ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Πανελλήνιο Συνέδριο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 13 (2024)

13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: ΠΡΑΚΤΙΚΑ

Αξιοποίηση των αισθητήρων των smartphones σε πειράματα Φυσικής: Το παράδειγμα της κεντρομόλου επιτάχυνσης

Παρασκευή Χριστονάση, Κωνσταντίνος Θ. Κώτσης

doi: 10.12681/codiste.6948

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** ΕΚΤ | **Πρόσβαση:** 09/12/2025 20:34:04

ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΤΩΝ SMARTPHONES ΣΕ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΦΥΣΙΚΗΣ: ΤΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΗΣ ΚΕΝΤΡΟΜΟΛΟΥ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗΣ

Παρασκευή Χριστονάση[1], Κωνσταντίνος Θ. Κώτσης[2]

[1]Υποψ. Διδάκτορας ΠΤΔΕ Παν. Ιωαννίνων, [2]Καθηγητής ΠΤΔΕ Παν. Ιωαννίνων

evi.chr@hotmail.com

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία διερευνά τη συμβολή μίας διδακτικής παρέμβασης για τη σχέση της κεντρομόλου επιτάχυνσης και της γωνιακής ταχύτητας στην καλύτερη κατανόηση της κυκλικής κίνησης από 71 μαθητές της Στ' τάξης του Δημοτικού, με τη βοήθεια αισθητήρων που διαθέτουν τα smartphones και της εφαρμογής «Phyphox». Για τη συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο, το οποίο δόθηκε στους μαθητές πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Ακολούθησε η ανάλυση των απαντήσεων του τριπλού επιπέδου τεστ που δόθηκε. Προέκυψε πως η διδακτική παρέμβαση συνέβαλε σημαντικά στην τροποποίηση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών πάνω στο συγκεκριμένο θέμα.

Λέξεις κλειδιά: αισθητήρες, Phyphox, κεντρομόλος επιτάχυνση

USING SMARTPHONE SENSORS IN PHYSICS EXPERIMENTS: THE EXAMPLE OF CENTRIPETAL ACCELERATION

Paraskevi Christonasi[1], Konstantinos T. Kotsis[2]

[1]Phd candidate DPE University of Ioannina, [2]Professor DPE University of Ioannina

evi.chr@hotmail.com

ABSTRACT

The study investigates the effect of a teaching intervention for the centripetal acceleration and angular velocity relationship on the better understanding of circular motion of 71 sixth grade students, with the help of sensors provided by smartphones and the "Phyphox" application. A questionnaire that was provided to students before and after the teaching intervention was used to collect the data. This was followed by the analysis of the answers of the three-tier test that was given. The data analysis showed that the teaching intervention significantly contributed to the modification of the students' alternative ideas on the specific subject.

Keywords: sensors, Phyphox, centripetal acceleration

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα smartphones χρησιμοποιούνται όλο και πιο συχνά ως εργαλεία για τη λήψη και καταγραφή μετρήσεων σε πειράματα Φυσικής τόσο σε σχολικές τάξεις όσο και σε πανεπιστημιακά εργαστήρια (Hochberg, Becker, Louis, Klein & Kuhn, 2020). Συνήθως, είναι εξοπλισμένα με επιταχυνσιόμετρο, γυροσκόπιο, μαγνητόμετρο, βαρόμετρο, μικρόφωνο, φωτεινότητας, πίεσης κ.ά. Η εφαρμογή «Phyphox» εκμεταλλεύεται τους αισθητήρες που υπάρχουν στα κινητά για να παράγει δεδομένα και γραφήματα σε πραγματικό χρόνο και συνδέεται απομακρυσμένα με άλλες συσκευές για άμεση οπτική παρατήρηση. Παρότι έχει πραγματοποιηθεί πληθώρα πειραματικών διατάξεων, η αποτελεσματικότητα χρήσης τέτοιου είδους εργαλείων με συμμετέχοντες μαθητές δεν έχει διερευνηθεί σημαντικά (Minkin & Sikes, 2022˙ Namchanthra & Puttharugsa, 2021).

Phyphox

Το 2016, ο φυσικός Sebastian Staacks δημιούργησε μία εφαρμογή Φυσικής, το Phyphox, που χρησιμοποιεί τους αισθητήρες που υπάρχουν στα κινητά smartphones ως όργανα μέτρησης για την υλοποίηση πειραμάτων Φυσικής. Συγκεκριμένα, η εφαρμογή περιέχει και εγκατεστημένες προσομοιώσεις χρήσιμες για εκμάθηση εννοιών Φυσικής (Kuhn & Vogt, 2013). Εφόσον υλοποιηθούν οι πειραματικές διατάξεις και καταγραφούν στην εφαρμογή οι μετρήσεις, παράγονται αξιόπιστα δεδομένα που παρουσιάζονται σε μορφή γραφημάτων σε πραγματικό χρόνο. Αυτό τα καθιστά κατάλληλη για χρήση σε τάξη, αφού τα πειράματα γίνονται εύκολα πραγματοποιήσιμα και μπορούν να ελεγχθούν ως προς την πορεία τους άμεσα από τους μαθητές (Staacks et al., 2018).

Σχήμα 1: Περιεχόμενα της εφαρμογής Phyphox

Three- tier test

Το three-tier test αποτελεί ένα τεστ τριπλού επιπέδου που εκτός από την κατανόηση εννοιών από τους μαθητές, ελέγχει και τη βεβαιότητά τους για την κατανόηση αυτή. Κάθε ερώτηση διακρίνεται σε τρία επίπεδα. Στο πρώτο επίπεδο, περιγράφεται μία συνθήκη συνοδευόμενη από σχήμα, εάν χρειάζεται, και μία σχετική ερώτηση γνωστικού επιπέδου με αληθοφανείς εναλλακτικές απαντήσεις. Στο δεύτερο επίπεδο, που έχει ως στόχο την αιτιολόγηση της προηγούμενης απάντησης που δίνεται από τους μαθητές, ζητείται να επιλέξουν μία από τις εναλλακτικές που δίνονται και οι οποίες βασίζονται σε σχετικά λάθη μαθητών, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, τα οποία δεν μπορούν να αποκλειστούν εύκολα (Al-Rukban 2006· Crisp & Palmer 2007· Lowe 1991). Τέλος, στο τρίτο επίπεδο ζητείται να επιλέξουν από κλίμακα (καθόλου σίγουρος/η, σχετικά σίγουρος/η, απόλυτα σίγουρος/η) με σκοπό να προσδιοριστεί το επίπεδο βεβαιότητας για τις απαντήσεις των δύο προηγούμενων επιπέδων.

Ύστερα, δίνονται βαθμολογήσεις για όλες τις πιθανές περιπτώσεις απάντησης και από τους συνδυασμούς βαθμολογιών προκύπτουν 12 κατηγορίες απαντήσεων που αντιστοιχούν σε 7 ομάδες απαντήσεων, που προσδιορίζουν τη ζώνη μαθησιακού επιπέδου των μαθητών.

Αποσαφήνιση εννοιών

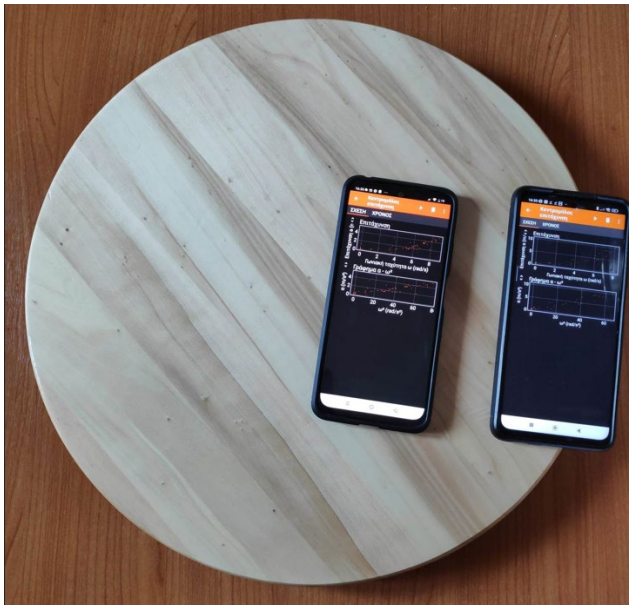
Κατά την ομαλή κυκλική κίνηση, η γραμμική ταχύτητα δίνει τον ρυθμό με τον οποίο το κινητό διανύει διαστήματα, ενώ η γωνιακή τον ρυθμό με τον οποίο η επιβατική ακτίνα διαγράφει γωνίες. Η σχέση που συνδέει τα δύο είδη γωνίας είναι η $u=\omega \cdot r$, και ενώ όλα τα σημεία ενός περιστρεφόμενου δίσκου έχουν την ίδια γωνιακή ταχύτητα, η γραμμική είναι ανάλογη της απόστασής τους από το κέντρο περιστροφής. Επιπρόσθετα, καθώς αλλάζει το διάνυσμα της ταχύτητας συνεχώς, εμφανίζεται κεντρομόλος επιτάχυνση που έχει κατεύθυνση προς το κέντρο της κυκλικής τροχιάς και δίνεται από τους τύπους: $\alpha_\kappa=u^2/R$ και $\alpha_\kappa=\omega^2 \cdot R$.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Πειραματική διάταξη

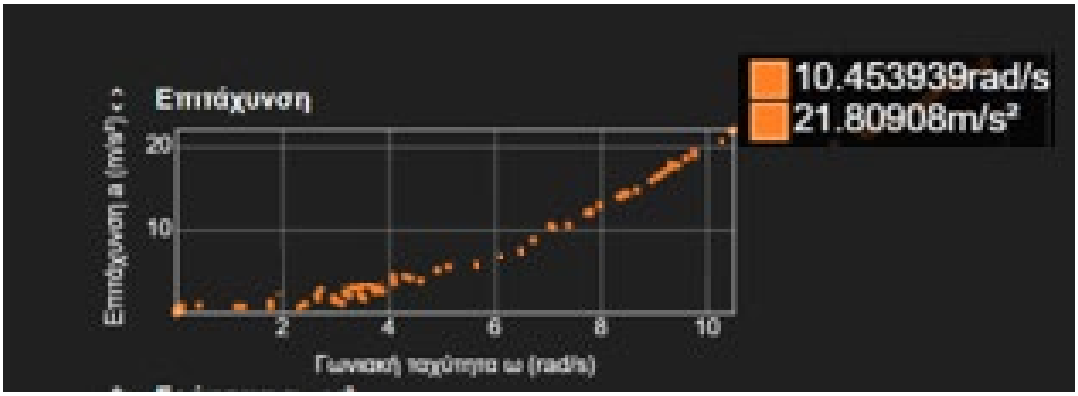
Η πειραματική διάταξη, που παρουσιάζεται στο Σχήμα 1, αποτελείται από δύο smartphones τοποθετημένα, με διπλής όψης κολλητική ταινία, σε διαφορετικές αποστάσεις από το κέντρο κυκλικού δίσκου. Ο δίσκος που βρίσκεται πάνω σε επίπεδη επιφάνεια, γραφείο ή θρανίο, περιστρέφεται και καταγράφονται οι μετρήσεις της κεντρομόλου επιτάχυνσης σε σχέση με την γωνιακή ταχύτητα και για τα δύο κινητά.

Σχήμα 2. Πειραματική διάταξη

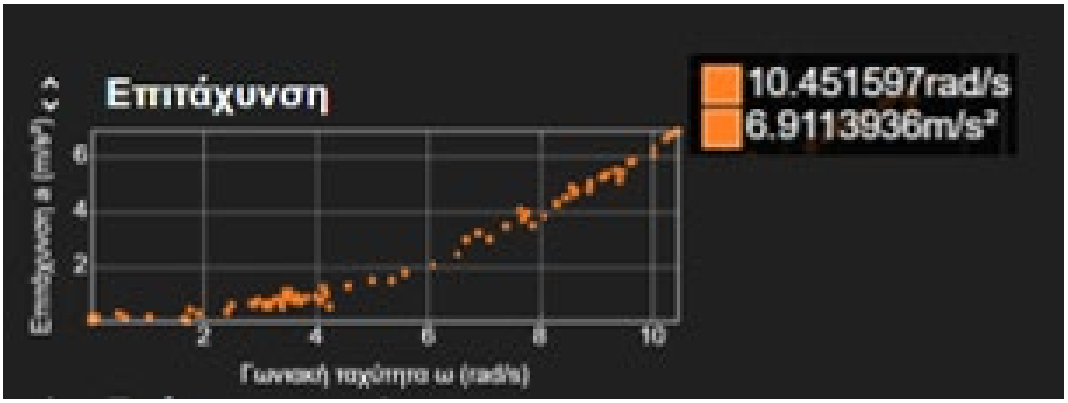


Με την βοήθεια των αισθητήρων πάρθηκαν μετρήσεις για την γωνιακή ταχύτητα ω και την κεντρομόλο επιτάχυνση α_κ, όπως παρουσιάζονται στα σχήματα 2 και 3. Από αυτές διαπιστώνεται πως για σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω, η κεντρομόλος επιτάχυνση α_κ είχε μεγαλύτερες τιμές στην περίπτωση της μεγαλύτερης τιμής ακτίνας. Επομένως, η γραμμική ταχύτητα σε αυτήν την περίπτωση θα έχει, επίσης, μεγαλύτερες τιμές.

Σχήμα 3. Μετρήσεις a=f(ω) για κινητό τοποθετημένο σε μεγαλύτερη ακτίνα



Σχήμα 4. Μετρήσεις a=f(ω) για κινητό τοποθετημένο σε μικρότερη ακτίνα



Συμμετέχοντες και συλλογή δεδομένων

Το δείγμα αποτελείται από 71 μαθητές Δημοτικού Στ' τάξης, στους οποίους παρουσιάστηκε η ανωτέρω πειραματική διάταξη και συζητήθηκαν οι καταγραφές, χωρίς να έχουν εκτεθεί προηγουμένως σε ανάλογη διδασκαλία. Η συλλογή των δεδομένων διεξήχθη με pre-post test design. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκε το three- tier test (τριπλού επιπέδου test). Στο πρώτο επίπεδο οι μαθητές απάντησαν σε ερώτηση πολλαπλής επιλογής γνωστικού περιεχομένου. Στο δεύτερο επίπεδο, ακολούθησε ερώτηση πολλαπλής επιλογής αιτιολόγησης της απάντησης του πρώτου επιπέδου. Τέλος, στο τρίτο επίπεδο υπήρχε μία κλίμακα που ζητούσε το επίπεδο εμπιστοσύνης για τις απαντήσεις στα δύο προηγούμενα επίπεδα. Με την ερώτηση που δόθηκε διερευνάται η κατανόηση της σχέσης γωνιακής ταχύτητας, γραμμικής ταχύτητας και κεντρομόλου επιτάχυνσης. Πιο συγκεκριμένα, οι μαθητές είχαν να επιλέξουν το παιδί, ανάμεσα από δύο, που αποκτά μεγαλύτερη γραμμική ταχύτητα, όταν τα δύο παιδιά στέκονται σε διαφορετικές αποστάσεις από το κέντρο μίας κυκλικής κίνησης. Η ενδιάμεση από τις δοκιμασίες παρέμβαση υλοποιήθηκε σε ομάδες των 8 ατόμων, οι οποίοι εργάστηκαν ομαδοσυνεργατικά ανά τετράδες, πάνω στα δεδομένα που προέκυπταν από την διεξαγωγή του πειράματος με παράλληλη καθοδήγηση.

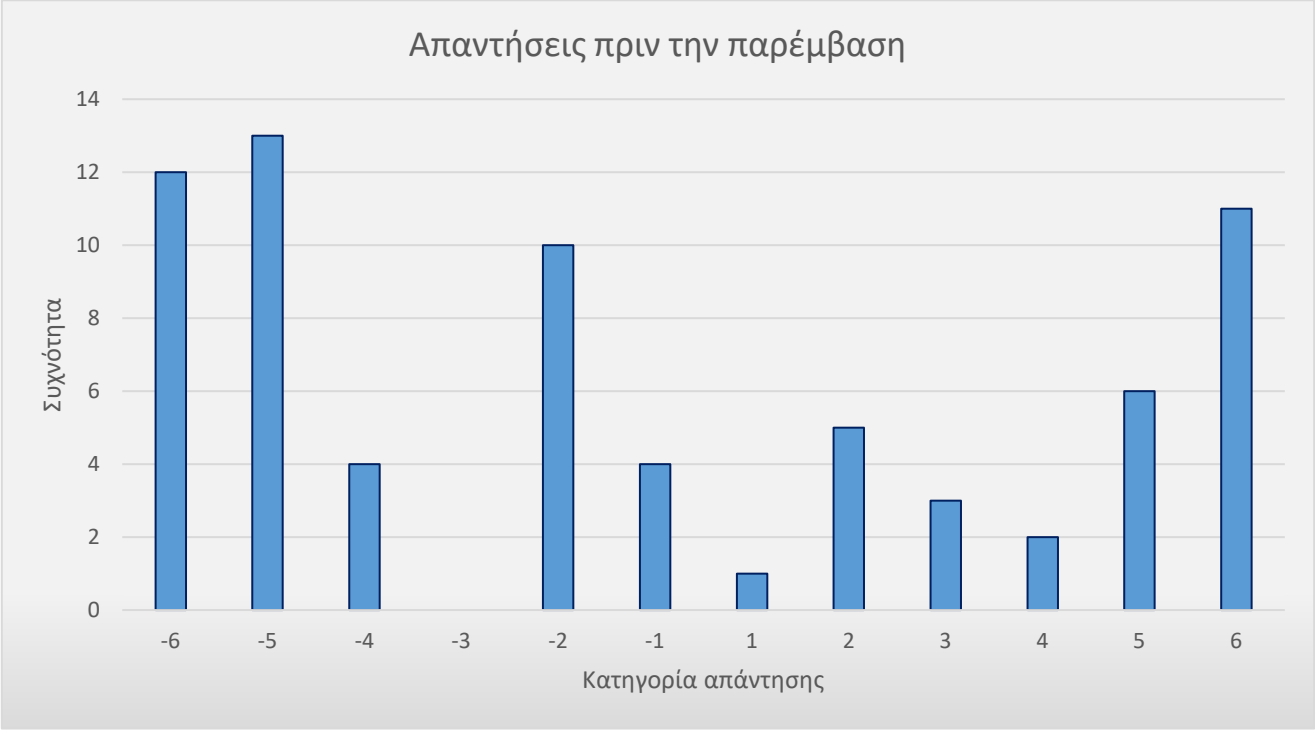
Ανάλυση δεδομένων

Η εισαγωγή και επεξεργασία των δεδομένων υλοποιήθηκε με χρήση των υπολογιστικών φύλλων του Microsoft Excel και του στατιστικού πακέτου SPSS. Έγινε σύγκριση των ποσοστών επιτυχίας μεταξύ του pretest και posttest. Δόθηκαν τιμές στις πιθανές εναλλακτικές απαντήσεις των μαθητών με συνολικά 12 τύπους απόκρισης. Κάθε τύπος αντιστοιχεί σε έναν κωδικό και χάρη σε αυτούς έγινε η διάκριση σε 6 ομάδες απαντήσεων που αναδεικνύουν την ζώνη μαθησιακού επιπέδου των μαθητών.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Από τα δεδομένα προκύπτει ότι μετά την διδακτική παρέμβαση οι μαθητές τείνουν προς την ιδανική απόκριση. Πιο συγκεκριμένα, πριν την παρέμβαση 28 στους 71 μαθητές (39,4%) απάντησαν σωστά και από αυτούς μόνο 11 μαθητές (15,5%) ήταν σίγουροι και δικαιολόγησαν σωστά την απάντησή τους. Αντιθέτως, 11 μαθητές (15,5%) απάντησαν και δικαιολόγησαν λανθασμένα, παρότι δήλωναν απόλυτα ή σχετικά σίγουροι. Αυτό αναδεικνύει τις λανθασμένες αντιλήψεις τους σχετικά με την κεντρομόλο επιτάχυνση και τη γραμμική ταχύτητα που είναι ανάλογη της απόστασής τους από το κέντρο περιστροφής. Τα αποτελέσματα του pre-test συνοψίζονται στο Γράφημα 1.

Γράφημα 1: Αποτελέσματα πριν την παρέμβαση



Μετά το πέρας της παρέμβασης, παρατηρούνται ουσιαστικές διαφοροποιήσεις στις απαντήσεις των μαθητών και φαίνεται να κατανοούν την σχέση που συνδέει την γραμμική και την γωνιακή ταχύτητα, καθώς και την επίδραση της απόστασης από το κέντρο της κίνησης. Συγκεκριμένα, οι μαθητές που απάντησαν σωστά αυξήθηκαν και έφτασαν τους 61 στους 71 (86%), εκ των οποίων βέβαια, μόνο οι 39 ήταν βέβαιοι και δικαιολόγησαν ορθά (55%). Παρατηρούμε, επομένως, πως χρησιμοποιώντας το three-tier test, με την αιτιολόγηση της απάντησης και την επιλογή βεβαιότητας των απαντήσεων, παίρνουμε πληροφορίες για την πραγματική κατανόηση των μαθητών που δεν θα είχαμε με ένα απλό τεστ πολλαπλών επιλογών, όπου το ποσοστό επιτυχίας θα ήταν μεγαλύτερο από το πραγματικό. Τα αποτελέσματα του post-test συνοψίζονται στο Γράφημα 2.

Γράφημα 2: Αποτελέσματα μετά την παρέμβαση

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα από το επιταχυνσιόμετρο και το γυροσκόπιο ενός smartphone επαληθεύτηκε η κινηματική σχέση μεταξύ γωνιακής ταχύτητας και κεντρομόλου επιτάχυνσης. Το πείραμα αυτό αναδεικνύει την απλότητα της χρήσης των κινητών σε πειράματα Φυσικής. Από τα αποτελέσματα φάνηκε η θετική επίδραση που είχε η επίδειξη στην κατανόηση της ανωτέρω σχέσης από τους μαθητές Δημοτικού. Μάλιστα, η χρήση του three-tier test έδωσε μεγαλύτερο και ουσιαστικότερο βαθμό στην ανάλυση των δεδομένων μας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Hochberg, K., Becker, S., Louis, M., Klein, P. Kuhn. J. (2020). Using Smartphones as Experimental Tools—a Follow-up: Cognitive Effects by Video Analysis and Reduction of Cognitive Load by Multiple Representations. *Journal of Science Education and Technology. 29*, 303–317. https://doi.org/10.1007/s10956-020-09816-w

Minkin, L., Sikes, D. (2022). Measuring the Magnetic Field Vector of Earth. *Physics Teacher. 60 (3)*, 200-201. https://doi.org/10.1119/10.0009689

Namchanthra, W., Puttharugsa, C. (2021). LED Gates for Measuring Kinematic Parameters Using the Ambient Light Sensor of a Smartphone. *Physics Teacher, 59 (4),* 298-299. https://doi.org/10.1119/10.0004165