ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΙΧΑΗΛ ΣΠΑΝΟΣ

«ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΠΡΟΤΑΣΗ ΓΙΑ ΑΤΟΜΙΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΤΗΣ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΑΠΛΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΩΝ ΤΗΛΕΦΩΝΩΝ»

ΣΤΗΝ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ:

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ.

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:

ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΒΕΛΕΝΤΖΑΣ, ΕΔΙΠ ΣΕΜΦΕ/ΕΜΠ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΒΕΛΕΝΤΖΑΣ, ΕΔΙΠ ΣΕΜΦΕ/ΕΜΠ

ΙΩΑΝΝΗΣ ΘΕΟΔΩΝΗΣ, ΕΔΙΠ ΣΕΜΦΕ/ΕΜΠ

ΚΑΛΛΙΟΠΗ ΠΑΥΛΟΠΟΥΛΟΥ, ΕΔΙΠ ΣΕΜΦΕ/ΕΜΠ

[ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΝΙΟΣ/2022]

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους ανθρώπους που με βοήθησαν ώστε να εκπονήσω την διπλωματική μου εργασία. Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου Αθανάσιο Βελέντζα για την καθοδήγηση, τη βοήθεια, και την υποστήριξη του και τα μέλη της τριμελούς επιτροπής κ. Παυλοπούλου Καλλιόπη και κ. Θεοδώνη Ιωάννη για την στήριξή τους.

Ευχαριστώ επίσης την διευθύντρια κ. Βασιλάκη Γεωργία και τον καθηγητή κ. Δασκαλάκη Διαμαντή του ιδιωτικού σχολείου «Κολλέγιο Ρόδου» που με φιλοξένησαν στο σχολικό χώρο, όπου και παρουσίασα τα πειράματα, καθώς και τα παιδιά που συμμετείχαν οικειοθελώς.

Τέλος ευχαριστώ την οικογένεια μου για την στήριξή τους κατά την εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας καθώς και κατά την διάρκεια των σπουδών μου.

.....

Μιχαήλ Σπανός

© (2022) Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. All rights Reserved. Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σ’αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευτεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η μελέτη των φυσικών φαινομένων μέσω του πειραματισμού αποτελεί σημαντικό κομμάτι της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Ειδικά στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση είναι ιδιαίτερα σημαντικό να συνδεθεί η θεωρία και οι νόμοι της φυσικής, που διδάσκονται οι μαθητές, με την μελέτη αλλά και επιβεβαίωσή τους μέσα από πειράματα. Διάφορα προβλήματα όπως η έλλειψη πειραματικών διατάξεων, χρόνου και χώρου δυσχεραίνουν ή ακόμα και εμποδίζουν την διδασκαλία των πειραμάτων. Αυτά τα προβλήματα μπορούν πολύ εύκολα να αντιμετωπιστούν με την μέθοδο διδασκαλίας του e-learning. Στην μετά covid εποχή είναι ιδιαίτερα σημαντικό να εκμεταλλευτούμε πλήρως τις νέες μεθόδους τις εξ' αποστάσεως διδασκαλίας. Τα κινητά πλέον έχουν ενσωματωμένους πάρα πολλούς αισθητήρες που με την κατάλληλη εφαρμογή μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την υλοποίηση πειραμάτων.

Σκοπός λοιπόν της διπλωματικής εργασίας είναι κατ' αρχάς η καταγραφή και αναφορά στα πλεονεκτήματα τόσο της εξ 'αποστάσεως διδασκαλίας όσο και της χρήσης των κινητών τηλεφώνων σε αυτή. Στην συνέχεια η δημιουργία πειραμάτων τα οποία χρησιμοποιούν τα κινητά τηλέφωνα και απλά υλικά για την εκτέλεσή τους. Έτσι υλοποιείται η ανάπτυξη πειραμάτων και φύλλων εργασίας για τους μαθητές. Στόχος είναι οι μαθητές να «στήνουν» μόνοι τους σε δικό τους χώρο τα πειράματα και τα εκτελούν. Στην συνέχεια να επεξεργάζονται τις μετρήσεις τους με βάση το φύλλο εργασίας.

Βασικό κομμάτι αποτελεί και η εφαρμογή που χρησιμοποιείται στα πειράματα. Επιλέχθηκε το «Phyphox» μια εφαρμογή που χρησιμοποιεί όλους τους αισθητήρες του κινητού. Σημαντικό κομμάτι της επιλογής του Phyphox είναι η πληθώρα επιλογών που έχει ως προς τους αισθητήρες που θα χρησιμοποιήσουμε.

Λέξεις Κλειδιά: **Πειράματα, κινητό τηλέφωνο, Phyphox, e-learning**

Abstract

The study of natural phenomena through experimentation is an important part of the educational process. Especially in secondary education it is particularly important to link the theory and the laws of physics, which are taught to students, through experiments. Various problems such as the lack of experimental apparatus, time and space make it difficult or even impossible to teach experiments. These problems can very easily be addressed the teaching method of e-learning. In the post-covid era it is particularly important to take full advantage of new methods of distance learning. All these issues can very easily be addressed by the use of mobile phones. Mobile phones now have many, many sensors built in which, with the right application, can be used to carry out experiments.

The purpose of this thesis is firstly to record and report on the advantages of both distance learning and the use of mobile phones in it. Then the creation of experiments which use mobile phones and simple materials for their execution. Thus the development of experiments and worksheets for students is implemented. The goal is for students to "set up" on their own in their own space and perform the experiments. They then process their measurements based on the worksheet.

A key part is the application used in the experiments. "Phyphox" an application that uses all the sensors of the mobile was chosen. An important part of choosing Phyphox is the plethora of options it has in terms of the sensors we will use.

Keywords: Experiments, mobile phone, Phyphox, e-learning

Περιεχόμενα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ 2
ΠΕΡΙΛΗΨΗ 3
Abstract 4
ΕΙΣΑΓΩΓΗ 8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΜΑΘΗΣΗ ΜΕΣΩ ΣΥΣΚΕΥΩΝ 10
1.1. Mobile Learning 10
1.2 m-learning στην εκπαιδευτική διαδικασία 10
1.3. Συσχέτιση e-learning/m-learning 11
1.4 Διδασκαλία μέσω των συσκευών κινητής τεχνολογίας , οφέλη και δυσκολίες. . 12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΤΗΛΕΦΩΝΟΥ 14
2.1 Αισθητήρας Εγγύτητας 14
2.2 Αισθητήρας επιτάχυνσης 15
2.3 Το γυροσκόπιο 16
2.4 Μαγνητόμετρο 16
2.5 Το μικρόφωνο 17
2.6 Αισθητήρας Φωτός 18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 PHYPHOX 20
3.1 Λήψη Εφαρμογής Phyphox 20
3.2 Η Χρήση της Εφαρμογής Phyphox 20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΠΡΟΤΑΣΗ 24
4.1 Η διδασκαλία πειραμάτων στην εκμάθηση της φυσικής. 24
4.2 Ατομικός πειραματισμός. 25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 1 26
5.1 Θεωρία-Υλικά-Πειραματική Διάταξη 26
5.1.1 Σκοπός 26
5.1.2 Στόχοι 26
5.1.3 Λογισμικό – Υλικά - Προαπαιτούμενες γνώσεις 26
5.1.4 Συνοπτικά η θεωρία 27
5.1.5 Μέθοδος 27
5.2 Φύλλο Εργασίας 29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 2 35
6.1 ΘΕΩΡΙΑ-ΥΛΙΚΑ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ 35

6.1.1 Σκοπός 35
6.1.2 Στόχοι 35
6.1.3 Λογισμικό-υλικά 35
6.1.4 Προαπαιτούμενες γνώσεις 35
6.2 ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 38
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 3 43
7.1 ΘΕΩΡΙΑ-ΥΛΙΚΑ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ 43
7.1.1 Σκοπός 43
7.1.2 Στόχος 43
Τάξη 43
7.1.3 Λογισμικό και υλικά-Προαπαιτούμενες γνώσεις 43
7.1.4 Συνοπτικά η θεωρία 43
7.1.5 Μέθοδος 44
7.2 ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 47
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 4 52
8.1 ΘΕΩΡΙΑ-ΥΛΙΚΑ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ 52
8.1.1 Σκοπός 52
8.1.2 Στόχος 52
8.1.4 Συνοπτικά η θεωρία 52
8.1.5 Μέθοδος 53
8.2 ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 56
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 5 60
9.1 ΘΕΩΡΙΑ-ΥΛΙΚΑ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ 60
9.1.1 Σκοπός 60
9.1.2 Στόχοι 60
9.1.4 Συνοπτικά η θεωρία 60
9.1.5 Μέθοδος 61
9.2 ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 64
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 6 68
10.1 ΘΕΩΡΙΑ-ΥΛΙΚΑ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ 68
10.1.1 Σκοπός 68
10.1.2 Στόχος 68
10.1.4 Συνοπτικά η θεωρία 68
10.1.5 Μέθοδος 68
10.2 ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 70
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 7 74
11.1 ΘΕΩΡΙΑ-ΥΛΙΚΑ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ 74
11.1.1 Σκοπός 74

11.1.2 Στόχος 74
11.2 ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 78
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 8 81
12.1 ΘΕΩΡΙΑ-ΥΛΙΚΑ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ 81
12.1.1 Σκοπός 81
12.1.2 Στόχοι 81
12.2 ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 84
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 9 87
13.1 ΘΕΩΡΙΑ-ΥΛΙΚΑ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ 87
13.1.1 Σκοπός 87
13.1.2 Στόχοι 87
13.1.3 Λογισμικό-Υλικά-Προαπαιτούμενες γνώσεις 87
13.2 ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 90
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 14 Συμπεράσματα 94
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13 Βιβλιογραφία 97

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εξ αποστάσεως διδασκαλία αποτελεί μια ταχύτατα αναπτυσσόμενη μέθοδο διδασκαλίας. Μέσω της πανδημίας αναδείχθηκε τόσο η αναγκαιότητα της, όσο και η αποτελεσματικότητα της. Σημαντικό κομμάτι βέβαια για την επιτυχία της είναι και η κατάλληλη προσαρμογή της διδασκαλίας αλλά και η εκπαίδευση των καθηγητών πάνω στην νέα τεχνολογία.

Ενώ λοιπόν για τη διδασκαλία των μαθημάτων παρατηρήθηκε μια σχετικά γρήγορη προσαρμογή, δεν συνέβη το ίδιο στα πρακτικά κομμάτια όπως τα πειράματα της φυσικής. Βασικό πρόβλημα αποτελούσε η αδυναμία πρόσβασης των μαθητών και των καθηγητών στο εργαστήριο και κατ' επέκταση στις πειραματικές διατάξεις. Το βασικό νόημα των πειραμάτων, είναι η πρακτική άσκηση, η εξοικείωση με επιστημονικές μεθόδους αλλά και η ανακάλυψη των φαινομένων της φυσικής που διδάσκονται τα παιδιά. Συνεπώς, η ενασχόληση των μαθητών με πειράματα είναι αναγκαία στην εκπαίδευση των φυσικών επιστημών. Την ίδια στιγμή που οι μαθητές είχαν περιορισμένη είτε καθόλου πρόσβαση στα εργαστήριο των σχολείων τους, η συντριπτική τους πλειοψηφία είχε στα χέρια του ένα κινητό τηλέφωνο.**Error! Reference source not found.**

Τα κινητά τηλέφωνα είναι εξοπλισμένα με μια πληθώρα από αισθητήρες, οι οποίοι μπορούν πολύ εύκολα να αντικαταστήσουν τα όργανα εργαστηρίου. Αρκεί να βρεθεί το κατάλληλο πρόγραμμα που να «διαβάζει» αλλά και να επεξεργάζεται τις μετρήσεις του αισθητήρα. Επιπλέον χρειάζονται και το κατάλληλο εκπαιδευτικό υλικό ώστε ο μαθητής να μπορεί πλέον από τον δικό του χώρο και με το κινητό του και να στήσει το πείραμα και να επεξεργαστεί τα δεδομένα του.

Αυτή λοιπόν είναι και η εκπαιδευτική μας πρόταση. Αρχικά βρήκαμε την κατάλληλη εφαρμογή το «Phyphox» το οποίο και χρησιμοποιεί το σύνολο των αισθητήρων του κινητού αλλά έχει και τις κατάλληλες εφαρμογές ώστε αυτοί να χρησιμοποιηθούν ως πειραματικά όργανα. Στην συνέχεια αναπτύξαμε πειραματικές διατάξεις τις οποίες μπορεί εύκολα ο μαθητής να φτιάξει μόνος του, με υλικά που θα βρει μέσα στο σπίτι του. Έτσι με απλά υλικά και ένα κινητό τηλέφωνο μπορεί πολύ εύκολα να φτιάξει το ατομικό του εργαστήριο. Τέλος δημιουργήσαμε τις ασκήσεις πάνω στις πειραματικές αυτές διατάξεις οι οποίες χωρίζονται σε 2 κομμάτια. Την περιγραφή του πειράματος και του θεωρητικού υποβάθρου του καθώς και το φύλλο εργασίας του μαθητή. Παρακάτω δίνεται μια γρήγορη περιγραφή των κεφαλαίων.

Στο κεφάλαιο 1 περιγράφεται η μέθοδος διδασκαλίας μέσω του κινητού τηλεφώνου. Αναλύονται οι δυνατότητες και οι εφαρμογές που μπορεί να έχει η

χρήση του κινητού. Η μέθοδος αυτή ονομάζεται m-learning. Στην συνέχεια γίνεται μια αναφορά γενικότερα στην μέθοδο του e-learning και την εξέλιξη που έχει στο μάθηση. Προφανώς το m-learning αποτελεί κομμάτι του e-learning για αυτό και καταγράφεται η συσχέτιση των 2 αυτών μεθόδων διδασκαλίας. Τέλος πραγματοποιείται μια ανάλυση του m-learning ως προς τα οφέλη αλλά και τις αδυναμίες που έχει ως μέθοδος.

Στο κεφάλαιο 2 καταγράφονται οι αισθητήρες που έχουν όλα τα κινητά. Αν και τα νεότερης τεχνολογίας έχουν περισσότερους αισθητήρες, ακόμα και τα παλαιότερα «smartphone» έχουν πάρα πολλούς. Αισθητήρες, που τους γνωρίζουν οι περισσότεροι και τους χρησιμοποιούν καθημερινά όπως η φωτογραφική κάμερα, το μικρόφωνο. Υπάρχουν βέβαια και οι κρυφοί αισθητήρες που ενώ χρησιμοποιούνται καθημερινά οι περισσότεροι τους αγνοούν όπως το μαγνητόμετρο και το γυροσκόπιο. Έτσι λοιπόν όλοι οι αισθητήρες κάτω από την «ομπρέλα» του Phyphox μετατρέπονται σε πειραματικά όργανα.

Στο κεφάλαιο 3 παρουσιάζεται η εφαρμογή Phyphox. Γίνεται μια περιήγηση στο μενού του και τις διάφορες κατηγορίες εφαρμογών που έχει. Από ακουστικά χρονόμετρα, υπολογισμό της επιτάχυνσης του κινητού (με ή χωρίς το g), μέχρι μαγνητόμετρο και γυροσκόπιο. Επίσης παρουσιάζεται μια πολύ χρήσιμο εφαρμογή του phyphox η δυνατότητα απομακρυσμένου ελέγχου του κινητού. Μια εφαρμογή που επιτρέπει στον χρήστη να χειρίζεται το Phyphox από απόσταση και έτσι ξεκλειδώνονται διάφορες πειραματικές διατάξεις, που απαιτούν για παράδειγμα την τοποθέτηση του κινητού σε ηχομονωτικό κουτί.

Στο κεφάλαιο 4 αναπτύσσεται η εκπαιδευτική πρόταση. Πως δηλαδή η μέθοδος του m-learning θα βοηθήσει στην διδασκαλία των φυσικών επιστημών και κατ' επέκταση στην υλοποίηση των πειραμάτων. Σε συνδυασμό με την εφαρμογή Phyphox δημιουργούνται οι ασκήσεις και τα φύλλα εργασίας για τους μαθητές που θα λύσουν το πρόβλημα της διδασκαλίας των πειραμάτων. Επιπλέον μέσα από τις ασκήσεις πλέον οι μαθητές αποκτούν πιο ενεργό ρόλο στο στήσιμο και την εκτέλεση των πειραμάτων.

Στα κεφάλαια 5 έως 12 παρουσιάζονται οι ασκήσεις. Σκοπός ήταν αρχικά να μπορεί εύκολα ο μαθητής να βρει τα απαιτούμενα υλικά. Συνεπώς χρησιμοποιήθηκαν απλά και καθημερινά υλικά που μπορεί να βρίσκονται μέσα στο σπίτι του. Στην συνέχεια έγινε προσπάθεια να χρησιμοποιηθούν όσο περισσότεροι αισθητήρες ήταν δυνατόν. Πέρα αυτού καλύφθηκε ένα ευρύ φάσμα φαινομένων και εφαρμογών της φυσικής.

Τέλος στο κεφάλαιο 13 καταγράφονται τα συμπεράσματα από την παρουσίαση των πειραμάτων σε μια, λόγω των συνθηκών, μικρή μερίδα μαθητών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΜΑΘΗΣΗ ΜΕΣΩ ΣΥΣΚΕΥΩΝ

1.1. Mobile Learning

Η μέθοδος διδασκαλίας για μάθηση με την χρήση κινητού τηλεφώνου αναφέρθηκε για πρώτη φορά από τον Clar N. Quinn (2000), ο ορισμός του είναι ως εξής: "m-learning είναι η «ηλεκτρονική μάθηση» με τη χρήση κινητών συσκευών, η οποία χαρακτηρίζεται από ευκολία στην πρόσβαση πληροφοριών ανεξαρτήτως χώρου , ισχυρή ικανότητα αναζήτησης, ισχυρή αλληλεπίδραση, υποστηρίζει την αποτελεσματική μάθηση και αξιολόγηση με βάση τις επιδόσεις. [1]

1.2 m-learning στην εκπαιδευτική διαδικασία

Η ταχεία ανάπτυξη της πληροφορικής και της τεχνολογίας απαιτεί μια νέα προσέγγιση για την υπάρχουσα διδασκαλία. Η χρήση δισεκατομμυρίων ενεργών κινητών τηλεφώνων σε όλο τον κόσμο, ένας αριθμός που συνεχώς αυξάνεται, δείχνει ότι τα κινητά τηλέφωνα έχουν αντίκτυπο περισσότερο από κάθε άλλο μέσο τεχνολογίας στην ανθρώπινη ζωή. [2]

Οι δυνατότητες που προσφέρουν τα κινητά τηλέφωνα της νέας τεχνολογίας (smartphone) είναι απεριόριστες με εφαρμογές σε πολλούς διαφορετικούς τομείς. Η χρήση των smartphones στη μάθηση και τη διδασκαλία είναι η μέθοδος μάθησης, m-learning. Το m-learning δεν περιορίζεται μόνο σε smartphones, αλλά σε όλες τις κινητές συσκευές όπως το tablet, ebook και όλες τις ηλεκτρονικές συσκευές που χαρακτηρίζονται από σύνδεση στο διαδίκτυο. Αυτές οι συσκευές μπορούν να συνδεθούν οπουδήποτε με GSM, WAP, GPRS.[3]

Η χρήση των συσκευών κινητής τεχνολογίας χαρακτηρίζεται από την εύκολη εύρεση πληροφοριών οπουδήποτε και ανά πάσα στιγμή. Οι μαθητές είναι εξοικειωμένοι με αυτές τις συσκευές που μπορούν να γίνουν εκπαιδευτικά υλικά εκτός από μέσα επικοινωνίας. Οι μαθητές μπορούν να διαβάσουν σημειώσεις μαθημάτων και να συμμετέχουν ενεργά στη μάθηση και να επικοινωνούν με άλλους μαθητές και δασκάλους σε σχόλια, ανταλλαγή απόψεων, ερωτήσεων.[4]

Πολλές εφαρμογές είναι διαθέσιμες στο Διαδίκτυο και ο αριθμός τους αυξάνεται συνεχώς λόγω της υψηλής ζήτησης ,σημαντική θέση καταλαμβάνουν και οι εκπαιδευτικές εφαρμογές. Ως εκ τούτου, οι εκπαιδευτικοί και οι μαθητές μπορούν να επιλέξουν την κατάλληλη για κάθε μάθημα. Το ενδιαφέρον των μαθητών και των φοιτητών για τη διδασκαλία με της χρήσης smartphones και εφαρμογών έχει προσελκύσει πολλούς ερευνητές. Το m-learning διευκολύνει τους μαθητές στη διαδικασία της μάθησης, καθώς πιστεύουν ότι η εύρεση διαθέσιμων μαθησιακών υλικών μέσω των smartphones τους είναι θετική και ο καθένας μπορεί να το

χρησιμοποιήσει. Τα αποτελέσματα δείχνουν, ότι είναι χρήσιμα εργαλεία στη διαδικασία μάθησης. Τέλος, οι μαθητές θεωρούν ότι τα smartphones και οι εφαρμογές είναι χρήσιμα στην εκπαίδευση, καθώς συμβάλλουν στην ενίσχυση των παραδοσιακών μεθόδων διδασκαλίας.

Ιδιαίτερη θέση κατέχει το m-learning στη διδασκαλία της φυσικής. Εκτός από τα ήδη περιγραφόμενα χαρακτηριστικά που είναι χρήσιμα σε κάθε τομέα των επιστημών, στη Φυσική επιδιώκει να χρησιμοποιήσει τα κινητά τηλέφωνα ως πειραματικούς υπολογιστές δεδομένων από την εκτέλεση πειραμάτων. Με την εγκατάσταση των κατάλληλων εφαρμογών, οι αισθητήρες που βρίσκονται στις κινητές συσκευές εκτελούνται. Επιπλέον, είναι δυνατή η ανάλυση των δεδομένων και η παροχή αποτελεσμάτων. Συνοψίζοντας τα παραπάνω, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η ύπαρξη ενός smartphone μπορεί να αντικαταστήσει πολλά διαφορετικά πράγματα , γίνεται εξασφάλιση της ύπαρξης εργαστηρίου οπουδήποτε, ακόμη και εκτός του πανεπιστημίου ή του σχολικού περιβάλλοντος[5]

1.3. Συσχέτιση e-learning/m-learning

Σε αυτή την ενότητα θα περιγραφθεί η μέθοδος e-learning και θα συνδεθεί με την μάθηση μέσω κινητού τηλεφώνου, m-learning. Η ανάπτυξη της τεχνολογίας έχει οδηγήσει σε μια νέα προσέγγιση και την ανάπτυξη των υφιστάμενων μεθόδων διδασκαλίας. Αυτή η ανάπτυξη ενισχύει και εξυπηρετεί την εξ αποστάσεως εκπαίδευση που έχει γίνει αποδεκτή μέθοδος διδασκαλίας. Η εκπαιδευτική μέθοδος αυτή συνιστάται όταν οι τοπικές και πολιτιστικές συνθήκες δεν επιτρέπουν την παραδοσιακή μέθοδο διδασκαλίας. Έτσι, το e-learning ξεκίνησε ως μέσο διδασκαλίας στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση, εμπλουτίζοντας τις κλασικές μεθόδους διδασκαλίας.[6]

Το e-learning ορίζεται ως η διαδικασία μάθησης, εμπλουτισμού της γνώσης και παροχή εκπαιδευτικού υλικού μέσω διαδικτύου ή άλλων υπηρεσιών που παρέχονται από τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές.[7]Η ηλεκτρονική μάθηση, εκτός από τους υπολογιστές, υποστηρίζεται επίσης από φορητές τεχνολογίες, όπως φαίνεται, η ηλεκτρονική μάθηση μέσω κινητού τηλεφώνου αποδεικνύεται ως η εξέλιξη της ηλεκτρονικής μάθησης.

Το m-learning μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση, με το σημαντικό πλεονέκτημα, της ανεξαρτήτως τόπου και χρόνου μάθησης σε οποιονδήποτε χώρο επιλέξει ο εκπαιδευόμενος, κάτι στο οποίο υστερεί το e-Learning. Έτσι, ενισχύεται η εξ αποστάσεως εκπαίδευση αλλά και οι παραδοσιακοί τρόποι μάθησης. Βασική διαφορά μεταξύ e-learning και m-learning είναι ότι στο m-learning σημαντικό κεφάλαιο κατέχει η μάθηση και η διδασκαλία μέσω applications. Αυτό είναι κομμάτι που αφορά μόνο τη μάθηση μέσω συσκευών κινητής τεχνολογίας.[6]

1.4 Διδασκαλία μέσω των συσκευών κινητής τεχνολογίας , οφέλη και δυσκολίες.

Όπως κάθε μέθοδος διδασκαλίας, έτσι και η μάθηση μέσω κινητών συσκευών αποτελείται από θετικά και αρνητικά χαρακτηριστικά που παρουσιάζονται σε αυτή την ενότητα, με βάση την σύγκριση που έκανε η Τσάλτα Αφροδίτη στην διπλωματική εργασία, «Πειράματα του φαινομένου Doppler με την χρήση smartphone, 2017».

Πολλά από τα πλεονεκτήματα του m-learning συνδέονται επίσης με το e-learning, καθώς, όπως έχει ήδη αναφερθεί, το m-learning είναι η εξέλιξη του e-learning. Μία από αυτές είναι η εφαρμογή αυτής της μεθόδου διδασκαλίας στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση. Το δυναμικό σύνδεσης στο δίκτυο και η ευκολία χρήσης των κινητών συσκευών παρέχουν ευκαιρίες μάθησης ανεξάρτητα από τους τοπικούς παράγοντες. Η πρόσβαση στις πληροφορίες είναι απλή και ανεξάρτητη από το μέρος όπου βρίσκεται ο μαθητής.

Το πιο χαρακτηριστικό στοιχείο του m-learning είναι η ευελιξία του χώρου και του χρόνου. Η εκπαίδευση δεν περιορίζεται σε συγκεκριμένες τοποθεσίες, καθώς οι πληροφορίες είναι διαθέσιμες μέσω του smartphone, επομένως η πρόσβαση γίνεται από οπουδήποτε. Με αυτόν τον τρόπο παρατηρείται εξοικονόμηση του χρόνου αφού η χρήση του smartphone για εκπαιδευτικούς λόγους μπορεί να γίνει ακόμη και κατά τη στιγμή της μετακίνησης.

Σημαντική είναι η κοινωνικοποίηση και η επικοινωνία μεταξύ των μαθητών και μεταξύ των μαθητών και των δασκάλων. Έτσι, η συνεργασία, η ανταλλαγή απόψεων και η αλληλεπίδραση προωθούνται.

Το κύριο πλεονέκτημα του m-learning είναι η ενίσχυση και η προώθηση του ενδιαφέροντος των μαθητών λόγω της προσαρμογής της μάθησης στα ενδιαφέροντά και τις συνήθειες τους. Η διδασκαλία ταιριάζει στις ανάγκες τους και μπορεί να γίνει πολύ χρήσιμη λόγω της προσοχής που μπορούν να δείξουν οι μαθητές κατά τη μάθηση χρησιμοποιώντας εφαρμογές, βίντεο και άλλες δυνατότητες που είναι διαθέσιμες σε smartphones. Η γνώση των μαθητών με τις κινητές συσκευές μπορεί επίσης να αυξήσει το κίνητρο και έτσι να υποστηρίξει τους μαθητές που δεν δείχνουν βελτίωση με τις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας. Τέλος, το οικείο περιβάλλον εργασίας παρακινεί και ωθεί τους μαθητές στην ενασχόληση με το μάθημα. [17]

Η περαιτέρω γνώση της τεχνολογίας των μαθητών μπορεί να θεωρηθεί ότι βασίζεται στη γνώση τους για την ενίσχυση των δεξιοτήτων που απαιτούνται στο μέλλον μέσω της ισχυρής συμμετοχής. Ως εκ τούτου, εκτός από τη γνώση των υλικών του μαθήματος, υπάρχει προσωπική πρόοδος στη χρήση νέων τεχνολογιών.

Η χρήση των smartphones στην εκπαίδευση είναι μια σχετικά φθηνή εκπαιδευτική μέθοδος, επειδή το μεγαλύτερο ποσοστό του πληθυσμού χρησιμοποιεί κινητές συσκευές. Με αυτόν τον τρόπο, οι ιδιοκτήτες τέτοιων συσκευών μπορούν να κατέχουν τις απαραίτητες εγκαταστάσεις, υλικά και μετρητές μέσω της εφαρμογής.[17]

Τέλος, η χρήση των smartphones στην εκπαίδευση φαίνεται να είναι χρήσιμη και για τους δασκάλους. Οι δασκάλες μπορούν να προσφέρουν υλικά για την αξιολόγηση των μαθητών και έτσι αξιολογείται και ο τρόπος διδασκαλίας τους. Αυτό κάνει επίσης τη διάγνωση των μαθησιακών προβλημάτων ποιο εύκολη αλλά και θα δίνεται η δυνατότητα βελτίωσης στους μαθητευομένους.

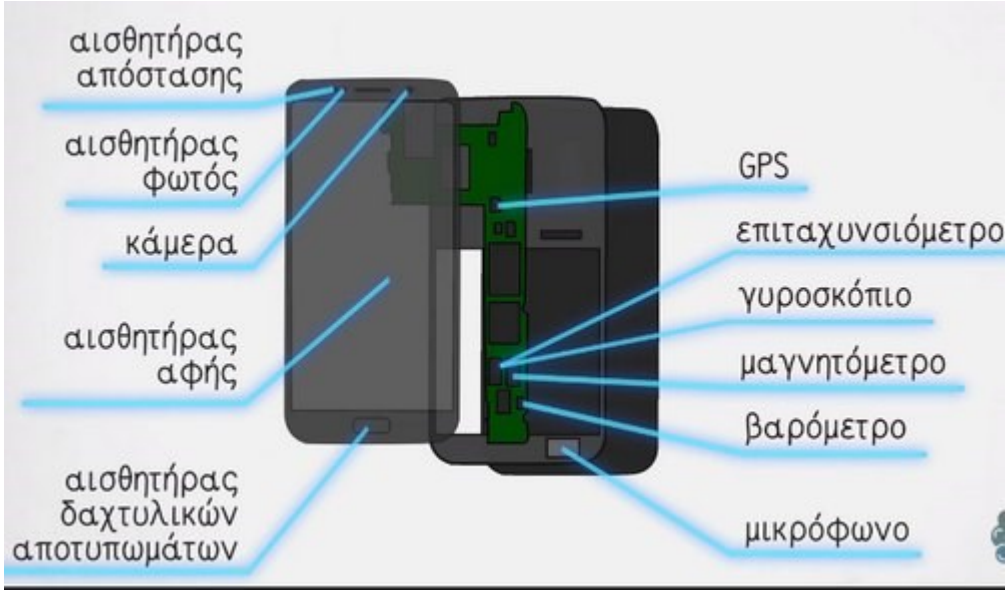
Παρόλο που υπάρχουν πολλά πλεονεκτήματα της χρήσης κινητών συσκευών κατά τη διάρκεια της κατάρτισης, φαίνεται ότι υπάρχουν πολλά μειονεκτήματα. Αρχικά, το m-learning πρέπει να αναπτύξει τις δεξιότητες των δασκάλων και να εξοικειωθεί με τη χρήση νέων τεχνολογιών, έτσι ώστε να είναι σε θέση να οργανώσουν τα μαθήματα και να καθοδηγήσουν τους μαθητές.

Ένα παρόμοιο πρόβλημα με το παραπάνω, δηλαδή η έλλειψη εμπειρογνωμοσύνης των εκπαιδευτικών, είναι η έλλειψη εξοπλισμού στον τομέα της μάθησης. Λόγω των διαφόρων λειτουργιών των κινητών συσκευών, η μάθηση δεν είναι αντικειμενική και δεν προσφέρεται σε όλους τους μαθητές με τον ίδιο τρόπο. Ενώ η κινητή μάθηση είναι μια φθηνή μέθοδος διδασκαλίας, επιβαρύνει μόνο τους μαθητές. Ένα άλλο μειονέκτημα είναι ότι η χρήση του κινητού τηλεφώνου είναι αρνητική για την υγεία των μαθητών. Όταν χρησιμοποιείτε ηλεκτρονικές συσκευές, οι χρήστες γίνονται ακινητοποιημένοι και η πολύωρη χρήση των συσκευών μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα όρασης.[6]

Από τις παραπάνω πληροφορίες, φαίνεται ότι το m-learning έχει πολλά πλεονεκτήματα όταν πρόκειται για διδασκαλία, με ορισμένα μειονεκτήματα. Μπορούν να μειωθούν με σωστή χρήση και εθελοντική δράση. Οι καθηγητές θα πρέπει να θέσουν όρια και να προσαρμόσουν τις οδηγίες για να κάνουν τις διαφορές στην κοινωνική κατάσταση μεταξύ των μαθητών όσο το δυνατόν πιο αόρατες. Ως εκ τούτου, οι κινητές συσκευές δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούνται για να αντικαταστήσουν τις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας, αλλά θα πρέπει να χρησιμοποιούνται για να τις ενισχύσουν.[22]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΤΗΛΕΦΩΝΟΥ

Τα κινητά τηλέφωνα είναι μία από τις σημαντικότερες νέες τεχνολογίες των τελευταίων ετών. Αυτό επιτρέπει στους χρήστες να εφαρμόζουν διαδικασίες που είναι πιο δύσκολες σε άλλα πλαίσια. Αρχικά, το κινητό τηλέφωνο αποτελεί μια ηλεκτρονική συσκευή η οποία μπορεί να μεταφέρεται οπουδήποτε, αφού το μέγεθος αυτού έχει πλέον γίνει αρκετά μικρό, σε σχέση με παλαιότερα. Οι πιο βασικοί αισθητήρες σε ένα κινητό τηλέφωνο είναι το ρολόι, η κάμερα και το μικρόφωνο. Τα σύγχρονα κινητά τηλέφωνα περιλαμβάνουν αισθητήρες που βρίσκονται σε μορφή τσιπ τα οποία είναι ενσωματωμένα στην μητρική πλακέτα που βρίσκεται στο εσωτερικό του.



Εικόνα 2.1 Αισθητήρες

2.1 Αισθητήρας Εγγύτητας

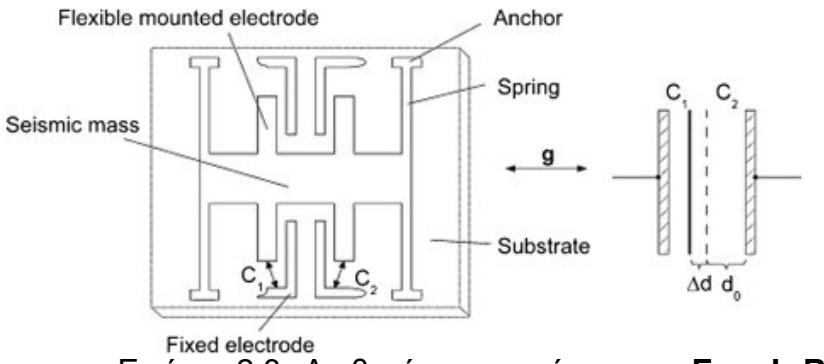
Αυτός ο αισθητήρας βρίσκεται δίπλα στο ακουστικό του κινητού τηλεφώνου και στην εικόνα 2.2 εμφανίζεται η συνηθισμένη μορφή αυτής της συσκευής. Όταν ένα αντικείμενο σε απόσταση πλησιάζει λιγότερο από μια συγκεκριμένη τιμή, ένα σήμα αποστέλλεται στον επεξεργαστή κινητής τηλεφωνίας που λαμβάνει την τιμή "Αλήθεια". Σε περίπτωση που δεν υπάρχει ένα αντικείμενο κοντά στον αισθητήρα, η τιμή της μεταβλητής που αποστέλλεται στον επεξεργαστή είναι "ψέμα" και οι επιθυμητές ενέργειες εκτελούνται. Δύο κύριες κατηγορίες είναι οι αισθητήρες χωρητικότητας που έχουν την ικανότητα να ανιχνεύουν το μέγεθος και την απόσταση του αντικειμένου και οι αισθητήρες εισαγωγής που έχουν την ικανότητα να αναγνωρίζουν τις αλλαγές στο μαγνητικό πεδίο. Οι αισθητήρες εγγύτητας χρησιμοποιείται συνήθως κατά τη διάρκεια των κλήσεων, όπου αναγνωρίζεται η προσέγγιση του κεφαλιού του χρήστη στο ηχείο ,απενεργοποιείται στην κινητή συσκευή και την οθόνη για να αποφευχθούν ανεπιθύμητες αγγίγματα στην οθόνη[9]

Εικόνα 2.2 Αισθητήρας εγγύτητας για Huawei Mate10 lite [10]

Αυτός ο αισθητήρας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο της οθόνης ενός κινητού τηλεφώνου ενεργοποιώντας ή απενεργοποιώντας την οθόνη. Προγραμματίζοντας σωστά μια εφαρμογή, μπορείτε να υπολογίσετε πόσο καιρό χρειάστηκε για το κινητό να περάσει μια απόσταση, πλησιάζοντας κοντά στην οθόνη ενός αντικειμένου. Με δύο διαδοχικές προσεγγίσεις στο αντικείμενο, δύο δεδομένες στιγμές μπορούν να καθοριστούν και οποιαδήποτε επιθυμητή ενέργεια μπορεί να εκτελεστεί.

2.2 Αισθητήρας επιτάχυνσης

Αυτός ο αισθητήρας εικόνα 2.3 υπολογίζει την γραμμική επιτάχυνση του κινητού τηλεφώνου σε 3 άξονες, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο πιεζοηλεκτρισμού. Στην πραγματικότητα, είναι ένα κύκλωμα που αποτελείται από μικροσκοπικές κρυσταλλικές δομές που αλλάζουν την πίεση τους λόγω των δυνάμεων επιτάχυνσης. Έτσι, η τάση δημιουργείται λόγω της πίεσης, η οποία μπορεί να μετατραπεί σε ταχύτητα και προσανατολισμό. Είναι ένας από τους σημαντικότερους αισθητήρες και συνήθως συνεργάζεται με την κάμερα για αλλαγές στην οριζόντια ή κάθετη λήψη. Οι εφαρμογές που εντοπίζονται από τον επιταχυντή είναι η περιστροφή της οθόνης ή ο υπολογισμός της ταχύτητας κίνησης.



Εικόνα 2.3 Αισθητήρας επιτάχυνσης **Error! Reference source not found.**

Κατά τη διεξαγωγή ενός πειράματος που απαιτεί επιτάχυνση, ο αισθητήρας αυτός μπορεί να εξάγει τα δεδομένα που απαιτούνται για τον υπολογισμό των επιθυμητών μεγεθών .Παραδείγματος χάρη, κατά την κίνηση του κινητού τηλεφώνου με μεταβλητή ταχύτητα, μπορεί να γίνει εφικτή η καταγραφή της επιτάχυνσής του ανά πάσα στιγμή. [9][25]

2.3 Το γυροσκόπιο

Το γυροσκόπιο συνδέεται απευθείας με τον αισθητήρα επιτάχυνσης και ο ένας συνεργάζεται μεταξύ του για να καθορίσει την κατεύθυνση που το κινητό τηλέφωνο περιστρέφεται. Εκφράζει δηλαδή το διάνυσμα της επιτάχυνσης του κινητού τηλεφώνου, ενώ το επιταχυνσιόμετρο εκφράζει το μέτρο αυτής. Συνίσταται σε μια μικρή πλατφόρμα που τοποθετείται στο τσιπ εικόνα 2.4 και στέλνει δεδομένα σχετικά με την αλλαγή της κατεύθυνσης του κινητού τηλεφώνου. Η πιο κοινή χρήση αυτού του αισθητήρα είναι η σταθεροποίηση της εικόνας, το παιχνίδι ή η πλοήγηση μέσω GPS.

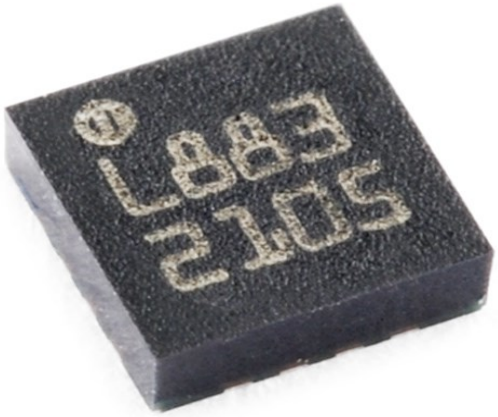
Εικόνα 2.4 γυροσκόποιο [11]

Με πειράματα που απαιτούν την εύρεση της ταχύτητας γωνίας του κινητού τηλεφώνου, το γυροσκόπιο, το οποίο στέλνει δεδομένα στον επεξεργαστή κινητού τηλεφώνου, μπορεί να υπολογίσει την ταχύτητα ή την ταχύτητα γωνίας του μέσω της κατάλληλης προγραμματισμού εφαρμογών. [9] [25]

2.4 Μαγνητόμετρο

Επί του παρόντος, όλα τα κινητά τηλέφωνα έχουν αυτόν τον αισθητήρα και η εικόνα 2.5 εμφανίζει ένα μαγνητόμετρο. Αποτελείται από ηλεκτρομαγνήτη και στέλνει τα δεδομένα στον επεξεργαστή σύμφωνα με το σήμα που παράγεται από αυτό. Ο μοναδικός σκοπός του είναι η κατεύθυνση του χρήστη στη Γη και

χρησιμοποιώντας το μαγνητικό πεδίο του για να τοποθετήσει το βορρά. Έτσι, το κινητό τηλέφωνο γνωρίζει τη θέση του βορρά και επιτρέπει στον χάρτη να περιστρέψει σύμφωνα με την πραγματική θέση του χρήστη.

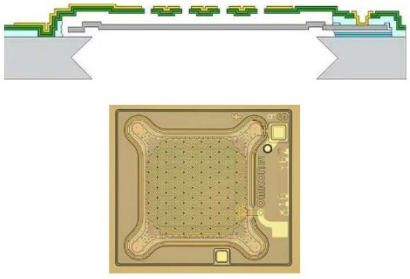


Εικόνα 2.5 Μαγνητόμετρο [13]

Κατά την εκτέλεση ενός πειράματος που απαιτεί τον υπολογισμό της έντασης του μαγνητικού πεδίου, χρησιμοποιείται ένας μαγνητόμετρο. Με τον σωστό σχεδιασμό μιας εφαρμογής, είναι δυνατόν να προσδιοριστεί ο χρόνος μεταξύ δύο μαγνητικών γεγονότων. Όταν η ένταση του μαγνητικού πεδίου φτάσει σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο, το χρονόμετρο μπορεί να σταματήσει και να ενημερώσει τον χρήστη για τον υπολογισμένο χρόνο. [9] [25]

2.5 Το μικρόφωνο

Το μικρόφωνο εικόνα 2.6 είναι ένας από τους πιο σημαντικούς αισθητήρες στα κινητά τηλέφωνα, καθώς ήταν ο πρώτος αισθητήρας που περιλαμβάνεται στα κινητά τηλέφωνα. Πλέον στα κινητά τηλέφωνα χρησιμοποιούντα μικρόφωνα τεχνολογίας MEMS(MicroElectro-Mechanical System). Τα μικρόφωνα MEMS χρησιμοποιούν αισθητήρες φτιαγμένους μια λεπτή μεμβράνη που περικλείει μια κοιλότητα στην οποία βρίσκεται ένα λεπτός ημιαγωγός (wafer) που επιτρέπει στον αέρα να περνάει. Αλλαγές στην πίεση του αέρα στην κοιλότητα καμπυλώνουν την μεμβράνη και δημιουργούν μεταβολή στην χωρητικότητα ανάμεσα στην μεμβράνη και τον ημιαγωγό που μεταφράζεται σε ηλεκτρικό σήμα με ένα ASIC

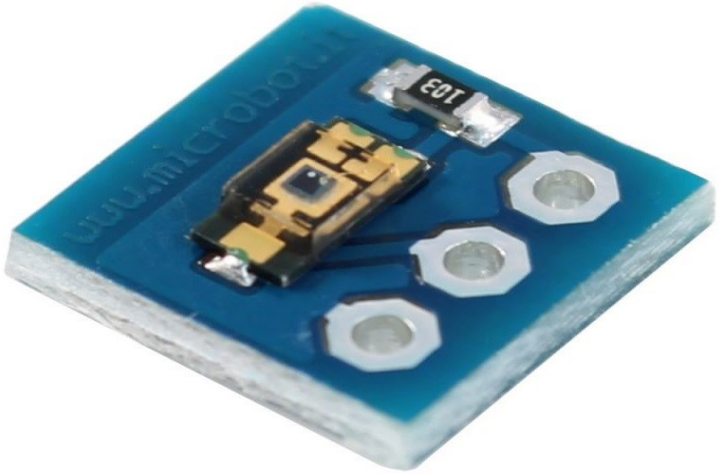


Εικόνα 2.6 Αισθητήρας μικροφώνου iphone 5 **Error! Reference source not found.**

Σε ένα φυσικό πείραμα, το μικρόφωνο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να μετρήσει το μήκος του χρόνου μεταξύ των δύο ακουστικών γεγονότων ή για να ελέγξει την ένταση του ήχου. Είναι ένας από τους πιο εύχρηστους αισθητήρες για το κινητό τηλέφωνο και χωρίς αυτό το κινητό τηλέφωνο, θεωρείται ένας απλός υπολογιστής. [9]

2.6 Αισθητήρας Φωτός

Αυτό ο αισθητήρα εικόνα 2.7 Βρίσκεται δίπλα στο ακουστικό του κινητού τηλεφώνου, καθώς και κοντά στον αισθητήρα εγγύτητας εικόνα 2.1 .Η λειτουργία του είναι να ανιχνεύει το φως από το περιβάλλον και να εκτελεί τις απαραίτητες λειτουργίες. Ουσιαστικά αποτελείται από μια φωτοδίοδο, μια διάταξη ημιαγωγών δηλαδή, η οποία απορροφάει φωτόνια και τα μετατρέπει σε ηλεκτρικό σήμα. Στο σκοτάδι, οι κατευθυντήριες γραμμές αυτού του αισθητήρα θα είναι μηδενικές, ενώ σε διαφορετικές συνθήκες φωτισμού, η ένταση του φωτός θα αλλάξει. Η κύρια χρήση του αισθητήρα είναι να προσαρμόσει το φως της οθόνης του κινητού τηλεφώνου.



Εικόνα 2.7 Αισθητήρας φωτός [14]

Κατά τη διεξαγωγή ενός πειράματος που απαιτεί τη μέτρηση της έντασης του

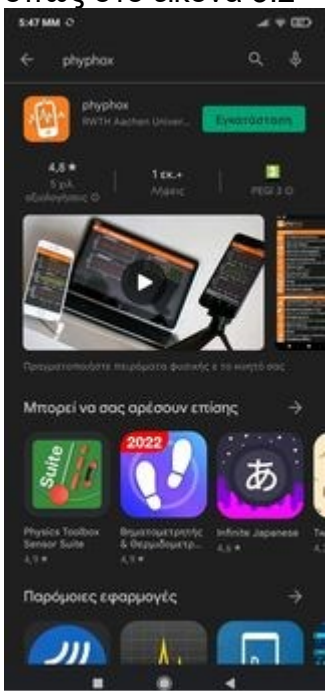
φωτός, χρησιμοποιείται ο ανωτέρω αισθητήρας. Ανάλογα και με τον σχεδιασμό της εφαρμογής ο αισθητήρας μπορεί να εντοπίσει μεταβολές στην ένταση του φωτισμού, και να τις καταγράψει αλλά και να χρονομετρήσει ανάμεσα σε 2 κατώφλια έντασης φωτός. [9]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 PHYPHOX

Στο πλαίσιο αυτής της πτυχιακής εργασίας επιλέχτηκε η εφαρμογή "Phyphox", η εφαρμογή που χρησιμοποιεί την ανάλυση των ανωτέρω κινητών αισθητήρων, ξεχωριστά και σε συνδυασμό, υπολογίζει και εμφανίζει τα αποτελέσματα των μετρήσεων. Η εφαρμογή αναπτύχθηκε από το πολυτεχνείο Aachen στη Γερμανία και είναι διαθέσιμη για δωρεάν λήψη και χρήση. Στη συνέχεια, θα καταγράψουμε τα βήματα που απαιτούνται για να κατεβάσει ο χρήστης την εφαρμογή.

3.1 Εγκατάσταση της εφαρμογής «Phyphox».

Α) Αρχικά πρέπει να ανοίξει η εφαρμογή «Play Store» στο κινητό τηλέφωνο, και στην αναζήτηση, να πληκτρολογηθεί το όνομα της εφαρμογής «Phyphox». Αφού επιλεχθεί η εφαρμογή και πατηθεί η επιλογή «Εγκατάσταση» όπως φαίνεται στην εικόνα 3.1 θα εμφανιστεί το εικονίδιο στην οθόνη του κινητού όπως στο εικόνα 3.2



Εικόνα 3.1: Εγκατάσταση του «Phyphox»

Εικόνα 3.2: Εικονίδιο εφαρμογής «Phyphox»

3.2 Εφαρμογές και δυνατότητες του Phyphox

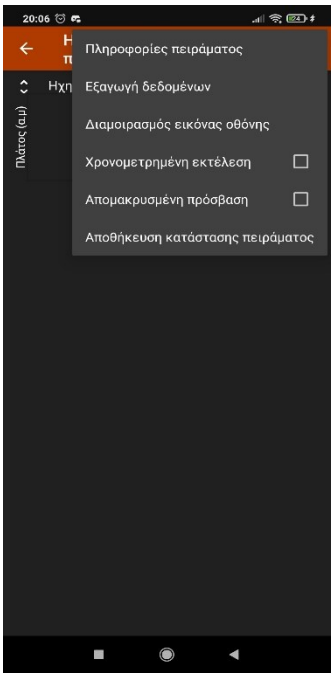
Η εικόνα 3.3 δείχνει της εφαρμογές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην υλοποίηση πειραμάτων, μέσα από το πρόγραμμα «Phyphox».

Εικόνα 3.3: Μενού εφαρμογών
του «Phyphox»

Σε όλες τις εφαρμογές που έχει το «Phyphox» μπορεί να χρησιμοποιηθεί η δυνατότητα απομακρυσμένης πρόσβασης. Μια δυνατότητα ιδιαίτερα σημαντική για την υλοποίηση των πειραμάτων καθώς ανάλογα με το πείραμα δεν είναι δυνατός ο χειρισμός του κινητού. Στις παρακάτω εικόνες περιγράφεται ο τρόπος με το οποίο μια εφαρμογή του Phyphox μπορεί να χρησιμοποιηθεί εξ' αποστάσεως.

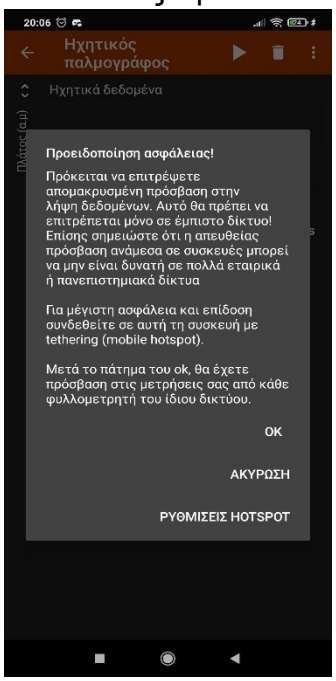
Εικόνα 3.4: Εφαρμογή του
Phyphox, «Ηχητικός
παλμογράφος»

Επιλέγοντας τις 3 κουκίδες στο πάνω δεξιά μέρος της οθόνης όπου εμφανίζεται ένα μενού, σύμφωνα με την Εικόνα 3.5.



Εικόνα 3.5 : Μενού εφαρμογής του Phyphox «Ηχητικός παλμογράφος»

Έπειτα, και αφού επιλεχθεί η απομακρυσμένη πρόσβαση όπως φαίνεται στην εικόνα 3.5 θα εμφανιστεί μια προειδοποίηση ασφάλειας. Πατώντας OK θα εμφανιστεί η διεύθυνση που θα συνδεθεί η δεύτερη συσκευή. Οι συσκευές πρέπει να είναι συνδεδεμένος στο ίδιο δίκτυο.



Εικόνα 3.6: Προειδοποίηση ασφαλείας «Phyphox»

Εικόνα 3.7: Ηλεκτρονική διεύθυνση, εκτέλεσης πειράματος

Μετά από αυτά τα βήματα, είναι δυνατή η απομακρυσμένη πρόσβαση. Το μόνο που χρειάζεται είναι να εισαχθεί η διεύθυνση που φαίνεται στην φυλλομετρητή. Πλέον είναι δυνατή η χρήση της εφαρμογής και από την δεύτερη συσκευή. [16].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΠΡΟΤΑΣΗ.

4.1 Η διδασκαλία πειραμάτων στην εκμάθηση της φυσικής.

Στην διδασκαλία των Φυσικών επιστημών, η χρήση πειραμάτων αποτελεί σημαντικό κομμάτι της. Η πειραματική διδασκαλία βοηθά τους μαθητές να μάθουν επειδή εμπλέκονται ενεργά. Με τον τρόπο αυτό η διδασκαλία αποκτά μεγαλύτερο ενδιαφέρον και τους προκαλεί την περιέργειά τους. Το πείραμα βοηθά να αναπτυχθούν και να κατανοηθούν στον επιθυμητό βαθμό γενικές έννοιες, ξεκινώντας από συγκεκριμένες καταστάσεις. Οι μαθητές ενθαρρύνονται να σκέφτονται όπως οι επιστήμονες και να πειραματίζονται, να εντοπίζουν λάθη, να επαναπροσδιορίζουν και τελικά να οικοδομούν γνώσεις. Οι μαθητές είναι σε θέση να ελέγξουν το αποτέλεσμα των πειραμάτων είτε ενισχύοντας είτε απορρίπτοντας τις υποθέσεις.

Η χρήση του πειράματος στη διδασκαλία των ΦΕ μπορεί να έχει τρείς λειτουργίες

Α) την εννοιολογική (βοηθά στη διαμόρφωση του εννοιολογικού πλαισίου των μαθητών π.χ. απόκτηση γνώσης του επιστημονικού περιεχομένου, εννοιών, αρχών, νόμων κ.λπ.)

Β) την επιστημολογική (Άσκηση των μαθητών στη μεθοδολογία της επιστήμης π.χ. έλεγχος θεωρητικών προβλέψεων, ερμηνεία δεδομένων κ.λπ.)

Γ) την παιδαγωγική (βοηθά στην ανάπτυξη ενδιαφέροντος, δεξιοτήτων και ικανοτήτων π.χ. παρατήρηση, χειρισμός οργάνων, κριτική σκέψη, υπομονή, επιμονή, παρώθηση, στάσεις, στρατηγικές σκέψης και λύσεων κ.λπ.) **Error! Reference source not found.**

Συνεπώς η χρήση τους στην διδακτική διαδικασία είναι ιδιαίτερα σημαντική. Δυστυχώς όμως, σε αρκετά μεγάλο ποσοστό δεν περιλαμβάνεται στην διδασκαλία, ή αν γίνουν κάποια πειράματα δεν συμμετέχει στον βαθμό που πρέπει ο μαθητής. Βασικό αίτιο αποτελεί ο γενικός προσανατολισμός των σχολείων προς την προετοιμασία για τις πανελλαδικές. Σε συνδυασμό με τις μεγάλες τάξης (20-25) και τον ελλιπή εξοπλισμό τα πειράματα παραγκωνίζονται στην διδακτική διαδικασία. [18]

Επιπρόσθετα, κατά την περίοδο της καραντίνας και της εξ' αποστάσεως διδασκαλίας η χρήση τον πειραμάτων περιορίστηκε. Βασική αιτία ήταν η αδυναμία προσέλευσης στην χώρο του εργαστηρίου, όπως και η έλλειψη πειραμάτων που μπορούν να διενεργηθούν εξ' αποστάσεως. Έτσι λοιπόν, ενώ το σύνολο των διδασκαλιών πραγματοποιήθηκε εξ' αποστάσεως, τα πειράματα έμειναν στην κλασσική μέθοδο διδασκαλίας τους.

4.2 Ατομικός πειραματισμός.

Σκεπτόμενοι, αυτό το πρόβλημα και γνωρίζοντας τις δυνατότητες τόσο του m-learning που αναφέρονται στο ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 Μ όσο και της εφαρμογής Phyphox, σκεφτήκαμε να βρούμε μια λύση. Αναπτύξαμε λοιπόν τόσο πειραματικές διατάξεις όσο και τις ασκήσεις που τις συνοδεύουν. Οι πειραματικές διατάξεις έχουν ως βασικό όργανο το κινητό με την χρήση του Phyphox σε συνδυασμό με απλά υλικά που βρίσκει κάθε μαθητής στο σπίτι του. Έτσι λοιπόν η υλοποίηση των πειραμάτων μπορούν να γίνουν από κάθε μαθητή και στο σπίτι του, ξεπερνώντας τα προβλήματα που υπάρχουν. Επιπρόσθετα οι μαθητές πλέον θα μπορούν να δημιουργούν αλλά και να τροποποιούν τις πειραματικές διατάξεις, πράγμα που δεν συνέβαινε έως τώρα. Παρακάτω παρατίθενται οι προτεινόμενες ασκήσεις αλλά και τα φύλλα εργασίας τους.

Άσκηση 1 Κεφάλαιο 5	Υπολογισμός της επιτάχυνσης της βαρύτητας g με μέτρηση του χρόνου πτώσης ενός μικρού αντικειμένου.	Τάξη: Β λυκείου
Άσκηση 2	Υπολογισμός της επιτάχυνσης της βαρύτητας g με μέτρηση του χρόνου πτώσης ενός μικρού αντικειμένου.	Τάξη: Γ' Γυμνασίου
Άσκηση 3	Μελέτη της μεταβολής της έντασης του φωτός συναρτήσει της απόστασης από την πηγή του φωτός.	Τάξη: Γ' Γυμνασίου
Άσκηση 4	Φαινόμενο Doppler και απλό εκκρεμές.	Τάξη: Γ΄ Λυκείου
Άσκηση 5	Υπολογισμός της επιτάχυνσης της βαρύτητας με την χρήση του φαινομένου Doppler.	Τάξη: Γ΄ Λυκείου
Άσκηση 6	Μέτρηση της μέσης ταχύτητας	Τάξη: Β' Γυμνασίου
Άσκηση 7	Μέτρηση της απόστασης με την χρήση σόναρ.	Τάξη: Α΄ Λυκείου
Άσκηση 8	Μέτρηση της απώλειας ενέργειας κατά την αναπήδηση μπάλας σε επίπεδη επιφάνεια.	Τάξη: Α΄ Λυκείου
Άσκηση 9	Μέτρηση της επιτάχυνσης ενός σώματος, που κινείται σε κεκλιμένο επίπεδο.	Τάξη: Α΄ Λυκείου

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 1

Υπολογισμός της επιτάχυνσης της βαρύτητας g με μέτρηση του χρόνου πτώσης ενός μικρού αντικειμένου.

5.1 Θεωρία-Υλικά-Πειραματική Διάταξη

5.1.1 Σκοπός

Στο πείραμα αυτό θα υπολογιστεί πειραματικά η τιμή της επιτάχυνσης της βαρύτητας *g*.

5.1.2 Στόχοι

Οι μαθητές /τριες:

- Να δημιουργήσουν με απλά υλικά μια πειραματική διάταξη

- Να ασκηθούν στη λήψη μετρήσεων

- Να εφαρμόσουν τους κανόνες στις πράξεις με τα σημαντικά ψηφία

- Να υπολογίσουν μέση τιμή

- Να δημιουργήσουν διάγραμμα με πειραματικές μετρήσεις και να υπολογίσουν κλίση

- Να εκτιμήσουν πηγές σφαλμάτων

Τάξη

Β΄ Λυκείου

5.1.3 Λογισμικό – Υλικά - Προαπαιτούμενες γνώσεις

Λογισμικό – υλικά

- Εγκατάσταση του προγράμματος *Phyphox* στο smartphone. Θα χρησιμοποιηθεί η εφαρμογή «Ακουστικό χρονόμετρο» όπως και η αριθμομηχανή του κινητού για τις πράξεις.

- Χάρακας

- Μετροταινία

- Αρκετά βιβλία

- Βώλος

Προαπαιτούμενες γνώσεις

- Κανόνες για τις πράξεις με τα σημαντικά ψηφία και τη βαθμονόμηση αξόνων.

- Αρχή της Επαλληλίας των κινήσεων

- Ελεύθερη πτώση

- Οριζόντια Βολή

5.1.4 Συνοπτικά η θεωρία

Αρχή της Επαλληλίας των κινήσεων

Όταν ένα κινητό εκτελεί ταυτόχρονα δύο ή περισσότερες κινήσεις, κάθε μία απ' αυτές εκτελείται εντελώς ανεξάρτητα από τις υπόλοιπες και η θέση στην οποία φτάνει το κινητό μετά από χρόνο *t,* είναι η ίδια είτε οι κινήσεις εκτελούνται ταυτόχρονα, είτε εκτελούνται διαδοχικά, σε χρόνο *t* κάθε μία.

Ελεύθερη πτώση

Ονομάζεται η κίνηση που εκτελεί ένα σώμα, το οποίο αφήνεται από ύψος *h,* όταν δεν του ασκείται στον κατακόρυφο άξονα άλλη δύναμη πέραν του βάρους του.

Έτσι από ύψος *h* και για χρόνο *t* γνωρίζουμε ότι επιταχύνεται με *g* και ισχύει η σχέση:

$$h = \frac{1}{2} g t^2 \ (1)$$

Οριζόντια Βολή

Είναι η σύνθετη κίνηση που αποτελείται από δύο απλές κινήσεις, μία κατακόρυφη που είναι ελεύθερη πτώση και μία οριζόντια που είναι ευθύγραμμη ομαλή. Στο συγκεκριμένο πείραμα θα εξετάσουμε την κατακόρυφη μετατόπιση, δηλαδή την ελεύθερη πτώση.

5.1.5 Μέθοδος

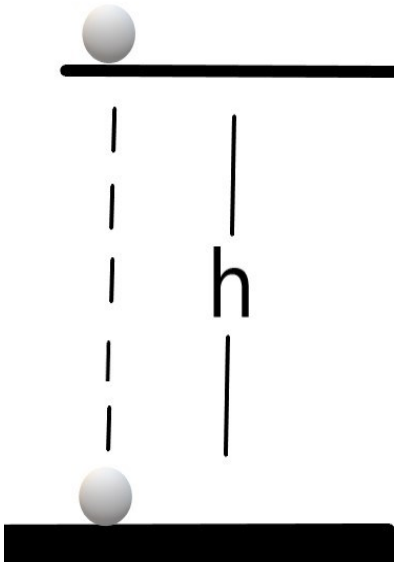
Μια μικρή σφαίρα εκτελεί οριζόντια βολή από κάποιο, σχετικά μικρό ύψος *h*, οπότε ο χρόνος πτώσης είναι μικρός. Το ύψος μπορεί να μετρηθεί με μετροταινία ή χάρακα και ο χρόνος μπορεί να μετρηθεί με το ακουστικό χρονόμετρο της εφαρμογής phyphox για κινητά τηλέφωνα. Για να συμβεί αυτό δίνεται ένα χτύπημα στη σφαίρα για να εκτελέσει την βολή. Το κινητό τηλέφωνο καταγράφει το χρόνο *t* μεταξύ του ήχου του προαναφερόμενου χτυπήματος και του ήχου που παράγεται όταν η σφαίρα χτυπήσει στο πάτωμα για πρώτη φορά. Συνεπώς, από την σχέση (1) για την κίνηση στον

κατακόρυφο άξονα μπορεί να υπολογιστεί το *g*.

Στη συγκεκριμένη άσκηση η διαδικασία επαναλαμβάνεται πέντε φορές από διαφορετικά ύψη και ο υπολογισμός του *g* προτείνεται να γίνει με δύο τρόπους.

Α) Να υπολογισθεί το *g* από την σχέση (1) σε κάθε περίπτωση και στη συνέχεια να βρεθεί η μέση τιμή.

Β) Να χαραχθεί η γραφική παράσταση h=f(t^2) και από την κλίση να υπολογισθεί το *g*.



5.2 Φύλλο Εργασίας

Υπολογισμός της επιτάχυνσης της βαρύτητας g με μέτρηση του χρόνου πτώσης ενός μικρού αντικειμένου.

Αρχικά θα πρέπει να έχετε εγκαταστήσει το πρόγραμμα (application) phyphox στο κινητό σας.

1) Ανοίξτε την εφαρμογή, και περιηγηθείτε στο μενού προς τα κάτω (Εικόνα 5.1). Στην καρτέλα «**Χρονόμετρα**» (**Timer**) επιλέξτε το «**Ακουστικό Χρονόμετρο**» (**Acoustic Stopwatch**). Θα χρησιμοποιήσουμε την προεπιλεγμένη καρτέλα «ΑΠΛΟ» (Εικόνα 5.2).

Εικόνα 5.1
Καρτέλα χρονόμετρα.

Εικόνα 5.2
Ακουστικό χρονόμετρο Phyphox

2) Τοποθετήστε ένα χάρακα πάνω στα αντικείμενα που θα επιλέξετε (βιβλία, έπιπλα, κτλπ), έτσι ώστε η μια του άκρη να προεξέχει, και φροντίστε το ύψος από το έδαφος να είναι περίπου στο 1 μέτρο. Μετρήστε με ακρίβεια το ύψος από το έδαφος και καταγράψτε τη μέτρηση στην πρώτη στήλη του Πίνακα 1. Στηρίξτε πάνω στον χάρακα ένα βώλο όπως στην εικόνα 3. Τοποθετήστε το τηλέφωνο κοντά στον χάρακα και ετοιμάστε την εφαρμογή «**phyphox**» να μετρήσει τον χρόνο πτώσης του αντικειμένου. Με ένα στυλό χτυπήστε τον χάρακα απότομα ώστε αυτός να κινηθεί οριζόντια και η σφαίρα να πέσει. Δείτε υποβοηθητικά τη διαδικασία στο Βίντεο που θα βρείτε στο drive. Το «**Ακουστικό χρονόμετρο**» θα μετρήσει τον χρόνο από τον πρώτο ήχο (χτύπημα του στυλό στον χάρακα-εκκίνηση της σφαίρας) μέχρι τον αμέσως επόμενο (πρόσκρουση της σφαίρας στο έδαφος). Καταγράψτε τον χρόνο στην δεύτερη στήλη του Πίνακα 1 (Χρόνος πτώσης 1). Στη συνέχεια στηρίξτε ξανά τη σφαίρα στον χάρακα, επαναλάβετε τη μέτρηση άλλες 2 φορές και συμπληρώστε την 3η και 4η στήλη του **Πίνακα 1** (Χρόνος πτώσης 2 και 3). Κρατήστε 2 σημαντικά ψηφία στις μετρήσεις σας.

Εικόνα 5.3 Ενδεικτική διάταξη

3) Στην συνέχεια αυξήστε το ύψος , είτε προσθέτοντας επιπλέον βιβλία είτε χρησιμοποιώντας μικρά έπιπλα. Καταγράψτε ξανά το ύψος που θα βρίσκεται το αντικείμενο και επαναλάβετε το βήμα 4 για 4 ακόμα ύψη.

4) Για κάθε τιμή του ύψους στον Πίνακα 1 υπολογίστε τη μέση τιμή του χρόνου πτώσης της σφαίρας, από τις τέσσερις τιμές του χρόνου πτώσης που έχετε μετρήσει, και συμπληρώστε την τελευταία στήλη του Πίνακα 1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

΄Υψος (cm)	**Χρόνος πτώσης 1 (s)**	**Χρόνος πτώσης 2 (s)**	**Χρόνος πτώσης 3 (s)**	**Μέση τιμή χρόνου πτώσης t (s)**

5) Από τον Πίνακα 1 να μεταφέρετε τις τιμές του ύψους (1η στήλη) στον Πίνακα 2.

Να κάνετε το ίδιο και για τις μέσες τιμές του χρόνου πτώσης (6η στήλη). Συμπληρώστε την 2η στήλη του Πίνακα 2 μετατρέποντας το ύψος σε μέτρα (m) από εκατοστόμετρα (cm).

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

΄Υψος *h* (cm)	***h* (m)**	**Μέση τιμή χρόνου πτώσης *t* (s)**	t^2 (s^2)

6) Στην συνέχεια στη συνέχεια να υπολογίσετε την τιμή του *g* σε κάθε περίπτωση από την εξίσωση (1). Στη συνέχεια να συμπληρώστε τον επόμενο πίνακα 3 με τις τιμές του *g* που βρήκατε και υπολογίστε την μέση τιμή.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3

ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ ΤΗΣ ΒΑΡΎΤΗΤΑΣ *g* $\left(\frac{m}{s^2}\right)$	
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	

7) Χρησιμοποιώντας τις τιμές του ύψους σε μέτρα, και τις τιμές του t^2 από τον Πίνακα 2, στο μιλιμετρέ που σας δίνεται στο τέλος του φύλλου εργασίας φτιάξτε το διάγραμμα του ύψους ως προς το τετράγωνο του χρόνου πτώσης.

Α) Εξηγείστε γιατί θεωρητικά αναμένουμε η μορφή να είναι ευθεία που διέρχεται από την αρχή των αξόνων.

……
……
……
……
……
…

Β) Υπολογίστε την κλίση του διαγράμματος και από αυτή υπολογίστε την τιμή του g.

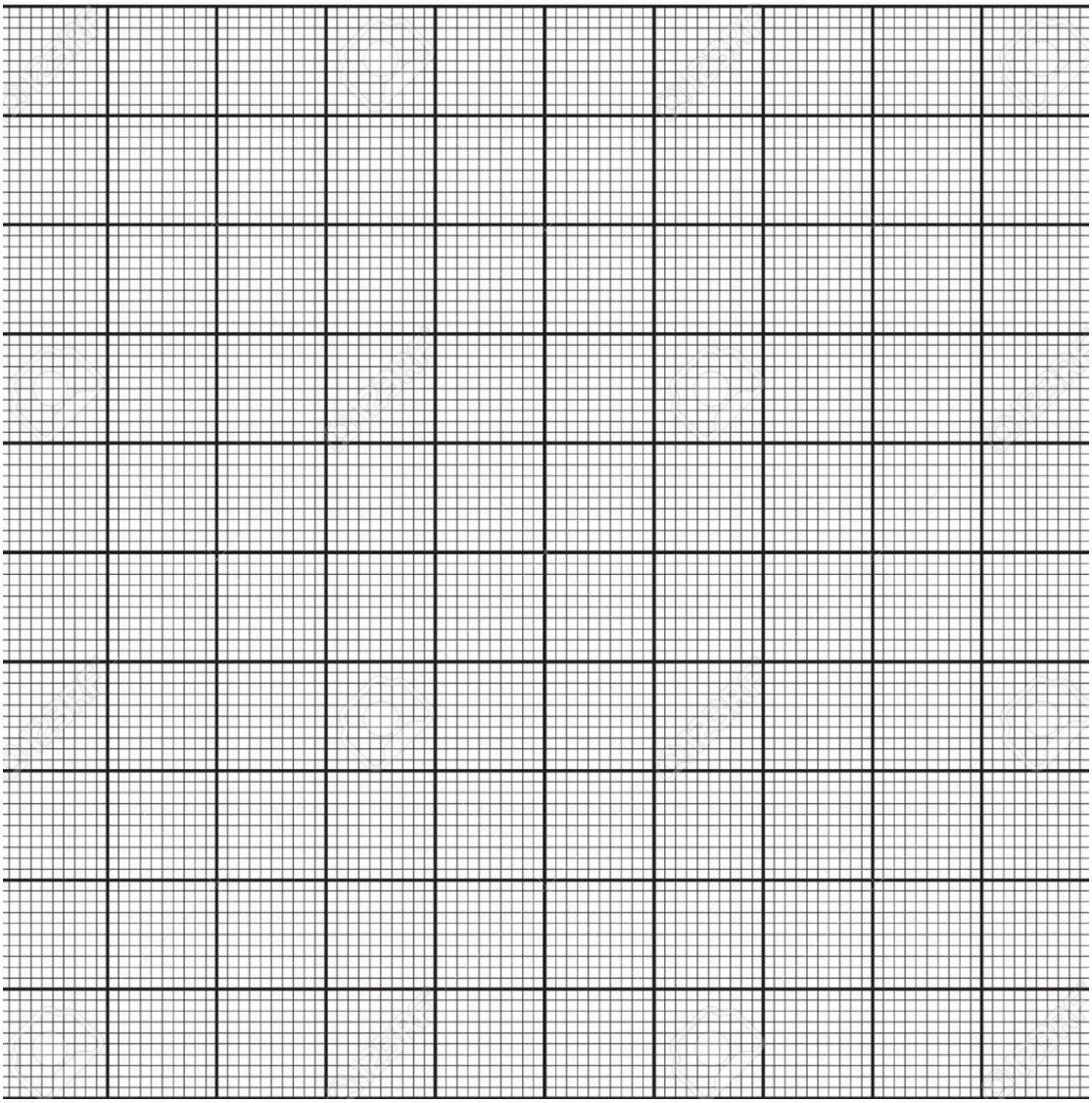
……
……
……
……
……
……
……
……
…

Γ) Υπολογίστε την % απόκλιση της τιμής που υπολογίσατε πειραματικά (και με τους δύο τρόπους) σε σχέση με την τιμή της βιβλιογραφίας 9,81 m/s^2.

……
……
……
……
……
……
……
……
……

Δ) Γράψτε πηγές σφαλμάτων που νομίζεται ότι υπήρξαν στην πειραματική διαδικασία που ακολουθήσατε.

……
……
……
……
……
……
……
……
…



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 2

Ανάλυση ηχητικών κυμάτων με την χρήση smartphones.

6.1 ΘΕΩΡΙΑ-ΥΛΙΚΑ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ

6.1.1 Σκοπός

Στο πείραμα αυτό οι μαθητές θα εξοικειωθούν με χαρακτηριστικά μεγέθη των αρμονικών ηχητικών κυμάτων.

6.1.2 Στόχοι

Οι μαθητές/τριες:

- Να δημιουργήσουν την πειραματική διάταξη.
- Να ασκηθούν στην λήψη μετρήσεων.
- Να εφαρμόσουν τους κανόνες στις πράξεις με τα σημαντικά ψηφία
- Να κατανοήσουν τα χαρακτηρίστηκα των ηχητικών κυμάτων.
- Να υπολογίσουν πειραματικά τα χαρακτηριστικά μεγέθη των αρμονικών ηχητικών κυμάτων.

Τάξη

Γ' Γυμνασίου

6.1.3 Λογισμικό-υλικά

1. Εγκατάσταση του προγράμματος *Phyphox* για *smartphones.*
2. Κατέβασμα των μονοτονικών ήχων Tone 1, 2, 3, 4 με συχνότητα 600, 800, 1000, 1200Hz αντίστοιχα που θα χρησιμοποιηθούν για τα πειράματα από εδώ.

6.1.4 Προαπαιτούμενες γνώσεις

1. Τα χαρακτηριστικά των κυμάτων όπως:

- Συχνότητα
- Περίοδος κύματος
- Πλάτος κύματος
- Μήκος κύματος
- Ταχύτητα κύματος.

2. Εγκατάσταση του «phyphox», μια επιπλέον συσκευή (Pc, Laptop, Tablet, Smartphone) ώστε να αναπαράγουν τους ήχους. ΠΡΟΣΟΧΗ πρέπει να χρησιμοποιηθεί η ίδια συσκευή αναπαραγωγής για όλους τους ήχους.

6.1.5 Θεωρεία

Ήχος: Ο ήχος είναι κύματα που ταξιδεύουν σε ένα ελαστικό μέσο π.χ.

(αέρα) και καταλήγουν σε ένα ακροατή. Τα ηχητικά κύματα είναι διαμήκη δηλαδή τα μόρια του ελαστικού μέσου δονούνται παράλληλα με την διάδοση του κύματος.

Ακουστικά κύματα: Τα κύματα που έχουν συχνότητα/μήκος κύματος στο ακουστικό φάσμα.

Περίοδος T(μονάδα στο SI το 1s): Σε κάθε κύμα που διαδίδεται σε ένα μέσο, τα σωματίδια του εκτελούν ταλαντώσεις. Η περίοδος αυτής της ταλάντωσης είναι και η περίοδος του κύματος. Ο χρόνος δηλαδή που κάνει το σωματίδιο μια πλήρη ταλάντωση.

Συχνότητα f (μονάδα στο SI το 1Hz): Αντίστοιχα με την περίοδο και η συχνότητα του κύματος είναι η συχνότητα ταλάντωσης των σωματιδίων του μέσου. Συχνότητα ταλάντωσης ονομάζεται ο αριθμός των πλήρων ταλαντώσεων που εκτελούνται σε ένα χρονικό διάστημα προς το αντίστοιχο Δt,

$$f = \frac{1}{T} (6.1).$$

Ταχύτητα κύματος u (μονάδα στο SI το 1m/s) αναφέρεται συνήθως στην ταχύτητα διάδοσης του κύματος.

Μήκος κύματος λ (μονάδα στο SI το 1m): Η ελάχιστη απόσταση μεταξύ δύο σημείων στο κύμα που έχουν την ίδια απομάκρυνση από την θέση ισορροπίας είναι το μήκος κύματος

$$f = \frac{u}{\lambda} (6.2).$$

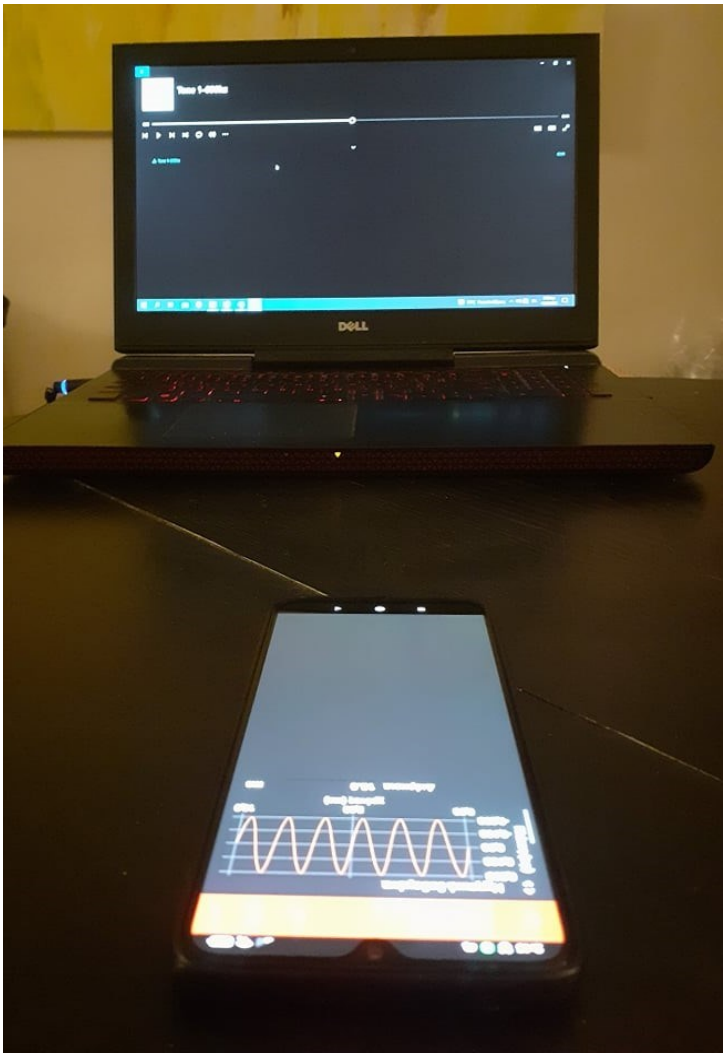
Πλάτος κύματος A (μονάδα στο SI το 1m): Το πλάτος της ταλάντωσης των σωματιδίων του μέσου που διαδίδεται το κύμα ονομάζεται πλάτος κύματος.

6.1.5 Μέθοδος

Η διάταξη αποτελείται από 2 συσκευές, το κινητό που θα καταγράφει τους ήχους και μια ακόμα της επιλογής των μαθητών η οποία θα αναπαράγει τους ήχους που τους έχουν δοθεί. Έχοντας σταθερή την απόσταση του κινητού από την πηγή και την ένταση του ήχου οι μαθητές θα υπολογίσουν πειραματικά το πλάτος του ηχητικού κύματος, την συχνότητα και την περίοδό του καθώς και το μήκος κύματος του. Συγκεκριμένα, με την εφαρμογή ηχητικός παλμογράφος θα λάβουν στο κινητό την κυματομορφή ήχων σταθερής συχνότητας. Μετρώντας την απόσταση δύο κορυφών μέσα από τα εργαλεία της εφαρμογής, θα υπολογίσουν την περίοδο του κύματος και από τους τύπους θα υπολογίσουν την συχνότητα και το μήκος κύματος. Στην συνέχεια, μεταβάλλοντας την απόσταση και την ένταση του ήχου θα εξετάσουν κατά πόσο επηρεάζονται τα χαρακτηριστικά μεγέθη του κύματος.

Α. Να μετρηθούν μέσα από την εφαρμογή το πλάτος του κύματος και η περίοδός του και στην συνέχεια εφαρμόζοντας τους τύπους 1,2 να υπολογίσουν τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά μεγέθη του ηχητικού κύματος.

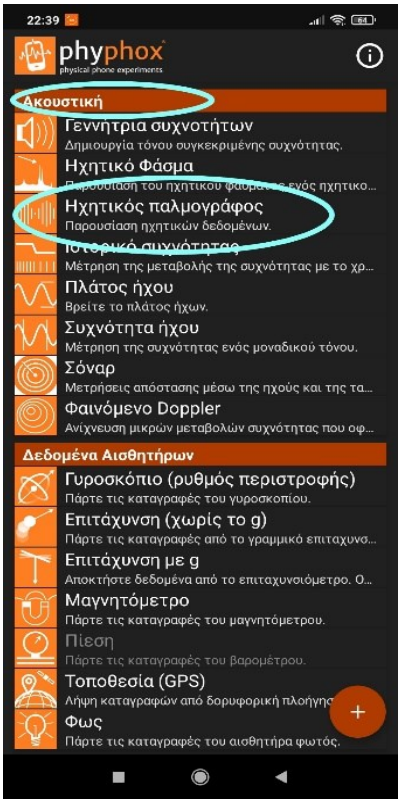
Β. Αφού μεταβάλλουν την απόσταση από την πηγή, και την ένταση του ήχου, θα ξανακάνουν τις μετρήσεις και τους υπολογισμούς. Στην συνέχεια θα πρέπει να σχολιαστούν τα αποτελέσματα.



Εικόνα 6.1: Παράδειγμα πειραματικής διάταξης

6.2 ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

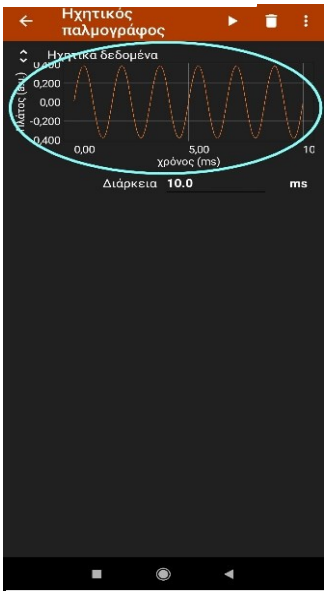
Ανοίξτε την εφαρμογή, περιηγηθείτε στο μενού προς τα κάτω (Εικόνα 6.1) και επιλέξτε το «**Ηχητικός παλμογράφος**» («**Audio Scope**») που υπάρχει στη λίστα **«Ακουστική» (Acoustics)**. Στην Εικόνα 2 φαίνεται ένα στιγμιότυπο οθόνης από τη λειτουργία «**Ηχητικός παλμογράφος**».



Εικόνα 6.2 Καρτέλα ακουστική Phyphox

Εικόνα 6.3 Ηχητικός παλμογράφος

1) Πατώντας το πλήκτρο αναπαραγωγής (▶) η εφαρμογή θα ξεκινήσει να παρουσιάζει σε γράφημα την κυματομορφή των ήχων που καταγράφονται από το μικρόφωνο της συσκευής. Στην Εικόνα 3 φαίνεται η κυματομορφή ενός απλού ήχου μιας συχνότητας. Η οριζόντια απόσταση μεταξύ δυο διαδοχικών κορυφών είναι ίση με την περίοδο του κύματος.



Εικόνα 6.4 Παράδειγμα μέτρησης

- Στον οριζόντιο άξονα του γραφήματος απεικονίζεται ο χρόνος (σε ms) και το προκαθορισμένο χρονικό διάστημα καταγραφής και ανάλυσης είναι 10ms που είναι ικανοποιητικό για το πείραμα.
- Στον κατακόρυφο άξονα απεικονίζεται το πλάτος των ηχητικών κυμάτων σε αυθαίρετες μονάδες (a.u.) αφού το μικρόφωνο της συσκευής δεν είναι

βαθμονομημένο. Για τον λόγο αυτό, οι τιμές του πλάτους που εμφανίζονται στην εφαρμογή μπορούν να χρησιμοποιηθούν για σύγκριση διαφορετικών ήχων που καταγράφονται με την ίδια συσκευή μόνο και όχι για σύγκριση μεταξύ διαφορετικών συσκευών.

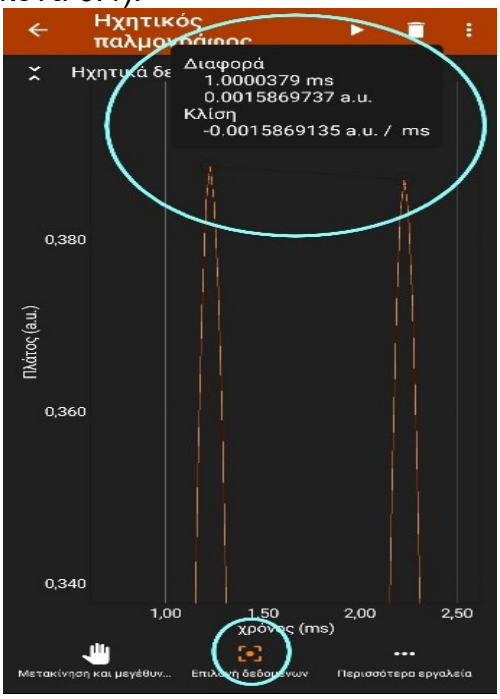
2) Με το πλήκτρο «παύσης» (||) μπορείτε να σταματήσετε την καταγραφή, παγώνοντας την εικόνα.

3) Στη συνέχεια πατώντας μια φορά πάνω στο γράφημα μπορείτε να το μεγεθύνετε και να το μελετήσετε.

Συγκεκριμένα:

- μπορείτε να μετακινήσετε ή να αυξομειώσετε την κλίμακα του γραφήματος (zoom) χρησιμοποιώντας ένα ή δύο δάκτυλα αντίστοιχα.

- πατώντας στο **«Επιλογή Δεδομένων» (Pick data**) μπορείτε να επιλέξετε ένα σημείο της γραφικής παράστασης και θα εμφανιστούν οι συντεταγμένες αυτού του σημείου **(Χρόνος και Πλάτος**). Επίσης μπορείτε να ξεκινήσετε από ένα σημείο της γραφικής παράστασης και σέρνοντας το δάκτυλο στην οθόνη μέχρι ένα δεύτερο σημείο θα εμφανιστεί το χρονικό διάστημα (Διαφορά σε millisecond) μεταξύ των δυο σημείων (Εικόνα 6.4).



Εικόνα 6.5 Εργαλείο «Pick Data» στα δεδομένα και επιλογή 2 σημειών

4) Ανοίξτε με την μια συσκευή σας ένα από τον ήχο που σας έχει σταλθεί (Tone 1, Tone 2, Tone 3, Tone 4).Σημειώστε εδώ Tone(…….) τον ήχο που επιλέξατε. Τοποθετήστε το κινητό σας σε σταθερό σημείο κοντά στα ηχεία

της συσκευής. Όταν το γράφημα στην οθόνη έχει σταθερή και ευδιάκριτη μορφή πατήστε το κουμπί παύση.

5) Με την διαδικασία που προαναφέρθηκε, επιλέξτε την κατάλληλη κλίμακα στον κατακόρυφο άξονα. Στην συνέχεια βρείτε το πλάτος του ηχητικού κύματος. Αν το πλάτος δεν είναι σταθερό υπολογίστε κατά προσέγγιση με ακρίβεια <u>δύο δεκαδικών ψηφίων.</u>

Πλάτος κύματος:…….

6) Πατώντας στο «Επιλογή Δεδομένων» (Pick data) μπορείτε να μετρήστε όπως περιγράφεται παραπάνω, το χρονικό διάστημα μεταξύ δυο κορυφών του γραφήματος ώστε να υπολογίσετε την περίοδο του ηχητικού κύματος. Είναι προτιμότερο να επιλέξετε πολλές διαδοχικές κορυφές ή λίγες και γιατί; Εξηγήστε αναλυτικά τη σκέψη σας:

……
……
……
……
……
……

7) Ξεκινήστε από μια κορυφή και σέρνοντας το δάχτυλο μέχρι την επόμενη που επιλέξατε και βρείτε το χρονικό διάστημα μεταξύ τους. Κρατήστε ένα στιγμιότυπο οθόνης στο κινητό σας στο οποίο φαίνεται η επιλογή κορυφών που κάνατε όπως στην Εικόνα 6.4. Πρέπει να επισυνάψετε στην εργασία σας το στιγμιότυπο οθόνης που κρατήσατε. Γράψτε το χρονικό διάστημα που βρήκατε και υπολογίστε την περίοδο του κύματος που βρήκατε με ακρίβεια 2 δεκαδικών ψηφίων.

Χρονικό Διάστημα(Δt): …….

Περίοδος Κύματος (T): ……..

8) Υπολογίστε την συχνότητα του κύματος σε (Hz) με ακρίβεια 2 δεκαδικών ψηφίων. **Προσοχή** οι χρόνοι που μετρήσατε είναι σε millisecond! Υπενθύμιση $f = \frac{1}{T}$

Συχνότητα (f):……

9) Θεωρώντας ότι η ταχύτητα διάδοσης του ήχου στην θερμοκρασία του δωματίου σας είναι $u = 344{,}4$, να υπολογίσετε το μήκος κύματος.

Μήκος Κύματος (λ): ……...

10) Αν πλησιάσετε το τηλέφωνο σε πλησιέστερο σημείο στο ηχείο του υπολογιστή και επαναλάβετε την καταγραφή, τι πιστεύετε ότι θα αλλάξει;

Το πλάτος του ήχου η συχνότητα ή και τα δύο; Πιστεύετε ότι θα αυξηθούν ή θα μειωθούν; Αιτιολογείστε την άποψή σας:

……
……..
……
……

11) Πλησιάστε το τηλέφωνο στο ηχείο του υπολογιστή (φροντίζοντας ώστε το μικρόφωνο του τηλεφώνου να είναι προσανατολισμένο προς το ηχείο του υπολογιστή) , επαναλάβετε την καταγραφή του «Ήχου 1» και μετρήστε ξανά το πλάτος και την περίοδο. Υπολογίστε την συχνότητα:

Πλάτος κύματος: ……

Χρονικό Διάστημα: ……

Αριθμός Διαδοχικών Κορυφών:……
Περίοδος Κύματος:……

Συχνότητα Κύματος:……..

12) Επαληθεύτηκε η πρόβλεψη σας στο βήμα 7; Αν όχι τι άλλαξε;

……
……

13) Αν διατηρήσετε το τηλέφωνο στην ίδια απόσταση από το ηχείο αλλά αυξήσετε την ένταση του ήχου (volume) της συσκευής σας και επαναλάβετε την καταγραφή, τι πιστεύετε ότι θα αλλάξει; Το πλάτος του ήχου, η συχνότητα, ή και τα δύο; Πιστεύετε ότι θα αυξηθούν ή θα μειωθούν; Αιτιολογείστε την άποψη σας:

……
……
……
……

14) Πραγματοποιήστε το παραπάνω με τον ίδιο ήχο που επιλέξατε στην αρχή και καταγράψτε ξανά τα παρακάτω. Στην συνέχεια υπολογίστε την συχνότητα:

Πλάτος κύματος: ……

Χρονικό Διάστημα: ……

Αριθμός Διαδοχικών Κορυφών:……
Περίοδος Κύματος:……

Συχνότητα Κύματος:……..

15) Επαληθεύτηκε η πρόβλεψή σας στο βήμα 10; Αν όχι τι άλλαξε;

……
……

16) Ακούστε ξανά τον ήχο που επιλέξατε. Στην συνέχεια διαλέξτε ένα από τους άλλους τρεις ήχους. Σημειώστε εδώ ποιόν επιλέξατε Tone (…….) . Ακούγοντας τους δύο ήχους εκτιμάτε ότι ο 2ος θα έχει μεγαλύτερη ή μικρότερη συχνότητα; Να αιτιολογήσετε την απάντηση σας :

……
……
……

17) Τοποθετήστε το κινητό σας σε σταθερό σημείο κοντά στα ηχεία της συσκευής. Ξεκινήστε με την καταγραφή του δεύτερου ήχου που επιλέξατε. Όπως και πριν μετρήστε την περίοδο του νέου ήχου.

Πλάτος κύματος: ……

Χρονικό Διάστημα: ……

Αριθμός Διαδοχικών Κορυφών:……
Περίοδος Κύματος:……

Συχνότητα Κύματος:……..

18) Επαληθεύτηκε η πρόβλεψή σας; Αν όχι τι άλλαξε;

……
……
…….....

19) Στην εφαρμογή « phyphox » υπάρχει η δυνατότητα με την επιλογή «Συχνότητα ήχου» (Audio Autocorrelation) να υπολογίσετε αυτόματα τη συχνότητα του ήχου που καταγράφεται από το μικρόφωνο της συσκευής. Ενεργοποιήστε αυτή τη λειτουργία και βρείτε τις συχνότητες των δύο ήχων που επιλέξατε:

Πρώτο ήχος (**Tone**……) : ……

Δεύτερος ήχος (**Tone**…..) : ……..

20) Πόσο διαφέρουν οι συχνότητες που βρήκατε στο βήμα 17 από αυτές που υπολογίσατε με τον «Ηχητικό παλμογράφο» για κάθε έναν από τους ήχους; Που πιστεύετε ότι οφείλονται οι διαφορές;

……
……
……

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 3

Μελέτη της μεταβολής της έντασης του φωτός συναρτήσει της απόστασης από την πηγή του φωτός.

7.1 ΘΕΩΡΙΑ-ΥΛΙΚΑ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ

7.1.1 Σκοπός

Στο πείραμα αυτό οι μαθητές θα εξοικειωθούν με τον νόμο του αντίστροφου τετραγώνου της απόστασης και θα μελετήσουν την εφαρμογή του για την ένταση του φωτισμού (επιφωτισμός).

7.1.2 Στόχος

Οι μαθητές/τριες

- Να δημιουργήσουν την πειραματική διάταξη
- Να ασκηθούν στην λήψη μετρήσεων
- Να εξοικειωθούν με τα πειράματα οπτικής
- Να εξάγουν πειραματικά τη σχέσης δύο μεταβλητών (ένταση ακτινοβολίας συναρτήσει απόστασης)

Τάξη

Γ΄ Γυμνασίου

7.1.3 Λογισμικό και υλικά-Προαπαιτούμενες γνώσεις

Λογισμικό και υλικά

- Εγκατάσταση του Phyphox
- Χαρτόνι
- Χάρακα
- Πηγή φωτός όπως φακός, κινητό, λάμπα

Προαπαιτούμενες γνώσεις

- Κανόνες για τις πράξεις με τα σημαντικά ψηφία και τη βαθμονόμηση αξόνων.
- Νόμος αντίστροφου τετραγώνου.
- Στερεα γωνία.

7.1.4 Συνοπτικά η θεωρία

Φως: Είναι η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που βρίσκεται στο φάσμα του ορατού.

Σημειακή πηγή: Αποτελεί μια μεμονωμένη εντοπισμένη πηγή ενέργειας. Θεωρούμε ότι έχει αμελητέες διαστάσεις. Στο συγκεκριμένο πείραμα θα

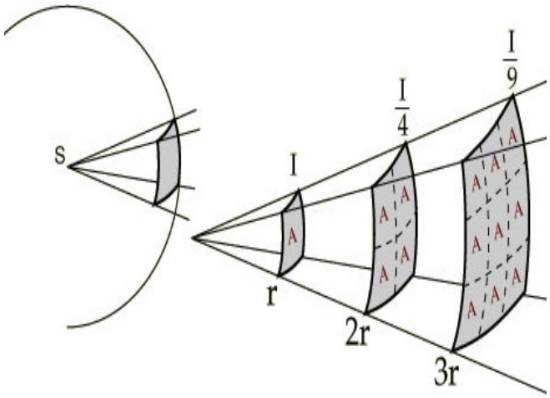
θεωρήσουμε σαν σημειακή πηγή τον φακό.

Στερεά γωνία: Ως στερεά γωνία ορίζουμε το τρισδιάστατο γεωμετρικό ανάλογο της επίπεδης γωνίας.

Ένταση φωτισμού: Αποτελεί το φυσικό μέγεθος μέτρησης το φωτός που προσπίπτει σε μια επιφάνεια. Ορίζεται ως η φωτεινή ροή που προσπίπτει κάθετα σε μια επιφάνεια δια το εμβαδόν της. Μονάδα μέτρησης της έντασης φωτισμού είναι το lux(lm/m²). Στην εικόνα 1 θα δούμε την σχέση αυτή και πώς επιδρά ο νόμος του αντίστροφου τετραγώνου.

Σημαντικά ψηφία, βαθμονόμηση αξόνων.

Νόμος αντιστρόφου τετραγώνου: Η ένταση της επίδρασης μιας σημειακής πηγής S, χωρίς όριο στην εμβέλεια της η οποία επιδρά ισοδύναμα σε όλες τις κατευθύνσεις σε κάθε δεδομένη απόσταση r είναι ίση με το πηλίκο της ισχύος της πηγής S προς την επιφάνεια νοητής σφαίρας ακτίνας r. Στην εικόνα 1, I είναι η ένταση της πηγής S σε απόσταση r, που αντιστοιχεί σε επιφάνεια εμβαδού A. Σε διπλάσια απόσταση 2r το ίδιο ποσό ενέργειας “απλώνεται” σε τετραπλάσια (4A) επιφάνεια , οπότε η ένταση υποτετραπλασιάζεται κ.ο.κ. είναι δηλαδή, αντιστρόφως ανάλογη του τετραγώνου της απόστασης



Εικόνα 7.1: Αναπαράσταση του νόμου του αντιστρόφου τετραγώνου [23]

7.1.5 Μέθοδος

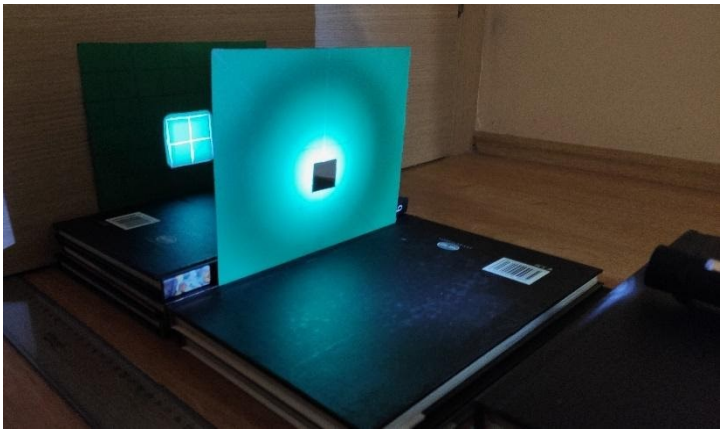
Αρχικά θα πρέπει να εγκαταστήσετε την εφαρμογή (application) Phyphox στα κινητά σας. Η πειραματική μας διάταξη αποτελείτε από 2 χαρτόνια κομμένα σε ορθογώνιο σχήμα, έναν φακό , και το κινητό με εγκατεστημένο το Phyphox ως ανιχνευτή. Αρχικά οι μαθητές θα πρέπει να κόψουν τα χαρτόνια σε ορθογώνιο σχήμα στο μέγεθος περίπου ενός βιβλίο. Στο πρώτο χαρτόνι, στο κέντρο του θα κόψουν μια τετράγωνη οπή με πλευρά 2 cm περίπου. Είναι σημαντικό να ξέρουν το μέγεθος της οπής. Το δεύτερο χαρτόνι με ένα μολύβι θα το χωρίσουν σε τεταρτημόρια, χαράζοντας κατά μήκος και κατά πλάτος. Στην συνέχεια θα διαγραμμίσουν το χαρτόνι χαράζοντας τετραγωνικό πλέγμα, με τετράγωνα στο μέγεθος της οπής. Αφού τα έχουν κάνει είμαστε έτοιμοι να ξεκινήσουμε το πείραμα.

Για να «στήσουν» την πειραματική διάταξη θα πρέπει να βρουν τρόπο να στηρίξουν τα χαρτόνια ώστε να είναι «όρθια» και να τοποθετήσουν τον φακό στο ύψος της οπής. Στις εικόνες χρησιμοποιήσαμε βιβλία και τον τοίχο του δωματίου.

Α) Στο πρώτο πείραμα θα χρειαστούμε τα 2 χαρτόνια και τον φακό. Η διάταξη μας θα αποτελείτε από τον φακό , το πρώτο χαρτόνι με την οπή και το χαρτόνι με το χαραγμένο πλέγμα ευθυγραμμισμένα. Σημαντικό είναι η απόσταση ανάμεσα στον φακό και το χαρτόνι με την οπή να είναι η ίση με την απόσταση ανάμεσα στα 2 χαρτόνια. Στην συνέχεια θα σβήσουν τα φώτα και θα καταγράψουν τι παρατηρούν. Στόχος είναι να παρατηρήσουν πόσα «τετραγωνάκια» φωτίζονται στο τελευταίο χαρτόνι και να απαντήσουν στις ερωτήσεις.

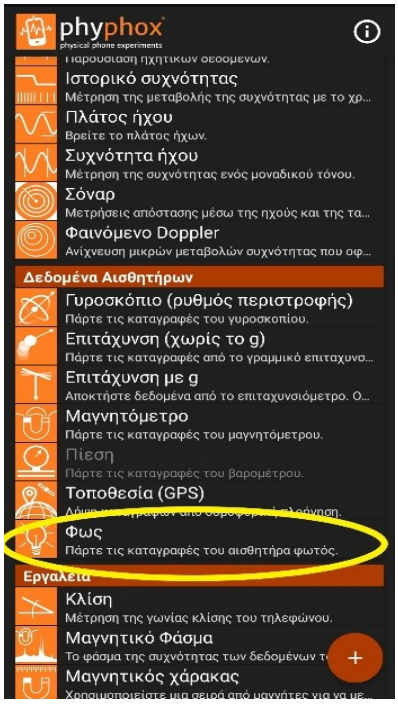
Β) Στο δεύτερο θα χρειαστούμε τον φακό έναν χάρακα και το κινητό. Αρχικά οι μαθητές θα ελέγξουν ποιά κάμερα χρησιμοποιεί η εφαρμογή «Φως» του Phyphox. Αυτό μπορεί να γίνει πολύ εύκολα με τον φακό. Στην συνέχεια θα πρέπει να στερεώσουν φακό και κινητό με τέτοιο τρόπο ώστε να βρίσκονται στην ίδια ευθεία. Προσοχή το κινητό θα πρέπει να μπορεί να μετακινηθεί από την απόσταση των 20cm σε απόσταση 1.4m, η οποία θα μετρηθεί με τον χάρακα, καθώς είναι ζητούμενο της άσκησης. Πατώντας το play (▸) ενώ έχουν ανοιχτό τον φακό θα καταγράψουν την τιμή της φωτεινότητας(lux). Αφού επαναλάβουν την μέτρηση αυτή για τις διάφορες αποστάσεις, και καταγράψουν τις τιμές θα ακολουθήσουν την επεξεργασία του φυλλαδίου.

Παρακάτω δίνονται εικόνες της ενδεικτικής διάταξης του πειράματος.

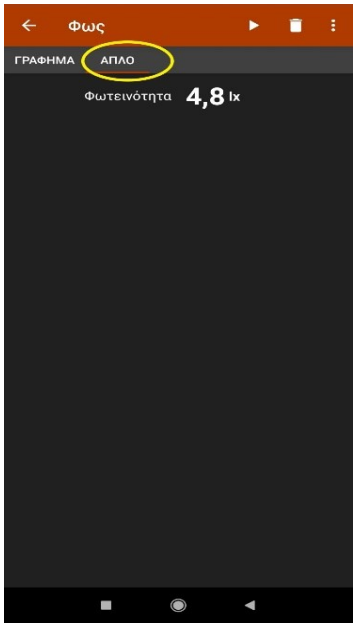


Εικόνα 7.2: Πειραματική διάταξη
πρώτης εφαρμογής

Εικόνα 7.3: Πειραματική διάταξη δεύτερης εφαρμογής



Εικόνα 7.4 Μενού «Phyphox»



Εικόνα 7.5 Εφαρμογή «Φως», παράδειγμα μέτρησης

7.2 ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

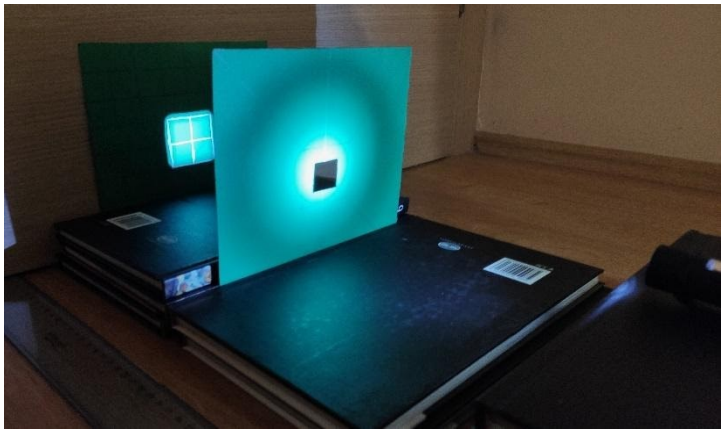
1) Σε ένα σκοτεινό χώρο τοποθετήστε τον φακό στο ύψος της οπής, και σε ίσες αποστάσεις τοποθετήστε πρώτα το χαρτόνι με την οπή και στην συνέχεια το διαγραμμισμένο.

2) Παρατηρήστε πόσα τετραγωνάκια είναι φωτισμένα όταν έχουν τοποθετηθεί σε ίσες αποστάσεις;

……
……
……
……

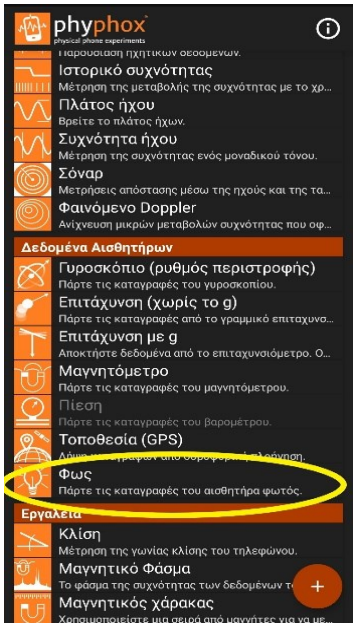
3) Κρατώντας σταθερή την απόσταση φακού-οπής διπλασιάστε την απόσταση οπής-χαρτονιού τι παρατηρείτε;
……
……
……
……

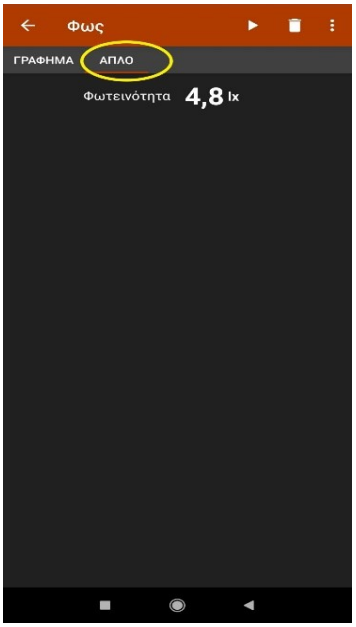
4) Παρακάτω παρατίθεται η διάταξη της εφαρμογής:



Εικόνα 7.2

5) Ανοίξτε την εφαρμογή και περιηγηθείτε στο μενού (Εικόνα 4). Στην καρτέλα «**Δεδομένα Αισθητήρων**» (**Raw Sensors**) επιλέξτε το «**Φως»** (**Light**) . Θα χρησιμοποιήσουμε την καρτέλα «**Απλό**» (**Simple**) για το πείραμά μας (Εικόνα 7.5).





Εικόνα 7.4 Εικόνα 7.5

6) Πατήστε το play (▸) και χρησιμοποιώντας τον φακό ελέγξτε ποια κάμερα του κινητού χρησιμοποιεί το πρόγραμμα. Στην συνέχεια θα πρέπει να στερεώσετε ώστε να είναι ακίνητο και να το ευθυγραμμίσετε με την πηγή φωτός που έχετε, στο συγκεκριμένο παράδειγμα τον φακό.

7) Εφόσον ευθυγραμμίσετε τον φακό με την κάμερα, μετρήστε σε διάφορες αποστάσεις την ένταση του φωτισμού (Εικόνα 6). Σημαντικό να μην μεταβάλλετε η γωνία του φακού ως προς την κάμερα ώστε η στερεά γωνία να εξαρτάται μόνο από την απόσταση. Έτσι ο τύπος για την ένταση του φωτισμού είναι της μορφής $I = k/r^2$. Όπου I η ένταση του φωτισμού σε Lux, k σταθερά που εξαρτάται από την πηγή και r η απόσταση.

<u>Πίνακας 1</u>

Απόσταση (m)	**Ένταση φωτός (Lux)**
0,2	
0,4	
0,6	
0,8	
1	
1,2	
1,4	

Εικόνα 7.3

8) Τι παρατηρείτε

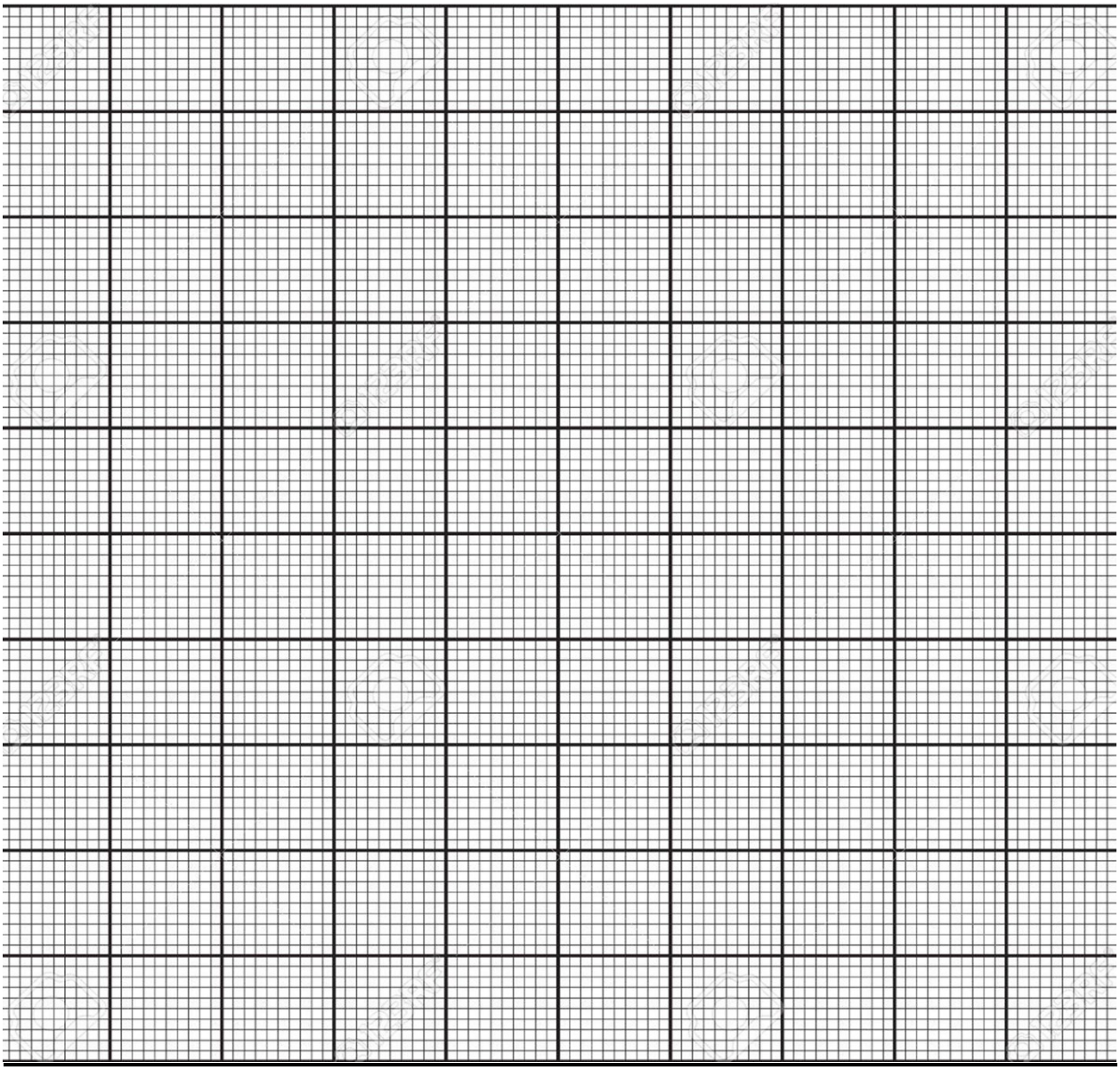
……
……
……
……
……

9) Χρησιμοποιώντας τις τιμές του πίνακα 1, κάνετε το διάγραμμα της έντασης του φωτισμού ως προς την απόσταση. Τι παρατηρείτε;

10) Γιατί είναι σημαντικό κατά τις μετρήσεις να κρατάμε ευθυγραμμισμένη την διάταξη και να μεταβάλλουμε μόνο την απόσταση;

11) Αν κάνατε το διάγραμμα Έντασης φωτισμού/Απόστασης^2 τι μορφή θα περιμένατε να δείτε και γιατί;

……
……
……
……
……



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 4

Φαινόμενο Doppler και απλό εκκρεμές.

8.1 ΘΕΩΡΙΑ-ΥΛΙΚΑ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ

8.1.1 Σκοπός

Στο πείραμα αυτό θα μελετηθεί το απλό εκκρεμές, θα υπολογιστεί πειραματικά η περίοδος και η γωνιακή ταχύτητα με την χρήση του φαινομένου Doppler.

8.1.2 Στόχος

Οι μαθητές/τριες:

- Να δημιουργήσουν με απλά υλικά την πειραματική διάταξη.
- Να ασκηθούν στην λήψη, ανάλυση και επεξεργασία των μετρήσεων.
- Να εφαρμόσουν τους κανόνες στις πράξεις με τα σημαντικά ψηφία.
- Να κατανοήσουν το φαινόμενο Doppler και τις εφαρμογές του.
- Να υπολογίσουν την συχνότητα μέσα από το φαινόμενο Doppler

Τάξη

Γ΄ Λυκείου

8.1.3 Λογισμικό-Υλικά-Προαπαιτούμενες γνώσεις

Λογισμικό-Υλικά

- Εγκατάσταση του προγράμματος Phyphox στο smartphone.
- 2 smartphone.
- Χάρακας
- Σπάγκος, Πετονιά, Κορδόνια κλπ.

Προαπαιτούμενος γνώσεις

- Κανόνες για τις πράξεις με τα σημαντικά ψηφία και την βαθμονόμηση αξόνων.
- Ταλαντώσεις.
- Απλό εκκρεμές.
- Φαινόμενο Doppler.

8.1.4 Συνοπτικά η θεωρία

Φαινόμενο Doppler:

Η πηγή (S) εκπέμπει ηχητικά κύματα συχνότητας f_Sκαι παραμένει ακίνητη καθώς τα ηχητικά κύματα ταξιδεύουν στο μέσο διάδοσης. Τα κύματα ταξιδεύουν γύρω από την πηγή σφαιρικά. Εάν ο παρατηρητής Α κάθεται ακίνητος, θα αντιληφθεί τη συχνότητα f_A ίση με τη συχνότητα που παράγεται από την πηγή.

$$f_A = f_S$$

Στην περίπτωση της μη σταθερής ταχύτητας, η σχέση που περιγράφει τη μετατόπιση Doppler είναι διαφορετική από αυτή της σταθερής ταχύτητας

καθώς η συχνότητα εξαρτάται από τον χρόνο. Για τον υπολογισμό λοιπόν χρησιμοποιούμε την στιγμιαία ταχύτητα. Έστω μια πηγή ηχητικών κυμάτων συχνότητας *f* που επιταχύνεται με σταθερή επιτάχυνση α και ένας ακίνητος παρατηρητής που μετρά τη συχνότητα των ηχητικών κυμάτων που εκπέμπει η πηγή. Η στιγμιαία συχνότητα *f΄* που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής εξαρτάται από τη στιγμιαία ταχύτητα της πηγής υ_s και δίνεται από τη σχέση

$$f' = \frac{u_{\eta\chi ou}}{u_{\eta\chi ou} \pm \upsilon_s} f \quad (1)$$

Αρμονική Ταλάντωση είναι η περιοδική κίνηση η οποία εκτελείται γύρω από μια θέση. Τα χαρακτηριστικά μεγέθη για αυτής της κίνησης είναι η απομάκρυνση x από την θέση ισορροπίας, το πλάτος της ταλάντωσης A, η αρχική φάση φ της ταλάντωσης, η κυκλική συχνότητα ω, η περίοδος T και η συχνότητα f της ταλάντωσης. Στην απλή αρμονική ταλάντωση η δύναμη επαναφοράς είναι ανάλογη της απομάκρυνσης από τη θέση ισορροπίας. Η απομάκρυνση στην περίπτωση του απλού εκκρεμούς είναι $x = L \times \theta$ όπου L το μήκος του νήματος και *x* το τόξο που διαγράφει η σημειακή μάζα. Οπότε για να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση θα πρέπει η δύναμη επαναφοράς να είναι ανάλογη της γωνίας θ.

Το απλό εκκρεμές είναι μια εξιδανικευμένη διάταξη η οποία αποτελείται από αβαρές μη εκτατό νήμα και μία σημειακή μάζα κρεμασμένη από αυτό. Η σημειακή μάζα είναι ακίνητη στη θέση ισορροπίας. Αν τη μετακινήσουμε και την αφήσουμε ελεύθερη θα ταλαντώνεται γύρω από τη θέση ισορροπίας. Η ταλάντωση θα είναι αρμονική υπό ορισμένες συνθήκες. Η γωνιακή συχνότητα του απλού εκκρεμούς βρίσκεται από τον τύπο

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}} \quad (2)$$

Η συχνότητα και η περίοδος δίνονται αντίστοιχα από τις σχέσεις

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{L}} \ (3), \ \ T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \ (4)$$

8.1.5 Μέθοδος

Αρχικά μέσα από την εφαρμογή Tone Generator θα επιλεχθεί η συχνότητα του ήχου που θα χρησιμοποιήσουμε. Συνιστάται να είναι γύρω στα 1000Hz.

Στην συνέχεια τα παιδιά θα τυλίξουν γύρω από το κινητό ένα κορδόνι όπως στην φωτογραφία. Στην συνέχει με το κορδόνι θα δέσουν το κινητό από ένα ψηλό σημείο (στο παράδειγμα το κρεμάσαμε από κρεμάστρα στα 50cm) και θα μετρήσουν το μήκος του κορδονιού που κρέμεται.

Ακολούθως και με την χρήση μοιρογνωμονίου τα παιδιά θα εκτρέψουν το κινητό από την θέση ισορροπίας του. Οι μοίρες που επιλέξαμε εμείς ήταν 9º όπου και είχαμε ικανοποιητικά αποτελέσματα. Να σημειωθεί ότι είναι σημαντικό να είναι μικρή η εκτροπή ώστε να εκτελεί απλή αρμονική

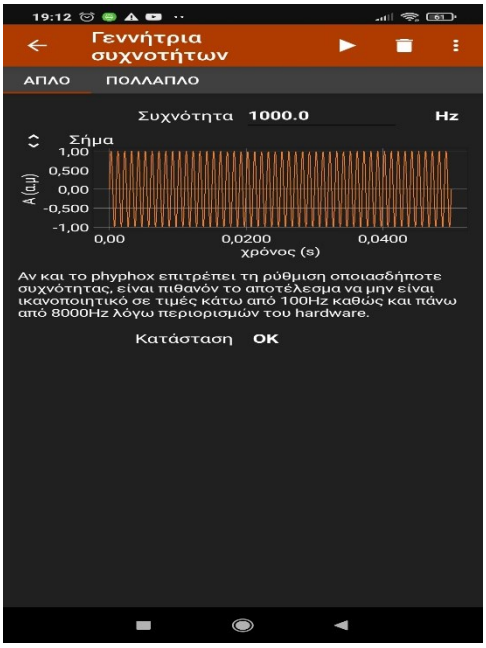
ταλάντωση.

Με την χρήση δεύτερης συσκευής η οποία θα καταγράφει την συχνότητα ως προς τον χρόνο θα καταγραφθούν οι μεταβολές στην συχνότητα λόγω του φαινομένου Doppler.

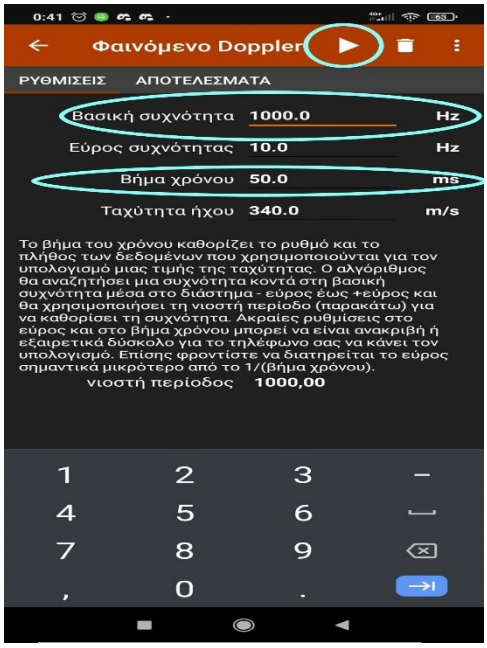
Αφού σταματήσουν το πείραμα, θα επιλέξουν την καρτέλα «Αποτελέσματα» εκεί θα δουν 2 διαγράμματα. Για τις ανάγκες του πειράματος θα χρειαστεί το πρώτο που είναι το Συχνότητα-Χρόνος (f-t). Επιλέγοντας το πρώτο διάγραμμα, θα παρατηρήσουν ότι τα δεδομένα είναι αρκετά πυκνά, οπότε και θα χρειαστεί να κάνουν «ζουμ». Σκοπός είναι να βρουν ένα διάστημα όπου το εκκρεμές έκανε απλή αρμονική, πράγμα που θα καταλάβουν από την περιοδική μορφή του διαγράμματος. Στην συνέχεια και επιλέγοντας το κουμπί «Επιλογή Δεδομένων» «Pick Data» θα επιλέγουν το σημείο που θεωρούν ότι ξεκινάει η αρμονική ταλάντωση ώστε να το αναγνωρίσουν στα δεδομένα.

A) Αρχικά θα εξάγουν τα δεδομένα στο excel, και στην συνέχεια θα επιλέξουν τα εύρος των σημείων τα οποία και βρήκαν παραπάνω. Με τα σημεία αυτά θα σχεδιάσουν το διάγραμμα f-t και θα υπολογίσουν πειραματικά την περίοδο και την γωνιακή ταχύτητα του εκκρεμούς.
B) Στην συνέχεια τα παιδιά θα υπολογίσουν χρησιμοποιώντας τους κατάλληλους τύπους την περίοδο και την συχνότητα του απλού εκκρεμούς που έφτιαξαν, και θα τα συγκρίνουν με τα πειραματικά δεδομένα.
C) Παρακάτω δίνονται εικόνες της διάταξης αλλά και των εφαρμογών.

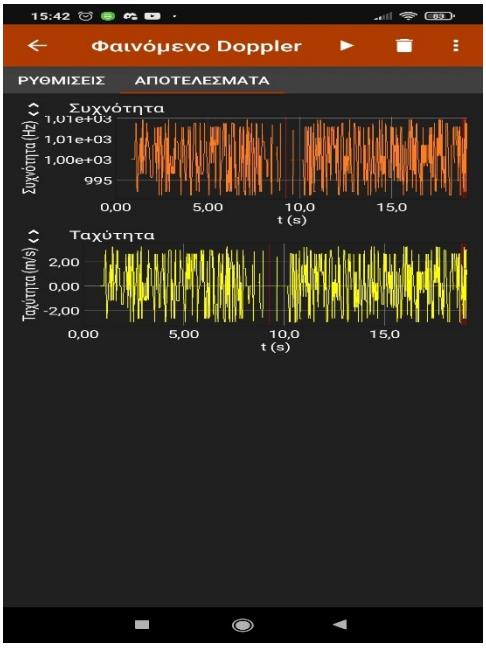
Εικόνα 8.1: Παράδειγμα διάταξης



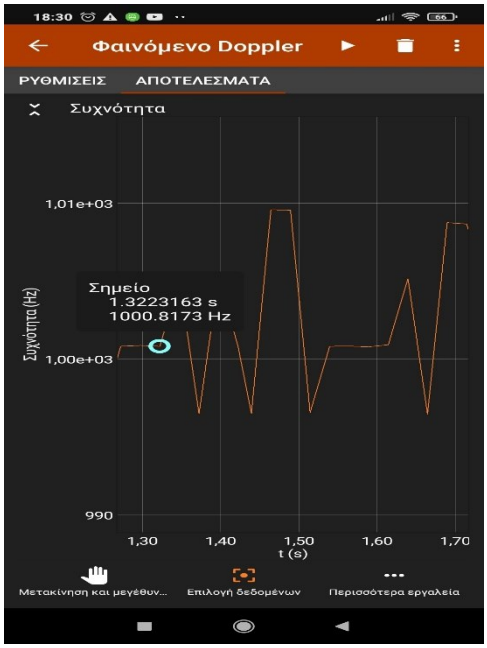
Εικόνα 8.2: Γεννήτρια συχνοτήτων Phyphox



Εικόνα 8.3: Παραμετροποίηση εφαρμογής



Εικόνα 8.4: Παράδειγμα μέτρησης



Εικόνα 8.5: Παράδειγμα επιλογής δεδομένων

Η άσκηση στηρίχθηκε στην μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία «Πειράματα φαινομένου Doppler με την χρήση smartphone» της Τσάλτσα Αφροδίτης για το τμήμα Φυσικής του πανεπιστημίου Ιωαννίνων, 2017.

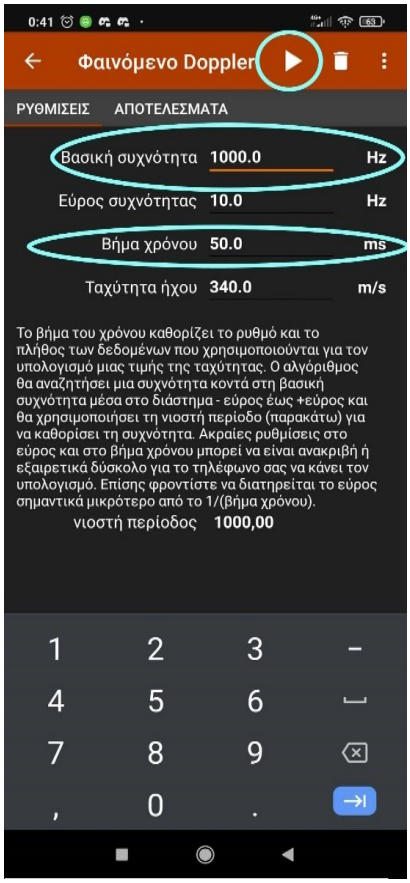
8.2 ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Αρχικά θα πρέπει να έχετε εγκαταστήσει το πρόγραμμα (application) Phyphox

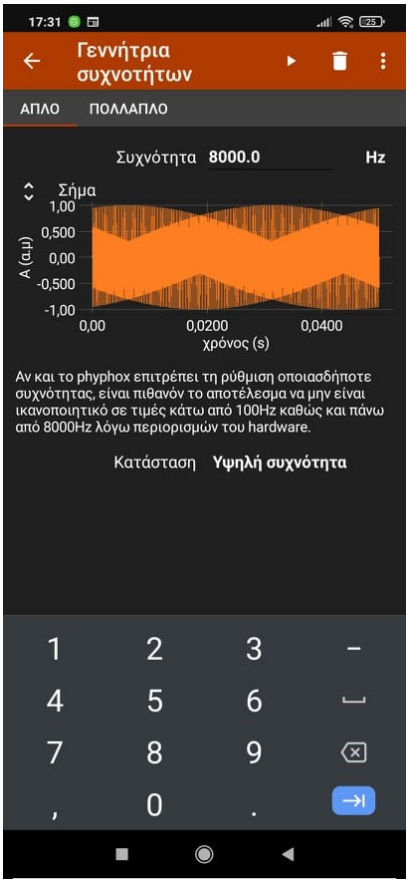
1) Ανοίξτε την εφαρμογή Phyphox, και επιλέξτε την πρώτη επιλογή «Γεννήτρια Συχνοτήτων» (Εικόνα 8.3). Εισάγετε στην καρτέλα «Απλό» την συχνότητα που θα κάνετε το πείραμα. Επιλέξτε συχνότητα έως 1000Hz καθώς παρατηρήθηκε ότι μέχρι αυτή την συχνότητα είχαμε ικανοποιητικά δεδομένα.

2) Έχοντας δέσει το κινητό από το σημείο όπου θα εκτελέσει την ταλάντωσή του είστε έτοιμοι να ξεκινήσετε το πείραμα. Βρείτε την γωνία εκτροπής με ένα μοιρογνωμόνιο. Στο παράδειγμα επιλέχθηκαν οι 9º.

3) Τέλος με την χρήση του δεύτερου κινητού θα καταγράψετε τα δεδομένα. Ανοίξτε την εφαρμογή Phyphox και επιλέξτε την καρτέλα φαινόμενο Doppler. Αλλάξτε την βασική συχνότητα στην συχνότητα που έχετε επιλέξει. Σαν εύρος συχνότητας επιλέξτε τα 10 Hz και βήμα χρόνου τα 25ms (Εικόνα 8.2).



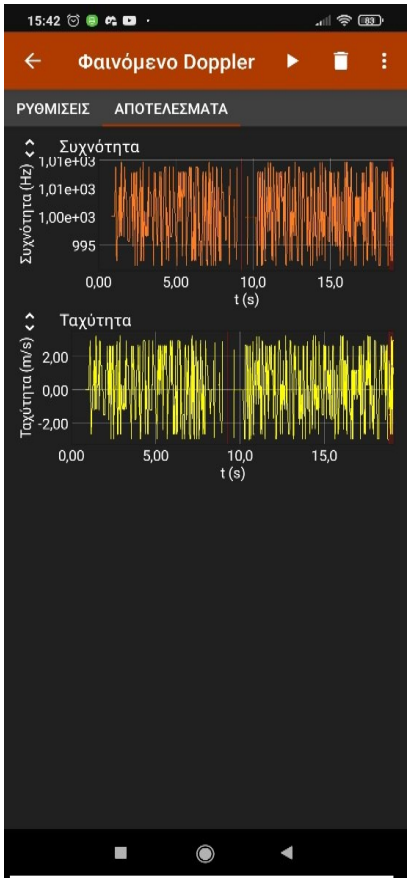
Εικόνα 8.2



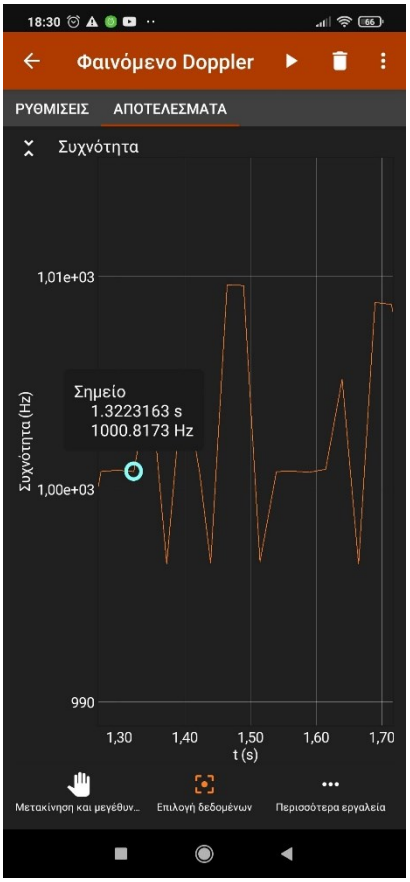
Εικόνα 8.3

4) Αφού επιλέξετε την καρτέλα αποτελέσματα, θα σας βγάλει το διάγραμμα συχνότητας-χρόνου. Πατήστε πάνω του και «ζουμάρετε» ώστε να φανεί η μορφή. Στην συνέχεια επιλέξτε ένα αρχικό και ένα τελικό σημείο για τις μετρήσεις που θα επιλέξετε. Σημειώστε το και εξάγετε τις μετρήσεις σας σε excel.

.....
.....
.....
.....



Εικόνα 8.4



Εικόνα 8.5

5) Υπολογίστε την αρχική γωνία εκτροπής σε ακτίνια.
Δίνεται ο τύπος: $1° = 1 * \frac{\pi}{180} rad$.

……
……
……
……

6) Στην συνέχεια υπολογίστε το μήκος τόξου από τον τύπο
$A = L * \theta$ (rad).

……
……
……
……..

7) Αφού εξάγετε τα δεδομένα σε ένα αρχείο excel και συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα με τις τιμές που θα επιλέξατε της συχνότητας και του χρόνου κατά την διάρκεια της αρμονικής ταλάντωσης του εκκρεμούς.

f′ (Hz)	t(s)

8) Κάνετε στο excel την γραφική παράσταση f'(t).

9) Υπολογίστε την περίοδο του εκκρεμούς γραφικά από το διάγραμμα, και στην συνέχεια από τον τύπο $\omega = \frac{2\pi}{T}$ υπολογίστε τη γωνιακή ταχύτητα.

10) Επαληθεύστε την μέτρησή σας μέσα από το τύπο για το φαινόμενο Doppler $f' = \frac{u_{\eta\chi ov}}{u_{\eta\chi ov} \pm A\omega \sin(\omega t)} f$, χρησιμοποιώντας την αρχική συχνότητα, το πλάτος της ταλάντωσης , και την γωνιακή ταχύτητα. Έχε διαφορά η τιμή; Αν ναι τι πιστεύεται ότι φταίει;

……
……
……
……

11) Υπολογίστε τις θεωρητικές τιμές από τους τύπους για την γωνιακή συχνότητα $\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$ και την περίοδο $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ του εκκρεμούς. Θεωρήστε την επιτάχυνση της βαρύτητας ως 9,8 $m/_{s^2}$.

……
……
……
……

12) Συγκρίνετε τα αποτελέσματα του ερωτήματος 11 με τα αποτελέσματα του ερωτήματος 9. Υπολογίστε ποσοστιαία την διαφορά με τα θεωρητικά δεδομένα και σχολιάστε.

……
……
……
……

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 5

Υπολογισμός της επιτάχυνσης της βαρύτητας με την χρήση του φαινομένου Doppler.

9.1 ΘΕΩΡΙΑ-ΥΛΙΚΑ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ

9.1.1 Σκοπός

Στο πείραμα αυτό θα υπολογισθεί η επιτάχυνση της βαρύτητας με την βοήθεια του φαινομένου Doppler.

9.1.2 Στόχοι

Οι μαθητές/τριες:

- Να δημιουργήσουν με απλά υλικά την πειραματική διάταξη.
- Να ασκηθούν στην λήψη, ανάλυση και επεξεργασία των μετρήσεων.
- Να εφαρμόσουν τους κανόνες στις πράξεις με τα σημαντικά ψηφία.
- Να κατανοήσουν το φαινόμενο Doppler και τις εφαρμογές του.
- Να υπολογίσουν την επιτάχυνση της βαρύτητας μέσα από το φαινόμενο Doppler

Τάξη

Γ΄ Λυκείου

9.1.3 Λογισμικό-Υλικά-Προαπαιτούμενες γνώσεις

Λογισμικό-υλικά

- Εγκατάσταση του προγράμματος Phyphox στο smartphone.
- 2 συσκευές είτε smartphone είτε tablet.
- Χάρακας
- Σπάγκος, Πετονιά, Κορδόνια κλπ.

Προαπαιτούμενος γνώσεις

- Κανόνες για τις πράξεις με τα σημαντικά ψηφία και την βαθμονόμηση αξόνων.
- Ελεύθερη πτώση.
- Φαινόμενο Doppler.

9.1.4 Συνοπτικά η θεωρία

Φαινόμενο Doppler:

Έστω πηγή (S) εκπέμπει ηχητικά κύματα συχνότητας f_S και είναι ακίνητη ως
προς το μέσο διάδοσης. Τα κύματα διαδίδονται σφαιρικά γύρω από την πηγή. Αν ένας παρατηρητής Α κάθεται ακίνητος θα αντιλαμβάνεται συχνότητα f_A ίση με την συχνότητα που παράγεται από την πηγή. Δηλαδή

$$f_A = f_S \quad (5.1)$$

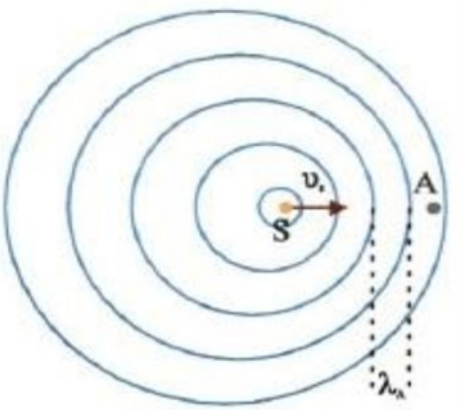
Τώρα αν η πηγή πλησιάζει τον παρατηρητή με ταχύτητα u_s, (Εικόνα 1) το μήκος κύματος λ_A που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής είναι μικρότερο από

αυτό που εκπέμπει η πηγή αφού η πηγή ακολουθεί τα κύματα και έτσι αυτά πλησιάζουν μεταξύ τους. Συνεπώς η συχνότητα που λαμβάνει ο παρατηρητής είναι

$$\mathrm{f}_A = \left(\frac{\mathrm{u}_{\text{ηχου}}}{\mathrm{u}_{\text{ηχου}} - u_s}\right) * f_S \ (5.2)$$

Και αντίστοιχα αν απομακρύνεται η πηγή ο τύπος της συχνότητας γίνεται:

$$\mathrm{f}_A = (\frac{\mathrm{u}_{\text{ηχου}}}{\mathrm{u}_{\text{ηχου}} + u_s}) * f_S \ (5.3)$$



Εικόνα 1: Φαινόμενο Doppler [22]

Στην περίπτωση που ο παρατηρητής κινείται με σταθερά επιταχυνόμενη ταχύτητα προς τον ακίνητο παρατηρητή τότε οι εξισώσεις μας διαφοροποιούνται από τις παραπάνω. Αυτό συμβαίνει καθώς η συχνότητα πλέον εξαρτάται από τον χρόνο οπότε και εξετάζουμε την στιγμιαία ταχύτητα. Η στιγμιαία συχνότητα που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής για ταχύτητα $u_s = at$ δίνεται από τον τύπο:

$$f' = \frac{u_{\text{ήχου}}}{u_{\text{ήχου}} \pm at} f \ \ (5.4)$$

Ελεύθερη πτώση:

Είναι η ευθύγραμμα ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση ενός σώματος κατά την οποία η μόνη δύναμη που ασκείται σε ένα σώμα είναι το βάρος του, το οποίο και θεωρείται σταθερό, όταν αυτό αφήνεται από κάποιο ύψος h.

9.1.5 Μέθοδος

Η διάταξη αυτού του πειράματος είναι σχετικά απλή, χρειάζεται όμως προσοχή από τους μαθητές ώστε να μην σπάσει κάποια συσκευή. Αρχικά θα πρέπει να έχουν 2 συσκευές που να έχουν εγκατεστημένο το Phyphox.

Την πρώτη συσκευή θα την δέσουν από ένα ύψος κοντά στο 1 μέτρο,

χρησιμοποιώντας ένα σπάγκο. Στην συνέχεια θα ανοίξουν το Phyphox και θα επιλέξουν την εφαρμογή του «Γεννήτρια Συχνοτήτων». Στην συνέχεια θα επιλέξουν μια συχνότητα και θα την αναπαράγουν. Η συσκευή αυτή θα αποτελέσει την πηγή.

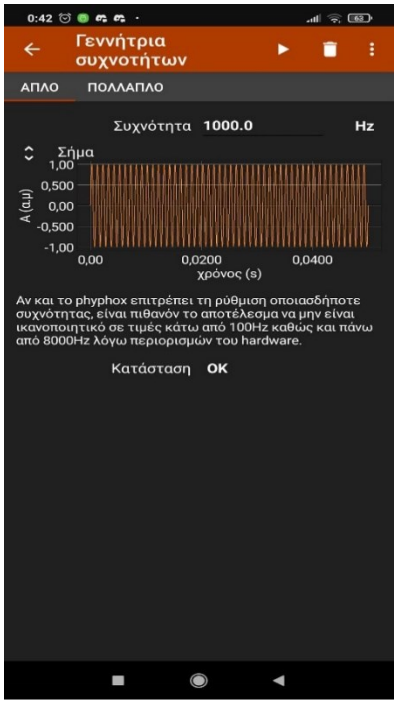
Την δεύτερη συσκευή θα την αφήσουν στο δάπεδο ακριβώς κάτω από την πρώτη. Θα ανοίξουν στο Phyphox την εφαρμογή, «Φαινόμενο Doppler». Θα επιλέξουν την συχνότητα που έβαλαν στο πρώτο κινητό και θα αφήσουν τα υπόλοιπα ως έχουν. Στην συνέχεια θα πατήσουν το play (▸) και εκτελέσουν το πείραμα. Η εκτέλεση του πειράματος είναι απλή επιλέξτε το ύψος από το οποίο θα αφήσετε το κινητό να κάνει ελεύθερη πτώση. Προσοχή το κινητό θα κάνει ελεύθερη πτώση από το σημείο που θα το αφήσουμε έως το μήκος του σπάγκου.

Α) Με την εκτέλεση του πειράματος οι μαθητές καλούνται να μετρήσουν πειραματικά την μεταβολή της συχνότητας συναρτήσει του χρόνου για σταθερά επιταχυνόμενη πηγή. Στην συνέχεια θα υπολογίσουν την επιτάχυνση της βαρύτητας, χρησιμοποιώντας τις εξισώσεις του φαινομένου Doppler.

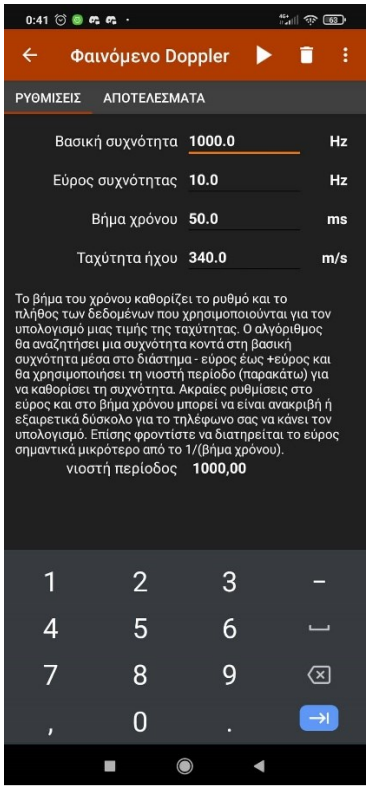
Β) Στην συνέχεια θα χαράξουν το διάγραμμα f'-t είτε στο χέρι είτε με την βοήθεια του προγράμματος excel, και θα σχολιάσουν την μορφή του. Τέλος θα υπολογίσουν με την βοήθεια των εξισώσεων της ελεύθερης πτώσης το g και θα συγκρίνουν το αποτέλεσμα και των δύο μεθόδων σε σχέση με την θεωρητική τιμή.

Δίνεται παρακάτω ένα παράδειγμα πειραματικής διάταξης και η οθόνη της εφαρμογής που θα χρησιμοποιήσουν οι μαθητές.

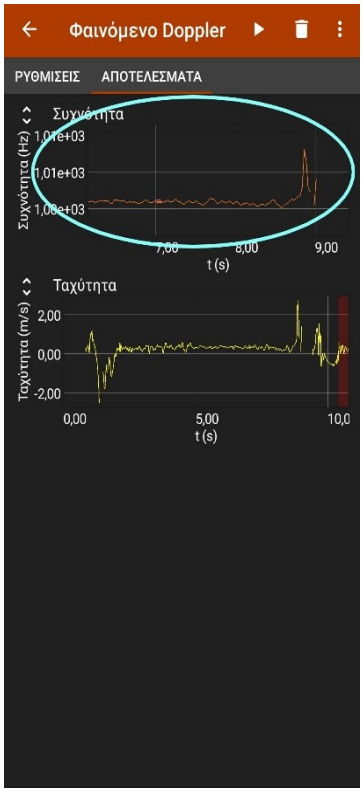
Εικόνα 9.1 Παράδειγμα πειραματικής διάταξης



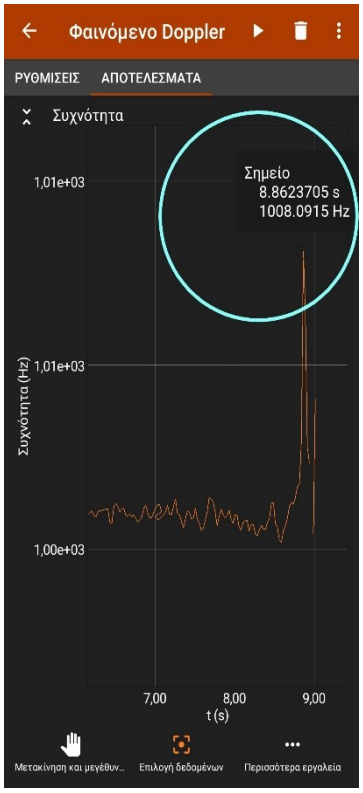
Εικόνα 9.2 Εφαρμογή «Γεννήτρια συχνοτήτων»



Εικόνα 9.3 Παραμετροποίηση εφαρμογής «Doppler»



Εικόνα 9.4 Παράδειγμα μέτρησης



Εικόνα 9.5 Εργαλείο «Επιλογή δεδομένων» σε μέτρηση

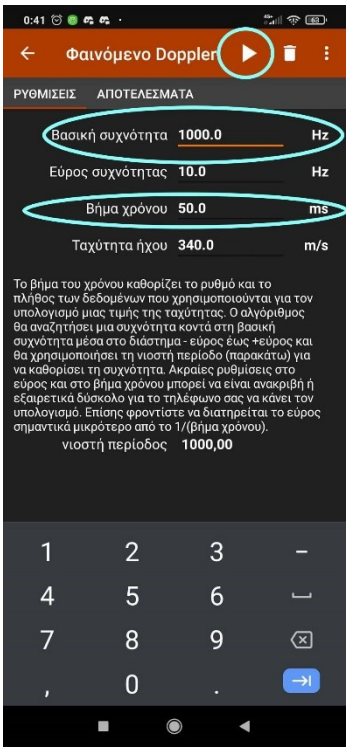
Η άσκηση στηρίχθηκε στην μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία «Πειράματα φαινομένου Doppler με την χρήση smartphone» της Τσάλτσα Αφροδίτης για το τμήμα Φυσικής του πανεπιστημίου Ιωαννίνων, 2017.

9.2 ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1) Αρχικά θα πρέπει να εγκαταστήσετε το phyphox τόσο στο smartphone όσο και στο tablet (είτε όποια άλλη συσκευή έχετε).

2) Θα ανοίξετε στο smartphone την εφαρμογή Phyphox και θα πάτε στην καρτέλα «Ακουστική» και θα επιλέξετε την εφαρμογή «Γεννήτρια συχνοτήτων». Στην συνέχεια θα επιλέξετε μια συχνότητα, προτείνεται στα 8000Hz.

3) Αντίστοιχα με το βήμα 2 θα ανοίξετε την εφαρμογή στο tablet. Κάτω από την καρτέλα «Ακουστική» θα βρείτε την εφαρμογή «Φαινόμενο Doppler». Ανοίγοντας την, θα βρεθείτε στο μενού που θα δείτε στην εικόνα παρακάτω. Εκεί θα βάλετε την συχνότητα που έχετε επιλέξει στο βήμα 2. Αφήστε τα υπόλοιπα ως έχουν. Στην συνέχεια πατήστε το play ώστε να ξεκινήσει να καταγράφει.

4) 

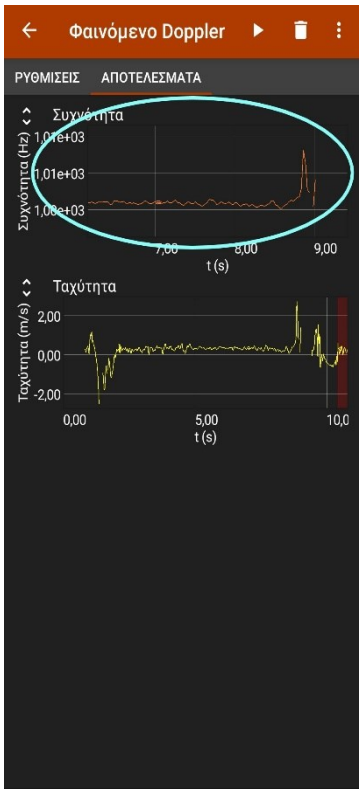
Εικόνα 9.3

5) Αφού έχετε βάλει το τάμπλετ να καταγράφει, αφήστε από ένα ύψος που θα έχετε μετρήσει το smartphone.

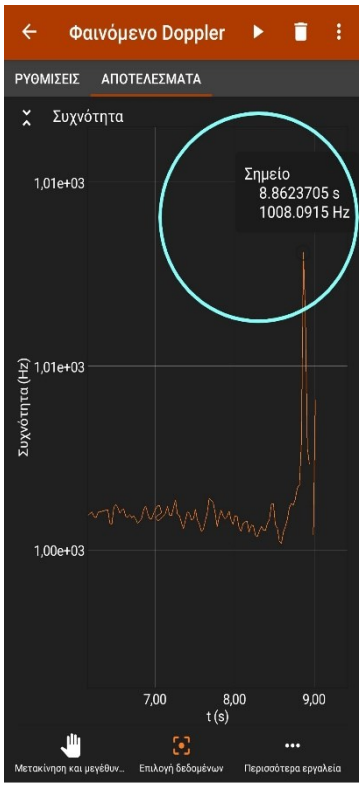
6) Σταματήστε την καταγραφή και με την επιλογή «Pick data»επιλέξτε το σημείο που ξεκινάει η ελεύθερη πτώση. Ο χρόνος που γράφει είναι το t_0, σημειώστε τον.

$$t_0 =$$

7) Στην συνέχεια χρησιμοποιώντας πάλι το εργαλείο «Pick data» βρείτε το χρόνο και την μέγιστη συχνότητα του διαγράμματος, όπως θα δείτε στην εικόνα παρακάτω,



Εικόνα 9.4



Εικόνα 9.5

8) Από το διάγραμμα ποια πιστεύεται είναι η στιγμή που το κινητό έφτασε την μέγιστη ταχύτητα, και γιατί;

……
……
……
……
……...

9) Γνωρίζουμε ότι η στιγμιαία συχνότητα που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής, υπολογίζεται από τον τύπο $f' = \frac{u_{ήχου}}{u_{ήχου} \pm at} f$ ποιο πρόσημο πιστεύεται ότι θα χρησιμοποιήσουμε και γιατί;

……
……
……
……
……

10) Θεωρώντας την τυπική θερμοκρασία δωματίου υπολογίστε την ταχύτητα του ήχου από τον τύπο $v = (331.3 + 0.606 \cdot \theta)\mathrm{m/s}$.

……
……
……

11) Από τα δεδομένα που έχετε στο excel βρείτε το t_0. Στην συνέχεια και μέχρι την μέγιστη συχνότητα επιλέξτε 5 σημεία ώστε να τα χρησιμοποιήσετε για να φτιάξετε το διάγραμμα f'=g(t).

Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα με τα σημεία που επιλέξατε.

Συχνότητα f'(Hz)	Χρόνος t=t-t0 (s)

12) Από τα σημεία αυτά κάντε το διάγραμμα f'-t όπως επιθυμείτε (είτε στο χέρι είτε με το excel). Γιατί πιστεύεται ότι έχει αυτή την μορφή το διάγραμμα;

……
……
……
……

13) Από τον τύπο και τα σημεία που έχετε υπολογίστε την επιτάχυνση της βαρύτητας. Και υπολογίστε την απόκλιση από την θεωρητική τιμή.

……
……
……
……...

14) Από την μέτρηση του ύψους και τον χρόνο πτώσης υπολογίστε την επιτάχυνση της ταχύτητας , χρησιμοποιώντας τον τύπο της ελεύθερης πτώσης. Ποιος τρόπος πιστεύεται είναι πιο ακριβής; Σχολιάστε:

……
……
……
……..

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 6

Μέτρηση της μέσης ταχύτητας

10.1 ΘΕΩΡΙΑ-ΥΛΙΚΑ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ

10.1.1 Σκοπός

Στο πείραμα αυτό οι μαθητές θα υπολογίσουν την μέση ταχύτητα μιας μπάλας που θα κλωτσήσουν.

10.1.2 Στόχος

Οι μαθητές/τριες:

- Να δημιουργήσουν οι μαθητές την πειραματική διάταξη.
- Να ασκηθούν στην λήψη, ανάλυση και επεξεργασία των μετρήσεων.
- Να εφαρμόσουν τους κανόνες στις πράξεις με τα σημαντικά ψηφία.
- Να υπολογίσουν την μέση ταχύτητα.

Τάξη

Β' Γυμνασίου.

10.1.3 Λογισμικό-Υλικά-Προαπαιτούμενες γνώσεις

Λογισμικό-υλικά

- Εγκατάσταση του προγράμματος Phyphox στο smartphone.
- 1 συσκευή είτε smartphone είτε tablet.
- Μπάλα.

Προαπαιτούμενος γνώσεις

- Κανόνες για τις πράξεις με τα σημαντικά ψηφία και την βαθμονόμηση αξόνων.
- Μέση Ταχύτητα.

10.1.4 Συνοπτικά η θεωρία

Μέση Ταχύτητα

Μέση ταχύτητα *u* ενός κινούμενου σώματος ορίζεται (στο γυμνάσιο) ως η απόσταση *d* που διάνυσε το σώμα αυτό προς τον αντίστοιχο χρόνο *t*.

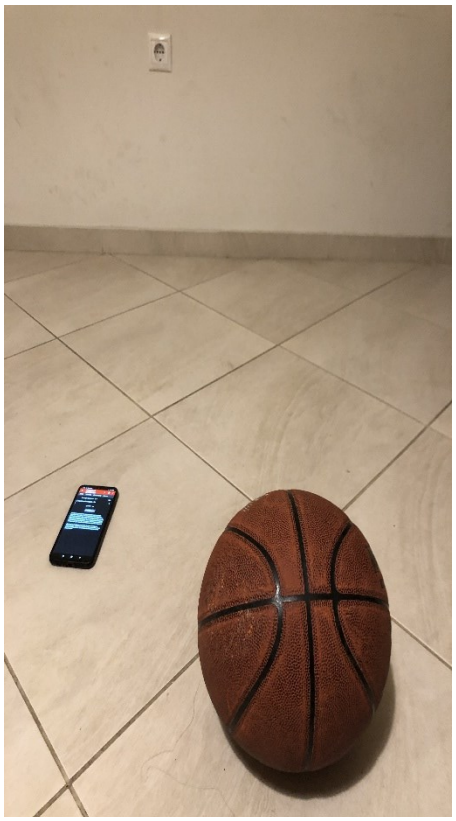
$$u = \frac{d}{t}$$

Μονάδα μέτρησής της στο SI είναι τα $^{m}/_{s}$.

10.1.5 Μέθοδος

Το πείραμα είναι απλό όπως και η εκτέλεση του. Απευθύνεται βέβαια σε μαθητές Γυμνασίου, έτσι λοιπόν θεωρείται ιδανικό ώστε να αποκτήσουν οι μαθητές εμπειρία με την πειραματική διαδικασία καθώς και την επεξεργασία των μετρήσεων. Το μόνο που χρειάζονται είναι μια μπάλα (ποδοσφαίρου, μπάσκετ κ.ο.κ.). Οι μαθητές θα πρέπει να έχουν εγκαταστήσει το Phyphox στο κινητό τους. Στην συνέχεια θα ανοίξουν την εφαρμογή «Ακουστικό χρονόμετρο». Στην συνέχεια θα επιλέξουν το

κατώφλι, ώστε το χρονόμετρο να μην ξεκινάει από το ήχο του υποβάθρου. Το μόνο που μένει είναι να κλωτσήσουν την μπάλα από μια απόσταση 1-2 μέτρα σε μια επιφάνεια όπου θα αναπηδήσει για παράδειγμα έναν τοίχο.
Α) Το πρώτο μέρος του φύλλου εργασίας είναι θεωρητικό, και εξετάζει τις γνώσεις των μαθητών πάνω στον ορισμό της ταχύτητας.
Β) Οι μαθητές θα πατήσουν το play (▸) στην εφαρμογή αφού ελέγξουν ότι δεν ξεκινάει το χρονόμετρο από τον θόρυβο του υποβάθρου. Στην συνέχεια θα κλωτσήσουν την μπάλα στον τοίχο όπως τους υποδεικνύει το φύλλο εργασίας. Το χρονόμετρο θα καταγράψει τον χρόνο ανάμεσα στην κλωτσιά και την αναπήδηση στον τοίχο. Στην συνέχεια καλούνται να υπολογίσουν πειραματικά την μέση ταχύτητα
Παρακάτω δίνονται οι εικόνες, μιας ενδεχόμενης πειραματικής διάταξης καθώς και της εφαρμογής.



Εικόνα 10.1 Παράδειγμα πειραματικής διάταξης

Εικόνα 10.2 Παράδειγμα μέτρησης με το «Ακουστικό χρονομετρο»

Το φύλλο εργασίας στηρίχθηκε στην δημοσίευση «Μία εκπαιδευτική πρόταση για πειραματισμό των μαθητών κατά την εξ αποστάσεως εκπαίδευση» που παρουσιάστηκε στα πλαίσια του 12ου Πανελλήνιου και Διεθνούς Συνεδρίου «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση». [19]

10.2 ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ας θυμηθούμε… την (μέση) ταχύτητα

1) Η Νατάσα και η Χριστίνα περπάτησαν διαδοχικά την ίδια απόσταση στο προαύλιο και οι συμμαθητές τους τις χρονομέτρησαν. Η Νατάσα κινήθηκε για 13 s και η Χριστίνα για 11 s. Ποια κινήθηκε ταχύτερα και γιατί;

   ……
   ……
   ……
   ……
   ……
   ……..

2) Ο Δημήτρης και ο Κώστας έτρεξαν στον στίβο ενός γηπέδου ο ένας μετά τον άλλο για ένα λεπτό ο καθένας. Ο Δημήτρης κάλυψε απόσταση 350 m και ο Κώστας 370 m. Ποιος ήταν ταχύτερος και γιατί;

   ……
   ……
   ……
   ……
   ……
   ……..

3) Ένα αυτοκίνητο κινήθηκε στην εθνική οδό για 2 ώρες και κάλυψε απόσταση 150 χιλιομέτρων. Μία μοτοσικλέτα κινήθηκε στην εθνική οδό για 3 ώρες και διάνυσε απόσταση 210 χιλιομέτρων. Ποιο όχημα είχε μεγαλύτερη ταχύτητα;

   ……
   ……
   ……
   ……
   ……
   ……..

Ας μετρήσουμε την ταχύτητα μιας μπάλας που «σουτάρουμε»

4) Εγκαταστήστε στο κινητό σας τηλέφωνο την εφαρμογή «phyphox» που διατίθεται δωρεάν.

5) Ανοίξτε την εφαρμογή, περιηγηθείτε στο μενού προς τα κάτω (Εικόνα 3) και επιλέξτε το «**Ακουστικό χρονόμετρο**» (ή «**Acoustic Stopwatch**» αν είναι στα Αγγλικά) που υπάρχει στη λίστα με τα **Χρονόμετρα** (**Timers**). Θα είναι επιλεγμένη η πρώτη καρτέλα «**Απλό**» (**Simple**) και σε αυτή πρέπει να μείνετε για να πραγματοποιήσετε το πείραμα (Εικόνα 2).

Εικόνα 10.3

Εικόνα 10.4

6) Πατώντας το πλήκτρο της αναπαραγωγής (▶) το χρονόμετρο θα ξεκινήσει να μετράει όταν ακουστεί οποιοσδήποτε ήχος και θα σταματήσει όταν ακουστεί ένας δεύτερος ήχος. Με το κουμπί «**Επαναφορά**» (**Reset**) μπορείτε να μηδενίσετε το χρονόμετρο και να επαναλάβετε τη μέτρηση. Δοκιμάστε τη λειτουργία του χτυπώντας δυο φορές παλαμάκια ή δημιουργώντας δυο οποιουσδήποτε οξείς ήχους.

7) Τοποθετήστε μια μπάλα σε απόσταση από έναν τοίχο και μετρήστε αυτή την απόσταση. Μια προτεινόμενη απόσταση είναι από 1m έως 2m. Καταγράψτε τη μέτρηση στον Πίνακα (1η μέτρηση). Τοποθετήστε το τηλέφωνο κοντά στην μπάλα ή ακόμη καλύτερα στην μέση περίπου της απόστασης μπάλας-τοίχου και ετοιμάστε την εφαρμογή «phyphox» να χρονομετρήσει. Προσέξτε να μην είναι το κινητό στην τροχιά που εκτιμάτε ότι θα διαγράψει η μπάλα, διότι όπως καταλαβαίνετε δεν επιθυμούμε η μπάλα να συγκρουστεί με το κινητό! Κλωτσήστε την μπάλα (μέτριο σουτ) και το «Ακουστικό χρονόμετρο» θα μετρήσει τον χρόνο από τον πρώτο ήχο (χτύπημα του ποδιού στην μπάλα-εκκίνηση της μπάλας) μέχρι τον αμέσως επόμενο (πρόσκρουση της μπάλας στον τοίχο). Καταγράψτε τον χρόνο στον Πίνακα (1η μέτρηση). Αν το πείραμα γίνεται σε εσωτερικό χώρο προσέξτε τα εύθραυστα αντικείμενα!

8) Υπολογίστε την μέση ταχύτητα της μπάλας στις παρακάτω γραμμές, και σημειώστε το αποτέλεσμα στον πίνακα.
Αναλυτικός υπολογισμός μέσης ταχύτητας
……
……
……
……
……
……

9) Δοκιμάστε ξανά κλωτσώντας την μπάλα πιο δυνατά (2η μέτρηση) και λιγότερο δυνατά (3η μέτρηση) σε σχέση με το πρώτο σας χτύπημα. Συμπληρώστε τα αντίστοιχα κελιά του πίνακα. Γράψτε αναλυτικά τους υπολογισμούς στις παρακάτω γραμμές.
……
……
……
……
……

10) Προσπαθήστε τώρα να «πετύχετε το δυνατότερο σουτ». Ποια είναι η μεγαλύτερη μέση ταχύτητα που μπορείτε να πετύχετε (4η μέτρηση); Γράψτε τους υπολογισμούς αναλυτικά στις παρακάτω γραμμές.
……
……
……
……
……

Αριθμός μέτρησης	Απόσταση σε m	Χρόνος σε s	Μέση ταχύτητα σε m/s
1η			
2η			
3η			
4η			

11)Ο ποδοσφαιριστής της εθνικής Βραζιλίας Ρομπέρτο Κάρλος πέτυχε γκολ με χτύπημα φάουλ στο οποίο η ταχύτητα της μπάλας ήταν 144Km/h. Μετατρέψτε αυτή την τιμή της ταχύτητας σε m/s και κάντε μία σύγκριση με το δικό σας «δυνατότερο σουτ».

……
……
……
……
……

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 7

Μέτρηση της απόστασης με την χρήση σόναρ.

11.1 ΘΕΩΡΙΑ-ΥΛΙΚΑ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ

11.1.1 Σκοπός

Μέσα από αυτό το πείραμα οι μαθητές θα υπολογίσουν την απόσταση από μια επίπεδη επιφάνεια με τη χρήση σόναρ.

11.1.2 Στόχος

Οι μαθητές/τριες:

- Να βρουν την κατάλληλη επιφάνεια ώστε να διεξάγου το πείραμα.
- Να αντιληφθούν τις ιδιαιτερότητες που έχουν τα «ηχητικά» πειράματα.
- Να εφαρμόσουν τους κανόνες στις πράξεις με τα σημαντικά ψηφία.
- Κατά τον σχεδιασμό των διαγραμμάτων να βαθμονομήσουν κατάλληλα τους άξονες.

Τάξη

Α λυκείου

11.1.3 Λογισμικό-Υλικά-Προαπαιτούμενες γνώσεις

Λογισμικό-υλικά

- Εγκατάσταση του προγράμματος Phyphox στο smartphone.
- 1 smartphone.
- 1 Pc, tablet κτλπ
- Ηχομονωτικό κουτί
- Επίπεδη επιφάνεια που θα χρησιμοποιηθεί ως ανακλαστήρας

Προαπαιτούμενος γνώσεις

- Ηχητικά κύματα
- Κανόνες βαθμονόμησης αξόνων.
- Σόναρ (γενικές γνώσεις)
- Χάρακα
- Μια επίπεδη επιφάνεια

11.1.4 Συνοπτικά η θεωρία

Διαμήκη κύματα

Τα κύματα στα οποία τα σωματίδια του μέσου διάδοσης τους ταλαντώνονται κατά την ίδια διεύθυνση με την διάδοση του κύματος ονομάζονται, διαμήκη κύματα.

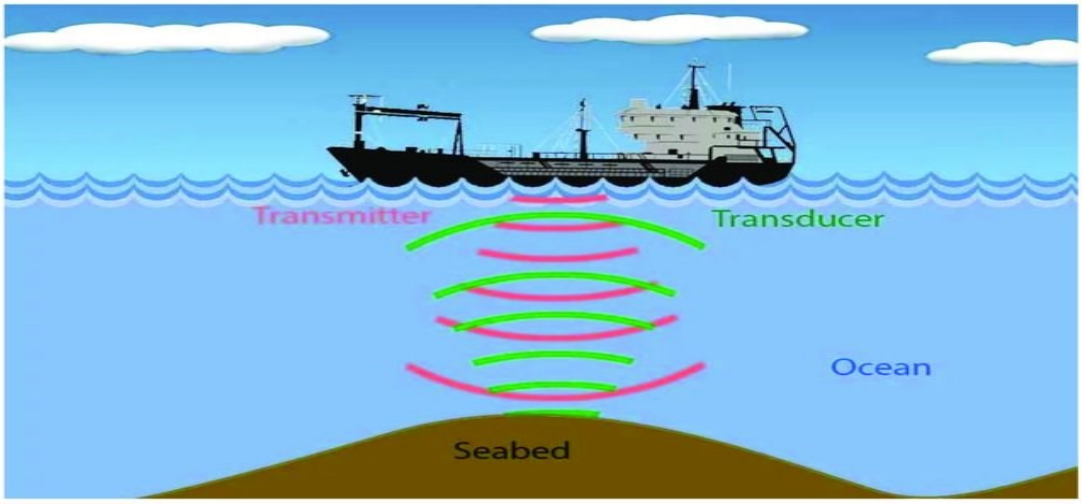
Ηχητικά κύματα

Τα ηχητικά κύματα είναι διαμήκη μηχανικά κύματα. Μπορούν να διαδοθούν σε στερεά, υγρά και αέρια. Με βάση την συχνότητα των κυμάτων τα κατηγοριοποιούμε σε 3 κατηγορίες. Τα υποηχητικά τα οποία έχουν

συχνότητες μικρότερες των 20 Hz. Τα ακουστά ηχητικά κύματα τα οποία βρίσκονται στις συχνότητες ανάμεσα στα 20 Hz και τα 20K Hz. Και τα υπερηχητικά κύματα τα οποία βρίσκονται σε συχνότητες μεγαλύτερες των 20 KHz.

Σόναρ

Ως σόναρ (SOund NAvigation and Ranging) αποκαλούμε την συσκευή που παράγει ηχητικά κύματα σε ένα μέσο και καθώς αυτά , ύστερα από ανακλάσεις σε αντικείμενα , επιστρέφουν τα ανιχνεύει και υπολογίζει την απόσταση της πηγής από τα αντικείμενα αυτά. Το σόναρ χρησιμοποιείται κατά κόρον στην ναυσιπλοΐα για την χαρτογράφηση του βυθού όπως και την υποθαλάσσια επικοινωνία και παρακολούθηση. Το σόναρ λοιπόν παράγει παλμικά ηχητικά κύματα ανά συγκεκριμένο διάστημα, τα οποία αφού προσπίπτουν σε μια επίπεδη επιφάνεια ανακλώνται με αποτέλεσμα ο αισθητήρας του να τα εντοπίζουν και να υπολογίζουν την απόσταση. Βασικό στοιχείο για τον υπολογισμό είναι η ταχύτητα του ήχου μέσα στο μέσο αυτό. Ο τύπος υπολογισμού της απόστασης είναι ο εξής $\Delta x = \frac{U_{\eta\chi o\upsilon} * \Delta t}{2}$ ιδιαίτερα απλός και όμως με τεράστιες εφαρμογές.



Εικόνα 7.5 Εικονική αναπαράσταση σόναρ [24]

11.1.5 Μέθοδος

Αρχικά θα πρέπει τα παιδιά να εκκινήσουν το Phyphox. Στην συνέχεια θα επιλέξουν την εφαρμογή «Σόναρ». Για το συγκεκριμένο πείραμα θα χρειαστεί να χρησιμοποιήσουν την απομακρυσμένη πρόσβαση στο κινητό. Στην οθόνη κάθε εφαρμογής του «Phyphox» πάνω δεξιά υπάρχουν 3 κάθετες τελείες. Οι μαθητές θα τις πατήσουν, και από το αναδυόμενο μενού θα επιλέξουν την εφαρμογή «Απομακρυσμένη πρόσβαση». Στην συνέχεια θα πατήσουν «OK». Στο κάτω μέρος της οθόνης θα εμφανιστεί μια διεύθυνση όπου θα μπορούν να συνδεθούν από το φυλλομετρητή τους, και να χειριστούν το κινητό.

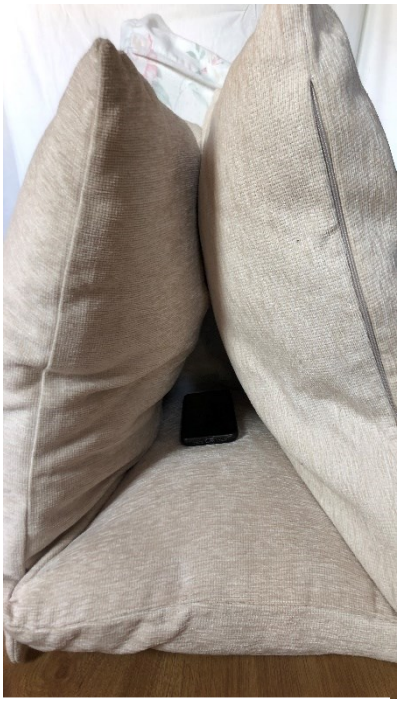
Πλέον είναι έτοιμοι να διεξάγουν το πείραμα. Θα χρειαστούν μια επίπεδη επιφάνεια ώστε να έχουν ισχυρό σήμα ανάκλασης, ένα ηχομονωτικό θάλαμο,

και ένα χάρακα. Στην συγκεκριμένη διάταξη θα χρησιμοποιήσου μαξιλάρια για να φτιάξουν το ηχομονωτικό κουτί και ένα δίσκο για ανακλαστήρα. Τοποθετούμε το κινητό μέσα στο κουτί, και μετράμε με τον χάρακα την απόσταση που θα τοποθετήσουμε τον ανακλαστήρα. Τέλος θα πατήσουν το play (▸) και θα επεξεργαστούν τις μετρήσεις.

Α) Οι μαθητές θα υπολογίσουν την απόσταση του κινητού από τον ανακλαστήρα με 2 τρόπους. Αρχικά με χάρακα και στην συνέχεια με την μέθοδο του σόναρ.

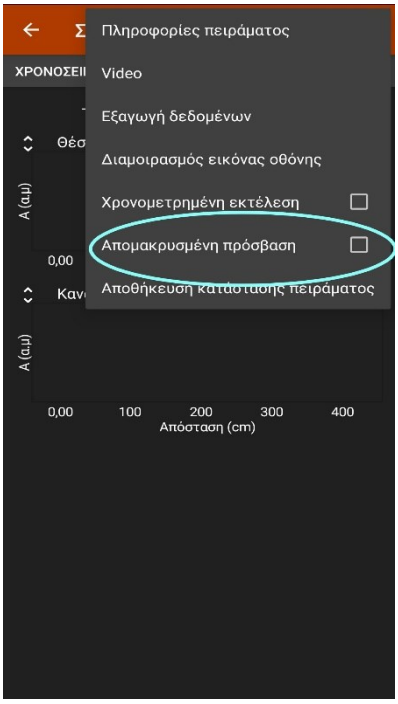
Β) Θα σχεδιάσουν το διάγραμμα της μετρούμενης απόστασης με σόναρ προς την μετρούμενη απόσταση με τον χάρακα και θα υπολογίσουν την απόκλιση. Στην συνέχεια καλούνται να σχολιάσουν τα αποτελέσματα.

Παρακάτω δίνονται φωτογραφίες της εφαρμογής αλλά και μιας ενδεικτικής διάταξης.

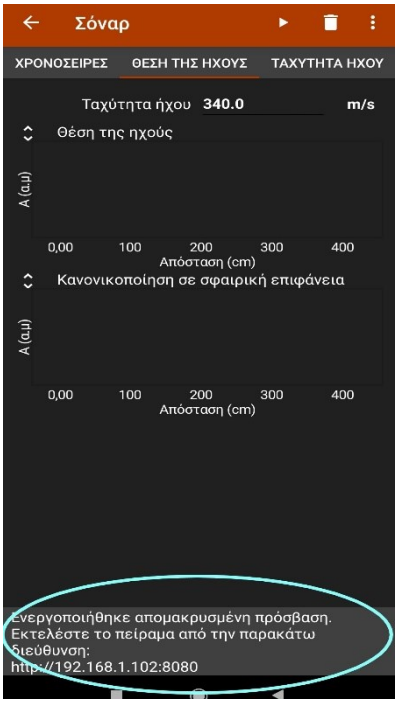


Εικόνα 11.1 Παράδειγμα ηχομονωτικού κουτιού

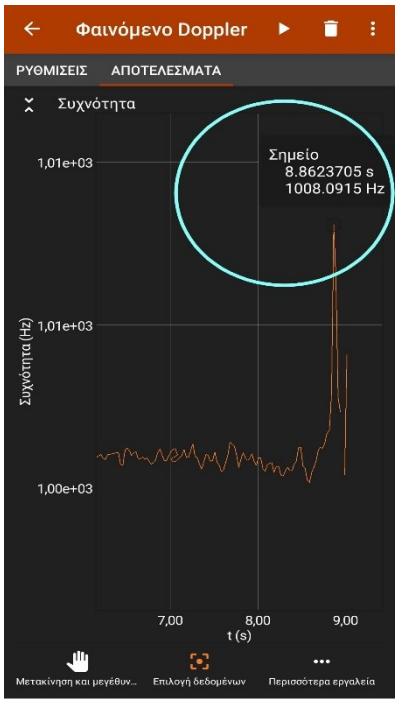
Εικόνα 11.2 Παράδειγμα πειραματικής διάταξης



Εικόνα 11.3 Μενού εφαρμογής Σόναρ, επιλογή απομακρυσμένης πρόσβασης



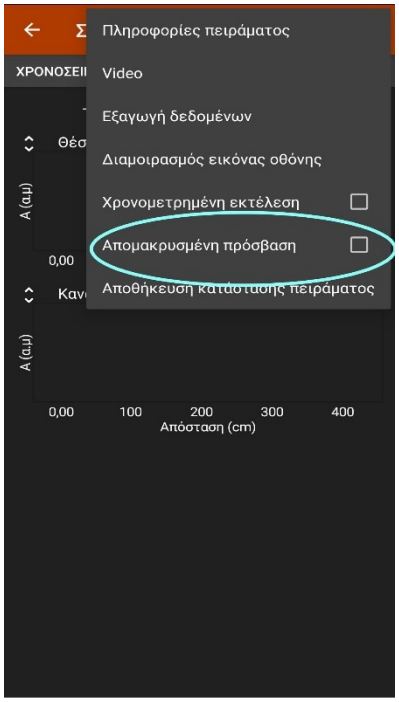
Εικόνα 11.4 Διεύθυνση απομακρυσμένης πρόσβασης



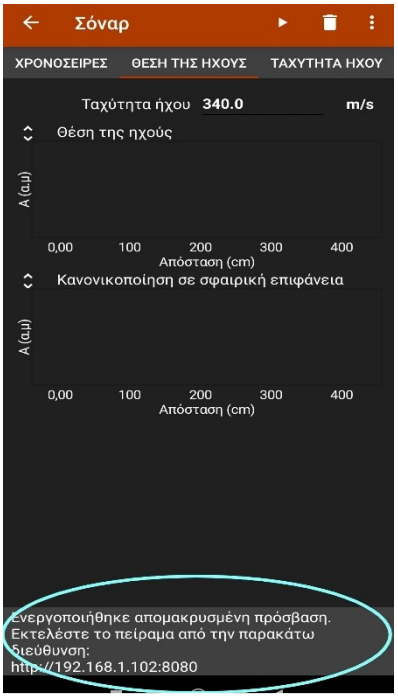
Εικόνα 11.5 Επιλογή δεδομένων στις μετρήσεις

11.2 ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1) Ανοίξτε το Phyphox και πάτε στην καρτέλα «Ακουστική» στην εφαρμογή Σόναρ. Από την εφαρμογή θα χρησιμοποιήσουμε την καρτέλα «Θέση της ηχούς».
2) Πατήστε πάνω δεξιά στις 3 κάθετες τελείες. Από το αναδυόμενο μενού επιλέξτε την εφαρμογή «Απομακρυσμένη πρόσβαση». Στην συνέχεια συνδεθείτε από το τάμπλετ ή τον ηλεκτρονικό υπολογιστή σας στην διεύθυνση που θα δείτε στο κάτω μέρος της οθόνης.

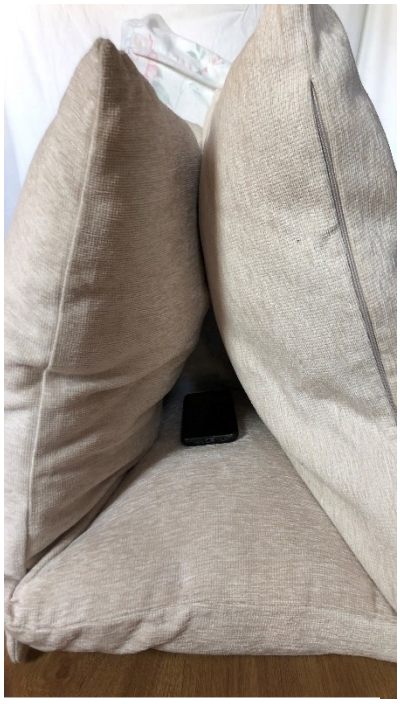


Εικόνα 11.3



Εικόνα 11.4

3) Τοποθετήστε το κινητό μέσα στο ηχομονωτικό κουτί και μετρήστε την απόσταση από την επιφάνεια που θα χρησιμοποιήσετε σαν ανακλαστήρα.



Εικόνα 11.1

Εικόνα 11.2

4) Στην συνέχεια μετρήστε την απόσταση από την επιφάνεια με έναν χάρακα για αρχή και στην συνέχεια χρησιμοποιώντας το σόναρ. Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα για 10 διαφορετικές αποστάσεις.

Α/Α	Απόσταση μετρούμενη με χάρακα x (cm)	Απόσταση μετρούμενη με το σόναρ y (cm)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

5) Με την χρήση είτε του προγράμματος excel είτε με χαρτί μιλιμετρέ χαράξτε το διάγραμμα της μετρούμενης απόστασης με την χρήση σόναρ ως προς την απόσταση που μετρήθηκε με τον χάρακα, την οποία και θεωρούμε την πιο ακριβή.

6) Υπολογίστε είτε από το πρόγραμμα είτε από το μιλιμετρέ την εξίσωση της ευθεία τους διαγράμματος. Ποια κλίση περιμένουμε ιδανικά να έχει η ευθεία;

……
……
……
……

7) Κατά ποσό διαφέρει η κλίση της ευθείας που μετρήσατε από την y=x που είναι και το ιδανικό; Δώστε % μεταβολή

……
……
……
……

8) Γιατί συμβαίνει αυτό ;

……
……
……
……...

9) Καταγράψτε πιθανές εφαρμογές του σόναρ, τι θα επηρέαζε την ακριβή μέτρηση;

……
……
……
……

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 8

Μέτρηση της απώλειας ενέργειας κατά την αναπήδηση μπάλας σε επίπεδη επιφάνεια.

12.1 ΘΕΩΡΙΑ-ΥΛΙΚΑ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ

12.1.1 Σκοπός

Το πείραμα αυτό μελετά την μεταβολή της ενέργειας ενός σώματος κατά την αναπήδηση του με το έδαφος όταν αυτό αφήνετε από ένα ύψος h.

12.1.2 Στόχοι

Οι μαθητές/τριες:

- Να βρουν την κατάλληλη επιφάνεια ώστε να διεξάγου το πείραμα.
- Να εκτελέσουν σωστά το πείραμα ώστε να κάνουν ορθές μετρήσεις
- Κατά τον σχεδιασμό των διαγραμμάτων να βαθμονομήσουν κατάλληλα τους άξονες.
- Να κατανοήσουν καλύτερα την φυσική πίσω από το πείραμα.

Τάξη

Α' λυκείου

12.1.3 Λογισμικό-Υλικά-Προαπαιτούμενες γνώσεις

Λογισμικό-υλικά

- Εγκατάσταση του προγράμματος Phyphox στο smartphone.
- 1 smartphone.
- 1 «τρελόμπαλα», ελαστική μπάλα.
- Επίπεδη επιφάνεια.

Προαπαιτούμενος γνώσεις

- Ελεύθερη πτώση
- Κρούσεις
- Μηχανική Ενέργεια.

12.1.4 Συνοπτικά η θεωρία

Ελεύθερη πτώση

Ονομάζεται η κίνηση που εκτελεί ένα σώμα, το οποίο αφήνεται από ύψος *h,* όταν δεν του ασκείται στον κατακόρυφο άξονα άλλη δύναμη πέραν του βάρους του.

Έτσι από ύψος *h* και για χρόνο *t* γνωρίζουμε ότι επιταχύνεται με *g* και ισχύει η σχέση:

$$h = \frac{1}{2} g t^2 \ (1)$$

Κρούση

Γενικά κρούση ονομάζεται η στιγμιαία επαφή μεταξύ δύο σωμάτων, κατά την οποία αναπτύσσονται ισχυρές δυνάμεις αλληλεπίδρασης. Ο χρόνος της κρούσης είναι απειροελάχιστος σε σύγκριση με την συνολική κίνηση των ατόμων. Στην περίπτωση όπου οι εξωτερικές δυνάμεις που ασκούνται στα

σώματα είναι αμελητέες, ισχύει η διατήρηση της ορμής. Δηλαδή η συνολική ορμή του συστήματος πριν και μετά την κρούση είναι ίδια. Οι κρούσεις χωρίζονται σε 2 υποκατηγορίες. Τις ελαστικές κρούσεις, κατά τις οποίες η κινητική ενέργεια των σωμάτων παραμένει σταθερή, και τις ανελαστικές κρούσεις όπου μέρος της κινητικής ενέργειας μετατρέπεται συνήθως σε θερμική.

Μηχανική (Κινητική Δυναμική) Ενέργεια

Ως μηχανική ενέργεια ορίζουμε το άθροισμα της κινητικής και της δυναμικής ενέργειας ενός σώματος. Η κινητική ενέργεια ενός σώματος, ορίζεται ως η ενέργεια που χρειάζεται το σώμα ώστε να αποκτήσει μια ταχύτητα v. Αλλιώς ορίζεται ως το παραγόμενο έργο ενός σώματος όταν έχει μια ταχύτητα v. Ο τύπος της κινητικής ενέργειας ενός σώματος με ταχύτητα v είναι:

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

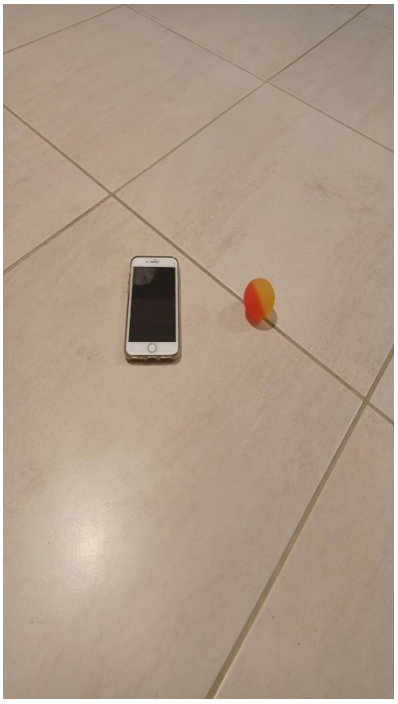
Ως δυναμική ενέργεια ορίζουμε την ενέργεια που έχει ένα σώμα λόγω της θέσης του ή της κατάστασής του. Η δυναμική ενέργεια ενός σώματος είτε και συστήματος ισούται πάντα με το έργο της δύναμης που το έφερε στην θέση αυτή. Ο τύπος της δυναμικής ενέργειας που θα χρειαστούμε στην δεδομένη άσκηση είναι ο εξής :

$$U = mgh$$

12.1.5 Μέθοδος

Για το πείραμα αυτό οι μαθητές θα χρειαστούν μια «τρελόμπαλα» και μια επίπεδη επιφάνεια. Κατ' αρχάς θα χρησιμοποιήσουν την εφαρμογή του Phyphox, «Ακουστικό Χρονόμετρο». Ανοίγοντας το «Ακουστικό Χρονόμετρο» θα επιλέξουν την καρτέλα «Σειριακό». Στόχος είναι να καταγράψουν τον ενδιάμεσο χρόνο ανάμεσα σε 2 κρούσεις της μπάλας με την επιφάνεια. Σημαντικό βήμα πριν την εκτέλεση του πειράματος είναι οι μαθητές να προσαρμόσουν το κατώφλι ενεργοποίησης ώστε να μην ξεκινάει η χρονο-μέτρηση από τον ήχο υποβάθρου αλλά από την κρούση. Πλέον είναι έτοιμοι να εκτελέσουν το πείραμα. Αρχικά, θα πατήσουν το play ▸ στην εφαρμογή και στην συνέχεια ρίξουν την μπάλα από ένα ύψος h . Συνιστάται να είναι γύρω στα 20-30 cm ώστε και να έχουμε αρκετές αναπηδήσεις και το ύψος να είναι σχετικά μικρό ώστε να μην αποκλίνει η τρελόμπαλα από τον κάθετο άξονα. Το σειριακό χρονόμετρο θα μετρήσει τον χρόνο ανάμεσα σε 2 κρούσεις.

Παρακάτω δίνονται εικόνες της διάταξης αλλά και τις εφαρμογής του «Phyphox» που θα χρησιμοποιήσουμε.



Εικόνα 12.1 Παράδειγμα πειραματικής διάταξης

Εικόνα 12.2 Καρτέλα χρονόμετρα

Εικόνα 12.3 Επιλογή σειριακού χρονομέτρου στην εφαρμογή «Ακουστικό χρονόμετρο»

Εικόνα 12.4 Παράδειγμα μετρήσεων

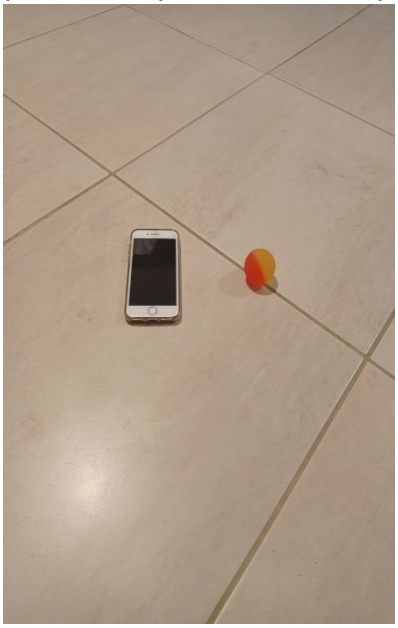
12.2 ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1) Ανοίξτε το Phyphox και επιλέξτε την εφαρμογή «Ακουστικό χρονόμετρο» στην συνέχεια πατήστε την καρτέλα «Σειριακό».

Εικόνα 12.2

Εικόνα 12.3

2) Πραγματοποιείστε δοκιμές ώστε να ελέγξετε το κατώφλι ενεργοποίησης. Πατήστε το play, αρχικά ανεβάστε τόσο το κατώφλι ώστε να μην ενεργοποιείται από τον θόρυβο υποβάθρου και στην συνέχεια ελέγξτε ότι ενεργοποιείται από την κρούση της μπάλας.
3) Εφόσον έχετε ρυθμίσει κατάλληλα, πατήστε το play και ρίξτε την μπάλα από ένα τυχαίο ύψος τόσο ώστε να κάνει 6 τουλάχιστον αναπηδήσεις η μπάλα. Παρακάτω δίνεται μια προτεινόμενη πειραματική διάταξη.



Εικόνα 12.1

4) Επαναλάβετε το πείραμα 3 φορές και συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.

Χρόνος	Ρίψη	Ρίψη 2	Ρίψη 3	Μέσος όρος
t_1				
t_2				
t_3				
t_4				
t_5				

5) Οι χρόνοι που μετρήσατε ποια κίνηση καταγράφουν; Τι σχέση έχει το μετρούμενο t με τον χρόνο πτώσης της μπάλας;

……
……
……
……....

6) Βρείτε το ύψος σε κάθε αναπήδηση, χρησιμοποιείστε τον τύπο της ελεύθερης πτώσης, $h = \frac{1}{2}gt^2$. Για χρόνο χρησιμοποιείστε τον χρόνο πτώσης. Στην συνέχεια υπολογίστε την δυναμική ενέργεια που έχει το μπαλάκι για το ύψος που βρήκατε. Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα

Χρόνος πτώσης t (s)	Ύψος h (m)	Δυναμική Ενέργεια U (J)

7) Πόση είναι η κινητική ενέργεια στο μέγιστο σημείο που φτάνει το μπαλάκι σε κάθε αναπήδηση; Τι σχέση έχει η δυναμική με την μηχανική ενέργεια σε εκείνο το σημείο;

……
……
……
……

8) Τι παρατηρείτε για την μέγιστη δυναμική ενέργεια σε κάθε διαδοχική αναπήδηση;

……
……
……
……....

9) Υπολογίστε την ποσοστιαία μείωση της δυναμικής ενέργειας σε κάθε διαδοχική αναπήδηση. Τι παρατηρείτε; Δώστε πιθανές αιτίες μου εμφανίζονται αυτά τα αποτελέσματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 9

Μέτρηση της επιτάχυνσης ενός σώματος, που κινείται σε κεκλιμένο επίπεδο.

13.1 ΘΕΩΡΙΑ-ΥΛΙΚΑ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ

13.1.1 Σκοπός

Σκοπός του πειράματος είναι η μέτρηση της επιτάχυνσης ενός σώματος όταν αυτό ολισθαίνει σε κεκλιμένο επίπεδο, και ο υπολογισμός της τριβής ολίσθησης.

13.1.2 Στόχοι

Οι μαθητές/τριες:

- Να βρουν την κατάλληλη επιφάνεια ώστε να διεξάγουν το πείραμα.
- Να εκτελέσουν σωστά το πείραμα ώστε να κάνουν ορθές μετρήσεις.
- Να ερμηνεύσουν το διάγραμμα.

Τάξη

Α' λυκείου

13.1.3 Λογισμικό-Υλικά-Προαπαιτούμενες γνώσεις

Λογισμικό-υλικά

- Εγκατάσταση του προγράμματος Phyphox στο smartphone.
- 1 smartphone.
- 1 ηλεκτρονική συσκευή όπως PC tablet κλπ.
- 1 λεία επίπεδη επιφάνεια όπου μπορεί να τοποθετηθεί με κλίση ως προς το πάτωμα.

Προαπαιτούμενος γνώσεις

- Νόμοι Νεύτωνα.
- Ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση.
- Κίνηση σε κεκλιμένο επίπεδο.

13.1.4 Συνοπτικά η θεωρία

Νόμοι Νεύτωνα

Ο πρώτος νόμος του Νεύτωνα: «Ένα σώμα παραμένει στην κατάσταση της ηρεμίας ή της κίνησης με σταθερή ταχύτητα, αν δεν ασκείται πάνω σε αυτό καμιά εξωτερική δύναμη» (Kittel 1973/1998). Δηλαδή:

$$a = 0 \text{ όταν } F = 0$$

Ο δεύτερος νόμος του Νεύτωνα: «Ο ρυθμός μεταβολής της ορμής ενός σώματος είναι ανάλογος προς τη δύναμη που δρα πάνω στο σώμα» (Kittel 1973/1998) . Στην περίπτωση που το σώμα έχει σταθερή μάζα τότε ο τύπος γράφεται ως:

$$\Sigma F = M * a$$

Ο τρίτος νόμος του Νεύτωνα «Όταν δύο σώματα αλληλοεπιδρούν η δύναμη F_{21} που το σώμα 1 ασκεί στο σώμα 2 είναι ίση και αντίθετη με τη

δύναμη F_{12} που το σώμα 2 ασκεί στο 1»: (Kittel 1973/1998)

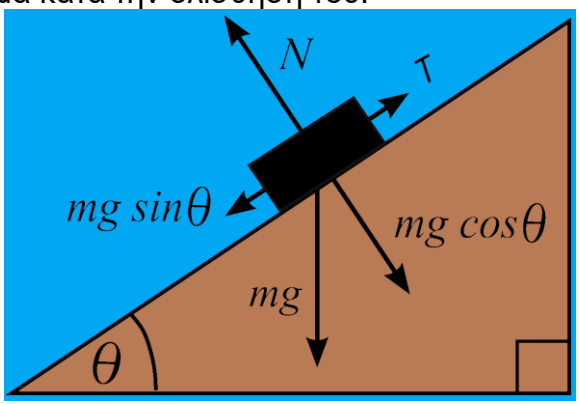
$$F_{21} = -F_{12}$$

Ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση

Όταν σε ένα σώμα που κινείται σε ευθύγραμμη τροχιά η επιτάχυνση του παραμένει σταθερή και διαφορετική από το μηδέν τότε λέμε ότι εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση. Συνεπώς η ταχύτητα του σώματος μεταβάλλεται με σταθερό ρυθμό στην μονάδα του χρόνου.

Κεκλιμένο επίπεδο

Αν και δεν υπάρχει μια διαφορετική θεωρεία ως προς το κεκλιμένο επίπεδο είναι σημαντικό τα παιδιά να μπορούν να σχεδιάσουν τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα κατά την ολίσθησή του.



Εικόνα 13.1

13.1.5 Μέθοδος

Αρχικά οι μαθητές θα πρέπει να βρουν μια επιφάνεια , όσο το δυνατόν πιο λεία γίνεται, την οποία θα τοποθετήσουν με κλίση. Η επιφάνεια αυτή αποτελεί το επίπεδο που θα διεξάγουν το πείραμα. Στην συνέχεια με την χρήση του Phyphox θα μετρήσουν την κλίση της επιφάνειας και θα την καταγράψουν.

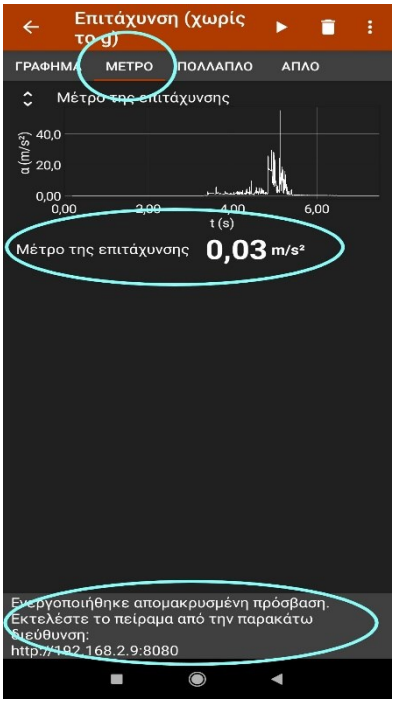
Στο δεύτερο κομμάτι του πειράματος θα χρειαστεί να συνδέσουν το Phyphox με μια επιπλέον συσκευή με την χρήση της απομακρυσμένης πρόσβασης. Αρχικά θα συνδεθούν στην εφαρμογή του Phyphox « Επιτάχυνση χωρίς g» όπου υπολογίζει την επιτάχυνση του σώματος χωρίς τον υπολογισμό του g. Στην συνέχεια θα επιλέξουν τις πάνω δεξιά τελείες και από εκεί την επιλογή απομακρυσμένη βοήθεια. Από εκεί και με την διεύθυνση που θα βάλουν στην δεύτερη συσκευή θα συνδεθούν στο Phyphox. Τέλος για την εκτέλεση του πειράματος θα χρειαστούν ένα 2ο άτομο να κρατάει το κινητό ώστε αφού πατήσουν το Play απομακρυσμένα από την δεύτερη συσκευή , αυτός που κρατάει το κινητό να το αφήσει να εκτελέσει την κίνησή του στο κεκλιμένο επίπεδο

Α) Θα πάρουν μετρήσεις για την κλίση του επιπέδου σε μοίρες και στην συνέχεια θα υπολογίσουν την μέση τιμή.

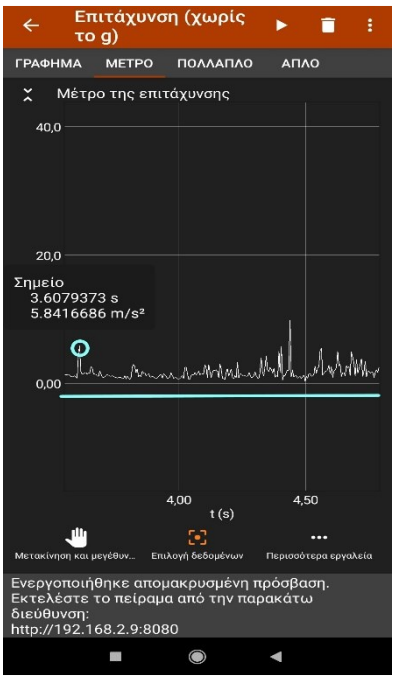
Β) Θα πάρουν μετρήσεις για την επιτάχυνση του σώματος κατά την ολίσθησή του στο κεκλιμένο επίπεδο και θα υπολογίσουν τον συντελεστή τριβής της επιφάνειας.

Παρακάτω δίνονται εικόνες της εφαρμογής και μιας ενδεικτικής διάταξης.

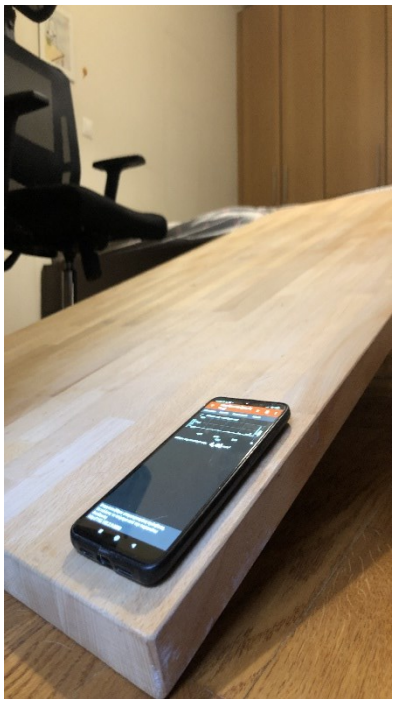
Εικόνα 13.2 Παράδειγμα μέτρησης της κλίσης μέσω Phyphox



Εικόνα 13.3 Παράδειγμα μέτρησης της επιτάχυνσης μέσω του «Phyphox»



Εικόνα 13.4 Παράδειγμα επιλογής σημείου με το εργαλείο Pick Data



Εικόνα 13.5 Παράδειγμα πειραματικής διάταξης

13.2 ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1) Ανοίξτε το Phyphox και επιλέξτε την εφαρμογή «Κλίση». Στην συνέχεια πατήστε τις 3 τελείες πάνω δεξιά και στο αναδυόμενο παράθυρο που θα εμφανιστεί την επιλογή απομακρυσμένη πρόσβαση. Με την δεύτερη συσκευή συνδεθείτε από τον φυλλομετρητή της επιλογής σας στην διεύθυνση που εμφανίστηκε στο κάτω μέρος της οθόνης του κινητού. Αφού το κάνετε αυτό θα μπορείτε να χειριστείτε την εφαρμογή «Κλίση» απομακρυσμένα.

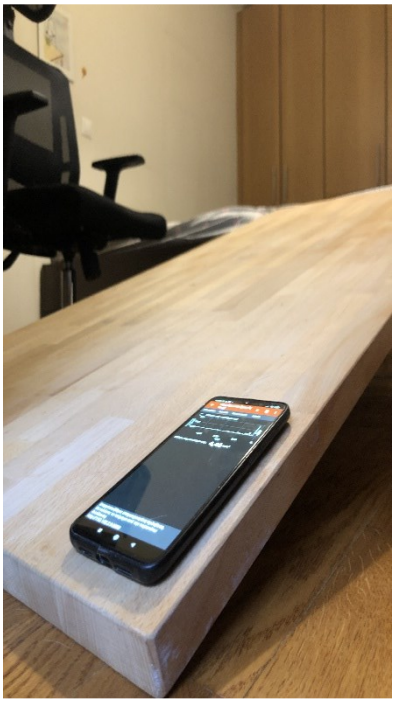
Εικόνα 13.2

2) Αφήστε το κινητό πάνω στο κεκλιμένο επίπεδο με τρόπο έτσι, ώστε να μην ολισθαίνει. Πατήστε το play (▸) στην δεύτερη συσκευή. Η εφαρμογή θα καταγράψει την κλίση του κεκλιμένου επιπέδου. Πατήστε pause (⏸) και καταγράψτε την τιμή που γράφει η οθόνη σας.
3) Γιατί πιστεύετε δεν καταγράφει μια σταθερή τιμή;
   ……
   ……
   ……
   ……
4) Επαναλάβετε το βήμα 2 άλλες 3 φορές και υπολογίστε την μέση τιμή των μετρήσεών σας.

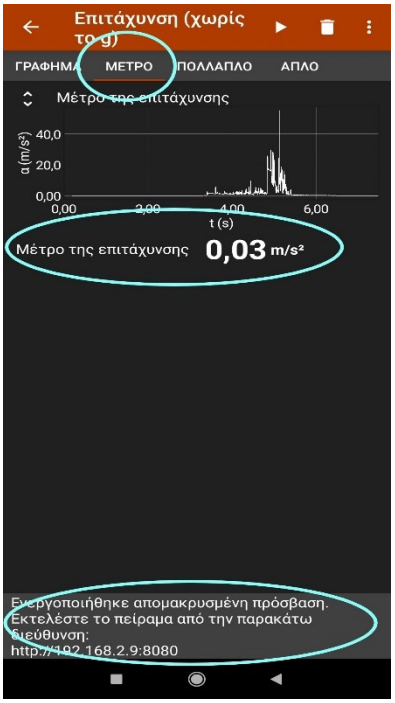
Κλίση

Μέση τιμή	

5) Στην συνέχεια επαναλάβετε το βήμα για απομακρυσμένη πρόσβαση, αυτή την φορά για την εφαρμογή « Επιτάχυνση χωρίς g» στην καρτέλα μέτρο. Αφού συνδεθείτε θα χρειαστείτε την βοήθεια ενός ακόμα ατόμου. Βάλτε κάποιον να κρατάει το κινητό στην κορυφή του κεκλιμένου επιπέδου. Πατήστε το play (▸) και πείτε του να αφήσει το κινητό. Όταν το κινητό φτάσει κάτω πατήστε το στοπ. Στην οθόνη του κινητού αλλά και του λαπτοπ, θα εμφανίζεται ένα διάγραμμα και το μέτρο της επιτάχυνσης.



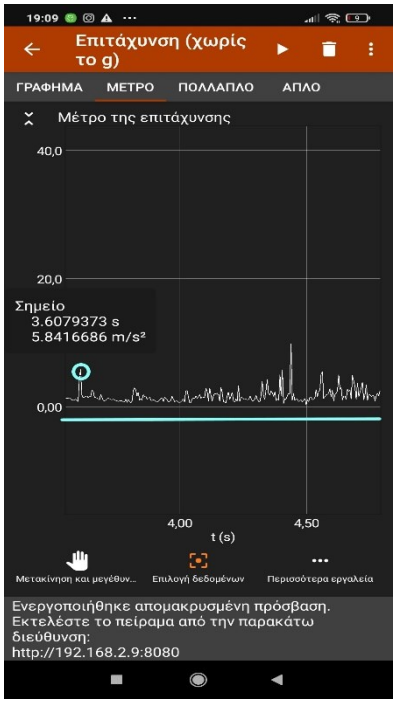
Εικόνα 13.5



Εικόνα 13.3

6) Σημείωση. Στο «Μέτρο της επιτάχυνσης» εμφανίζεται η στιγμιαία επιτάχυνση του κινητού. Στο διάγραμμα φαίνεται για την διάρκεια της ολίσθησης, να έχει μια μικρή διακύμανση η επιτάχυνσή του σώματος. Αρχικά σχολιάστε γιατί συμβαίνει αυτό;

……
……
……
……

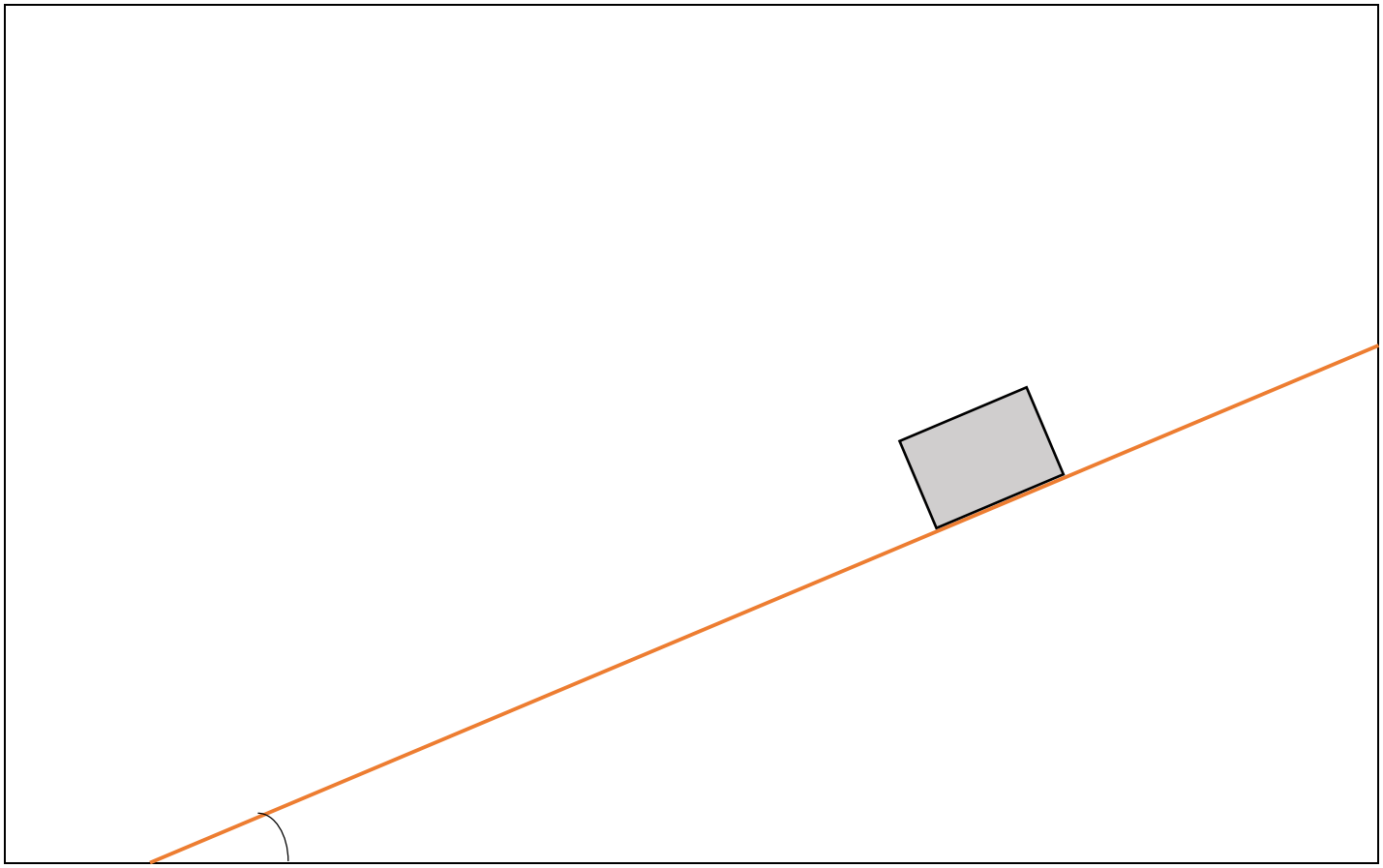


Εικόνα 13.4

7) Στην συνέχεια με το κουμπί «Επιλογή δεδομένων». Επιλέξτε μια μέγιστη τιμή στην διάρκεια της ολίσθησης και μια ελάχιστη. Καταγράψτε στο πίνακα παρακάτω. Αφού το επαναλάβετε για 4 ακόμα μετρήσεις υπολογίστε την διάμεσο (μέσο όρο μέγιστης-ελάχιστης τιμής) κάθε μέτρησης, και στην συνέχεια τον μέσο όρο των μετρήσεων.

	Επιτάχυνση (m/s^2)		
Μέτρηση	**Μέγιστη τιμή**	**Ελάχιστη τιμή**	**Μέσος όρος**
1			
2			
3			
4			
5			
	Μέσος όρος		

8) Από τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κινητού σας βρείτε το βάρος του και καταγράψτε το $M =$ kg
9) Σχεδιάστε στο σχήμα τις δυνάμεις που ασκούνται στο κινητό και υπολογίστε την δύναμη της τριβής μεταξύ κινητού και κεκλιμένου επιπέδου, εφαρμόζοντας τον δεύτερο νόμο του Νεύτωνα: $\Sigma F = M * a$



10) Υπολογίστε τον συντελεστή τριβής της επιφάνειας που διαλέξατε.

……

……

……

……

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 14 ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ-ΕΥΡΗΜΑΤΑ

Λόγω των συνθηκών που ζούσαμε στην περίοδο της καραντίνας και των αυστηρών υγειονομικών κανόνων που επικρατούσαν ήταν δύσκολο να παρουσιάσω τα πειράματα σε πολλές τάξεις ώστε να συλλέξω αρκετά δεδομένα. Επιπρόσθετα ήταν δύσκολο με βάση όλα αυτά να βγει άδεια για τα δημόσια σχολεία ώστε να μπορέσω να παρουσιάσω τα πειράματα. Με βάση αυτά επέλεξα να πάω σε ιδιωτικό σχολείο στην Ρόδο, όπου μετά από συνεννόηση μου δόθηκε η δυνατότητα να παρουσιάσω την πρώτη άσκηση σε μαθητές της 1ης λυκείου. Αν και δεν ήταν μεγάλο το δείγμα (15 μαθητές), μέσα από την παρουσίαση του πειράματος και της εργασίες των παιδιών, προέκυψαν κάποια πρώτα ευρήματα.

Αρχικά έγινε μια παρουσίαση στο σχολείο. Τα πρώτα κομμάτια της παρουσίασης αφορούσαν τα σημαντικά ψηφία, τα σφάλματα, και την βαθμονόμηση των αξόνων. Κατόπιν έγινε η παρουσίαση της εφαρμογής «Phyphox», και μια γρήγορη παρουσίαση της διάταξης του πειράματος όπως και μια επίδειξη του τρόπου διεξαγωγής του. Σημείωσα βέβαια ότι αυτό αποτελεί μια ενδεικτική διάταξη και ότι οι μαθητές μπορούν να δημιουργήσουν την δικιά τους με αντίστοιχα υλικά. Παρατήρησα ότι οι μαθητές συμμετείχαν στην παρουσίαση ενεργά και διατύπωσαν πολλές ερωτήσεις για την διαδικασία του πειράματος και την καταγραφή των δεδομένων με το κινητό τηλέφωνο.

Ζητήθηκε από όσους μαθητές επιθυμούσαν να εκτελέσουν το πείραμα στο σπίτι να συμπληρώσουν το φύλλο εργασίας και να το επιστρέψουν. Κατάφερα τελικά να συγκεντρώσω 6 πλήρη φύλλα εργασίας. Από αυτό το μικρό δείγμα και με βάση τις απαντήσεις των μαθητών προέκυψαν κάποια αποτελέσματα.

- Αρχικά, όλοι οι μαθητές κατάφεραν να στήσουν την πειραματική διάταξη, να αναπαράγουν το πείραμα και να πάρουν μετρήσεις.
- Από την επεξεργασία των μετρήσεων φάνηκε ότι ενώ είχαν καλό επίπεδο στα μαθηματικά αντιμετώπισαν δυσκολίες στο να ερμηνεύσουν την φυσική σημασία. Χαρακτηριστικά στο ερώτημα γιατί το διάγραμμά Ύψος- Χρόνος πτώσης διέρχεται από τα αρχή των αξόνων όλοι απάντησαν «επειδή είναι ευθεία της μορφής y=ax». Κανένας δεν συμπεριέλαβε στη απάντηση του τη φυσική σημασία, ότι δηλαδή για ύψος 0 δεν υπάρχει χρόνος πτώσης, είτε το ανάποδο, για μηδενικό χρόνο πτώσης το ύψος είναι 0.
- Μερικοί μαθητές εμφάνισαν επίσης δυσκολία στην βαθμονόμηση των αξόνων (3 στους 6) .

Τέλος σε όσους μαθητές πραγματοποίησαν το πείραμα και συμπλήρωσαν το φύλλο εργασίας τους δόθηκε ένα ερωτηματολόγιο να συμπληρώσουν (παρατίθεται στο παράρτημα), ώστε να έχουμε μια ανατροφοδότηση. Φάνηκε από τις απαντήσεις ότι τους κέντρισε το ενδιαφέρον η νέα μέθοδος πειραματισμού. Οι μαθητές βρήκαν εύκολη την δημιουργία της διάταξης όπως και την υλοποίηση του πειράματος. Ως προς την επεξεργασία την βρήκαν

μέτριας δυσκολίας πράγμα που αντικατοπτρίζεται και από την δυσκολία που αντιμετώπισα στην βαθμονόμηση των αξόνων αλλά και σε λίγα λάθη που εντοπίστηκαν στις μετατροπές των μονάδων των μετρήσεων. Και τέλος έδειξαν να ευχαριστήθηκαν την δραστηριότητα αλλά και να επιθυμούν να επαναλάβουν κάτι παρόμοιο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 15 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο πλαίσιο της εργασίας εκπονήθηκε μια διδακτική πρόταση για πειραματισμό των μαθητών στο σπίτι με απλά υλικά και με την χρήση των κινητών τηλεφώνων. Τα κινητά τηλέφωνα πλέον έχουν ενσωματωμένους διάφορους αισθητήρες που χρησιμεύουν στην καθημερινή χρήση τους. Αυτοί λοιπόν με την χρήση της κατάλληλης εφαρμογής μπορούν να μετατρέψουν το κινητό σε εργαστήριο. Έτσι λοιπόν επιλέχθηκε η εφαρμογή Phyphox που χρησιμοποιεί στο σύνολο τους, τους αισθητήρες του κινητού και τους μετατρέπει σε «όργανα εργαστηρίου». Με βάση αυτά αναπτύχθηκαν οι ασκήσεις και τα φύλλα εργασίας (ΦΕ).

Από την εφαρμογή στο μικρό, λόγω συνθηκών, δείγμα που έγινε φάνηκε ότι είναι εφαρμόσιμη και ευχάριστη για τα παιδία. Αυτή η πρόταση μπορεί να αξιοποιηθεί σίγουρα σε περιπτώσεις που είναι αναγκαία η εξ' αποστάσεως εκπαίδευση. Ο εκπαιδευτικός μπορεί να δίνει τις οδηγίες μέσω τις πλατφόρμας που χρησιμοποιεί και να ανεβάζει τα ΦΕ. Στην συνέχεια οι μαθητές θα διατυπώσουν τις απορίες τους και κατόπιν θα εκτελέσουν το πείραμα συμπληρώνοντας τα ΦΕ. Τέλος θα τα επιστρέψουν για αξιολόγηση στον εκπαιδευτικό. Μπορεί, ωστόσο, η πρότασή μας να αξιοποιηθεί και όταν το σχολείο λειτουργεί κανονικά. Μπορεί να γίνει ανάθεση του πειραματισμού ως εργασία στο σπίτι στο πλαίσιο μιας σύγχρονης διδασκαλίας της φυσικής.

Η περαιτέρω ενσωμάτωση των νέων τεχνολογιών θα αναπτύξει και θα εξελίξει τις μεθόδους διδασκαλίας. Η διδακτική πρόταση που προτείνεται σε αυτή την εργασία, κάνει ακριβώς αυτό, και μάλιστα στην πειραματική διδασκαλία που παραδοσιακά δεν ξέφευγε από τον χώρο των εργαστηρίων. Τώρα πλέον, μέσω των κινητών τηλεφώνων, οι μαθητές έχουν πρόσβαση σε μια πλούσια συλλογή εργαστηριακών οργάνων προκειμένου να εκτελούν πειράματα, να συλλέγουν δεδομένα και να τα αναλύουν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 16 Βιβλιογραφία

[1] C. N. Quinn, «mLaerning: Mobile, Wirelles, In-Your-Pocket Learning», *LiNE Zine,* 2000.

[2] E. VÁZQUEZ-CANO, «Mobile Distance Learning with Smartphones and Apps in in Higher Education» Educational Sciences: Theory & Practice, αρ. 14(4), pp. 1505-1520, 2014.

[3] M. O. M. &. C. J. C. El-Hussein, «Defining Mobile Learning in the Higher Education Landscape» *Educational Technology & Society,* αρ. 13 (3), pp. 12-21, 2010.

[4] J. G. Caudill, «The Growth of m-learning and the Growth of Mobile Computing: Parallel developments» International Review of Research in Open and Distance Learning, June 2007.

[5] C. M. M. OPREA, «MOBILE PHONES IN THE MODERN TEACHING OF PHYSICS,» *Romanian*

[6] A. A. Agah Tugrul Korucu, «Differences between m-learning (mobile learning) and e-learning, basic terminology and usage of m-learning in education» *Procedia Social and Behavioral Sciences,* αρ. 15, pp. 1925-1930.

[7] A. L.-P. Clyde W. Holsapple, «Defining, Assessing, and Promoting E-Learning Success: An Information Systems Perspective» Decision Sciences Journal of Innovative Education, pp. 67-85, January 2006.

[8] S. K. BEHERA, «E- AND M-LEARNING: A COMPARATIVE STUDY» International Journal on New Trends in Education and Their Implications, pp. 65-78, June 2013.

[9] Fraden, J. (2016). Handbook of modern sensors: Physics, designs and applications. Springer.

[10] www.geekon.gr. (n.d.). Αισθητήρας Εγγύτητας / Proximity Sensor για Huawei Mate 10 Lite. [online] Available at: https://www.geekon.gr/kinita/antallaktika/sensores/ais8hthras-eggythtas-proximity-sensor-gia-huawei-mate-10-lite [Accessed 11 May 2022].

[11] Hashmi, S., Batalha, G. F., J., V. T. C., Yilbas, B. S., Venkatanarayanan, A., & Spain, E. (2014). 13. In Comprehensive materials processing (pp. 5–101). essay, Elsevier.

[12] https://www.facebook.com/tzovaras (2021). *Τι είναι το γυροσκόπιο στα κινητά smartphone και τι κάνει*. [online] 9volto. Available at: https://www.9volto.gr/blog/%CF%84%CE%B9-%CE%B5%CE%AF%CE%BD%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CE%BF-%CE%B3%CF%85%CF%81%CE%BF%CF%83%CE%BA%CF%8C%CF%80%CE%B9%CE%BF-%CF%83%CF%84%CE%B1-%CE%BA%CE%B9%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%AC-smartphone/ [Accessed 11 May 2022].

[13] Διερευνητική Μάθηση. (2020). Μαγνητόμετρο τριών αξόνων. [online] Available at: https://www.why.gr/%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1/open-hardware/%CE%B1%CE%B9%CF%83%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B5%CF%82/%CE%BC%CE%B1%CE%B3%CE%BD%CE%B7%CF%84%CF%8C%CE%BC%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%BF-%CF%84%CF%81%CE%B9%CF%8E%CE%BD-%CE%B1%CE%BE%CF%8C%CE%BD%CF%89%CE%BD/ [Accessed 11 May 2022]
[14] Widder, J., & Morcelli, A. (2020, April 9). Basic principles of MEMS microphones. EDN. Retrieved July 1, 2022, from https://www.edn.com/basic-principles-of-mems-microphones/
[15] grobotronics.com. (n.d.). Adafruit TSL2591 High Dynamic Range Digital Light Sensor. [online] Available at: https://grobotronics.com/adafruit-tsl2591-high-dynamic-range-digital-light-sensor.html. [Accessed 11 May 2022]
[16] Staacks, S. (n.d.). Phyphox: Seeing the world through your phone's sensors | ML4Q. [online] Available at: https://ml4q.de/2021/03/12/phyphox-seeing-the-world-through-your-phones-sensors/ [Accessed 11 May 2022].
[17] S. K. BEHERA, «E- AND M-LEARNING: A COMPARATIVE STUDY,» ijonte: International Journal on New Trends in Education and Their Implications, pp. 65-78, June 2013
[18] Αναγνωστάκης, Ν., & Μαρκογιαννάκης, Δ. (2016). Πρόγραμμα Πανελλήνιου Συνεδρίου Διδακτικές προσεγγίσεις και πειραματική διδασκαλία στις Φυσικές Επιστήμες. In Η εργαστηριακή διδασκαλία της Φυσικής προσαρμοσμένη στη σχολική πραγματικότητα του Γενικού Λυκείου (pp. 99–106). Θεσσαλονίκη 16 και 17 Απριλίου 2016. Retrieved from https://www.physics.auth.gr/uploads/attachment/translation/local_file/6476/_2016.pdf.
[19] Βελέντζας, Α. (2017). Σημειώσεις μαθήματος: Αρχές της διδακτικής μεθοδολογίες- Διδακτική της φυσικής. ΕΜΠ.
[20] Λάζος Παναγιώτης, Κατέρης Αλέξανδρος, Τζαμαλής Παύλος, Τσούκος Σεραφείμ, Βελέντζας Αθανάσιος. (2020). 12ου Πανελλήνιου και Διεθνούς Συνεδρίου «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση» In Μία εκπαιδευτική πρόταση για πειραματισμό των μαθητών κατά την εξ αποστάσεως εκπαίδευση.
[21] König J, Jäger-Biela D and Glutsch N 2020 Adapting to online teaching during COVID-19 school closure: teacher education and teacher competence effects among early career teachers in Germany Eur. J. Teach. Educ. 43 608
[22] Τσάλτα, Α. (2017). Πειράματα φαινομένου Doppler με την χρήση smartphone (thesis). Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ιωάννινα.

[23] Οικονομίδης, Σ., & Καλκάνης, Γ. Θ. (2007). ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΠΡΑΚΤΙΚΑ 5ου ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΥ ΣΥΝΕΔΡΙΟ. In "Ο Νόμος του Αντιστρόφου Τετραγώνου" στο ΟΛΟκληρωμένο ΤΕΧΝΟλογικά και Μεθοδολογικά ΕκΠαιδευτικό Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών (Vol. Γ).
[24] Kamolov , A. A., & Park, S. (2021). Prediction of Depth of Seawater Using Fuzzy C-Means Clustering Algorithm of Crowdsourced SONAR Data. Sustainability, 5–5.
[25] Τζάνος, Α. (2021). Ανάπτυξη πειραμάτων εργαστηρίου φυσικής με τη χρήση κινητού τηλεφώνου (thesis). Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής Σχολή Μηχανικών Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Αθήνα.
[26]

Παράρτημα

Ερωτηματολόγιο

Ατομικός πειραματισμός

ερωτηματολόγιο για την υλοποίηση των ατομικών πειραμάτων από μαθητές Γυμνασίου/Λυκείου

* Required

1. Για την ολοκλήρωση της άσκησης και την συμπλήρωση του φύλλου εργασίας χρειάστηκες βοήθεια; *

   Mark only one oval.

   - Ναι
   - Όχι

2. Πόσες περίπου ώρες χρειάστηκες για να ολοκληρώσεις το πείραμα και το φύλλο εργασίας;

   Mark only one oval.

   - 1
   - 2
   - 3
   - 4
   - 5

3. Πως σου φάνηκε η χρήση του κινητού τηλεφώνου και της εφαρμογι phyphox;

Mark only one oval.

- Πολύ Εύκολη
- Εύκολη
- Μέτριας Δυσκολίας
- Δύσκολη
- Πολύ Δύσκολη

4. Πως θα χαρακτήριζες την πραγματοποίηση του πειράματος;

Mark only one oval.

- Πολύ Εύκολη
- Εύκολη
- Μέτριας Δυσκολίας
- Δύσκολη
- Πολύ Δύσκολη

5. Πως θα χαρακτήριζες τα ερωτήματα του φύλλου εργασίας;

Mark only one oval.

- Πολύ Κατανοητά
- Κατανοητά
- Σχετικά Κατανοητά
- Δυσνόητα
- Πολύ Δυσνόητα

6. Αντιμετώπισες δυσκολία στην συμπλήρωση του φύλλου εργασίας;

Mark only one oval.

- Καθόλου
- Μικρή
- Μέτρια
- Αρκετά
- Πολύ

7. Πως θα χαρακτήριζες όλη τη διαδικασία ως προς το ενδιαφέρον που σου προκάλεσε;

Mark only one oval.

- 1-Πολύ ενδιαφέρουσα
- 2
- 3
- 4
- 5-Αδιάφορη

8. Πόσο ευχάριστη θα χαρακτήριζες όλη τη διαδικασία;

Mark only one oval.

- 1-Πολύ
- 2
- 3
- 4
- 5-Καθόλου

9. Θα ήθελες να πραγματοποιήσεις ξανά κάτι παρόμοιο;

Mark only one oval.

- 1-Πολύ
- 2
- 3
- 4
- 5-Καθόλου