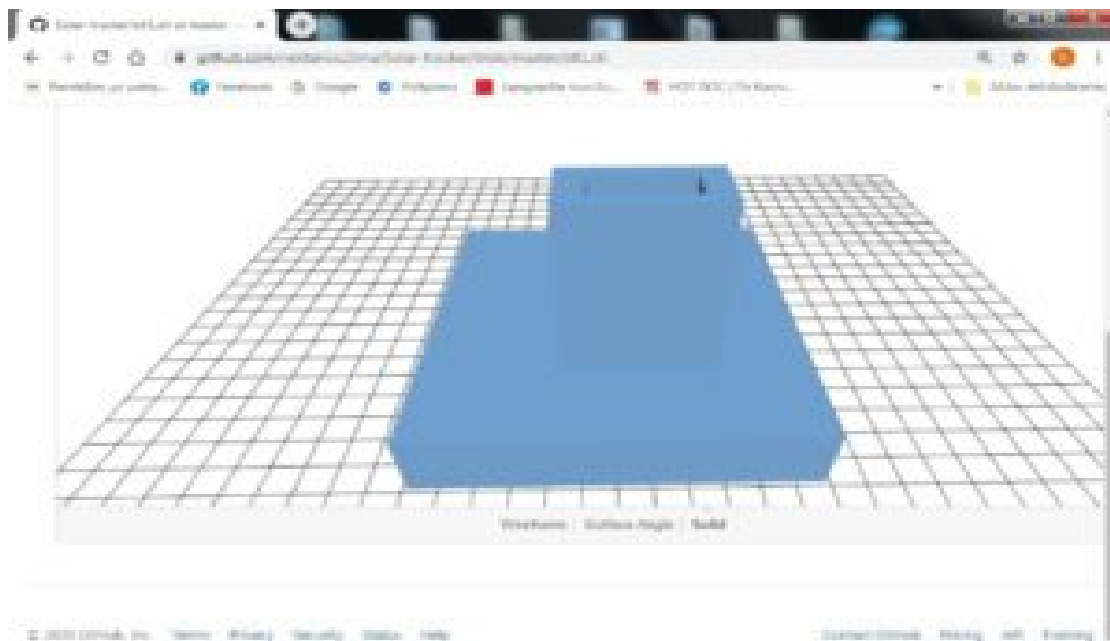
Εδώ όπως και στο github - αναλυτικότερα - περιγράφω τον τρόπο που κατασκευάζεται.

Τα σχεδιασμένα 3d εξαρτήματα από την ομάδα μας θα τα βρείτε ως stl αρχεία στο github. Τα servo που είναι στη λίστα μας «κουμπώνουν» ακριβώς στα παραπάνω εξαρτήματα.

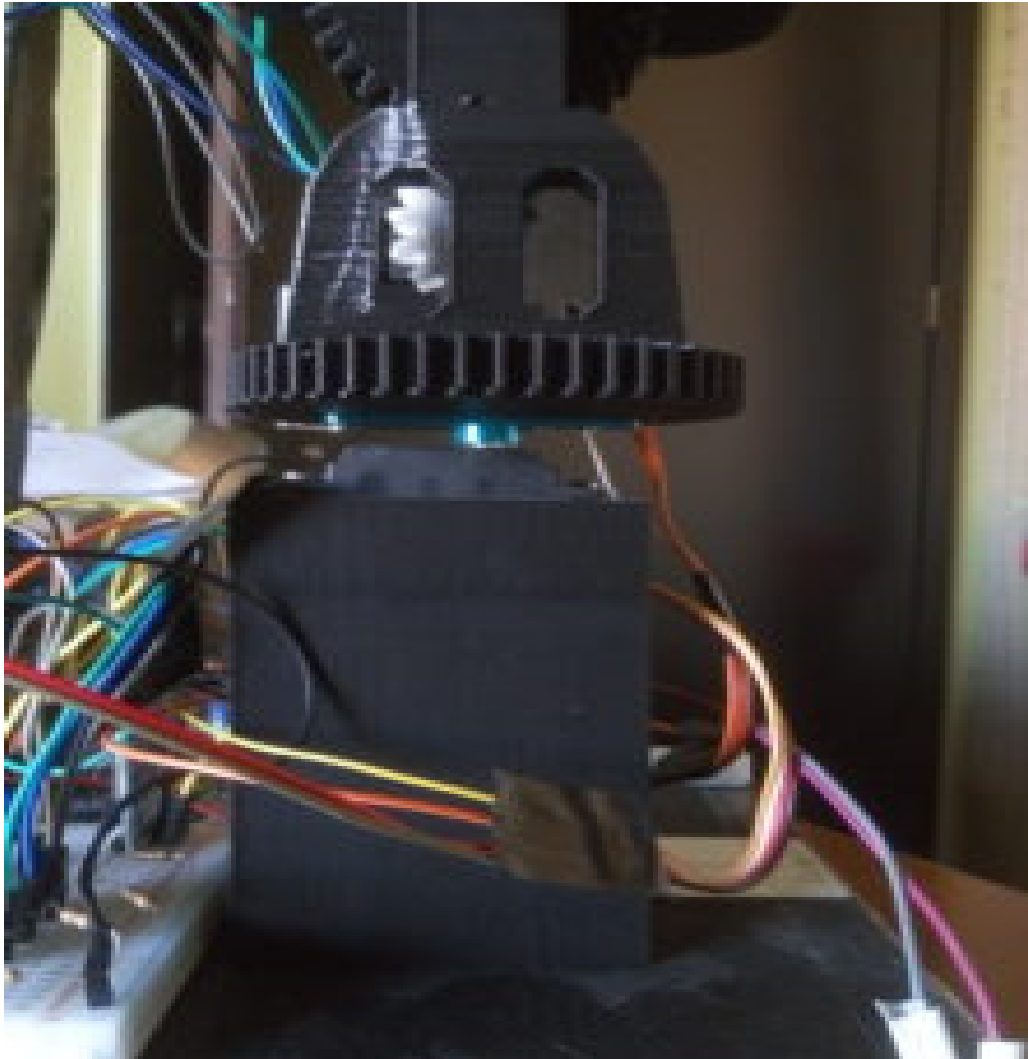
Το servo : <https://grobotronics.com/servo-small-5kg.cm-metal-gears-with-analog-feedback-feetech-fs9225m.html>



«κουμπώνει» στο 3d εξάρτημα **base.stl** (ή **stl 1**)-στην υποδοχή που βλέπετε,

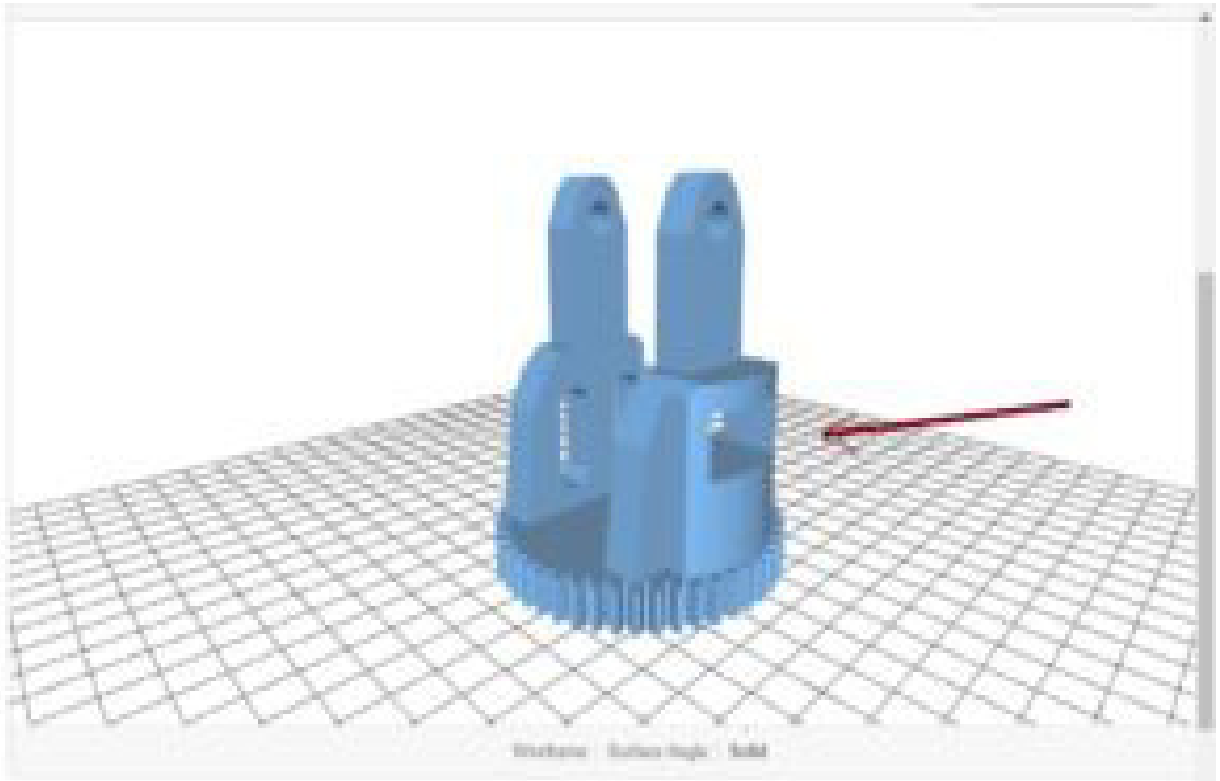


Πάνω στο servo βάζουμε το servo arm (<https://grobotronics.com/servo-arm-double-5cm-horn-spline-25t.html>), όπως στην εικόνα 1



Εικόνα 1

Πάνω στο servoam βιδώνουμε το 3d εξάρτημα **panel-mount.stl** (ή **stl2**)

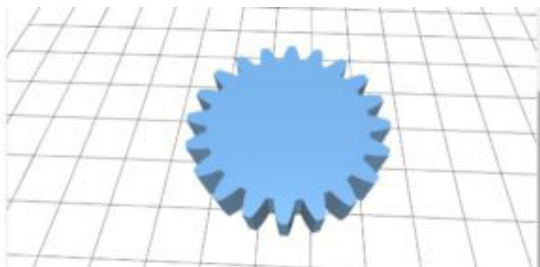


και τοποθετούμε το 2ο servo (εκεί που δείχνει το βέλος)
στο κατάλληλο άνοιγμα του **panel-mount.stl**, όπως την εικόνα 2



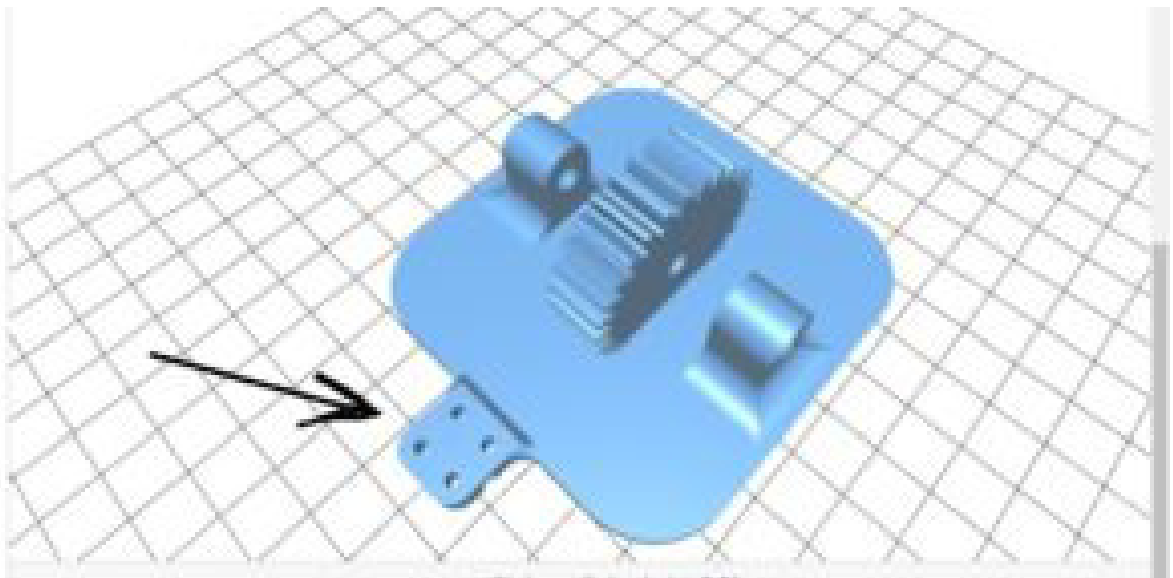
Εικόνα 2

Στο 2ο servo βιδώνουμε το **Vertical_Servo_Gear.stl** (ή stl5, το άσπρο στην εικόνα2)



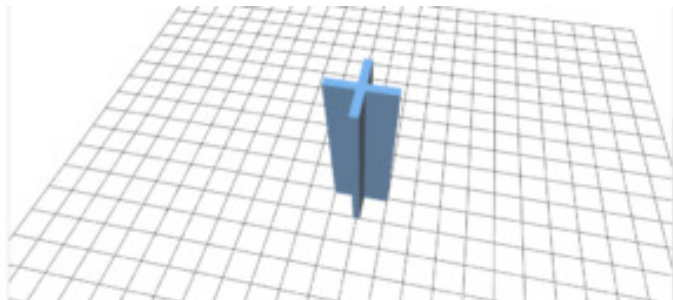
όπως στην εικόνα 2.

Στο **Panel_Bracket2.stl**(ή stl4)



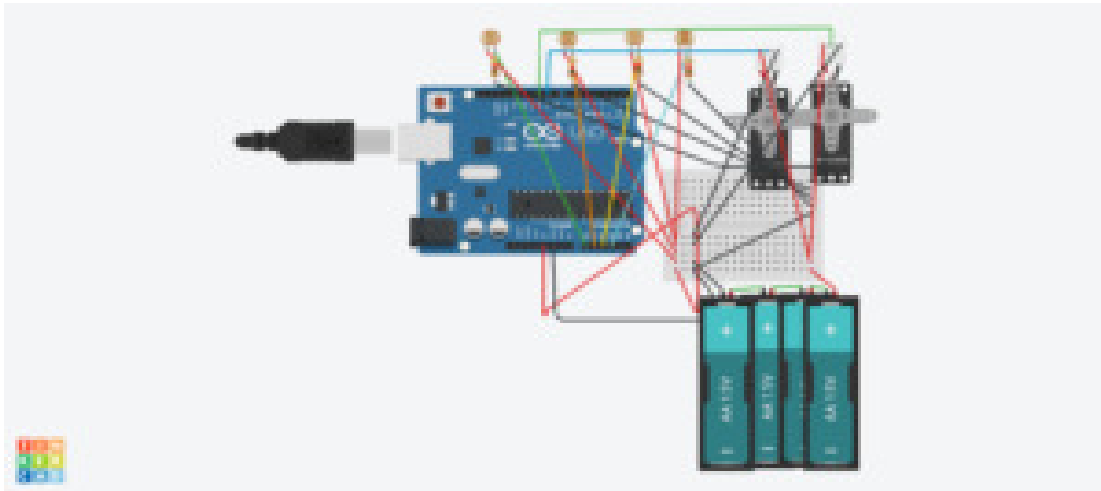
τοποθετούμε το **LDR DIVIDER HIGH.stl**(ή **stl3**) εκεί που δείχνει το βέλος (έχει υποδοχή να το δεχτεί και ας μην φαίνεται στην πάνω εικόνα).

LDR DIVIDER HIGH.stl:

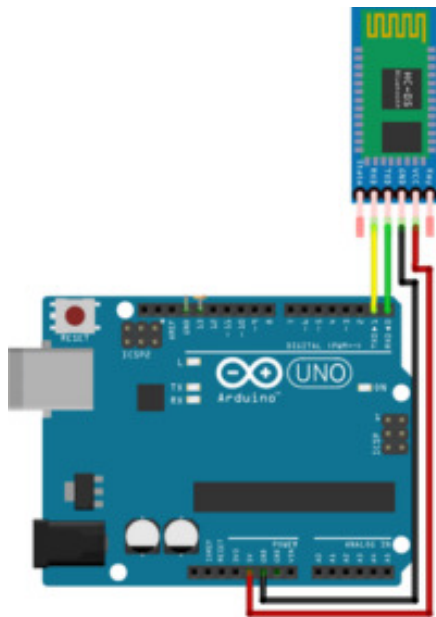


Τέλος με την κατάλληλη βίδα 4mm με μήκος 9cm και τα αντίστοιχα παξιμάδια τοποθετούμε το **Panel_Bracket2.stl** όπως στην **εικόνα 2**.

Η συνδεσμολογία πρέπει να γίνει όπως (κύκλωμα)



Και το bluetooth hc-05-σύνδεση το παραθέτουμε σε άλλη εικόνα γιατί το tinkercad-circuit απο το οποίο φτιάξαμε την πάνω εικόνα δεν διαθέτει bluetooth στοιχείο



Όλα τα αρχεία βρίσκονται στο GITHUB με μεγαλύτερη ανάλυση.

Έπειτα έπρεπε να βαθμονομήσουμε τα servo ώστε να μετράνε την σωστή γωνία και σε αυτήν την επίπονη διαδικασία βοήθησε το 2ο link (δες το αρχείο στο github –*διαδικασία βαθμονόμησης* που εξηγείται αναλυτικά).

Ο διαρέτης τάσης που φαίνεται στο κύκλωμα που βρίσκεται στο github (και παραπάνω) λειτούργησε καλά τελικά σε εξωτερικό χώρο με αντιστάσεις 1 kohm (4 αντιστάσεις). Ανάλογα με την συμπεριφορά των 1dr διαλέγουμε (πειραματικά) αντίστοιχες αντιστάσεις έτσι ώστε σε εξωτερικό χώρο να λειτουργούν ικανοποιητικά.

Βιβλιογραφία

1. Εισαγωγικό βιβλίο αστρονομίας από την Κρυσταλλία Χαλκιά.
2. https://en.wikipedia.org/wiki/Sun_path
3. https://en.wikipedia.org/wiki/Position_of_the_Sun
4. <https://www.youtube.com/watch?v=IJVEubm9Ja8>
5. <https://www.instructables.com/id/Arduino-Solar-Tracker/>
6. Link που βοήθησε στην βαθμονόμηση-Calibration SERVO* :
<https://dronebotworkshop.com/analog-feedback-servo-motor/>
7. 7.Εισαγωγή στο γραφικό περιβάλλον της processing -γλώσσα προγραμματισμού ανοικτού κώδικα με εφαρμογές στις γραφικές παραστάσεις :
<https://processing.org/tutorials/>

Ο βασικός αλγόριθμος βρίσκεται στο GITHUB, όμως η λογική λειτουργίας το περιγράφεται παρακάτω:

Αλγόριθμος-FLOWCHART: (πάτα-κλίκκαρε πάνω) <https://openedtech.ellak.gr/wp-content/uploads/sites/31/2019/11/%CE%91%CE%9B%CE%93%CE%9F%CE%A1%CE%99%CE%98%CE%9C%CE%9F%CE%A3-FLOWCHART.pdf>

Επίσης χρησιμοποιήθηκαν βοηθητικά προγράμματα για την βαθμονόμηση των servo*.

Στο link που ακολουθεί και ανήκει όπως και δημιουργήθηκε από την ομάδα των μαθητών που εργάστηκε για αυτό το project είναι τοποθετημένα όλα τα αρχεία που είναι αναγκαία για την κατανόηση και κατασκευή αναλόγου εγχειρήματος: <https://github.com/Ampirath/Solar-Tracker> ή το ταυτόσημο <https://github.com/nektarios25ma/Solar-tracker> (branch master)

Link video που φτιάχτηκε από τα παιδιά:

<https://www.youtube.com/watch?v=emRvdH7JC2I&t=79s>



Η 1η ομάδα κατασκευής αποτελούνταν από 3 μαθητές του ΓΕΛ Κισάμου Β΄ Λυκείου: Αθηνά Αθανασάκη, Στέλλα Αμπουχάνη και Σπύρο Ειρηνάκη.

Φέτος βρίσκομε στο ΓΕΛ ΒΑΜΟΥ. Ήδη έχω χρησιμοποιήσει όπως περιγράφω την συσκευή. Έχω δημιουργήσει νέα ομάδα με την οποία κατασκευάζουμε εξ αρχής την συσκευή με νέα στοιχεία και ιδέες που ελπίζω να δώσουν καλύτερη ακρίβεια στις μετρήσεις – εάν προλάβουμε και βρούμε 3D εκτυπωτή φυσικά.

*Το copyright των φωτογραφιών και των σχημάτων ανήκει στον συγγραφέα.



Πηγή φωτογραφίας: Science on Stage Greece

***Science on Stage Festival 2022
Prague, Czech Republic***

Ο ρομποτικός βραχίονας ως αντιπροσωπευτικό εργαλείο διδασκαλίας για STEM προσεγγίσεις

Πούτος Πέτρος, ΠΕ84 και ΠΕ83, 1ο ΕΠΑ.Λ – Ε.Κ Σαλαμίνας
[petroutos\[a\]gmail.com](mailto:petroutos[a]gmail.com)

(5^ο Βραβείο 11^{ων} Πανελλήνιων Αγώνων Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών)

Περίληψη

Οι ρομποτικοί βραχίονες αποτελούν σήμερα ίσως τον πιο συνηθισμένο μηχανισμό όχι μόνο στη βιομηχανία για βαριές, ή επαναλαμβανόμενες, ή επικίνδυνες εργασίες, αλλά η εφαρμογή τους απλώνεται σε ευρύ φάσμα όλων των πεδίων της επιστήμης και της τεχνολογίας. Παραδείγματα υψηλής τεχνολογίας αποτελούν από τους ιατρικούς ρομποτικούς βραχίονες μικροχειρουργικής, επεμβατικών διορθώσεων με laser, ή τα τηλεχειριζόμενα απομακρυσμένα χειρουργεία μέσω διαδικτύου (IoT), ή βοηθητικά ανθρώπινα μέλη (exoskeleton), ως τους ρομποτικούς βραχίονες στα διαστημικά οχήματα, δορυφόρους, ή spacecrafts.

Υπάρχουν πολλά είδη και παραλλαγές ανάλογα με την εργασία που επιτελούν. Συνήθως τα είδη των βιομηχανικών ρομποτικών βραχιόνων ταξινομούνται με βάση τη γεωμετρική διαμόρφωσή τους. Ίσως οι πιο εντυπωσιακοί αλλά ταυτόχρονα και πιο πολύπλοκοι στην μελέτη κατασκευή και τον προγραμματισμό τους είναι οι "ανθρωπομορφικοί" αυτοί δηλαδή που μοιάζουν με το ανθρώπινο χέρι. Τα μέλη ονομάζονται μέρη (parts) και οι μεταξύ τους συνδέσεις ονομάζονται αρθρώσεις (joints). Δύο ακόμη βασικά χαρακτηριστικά είναι οι βαθμοί κινητικότητας και οι βαθμοί ελευθερίας. Για ένα βραχίονα το πλήθος των βαθμών κινητικότητας είναι σταθερό και ίσο με το πλήθος των αρθρώσεών του (πρισματικών ή περιστροφικών), οι βαθμοί ελευθερίας (**Degree Of Freedom**) είναι άμεσα συνδεδεμένοι με το συγκεκριμένο έργο που καλείται να φέρει εις πέρας ο βραχίονας, δηλαδή με τις κινήσεις που μπορεί να κάνει ο βραχίονας στον τρισδιάστατο χώρο. Τις περισσότερες φορές το πλήθος των βαθμών κινητικότητας συμπίπτει με τους D.O.F

Ένας βραχίονας τέτοιου τύπου, για να φθάσει και να πιάσει ένα αντικείμενο στον τρισδιάστατο χώρο, απαιτούνται 6 βαθμοί ελευθερίας. Οι τρεις για να φθάσει στο σημείο του χώρου όπου είναι το αντικείμενο και οι άλλοι τρεις για να προσανατολιστεί το εργαλείο του καρπού (wrist tool) ανάλογα με τον προσανατολισμό του αντικειμένου και να το πιάσει.

Ξεφεύγοντας από τις κατασκευές *χειριζόμενων* ρομποτικών βραχιόνων δηλαδή να κινούν τα μέρη οι χρήστες, που ουσιαστικά δεν είναι ρομποτική εργασία αυτό, αλλά ένα χειριστικό εργαλείο που μοιάζει με ρομποτικό βραχίονα, προκύπτουν δύο προβλήματα κινηματικής:

α) Το ευθύ κινηματικό πρόβλημα (forward kinematics problem) και β) το αντίστροφο κινηματικό πρόβλημα (inverse kinematics problem). Το ευθύ ορίζεται ως: Αν δοθούν οι γωνίες περιστροφής των τμημάτων που συνδέουν οι αρθρώσεις, το ζητούμενο είναι που θα φθάσει το εργαλείο του βραχίονα. Το αντίστροφο, που είναι και το *ζητούμενο και για τη παρούσα εργασία*, ορίζεται ως: Με δοσμένες τις συντεταγμένες του χώρου (x,y,z) που βρίσκεται το αντικείμενο, και την γωνία προσανατολισμού του αντικειμένου ως προς το οριζόντιο επίπεδο να υπολογιστούν οι κατάλληλες γωνίες περιστροφής των αξόνων των σερβοκινητήρων (αρθρώσεων) ώστε το εργαλείο του βραχίονα να καταφέρει να πιάσει το

αντικείμενο, φυσικά δε να γραφτεί ο κατάλληλος κώδικας στον Η/Υ ή στο μικροελεγκτή που θα οδηγήσει τον βραχίονα στην επιθυμητή θέση.

Προφανώς το επίπεδο του επιστημονικού αντικειμένου θα σκεφτεί κάποιος ότι ξεφεύγει από τις γνώσεις ενός μαθητή Λυκείου και άπτεται σε αυτό ενός ειδικού επιστήμονα ή ενός φοιτητή προχωρημένων εξαμήνων. Σίγουρα έτσι είναι. Μελετώντας όμως μια τέτοια κατασκευή δημιουργήθηκε η ιδέα της απλούστευσης των μαθηματικών (Συστήματα, Ιακωβιανές κ.τ.λ) με αντίτιμο την μικρή έκπτωση της ακρίβειας, κάνοντας χρήση και μόνο της Γεωμετρίας, της Τριγωνομετρίας και της Άλγεβρας του Λυκείου, για να λυθεί το αντίστροφο κινηματικό πρόβλημα. Βέβαια το βασικό ζητούμενο της παρούσας εργασίας είναι να γραφτεί ο κώδικας (πρόγραμμα) που θα λύνει ανά πάσα στιγμή το πρόβλημα και θα οδηγεί το βραχίονα στην επιθυμητή θέση. Αυτό πραγματοποιείται με το λογισμικό LabView το οποίο στην ουσία είναι μια γραφική γλώσσα προγραμματισμού η οποία περιλαμβάνει όλα τα απαραίτητα μαθηματικά εργαλεία με γνωστά σύμβολα για τους μαθητές, οπότε είναι σχετικά εύκολη η "μεταφορά και μετατροπή" των μαθηματικών υπολογισμών σε κώδικα.

Η παρούσα εργασία περιλαμβάνει την κατασκευή δύο όμοιων ρομποτικών βραχιόνων ένας συνδεδεμένος με Η/Υ εκτελώντας τον κώδικα που έχει γραφτεί και ο οποίος δίνει μία λύση όταν υπάρχει βέβαια. Οι λύσεις όμως μπορεί να είναι και περισσότερες από μία. Εδώ καλείται ο εκπαιδευόμενος στον 2^ο βραχίονα να ανακαλύψει τις υπόλοιπες με πρακτικό τρόπο. Ο 2^{ος} βραχίονας όμως επειδή "θυμάται", μπορεί να "εκπαιδεύεται" από τον μαθητή ώστε να εκτελεί στη συνέχεια τις κινήσεις που του έχει δείξει. Επίσης στον 2^ο βραχίονα μπορούν να εφαρμοστούν ή να ενσωματωθούν διάφορες νέες μέθοδοι όπως τεχνητής νοημοσύνης (Artificial Intelligent) να αναγνωρίζει αντικείμενα, πρόσωπα κ.τ.λ ή να μπορεί να κινηθεί με την βοήθεια των εγκεφαλικών σημάτων μέσω της ανθρώπινης σκέψης, εισάγοντας έτσι τον μαθητή στις νέες τεχνολογίες.

Abstract

We live the 4th technological revolution, everything has changed, the world has changed, of course the teaching methods follow this way, and it could not be otherwise. With these educational changes, implemented in recent years a method called STEM education. This method came from the research and quality product production in research institutes and industry. Of course it has been adapted as a teaching method to students so far with great success. Its innovation is that it aims to implement a real project tailored for students of all ages, with all the offering learning benefits.

As the above title states, this project has to do with the construction and mainly the programming (coding) of a robotic arm. Robotic arms are found everywhere, in industry, in medicine, in everyday work, and even in toys. But is it an impressive object that awake curiosity about how it works? Thus, the interest of the students is guaranteed.

The whole idea came to me with my professional involvement with such a construction. I thought, *why not to my students?*

Moving away from the children's toys that control their movements - which are essentially not autonomous robots - but manipulative tools - can be perhaps the most representative project for a STEM approach.

If mathematical calculations, like the Jacobians matrices, are simplified, then the robotic arm project, can be performed by students, and above all, can be written the code with relative ease by students.

The aim is for students to understand the involvement of many sciences and technologies to achieve a product, as well as the great importance of teamwork, as well as the flexibility that programming (coding) offers in such constructions.

Learning goals: **a)** acquire students the ability to apply their knowledge to a practical problem. **b)** to seek and select new knowledge which they need **c)** to be able to solve problems that arise, and **d)** to deal with new technologies.

Skills goals:

a) to acquire skills useful for the future,

b) to learn to handle simulation software

c) To learn to convert theoretical calculations into code

d) Learn the method (EDP, **E**ngineering, **D**esign, **P**rocess) namely, experiment (test), conclusion, improvement, and go again until to satisfaction.

The project is a STEM project of long duration (approximately 40 hours) depending on the construction.

It consists of two identical robotic arms. One is the main project and is designed and constructed by the students with the role of the teacher as the one who will help them find the knowledge. Its specifications are: total length 50 cm without the final action tool. Can be able to handle a weight of 300g. The arm is shown in the attached pictures; of course it can be made with different dimensions and materials, depending on the budget.

The challenge in this project is to give the spatial coordinates and the end of arm to goes in the correct point.

This problem in robotics, named inverse kinematics problem. Its solution is the values of the angles of joints. We need three degree of freedom (DOF) for the position of object, and other three for its orientation. Its solution, need complicated mathematics for students ages 16 to 18.

If we simplify the maths without to lose the generality and the relative accuracy, then the students can solve the kinematics problem with geometry, trigonometry and algebra. The goal is these equations to became code in a software where named LabView and has graphical language named G. This language has all of mathematics symbol which is known to students, as ready libraries. So is easy to be written the code from students.

Giving the coordinates as inputs in software, returns to us, the values of joints angles. These values of angles, are transmitted to a microcontroller, (here we use the Arduino Mega device) which moving the servomotors shafts of joints, in order that the end of arm reach the correct point. Of course has been written code on Arduino which is simple.

Because the arm has 4 DOF with the base rotation, (without the DOFs of orientation) in this case the solutions perhaps are many, the code of course find only one. The others solutions can found from students practically, using the other robotic arm with their hands.

The controller of this robotic arm, has a big external memory, that be able to save the motions which did the students, and it can repeat these again and again. Also we can adapt on it many peripheral tools, such as camera which recognize faces or objects, and with this reason we can create many educational scenarios. The robotic arm can therefore be described *as the most representative teaching tool in STEM approaches.*

Just look at the acronym **S**cience, **T**echnology, **E**ngineering, and **M**athematics.

As it seems,

are included all the above to an exuberant degree!

Πρόλογος

Η 4η τεχνολογική επανάσταση είναι γεγονός, έχει μπει δε στην καθημερινότητα πολύ δυναμικά και μεγάλη ταχύτητα εξέλιξης. Η εποχή που ο ψηφιακός και γενικότερα ο ηλεκτρονικός έλεγχος βρίσκεται παντού γύρω μας, είναι ήδη εδώ και τον χρησιμοποιούμε σε πολύ μεγάλο βαθμό. Αναρωτηθήκαμε το γιατί ;

Γιατί μας εξυπηρετεί, μας διευκολύνει, μας προσφέρει ταχύτητα, απλότητα, άνεση και ασφάλεια. Σίγουρα βέβαια υπάρχουν και οι απόψεις που εναντιώνονται στην ψηφιακή μεταγωγή της ανθρωπότητας, προβάλλοντας πολλές καταστροφικές συνέπειες. Η ιστορία δείχνει ότι πάντα αυτό γίνεται σε μια τέτοια μεγάλη τεχνολογική αλλαγή. Ας θυμηθούμε την δίκαιη αντίδραση των εργατών κάρβουνου στην μετάβαση της βιομηχανίας στις μηχανές diesel, δείτε τι έγινε μετά. Σε λίγο θα μπούμε σχεδόν ολοκληρωτικά στην χρήση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, λόγω κλιματικής αλλαγής και καταστροφικών συνεπειών στον πλανήτη, και πάλι όμως υπάρχουν ισχυρότατες αντιδράσεις, ...*θα περάσει και αυτό...*

Η επιστήμη, η απόκτηση γνώσεων, δεξιοτήτων και η τεχνολογία ως απότοκος, δεν θα σταματήσουν ποτέ να ανελίσσονται γιατί είναι αποτέλεσμα ενός από τα πιο ισχυρά συναισθήματα του ανθρώπου, την περιέργεια η οποία έχει εξελίξει τόσο πολύ τον άνθρωπο και την κοινωνία, που της οφείλουμε ίσως και την ύπαρξη μας σε αυτόν τον πλανήτη. Ας κάνουμε μια σύγκριση μόνο στο επίπεδο της ιατρικής επιστήμης στις αρχές ή τα μέσα του 20^{ου} αιώνα και στο σημερινό επίπεδο στις αρχές του 21^{ου} !

Για όλη αυτή την ανεκτική πορεία της κοινωνίας έχουν συμβάλει μέθοδοι, τρόποι, νόμοι, και ηθικές αξίες, που κάποια φωτισμένα μυαλά παρέδωσαν και κάποια άλλα συνέχισαν και θα συνεχίζουν με τον ίδιο ζήλο. Όλο αυτό εντάσσεται σε αυτό που λέμε σήμερα εκπαίδευση.

Προφανώς και η εκπαίδευση αλλάζει, πως θα μπορούσε να μείνει στάσιμη άλλωστε. Αποτελεί σήμερα μία από τις πιο πολυσχιδείς επιστήμες, αλλά ταυτόχρονα και από αυτές που απαιτούν μέγιστη υπευθυνότητα. Καλλιεργεί, αναπτύσσει, και διαμορφώνει **Ανθρώπους**. Τα μέσα, οι μέθοδοι, οι τεχνικές, προφανώς αλλάζουν και πρέπει άλλωστε, ανάλογα με τις ανάγκες που αναπτύσσονται στην κοινωνία. Ένα όμως μένει ίδιο, **ο σκοπός**, να μάθει ο εκπαιδευόμενος και πολύ περισσότερο ο μαθητής, ο φοιτητής, όσο καλύτερα, όσο βαθύτερα, και το σημαντικότερο, **με τον πιο ευχάριστο και ελκυστικό τρόπο!**

Μια λοιπόν μέθοδος που χρησιμοποιείται τα τελευταία χρόνια στην Ευρώπη και τις Η.Π.Α, και που τελευταία ήρθε και στην χώρα μας, λέγεται STEM education. Το ακρωνύμιο έχει προέλθει από: **Science, Technology, Engineering and Mathematics**. Προφανώς ενδείκνυται για τις θετικές επιστήμες. Οι ανάγκες πειραματισμού σχεδιασμού υλοποίησης και τελειοποίησης ανάλογων προϊόντων σήμερα, χρησιμοποιούν όλες τις παραπάνω ξεχωριστές επιστήμες και έννοιες αλληλένδετα, έτσι που η μια εισέρχεται στην άλλη, και η μια βοηθά στην ανέλιξη της άλλης, η λεγόμενη διεπιστημονικότητα (interdisciplinary). Ουσιαστικά είναι η μέθοδος που χρησιμοποιείται εδώ και πολλά χρόνια στην παραγωγή ποιοτικών βιομηχανικών προϊόντων. Αυτή λοιπόν η γνωστή μεθοδολογία διαμορφώθηκε σαν μέθοδος διδασκαλίας με μεγάλη επιτυχία. Βασίζεται στην διερευνητική και ανακαλυπτική μάθηση μέσα από ομαδικές εργασίες μαθητών με τον δάσκαλο να "**δημιουργεί**" το υπόβαθρο της ανακάλυψης της γνώσης και των δεξιοτήτων που είναι εξ ίσου σημαντικές. Αυτή η μέθοδος αποδίδει πολλά οφέλη στους μαθητές όπως τον κύκλο EDP (engineering design processing τον πειραματισμό τη δοκιμή την τελειοποίηση, και το αίσθημα του: "**τα κατάφερα**", "**το δικό**

μου δημιουργήματα" και όλο αυτό που ενσωματώνει στους στίχους του ο Καβάφης στην «Ιθάκη» ...να εύχεται να είναι μακρύς ο δρόμος....

Εισαγωγή

Η ιδέα της πραγματοποίησης της παρούσης εκπαιδευτικής εργασίας, και της προσαρμογής της στα μαθητικά πρότυπα και υπόβαθρο γνώσεων, προήλθε από την ενασχόληση με την μελέτη τον πειραματισμό και την κατασκευή ενός ανάλογου επαγγελματικού δοκιμίου. Από την ενασχόληση, φάνηκε πως με μερικές μετατροπές και κάποιες εκπτώσεις στην ακρίβεια κινήσεων, μπορεί να ενταχθεί ως ένα πολύ αντιπροσωπευτικό εργαλείο διδασκαλίας με τη μέθοδο STEM (διερευνητική και ανακαλυπτική μάθηση).

Ο ρομποτικός βραχίονας, και κυρίως αυτός που προσομοιάζει ένα ανθρώπινο χέρι, πάντα εντυπωσιάζει και αποτελεί αντικείμενο περιέργειας της λειτουργίας του. Συνεπώς το ενδιαφέρον των μαθητών είναι εξασφαλισμένο. Έχει παρατηρηθεί ότι η διδασκαλία προγραμματισμού - συγγραφή κώδικα (με όποια μορφή γλώσσας) είναι στείρα και πολλές φορές βαρετή στους μαθητές όταν το μόνο διδακτικό εργαλείο είναι η οθόνη του Η/Υ. Όταν ο προγραμματισμός πραγματοποιείται με συνοδεία κάποιας κατασκευής π.χ όχημα που αποφεύγει εμπόδια, ρομποτικός βραχίονας, αισθητήρες και μ/ε για μετρήσεις φυσικών μεγεθών, δηλαδή να υπάρχει αίτιο και αποτέλεσμα τότε ο προγραμματισμός γίνεται εύπεπτος και αποκτά μεγάλο ενδιαφέρον για τους μαθητές.

Η παρούσα εργασία προφανώς έχει εκπαιδευτικό πρόσημο και σκοπό έχει, οι μαθητές να καταλάβουν την εμπλοκή πολλών επιστημών, τεχνολογιών, μεθόδων αλλά και την σημασία της συνεργατικής εργασίας όπως και την ανακάλυψη και απόκτηση της απαραίτητης γνώσης για την ολοκλήρωση ενός έργου.

Οι στόχοι της εκπαιδευτικής εργασίας είναι:

- α) Να αποκτήσουν οι μαθητές την ικανότητα να χρησιμοποιούν και να εφαρμόζουν τις θεωρητικές γνώσεις τους σε πιο πρακτικό επίπεδο.
- β) Να κατακτήσουν νέα γνώση και να αναπτύξουν τρόπους και μεθόδους να την ανακαλύψουν και κυρίως να την "φιλτράρουν".
- γ) Να αναπτύξουν δεξιότητες που απορρέουν από τις εμπλεκόμενες επιστήμες, αλλά και τις τεχνολογίες (π.χ προγραμματισμός, μετρήσεις, χρήση εργαλείων κ.τ.λ)
- δ) Να γνωρίσουν και να χρησιμοποιήσουν νέες τεχνολογίες και υλικά -εξαρτήματα (π.χ, μικροελεγκτές, ηλεκτρονικά εξαρτήματα, όργανα μέτρησης κ.τ.λ)
- ε) Να μάθουν να χρησιμοποιούν λογισμικά προσομοίωσης τα οποία βοηθούν στην εμπέδωση και την σωστή χρήση της θεωρητικής γνώσης.
- στ) Να αντιληφθούν την σημασία και την μεγάλη ευελιξία του προγραμματισμού και της συγγραφής κώδικα που προσφέρει σε ανάλογο έργο.
- ζ) Να καταλάβουν την σημασία του (EDP loop) δηλαδή : σχεδιασμός → πειραματισμός → δοκιμή → συμπέρασμα → βελτίωση → ξανά απ' την αρχή!!!

Η εργασία αυτή είναι μεγάλης διάρκειας περίπου 15 δίωρα ανάλογα με το γνωστικό υπόβαθρο των μαθητών το οποίο αναφέρεται παρακάτω, καινοτομεί δε στο ότι εισάγει τους μαθητές σε μια πραγματική διαδικασία πραγματοποίησης ενός προϊόντος νέας τεχνολογίας.

Ο ρομποτικός βραχίονας αποτελεί ίσως το αντιπροσωπευτικότερο διδακτικό εργαλείο για STEM προσεγγίσεις αρκεί να διαβάσουμε το ακρωνύμιο STEM. Φυσική, Τεχνολογία –

Σκέψη και νοοτροπία Μηχανικού, και φυσικά την μητέρα της λογικής όλων των θετικών επιστημών, τα Μαθηματικά!

Όλο αυτό περιέχεται στο παραπάνω project!!!

Προσ απαιτούμενες γνώσεις και δεξιότητες των μαθητών

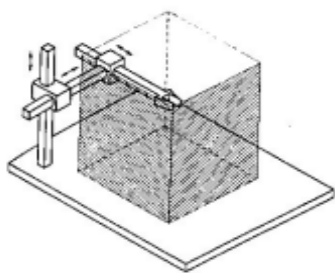
Το παραπάνω project απευθύνεται σε μαθητές Λυκείου (ηλικίες 15-18)

- Γνώση βασικής Ευκλείδειας Γεωμετρίας
- Βασικοί τριγωνομετρικοί τύποι μετατροπής
- Βασική άλγεβρα – συστήματα εξισώσεων – συστήματα συντεταγμένων
- Δυνάμεις – ροπές
- Κινηματική – κυκλική κίνηση
- Βασικός χειρισμός και αναγνώριση pin out στην πλακέτα του Arduino Uno ή Mega
- Βασική γνώση της πλατφόρμας Arduino IDE
- Να έχουν μία άποψη για τις ρουτίνες και τις βιβλιοθήκες στο Arduino
- Να έχουν κάποια ευχέρεια στο σχεδιασμό αντικειμένων με το ελεύθερο λογισμικό tinkercad
- Να έχουν ξανασυνδέσει ηλεκτρονικά εξαρτήματα
- Να μπορούν να κάνουν μετρήσεις με πολύμετρο
- Να μπορούν να μετρούν με όργανα μήκος και βάρος.

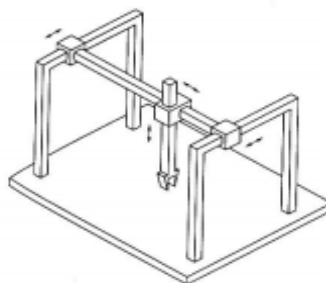
Θεωρητικό υπόβαθρο

• Είδη ρομποτικών βραχιόνων

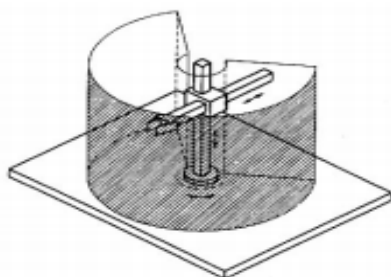
Στα παρακάτω σχήματα φαίνονται τα είδη των ρομποτικών βραχιόνων, το γεωμετρικό σχήμα τους τα μέρη το είδος και το πλήθος των αρθρώσεων καθώς και ο θεωρητικός χώρος εργασίας τους (γραμμοσκιασμένες περιοχές).



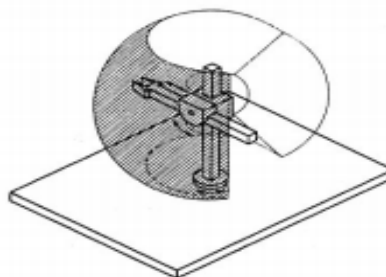
Σχήμα 1. Καρτεσιανός βραχίονας



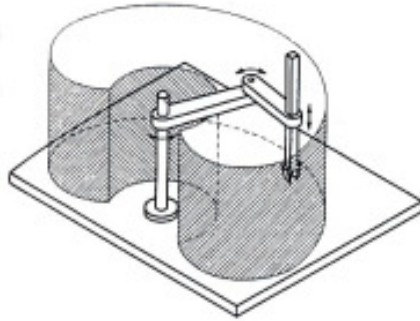
Σχήμα 2. Βραχίονας Gantry



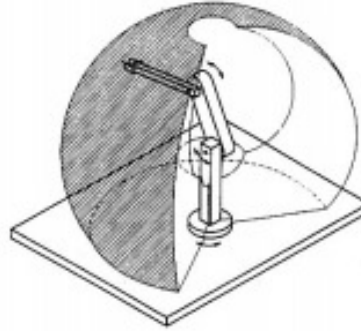
Σχήμα 3. Κυλινδρικός βραχίονας



Σχήμα 4. Σφαιρικός Βραχίονας



Σχήμα 5. Βραχίονας SCARA



Σχήμα 6. Ανθρωπομορφικός Βραχίονας

Ο βραχίονας που ενδιαφέρει εδώ είναι ο ανθρωπομορφικός. Ανάλογα με τους βαθμούς ελευθερίας (DOF), μπορεί να εργάζεται όπως φαίνεται και στο σχήμα 6 περίπου σε μία ημισφαιρική περιοχή. Αυτή η περιοχή εργασίας μπορεί να επιτευχθεί από ένα βραχίονα με 3 βαθμούς ελευθερίας. Η περιοχή εργασίας ορίζεται από την άκρη του τρίτου μέρος ή του προσαρμοσμένου εργαλείου πάνω εκεί. Όμως με αυτούς τους βαθμούς ελευθερίας, δεν μπορεί να συλλάβει ένα αντικείμενο το οποίο είναι προσανατολισμένο διαφορετικά από την κάθετη στο οριζόντιο επίπεδο. Συνεπώς για να προσανατολιστεί και να συλλάβει αντικείμενο χρειάζεται άλλους τρεις βαθμούς ελευθερίας, δηλαδή να προστεθούν τμήματα στο τρίτο τμήμα του βραχίονα. Άρα με 6 βαθμούς ελευθερίας μπορεί να συλλάβει ένα αντικείμενο στη περιοχή εργασίας που φαίνεται στο σχήμα 6, θεωρητικά όμως. Στην πράξη ο χώρος αυτός μεταβάλλεται ανάλογα με το σχήμα και τις κινήσεις που μπορούν να επιτύχουν τα μέρη και οι αρθρώσεις του.

Είδη αρθρώσεων

- Στα σχήματα 1 και 2 φαίνονται οι αρθρώσεις των βραχιόνων που συνδέουν τα κινούμενα μέρη. Αυτές οι αρθρώσεις ονομάζονται πρισματικές και αφήνουν τα μέρη να κινηθούν μόνο ευθύγραμμα.
- Στα σχήματα 3 και 4 φαίνεται συνδυασμός αρθρώσεων περιστροφικών (βάση) και πρισματικών. Οι περιστροφικές είναι κατανοητό ότι αφήνουν τα μέρη που συνδέουν να κινούνται κυκλικά ή να διαγράφουν τόξα περιφερειών. Συνήθως ο κινητήρας στηρίζεται στο ένα μέρος και ο άξονάς του φέρει το άλλο μέρος.
- Στο σχήμα 5 βλέπουμε το βραχίονα τύπου SCARA που και αυτός έχει συνδυασμό περιστροφικών και μιας πρισματικής.
- Στο σχήμα 6 βλέπουμε τον ανθρωπομορφικό βραχίονα ο οποίος φέρει μόνο περιστροφικές και έχει την μεγαλύτερη επιδεξιότητα για αυτό το λόγο.
- Τέλος υπάρχει άλλος ένας τύπος άρθρωσης η σφαιρική η οποία μπορεί να κινήσει το μέρος του βραχίονα τρισδιάστατα διαγράφοντας τμήμα επιφάνειας σφαίρας. Παρομοιάζει με την άρθρωση του ανθρώπινου ώμου.

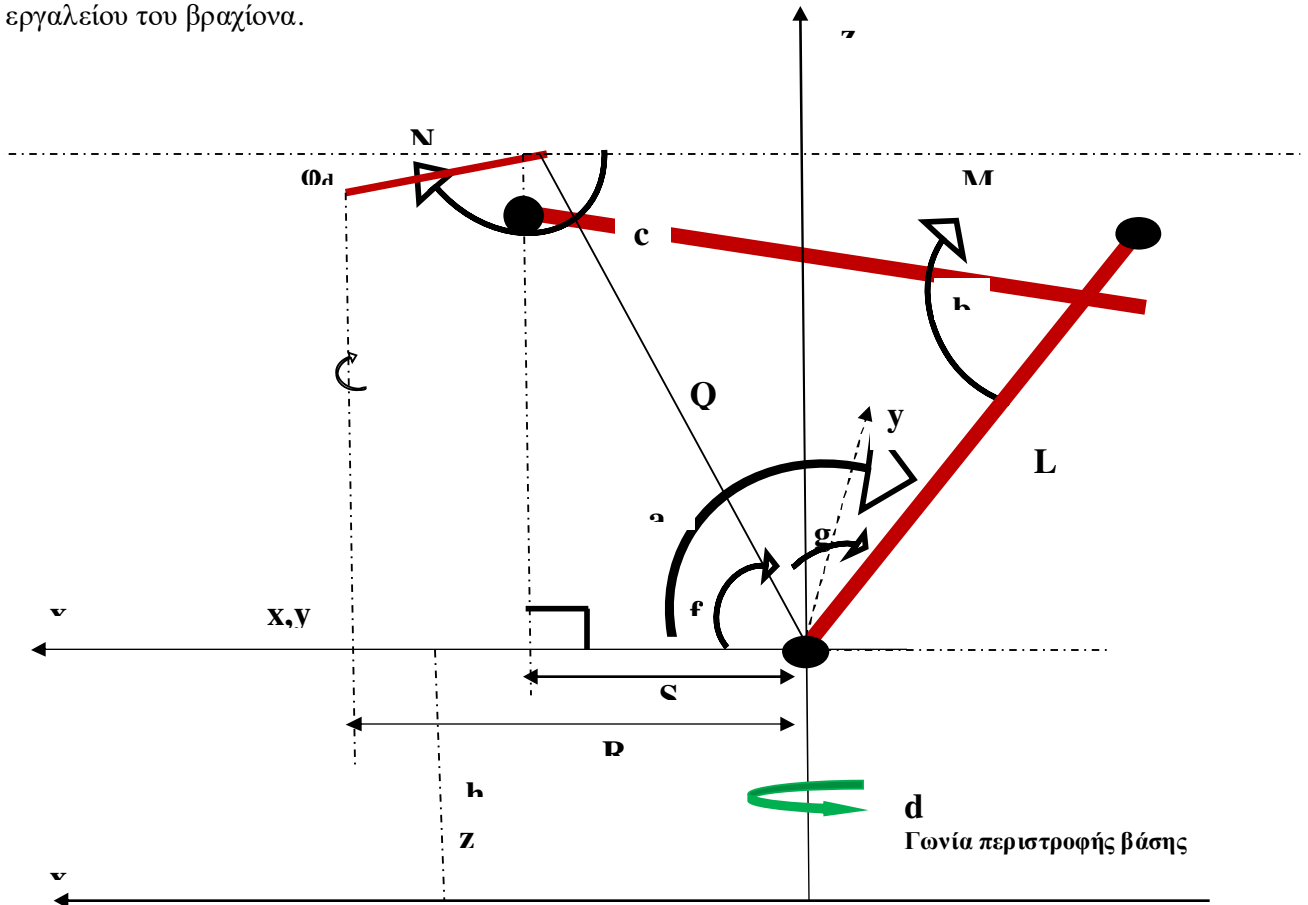
Κινηματική Βραχιόνων

Στους βραχίονες που περιλαμβάνουν περιστροφικές αρθρώσεις και κυρίως στον ανθρωπομορφικό που είναι το αντικείμενο της παρούσης, προκύπτουν δύο προβλήματα

κινηματικής α) το ευθύ κινηματικό πρόβλημα (forward kinematic problem) και β) το αντίστροφο κινηματικό πρόβλημα (inverse kinematic problem). Επειδή πρόκειται για μαθητικό project θα πρέπει να απλοποιηθούν κάποιοι υπολογισμοί και έννοιες όσο μπορούν βέβαια χωρίς να χάσουμε πολλά. Εδώ στα προβλήματα κινηματικής δεν θα λάβουμε υπόψη τις ταχύτητες κυκλικής κίνησης των αξόνων των αρθρώσεων, θα θεωρήσουμε την ταχύτητα μία και σταθερή. Ούτως ή άλλως ενδιαφέρει εδώ μόνο η θέση του εργαλείου στο χώρο.

- Το ευθύ κινηματικό πρόβλημα ορίζεται ως εξής: Με δοσμένες τις γωνίες περιστροφής των αρθρώσεων πρέπει να υπολογιστούν οι συντεταγμένες της θέσης του εργαλείου του βραχίονα.
- Το αντίστροφο κινηματικό πρόβλημα που είναι και το ζητούμενο συνήθως ορίζεται ως εξής : Με δοσμένες τις συντεταγμένες της θέσης του εργαλείου του βραχίονα, ζητούνται οι τιμές περιστροφής των γωνιών των αρθρώσεων. Συνήθως καλούμαστε να επιλύσουμε το αντίστροφο κινηματικό πρόβλημα, γιατί οι γωνίες περιστροφής των κινούμενων μερών είναι ουσιαστικά οι γωνίες περιστροφής των αξόνων των σερβοκινητήρων που υπάρχουν στις αρθρώσεις, και προφανώς οδηγούνται από τον μικροελεγκτή μέσα από τον κώδικα.

Συνεπώς πρέπει να δημιουργηθούν οι εξισώσεις (σύστημα εξισώσεων) με ζητούμενα τις γωνίες περιστροφής των αρθρώσεων συναρτήσει των συντεταγμένων της θέσης του εργαλείου του βραχίονα.



Σχήμα 7. Ρομποτικός βραχίονας. Βοηθητικό σχήμα για υπολογισμό των γωνιών των servo

Υπολογισμός των γωνιών των αρθρώσεων με απλή γεωμετρία, τριγωνομετρία και άλγεβρα

Ο παρακάτω υπολογισμός αποτελεί έναν από τους τρόπους που μπορεί να επιτευχθεί η λύση, επίσης οι λύσεις μπορεί να μην υπάρχουν ή να μη μπορούν να εφαρμοστούν λόγω του μεγέθους και της στήριξης των εξαρτημάτων και της ελευθερίας κινήσεων, λύση με αυτό τον τρόπο δίνεται μόνο μία ενώ το πιθανότερο είναι να υπάρχουν και άλλες!

Οι υπολογισμοί θα γίνουν με τη βοήθεια του παραπάνω σχήματος 7.

Βοηθά πολύ οι υπολογισμοί να γίνουν στο επίπεδο (δισδιάστατο π.χ. (x,z)) γιατί η γωνία περιστροφής της βάσης d είναι πολύ εύκολο να υπολογιστεί, είναι απλά το τόξο εφαπτομένης του λόγου των συντεταγμένων του οριζώντιου επιπέδου (x,y), όπως θα φανεί παρακάτω.

Δεδομένα : α) Συντεταγμένες x,y,z όπου το πραγματικό ύψος είναι z+h το οποίο θα πρέπει να λογιστεί όταν δίνουμε τις συντεταγμένες, της βάσης του βραχίονα ώστε να έχουμε το ύψος από το επίπεδο έδρασης του βραχίονα.

β) Μήκη : L shoulder , M elbow, N wrist - gripper

γ) Οι γωνίες προσανατολισμού του αντικειμένου.

Ζητούμενα: Οι γωνίες: α) η γωνία περιστροφής της βάσης d

β) η γωνία περιστροφής του ώμου (shoulder) a

γ) η γωνία αγκώνα (elbow) b

δ) η γωνία καρπού (wrist) c

Τα μήκη υπολογίζονται σε εκατοστά όπως και οι συντεταγμένες, οι γωνίες υπολογίζονται σε ακτίνια και μετατρέπονται σε μοίρες έπειτα.

Η απόσταση R αντιπροσωπεύει το σημείο x,y στο οριζόντιο επίπεδο άρα έχουμε από :

$$\text{Πυθαγόρειο θεώρημα: } R^2 = x^2 + y^2 \quad (1)$$

$$\text{Βοηθητική σχέση } S = R - N \quad (2)$$

Εδώ αρχίζουν οι εκπτώσεις για τους υπολογισμούς ώστε να αποφύγουμε τα άγνωστα μαθηματικά για τους μαθητές. Στο παραπάνω σχήμα βλέπουμε ένα βραχίονα ο οποίος έχει τέσσερις βαθμούς ελευθερίας, συνεπώς μπορεί να υπάρχουν θεωρητικά άπειρες λύσεις για να φθάσει η άκρη του καρπού στις συντεταγμένες που έχουν δοθεί (x,y,z) . Εδώ κάνουμε ένα τέχνασμα, θέτουμε τον καρπό (wrist) σε μια σταθερή δοσμένη άλλωστε γωνία ως προς το οριζόντιο επίπεδο φ_a και έπειτα υπολογίζουμε νέες συντεταγμένες (x_w,y_w,z_w) για τον καρπό.

$$\text{Απόσταση από τον άξονα του ώμου ως τον άξονα του καρπού : } Q = \sqrt{S^2 + z^2} \quad (3)$$

Γωνία f : $\text{Atan2}(z,S)$ (4) η συνάρτηση $\text{Atan2}(\omega,\varphi)$ δίνει τη γωνία μεταξύ ω και φ στο σωστό τεταρτημόριο

$$\text{Από το νόμο των συνημίτονων έχουμε : } g = \text{Acos} \frac{[L^2+Q^2-M^2]}{2LQ} \quad (5)$$

$$\text{Συνεπώς η γωνία του άξονα του ώμου: } a = f + g \quad (6)$$

Γωνία του άξονα του αγκώνα: b

$$\text{Από το νόμο των συνημίτονων έχουμε : } b = \text{Acos} \frac{[M^2+L^2-Q^2]}{2LM} \quad (7)$$

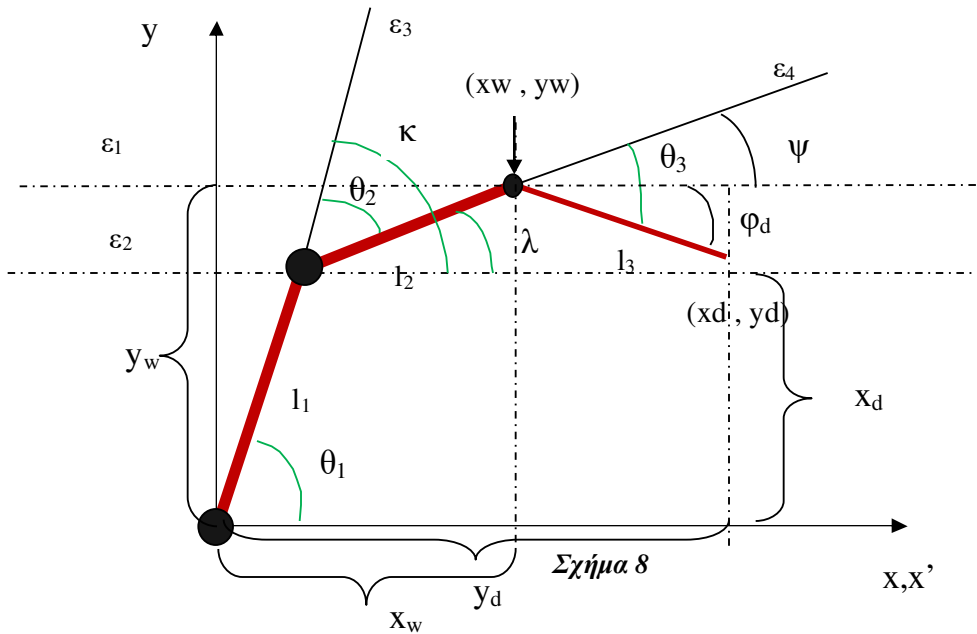
Γωνία άξονα καρπού : c $c = 2\pi - a - b$ (8)

Με τη παρούσα λύση η γωνία c διατηρείται πάντα οριζόντια ως προς το επίπεδο (x,y) δηλαδή στο οριζόντιο επίπεδο.

Γωνία κάθετου άξονα βάσης : d $d = \text{Atan2}(x, y)$ (9)

Συνεπώς με την παραπάνω λύση αν δοθούν οι συντεταγμένες (x,y,z) ενός σημείου του χώρου, προφανώς με τους περιορισμούς που μπορεί να ανταποκριθεί κάθε ανθρωπομορφικός βραχίονας που εξαρτάται από τον αριθμό των αρθρώσεων, τη γεωμετρία των αρθρώσεων και το εύρος κίνησης των αρθρώσεων.

Μία δεύτερη λύση περισσότερο μαθηματικά αυστηρή και με μεγαλύτερη θεωρητική ακρίβεια δίνεται παρακάτω.



Στο σχήμα 8 δίνονται : $\epsilon_1 // \epsilon_2 // \chi\chi'$, επίσης ισχύει: $\phi_d = \theta_3 - \psi$ (10)

Οι ϵ_1 και $\chi\chi'$ τέμνονται από την ϵ_3 συνεπώς $\theta_1 = \kappa$ (11) ως εντός εκτός και επί τ' αυτά.

Οι ϵ_1 και ϵ_2 τέμνονται από την ϵ_4 συνεπώς $\psi = \lambda$ (12) ως εντός εκτός και επί τ' αυτά.

Από το παραπάνω σχήμα έχουμε : $\kappa = \theta_2 + \lambda$ (13)

Άρα από 10, 11, 12 και 13 έχουμε: $\phi_d = \theta_3 - \lambda = \theta_3 - \kappa + \theta_2 = \theta_3 + \theta_2 - \theta_1$ και χωρίς τις φορές των γωνιών ισχύει : $\phi_d = \theta_1 + \theta_2 + \theta_3$ (14)

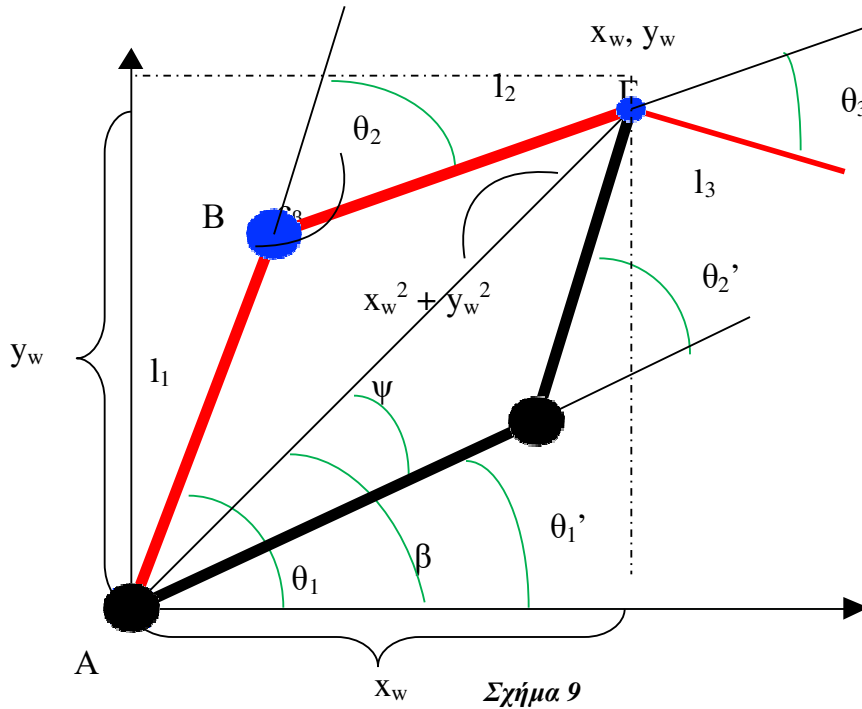
Τα δεδομένα είναι οι συντεταγμένες του άκρου δράσης που στηρίζεται στον καρπό (x_d, y_d) και γωνία κλίσης του άκρου ως προς το οριζόντιο επίπεδο ϕ_d

Τα ζητούμενα βέβαια είναι οι γωνίες περιστροφής των αξόνων $\theta_1, \theta_2, \theta_3$

Η λύση βρίσκεται αφού πρώτα προσδιορίσουμε τις συντεταγμένες του άξονα του καρπού (x_w, y_w).

Έχουμε λοιπόν: $x_d - x_w = l_3 \cos(\phi_d)$ και $x_w = x_d - l_3 \cos(\phi_d)$ (15)

$$y_d - y_w = l_3 \sin(\phi_d) \quad \text{και} \quad y_w = y_d - l_3 \sin(\phi_d) \quad (16)$$



Σχήμα 9

Από το παραπάνω σχήμα 9 έχουμε από τον νόμο των συνημίτονων στο τρίγωνο ABΓ :
 $x_w^2 + y_w^2 = l_1^2 + l_2^2 + 2l_1l_2 \cos\beta$ (17) και $\cos\beta = (x_w^2 + y_w^2 - l_1^2 - l_2^2) / (2l_1l_2)$ (17)
 αν αυτό $-1 \leq \cos\beta \leq 1$ (18) δεν ισχύει τότε δεν υπάρχει λύση.

Από την τριγωνομετρική ταυτότητα $\sin^2\psi + \cos^2\psi = 1$ μπορούμε να γράψουμε :

$$\sin\beta = \sqrt{1 - \cos^2\beta}$$

Συνεπώς : $\theta_2 = \text{Atan2}(\sin\beta, \cos\beta)$ (18)

Από το σχήμα 9 ισχύει: $\beta = \text{Atan2}(y_w, x_w)$ (19)

$$\text{και} \quad \theta_1 = \beta \pm \psi \quad (20)$$

για τον υπολογισμό της ψ από το νόμο των συνημίτονων στο τρίγωνο AB'Γ έχουμε:

$$\cos\psi = (x_w^2 + y_w^2 + l_1^2 - l_2^2) / (2l_1\sqrt{x_w^2 + y_w^2}) \quad (21)$$

και $\sin\psi = \pm\sqrt{1 - \cos^2\psi}$ και

$$\psi = \text{Atan2}(\sin\psi, \cos\psi) \quad (22)$$

Άρα η γωνία θ_3 θα είναι: $\theta_3 = \phi_d - \theta_1 - \theta_2$ (23)

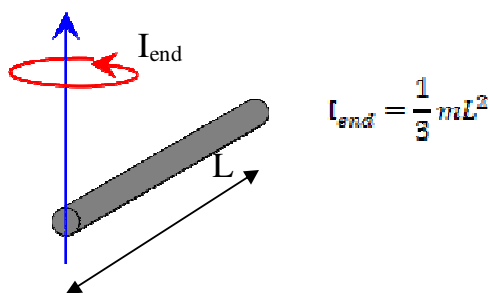
Έχουμε υπολογίσει λοιπόν όλες τις ζητούμενες γωνίες: $\theta_1, \theta_2, \theta_3$

Υπολογισμός ροπών για τους σερβοκινητήρες

Η ροπή όπως είναι γνωστό δίνεται από το γινόμενο της δύναμης επί την απόσταση από το σημείο περιστροφής.

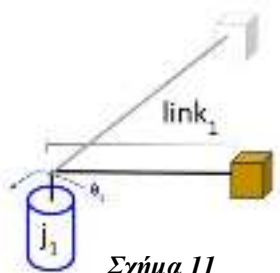
Όμως στην περίπτωση του σερβοκινητήρα, που περιστρέφει μία μάζα σε απόσταση από τον άξονά του, που άλλωστε μας ενδιαφέρει εν προκειμένω, η περίπτωση είναι διαφορετική, εδώ πρόκειται για την ροπή αδράνειας της μάζας του κάθε μέλους του ρομποτικού βραχίονα συν την ροπή που δημιουργείται από τη μάζα του αντικειμένου που βρίσκεται σε απόσταση από τον άξονα του κινητήρα.

Βέβαια σε αυτό το άθροισμα των ροπών σίγουρα θα πρέπει να προστεθεί και μία ανοχή της τάξης του 10 % έως 20% για να μπορεί με ευκολία να περιστρέφεται. Η περίπτωση του υπολογισμού της ανοχής ξεφεύγει από τις απαιτήσεις της παρούσης εργασίας και απλά θα χρησιμοποιείται ως δεδομένη.



Σχήμα 10: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=20100408>

Όπου η μάζα m θεωρείται ισοκατενεμημένη κατά μήκος της ράβδου η οποία αντιπροσωπεύει εδώ το κάθε link από άξονα σε άξονα σερβοκινητήρα. Βέβαια αυτό δεν συμβαίνει στην πράξη αλλά όπως έχουμε αναφέρει η παρούσα απευθύνεται σε μαθητές Λυκείου.



Σχήμα 11

$I = M * r^2$ όπου M η μάζα του αντικειμένου και r η απόσταση από τον άξονα του κινητήρα έως το κέντρο του ομογενούς φορτίου.

Με βάση το παραπάνω σχήμα 10 η ροπή που χρειάζεται ο άξονας για να περιστρέψει το link μόνο του (να του προσδώσει γωνιακή επιτάχυνση) είναι : $\tau = \frac{1}{3} * m * L^2 * 2\pi$ άρα λοιπόν η συνολική ροπή που θα χρειαστεί για να δοθεί γωνιακή επιτάχυνση και ταυτόχρονα να υπερνικηθεί και η βαρύτητα λόγω της μάζας του φορτίου M θα είναι:

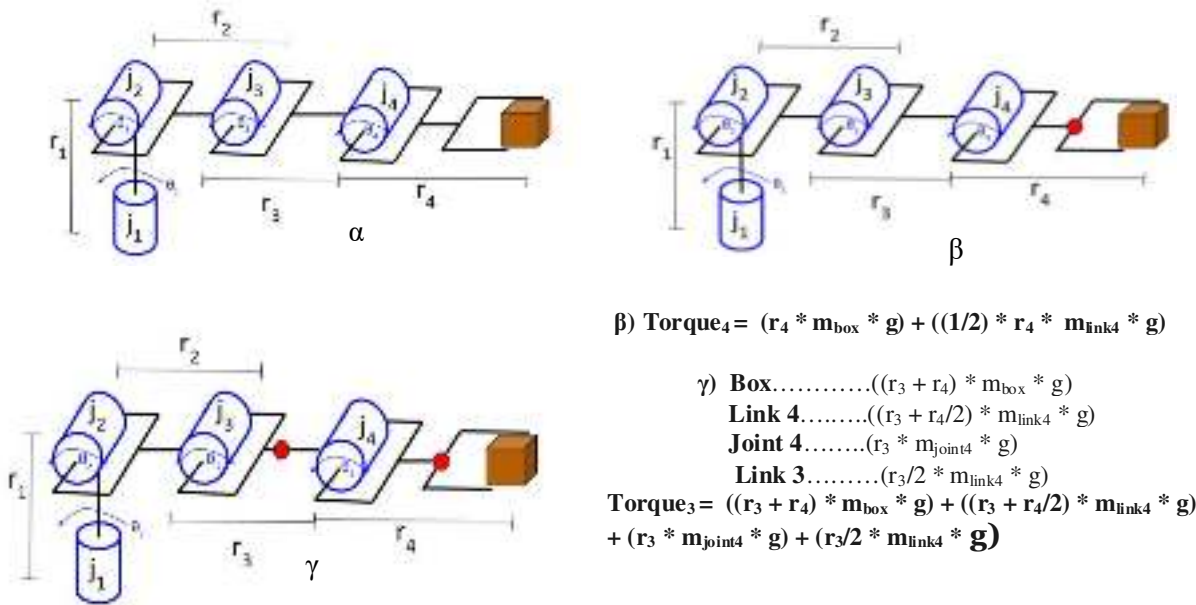
$$\tau = \left(\frac{1}{3} * m * L^2 * 2\pi + M * r^2 \right) * 2\pi \quad (24)$$

Όπως είναι φανερό η παραπάνω σχέση αντιπροσωπεύει ένα σέρβο και ένα φορτίο. Στον βραχίονα προφανώς έχουμε πολλά links και πολλούς σερβοκινητήρες, συνεπώς θα πρέπει να αθροιστούν αναλόγως όλα, για να υπολογιστεί η απαιτούμενη ροπή για τους σερβοκινητήρες.

Βέβαια είναι επίπονη διαδικασία, αλλά κάποιος δούλεψε πριν από μας για όλους του ενδιαφερόμενους, στην ιστοσελίδα που φαίνεται παρακάτω υπάρχει μία ελεύθερη εφαρμογή, που μπορεί εύκολα κάποιος να υπολογίσει όλες τις απαιτούμενες ροπές των σέρβο.

<https://www.robotshop.com/community/tutorials/show/robot-arm-torque-calculator>

Σίγουρα οι ροπές που θα υπολογιστούν δεν θα ανταποκρίνονται ακριβώς σε σέρβο της αγοράς, συνεπώς θα πρέπει να επιλεγούν αυτά με την αμέσως μεγαλύτερη ροπή που είναι διαθέσιμα.



Σχήμα 12 (α,β,γ) <https://automaticaddison.com/how-to-determine-what-torque-you-need-for-your-servo-motors/>

Κάτι άλλο που πρέπει να αναφερθεί, έχει να κάνει με την μονάδα μέτρησης της ροπής στα σέρβο, δεν είναι όπως θα έπρεπε δηλαδή σε Nm, αλλά έχει επικρατήσει να είναι kg cm. Ο λόγος είναι ότι βολεύει στις κατασκευές μοντελισμού που χρησιμοποιούνται τα περισσότερα, γιατί η μονάδα αυτή "μεταφράζεται" ως εξής: Αν έχουμε ένα σέρβο με ροπή π.χ 10kg cm σημαίνει ότι: αν το φορτίο απέχει 1cm από το κέντρο του άξονα του κινητήρα, τότε ο κινητήρας μπορεί να περιστρέψει 10kg, αν απέχει 2cm τότε μπορεί να περιστρέψει 5kg στα 3cm → 3.33kg κ.ο.κ. Απ' ότι φαίνεται είναι πολύ βολικότερη αυτή η μονάδα μέτρησης.

Επίσης πρέπει να αναφερθούν και κάποια άλλα χαρακτηριστικά των σέρβο, που είναι σημαντικά στην επιλογή του καταλληλότερου: **α) είναι η γωνία περιστροφής** του άξονα, τα περισσότερα σέρβο περιστρέφουν τον άξονά τους κατά 180° αλλά υπάρχουν και για 60°, αλλά και για 270° και για 300°. Για 360° είναι τα λεγόμενα continuous servomotors τα οποία περιστρέφονται σαν κανονικοί κινητήρες αλλά μπορεί να ελεγχθεί η ταχύτητά τους.

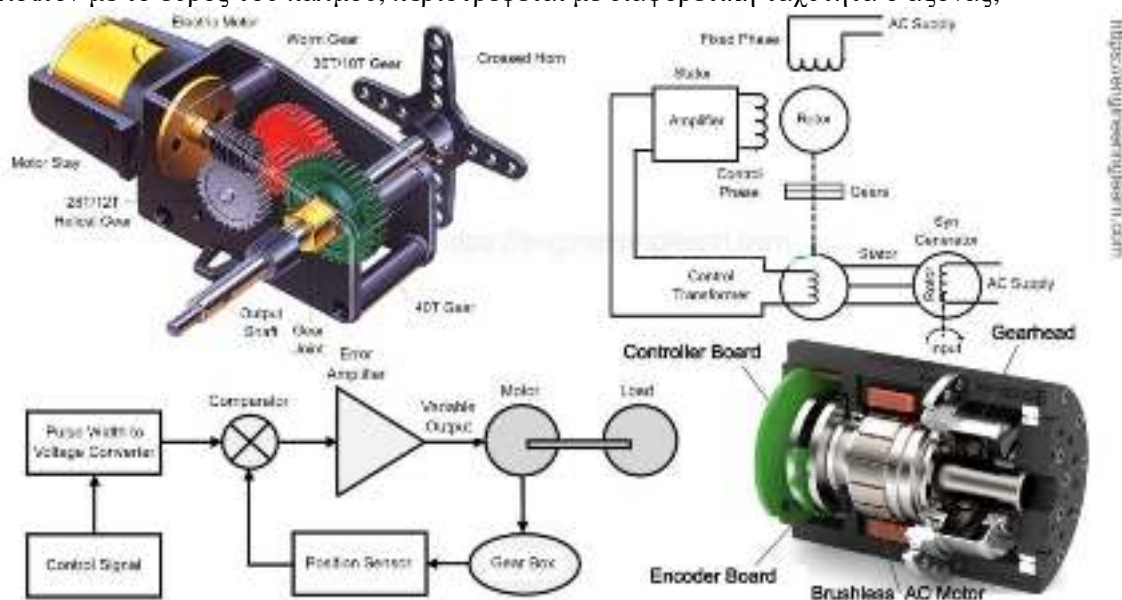
Στην παρούσα εργασία, θα χρησιμοποιηθούν σέρβο 180° και 270° αλλά και 300°, προφανώς η γωνία περιστροφής, καθορίζει την κίνηση του κάθε link αλλά και ολόκληρου του χώρου εργασίας του βραχίονα. **β) είναι ο χρόνος απόκρισης** ή ταχύτητα απόκρισης του σέρβο, είναι ο χρόνος που διαρκεί για να περιστραφεί ο άξονας του σέρβο κατά 60°, αυτός ο χρόνος εξαρτάται από το λόγο μείωσης στροφών του εσωτερικού κινητήρα του σέρβο (κιβώτιο γραναζιών) και από την τάση και ισχύ βέβαια τροφοδοσίας του σέρβο.

Εδώ θα πρέπει να γίνει μια γρήγορη αναφορά στην λειτουργία των σερβοκινητήρων, που βοηθά στο να αντιληφθεί κάποιος την λειτουργία του ρομποτικού βραχίονα με σερβοκινητήρες. Παρεμπιπτόντως ένας ρομποτικός βραχίονας μπορεί να κινηθεί με πολλούς τρόπους όπως με βηματικούς κινητήρες, ή με υδραυλικά έμβολα, ή με πνευματική τεχνολογία (με πεπιεσμένο αέρα) ή μπορεί με συνδυασμούς των παραπάνω.

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 13, το σέρβο μηχανικά, περιλαμβάνει ένα κινητήρα και ένα κιβώτιο γραναζιών μείωσης στροφών, με συνέπεια την πολύ μεγάλη αύξηση της ροπής περιστροφής. Στον τελικό άξονα περιστροφής προσαρμόζεται ένα ποτενσιόμετρο ακριβείας,

έτσι μαζί με τον άξονα περιστρέφεται και το ποτενσιόμετρο με συνέπεια να μεταβάλλεται ο λόγος των αντιστάσεων του, στο Σχήμα 13 φαίνεται ως (position sensor.) Το ποτενσιόμετρο αυτό, συνδέεται στην τάση τροφοδοσίας του σέρβο, συνεπώς ο λόγος της τάσης είναι αντιπροσωπευτικός της θέσης του άξονα.

Ο ελεγκτής (ηλεκτρονικό κύκλωμα) του σέρβο, τροφοδοτείται με μία παλμοσειρά από τον μικροελεκτή, φαίνεται ως (control signal) στο σχήμα 13, η παλμοσειρά αυτή είναι σταθερής συχνότητας μεν αλλά μεταβλητού εύρους παλμού (duty cycle) ονομάζεται δε PWM (Pulse Width Modulation) , έτσι συνεπώς μεταβάλλεται η μέση τιμή της DC τάσης. Ανάλογα λοιπόν με το εύρος του παλμού, περιστρέφεται με διαφορετική ταχύτητα ο άξονας,



Σχήμα 13

<https://engineeringlearn.com/servomotor-working-principle/>

παρασύροντας και το ποτενσιόμετρο. Η τάση από το ποτενσιόμετρο, συγκρίνεται με την μέση τιμή της τάσης από την παλμοσειρά (Comparator) στο Σχήμα 13, αν είναι ίσες αυτές οι τάσεις, τότε ο άξονας σταματά σε αυτή τη θέση που έχει περιστραφεί με τη βοήθεια του κινητήρα του σέρβο. Αν διαφέρει, τότε η θα συνεχίσει ώστε να φθάσει σε μεγαλύτερη γωνία, ή θα αλλάξει φορά περιστροφής και θα οδηγηθεί σε μικρότερη γωνία περιστροφής.

Περιγραφή της κατασκευής

Πριν ξεκινήσει η περιγραφή της κατασκευής θα πρέπει να αναφερθούν τα εξής:

- Η κατασκευή που περιγράφεται παρακάτω είναι ενδεικτική, μπορεί να κατασκευαστεί και κάποια άλλη με άλλα χρησιμοποιούμενα υλικά ή άλλη γεωμετρία ή με λιγότερους βαθμούς ελευθερίας ή κινητικότητας. Φθηνότερη ή ακριβότερη, είναι θέμα του εκπαιδευτικού και των μαθητών που θα εκπονήσουν το project. Αρκεί βέβαια να τηρηθούν οι προδιαγραφές ώστε να χρησιμοποιηθούν οι μαθηματικές σχέσεις που αναφέρθηκαν στο θεωρητικό μέρος.

- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί διαφορετικός μικροελεγκτής ή μικροεπεξεργαστής πέρα από τη πλατφόρμα Arduino (π.χ. Raspberry pi, Ardu, Beagle Bone κ.τ.λ.)
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί διαφορετικό λογισμικό εκτός από το LabView (π.χ. Matlab) η μπορεί να χρησιμοποιηθεί εφαρμογή σειριακής επικοινωνίας και όλος ο κώδικας να γραφτεί στον μικροελεγκτή, και απλά να δίνονται οι τιμές των συντεταγμένων από το τερματικό.
- Προφανώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο ένας βραχίονας και όχι δύο που περιλαμβάνει η παρούσα.
- Υπάρχουν πολλά περιφεριακά που μπορούν να εμπλουτίσουν το project και σίγουρα ακολουθούν πολλά άλλα στο μέλλον.
- Οι όποιες παραλλαγές και για τι όχι και διορθώσεις έγκειται στην φαντασία του εκπαιδευτικού και των μαθητών που θα αποφασίσουν να υλοποιήσουν το project.

Η εκδοχή της παρούσης εργασίας περιλαμβάνει δύο ίδιους ρομποτικούς βραχίονες, ο ένας είναι σε άμεση επικοινωνία με τον Η/Υ και το λογισμικό LabView - για το οποίο θα γίνει μια μικρή αναφορά παρακάτω – και ο δεύτερος είναι αυτόνομος με ξεχωριστή εξωτερική μνήμη EEPROM για να εκπαιδεύεται από τους μαθητές δηλαδή να θυμάται τι του υποδεικνύουν να κάνει. Επίσης στον δεύτερο μπορούν να εφαρμοστούν διάφορα περιφεριακά όπως κάμερα αναγνώρισης προσώπων ή αντικειμένων ή και παρακολούθησης αντικειμένων, ή σύνδεση με wifi ώστε να είναι δυνατός ο απομακρυσμένος χειρισμός του μέσω διαδικτύου τεχνολογία IoT. Ο βασικός ρόλος του στην παρούσα εργασία, είναι να βρίσκουν οι μαθητές σε αυτόν τις πιθανές διαφορετικές λύσεις πρακτικά, δηλαδή διαμορφώνοντας τη θέση των link χρησιμοποιώντας τη φαντασία τους και τα χέρια τους.

Συμβουλές πριν το ξεκίνημα.

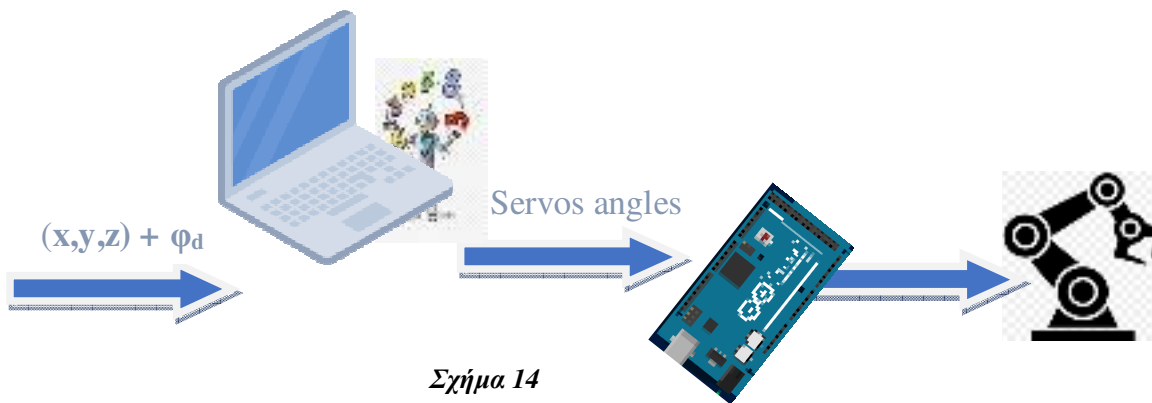
Για να μην υπάρξει απογοήτευση και δεν μπορεί να ανταποκριθεί η κατασκευή στις προδιαγραφές αρχίζουμε λίγο ανάποδα, α) υπολογίζουμε τον προϋπολογισμό μας και κάνουμε έρευνα αγοράς κυρίως για τα σέρβο που υπάρχουν στην αγορά όσο αφορά την ροπή τους και τη γωνία περιστροφή τους. β) Με ένα εμπειρικό υπολογισμό υπολογίζουμε το ολικό μήκος του βραχίονα σύμφωνα με το βάρος που θέλουμε να χειρίζεται, και υπολογίζουμε την ροπή του τελευταίου σέρβο του ώμου. Από τη ροπή που θα υπολογίσουμε θα διαλέξουμε σέρβο με ροπή δύο φορές μεγαλύτερη, γιατί υπάρχει η μάζα των links και των σέρβο σε κάθε άρθρωση. Αν δεν υπάρχει τέτοιο σέρβο τότε κάνουμε εκπτώσεις στο μήκος του βραχίονα ή στο βάρος που θα χειρίζεται.

Προδιαγραφές

Τύπος: Ανθρωπομορφικός

- Ολικό μήκος βραχίονα: 55cm
- Βαθμοί ελευθερίας : 6 (3 για τοποθέτηση του βραχίονα στις συντεταγμένες, και 3 για τον προσανατολισμό ως προς το αντικείμενο)
- Βάρος αντικειμένου 300gr
- Τμήματα : Βάση (base) (περιστροφή $0^\circ - 180^\circ$), Ώμος (shoulder) (περιστροφή $0^\circ - 180^\circ$), Αγκώνας (elbow) (περιστροφή $0^\circ - 180^\circ$, + αξονική περιστροφή $0^\circ - 270^\circ$), Καρπός (wrist) (περιστροφή $25^\circ - 245^\circ$, + αξονική περιστροφή $0^\circ - 270^\circ$)
- Εργαλείο εργασίας με προσαρμογή στον καρπό : διάφορα grippers

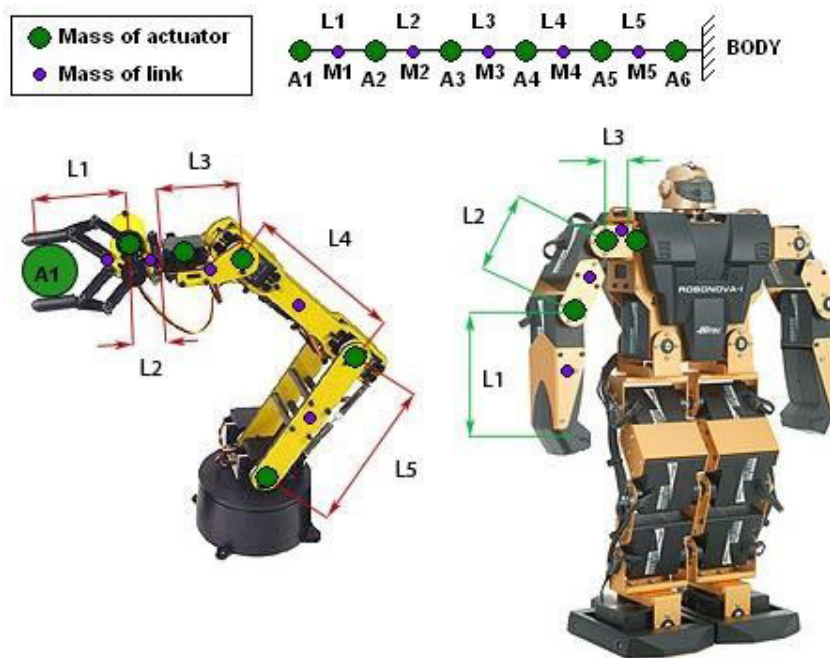
- microcontroller: Arduino Mega 2560 Rev3
 - Software communication: LabView.
- Block diagram cartoon για καλύτερη κατανόηση της λειτουργίας.



Σχήμα 14

Υπολογισμός ροπής servomotors

Ο υπολογισμός της ροπής των σέρβο έγινε με τη βοήθεια της ελεύθερης εφαρμογής που δίνεται στη παρακάτω διεύθυνση. Οι υπολογισμοί επιτυγχάνονται με τη μέθοδο που περιγράφηκε προηγουμένως στο θεωρητικό μέρος και στο σχήμα 12 , γλιτώνοντας έτσι τις πολλαπλές και βαρετές πράξεις. (Ουσιαστικά μπορεί και να γραφεί και σε λογισμικό υπολογιστικών φύλλων π.χ excel).



σχήμα 15

<https://www.robots-hop.com/community/tutorials/show/robot-arm-torque-calculator>

Οι διαστάσεις των μερών (links) του βραχίονα επιλέχθηκαν με βάση τον επιθυμητό χώρο εργασίας του, και με βάση τις διαστάσεις των εξαρτημάτων που υπάρχουν στην αγορά.

1. Τα βάρη των σέρβο είναι για όλα 240gr
2. Shoulder : μήκος 19 cm (από άξονα σε άξονα) και βάρος 2 X 310 gr, επιλέχθηκε ο σχεδιασμός του διπλού ώμου λόγω μεγαλύτερης στιβαρότητας και επί πλέον στέγασης δύο servo αντιπαράλληλα έτσι διπλασιάζεται και η διαθέσιμη ροπή.
3. Elbow : μήκος 19,7cm βάρος 280gr (ένα σέρβο βρίσκεται ακριβώς επάνω στον άξονα, οπότε η μάζα του δεν προκαλεί ροπή λόγω του ότι η απόσταση είναι μηδενική
4. Wrist: για κίνηση πάνω κάτω μήκος 7cm βάρος 150gr
5. Wrist: περιστροφική κίνηση και δαγκάνα 12cm βάρος 350gr
6. Το μέγιστο φορτίο που επιθυμούμε να χειρίζεται είναι 300gr

Τα αποτελέσματα από την εφαρμογή φαίνονται παρακάτω:

L (cm)	M (kg)	A (kg)	T (kg cm)
L1: 17	M1: 0.5	A1: 0.3	T1: 9.35
L2: 19.7	M2: 0.28	A2: 0.24	T2: 32.596000001
L3: 19	M3: 0.5	A3: 0.46	T3: 71.546

Σχήμα 16

Οι ροπές των σέρβο λοιπόν που χρησιμοποιήθηκαν είναι:

- Σέρβο shoulder: 2 X 35Kg cm (οριακή τιμή)
- Σέρβο elbow: 2 X 35Kg cm ο λόγος που χρησιμοποιήθηκε άλλο ένα ήταν σχεδιαστικός (σχήμα βραχίονα και ότι τα σέρβο του ώμου ήταν οριακά)
- Σέρβο wrist: 1 X 35Kg cm (ειδικό χωρίς πατούρα, επιλέχθηκε με μεγάλη ροπή γιατί είχε φθηνότερα)
- Τα υπόλοιπα σέρβο δέχονται τη δύναμη του βάρους αξονικά και δεν χρειάζονται μεγάλη ροπή συνεπώς εκλέχθηκαν με κριτήρια οικονομικά και αξιοπιστίας. Έτσι λοιπόν έχουμε 4 X 17kg cm για τα σέρβο περιστροφής της βάσης, του αγώνα, του καρπού και το σέρβο της δαγκάνας.

Ένα πολύ σημαντικό που πρέπει να δοθεί προσοχή είναι η ισχύς τροφοδοσίας των σέρβο, επειδή είναι πολλά και η ροπή σχεδόν οριακή για τις προδιαγραφές χρειάζεται επαρκές

τροφοδοτικό ή τροφοδοτικά. Μία καλή λύση είναι τροφοδοτικά από παλιούς Η/Υ όπως παρακάτω.

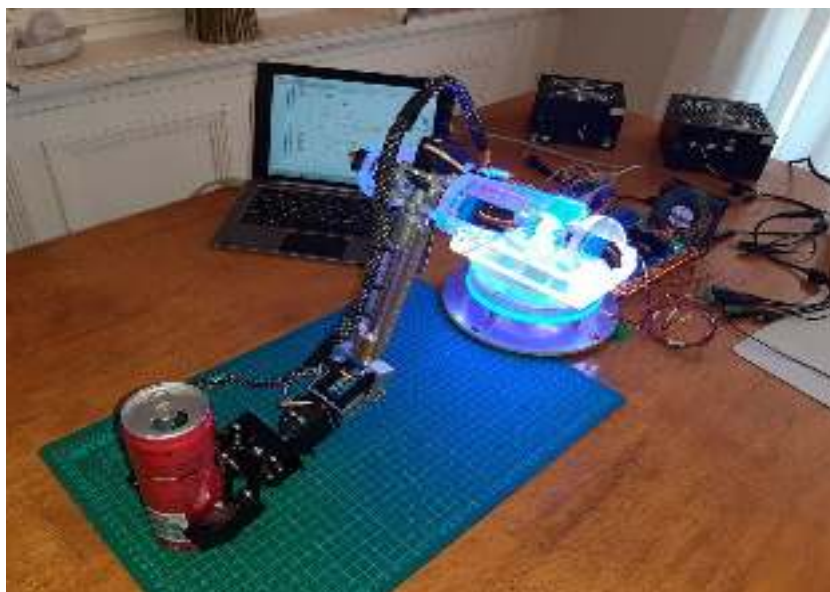
Ισχύς: 3 X PC power supply 550W 12V 20A + 4X step down power supply 7,4V 8A.

Τα μέρη του βραχίονα σχεδιάστηκαν στο AutoCad για να μπορούσε να γίνει κοπή με CNC machine εξ ίσου καλό είναι και το ελεύθερο και πολύ δημοφιλές λογισμικό που μπορούν να χρησιμοποιήσουν οι μαθητές το tinkercad.

Τα υλικά που επιλέχθηκαν για την υλοποίηση ήταν polycarbonate sheet 10mm πάχος αλουμίνιο φύλλο πάχους 5 mm σωλήνα αλουμινίου 1/2 in και διάφορα εξαρτήματα στήριξης των σέρβο από την εταιρία Actobotics. Όλα τα υλικά κατασκευής, καθώς και τα σχέδια, τα ηλεκτρονικά κυκλώματα και όλα τα περιφερειακά και βοηθητικά εξαρτήματα φαίνονται στο παράρτημα που συνοδεύει την παρούσα εργασία.



Εικόνα 1: Ο ρομποτικός βραχίονας σε φάση κατασκευής και δοκιμών.



Εικόνα 2: Φαίνονται εκτός από το βραχίονα και τα τροφοδοτικά καθώς και στο PC μέρος του κώδικα στο λογισμικό LabView.

Συγγραφή κώδικα στο λογισμικό LabView

Το λογισμικό LabView της εταιρίας National Instruments έχει μια ιστορία σχεδόν 30 ετών στην υπηρεσία της επιστημονικής κοινότητας των θετικών επιστημών ως λογισμικό Data Acquisition και models simulation.

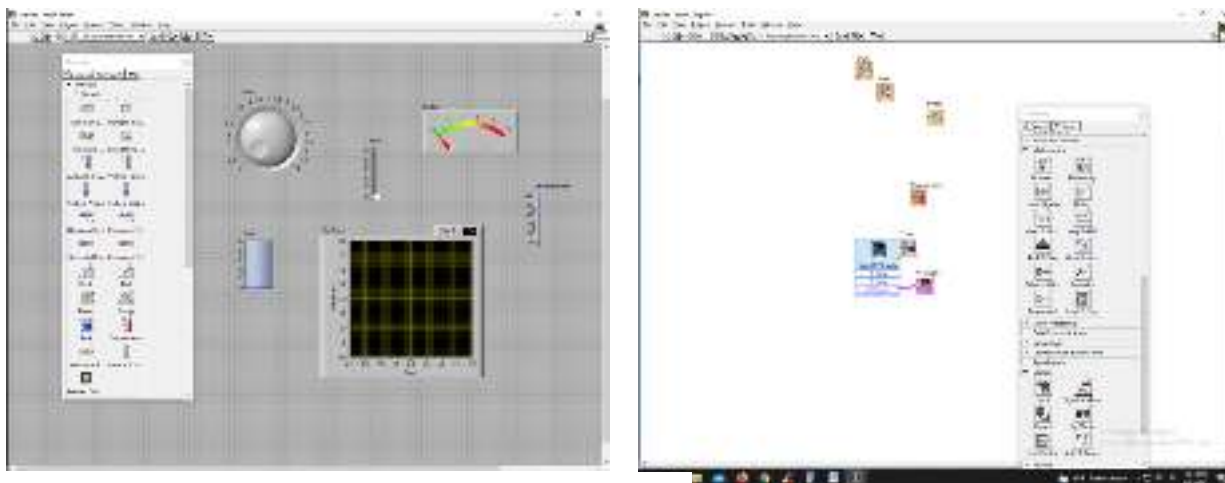
Πολλά επιστημονικά και ερευνητικά ιδρύματα καθώς και πανεπιστήμια το έχουν χρησιμοποιήσει και συνεχίζουν να το χρησιμοποιούν. Ουσιαστικά πρόκειται για μία γλώσσα προγραμματισμού με γραφικό κώδικα που ονομάζεται γλώσσα G από το graphics.

Τα γραφικά της συγγραφής κώδικα ειδικά αυτά των μαθηματικών είναι πολύ οικεία ακόμη και στους μαθητές αρκεί κάποιος να τους οδηγήσει.

Το LabView είναι ελεύθερο με εγγραφή, στη student edition η οποία είναι υπεραρκετή για ακόμη και "βαριές" εφαρμογές.

Η ιδέα λοιπόν ήρθε κατόπιν της ενασχόλησης και εμπειρίας με αυτό το φανταστικό λογισμικό, από εικοσαετίας και εργαστηριακής διδασκαλίας σε μαθητές επαγγελματικού Λυκείου τα τελευταία 15 έτη. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί από μαθητές Λυκείου και μάλιστα με πολύ ευχάριστη αποδοχή λόγω των πολύ εντυπωσιακών γραφικών που περιέχει.

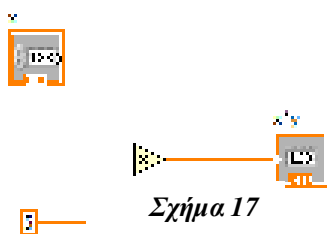
Μια σύντομη και γενική περιγραφή του software με τη βοήθεια της παρακάτω εικόνας.



Εικόνα 3

Όπως φαίνεται στην παραπάνω εικόνα, όταν ανοίγει το περιβάλλον του λογισμικού ανοίγουν δύο παράθυρα το αριστερό στην εικόνα 3 λέγεται front panel και ουσιαστικά είναι αυτό που βλέπει ο χειριστής. Σε αυτό περιλαμβάνονται τα controls και τα indicators, δηλαδή εικονικά όργανα που μπορούμε να χειριζόμαστε ή να απεικονίζονται μετρήσεις.

Το δεξί παράθυρο ονομάζεται Block Diagram και ουσιαστικά είναι το interface μεταξύ των controls και των indicators εδώ ουσιαστικά γράφεται ο γραφικός κώδικας χρησιμοποιώντας τις έτοιμες βιβλιοθήκες με όψη block διαγραμμάτων με εισόδους και εξόδους π.χ όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα έχουμε την πράξη του πολλαπλασιασμού μιας μεταβλητής x επί μια σταθερά $\psi = 5$ και έξοδο σε ένα εικονικό απεικονιστικό όργανο (indicator) έτσι υλοποιείται η συγγραφή κώδικα στο εν λόγω λογισμικό.



Σχήμα 17

Οι εξισώσεις του μη γραμμικού συστήματος που εξήχθησαν στο θεωρητικό μέρος από τη λύση του αντίστροφου κινηματικού προβλήματος είναι αυτές που φαίνονται στο σχήμα 18. Οι εισοδοί (ανεξάρτητες μεταβλητές) είναι τα x, y, z και οι έξοδοι (εξαρτημένες μεταβλητές) είναι οι γωνίες περιστροφής των αρθρώσεων του βραχίονα ώστε το άκρο του να βρεθεί στο σημείο του χώρου (x, y, z) . Οι τιμές των εξόδων (γωνιών) σε ψηφιακή μορφή οδηγούνται

$$R = (X^2 + Y^2)^{(1/2)}, \quad s = R - N$$

$$Q = (s^2 + Z^2)^{(1/2)}, \quad f = \text{atan2}(Z, s) * 180 / \pi \text{ in degrees}$$

$$g = \text{acos}(((L^2) + (Q^2) - (M^2)) / (2*L*Q)) * 180 / \pi \text{ in degrees}$$

servo angles in degrees

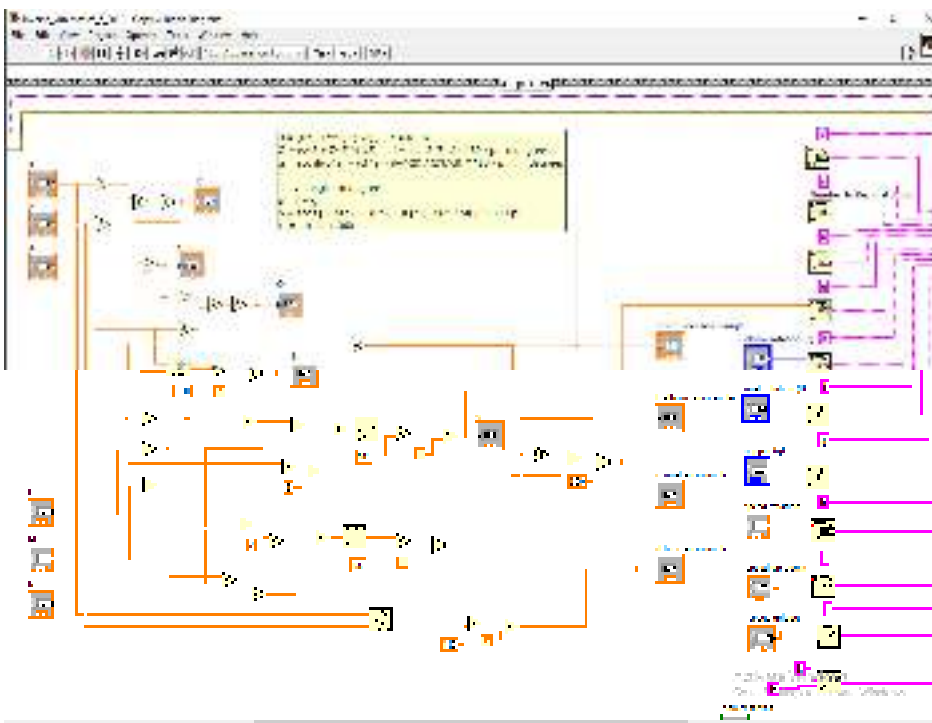
$$a = f + g$$

$$b = \text{acos} [((M^2) + (L^2) - (Q^2)) / (2*L*M)] * 180 / \pi$$

$$c = -b - a + 360$$

Σχήμα 18

μέσω της σειριακής εισόδου στο μικροελεκτή Arduino εκεί επεξεργάζονται στο κώδικα που έχει γραφτεί και ελέγχουν τα σέρβο του βραχίονα.



Εικόνα 4

Στην παραπάνω εικόνα 4 φαίνεται ο κώδικας για τον υπολογισμό των γωνιών των σέρβο που έχει γραφτεί στο block diagram του λογισμικού LabView. Μετά τους μαθηματικούς

υπολογισμούς φαίνεται η σειριακή οδήγηση προς τον buffer της σειριακής I/O ώστε τα data να οδηγηθούν με τη σωστή σειρά και μορφή προς το μ/ε Arduino Mega .

Βιβλιογραφία

1. Τζαφέστας, Σπύρος Γ., «Ρομποτική. Τομ. 1: Ανάλυση και έλεγχος» (629.892 TZA)
2. Craig John J. “Εισαγωγή στη Ρομποτική Μηχανική και Αυτόματος Έλεγχος”, Εκδόσεις Τζιόλα, 2009.
3. Δουλγέρη Ζωή, «Ρομποτική. Κινηματική, Δυναμική και Έλεγχος Αρθρωτών Βραχιόνων», ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΚΡΙΤΙΚΗ Α.Ε.
4. Schilling, Robert J., “Fundamentals of robotics : analysis and control,” Prentice Hall, 1990. (629.892 SCH)
5. Mason, Matthew, “Mechanics of Robotic Manipulation,” MIT Press, 2001.
6. Denavit, J., Hartenberg, R.S. (1955), “A Kinematic Notation for Lower Pair Mechanisms Based on Matrices”, Transactions of the ASME, Journal of Applied Mechanics, E22, pp.215-222.

Επιστημονικά άρθρα

1. <https://www.researchgate.net/publication/46401997>
2. <https://www.researchgate.net/publication/268437501>
3. <https://www.researchgate.net/publication/268437501>
4. International Journal of Engineering Research and Technology. ISSN 0974-3154 Volume 11, Number 12 (2018), pp. 2135-2158 © International Research Publication House <http://www.irphouse.com>
5. IOSR Journal of Electrical and Electronics Engineering (IOSR-JEEE) e-ISSN: 2278-1676,p-ISSN: 2320-3331, Volume 6, Issue 5 (Jul. - Aug. 2013), PP 80-84 www.iosrjournals.or

Σημειώσεις Πανεπιστημιακών μαθημάτων

1. Ρομποτική Ι: Ανάλυση, Έλεγχος, Εργαστήριο Κινηματική/Στατική/Δυναμική Ανάλυση και Έλεγχος Ρομποτικών Χειριστών Κων/νος Τζαφέστας Τομέας Σημάτων, Ελέγχου & Ρομποτικής Σχολή Ηλεκτρ. Μηχ/κών & Μηχ/κών Υπολ., Ε.Μ.Π Ακαδημαϊκό Έτος 2011-12, 7ο Εξάμηνο.
2. ECE447: Robotics Engineering Lecture 7: Inverse Kinematics Dr. Haitham El-Hussieny Electronics and Communications Engineering Faculty of Engineering (Shoubra) Benha University
3. Το Αντίστροφο Κινηματικό Πρόβλημα. Δρ.Φασουλάς Ιωάννης Μεσογειακό Πανεπιστήμιο

Σειρά διαδικτυακών διαλέξεων στο Youtube

https://www.youtube.com/watch?v=rJx_XZ8xz6w

<https://www.youtube.com/watch?v=kAdbxsJZGto>

<https://www.youtube.com/watch?v=6k53jtwT9dk>

<https://www.youtube.com/watch?v=myWV3zPeh60>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Κατασκευαστικά σχέδια και υλικά

Υλικά

Τα υλικά και τα κατασκευαστικά σχέδια που χρησιμοποιήθηκαν προφανώς και δεν είναι δεσμευτικά για την κατασκευή του ρομποτικού βραχίονα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν πολλά διαφορετικά δίνοντας έτσι και το προσωπική αίσθηση της λειτουργικότητας αλλά και της αισθητικής. Ένας πολύ βασικός παράγοντας βέβαια είναι και η «ελαστικότητα» του οικονομικού προϋπολογισμού για το έργο.

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν κύρια ήταν:

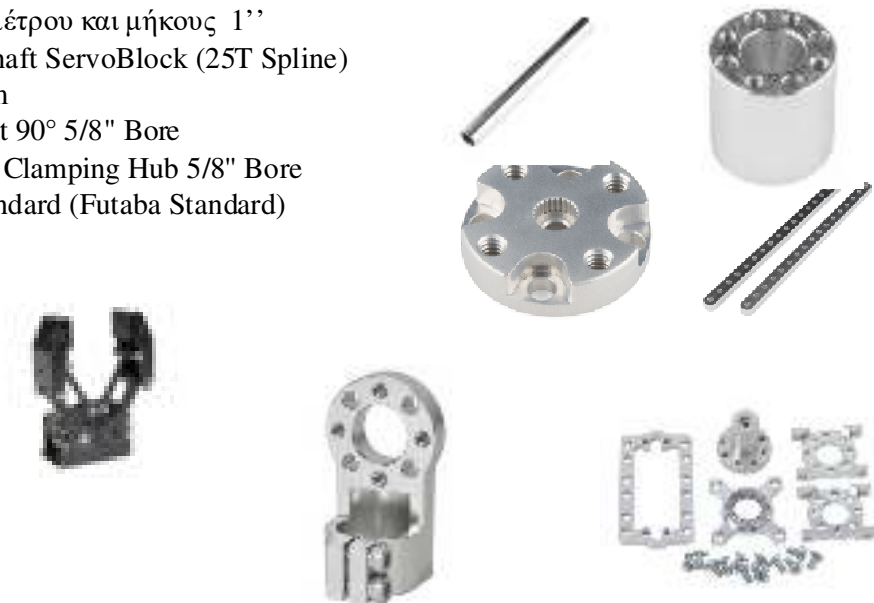
- Πολυκαρβονικό φύλλο πάχους 10mm
- Φύλλο κράματος αλουμινίου πάχους 5mm
- Φύλλο πλέξι-γκλάς πάχους 4mm

Από πολυκαρβονικό φύλλο σχεδιάστηκε η βάση (base) και τα κομμάτια (διπλό) του ώμου (shoulder), επίσης και η σταθερή βάση στήριξης από το φύλλο αλουμινίου. Ο σχεδιασμός πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό AUTO CAD και η κοπή πραγματοποιήθηκε με CNC water jet.

Στη βάση χρησιμοποιήθηκε ρουλεμάν 6'' επιφανειακής στήριξης (*χρησιμοποιείται κυρίως για περιστρεφόμενες τράπεζες*)

Έτοιμα εξαρτήματα κράματος αλουμινίου από τις εταιρίες Actobotics, και Servocity

- Σωλήνα διαμέτρου 1/2''
- Αποστάτες διαμέτρου και μήκους 1''
- Standard Hub Shaft ServoBlock (25T Spline)
- Aluminum Beam
- Clamping Mount 90° 5/8" Bore
- Dual Pinch Bolt Clamping Hub 5/8" Bore
- Servo Hub - Standard (Futaba Standard)
- gripper



Servo motors

- Servo Standard 17kg.cm Metal Gears with Analog Feedback (Feetech FB5118M)

- Servo Standard 20kg.cm Metal Gears (Feetech FS5323M)
- Servo Robot 15kg.cm Metal Gears (Feetech FR0115M)
- Servo Standard 35kg.cm Metal Gears (Feetech FT5330M)



Electronic Parts



Arduino Mega 2560



Array relay 5V
10A

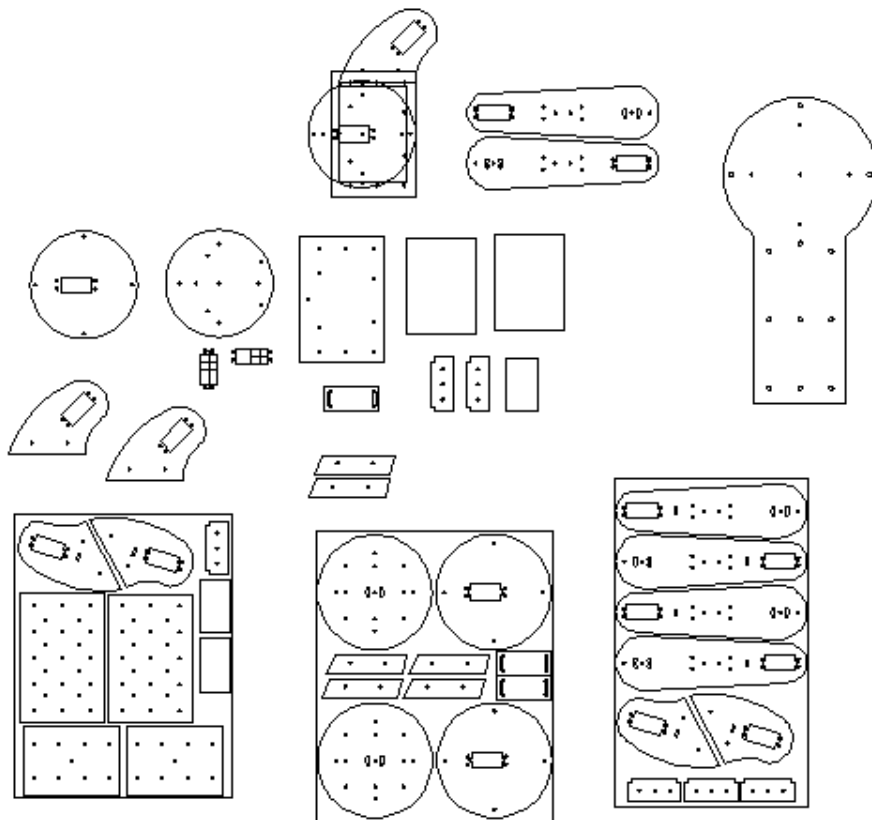
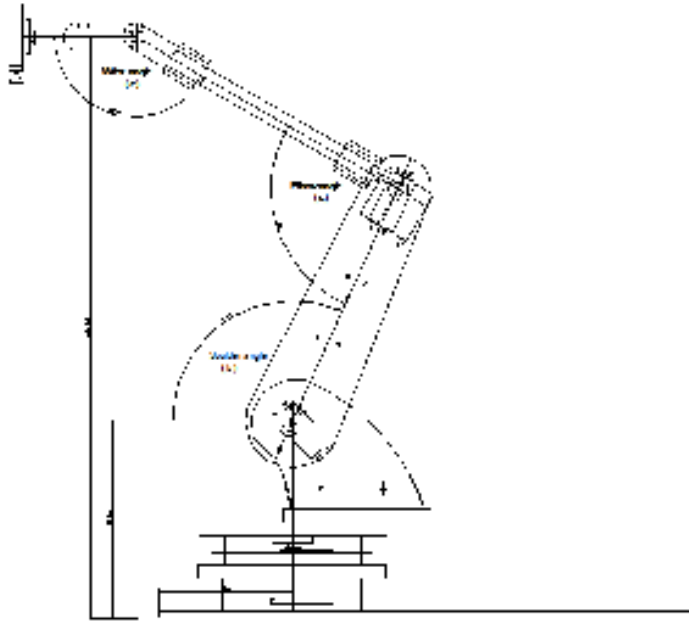


DC-DC converter
step down in 3V –
40V
Out 5V – 36V 8A



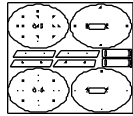
DC-DC converter
step down in 3V –
40V
Out 5V – 36V 4A

Drawings

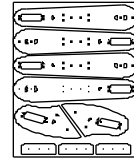


AutoCAD files
(for cutting)

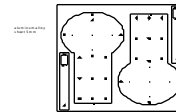
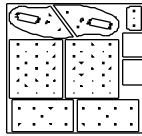
Polystyrene 16mm
baireti 121 K 16mm



Polystyrene 16mm
baireti 121 K 16mm



Polystyrene 16mm
baireti 121 K 16mm



Software: Παρακαλώ στείλτε ένα email στην διεύθυνση: [petpoutos\[a\]gmail.com](mailto:petpoutos[a]gmail.com)

Φωτογραφίες





*Το copyright των φωτογραφιών ανήκει στον συγγραφέα.



Πηγή φωτογραφίας: Science on Stage Greece

Science on Stage Festival 2022, Prague, Czech Republic

Κάνε το όπως ... η Φάλαινα! Βιομημητικές προσεγγίσεις, STEM αναλύσεις, Αειφόρες λύσεις

Βίλλιας Γεώργιος, Βιολόγος, Αναξαγόρειο Γενικό Λύκειο Νέας Ερυθραίας
[gvillias\[a\]hotmail.com](mailto:gvillias[a]hotmail.com)

(6^ο Βραβείο 11^ον Πανελλήνιων Αγώνων Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών)

Περίληψη

Το κίνητρο για την ενασχόληση με τη συγκεκριμένη εργασία, ήταν η επιθυμία μου να βρω τρόπους που θα προκαλούσαν την περιέργεια των μαθητών και θα τους διευκόλυναν να κοιτάζουν τον φυσικό κόσμο μέσω επιστημονικών φακών. Η μελέτη της επιστήμης χωρίς τη χρήση των σχολικών βιβλίων και η σύνδεσή της με τον πραγματικό κόσμο, αποσκοπεί στο να κάνει την εκμάθησή της πιο ενδιαφέρουσα. Επιπλέον, ήταν πολύ σημαντικό να καταδειχθεί ότι τα όρια των κλάδων των φυσικών επιστημών δεν είναι αδιάτρητα. Αντίθετα, η διεπιστημονικότητα προσφέρει μια πολύ πιο διορατική ματιά στον παρατηρητή, καθώς και ευκαιρίες για δημιουργικότητα, μη συμβατική σκέψη και καινοτομία. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, αποφάσισα να εισαγάγω τους μαθητές στον ανερχόμενο και διεπιστημονικό τομέα της Βιομημητικής. Η βιομημητική είναι η πρακτική της εφαρμογής μαθημάτων από τη φύση που οδηγεί στην εφεύρεση πιο υγιών και πιο βιώσιμων τεχνολογικών λύσεων για τους ανθρώπους. Η Janine Benyus, περιγράφει τη βιομημητική ως τη «συνειδητή προσομοίωση της ιδιοφυΐας της ζωής». Ουσιαστικά, η βιομημητική εντοπίζει και απομονώνει ενδιαφέρουσες βιολογικές στρατηγικές (χαρακτηριστικά, δομές, λειτουργίες ή ακόμη και συμπεριφορές) από καλά προσαρμοσμένους ζωντανούς οργανισμούς που ζουν σε συγκεκριμένα ενδιαίτηματα, μελετά τις ιδιότητές τους από φυσική / μηχανική σκοπιά και τις χρησιμοποιεί για την ανάπτυξη στρατηγικών σχεδιασμού που θα βοηθήσουν στην ανάπτυξη πρακτικών και βιώσιμων λύσεων σε πραγματικά προβλήματα. Εκτός από την καθοδήγηση των μαθητών να μελετήσουν στην πράξη, ενδιαφέροντα πρότυπα παραδείγματα βιο-εμπνευσμένου σχεδιασμού και να προτείνουν τις μοναδικές, καινοτόμες λύσεις τους, δημιούργησα επίσης διαδραστικά μοντέλα που τους επιτρέπουν να κατανοήσουν τα παραδείγματα και να εμβαθύνουν τις γνώσεις τους για αυτά. Στην προσπάθεια αυτή δημιουργήθηκαν ορισμένες κατασκευές, για τη μελέτη βιομημητικών λύσεων εμπνευσμένων από 4-5 διαφορετικά είδη οργανισμών, οι οποίες και αποκαλύπτουν την αλληλεπίδραση της Βιολογίας με διαφορετικά πεδία STEM:

1) Μια αεροδυναμική σήραγγα, με στόχο να παρουσιάσει τις αεροδυναμικές ιδιότητες του ράμφους της αλκυόνης, καθώς και τη μείωση της οπισθέλκουσας σε αεροσκάφη των οποίων οι πτέρυγες σχεδιάζονται με βάση τα φυμάτια των φαλαινών και τις φολίδες από το δέρμα του καρχαρία (Φυσική).

2) Ένα κανάλι νερού, με στόχο την προσομοίωση της τυρβώδους ροής που παράγεται από διαφορετικές επιφάνειες, συμπεριλαμβανομένων των φυματίων των φαλαινών και των φολίδων του καρχαρία (Φυσική).

3) Μια ανεμογεννήτρια με διαφορετικούς τύπους λεπίδων, λείων ή με εξογκώματα, που μοιάζουν με φυμάτια πετερόγων φαλαινών, όπου θα μετρηθεί η παραγόμενη σε κάθε περίπτωση ενέργεια (Φυσική).

Abstract

The motivation for developing the current project, was my desire to find ways that would intrigue students' curiosity and facilitate them to look at the natural world through scientific lens. Taking science out of the student's coursebooks and connecting it to the real world seemed to be the best way to make science learning interesting. Furthermore, it was very important to illustrate that the boundaries of natural science fields are not impossible to cross. On the contrary, interdisciplinarity offers a much more insightful look to the observer, as well as opportunities for creativity, out-of-the box thinking, and innovation.

Taking into consideration all of the properties mentioned above, I decided to introduce students to the emerging and interdisciplinary field of Biomimicry. Biomimicry is the practice of applying lessons from nature to the invention of healthier, more sustainable technologic solutions for people. As Janine Benyus eloquently defines it, Biomimicry is the "conscious emulation of life's genius.". In essence, Biomimicry identifies and extracts interesting biological strategies (characteristics, structures, functions, or even behaviours) from well-adapted living organisms that live in specific habitats, studies their properties from a physical/mechanical perspective, and utilises them to develop design strategies that will inform the development of practical, sustainable solutions to real world problems.

Apart from guiding students to study interesting case studies of bio-inspired design in action and propose their unique, innovative solutions, I also constructed interactive models that enable them to understand them and deepen their knowledge about them.

Several constructions were developed to facilitate the study of bio-inspired solutions connected to 4-5 different species that also reveal the interaction of Biology with different STEM fields:

- 1) A wind tunnel, aiming at revealing the aerodynamic properties of kingfisher's beak as well as the reduction of drag when airfoils are designed based on whales' tubercles (tubercle effect) and shark's scales (Physics).
- 2) A water channel, aiming at simulating the turbulent flow produced by different surfaces, including the whales' tubercles and the shark's scales (Physics).
- 3) A wind turbine with different types of blades, smooth or with tubercle-like bumps that will measure the produced energy (Physics).

Εισαγωγή / Θεωρητική θεμελίωση

Ο όρος Βιομιμητισμός ή Βιομιμητική (Biomimicry), προέρχεται από την αρχαία ελληνική: βίος και τη λέξη μίμησις και αφορά στην μίμηση των μοντέλων, των συστημάτων και των στοιχείων της φύσης με σκοπό την επίλυση σύνθετων ανθρώπινων προβλημάτων. Η βιομιμητική είναι η πρακτική της εφαρμογής μαθημάτων από τη φύση στην εφεύρεση πιο υγιεινών, πιο βιώσιμων τεχνολογιών για τους ανθρώπους (Janine Benyus), μια προσέγγιση

στην καινοτομία που επιδιώκει βιώσιμες λύσεις στις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι άνθρωποι, αντιγράφοντας τις διαδικασίες και τις στρατηγικές της φύσης.

Περιγραφή εργασίας

Η διδακτική προσέγγιση που ακολουθήθηκε για τη διδασκαλία της Βιομημητικής είχε τη μορφή των project και πραγματοποιήθηκε σε 2 κύκλους. Αναλυτική περιγραφή των βημάτων του κάθε κύκλου παρουσιάζονται παρακάτω:

1^{ος} Κύκλος – Στάδιο εισαγωγής (“Tinkering approach”)

Οι μαθητές σε αυτή την περίπτωση ξεκινούν από έτοιμα παραδείγματα.

- Δίνονται στους μαθητές ορισμένα επιτυχημένα παραδείγματα (best practices) εφαρμογών βιομημητικού σχεδιασμού, είτε με τυχαία επιλογή, είτε με ανάθεση. Οι απαραίτητες πληροφορίες μπορούν να δοθούν με μορφή άρθρου, βίντεο, ή γραφήματος (π.χ. infographics).
- Μελετώντας τις πληροφορίες και εξερευνώντας τις πηγές που τους έχουν δοθεί, οι μαθητές κατανοούν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και τις βιολογικές στρατηγικές που ενέπνευσαν τον καινοτόμο σχεδιασμό, ενώ παράλληλα εξηγούν με απλούς όρους, τις φυσικές αρχές που διέπουν τη λειτουργία της εκάστοτε εφαρμογής.
- Έχοντας κάνει αυτή την προεργασία, οι μαθητές αναζητούν επιπλέον παραδείγματα οργανισμών που φέρουν ανάλογα χαρακτηριστικά, ή/και υιοθετούν παρόμοιες βιολογικές στρατηγικές. Για τη συγκεκριμένη αναζήτηση προτείνεται η χρήση της ειδικής διαδικτυακής πλατφόρμας <https://asknature.org>, η αξιοποίηση έγκυρων πηγών (επιστημονικά άρθρα, βίντεο, ντοκιμαντέρ), αλλά και η ατομική παρατήρηση στη φύση (έρευνα πεδίου).
- Αξιοποιώντας όλα τα παραπάνω, οι μαθητές επιχειρούν να σχεδιάσουν με λεπτομέρειες τις δικές τους καινοτόμες λύσεις, ή να τροποποιήσουν την αρχική. Στο παραδοτέο σχέδιό τους θα πρέπει να αποτυπώνονται τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και οι αρχές σχεδιαστικής στρατηγικής της βιομημητικής λύσης που προτείνουν, αλλά και να περιγράφεται με σαφήνεια η λειτουργία τους.
- Τα παραδοτέα σχέδια των μαθητών θα διαμοιραστούν σε δύο (2) άλλους, άγνωστους μαθητές, οι οποίοι, με ανώνυμο τρόπο, θα τους προσφέρουν εποικοδομητική ανατροφοδότηση. Ταυτόχρονα και οι ίδιοι θα αναλάβουν χρέη ανώνυμου κριτή (reviewer), προσφέροντας έτσι τις δικές τους ιδέες και συμβάλλοντας σε βελτίωση των προτάσεων συμμαθητών τους.

2ος Κύκλος – Στάδιο εμπάθισης (“Bottom Up approach”)

Οι μαθητές σε αυτή την περίπτωση ξεκινούν από έναν έμβιο οργανισμό που παρουσιάζει ενδιαφέρον.

- Οι μαθητές επιλέγουν ελεύθερα έναν οργανισμό ο οποίος και προσελκύει το ενδιαφέρον τους, διαθέτει κάποιο ιδιαίτερο χαρακτηριστικό (π.χ.,

μορφολογικό, ανατομικό, λειτουργικό), ή υιοθετεί κάποια ξεχωριστή βιολογική στρατηγική που προσφέρει στον οργανισμό αυτό κάποιο πλεονέκτημα στην επιβίωση, στην προσαρμογή, ή στην αναπαραγωγή του.

- Χρησιμοποιώντας διάφορες έγκυρες πηγές ενημέρωσης, αλλά και την ειδική διαδικτυακή πλατφόρμα <https://asknature.org>, οι μαθητές προσπαθούν να βρουν περισσότερες πληροφορίες για τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, ή/και τις βιολογικές στρατηγικές των οργανισμών που επέλεξαν στο προηγούμενο βήμα.
- Έχοντας συγκεντρώσει τις απαραίτητες πληροφορίες, οι μαθητές αναλύουν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά ή/και τις βιολογικές στρατηγικές που προσέλκυσαν το ενδιαφέρον τους, ενώ παράλληλα εξηγούν με απλούς όρους, τις φυσικές αρχές που διέπουν τη λειτουργία τους.
- Βασιζόμενοι στην ανάλυσή τους, οι μαθητές επιχειρούν να συνδέσουν τις παραπάνω ιδιότητες με πιθανές καινοτόμες εφαρμογές σε τομέα της επιλογής τους.
- Αξιοποιώντας όλα τα παραπάνω, οι μαθητές επιχειρούν να σχεδιάσουν με λεπτομέρειες τις δικές τους καινοτόμες λύσεις. Στο παραδοτέο σχέδιό τους θα πρέπει να περιγράφεται με σαφήνεια η λειτουργία των λύσεων αυτών και να αποτυπώνεται με ξεκάθαρο τρόπο η επίδραση του βιολογικού προτύπου που επέλεξαν.
- Κάθε μαθητής θα λάβει και θα προσφέρει εποικοδομητική ανατροφοδότηση (reviewing) με ανώνυμο τρόπο, ανταλλάζοντας ιδέες και συμβάλλοντας σε αμοιβαία βελτίωση τόσο των δικών τους προτάσεων, όσο και των συμμαθητών τους.

Οι μαθητές της Β' Λυκείου που συμμετείχαν στον πρώτο κύκλο και ολοκλήρωσαν επιτυχώς όλες τις υποχρεώσεις τους (παράδοση φόρμας απαντήσεων & αξιολόγηση 2 εργασιών – Εικ. 1) ήταν 61, ενώ οι μαθητές που ολοκλήρωσαν επιτυχώς και το δεύτερο κύκλο του project ανήλθαν στους 21.

Περιγραφή κατασκευών

Κατασκευή 1^η – Αεροδυναμική σήραγγα

Το ράμφος της αλκούνης αποτέλεσε το πρότυπο αεροδυναμικού σχεδιασμού για τα ιαπωνικά τρένα, γνωστά και ως τρένα σφαίρες (Shinkansen bullet trains). Τα τρένα αυτά έχουν τεχνολογία μαγνητικής αιώρησης και λειτουργούν με μέση ταχύτητα τα 320 χλμ./ώρα. Η βιομηχανική λύση που δόθηκε βοήθησε όχι μόνο στην αύξηση της ταχύτητας και στην εξοικονόμηση της καταναλισκόμενης ενέργειας, αλλά είχε και θετικό περιβαλλοντικό αντίκτυπο στις συνδεδεμένες με το σιδηροδρομικό δίκτυο περιοχές, μειώνοντας το θόρυβο που προκαλούσε η εκτόνωση του αέρα που παγιδευόταν μέσα στις σήραγγες κατά τη διέλευσή των τρένων από αυτές.

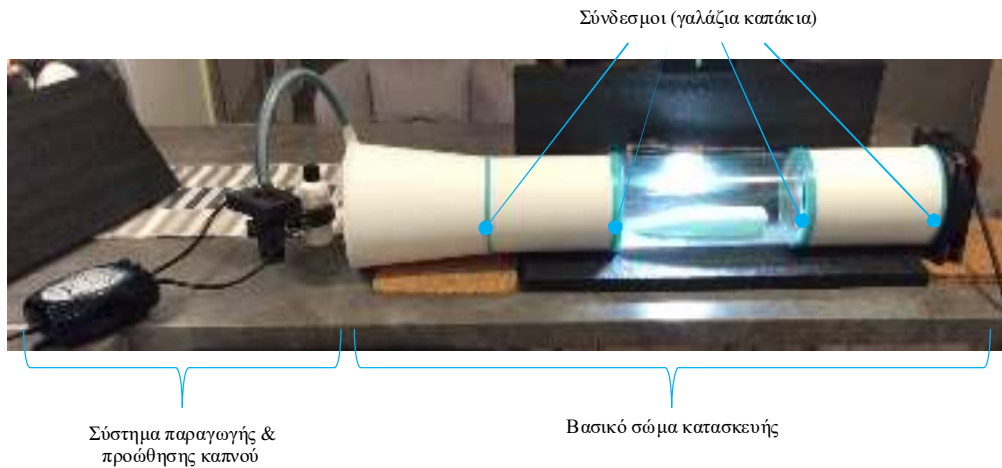
Η κατασκευή της παρακάτω αεροδυναμικής σήραγγας και η χρήση μοντέλων των τρένων Shinkansen μας επιτρέπει να οπτικοποιήσουμε και μελετήσουμε τη ροή του αέρα (ευθύγραμμη ή στροβιλώδη) πάνω και γύρω από το αμάξωμα του τρένου, και επί της ουσίας τις αεροδυναμικές ιδιότητες του ράμφους της αλκούνης. Με τη χρήση άλλων κατάλληλων μοντέλων δύναται να μελετηθούν αντίστοιχες αεροδυναμικές ιδιότητες βιολογικών δομών όπως τα φυμάτια των φαλαινών και οι φολίδες από το δέρμα του καρχαρία. Παραδείγματα βιομηχανικού σχεδιασμού των παραπάνω δομών αποτελούν οι πτέρυγες αεροσκαφών και τα πτερύγια ανεμογεννητριών.

Τα δομικά μέρη της κατασκευής (Εικ. 2) είναι τα ακόλουθα:

- Αεραντλία ενυδρείου: παραγωγή αέρα για ώθηση καπνού
- Ηλεκτρονικό τσιγάρο: παραγωγή καπνού με ατμοποίηση γλυκερίνης
- Δίκτυο σωλήνων: μεταφορά του καπνού στην αεροδυναμική σήραγγα
- Δοχείο εισόδου αέρα: κωνικού σχήματος είσοδος αέρα στη σήραγγα
- Θάλαμος 1: δομή εσωτερικών σωλήνων (καλαμάκια) για ευθυγράμμιση ροής αέρα και επιλογή θέσης σωλήνων καπνού
- Θάλαμος 2: ακρυλικός σωλήνας εξωτερικής διαμέτρου 12εκ. για τοποθέτηση και παρατήρηση αντικειμένων
- Μοντέλο τρένου: Πρόσθιο τμήμα τρένου κλάσης Shinkansen E7
- Θάλαμος 3: ανεμιστήρας κουτιού υπολογιστή με ρυθμιστή ταχύτητας για δημιουργία ροής αέρα



Εικόνα 2: Τα δομικά μέρη της αποσυναρμολογημένης αεροδυναμικής σήραγγας



Εικόνα 3: Συναρμολογημένη αεροδυναμική σήραγγα

Για την εύκολη συναρμολόγηση και αποσυναρμολόγηση της κατασκευής έχουν χρησιμοποιηθεί στα τμήματα των θαλάμων 1 και 2, κουτιά βρεφικής σκόνης γάλακτος, των οποίων τα ελαστικά καπάκια (γαλάζιοι δακτύλιοι), μετά από κατάλληλη τροποποίηση, λειτουργούν ως σύνδεσμοι για τη σύνδεσή τους με το κωνικό δοχείο εισόδου, τον ακρυλικό σωλήνα plexiglass, και τον ανεμιστήρα κουτιού Η/Υ, δημιουργώντας έτσι το βασικό σώμα της κατασκευής (Εικ. 3).

Η δομή των εσωτερικών σωλήνων αποτελείται από πλαστικά καλαμάκια τα οποία και έχουν τοποθετησει σε χρωματικές στρώσεις για διευκόλυνση της παρατήρησης αλλά και της τοποθέτησης / ευθυγράμμισης των σωλήνων καπνού (μεταλλικά καλαμάκια) σε διαφορετικές θέσεις. Αλλαγή της διευθέτησής των χρωματικών στρώσεων από οριζόντια διάταξη σε κάθετη γίνεται εύκολα με περιστροφή ολόκληρου του θαλάμου 1. Η χρήση μεταλλικών σωλήνων για τη διέλευση του καπνού (σωλήνες καπνού), επιλέχθηκε προκειμένου να αποφευχθεί η αλλοίωση των πλαστικών σωλήνων από την άμεση επαφή τους με το διερχόμενο καπνό, αλλά και για να επιτρέψει την εύχρηστη και στοχευμένη αλλαγή της θέσης των γραμμών του καπνού ως προς το παρατηρούμενο αντικείμενο (Εικ. 4).



Εικόνα 4: Δομή εσωτερικών σωλήνων (χρωματιστά πλαστικά καλαμάκια) και σωλήνων καπνού (μεταλλικά καλαμάκια)

Το σύστημα της παραγωγής και προώθησης του καπνού αποτελείται από δύο μέρη: 1 αεραντλία ενυδρίου και 1 ηλεκτρονικό τσιγάρο. Η αεραντλία ενυδρίου έχει 2 εξόδους με ρυθμό εκροής αέρα 4,5 λίτρων ανά ώρα η κάθε μια. Η σταθεροποίηση των σωλήνων εξόδου αέρα της αεραντλίας στις πλαϊνές οπές εισόδου αέρα του ηλεκτρονικού τσιγάρου επιτρέπει τον εύκολο χειρισμό της συσκευής. Το ηλεκτρονικό τσιγάρο έχει ισχυρή αντίσταση 0,3 Ω και μέγιστη ισχύ 80 Watt. Η παραγωγή καπνού από το ηλεκτρονικό τσιγάρο, δεδομένου ότι δεν



Εικόνα 5: Σταθεροποίηση σωλήνων αεραντλίας στο ηλεκτρονικό τσιγάρο

έχει υπερθερμανθεί η αντίσταση του ατμοποιητή, μπορεί να είναι συνεχής για μέγιστο χρονικό διάστημα 10 δευτερολέπτων. Το υγρό που χρησιμοποιείται για την παραγωγή του καπνού είναι μείγμα 50:50, προπυλενογλυκόλης (PG) και φυτικής γλυκερίνης (VG). Η χρήση μεγαλύτερης ποσότητας γλυκερίνης αυξάνει την ποσότητα του παραγόμενου καπνού

Η παρατήρηση των γραμμών του καπνού και της ροής του αέρα πάνω και γύρω από το παρατηρούμενο μοντέλο διευκολύνεται με τη χρήση σκουρόχρωμου υποβάθρου πίσω από τον θάλαμο 2 και χρήση φωτισμού με λάμπες led ή φακό εργασίας με τεχνολογία COB (Chips on Board). Λήψη σταθερών διαδοχικών εικόνων της ροής του καπνού από το παρατηρούμενο αντικείμενο είναι η καλύτερη προτεινόμενη λύση για συλλογή των δεδομένων ροής και περαιτέρω ανάλυσή / σύγκρισή τους.



Εικόνα 6: Εκτύπωση μοντέλου τρένου με 3D printing και ροή καπνού εντός της αεροδυναμικής σήραγγας

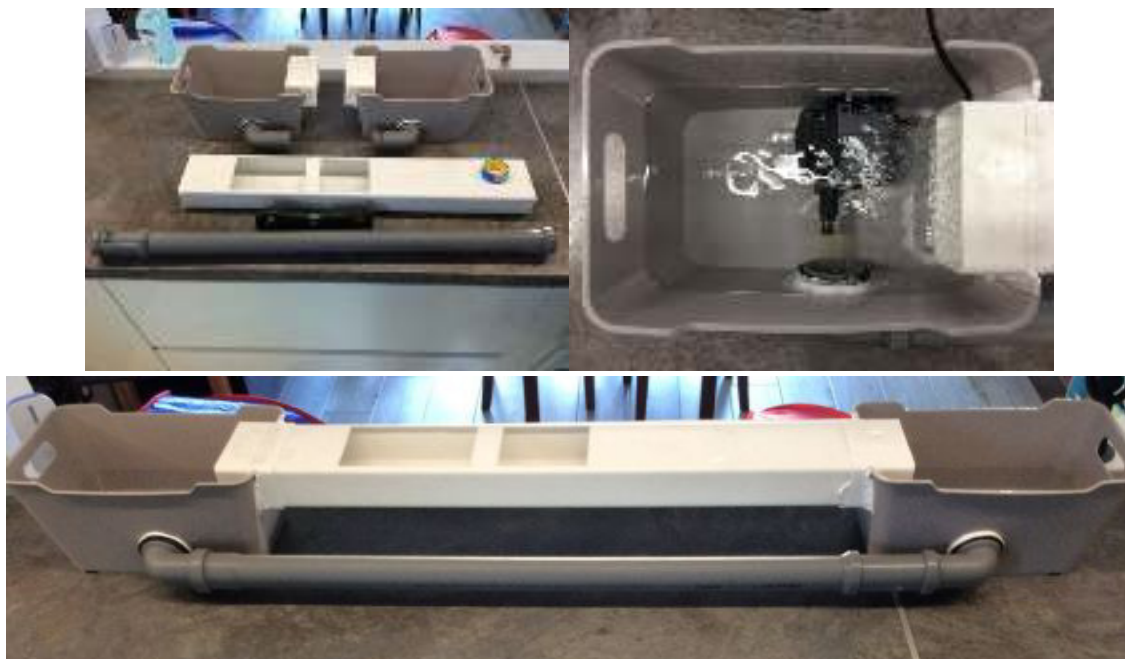
Κατασκευή 2^η – Κανάλι νερού

Μελέτες που τη αφορούν δομή του δέρματος του καρχαρία αποκάλυψαν ότι αυτό καλύπτεται από πλήθος φολίδων με ιδιαίτερο σχήμα, οι οποίες αλληλεπιδρούν με το νερό κατά την κίνηση του καρχαρία σε αυτό. Οι δίνες και οι στροβιλισμοί του νερού που αναπτύσσονται εξαιτίας των προεκβολών των φολίδων θα περίμενε κανείς ότι επηρεάζουν αρνητικά την ταχύτητα του καρχαρία. Αντιθέτως όμως, η τυρβώδης ροή που εμφανίζεται στην περιοχή των φολίδων οδηγεί τελικά στη συνολική μείωση της οπισθέλκουσας τριβής που ασκείται στο σώμα του καρχαρία όταν κολυμπάει. Αντίστοιχη βιολογική στρατηγική εμφανίζεται και στα πτερύγια της μεγαλύτερης φάλαινας όπου τον αντίστοιχο ρόλο διαδραματίζουν κάποιες χαρακτηριστικές προεκβολές που ονομάζονται φυμάτια (turbucles).

Η κατασκευή του καναλιού νερού αποσκοπεί στην παρατήρηση και μελέτη της μηχανικής των ρευστών μέσω της οπτικοποίησης της στρωτής (ευθύγραμμης) και της ταραχώδους (στροβιλώδης) ροής του νερού όταν αυτό διέρχεται γύρω από κυλινδρικά και ατρακτοειδή στερεά αντικείμενα, η πιο ακανόνιστου σχήματος, όπως μία διάταξη φολίδων καρχαρία.

Τα δομικά μέρη της κατασκευής (Εικ. 7) είναι τα ακόλουθα:

- 2 δεξαμενές νερού με κατάλληλες εισόδους / εξόδους νερού
- 1 σωλήνας για την επιστροφή του νερού
- 1 κανάλι με ανοίγματα για παρατήρηση της ροής του νερού
- 1 αντλία νερού ενυδρείου

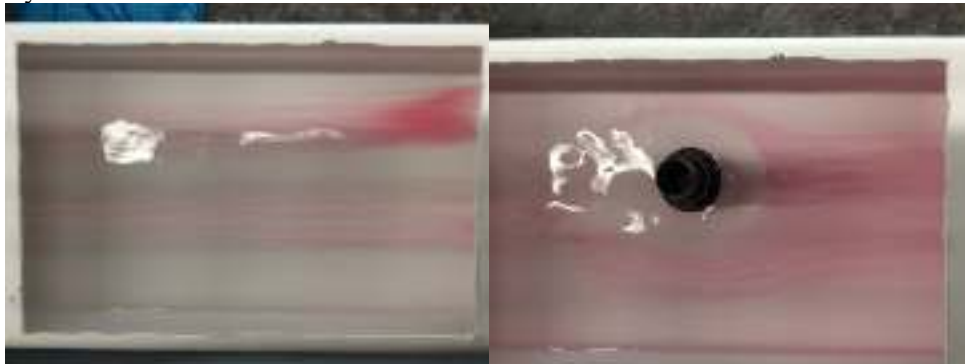


Εικόνα 7: Βασικά μέρη και πλήρης κατασκευή καναλιού νερού

Η συναρμολόγηση της κατασκευής και η πλήρωσή της με νερό, δεδομένου ότι έχει φτιαχτεί για να είναι εφικτή και εύκολη η αποσυναρμολόγησή της στα δομικά της μέρη, ενέχει προβλήματα στεγανότητας. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκε εκτεταμένα ταινία τεφλόν,

ισχυρή κόλλα για πλαστικά και σφραγιστική, αδιάβροχη σιλικόνη. Η ρύθμιση της ταχύτητας της αντλίας γίνεται εμπειρικά μέχρι να ομαλοποιηθεί η ροή.

Για την οπτικοποίηση της ροής χρησιμοποιείται μίγμα φυτικής γλυκερίνης και νερού, χρωματισμένο με χρώματα ζαχαροπλαστικής (Εικ. 8). Η μεταφορά τους στο κανάλι γίνεται από την 1^η οπή (κατεύθυνση νερού προς τα αριστερά όπως είναι η εικόνα 7) με τη βοήθεια σύριγγας.



Εικόνα 8: Βασικά μέρη και πλήρης κατασκευή καναλιού νερού

Κατασκευή 3^η – Ανεμογεννήτρια

Οι χαρακτηριστικές δομές των φυματίων στις πτέρυγες της μεγάπτερης φάλαινας και η παρατηρούμενη μείωση της οπισθέλκουσας τριβής που προσδίδουν στην φάλαινα κατά την κίνησή της στο νερό, αποτέλεσαν την έμπνευση για την κατασκευή πτερόγων ανεμογεννητριών με χαρακτηριστικές τέτοιες «εγκοπές-εξογκώματα».

Η συγκεκριμένη κατασκευή επιδιώκει να δείξει ακριβώς τη βελτίωση που προσδίδει στην παραγωγικότητα των ανεμογεννητριών μια τέτοια αλλαγή στις πτέρυγες. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται 2 πανομοιότυποι ρότορες με μόνη διαφορά στο σχήμα των λεπίδων (με εγκοπές και χωρίς).

Η πειραματική διάταξη περιλαμβάνει μία ανεμογεννήτρια, η οποία τυπώθηκε με 3D printer, ένα μοτέρ συνδεδεμένο στο ρότορα με τα πτερόγια και ένα πολύμετρο για καταγραφή της μεταβολής τάσης (Εικ. 9). Ο άνεμος αντικαθίσταται από σταθερό ανεμιστήρα με δυνατότητα επιλογής ταχυτήτων. Αύξηση της ταχύτητας περιστροφής οδηγεί σε καταγραφή μεγαλύτερης διαφοράς δυναμικού από τους ακροδέκτες του μοτέρ



Εικόνα 9: Διάταξη ανεμογεννήτριας

Βιβλιογραφία

4. <https://asknature.org>
5. <https://toolbox.biomimicry.org/introduction/>
6. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>
7. <https://asknature.org/strategy/beak-provides-streamlining/>
8. <https://www.scienceinschool.org/article/2017/design-inspiration-secrets-shark-skin/>
9. <https://newatlas.com/whale-inspired-bumps-improve-efficiency-of-ocean-turbine-blades/17094/>

*Το copyright των φωτογραφιών ανήκει στον συγγραφέα.



Πηγή φωτογραφίας: Science on Stage Greece

*Science on Stage Festival 2022
Prague, Czech Republic*

Σύστημα πρόβλεψης έναρξης πυρκαγιάς (Σ.Π.Ε.Π.)

Μαθητές: **Βασιλειάδης Βασίλειος-Δημήτριος, Κοκκίνης Ευάγγελος, Οσμάνι Κλέντι**
2^ο ΓΕΛ Καλυβίων-Αιγολιού

Υπεύθυνη καθηγήτρια:

Μπούλιαρη Γεωργία, Φυσικός, [goboul\[a\]gmail.com](mailto:goboul[a]gmail.com)

(7^ο Βραβείο 11^ον Πανελλήνιων Αγώνων Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών)

Περίληψη

Οι πολίτες κάθε περιοχής πρέπει να συμβάλλουν στην προστασία του περιβάλλοντος με οποιονδήποτε εποικοδομητικό τρόπο. Το γεγονός αυτό τοποθετεί τους κατοίκους της εκάστοτε πόλης να βρίσκουν νέους τρόπους να ασχοληθούν με τα προβλήματα τα οποία πλήττουν τόσο την υγεία του ανθρώπου όσο και πολλά ζωικά και φυτικά οικοσυστήματα της περιοχής. Με αφορμή τους 11^{ους} Αγώνες Κατασκευών και Πειραμάτων και τον πρόσφατο διαγωνισμό Δημιουργικότητας και Καινοτομίας που διοργάνωσε ο Δήμος Σαρωνικού, αποφασίσαμε να ψάξουμε για προβλήματα τα οποία αντιμετωπίζουμε συχνά και αποτελούν κίνδυνο για την ζωή των πολιτών. Ένα προφανές πρόβλημα το οποίο πλήττει την χώρα μας κάθε χρόνο, είναι οι εξάρσεις των πυρκαγιών ιδιαίτερα την καλοκαιρινή περίοδο. Σύμφωνα με το μετεωρολογικό τμήμα του εθνικού αστεροσκοπείου Αθηνών πάνω από 115.000 πυρκαγιές τα τελευταία 20 χρόνια, παρόμοιες με αυτές που βιώσαμε πρόσφατα τόσο στην Κορινθία όσο και στην Αττική έχουν καταστρέψει σχεδόν 8.000.000 στρέμματα γης στην Ελλάδα. Το πυροσβεστικό σώμα Ελλάδας αναφέρει πως η πλειονότητα των πυρκαγιών προκαλείται από ανθρώπινη αμέλεια. Συνεπώς, η πληροφόρηση και η άμεση ενημέρωση των πολιτών καθίστανται εξαιρετικής σημασίας και είναι αναγκαία για την λύση του προβλήματος. Έπειτα από έρευνα στην περιοχή μας ανακαλύψαμε πως η πρόβλεψη πυρκαγιών και η ενημέρωση των πολιτών είναι ελλιπής καθώς υπάρχουν μη εξελιγμένα χειροκίνητα συστήματα. Έχοντας αυτό κατά νου η τοπική συγκέντρωση μετεωρολογικών στοιχείων και ο υπολογισμός επικινδυνότητας έναρξης πυρκαγιάς σε συνδυασμό με την παρουσίαση αυτών των στοιχείων στους δημότες, θα έχει ως αποτέλεσμα την ευαισθητοποίηση των πολιτών και κατ' επέκταση την άμβλυνση του προβλήματος. Με αυτόν τον τρόπο θα επιτυγχάνεται η έγκαιρη και η έγκυρη ενημέρωση των κατοίκων, το οποίο είναι και ο κύριος σκοπός του Project μας. Έτσι, με την βοήθεια του τεχνικού συμβούλου, Φάνη Μπάκα, πρώην μαθητή του σχολείου μας και τελειόφοιτου του Πολυτεχνείου, ο οποίος είχε λάβει μέρος στους 8^{ους} Αγώνες Κατασκευών και Πειραμάτων, καταφέραμε να κατανοήσουμε τις βασικές αρχές προγραμματισμού και δημιουργίας κυκλωμάτων. Με αυτόν τον τρόπο μπορέσαμε να οργανώσουμε τις σκέψεις και τις ιδέες μας και κατά συνέπεια να οδηγηθούμε στο τελικό αποτέλεσμα.

Abstract

The citizens of each region must contribute to the protection of the environment in any constructive way. This places the inhabitants of each city to find new ways to deal with the

problems that affect both human health and many animal and plant ecosystems in the area. On the occasion of the 11th Construction and Experiment Competition and the recent Competition for Creativity and Innovation organized by the Municipality of Saronikos, we decided to look for problems that we often face and pose a danger to the lives of citizens. An apparent problem that seems to affect our country every year, is the outbreaks of fires, especially in the summer. According to the meteorological department of the National Observatory of Athens, more than 115,000 fires in the last 20 years, similar to those we experienced recently in both Corinth and Attica, have destroyed almost 8,000,000 acres of land in Greece. The Greek fire brigade states that the majority of fires are caused by human negligence. Therefore, informing and advising the citizens immediately becomes extremely important and necessary for the solution of the problem. After conducting research in our area we discovered that the prediction of fires and the information of the citizens is inadequate as there are undeveloped manual systems. Bearing this in mind, the local collection of meteorological data and the evaluation of the risk of starting a fire in combination with the presentation of these data to the citizens, will result in the awareness of the citizens and consequently in the alleviation of the problem. In this way, the timely and effective advising of the residents will be achieved, which is the main purpose of our Project. Thus, with the help of the technical advisor, Fani Baika, a former student of our school and a graduate of Polytechnio, who had taken part in the 8th Construction and Experiment Competition, we were able to understand the basic principles of programming and creating circuits. In this way we were able to organize our thoughts and ideas and thus lead to the end result.

Εισαγωγή

Συνήθως για την πρόβλεψη της πυρκαγιάς χρησιμοποιούνται δορυφορικά συστήματα-μετεωρολογικοί σταθμοί και τα δεδομένα της πολιτικής προστασίας. Η ομάδα μας σκέφτηκε να κατασκευάσει ένα αυτόνομο σύστημα πρόβλεψης-ενημέρωσης πυρκαγιάς, το οποίο συλλέγει τοπικά δεδομένα για πιο αξιόπιστη ενημέρωση.

Προβλήματα-Αφορμή

- Ετήσιες πυρκαγιές την καλοκαιρινή περίοδο
- Καταστροφή μεγάλων εκτάσεων γης, εξαιτίας των πυρκαγιών
- Μη επαρκής ενημέρωση των πολιτών σχετικά με την επικινδυνότητα έναρξης πυρκαγιάς
- Έλλειψη αυτοματοποιημένων συστημάτων για την πρόβλεψη πυρκαγιών

Περιγραφή εργασίας

Προετοιμασία - Περιληπτική Διαδικασία

Ξεκινήσαμε τις συναντήσεις αρχικά διαδικτυακά και στη συνέχεια, με την επαναλειτουργία των σχολείων, δια ζώσης, με τον τεχνικό σύμβουλο, Επιφάνιο Μπάικα, και την καθηγήτρια Φυσικής και συντονίστρια, κα Γεωργία Μπούλιαρη, με σκοπό την εκμάθηση των βασικών αρχών δημιουργίας κυκλωμάτων και προγραμματισμού. Έπειτα προβήκαμε στην αγορά και

συλλογή των υλικών για το πρότζεκτ. Ύστερα προχωρήσαμε στην συνδεσμολογία και στην δημιουργία κώδικα. Παράλληλα πραγματοποιήσαμε έρευνα για τον δείκτη επικινδυνότητας



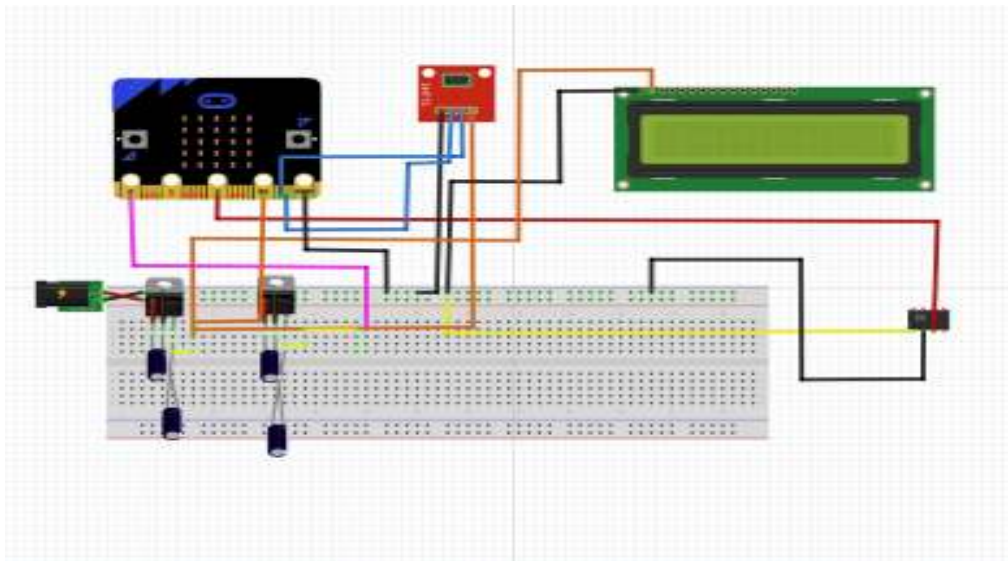
Εικόνα 1 :Ήδη υπάρχον ενημερωτικό (χειροκίνητο) σύστημα κινδύνου πυρκαγιάς

έναρξης πυρκαγιάς και μελέτη του δείκτη Mark 5, ο οποίος είναι βασισμένος στο δείκτη McArthur. Τέλος έγινε έλεγχος, με διεξαγωγή αρκετών πειραμάτων, των τελικών αποτελεσμάτων και αποτύπωση τους στην LCD οθόνη.

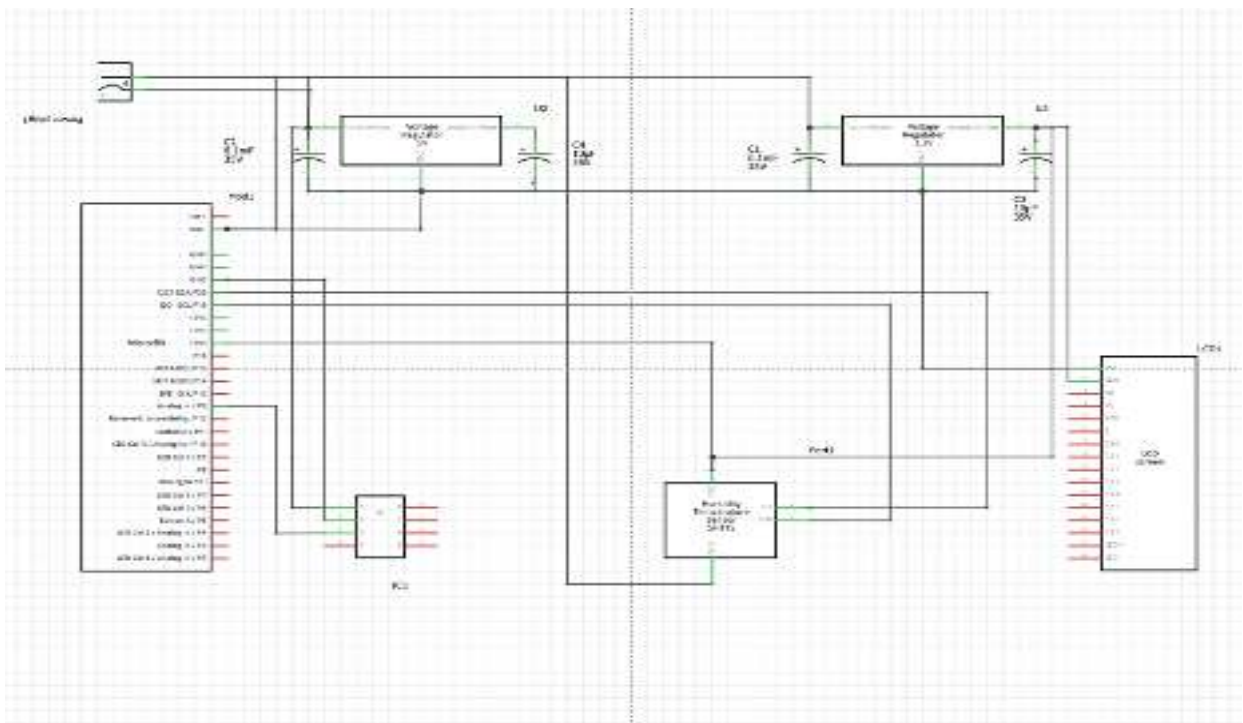
Συνδεσμολογία

1. Σύνδεση MicroBit στο expansion board.
2. Σύνδεση Breadboard με τροφοδοτικό 9V.
3. Τοποθέτηση regulator 3.3V και 2 πυκνωτές για τροφοδότηση του MicroBit.
4. Σύνδεση ανεμόμετρου στα 9V και στο pin 2 του MicroBit για μεταφορά αναλογικών δεδομένων.
5. Σύνδεση αισθητήρα θερμοκρασίας και υγρασίας στα 3.3V, στο pin 19(data) και pin 20(clock) του MicroBit.
6. Σύνδεση οθόνης LCD στα 3.3V, pin 19(data) και pin 20(clock) του MicroBit.
7. Τοποθέτηση κυκλώματος στο κουτί με αεροστεγή προστασία
8. Σύνδεση ηλιακού πάνελ, μπαταρίας και step up στο κύκλωμα

Στα παρακάτω διαγράμματα απεικονίζεται η αναλυτική συνδεσμολογία του κυκλώματος (Το εξάρτημα IC είναι μια προσομοίωση του ανεμόμετρου). Για την δημιουργία των διαγραμμάτων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό fritzing.



Εικόνα 2: Συνδεσμολογία Κυκλώματος (Χωρίς το ηλιακό πάνελ)



Εικόνα 3: Σχεδιαγραμματική Απεικόνιση

Κώδικας

- Ανεμόμετρο: Μετατροπή αναλογικών σημάτων (volt) σε ψηφιακά δεδομένα μέσω μίας γραμμικής σχέσης την οποία την πήραμε από το datasheet της συσκευής.

- Αισθητήρας Θερμοκρασίας και Υγρασίας: Ενεργοποίηση I2C πρωτοκόλλου στέλνοντας σήματα σε δύο διευθύνσεις (μία για θερμοκρασία και μία για υγρασία) και έπειτα λήψη δεδομένων από αυτές τις μετρήσεις.
- Δημιουργία ενός πίνακα δεδομένων (array) με τα δεδομένα (θερμοκρασία, υγρασία και ταχύτητα του ανέμου) της τελευταίας ώρας και εφαρμογή του τύπου FDI με τον μέσο όρο αυτών.
- Οθόνη: Ενεργοποίηση I2C στέλνοντας σήματα σε μία διεύθυνση για την ενεργοποίηση της οθόνης και εμφάνιση μηνυμάτων ανάλογα με τον FDI και τα μετεωρολογικά δεδομένα.

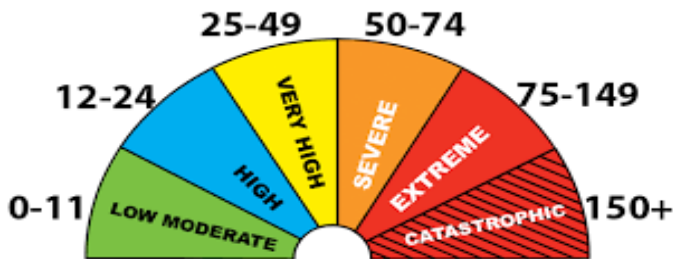
Ερευνητική Προσέγγιση

Έπειτα από έρευνα αποφασίσαμε να χρησιμοποιήσουμε τον δείκτη τον δείκτη Mark 5, ο οποίος στηρίζεται στο αρχικό μοντέλο του δείκτη του McArthur, και είναι ο πιο έμπιστος δείκτης για πρόβλεψη έναρξης πυρκαγιών. Υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$F = 1.25 * D * \exp[(T-H)/30 + 0.0234 * V] \quad (1)$$

Όπου: T= θερμοκρασία (°C) , H = ποσοστό υγρασίας(%), V= ταχύτητα ανέμου στα 10 μέτρα (km/h) και D= ξηρασία, την οποία την υπολογίσαμε από τον μέσο όρο μετρήσεων προηγούμενων ετών της εκάστοτε περιοχής.

Ο δείκτης Mark 5 μας προσφέρει ένα αποτέλεσμα το οποίο αντιστοιχεί σε ένα από τα πέντε επίπεδα έναρξης επικινδυνότητας πυρκαγιάς:



Εικόνα 4 : Διάγραμμα δείκτη επικινδυνότητας

Αποτελέσματα

Για την συγκεκριμένη κατασκευή μπορούμε να αναγνωρίσουμε ότι έχει τα παρακάτω θετικά χαρακτηριστικά /αποτελέσματα:

- Το Σύστημα Πρόβλεψης Έναρξης Πυρκαγιάς (Σ.Π.Ε.Π.) μας παρέχει έγκυρες πληροφορίες και έγκυρη ενημέρωση σχετικά με τις πραγματικές συνθήκες της περιοχής.
- Έχει την δυνατότητα να ενημερώσει ένα μεγάλο αριθμό ανθρώπων και να τους αφυπνίσει σχετικά με το θέμα των πυρκαγιών.
- Ένα προφανές αποτέλεσμα είναι η μείωση του πλήθους των πυρκαγιών, όπου έχουμε κάθε χρόνο.

- Μπορεί να κινητοποιήσει ένα μέρος ανθρώπων να συμβάλλει στην βοήθεια των πυροσβεστικών μέσων τόσο της περιοχής όσο και της χώρας.
- Είναι εφαρμόσιμο παντού αφού με το ηλιακό πάνελ έχει πλήρη αυτονομία (και με το τροφοδοτικό μπορεί να τοποθετηθεί σε κολώνες ρεύματος).
- Είναι εύκολα υλοποιήσιμο και αρκετά φθηνό, σε σχέση με άλλα παρόμοια συστήματα (π.χ. φορητοί μετεωρολογικοί σταθμοί) τα οποία δεν παρέχουν τον βαθμό επικινδυνότητας έναρξης πυρκαγιάς.
- Είναι μία καινοτόμος ιδέα καθώς δεν υπάρχει άλλο τέτοιο σύστημα στην αγορά το οποίο μπορεί να έχει μέχρι και ιδιωτική χρήση.
- Μπορεί να μοιραστεί και σε πολλούς δήμους της χώρας και να ενημερώνονται ακόμα περισσότεροι πολίτες.
- Είναι οικολογικό μιας και χρησιμοποιεί αποκλειστικά ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Υλικά

1. MicroBit BBC V2 (18€)
2. Ανεμόμετρο (55€)
3. Σένσορας Υγρασίας και Θερμοκρασίας HTU21D (1,5 €)
4. Breadboard (3€)
5. Καλώδια (<1€)
6. Expansion Board (6€)
7. Κουτί (11€)
8. Τροφοδοτικό 9V (5€) (Για λειτουργία χωρίς το ηλιακό πάνελ)
9. Οθόνη LCD (8€)
10. Λοιπά εξαρτήματα (<1€)
11. Ηλιακό Πάνελ 3.5W(12€)
12. Μπαταρία (7€)
13. Step Up (3€)
14. Θήκη Μπαταρίας (<1€)

Συνολικό Κόστος Κατασκευής : 125€ (Τιμές Λιανικής)



Εικόνα 5 : Τα μέρη της συνδεσμολογίας (Χωρίς το ηλιακό πάνελ)



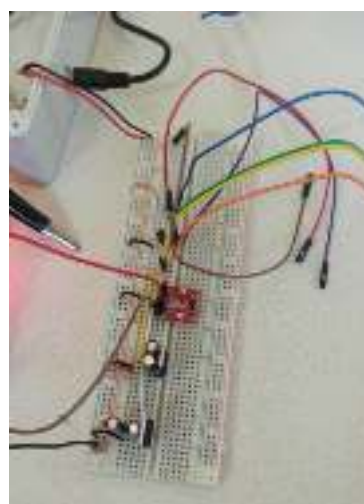
Εικόνα 6 : Τα μέρη της συνδεσμολογίας (Με το ηλιακό πάνελ)



Εικόνα 7 :Με τον τεχνικό σύμβουλο Φάνη Μπάικα



Εικόνα 8 : Συνάντηση της ομάδας



Εικόνα 9 : Αρχικό στάδιο συνδεσμολογίας



Εικόνα 10 :Πείραμα στην ταράτσα του σχολείου σε πραγματικές συνθήκες



Εικόνα 11 :Η κατασκευή (Χωρίς το ηλιακό πάνελ)

Τρόποι βελτίωσης

- Όταν αρχίσαμε να μελετάμε και να υλοποιούμε την κατασκευή, είχαμε σκοπό να συνδέσουμε και έναν αισθητήρα μονοξειδίου του άνθρακα, έτσι ώστε τον χειμώνα να μας δείχνει την συγκέντρωσή του στην ατμόσφαιρα (ppm) της περιοχής. Αυτό στην προκειμένη περίπτωση δεν κρίναμε ότι ήταν απαραίτητο ως προς τον πρωτεύοντα σκοπό της κατασκευής, όπου είναι ο υπολογισμός του δείκτη επικινδυνότητας έναρξης πυρκαγιάς. Μπορεί, όμως, να προστεθεί με τις απαραίτητες ρυθμίσεις και έτσι θα μπορεί καταρχάς να αποφευχθεί η μεγάλη εκπομπή του CO από τζάκια (ειδικότερα σε περιοχές πυκνοκατοικημένες, όπως η Αθήνα) και κατά δεύτερον την καλοκαιρινή περίοδο θα ενημερώνει τους πολίτες γρηγορότερα για τυχόν πυρκαγιές, οι οποίες συνεπάγονται την αύξηση της συγκέντρωσης του μονοξειδίου του άνθρακα.
- Η κατασκευή είναι σαφής, άμεσα εφαρμόσιμη και αξιόπιστη, ωστόσο χρειάζεται να γίνουν κάποιες δοκιμές από ειδικούς για πιο επιβεβαιωμένα και ελεγμένα αποτελέσματα.

Υποσημείωση

Οι φωτογραφίες τραβήχτηκαν κατά την διάρκεια της δημιουργίας για αυτό από κάποιες φωτογραφίες λείπουν κάποια κομμάτια. Η πλήρης φωτογραφία της κατασκευής είναι η **Εικόνα 6**, στην οποία φαίνονται όλα τα εξαρτήματα της κατασκευής.



Εικόνα 12: Με την καθηγήτρια κα Γεωργία Μπούλιαρη



Εικόνα 13: Η τελική κατασκευή (Χωρίς το καπάκι του κουτιού)

Βιβλιογραφία

- [Microbit micropython API : https://microbit-micropython.readthedocs.io/en/v1.0.1/microbit_micropython_api.html](https://microbit-micropython.readthedocs.io/en/v1.0.1/microbit_micropython_api.html)
- A. I.R.NOBLE B. G.A.V BARY C. A.M. GILL ‘McArthur’s fire-danger meters expressed as equations’ Australian Journal of Ecology , 5,(1980), 201-203
- <http://fritzing.org/home/>
- <https://www.dasoprostasiavaris.gr/eidikh-pinakida-enhmerwshs-epikindynothtas-dasikwn-pyrkagiwn/> (Για εικόνα 1)

*Το copyright των φωτογραφιών ανήκει στους συγγραφείς.



Πηγή φωτογραφίας: Science on Stage Greece

Science on Stage Festival 2022, Prague, Czech Republic

Η δυσχρωματοψία και η σαλάτα με τις «μαύρες» πράσινες πιπεριές και τις «μαύρες» κόκκινες ντομάτες

Μαθητές: Δήμητρα Αναγνωστοπούλου, Δωροθέα Θεοδωροπούλου, Ιωάννα Φατούρου, Νικόλαος Μαρτινέγκος, Σαββίνα Πουρνάρα, Μαριαλένα Τοράκη, Ανδρέας Χανιώτης
26^ο Γ.Ε.Λ. Αθηνών - Μαράσλειο

Υπεύθυνοι Εκπαιδευτικοί:
Λάζος Παναγιώτης, Φυσικός, Υπεύθυνος Ε.Κ.Φ.Ε. Ηλιούπολης,
[taklazos\[a\]gmail.com](mailto:taklazos[a]gmail.com)

Στασινάκης Παναγιώτης Κ., Βιολόγος, Υπεύθυνος Ε.Κ.Φ.Ε. Αμπελοκήπων
[stasinakis\[a\]biologia.gr](mailto:stasinakis[a]biologia.gr)

(1^ο Αναπληρωματικό Βραβείο 11^{ων} Πανελλήνιων Αγώνων Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών)

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία, προτείνεται διερευνητική δραστηριότητα που στόχο έχει την ανάδειξη και διαχείριση μίας σημαντικής οπτικής διαταραχής που εμφανίζεται μεταξύ των ανθρώπων, της δυσχρωματοψία. Το ενδιαφέρον της πρότασης μας έγκειται στο γεγονός ότι διαχειρίζεται μία συνηθισμένη και συχνά αδιάγνωστη ανθρώπινη δυσλειτουργία, καθώς πολλοί άνθρωποι ούτε καν γνωρίζουν πως την έχουν - προσπαθούμε διαθεματικά και διεπιστημονικά να συμπεριλάβουμε όλους/όλες τους/τις εμπλεκόμενους/-ες μαθητές/μαθήτριες και επιπλέον να αναπτύξουμε ενδιαφέρον και ενσυναίσθηση για όσους εμφανίζουν την εν λόγω διαταραχή. Επομένως, πέρα από τις φάσεις εντοπισμού, κατανόησης και διαπίστωσης των θεμάτων που σχετίζονται με τη δυσλειτουργία της χρωματικής όρασης, προτείνουμε και λύση στο εν λόγω ζήτημα: μία εφαρμογή, που συνδυάζει χαμηλό κόστος με ανοικτότητα, με αισθητήρα και μικροελεγκτή Arduino η οποία θα επιτρέπει στα δυσχρωματικά άτομα να υποβοηθούνται στην απόκτηση χρωματικής αντίληψης. Έτσι μέσω ενός σεναρίου, που περιγράφεται σε φύλλο εργασίας και έχει διάρκεια δύο (2) διδακτικών ωρών, μαθητές/μαθήτριες πειραματίζονται, καταγράφουν και ερμηνεύουν δεδομένα, αναπτύσσουν ισχυρισμούς και συμπεράσματα ώστε να οδηγηθούν προοδευτικά σε ξεκάθαρες επιστημονικές απαντήσεις για το διατυπωμένο ερευνητικό ερώτημα. Πέρα από την ανάπτυξη επιστημονικών δεξιοτήτων και εννοιών, οι εμπλεκόμενοι μαθητές μέσω μίας προτεινόμενης προσομοίωσης θα δουν πώς περίπου βλέπει ένας δυσχρωματικός άνθρωπος. Αυτή η προσέγγιση θα τους επιτρέψει να υιοθετήσουν το ρόλο ενός δυσχρωματικού ατόμου, ώστε αναπτύσσοντας ενσυναίσθηση να κατορθώσουν να αλλάξουν στάσεις και συμπεριφορές ως προς αυτά τα άτομα. Τέλος, είναι μία ενδιαφέρουσα πρόταση για τους ίδιους τους εκπαιδευτικούς, οι οποίοι θα ευαισθητοποιηθούν όταν αντιληφθούν ότι πιθανώς έχουν μαθητές/μαθήτριες στις τάξεις τους με τέτοια διαταραχή και άρα θα προσαρμόσουν τη διδασκαλία και το εκπαιδευτικό τους υλικό ώστε να μην αποκλείει τους/τις δυσχρωματικούς/δυσχρωματικές μαθητές/μαθήτριες.

Abstract

In the present work, we propose an inquiry based activity that aims to highlight and manage a significant deficiency that occurs among people, the Color Vision Deficiency (CVD). The interest of our proposal lies in the fact that it manages a common and often undiagnosed deficiency, as many people do not even know they have it, and we try interdisciplinary to include all the students involved and in addition to develop interest and empathy for those who with CVD. Therefore, in addition to the phases of locating, understanding and identifying issues related to color vision, we also suggest a small solution to this problem: an Arduino microcontroller connected with a color sensor that will assist individuals with CVD in color perception, combining low cost and openness. Thus, through a scenario, which is described in a worksheet and has a duration of 2 teaching hours, students experiment, record and interpret data, develop claims and conclusions in order to step by step lead to clear scientific answers to the research question. In addition to developing scientific skills and concepts, the students involved through a proposed simulation will see what it looks like to see like a person with CVD does. This approach will allow them to adopt the role of a person with CVD, so that by developing empathy they can change attitudes and behaviors towards these people. Finally, it is an interesting suggestion for the teachers themselves, who will be sensitized when they realize that they probably have students in their classrooms with CVD and therefore will try to reform their teaching and educational material so as not to exclude these students.

Εισαγωγή/Θεωρητική θεμελίωση

A1. Η Αντίληψη των Χρωμάτων

Η γενική αρχή αντίληψης των χρωμάτων είναι η εξής: η συνεργασία του οφθαλμού και του εγκεφάλου μας επιτρέπει στο να βλέπουμε εκείνη την ακτινοβολία (χρώμα) η οποία δεν απορροφάται και ανακλάται, όταν πάνω σε μία επιφάνεια με χρωστική προσπίπτουν μία ή περισσότερες ακτινοβολίες (χρώματα). Έτσι η αντίληψη των χρωμάτων, εφόσον δεν υπάρχει κάποια δομική ή φυσιολογική δυσλειτουργία στον οφθαλμό ή και στον εγκέφαλο, εξαρτάται από το μήκος κύματος (χρώμα) της ακτινοβολίας που προσπίπτει πάνω σε ένα αντικείμενο και το μήκος κύματος (χρώμα) που έχει η χρωστική με την οποία είναι καλυμμένο το αντικείμενο. Αν π.χ. το λευκό φως, το οποίο περιέχει όλα τα μήκη κύματος της ορατής ακτινοβολίας, προσπίπτει πάνω σε ένα κόκκινο αντικείμενο, π.χ. ένα κόκκινο τριαντάφυλλο, τότε εμείς το αντιλαμβανόμαστε ως κόκκινο απλώς γιατί απορροφώνται όλα τα χρώματα εκτός από εκείνα που ανήκουν σε ένα συγκεκριμένο φάσμα συχνοτήτων, τη συχνότητα που αντιστοιχεί στο κόκκινο χρώμα. Αυτό ανακλάται από την επιφάνεια του αντικειμένου και φτάνει μέχρι τους οφθαλμούς μας, όπου η δομή του ματιού και η λειτουργία του εγκεφάλου μας επιτρέπει να βλέπουμε το τριαντάφυλλο κόκκινο. Αν μία μπλε ακτινοβολία προσπίπτει πάνω στο τριαντάφυλλο, επειδή δεν υπάρχει στην προσπίπτουσα ακτινοβολία το κόκκινο χρώμα, δεν θα επιστραφεί κάποια ακτινοβολία αφού ολόκληρη η μπλε ακτινοβολία θα απορροφηθεί και επομένως θα δούμε ένα μαύρο «κόκκινο τριαντάφυλλο». Παρόλα αυτά και στις δύο περιπτώσεις θα βλέπουμε καθαρά το περίγραμμα του αντικειμένου, δηλαδή το τριαντάφυλλο, καθώς η αντίληψη του αντικειμένου είναι τελείως διαφορετική εγκεφαλική επεξεργασία και λειτουργία από την αντίληψη του χρώματος του αντικειμένου. Άρα το

αντικείμενο «τριαντάφυλλο» υπάρχει, ενώ το χρώμα «κόκκινο» στην πραγματικότητα δεν υπάρχει, αλλά παράγεται ανάλογα με τη συσχέτιση μεταξύ φως / αντικείμενο / παρατηρητής.

Η παραπάνω διαδικασία αναγνώρισης των διαφόρων μηκών κύματος ακτινοβολιών του ορατού φάσματος, γίνεται μέσω ειδικών φωτοϋποδοχέων, των κωνίων. Αυτά, εντοπίζονται στην περιοχή της ωχράς κηλίδας στον αμφιβληστροειδή χιτώνα και ο ρόλος τους είναι να συλλέγουν ακτινοβολίες (ουσιαστικά μήκη κύματος) και να τις αναλύουν σε χρώματα. Στον άνθρωπο υπάρχουν τρία είδη κωνίων, ανάλογα με την ακτινοβολία που τα διεγείρει: τα L, M, S, τα οποία λειτουργούν με την πρόπτωση αντίστοιχα κόκκινης, πράσινης, μπλε ακτινοβολίας. Η ευαισθησία των κωνίων σε διαφορετικά χρώματα (ουσιαστικά σε διαφορετικά μήκη κύματος), καθορίζεται από φωτοευαίσθητες χρωστικές ουσίες (φωτοψίνες) που περιέχουν. Κάθε είδος κωνίου περιέχει διαφορετικό είδος φωτοψίνης. Το αποτέλεσμα είναι να προκαλείται διαφορετικό ερέθισμα από την πρόσπτωση της ίδιας ακτινοβολίας σε διαφορετικό τύπο κωνίων.

A2. Δυσχρωματοψία / Αχρωματοψία

Η δομή του οφθαλμού μας είναι αρκετά περίπλοκη. Όπως έχει αναφερθεί ήδη, υπεύθυνα για τη χρωματική μας αντίληψη είναι τα κωνία. Ο αριθμός των κωνίων στον αμφιβληστροειδή χιτώνα κυμαίνεται μεταξύ 6-7 εκατομμύρια και είναι απλωμένα στην κεντρική περιοχή του. Η συγκέντρωση των κωνίων μειώνεται αρκετά απότομα με την απόσταση από αυτήν και είναι ουσιαστικά μηδενική κοντά στην περιφέρεια του αμφιβληστροειδή χιτώνα. Από τον αμφιβληστροειδή χιτώνα ξεκινά το οπτικό νεύρο, το οποίο μεταφέρει πληροφορίες με μορφή νευρικής ώσης στον ινιακό λοβό του εγκεφάλου, όπου γίνεται η επεξεργασία, η σύνθεση και η ερμηνεία του μηνύματος, δηλαδή το χρώμα που αντιλαμβανόμαστε.

Στην πραγματικότητα η χρωματική αντίληψη είναι μία τελείως προσωπική υπόθεση, αφού καθένας/καθεμία από εμάς αντιλαμβάνεται τα χρώματα ανάλογα με τα κωνία και την επεξεργασία που γίνεται στον ινιακό λοβό. Και επειδή όλοι μας δεν έχουμε τον ίδιο αριθμό κωνίων ούτε και την ίδια αναλογία στους διάφορους τύπους κωνίων, στην πραγματικότητα βλέπουμε ένα δικό μας κόσμο. Στους περισσότερους ανθρώπους αυτή η «μέση» χρωματική αντίληψη συμπίπτει, σε ορισμένους όμως που έχουν κάποιες ιδιαιτερότητες στα κωνία τους παρουσιάζονται προβλήματα.

Ως πιο συχνό πρόβλημα, εντοπίζεται η δυσχρωματοψία όπου διαπιστώνεται αδυναμία αντίληψης ορισμένων χρωμάτων, κυρίως το κόκκινο και το πράσινο. Είναι μία κληρονομική πάθηση, που εμφανίζεται με μεγαλύτερη συχνότητα στους άντρες, λόγω του ότι κληρονομείται με φυλοσύνδετο τρόπο. Η αχρωματοψία επηρεάζει τη χρωματική αντίληψη σε όλα τα χρώματα και είναι περισσότερο σπάνια πάθηση. Οι κληρονομικές διαταραχές εμφανίζονται και στα δύο μάτια.

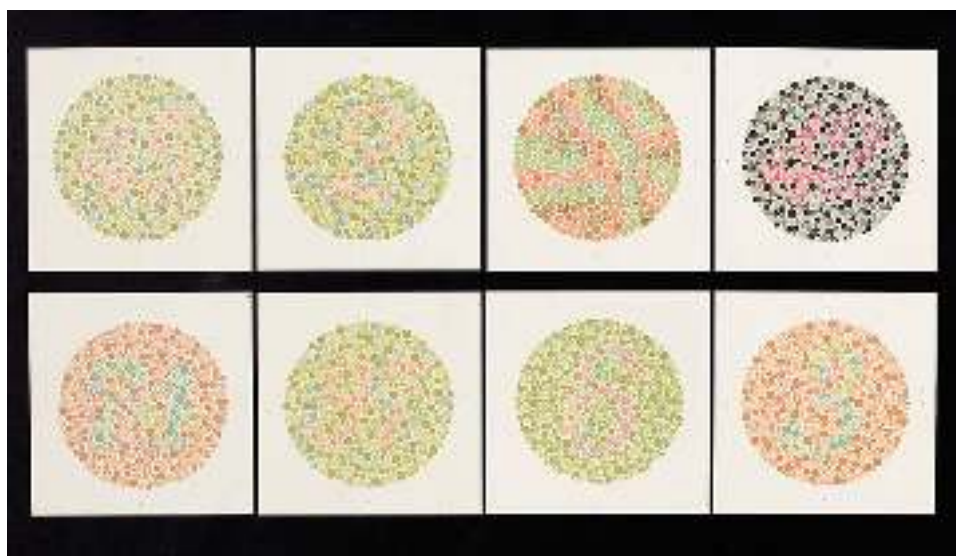
Βέβαια πέρα από τις κληρονομικές διαταραχές της χρωματικής αντίληψης, μπορούν να εμφανιστούν και επίκτητες. Πρόκειται για περιπτώσεις όπου η δομή του ματιού υφίσταται κάποιες παθολογικές αλλαγές, π.χ. φλεγμονές του αμφιβληστροειδή χιτώνα ή παθήσεις του οπτικού νεύρου ή καταρράκτης που μεταβάλλει το φάσμα απορρόφησης του φακού. Οι επίκτητες διαταραχές μπορούν να εμφανιστούν σε οποιαδήποτε ηλικία, μπορούν να αφορούν τον έναν ή και τους δύο οφθαλμούς και δεν εμφανίζεται διαφοροποίηση ως προς το φύλο.

Έρευνες σε ευρωπαϊκά κράτη καταγράφουν τις εξής συχνότητες για τη κληρονομική δυσχρωματοψία: Ελλάδα 7.95%, Γαλλία 8.9%, Βέλγιο 7.1%, Μεγάλη Βρετανία 7.25% και Νορβηγία 8-10% (Fletcher & Voke, 1985· Fletcher, 1979). Εκτός ευρωπαϊκών κρατών οι συχνότητες μειώνονται: Κίνα 5.59%, Ιαπωνία 3.9%, Ισραήλ 4.0%, Αφρο-Αμερικάνου 3.71%

και μόλις 1.0% μεταξύ των Εσκιμών (Reic, 1977). Σημειώνεται πως η κληρονομική δυσχρωματοψία αφορά κυρίως τους άνδρες, καθώς κατά μέσο όρο 8% των ανδρών εμφανίζουν την πάθηση, έναντι μόνο 0.5% στις γυναίκες (για μια σχετική μελέτη σε σχολεία της βόρειας Ινδίας Fareed et al., 2015).

A3. Καρτέλες Ishihara

Η διάγνωση της δυσχρωματοψίας γίνεται με τις ειδικές χρωματικές καρτέλες Ishihara (Clark, 1924· Ishihara, 1972), τις οποίες πρότεινε ο Ιάπωνας οφθαλμίατρος Shinobu Ishihara το 1917. Σε κάθε καρτέλα χρωματικές κηλίδες σχηματίζουν έναν αριθμό με ένα ή περισσότερα ψηφία (Εικόνα 1).



Εικόνα 1: Καρτέλες Ishihara¹ Τα άτομα με φυσιολογική έγχρωμη όραση διακρίνουν, για παράδειγμα, τους αριθμούς 45 στο πρώτο κελί της πάνω γραμμής, 2 στο δεύτερο και 42 στο τέταρτο. Στο τρίτο κελί της ίδιας γραμμής δεν διακρίνεται κάποιος αριθμός.

Η εξέταση πρέπει να γίνεται υπό καλό φωτισμό. Ο δυσχρωματικός ασθενής αντιμετωπίζει αδυναμία ταυτοποίησης του αριθμού, που μπορεί να κυμαίνεται από μερική ή πλήρη ανάλογα με το είδος της δυσχρωματοψίας και τις καρτέλες που χρησιμοποιούνται. Έτσι ανάλογα με το συνδυασμό των κηλίδων σε κάθε καρτέλα μπορεί να διαπιστωθεί αν ένα άτομο έχει κανονική όραση, αν εμφανίζει δυσχρωματοψία σε κάποιο ή κάποια από τα βασικά χρώματα ή αν εμφανίζει αχρωματοψία.

Σημειώνεται πως μόνο ένας οφθαλμίατρος μπορεί να κάνει έγκυρη διάγνωση με τις καρτέλες Ishihara. Το γεγονός πως κάποιος ταυτοποιεί (ή όχι) έναν αριθμό σε μία καρτέλα Ishihara, την οποία βλέπει π.χ. σε μία οθόνη υπολογιστή, δεν αποτελεί έγκυρη διάγνωση.

¹ Εισαγωγή εικόνας από:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eight_Ishihara_charts_for_testing_colour_blindness_Europe_Wellcome_L0059163.jpg

Η εικόνα είναι ελεύθερη πνευματικών δικαιωμάτων.

Ωστόσο, η επαφή των μαθητών με τις καρτέλες Isihara μπορεί να αποτελέσει έναυσμα για την επίσκεψη σε έναν οφθαλμίατρο.

A4. Δυσχρωματοψία στην Καθημερινότητα

Η δυσχρωματοψία μπορεί να προκαλέσει σημαντικά προβλήματα στους μαθητές κατά την εκπαιδευτική διαδικασία, ιδιαίτερα στο δημοτικό (Espinda, 1973· Albany-Ward & Sobande, 2015). Καθώς ένα μεγάλο μέρος του διδακτού υλικού περιέχει σχήματα, εικόνες και γραφικές παραστάσεις που είναι πιθανόν να μην γίνονται αντιληπτά στην ολότητά τους από τους/τις μαθητές/μαθήτριες. Επομένως, είναι σημαντικό να υπάρχει πρόωπη διάγνωση της δυσχρωματοψίας, ώστε οι γονείς να ενημερώνουν τους εκπαιδευτικούς για να μπορούν αυτοί να χρησιμοποιούν το κατάλληλο υλικό. Το πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα, είναι οι γραφικές παραστάσεις που περιέχουν μία πράσινη και μία κόκκινη γραμμή, που ένας μαθητής με δυσχρωματοψία στα πράσινο/κόκκινο δεν μπορεί να διακρίνει και να ξεχωρίσει τη διαφορά. Σκεφτείτε επομένως, μία ωριαία τελική δοκιμασία, όπου ένας τέτοιος μαθητής θα πρέπει να απαντήσει σε μία άσκηση χρησιμοποιώντας δεδομένα από γραφικές παραστάσεις τις οποίες στην πραγματικότητα δεν μπορεί να δει, καθώς δεν κατανοεί ποια είναι η πράσινη και ποια η κόκκινη γραφική παράσταση.

Συνήθως τα άτομα με δυσχρωματοψία, ζώντας σε έναν κόσμο που δεν έχει κάποια πρόβλεψη για αυτά, ανακαλύπτουν μηχανικούς τρόπους ταυτοποίησης. Το πιο χαρακτηριστικό είναι πως οι περισσότεροι δεν μπορούν να αναγνωρίσουν τότε ένας φωτεινός σηματοδότης είναι κόκκινος και τότε είναι πράσινος, αλλά γνωρίζουν πως το κόκκινο θα ανάψει στο επάνω μέρος του φωτεινού σηματοδότη ακόμα και αν δεν βλέπουν ξεκάθαρα το χρωματισμό του.

Μελετώντας πιο επισταμένα για παράδειγμα το βιβλίο της Φυσικής Γ Γυμνασίου, μπορεί κάποιος να δει ότι στα σχήματα οπτικοποίησης/μοντελοποίησης σχεδόν ποτέ δεν χρησιμοποιούνται κόκκινες και πράσινες γραμμές. Αντιθέτως μπορεί κάποιος να βρει πράσινες με κίτρινες και μπλε (π.χ. «*Εικόνα 8.2 (α) Η προσπίπτουσα δέσμη παριστάνεται με την κίτρινη ακτίνα. (β) Η ανακλώμενη με την πράσινη. (γ) Η διαθλώμενη με την μπλε*») ή κόκκινες με μπλε (π.χ. «*Εικόνα 5.12. ... (γ) Με μπλε γραμμές παριστάνονται οι κορυφές του προσπίπτοντος κύματος με κόκκινες του ανακλώμενου. Με την μπλε διακεκομμένη γραμμή παριστάνεται η προσπίπτουσα ακτίνα και με την κόκκινη η ανακλώμενη*»). Σε αυτές τις περιπτώσεις είναι βέβαιο πως ένας/μία μαθητής/μαθήτρια με δυσχρωματοψία στο κόκκινο/πράσινο δεν θα αντιμετωπίσει κάποιο πρόβλημα. Αντιθέτως, μελετώντας το βιβλίο Βιολογίας Β Λυκείου Α' Τεύχος, στο σχήμα «*Εικόνα 2.12: Ο κύκλος του άνθρακα. Τα πράσινα βέλη αντιπροσωπεύουν τη φωτοσύνθεση, τα κόκκινα την κυτταρική αναπνοή, τα κυανά την κατανάλωση και τα μαύρα την αποικοδόμηση*», είναι ξεκάθαρο πως ένας/μία μαθήτρια με δυσχρωματοψία στο πράσινο/κόκκινο δεν μπορεί να δει το διαφορετικό χρώμα των βελών αφού λόγω μειωμένης χρωματικής αντίληψης αδυνατεί να κατατάξει σωστά τα πράσινα και κόκκινα βέλη.

A5. Ευαισθητοποίηση μελών σχολικής κοινότητας

Όπως, αναφέρθηκε προηγουμένως η συχνότητα εμφάνισης κληρονομικής δυσχρωματοψίας στην Ελλάδα είναι 7.95%, το οποίο πρακτικά σημαίνει πως είναι πολύ πιθανό σε μία τάξη να υπάρχουν μαθητές με τη συγκεκριμένη διαταραχή, οι οποίοι/οποίες μάλιστα ενδέχεται να μην το γνωρίζουν.

Θεωρούμε, λοιπόν, σημαντικό να αναπτυχθούν εκπαιδευτικές δραστηριότητες οι οποίες:

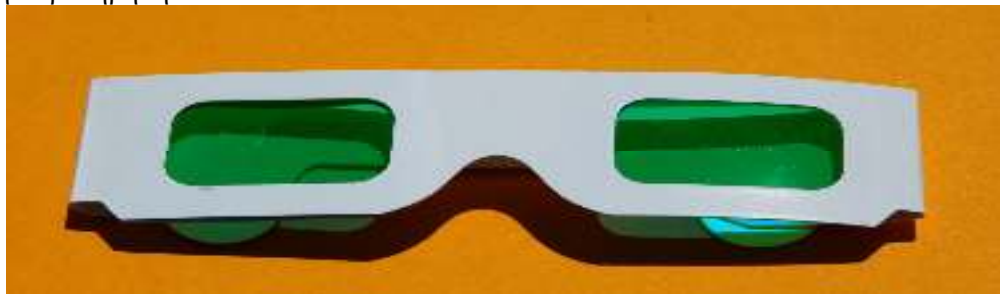
- να ενημερώνουν τους μαθητές αλλά και τους εκπαιδευτικούς για τη δυσχρωματοψία, τα αίτια και τα είδη της διαταραχής και τον τρόπο εξέτασης από τον οφθαλμίατρο,
- να προσομοιώνουν το πώς αντιλαμβάνεται τα χρώματα κάποιος που εμφανίζει δυσχρωματοψία, ώστε να υπάρχει βιωματική αντίληψη της διαταραχής από τα άτομα με φυσιολογική χρωματική αντίληψη,
- να αναγνωρίζουν το χρώμα ενός αντικειμένου, με τη χρήση σύγχρονων τεχνολογιών, ώστε να βοηθούν τα δυσχρωματικά άτομα στη διάκριση αντικειμένων με διαφορετικό χρώμα.

Τέτοιες δραστηριότητες επιτρέπουν στα άτομα με πλήρη χρωματική αντίληψη να αναπτύξουν ενσυναίσθηση για τα προβλήματα που ενδέχεται να αντιμετωπίζουν στην καθημερινότητα τα άτομα με περιορισμένη χρωματική αντίληψη και ιδιαίτερα στις σχολικές δραστηριότητες. Επιπλέον, οι εκπαιδευτικοί είναι σημαντικό να είναι ευαισθητοποιημένοι και ενημερωμένοι για πιθανές ενδείξεις της διαταραχής και να υιοθετούν διδακτικές πρακτικές που διευκολύνουν τους μαθητές με δυσχρωματοψία (π.χ. κατάλληλη επιλογή χρωμάτων σε παρουσιάσεις ή φύλλα εργασίας) (Albany-Ward & Sobande 2015· Kvitle 2018). Ταυτόχρονα, η δυνατότητα για διάκριση των χρωμάτων μέσα από τεχνολογικές εφαρμογές δίνει τη δυνατότητα στα άτομα με διαταραχή χρωματικής αντίληψης να προσεγγίσουν τα χρώματα των αντικειμένων μέσω μίας καινοτόμας μεθόδου.

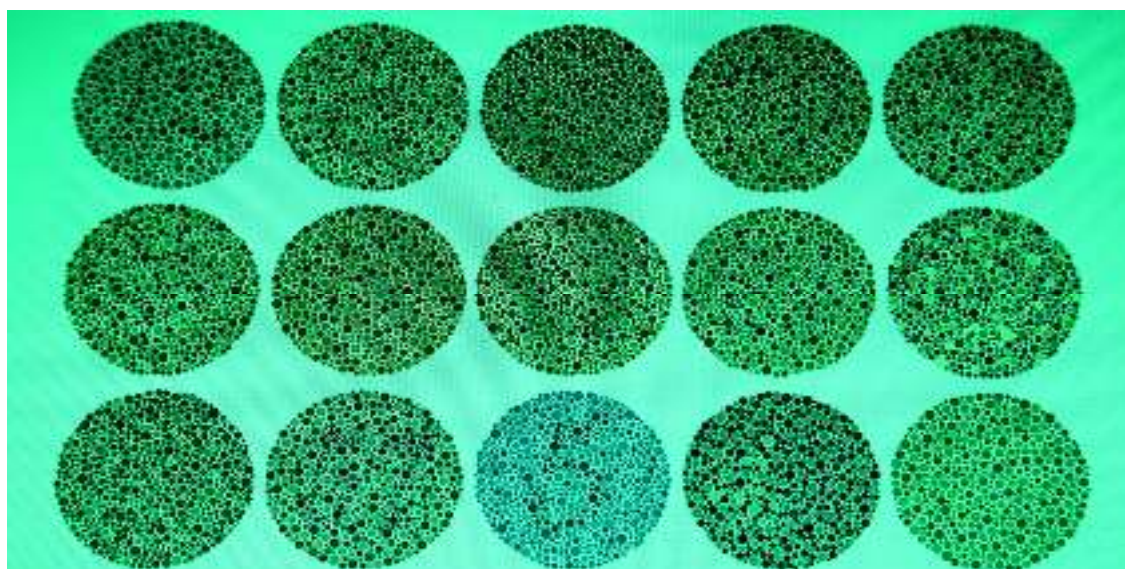
A6. Προσομοίωση δυσχρωματοψίας

Στα πλαίσια της προσομοίωσης των προβλημάτων που προκαλεί η δυσχρωματοψία έχουμε κατασκευάσει 30 ειδικά γυαλιά, ώστε να μπορεί να τα χρησιμοποιεί κάθε μαθητής/μαθήτρια σε μία τάξη. Τα γυαλιά έχουν σκελετό από παχύ ανθεκτικό χαρτόνι και διαθέτουν πράσινες διαφάνειες στη θέση των φακών (Εικόνα 2). Ένα άτομο με φυσιολογική έγχρωμη όραση χρησιμοποιώντας τα συγκεκριμένα γυαλιά χάνει σε μεγάλο βαθμό την ικανότητα να διακρίνει χρώματα. Για παράδειγμα, αδυνατεί να ταυτοποιήσει τους αριθμούς στις περισσότερες καρτέλες Ishihara, να διακρίνει τα χρώματα σε έγχρωμα χαρτόνια, μαρκαδόρους ή αυτοκόλλητους σελιδοδείκτες (Εικόνες 3-6). Η τοποθέτηση της πράσινης διαφάνειας μπροστά από τα αντικείμενα επιτρέπει μόνο την ορθή αντίληψη εκείνων των χρωμάτων που βασίζονται σε μεγάλο βαθμό μόνο στο πράσινο. Όλα τα υπόλοιπα χρώματα αλλάζουν σημαντικά, όπως και η αντίληψή τους από το θεατή.

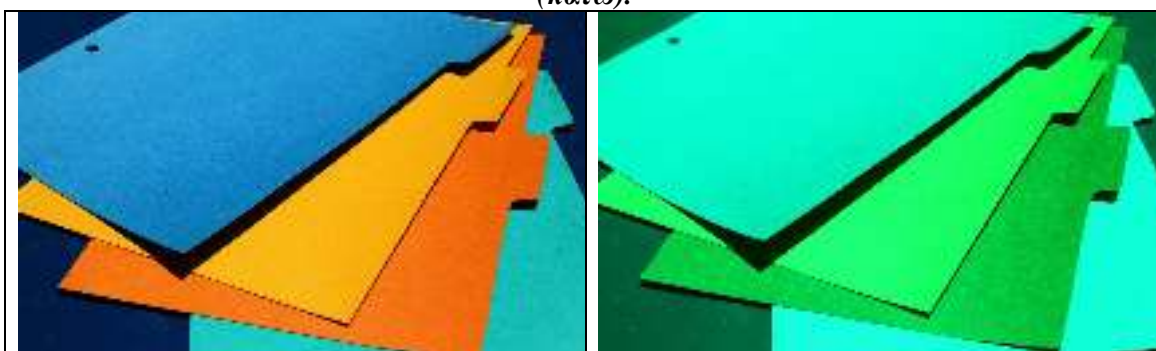
Προφανώς, είναι εφικτό να επιτευχθεί το ίδιο αποτέλεσμα αν απλώς χρησιμοποιηθεί μία πράσινη διαφάνεια τοποθετημένη εμπρός από τα μάτια, αλλά τα γυαλιά επιτρέπουν μια πιο άνετη παρατήρηση.



Εικόνα 2: Τα γυαλιά με τις πράσινες διαφάνειες.



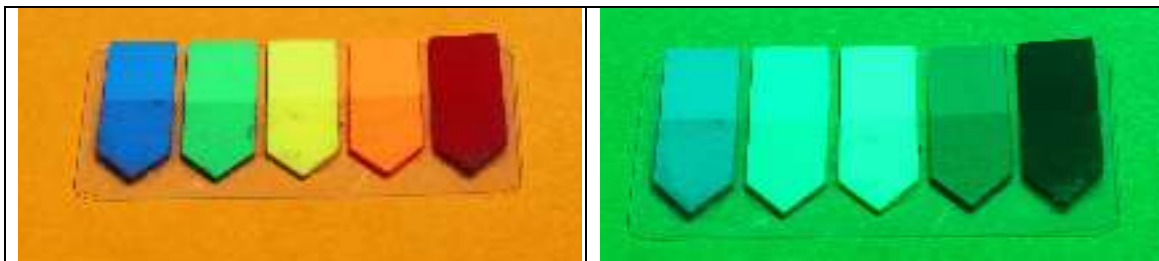
Εικόνα 3: Καρτέλα Ishihara. Φυσιολογική θέαση (πάνω) – Προσομοίωση δυσχρωματοψίας (κάτω).



Εικόνα 4: Χαρτόνια. Φυσιολογική θέαση (αριστερά) – Προσομοίωση δυσχρωματοψίας (δεξιά).



Εικόνα 5: Μαρκαδόροι. Φυσιολογική θέαση (αριστερά) – Προσομοίωση δυσχρωματοψίας (δεξιά).



Εικόνα 6: Σελιδοδείκτες. Φυσιολογική θέαση (αριστερά) – Προσομοίωση δυσχρωματοψίας (δεξιά).

Η παραπάνω προσομοίωση προσπαθεί να παρουσιάσει τις δυσκολίες που προκύπτουν για τη χρωματική αντίληψη, σε άτομα που δεν έχουν φυσιολογική χρωματική όραση. Έχει σαν στόχο, λοιπόν, να αναδείξει πώς θα έβλεπε τον κόσμο γύρω του ένα άτομο που αδυνατεί να αντιληφθεί μία σειρά χρωματικών αποχρώσεων αλλά μπορεί να αντιληφθεί τις συχνότερες ακτινοβολιών που βρίσκονται κοντά στο πράσινο. Δείτε ξανά τις Εικόνες 3-6 και θα έχετε μία αμυδρή εικόνα.

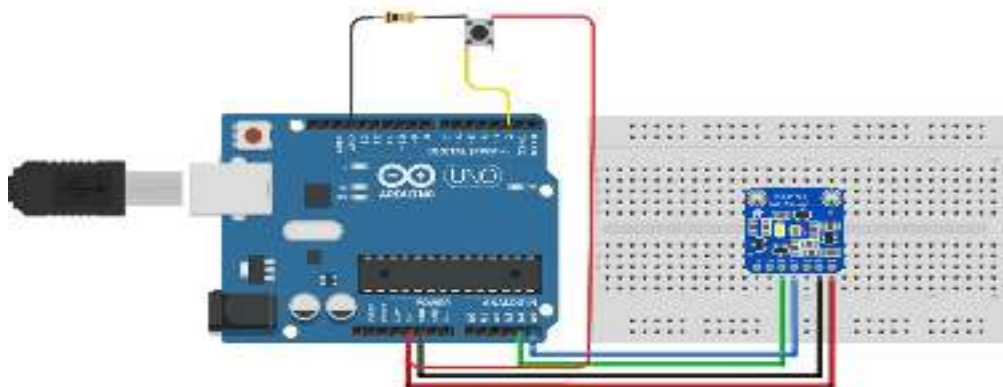
Τονίζουμε, ωστόσο, πως η χρήση των γυαλιών από ένα άτομο με φυσιολογική έγχρωμη όραση δεν προσομοιώνει την χρωματική αντίληψη που θα είχε ένα άτομο που εμφανίζει δυσχρωματοψία. Προσομοιώνει, όμως, το πρόβλημα διάκρισης αντικειμένων με διαφορετικά χρώματα.

A7. Εφαρμογή STEM: Arduino – Αισθητήρας – Κύκλωμα – Λογισμικό

Η αναγνώριση του χρώματος ενός αντικειμένου επιτυγχάνεται με τη χρήση ενός μικροελεγκτή Arduino Uno, ενός αισθητήρα χρώματος Adafruit TCS34725 (Adafruit, 2021) και του κατάλληλου λογισμικού. Το κύκλωμα αναπαρίσταται στην Εικόνα 7 και περιλαμβάνει επίσης έναν διακόπτη τύπου push-button.

Ο αισθητήρας TCS34725 διαθέτει στοιχεία ανίχνευσης για τη μέτρηση των βασικών χρωμάτων R (κόκκινο), G (πράσινο) και B (μπλε) που συνθέτουν το φως που προσπίπτει πάνω του. Οι μετρήσεις για κάθε κανάλι έχουν τιμές στο διάστημα από 0 έως 255, όπου η τιμή 0 σημαίνει πως δεν εντοπίστηκε καθόλου το συγκεκριμένο χρώμα. Αντίστοιχα, η τιμή

255 σημαίνει πως το χρώμα του αντικειμένου έχει τη μέγιστη φωτεινότητα στο συγκεκριμένο βασικό χρώμα.



Εικόνα 7: Το κύκλωμα της εφαρμογής STEM.

Επιπλέον, ο αισθητήρας διαθέτει ένα φίλτρο αποκοπής της υπέρυθρης ακτινοβολίας ώστε οι μετρήσεις να προσεγγίζουν βέλτιστα τη φυσιολογική ανθρώπινη αντίληψη του χρώματος. Τέλος, ο αισθητήρας φωτίζει τα αντικείμενα με ένα ιδιαίτερα φωτεινό LED που εκπέμπει φως με θερμοκρασία χρώματος 4150 K. Πρόκειται δηλαδή για ένα ουδέτερο λευκό φως ώστε να μην επηρεάζονται οι μετρήσεις για το χρώμα του αντικειμένου από το φως με το οποίο αυτό φωτίζεται. Το LED μπορεί να παραμείνει ανενεργό μέσω κατάλληλης εντολής. Κάτι τέτοιο είναι χρήσιμο όταν ο αισθητήρας πρέπει να λάβει μετρήσεις από ένα σώμα που εκπέμπει το δικό του φως, όπως μία οθόνη υπολογιστή.

Ο κώδικας είναι γραμμένος στη γλώσσα προγραμματισμού C++ στην πλατφόρμα IDE και το κύριο μέρος του βασίζεται σε κώδικα που προσφέρει η Adafruit για τον αισθητήρα. Έχει ωστόσο προστεθεί σειρά ελέγχων της μορφής if... then... ώστε στη σειριακή έξοδο να αναγράφεται εκτός από τις αριθμητικές τιμές για τα R, G, B και το όνομα του χρώματος. Ο κώδικας βρίσκεται σε παράρτημα στο τέλος της παρούσας εργασίας.

Το κόστος του κυκλώματος είναι χαμηλό (περίπου 10 ευρώ) και μπορεί εύκολα να αναπαραχθεί σε πολλαπλότητα. Επίσης, η ανοικτότητα της πρότασης εξασφαλίζει ευκολία στη διάχυση και τη δυνατότητα στον εκπαιδευτικό να την προσαρμόσει στις ανάγκες της δικής του τάξης.

A8. Χρήση της Εφαρμογής STEM

Η χρήση της εφαρμογής STEM είναι εξαιρετικά απλή. Ο χρήστης πλησιάζει το αντικείμενο, το χρώμα του οποίου θέλει να εξακριβώσει, στον αισθητήρα και το κρατά ακίνητο σε μικρή απόσταση (περίπου 0.5 cm) από το λευκό LED. Το αντικείμενο πρέπει να έχει ένα χρώμα και να μην έχει μικρότερες διαστάσεις από εκείνες του αισθητήρα. Πατώντας τον διακόπτη push-button το κύκλωμα λαμβάνει μέτρηση από τον αισθητήρα και ο κώδικας αναλαμβάνει να τυπώσει στην σειριακή έξοδο τις τιμές για τα τρία βασικά χρώματα κόκκινο, πράσινο και μπλε και στην επόμενη γραμμή το όνομα του χρώματος (π.χ. 240, 32, 24, 'Κόκκινο').

Καθώς η εφαρμογή απευθύνεται σε άτομα με δυσχρωματοψία θεωρήθηκε περιττά περίπλοκη η αναλυτική λεκτική εύρεση αποχρώσεων του ίδιου χρώματος (π.χ. κυπαρισσί, λαχανί κ.λπ.), με αποτέλεσμα να αναγνωρίζονται περίπου 15 χρώματα ώστε να είναι εφικτή μία γενική διάκριση ανάμεσα σε αντικείμενα διαφορετικού χρώματος. Ωστόσο, είναι εφικτή η λεκτική αναγνώριση πολύ περισσότερων αποχρώσεων. Αρκεί να γίνουν οι ανάλογες προσθήκες στον κώδικα.

Σε κάθε περίπτωση η χρήση του κυκλώματος εξασφαλίζει με απλό τρόπο γρήγορη και αξιόπιστη αναγνώριση χρώματος, το οποίο είναι πολύ χρήσιμο σε μαθητές με δυσχρωματοψία. Ταυτόχρονα, το κύκλωμα λειτουργεί εξαιρετικά σε συνθήκες προσομοίωσης, κατά την οποία μαθητές με φυσιολογική όραση φορούν τα ειδικά γυαλιά και δεν μπορούν να αναγνωρίσουν το χρώμα ενός αντικειμένου.

Ένας περιορισμός της εφαρμογής είναι πως το αντικείμενο πρέπει να βρεθεί πολύ κοντά στον αισθητήρα για να αναγνωριστεί το χρώμα του. Αυτό σημαίνει πως η εφαρμογή δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αντικείμενα που βρίσκονται αναγκαστικά σε μία απόσταση, όπως ένα έργο τέχνης σε ένα μουσείο.

Περιγραφή εργασίας

B1. Διερευνητική Μάθηση

Η πρότασή μας υλοποιεί βασικές αρχές της διερευνητικής μάθησης. Έτσι, διατυπώνεται ένα ερευνητικό ερώτημα το οποίο οι μαθητές/μαθήτριες καλούνται να απαντήσουν. Στα πλαίσια αυτής της εργασίας τους, θα πρέπει να διεξάγουν κάποια/κάποιες διερεύνηση/διερευνήσεις ή να οργανώσουν και υλοποιήσουν μία μικρή έρευνα.

Κατά τη διάρκεια αυτής της διερευνητικής ακολουθίας, θα πρέπει να κάνουν υποθέσεις, να συλλέξουν πληροφορίες, να σχεδιάσουν και να υλοποιήσουν πειράματα, να καταγράψουν παρατηρήσεις και δεδομένα, να ανταλλάξουν απόψεις και να ερμηνεύσουν τα ευρήματά τους, ώστε στο τέλος να ελέγξουν την ορθότητα ή μη των υποθέσεων και να προσφέρουν μία επιστημονικά ορθή ερμηνεία και εξήγηση στο διατυπωθέν ερευνητικό ερώτημα. Ως μία επιστημονική διαδικασία στα πλαίσια του σχολείου, η διερεύνηση επιτρέπει συνεχείς ανατροφοδοτήσεις και συνεχείς ελέγχους που μπορούν να αλλάξουν τον τρόπο προσέγγισης και τις αρχικές παραδοχές. Είναι μία δυναμική και ενεργή διαδικασία, που προσομοιώνει το πώς πραγματώνεται η επιστήμη στα ερευνητικά ινστιτούτα και τις επιστημονικές ομάδες.

Η δραστηριότητα μπορεί να πραγματοποιηθεί στα πλαίσια διδασκαλίας για το φως, το χρώμα και τη χρωματική αντίληψη στο μάθημα της Φυσικής ή της Βιολογίας ή ακόμα καλύτερα σε διαθεματικές προσεγγίσεις και πρότζεκτ που συχνά υλοποιούνται στις σχολικές αίθουσες.

Επίσης, η δραστηριότητα θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί κοντά στις 21 Μαρτίου, δηλαδή στην παγκόσμια ημέρα χρώματος η οποία είναι αφιερωμένη και στην δυσχρωματοψία. Κάτι τέτοιο θα αποτελούσε μία θαυμάσια ευκαιρία για την ανάδειξη του θέματος και την τοποθέτησή του στο επίκεντρο σε όλη τη σχολική μονάδα, ενδεχομένως με συμμετοχή εκπαιδευτικών από διαφορετικές ειδικότητες.

B2. Φύλλο Εργασίας

Ερευνητικό ερώτημα: Θα μπορούσε η επιστήμη και η τεχνολογία να προσφέρουν αρωγή στους ανθρώπους με δυσχρωματοψία;

Η Άννα είναι μαθήτρια της Β Λυκείου. Σε ένα πρόσφατο ωριαίο διαγώνισμα Μαθηματικών, της ζητήθηκε να μελετήσει δύο γραφικές παραστάσεις. Για να είναι διακριτές, ο καθηγητής της είχε χρωματίσει τη μία με πράσινο και την άλλη με κόκκινο χρώμα. Αν και αναφερόταν ρητά αυτή η διάκριση, η Άννα δυσκολευόταν να κατανοήσει τη διαφορά. Μάλιστα, λόγω της ιδιοσυγκρασίας και του χαρακτήρα της δεν είχε το θάρρος να ζητήσει διευκρινίσεις από τον καθηγητή της, με αποτέλεσμα να βαθμολογηθεί χαμηλά στο συγκεκριμένο διαγώνισμα. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να λάβει χαμηλή βαθμολογία στο βαθμό του τετραμήνου, ενώ η επίδοσή της έγινε θέμα συζήτησης μεταξύ των εκπαιδευτικών και των συμμαθητών της καθώς η ίδια ήταν μία πολύ καλή μαθήτρια. Η ομάδα «Discovery» στην οποία συμμετέχει στα πλαίσια των μαθημάτων Επιστημών της Φύσης του σχολείου της, συζήτησε το θέμα. Ένα μέλος της ομάδας, η Κωνσταντίνα, εξήγησε πως πρόσφατα είχε διαβάσει μία συνέντευξη του Δανού σκηνοθέτη Nicolas Winding Refn, ο οποίος εξηγούσε πως είχε μία διαταραχή αντίληψης των χρωμάτων, πράγμα που τον οδηγούσε να προσθέτει έντονους χρωματισμούς στις ταινίες του επειδή τα πιο αχνά χρώματα δεν μπορούσε να τα δει. Η ομάδα «Discovery» αποφάσισε να διερευνήσει την περίπτωση της Άννας για να δουν αν όντως η συμμαθήτριά τους αντιμετωπίζει ανάλογη διαταραχή

Διαθέσιμα Υλικά / Συσκευές

- Γυαλιά με πράσινες διαφάνειες
- Γυαλιά με κόκκινες διαφάνειες
- Σειρά καρτελών Isihara
- Μικροελεγκτής Arduino Uno
- Αισθητήρας χρώματος Adafruit TCS34725
- Υλικά διαφορετικού χρώματος που να περιέχουν τα βασικά χρώματα (π.χ. χαρτόνια, στυλό, κτλ)

Υπόθεση: Η ομάδα «Discovery» εκτιμά πως η Άννα έχει δυσχρωματοψία στο πράσινο / κόκκινο και θα προσπαθήσει με τη χρήση εφαρμογής STEM να προσφέρει λύση στο πρόβλημα της συμμαθήτριάς τους.

Κάνοντας έναν καταμερισμό εργασίας, θα ακολουθήσουν τέσσερα διακριτά βήματα: α) θα περιγράψουν το πώς γίνεται η αντίληψη των χρωμάτων, β) θα διαπιστώσουν πως φαίνεται να είναι ο κόσμος για ένα άτομο που έχει κάποια μορφής δυσχρωματοψίας, γ) θα προσπαθήσουν να εντοπίσουν αν όντως η συμμαθήτριά τους (ίσως και άλλοι συμμαθητές) φαίνεται να έχει κάποιο πρόβλημα δυσχρωματοψίας, και δ) θα προτείνουν λύση για να βοηθήσουν τους ανθρώπους με προβλήματα δυσχρωματοψίας.

A. Αντίληψη των Χρωμάτων

Δοκιμασίες για αντίληψη χρωμάτων (Φως / Σκοτάδι. Λευκό φως που περνάει από κάποιο φίλτρο) που προσπίπτουν πάνω σε αντικείμενα διαφορετικού χρώματος.

Χωριστείτε σε ομάδες 3-4 ατόμων με διακριτούς ρόλους. Κάθε ομάδα θα αναλάβει να απαντήσει σε καθένα από τα επιμέρους ερωτήματα:

- Τι χρώμα έχουν τα αντικείμενα στο φως και τι στο σκοτάδι;

- Υπάρχει διαφορά στην αντίληψη των χρωμάτων, ανάλογα με την ένταση του φωτός;
- Όταν το λευκό φως διέρχεται από ένα φίλτρο, τι ακριβώς συμβαίνει;
- Πώς φαίνονται τα ίδια αντικείμενα στο λευκό φως και πώς πίσω από μία κόκκινη διαφάνεια;
- Πώς φαίνονται τα ίδια αντικείμενα στο λευκό φως και πώς πίσω από μία πράσινη διαφάνεια;

Υλοποίηση πειραματικών δραστηριοτήτων / Καταγραφή παρατηρήσεων / Ερμηνεία αποτελεσμάτων

1^ο Συμπέρασμα: _____

Υπόδειξη: Προσπαθήστε να χρησιμοποιήσετε αντικείμενα τα οποία έχουν τα βασικά χρώματα, δηλαδή πράσινο, κόκκινο και μπλε. Αυτό θα σας επιτρέψει να έχετε πιο ξεκάθαρα αποτελέσματα και να συσχετίσετε τα ευρήματα με τις επόμενες δραστηριότητες του φύλλου εργασίας.

B. Προσομοίωση Διαταραχής

Σε αυτή τη δραστηριότητα θα προσομοιώσετε το πώς βλέπει τα χρώματα του φυσικού κόσμου ένα άτομο που έχει δυσχρωματοψία στο πράσινο ή στο κόκκινο.

Χωριστείτε σε ομάδες 3-4 ατόμων με διακριτούς ρόλους. Κάθε ομάδα θα αναλάβει να απαντήσει σε καθένα από τα επιμέρους ερωτήματα:

- Γιατί αποτελεί μία προσομοίωση και όχι μία πραγματική απεικόνιση του πώς βλέπει ακριβώς ένα άτομο με δυσχρωματοψία; Εντοπίζετε κάποιους περιορισμούς ή κάποιες αναντιστοιχίες;
- Πώς αντιλαμβάνεστε τα χρώματα των αντικειμένων χωρίς γυαλιά και χρησιμοποιώντας γυαλιά με πράσινες διαφάνειες;
- Πώς αντιλαμβάνεστε τα χρώματα των αντικειμένων χωρίς γυαλιά και χρησιμοποιώντας γυαλιά με κόκκινες διαφάνειες;
- Πώς θα αντιλαμβανόσασταν τα χρώματα των αντικειμένων αν χρησιμοποιούσατε γυαλιά με μπλε διαφάνειες;
- Πώς θα αντιλαμβανόσασταν τα χρώματα των αντικειμένων αν χρησιμοποιούσατε γυαλιά με πράσινες και κόκκινες διαφάνειες;

Υλοποίηση πειραματικών δραστηριοτήτων / Καταγραφή παρατηρήσεων / Ερμηνεία αποτελεσμάτων

2^ο Συμπέρασμα: _____

Γ. Εντοπισμός Προβλήματος

Σε αυτή τη δραστηριότητα χρησιμοποιώντας σειρά από καρτέλες Isihara θα προσπαθήσετε να διαπιστώσετε αν υπάρχουν άτομα στην τάξη ή γενικότερα στο σχολείο σας που έχουν κάποια διαταραχή χρωματικής αντίληψης.

Χωριστείτε σε ομάδες 2 ατόμων με διακριτούς ρόλους. Το ένα άτομο θα έχει το ρόλο του οφθαλμιάτρου και το άλλο του εξεταζόμενου. Στη συνέχεια αλλάζτε τους ρόλους.

Υλοποίηση πειραματικών δραστηριοτήτων / Καταγραφή παρατηρήσεων / Ερμηνεία αποτελεσμάτων

3^ο Συμπέρασμα: _____

Αν τελικά δεν εντοπίσετε κάποιο άτομο με δυσχρωματοψία ή αν έχετε περιέργεια τι περίπου βλέπει ένα τέτοιο άτομο, πώς θα μπορούσατε να σχηματίσετε μία εικόνα των προβλημάτων διάκρισης χρωμάτων ενός τέτοιου ατόμου σε μία καρτέλα Isihara;

Υποδείξεις: Μία σειρά υποδείξεων για αποτελεσματικότερη υλοποίηση της δραστηριότητας:

1. *Επεκτείνετε τη δραστηριότητα σε περισσότερα από ένα τμήματα, ακόμα αν έχετε πρόσβαση σε ολόκληρο το σχολείο. Γιατί όχι και στους καθηγητές σας; Τι θα σας εξασφάλιζε αυτή η μεγαλύτερη αντιπροσώπευση;*
2. *Για να έχετε μία πληρέστερη εικόνα, ομαδοποιήσετε τα αποτελέσματά σας και εμφανίστε συχνότητες ή ποσοστά επί της %.*
3. *Αφού καταγράψετε τα αποτελέσματα, προσπαθείστε να τα ομαδοποιήσετε με διάφορους τρόπους. Π.χ. ανάλογα με την ηλικία, ανάλογα με το φύλο, ανάλογα με το χρώμα των ματιών, κτλ. διαπιστώνετε κάποιος από αυτούς τους παράγοντες να παίζουν ρόλο στη αντίληψη των χρωμάτων;*
4. *Θα πρέπει να θυμάστε πως υλοποιείτε έναν ρόλο, αυτόν του οφθαλμιάτρου, δεν είστε οφθαλμιάτρος. Την τελική απόφαση για τη διάγνωση της δυσχρωματοψίας θα πρέπει να τη λάβει ένας οφθαλμιάτρος, με την προτεινόμενη δραστηριότητα απλά καταγράφεται κάποια ένδειξη – θετική ή αρνητική.*

Δ. Προτεινόμενη Εφαρμογή Επίλυσης Δυσχρωματοψίας μέσω STEM

Σε αυτή τη δραστηριότητα, θα προσπαθήσετε να υποκαταστήσετε τη λειτουργία των οφθαλμών και του ινιακού λοβού του εγκεφάλου. Χρησιμοποιώντας μία συνδεσμολογία STEM με τη χρήση Arduino και κατάλληλο αισθητήρα, θα διαπιστώσετε αν τελικά θα μπορούσε να προσφερθεί μία πιθανή λύση στη διαταραχή της δυσχρωματοψίας.

Χωριστείτε σε ομάδες 3-4 ατόμων με διακριτούς ρόλους. Υλοποιήστε το κύκλωμα και τη συνδεσμολογία που αναφέρετε στην εισαγωγή και πραγματοποιήστε διάφορες πειραματικές δραστηριότητες, για να απαντήσετε στα εξής επιμέρους ερωτήματα:

- είναι η προτεινόμενη STEM εφαρμογή μία θεμιτή και εύχρηστη λύση για τα άτομα με δυσχρωματοψία; Εντοπίζετε κάποιους περιορισμούς ή δυσλειτουργίες;
- επαναλαμβάνοντας πειραματικές δοκιμασίες που σχεδιάσατε και υλοποιήσατε σε προηγούμενες δραστηριότητες, μπορείτε με την STEM εφαρμογή να καταγράψετε το χρώμα που μέχρι εκείνη τη στιγμή δεν μπορούσατε να δείτε;
- λάβετε υπόψη σας τρόπους για να συγκρίνετε τα αποτελέσματα που λαμβάνετε από την STEM εφαρμογή, ώστε να βεβαιωθείτε ότι δουλεύει σωστά πριν τη χρησιμοποιήσετε για να κάνετε τους πειραματισμούς σας; Συζητήστε ορισμένες τέτοιες δοκιμασίες που κάνατε και στην ολομέλεια.

- αν δεν είστε δυσχρωματικός/δυσχρωματική, υπάρχουν περιπτώσεις που η STEM εφαρμογή θα σας δώσει διαφορετικά αποτελέσματα από αυτά που βλέπετε εσείς φυσιολογικά;

Υλοποίηση πειραματικών δραστηριοτήτων / Καταγραφή παρατηρήσεων / Ερμηνεία αποτελεσμάτων

4^ο Συμπέρασμα: _____

Υπόδειξη: Μην ξεχνάτε πως είστε δυνητικοί επιστήμονες. Για να μπορούν οι μετρήσεις σας να είναι πειστικές και έγκυρες θα πρέπει να υπάρχουν μεν θετικά αποτελέσματα αλλά θα πρέπει αυτά να τα συγκρίνετε και με αρνητικά αποτελέσματα. Δηλαδή θα πρέπει να διαθέτετε θετικούς και αρνητικούς μάρτυρες στις καταγραφές σας ώστε αυτές να είναι πειστικές. Επιπλέον μην ξεχνάτε πως οι μετρήσεις σχεδόν πάντα περιέχουν και σφάλματα. Θα πρέπει να έχετε τη δυνατότητα να εξηγείτε την πηγή των σφαλμάτων και να ερμηνεύετε το αποτέλεσμα τους και όχι να τα αγνοείτε ή να τα παραλείπετε επειδή μπορεί να μην ταιριάζουν με τη βασική ερμηνεία που δίνετε. Μην ξεχνάτε ποτέ, πως πολλές σημαντικές ανακαλύψεις και πρόοδοι στην επιστήμη, έχουν πραγματοποιηθεί επειδή οι ερευνητές διαπίστωσαν κάποιο «σφάλμα» ή μία «ανωμαλία» που δεν μπορούσαν να εξηγήσουν με ό,τι ήταν γνωστό μέχρι εκείνη την εποχή.

Ε. Τελικό Συμπέρασμα / Απάντηση ερευνητικού ερωτήματος

Μην ξεχνάτε την Άννα. Ήταν και ο λόγος που ως ομάδα «Discovery» εμπλακήκατε σε αυτή την πειραματική δραστηριότητα. Φαίνεται τελικά πως η Άννα όντως είναι δυσχρωματική και δεν μπορεί να διακρίνει το πράσινο από το κόκκινο. Μετά από τη μελέτη που κάνετε, τι θα προτεινάτε στην ίδια; Τι θα προτεινάτε στους εκπαιδευτικούς της;

Τελικά, τι απαντάτε το αρχικό ερευνητικό σας ερώτημα;

B3. Οι μαύρες «κόκκινες ντομάτες» και μαύρες «πράσινες πιπεριές»

Εκτός από πολύ θρεπτικές και σχετιζόμενες με τη μεσογειακή διαίτα, οι ντομάτες και οι πιπεριές έχουν και χαρακτηριστικά χρώματα. Συνήθως οι ώριμες ντομάτες είναι κόκκινες και η βασική ποικιλία πιπεριών είναι πράσινη.

Όπως όμως έχετε καταλάβει, η έννοια του χρώματος είναι πολύ σχετική. Είναι βέβαιο πως η ντομάτα θα έχει πάντα το περίγραμμα της ντομάτας και η πιπεριά πάντα το περίγραμμα της πιπεριάς. Όμως, το χρώμα;

Οργανώστε τρεις πειραματικές δοκιμασίες χρησιμοποιώντας υλικά από τις προηγούμενες δραστηριότητες και βέβαια ντομάτες και πιπεριές, ώστε:

1. Να «δείτε» μαύρες «κόκκινες ντομάτες» και μαύρες «πράσινες πιπεριές».
2. Να «δείτε» μαύρες «κόκκινες ντομάτες».
3. Να «δείτε» μαύρες «πράσινες πιπεριές».

Πώς θα μπορούσατε να χρησιμοποιήσετε την STEM εφαρμογή ώστε πάντα να «βλέπετε» τις ντομάτες κόκκινες και τις πιπεριές πράσινες;

Βιβλιογραφία

1. Adafruit. <https://learn.adafruit.com/adafruit-color-sensors> (ημερομηνία προσπέλασης 12/6/2021)
2. K. Albany-Ward, M. Sobande. *What do you really know about colour blindness?* British Journal of School Nursing, 2015, 10(4), σελ. 197-199.
3. J. H. Clark. *The Ishihara Test for Color Blindness*. American Journal of Physiological Optics, 1924, 5, σελ. 269–276.
4. R. Fletcher. *Investigating juvenile Daltonism*, The Optician, 1979, 177, σελ. 9-14.
5. M. Fareed, M. A. Anwar, M. Afzal. *Prevalence and gene frequency of color vision impairments among children of six populations from North Indian region*, Genes & Diseases, 2015, 2(2), σελ. 211-218.
6. R. Fletcher, J. Voke. *Defective colour vision - fundamentals, diagnosis and management*, Bristol (UK) & Boston (MA): Adam Hilger, 1985.
7. S. D. Espinda. *Color Vision Deficiency: A Learning Disability?* Journal of Learning Disabilities, 1973, 6(3), σελ. 163-166.
8. S. Ishihara. *The Series of Plates Designed as a Test for Colour-Blindness*, Tokyo – Kyoto, Japan: Kanehara Shuppan, 1972.
<http://www.dfisica.ubi.pt/~hgil/p.v.2/Ishihara/Ishihara.24.Plate.TEST.Book.pdf>
9. A. K. Kvitle. Should Colour Vision Deficiency Be a Recognized Special Education Need (SEN)? στο: *Transforming our world through design, diversity and education: proceedings of universal design and higher education in transformation congress* (επιμ. G. Craddock, C. Doran, L. McNutt, D. Rice), Amsterdam : IOS Press, 2018.
10. M. Peic. *Prevalence of congenital dyschromatopsia in men*, Med vjesnik (Zenica), 1977, 1-4, σελ. 85-90.

*Το copyright των φωτογραφιών και των σχημάτων ανήκουν στους συγγραφείς.

Παράρτημα – Κώδικας

```
#include <Wire.h>
#include "Adafruit_TCS34725.h"

// our RGB -> eye-recognized gamma color
//byte gammatable[256];
const int buttonPin = 2; // the number of the pushbutton pin

// variables will change:
int buttonState = 0; // variable for reading the pushbutton status

Adafruit_TCS34725 tcs =
Adafruit_TCS34725(TCS34725_INTEGRATIONTIME_50MS, TCS34725_GAIN_4X);

void setup() {
```

```

// initialize the pushbutton pin as an input:
pinMode(buttonPin, INPUT);

Serial.begin(9600);
//Serial.println("Color View Test!");

if (tcs.begin()) {
  //Serial.println("Found sensor");
} else {
  Serial.println("No TCS34725 found ... check your connections");
  while (1); // halt!
}
}

void loop()
{
  float red, green, blue;

  //tcs.setInterrupt(false); // turn on LED

  delay(200); // takes 50ms to read

  // read the state of the pushbutton value:
  buttonState = digitalRead(buttonPin);

  // check if the pushbutton is pressed. If it is, the buttonState is HIGH:
  if (buttonState == HIGH) {
    tcs.getRGB(&red, &green, &blue);

    //tcs.setInterrupt(true); // turn off LED

    Serial.print("R:\t"); Serial.print(int(red));
    Serial.print("\tG:\t"); Serial.print(int(green));
    Serial.print("\tB:\t"); Serial.println(int(blue));
    //Serial.print(" ");

    if( (red>180 && red<256) && (green>180 && green<256) && (blue>180 &&
blue<256) )
    {
      Serial.println("Άσπρο");
    }

    if( (red>-1 && red<40) && (green>0 && green<40) && (blue>-1 && blue<40) )
    {
      Serial.println("Μαύρο");
    }
  }
}

```



```

if( (red>39 && red<100) && (green>39 && green<100) && (blue>39 && blue<100) )
{
  Serial.println("Μαύρο");
}

if( (red>99 && red<120) && (green>99 && green<120) && (blue>99 && blue<120) )
{
  Serial.println("Σκούρο γκρί");
}

if( (red>119 && red<150) && (green>119 && green<150) && (blue>119 &&
blue<150) )
{
  Serial.println("Γκρί");
}

if( (red>149 && red<181) && (green>149 && green<181) && (blue>149 &&
blue<181) )
{
  Serial.println("Ανοικτο γκρί");
}

if( (red>-1 && red<95) && (green>100 && green<256) && (blue>-1 && blue<100) )
{
  Serial.println("Πράσινο");
}

if( (red>140 && red<256) && (green>120 && green<256) && (blue>0 && blue<150)
)
{
  Serial.println("Κίτρινο");
}

if( (red>-1 && red<100) && (green>-1 && green<100) && (blue>100 && blue<256) )
{
  Serial.println("Μπλε");
}

if( (red>-1 && red<100) && (green>100 && green<150) && (blue>100 &&
blue<256) )
{
  Serial.println("Γαλάζιο");
}

if( (red>125 && red<256) && (green>0 && green<95) && (blue>20 && blue<47) )

```

```
{
  Serial.println("Πορτοκαλί");
}

if( (red>140 && red<256) && (green>0 && green<70) && (blue>40 && blue<60) )
{
  Serial.println("Κόκκινο");
}

if( (red>99 && red<122) && (green>60 && green<85) && (blue>66 && blue<96) )
{
  Serial.println("Ροζ");
}

if( (red>110 && red<130) && (green>49 && green<61) && (blue>75 && blue<88) )
{
  Serial.println("Φούξια");
}
}
}
```

Ψηφιακή μέτρηση όγκου

Μουρούζης Πάνος, Φυσικός, Υπεύθυνος Ε.Κ.Φ.Ε. Κέρκυρας,
[ekfe\[a\]ldide.ker.sch.gr](mailto:ekfe[a]ldide.ker.sch.gr)

Νούσης Βασίλης, Φυσικός, Υπεύθυνος Ε.Κ.Φ.Ε. Θεσπρωτίας,
[ekfethesp\[a\]lsch.gr](mailto:ekfethesp[a]lsch.gr)

*(2^ο Αναπληρωματικό Βραβείο 11^{ων} Πανελλήνιων Αγώνων Κατασκευών και Πειραμάτων
Φυσικών Επιστημών)*

Περίληψη

Σε πειράματα ογκομέτρησης, μέτρησης πυκνότητας υγρών, κ.ά. απαιτείται η μέτρηση όγκων με καλή ακρίβεια. Παρουσιάζουμε εδώ δύο διατάξεις στις οποίες με χρήση σύριγγας των 60 mL επιτυγχάνουμε ακρίβεια σταγόνας όγκου περίπου 0,05 mL. Η βασική ιδέα είναι η μέτρηση της απόστασης κατά την οποία μετακινείται το έμβολο της σύριγγας, και υπολογισμός της μεταβολής του όγκου του υγρού στη σύριγγα, γνωρίζοντας την εσωτερική διάμετρο της σύριγγας.

Abstract

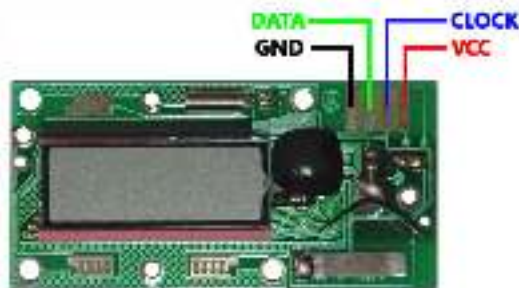
In many experiments, like fluid density measurement, titration, etc., good accuracy in volume measurement is required. We present here two devices in which by using a 60 mL syringe we achieve volume accuracy of about 0.05 mL. The basic idea is to measure the distance at which the syringe plunger moves, and knowing the inside diameter of the syringe, to calculate the change in volume of the liquid in the syringe.

Κατασκευές

1^η διάταξη: Χρήση φτηνού ηλεκτρονικού διαστημόμετρου

Στη διάταξη αυτή το έμβολο της σύριγγας προσαρμόζεται στο κινούμενο τμήμα ενός φτηνού ηλεκτρονικού διαστημόμετρου, ακρίβειας 0,01mm.

Αυτού του είδους τα διαστημόμετρα μπορούν εύκολα να διασυνδεθούν με ένα Arduino,



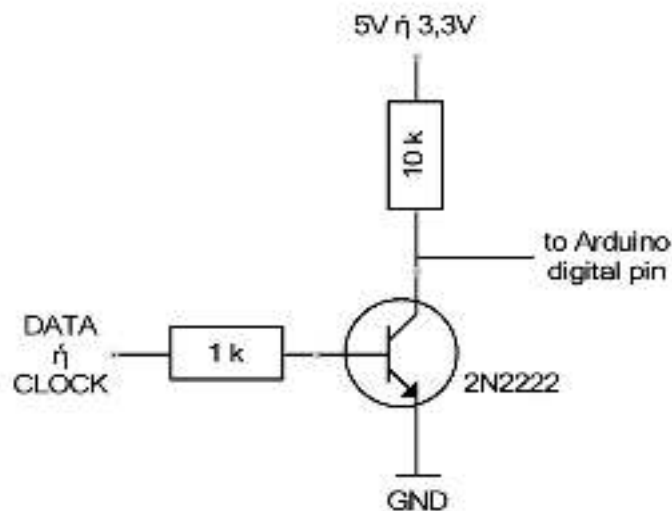
Εικόνα 15: Οι επαφές διασύνδεσης με τον Arduino



αφού στην πλακέτα τους μπορούν να κολληθούν τέσσερα λεπτά καλώδια: δύο για την τροφοδοσία, ένα για τη σειριακή μεταφορά των δεδομένων (DATA) και ένα για το χρονισμό (CLOCK) της μεταφοράς.

Το διαστημόμετρο μπορεί να τροφοδοτηθεί είτε μέσω μιας μπαταρίας λιθίου 1,5V είτε από τον Arduino μέσω κατάλληλου διαιρέτη τάσης. Όμως για τη σωστή επικοινωνία τα επίπεδα τάσης των ακίδων DATA και CLOCK του διαστημομέτρου πρέπει να αυξηθούν ώστε να συμφωνούν με τα επίπεδα της τάσης λειτουργίας του Arduino (5V ή 3,3V ανάλογα με το μοντέλο). Το σχετικό κύκλωμα για κάθε ακίδα αποτελείται από δύο αντιστάσεις και ένα τρανζίστορ (2N2222 ή 2N3904 ή BC548, κλπ).

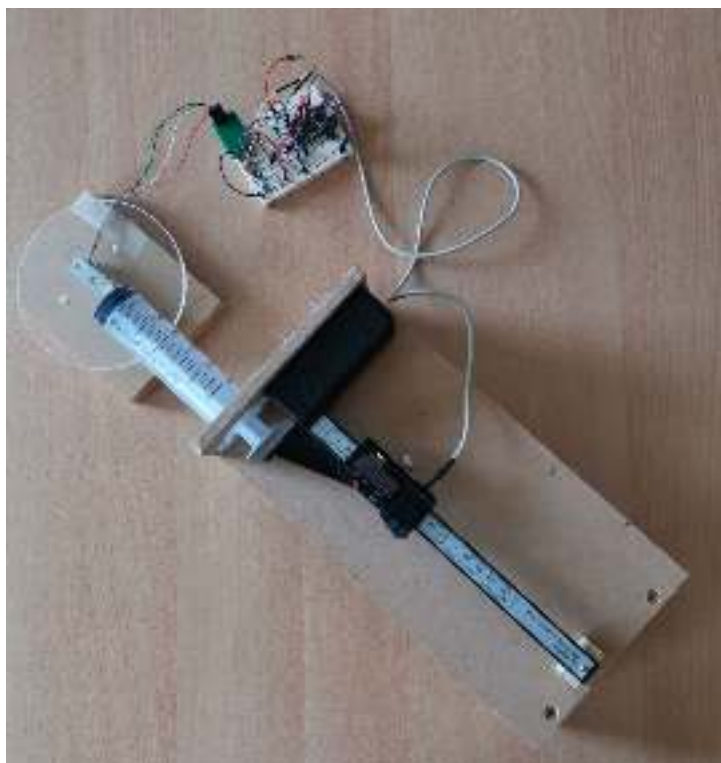
Εικόνα 16: Ψηφιακό διαστημόμετρο



Εικόνα 17: Μετατόπιση επιπέδων τάσης

Στο πρωτότυπο που κατασκευάσαμε χρησιμοποιήσαμε ένα Arduino Micro Pro χρονισμένο στα 8MHz, με τον μικροελεγκτή ATmega32U4 να λειτουργεί στα 3,3V. Έτσι στο κύκλωμα μετατόπισης επιπέδων τάσης η τάση λειτουργίας πρέπει επίσης να είναι 3,3V.

Στο διαδίκτυο υπάρχουν πολλές αναφορές στο σχετικό πρωτόκολλο επικοινωνίας, ακόμη και έτοιμος κώδικας για την υλοποίησή του στον Arduino. Στο πρωτότυπό μας δοκιμάσαμε διάφορες εκδοχές του κώδικα, αλλά σωστά δούλεψε μόνο αυτός που βρήκαμε στην ιστοσελίδα: <https://www.instructables.com/Hacked-Digital-Vernier-Caliper-Using-Arduino/>.



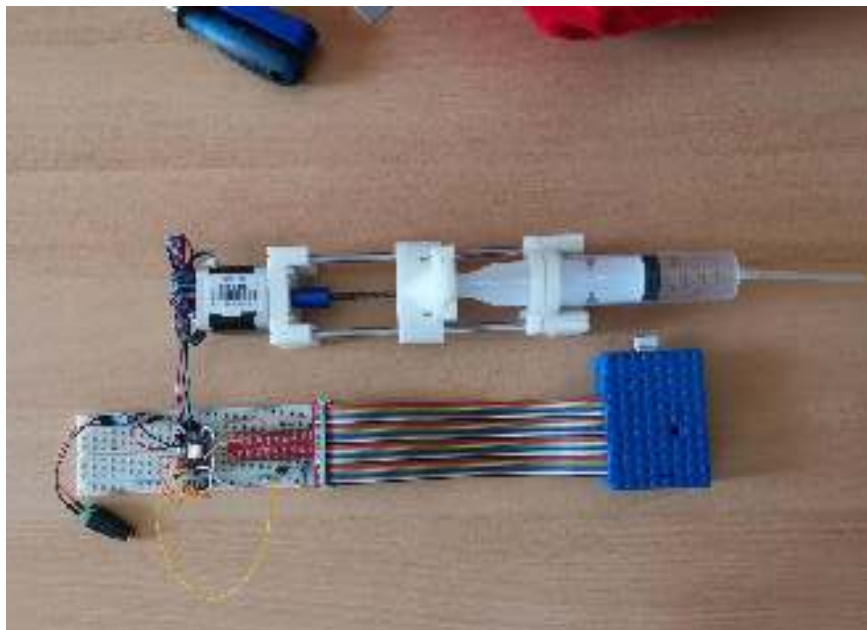
Εικόνα 18: Η διάταξη σε συνδυασμό με ζυγαριά βασισμένη στο module HX711

2^η διάταξη: Αυτόματη σύριγγα

Στη δεύτερη διάταξη το έμβολο μιας σύριγγας των 60 mL μπορεί να μετακινείται αυτόματα με τη βοήθεια μηχανισμού που μετατρέπει την περιστροφική κίνηση ενός βηματικού κινητήρα σε μεταφορική κίνηση μιας κεφαλής στην οποία έχει προσαρμοστεί το έμβολο της σύριγγας. Ο χειρισμός του κινητήρα, καθώς και η λήψη και απεικόνιση των πειραματικών δεδομένων γίνεται με τη βοήθεια λογισμικού που «τρέχει» σε Raspberry Pi.

Ο μηχανισμός μετατροπής της περιστροφικής κίνησης σε μεταφορική, που έχει «εκτυπωθεί» με τρισδιάστατη εκτύπωση, φέρει ράβδο διαμέτρου 5mm με σπείρωμα, η οποία με τη βοήθεια του βηματικού κινητήρα βιδώνει σε τρία «παξιμάδια» στερεωμένα πάνω σε κεφαλή που είναι ελεύθερη να κινείται. Καθώς όμως η ράβδος δε μπορεί να μετακινηθεί γιατί το ένα άκρο της είναι πακτωμένο σε ρουλεμάν στη μια άκρη της διάταξης και το άλλο στερεώνεται

στον κινητήρα, η κεφαλή του μηχανισμού μετακινείται οριζόντια (εμπρός ή πίσω) συμπαρασύροντας και το έμβολο της σύριγγας.



Εικόνα 19: Η αυτοματοποιημένη σύριγγα συνδεδεμένη στο Raspberry Pi

Το σπείρωμα της ράβδου είναι τέτοιο ώστε σε κάθε πλήρη περιστροφή του άξονα του κινητήρα (για την οποία απαιτούνται 400 βήματα περιστροφής) η κεφαλή να μετακινείται κατά 0,8mm. Η εσωτερική διάμετρος της σύριγγας είναι 2,9cm και συνεπώς μια πλήρης περιστροφή του άξονα του κινητήρα (400 βήματα) αντιστοιχεί σε όγκο: $V = 0,53 \text{ mL}$, δηλαδή η ανάλυση της διάταξης είναι 0,00132 mL/βήμα. Στην πράξη διαπιστώθηκε πως απαιτούνται 40 βήματα για τη δημιουργία μιας σταγόνας στο ρύγχος της σύριγγας, οπότε η ανάλυση περιορίζεται στα περίπου 0,05 mL/σταγόνα (δηλ. ανά 40 βήματα περιστροφής του κινητήρα).

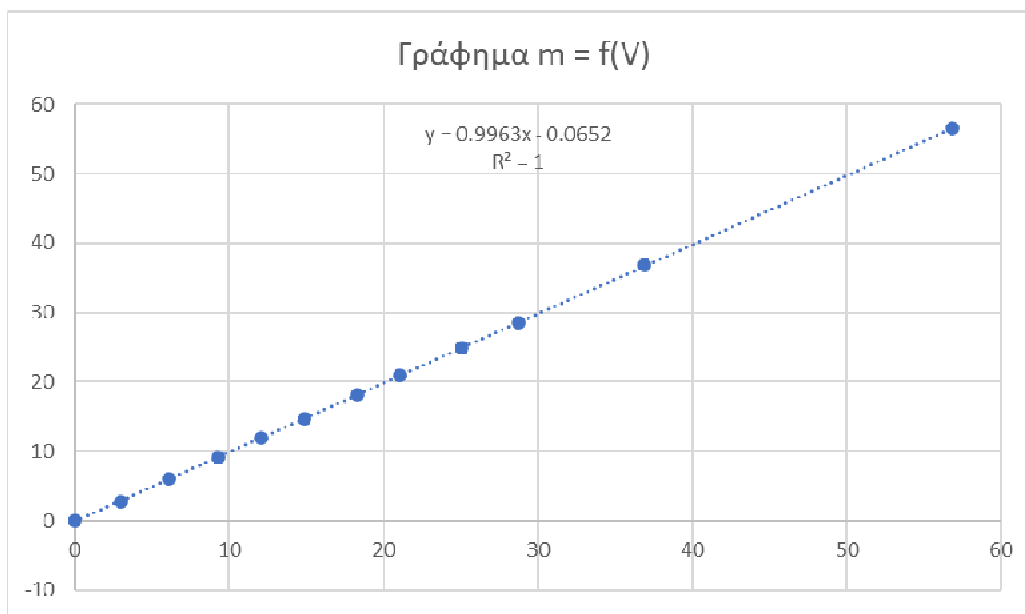
Το λογισμικό χειρισμού του κινητήρα έχει δυνατότητες βηματικής ή συνεχούς περιστροφής προς τη μια ή την άλλη κατεύθυνση (για μετακίνηση του εμβόλου της σύριγγας εμπρός ή πίσω), ή μετακίνησης του εμβόλου κατά συγκεκριμένο όγκο κάθε φορά.

Πειράματα με τις διατάξεις

α. Προσδιορισμός πυκνότητας υγρού

Εδώ οι διατάξεις ψηφιακής μέτρησης όγκου συνδυάζονται με μια ηλεκτρονική ζυγαριά, κατασκευασμένη με ένα αισθητήρα βάρους (load cell) και τη μονάδα ενίσχυσης-ψηφιοποίησης HX711 (Εικόνα 4). Γεμίζουμε τη σύριγγα με κάποιο υγρό και το αδειάζουμε σιγά σιγά πάνω σε ένα δοχείο που έχουμε τοποθετήσει στο δίσκο της ζυγαριάς. Με τον τρόπο αυτό παίρνουμε μετρήσεις μάζας (g) και του αντίστοιχου όγκου (mL) για το υγρό. Χρησιμοποιώντας νερό βρύσης πήραμε τα αποτελέσματα που φαίνονται στην επόμενη γραφική παράσταση.

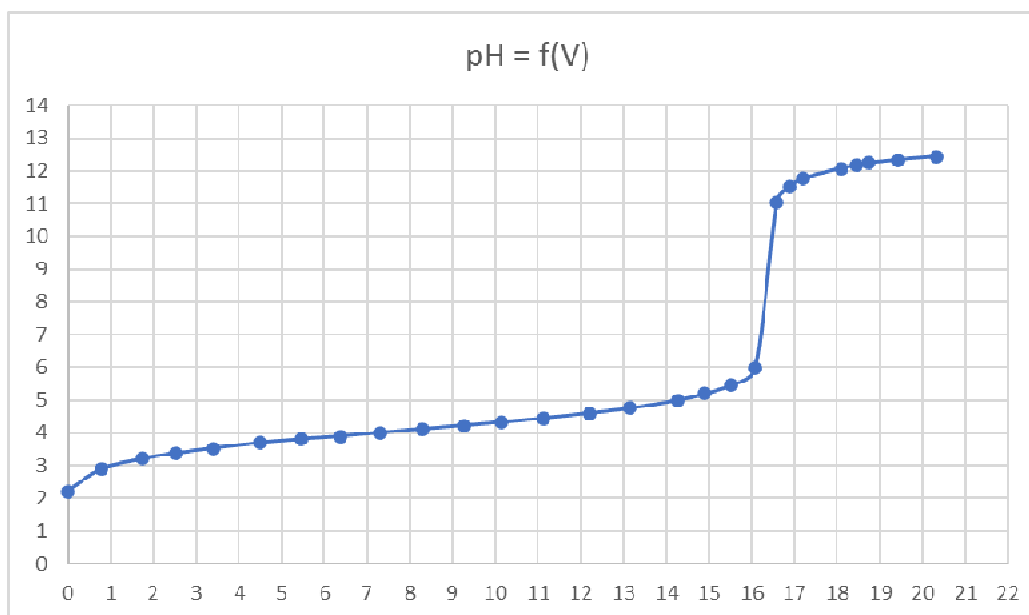
Η κλίση της γραφικής παράστασης εκφράζει την πυκνότητα του υγρού, η οποία στην περίπτωση μας βρέθηκε 0,996 g/mL.



Εικόνα 20: Γραφική παράσταση μάζας-όγκου για νερό βρύσης

β. Ογκομέτρηση

Τώρα οι μονάδες μέτρησης όγκου συνδυάζονται με μια μονάδα μέτρησης pH και ξύδι (5% w/v) ογκομετρείται με πρότυπο διάλυμα NaOH 1M.



Εικόνα 21: Γραφική παράσταση pH – όγκου

Από τη γραφική παράσταση pH – όγκου μπορεί να προσδιοριστεί ο όγκος του πρότυπου διαλύματος NaOH που απαιτείται για την πλήρη εξουδετέρωση (στο μέσο του κατακόρυφου τμήματος της καμπύλης) ίσος με 16,3 mL και από αυτό η περιεκτικότητα σε οξικό οξύ του ξυδιού: 0,82 mol/L. Το pH της πλήρους εξουδετέρωσης προσδιορίζεται περίπου στο 8,5, ενώ στο μέσο της εξουδετέρωσης (προσθήκη 8,2 mL δ/τος NaOH) είναι $\text{pH} = \text{pK}_a = 4,12$.

Συμπεράσματα

Η ψηφιακή μέτρηση όγκου με ικανοποιητική ακρίβεια είναι εφικτή με τις δύο διατάξεις που παρουσιάζουμε, και αυτό ακριβώς είναι το σημαντικό τους πλεονέκτημα σε σχέση με άλλες μεθόδους. Βεβαίως και στις δυο περιπτώσεις μιλάμε για μετρήσεις μικρών όγκων (μέχρι 60 mL στα πρωτότυπα), αυτό όμως δεν αποτελεί περιορισμό για τη χρήση τους στην πειραματική διδασκαλία Φυσικών επιστημών. Πρέπει επίσης να τονιστεί πως στη Β/θμια Εκπ/ση η ογκομέτρηση μελετάται μέσω της γραφικής παράστασης $\text{pH} = f(t)$ υποθέτοντας πως η ροή του πρότυπου διαλύματος γίνεται με σταθερό ρυθμό (κάτι που δεν είναι απαραίτητα ορθό) και συνεπώς η γραφική παράσταση $\text{pH} = f(V)$ έχει την ίδια μορφή με τη γραφική παράσταση $\text{pH} = f(t)$. Και εδώ έχουμε το δεύτερο σημαντικό πλεονέκτημα των διατάξεών μας αφού μας επιτρέπουν τη σχεδίαση απευθείας των γραφικών παραστάσεων $\text{pH} = f(V)$ αποφεύγοντας έτσι πιθανά σφάλματα και κάνοντας τη διαδικασία περισσότερο σαφή.

Βιβλιογραφία

1. *Arduino reads digital caliper*, Retrieved from <https://sites.google.com/site/marthalprojects/home/arduino/arduino-reads-digital-caliper> (2021)
2. *Reading Digital Callipers With an Arduino*, Retrieved from <https://www.instructables.com/Reading-Digital-Callipers-with-an-Arduino-USB/> (2021)
3. *Syringe Pump*, Retrieved from <https://www.stlfinder.com/model/syringe-pump-PqfCveQQ/3470818/> (2021)

*Το copyright των φωτογραφιών ανήκει στους συγγραφείς.

Μελέτη της φωτοσύνθεσης σε διάφορα φυτά και της επίδρασης του φωτός στην παραγωγή των αερίων και της γλυκόζης κατά την τέλεσή της

Μαθητές: **Όμιλος Χημείας**
Εκπαιδευτήρια Φρυγανιώτη

Υπεύθυνη καθηγήτρια:
Παρισσοπούλου Ευαγγελία, Χημικός, eviparisofa@gmail.com

(3^ο Αναπληρωματικό Βραβείο 11^{ων} Πανελλήνιων Αγώνων Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών)

Περίληψη

Η φωτοσύνθεση είναι μια χημική διεργασία που περιγράφεται στο δημοτικό και στο γυμνάσιο σε πολλές διδακτικές ενότητες στα φυσικά του δημοτικού και στις φυσικές επιστήμες του γυμνασίου, είτε στη χημεία είτε στη βιολογία. Στην παρούσα εργασία προτείνεται μια συσκευή σε δύο παραλλαγές, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε στο δημοτικό είτε στο γυμνάσιο για τη μελέτη της φωτοσύνθεσης, τη μέτρηση του όγκου των αερίων που παράγονται στα στάδια της, καθώς και την επίδραση του είδους της φωτεινής ακτινοβολίας η οποία προκαλεί το φαινόμενο. Η συσκευή μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε στο δημοτικό στην απλοποιημένη της μορφή είτε στο γυμνάσιο στην πιο σύνθετη.

Abstract

Photosynthesis is a chemical process that is described both in elementary and high school in many subjects, such as in elementary school physics and in high school science, both in chemistry and biology. In the present work, a device in two variants is proposed. The set-up can be used to study photosynthesis, measure the volume of gases produced in its stages, as well as the effect of the type of light radiation which causes the phenomenon. The device can be used either in elementary school, in its simplified form, or in high school in its most complex form.

Εισαγωγή/Θεωρητική θεμελίωση

Η φωτοσύνθεση είναι μία από τις πρώτες χημικές διεργασίες που διδάσκονται στην 6η δημοτικού, αναλυτικά, και στις μικρότερες τάξεις με λιγότερες λεπτομέρειες, ενώ στο γυμνάσιο αναλύεται διεξοδικά και σε άλλη βάση και στη βιολογία και στη χημεία γυμνασίου.

Η παρατήρηση της παραγωγής του αερίου οξυγόνου, ή του διοξειδίου του άνθρακα κατά τη διαπνοή, πραγματοποιείται στο δημοτικό (αλλά και στο γυμνάσιο) με συσκευή που αποτελείται από ένα απλό μπουκάλι στο οποίο τοποθετείται ένας αριθμός φύλλων ή στην καλύτερη περίπτωση μικρό φυτό (σε κομμένο μπουκάλι με σκέπασμα ζελατίνης). Είναι εύκολα αντιληπτό ότι αυτού του τύπου η συσκευή δεν οδηγεί πολλές φορές σε εμφανές οπτικό αποτέλεσμα κυρίως από παιδιά δημοτικού, όπως και ότι αφήνει ερωτηματικά για την

αλήθεια του φαινομένου και την πιθανή επέμβαση του εκπαιδευτικού και κυρίως για την επίδραση του περιβάλλοντος στο φαινόμενο.

Η παρατήρηση επίσης είναι χρονοβόρα και σε κάποιες περιπτώσεις έως και αδύνατη στη διάρκεια μιας διδακτικής ώρας. Ταυτόχρονα εάν οι καιρικές συνθήκες δεν ευνοούν το φαινόμενο (π.χ. συννεφιά) τότε η παρατήρηση είναι αδύνατη.

Η συλλογή του αερίου επίσης είναι αδύνατη παρά το ότι στα πειράματα του δημοτικού προτείνεται ακόμη και ανίχνευση των αερίων που παράγονται σε κάθε στάδιο. Η ανίχνευση των προϊόντων της φωτοσύνθεσης γίνεται στο δημοτικό με ασβεστόνερο για το παραγόμενο διοξείδιο του άνθρακα της διαπνοής και με αναζωπύρωση φλόγας σε παρασχίδα για το οξυγόνο. Οι διαδικασίες αυτές παραμένουν αρκετά πολύπλοκες με δεδομένο και το ότι η πειραματική συσκευή (το μπουκάλι) ενισχύει την πιθανότητα λάθους και τη δυσκολία στο χειρισμό και την εκτέλεση του πειράματος. Έτσι προτείνεται στην παρούσα εργασία μια διάταξη εύχρηστη, απλή στην κατασκευή, που αποτελείται από υλικά καθημερινής χρήσης και είναι δυνατόν να κατασκευασθεί από μαθητές γυμνασίου αλλά και να χρησιμοποιηθεί ακόμη και από τους ίδιους τους μαθητές δημοτικού.

Η διάταξη αρχικά χρησιμοποιήθηκε σε ένα διδακτικό σενάριο γυμνασίου και στη συνέχεια στη διδασκαλία της φωτοσύνθεσης στην 6^η δημοτικού. Με τη βοήθειά της οι μαθητές μπόρεσαν να καταλήξουν αφενός σε επιβεβαίωση της επίδρασης του φωτός στην αντίδραση της φωτοσύνθεσης, αφετέρου στη διαπίστωση παραγωγής σακχάρων και αερίου οξυγόνου κατά τη διάρκειά της.

Περιγραφή εργασίας

Αφορμή για τη δημιουργία του σεναρίου στάθηκε ένας διάλογος με μαθητές της Γ' γυμνασίου κατά τη διάρκεια συζήτησης προετοιμασίας της «Θεματικής Εβδομάδας» στην ενότητα «Διατροφή και ποιότητα Ζωής», στην τάξη. Συγκεκριμένα οι μαθητές είχαν αμφιβολία για το εάν η φωτοσύνθεση απαιτεί ηλιακή ακτινοβολία και τι θα συνέβαινε αν όλος ο πλανήτης παρέμενε σκοτεινός. Υπήρχαν επίσης αμφιβολίες για την παραγωγή του οξυγόνου όπως και για την παραγωγή σακχάρων. Αποφασίστηκε λοιπόν σε συνεργασία με τους μαθητές να δημιουργηθεί ένα πείραμα με το οποίο θα αποδεικνύεται ή όχι το αληθές του φαινομένου και όλων αυτών που υποστηρίζονται σε σχέση με την αντίδραση. Για τις ανάγκες της εκτέλεσης του πειράματος κατασκευάστηκε από τους μαθητές, μετά το σχεδιασμό της από τη γράφουσα, μια παραλλαγή της συσκευής “ParisGianna” η “Eco-ParisGianna”, η οποία είναι ουσιαστικά ένα μικρό θερμοκήπιο, το οποίο συνδέεται με τα υπόλοιπα μέρη της κλασικής συσκευής, αντικαθιστώντας το δοχείο αντίδρασης. Όλα τα άλλα μέρη παραμένουν ίδια. Η κατασκευή είναι απλή, εύκολη να πραγματοποιηθεί και από μαθητές. Τα υλικά που απαιτούνται είναι πλαστικά δοχεία (τάπερ κουζίνας) ψηλά, με καπάκι που να εφαρμόζει με πτερύγια «ασφαλείας», τα οποία θα πρέπει να είναι διαφανή. Χρειάζονται επίσης καπάκια από μπουκάλια γάλακτος από αυτά που χρησιμοποιούνται ήδη στην κατασκευή της “ParisGianna”, πιστόλι θερμοκόλλησης αν θέλουν οι μαθητές να δουλέψουν αυτόνομα και όχι με το πιστόλι σιλικόνης του εργαστηρίου, αλλά καρφιά και εξαρτήματα από στυλό όπως και στην αρχική κατασκευή. Θα χρειαστούν επίσης «τσίχλα» από αυτή που χρησιμοποιούν στα καλλιτεχνικά και φυσικά θα πρέπει να φέρουν και το φυτό επιλογής τους σε γλαστράκι θερμοκηπίου, το οποίο δεν θα ξεπερνά σε ύψος μαζί με το πλαστικό γλαστράκι του τα 10cm. Είναι προφανές ότι τα παραπάνω θα λάβουν χώρα με βοήθεια μαθητών γυμνασίου, ενώ στην περίπτωση μαθητών δημοτικού η κατασκευή θα γίνει από τον(την) διδάσκοντα(-ουσα).

Ουσιαστικά στο καπάκι του πλαστικού δοχείου (τάπερ κουζίνας) ανοίγεται μια τρύπα διαμέτρου μικρότερης από το καπάκι του πλαστικού μπουκαλιού έτσι ώστε όταν κολλήσει με σιλικόνη επάνω σε αυτό το καπάκι του μπουκαλιού να καλύπτεται η τρύπα. Στο καπάκι του μπουκαλιού ανοίγονται δύο τρύπες μια για σύνδεση με τη σύριγγα και μια για σύνδεση με τον ογκομετρικό κύλινδρο. Προσαρμόζεται το μικρό καπάκι μπουκαλιού επάνω στην τρύπα ώστε να καλύπτεται και το κολλάμε με πιστόλι σιλικόνης (Εικ. 1).



Εικόνα 1. Διάταξη “Eco-ParisGianna” για τη μελέτη της αντίδρασης φωτοσύνθεσης

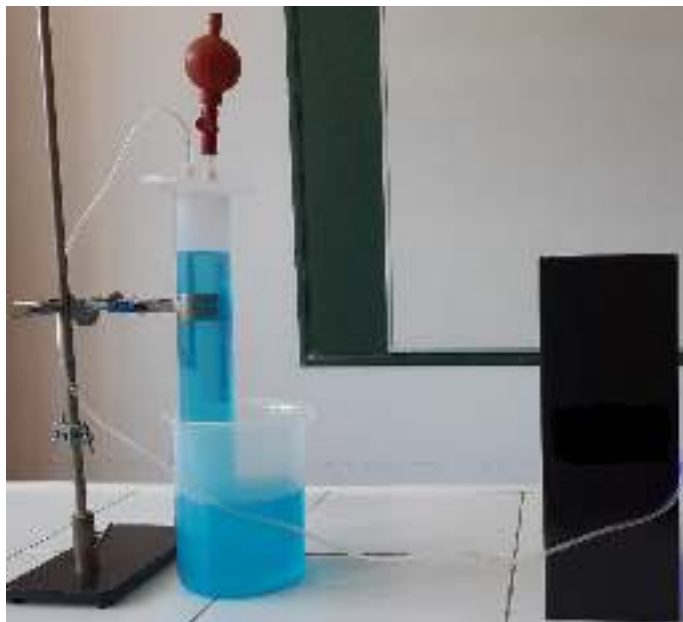
Στις τρύπες στο μικρό καπάκι προσαρμόζονται τα πλαστικά μέρη από εσωτερικό στυλό που θα είναι οι σύνδεσμοι με τα λάστιχα της σύριγγας και του ογκομετρικού κυλίνδρου. Μετά την προσαρμογή και αφού στεγνώσουν όλα τα μέρη (τρία λεπτά το πολύ) στα «αυλάκια» από το καπάκι του δοχείου εφαρμόζεται η «τσίγλα» έτσι ώστε όταν το καπάκι μπαίνει στο πλαστικό δοχείο και κλείνει να μην υπάρχει η παραμικρή διαρροή αέρα είτε προς τα έξω είτε προς τα εσω. Μέσα στο πλαστικό δοχείο τοποθετείται η μικρή πλαστική γλάστρα θερμοκηπίου με το φυτό επιλογής του κάθε μαθητή ή της ομάδας, σε περίπτωση ομαδικής εργασίας, και το καπάκι του δοχείου εφαρμόζει και κλείνει στεγανά με τα περύγια να ασφαλίζουν προς τα κάτω. Η στεγανοποίηση ελέγχεται αφού ανέβει η στάθμη του χρωματισμένου νερού με τη βοήθεια του πουάρ στον κύλινδρο και παρατηρηθεί η σταθερή ένδειξη στον κύλινδρο χωρίς πτώση της στάθμης η οποία πιστοποιεί την πλήρη έλλειψη διαρροής αέρα.

Μετά τη στεγανοποίηση η συσκευή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ποικιλοτρόπως. Πιο συγκεκριμένα:

- Απλή παρατήρηση της πτώσης της στάθμης του νερού επομένως παρατήρηση παραγωγής αερίου
- Τοποθέτηση διαφορετικών φυτών με άλλο είδος φύλλου, είτε σε πλάτος είτε σε χρώμα, με άνθος, έγχρωμο ή λευκό, ή με διαφορετική πυκνότητα φυλλώματος
- Παρατήρηση σε σκοτεινό δωμάτιο ή παραμονή της συσκευής με το φυτό στο σκοτάδι κατά της διάρκειας της νύχτας και παρατήρηση εκ νέου
- Παρατήρηση της υγρασίας που επικάθεται στα τοιχώματα του δοχείου
- Μέτρηση (με μεγαλύτερους μαθητές) του όγκου του παραγόμενου αερίου και μάλιστα ακόμη και ανά μονάδα χρόνου

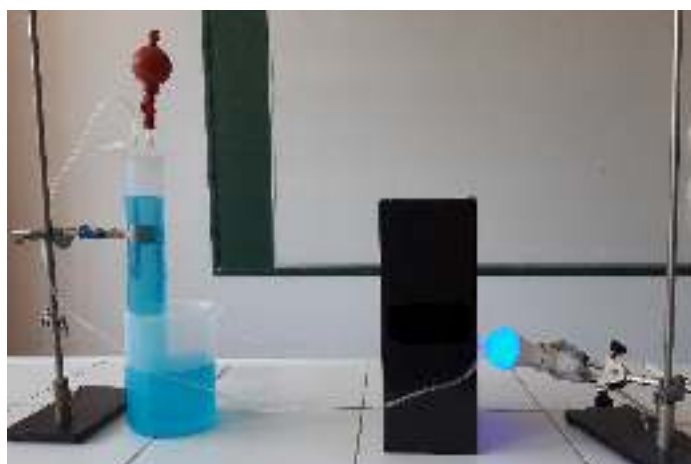
Η συσκευή στη συνέχεια κατά τη διάρκεια συζητήσεων με τους μαθητές εξελίχθηκε στο παρακάτω μοντέλο. Ως αφορμή της εξέλιξης στάθηκε και πάλι ο διάλογος με τους μαθητές γύρω από το θέμα του φωτός. Έτσι αρχικά χρησιμοποιήθηκε επιπλέον ένα απλό κουτί στο

οποίο τοποθετήθηκε το μικρό δοχείο του θερμοκηπίου ώστε να αποκλειστεί η επίδραση του ηλιακού φωτός και να γίνει παρατήρηση στο σκοτάδι (Εικ.2).



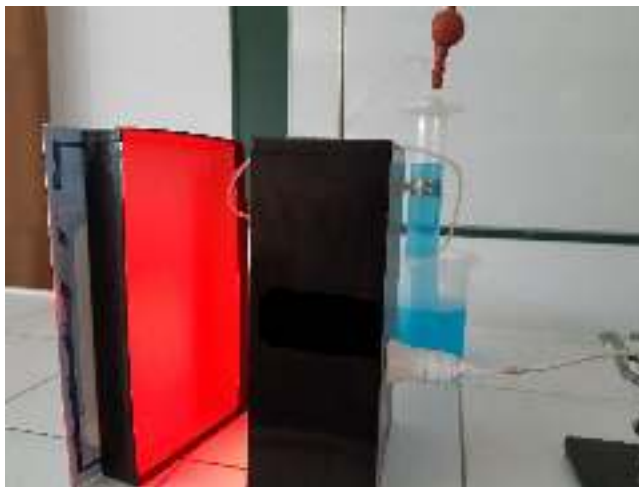
Εικόνα 2. Διάταξη μετά την προσθήκη του κουτιού

Στη συνέχεια προστέθηκε στη διάταξη και μία λάμπα πολλαπλών χρωμάτων, ρύθμισης έντασης φωτός, με ρυθμιστή που μπορούσε να παραμείνει εκτός κουτιού. Παρατηρήθηκε λοιπόν το φαινόμενο με αλλαγή στα «χρώματα» του φωτός και επίπτωση αυτών των αλλαγών στον όγκο του οξυγόνου που παράγεται. Αρχικά η λάμπα τοποθετήθηκε έξω από το κουτί (Εικ.3).



Εικόνα 3. Διάταξη με λάμπα εκτός κουτιού

Στη συνέχεια, μετά και πάλι από συζητήσεις και προτάσεις των μαθητών, οι οποίες σχετίζονταν με τις επιδράσεις του ηλιακού φωτός που ήταν άπλετο μέσα στο εργαστήριο, τοποθετήθηκε μέσα στο κουτί αφού πρώτα δημιουργήθηκε οπή με απλό κοπίδι στο κουτί (Εικ.4).



Εικόνα 4. Διάταξη με λάμπα εντός κουτιού

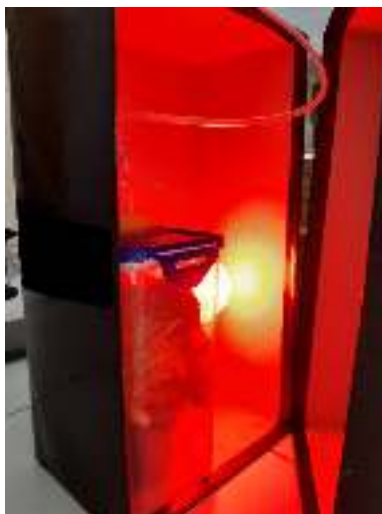
Στην τελευταία μορφή της η συσκευή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εξής:

- Απλή παρατήρηση της πτώσης της στάθμης του νερού επομένως παρατήρηση παραγωγής αερίου
- Τοποθέτηση διαφορετικών φυτών με άλλο είδος φύλλου, είτε σε πλάτος είτε σε χρώμα, με άνθος, έγχρωμο ή λευκό, ή με διαφορετική πυκνότητα φυλλώματος
- Παρατήρηση σε κλειστό κουτί ώστε να ελέγχεται αν το φυτό μπορεί να φωτοσυνθέσει
- Παρατήρηση της υγρασίας που επικάθεται στα τοιχώματα του δοχείου
- Καταγραφή θερμοκρασίας μέσα στο κουτί ή μέσα στο δοχείο του φυτού με χρήση θερμομέτρου που τοποθετείται μέσα στο δοχείο ή στο κουτί
- Μέτρηση (με μεγαλύτερους μαθητές) του όγκου του παραγόμενου αερίου ανά μονάδα χρόνου σε σχέση με την εφαρμογή συγκεκριμένου «χρώματος» (μήκους κύματος) ακτινοβολίας
- Καταγραφή των αλλαγών που παρατηρούνται στην παραγωγή αερίου όταν εφαρμόζεται διαδοχικά διαφορετικό «χρώμα»



Εικόνα 5. Εσωτερικό της διάταξης με λάμπα εντός κουτιού

Η διάταξη χρησιμοποιήθηκε με εφαρμογή όλων των «χρωμάτων» της λάμπας, με το «λευκό» φως της λάμπας, αλλά και με το λευκό φυσικό φως, οπότε και διαπιστώθηκε ότι εκτός από το λευκό φως όπου συλλέχθηκε σε μια ώρα ο μεγαλύτερος όγκος αερίου, το δεύτερο «χρώμα» στο οποίο παρατηρήθηκε επίσης αντίστοιχη παραγωγή αερίου ήταν το κόκκινο παρατήρηση που συνάδει με την άποψη των βιολόγων ότι στο μήκος κύματος του κόκκινου τα φυτά φωτοσυνθέτουν εξίσου καλά με το λευκό φως (Εικ.6).



Εικόνα 6. Εφαρμογή ακτινοβολίας κόκκινου χρώματος

Τέλος παρατηρήθηκε το φαινόμενο με χρήση λάμπας UV σε σκοτεινό δωμάτιο με χρήση της διάταξης με εξωτερική λάμπα, απουσία μαθητών για λόγους ασφαλείας, οπότε και διαπιστώθηκε πολύ μικρή παραγωγή αερίου. Η διάταξη είχε τη λάμπα UV εκτός κουτιού εξαιτίας διαφορετικού μεγέθους «λαιμού» της λάμπας UV οπότε και δεν μπορούσε να αντικαταστήσει την αρχική λάμπα στην ίδια θέση εσωτερικά.

Σε επόμενη μετατροπή της συσκευής στη θέση της λάμπας των πολλαπλών χρωμάτων θα τοποθετηθεί λάμπα UV με αντίστοιχα ίδιο μέγεθος στο «λαιμό» για να ταιριάζει στον υποδοχέα της διάταξης.

Η διάταξη σε όλες τις μορφές της χρησιμοποιήθηκε τόσο στο γυμνάσιο όσο και στο δημοτικό. Επαφίεται στις προθέσεις και ανάγκες του εκάστοτε συναδέλφου και του τμήματος, τάξης μαθητών η επιλογή του τύπου που θα προτιμηθεί να χρησιμοποιηθεί.

Οποιαδήποτε επίσης προσθήκη ή τροποποίηση της με στόχο τη βελτίωσή της είναι ευπρόσδεκτη κυρίως όταν αυτή προέρχεται από προτάσεις μαθητών όπως στην πορεία της δημιουργίας της.

Βιβλιογραφία

1. Αβραμιώτης Σ., Αγγελόπουλος Β., Καπελώνης Γ., Σινιγάλιας Π., Σπαντίδης Δ., Τρικαλίτη Α., Φίλος Γ. *Χημεία Β΄τάξης Γυμνασίου*, ΙΤΥΕ Διόφαντος, Αθήνα 2017
2. Αντωνίου Ν., Δημητριάδης Π., Καμπούρης Κ., Παπαμιχάλης Κ., Παπασιμίπα Α. *Φυσική Γ΄τάξης Γυμνασίου*, ΙΤΥΕ Διόφαντος, Αθήνα 2017

3. Λιοδάκης Σ., Γάκης Δ., Θεοδωρόπουλος Δ., Θεοδωρόπουλος Π., Κάλλης Α. *Χημεία Α΄τάξης Ενιαίου Λυκείου*. Έκδοση Α, ΟΕΔΒ, Αθήνα 2011
4. Λιοδάκης Σ., Γάκης Δ., Θεοδωρόπουλος Δ., Θεοδωρόπουλος Π., Κάλλης Α. *Χημεία Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών Γ΄τάξης Ενιαίου Λυκείου*. ΙΤΥΕ Διόφαντος 2017
5. Παρισοπούλου Ε., Γιαννακουδάκης Π., «Κατασκευή μίας κλειστής διάταξης συλλογής αερίου και εφαρμογή της στη μελέτη αντιδράσεων παραγωγής αερίου στο σχολικό εργαστήριο» 9ο ΕΝΕΦΕΤ Μάιος 2015 Θεσσαλονίκη Τόμος Πρακτικών 2 σελ. 900.
6. Παρισοπούλου Ε., «Εφαρμογή μίας κλειστής διάταξης συλλογής αερίου στη μελέτη οξειδοαναγωγικής αντίδρασης παραγωγής αερίου στο σχολικό εργαστήριο» 9οι Πανελλήνιοι Αγώνες Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών "Οι Φυσικές Επιστήμες στο Προσκήνιο- Ευρώπη" (Science on Stage-Europe) Νοέμβριος 2016 Αθήνα ΕΚΦΕ Αιγάλεω
7. Παρισοπούλου Ε., Γιαννακουδάκης Π., «Κατασκευή μίας απλής, οικονομικής και εύχρηστης διάταξης ηλεκτρόλυσης για το σχολικό εργαστήριο, η οποία βασίζεται στο συλλέκτη αερίου ParisGianna. Μελέτη της ηλεκτρόλυσης σε απλά υδατικά διαλύματα και επαλήθευση των νόμων του Faraday» 2ο Συνέδριο Διδακτικής & Ονοματολογίας της Χημείας Ελλάδας-Κύπρου, Νοέμβριος 2018, Αθήνα, Τόμος 1, σελ.72
8. Παρισοπούλου Ε., Γιαννακουδάκης Π., «Εφαρμογή μίας απλής, οικονομικής και εύχρηστης διάταξης ηλεκτρόλυσης για το σχολικό εργαστήριο, η οποία βασίζεται στο συλλέκτη αερίου ParisGianna. Μελέτη της ηλεκτρόλυσης σε απλά υδατικά διαλύματα» 10οι Πανελλήνιοι Αγώνες Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών "Οι Φυσικές Επιστήμες στο Προσκήνιο- Ευρώπη" (Science on Stage-Europe) Ιανουάριος 2019 Αθήνα ΕΚΦΕ Αιγάλεω
9. Παρισοπούλου Ε. «Ανάπτυξη Διδακτικών Σεναρίων που βασίζονται σε Πρωτότυπα Πειράματα Χημείας σε Εφαρμογές Επαγγελματικής Πραγματικότητας και σε Παιχνίδια Αυλής» Διδακτορική Διατριβή Θεσσαλονίκη 2020
10. Ebbing D., Gammon D. *General Chemistry* 2012
11. Summerlin, L. R., Ealy, J. L., Jr. *Chemical Demonstrations: A Sourcebook for Teachers*. Volume 1.15-28, American Chemical Society, Washington DC 1985
12. Whitten K., Davis R., Peck L., Stanley G., *Chemistry* 2013

*Το copyright των φωτογραφιών ανήκει στην συγγραφέα.

Η Περιβαλλοντική εκπαίδευση συναντά τα STE(A)M στο φάρο των Αγίων Θεοδώρων στο Αργοστόλι

Μαθητές : Κωνσταντίνα Βασιλάτου, Αργυρώ Γερούλάνου, Ευανθία Καραγιάννη, Αναστάσης Μουντάκης, Χρήστος Παπαδάτος, Αλκίστη Παπαδάτου, Μαρία Πολλάτου (Τάξη Γ')

1ο Γενικό Λύκειο Αργοστολίου Κεφαλονιάς

Υπεύθυνος καθηγητής:

Καββαδίας Σπυρίδων, Δρ Βιολόγος, [kavvadias1969\[a\]gmail.com](mailto:kavvadias1969[a]gmail.com)

(Επαινος 11^{ov} Πανελλήνιων Αγώνων Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών)

Περίληψη

Ο φάρος των Αγίων Θεοδώρων στο Αργοστόλι κτίστηκε από τους Άγγλους το 1829 και είναι ένα από τα τοπόσημα της Κεφαλονιάς. Το 2012 ομάδα μαθητών και καθηγητών του 1^{ov} Γενικού Λυκείου Αργοστολίου μέτρησε τις διαστάσεις του και αποτύπωσε τα ξεχωριστά αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά του. Οι δραστηριότητες αυτές πραγματοποιήθηκαν στα πλαίσια του προγράμματος Comenius «Maths, science and the world». Τα αποτελέσματα από τις μετρήσεις του 2012 αξιοποιήθηκαν το 2020 από μια άλλη ομάδα μαθητών και καθηγητών του σχολείου μας για να φτιαχτεί η μακέτα του φάρου από επαναχρησιμοποιούμενα και ανακυκλώσιμα υλικά σε κλίμακα 1:25. Η μακέτα είναι ένα από τα τελικά προϊόντα του διαθεματικού προγράμματος KA229 Erasmus+ «People Organizing Redevelopment Technology and Sustainability» (PORTS). Τα οικοσυστήματα των λιμένων και η τοπική ιστορία βρίσκονται στο επίκεντρο αυτού του προγράμματος. Για να υλοποιήσουμε την εργασία μας ακολουθήσαμε τα βήματα της Διερευνητικής Μάθησης. Η κατασκευή της μακέτας αποτελεί προϊόν εφαρμογής της εκπαίδευσης STE(A)M προς όφελος της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης. Η συμπόρευση της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης και της εκπαίδευσης STE(A)M στο φάρο των Αγίων Θεοδώρων συνέβαλλε στην ανάδειξη της μεγάλης σημασίας της Εκπαίδευσης για την Αειφόρο Ανάπτυξη προς όφελος του ανθρώπου.

Abstract

The lighthouse of St Theodore in Argostoli, Kefalonia, Greece was built in 1829 by the British who occupied the island at that time. It is one of the landmarks of Kefalonia. In 2012, a group of students and teachers of the 1st General Lyceum of Argostoli measured the dimensions of the lighthouse and captured its distinctive architectural features. These activities took place in the framework of the Comenius project "Maths, science and the world". The measurements of 2012 were utilized in 2020 by another group of students and teachers of our school to construct the model of the lighthouse by reusable and recyclable materials on a scale of 1:25. The model is one of the final outputs of the interdisciplinary KA229 Erasmus + project "People Organizing Redevelopment Technology and Sustainability" (PORTS). This project emphasizes port ecosystems as well as local history. We followed the steps of Inquiry – based learning to implement our work. The construction of

the model is an application of STE(A)M training in Environmental Education. The combination of Environmental Education and STE(A)M training at the lighthouse of St Theodore highlighted the great importance of Education for Sustainable Development for the benefit of humanity.

Εισαγωγή

Η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση (ΠΕ) είναι, αναμφισβήτητα, ένα αναπόσπαστο και πολυδύναμο κομμάτι της εκπαιδευτικής διαδικασίας και, είτε ως αυτοτελής θεσμός είτε ενταγμένη στο ευρύτερο εννοιολογικό πλαίσιο της Εκπαίδευσης για την Αειφορία, απαντά με σαφήνεια και πληρότητα στις Περιβαλλοντικές, Εκπαιδευτικές και Παιδαγωγικές προκλήσεις του παρόντος και του μέλλοντος (Κούσουλας, 2008). Η εκπαίδευση STE(A)M προτείνει την αξιοποίηση της Τέχνης (Art) στην εκπαίδευση STEM – Φυσικές Επιστήμες (Science), Τεχνολογία (Technology), Μηχανική (Engineering) και Μαθηματικά (Mathematics) – και περιλαμβάνει μαθησιακές εμπειρίες που ενισχύουν τη διεπιστημονική/διαθεματική προσέγγιση, τη δημιουργικότητα και τη καινοτομία μεταξύ των εκπαιδευομένων μέσα από έναν ελκυστικό τρόπο εκπαίδευσης, με εφαρμογή σε «πραγματικά προβλήματα» της καθημερινότητας. (ανακτήθηκε από <https://steamonedu.eu/el/steam2021conference/>). Η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση προσφέρει γόνιμο έδαφος για καινοτόμες εκπαιδευτικές παρεμβάσεις και μπορεί να ωφεληθεί, αλλά και να ωφελήσει την εκπαίδευση STE(A)M, προσφέροντάς της τον απαραίτητο εκπαιδευτικό χώρο για να αναπτύξει τις μεθόδους της. Άλλωστε, ήδη υπάρχουν εκπαιδευτικά προγράμματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης που αξιοποιούν τόσο τις νέες τεχνολογίες όσο και την Τέχνη (Arts-based Environmental Education) (ανακτήθηκε από <https://onpodium.gr/steam-kainotomia-per-ekp/>).

Ένα οικοσύστημα, είτε χερσαίο είτε υδάτινο, ένα μνημείο, ένα τοπόσημο δίνει σε διδάσκοντες και διδασκόμενους πολλές και ποικίλες αφορμές για την υλοποίηση ενός διεπιστημονικού/διαθεματικού Προγράμματος Σχολικών Δραστηριοτήτων (ΠΣΔ) είτε πρόκειται για ένα πρόγραμμα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης σε επίπεδο σχολείου, είτε για ένα πρόγραμμα ηλεκτρονικής αδελφοποίησης σχολείων (eTwinning) είτε για μια πολυεταρική σύμπραξη Erasmus είτε για έναν συνδυασμό των ανωτέρω (Μουστάκας και συν., 2006; Σταμάτης και Χουρδάκης, 2010; Χρυσαιφίδης, 2012; Καββαδίας, 2016; Ψαθά 2019). Οι συμμετέχοντες μαθητές και εκπαιδευτικοί έχουν τη δυνατότητα μέσα από μια ποικιλία βιωματικών δράσεων να έρθουν σε επαφή και να γνωρίσουν καλύτερα τους εαυτούς τους, τους συνανθρώπους τους, το περιβάλλον αλλά και να συνειδητοποιήσουν τη δυνατότητα συμπόρευσης της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και των STE(A)M με το σπουδαίο εκπαιδευτικό όφελος που πηγάζει από αυτή. Η εκπαιδευτική προσέγγιση STE(A)M είναι ένα πολύτιμο εργαλείο που συμβάλλει αποτελεσματικά στην υλοποίηση των ΠΣΔ και δίνει τη δυνατότητα ένταξής τους στο καθημερινό σχολικό πρόγραμμα (ανακτήθηκε από <https://www.steamgreece.com/>; ανακτήθηκε από https://en.wikipedia.org/wiki/Arts-based_environmental_education).

Η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση συνάντησε την εκπαιδευτική προσέγγιση STE(A)M στο «Φάρο τ' Αργοστολιού» με στόχο:

- α) να συμβάλλει στην ανάδειξη της σημασίας του κριτηρίου της διαθεματικότητας για την υλοποίηση ενός ΠΣΔ,
- β) να δώσει έμφαση στη σημασία των ΠΣΔ για την ανάδειξη της τοπικής ιστορίας και πολιτισμού,
- γ) να συμβάλλει στην ανάδειξη της αρχιτεκτονικής μοναδικότητας του φάρου,

δ) να συνδράμει στην ενίσχυση της οικολογικής συνείδησης των μαθητών σε θέματα ανακύκλωσης, επαναχρησιμοποίησης υλικών και εξοικονόμησης ενέργειας,
ε) να συμβάλλει στην ενδυνάμωση του ενδιαφέροντος των μαθητών για την τοπική ιστορία, τον πολιτισμό και τα «τοπόσημα»,
στ) να συνδράμει στην ανάδειξη της δυνατότητας επιτυχούς συμπόρευσης της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και των STE(A)M καθώς και του σπουδαίου εκπαιδευτικού οφέλους που πηγάζει από αυτή.

Το «Φανάρι τ' Αργοστολίου»

2.1. Το «Φανάρι τ' Αργοστολίου» είναι ένας πέτρινος φάρος του Ελληνικού Φαρικού Δικτύου.

Ταξιδεύοντας κατά μήκος των ελληνικών ακτογραμμών, σε σημεία συνήθως αφιλόξενα, σε τοπία ακραία και βραχώδη, θα συναντήσει κανείς την ύπαρξη των μοναχικών, κατακόρυφων κτιρίων. Πρόκειται για κατασκευές υψίστης πλοηγητικής σημασίας, οι οποίοι συνιστούν οδηγούς για τις θαλάσσιες μετακινήσεις. Είναι οι φάροι του Ελληνικού Φαρικού Δικτύου (ΕΦΔ), που τοποθετημένοι σε απόκεντρα σημεία, σε όρμους και ακρωτήρια αποτελούν τον ακούραστο σηματοφόρο των πλοίων. Ο φωτισμός τους είναι εκείνος που θα επιτρέψει την ασφαλή διέλευση ενός πλοίου από θαλάσσιες περιοχές με εξειδικευμένα, τοπογραφικά χαρακτηριστικά. Η σήμανσή τους επιτρέπει την αποφυγή της πλεύσης σε κοντινή απόσταση από ξέρες, ναυάγια ή αβαθή θαλάσσια σημεία (ανακτήθηκε από <https://24grammata.com/%CE%BB%CE%AF%CE%B3%CE%B1-%CE%BB%CF%8C%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CF%84%CE%BF%CF%85%CF%82-%CF%86%CE%AC%CF%81%CE%BF%CF%85%CF%82/>).

Το ΕΦΔ εκτείνεται σε μήκος 18.400 χλμ. επί των ακτών της Ελλάδος και καλύπτει πλήρως τις ανάγκες φωτισήμανσης ενός εξαιρετικά μεγάλου αριθμού (9.835) νήσων, νησίδων και βραχονησίδων καθώς και 1345 κόλπων και όρμων, 161 στενών και διαύλων και 520 λιμένων (ανακτήθηκε από <https://yf.hellenicnavy.gr/index.php/el/about/mission>). Ένα από τα σημαντικότερα σύγχρονα μνημεία που δίνουν το «στίγμα» της Ελλάδας και την περίοπτη θέση που κατέχει η χώρα μας στην παγκόσμια ναυτική ιστορία είναι οι 120 παραδοσιακοί πέτρινοι φάροι του ΕΦΔ, μέσης ηλικίας περίπου 2 αιώνων. Σαράντα έξι από αυτούς έχουν χαρακτηριστεί «Διατηρητέα Ιστορικά Νεώτερα Μνημεία» (ανακτήθηκε από <https://yf.hellenicnavy.gr/index.php/el/stone-lighthouses/2016-09-14-10-14-52>). Ξεχωριστή θέση ανάμεσά τους κατέχει ο φάρος των Αγίων Θεοδώρων στο Αργοστόλι της Κεφαλονιάς, «το φανάρι τ' Αργοστολίου» όπως είναι γνωστό (εικόνα 1).

2.2. Το «Φανάρι τ' Αργοστολίου» - μια σύντομη ιστορική αναδρομή.

Ο φάρος των Αγίων Θεοδώρων βρίσκεται 3 χμ ΒΔ του Αργοστολίου, στην είσοδο του ομώνυμου κόλπου. Είναι το «Φανάρι τ' Αργοστολίου» για τους ντόπιους. Ο καπετάνιος που έρχεται με το πλοίο του στο Αργοστόλι «θα τον αφήσει» στα δεξιά του ενώ όταν φεύγει «θα τον αφήσει» στα αριστερά του! Αποτελεί ένα από τα τοπόσημα του Αργοστολίου και έχει χαρακτηριστεί Διατηρητέο Ιστορικό Νεώτερο Μνημείο (ανακτήθηκε από <https://yf.hellenicnavy.gr/index.php/el/stone-lighthouses/2016-09-14-10-14-52>). Ο φάρος έχει πάρει το όνομά του από τη μικρή εκκλησία των Αγίων Θεοδώρων που βρίσκεται σε κοντινή

απόσταση. Είναι αναλάμπων λευκός ανά 24 δ/λ και τροφοδοτείται με ηλιακή ενέργεια από φωτοβολταϊκό πάνελ (ανακτήθηκε από http://www.faroi.com/gr/agioi_theodoroi_gr.htm).



Εικόνα 1. Ο φάρος των Αγίων Θεοδώρων στο Αργοστόλι της Κεφαλονιάς.

Από το 1809 έως το 1864 η Κεφαλονιά βρισκόταν υπό την κυριαρχία των Άγγλων. Η Βρετανική διοίκηση, παρά τη σκληρότητά της, πραγματοποίησε σημαντικά δημόσια έργα στο νησί, όπως η πέτρινη γέφυρα De Bosset και το Φανάρι των Αγίων Θεοδώρων. Ο φάρος άρχισε να κτίζεται το 1829 με σχέδια του λοχαγού του Αγγλικού στρατού JP Kennedy, όταν τοποτηρητής του νησιού ήταν ο Charles Napier. Η κατασκευή ολοκληρώθηκε το 1833. Από τότε, αντιπαλεύει διαρκώς τον «εγκέλαδο» και το θαλασσινό αλάτι, με τον παράγοντα «άνθρωπο» να είναι πάντα παρών. Ο φάρος εντάχθηκε στο ΕΦΔ το 1864 όταν τα Επτάνησα απελευθερώθηκαν από τους Άγγλους και ενώθηκαν με την Ελλάδα. Ο καταστρεπτικός σεισμός της 12^{ης} Αυγούστου του 1953 ισοπέδωσε το φανάρι. Η ανοικοδόμησή του ξεκίνησε το 1961, υπό την επίβλεψη του αείμνηστου συμπατριώτη μας πολιτικού μηχανικού Δημητρίου (Τάκη) Παυλάτου και έγινε σύμφωνα με το σχέδιο του 1829. Η τελετή εγκαινίων του καινούριου φάρου πραγματοποιήθηκε στις 26 Απριλίου του 1964, Κυριακή των Βαΐων. Στον πύργο του φάρου υπάρχει εντοιχισμένη μαρμαρίνη πλάκα όπου αναγράφονται τα ονόματα των δωρητών της ανοικοδόμησής του (ανακτήθηκε από <https://www.paron.gr/2020/12/12/to-fanari-ton-agon-theodoron-sto-argostoli/>). Το 2001 πραγματοποιήθηκαν στο φάρο εργασίες επισκευής και ανακαίνισης υπό την επίβλεψη του συμπατριώτη μας πολιτικού μηχανικού Χρήστου Καππάτου (προσωπική επικοινωνία). Οι εργασίες αυτές ήταν απαραίτητες εξαιτίας της εκτεταμένης διάβρωσης του φάρου από το θαλασσινό νερό.

2.3. Το «Φανάρι τ' Αργοστολιού», η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση και τα Ευρωπαϊκά προγράμματα.

Το «φανάρι τ' Αργοστολιού», ένα από τα τοπία της Κεφαλονιάς, αποτέλεσε, αποτελεί και θα αποτελεί την «αφετηρία» για την υλοποίηση ΠΣΔ από μαθητές και εκπαιδευτικούς

των σχολείων του Αργοστολίου. Ο φάρος των Αγίων Θεοδώρων βρέθηκε στο επίκεντρο ενός προγράμματος Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης και δύο Ευρωπαϊκών προγραμμάτων που υλοποίησε και υλοποιεί το σχολείο μας.

Τον Απρίλιο του 2012 ομάδα μαθητών (Ειρήνη Γκισγκίνη, Έφη Ζαπάντη, Μαρία Κυριάκου, Έλλη Μιχαηλίδου) και καθηγητών (Αγγελική Βυτινιώτη, Σπυρίδων Καββαδίας, Αγγελική Τραυλού) του 1^{ου} ΓΕΛ Αργοστολίου επισκέφτηκε το φάρο για να μετρήσει τις διαστάσεις του και να αποτυπώσει τα ξεχωριστά αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά του (εικόνα 2). Συγκεκριμένα, μετρήθηκαν:

- α) το μήκος της περιφέρειας της βάσης του κτιρίου του φάρου (σχήμα κύκλου),
- β) το μήκος της περιφέρειας του πύργου του φάρου (σχήμα κυλίνδρου),
- γ) οι κολόνες του φάρου, το ύψος τους και το μήκος της περιφέρειάς τους στη βάση και στην κορυφή, και
- δ) το ολικό ύψος του φάρου εφαρμόζοντας τη μέθοδο των «όμοιων τριγώνων» (εικόνα 3).

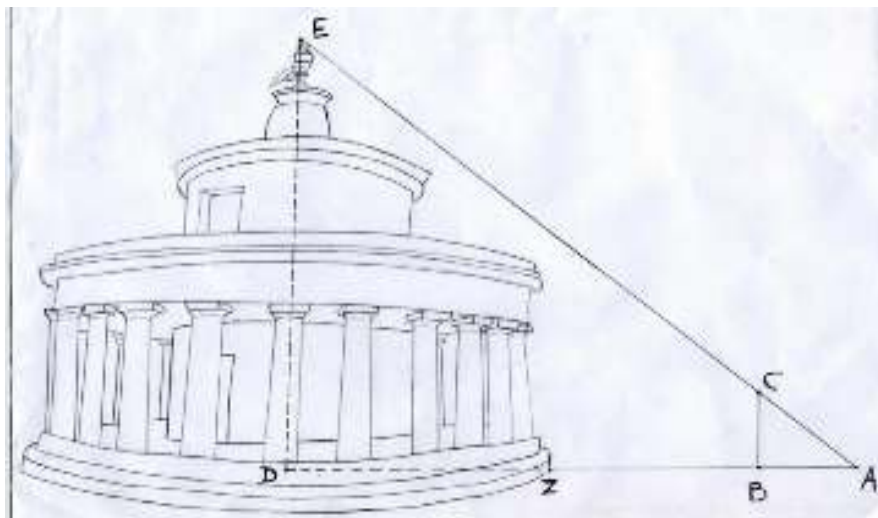


Εικόνα 2. Η ομάδα εργασίας στο «φάρο τ' Αργοστολίου» τον Απρίλιο του 2012.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων εμπεριέχονται στον πίνακα 1. Οι κατασκευαστικές λεπτομέρειες του οικοδομήματος αποτυπώθηκαν με προσοχή σε πλήθος ψηφιακών φωτογραφιών. Οι δραστηριότητες αυτές πραγματοποιήθηκαν στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού προγράμματος Comenius «Maths, science and the world» που είχε ως στόχο να αναδείξει τις εφαρμογές των μαθηματικών στην καθημερινή ζωή (αρχιτεκτονική, φυσικές επιστήμες κα). Το σχολείο μας συμμετείχε στο πρόγραμμα ως εταίρος μαζί με σχολεία από την Αγγλία, τη Γαλλία, την Ιταλία, την Πολωνία και τη Σλοβενία.

Το «φανάρι τ' Αργοστολίου» χαρακτηρίζεται από αρμονία και αρχιτεκτονική μοναδικότητα και αποτελεί κόσμημα για το νησί μας. Ο πύργος του έχει σχήμα κυλίνδρου και περιβάλλεται από 24 κολόνες. Οι κολόνες φέρουν κιονόκρανα δωρικού ρυθμού και είναι τοποθετημένες στις κορυφές ενός κανονικού εικοσιτετραγώνου (εικόνα 4). Οι κολόνες δείχνουν κυλινδρικές Όμως η ακτίνα στην κορυφή τους (21 cm) είναι κατά 1 cm μικρότερη από την ακτίνα στη

βάση τους. Η βάση του φάρου είναι ο περιγεγραμμένος κύκλος του εικοσιτετραγώνου και η διάμετρος του (8 μέτρα) είναι ίση με το ύψος του πύργου του φάρου.

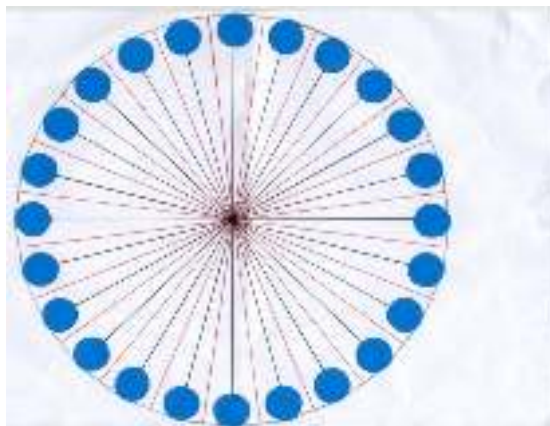


Εικόνα 3. Μέτρηση του ολικού ύψους του φάρου με τη μέθοδο των όμοιων τριγώνων. D είναι το κέντρο της βάσης του φάρου. Τα τρίγωνα ABC και ADE είναι όμοια οπότε $(DE) / (BC) = (AD) / (AB) \Rightarrow (DE) = (AD) \times (BC) / (AB)$.

N	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΠΛΗΘΟΣ	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ	ΕΜΒΑΔΟΝ
1	Περιφέρεια βάσης κτιρίου φάρου (κύκλος)		25,12 m		
2	Διάμετρος βάσης κτιρίου φάρου		8 m		
3	Βάση οικοδομήματος (κύκλος)				50,24 m ²
4	Πύργος φάρου			8 m (*)	
5	Περιφέρεια πύργου φάρου		13,55 m		
6	Διάμετρος πύργου φάρου		4,32 m		
7	Βάση πύργου φάρου (κύκλος)				14,65 m ²
8	Κολόνες	24		2,45 m	
9	Ακτίνα κολόνας (βάση)		0,22 m		
10	Ακτίνα κολόνας (κορυφή)		0,21m		

(*) Έχει συνυπολογιστεί και το ύψος του «πυργίσκου».

Πίνακας 1. Διαστάσεις του Φάρου των Αγίων Θεοδώρων.



Εικόνα 4. Κάτοψη της βάσης του φάρου. Διακρίνονται ο περιγεγραμμένος κύκλος του εικοσιτετραγώνου, οι κολόνες (μπλε χρώμα), οι διάμετροι (μαύρο χρώμα) και τα αποστήματα (κόκκινο χρώμα) (επιμέλεια Έφη Ζαπάντη).

2.4. Το «Φανάρι τ' Αργοστολίου» και η προσέγγιση STE(A)M - Η κατασκευή της μακέτας.

Οι φωτογραφίες και τα αποτελέσματα από τις μετρήσεις του 2012 αρχειοθετήθηκαν και αξιοποιήθηκαν επτά χρόνια αργότερα για να φτιαχτεί η μακέτα του φαναριού σε κλίμακα 1:25 από μια άλλη ομάδα μαθητών (Κωνσταντίνα Βασιλάτου, Αργυρώ Γερουλάνου, Ευαnthία Καραγιάννη, Αναστάσης Μουντάκης, Χρήστος Παπαδάτος, Άλκηστη Παπαδάτου, Μαρία Πολλάτου) και καθηγητών (Γεωργία Ανδρεάτου, Σπυρίδων Καββαδίας, Αγγελική Καππάτου) του 1^{ου} ΓΕΛ Αργοστολίου. Η ομάδα αυτή συμμετείχε στο διαθεματικό πρόγραμμα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης «Το λιμάνι της πόλης μου είναι ένα ζωντανό οικοσύστημα». Το πρόγραμμα ξεκίνησε κατά το σχολικό έτος 2019/20 και θα ολοκληρωθεί το 2021/22. «Πυλώνες» του προγράμματος είναι τα γνωστικά αντικείμενα του ωρολογίου σχολικού προγράμματος «Νέα Ελληνικά», «Ιστορία», «Θρησκευτικά», «Ελεύθερο σχέδιο», «Καλλιτεχνικά», «Πληροφορική», «Άλγεβρα», «Γεωμετρία», «Βιολογία» και «Φυσική». Το πρόγραμμα αυτό αποτελεί ένα από τα «εργαλεία» υλοποίησης του Ευρωπαϊκού προγράμματος KA229 Erasmus+ «People Organizing Redevelopment Technology and Sustainability» (PORTS), επίκεντρο του οποίου είναι τα οικοσυστήματα των λιμένων και η τοπική ιστορία. Το σχολείο μας συμμετέχει στο πρόγραμμα ως εταίρος μαζί με σχολεία από την Εσθονία, την Ιταλία, την Κροατία, την Κύπρο και την Πορτογαλία για τα σχολικά έτη 2019/20, 2020/2021 και 2021/22.

Για να φτιαχτεί η μακέτα χρησιμοποιήσαμε επαναχρησιμοποιούμενα και ανακυκλώσιμα υλικά:

- α) χαρτόνι από χαρτοκιβώτια συσκευασίας,
- β) 2 τεμάχια χαρτόνι «κανσόν» χρώματος καφέ και «εκρού»,
- γ) αυτοκόλλητη χαρτοταινία πλάτους 2 cm,
- δ) 24 τεμάχια σωλήνα από pvc διαμέτρου $\delta_1 = 2$ cm και μήκους 12 cm («κουβίδι ηλεκτρολόγου») («σωλήνας 1»),
- ε) 1 τεμάχιο σωλήνα από pvc διαμέτρου $\delta_2 = 16$ cm (Φ16) και μήκους 24 cm («σωλήνας 2»),
- στ) ένα χάρτινο ποτήρι,

- ζ) σχοινί πλεκτό πολυεστερικό (διαμέτρου $\delta 3 = 5 \text{ mm}$),
 η) ξυλόκολλα durostick για όλες τις συγκολλήσεις,
 η), ένα τετράγωνο τεμάχιο από φελιζόλ πάχους 7 cm και πλευράς 42 cm,
 θ) χαρτί «υγείας»,
 ι) λευκή σιλικόνη για τα ψιλοστοκαρίσματα,
 κ) πινέλα βαφής και υδατοδιαλυτές οικολογικές βαφές και αστάρι,
 λ) μολύβι γραφίτη, χάρακα, διαβήτη και μοιρογνωμόνιο για να μετρήσουμε τα μήκη, την κεντρική γωνία του 24γώνου και να αποτυπώσουμε τα σχέδια «επί χάρτου»,
 μ) ψαλίδι και χειρουργικό νυστέρι για να κόψουμε τα χαρτόνια,
 ν) ψιλό γυαλόχαρτο, και
 ξ) εξαρτήματα, πλακέτα και καλώδια για την κατασκευή του ηλεκτρονικού κυκλώματος φωτοβολίας της μακέτας του φάρου.

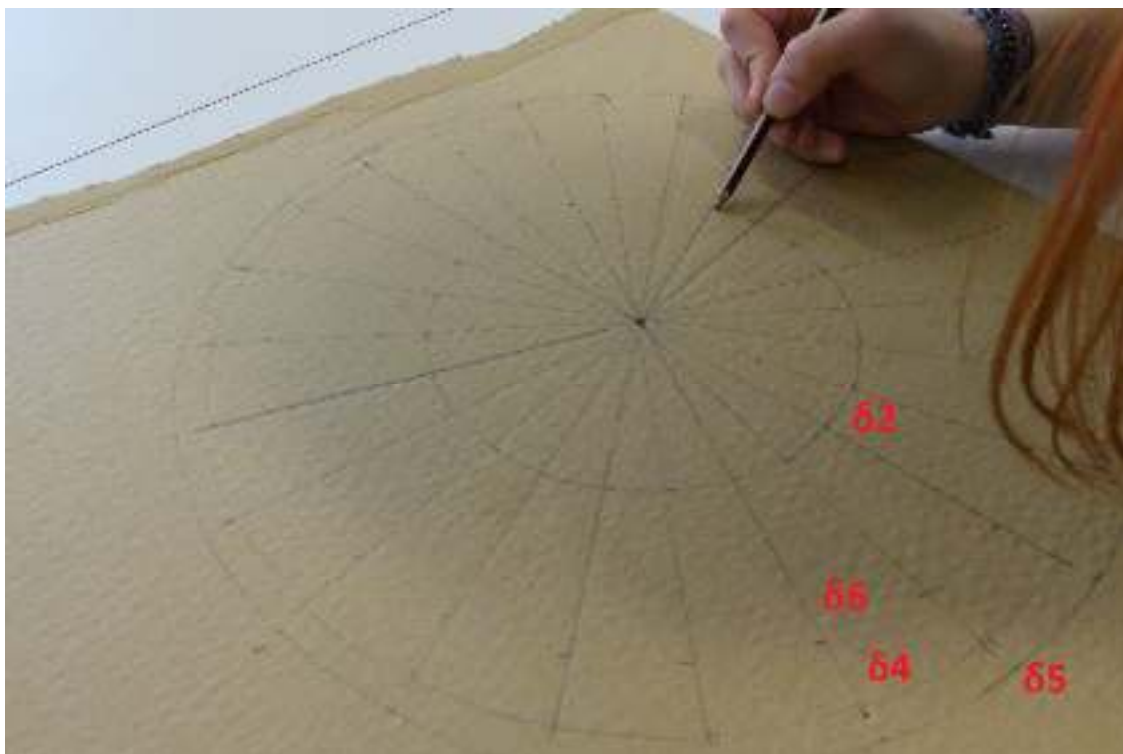
Οι διαστάσεις της μακέτας (πίνακας 2), σε κλίμακα 1:25 υπολογίστηκαν από τις πραγματικές διαστάσεις του φάρου (πίνακας 1). Αρχικά σχεδιάσαμε σε δύο χαρτόνια συσκευασίας δύο κύκλους διαμέτρου $\delta 4 = 32 \text{ cm}$ (περιγεγραμμένος κύκλος του 24γώνου). Οι δύο κύκλοι αντιστοιχούν στη βάση και στην οροφή του ισογείου του φάρου. Στο χαρτόνι της οροφής σχεδιάσαμε έναν ομόκεντρο κύκλο διαμέτρου $\delta 5 = 33 \text{ cm}$ (εικόνα 5). Σε ένα ακόμα

N	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΠΛΗΘΟΣ	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ	ΕΜΒΑΔΟΝ
1	Περιφέρεια βάσης κτιρίου φάρου (κύκλος)		25,12 m : 25 = 100 cm		
2	Διάμετρος βάσης κτιρίου φάρου		8 m : 25 = 32 cm		
3	Βάση κτιρίου φάρου (κύκλος)				0,08 m ²
4	Πύργος φάρου			8 m : 25 = 32 cm (*)	
5	Περιφέρεια πύργου φάρου		13,55 m : 25 = 54,2 cm		
6	Διάμετρος πύργου φάρου		4,32 m : 25 = 17,28 cm (**)		
7	Βάση πύργου φάρου (κύκλος)				0,02 m ²
8	Κολόνες	24		2,45 m : 25 = 9,8 cm (~ 10 cm)	
9	Διάμετρος κολόνας		0,44 m : 25 = 1,76 cm (***)		

(*) Έχει συνυπολογιστεί και το ύψος του «πυργίσκου»; (***) Χρησιμοποιήθηκε σωλήνας από PVC διαμέτρου 16 cm; (**) Χρησιμοποιήθηκε σωλήνας από PVC διαμέτρου 2 cm.

Πίνακας 2. Διαστάσεις της μακέτας του Φάρου των Αγίων Θεοδώρων σε κλίμακα 1:25.

χαρτόνι σχεδιάσαμε έναν κύκλο διαμέτρου $\delta 5 = 33 \text{ cm}$ (βάση του οικοδομήματος). Κόψαμε τους κύκλους της βάσης ($\delta 4$) και της οροφής του ισογείου ($\delta 5$), καθώς και της βάσης του οικοδομήματος ($\delta 5$). Στη συνέχεια, στη βάση και την οροφή του ισογείου, σχεδιάσαμε τις 24 ακτίνες του περιγεγραμμένου κύκλου και το 24γωνο γνωρίζοντας πως η κεντρική γωνία του ισούται με 15° (εικόνα 5). Σε κάθε κορυφή του 24γώνου σχεδιάσαμε κύκλο διαμέτρου $\delta 1 = 2 \text{ cm}$ ίση με τη διάμετρο της «κολόνας» του φάρου. Η περιφέρεια του κύκλου $\delta 1$ διέρχεται από την κορυφή του 24γώνου και το κέντρο του βρίσκεται πάνω στην ακτίνα του 24γώνου.



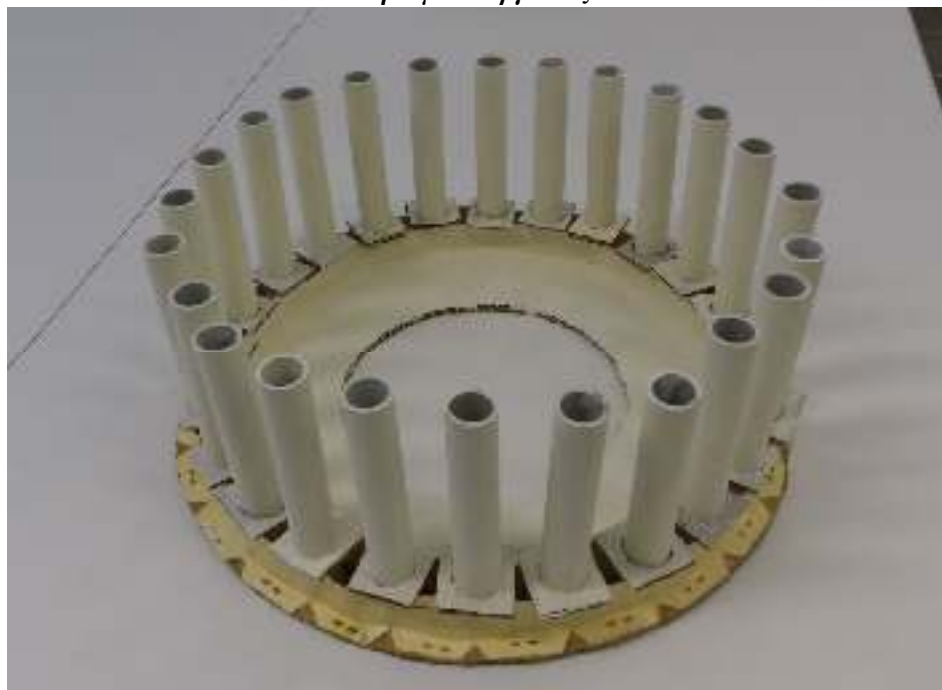
Εικόνα 5. Η οροφή του ισογείου. Διακρίνονται οι ομόκεντροι κύκλοι με διαμέτρους $\delta 2$, $\delta 4$, $\delta 5$ και $\delta 6$.

Στη βάση και την οροφή του ισογείου σχεδιάσαμε δύο ακόμα ομόκεντρος κύκλους με διάμετρο $\delta 6 = 30 \text{ cm}$ και $\delta 2 = 16 \text{ cm}$ (διάμετρος του πύργου του φάρου) (εικόνα 5). Ο εσωτερικός κύκλος διαμέτρου $\delta 2$ αποκόπηκε από την οροφή του ισογείου οπότε απόμεινε ένας «δακτύλιος» ύψους $\upsilon 1 = \delta 4 - \delta 2 = 16 \text{ cm}$ («δακτύλιος 1»). Ανάμεσα στους δύο ομόκεντρος κύκλους διαμέτρου $\delta 4$ και $\delta 6$ σχηματίζεται ένας «δακτύλιος» ύψους $\upsilon 2 = \delta 4 - \delta 6 = 2 \text{ cm}$ («δακτύλιος 2»). Στο «δακτύλιο 2» έχουμε ήδη σχεδιάσει 24 κύκλους διαμέτρου $\delta 1 = \upsilon 2$. Κόψαμε δύο κομμάτια «εκρού» χαρτόνι «κανσόν» με μήκος $\pi \times \delta 4$ και $\pi \times \delta 6$ ($\pi = 3,14$) και ύψος $2,5 \text{ cm}$. «Διπλώσαμε» με προσοχή τα $0,5 \text{ cm}$ και κολλήσαμε τα τεμάχια περιμετρικά του «δακτυλίου 2». Με τον τρόπο αυτό σχηματίσαμε το «δοκάρι» που βρίσκεται περιμετρικά της οροφής του ισογείου του φάρου, στο κάτω μέρος. Στην εξωτερική επιφάνεια του «δοκαριού» κολλήσαμε χαρτοταινία πλάτους 2 cm . Στους 24 κύκλους διαμέτρου $\delta 1$ κολλήσαμε κατακόρυφα τα 24 τεμάχια του σωλήνα 1 («κολόνες» του φάρου) και τους «περάσαμε» τα «κιονόκρανα» (εικόνες 6 και 7). Για να φτιάξουμε τα κιονόκρανα κόψαμε 24

τεμάχια από χαρτόνι συσκευασίας, διαστάσεων 2,5 x 2,5 cm με εσωτερική κυκλική οπή διαμέτρου 2 cm (εικόνες 8 και 9).



Εικόνα 6. Η οροφή του ισογείου του φάρου, ανεστραμμένη. Έχει αποκοπεί ο κύκλος δ2. Διακρίνεται το «περιμετρικό δοκάρι». Οι κολόνες με τα κιονόκρανα τοποθετούνται σιγά-σιγά από την ομάδα εργασίας.



Εικόνα 7. Η οροφή του ισογείου, ανεστραμμένη, με όλες τις κολόνες και το περιμετρικό δοκάρι.

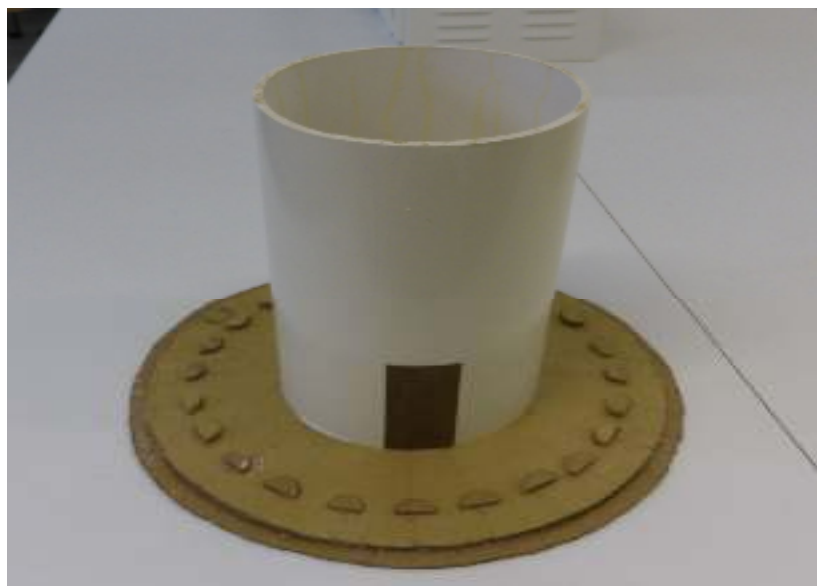


Εικόνα 8. Η ομάδα εργασίας κόβει τεμάχια από χαρτόνι 2,5 x 2,5 cm.



Εικόνα 9. Η ομάδα εργασίας σχεδιάζει και κόβει την εσωτερική οπή διαμέτρου 2 cm. Τα κινόκрана είναι έτοιμα!

Πάνω στον κύκλο της βάσης του οικοδομήματος, διαμέτρου $\delta 5$, κολλήσαμε τον κύκλο της βάσης του ισογείου, διαμέτρου $\delta 4$ ώστε τα κέντρα των δύο κύκλων να συμπίπτουν. Χρησιμοποιήσαμε τον κύκλο $\delta 5$ επειδή ο φάρος έχει στη βάση του ένα σκαλοπάτι. Στον κύκλο της βάσης του ισογείου, διαμέτρου $\delta 2$, κολλήσαμε κατακόρυφα το σωλήνα 2 («πύργος» του φάρου, ύψος 24 cm) (εικόνα 10). Περάσαμε τον «πύργο» μέσα από το «δακτύλιο 1» και κολλήσαμε τις «κολόνες» στη βάση του ισογείου. Στη συνέχεια κολλήσαμε το χάρτινο ποτήρι, κατακόρυφα και κεντρικά, στον κύκλο $\delta 2$ που κάψαμε από την οροφή του ισογείου («πυργίσκος» του φάρου, ύψος 8 cm). Καλύψαμε το άνω στόμιό του πύργου (οροφή 1^{ου} ορόφου) κολλώντας τον κύκλο διαμέτρου $\delta 2$ με τον «πυργίσκο». Κόψαμε τρία τεμάχια πλεκτό πολυεστερικό σχοινί (διαμέτρου $\delta 3$). Κολλήσαμε το ένα τεμάχιο στην οροφή του ισογείου και τα άλλα δύο στην οροφή του 1^{ου} ορόφου, περιμετρικά ως διακόσμηση (εικόνα 11).



Εικόνα 10. Ο πύργος του φάρου.



Εικόνα 11. Η οροφή του 1^{ου} ορόφου με το χάρτινο ποτήρι («πυργίσκος»). Διακρίνεται περιμετρικά το σχοινί διαμέτρου $\delta 3$.

Κόψαμε τις «πόρτες» του φάρου από καφέ χαρτόνι «κανσόν» και τις κολλήσαμε στον πύργο. Ακολούθησε, όπου ήταν απαραίτητο, «ψιλοστοκάρισμα» με σιλικόνη και «γυαλοχάρτισμα» με ψιλό γυαλόχαρτο. Η μακέτα τοποθετήθηκε πάνω σε βάση από φελιζόλ. Περιφερειακά του φάρου βρίσκονται τα «βραχάκια», τα οποία φτιάχτηκαν από χαρτοπολτό. Για να φτιάξουμε το χαρτοπολτό αναμείξαμε χαρτί «υγείας», ξυλόκολλα durostick και νερό. Τοποθετήσαμε «μάζες» χαρτοπολτού πάνω στη βάση και τις αφήσαμε να στεγνώσουν και να στερεοποιηθούν (εικόνες 12 και 13). Τα βραχάκια είναι έτοιμα!



Εικόνα 12. Η ομάδα εργασίας ετοιμάζει το χαρτοπολτό για τα βραχάκια.



Εικόνα 13. Η ομάδα εργασίας τοποθετεί τα «βραχάκια» πάνω στη βάση της μακέτας.

Το επόμενο βήμα ήταν η βαφή της μακέτας, στο φάρο, στη βάση και στα «βραχάκια». Προκειμένου να φτιάξουμε τα χρώματα βαφής για το φάρο και τα βραχάκια, επισκεφτήκαμε το φάρο και τον φωτογράφησαμε ώστε να φτιάξουμε την ακριβή απόχρωση. Πριν βάψουμε τα χαρτόνια και τη βάση, τα «περάσαμε» με durostick διαλυμένη σε νερό ώστε να «κλείσουν» οι πόροι τους. Στις πλευρές της βάσης ζωγραφίσαμε τα κύματα της θάλασσας. Πριν βάψουμε τους σωλήνες από pvc τους περάσαμε με αστάρι. Ακολούθησε η ακρυλική βαφή (2 χέρια). Τέλος, «περάσαμε» όλη τη μακέτα με ένα «χέρι» durostick διαλυμένη σε νερό ώστε αυτή να γυαλίσει! (εικόνες 14, 15, 16, 17).



Εικόνα 14. Η μακέτα και η βάση της έτοιμες για βαφή.



Εικόνα 15. Διακρίνονται τα «κύματα» στις πλευρές της βάσης της μακέτας. Σιγά – σιγά ολοκληρώνεται και το βάψιμο στα βραχάκια.



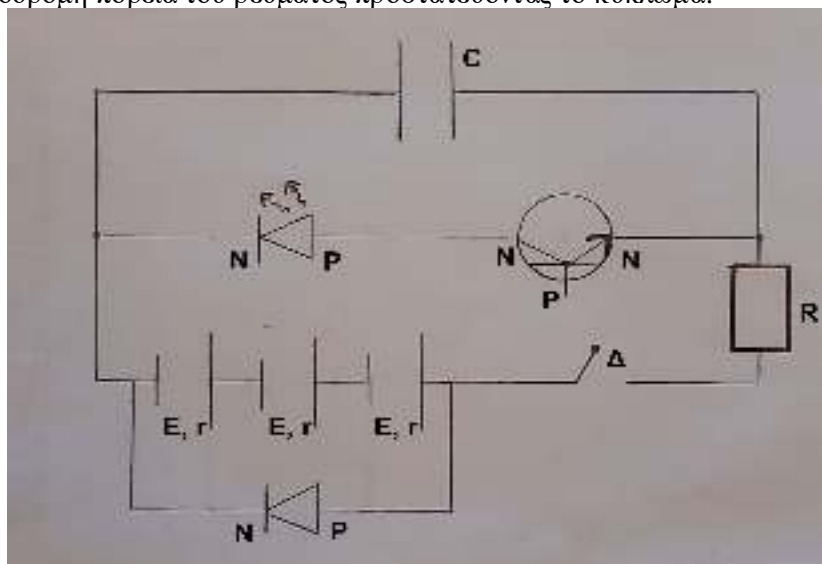
Εικόνα 16. Τα κιονόκрана βάφονται σε χρώμα λευκό.



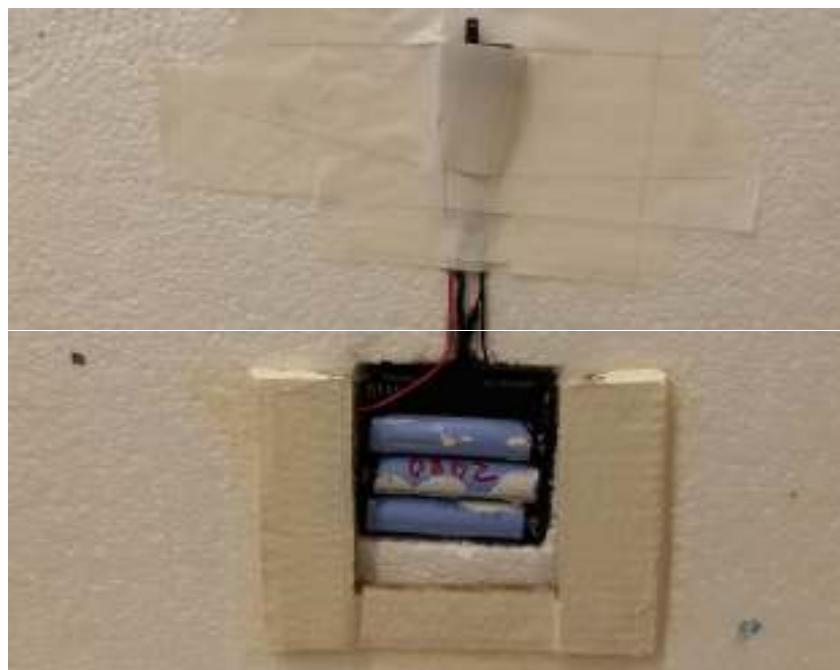
Εικόνα 17. Η μακέτα ολοκληρωμένη στο Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών του σχολείου μας (<https://youtu.be/9Zm8ZGcHh4s>).

Η μακέτα διαθέτει ηλεκτρονικό κύκλωμα τροφοδοσίας που δίνει τη δυνατότητα στο φάρο να φωτοβολεί περιοδικά. Το κύκλωμα περιλαμβάνει πλακέτα με πυκνωτή χωρητικότητας $C = 1500 \mu\text{F}$, κρυσταλλοτρίοδο (transistor, PNP), αντίσταση άνθρακα $R = 10 \text{ K}\Omega$, κρυσταλλοδίοδο (PN), τρεις μπαταρίες λιθίου (ηλεκτρεγερτικής δύναμης E , εσωτερικής αντίστασης r) ολικής τάσης 11 V , λαμπάκι led λευκού φωτός (PN) και διακόπτη Δ (εικόνες

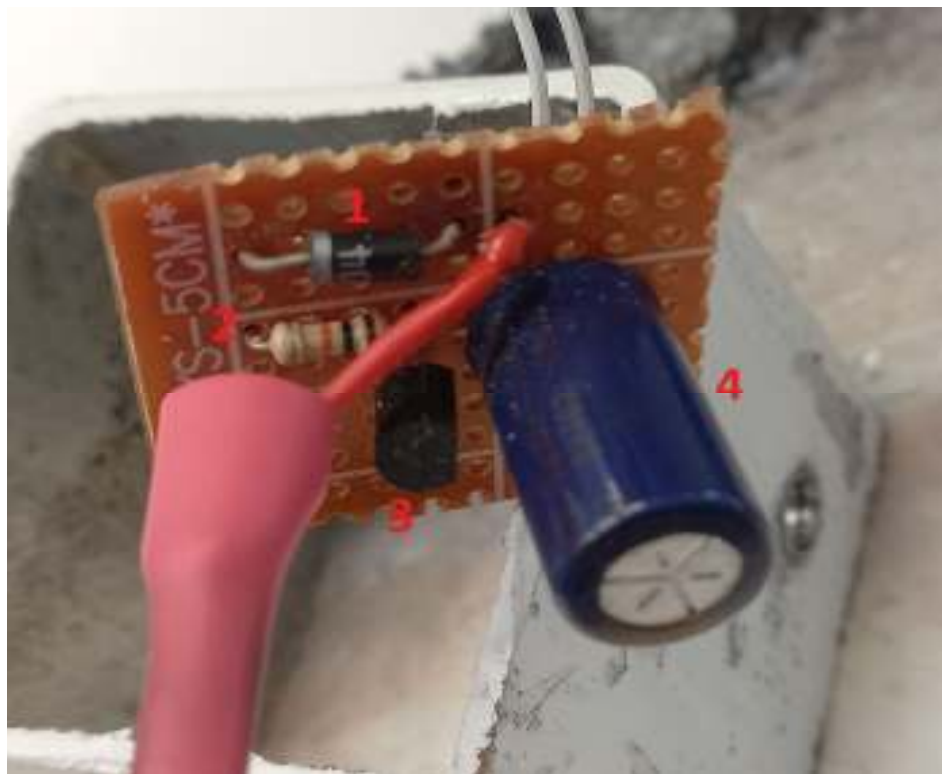
18, 19, 20, 21). Οι μπαταρίες είναι τοποθετημένες στο κάτω μέρος της βάσης του φάρου και η πλακέτα στο εσωτερικό του πύργου. Ο πυκνωτής είναι σε παράλληλη σύνδεση με την κρυσταλλοτρίοδο και το led. Κλείνοντας το διακόπτη του κυκλώματος, ο πυκνωτής φορτίζεται από τις μπαταρίες και όταν η ενέργειά του φτάσει σε μια συγκεκριμένη τιμή, η κρυσταλλοτρίοδος, λειτουργώντας με τη σειρά της ως «διακόπτης», επιτρέπει την εκφόρτιση του πυκνωτή και τη στιγμιαία φωτοβολία του led. Ο πυκνωτής φορτίζεται εκ νέου, η διαδικασία επαναλαμβάνεται και το led φωτοβολεί περιοδικά. Η κρυσταλλοτρίοδος επιτρέπει τη μονόδρομη πορεία του ρεύματος προστατεύοντας το κύκλωμα.



Εικόνα 18. Σκαρίφημα του κυκλώματος φωτοβολίας της μακέτας (επιμέλεια Μαρία Πολλάτου).



Εικόνα 19. Οι τρεις μπαταρίες λιθίου στη βάση της μακέτας. Στο επάνω μέρος ο διακόπτης.



Εικόνα 20. Η πλακέτα του ηλεκτρονικού κυκλώματος τροφοδοσίας της μακέτας. Διακρίνονται η κρυσταλλοδίοδος (1), ο αντιστάτης (2), η κρυσταλλοτρίοδος (3) και ο ποικνωτής (4).



Εικόνα 21. Το led λευκού φωτός στην οροφή του «πυργίσκου» της μακέτας.

Συζήτηση

3.1. Το «Φανάρι τ' Αργοστολιού» και η Εκπαίδευση για την Αειφορία.

Οι ομάδες εργασίας των μαθητών και των καθηγητών του σχολείου μας που συμμετέχουν στα Εθνικά Προγράμματα Σχολικών Δραστηριοτήτων και στα Ευρωπαϊκά προγράμματα (Comenius, Erasmus+) εργάζονται στο σχολικό εργαστήριο και στο πεδίο με υπομονή, επιμονή, μεθοδικότητα και «πνεύμα συνεργασίας» ακολουθώντας τα «βήματα» της «διερευνητικής μάθησης» (Inquiry-based learning) (ανακτήθηκε από https://www.youtube.com/watch?v=ICi2o0VfPl8&list=RDCMUCrQXHMivXAgxd2sOgYYtV9w&start_radio=1&rv=ICi2o0VfPl8&t=91; ανακτήθηκε από <https://www.youtube.com/watch?v=IOWn6DZrQ40>). Προηγείται ο προσανατολισμός/στοχοθεσία, ο διαχωρισμός σε ομάδες, ο καταμερισμός ρόλων και αρμοδιοτήτων στις ομάδες και η σύνταξη χρονοδιαγράμματος ερευνητικών δραστηριοτήτων. Ακολουθούν οι δραστηριότητες, που προχωρούν «βήμα – βήμα», αξιοποιούνται οι προγενέστερες γνώσεις και εμπειρίες (Καββαδίας, 2016) και η ανατροφοδότηση είναι συνεχής. Ο κύκλος ολοκληρώνεται με την ανάλυση και ερμηνεία των αποτελεσμάτων, την παραγωγή των τελικών προϊόντων και την εξαγωγή των συμπερασμάτων.

Τα Εθνικά Προγράμματα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης και τα Ευρωπαϊκά προγράμματα (Comenius, Erasmus+) δίνουν τη δυνατότητα σε μαθητές και εκπαιδευτικούς να εργαστούν σε κοινές ομάδες, να ανταλλάξουν ιδέες και απόψεις, να ανακαλύψουν και να αξιοποιήσουν δεξιότητες, να αποκτήσουν νέες εμπειρίες, να μοιραστούν ενδιαφέροντα, να δημιουργήσουν νέες φιλίες και να γνωρίσουν την τοπική ιστορία, τον πολιτισμό και τα «τοπόσημα» από κοντά. Η ενασχόλησή μας με το «Φανάρι τ' Αργοστολιού» μας έφερε πιο κοντά σε αυτό και την ιστορία του. Ανακαλύψαμε λεπτομέρειες του αρχιτεκτονικού σχεδίου που εκπόνησε ο JP Kennedy το 1829 τις οποίες δε γνωρίζαμε! Αξιοποιήσαμε αλλά και εμπλουτίσαμε τις καλλιτεχνικές μας δεξιότητες σχετικά με τη λήψη ψηφιακών φωτογραφιών και την περαιτέρω επεξεργασία τους, τη χάραξη σχεδίων «επί χάρτου», την παρασκευή χαρτοπολτού, την παρασκευή βαφής και τη βαφή σε χαρτόνια και PVC. Συνειδητοποιήσαμε την «αξία» φθηνών υλικών καθημερινής χρήσης, όπως χαρτόνια συσκευασίας και σωλήνες PVC, ως πρώτες ύλες για καλλιτεχνικές δημιουργίες. Εξοικειωθήκαμε με τη χρήση αρχιτεκτονικών όρων και τη μέτρηση διαστάσεων κτιρίων. Εφαρμόσαμε στην πράξη τις θεωρητικές γνώσεις της άλγεβρας, της γεωμετρίας και της φυσικής που αποκτήσαμε στη σχολική τάξη για να κατασκευάσουμε μια μακέτα, να καταλάβουμε πως λειτουργεί ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα που εξασφαλίζει περιοδική φωτοβολία και να μπορούμε να αναγνωρίζουμε τα επιμέρους εξαρτήματά του. Εμπλουτίσαμε τις γνώσεις μας στη χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Το σημαντικότερο, πιστεύουμε, επίτευγμα είναι πως ενσωματώσαμε την Τέχνη (Art) στην εκπαίδευση STEM (STE(A)M) και καταφέραμε να «ανεβούμε» στο «επίπεδο της κατασκευής». Συνδυάσαμε τα δεδομένα από τις μετρήσεις των διαστάσεων του φάρου με τις μαθηματικές, φυσικές και καλλιτεχνικές μας γνώσεις και δεξιότητες και προχωρήσαμε στο σχεδιασμό και την κατασκευή της μακέτας του φάρου «υπό κλίμακα» από απλά, φθηνά, ανακυκλώσιμα και επαναχρησιμοποιούμενα υλικά. Η μακέτα του «Φαναριού τ' Αργοστολιού» αποτελεί σημείο συνάντησης της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης και της εκπαίδευσης STE(A)M. Η μακέτα είναι ένα έργο τέχνης (<https://youtu.be/9Zm8ZGcHh4s>) και κατέχει ξεχωριστή θέση στο εργαστήριο φυσικών επιστημών του σχολείου μας!

Η Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη (Education for Sustainable Development, ESD) αποσκοπεί στην προώθηση και εφαρμογή της έννοιας της Αειφόρου Ανάπτυξης στην

καθημερινότητα των ανθρώπων (Earnstman και Wals, 2013). Η Καλλιτεχνική Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη (Art Education for Sustainable Development, AESD) είναι μια ιδέα που επινοήθηκε με σκοπό να φέρει τα περιβαλλοντικά προβλήματα στην ημερήσια διάταξη (Hleris, 2012). Όταν οι τέχνες εξερευνούνται και βιώνονται σε σχέση με το φυσικό περιβάλλον, διαμορφώνεται ένα γόνιμο έδαφος στο οποίο μπορούν να αναπτυχθούν οι «σπόροι» μιας βαθιάς περιβαλλοντικής συνείδησης (Vasko, 2015). Οι μαθητές μας, αξιοποιώντας τις καλλιτεχνικές τους δεξιότητες, σχεδίασαν και κατασκεύασαν μια μακέτα «έργο τέχνης» και «πιστό αντίγραφο» του «φαναριού τ' Αργοστολίου» ακολουθώντας μια πορεία βιωματικής μάθησης στο σχολικό εργαστήριο και στο πεδίο. Χρησιμοποίησαν απλά, φθηνά, ανακυκλώσιμα και επαναχρησιμοποιούμενα υλικά και συνειδητοποίησαν πως «τίποτα δεν πρέπει να πηγαίνει χαμένο». Είχαν την ευκαιρία να γνωρίσουν την ιστορία του φάρου, καθώς και λεπτομέρειες της κατασκευής του. Το έντονο ενδιαφέρον, η όρεξη και το «μεράκι» που έδειξαν οι μαθητές για τις μετρήσεις στο φάρο και την κατασκευή της μακέτας μας οδηγούν να συμπεράνουμε με βεβαιότητα πως ενδυναμώθηκε ο σεβασμός και ισχυροποιήθηκε ο δεσμός τους με τοπόσημο, την τοπική ιστορία, το περιβάλλον και τον πολιτισμό. Η συμμετοχή στο διαθεματικό Πρόγραμμα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης «Το λιμάνι της πόλης μου είναι ένα ζωντανό οικοσύστημα» βοήθησε στο να ενδυναμωθεί η πολιτιστική, περιβαλλοντική και οικολογική συνείδηση των μαθητών, γεγονός που συμβάλλει περαιτέρω στη διαμόρφωση μιας κουλτούρας πολιτιστικής και περιβαλλοντικής αειφορίας στην καθημερινή ζωή.

Πολλά, λοιπόν, είναι τα οφέλη που μπορεί να αποκομίσει κανείς από ένα διαθεματικό Πρόγραμμα Σχολικών Δραστηριοτήτων, από ένα πρόγραμμα Erasmus+, από την εκπαίδευση STE(A)M αλλά και γενικότερα, από την Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη. Πρωταρχικό κριτήριο για το σχεδιασμό τέτοιων προγραμμάτων είναι και πρέπει να αποτελεί η διαθεματικότητα/διεπιστημονικότητα. Η αξιοποίηση των φυσικών επιστημών (Science), της τεχνολογίας (Technology), της μηχανικής (Engineering), της τέχνης (Art) και των μαθηματικών (Mathematics) (STE(A)M) είναι προς όφελος της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης. Η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση συμπορεύτηκε με τα STE(A)M στο «Φανάρι τ' Αργοστολίου» και συνέβαλλαν στην ανάδειξη της μεγάλης σημασίας της Εκπαίδευσης για την Αειφόρο Ανάπτυξη προς όφελος του ανθρώπου. Το τελικό αποτέλεσμα μας ικανοποιεί ηθικά, μας σπλίζει με αισιοδοξία και μας ενθαρρύνει να προχωρήσουμε στη διάχυση των αποτελεσμάτων και στη θέσπιση νέων στόχων έχοντας πάντα υπόψη πως η εκπαιδευτική διαδικασία είναι αειφόρος και πως τα αποτελέσματα πρέπει να φτάνουν και να αξιοποιούνται από όλη την ανθρωπότητα.

Ευχαριστίες

Είναι υποχρέωση για μένα να ευχαριστήσω τους συναδέλφους καθηγητές από το 1^ο Γενικό Λύκειο Αργοστολίου, τις κυρίες Ανδρεάτου Γεωργία και Τραυλού Αγγελική (Φιλολόγους ΠΕ02) για τη φιλολογική επιμέλεια της εργασίας, την κυρία Καμπάτου Αγγελική (Μαθηματικό ΠΕ03) για την πολύτιμη βοήθεια στο σχεδιασμό της μακέτας, τον κύριο Πατρίκιο Διονύσιο (Φυσικό ΠΕ04.01) για τις εύστοχες παρατηρήσεις και υποδείξεις για την κατασκευή του ηλεκτρονικού κυκλώματος φωτοβολίας της μακέτας και τις κυρίες Βυτινιώτη Αγγελική και Μπαλαρά Γεωργία (Αγγλικής φιλολογίας, ΠΕ06) για τις μεταφράσεις. Ευχαριστώ, επίσης, το κατάστημα κατασκευής και πώλησης τηλεκατευθυνόμενων μοντέλων «Μαϊτζέβελο» (Αγνής Μεταξά 1, 28100 Αργοστόλι, <https://www.facebook.com/%CE%9C%CE%B1%CF%8A%CF%84%CE%B6%CE%AD%C>)

E%20CE%B5%CE%BB%CE%BF-Maitzevelo-486603974772620/) για την πολύτιμη βοήθεια στην κατασκευή του ηλεκτρονικού κυκλώματος φωτοβολίας της μακέτας.

Βιβλιογραφία

1. Earnstman, N. and Wals, A. E. J., 2013. Locative Meaning-making: An Arts-based Approach to Learning for Sustainable Development. *Sustainability*, 5, 1645 – 1660.
2. Illeris, H., (2012). Nordic contemporary art education and the environment: Constructing an epistemological platform for Art Education for Sustainable Development (AESD). *Nordic Journal of Art and Research*, 1 (2), 77 – 93.
3. Καββαδίας, Σ., (2016); Ένα υδάτινο οικοσύστημα, μια διαθεματική προσέγγιση με τη μέθοδο project και ένα πρόγραμμα eTwinning, 3ο Πανελλήνιο Συνέδριο eTwinning. «Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας, της Επικοινωνίας και της ανοικτότητας στα συνεργατικά σχολικά προγράμματα», Πάτρα, πρακτικά, σελίδες 175 – 186.
4. Κούσουλας, Γ., (2008). Προσέγγιση στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. Ανακτήθηκε στις 29 Ιουνίου 2021 από τη διεύθυνση <https://www.ekke.gr/projects/estia/Inteduc/KousoulasEnvEduApr.pdf> .
5. Μουστακάς, Λ., Φωκιαλή, Π. και Αναστασάτος, Ν. (2006). Πρόγραμμα περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης με τη μέθοδο project με θέμα «Ενέργεια και Περιβάλλον». Πρακτικά 2^{ου} Συνεδρίου Σχολικών Προγραμμάτων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, Αθήνα, σελίδες 1370 – 1379.
6. Σταμάτης Π. και Χουρδάκης, Γ. (2010). Αξιοποίηση της μεθόδου Project στη διαμόρφωση περιβαλλοντικών γνώσεων των μαθητών της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης. Μια μελέτη περίπτωσης με την υλοποίηση Σ.Π.Π.Ε. στο πλαίσιο της εφαρμογής της Ευέλικτης Ζώνης. Πρακτικά του Ελληνικού Ινστιτούτου Εφαρμοσμένης Παιδαγωγικής και Εκπαίδευσης (ΕΛΛ.Ι.Ε.Π.Ε.Κ.), 5^ο Πανελλήνιο Συνέδριο με θέμα «Μαθαίνω πώς να μαθαίνω», Αθήνα, σελίδες 1 – 6.
7. Χρυσafiδης, Κ. (2012). Περιβαλλοντική εκπαίδευση και μέθοδος project Ανακτήθηκε στις 22 Σεπτεμβρίου 2016 από τη διεύθυνση <http://www.kpefilippiadas.gr/index.php/2012-11-10-22-23-36/2012-11-10-22-23-54/eisigiseis-apo-seminaria-kpe-filippiadas/vasika-simeia-eisigisis-perivallontiki-ekpaidefsi-kai-methodos-project-k-xrysafidis> .
8. Ψαθά, Φ., (2019). Καινοτόμα Προγράμματα Σχολικών Δραστηριοτήτων: διερεύνηση των απόψεων των εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης, 5^ο Διεθνές Συνέδριο για την Προώθηση της Εκπαιδευτικής Καινοτομίας, Λάρισα, σελίδες 884 – 901.
9. Vasko, Z., (2015). Connections between Artistic Practice and Experiences in Nature: Considerations for how Art Education Can Engender Ecological Awareness. *Canadian Review of Art Education*, 42(2), 69 – 79.

*Το copyright των φωτογραφιών και των σχημάτων ανήκει στον συγγραφέα.

Ρομπότ αυτοκινητάκι ως εργαστηριακό εργαλείο φυσικής (physics-stem-robot-fun)

Κουράκης Νεκτάριος, Φυσικός, ΕΠΑ.Α. Κισάμου – Γ.Ε.Α. Βάμου
[nektarios.25ma\[a\]gmail.com](mailto:nektarios.25ma[a]gmail.com)

(Έπαινος 11^{ον} Πανελλήνιων Αγώνων Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών)

Περίληψη

Έξυπνο αυτοκινητάκι που μεταδίδει δεδομένα ταχύτητας ασύρματα live με κατασκευή γραφικής παράστασης.

(Το έργο αυτό αποτελεί δική μου πρωτότυπη σύλληψη και δημιουργία).

Abstract

Smart car that transmits speed data wirelessly live with graph construction.
(This work is my original conception and creation)

Εισαγωγή

Βλέποντας το φτωχό πειραματικό μας υπόβαθρο στον τομέα των κινήσεων ως καθηγητής Φυσικός θέλησα να εκμεταλλευτώ το ελεύθερο λογισμικό (arduino ide στο αυτοκινητάκι και processing ide ως γραφικό περιβάλλον στο pc ή laptop), κάνοντας μια κατασκευή με αμέτρητες δυνατότητες επέκτασης. Η αρχική ιδέα είναι ένα αυτόνομο αυτοκινητάκι που μεταδίδει ασύρματα στροφές ανά λεπτό τροχού(RPM) και **ταχύτητα** κάνοντας γραφική παράσταση στο PC μας. Αυτόνομο σημαίνει είτε ότι αποφεύγει εμπόδια είτε ότι ακολουθεί από μόνο του μία γραμμή αλλά ταυτόχρονα μεταδίδει δεδομένα. Η αρχική αυτή ιδέα υλοποιήθηκε. Όμως...

Όμως προχώρησα σε αναβάθμιση του λογισμικού προσθέτοντας ξεκάθαρες επιλογές στο λογισμικό του αυτοκινήτου – ρομπότ με βάση το αναλυτικό πρόγραμμα φυσικής του λυκείου. Δηλαδή από Α' λυκείου ευθύγραμμη: 1) ομαλή κίνηση 2) επιταχυνόμενη και 3) επιβραδυνόμενη, από Β' λυκείου ομαλή κυκλική κίνηση και από Γ' λυκείου κύλιση χωρίς ολίσθηση. Πιθανόν αργότερα να προσθέσω και άλλες επιλογές.

Το έργο αυτό έχει μπει στο εργαστηριακό μου μάθημα από το 2019 με μεγάλη επιτυχία – ανταπόκριση από τους μαθητές καθώς και έχει ήδη παρουσιαστεί στην διαδικτυακή ημερίδα "Διδακτικών Πρακτικών στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών" σε σχολεία της Δ.Ε. της Κρήτης την Κυριακή 1 Νοεμβρίου 2020 (<https://ekfechanion.eu/el/drasthriothtes/synedria-hmerides/item/696-didaktikes-praktikes.html> και <https://sciencecrete.school.blog/>) με αποτέλεσμα την εκδήλωση επιθυμίας παραγγελίας ρομπότ από τους συναδέλφους των Ε.Κ.Φ.Ε. Η πρώτη δημοσίευση μου ήταν Ιανουάριο του 2019 στο github: <https://github.com/nektarios25ma/GEL-SOUDAS2> .

Ένα σύντομο βίντεο παρουσίασης [εδώ](#) .

Περιγραφή

Ο τρόπος ελέγχου του ρομπότ είναι ασύρματος με τρεις τρόπους:

1) IR -υπέρυθρο control

2)εφαρμογή app για bluetooth έλεγχο από το κινητό μας τηλέφωνο και

3)απομακρυσμένος έλεγχος από οποιοδήποτε σημείου του κόσμου με εφαρμογή app smartphone android.

Απαραίτητη η διασύνδεση στο internet. Σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε ο έλεγχος γινόταν από το κινητό τηλέφωνο των μαθητών - που έδωσα την εφαρμογή - η οποία χρησιμοποιήθηκε την περίοδο της καραντίνας με live online μετάδοση βίντεο του πειράματος για να “νιώσουν” συμμετοχή στο πείραμα.Οι εφαρμογές είναι δικής μου αποκλειστικά δημιουργίας.



Επιπρόσθετες και αναγκαίες πληροφορίες-μερικά από τα πειράματα ανάλογα των οποίων έχω πραγματοποιήσει στην τάξη.

Α' λυκείου

Η πρώτη παρουσίαση αποτελεί μια ευθύγραμμη κίνηση με:

- 1) βίντεο
- 2) γραφική παράσταση
- 3) βίντεο εξέλιξης γραφικής παράστασης
- 4) φύλλο εργασίας

1) Video που δείχνει το robot σε ευθύγραμμη κίνηση:

<https://www.youtube.com/watch?v=CC06XV-gWd0>

2) Μεγέθυνση της παρακάτω εικόνας απαιτείται (στους μαθητές δίνεται ως ξεχωριστό αρχείο)



3) https://www.youtube.com/watch?v=W0GCI6KTO_A

(βίντεο εξέλιξης γραφικής παράστασης-γρήγορη προβολή)

4) Φύλλο εργασίας - Οδηγίες

Εργαστηριακή άσκηση Φυσικής – Εύρεση μετατόπισης

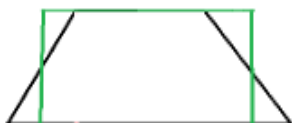
A) Βρείτε την μετατόπιση του ρομπότ(συνολική)

Θυμίζω:

Στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση ο τύπος της μετατόπισης είναι: $\Delta x = v \cdot \Delta t$

Στην περίπτωση που δίνεται η γραφική παράσταση ταχύτητας - χρόνου, από το εμβαδό στο αντίστοιχο χρονικό διάστημα βρίσκουμε την αντίστοιχη μετατόπιση.

Εδώ στην γραφική παράσταση που βλέπετε εφόσον η σταθερή ταχύτητα σε m/min δεν επετεύχθη άμεσα την απόσταση θα την υπολογίσετε είτε από το εμβαδό του τραπεζίου, είτε από το εμβαδό του ορθογωνίου που ταιριάζει πιο πολύ στο σχήμα μας π.χ.: του πράσινου ορθογωνίου.

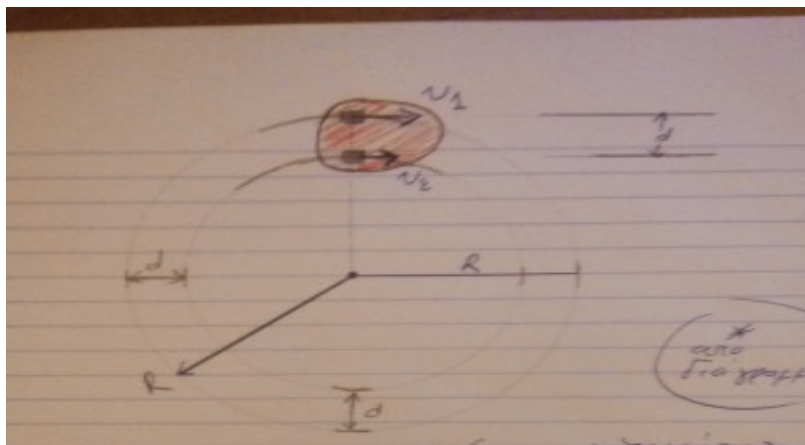


Στην επόμενη σελίδα δείχνω την απόσταση που μέτρησα στο πάτωμα μαρκάροντας την αρχή και το τέλος της μετατόπισης του ρομπότ, έτσι το δεύτερο μέρος της άσκησης είναι :

Β) Βρείτε το ποσοστό λάθους κατά απόλυτη τιμή* στον υπολογισμό της μετατόπισης:
 (Τιμή μετροταινίας-Τιμή από εμβαδό / Τιμή μετροταινίας)*100%

Γ) Την επιτάχυνση και την επιβράδυνση στην αρχή και στο τέλος της κίνησης. Παρατηρήστε - ίσως μεγαθύνετε - την γραφική παράσταση για να δείτε το Δt (χρονικό διάστημα) μεταβολής ταχύτητας. Επίσης θυμίζω ότι $a = \Delta v / \Delta t$ και εδώ υπολογίζουμε μέσες τιμές.
 Δίνεται: η απόσταση (μετροταινία) στο πάτωμα είναι *2,47m.

Άσκηση Φυσικής Β' Λυκείου: Κυκλικής κίνησης (~ομαλής)



Μελετώντας και παρατηρώντας: 1) το video, 2) την γραφική παράσταση όπου η κόκκινη γραμμή μας δείχνει την ταχύτητα του εξωτερικού τροχού και η μαύρη του εσωτερικού, βρείτε:

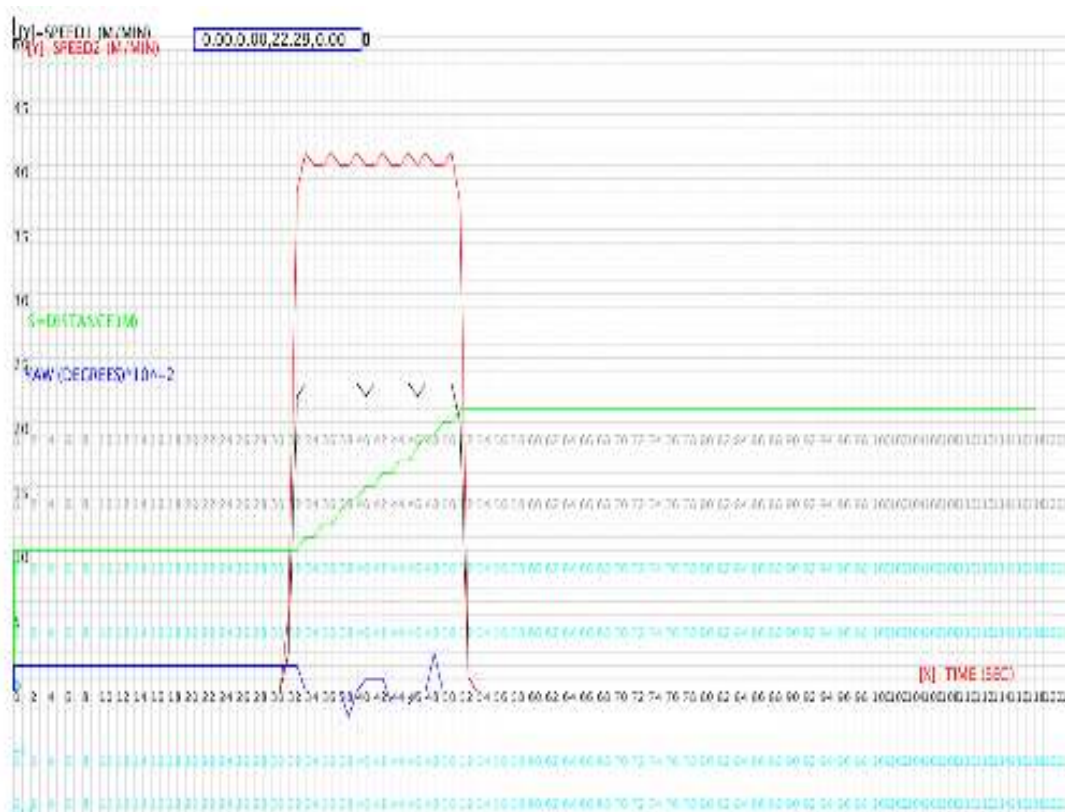
- α) την ακτίνα του κύκλου που διαγράφει ο εξωτερικός τροχός
- β) την συχνότητα και περίοδο κίνησης
- γ) την γωνιακή ταχύτητα
- δ) τον αριθμό περιστροφών N (με υπολογισμό. Επιβεβαιώνοντας το αποτέλεσμα από το βίντεο, βρείτε το ποσοστό λάθους).

Επίσης εφόσον μέτρησα την διαγώνιο* σε 67,5cm βρείτε το ποσοστό λάθους.

Δίνεται μέση απόσταση τροχών $d=14\text{cm}$ και απόσταση που μέτρησα στο πάτωμα* $2R=67,5\text{cm}$

1) Βίντεο που δείχνει το ρομπότ στην κυκλική κίνηση:

<https://www.youtube.com/watch?v=X9dvAXfDiUA>



Η:



(live η εξέλιξη της γραφικής παράστασης:

<https://www.youtube.com/watch?v=bYBVKv8FdEE>

Άσκηση Φυσικής Γ' Λυκείου: Κύλιση χωρίς ολίσθηση

Δίνονται: 1) γραφική παράσταση, 2) video και 3) το παρόν έγγραφο, επίσης η ακτίνα του τροχού είναι $\sim 0,0331\text{m}$ ή $3,31\text{cm}$. Προσέξτε τις μονάδες μέτρησης (αναγράφονται πάνω στους άξονες). Έξτρα video με την εξέλιξη της γραφικής παράστασης δίνεται, όμως δεν είναι απαραίτητο όσον αφορά τα παρακάτω ζητούμενα.

i)

A) Να βρείτε την γραμμική και γωνιακή ταχύτητα του τροχού στο S.I. στο χρονικό διάστημα 30-33 sec (κάντε γραφική παράσταση $\omega-t$ στο 28-35 sec χρονικό διάστημα).

B) Να βρείτε την γραμμική (κέντρου μάζας τροχού- cm) και γωνιακή επιτάχυνση-επιβράδυνση του τροχού στο S.I. στο χρονικό διάστημα 28-30 sec και 33-35 sec (μέση τιμή).

Γ) Να βρείτε την γραμμική και γωνιακή μετατόπιση του ρομπότ στο χρονικό διάστημα 28-35 sec, όπως επίσης και τον αριθμό στροφών των τροχών αντίστοιχα.

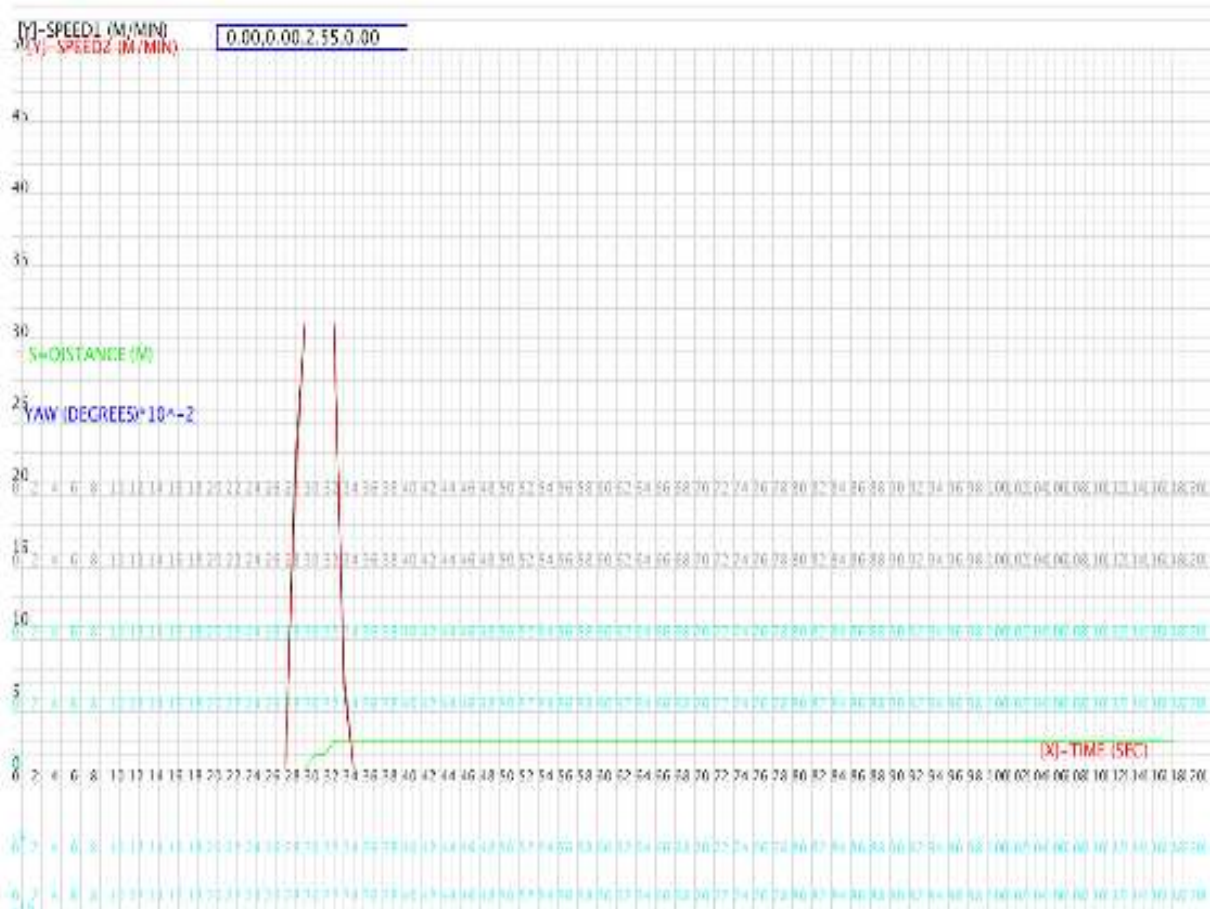
Στα επόμενα δείχνω την απόσταση που μέτρησα στο πάτωμα μαρκάροντας την αρχή και το τέλος της μετατόπισης του ρομπότ, έτσι το δεύτερο μέρος της άσκησης είναι

ii) Βρείτε το ποσοστό λάθους κατα απόλυτη τιμή στον υπολογισμό της μετατόπισης * .

(Τμή μετροταινίας-Τμή από εμβασμό / Τιμή μετροταινίας)*100%

Δίνεται: η απόσταση (μετροταινία) στο πάτωμα είναι $\sim 2,47\text{m}$.

1) Μπορείτε να μεγεθύνετε ή να ελαχιστοποιήσετε την εικόνα της γραφικής παράστασης(για να φανεί και η υπόλοιπη)



2) Βίντεο κίνησης ρομπότ: <https://www.youtube.com/watch?v=CC06XV-gWd0>

Έξτρα video με την εξέλιξη της γραφικής παράστασης:

https://www.youtube.com/watch?v=W0GCI6KTO_A

Το project είναι υπό εξέλιξη, γι αυτό με το ανάλογο feedback από τους συναδέλφους που θα δουλέψουν με τα ρομπότ που φτιάχνω, θα βελτιώσουμε τα φύλλα εργασίας (μιας και ως τώρα το τεχνικό μέρος έχει απορροφήσει το μεγαλύτερο δυναμικό μου).
ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ!

*Το copyright των φωτογραφιών και των σχημάτων ανήκει στον συγγραφέα.

Σταθεροποίηση ενός περιστρεφόμενου αντικειμένου χρησιμοποιώντας την αρχή διατήρησης της στροφορμής

Μαθητές: Αναγνωστοπούλου Δήμητρα, Βλέσσα Ασπασία, Γιαμπανάς Οδυσσέας, Γουέι Τζόσουα, Δουλογέρη Βίκυ, Πουρνάρα Σαββίνα, Θεοδωροπούλου Δωροθέα, Καλοντά Μαρίζα, Λεωνίδα Ευγενία, Μαρτινέγκος Νίκος, Νάμπα Αλέξανδρος, Νέλλα Σοφία, Τζιμογιάννη Σόνια, Τοράκη Μαριαλένα, Τσιτσάρα Μαρία, Χανιώτης Ανδρέας, Φατούρου Ιωάννα
26^ο ΓΕΛ Αθηνών – Μαράσειο

Υπεύθυνος καθηγητής:

Λάζος Παναγιώτης, Φυσικός, Υπεύθυνος Ε.Κ.Φ.Ε. Ηλιούπολης
[taklazos\[a\]gmail.com](mailto:taklazos[a]gmail.com)

(Επαινος 11^ον Πανελλήνιων Αγώνων Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών)

Περίληψη

Η παρούσα εργασία αφορά τον σχεδιασμό, κατασκευή και χρήση ενός συστήματος, το οποίο αυτοσταθεροποιείται όταν κάποιο εξωτερικό αίτιο το θέσει σε περιστροφή γύρω από τον κατακόρυφο άξονά του. Η διαδικασία της σταθεροποίησης βασίζεται στην αρχή διατήρησης της στροφορμής και επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας έναν μικροελεγκτή τύπου Arduino, ένα γυροσκόπιο-επιταχυνσιόμετρο, έναν ηλεκτρικό κινητήρα που θέτει σε περιστροφή έναν πλαστικό δίσκο και τον κατάλληλο κώδικα γραμμένο στη γλώσσα προγραμματισμού C++.

Πιο αναλυτικά, η σταθεροποίηση του συστήματος επιτυγχάνεται θέτοντας σε περιστροφή τον πλαστικό δίσκο με γωνιακή ταχύτητα τέτοιας φοράς και τέτοιου μέτρου ώστε το σύστημα να επιβραδύνει και τελικά να παραμείνει ακίνητο. Η κατάλληλη γωνιακή ταχύτητα για τον πλαστικό δίσκο επιλέγεται από τον κώδικα με βάση τις τιμές της γωνιακής ταχύτητας του συστήματος που στέλνει το γυροσκόπιο στον μικροελεγκτή.

Η κατασκευή μπορεί, με τις κατάλληλες αλλαγές στον κώδικα, να λειτουργήσει αντίστροφα θέτοντας σε περιστροφή το αρχικά ακίνητο σύστημα με την κατάλληλη περιστροφή του πλαστικού δίσκου. Η περιστροφή του διαστημικού τηλεσκοπίου Hubble προκειμένου να σκοπεύσει προς κάποιο ουράνιο σώμα βασίζεται σε αυτή ακτιβώς την τεχνική (Beals 1988).

Η διαδικασία του σχεδιασμού και της κατασκευής του συστήματος είναι μία εφαρμογή της εκπαίδευσης STEM. Η ιδέα ξεκίνησε με τη συμμετοχή της ομάδας στον διαγωνισμό CanSat in Greece, οπότε κατασκευάστηκε ένα CanSat που, ανάμεσα σε άλλες τεχνολογικές εφαρμογές, διέθετε ένα παρόμοιο σύστημα ώστε να σταθεροποιείται κατά την πτώση του με αλεξίπτωτο. Στη συνέχεια, η ομάδα αποφάσισε να δημιουργήσει ένα πιο μεγάλο, εποπτικό και «διάφανο» στο βλέμα του παρατηρητή σύστημα με στόχο την αποτελεσματικότερη επίδειξη των αποτελεσμάτων της διατήρησης της στροφορμής.

Το αποτέλεσμα είναι πως το έτοιμο σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τον εκπαιδευτικό στη διδασκαλία της διατήρησης της στροφορμής, αποτελώντας ένα «ζωντανό» παράδειγμα εφαρμογής της αρχής στην τεχνολογία.

Abstract

The present work concerns the design, construction and use of a system, which self-stabilizes when an external cause puts it in rotation around its vertical axis. The stabilization process is based on the principle of conservation of angular momentum and is achieved using an Arduino microcontroller, a gyroscope sensor, an electric motor that spins a plastic disk and the appropriate code written in the C++ programming language.

More specifically, the stabilization of the system is achieved by rotating the plastic disk at an angular velocity of such a direction and such a magnitude that the system slows down and eventually remains stationary. The appropriate angular velocity for the plastic disc is selected from the code based on the angular velocity values of the system that the gyroscope sensor sends to the microcontroller.

The construction can, with the appropriate changes in the code, work in reverse by rotating the initially stationary system with the proper rotation of the plastic disk. The rotation of the Hubble Space Telescope to aim at a celestial body is based on this technique.

The process of designing and building the system is an application of STEM education. The idea started with the team's participation in the CanSat in Greece competition, when a CanSat was built that, among other technological applications, had a similar system to be stabilized while falling with a parachute. The team then decided to create a larger, supervisory and "transparent" system for the observer in order to more effectively demonstrate the results of the principle of conservation of the angular momentum.

The result is that the ready-made system can be used by the teacher in teaching this principle, being a "living" example of its application in technology.

Εισαγωγή – Θεωρητική θεμελίωση

Ο σκοπός της εργασίας μας έγκειται στη σταθεροποίηση ενός αντικειμένου, το οποίο τίθεται από εξωτερικό αίτιο γύρω από κατακόρυφο άξονα. Η αρχική ιδέα εφαρμόστηκε σε CanSat, που κατασκεύασε η ομάδα μας για τον διαγωνισμό CanSat in Greece (εικόνα 1). Η σταθεροποίηση ήταν απαραίτητη ώστε να επιτευχθεί λήψη σταθερής εικόνας από την κάμερα, που διέθετε το CanSat, παρά τις όποιες αναταράξεις θα αντιμετώπιζε κατά την πτώση του¹.

Ιδιαίτερη προσοχή έχει δοθεί στην ανάπτυξη του κατάλληλου λογισμικού αλλά και στον μηχανολογικό σχεδιασμό έτσι ώστε το σύστημα να είναι λειτουργικό και αποδοτικό καθώς και στην εύρεση δίσκου κατάλληλης ροπής αδράνειας για τις ανάγκες του συστήματος.

Η ιδέα μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιοδήποτε σύστημα χρειάζεται σταθεροποίηση γύρω από κάποιον άξονα (δυναμική) περιστροφής. Ενδεικτικά αναφέρεται η σταθεροποίηση ενός πλοίου σε θαλασσοταραχή (Classman 1931), ενός δίτροχου τηλεκατευθυνόμενου οχήματος ή ενός drone που κινείται σε περιοχές με έντονο άνεμο.

¹ Η συμπεριφορά του CanSat με το σύστημα σε [λειτουργία](#) και [εκτός λειτουργίας](#) φαίνεται στα αντίστοιχα βίντεο.

Επίσης, το σύστημα μπορεί, με διαφορετικό λογισμικό, να χρησιμοποιηθεί σε συστήματα στα οποία χρειαζόμαστε ελεγχόμενη περιστροφή (όπως στο διαστημικό τηλεσκόπιο Hubble, από όπου όπως αναλύουμε στην συνέχεια εμπνευστήκαμε την ιδέα μας).



Εικόνα 1: Το CanSat της ομάδας μας. Διακρίνεται ο μεταλλικός δίσκος για την σταθεροποίηση

Η αρχή διατήρησης της στροφορμής, μαζί με εκείνες της ενέργειας-μάζας και της ορμής, αποτελεί ένα από τα θεμέλια της σύγχρονης φυσικής. Σύμφωνα με την αρχή αυτή η ολική στροφορμή ενός συστήματος, το οποίο δεν δέχεται ροπή από το περιβάλλον, παραμένει σταθερή (Halliday et al 2011).

$$\text{Δηλαδή: αν } \Sigma \tau_{\xi}=0 \text{ τότε } dL/dt=0 \quad (1)$$

Στην περίπτωση ενός συστήματος δύο στερεών (δηλαδή απολύτως άκαμπτων) σωμάτων αυτό σημαίνει πρακτικά πως κάθε αύξηση στην στροφορμή του ενός σώματος θα συνοδεύεται από αντίστοιχη μείωση στην στροφορμή του άλλου.

Το σύστημά μας αποτελείται από δύο σώματα. Το ένα σώμα είναι ο δίσκος με τον άξονά του και το άλλο σώμα είναι το υπόλοιπο τμήμα της κατασκευής.

Τα σώματα δέχονται τις εξής εξωτερικές δυνάμεις:

1. Το βάρος τους, το οποίο όμως δεν προκαλεί ροπή καθώς ασκείται σε σημείο του άξονα περιστροφής (ο οποίος διέρχεται πάντα από το κέντρο μάζας σε ένα ελεύθερο σώμα).
2. Την τάση του νήματος, που δέχεται μόνο το σώμα και η οποία επίσης δεν προκαλεί ροπή καθώς ασκείται σε σημείο του άξονα περιστροφής.

Σύμφωνα με την αρχή διατήρησης της στροφορμής, ισχύει:

$$\begin{aligned} L_{\text{αρχ}} &= L_{\text{τελ}} \Rightarrow \\ L_{\text{σώματος}} + L_{\text{δίσκου}} &= L'_{\text{δίσκου}} \Rightarrow \\ (I_{\text{σώματος}} + I_{\text{δίσκου}})\omega_z &= I_{\text{δίσκου}} \omega'_z \quad (2) \end{aligned}$$

όπου $I_{\text{σώματος}}$ και $I_{\text{δίσκου}}$ οι ροπές αδράνειας του σώματος και του δίσκου αντίστοιχα.

Μόλις, μέσω των δεδομένων από το γυροσκόπιο και κατάλληλου λογισμικού, επιτυγχάνεται η κατάλληλη ω'_z , το σώμα σταματά να περιστρέφεται γύρω από τον κατακόρυφο άξονα.

Είναι ενδιαφέρον πως, αντίθετα με αυτό που διαισθητικά περιμένουν οι περισσότεροι άνθρωποι, όπως φαίνεται από τη σχέση (2) ο δίσκος πρέπει να περιστραφεί ακόμα πιο

γρήγορα προς την κατεύθυνση που περιστρέφεται το υπόλοιπο CanSat και όχι αντίθετα προς αυτή.

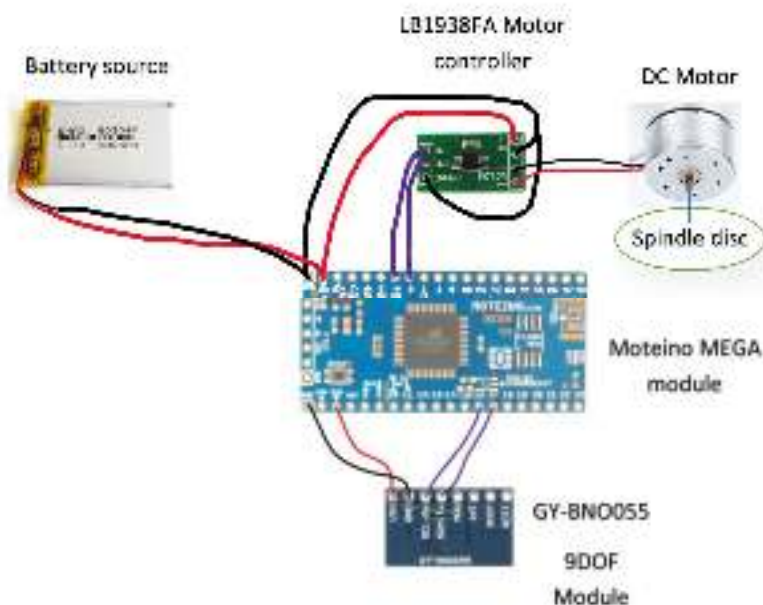
Σημειώνεται πως ο υπολογισμός της απαραίτητης γωνιακής ταχύτητας ω' είναι θεωρητικά εφικτός από τη σχέση (2) ωστόσο δεν είναι εύκολος ο υπολογισμός της ροπής αδράνειας $I_{\text{σώματος}}$ του σώματος. Άλλωστε, το πρόβλημα αντιμετωπίζεται μέσω του κώδικα με τρόπο που αναλύεται στη συνέχεια.

Περιγραφή εργασίας

Υλικά και δομή

Η «καρδιά» του συστήματος είναι ένας μικροελεγκτή Moteino MEGA (ο οποίος χρησιμοποιεί έναν επεξεργαστή ATmega1284P MCU), ενώ τα απαραίτητα² εξαρτήματα είναι ένα γυροσκόπιο GY-BNO055 9DOF και ένας ηλεκτρικός κινητήρας για drone BDLC KV1000 2-3S (εικόνα 2). Το σύστημα τροφοδοτείται από μια μπαταρία τύπου LiPo 1P3S (3x3.7V / 750mAh) μέσω διακόπτη ON / OFF.

Τα εξαρτήματα έχουν τοποθετηθεί όσο το δυνατόν πιο συμμετρικά, σε δύο πλακέτες PCB που σχεδιάστηκαν από τους μαθητές στο δωρεάν λογισμικό Eagle Layout v5.6.0 και κατασκευάστηκαν από εξειδικευμένη εταιρεία. Οι πλακέτες συνδέονται με 6 νάλιον βίδες και παξιμάδια (εικόνες 3 και 4). Ανάμεσά τους τοποθετείται ο ηλεκτρικός κινητήρας με το δίσκο από διαφανές Plexiglass με διάμετρο 120 mm και μάζα 29 g (εικόνα 5). Το σύστημα



Εικόνα 2: Το κύκλωμα του συστήματος

² Εκτός από τα παραπάνω, το κύκλωμα διαθέτει ορισμένα εξαρτήματα που έχουν τοποθετηθεί για μελλοντική χρήση και δεν είναι απαραίτητα για τη σταθεροποίηση του συστήματος. Συγκεκριμένα υπάρχει ένας πομποδέκτης RFM69HCW (περιλαμβάνεται στη μονάδα Moteino MEGA) για την αποστολή και λήψη δεδομένων μεταξύ του συστήματος και μιας πλατφόρμας απομακρυσμένης επικοινωνίας και ένας αισθητήρας πίεσης και θερμοκρασίας BME 280.

αναρτάται με νήμα από σταθερό σημείο ώστε να μπορεί να περιστρέφεται γύρω από κατακόρυφο άξονα. Η συμμετρική τοποθέτηση των εξαρτημάτων εξασφαλίζει πως το κέντρο μάζας του συστήματος βρίσκεται πολύ κοντά στον άξονα περιστροφής του ηλεκτροκινητήρα. Το σύστημα έχει διάμετρο 170 mm και ύψος 64 mm ενώ η μάζα του είναι 375 g.



Εικόνα 3: Το ολοκληρωμένο σύστημα



Εικόνα 4: Το ολοκληρωμένο σύστημα



Εικόνα 5: Ο ηλεκτροκινητήρας στο μέσο της επάνω πλακέτας

Σημειώνεται πως ο μικροελεγκτής και ο ηλεκτροκινητήρας επιλέχθηκαν με γνώμονα το ότι ήταν ήδη διαθέσιμοι από προηγούμενες εργασίες και το σύστημα μπορεί να λειτουργήσει εξίσου καλά με τον πιο οικονομικό και ευκολότερο να βρεθεί- μικροελεγκτή Arduino Nano καθώς και με ένα απλό μοτέρ. Επίσης, οι πλακέτες δεν είναι απολύτως απαραίτητα εξαρτήματα στην κατασκευή του συστήματος και θα μπορούσαν να αντικατασταθούν με απλούς δίσκους (πχ. από DVD) με παράλληλη χρήση καλωδίων για τις ηλεκτρικές συνδέσεις. Η ομάδα μας επέλεξε, ωστόσο, τις πλακέτες καθώς είχε αποκτήσει σχετική εμπειρία από τις συμμετοχές της στον διαγωνισμό CanSat in Greece. Στο σημείο αυτό πρέπει να ευχαριστήσουμε τον Τίμο Κόντο, ηλεκτρονικό μηχανικό BSc, για τη βοήθειά του σε όλη τη διαδικασία.

Κώδικας

Το βασικό τμήμα του κώδικα για την σταθεροποίηση του συστήματος έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Ο μικροελεγκτής λαμβάνει πληροφορίες, από το γυροσκόπιο-επιταχυνσιόμετρο GY-BNO055, σχετικά με τη γωνιακή ταχύτητα του αντικείμενου (μόνο στον κατακόρυφο άξονα, τα δεδομένα των άλλων δύο αξόνων απορρίπτονται) που ελέγχει κάθε 0,1 δευτερόλεπτο εάν η γωνιακή ταχύτητα είναι μηδενική.
- Εάν δεν είναι μηδέν (που σημαίνει ότι το αντικείμενο περιστρέφεται) τότε ο ηλεκτροκινητήρας τίθεται σε περιστροφή για να σταθεροποιήσει το αντικείμενο. Η τιμή και η

πολικότητα της τάσης τροφοδοσίας εξαρτάται από τις μετρήσεις (δεδομένα) της γωνιακής ταχύτητας του αντικειμένου.

- Η επιλογή της κατάλληλης τιμής τάσης τροφοδοσίας του ηλεκτροκινητήρα γίνεται μέσω ενός αλγορίθμου, ο οποίος τμηματοποιεί τα δεδομένα ανάγνωσης από τον αισθητήρα γωνιακής ταχύτητας στον κατακόρυφο άξονα σε έναν αριθμό από ζώνες σε πραγματικό χρόνο. Ανάλογα με την ζώνη στην οποία βρίσκεται η τιμή της γωνιακής ταχύτητας κάθε φορά ο αλγόριθμος αντισταθμίζει την περιστροφή τροφοδοτώντας με κατάλληλη προεπιλεγμένη τάση τον ηλεκτροκινητήρα. Η επιλογή των κατάλληλων τιμών έχει γίνει μέσα από δοκιμές.

- Επίσης, μετά από δοκιμές και αποτυχίες καταλήξαμε στην υιοθέτηση ενός συνόλου από 6 ζώνες. Η χρήση λιγότερων ζωνών είχε πιο άμεσα αποτελέσματα στην σταθεροποίηση του συστήματος αλλά ήταν πιο ασταθής. Η προσέγγιση των 6 ζωνών χρειάζεται περισσότερο χρόνο για σταθεροποίηση αλλά παρουσιάζει ομαλότερη λειτουργία.

- Ο κωδικός επαναλαμβάνεται συνεχώς, αλλά ταυτόχρονα ελέγχεται το επίπεδο της μπαταρίας από μια ένδειξη συστήματος μπαταρίας. Σε περίπτωση που το επίπεδο της μπαταρίας πέσει κάτω από ένα συγκεκριμένο (κρίσιμο) επίπεδο για τη λειτουργία των ηλεκτρικών κυκλωμάτων του συστήματος, ο αλγόριθμος τερματίζεται και το σύστημα περιμένει ο χρήστης να απενεργοποιήσει το διακόπτη.

- Θεωρητικά είναι εφικτό με κατάλληλες αλλαγές στον κώδικα του συστήματος το αντικείμενο να μπορεί να περιστραφεί σε επιθυμητή γωνία θέτοντας τον κινητήρα σε κίνηση με κατάλληλη γωνιακή ταχύτητα, όπως συμβαίνει στο τηλεσκόπιο Hubble. Οι εντολές θα δίνονται μέσω τηλεμετρίας καθώς ο μικροελεγκτής μπορεί να ελεγχθεί μέσω σύνδεσης RF. Δυστυχώς, η πανδημία covid-19 ανέβαλε την προσθήκη της ελεγχόμενης περιστροφικής κίνησης στο λογισμικό του συστήματος,

- Ο κώδικας είναι αναρτημένος [εδώ](#).

- Η λειτουργία του συστήματος επιδεικνύεται στο βίντεο που είναι αναρτημένο [εδώ](#).

Συμπεράσματα – Συζήτηση

Θεωρούμε πως η πρόταση είναι καινοτόμος, συνδυάζοντας τη φυσική με την τεχνολογία για την επίλυση ενός πραγματικού προβλήματος και αποτελεί μια επιτυχημένη μεταφορά της εφαρμογής της αρχής της διατήρησης της στροφορμής σε καθημερινά θέματα. Με κατάλληλες αλλαγές στον κώδικα τέτοια συστήματα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για τη σταθεροποίηση ή τον έλεγχο της περιστροφής καμερών, δίκυκλων οχημάτων κλπ.

Επιπλέον, η ιδέα μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο στη δευτεροβάθμια όσο και στην προπτυχιακή εκπαίδευση στη διδασκαλία της διατήρησης της στροφορμής και των εφαρμογών της. Η συγκεκριμένη έννοια της φυσικής είναι αρκετά αφαιρετική και το προτεινόμενο σύστημα βοηθά σε μία πιο απτή προσέγγισή της.

Η διδασκαλία μπορεί να γίνει μέσω επίδειξης από τον δάσκαλο με ένα ήδη κατασκευασμένο μοντέλο ή ακόμα καλύτερα μέσω μιας διαδικασίας ανακάλυψης μέσω του σχεδιασμού, της συναρμολόγησης και της χρήσης του μοντέλου, όπως ακριβώς έκανε η ομάδα μας.

Οι αντιδράσεις όσων συναδέλφων και μαθητών έχουν παρατηρήσει τη λειτουργία του συστήματος ή ακόμα καλύτερα έχουν «παίξει» μαζί του δείχνουν ότι το σύστημα έχει την ικανότητα να αλληλεπιδρά και να ελκεί.

Η κατασκευή μίας απλής μορφής του, χωρίς πλακέτες, είναι αρκετά εύκολη, ενώ το συνολικό κόστος βρίσκεται γύρω στα 60 ευρώ.

Βιβλιογραφία

1. G. A. Beals, R. C. Crum, H. J. Dougherty, D. K. Hegel, J. L. Kelley, J. J. Rodden: '*Hubble Space Telescope precision pointing control system*', Journal of Guidance, Control, and Dynamics, 1988 11:2, σελ. 119-123.
2. D. Classman: "*Italian Liner To Defy The Waves*", Popular Mechanics, April 1931, σελ. 626-631.
3. D. Halliday, R. Resnick, J. Walker: '*Fundamentals of Physics*', (Wiley, Hoboken, NJ, 2011).

*Το copyright των φωτογραφιών ανήκει στον συγγραφέα.

Μιόνια: Ανιχνεύοντας το αόρατο

*Μαθητές: Θεοδώρου Νικολέτα, Μπρέγκου Ορέστη, Ξυνός Γεώργιος,
Παναγόπουλος Γεράσιμος, Παναγοπούλου Νεκταρία, Παπαλεξίου Θεοδώρα,
Σπανός Παναγιώτης, Σπεράνσα Ειρήνη, Σταματοπούλου Χριστίνα, Στυλίδη Μαρία,
Τύτο Νάντια, Φερεούτης Κωνσταντίνος, Χαιρόπουλος Αναστάσιος, Χαντζή Γεωργία,
Χριστόπουλος Δημήτριος
Δημοτικό Σχολείο Διακοπτού*

Υπεύθυνη δασκάλα:

Σιαμέτη Κωνσταντίνα, δασκάλα, συνεργάτης ΕΚΦΕ Αγίου, konsiametifa@gmail.com

*(πilotική συνεργασία με Ομάδα Αστροσωματιδιακής Φυσικής του Εργαστηρίου Φυσικής του ΕΑΠ, Επιστημονικός Υπεύθυνος Δρ Αντώνιος Λείσος, Συνεργάτης-Ερευνητής Εργαστηρίου Πετρόπουλος Μιχαήλ,
Εργαστηριακή Υποστήριξη: ΕΚΦΕ Αγίου, Υπεύθυνος Ζησιμόπουλος Γεώργιος)*

(Έπαινος 11^{ων} Πανελλήνιων Αγώνων Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών)

Περίληψη

Διεθνώς η εκπαίδευση έχει στραφεί στην επίλυση προβλημάτων του πραγματικού κόσμου τα οποία προκαλούν το ενδιαφέρον των μαθητών και τους παρακινούν να σκεφτούν καθώς αποκτούν και εφαρμόζουν νέες γνώσεις με σκοπό την επίλυση προβλημάτων. Ένα τέτοιο επίκαιρο πρόβλημα αποτελεί η ανίχνευση υποατομικών σωματιδίων που εισέρχονται στην ατμόσφαιρα της Γης και η αξιοποίηση αυτών των δεδομένων. Στην παρούσα εργασία μαθητές της Ε΄ Τάξης του Δημοτικού Σχολείου κλήθηκαν να απαντήσουν στο κεντρικό ερώτημα «Πώς μπορούμε να ανιχνεύσουμε σωματίδια που δεν είναι ορατά;» εισερχόμενοι στον κόσμο της κοσμικής ακτινοβολίας μέσω της πιλοτικής συνεργασίας με την ομάδα Αστροσωματιδιακής Φυσικής του Εργαστηρίου Φυσικής του Ελληνικού Ανοικτού Πανεπιστημίου. Τα σημαντικότερα μαθησιακά αποτελέσματα ήταν: αυξημένο ενδιαφέρον και συμμετοχή, απόκτηση δεξιοτήτων που άπτονται στις επιστήμες STEM, δυσκολία στην κατανόηση του γνωστικού αντικειμένου.

Abstract

Worldwide, education focuses on resolving real-world problems that stimulate students' interest and motivate them to think as they acquire and apply new knowledge in order to solve problems. A current issue like this is the detection of subatomic particles that enter the Earth's atmosphere and the utilization of these data. In this project, Elementary School students were asked to answer the central question "How can we detect particles that are not visible?" entering the world of cosmic radiation through the pilot collaboration with the Astroparticle Physics team of the Physics Laboratory of the Hellenic Open University. The most important learning outcomes were: increased interest and participation, acquisition of skills related to STEM sciences, difficulty in understanding the subject.

Εισαγωγή

Ως τεχνολογικά συνδεδεμένη παγκόσμια κοινότητα έχουμε να αντιμετωπίσουμε πολλαπλά αναδυόμενα προβλήματα της σύγχρονης εποχής (κλιματική αλλαγή, διαχείριση πόρων για την ποιότητα της ανθρώπινης ζωής, όπως νερό, αέρας, ενέργεια, τρόφιμα, φάρμακα, μεταφορές). Η επίλυση πολλαπλών αναδυόμενων προβλημάτων προϋποθέτει μία ουσιαστική στροφή προς την STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) εκπαίδευση (Ψυχάρης & Καλοβρέχτης, 2018). Η επιστημολογία του STEM δημιουργεί μια γνωστική περιοχή καταργώντας τα όρια των παραπάνω γνωστικών αντικειμένων με στόχο την επίλυση πραγματικών προβλημάτων αξιοποιώντας εργαλεία από διάφορα επιστημονικά πεδία (Morrison & Bartlett, 2009). Η αποτελεσματική εκπαίδευση STEM είναι ζωτικής σημασίας για την επιτυχία των μαθητών στο μέλλον (Stohlamann, Moore, Roehrig, 2012). Εξερευνούν, εφευρίσκουν και ανακαλύπτουν με τη χρήση πραγματικών προβλημάτων συνδυάζοντας στοιχεία από τους επιμέρους επιστημονικούς κλάδους. Είναι ένας σύγχρονος τρόπος να εναρμονιστεί η προσφερόμενη γνώση με τις ανάγκες-απαιτήσεις της καθημερινότητας (Πλαγεράς, 2018).

Ως πλαίσιο για την ανάπτυξη φυσικών, μαθηματικών και τεχνολογικών εννοιών χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο διδασκαλίας της διερευνητικής μάθησης. Η διερευνητική μάθηση χρησιμοποιείται ολοένα και περισσότερο καθώς οι πρόσφατες εξελίξεις στον τομέα της τεχνολογίας επιτρέπουν και υποστηρίζουν την έρευνα από την πλευρά των μαθητών. Εφαρμόζοντας το μοντέλο αυτό, οι μαθητές διατυπώνουν υποθέσεις, τις ελέγχουν μέσω πειραματισμού και παρατήρησης με σκοπό την ανακάλυψη σχέσεων μεταξύ των εννοιών ακολουθώντας μεθόδους παρόμοιες με αυτές των επιστημόνων. Πρόκειται για μια ενεργή διαδικασία μάθησης που επιτρέπει στους μαθητές να απαντήσουν σε ερευνητικές ερωτήσεις χρησιμοποιώντας ανάλυση δεδομένων και ανταλλαγή πληροφοριών (Bell, Smetana & Binns, 2005).

Ένα project βασισμένο στη διερευνητική μάθηση συχνά είναι οργανωμένο σε φάσεις έρευνας που μαζί σχηματίζουν έναν κύκλο έρευνας, που συναντάται με ποικίλες παραλλαγές στη βιβλιογραφία (Pedaste et al., 2015). Οι γενικές φάσεις διερεύνησης συνοψίζονται στη βιβλιογραφία σε πέντε:

1. **Προσανατολισμός (orientation):** εισαγωγή του θέματος, παρατήρηση, δυνατότητα εξερεύνησης, επιστημονικά προσανατολισμένες ερωτήσεις, εμπλοκή
2. **Εννοιολόγηση (conceptualization):** διατύπωση ερωτημάτων, δημιουργία επιστημονικών ερωτήσεων, προθέσεις, αναζήτηση και ανάλυση πληροφοριών, διατύπωση υποθέσεων, ορισμός και αναγνώριση του προβλήματος, ανάγκη αξιολόγησης
3. **Διερεύνηση (investigation):** σχεδιασμός μεθόδου, έρευνα, παρατήρηση, συλλογή στοιχείων, πειραματισμός, ερμηνεία δεδομένων και ανάλυση
4. **Συμπέρασμα (conclusion):** εξαγωγή συμπερασμάτων, αναζήτηση σχέσεων, σύνδεση των επεξηγήσεων με την επιστημονική γνώση, βελτίωση θεωρίας, μοντελοποίηση
5. **Συζήτηση (discussion):** διαμοιρασμός της έρευνας, διάχυση των νέων ευρημάτων, παρουσίαση, σύγκριση με πρότερες γνώσεις, ανάδραση, διατύπωση νέων ερωτημάτων

Όλες οι παραπάνω φάσεις δημιουργούν έναν κύκλο έρευνας στον οποίο είναι δυναμικά παρούσες χωρίς σαφή όρια και προκαθορισμένη σειρά παρέχοντας την ευκαιρία στον εκπαιδευτικό να επιλέξει την πορεία που οι μαθητές του θα ακολουθήσουν σε ένα περιβάλλον διερευνητικής μάθησης.

Οι μαθησιακές δραστηριότητες της εξερεύνησης επιστημών ωφελούν τους μαθητές με την καθιέρωση δεξιοτήτων κριτικής σκέψης και την κατασκευή μεμονωμένων δομών γνώσης (Schneider, Krajcik, Marx, & Soloway, 2002). Η διδασκαλία που βασίζεται στη διερεύνηση παρουσιάζει πολλαπλά οφέλη για τους μαθητές και δύναται :

- Να καλλιεργήσει κλίσεις και ενδιαφέροντα των μαθητών
- Να αυξήσει τα κίνητρα των μαθητών
- Να ενθαρρύνει την περιέργεια
- Να αυξήσει την εμπλοκή των μαθητών στη μαθησιακή διαδικασία
- Να αναπτύξει ισχυρές ερευνητικές δεξιότητες
- Να παρέχει βαθύτερη γνώση
- Να οδηγήσει στην κατανόηση του κόσμου μέσω ερωτημάτων και προκλήσεων
- Να επιλύσει τα προβλήματα του αύριο στην τάξη του σήμερα

Το γνωστικό αντικείμενο της παρούσας εργασίας αποτέλεσαν τα μίονια, ένα είδος υποατομικών σωματιδίων που δημιουργήθηκαν τα πρώτα δευτερόλεπτα μετά τη μεγάλη έκρηξη (Big Bang) και αποτελούν σήμερα αντικείμενο μελέτης της επιστημονικής κοινότητας. Τα κοσμικά αυτά σωματίδια, που συγγενεύουν με τα στοιχειώδη ατομικά σωματίδια, είναι περίπου 207 φορές βαρύτερα από τα ηλεκτρόνια και έχουν πολύ μικρή διάρκεια ζωής ίση με 2,2 μs. Συγκρούονται συχνά, δεν είναι άμεσα παρατηρήσιμα και για να εντοπιστεί η πορεία τους απαιτούνται μεγάλες ανιχνευτικές διατάξεις.

Η πρόσβασή μας σε πραγματικές μετρήσεις τέτοιων ανιχνευτών εξασφαλίστηκε στα πλαίσια πιλοτικής συνεργασίας με την Ομάδα Αστροσωματιδιακής Φυσικής του Εργαστηρίου Φυσικής του Ελληνικού Ανοικτού Πανεπιστημίου (ΕΑΠ) σε πρόγραμμα δραστηριοτήτων με σκοπό την εκλαΐκευση και μεταφορά γνώσης αιχμής από την Τριτοβάθμια στην Δευτεροβάθμια και Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Τα αποτελέσματα της εφαρμογής του προγράμματος θα αξιοποιηθούν για την επέκτασή του και τη συστηματικότερη συνεργασία με το σχολείο μας. Το project υλοποιήθηκε με την εργαστηριακή υποστήριξη του Εργαστηριακού Κέντρου Φυσικών Επιστημών Αιγίου (Ε.Κ.Φ.Ε. Αιγίου).

Περιγραφή εργασίας

Το project υλοποιήθηκε στο Δημοτικό Σχολείο Διακοπού σε μαθητές της Ε΄ Τάξης τον μήνα Ιούνιο. Η αφορμή δόθηκε όταν οι μαθητές στο μάθημα της Γλώσσας παρήγαγαν κείμενο στο οποίο περιέγραφαν έναν τόπο που θα ήθελαν να επισκεφθούν αν είχαν μια χρονομηχανή. Το ενδιαφέρον τους κέντρισαν οι αιγυπτιακές πυραμίδες. Αναζητώντας πληροφορίες σχετικές, εντόπισαν ένα άρθρο με τίτλο «Μίονια για την ακτινογραφία των αιγυπτιακών πυραμίδων». Μετά από ποικίλες αναζητήσεις στον κόσμο της κοσμικής ακτινοβολίας το κεντρικό μας ερώτημα είχε διατυπωθεί ως εξής «Πώς μπορούμε να ανιχνεύσουμε σωματίδια που δεν είναι ορατά;».

Φάση προσανατολισμού (orientation)

Οι μαθητές ξεκίνησαν την αναζήτηση πληροφοριών σε βιβλία με σκοπό να γνωρίσουν τα αόρατα αυτά σωματίδια λίγο καλύτερα. Στην έρευνά τους χρησιμοποιήθηκαν οι εξής τίτλοι βιβλίων:

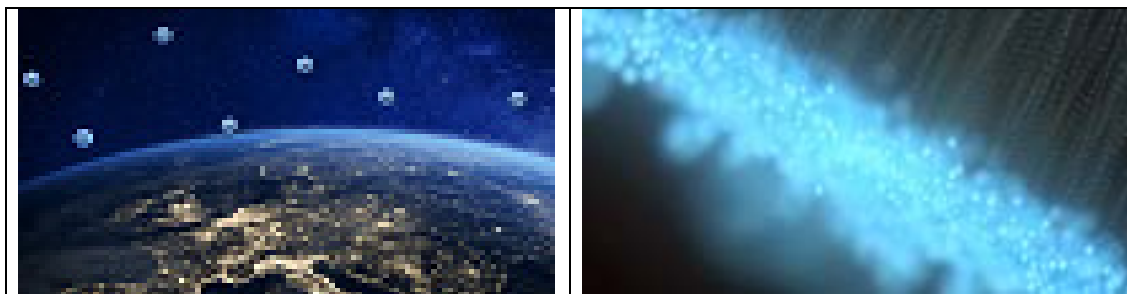
- Θεωρία και επιστήμη, Από τη λογική του Αριστοτέλη στη θεωρία των χορδών, Goldsmith M., Εκδόσεις Διόπτρα

- Εξερευνήσεις: Αστρονομία, Εκδόσεις Susaeta
- Στοιχεία αστρονομίας για μαθητές και εκπαιδευτικούς, Αυγολούπης Σ., Εκδόσεις Πλανητάριο Θεσσαλονίκης
- Ιστορία της Επιστήμης και της Τεχνολογίας. Bergamino, G. & Palitta, G. Εκδόσεις Susaeta
- Εργαστήριο STEM. Stuart, C., Εκδόσεις Διόπτρα
- Σκέψου όπως ο Άλμπερτ Αϊνστάιν, Κάρτζαν Κ. & Σκάλκο Σ., Εκδόσεις Μεταίχμιο

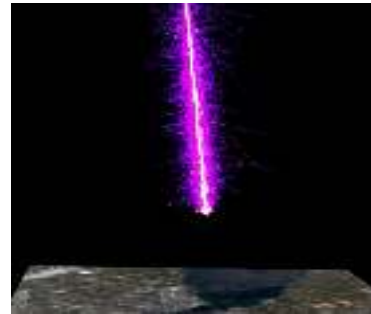


Εικόνα 1: Τίτλοι βιβλίων

Στη συνέχεια παρακολούθησαν βίντεο που είχε δημιουργήσει η ομάδα Αστροσωματιδιακής Φυσικής του Εργαστηρίου Φυσικής του ΕΑΠ με στόχο να κατανοήσουν πώς αυτοί οι κοσμικοί αγγελιαφόροι αλληλεπιδρούν με τα άτομα καθώς εισέρχονται στην ατμόσφαιρα και δημιουργούν έναν καταιονισμό που μοιάζει με «ντους» (shower) του οποίου μπορούμε να ανιχνεύσουμε τα συστατικά και τη διεύθυνση.



Εικόνα 2: Στιγμιότυπα από τα βίντεο



Εικόνα 3: Στιγμιότυπα από τα βίντεο

Φάση εννοιολόγησης (conceptualization)

Οι μαθητές, με τη βοήθεια της εκπαιδευτικού, χρησιμοποιώντας την εφαρμογή canva δημιούργησαν παρουσίαση με το πληροφοριακό υλικό που είχαν συλλέξει σε απλό και κατανοητό λόγο με στόχο τη διάχυσή του στη σχολική κοινότητα.

Η αρχή όλων

Τι συνέβη πριν από τον Μεγάλο Έκρηξη; Τι συνέβη αμέσως μετά τον Μεγάλο Έκρηξη; Τι συνέβη αργότερα;

Από πού προήλθε η ύλη που βλέπουμε σήμερα; Πώς σχηματίστηκαν οι αστέρες και οι πλανήτες;

Από πού προήλθε η ενέργεια που βλέπουμε σήμερα; Πώς σχηματίστηκαν οι αστέρες και οι πλανήτες;

Μια παραδοξότητα

Το φως ταξιδεύει με τη μέγιστη ταχύτητα που είναι δυνατόν. Ωστόσο, η απόσταση που ταξιδεύει το φως είναι πεπεσμένη. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχουν αντικείμενα που είναι τόσο μακριά από εμάς, ώστε το φως που εκπέμπουν δεν έχει χρόνο να φτάσει ποτέ σε εμάς.

Μπορούμε να φάμε το φως;

Χαρακτηριστικά των φωτονίων

Έχει ορμή, ενέργεια, αλλά δεν έχει μάζα. Τα φωτόνια ταξιδεύουν πάντα με την ταχύτητα του φωτός. Είναι ηλεκτρικά ουδέτερα και δεν φορτίζονται. Τα φωτόνια είναι τα σωματίδια της ακτινοβολίας.

Το φως αποτελείται από φωτόνια. Τα φωτόνια ταξιδεύουν πάντα με την ταχύτητα του φωτός. Είναι ηλεκτρικά ουδέτερα και δεν φορτίζονται. Τα φωτόνια είναι τα σωματίδια της ακτινοβολίας.

Υποατομικά σωματίδια

Αν μιλάμε για τα υποατομικά σωματίδια, τότε μιλάμε για τα σωματίδια που αποτελούν την ύλη. Τα υποατομικά σωματίδια είναι τα σωματίδια που αποτελούν την ύλη. Τα υποατομικά σωματίδια είναι τα σωματίδια που αποτελούν την ύλη.

Φάση διερεύνησης (investigation)

Big Bang

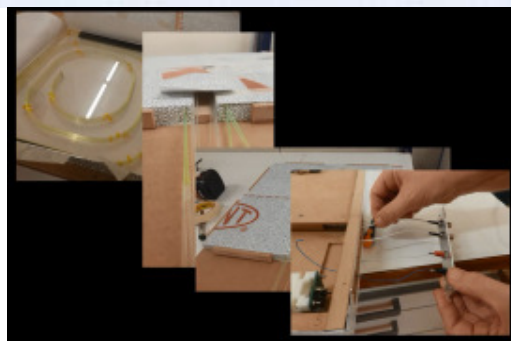
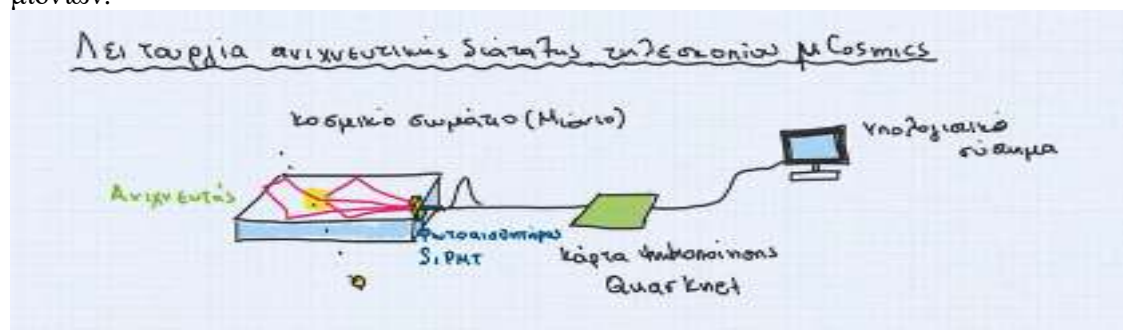
Το Big Bang είναι η θεωρία που περιγράφει την έναρξη και την εξέλιξη του σύμπαντος. Σύμφωνα με αυτή τη θεωρία, το σύμπαν ξεκίνησε από ένα σημείο που ήταν τόσο πυκνό και ζεστό, ώστε η έννοια του χώρου και του χρόνου δεν είχε νόημα. Στη συνέχεια, το σύμπαν άρχισε να επεκτείνεται και να κρυώνει, σχηματίζοντας τα αστέρια, τους πλανήτες και τελικά τη Γη.

Μπορούμε να φάμε το Big Bang;

Φάση διερεύνησης (investigation)

Εικόνα 4: Φ.Ε. 1 Big Bang

Παρακολουθώντας το επόμενο βίντεο διακρίναμε τα συστατικά μέρη ενός ανιχνευτή μιονίων.



Εικόνα 5: Ανιχνευτής μιονίων (λειτουργία, μέρη)

Πείραμα 1-ανίχνευση της πορείας

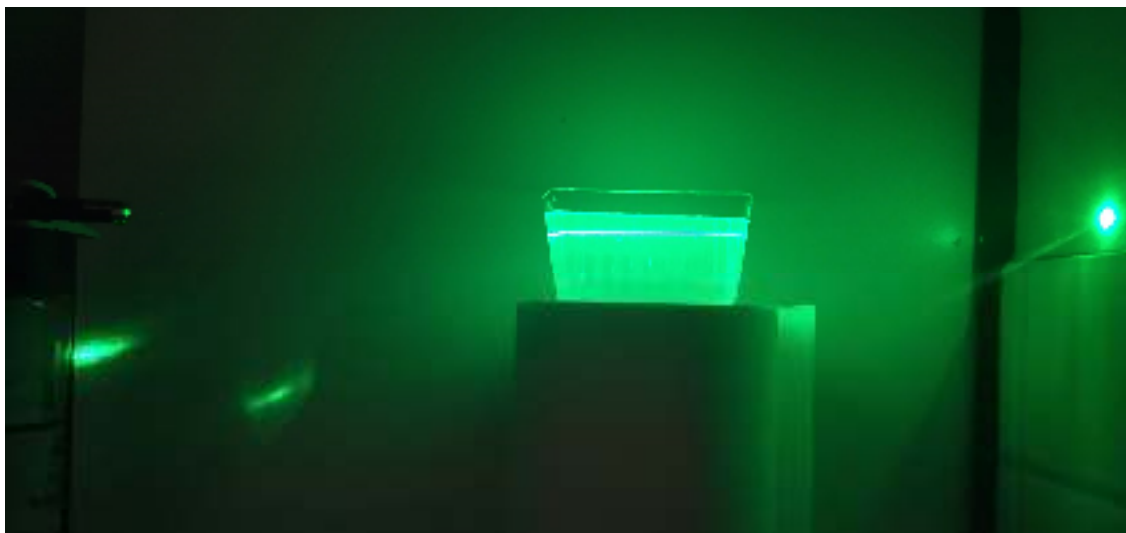
Υλικά

Διαφανές δοχείο, νερό, κίτρινο υγρό μαρκαδόρου υπογράμμισης, Laser pointer

Εκτέλεση

Χρησιμοποιώντας τα παραπάνω υλικά στη διάταξη που φαίνεται στην εικόνα κατασκευάσαμε έναν «ανιχνευτή» φωτονίων. Τα φωτόνια της ακτινοβολίας Laser δεν είναι ορατά στον αέρα. Όταν όμως διέρχονται από τον «ανιχνευτή», δηλαδή το δοχείο, αλληλεπιδρούν με το υγρό και έτσι αποτυπώνεται η πορεία τους χωρίς φυσικά να φαίνονται τα ίδια. Μα ανάλογο τρόπο λειτουργούν και οι ανιχνευτές μιονίων.





Εικόνα 6: Πειραματική διαδικασία-ανιχνευτής φωτονίων

Πείραμα 2-προσομοίωση ανιχνευτή

Υλικά

2 κομμάτια αδιαφανές plexiglass (μπορεί και να βαφτεί), μεταλλικές μπίλιες, μαγνητικές μεταλλικές μπίλιες ίδιας διαμέτρου με τις αμαγνήτιστες, ρινίσματα σιδήρου, 1 επιφάνεια εργασίας

Εκτέλεση

Οι μαθητές ακολούθησαν τα βήματα στο Φ.Ε. Προσομοίωση ανιχνευτή για να κατασκευάσουν τη δική τους προσομοίωση ανιχνευτή μιονίων με σκοπό να κατανοήσουν τη λειτουργία του.



Εικόνα 7: Υλικά για το πείραμα

Λόρατα ή μήπιες όχι;

Υλικά:

- 2 κομμάτια αλευράκι μισόκιλο (μπορεί και να είναι)
- αποξηραμένα μύδια
- 20 γραμμάρια μετόκινο (ή άλλο είδος βρώμης) με το οποίο φτιάχνουμε
- 2 κάρτες κίτρινες
- 2 κάρτες λευκές



Μήνιο
Τοποθετούμε από πάνω στο μύδι ένα μύδι φυτό και από κάτω το υποστηρίζουμε ώστε είναι να είναι από πάνω οι μύδιες. Αυτό γίνεται για να είναι στην κατάσταση.

Εξήντιο
Τοποθετούμε τα δύο κομμάτια μύδιων πάνω στην κάρτα λευκή και τα προσέχουμε όπως σε αυτό μύδιον σήμα. Αυτό είναι η προσομοίωση του σήματος που κλέβει με το μύδι από τους και σημαίνει τις παρατηρήσεις στα. Για ένταση της μύδιες από την κάρτα λευκή.

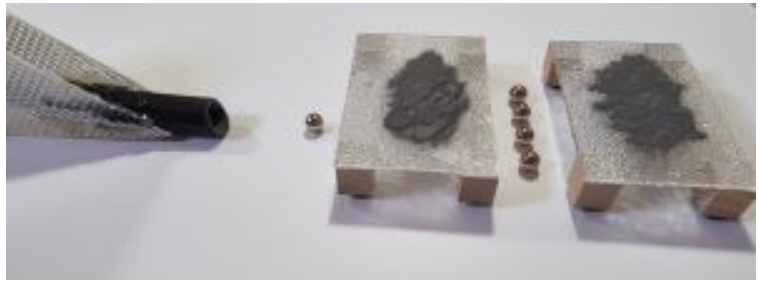
Εξήντιο
Τώρα φέρουμε μια μύδιον μύδι και από πάνω τοποθετούμε. Το ποσοστό είναι που σημαίνει ότι είναι η κατάσταση της παρατήρησης.

Εξήντιο
Τώρα φέρουμε ένα άλλο κομμάτι με δύο μύδι και τοποθετούμε. Τα δύο κομμάτια μύδιων που φέρουμε είναι από πάνω και τοποθετούμε όπως σε αυτό μύδιον σήμα. Για να είναι από πάνω το σήμα από πάνω μύδιον μύδι και σημαίνει από την κάρτα λευκή κάρτα. Είναι η προσομοίωση της κάρτα λευκή φέρουμε από πάνω μύδιον μύδι και από πάνω μύδιον μύδι. Αυτό είναι η προσομοίωση της κάρτα λευκή. Με την προσομοίωση σημαίνει από πάνω κάρτα λευκή.



Εικόνα 8: Φ.Ε. 2 Προσομοίωση ανιχνευτή

Στο συγκεκριμένο πείραμα χρησιμοποιήσαμε και έναν αυτοσχέδιο επιταχυντή μύλιας, αν δεν υπάρχει αυτή η δυνατότητα τότε κυλήστε με δύναμη τις μύλιες.



Εικόνα 9: Πειραματική διάταξη

Θέλοντας να κατανοήσουν τον τρόπο που οι επιστήμονες εντοπίζουν το σημείο όπου εισέρχεται ένα μύνιο στην ατμόσφαιρα ασχοληθήκαμε με τη μέθοδο του τριγωνισμού. Η μέθοδος του τριγωνισμού έχει ποικίλες εφαρμογές στην καθημερινότητα όπως στη ναυσιπλοΐα, στη χαρτογραφία, στα GPS, στα κινητά τηλέφωνα και γενικότερα στην αποτύπωση του γήινου χώρου. Έτσι, είχε ήδη καταφέρει να κεντρίσει το ενδιαφέρον των μαθητών. Ανέλαβαν να λύσουν ένα πραγματικό πρόβλημα: να εντοπίσουν στον χάρτη την περιοχή όπου έπεσε ένας κεραυνός στο χωριό μας μια βροχερή ημέρα. Στα δεδομένα τους δόθηκαν οι τοποθεσίες τριών μαθητών του σχολείου μας που άκουσαν τη βροντή καθώς και οι χρόνοι αυτών. Χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες των πέντε ατόμων και συμπλήρωσαν το Φ.Ε. 3

Η μέθοδος του τριγωνισμού.

Η μέθοδος του τριγωνισμού



Μήπως ακούγοντάς τη σας έρχεται κάποιο γεωμετρικό σχήμα στο μυαλό?



Πού χρησιμοποιείται;



Το πρόβλημα των μιονίων



Στην ατμόσφαιρα με παρορμητικές καταστάσεις, όπως οι γιγαντιαίες δίνες μας μια καταστροφή ομαρπυλίων. Το πρόβλημα είναι από ποιο μερμό της ουράνιου θόλου άρχονται τα ομαρπυλίες;



Η μέθοδος του τριγωνισμού ξεκινά από την απλή αρχή πως αν γνωρίζουμε δύο γωνίες και μια πλευρά ενός τριγώνου, μπορούμε να υπολογίσουμε όλα τα στοιχεία του.



Ένα απλό παράδειγμα

Ας ξεκινήσουμε με ένα απλό παράδειγμα, του ήλιου. Πώς μπορούμε να υπολογίσουμε ένα σημείο που ελπίεζε μια πηγή που δεν έχουμε ποτέ άδραση; Τρεις μετρήσεις του ηλίου μας βρίσκονται στην περιοχή που βρισκόμαστε στον χώρο μας μέσα με κατακόρυφα. Ο πρώτος στο Δημοτικό Σχολείο Διακοπτού, ο δεύτερος στην παραλία του Ελαιώνα και ο τρίτος στην πεδιάδα που Αγ. Παραθέμενος στα Σαχλαράκια.



Κλίμακα 1 εκατ./200μ



Εικόνα 10: Φ.Ε. 3 Η μέθοδος του τριγωνισμού

Ποιο είναι το πρόβλημα;

Μια μέρα με καταγίεο ακούν την ίδια βροντή με καθυστέρηση μετά τη λάμψη. Στο Δημοτικό Σχολείο η βροντή ακούστηκε 4 δευτ. μετά τη λάμψη στην παραλία του Ελαίου 3 δευτ. μετά τη λάμψη στην ακρότητα του Αγίου Αθανάσιου 6 δευτ. μετά τη λάμψη. Αν γυρίζετε ότι ο ήχος διαδίδεται με 340 μέτρα/δευτ. βρείτε πού ακούει ο κερκυραίος από κάθε παιδί.

Πρόβλημα ηλεκτρομαγνητικό

Ο ήχος είναι κύμα που ταξιδεύει στον χώρο αλλά εμείς ακούμε για το επίπεδο του αυτιού μας.



Αν τοποθετήσω 2 βέλιες σε διαφορετικές αποστάσεις, μπορώ με τη μέθοδο του τριγωνισμού να βρω που βρίσκεται η τρυφή.



Ώρα για υπολογισμούς

Βήμα 1ο
Ας χρησιμοποιήσουμε τον τύπο που μας δίνει την ταχύτητα του ήχου:

απόσταση : χρόνος = ταχύτητα

- Τι από αυτό γνωρίζετε;
- Ποιος είναι ο άγνωστος;
- Μπορούμε να αλλάξουμε την παραπάνω εξίσωση στη μορφή που μας αρέσει;

Βήμα 2ο
Αντικαθιστούμε στον τύπο τα δεδομένα που έχουμε για κάθε μετρητή για να βρούμε την απόσταση.

Πρώτος μετρητής - Δημοτικό Σχολείο Δασκωτών

Δεύτερος μετρητής - παραλία Ελαίου

Τρίτος μετρητής - ακρότητα Σαχλωρού

Βρήκατε την απόσταση του κεραυνού από τα παιδιά; ΝΑΙ/ΟΧΙ

Συνεχίζουμε

Εάν μου αρέσει που να είναι αυτός

Εάν μου αρέσει που να είναι αυτός

Εάν μου αρέσει που να είναι αυτός

Εάν μου αρέσει που να είναι αυτός

Βήμα 3ο
Ας χρησιμοποιήσουμε την κλίμακα Αυστραλίας παραπάνω και συγκρίνουμε την κλίμακα με την οποία τους σχεδίασαμε η γάρτη.

Επιλύουμε την απόσταση στον χάρτη για τον κάθε μετρητή.

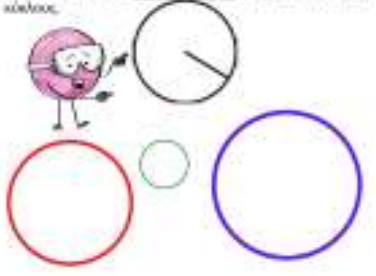
Πρώτος μετρητής: _____
Δεύτερος μετρητής: _____
Τρίτος μετρητής: _____



Τώρα θα σχεδιάσετε τον κεραυνό σε σχέση με την μετρητή.


Ας σχεδιάσουμε

Βήμα 4ο
Με ακόνιες τις παραπάνω αποστάσεις σχεδιάζουμε τρεις κύκλους.



Στα κέντρα κάθε κύκλου θα βρούμε το κάθε μετρητή. Τοποθετούμε τους κύκλους επάνω στον χάρτη και ανακαλύπτουμε την κλίμακα στην οποία είναι ο κεραυνός!

Τώρα έμμεσα να τραγουδάει τη μέθοδο του τριγωνισμού. Ας ραβήσουμε το υλικό μας!



Εικόνα 11: Φ.Ε. 3 Η μέθοδος του τριγωνισμού (συνέχεια)



Εικόνα 12: Συνεργασία σε ομάδες

Πριν προχωρήσουμε στις πραγματικές μετρήσεις μιονίων, κρίθηκε απαραίτητο οι μαθητές να οικειοποιηθούν τη γλώσσα του ηλεκτρονικού υπολογιστή, το δυαδικό σύστημα και κατ' επέκταση το δεκαεξαδικό σύστημα που χρησιμοποιεί η εφαρμογή των ανιχνευτών μιονίων. Διαβάσαμε το βιβλίο «Αρα, η μηχανικός των άστρων», Komal Singh, εκδόσεις Κλειδάριθμος και πραγματοποιήσαμε κάποιες από τις δραστηριότητες που προτείνονται στην αντίστοιχη σελίδα του βιβλίου στο διαδίκτυο <https://adventuresofara.com/>



*Εικόνα 13: Βιβλίο, δραστηριότητα
(εισαγωγή εικόνας από <https://adventuresofara.com/>)*

Είχε έρθει η ώρα να δούμε πραγματικές μετρήσεις των φευγαλέων αυτών σωματιδίων, των μιονίων! Η ομάδα Αστροσωματιδιακής Φυσικής του ΕΑΠ μάς παρείχε πρόσβαση στην εφαρμογή τους. Με τους απαραίτητους κωδικούς, από το εργαστήριο πληροφορικής του σχολείου μας καταφέραμε να δούμε μόνια να καταγράφονται σε απομακρυσμένους ανιχνευτές που ήταν τοποθετημένοι σε άλλα σχολεία και στο εργαστήριο της ομάδας. Πράγματι, ήταν πολλά όπως είχαν οι μαθητές διαπιστώσει και στην έρευνά τους.




Εικόνα 14: Ανιχνευτικές διατάξεις, εργαστήριο Αστροσωματιδιακής Φυσικής ΕΑΠ

Φάση συζήτησης (discussion)

Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης, προέκυψε η ανάγκη για αποτύπωση των μιονίων ώστε να γίνει διάχυση των ευρημάτων στη σχολική κοινότητα. Στο Φ.Ε. 4 έπρεπε να βουτήξουν τα πινέλα τους σε χρώματα και να υπολογίσουν τον μέσο όρο των κουκίδων που σχηματίζονται όταν το τινάζουν πάνω από μια λευκή κόλλα χαρτί. Κατέγραψαν τις δοκιμές τους στον αντίστοιχο πίνακα και κατέληξαν στον αριθμό των φορών που έπρεπε κάθε μαθητής να τινάζει το πινέλο του για να αποτυπωθούν περίπου 10.000 μόνια που πέφτουν ανά τετραγωνικό μέτρο κάθε δευτερόλεπτο.

Αποτύπωση στο χαρτί




Αφού διαπιστώσατε την ύπαρξή τους, καλό να με δείτε να ζωονταίω με χρώματα Έπιτακι.

Χρειάζομαι


- λευκή κόλλα Α4
- πινέλο χρωματά
- χρώματα αφρώδια ή ακουαρέλας
- διαφάνεια Α4 ή 50x70
- χαρτόνι λόγω παραπάνω από τετραγωνικό μέτρο

Βήμα 1ο

Παίρνουμε μία λευκή κόλλα Α4, βουτάμε το πινέλο σε ένα χρώμα και το τινάζουμε μία φορά πάνω από την κόλλα. Στη συνέχεια καταγράφουμε τις κουκίδες που σχηματίζονται. Επαναλαμβάνει μία φορά για καταγράψου τα αποτελέσματα των συλλεγμένων από άλλω πίνακα που ακολουθεί.



Μαθητής	1 ^ο Δοκιμή Κουκίδες	2 ^ο Δοκιμή Κουκίδες



Μέσος όρος



Βήμα 2ο
Ο αριθμός των κομματιών δεν είναι ο ίδιος για όλους, θα χρειαστεί να βρούμε τον μέσο όρο. Θυμάστε πώς; Ας γράψουμε τον τύπο:

Βήμα 3ο
Τώρα ας υπολογίσουμε τον μέσο όρο των κομματιών που μένουν:

Βήμα 4ο
Χρησιμοποιώντας τον μέσο όρο, πόσες πινελιές θα πρέπει να μένουν για να απεικονίσουμε 10.000 μινιόν στο γηπέδο;

Χρώμα

Βήμα 5ο
Βαρύνουμε σε οριζόντιες πινελιές αλλά θα μένουν απαραίτητα οριζόντια κομμάτια μινιόν στις δοκίμες διαρρήσεις.



Βήμα 6ο
Με τη βοήθεια της δοκίμης σας θα κατασκευάσετε ένα τετραγωνικό μέτρο. Αλλάζει τότε άρα ο διαστάσεις τους. Στη συνέχεια θα υποδιαιρέσετε τις διαστάσεις των οριζόντιων με τα στεγνά μινιόν σε επίπεδο. Έχετε δημιουργήσει ένα τραβήσο για τη μινιόν!



Εικόνα 15: Φ.Ε. 4 Εικαστικά μινιόν



Εικόνα 16: Προετοιμασία

Παρά το γεγονός ότι η φάση αυτή του project επαναλήφθηκε αρκετές φορές κατά τη διάρκεια υλοποίησής του, στο τέλος πραγματοποιήθηκε ξεκάθαρα και με μεγαλύτερη διάρκεια. Οι μαθητές στην ολομέλεια της τάξης είχαν την ευκαιρία να κάνουν ανασκόπηση των ευρημάτων τους, των ερωτημάτων τους, των υποθέσεών τους μα και των δυσκολιών που συνάντησαν εκπονώντας το συγκεκριμένο project. Το αρχικό ερώτημα είχε απαντηθεί: τα φευγαλέα αυτά σωματίδια διέρχονται από ειδικούς ανιχνευτές μινιόν όπου αλληλεπιδρούν με το υλικό τους και αποτυπώνεται η πορεία τους χωρίς φυσικά να φαίνονται τα ίδια. Στη συνέχεια τα δεδομένα εξάγει ένας υπολογιστής και έτσι πραγματοποιείται μέτρηση μινιόν.



Εικόνα 17: Αποτυπωμένα μόνια σε layers

Με λίγη ακόμη έρευνα στο διαδίκτυο ανακαλύψαμε το project ScanPyramids απαντώντας και στην ερώτηση που είχε απασχολήσει τους μαθητές στην αρχή. Οι επιστήμονες αξιοποιούν το γεγονός ότι τα μόνια συνεχίζουν ανενόχλητα την πορεία τους αν δεν συναντήσουν κάποιο εμπόδιο, ενώ αντίθετα απορροφώνται ή εκτρέπονται όταν συναντήσουν κάποια στερεή επιφάνεια, έτσι κατασκευάζουν τον τρισδιάστατο χάρτη του εσωτερικού του οικοδομήματος, αποκαλύπτοντας αν σε αυτό υπάρχουν τυχόν κρυμμένοι κενοί χώροι (πηγή <http://physics4u.gr/>).

Βιβλιογραφία

1. Bell, R. L., Smetana, L. & Binns, I. (2005). *Simplifying inquiry instruction: Assessing the inquiry level of classroom activities*. The Science
2. Morrison, J. & Bartlett, B. (2009). *STEM as a curriculum: An experimental approach*. Retrieved from <http://www.labaid.com/docs/stem/EdWeekArticleSTEM.pdf>
3. Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, A., Siswa A.N., Riesen, Kamp, E., Manoli, C., Zacharia, Z., Tsourlidaki, E. (2015). *Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle*, Educational Research Review, Volume 14, Pages 47-61, <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>.

4. Schneider, R. M., Krajcik, J. Marx, R. W. & Soloway E. (2002). *Performance of students in project-based science classrooms on a national measure of science achievement*. Journal of Research in Science Teaching, 39(5), 410-422
5. Stohlamann, M., Moore, T., Roehrig, G., (2012). *Considerations for Teaching Integrated STEM Education*, Journal of Pre-College Engineering Research, 28-34 <https://doi.org/10.5703/1288284314653>
6. Teacher, 72(7), 30-33.
7. Πλαγεράς, Α. (2018). *Η ενσωμάτωση του STEM στην διαδικασία της μάθησης*. Περιοδικό *Iteacher*, Τεύχος 16, Ανακτήθηκε από http://i-teacher.co.uk/files/16o_teychos_i_teacher_4_2019.pdf
8. Ψυχάρης, Σ., & Καλοβρέχτης, Κ. (2018). *Διδακτική και Σχεδιασμός Εκπαιδευτικών Δραστηριοτήτων STEM και ΠΠΕ*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Τζιόλα

Εκπαιδευτικό υλικό για μαθητές

1. Arnold, N. (2020, μτφρ). *Εργαστήριο STEM Ρομποτική, Υλικά, Ενέργεια, Έξυπνες μηχανές*. Αθήνα: Εκδόσεις Διόπτρα
2. Bergamino, G. & Palitta, G. (2019, μτφρ). *Ιστορία της επιστήμης και της τεχνολογίας*. Αθήνα : Εκδόσεις Susaeta
3. Goldsmith, M. (2020, μτφρ). *Θεωρία και επιστήμη, Από τη λογική του Αριστοτέλη στη θεωρία των χορδών*, Αθήνα: Εκδόσεις Διόπτρα
4. Montoro, J. (2019, μτφρ). *Εξερευνήσεις: Αστρονομία*, Αθήνα: Εκδόσεις Susaeta
5. Singh, K. (2020, μτφρ). *Αρα, η μηχανικός των άστρων*, Αθήνα: Εκδόσεις Κλειδάριθμος
6. Stuart, C. (2020, μτφρ). *Εργαστήριο STEM Μορφές ύλης, άτομα και στοιχεία, κύτταρα, γονίδια*. Αθήνα: Εκδόσεις Διόπτρα
7. Αυγολούπης, Σ. (2015). *Στοιχεία αστρονομίας για μαθητές και εκπαιδευτικούς*, Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Πλανητάριο Θεσσαλονίκης
8. Κάρτζαν, Κ. & Σκάλκο, Σ. (2020, μτφρ). *Σκέψου όπως ο Άλμπερτ Αϊνστάιν*, Αθήνα: Εκδόσεις Μεταίχμιο

Διαδίκτυο

1. Bernstein, R. & Cooper, P. (2015) Muon to electron conversion. <https://www.particlebites.com/?p=1085> (ημερομηνία προσπέλασης 10/04/21)
2. CERN accelerating science. (2021). Cosmic rays: particles from outer space. <https://home.cern/science/physics/cosmic-rays-particles-outer-space> (ημερομηνία προσπέλασης 10/04/21)
3. Ferguison, A. (2021). Physics in the pandemic: making particles from space tangible for schoolkids. <https://physicsworld.com/a/physics-in-the-pandemic-counting-muons-in-schools/> (ημερομηνία προσπέλασης 10/04/21)
4. Leitch, E. (2004). What is the cosmic microwave background radiation? (ημερομηνία προσπέλασης 10/04/21)
5. Muons over letchworth. <https://www.geneseo.edu/muons/learn> (ημερομηνία προσπέλασης 10/04/21)
6. Singh, K. (2020). *Ara, the star engineer*. <https://adventuresofara.com/> (ημερομηνία προσπέλασης 10/04/21)

Παράρτημα

Φύλλα εργασιών 1,2,3,4

Η αργή όαλι

Ποιες είναι οι διαφορές μεταξύ των αργών όαλιων και των γρήγορων όαλιων;

Από ποια υλικά είναι φτιαγμένα οι αργές όαλιες;

Επιλογή υλικών για την αργή όαλι:



Οι αργές όαλιες είναι φτιαγμένες από υλικά που έχουν μικρή πυκνότητα και είναι εύκολο να κινούνται.



Rig Rig

Το παιχνίδι Rig Rig είναι ένα παιχνίδι από τη μεγάλη ομάδα των παιδαγωγών και των εκπαιδευτικών που έχουν δημιουργήσει για να βοηθήσουν τους μαθητές να μάθουν.

Το παιχνίδι Rig Rig είναι ένα παιχνίδι που βοηθά τους μαθητές να μάθουν για την αργή όαλι.

Μην ξεχνάτε να παίξετε το παιχνίδι Rig Rig!




Μία παρασκευή

Το παιχνίδι είναι με τη βοήθεια των παιδαγωγών και των εκπαιδευτικών που έχουν δημιουργήσει για να βοηθήσουν τους μαθητές να μάθουν.



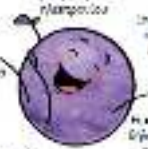
Μία παρασκευή

Χαρακτηριστικά των μωρών

Μία παρασκευή είναι φτιαγμένη από υλικά που έχουν μικρή πυκνότητα και είναι εύκολο να κινούνται.

Μία παρασκευή είναι φτιαγμένη από υλικά που έχουν μικρή πυκνότητα και είναι εύκολο να κινούνται.

Μία παρασκευή είναι φτιαγμένη από υλικά που έχουν μικρή πυκνότητα και είναι εύκολο να κινούνται.



Αόρατα ή μόνιμα όαλι

Αόρατα ή μόνιμα όαλι

Αόρατα ή μόνιμα όαλι

Αόρατα ή μόνιμα όαλι

Αόρατα ή μόνιμα όαλι

Αόρατα ή μόνιμα όαλι



Αόρατα ή μόνιμα όαλι

Αόρατα ή μόνιμα όαλι

Αόρατα ή μόνιμα όαλι

Αόρατα ή μόνιμα όαλι

Αόρατα ή μόνιμα όαλι

Αόρατα ή μόνιμα όαλι

Θέμα 3ο

Τιμή κόστη για μεγάλες μόνιες όψεις από τον αεροπορικό Τ. παραρτήματα με τους απαραίτητους απαραίτους εργαλείων. (11/2009) (1/20)

Θέμα 4ο

Τιμή κόστη για μεγάλες μόνιες όψεις από τον αεροπορικό Τ. παραρτήματα με τους απαραίτητους απαραίτους εργαλείων. (11/2009) (1/20)



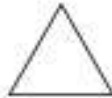
Το πρόβλημα των μονοίων



Στην ατμόσφαιρα παρουσιάζονται καταστάσεις όπου οι φυσικοί οι όψεις μας και καταστάσεις ομοιοτήτων. Το πρώτο είναι από τους μερικούς τους ομοιοτήτων θέλω άρχονται τα ομοιοτήτων.



Η μέθοδος του τριγωνισμού ξεκινά από την απλή αρχή πως αν γνωρίζουμε δύο γωνίες και ένα πλευρό ενός τριγώνου μπορούμε να υπολογίσουμε όλα τα στοιχεία του.



Ένα απλό παράδειγμα

Ας δοκιμάσουμε με ένα απλό παράδειγμα, τον ήλιο. Πώς μπορούμε να υπολογίσουμε ένα όψη που ελάχιστη μία στιγμή που ένα όψη και βρισκόμαστε προς μερικούς των ομοιοτήτων μας βρισκόμαστε στην περιοχή που βρισκόμαστε στον χώρο και μερικά με ομοιοτήτων. Ο ήλιος, στο Αρμενικό Τριγωνικό Διακαστό, ο βόρειος στην περιοχή του Ελευσίου και ο ήλιος στην περιοχή του Αρ. Παράρτηματος, στο Σαλαμίτικο.



Κλίμακα 1 εκατ./200μ



Η μέθοδος του τριγωνισμού



Μήπως ακούγοντάς τη σας έρχεται κάποιο γεωμετρικό σχήμα στο μυαλό?



Πού χρησιμοποιείται;



Πως είναι το πρόβλημα;

Το πρόβλημα είναι να υπολογίσουμε ένα όψη που ελάχιστη μία στιγμή που ένα όψη και βρισκόμαστε προς μερικούς των ομοιοτήτων μας βρισκόμαστε στην περιοχή που βρισκόμαστε στον χώρο και μερικά με ομοιοτήτων. Ο ήλιος, στο Αρμενικό Τριγωνικό Διακαστό, ο βόρειος στην περιοχή του Ελευσίου και ο ήλιος στην περιοχή του Αρ. Παράρτηματος, στο Σαλαμίτικο.

Πρόβλημα πύραυλος

Πρόβλημα πύραυλος είναι να υπολογίσουμε ένα όψη που ελάχιστη μία στιγμή που ένα όψη και βρισκόμαστε προς μερικούς των ομοιοτήτων μας βρισκόμαστε στην περιοχή που βρισκόμαστε στον χώρο και μερικά με ομοιοτήτων.



Ώρα για υπολογισμούς

Βήμα 1ο

Ας χρησιμοποιήσουμε τον τύπο που μας δίνει την ταχύτητα του ήχου:

$$\text{απόσταση} : \text{χρόνος} = \text{ταχύτητα}$$

- Τι από αυτά γινώσκεις;
- Ποιος είναι ο άγνωστος;
- Μπορούμε να αλλάξουμε την παραπάνω εξίσωση στη μορφή που μας αρέσει;

Βήμα 2ο

Αντικαθιστούμε στον τύπο τα δεδομένα που έχουμε για κάθε μετρητή για να βρούμε την απόσταση.

Πρώτος μετρητής - Δημοτικό Σχολείο Δικαίου

Δεύτερος μετρητής - παραλία Ελευσίου

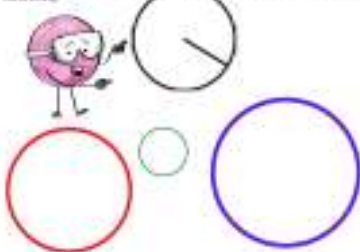
Τρίτος μετρητής - ακολορία Ζαχλωρού

Βρείτε την απόσταση του κεραυνού από τα παιδιά:
ΝΑΥΡΟ!

Ας σχεδιάσουμε

Βήμα 4ο

Με σελήνες τις παραπάνω απεικονίσεις σχεδιάζουμε τρεις κύκλους.



Στα κέντρα κάθε κύκλου θα βρούμε ο κάθε μετρητής. Τοποθετούμε τους κύκλους επάνω στον χάρτη και ανακαλύπτουμε την κίρραγή στην οποία ήσαν ο κεραυνός!

Τώρα πρέπει να εφαρμόσουμε τη μέθοδο του τριγωνισμού! Ας μεζήσουμε το υλικό μας!



Χρώμα

Βήμα 5ο

Καθαρίζουμε οι ομάδες κάθε ομάδα θα γίνει τον απαραίτητο αριθμό κομμάτια-μαρμάρι στις άκρες της διαφάνειας.



Βήμα 6ο

Με τη βοήθεια της διαφάνειας σας θα κατασκευάσετε ένα οπτηματικό μέτρο. Αλλάξτε ποσες είναι οι διαστάσεις τους! Στη συνέχεια θα καταθέσετε τις διαφάνειες που έφτιαξαν με τη σελήνη μόνον σε επίπεδο.

Έχετε διακοσμήσει όσα τριαντάφυλλα χάρτη μενού!



Συνεχίζουμε

Εάν χάρτη που έχετε επιλεγμένο, μπορείτε να σχεδιάσετε τις παραπάνω απεικονίσεις κεραυνού.

ΝΑΥΡΟ!

Οι μουσουλμάνοι που οι κότες κελύει



Βήμα 3ο

Ας χρησιμοποιήσουμε την κλίμακα! Ανατρέξτε παραπάνω και αναζητήστε την κλίμακα με την οποία είναι σχεδιασμένη ο χάρτης.

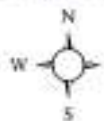
έλεμασ*

Υπολογίζουμε την απόσταση στον χάρτη για τον κάθε μετρητή.

Πρώτος μετρητής: _____

Δεύτερος μετρητής: _____

Τρίτος μετρητής: _____



Που θα σχεδιάσετε τον κεραυνό οι σχέσιμε τον μετρητή.

Μέσος όρος

Βήμα 2ο

Ο αριθμός των κομμάτιων δεν είναι ο ίδιος για όλους. Θα χρειαστεί να βρούμε τον μέσο όρο. Θαμάστε πώς! Ας γράψουμε τον τύπο.

Βήμα 3ο

Τώρα ας υπολογίσουμε τον μέσο όρο των κομμάτιων που μέτρη.

Βήμα 4ο

Χρησιμοποιώντας τον μέσο όρο, πόσες πιαστές θα πρέπει να μέτρη για να αποπιάσετε 10.000 μύδια στο γαρί;

Αποτύπωση στο χαρτί



Αφού κατασκευάσετε την διαφάνη, μεταφέρετε την με βάση τον φωτογράφο με τη βοήθεια του Επικρατού.

Υλικά

- λευκό κίλλες Α4
- πινέλο γουαρά
- χρώματα ακριβικά ή ακρυλικά
- διαφάνεια Α4 ή 50x70
- χαρτίον ήχα παραπάνω από κατασκευαστικό μέτρο

Βήμα 1ο

Παίρνουμε μία λευκή κίλλια Α4, βουτάμε το πινέλο σε ένα κελάρι και το πινέλομε μία φορά πάνω από την κίλλια. Στη συνέχεια κατασκευάζουμε τις κίλλες κίλλες συμπληρωμένα. Επισκελεύουμε μία φορά και κατασκευάζουμε τα αποτυπώματα των συμπληρωμένων τους στον πίνακα που κατασκευά.



Ψηφιακές – δημιουργικές παρεμβάσεις στο σχολείο μας

*Σκαλτσάς Ηλίας, Φυσικός, Μπακοπούλου Βασιλική, Μαθηματικός,
Γαροφαλίδου Ελπίδα, ΠΕ86, Μπίκας Γεώργιος, ΠΕ88
5^ο Γυμνάσιο Αγ. Παρασκευής «Λέλα Καραγιάννη»
[5gymagra\[a\]sch.gr](mailto:5gymagra[a]sch.gr)*

(Έπαινος 11^{ου} Πανελλήνιων Αγώνων Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών)

Περίληψη

Η κατασκευή με την οποία συμμετέχουμε στους 11^{ους} Πανελλήνιους Αγώνες Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών, περιγράφεται παρακάτω και εντάσσεται στη θεματική ενότητα «Ψηφιακές Τεχνολογίες στην εκπαίδευση STEM», έχει σα σκοπό να ευαισθητοποιήσει τις τοπικές αλλά και ευρύτερες κοινότητες των οποίων οι σχολικές μονάδες αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα τους, ότι είναι απαραίτητη στη λύση καθημερινών προβλημάτων, η συνεργασία όλων των παραγόντων εντός και εκτός σχολικής κοινότητας.

Abstract

The construction with which we participate in the 11th Panhellenic Games of Construction and Experiments of Natural Sciences, is described below and is included in the thematic section «Technologies in STEM education», aims to raise awareness of local and wider communities whose school units are part of that the cooperation of all actors inside and outside the school community is necessary in solving everyday problems.

Περιγραφή της εργασίας

Η 4^η Βιομηχανική Επανάσταση είναι εδώ, η πορεία στο μέλλον αποτελεί πρόκληση, οι προσδοκίες από την πληθώρα των εφαρμογών και τη χρησιμότητά τους αποτελούν αντικείμενο συνεχών μελετών, ενώ οι θετικές και αρνητικές επιπτώσεις στην εργασία και την παραγωγή βρίσκονται στο προσκήνιο της επικαιρότητας.

Σε κάθε περίπτωση τα αρνητικά αποτελέσματα θα είναι πρόσκαιρα μέχρι την προσαρμογή της κοινωνίας στις νέες συνθήκες.

Οι βασικές αρχές ηλεκτρισμού, που διδάσκονται στη Γ' Γυμνασίου και κατόπιν στο Λύκειο, οι διαφορές ηλεκτρολογίας, ηλεκτρονικής, οι βασικές αρχές προγραμματισμού και η σχέση του με τη λειτουργία ηλεκτρονικών κυκλωμάτων, κρίνονται απαραίτητα στη σύνταξη των αναλυτικών προγραμμάτων σπουδών σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης, δίνοντας μεγαλύτερη βαρύτητα στις μικρές ηλικίες.

Στα πρώτα στάδια της προσπάθειάς μας έγινε παρουσίαση από τον εκπρόσωπο της ομάδας και την καθηγήτρια Πληροφορικής σε μικρή ομάδα μαθητών Β' και Γ' Γυμνασίου καθώς και στους συμμετέχοντες καθηγητές, των παρακάτω θεμάτων:

- αυτοματισμού,

- ρομποτικής,
- της πλατφόρμας ανάπτυξης εφαρμογών και ρομποτικής Arduino,
- των μικροελεγκτών, μικροεπεξεργαστών,
- της γλώσσας προγραμματισμού Wiring C,
- εφαρμογών IDE,
- της πλατφόρμας Fritzing και
- εφαρμογών με led και αισθητήρες φωτός, απόστασης



Εικόνα 1

Κατόπιν εν μέσω της καραντίνας άρχισαν και ολοκληρώθηκαν σε ένα περίπου μήνα βασικές εργασίες ανακατασκευής και ανακαίνισης ήδη υπάρχουσας μακέτας του σχολείου στο εργαστήριο Τεχνολογίας.

Η παρουσία μαθητών/τριών δεν κατέστη δυνατή λόγω των μέτρων.

Στη συνέχεια άρχισε η μελέτη για την κατασκευή και ενσωμάτωση φαναριών κυκλοφορίας αυτοκινήτων και πεζών που προστέθηκαν εξωτερικά της μακέτας του σχολείου.

Η ιδέα υλοποίησης κρίθηκε απαραίτητη διότι στο συγκεκριμένο χώρο υπάρχει μείζον πρόβλημα διάβασης των μαθητών/τριών κατά την πρωινή είσοδο και την μεσημεριανή έξοδο από το σχολείο. Οι προσπάθειες προώθησης του θέματος στο Δήμο και άλλους φορείς δεν έχει φέρει μέχρι στιγμής αποτελέσματα και παραμένει ο κίνδυνος ατυχήματος κατά τη διάβαση των παιδιών προς και από τους ασφαλείς χώρους του σχολείου.

Κατά τη διαδικασία κατασκευής δημιουργήθηκε κώδικας σε γλώσσα προγραμματισμού Wiring C και χρησιμοποιήθηκε πλακέτα Arduino για τη λειτουργία των φαναριών.

Ο κώδικας φαίνεται παρακάτω:

TrafficCtrlLeds_PedCtrlLeds

```
const int Red_Cars_Pin=13; //κόκκινο οδηγών
const int Orange_Cars_Pin=11; //πορτοκαλί οδηγών
const int Green_Cars_Pin=9; //πράσινο οδηγών
const int Red_Ped_Pin=6; //κόκκινο πεζών
const int Green_Ped_Pin=4; //πράσινο πεζών
```

```
//διάρκεια φάσης 2: πορτοκαλί οδηγών - κόκκινο πεζών 2 δευτ
```

```
const unsigned long Orange_Delay=2000;
```

```
//αναμονή μέχρι τη φάση 2 - όταν πατάμε το κουμπί για τους πεζούς
```

```
const unsigned long wait_to_ph2=4000;
```

```
//διάρκεια φάσης 1: πράσινο οδηγών -  
κόκκινο πεζών 10 δευτ
```

```
volatile unsigned long Green_Delay;
```

```
//διάρκεια φάσης 3: κόκκινο οδηγών -  
πράσινο πεζών 5 δευτ
```

```
volatile unsigned long Red_Delay;
```

```
unsigned long start_time; //αρχή φάσης  
unsigned long elapsed_time=0;
```

```
void setup()
```

```
{  
  pinMode(Red_Cars_Pin, OUTPUT);  
  pinMode(Orange_Cars_Pin, OUTPUT)
```

```
  pinMode(Green_Cars_Pin, OUTPUT);
```

```
  pinMode(Red_Ped_Pin, OUTPUT);
```

```
  pinMode(Green_Ped_Pin, OUTPUT);
```

```
  //ορισμός διακοπής για το pin του  
  κουμπιού
```

```
  attachInterrupt(0, buttonpush, RISING);
```

```
}
```

```
void loop()
```

```
{
```

```
  Green_Delay=10000; //διάρκεια φάσης 1,  
  10 δευτ
```

```
  Red_Delay=5000; //διάρκεια φάσης 3, 5  
  δευτ
```

```
  digitalWrite(Red_Ped_Pin, HIGH); //φάση  
  1, πράσινο οδηγών - κόκκινο πεζών
```

```
  digitalWrite(Green_Cars_Pin, HIGH);
```

```
  elapsed_time=0;
```

```
}
```

```
digitalWrite(Green_Cars_Pin, LOW);
```

```
digitalWrite(Orange_Cars_Pin, HIGH); //φάση 2
```

```
start_time=millis(); //χρόνος έναρξης φάσης 2
```

```
while(millis() - start_time <= Orange_Delay)
```

```
{ //αναμονή φάσης 2
```

```
}
```

```
digitalWrite(Orange_Cars_Pin, LOW);
```

```
digitalWrite(Red_Cars_Pin, HIGH); //φάση 3
```

```
digitalWrite(Red_Ped_Pin, LOW);
```

```
digitalWrite(Green_Ped_Pin, HIGH);
```

```
start_time=millis(); //χρόνος έναρξης φάσης 3
```

```
while(millis() - start_time <= Red_Delay
```



Εικόνα 2

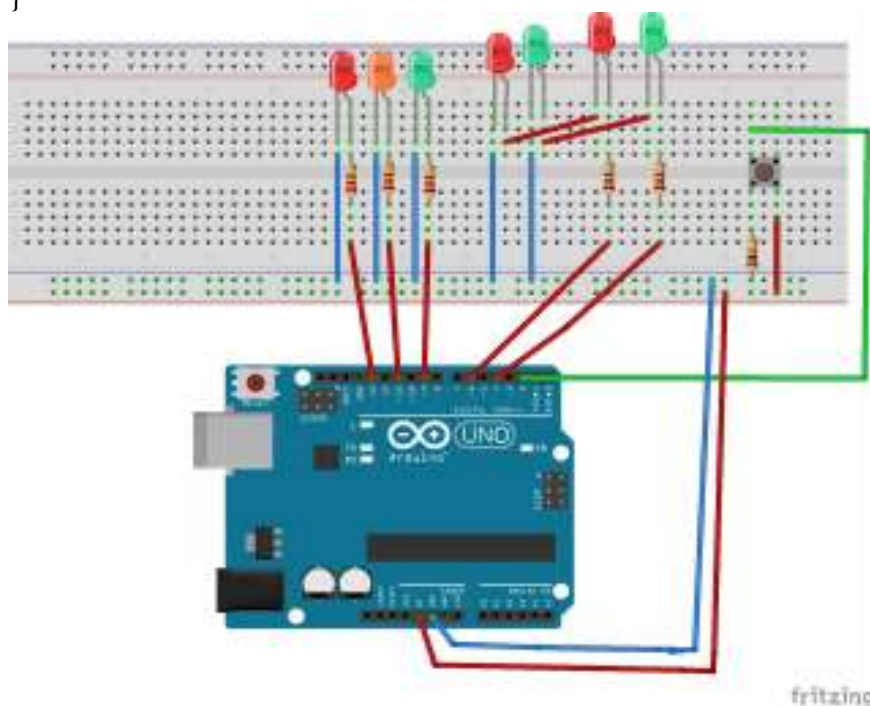


Εικόνα 3

```

{ //αναμονή φάσης 3
}
digitalWrite(Green_Ped_Pin, LOW);
digitalWrite(Red_Cars_Pin, LOW);
}
void buttonpush()
{ // αν ο χρόνος μέχρι τη φάση 2 > 4 δευτ
if(Green_Delay - elapsed_time > wait_to_ph2)
{ // η μετάβαση στη φάση 2 να γίνει σε 4 δευτ
  Green_Delay=elapsed_time + wait_to_ph2;
}
  Red_Delay=7000; // διάρκεια φάσης 3, 7 δευτ
}
}

```



Εικόνα 4

Η συνδεσμολογία των φαναριών, του κουμπιού και όλων μαζί στην πλατφόρμα Arduino, φαίνεται στο σχέδιο

Τα 3 φώτα στο φανάρι των οδηγών ανάβουν με τη σειρά πράσινο, πορτοκαλί, κόκκινο. Τα φανάρια πεζών λειτουργούν έτσι ώστε να διασφαλίζεται ότι δεν θα υπάρχει ταυτόχρονη διέλευση πεζών και αυτοκινήτων. Έτσι το φανάρι των πεζών παραμένει πράσινο μόνο όταν το φανάρι των οδηγών είναι κόκκινο. Όταν το φανάρι των οδηγών είναι πράσινο ή πορτοκαλί, οι πεζοί έχουν κόκκινο.

Οι χρόνοι εναλλαγής των αναμμένων φαναριών παραμένουν σταθεροί μέχρι να πατηθεί κουμπί για τους πεζούς, που προσαρμόστηκε στην κολώνα φαναριών των αυτοκινήτων. Τότε αλλάζουν οι διάρκειες αυτές προς όφελος των πεζών ώστε να διασχίσουν το δρόμο.

Ο μέγιστος χρόνος που χρειάζεται να περιμένει ο πεζός αφού πατήσει το κουμπί για να περάσει τη διάβαση, είναι μικρός. Ο χρόνος πράσινου για τον πεζό αυξάνεται και διαρκεί για



Εικόνα 5

τον κύκλο λειτουργίας του φαναριού κατά τον οποίο πατήθηκε το κουμπί. Στον επόμενο κύκλο οι χρόνοι επανέρχονται στους αρχικούς.

Ακολούθως προχωρήσαμε στη μελέτη, την κατασκευή και την ενσωμάτωση στην μακέτα φανών νυκτός που να καλύπτουν μεγάλο μέρος της έκτασης του σχολείου.

Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε φωτοευαίσθητη αντίσταση και 4 φανοί οι οποίοι ανάβουν αυτόματα όταν το φως του περιβάλλοντος πέφτει σε πολύ χαμηλά επίπεδα.

Αρχικά δημιουργήθηκε κώδικας σε Wiring C και πραγματοποιήθηκαν δοκιμαστικές μετρήσεις σε διάφορες συνθήκες ώστε να προσδιοριστεί το κατώφλι στο οποίο θα ανάβουν τα φώτα και κατά συνέπεια θα προσδιορίζεται η ώρα σε καλοκαιρινές ή χειμερινές συνθήκες.

Με τον τρόπο αυτό πετυχαίνουμε σε πραγματικές συνθήκες τη μέγιστη δυνατή εξοικονόμηση ενέργειας.

Ο κώδικας φαίνεται παρακάτω:

PhotoSensTestSerialPort

```
void setup()
{
  Serial.begin(9600); //αρχικοποίηση σειριακής επικοινωνίας
  pinMode( 5 , OUTPUT);
}
void loop()
{
  Serial.println( analogRead(0)); // εμφάνιση τιμής στη σειριακή οθόνη
  delay(500); // καθυστέρηση μισό δευτερόλεπτο
```

Στη συνέχεια δημιουργήσαμε κώδικα για το άναμα και σβήσιμο των φανών σε συνδυασμό με την φωτοευαίσθητη αντίσταση στον οποίο ενσωματώσαμε το κατώφλι ενεργοποίησης και απενεργοποίησης των φώτων.

PhotoSensor4leds

```
void setup()
{
  pinMode( 5 , OUTPUT);
  pinMode( 12, OUTPUT);
}
void loop()
{
  if (( ( analogRead(0) ) < ( 800 ) ))//καθορίστηκε από δοκ μετρήσεις
```

```

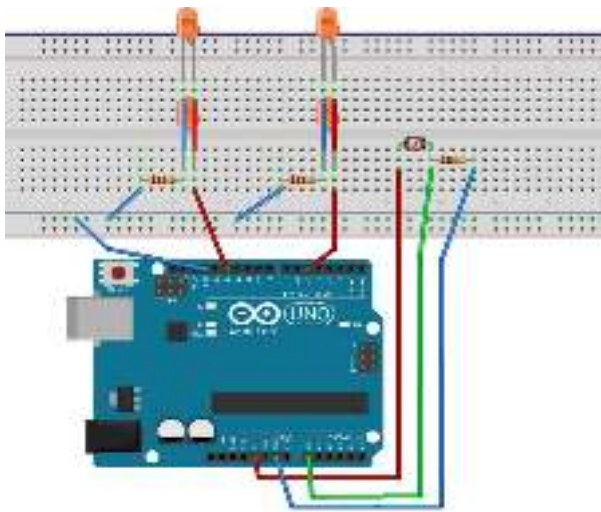
{
  digitalWrite( 5 , HIGH ); //μικρό ρεύμα
  digitalWrite( 12, HIGH );
}
else
{
  digitalWrite( 5 , LOW ); // μεγάλο ρεύμα
  digitalWrite( 12, LOW );
}
delay(500);
}

```



Εικόνα 6

Η συνδεσμολογία περιλάμβανε δύο ζευγάρια φανών συνδεδεμένων παράλληλα και αυτά συνδεδεμένα στη πλατφόρμα Arduino όπως φαίνεται στο σχέδιο



Εικόνα 7



Εικόνα 8

Ακολούθως έγιναν δοκιμές για την πιστοποίηση της λειτουργίας των ηλεκτρονικών.



Εικόνα 9



Εικόνα 10

Στη συνέχεια έγιναν απαραίτητες προσαρμογές στη μακέτα ώστε να πετύχουμε τη ρεαλιστική απεικόνιση του σχολείου μας.



Εικόνα 11



Εικόνα 12



Εικόνα 13



Εικόνα 14



Εικόνα 15



Εικόνα 16



Εικόνα 17



Εικόνα 18

Η εμπειρία όσων ενεπλάκησαν στο πρόγραμμα ήταν καταλυτική και μας έδωσε την ευκαιρία να δοκιμάσουμε γνώσεις ηλεκτρονικής, προγραμματισμού, τεχνικές γνώσεις, να λύσουμε προβλήματα και να πειραματιστούμε με επιτυχία σε απρόβλεπτα πεδία δεξιοτήτων.

Βιβλιογραφία

Παν. Παπάζογλου, Σπ. Λιώνη, «Εφαρμογές με το Arduino», Εκδ. Τζιόλα

*Το copyright των φωτογραφιών ανήκει στους συγγραφείς.

Σχεδιασμός Βιολογικής Βάσης Δεδομένων και Γλώσσα Ερωτοαποκρίσεων SQL

Σταματίου Μαριάννα, ΠΕ86/ΠΕ04.01, 6^ο ΓΕΛ Νέας Σμύρνης
[maryann.stamatiou\[a\]gmail.com](mailto:maryann.stamatiou[a]gmail.com)

(Έπαινος 11^ον Πανελλήνιων Αγώνων Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών)

Περίληψη

Η οργάνωση των βιολογικών δεδομένων σε κάποιο αποθετήριο ελεύθερης πρόσβασης (δηλαδή, σε μια βάση δεδομένων), καθώς και η δυνατότητα εύρεσης απαντήσεων που αφορούν σε βιολογικά ερωτήματα, είναι αναγκαία. Επομένως, γίνεται σαφές, ότι χρειάζεται να γίνονται ερωτήσεις, σε αυτά τα αποθετήρια, και αυτά να επιστρέφουν κάποιες απαντήσεις. Τα σχεσιακά μοντέλα δεδομένων (RDBMS) είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν για τη διαχείριση αυτού του είδους των δεδομένων [1]. Ο στόχος αυτής της εργασίας είναι η εξοικείωση με τη σχεδίαση, ανάπτυξη και διαχείριση μιας βάσης δεδομένων και κατά προτίμηση βιολογικής, εφόσον οι βιοεπιστήμες, πάντα διαχειρίζονταν πολλά δεδομένα και ειδικά στη σημερινή εποχή όπου αναπτύσσονται με γοργούς ρυθμούς, λόγω συνεχόμενης εύρεσης νέων ερευνητικών μεθόδων και ανακάλυψης διαφόρων πειραματικών δυνατοτήτων. Αυτό έχει ως συνέπεια μαζικά δεδομένα (big data) να βρίσκονται στη διάθεση των επιστημόνων και φυσικά να υπάρχει μεγάλη αύξηση της ποσότητας των δεδομένων που πρέπει να αποθηκευτούν και να αναλυθούν [2]. Βέβαια, η διαθέσιμη υπολογιστική ισχύς έχει βελτιωθεί, αλλά ο όγκος και η ετερογένεια των δεδομένων είναι ανασταλτικός παράγοντας στη συλλογή και στην ανάλυσή τους. Θεμελιώδη ερωτήματα όπως για παράδειγμα: ποιο σύνολο δεδομένων είναι καλό και πώς εξάγονται αξιόπιστα αποτελέσματα από τα μαζικά δεδομένα, θα πρέπει να απαντηθούν με διεπιστημονική συνεργασία [2]. Επιπρόσθετα, το να ενωθούν διαφορετικά σύνολα δεδομένων (δίκτυο εννοιών) σημαίνει ότι λαμβάνονται αποφάσεις για τις έννοιες με τις οποίες η φύση εκπροσωπείται και ερευνάται καλύτερα. Με άλλα λόγια, αυτά τα σύνολα σχετίζονται με δεδομένα που υπάρχουν σε δομές διαχείρισης μαζικών δεδομένων και πρέπει να αντιμετωπιστούν ως θεωρίες: τρόποι θεώρησης του βιολογικού κόσμου που οδηγούν την επιστημονική λογική και την κατεύθυνση της έρευνας και πολύ συχνά βρίσκονται υπό καθεστώς αναθεώρησης [2]. Η ενοποίηση δεδομένων μεγάλης κλίμακας είναι απαραίτητη σε όλους τους βιολογικούς κλάδους για να αναγνωριστούν τέτοιου είδους θεωρίες και να μελετηθούν οι επιπτώσεις τους στη μοντελοποίηση και στην ανάλυση μαζικών δεδομένων [2].

Σε αυτήν την εργασία, υλοποιείται σε πέντε στάδια ο σχεδιασμός της βάσης δεδομένων Pfam για να αποθηκευτούν ορισμένες από τις πληροφορίες που διαθέτει. Πρέπει, επίσης, να αναφερθεί ότι ο συγκεκριμένος σχεδιασμός περιέχει κάποιες (και όχι όλες) από τις βασικές λειτουργίες αυτής της βάσης δεδομένων. Στο πρώτο στάδιο, αναλύονται τα δεδομένα που δίνονται στο site της Pfam και δίνεται το διάγραμμα οντοτήτων-συσχετίσεων (ΟΣ) για αυτήν τη βάση δεδομένων μαζί με τις παραδοχές που γίνονται. Στο δεύτερο στάδιο με βάση το

μοντέλο ΟΣ (εικόνα 3) του πρώτου σταδίου, απεικονίζεται η μετατροπή του μοντέλου ΟΣ σε σχεσιακό μοντέλο (εικόνα 6). Στο τρίτο στάδιο δίνεται το σύνολο των εντολών σε SQL (εικόνα 7) για τη δημιουργία του σχήματος που προέκυψε στο δεύτερο στάδιο. Στο τέταρτο στάδιο εισάγονται δεδομένα στη βάση που δημιουργήθηκε στο τρίτο στάδιο και τέλος στο πέμπτο και τελευταίο στάδιο δίνονται κάποιες ερωτήσεις σε SQL καθώς και τα αποτελέσματα της εκτέλεσής τους.

Abstract

Organizing biological data into a freely accessible repository (that is, a database), as well as being able to find answers to biological questions, is essential. Therefore, it becomes clear that questions need to be asked in these repositories, and they need to return some answers.

In this work, the design of the Pfam database is implemented in five steps to store some of the information available. It should also be noted that this design contains some (but not all) of the basic functions of this database.

Εισαγωγή

Δεδομένα και Πληροφορίες

Τα δεδομένα (data) αναφέρονται σε μια παράσταση που μπορούμε να δώσουμε κάποια έννοια, δηλαδή αριθμοί, γράμματα, σύμβολα κ.ά. Δηλαδή είναι αναπαράσταση εννοιών και γεγονότων που μπορούν να υποστούν διαχείριση και επεξεργασία. Πληροφορία (information) είναι η έννοια (σημασία) που δίνουμε σ' ένα σύνολο από δεδομένα, τα οποία μπορούμε να επεξεργαστούμε και να βγάλουμε έτσι κάποια χρήσιμα συμπεράσματα με βάσει προκαθορισμένους κανόνες. Με τις πληροφορίες έχουμε τη δυνατότητα να λάβουμε σωστές αποφάσεις γιατί περιορίζεται η αβεβαιότητα που έχουμε για διάφορα πράγματα. Η συλλογή και αποθήκευση ενός τεράστιου όγκου δεδομένων δεν λύνει τελείως το πρόβλημα της σωστής οργάνωσης και ταξινόμησης των δεδομένων, εφόσον θα πρέπει να οργανωθούν με τέτοιο τρόπο ώστε (όταν τα χρειαζόμαστε) να μπορούμε να τα εντοπίζουμε και να τα αξιοποιούμε εύκολα και γρήγορα [3].

Εισαγωγή στις Βάσεις Δεδομένων

Η αλματώδης ανάπτυξη όλων των επιστημών τα τελευταία χρόνια, κατέστησε την πληροφορία πολύτιμο αγαθό και μάλιστα ισάξιο ή και πολυτιμότερο από το πετρέλαιο (γι αυτό εξάλλου γίνεται και λόγος για εξόρυξη της πληροφορίας, απ' όπου αυτό είναι δυνατό).

Η Βάση δεδομένων (database) αποτελεί μια συλλογή σχετικών στοιχείων μεταξύ τους, τα οποία είναι δομημένα και καταχωρημένα με κατάλληλο τρόπο [4]. Το Σύστημα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων (ΣΔΒΔ) (database management system), είναι μια συλλογή λογισμικού που υλοποιεί λειτουργίες, όπως εισαγωγή, διαγραφή, αναζήτηση, συγχρονισμός προσπέλασης, προστασία κ.ά. [4]. Το Σύστημα Βάσης Δεδομένων (database system) είναι μια ΒΔ μαζί με το αντίστοιχο λογισμικό ΣΔΒΔ [4]. Επομένως, τα συστήματα των βάσεων δεδομένων χρησιμοποιούνται για αποθήκευση, για επεξεργασία, καθώς και για αποδοτική διαχείριση του τεράστιου όγκου πληροφορίας. Οι τραπεζικές συναλλαγές και η διαχείριση εταιρικών δεδομένων αποτελούν κάποια παραδείγματα παραδοσιακών εφαρμογών Βάσεων Δεδομένων, ενώ η εξόρυξη δεδομένων (data mining) καθώς και η διαχείριση γεωγραφικών

πληροφοριών (GIS) είναι κάποια παραδείγματα σύγχρονων εφαρμογών Βάσεων Δεδομένων [4].

Αρχιτεκτονική Συστημάτων

Οι χρήστες ενός ΣΔΒΔ μπορεί να είναι: απλοί χρήστες όπου εκτελούν συγκεκριμένες λειτουργίες σε συγκεκριμένες εφαρμογές, προχωρημένοι χρήστες όπου έχουν επίγνωση του περιεχομένου της βάσης, προγραμματιστές εφαρμογών όπου χρησιμοποιούν API, σχεδιαστές βάσεων δεδομένων όπου απεικονίζουν τον πραγματικό κόσμο στην εφαρμογή, και διαχειριστές όπου έχουν δικαιώματα σε όλα τα επίπεδα [4].

Η συνολική περιγραφή της ΒΔ καλείται σχήμα και υπάρχουν τρία σχήματα: το εξωτερικό (external), το εννοιολογικό (conceptual) και το εσωτερικό (internal). Το ΣΔΒΔ είναι υπεύθυνο για την απεικόνιση (mapping) του ενός σχήματος στο άλλο. Το στιγμιότυπο είναι μια κατάσταση της ΒΔ σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή, λόγω του ότι η ΒΔ με τις ενημερώσεις, διαγραφές και εισαγωγές δεδομένων μπορεί να μεταβάλλει την κατάστασή της. Σε κάθε σχήμα της ΒΔ αντιστοιχούν πολλά στιγμιότυπα και κάθε στιγμιότυπο υπακούει τους κανόνες που επιβάλλει το σχήμα της ΒΔ [4].

Μια γλώσσα ερωτημάτων είναι δηλωτική, ενώ οι γλώσσες προγραμματισμού είναι διαδικαστικές. Μια γλώσσα ερωτημάτων αποτελείται από τη γλώσσα ορισμού δεδομένων (DDL) που έχει ως σκοπό την περιγραφή των οντοτήτων και των συσχετίσεων μεταξύ τους καθώς και των περιορισμών, και τη γλώσσα χειρισμού δεδομένων (DML) που έχει ως σκοπό την έκφραση των εισαγωγών, των διαγραφών, των ενημερώσεων και τη διατύπωση ερωτημάτων προς το ΣΔΒΔ. Οι λειτουργίες ενός ΣΔΒΔ περιλαμβάνουν: μεταγλωτιστή DDL, μεταγλωτιστή DML, μηχανή εκτέλεσης, έλεγχο ταυτοχρονισμού, διαχειριστή επανάκτησης και ημερολογίου, διαχειριστή συναλλαγών, διαχειριστή αρχείων, διαχειριστή απομονωτικής μνήμης και διαχειριστή αποθήκευσης [4].

Μοντέλα Δεδομένων

Το μοντέλο είναι μια αφαιρετική αναπαράσταση του πραγματικού κόσμου. Δύο μοντέλα χρησιμοποιήθηκαν σε αυτήν την εργασία. Πρώτον, το μοντέλο οντοτήτων-συσχετίσεων (ΟΣ) το οποίο είναι βασισμένο σε αντικείμενα και δημιουργήθηκε από την αντίληψη ότι ο πραγματικός κόσμος αποτελείται από οντότητες (entities) με χαρακτηριστικά (attributes) και συσχετίσεις (relationships) μεταξύ των οντοτήτων. Αυτό το μοντέλο αναπτύχθηκε από τον P. Chen (1976) ως ένας τρόπος επικοινωνίας μεταξύ χρηστών και σχεδιαστών, για τη διευκόλυνση του σχεδιασμού μιας ΒΔ, επιτρέποντας έτσι τον ορισμό ενός σχήματος (schema) που να αναπαριστά τη συνολική λογική δομή της βάσης. Ο συνηθέστερος τρόπος περιγραφής του μοντέλου ΟΣ είναι η χρήση διαγραμμάτων οντοτήτων-συσχετίσεων (ER diagrams), όπου παρέχουν έναν απλό και κατανοητό τρόπο περιγραφής της δομής των δεδομένων της ΒΔ, των οντοτήτων, των συσχετίσεων, και των χαρακτηριστικών τους. Στη συνέχεια, το σχεσιακό μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε αφορά σε μοντέλα βασισμένα σε εγγραφές και προτάθηκε από τον Codd το 1970. Η απλή και κατανοητή δομή του είναι δύο από τα αίτια της τεράστιας απήχησης αυτού του μοντέλου σε κλασικές καθώς και σε σύγχρονες εφαρμογές υψηλών απαιτήσεων. Το μεγάλο πλεονέκτημα του μοντέλου είναι ότι μπορεί να περιγραφεί μαθηματικά με τη βοήθεια της Θεωρίας Συνόλων (set theory) ή της Κατηγορηματικής Λογικής (predicate logic). Όλα τα εμπορικά ΣΔΒΔ υποστηρίζουν το σχεσιακό μοντέλο δεδομένων ή επεκτάσεις του. Τα πρώτα εμπορικά διαθέσιμα ΣΔΒΔ που

στηρίχθηκαν στο σχεσιακό μοντέλο δεδομένων, εμφανίσθηκαν στη δεκαετία του 1970 και 1980, όπως τα συστήματα DB2 και SQL/DS της εταιρείας IBM, και Oracle της εταιρείας Oracle. Μερικά από τα σύγχρονα εμπορικά διαθέσιμα ΣΔΒΔ που υποστηρίζουν το σχεσιακό μοντέλο είναι τα εξής: SQL Server της Microsoft, IBM DB2 Data Server της IBM, Oracle της Oracle και IBM Informix της IBM. Μερικά από τα σύγχρονα διαθέσιμα ΣΔΒΔ ΕΛΛΑΚ που υποστηρίζουν το σχεσιακό μοντέλο είναι τα εξής: MySql - SUN Oracle, Cassandra-Apache, Redis - NoSQL [4].

Η Βάση Δεδομένων Pfam

Η βάση δεδομένων Pfam (<http://pfam.xfam.org/>) είναι μια συλλογή καλά σχολιασμένων οικογενειών πρωτεϊνών, οι οποίες προσδιορίζονται από δύο στοιχίσεις και ένα profile hidden Markov model (pHMM) για να εντοπίζονται ευκολότερα μακρινές ομολογίες. Κάθε οικογένεια αναπαριστάται από πολλαπλές στοιχίσεις ακολουθιών με ένα pHMM [5]. Αυτά τα μοντέλα (pHMM), είναι μοντέλα πιθανοτήτων που χρησιμοποιούνται για να εξάγουν στατιστικά συμπεράσματα ομολογίας [5]. Τα μοντέλα pHMM, δηλαδή οι καταχωρήσεις της Pfam, όπου συχνά αναφέρονται ως "καταχωρήσεις Pfam-A", κατατάσσονται σε έξι κατηγορίες, ανάλογα με το μήκος και τη φύση των τμημάτων των ακολουθιών:

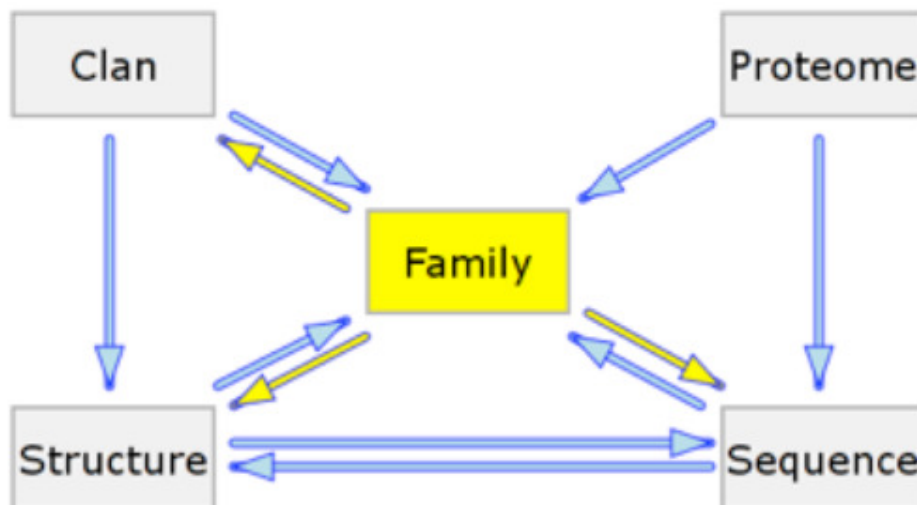
- 1) Οικογένεια (Family): σύνολο σχετικών μεταξύ τους τμημάτων ακολουθιών που ενδέχεται να περιέχουν μία ή περισσότερες αυτοτελής δομικές περιοχές, χωρίς ένδειξη που να επιβεβαιώνει την ύπαρξη υποδιαίρεσης. Η "οικογένεια" είναι η προεπιλεγμένη κατηγορία.,
- 2) Αυτοτελής Δομική Περιοχή (Domain): σύνολο σχετιζόμενων τμημάτων ακολουθιών που σχηματίζουν μια δομικά λειτουργική περιοχή,
- 3) Επανάληψη (Repeat): μικρή "ασταθής" περιοχή, όπου διαμορφώνει μια «σταθερή» δομή όταν ομαδοποιούνται αρκετά αντίγραφα της (δηλ., υπάρχουν πολλαπλές επαναλήψεις της),
- 4) Μοτίβο (Motif): μικρή περιοχή που βρίσκεται σε μη σφαιρικά domains. Αυτή η περιοχή εκτελεί έναν συγκεκριμένο ρόλο (π.χ.: δεσμός με μέταλλο),
- 5) Υπερέλικα (Superhelix π.χ. "Coiled-coil"): περιοχές μιας πρωτεΐνης που περιέχουν κάποια μοτίβα σε διπλή έλικα (π.χ. υπερέλικα α-ελίκων της τροπομουσίνης).
- 6) Disordered Regions: συντηρημένες περιοχές των πρωτεϊνών (είναι μη δομημένες περιοχές, δηλ. περιοχές χωρίς δομή).

Μέθοδος υλοποίησης της στοίχισης στην Pfam

Κάθε οικογένεια Pfam αποτελείται από μια στοίχιση ακολουθιών που δημιουργείται ως εξής:

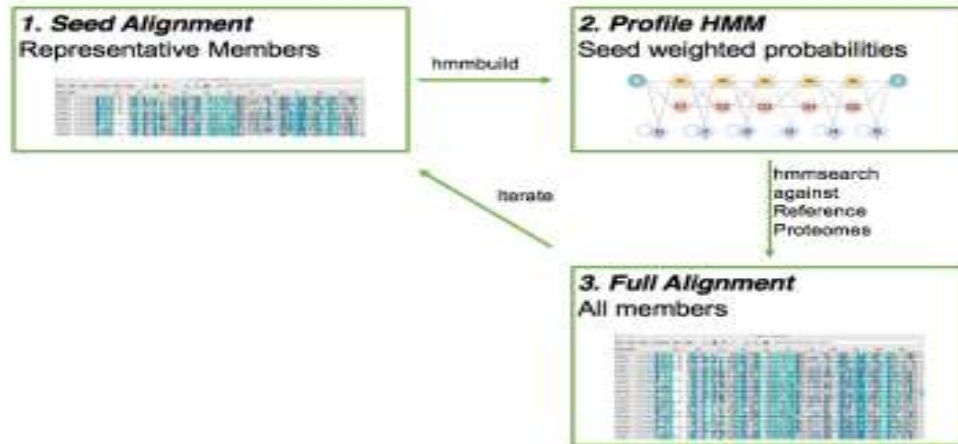
- α) Επιλέγεται ένας μικρός αριθμός αλληλουχιών (ακολουθιών) πρωτεΐνης που θεωρούνται αντιπροσωπευτικές της οικογένειας Pfam,
- β) αυτές οι «αρχικές» ακολουθίες καθιστούν δυνατή την επίτευξη μιας πολύ καλής στοίχισης («στοίχιση seed»),
- γ) δημιουργείται ένα pHMM από αυτήν την πάρα πολύ καλή στοίχιση (π.χ. με ένα πρόγραμμα όπως το HMMER),
- δ) αυτό το pHMM χρησιμοποιείται ως πρότυπο για την αναζήτηση ομόλογων ακολουθιών σε πρωτογενείς βάσεις δεδομένων (π.χ. Uniprot),
- ε) μια στοίχιση δημιουργείται αυτόματα με όλες τις πρωτεϊνικές ακολουθίες που ανήκουν στην οικογένεια.

Αρκετές καταχωρήσεις της Pfam με κοινά στοιχεία, ομαδοποιούνται ξανά, δημιουργώντας ένα CLAN. Η σχέση ανάμεσα σε αυτές τις οικογένειες καθορίζεται από την ομοιότητα της ακολουθίας, την ομοιότητα των τρισδιάστατων δομών τους (εάν είναι γνωστές), την ομοιότητα μεταξύ των pHMM (κι η αξιολόγησή τους μπορεί να γίνει από έναν αλγόριθμο όπως το HHsearch).



Εικόνα 1: Οργάνωση της Pfam [6]

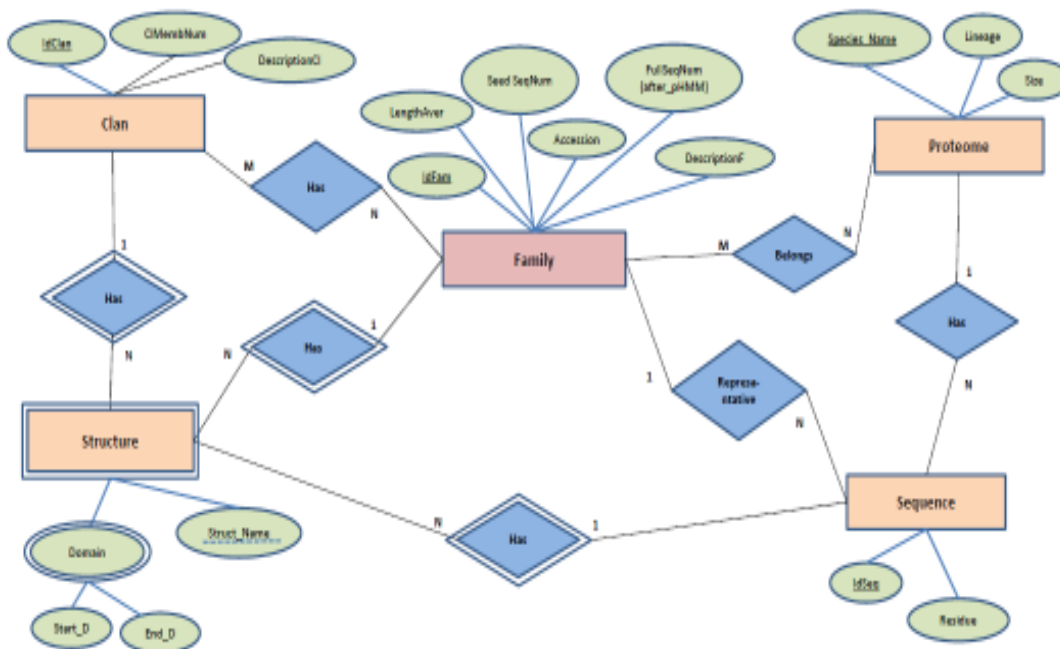
Η δημιουργία ενός μοντέλου Pfam είναι μια επαναληπτική διαδικασία, όπως φαίνεται στην εικόνα 1. Το σημείο εκκίνησης είναι η επιλογή και η στοίχιση των καλά σχολιασμένων πρωτεϊνικών ακολουθιών (π.χ. στοίχιση σπόρου - “seed” alignment), η οποία χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό ενός pHMM. Αυτό το pHMM χρησιμοποιείται στη συνέχεια για να γίνει αναζήτηση σε μια πρωτογενή βάση δεδομένων πρωτεϊνικών ακολουθιών αναφοράς για την εύρεση επιπρόσθετων μελών στοίχισης που ταιριάζουν με το αρχικό, κάνοντας χρήση ενός κατωφλίου που πρέπει να υπερβαίνουν. Τα όρια του κατωφλίου προσαρμόζονται για να αποφευχθούν οι ψευδώς θετικές εισαγωγές. Οι πληροφορίες σε αυτό το νέο σύνολο ακολουθιών (πλήρης στοίχιση – full alignment) χρησιμοποιούνται για την βελτίωση του μοντέλου όσον αφορά στις πιθανότητες, και μπορεί να δώσουν λίγο διαφορετική στοίχιση. Αυτή η προσαρμοσμένη πλήρης στοίχιση τελειοποιείται (μέσω καθορισμού ορίων και ελαχιστοποίησης πλεονασμών) για την παραγωγή ενός νέου σπόρου. Επομένως, δημιουργείται ένα νέο pHMM. Αυτή η επαναληπτική διαδικασία επαναλαμβάνεται έως ότου δεν εντοπιστούν άλλες ομόλογες ακολουθίες μέσα στην πρωτογενή βάση δεδομένων (τότε, η αναζήτηση έχει συγκλίνει). Σχηματικά, η παραπάνω διαδικασία, έχει ως εξής:



Εικόνα 2: Διαδικασία Εισαγωγής Δεδομένων στη Βάση Δεδομένων Pfam, μέσω επαναληπτικής διαδικασίας [7]

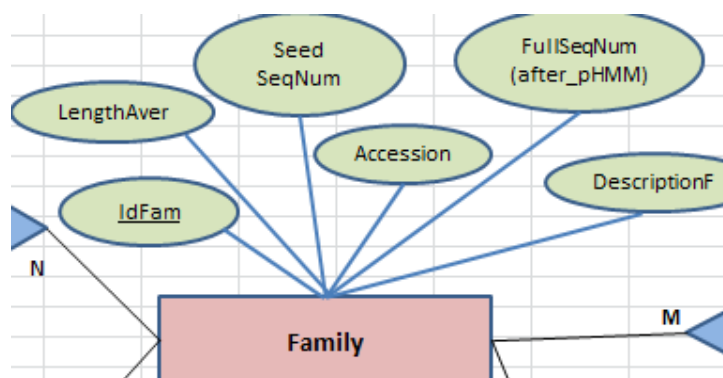
Περιγραφή εργασίας

Αρχικά υλοποιήθηκε το μοντέλο ΟΣ με βάση τις πληροφορίες της εικόνας 1.



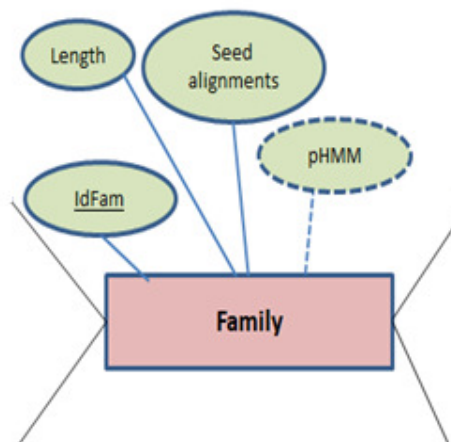
Εικόνα 3: Μοντέλο ΟΣ Pfam

Πρέπει να σημειωθεί ότι επειδή το pHMM υπολογίζεται από την αρχική ευθυγράμμιση σπόρου, με λογισμικό όπως το hmmbuild και επαναληπτικά προκύπτει η πλήρης στοίχιση, είναι πιο συνετό να υπάρχουν ως γνωρίσματα της οντότητας Family του μοντέλου, τα SeedSeqNum και FullSeqNum, όπως φαίνεται στην εικόνα 4.



Εικόνα 4: Γνωρίσματα της οντότητας Family

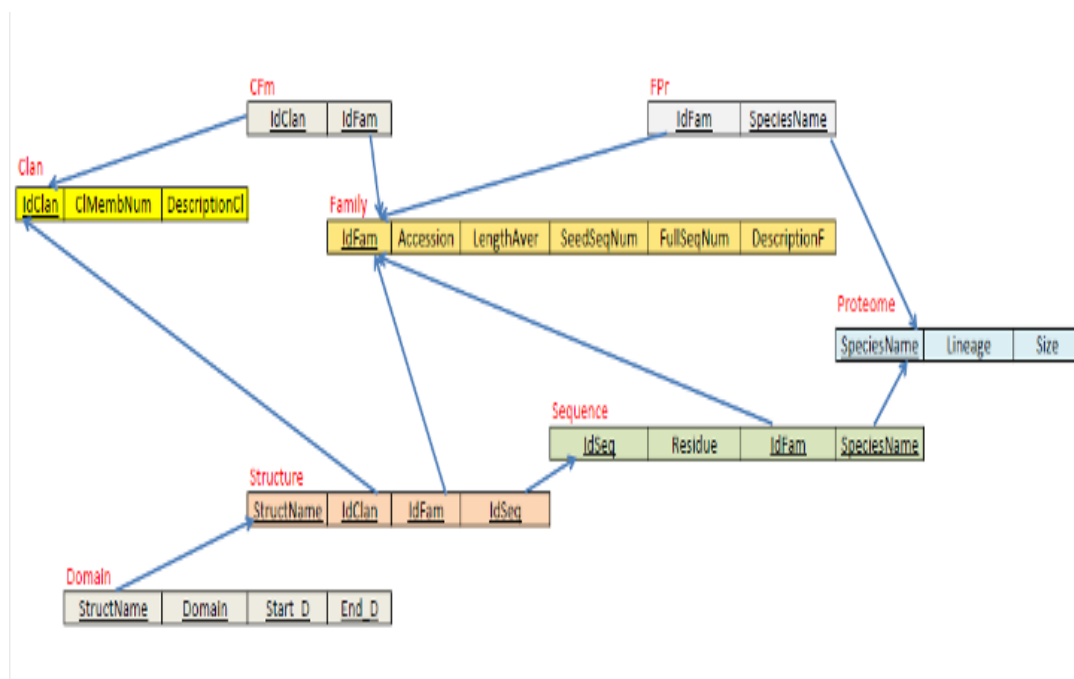
Θα ήταν λάθος αν υπήρχε ως γνώρισμα το παραγόμενο pHMM, όπως φαίνεται στην εικόνα 5, λόγω του ότι το hmmbuild λογισμικό θα πρέπει να λειτουργεί ανεξάρτητα, διαφορετικά θα έπρεπε να γίνεται trigger η αντίστοιχη συνάρτηση. Επομένως, ως γνωρίσματα της οντότητας Family θα είναι ο αρχικός αριθμός των στοιχισμένων ακολουθιών σπόρου και ο τελικός αριθμός πλήρως στοιχισμένων ακολουθιών. Επίσης, το LengthAver γνώρισμα της συγκεκριμένης οντότητας δείχνει το μέσο μήκος των ακολουθιών αυτής της οικογένειας. Τα υπόλοιπα γνωρίσματα της οντότητας Family είναι κοινότυπα για μια βιολογική οντότητα (όπως το όνομά της idFam, η βιολογική περιγραφή DescriptionF και ένα μοναδικό αλφαριθμητικό Accession της Pfam για το κάθε όνομα).



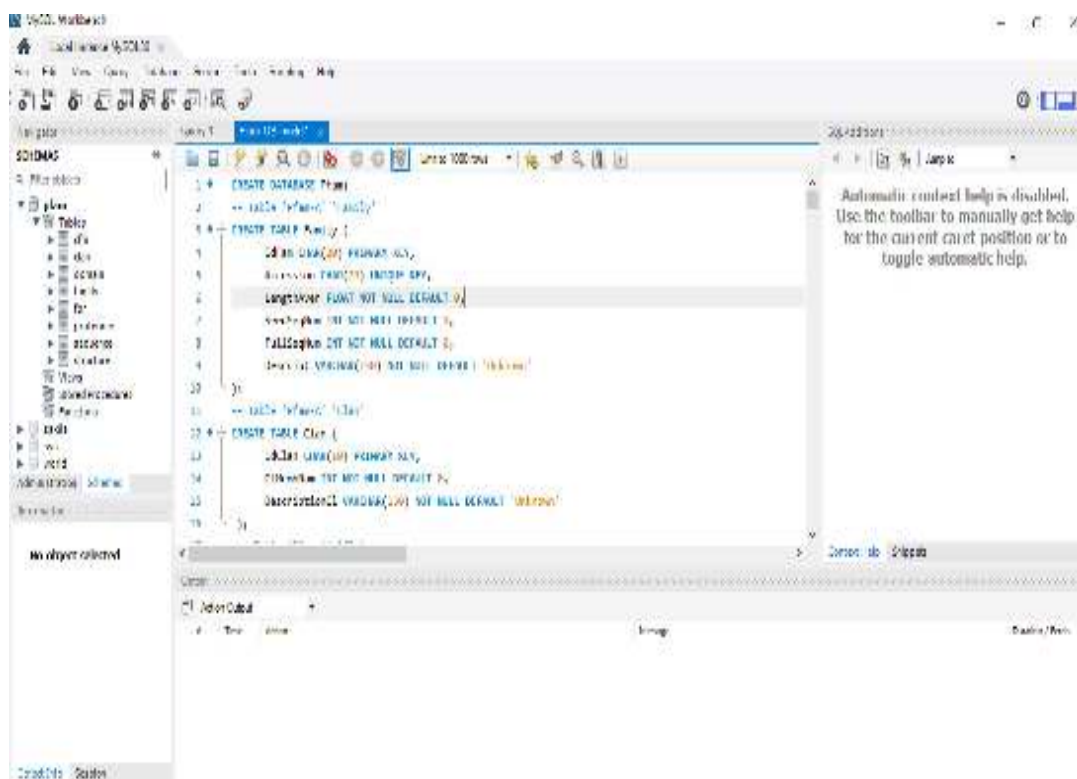
Εικόνα 5: Λάθος γνώρισμα (pHMM) της οντότητας Family

Στη συνέχεια από το μοντέλο ΟΣ της εικόνας 3, προέκυψε το σχεσιακό μοντέλο της Pfam στην εικόνα 6 και με χρήση της MySQL Workbench για Windows της Oracle υλοποιήθηκε στον υπολογιστή με τη γλώσσα ορισμού δεδομένων SQL (εικόνα 7) το σχήμα της ΒΔ που αντιστοιχεί στο σχεσιακό μοντέλο της εικόνας 6 και στη συνέχεια με τη γλώσσα χειρισμού δεδομένων εισήχθησαν δεδομένα στη ΒΔ (δίνονται παρακάτω κάποιες εντολές) και τελικά τέθηκαν ερωτήματα απλά, σύνδεσης, κ.ά. (εικόνες 8-15). Χρησιμοποιήθηκε η SQL (δηλαδή RDBMS) γιατί έχει σημαντικά πλεονεκτήματα, όπως: χρησιμοποιείται για όλες τις λειτουργίες του ΣΔΒΔ, υποστηρίζεται από κάθε σχεσιακό σύστημα οπότε η διατύπωση των ερωτημάτων είναι ανεξάρτητη του ΣΔΒΔ, πολλές γλώσσες προγραμματισμού έχουν

επεκταθεί ώστε να υποστηρίζουν διατύπωση ερωτημάτων σε SQL, και έχει απλή σύνταξη και αποδεσμεύει το χρήστη από λεπτομέρειες υλοποίησης. Επίσης, η επιλογή αυτή έγινε λόγω δύο παρατηρήσεων στη βιολογία: πρώτον, τα πιο πολλά βιολογικά συστήματα πληροφοριών που υπάρχουν βασίζονται σε RDBMS και δεύτερον, ακόμα και συγκεκριμένες βιολογικές εργασίες όπως είναι το BLAST που πρέπει να εκτελούνται εκτός RDBMS, τα δεδομένα εισόδου/εξόδου βρίσκονται σε πίνακες βάσεων δεδομένων, μέσω καλά εφαρμοσμένων βιολογικών πληροφοριακών συστημάτων [1]. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι η SQL είναι δηλωτική γλώσσα υψηλού επιπέδου, η επεξεργασία γίνεται σε επίπεδο συνόλου και κυρίως στηρίζεται στο σχεσιακό λογισμικό πλειάδων και στη σχεσιακή άλγεβρα. Τέλος, υποδιαιρείται σε δυο ξεχωριστές υπογλώσσες: τη γλώσσα ορισμού δεδομένων DDL και τη γλώσσα χειρισμού δεδομένων DML [4].



Εικόνα 6: Σχεσιακό Μοντέλο Pfam



Εικόνα 7: Εντολές SQL ορισμού δεδομένων για τη δημιουργία του σχήματος της εικόνας 6

Η εισαγωγή δεδομένων στη ΒΔ με τη γλώσσα χειρισμού δεδομένων SQL έγινε τις κάτωθι εντολές:

INSERT IGNORE INTO Family VALUES

('zf-C2H2', 'PF00096', 23.20, 159, 734380, 'Zinc finger, C2H2 type'),
 ('ABC tran', 'PF00005', 148.90, 55, 676776, 'ABC transporter'),
 ('WD40', 'PF00400', 39.40, 1465, 642179, 'WD domain, G-beta repeat'),
 ('Pkinase', 'PF00069', 242.40, 38, 424548, 'Protein kinase domain'),
 ('MFS 1', 'PF07690', 311.70, 192, 387719, 'Major Facilitator Superfamily'),
 ('Ank 2', 'PF12796', 88.00, 195, 326974, 'Ankyrin repeats (3 copies)'),
 ('AMP-binding', 'PF00501', 385.90, 144, 162131, 'AMP-binding enzyme'),
 ('p450', 'PF00067', 342.30, 50, 160387, 'Cytochrome P450'),
 ('PPR', 'PF01535', 29.30, 458, 181004, 'PPR repeat'),
 ('I-set', 'PF07679', 88.70, 48, 198070, 'Immunoglobulin I-set domain'),
 ('Helicase C', 'PF00271', 117.10, 421, 204442, 'Helicase conserved C-terminal domain'),
 ('RRM 1', 'PF00076', 67.40, 68, 246503, 'RNA recognition motif. (a.k.a. RRM, RBD, or RNP domain)'),
 ('LRR 8', 'PF13855', 59.20, 62, 276960, 'Leucine rich repeat');

INSERT IGNORE INTO Clan VALUES

('CL0361', 52, 'Superfamily of classical and closely related C2H2 or beta-beta-alpha zinc finger DNA-binding domains. '),
 ('CL0023', 231, 'AAA family proteins often perform chaperone-like functions that assist in the assembly, operation, or disassembly of protein complexes.');

('CL0186', 80, 'This large clan contains proteins that contain beta propellers. These are composed of between 6 and 8 repeats. The individual repeats are composed of a four stranded sheet. The clan includes families such as WD40 Pfam:PF00400 where the individual repeats are modeled. The clan also includes families where the entire propeller is modeled such as Pfam:PF02239 usually because the individual repeats are not discernible. These proteins carry out a very wide diversity of functions including catalysis.'),

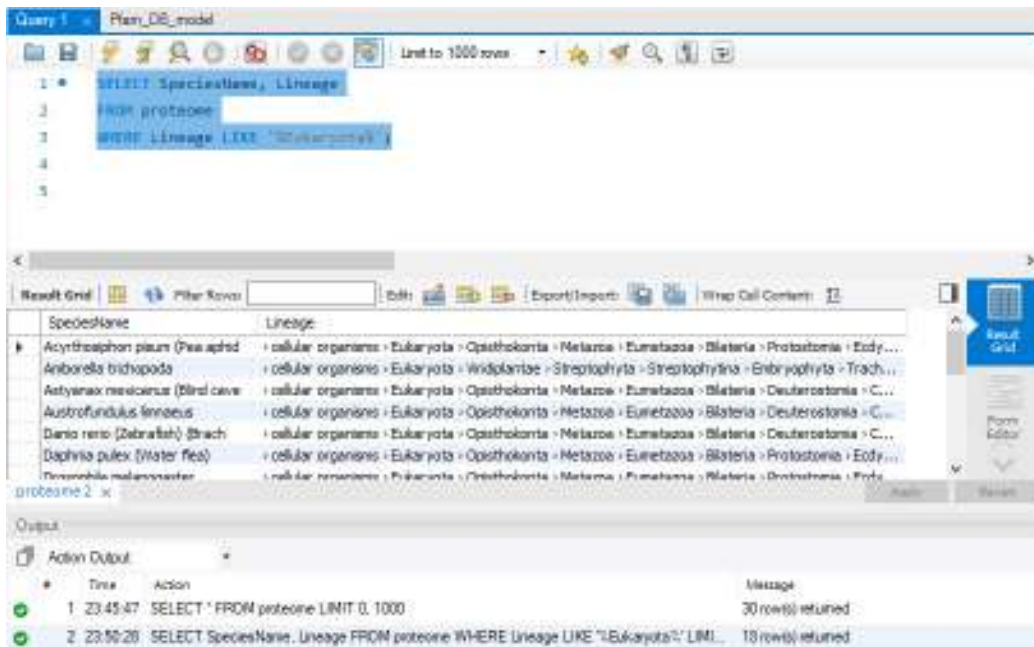
('CL0016', 38, 'This superfamily includes the Serine/Threonine- and Tyrosine- protein kinases as well as related kinases that act on non-protein substrates.'),

('CL0015', 23, 'The major facilitator superfamily (MFS) is one of the two largest families of membrane transporters found on Earth. It is present ubiquitously in bacteria, archaea, and eukarya and includes members that can function by solute uniport, solute/cation symport, solute/cation antiport and/or solute/solute antiport with inwardly and/or outwardly directed polarity. All permeases of the MFS possess either 12 or 14 transmembrane helices.'),

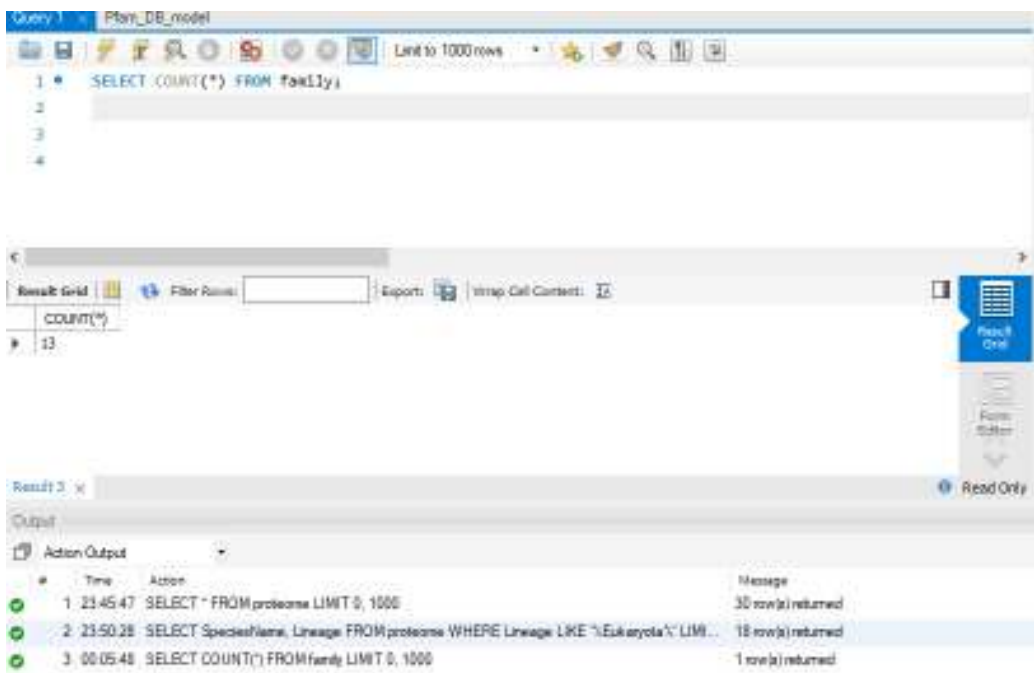
('CL0465', 8, 'The ankyrin repeat is a short sequence region that is about 30-34 amino-acids in length. Multiple copies of the repeat composed of two beta strands and two alpha helices combine to form long arrays. In general these repeats are involved in protein-protein interactions. This superfamily also includes some families that are arrays of several repeats.'),

('CL0378', 4, 'This superfamily consists of enzymes including luciferase, long chain fatty acid Co-A ligase, acetyl-CoA synthetase and various other closely-related synthetases as well as a plant auxin-responsive promoter family. The name ANL derives from three of the subfamilies - Acyl-CoA synthetases, the NRPS adenylation domains, and the Luciferase enzymes. Members of this superfamily catalyse the initial adenylation of a carboxylate to form an acyl-AMP intermediate, followed by a second partial reaction, most commonly the formation of a thioester.'),

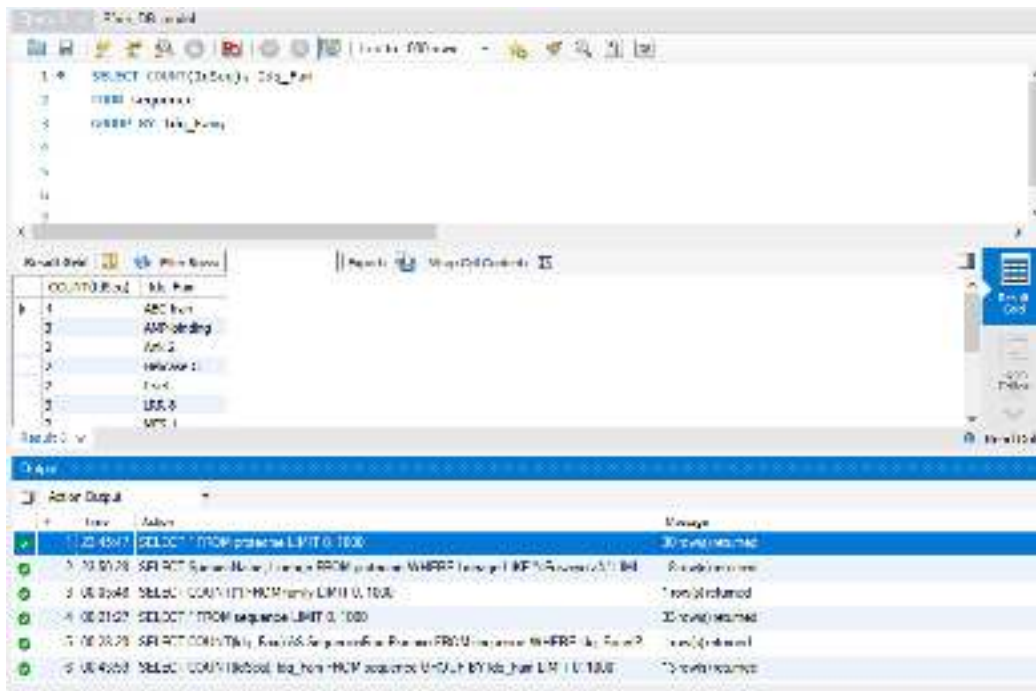
(NULL, 0, '(CYPs) are a family of enzymes containing heme as a cofactor that function as monooxygenases. In mammals, these proteins oxidize steroids, fatty acids, and xenobiotics, and are important for the clearance of various compounds, as well as for hormone synthesis and breakdown. In plants, these proteins are important for the biosynthesis of defensive compounds, fatty acids, and hormones.'),



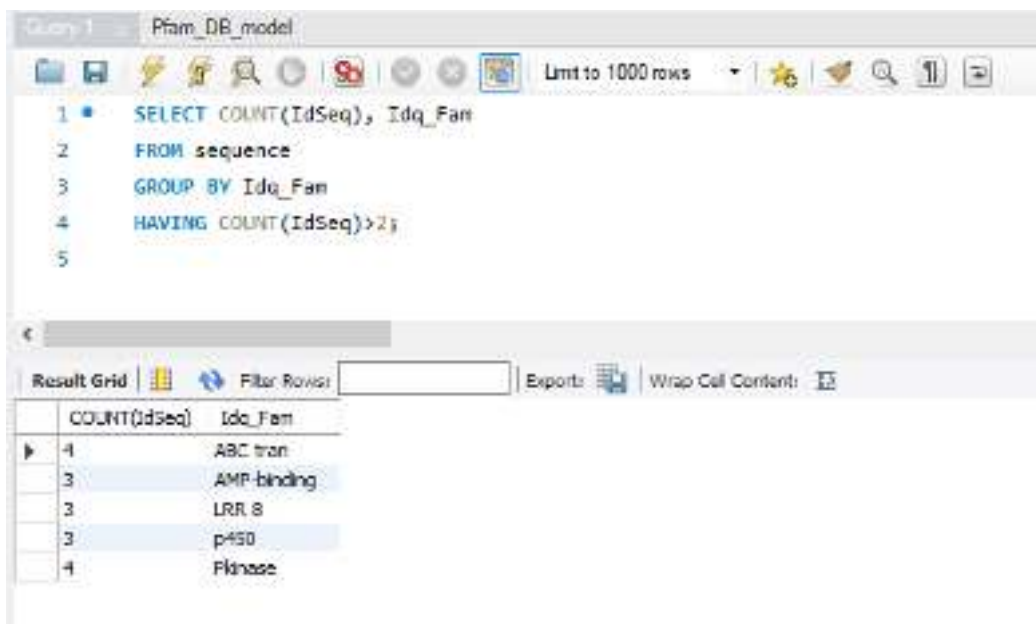
Εικόνα 8: Επιλογή δεδομένων (όνομα είδους και γενεαλογία ευκαρυωτικών οργανισμών) από τον πίνακα proteome της ΒΔ



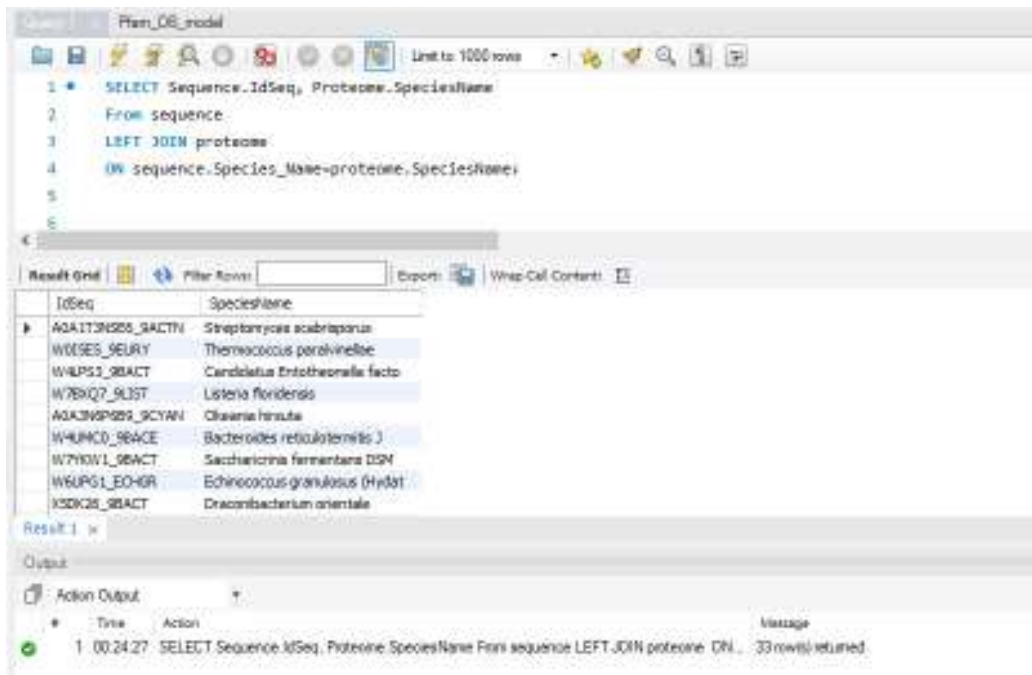
Εικόνα 9: Επιστρέφεται ο αριθμός των γραμμών του πίνακα family



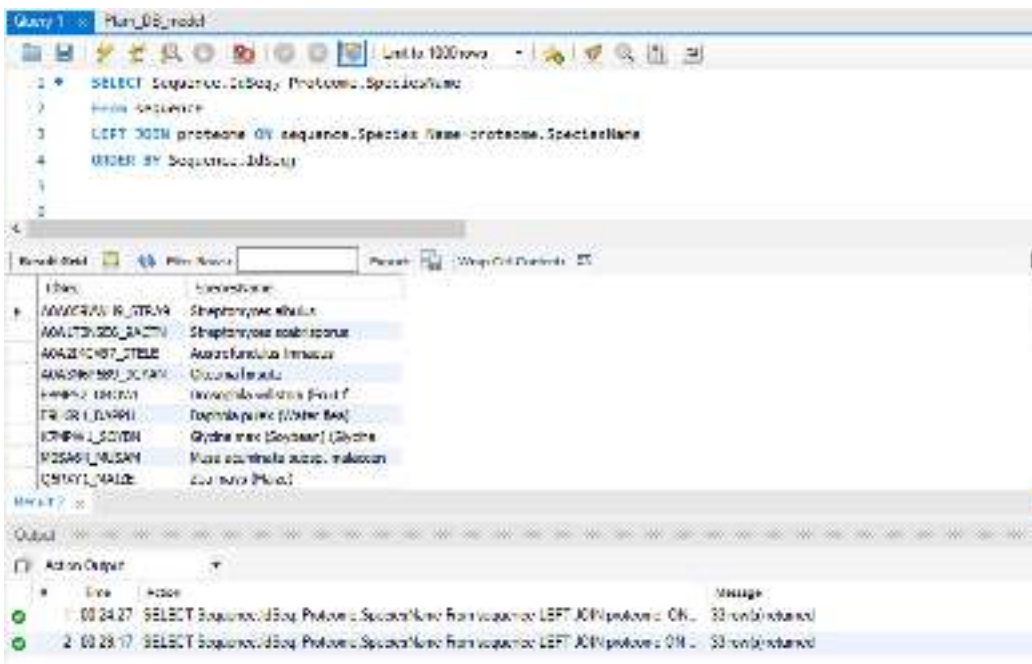
Εικόνα 10: Εύρεση πλήθους των Idseq των ακολουθιών που βρίσκονται στον πίνακα sequence, για κάθε Idq_Fam



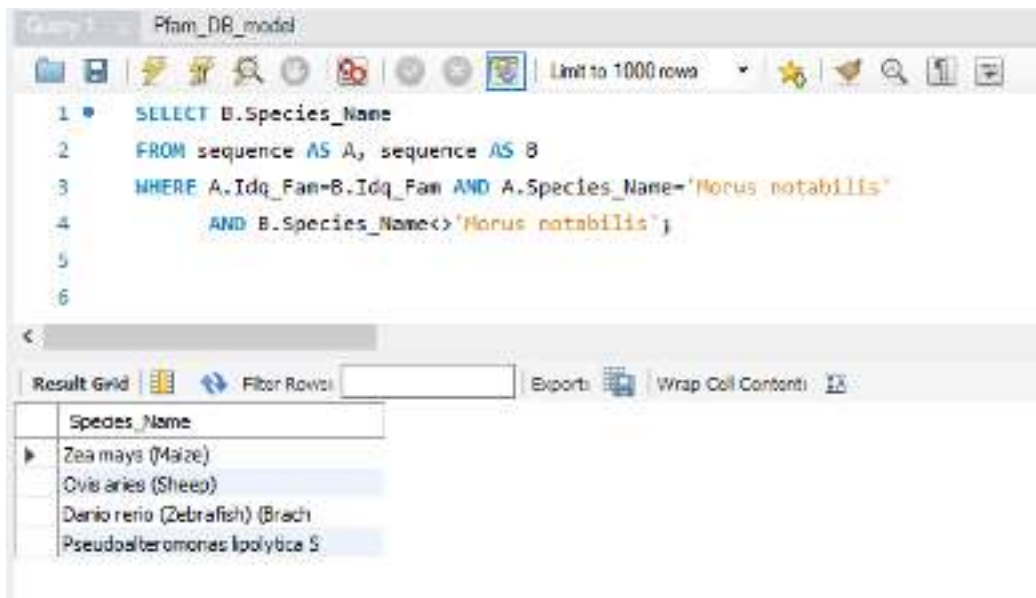
Εικόνα 11: Εύρεση πλήθους των Idseq (μεγαλύτερο του 2) των ακολουθιών που βρίσκονται στον πίνακα sequence, για κάθε Idq_Fam



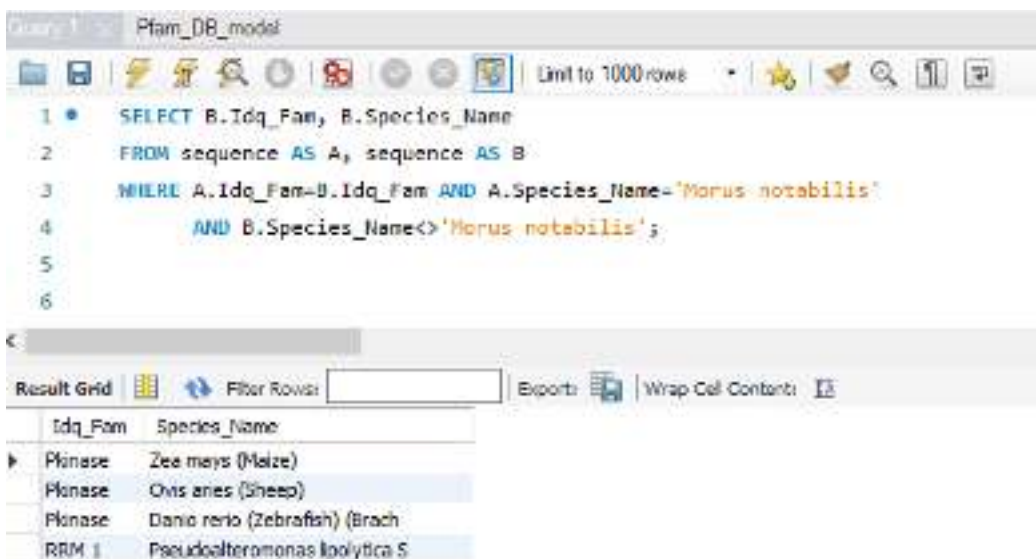
Εικόνα 12: Εύρεση των IdSeq (από τον πίνακα sequence) για τα είδη του πίνακα proteome (left join δύο πινάκων)



Εικόνα 13: Εύρεση των IdSeq (από τον πίνακα sequence) για τα είδη του πίνακα proteome (left join δύο πινάκων) ταξινομημένα κατά αλφαβητική σειρά



Εικόνα 14: Βρίσκεται το όνομα κάθε είδους (με διαφορετική πρωτεϊνική ακολουθία), το οποίο ανήκει στην ίδια Pfam οικογένεια με το είδος 'Morus notabilis' (το συγκεκριμένο είδος σε αυτήν τη βάση ανήκει σε δυο οικογένειες Pfam)



Εικόνα 15: Ως συνέχεια του ερωτήματος της εικόνας 14, το ερώτημα αυτό βρίσκει και την οικογένεια Pfam στην οποία ανήκει το κάθε είδος που έχει το ίδιο IdFam με το είδος 'Morusnotabilis'

Βιβλιογραφία

1. Chen, J.Y., J.V. Carlis, and N. Gao, 'A complex biological database querying method', in *Proceedings of the 2005 ACM symposium on Applied computing*. 2005, Association for Computing Machinery: Santa Fe, New Mexico. p. 110–114
2. Leonelli, S., 'The challenges of big data biology', *Elife*, 2019. **8**
3. E-notes, http://anamorfosi.teicm.gr/ekp_yliko/e-notes/Data/database/main.htm (10/07/2021)
4. Ι. Μανωλόπουλος, Α.Ν. Παπαδόπουλος, 'Συστήματα Βάσεων Δεδομένων: θεωρία και πρακτική εφαρμογή', Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, ISBN: 1-85233-977-2, 2006
5. Finn, R.D., et al., 'Pfam: the protein families database. *Nucleic Acids Res*', 2014. **42** (Database issue): p. D222-30
6. Elixir Infrastructure, <http://pfam.xfam.org/help#tabview=tab2> (01/06/2021)
7. EMBL-EBI, <https://www.ebi.ac.uk/training/online/courses/pfam-creating-protein-families/modelling-in-pfam/> (15/07/2021)

*Το copyright των σχημάτων ανήκει στην συγγραφέα.

Πυκνόμετρο

Μαθήτριες: **Κοσμά Ανθή, Σιδεράκη Δάφνη**
Γυμνάσιο Γαζίου, Πρότυπο Γυμνάσιο Ηρακλείου Κρήτης

Υπεύθυνοι καθηγητές:
Αστρινός Τσουτσουδάκης, Φυσικός, Υπεύθυνος 1^{ου} Ε.Κ. Φ.Ε. Ηρακλείου Κρήτης
[astrinos\[at\]live.com](mailto:astrinos[at]live.com)
Ηρώ Κολιάκου, Φυσικός, Anatolia American College, [koliakou\[at\]anatolia.edu.gr](mailto:koliakou[at]anatolia.edu.gr)

(Έπαινος 11^{ου} Πανελλήνιων Αγώνων Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών)

Περίληψη

Η εργασία αφορά την κατασκευή ενός πυκνόμετρου που χρησιμοποιεί μικροελεγκτή, αισθητήρα απόστασης και δύναμης ενώ απεικονίζει την μετρούμενη τιμή, που αφορά την πυκνότητα ομογενών υγρών σε οθόνη υγρών κρυστάλλων.

Abstract

The work concerns the construction of a densitometer that utilizes a microcontroller, a distance and force sensor while displaying the measured value of the density of homogeneous liquids on a liquid crystal display.

Εισαγωγή/Θεωρητική θεμελίωση

Το υγρό που επιλέγουμε, για να μετρήσουμε την πυκνότητά του, τοποθετείται σε ένα, ανοικτό στην πάνω του πλευρά, ορθό κυλινδρικό δοχείο. Για ευκολία χρησιμοποιείται διαφανές πρισματικό δοχείο σχήματος ορθογώνιου παραλληλόγραμμου στο οποίο η επιφάνεια της εσωτερικής του διατομής έχει μετρηθεί από τις μαθήτριες με πολύ μεγάλη ακρίβεια. Το δοχείο τοποθετείται με την βοήθεια κατάλληλης βάσης, πάνω στον αισθητήρα δύναμης με την ανοικτή του πλευρά να βρίσκεται ακριβώς κάτω από τον αισθητήρα υπερήχων. Ο αισθητήρας υπερήχων μετρά την απόσταση του από την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού και αφαιρώντας την από την ήδη γνωστή απόσταση του από τον πυθμένα του άδειου δοχείου, προσδιορίζει το ύψος της στήλης του υγρού που πολλαπλασιαζόμενο με την επιφάνεια της εσωτερικής διατομής δίνει τον όγκο του υγρού στη συγκεκριμένη θερμοκρασία. Η μάζα δίνεται από τον βαθμονομημένο, για αυτό το σκοπό, αισθητήρα δύναμης. Η πυκνότητα του υγρού που δίνεται από τη γνωστή σχέση (1) απεικονίζεται σε πραγματικό χρόνο σε οθόνη υγρών κρυστάλλων.

$$\rho = m/V \quad (1)$$

Περιγραφή εργασίας



Το πυκνόμετρο που περιγράφεται παρακάτω είναι μια κατασκευή σχεδιασμένη για να μετράει τη πυκνότητα των υγρών. Υπολογίζει την πυκνότητα με βάση τις τιμές ενός αισθητήρα υπερήχων για το ύψος μιας στήλης υγρού και ενός βαθμονομημένου αισθητήρα δύναμης για την μάζα. Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 1) αναφέρονται όλα όσα χρησιμοποιήθηκαν για αυτή την εργασία:

Λογισμικό	
Περιγραφή	Ποσότητα
Tinkercad	Δ/Υ
Arduino IDE	Δ/Υ
Open Office	Δ/Υ
Υλικό	
Περιγραφή	Μονάδες
Arduino Uno R3 (μικροελεγκτής)	1 τμχ
HX 711 (άρθρωμα)	1 τμχ
Step Down (μίνι τροφοδοτικό)	1 τμχ
LCD 16 X 2 (οθόνη υγρών κρυστάλλων)	1 τμχ
Load cell 0 – 1 Kg (αισθητήρας δύναμης)	1 τμχ
White LED Strip (ταινία φωτισμού)	0.5 μ
Αντιστάτες	1 τμχ
Ξύλινο πλαίσιο ιδιοκατασκευή	1 τμχ
Καλώδια	1 τμχ

Jumper Wires	26 τμχ
Ultrasonic HC-SR04 (αισθητήρας υπερήχων)	1 τμχ
Breadboard Mini (πλακέτα διασύνδεσης)	1 τμχ
On/Off Switch (Διακόπτης)	1 τμχ
12V/2A Power Supply (κυρίως τροφοδοτικό)	1 τμχ
2.1 mm Connector (φισάκι τροφοδοσίας)	1 τμχ
Διάφορα	
Περιγραφή	Μονάδες
MDF Board (επιφάνεια ξύλου)	1 τμχ
Acrylic glass (πλέξιγκλας)	1 τμχ
Screws – Washers (βίδες-ροδέλες)	50 τμχ
Spacers (αποστάτες)	20 τμχ
Nuts (παξιμάδια βιδών)	4 τμχ
Paint Spray (σπρέι βαφής)	1τμχ
PLA-3D prints (πλαστικό νήμα εκτυπώσεων)	250gr

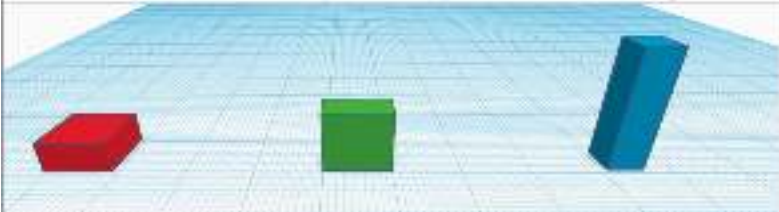
Πίνακας 1: Λογισμικό και υλικό

Το υγρό που έχουμε επιλέξει για να μετρήσουμε την πυκνότητά του τοποθετείται σε ένα ορθογώνιο παραλληλόγραμμο δοχείο με γνωστή την επιφάνεια της εσωτερικής του βάσης, το οποίο είναι τοποθετημένο με την βοήθεια μιας βάσης, πάνω από τον αισθητήρα δύναμης και κάτω από τον αισθητήρα υπερήχων. Η πυκνότητα που δίνεται από τη γνωστή σχέση (1) απεικονίζεται σε πραγματικό χρόνο σε οθόνη υγρών κρυστάλλων .

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

Για να προσδιορίσουμε την πυκνότητα ενός υγρού πρέπει να γνωρίζουμε την μάζα (m) και τον όγκο του (V). Ο όγκος ενός υγρού ισούται με τον όγκο του δοχείου μέσα στο οποίο περιέχεται κι εμείς επιλέξαμε ένα ορθογώνιο παραλληλόγραμμο για εύκολες μετρήσεις.

a	b	c	V	$\pm 3mm$	V'	V-V'	Error
10	10	5	500	4.7	473.0	30.0	0.06%
10	10	5	500	5.3	530.0	30.0	0.06%
5	10	10	500	9.7	485.0	15.0	0.03%
5	10	10	500	10.3	515.0	15.0	0.03%
5	5	20	500	19.7	492.5	7.5	0.02%
5	5	20	500	20.3	507.5	7.5	0.02%



Πίνακας 2: Επιλογή διαστάσεων και αντίστοιχο σφάλμα

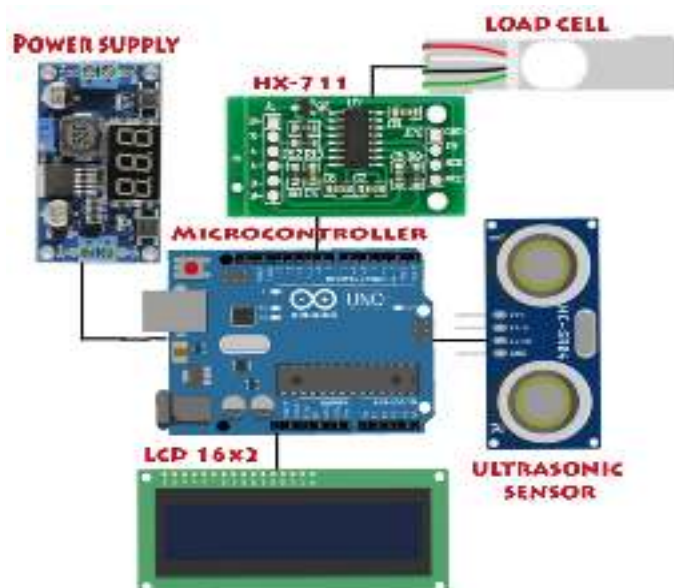
Ο Πίνακας 2 δείχνει την εξάρτηση του σφάλματος υπολογισμού όγκου από τις διαστάσεις του δοχείου με την παραδοχή ότι για τον ίδιο όγκο οι διαστάσεις της βάσης έχουν μετρηθεί με πολύ μεγάλη ακρίβεια ενώ η μέτρηση του ύψους μπορεί να εμφανίσει σφάλμα $\pm 3\text{mm}$ λόγω του σφάλματος του αισθητήρα υπερήχων.

Σύμφωνα λοιπόν με τον παραπάνω πίνακα (Πίνακας 2) επιλέχθηκε δοχείο του οποίου το ύψος είναι σημαντικά μεγαλύτερο σε σχέση με τις άλλες του διαστάσεις (μπλε παραλληλόγραμμο). Το μέγεθος του αισθητήρα υπερήχων αποτέλεσε επίσης καθοριστικό παράγοντα για την επιλογή των διαστάσεων a και b ($>5\text{ cm}$).

Η κατασκευή της πειραματικής διάταξης βασίστηκε στην επαναχρησιμοποίηση υλικών που βρέθηκαν στο σχολικό εργαστήριο σε συνδυασμό με έναν ορισμένο αριθμό τρισδιάστατων εκτυπωμένων μερών (Σχήμα 1). Οι βάσεις όπου χρησιμοποιούνται για τα εξαρτήματα όπως



Σχήμα 1: Τρισδιάστατα σχέδια εξαρτημάτων



Σχήμα 2: Το ηλεκτρονικό σχέδιο

και οι ταμπέλες με την ονομασία της συσκευής είναι 3D πρωτότυπα σχέδια τυπωμένα από πλαστικό που σχεδιάστηκαν από τις μαθήτριες.

Το Σχήμα 2 δείχνει ένα απλοποιημένο σχέδιο από το κύκλωμα που χρησιμοποιήθηκε για τον σκοπό μας.

Η πλακέτα HX-711 χρησιμοποιήθηκε για τη διασύνδεση του load cell 0-1Kg με το Arduino. Αν και το σύστημα έπρεπε να βαθμονομηθεί, η απόκριση του ήταν σχεδόν γραμμική όπως φαίνεται στα παρακάτω σχήματα (Σχήματα 3 και 4).



Σχήμα 3: Το πραγματικό κύκλωμα



Σχήμα 4: Η καμπύλη βαθμονόμησης

Στο τέλος η κατασκευή μας έγινε αρκετά εντυπωσιακή (The ART in STEAM), εξαιρετικά λειτουργική και ικανοποιητικά ακριβής όπως φαίνεται στην επόμενη εικόνα (Εικόνα 1).

Καινοτόμα στοιχεία της κατασκευής μας:

- Το πρωτότυπο βασίζεται σε επαναχρησιμοποιημένα υλικά, τρισδιάστατες εκτυπώσεις και μερικά πολύ φθηνά ηλεκτρονικά εξαρτήματα.
- Η θεωρία σφαλμάτων καθώς και η διαδικασία βαθμονόμησης αισθητήρων εισάγονται και οι δύο σε μαθητές του Γυμνασίου.
- Διαθέτει μια διαφορετική και πρωτότυπη προσέγγιση για την μέτρηση της πυκνότητας ενός υγρού.
- Είναι πολύ φιλική στη χρήση και διαθέτει και πολύχρωμη καλλιτεχνική διάσταση.
- Ο κώδικας μπορεί εύκολα να προσαρμοστεί για να χρησιμοποιηθεί για πλήρως βυθισμένα ομοιογενή στερεά σε υγρό χαμηλότερης πυκνότητας, σύμφωνα με την αρχή του Αρχιμήδη.
- Εύκολη συναρμολόγηση και καλωδίωση.
- Οδηγεί στην αναζήτηση προηγμένων βιβλιοθηκών Arduino και την ενσωμάτωσή τους στον κώδικα για την ελαχιστοποίηση των σφαλμάτων (Φιλτράρισμα δεδομένων).
- Χαμηλό κόστος και παιχνιδιάρικη επιστήμη.

Βιβλιογραφία

1. R. Kim: “Arduino Sensors for Everyone” (Gilbut Publishing Ltd, South Korea, June 2021)
2. Getting started with Arduino, M. Banzi,
http://phylab.fudan.edu.cn/lib/exe/fetch.php?media=yuandi:arduino:getting_started_with_arduino_v2.pdf (ημερομηνία προσπέλασης: 23/05/2022)
3. Η διδασκαλία της πυκνότητας στη φυσική του Γυμνασίου για τη στήριξη των μαθημάτων των φυσικών επιστημών, Γ. Σταυρή,
<http://ikee.lib.auth.gr/record/299244/files/GRI-2018-22343.pdf> (ημερομηνία προσπέλασης: 31/05/2022)

*Το copyright των φωτογραφιών ανήκει στους συγγραφείς.

Παρακολουθήστε το ... ταξίδι της θερμότητας!!!

*Γεωργόπουλος Χρήστος, Φυσικός MSc, Υπεύθυνος Ε.Κ.Φ.Ε. Αγίων Αναργύρων,
georgochr[a]sch.gr
Χρονάκης Αντώνης, Χημικός, Υπ. Δρ., Πρότυπο Λύκειο Αγίων Αναργύρων,
antonishronakis[a]yahoo.com*

(Έπαινος 11^{ον} Πανελλήνιων Αγώνων Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών)

Περίληψη

Από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα, το πείραμα αποτελεί το βασικό οπλοστάσιο των Φυσικών Επιστημών. Μέσα από το πείραμα πηγάζουν νέες ανακαλύψεις, επιβεβαιώσεις θεωριών αλλά και η κατάρριψή τους. Το πείραμα αποκαλύπτει τα μυστικά της φύσης και γεννά ιδέες για νέα τεχνολογικά επιτεύγματα.

Με αυτή την εργασία επιχειρούμε να περιγράψουμε ένα από τα σημαντικότερα ενεργειακά μεγέθη: τη θερμότητα. Όμως, η περιγραφή της θερμότητας δεν θα γίνει με τις τετριμμένες μεθόδους π.χ. χρήση θερμομέτρων, αλλά με τη χρήση θερμοκάμερας, ώστε τα θερμικά φαινόμενα, εκτός των μετρήσεων θερμοκρασίας, να εμφανίζονται μπροστά στα μάτια μας με την μορφή χρωμάτων. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται η οπτικοποίηση του ταξιδιού της θερμότητας!

Abstract

From antiquity until today, the experiment has been the main arsenal of the Natural Sciences. Through the experiment come new discoveries, confirmations of theories and their overthrow. The experiment reveals the secrets of nature and generates ideas for new technological achievements.

With this work we try to describe one of the most important energy quantities: heat. However, the description of heat will not be done with trivial methods e.g. use of thermometers, but with the use of a thermal camera, so that the thermal phenomena, apart from the temperature measurements, appear before our eyes in the form of colors. In this way the visualization of the heat journey is achieved!

Η πειραματική διάταξη

A. Η κατασκευή της βασικής συσκευής

Για να μπορέσουν οι μαθητές να διερευνήσουν διάφορα φαινόμενα που σχετίζονται με την μεταφορά της θερμότητας, στις συνηθισμένες πειραματικές δραστηριότητες, απαιτείται να χρησιμοποιούν θερμομέτρα, ώστε να παίρνουν μετρήσεις της θερμοκρασίας των υλικών. Όμως αμεσότερη και πληρέστερη κατανόηση του φαινομένου της μεταφοράς θερμότητας, αποκτούν όταν αυτό το φαινόμενο οπτικοποιείται και εμφανίζεται μπροστά στα μάτια τους με τη μορφή έγχρωμων εικόνων. Μια διάταξη με αυτή την δυνατότητα είναι γενικά πολύπλοκη και ιδιαίτερα ακριβή.

Αντί να προσφύγουμε σε εξειδικευμένο εργαστηριακό εξοπλισμό θα αξιοποιήσουμε ως δέκτη μία κάμερα υπέρυθρων, με ενσωματωμένο το απαραίτητο λογισμικό και μια web-cam, η οποία διαθέτει σύνδεση USB και θα απεικονίζει τις μετρήσεις και το φαινόμενο, στην οθόνη ενός υπολογιστή.

Υλικά που θα χρειαστούν για την κατασκευή (Εικόνα 1 και Εικόνα 2).

1. Θερμική κάμερα με αισθητήρα MLX 90640 (ανάλυση 32x32 pixels).
2. Web-Cam με σύνδεση USB.
3. Δύο καλώδια USB.
4. Κουτί τοποθέτησης της διάταξης.
5. Βάση με ορθοστάτη 60 cm.
6. Δύο ράβδοι στήριξης.
7. Δύο σύνδεσμοι στήριξης.
8. Ξυλόβιδες 10 mm.

Κατασκευή και συναρμολόγηση της πειραματικής διάταξης.

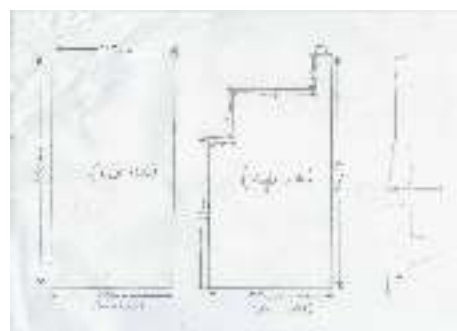
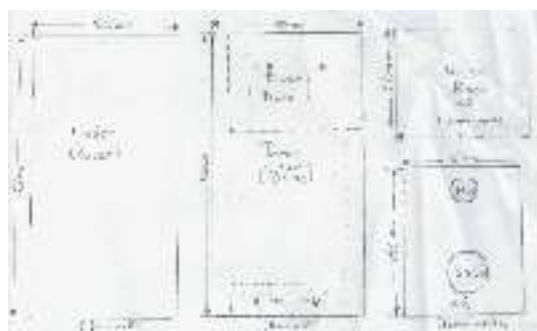
Για την κατασκευή του κουτιού χρησιμοποιήσαμε φύλλο μελαμίνης με πάχος 8 mm. Τα επιμέρους τμήματα (εικόνα 1) κόβονται στις διαστάσεις που παρατίθενται στις εικόνες 3α και 3β. Στον σύνδεσμο [το ταξίδι της θερμότητας](#) είναι ανεβασμένα τα σχέδια, στις πραγματικές διαστάσεις, ώστε να χρησιμοποιηθούν ως πρωτότυπα.



Εικόνα 1: Τμήματα κατασκευής.



Εικόνα 2: Web-cam TRUST, IR-camera MLX90640



Εικόνες 3α και 3β: Σχέδια επιμέρους τμημάτων της κατασκευής.

Για το μοντάρισμα των επιμέρους τμημάτων, χρησιμοποιήσαμε ξυλόκολλα και ξυλόβιδες 10 mm. Τα διαδοχικά βήματα του μονταρίσματος, περιγράφονται στις παρακάτω εικόνες 4α, 4β και 4γ.



Εικόνες 4α, 4β και 4γ: συναρμολόγηση των επιμέρους τμημάτων.

Η web-cam στηρίζεται έτσι ώστε να μπορεί να εστιάσει στην οθόνη της θερμοκάμερας που έχει τοποθετηθεί στο άκρο της θήκης. Η τελική μορφή της διάταξης φαίνεται στην εικόνα 5.

Οι ρυθμίσεις πριν τις μετρήσεις

Η web-cam ρυθμίζεται έτσι ώστε να έχει την κατάλληλη εστίαση και κλίση, για να εμφανίζει την εικόνα της θερμικής κάμερας στον υπολογιστή, μέσω USB. Η εφαρμογή «κάμερα» των windows 10, μας επιτρέπει την «ζωντανή» παρακολούθηση της θερμικής κάμερας, καθώς και την βιντεοσκόπηση ή φωτογράφιση του παρατηρούμενου συστήματος. Η στήριξη της



Εικόνα 5: Ολοκληρωμένη διάταξη

διάταξης μέσω συνδέσμου στον ορθοστάτη, επιτρέπει τον κατάλληλο προσανατολισμό της, ώστε να επιτυγχάνεται η επιθυμητή γωνία λήψης εικόνων. Η θερμική κάμερα διαθέτει μενού ρυθμίσεων και ενσωματωμένο επεξεργαστή, καθώς και την δυνατότητα λήψης και αποθήκευσης εικόνων. Υπάρχει η πρόβλεψη της τοποθέτησης των πλήκτρων χειρισμού της, εκτός του κουτιού στήριξης, ώστε να είναι δυνατή ρύθμιση των παραμέτρων της κάμερας.

Πατώντας το μεσαίο κουμπί, αποκτάμε πρόσβαση στο μενού ρυθμίσεων της θερμοκάμερας. Με τα πλήκτρα πάνω και κάτω από το κουμπί του μενού, πλοηγούμαστε στην οθόνη. Η επιλογή ρύθμισης γίνεται με το πάτημα του κουμπιού «μενού».



Εικόνα 6: Οθόνη ρυθμίσεων θερμοκάμερας.

Οι προτεινόμενες ρυθμίσεις είναι (εικόνα 6):

α) *Module*: **Auto**

β) *Range*: (μέγιστη και ελάχιστη θερμομέτρηση) **100°**, **-20°**

γ) *e*: (συντελεστής ευαισθησίας θερμομέτρησης) από **0,85** έως **0,94**

δ) *Color*: (φασματική περιοχή θερμικής απεικόνισης ψυχρό-θερμό)



ε) *Time*: ρύθμιση τρέχουσας ημερομηνίας.

Πειραματικές δραστηριότητες και μετρήσεις σε χημικές αντιδράσεις.

A. Ενδόθερμες αντιδράσεις

Ψυχρό επίθεμα COLD PACK

Το Coldpack είναι ένα προϊόν που κυκλοφορεί στην αγορά για την ελάττωση θερμοκρασίας, χωρίς τη χρήση ψυγείου (εικόνες 7α και 7β). Χρησιμοποιείται σε τραυματισμούς αθλητών αντί για ψυκτικό σπρέι. Το ψύχος προκαλεί σύσπαση των αγγείων και περιορίζει ισχυρά το σχηματισμό του ανεπιθύμητου οιδήματος. Συστήνεται για μετατραυματική αποθεραπεία σε οιδήματα, φλεγμονές και κακώσεις.

Η λειτουργία του στηρίζεται σε μία ενδόθερμη αντίδραση. Τέτοια είναι η διάλυση του νιτρικού αμμωνίου στο νερό. Το νιτρικό αμμώνιο (NH_4NO_3) είναι το γνωστό μας λίπασμα, νιτρική αμμωνία. Η διαδικασία διάλυσης είναι ενδόθερμη (απορροφά θερμότητα από το περιβάλλον) και έτσι το σακίδιο δημιουργεί ψύξη για χρονικό διάστημα 10-15 min.



Εικόνες 7α και 7β: Ψυχρό επίθεμα με αντιφλεγμονώδη εφαρμογή.
 Πηγή: <https://www.amazon.com/Dynarex-Cold-Pack-24-Cs/dp/B004CQ5NUK>

1^ο Πείραμα: Ενδόθερμη αντίδραση με νιτρικό αμμώνιο

Όργανα – Συσκευές	Αντιδραστήρια
Θερμόμετρο	Στερεό NH ₄ NO ₃
Γυάλινη ράβδος	νερό
Κωνική φιάλη ή ποτήρι ζέσεως 250 mL	
Πλαστικές σακούλες polybag	

Πειραματική διαδικασία

- Σε κωνική φιάλη (ή πλαστική σακούλα polybag) προσθέτουμε 25 g νιτρικό αμμώνιο (εικόνα 8).



Εικόνα 8

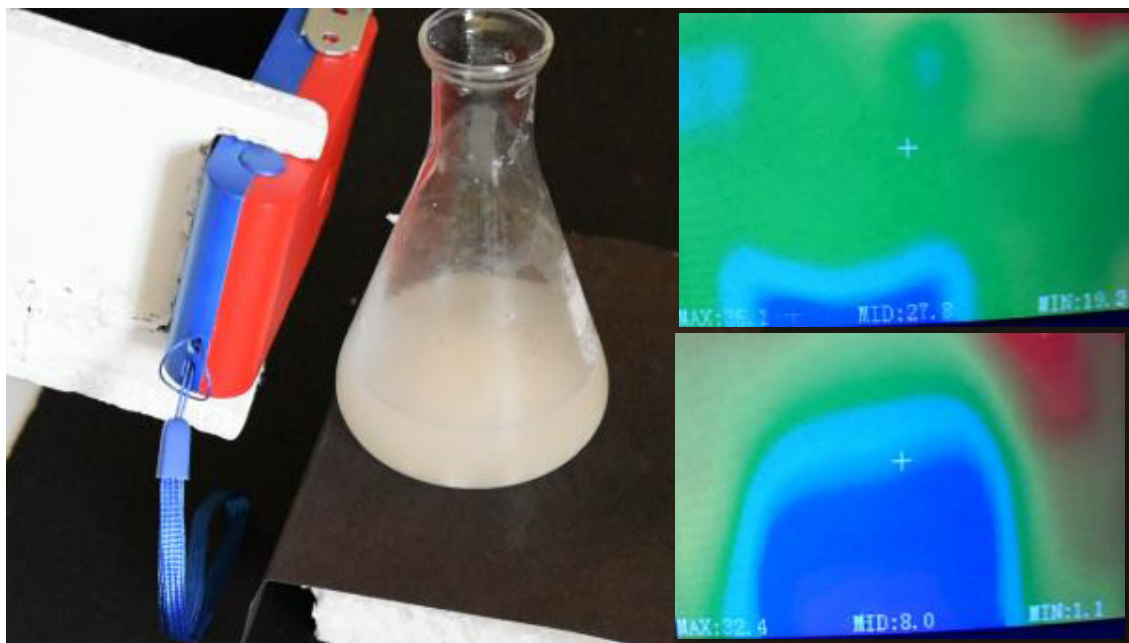


Εικόνα 9

- Εισάγουμε 25 mL νερό (εικόνα 9).
- Ανακινούμε την κωνική φιάλη (ή κλείνουμε τη σακούλα polybag και ανακινούμε).
- Το μίγμα που θα προκύψει αναμένεται να έχει θερμοκρασία γύρω στους 2 °C, για 10-15 min (εικόνα 10).

Πραγματοποιείται η διάσταση του άλατος και ο σχηματισμός των εφυδατωμένων ιόντων σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



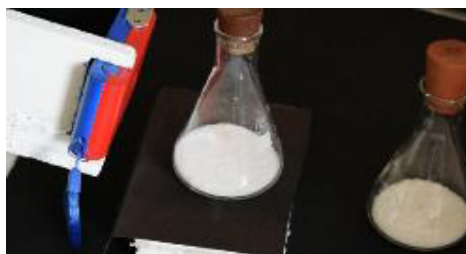


Εικόνα 10: Ενδόθερμη αντίδραση διάλυσης του NH_4NO_3 σε νερό. Η ένδειξη της θερμοκρασίας του διαλύματος, ήδη έχει αρχίσει να ελαττώνεται και είναι $19,2\text{ }^\circ\text{C}$. Η έντονα μπλε περιοχή, που απεικονίζει η θερμοκάμερα, επεκτείνεται σε λίγα δευτερόλεπτα στο διάλυμα, καταδεικνύοντας την μείωση της θερμοκρασίας, που φτάνει στον $1,1\text{ }^\circ\text{C}$. Επίσης με πράσινο χρώμα διακρίνεται η περιοχή του περιγράμματος της κωνικής φιάλης και με κόκκινο χρώμα ο αντίχειρας του πειραματιστή

2^ο Πείραμα: Ενδόθερμη αντίδραση με ένδρο υδροξείδιο του βαρίου.

Όργανα – Συσκευές	Αντιδραστήρια
Κωνική φιάλη	$\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}(\text{s})$
Γυάλινη ράβδος	$\text{NH}_4\text{SCN}(\text{s})$
Κομμάτι φελιζόλ	Νερό
Ηλεκτρονικό θερμόμετρο	
Πεχαμετρικό χαρτί	
Ελαστικό πώμα	
Θερμοκάμερα	

Πειραματική διαδικασία



Εικόνα 11: $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}(\text{s})$, $\text{NH}_4\text{SCN}(\text{s})$



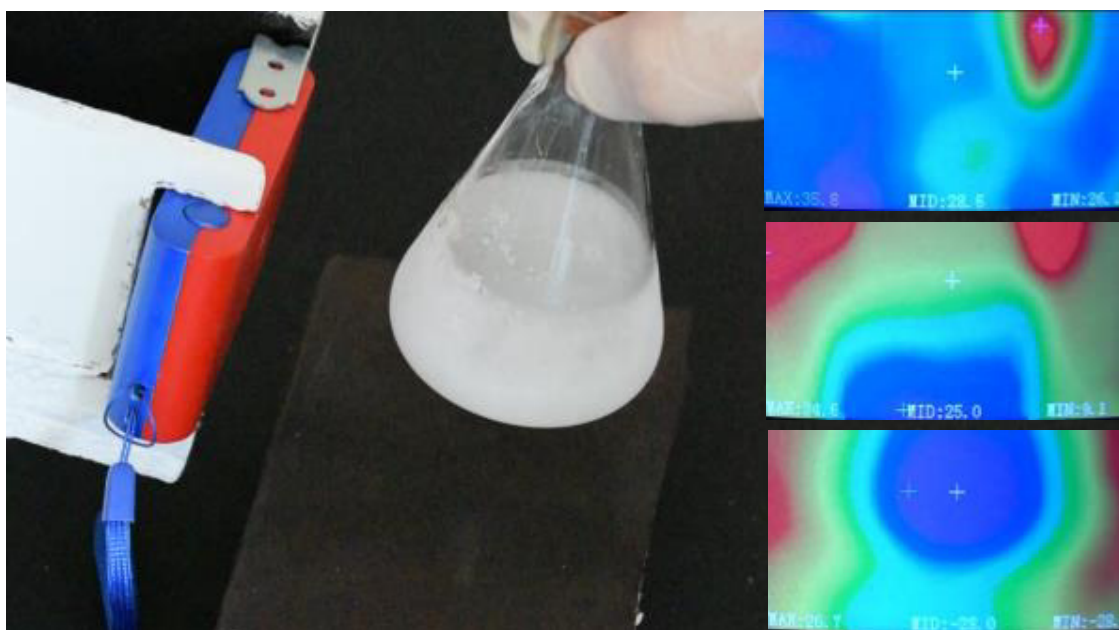
Εικόνα 12: Ανάμειξη αντιδραστηρίων.

- Σε κωνική φιάλη, εισάγουμε 16 g $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ και 8 g NH_4SCN (εικόνες 11 και 12)
- Προσθέτουμε ελάχιστη ποσότητα νερού και πωματίζουμε (εικόνα 13).



Εικόνα 13: Προσθήκη νερού.

- Αναδεύουμε συνεχώς.
- Με τη θερμοκάμερα καταγράφουμε τη θερμοκρασία (εικόνα 14).



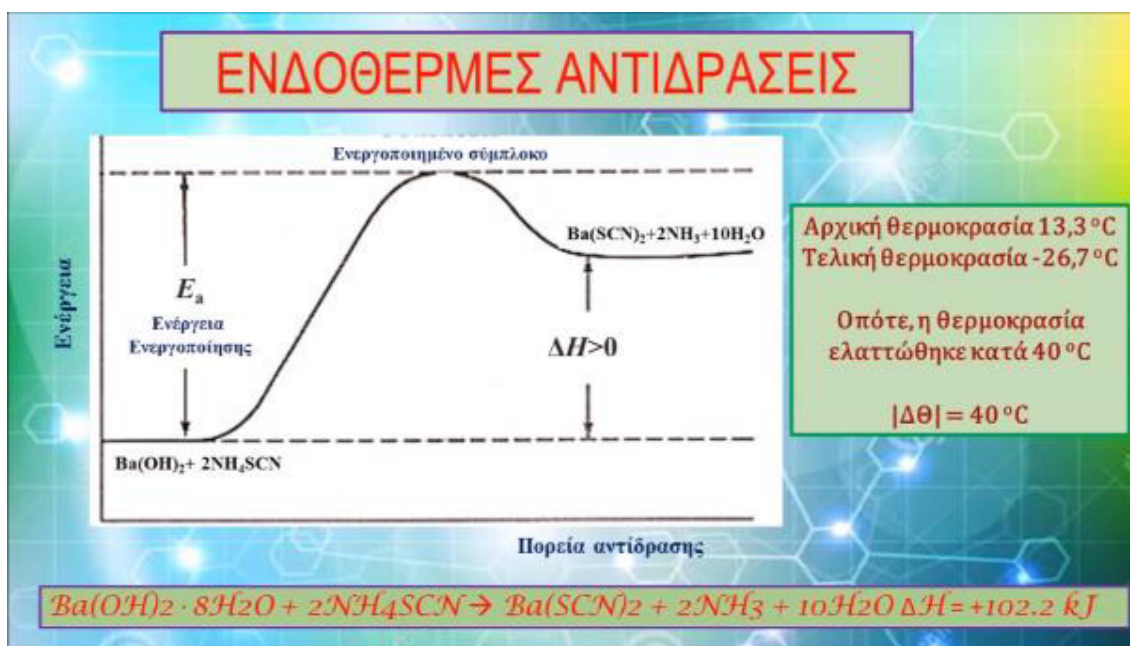
Εικόνα 14: Η ενδόθερμη αντίδραση μεταξύ $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ και NH_4SCN . Η ένδειξη της θερμοκρασίας μειώνεται γρήγορα, φθάνοντας στους $-28.2\text{ }^\circ\text{C}$! Ενδεικτικά, παρατηρούμε τον σχηματισμό κρυστάλλων πάγου στην φιάλη. Η θερμοκάμερα απεικονίζει σε τρεις διαφορετικές χρονικές στιγμές, με έντονα μπλε, την ψυχρότερη περιοχή του συστήματος, ενώ με πράσινο χρώμα διακρίνεται η περιοχή του περιγράμματος της κωνικής φιάλης και με κόκκινο χρώμα ο αντίχειρας του πειραματιστή

- Απλώνουμε λίγες σταγόνες νερό στο κομμάτι φελιζόλ. Τοποθετούμε την κωνική φιάλη πάνω στο φελιζόλ (εικόνα 15).
- Πλησιάζουμε ένα βρεγμένο (με νερό) πεχαμετρικό χαρτί στην επιφάνεια της κωνικής φιάλης και στη συνέχεια καταγράφουμε το pH.



Εικόνα 15: Η περιοχή του πωθμένα της κωνικής φιάλης είναι τόσο ψυχρή, ώστε παγώνει τις σταγόνες νερού, που τοποθετήσαμε στην βάση από φελιζόλ. Κατά συνέπεια η βάση προσκολλάται στην φιάλη!

- Η πραγματοποιούμενη χημική αντίδραση (εικόνα 16) είναι η εξής:



Εικόνα 16: Η χημική αντίδραση με περιγραφή των ενεργειακών μεταβολών που εξηγούν το ενδόθερμο φαινόμενο το οποίο πραγματοποιείται.

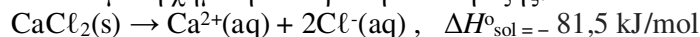
Β. Εξώθερμες αντιδράσεις

Θερμό επίθεμα HOT PACK



Το Hot Pack είναι ένα προϊόν που κυκλοφορεί στην αγορά για παραγωγή θερμότητας. Χρησιμοποιείται από αθλητές γενικά, κυρίως για θέρμανση χεριών. Τα θερμά επίθεματά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την χαλάρωση μυϊκού σπασμού αλλά απαγορεύονται στην οξεία φάση τραυματισμού. Η λειτουργία του στηρίζεται σε μια εξώθερμη αντίδραση. Η συσκευασία περιέχει ένα εσωτερικό σακίδιο με χλωριούχο ασβέστιο - CaCl_2 , το οποίο όταν σπάσει επιτρέπει στο CaCl_2 να διαλυθεί στο εξωτερικό σακίδιο που περιέχει νερό. Η διαδικασία διάλυσης είναι εξώθερμη (εκλύει θερμότητα) και έτσι το σακίδιο θερμαίνεται. Η πραγματοποιούμενη χημική αντίδραση είναι η εξής:

Εικόνα 17: Θερμό επίθεμα Hot Pack.



1^ο Πείραμα: Εξώθερμη αντίδραση με χλωριούχο ασβέστιο

Όργανα – Συσκευές	Αντιδραστήρια
Θερμοκάμερα	$\text{CaCl}_2(\text{s})$
Γυάλινη ράβδος	Νερό
Ποτήρι ζέσεως 250 mL	
Πλαστικές σακούλες polybag	

Πειραματική διαδικασία

- Σε ποτήρι ζέσεως (ή πλαστική σακούλα polybag) εισάγουμε 25 mL νερό.
- Προσθέτουμε 25 g άνυδρο χλωριούχο ασβέστιο CaCl_2 (εικόνα 18).
- Με τη βοήθεια της γυάλινης ράβδου αναδεύουμε στο ποτήρι ζέσεως (ή κλείνουμε τη σακούλα polybag και ανακινούμε) – εικόνα 19.

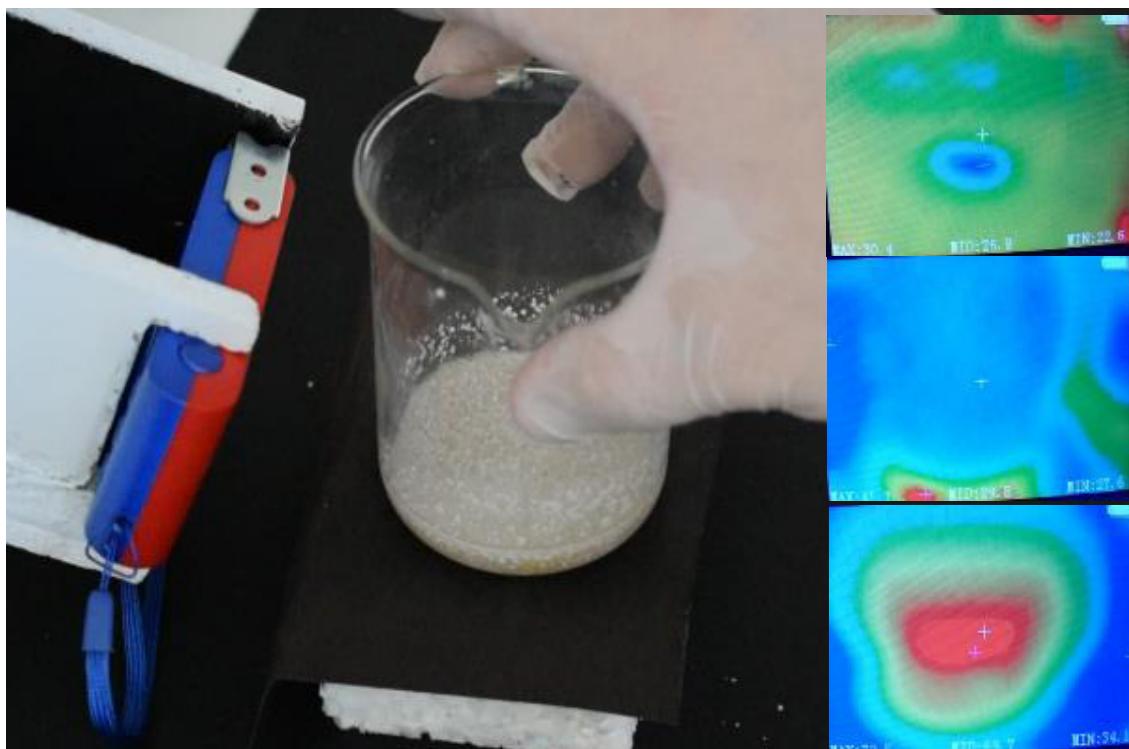


Εικόνα 18: προσθήκη νερού σε CaCl_2 .



Εικόνα 19: Ανάδευση του διαλύματος

- Το μίγμα που θα προκύψει αναμένεται να έχει θερμοκρασία γύρω στους 45 - 50 °C.



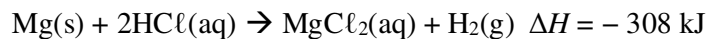
Εικόνα 20: Διαδοχικές εικόνες της θερμοκάμερας, κατά την διάλυση CaCl_2 σε νερό. Η εξάπλωση της περιοχής των θερμών χρωμάτων (έντονο κόκκινο, πορτοκαλί) καταδεικνύει την έκλυση θερμότητας κατά την εξώθερμη αντίδραση.

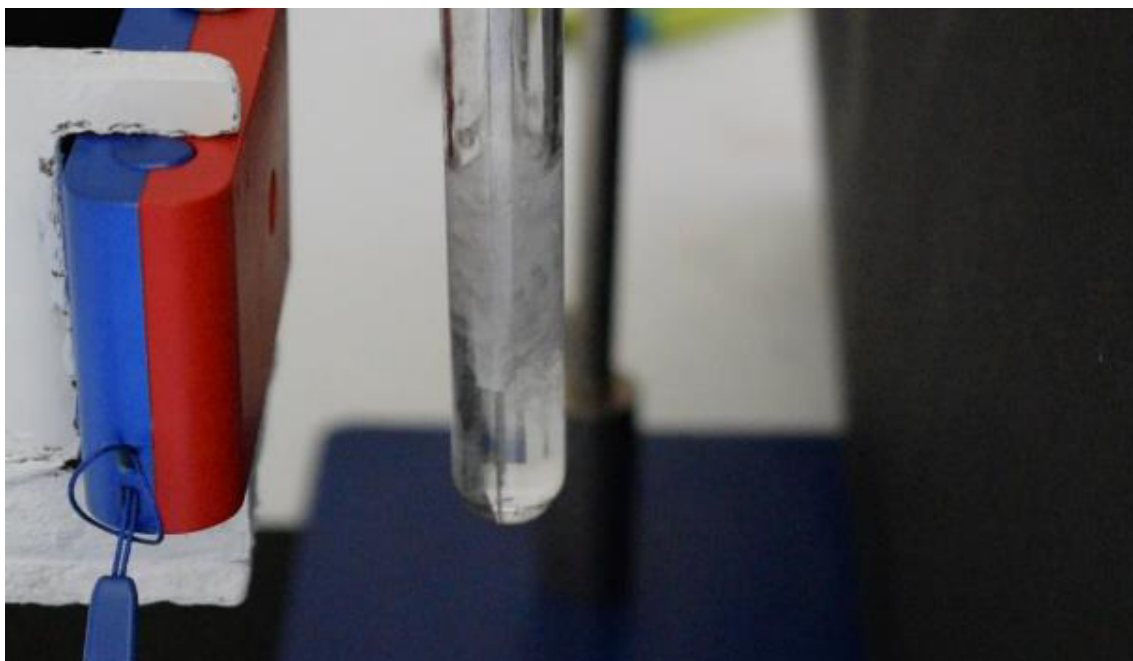
2^ο Πείραμα: Εξώθερμη αντίδραση μαγνησίου με υδροχλωρίο

Όργανα – Συσκευές	Αντιδραστήρια
Θερμοκάμερα	Mg(s) ταινία
Δοκιμαστικός σωλήνας (πυρίμαχος)	Διάλυμα HCl(aq) συγκέντρωσης 3 M
Ορθοστάτης	
Λαβίδα	

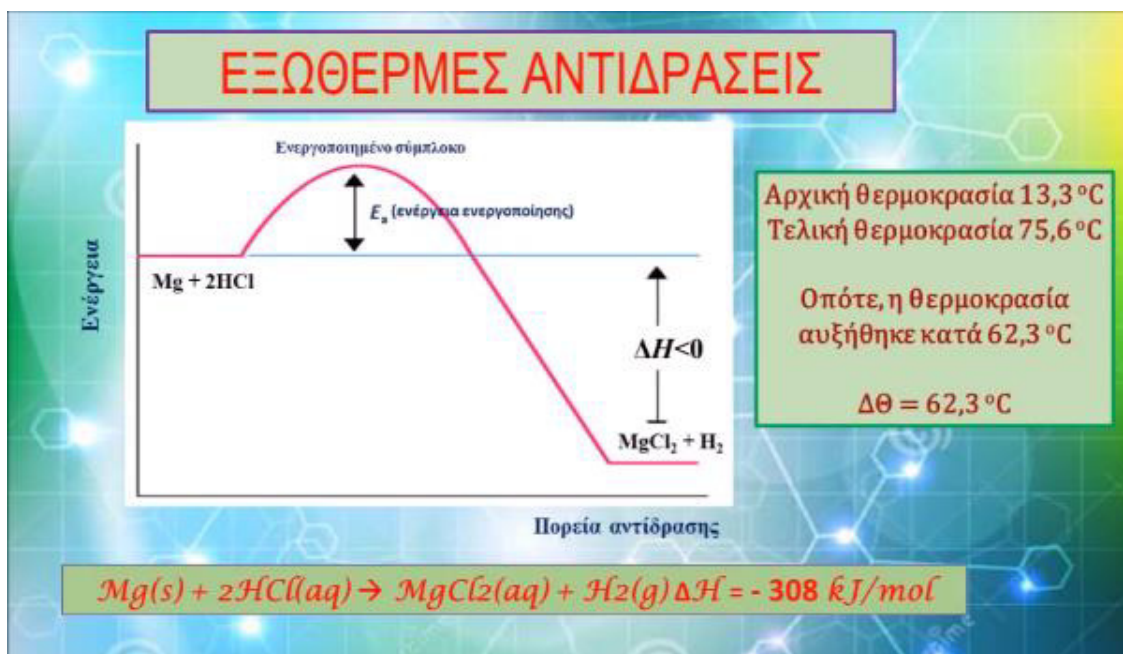
Πειραματική διαδικασία

- Σε δοκιμαστικό σωλήνα εισάγουμε περίπου 10 mL διαλύματος HCl(aq) συγκέντρωσης 3 M.
- Καταγράφουμε την αρχική θερμοκρασία του διαλύματος.
- Κόβουμε μια ταινία Mg(s) σε μήκος περίπου 3 cm.
- Εισάγουμε την ταινία Mg(s) στο υδατικό διάλυμα HCl(aq) .
- Όταν ολοκληρωθεί η αντίδραση καταγράφουμε τη θερμοκρασία του διαλύματος.





Εικόνα 21: Διαδοχικές εικόνες της θερμοκάμερας, κατά την αντίδραση ταινίας Mg σε HCl . Οι περιοχές των θερμών χρωμάτων (έντονο κόκκινο, πορτοκαλί) καταδεικνύουν την έκλυση θερμότητας κατά την εξώθερμη αντίδραση. Παρατηρούμε αύξηση της θερμοκρασίας σχεδόν στους 80 °C.



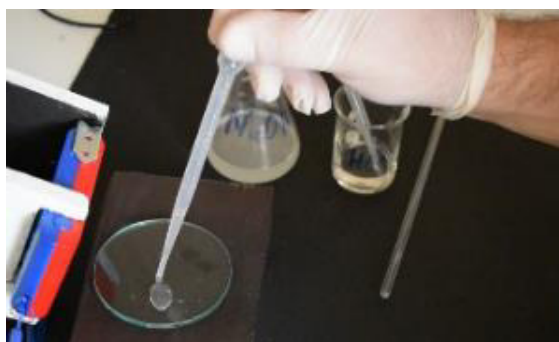
Εικόνα 22: Η χημική αντίδραση με περιγραφή των ενεργειακών μεταβολών που εξηγούν το εξώθερμο φαινόμενο το οποίο πραγματοποιείται.

3^ο Πείραμα: Εξουδετέρωση υδροξειδίου του νατρίου με υδροχλώριο.

Όργανα – Συσκευές	Αντιδραστήρια
Θερμοκάμερα	NaOH(aq) συγκέντρωσης 10 M
Ύαλος ωρολογίου πυρίμαχος	HCl(aq) συγκέντρωσης 10 M
Σταγονόμετρα (2)	
Γυάλινη ράβδος	

Πειραματική διαδικασία

- Με το σταγονόμετρο βάζουμε μια μικρή ποσότητα διαλύματος NaOH(aq) συγκέντρωσης 10 M (2-3 σταγόνες) στην ύαλο ωρολογίου (εικόνα 23).



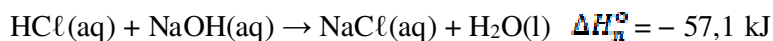
Εικόνα 23: Διάλυμα NaOH(aq)

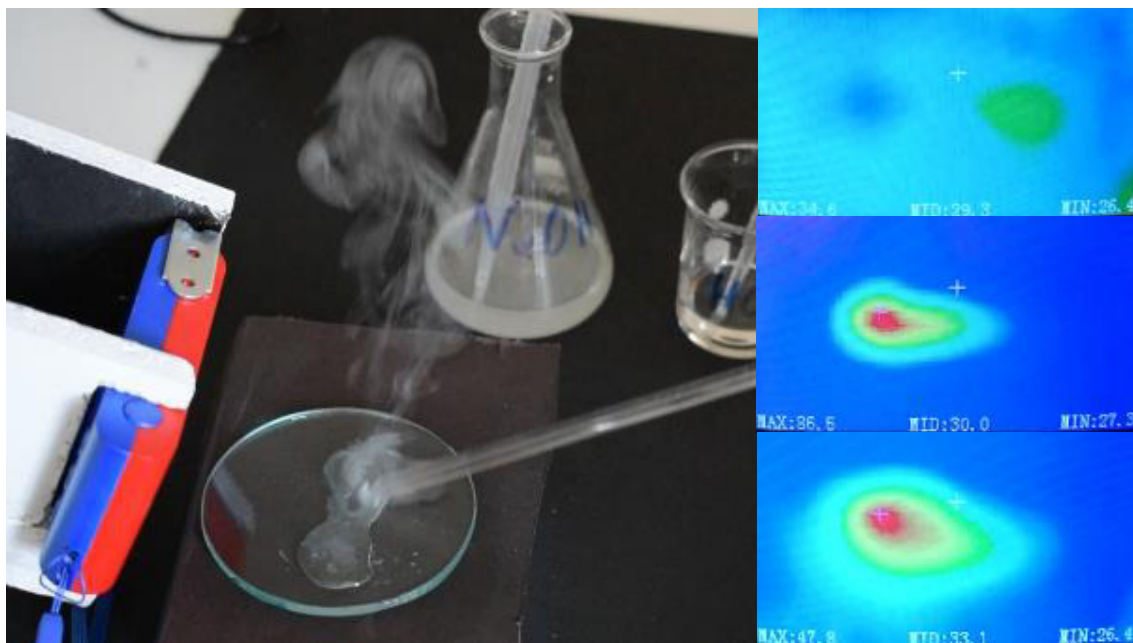
- Με το σταγονόμετρο βάζουμε μια μικρή ποσότητα (2-3 σταγόνες) διαλύματος HCl(aq) συγκέντρωσης 10 M στο άλλο άκρο στην ύαλο ωρολογίου. Δίπλα ακριβώς από το διάλυμα NaOH(aq) (εικόνα 24).



Εικόνα 24: Διάλυμα HCl(aq)

- Καταγράφουμε τη θερμοκρασία των δύο διαλυμάτων.
 - Με τη βοήθεια της γυάλινης ράβδου αναμιγνύουμε τα δύο διαλύματα και καταγράφουμε τη θερμοκρασία.
- Η αντίδραση που πραγματοποιείται περιγράφεται από την παρακάτω χημική εξίσωση:





Εικόνα 25: Αρχικά, διακρίνουμε τις δύο μικροποσότητες σταγόνων των αντιδρώντων. Κατά την ανάμειξή τους, εμφανίζεται με θερμά χρώματα, η αύξηση της θερμοκρασίας. Η θερμή περιοχή επεκτείνεται σε όλο σύστημα λόγω της έκλυσης θερμότητας κατά την διάρκεια της εξώθερμης αντίδρασης.

Διάδοση της θερμότητας με αγωγή

Όπως γνωρίζουμε, η θερμότητα διαδίδεται πάντα από το θερμότερο προς το ψυχρότερο σώμα, με τρεις τρόπους:

- Με αγωγή.
- Με μεταφορά (με τη βοήθεια ρευμάτων).
- Με ακτινοβολία.

Η θερμική κάμερα, έχει την δυνατότητα να ανιχνεύει την υπέρυθη ακτινοβολία που εκπέμπει ένα σώμα, λόγω του ποσού της θερμότητας που διαδίδεται μεταξύ των μορίων του. Ένα μέρος αυτής της θερμότητας εκπέμπεται προς το περιβάλλον με την μορφή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Στα μέταλλα, η μεταφορά θερμότητας γίνεται κυρίως με αγωγή. Καθώς τα μόρια του μετάλλου δέχονται την θερμική ενέργεια, προκαλείται αύξηση της κινητικής τους ενέργειας με αποτέλεσμα, να μεταδίδουν ενέργεια στα γειτονικά τους μόρια. Η διαταραχή επεκτείνεται σταδιακά σε όλη μάζα του μετάλλου. Σε αυτή την διαδικασία, συμμετέχουν και τα ελεύθερα ηλεκτρόνια. Γενικότερα, υλικά τα οποία είναι θερμικά αγωγικά, θα είναι και αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος. Στο παρακάτω πείραμα θα παρατηρήσουμε την διάδοση της θερμότητας, κατά μήκος μιας λεπτής μεταλλικής ράβδου. Θα χρησιμοποιήσουμε μεταλλική ράβδο, κατασκευασμένη από αργίλιο (αλουμίνιο), το οποίο είναι ένα από τα πιο θερμικά αγωγικά μέταλλα.

Πειραματική δραστηριότητα διάδοσης θερμότητας με αγωγή.

Όργανα – Συσκευές
Βελόνα πλεξίματος από αλουμίνιο
Κερί
Αναπτήρας
Καμινέτο
Βάση στήριξης με ορθοστάτη, σύνδεσμο και ράβδο στήριξης
5-6 καρφίτσες με χρωματιστή κεφαλή ή μικρά και λεπτά καρφάκια
Μανταλάκι
Θερμοκάμερα

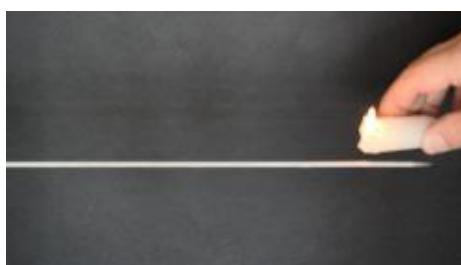
Πειραματική διαδικασία

- Στηρίζουμε την βελόνα στην ράβδο στήριξης, χρησιμοποιώντας το μανταλάκι (εικόνα 26)

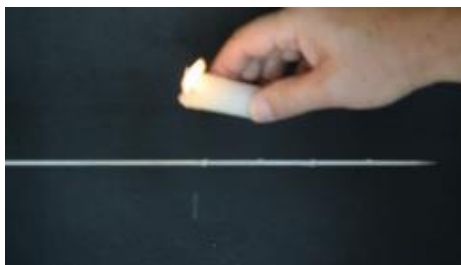


Εικόνα 26

- Κοντά στο ελεύθερο άκρο της βελόνας, στάζουμε μια-δυο σταγόνες λιωμένου κεριού ώστε να σχηματίσουμε τις βάσεις που θα στηρίζουμε τις καρφίτσες (εικόνα 27). Συνεχίζουμε διαδοχικά κατά μήκος της βελόνας, να τοποθετούμε σταγόνες, με απόσταση περίπου 5 cm, δημιουργώντας πέντε-έξη βάσεις (εικόνα 28).

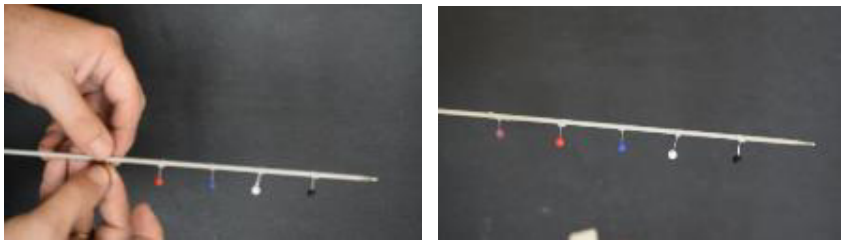


Εικόνα 27



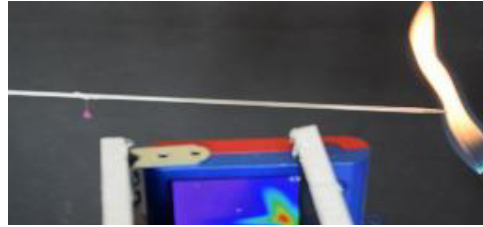
Εικόνα 28

- Γυρίζουμε την βελόνα κατά τον άξονά της, έτσι ώστε οι σταγόνες-βάσεις κεριού να κοιτούν προς τα κάτω. Καρφώνουμε, σε κατακόρυφη θέση, μια καρφίτσα σε κάθε βάση (εικόνες 29α και 29β).



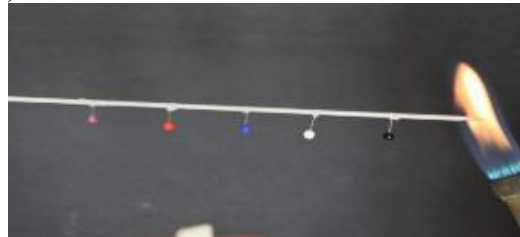
Εικόνα 29α, 29β

- Τοποθετούμε την θερμοκάμερα μπροστά από την διάταξη, ώστε να απεικονίζει την βελόνα κατά μήκος (εικόνα 30).



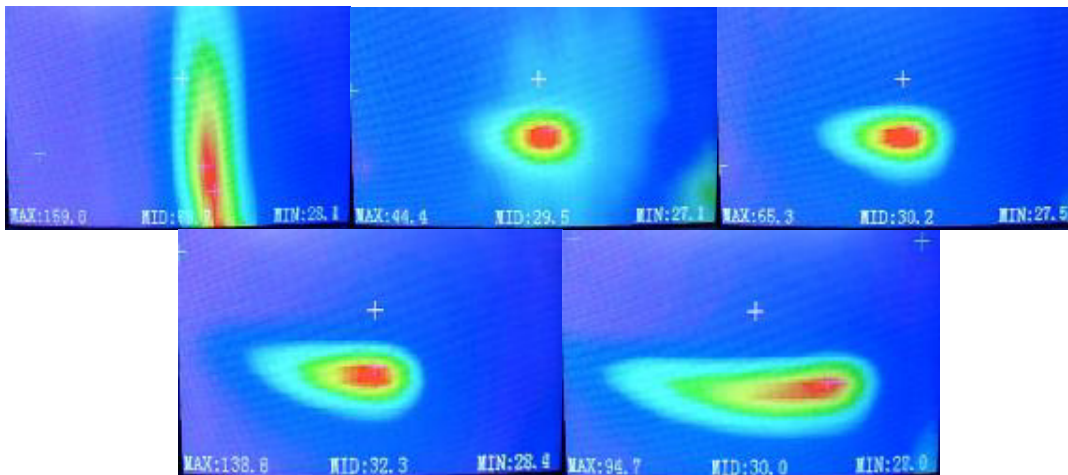
Εικόνα 30

- Πλησιάζουμε τη φλόγα του καμινέτου στην άκρη της βελόνας, θερμαίνοντας σταδιακά την βελόνα (εικόνα 31).



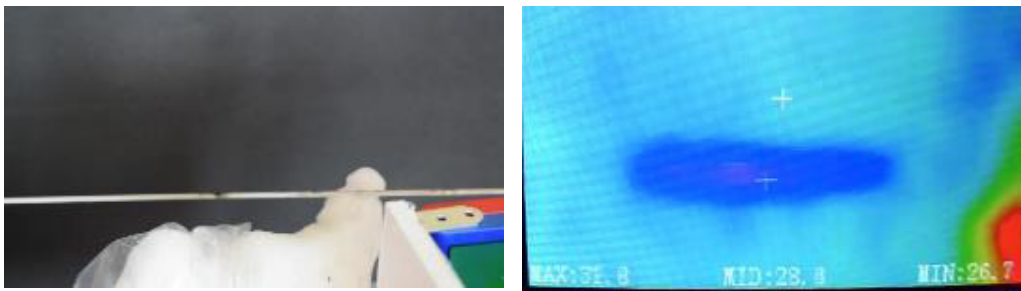
Εικόνα 31

- Παρατηρούμε τη σειρά με την οποία πέφτουν οι καρφίτσες.



Εικόνα 32: Στην πρώτη εικόνα, πλησιάζουμε το φλόγιστρο. Στις διαδοχικές καταγραφές, φαίνεται χαρακτηριστικά, η εξάπλωση της θερμής περιοχής του φάσματος.

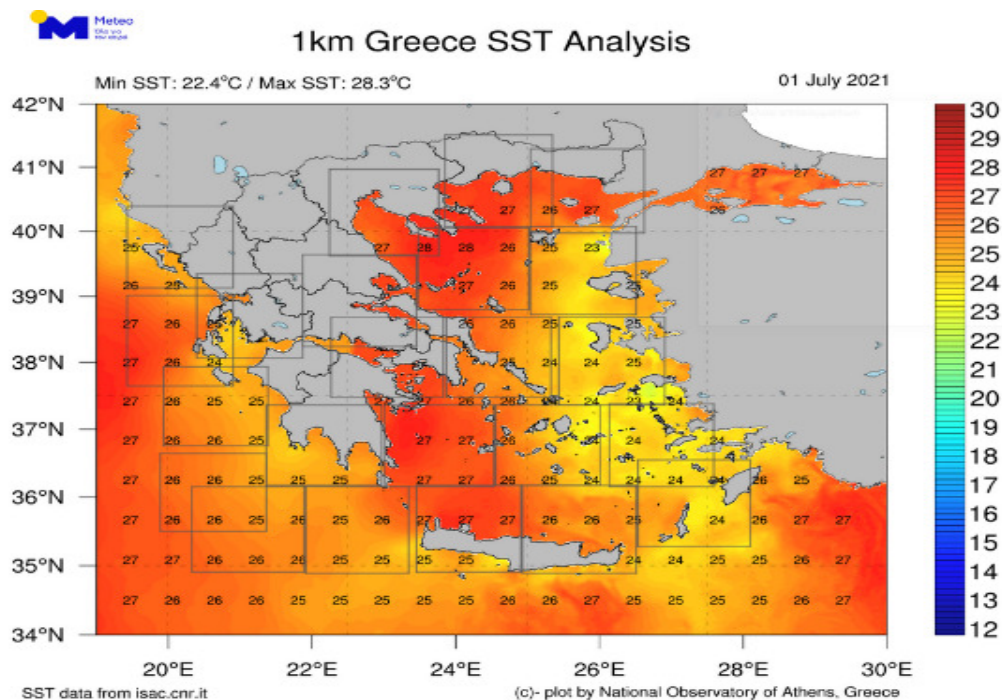
- Αφού όλες οι καρφίτσες έχουν πέσει, παρατηρούμε την καταγραφή της θερμοκάμερας.
- Αγγίζουμε ένα κομμάτι πάγου στην βελόνα και το μετακινούμε κατά μήκος ώστε αυτή να ψυχθεί. Παρατηρούμε την νέα καταγραφή της θερμοκάμερας (εικόνα 33).



Εικόνα 33

Συμπεράσματα

Η εκπαιδευτική διαδικασία δεν πρέπει να βασίζεται σε αντιλήψεις και τεχνικές που είναι στατικές (Johnson R., 1989). Αντιθέτως, πρέπει να είναι δυναμική, ακολουθώντας τις κοινωνικές και τεχνολογικές εξελίξεις, προετοιμάζοντας τα παιδιά (αλλά και τους ενήλικες) ως μελλοντικούς ενεργούς πολίτες, με τις απαιτούμενες γνώσεις και δεξιότητες (Fraden, Jacob, 2010). Η σύγχρονη τεχνολογία, επιτρέπει την είσοδο τεχνολογικών εργαλείων στην εκπαίδευση, τα οποία πριν λίγα χρόνια αφ' ενός είχαν μεγάλο χρηματικό κόστος και



Εικόνα 34: Θερμοκρασίες θάλασσας με δορυφορική φωτογραφία υπέρυθρων.

Πηγή: <https://www.meteo.gr/sst.cfm> (2/7/2021).

αφετέρου ήταν δύσχροστα (Olufadi Y., 2015). Επιπροσθέτως, η εισαγωγή των S.T.E.M. αποτελεί βασική καινοτομία στη σύγχρονη εκπαίδευση, κατά κοινή ομολογία (Katz-Buonincontro, 2019). Ένα τέτοιο παράδειγμα εκπαιδευτικής χρήσης τεχνολογίας αιχμής με χαμηλό κόστος, αποτελεί και η προτεινόμενη πειραματική συσκευή, αυτής της εργασίας.

Άλλωστε η τεχνολογία αισθητήρων υπέρυθρης ακτινοβολίας, έχει ένα τεράστιο πεδίο εφαρμογών. Ενδεικτικά αναφέρουμε τη θερμομέτρηση από απόσταση, που χρησιμοποιείται πλέον για τον έλεγχο της θερμοκρασίας των ανθρώπων και λόγω της πανδημίας, οδήγησε σε τεράστια έλλειψη παραγωγής αισθητήρων, ενώ το κόστος τους εκτοξεύτηκε. Επίσης στην παρακάτω εικόνα, εμφανίζεται η κατανομή θερμοκρασιών στην Ελλάδα, από θερμοκάμερα δορυφόρου (εικόνα 34)

Ποια είναι τα πλεονεκτήματα της προτεινόμενης κατασκευής:

1. Η πειραματική συσκευή μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πλήθος εκπαιδευτικών αντικειμένων της φυσικής, της χημείας και της βιολογίας.
2. Το κόστος της είναι μικρό, λαμβάνοντας υπ' όψιν ότι όσο η τεχνολογία αναπτύσσεται, προκύπτουν αισθητήρες φθηνότεροι και μεγαλύτερης ανάλυσης.
3. Οι παρατηρήσεις και τα αποτελέσματα των μετρήσεων είναι άμεσα.
4. Οι μαθήτριες/μαθητές εμπλέκονται στη χρήση εκπαιδευτικών εργαλείων υψηλής τεχνολογίας

Οι καινοτομίες που προσφέρει η προτεινόμενη πειραματική κατασκευή:

1. Πραγματοποίηση ενδόθερμων και εξώθερμων αντιδράσεων και με καθημερινά υλικά. Οι μαθητές/μαθήτριες παρουσιάζουν δυσκολία ιδιαίτερα στην κατανόηση των ενδόθερμων αντιδράσεων. Με το φαινόμενο να εξελίσσεται μπροστά στα μάτια τους, αποκτούν άμεση αντίληψη της πτώσης της θερμοκρασίας.
2. Οπτικοποίηση του φαινομένου της μεταφοράς θερμότητας κατά τη διάρκεια χημικών και φυσικών μεταβολών. Η περιγραφή της θερμότητας δεν πραγματοποιείται με τις τετριμμένες μεθόδους π.χ. χρήση θερμομέτρων, αλλά με τη χρήση θερμοκάμερας, ώστε τα θερμικά φαινόμενα, εκτός των μετρήσεων θερμοκρασίας, να εμφανίζονται μπροστά στα μάτια μας με την μορφή χρωμάτων.
3. Χρήση τεχνολογίας αιχμής με χαμηλό κόστος η οποία συμβάλει στην πληρέστερη και αμεσότερη περιγραφή φαινομένων τα οποία σχετίζονται με τη θερμότητα.

Βιβλιογραφία

1. American Chemical Society. “*Exothermic, endothermic, & chemical change*”, Pradyot Patnaik. Handbook of Inorganic Chemicals. McGraw-Hill, 2002, ISBN 0-07-049439-8.
2. Fraden, Jacob.: “*Handbook of Modern Sensors: Physics, Designs, and Applications*”, Springer Science, (2010).
3. Johnson R.: “*Cooperation and competition: Theory and research.*” Edina, MN: Interaction Book Company. Khodeir, L.M. (1989).
4. Katz-Buonincontro, J.: “*STEAM in practice and research: An integrative literature review*”, Thinking Skills and Creativity, (2019) 31, 31–43.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187118302190>

- (ημερομηνία προσπέλασης: 30/6/2021).
5. Olufadi Y.: “A configurational approach to the investigation of the multiple paths to success of students through mobile phone use behaviours, *Computers and Education*”, 86(issue C), σ. 84-104, (2015).
 6. Shakhashiri B.Z.: “*Chemical Demonstrations: A Handbook for Teachers of Chemistry*”, Wisconsin, 1983, Volume 1, p 10-12.
 7. Summerlin L., J. Ealy: “*Chemical Demonstrations: A Sourcebook for Teachers*”, ACS publications. Washington D.C; 1983, p. 44.
 8. Melexis sensor MLX 90640 manual and datasheet: <https://www.melexis.com/en/documents/documentation/datasheets/datasheet-mlx90640> (ημερομηνία προσπέλασης: 30/6/2021)

*Το copyright των φωτογραφιών ανήκει στους συγγραφείς.

Συναγερμός σεισμού

Μαθήτριες: **Κοσμά Ανθή, Σιδεράκη Δάφνη**
Γυμνάσιο Γαζίου, Πρότυπο Γυμνάσιο Ηρακλείου Κρήτης

Υπεύθυνοι καθηγητές:
Αστρινός Τσουτσουδάκης, Φυσικός, Υπεύθυνος 1^{ου} Ε.Κ. Φ.Ε. Ηρακλείου Κρήτης
[astrinos\[a\]live.com](mailto:astrinos[a]live.com)
Ιωάννης Τζαγκαράκης, Πληροφορικής, [gtzagarakis\[a\]gmail.com](mailto:gtzagarakis[a]gmail.com)

(Συμμετείχε στο *Science on Stage Festival 2022* ως 3ο βραβείο από το *European Code League*, πρόγραμμα της Γερμανικής Συντονιστικής Επιτροπής)

Περίληψη

Οι σεισμοί είναι πολύ συνηθισμένοι, ειδικά σε περιοχές όπως η Ελλάδα. Παρόλο που οι ασκήσεις προετοιμασίας είναι πολύ συχνές κατά τη διάρκεια της σχολικής χρονιάς, εντούτοις επικρατεί αρκετός πανικός κάθε φορά που συμβαίνει το φαινόμενο. Η συσκευή μας αρχικά ανιχνεύει τα πρωτεύοντα κύματα, συμβουλευοντας τους μαθητές να μπουν κάτω από τα θρανία τους και μόλις τα δευτερεύοντα κύματα εξασθενίσουν αρκετά, τους καθοδηγεί να εγκαταλείψουν τη σχολική αίθουσα προς κάποιο ασφαλέστερο σημείο εξασφαλίζοντας ταυτόχρονα ότι η εκκένωση ήταν επιτυχής.

Abstract

Earthquakes are very common, especially in areas like Greece. While earthquake preparedness exercises are quite common during the whole school year there is a lot of panic when the natural phenomenon actually occurs. Our device first detects the primary waves, advising the students to get under their desks and as soon as the secondary waves become very weak it instructs them to leave the classroom to a safer place making sure that the evacuation was successful.

Εισαγωγή/Θεωρητική θεμελίωση

Όταν ένας σεισμός ξεκινά, ο πρώτος παλμός της ενέργειας που έρχεται από το σημείο της εστίας περιλαμβάνει τα πρωτεύοντα κύματα (P-waves). Αυτά είναι διαμήκη κύματα που διατρέχουν όλη τη γη και είναι τα γρηγορότερα είδη σεισμικών κυμάτων και συνεπώς τα πρώτα που καταγράφονται από τα σεισμόμετρα. Τα διαμήκη κύματα μπορούν να κινηθούν μέσω των συμπαγών πετρωμάτων της γης όπως και των υγρών, όπως το νερό ή τα υγρά στρώματα της γης αλλά και του αέρα. Τα πρωτεύοντα κύματα (P-waves) είναι επίσης γνωστά ως συμπιεστικά κύματα, λόγω της ώθησης και του τραβήγματος που δημιουργούν και είναι αυτά που αρχικά προκαλούν τις οριζόντιες δονήσεις του εδάφους.

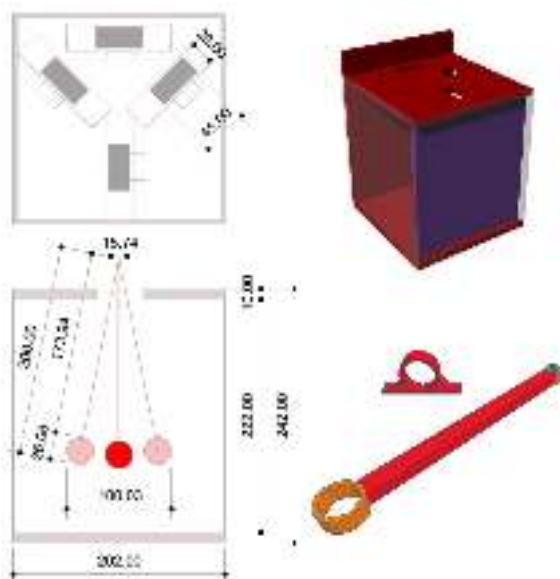
Τα επόμενα κύματα που φτάνουν σε ένα τόπο είναι τα δευτερεύοντα κύματα (S-waves). Είναι εγκάρσια κύματα, πιο αργά αλλά πιο ισχυρά και καταστρεπτικά από τα επιμήκη κύματα και ακολουθούν τα επιμήκη στο σειсмоγράφημα. Όπως και τα επιμήκη κύματα (P-waves)

χαρακτηρίζονται ως κύματα χώρου και διαδίδονται προς κάθε κατεύθυνση στα επιφανειακά στρώματα της Γης αλλά όχι στο ρευστό εσωτερικό της. Κατά τη διάδοση των εγκάρσιων κυμάτων, τα υλικά σημεία των πετρωμάτων, επομένως και του εδάφους, ταλαντώνονται κάθετα προς τη διεύθυνση διάδοσης αυτών των κυμάτων. Τα δευτερεύοντα κύματα ταξιδεύουν περίπου δύο φορές πιο αργά σε σχέση με τα πρωτεύοντα κύματα και λόγω του μεγάλου τους πλάτους είναι αυτά που επιφέρουν την ισχυρή μετακίνηση του εδάφους χαρακτηριστική των μεγάλων σεισμών.

Σε πάρα πολλές περιπτώσεις και πιο συγκεκριμένα σε ισχυρούς αλλά σχετικά μακρινούς σεισμούς, η έγκαιρη ανίχνευση των πρωτεύοντων κυμάτων δύναται να προσφέρει ένα ικανοποιητικό χρονικό διάστημα αντίδρασης προκειμένου να πραγματοποιηθούν οι ενδεδειγμένες ενέργειες αυτοπροστασίας με τις οποίες οι μαθητές έχουν εξοικειωθεί μέσω ασκήσεων κατά τη διάρκεια της σχολικής χρονιάς.

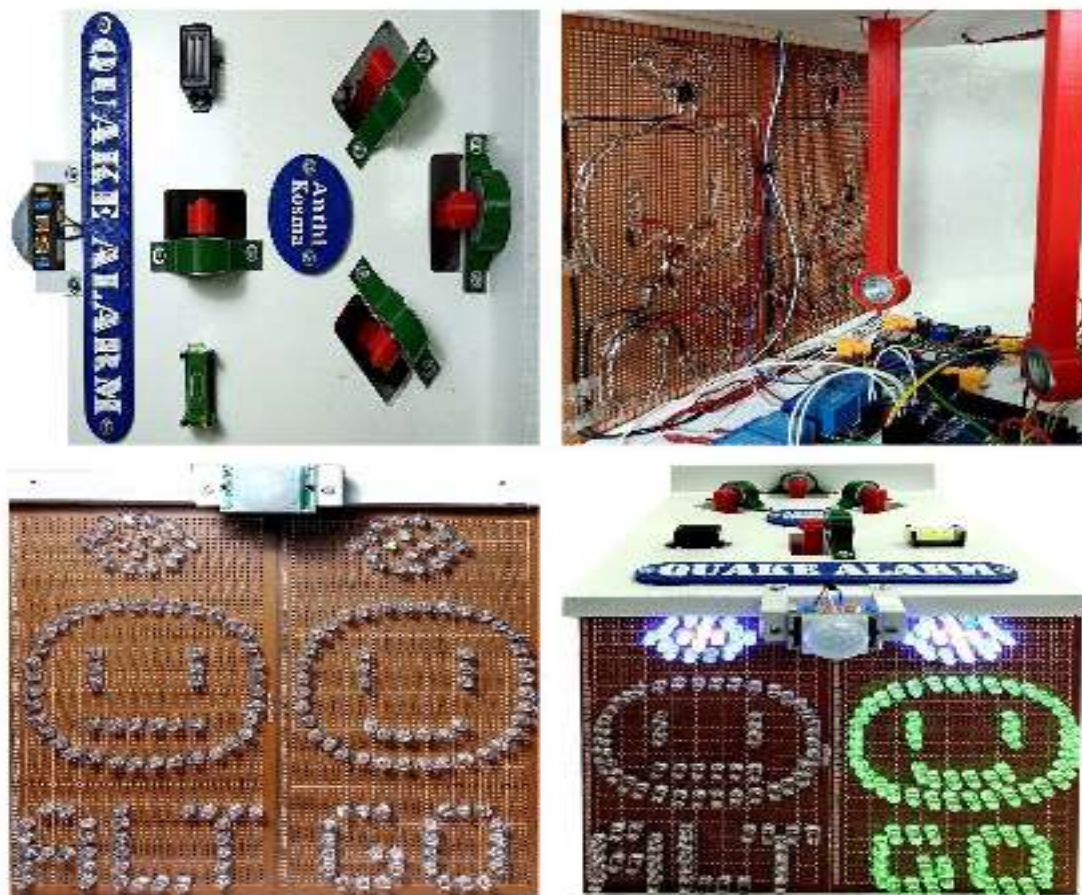
Περιγραφή εργασίας

Η εργασία αφορά την κατασκευή μιας διάταξης έγκαιρης προειδοποίησης σε περίπτωση σεισμού. Μια συστοιχία που αποτελείται από τέσσερα εκκρεμή, ένα για κάθε μία από τις διευθύνσεις Βορρά-Νότου, Ανατολής-Δύσης, ΒΑ-ΝΔ και ΒΔ-ΝΑ, αναλαμβάνουν την ανίχνευση των πρωτεύοντων κυμάτων. Τα εκκρεμή αυτά διαθέτουν κατάλληλο μήκος στα 20 cm έτσι ώστε η φυσική τους συχνότητα να είναι λίγο κάτω από το 1 Hz, που είναι η επικρατέστερη τιμή της συχνότητας των πιο καταστροφικών σεισμών της περιοχής, ενώ είναι προσαρτημένα σε αντίστοιχους κινητήρες DC που κατά την περιστροφή τους παράγουν μικρούς ηλεκτρικούς παλμούς που ενισχύονται με κατάλληλη ηλεκτρονική διάταξη και αξιολογούνται. Την άφιξη των δευτερευόντων κυμάτων, που δημιουργούνται κατά τη διάρκεια ενός σεισμού, αναλαμβάνει ένα επιταχυνσίομετρο που συνδέεται έτσι ώστε να ανιχνεύει μόνο τις κατακόρυφες δονήσεις (άξονας Z). Ενώ θεωρητικά το ίδιο



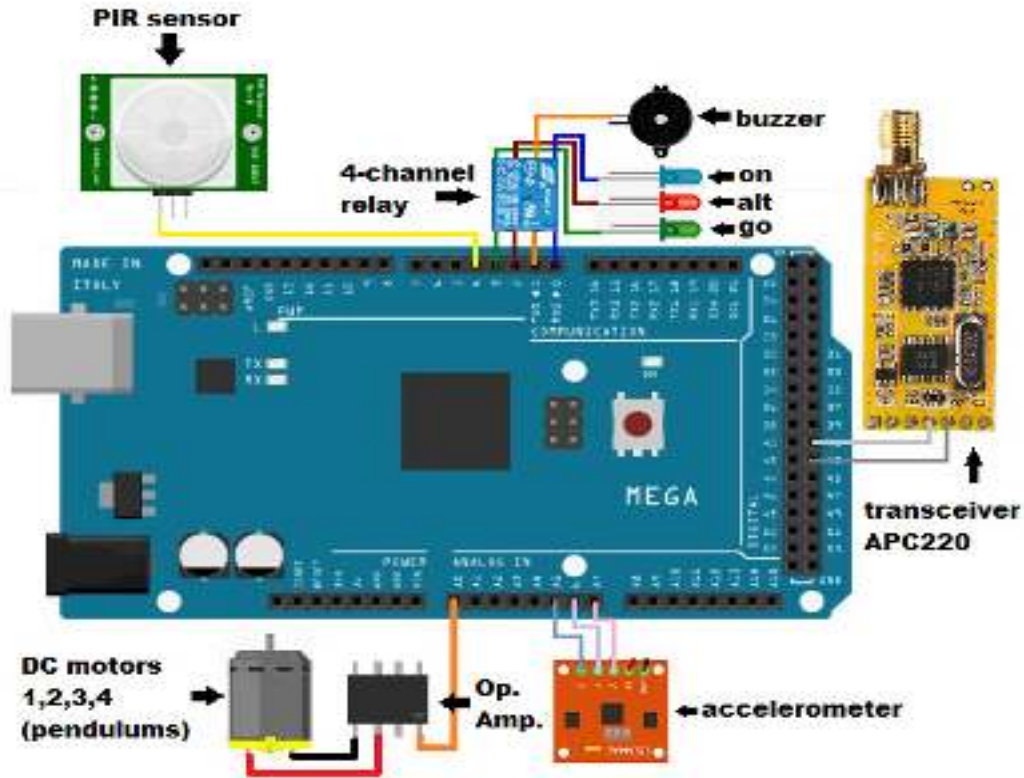
Εικόνα 1: Τα τρισεδιάστατα σχέδια στον Η/Υ

επιταχυνσιόμετρο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και για τις διευθύνσεις X και Ψ, χωρίς την ανάγκη χρήσης της διάταξης των τεσσάρων εκκρεμών που περιγράφηκε παραπάνω, εντούτοις ο μεγάλος ηλεκτρονικός θόρυβος σε σχέση με το πραγματικό σήμα θα το καθιστούσαν ευάλωτο σε τυχαίες ενεργοποιήσεις που θα οδηγούσαν σε ψευδείς συναγερμούς. Στις εικόνες 1 και 2 φαίνονται τόσο τα αρχικά τρισδιάστατα σχέδια στον υπολογιστή που αφορούν στο κουτί της κατασκευής, τη βάση στήριξης του κινητήρα DC και το εκκρεμές όσο και η μορφή της τελικής κατασκευής.



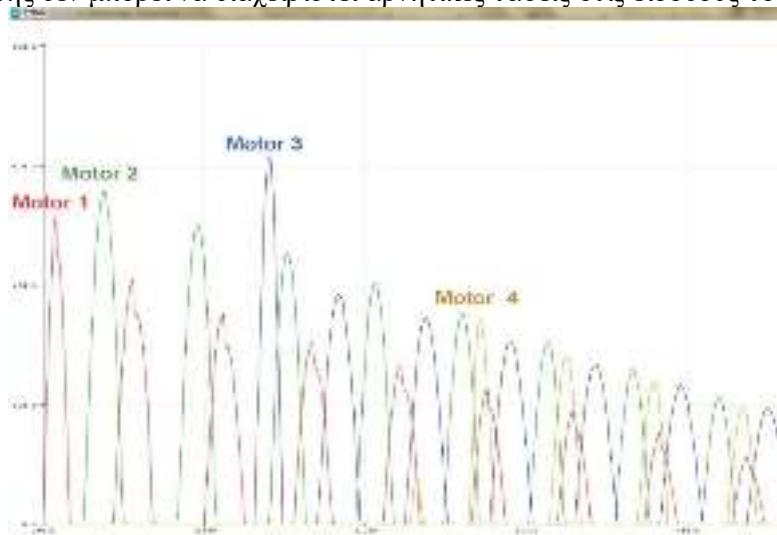
Εικόνα 2: Η μορφή της τελικής κατασκευής

Στην Εικόνα 3 φαίνεται η απλοποιημένη μορφή του ηλεκτρονικού κυκλώματος που χρησιμοποιήθηκε και που αποτελείται από μικροελεγκτή Arduino Mega, ρελέ για την ενεργοποίηση των οπτικών και ακουστικών ενδείξεων, 4 κινητήρες DC συνδεδεμένους κατάλληλα σε κύκλωμα τελεστικών ενισχυτών που αναλαμβάνουν την ενίσχυση των επιμέρους σημάτων, πομποδέκτη για ασύρματη μετάδοση δεδομένων σε δίκτυο παρόμοιων συσκευών και ανιχνευτή κίνησης που εξασφαλίζει την επιτυχή εκκένωση της αίθουσας.



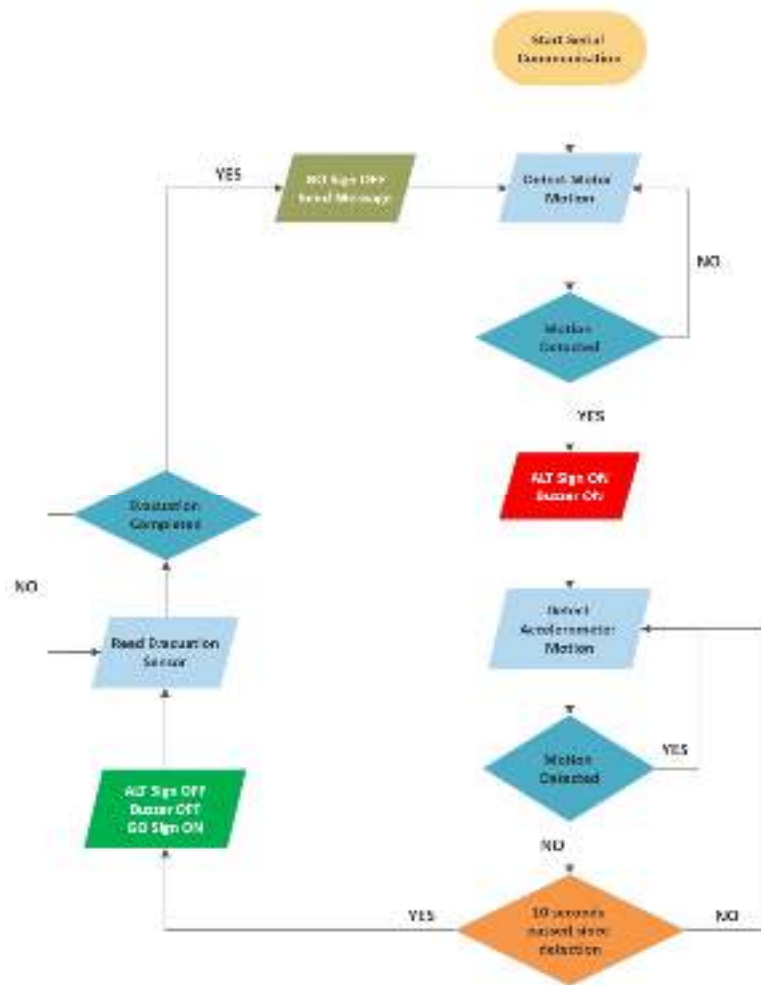
Εικόνα 3: Το ηλεκτρονικό κύκλωμα

Η παρακάτω Εικόνα 4 δείχνει την μορφή των ηλεκτρικών παλμών που παράγονται από τους κινητήρες DC κατά την ενεργοποίηση της συσκευής. Επειδή χρησιμοποιήθηκαν τελεστικοί ενισχυτές με απλή και όχι συμμετρική τροφοδοσία, ενισχύθηκαν μόνο οι θετικοί παλμοί αφού ο μικροελεγκτής δεν μπορεί να διαχειριστεί αρνητικές τάσεις στις εισόδους του.



Εικόνα 4: Ηλεκτρικοί παλμοί από τους κινητήρες DC

Η επόμενη Εικόνα 5 δείχνει το διάγραμμα ροής στο οποίο βασίστηκε ο κώδικας για τον προγραμματισμό των λειτουργιών της συσκευής. Εφόσον ανιχνευτούν οριζόντιες δονήσεις του εδάφους, ανάβει η ένδειξη ALT και ηχεί ο βομβητής προκειμένου οι μαθητές να αναζητήσουν άμεσα καταφύγιο κάτω από τα θρανία τους. Εφόσον το επιταχυνσιόμετρο επιβεβαιώσει την άφιξη και των δευτερευόντων κυμάτων, η συσκευή αφήνει να περάσει κατάλληλο χρονικό διάστημα ώστε να εξασθενήσουν και αλλάζει την μέχρι τότε ένδειξη από ALT σε GO καθοδηγώντας έτσι τους μαθητές να απομακρυνθούν χωρίς πανικό προς ασφαλέστερο προκαθορισμένο σημείο ενώ ταυτόχρονα ελέγχει αν η εκκένωση ήταν επιτυχής.



Εικόνα 5: Το διάγραμμα ροής

Βιβλιογραφία

1. Πώς διαδίδονται τα σεισμικά κύματα; Δ.Μ. , <http://physics4u.gr/blog/2016/05/07/πώς-διαδίδονται-τα-σεισμικά-κύματα> (ημερομηνία προσπέλασης: 31/05/2022)
2. Getting started with Arduino, M. Banzi, http://phylab.fudan.edu.cn/lib/exe/fetch.php?media=yuandi:arduino:getting_started_with_arduino_v2.pdf (ημερομηνία προσπέλασης: 23/05/2022)

3. Non-inverting operational amplifier, <https://circuitdigest.com/tutorial/non-inverting-operational-amplifier> (ημερομηνία προσπέλασης 24/05/2022)
4. Quake Alarm, <https://quakekit.ca/shop/quake-alarm-earthquake-detector/> (ημερομηνία προσπέλασης 30/05/2022)
5. Seismic wave, https://en.wikipedia.org/wiki/Seismic_wave (ημερομηνία προσπέλασης: 20/05/2022)


*Το copyright των φωτογραφιών ανήκει στους συγγραφείς.



Πηγή φωτογραφίας: Science on Stage Greece

**Science on Stage Festival 2022,
Prague, Czech Republic**

Προκήρυξη 11^{ου} Πανελλήνιων Αγώνων Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών

 <p>ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ</p> <p>-----</p> <p>ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ Π/ΘΜΙΑΣ, Δ/ΘΜΙΑΣ ΕΚΠ/ΣΗΣ ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΣΠΟΥΔΩΝ Π/ΘΜΙΑΣ ΚΑΙ Δ/ΘΜΙΑΣ ΕΚΠ/ΣΗΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΣΠΟΥΔΩΝ, ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ Π/ΘΜΙΑΣ ΕΚΠ/ΣΗΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΣΠΟΥΔΩΝ, ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ Δ/ΘΜΙΑΣ ΕΚΠ/ΣΗΣ Δ/ΝΣΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗΣ ΕΚΠ/ΣΗΣ</p>	<p>Βαθμός Ασφαλείας: Να διατηρηθεί μέχρι: Βαθμός προτεραιότητας:</p> <p>Αθήνα, 03-03-2021 Αριθ. Πρωτ. 25254/ΓΔ4</p>
<p>-----</p> <p>Ταχ. Δ/νση: Ανδρέα Παπανδρέου 37 Τ.Κ. – Πόλη: 15180 Μαρούσι Ιστοσελίδα: www.minedu.gov.gr</p>	<p>ΠΡΟΣ:</p> <ul style="list-style-type: none">• Περιφερειακές Δ/νσεις Εκπ/σης• Συντονιστές Εκπ/κού Έργου (μέσω των ανωτέρω Περιφερειακών Δ/νσεων Εκπ/σης)• Δ/νσεις Π.Ε. & Δ.Ε.• Υπεύθυνους Ε.Κ.Φ.Ε. (μέσω των Δ/νσεων Δ.Ε.)
<p>Πληροφορίες: Α. Πασχαλίδου (Δ.Ε.) Τηλέφωνο: 210-3443422 (Δ.Ε.)</p>	<p>Ελληνική Συντονιστική Επιτροπή του προγράμματος «Οι Φυσικές Επιστήμες στο Προσκήνιο - Ευρώπη» ΚΟΙΝ.: Υπόψη κ. Ευγενίας Τσιτοπούλου-Χριστοδουλίδη etsitop@otenet.gr</p>

ΘΕΜΑ: «11^{οι} Πανελλήνιοι Αγώνες Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών»

Σχετ.: Τα με αρ. πρωτ. εισ. Υ.ΠΑΙ.Θ. 450/05-01-2021 και 805/06-01-2021 έγγραφα

Σας γνωστοποιούμε ότι οι **11^{οι} Πανελλήνιοι Αγώνες Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών** με θέμα: «Από Εκπαιδευτικούς Για Εκπαιδευτικούς» («From Teachers For Teachers»), που διοργανώνονται από την Ελληνική Συντονιστική Επιτροπή του Ευρωπαϊκού προγράμματος «Οι Φυσικές Επιστήμες στο Προσκήνιο - Ευρώπη», θα πραγματοποιηθούν **στις 3 και 4 Σεπτεμβρίου 2021** στην Αθήνα. Σε περίπτωση που τα

υγειονομικά πρωτόκολλα για την αντιμετώπιση των επιδημιολογικών κινδύνων δεν επιτρέπουν τις συγκεντρώσεις μεγάλου αριθμού ατόμων, τα βραβεία των Αγώνων θα δοθούν από την έντυπη παρουσίαση της εργασίας και από δεκάλεπτη διαδικτυακή παρουσίασή της από τους συμμετέχοντες στην Επιτροπή κρίσης των εργασιών.

Στους Αγώνες μπορούν να συμμετάσχουν εκπαιδευτικοί κλάδων ΠΕ04, ΠΕ03, ΠΕ82, ΠΕ83, ΠΕ84, ΠΕ85, ΠΕ86, ΠΕ60, ΠΕ61, ΠΕ70 και ΠΕ71 σχολικών μονάδων Π/θμιας και Δ/θμιας Εκπαίδευσης της χώρας, καθώς και οι Υπεύθυνοι και οι συνεργάτες των Ε.Κ.Φ.Ε.

Οι έξι εκπαιδευτικοί νικητές των Αγώνων, θα μετέχουν στο Ελληνικό περίπτερο και θα διαγωνισθούν στην κεντρική εκδήλωση του προγράμματος Science on Stage – Europe, μαζί

με τους άλλους εκπαιδευτικούς από τις τριάντα τέσσερις χώρες που μετέχουν στο πρόγραμμα. Έως σήμερα η Ελλάδα έχει βραβευτεί στις οκτώ από τις δέκα διοργανώσεις του προγράμματος. Η κεντρική εκδήλωση του προγράμματος Science on Stage – Europe θα πραγματοποιηθεί **από 24 Μαρτίου 2022 έως 27 Μαρτίου 2022**, στην Πράγα και είναι υπό την αιγίδα της κας Mariya Gabriel, European Commissioner for Innovation, Research, Culture, Education and Youth και του Ministry of Education, Youth and Sports Czech Republic.

Για περισσότερες πληροφορίες οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να επισκέπτονται τις ιστοσελίδες: <http://etsito.mysch.gr/> , <http://www.science-on-stage.eu> και τη σελίδα του Facebook: [sonsgreece](#) , και να απευθύνονται στην κ. Ευγενία Τσιτοπούλου – Χριστοδουλίδη, Φυσικό, Συντονίστρια της Ελληνικής Επιτροπής του προγράμματος «Οι Φυσικές Επιστήμες στο Προσκήνιο – Ευρώπη» στην ηλεκτρονική διεύθυνση: etsitop@otenet.gr .

ΜΕ ΕΝΤΟΛΗ ΥΦΥΠΟΥΡΓΟΥ
Η ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΑΣ Π/ΘΜΙΑΣ,
Δ/ΘΜΙΑΣ ΕΚΠ/ΣΗΣ
ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ

ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ ΓΚΙΚΑ

Εσωτ. Διανομή

- Δ/ση Σπουδών, Προγρ/των & Οργάνωσης Π.Ε. Τμ. Α΄
- Δ/ση Σπουδών, Προγρ/των & Οργάνωσης Δ.Ε. Τμ. Α΄
- Δ/ση Επαγγελματικής Εκπ/σης Τμ. Α΄

ΑΚΡΙΒΕΣ ΑΝΤΙΓΡΑΦΟ



ΟΙ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΣΤΟ ΠΡΟΣΚΗΝΙΟ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ
<http://etsito.mysch.gr/>, www.science-on-stage.eu

Αθήνα, 4/1/2021

Προς: Πίνακα αποδεκτών

11^{οι} Πανελλήνιοι Αγώνες Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών

Η Ελληνική Συντονιστική Επιτροπή του Ευρωπαϊκού προγράμματος «Οι Φυσικές Επιστήμες στο Προσκήνιο – Ευρώπη» (Science on Stage – Europe) διοργανώνει τους **11^{οις} Πανελλήνιους Αγώνες Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών με θέμα: «Από Εκπαιδευτικούς Για Εκπαιδευτικούς»** («From Teachers For Teachers»).

Οι 11^{οι} Πανελλήνιοι Αγώνες θα πραγματοποιηθούν στις **3 και 4 Σεπτεμβρίου 2021** στην Αθήνα. Σε περίπτωση που τα υγειονομικά πρωτόκολλα για την αντιμετώπιση των επιδημιολογικών κινδύνων δεν επιτρέπουν τις συγκεντρώσεις μεγάλου αριθμού ατόμων, τα βραβεία των Αγώνων θα δοθούν από την έντυπη παρουσίαση της εργασίας και από δεκάλεπτη διαδικτυακή παρουσίαση της από τους συμμετέχοντες στην Επιτροπή κρίσης των εργασιών.

Στους αγώνες θα παρουσιαστούν εργασίες εκπαιδευτικών ή/και εργασίες εκπαιδευτικών που πραγματοποιήθηκαν με συμμετοχή μαθητών Δευτεροβάθμιας ή/και Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης με κεντρικό άξονα το θέμα: «Από Εκπαιδευτικούς Για Εκπαιδευτικούς». Οι εργασίες, ατομικές ή ομαδικές, μπορούν να είναι: κατασκευές, πειράματα, καινοτόμο εκπαιδευτικό υλικό σε μορφή έντυπη ή ηλεκτρονική (video, cd-rom, λογισμικό), προτάσεις για εργαστήρια (workshops) και παρουσιάσεις (on-stage activities). **Όλες οι εργασίες θα πρέπει να είναι δομημένες στις μεθόδους της διερευνητικής μάθησης (Inquiry-based learning).**

Οι 11^{οι} Πανελλήνιοι Αγώνες θα διεξαχθούν στις ακόλουθες θεματικές ενότητες:

- **Επιστήμη για τους μικρούς μαθητές (Science for the Youngest)**

Προγράμματα για μαθητές προσχολικής (Νηπιαγωγείο) και Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης (Δημοτικό σχολείο).

- **Οι Στόχοι Αειφόρου Ανάπτυξης στην εκπαίδευση** (*Sustainable Development Goals (SDGs) in Education*)

Εκπαιδευτικά προγράμματα που δείχνουν πώς το STEM μπορεί να συμβάλει στην επίτευξη των στόχων της αειφόρου ανάπτυξης.

- **Ψηφιακές Τεχνολογίες στην εκπαίδευση STEM** (*Technologies in STEM education*)

Προγράμματα που περιλαμβάνουν προγραμματισμό, ΤΠΕ, big data, τεχνητή νοημοσύνη (Artificial Intelligence), εικονική πραγματικότητα (Virtual Reality), ασφάλεια δικτύων κ.λπ.

- **Ποικιλομορφία διδακτικών μεθόδων στην Εκπαίδευση STEM** (*Diversity in STEM Education*)

Προγράμματα που περιλαμβάνουν τους τρόπους μεταβολής των μεθόδων διδασκαλίας, όταν απευθύνονται σε ταλαντούχους μαθητές, για να προαχθεί η εκπαίδευση χωρίς αποκλεισμούς λόγω εθνικότητας, φύλης, φύλου, θρησκείας, οικονομικής κατάστασης κ.τ.λ., όταν απαιτείται συνεργασία μεταξύ νεότερων και μεγαλύτερων μαθητών κ.λπ.

- **STEM και Τέχνες** (*STEM with Arts*)

Προγράμματα που συνδυάζουν STEM με άλλα διδακτικά αντικείμενα, όπως π.χ. καλές τέχνες, μουσική, αθλητισμό, ιστορία κ.λπ.

- **Συνεργασία στην εκπαίδευση STEM** (*Collaboration in STEM Education*)

Προγράμματα στα οποία συμμετέχει και η τοπική κοινότητα, π.χ. συνεργασία μεταξύ εκπαιδευτικών, μεταξύ μεταξύ σχολείων και εταιρειών, μεταξύ διαφορετικών κοινοτήτων κ.λ.π.

- **Κοινά Προγράμματα** (*Joint projects*)

Προγράμματα που πραγματοποιήθηκαν σε συνεργασία μεταξύ εκπαιδευτικών από διαφορετικές χώρες, εκ των οποίων τουλάχιστον ένας είχε συμμετάσχει σε προηγούμενα Ευρωπαϊκά φεστιβάλ.

Δικαίωμα συμμετοχής έχουν οι εκπαιδευτικοί κλάδων ΠΕ04, ΠΕ03, ΠΕ82, ΠΕ83, ΠΕ84, ΠΕ85, ΠΕ86, ΠΕ60, ΠΕ61, ΠΕ70 και ΠΕ71, όλων των σχολείων Δευτεροβάθμιας και Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης της χώρας, καθώς και οι Υπεύθυνοι και οι συνεργάτες των Ε.Κ.Φ.Ε.

Στους 11^{ους} Πανελλήνιους Αγώνες θα απονεμηθούν **έξι (6) βραβεία**, από τα οποία είναι επιθυμητό, το 50% να απονεμηθεί σε εκπαιδευτικούς που δεν είχαν βραβευτεί στις προηγούμενες δέκα διοργανώσεις (2000, 2001, 2003, 2005, 2007, 2010, 2012, 2014, 2016 και 2019). Οι έξι εκπαιδευτικοί, οι εργασίες των οποίων θα βραβευτούν θα μετέχουν στο Ελληνικό περίπτερο και θα παρουσιάσουν τις εργασίες τους στην κεντρική εκδήλωση του προγράμματος Science on Stage – Europe, μαζί με τις εργασίες των άλλων εκπαιδευτικών από τις τριάντα τέσσερις χώρες που μετέχουν στο πρόγραμμα. Το πρώτο και το δεύτερο βραβείο των Πανελλήνιων Αγώνων θα μετέχουν και στην διαγωνιστική διαδικασία της κεντρικής εκδήλωσης του προγράμματος Science on Stage – Europe. Οι εκπρόσωποι των ομαδικών εργασιών ορίζονται από τις ομάδες τους. Έως σήμερα, η Ελλάδα έχει βραβευτεί στις οκτώ από τις δέκα διοργανώσεις του προγράμματος.

Η κεντρική εκδήλωση του προγράμματος Science on Stage – Europe θα πραγματοποιηθεί **24 Μαρτίου 2022 έως 27 Μαρτίου 2022**, στην Πράγα, Τσεχία και είναι υπό την αιγίδα της κας Mariya Gabriel, European Commissioner for Innovation, Research, Culture, Education and Youth και του Ministry of Education, Youth and Sports Czech Republic. Οι εκπαιδευτικοί που θα συμμετέχουν στην κεντρική εκδήλωση του προγράμματος Science on Stage – Europe στην Πράγα θα συμμετέχουν επίσης και στα σεμινάρια και τα workshops που

θα πραγματοποιηθούν κατά την διάρκεια της εκδήλωσης. Η γλώσσα της κεντρικής εκδήλωσης του προγράμματος είναι η Αγγλική.

Τα έξοδα διαμονής στην Πράγα των έξι εκπαιδευτικών που θα βραβευθούν στους 11^{ους} Πανελλήνιους Αγώνες, θα καλυφθούν από το πρόγραμμα Science on Stage – Europe. Τα έξοδα μετάβασης στην Πράγα καθώς και τα έξοδα μετάβασης και διαμονής στην Αθήνα για τους 11^{ους} Πανελλήνιους Αγώνες Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών θα βαρύνουν τους συμμετέχοντες στους Αγώνες.

Τα προσωπικά δεδομένα των συμμετεχόντων στους 11^{ους} Πανελλήνιους Αγώνες θα προστατεύονται βάσει του ισχύοντος θεσμικού πλαισίου. Οι συμμετέχοντες, με την αίτησή τους, συναινούν ότι τα προσωπικά δεδομένα που παρέχονται θα συλλέγονται, θα υποβάλλονται σε επεξεργασία, θα χρησιμοποιούνται και θα αποθηκεύονται από την Ελληνική Συντονιστική Επιτροπή του προγράμματος «Οι Φυσικές Επιστήμες στο Προσκήνιο – Ευρώπη», με σκοπό τη διοργάνωση των Αγώνων και, μεταξύ άλλων, για την έκδοση του πιστοποιητικού συμμετοχής, των λιστών συμμετοχής και για την παρακολούθηση της εκδήλωσης. Καθώς προσπαθούμε συνεχώς να βελτιώνουμε τους Αγώνες, θα επικοινωνούμε μαζί σας εάν είναι απαραίτητο, στο πλαίσιο μακροπρόθεσμων αξιολογήσεων έως και δώδεκα μήνες μετά και το Ευρωπαϊκό φεστιβάλ. Μετά το πέρας της ημερομηνίας αυτής, τα δεδομένα θα αρχειοθετηθούν ανώνυμα για στατιστικούς σκοπούς. Τα καθαρά δεδομένα θα διαγραφούν μετά την ανωνυμοποίηση. Τα προσωπικά σας στοιχεία επικοινωνίας δεν θα διαβιβαστούν σε τρίτους. Μπορείτε να ανακαλέσετε αυτήν τη συγκατάθεση ανά πάσα στιγμή με ισχύ για το μέλλον στέλνοντας ένα e-mail στο etsitop@otenet.gr

Όσοι ενδιαφέρονται να συμμετέχουν στους Αγώνες πρέπει να στείλουν, **μέχρι 19 Ιουλίου 2021**, τα ακόλουθα:

1. Ένα κείμενο με **πλήρη περιγραφή** της εργασίας που θα παρουσιάσουν σε αρχείο Word σε μορφή doc ή docx. Το κείμενο να είναι μέχρι 20 σελίδες A4 σε μονό διάστημα (συμπεριλαμβανομένων σχημάτων, πινάκων, βιβλιογραφίας και φωτογραφιών), σε γραμματοσειρά: Times New Roman, μέγεθος 12 για το κυρίως κείμενο και 14 για τους τίτλους, με περιθώρια: 2,5 εκατοστά σε όλες τις πλευρές. Τα σχήματα, οι φωτογραφίες και οι πίνακες να είναι ενσωματωμένα στο κείμενο, αλλά να αποσπαστούν και σε χωριστό φάκελλο με το όνομα **Εικόνες**. Να είναι σε format .jpg με το όνομα της εικόνας που αναφέρεται στο κείμενο, π.χ. εικόνα 1.jpg, εικόνα 2.jpg, κτλ. Οι φωτογραφίες σε καλή ανάλυση (300 dpi) έγχρωμες ή μαυροάσπρες. Στην εργασία σας δεν επιτρέπεται να συμπεριληφθούν φωτογραφίες ή σχήματα για τα οποία δεν έχετε τα πνευματικά δικαιώματα. Η δομή και η μορφή της εργασίας να είναι όπως στο πρότυπο έγγραφο που βρίσκεται στην ιστοσελίδα: <http://etsito.mysch.gr/?q=node/24> (οδηγίες συγγραφής εργασιών). Τα κείμενα και οι φωτογραφίες δεν θα επιστραφούν. Όσες εργασίες προεπιλεγούν και παρουσιαστούν στους 11^{ους} Πανελλήνιους Αγώνες, θα συμπεριληφθούν στα πρακτικά των Αγώνων που θα δημοσιευθούν σε ηλεκτρονική μορφή και αν υπάρξει η οικονομική δυνατότητα και σε έντυπη.
2. Χωριστή σελίδα στην οποία αναφέρονται ο τίτλος της εργασίας, η θεματική ενότητα στην οποία ανήκει, το είδος της (κατασκευή, πείραμα κ.ο.κ.), το όνομα (-τα) των συμμετεχόντων, το όνομα του εκπροσώπου της ομάδας σε περίπτωση ομαδικής εργασίας, το όνομα του σχολείου ή του εκπαιδευτικού φορέα εργασίας όλων των συμμετεχόντων, ταχυδρομική διεύθυνση επικοινωνίας, τηλέφωνο και e-mail.

3. Υπεύθυνη δήλωση (από κάθε συμμετέχοντα) του άρθρου 8 Ν. 1599/1986 που θα αναφέρει ότι:

α) δηλώνω ότι η συμμετοχή μου στους 11^{ους} Πανελλήνιους Αγώνες είναι αποκλειστικά δική μου εργασία και έχω αναγνωρίσει την όποια βοήθεια έχω λάβει για την δημιουργία της.

β) Παραχωρώ το δικαίωμα δημοσίευσης της εργασίας μου σε έντυπη και ηλεκτρονική μορφή για τα πρακτικά των 11^{ων} Πανελληνίων Αγώνων και δεν έχω καμία οικονομική ή άλλη απαίτηση από τους οργανωτές των Αγώνων.

γ) Επιβεβαιώνω ότι όλες οι φωτογραφίες που έχουν ενσωματωθεί στην εργασία μου/μας είναι ελεύθερες πνευματικών δικαιωμάτων ή ανήκουν σε μέλη της συγγραφικής ομάδας τα οποία και σας παραχωρούν τα πνευματικά δικαιώματα ώστε να προβείτε στην δημοσίευση των «Πρακτικών των 11ων Πανελληνίων Αγώνων Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών».

δ) Επιτρέπω την χρησιμοποίηση και εφαρμογή της/των εργασίας/-σιών μου από άλλους εκπαιδευτικούς αποκλειστικά και μόνο για εκπαιδευτικούς σκοπούς και μόνο για τα σχολεία της Α/θμιας και της Β/θμιας εκπαίδευσης, καθώς και για τις σχολές της Γ/θμιας, με υποχρεωτική αναγραφή του ονοματεπωνύμου μου ως πνευματικού δημιουργού και του εκδότη των «Πρακτικών των 11^{ων} Πανελληνίων Αγώνων Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών».

ε) Υποχρεούμαι να αναφέρω ότι: «η εργασία μου παρουσιάστηκε στους «11^{ους} Πανελλήνιους Αγώνες Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών», στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού προγράμματος «Οι Φυσικές Επιστήμες στο Προσκήνιο – Ευρώπη» (Science on Stage – Europe)», σε κάθε μελλοντική παρουσίαση ή χρήση της εργασίας μου σε εκδηλώσεις άλλων φορέων.

Τα ανωτέρω τα επιτρέπω με την επιφύλαξη των διατάξεων του ν. 2121/1993 περί προστασίας πνευματικής ιδιοκτησίας.

στ) Έχω διαβάσει και αποδεχτεί ανεπιφύλακτα τους όρους συμμετοχής στους 11^{ους} Πανελλήνιους Αγώνες όπως αναλύονται στο παρόν έγγραφο.

Διεύθυνση αποστολής εργασιών στο email: etsitop@otenet.gr

Όλες οι προτάσεις θα υποβληθούν σε κρίση. Η προεπιλογή και η τελική επιλογή των έξι καλύτερων εργασιών θα γίνει από επιτροπή μελών της Ελληνικής Συντονιστικής Επιτροπής του προγράμματος «Οι Φυσικές Επιστήμες στο Προσκήνιο – Ευρώπη».

Τα κριτήρια αξιολόγησης των εργασιών είναι τα κάτωθι:

1. Η συμβολή της προτεινόμενης εργασίας ή του εκπαιδευτικού υλικού στην κατανόηση βασικών εννοιών των Φυσικών Επιστημών στο πλαίσιο του θέματος: «Από Εκπαιδευτικούς Για Εκπαιδευτικούς».
2. Ο βαθμός αλληλεπιδραστικότητας της εργασίας με τους μαθητές.
3. Ο βαθμός πρωτοτυπίας της εργασίας.
4. Η δυνατότητα αναπαραγωγής και διάχυσης στην εκπαιδευτική κοινότητα (εκπαιδευτικούς ή μαθητές).
5. Ο βαθμός αναφοράς της εργασίας σε γεγονότα και καταστάσεις της καθημερινής ζωής.
6. Η ποιότητα και η αισθητική της κατασκευής ή του εκπαιδευτικού υλικού.

Πληροφορίες για τις εκδηλώσεις που πραγματοποιούνται στα πλαίσια του προγράμματος θα βρείτε στις ιστοσελίδες: <http://etsito.mysch.gr/>, <http://www.science-on-stage.eu> και

Facebook: [songreece](https://www.facebook.com/songreece). Μπορείτε επίσης να επικοινωνήσετε μαζί μας στο e-mail: etsitop@otenet.gr

Επισυνάπτονται περισσότερες πληροφορίες για το πρόγραμμα «Οι Φυσικές Επιστήμες στο Προσκήνιο – Ευρώπη».

Για την Ελληνική Συντονιστική Επιτροπή
του προγράμματος «Οι Φυσικές Επιστήμες στο Προσκήνιο – Ευρώπη»

Ευγενία Τσιτοπούλου – Χριστοδουλίδη
Φυσικός, Συντονίστρια της Ελληνικής Επιτροπής

Πίνακας αποδεκτών:

1. Περιφερειακούς Διευθυντές Εκπαίδευσης όλης της χώρας
2. Διευθύνσεις Δευτεροβάθμιας και Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης όλης της χώρας
3. Σχολικές μονάδες Δευτεροβάθμιας και Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης όλης της χώρας (μέσω των Διευθύνσεων που ανήκουν)
4. Συντονιστές Εκπαιδευτικού Έργου όλης της χώρας (δια των Περιφερειακών Διευθύνσεων Εκπαίδευσης)
5. Ε.Κ.Φ.Ε. όλης της χώρας (μέσω των Διευθύνσεων Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης)



ΟΙ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΣΤΟ ΠΡΟΣΚΗΝΙΟ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ
<http://etsito.mvsch.gr/>, www.science-on-stage.eu

ΟΙ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΣΤΟ ΠΡΟΣΚΗΝΙΟ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ (Science on Stage – Europe, Science on Stage – Greece)

«Οι Φυσικές Επιστήμες στο Προσκήνιο – Ευρώπη» (Science on Stage – Europe) είναι το μεγαλύτερο δίκτυο της Ευρώπης από καθηγητές STEM (περίπου 100000 από το 2000 έως σήμερα). Αποτελεί συνέχεια των επιτυχών ευρωπαϊκών προγραμμάτων «Η Φυσική στο Προσκήνιο 1, 2 και 3» (*Physics on Stage 1, 2, 3*), από το 2000-2003 και «Οι Φυσικές Επιστήμες στο Προσκήνιο 1, 2» (*Science on Stage 1, 2*), από το 2004-2008

Το 2009-2011, το Science on Stage Europe αναδιοργανώθηκε ως πρωτοβουλία εκ των κάτω προς τα άνω από τις 27 εθνικές συντονιστικές επιτροπές (NSCs) με εναλλακτική χρηματοδότηση. Τον Νοέμβριο του 2011, οι εκπρόσωποι 27 εθνικών συντονιστικών επιτροπών (NSCs) ίδρυσαν το Science on Stage Europe ως επιστημονικό σωματείο μη

κερδοσκοπικό, αναγνωρισμένο από το γερμανικό δίκαιο με έδρα το Βερολίνο και παραρτήματα σε 34 χώρες (από το 2016 οι μη ευρωπαϊκές χώρες συμμετέχουν ως «Associate Members»). Στο πρόγραμμα συμμετέχουν οι εξής χώρες: Αλβανία, Αυστρία, Βέλγιο, Βουλγαρία, Γαλλία, Γερμανία, Γεωργία, Δανία, Ελβετία, Ελλάδα, Ηνωμένο Βασίλειο, Ιρλανδία, Ισλανδία, Ισπανία, Ιταλία, Καζακστάν, Καναδάς, Κύπρος, Λετονία, Λιθουανία, Νορβηγία, Ολλανδία, Ουγγαρία, Ουκρανία, Πολωνία, Πορτογαλία, Ρουμανία, Σερβία, Σλοβακία, Σλοβενία, Σουηδία, Τουρκία, Τσεχία και η Φιλανδία.

Στόχοι Science on Stage – Europe

- Αύξηση του ενδιαφέροντος των νέων να σπουδάσουν Φυσικές Επιστήμες
- Μείωση του επιστημονικού αλφαριθμητισμού
- Δημιουργία ευκαιριών για διεθνείς επαφές
- Απλοποίηση της αλληλεπίδρασης σε υψηλό επίπεδο με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και τα άλλα θεσμικά όργανα της Ευρωπαϊκής Ένωσης.
- Συντονισμός της παρουσίασης της επιστημονικής έρευνας και των αποτελεσμάτων της σε κυβερνήσεις τόσο χωρών-μελών και μη μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όσο και χωρών εκτός του ευρωπαϊκού χώρου.
- Αύξηση του ενδιαφέροντος των νέων να σπουδάσουν Φυσικές Επιστήμες
- Μείωση του επιστημονικού αλφαριθμητισμού
- Δημιουργία ευκαιριών για διεθνείς επαφές
- Απλοποίηση της αλληλεπίδρασης σε υψηλό επίπεδο με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και τα άλλα θεσμικά όργανα της Ευρωπαϊκής Ένωσης.
- Συντονισμός της παρουσίασης της επιστημονικής έρευνας και των αποτελεσμάτων της σε κυβερνήσεις τόσο χωρών-μελών και μη μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όσο και χωρών εκτός του ευρωπαϊκού χώρου.

Οφέλη για τους εκπαιδευτικούς

- **Συμμετοχή στα Ευρωπαϊκά φεστιβάλ Science on Stage:** ευκαιρία γνωριμίας με αφοσιωμένους συναδέλφους από περισσότερες από 30 χώρες. Συζητήστε τις καινοτόμες ιδέες διδασκαλίας, πάρτε ιδέες για τις δικές σας τάξεις και νέα ενέργεια για την καθημερινή δουλειά σας στην τάξη. Όπως φαίνεται από διάφορες μελέτες αξιολόγησης: 79% των συμμετεχόντων εκπαιδευτικών εφαρμόζουν διδακτικές ιδέες που βλέπουν στα φεστιβάλ Science on Stage, 69% δηλώνει ότι τα φεστιβάλ τους έχουν δώσει περισσότερα κίνητρα και χαρά στο επάγγελμά τους και 50% μοιράζεται μακροχρόνιες επαφές και έχει διαδώσει ιδέες στο Science on Stage σε εκπαιδευτικές δραστηριότητες.
- **International teacher trainings:** Το Science on Stage υποστηρίζει την επαγγελματική σας εξέλιξη με την δωρεάν εκπαίδευση εκπαιδευτικών σε όλη την Ευρώπη. Τα θέματα προέρχονται από την προώθηση των γλωσσικών δεξιοτήτων μέσω της επιστήμης στο δημοτικό σχολείο μέχρι τα smartphones και των ΤΠΕ στη διδασκαλία STEM για τάξεις λυκείου.
- **Δωρεάν διδακτικό υλικό:** Επωφεληθείτε από την ευρεία τεχνογνωσία των ευρωπαίων συναδέλφων σας και χρησιμοποιήστε ιδέες και μεθόδους διδασκαλίας για την πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Μπορείτε να «κατεβάσετε» το διδακτικό υλικό από την ιστοσελίδα του προγράμματος.

- **Εκπαιδευτικές ανταλλαγές για εκπαιδευτικούς:** συμμετοχή σε διεθνή εργαστήρια στα οποία εκπαιδευτικοί STEM από περισσότερες από 30 χώρες αναπτύσσουν διδακτικό υλικό με πολύ πάθος και έμπνευση.
- **Υποτροφίες** για ταξίδια σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες και γνωριμία με την καθημερινή σχολική ζωή για εκπαιδευτικούς που έχουν συμμετάσχει σε ένα φεστιβάλ Science on Stage

Συνάδελφοι, πιστεύουμε ότι είναι χρέος όλων μας να υποστηρίξουμε **ενεργητικά** αυτήν την προσπάθεια. Οι Φυσικές Επιστήμες είναι ο επιστημονικός κλάδος στον οποίο έχουμε αφιερώσει την επαγγελματική μας ζωή. Αναλωνόμαστε καθημερινά στην προσπάθεια να διδάξουμε με συνέπεια τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών. Πολλοί μάχμοι εκπαιδευτικοί εκπονούν πρωτοποριακά προγράμματα, τα οποία δεν γίνονται γνωστά στο ευρύ κοινό ή στην ευρύτερη εκπαιδευτική κοινότητα. Ας δώσουμε σε όλους την ευκαιρία να αντιληφθούν και να πεισθούν ότι **είναι σημαντικό να μαθαίνουμε Φυσικές Επιστήμες**. Ας φανερώσουμε στο ευρύ κοινό και στους άλλους συναδέλφους τη δουλειά μας, τις προσπάθειές μας, το «μαγικό» κόσμο των Φυσικών Επιστημών, όπως πράγματι είναι κι όχι όπως στρεβλωμένα έχει εντυπωθεί στο μυαλό του απλού πολίτη.

Πληροφορίες για τις εκδηλώσεις που πραγματοποιούνται στα πλαίσια του προγράμματος θα βρείτε στις ιστοσελίδες: <http://etsito.mysch.gr/> , <http://www.science-on-stage.eu> και Facebook: [sonsgreece](https://www.facebook.com/sonsgreece). Μπορείτε επίσης να επικοινωνήσετε μαζί μας στο e-mail: etsitop@otenet.gr

Για την Ελληνική Συντονιστική Επιτροπή
του προγράμματος «Οι Φυσικές Επιστήμες στο Προσκήνιο – Ευρώπη»

Ευγενία Τσιτοπούλου – Χριστοδουλίδη
Φυσικός, Συντονίστρια της Ελληνικής Επιτροπής

Ευρετήριο Συγγραφέων

Βύλλιας Γ., 115
Γαροφαλίδου Ε., 221
Γεωργόπουλος Χ., 251
Γιαννακουδάκη Κ., 29
Καββαδίας Σπ., 168
Κολιάκου Η., 244
Κουράκης Νεκτ., 75, 188
Λάζος Π., 137, 195
Μουρούζης Π., 155
Μπακοπούλου Β., 221
Μπίκας Γ., 221
Μπούλιαρη Γ., 126
Νούσης Β., 45, 50, 155
Παρισσοπούλου Ε., 161
Πούτος Π., 89
Σαμαντά Α., 59
Σαμαντά Ε., 59
Σιαμέτη Κ., 203
Σκαλτσάς Η., 221
Σταματίου Μ., 229
Στασινάκης Π., 137
Τζαγκαράκης Ι., 269
Τσιτοπούλου – Χριστοδουλίδη Ε., 11, 24
Τσουτσοδάκης Α., 244, 269
Χατζησάββας Γ., 29
Χρονάκης Α., 251

(κενή σελίδα)

ISBN: 978-618-86235-0-7