

Η Χρήση του Επιταχυνσιομέτρου των Smartphones σε Πειράματα Απλού Εκκρεμούς

Παρασκευή Χριστονόση¹ και Κωνσταντίνος Θ. Κώσης²

¹Υποψήφια Διδάκτορας, ²Καθηγητής,

^{1,2}Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

¹evi.chr@hotmail.com

Περίληψη

Η εργασία εξετάζει πώς μια διδακτική παρέμβαση, που επικεντρώνεται στη σχέση μεταξύ της περιόδου του απλού εκκρεμούς με το μήκος, μπορεί να βελτιώσει την κατανόηση των ταλαντώσεων σε 71 μαθητές της Στ' Δημοτικού. Η παρέμβαση έγινε με τη βοήθεια των αισθητήρων που διαθέτουν τα κινητά smartphones και της εφαρμογής «Phyphox». Για τη συλλογή των δεδομένων, δόθηκε στους μαθητές ένα ερωτηματολόγιο πριν και μετά την παρέμβαση και στη συνέχεια, αναλύθηκαν οι απαντήσεις με τη χρήση του τεστ τριπλού επιπέδου. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η διδακτική παρέμβαση είχε ουσιαστική επίδραση στην αλλαγή των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με το θέμα αυτό.

Λέξεις κλειδιά: αισθητήρες, εκκρεμές, ταλαντώσεις, Phyphox, smartphones

The Use of the Accelerometer of Smartphones in Simple Pendulum Experiments

Paraskevi Christonasi¹, Konstantinos T. Kotsis²

¹Phd candidate, ²Professor,

^{1,2}Department of Primary Education, University of Ioannina,

¹evi.chr@hotmail.com

Abstract

This paper examines how a teaching intervention, focusing on the relationship between the period of a simple pendulum and its length, can improve the understanding of oscillations in 71 sixth-grade students. The intervention was carried out with the help of sensors equipped with smartphones and the "Phyphox" application. To collect data, students were given a questionnaire before and after the intervention, and then the responses were analyzed using the three-tier test. The results showed that the teaching intervention had a substantial effect on changing students' alternative perceptions of this topic.

Keywords: Phyphox, oscillations, pendulum, sensors, smartphones

Εισαγωγή

Η ενσωμάτωση των smartphones στην εκπαίδευση της Φυσικής αυξάνεται διαρκώς, λόγω της ευρείας διαθεσιμότητας ενσωματωμένων αισθητήρων, όπως το επιταχυνσιόμετρο, το γυροσκόπιο, το βαρόμετρο, το μαγνητόμετρο, κ.ά., οι οποίοι επιτρέπουν την άμεση καταγραφή φυσικών μεγεθών (Monteiro & Marti, 2022). Εφαρμογές, όπως το «Phyphox»,

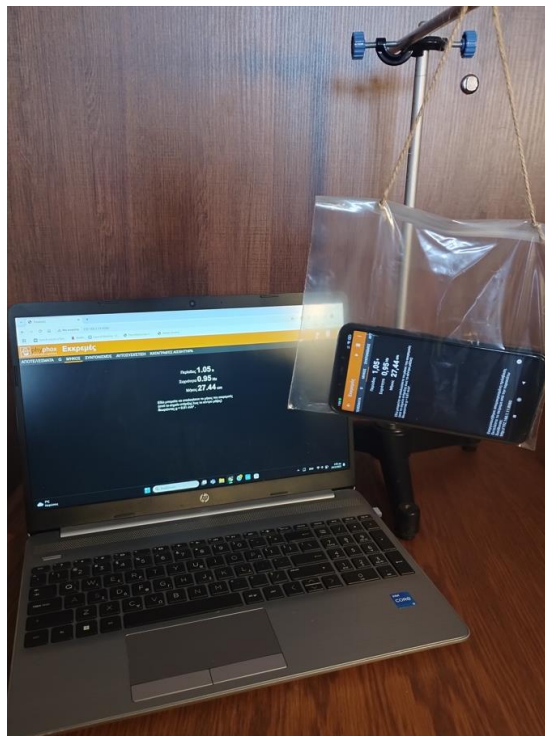
εκμεταλλεύονται αυτούς τους αισθητήρες και παρέχουν δυνατότητες λήψης δεδομένων και ανάλυσης σε πραγματικό χρόνο, ενώ οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να συνδέονται με εξωτερικές συσκευές για άμεση παρατήρηση των αποτελεσμάτων (Staacks et al., 2018). Μάλιστα, ακόμη και όταν απαιτείται εκπαίδευση από απόσταση, το Phyrhox επιτρέπει στους μαθητές να συνεχίσουν τα πειράματά τους στο σπίτι με απλά υλικά και να χρησιμοποιήσουν ένα smartphone ως συσκευή μέτρησης (Tzamalís et al., 2021). Επομένως, η ενσωμάτωση των κινητών τεχνολογιών στην εκπαίδευση, όταν γίνεται με στρατηγικό και παιδαγωγικά σκεπτόμενο τρόπο, μπορεί να λειτουργήσει ως ισχυρό εργαλείο για την ενίσχυση του ενδιαφέροντος και της δέσμευσης των μαθητών στη μαθησιακή διαδικασία (Becker et al., 2019).

Μεθοδολογία

Πειραματική διάταξη

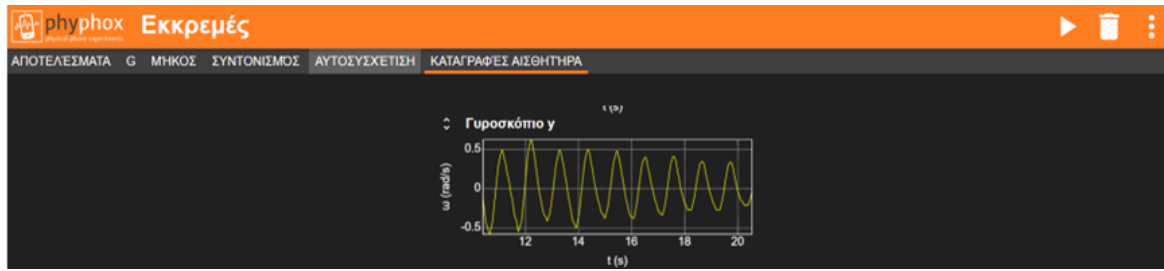
Η πειραματική διάταξη, που εμφανίζεται στο σχήμα 1, αποτελείται από στήριγμα στην άκρη του οποίου κρεμάται με νήμα ένα διάφανο σακουλάκι. Μέσα στο σακουλάκι τοποθετείται ένα κινητό smartphone, το οποίο εκτρέπεται υπό γωνία μικρής κλίσης και αφήνεται να ταλαντωθεί για 5 πλήρεις ταλαντώσεις.

Σχήμα 1. Πειραματική διάταξη



Με τη βοήθεια των αισθητήρων και συγκεκριμένα του επιταχυνσιόμετρου καταγράφονται μετρήσεις της επιτάχυνσης συναρτήσει του χρόνου στους άξονες x , y και z . Στο σχήμα 2, παρουσιάζεται η επιτάχυνση του κινητού στον άξονα y (διαμήκης συνιστώσα επιτάχυνσης), που έχει τη μορφή κύματος, καθώς το εκκρεμές αλλάζει συνεχώς την ταχύτητά του και όταν φτάνει στα άκρα, επιταχύνεται προς το κέντρο, ενώ στη μέση δεν επιταχύνεται καθόλου. Μέσω της εφαρμογής υπολογίζονται αυτόματα το μήκος του ταλαντωτή, η περίοδος και η συχνότητα ταλάντωσης της κίνησης.

Σχήμα 2. Μετρήσεις επιτάχυνσης συναρτήσει χρόνου και υπολογισμός περιόδου-συχνότητας



Στη συνέχεια, αυξάνεται το μήκος του νήματος και γίνεται καταγραφή των νέων μετρήσεων, καθώς και ο αυτόματος υπολογισμός του μήκους, της περιόδου και της ταλάντωσης αντίστοιχα. Τα ανωτέρω καταλήγουν πως η περίοδος αυξάνεται με την αύξηση του μήκους, ενώ αντίθετως η συχνότητα μικραίνει. Επομένως, με τη χρήση μονάχα της εφαρμογής Rhyrhox και χωρίς καμία μετροταινία ή χρονόμετρο χειρός υπολογίζονται με ακρίβεια, σε κλάσματα δευτερολέπτου και χωρίς σφάλματα ανθρώπινου παράγοντα οι ανωτέρω μετρήσεις και σχηματίζονται απευθείας γραφήματα που αναδεικνύουν την κίνηση του εκκρεμούς και εισάγουν τους μαθητές στην έννοια της επιτάχυνσης.

Συμμετέχοντες και συλλογή δεδομένων

Το δείγμα της έρευνας περιλάμβανε 71 μαθητές της Στ' Δημοτικού, στους οποίους παρουσιάστηκε η πειραματική διάταξη χωρίς προηγούμενη σχετική διδασκαλία και ύστερα από γραπτή συναίνεση των κηδεμόνων τους. Η συλλογή δεδομένων έγινε με χρήση προ- και μετα-τεστ (pre-post test design). Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκε ένα τεστ τριών επιπέδων (three-tier test). Το συγκεκριμένο τεστ είναι δομημένο έτσι ώστε στο πρώτο επίπεδο, οι μαθητές να απαντούν σε ερώτηση πολλαπλής επιλογής για να εκτιμηθεί η κατανόησή τους σε θέματα σχετικά με το γνωστικό αντικείμενο. Στο δεύτερο επίπεδο, μέσω μίας ερώτησης πολλαπλής επιλογής οι μαθητές αιτιολογούν την αρχική τους απάντηση και στο τρίτο επίπεδο αξιολογούν το επίπεδο εμπιστοσύνης τους στις απαντήσεις των δύο προηγούμενων επιπέδων.

Για την συγκεκριμένη πειραματική διαδικασία, δόθηκε ερώτηση που είχε ως στόχο να διερευνηθεί η κατανόηση των μαθητών αναφορικά με τη σχέση περιόδου ταλάντωσης και μήκους ενός ταλαντωτή. Πιο συγκεκριμένα, ζητήθηκε από τους μαθητές να αποφασιστεί εάν σε ταλαντώσεις διαφορετικού μόνο μήκους νήματος, οι ταλαντωτές θα φτάσουν συγχρόνως στο αρχικό σημείο της ταλάντωσης. Μετά το αρχικό τεστ, πραγματοποιήθηκε παρέμβαση σε ομάδες των οκτώ μαθητών, οι οποίοι εργάστηκαν σε υπο-ομάδες των τεσσάρων. Κατά τη διάρκεια της παρέμβασης, οι μαθητές συνεργάστηκαν για να αναλύσουν τα δεδομένα του πειράματος, με καθοδήγηση όπου ήταν απαραίτητο.

Ανάλυση δεδομένων

Η καταχώριση και ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση των υπολογιστικών φύλλων του Microsoft Excel και του στατιστικού προγράμματος SPSS. Συγκρίθηκαν τα ποσοστά επιτυχίας των μαθητών μεταξύ της αρχικής (pretest) και τελικής δοκιμασίας (posttest). Στις πιθανές απαντήσεις των μαθητών αποδόθηκαν συγκεκριμένες τιμές, με συνολικά 12 διαφορετικούς τύπους απόκρισης. Κάθε τύπος αντιστοιχούσε σε έναν κωδικό, ο οποίος επέτρεψε τη διάκριση των απαντήσεων σε 6 κατηγορίες. Αυτές οι κατηγορίες αναδεικνύουν το επίπεδο κατανόησης των μαθητών, προσδιορίζοντας τη ζώνη μαθησιακού επιπέδου των μαθητών.

Αποτελέσματα

Τα δεδομένα δείχνουν ότι μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση οι μαθητές τείνουν προς την ιδανική απάντηση. Συγκεκριμένα, πριν από την παρέμβαση, 25 από τους 71 μαθητές (35,2 %) απάντησαν σωστά, ενώ μόνο 5 από αυτούς (7%) ήταν βέβαιοι για την απάντησή τους και την

αιτιολόγησαν σωστά. Συγκεκριμένα, από τους 46 μαθητές που απάντησαν λανθασμένα, οι 28 πίστευαν πως για μεγαλύτερο μήκος νήματος, χρειαζόταν λιγότερος χρόνος επιστροφής του εκκρεμούς στην αρχική θέση, οι 9 θεωρούσαν πως η περίοδος είναι ανεξάρτητη του μήκους νήματος και οι άλλοι 9 είχαν την πεποίθηση ότι η περίοδος εξαρτάται μονάχα από τη μάζα και όχι από άλλον παράγοντα. Μετά την παρέμβαση, ο αριθμός των μαθητών που απάντησαν σωστά αυξήθηκε σημαντικά, φτάνοντας τους 62 στους 71 (87,3 %), με 42 από αυτούς (59,2 %) να δηλώνουν βεβαιότητα και να αιτιολογούν ορθά την απάντησή τους. Η ανάλυση μέσω του three-tier test, το οποίο περιλαμβάνει τόσο την αιτιολόγηση της απάντησης όσο και την έκφραση βεβαιότητας, προσφέρει ουσιαστικές πληροφορίες για την πραγματική κατανόηση των μαθητών, οι οποίες δεν θα μπορούσαν να προκύψουν από ένα απλό τεστ πολλαπλής επιλογής.

Συμπεράσματα

Με τη χρήση δεδομένων από το επιταχυνσιόμετρο ενός smartphone επιβεβαιώθηκε η σχέση ανάμεσα στην περίοδο και το μήκος ενός εκκρεμούς και οι μαθητές ήρθαν σε αρχική επαφή με την έννοια της επιτάχυνσης σε μία ταλάντωση χάρη στην οπτικοποίηση της από την εφαρμογή Phyrhox. Το πείραμα αυτό δείχνει πόσο εύκολα μπορούν να αξιοποιηθούν τα κινητά τηλέφωνα σε πειράματα Φυσικής. Τα αποτελέσματα κατέδειξαν τη θετική επίδραση της επίδειξης στην κατανόηση αυτής της σχέσης από τους μαθητές του Δημοτικού. Επιπλέον, η χρήση του three-tier test συνέβαλε στην εις βάθος ανάλυση των δεδομένων, προσφέροντας πιο ουσιαστικά συμπεράσματα.

Βιβλιογραφία

- Becker, S., Klein, P., Göbbling, A., & Kuhn, J. (2019). Using Mobile Devices to Augment Inquiry-Based Learning Processes with Multiple Representations. *arXiv preprint arXiv:1908.11281*.
- Monteiro, M. & Marti, A. C. (2022). Mobile Devices and Sensors for Physics Teaching. *American Journal of Physics*, 30(2), 435-449. <https://doi.org/10.1119/5.0073317>
- Staacks, S., Hütz, S., Stampfer, C., & Heinke, H. (2018). Advanced Tools for Smartphone-Based Experiments: Phyrhox. *Physics Education*, 53(4). <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-6552/aac05e/pdf>
- Tzamalís, P. G., Kateris, A., Lazos, P., Tsoukos, S. & Velentzas, A. (2021). An educational proposal for students' experimentation in a distance learning environment. *Physics Education*, 56 065010. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ac1c49>