

Περιεχόμενα

1. Τίτλος Παρέμβασης.....	2
2. Εμπλεκόμενες γνωστικές περιοχές.....	2
3. Προαπαιτούμενες γνώσεις και δεξιότητες.....	2
4. Στόχοι	3
4.1 Γενικοί.....	3
4.2 Γνωστικοί	3
4.3 Δεξιότητες-ικανότητες	3
4.4 Στάσεις	3
5. Απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή-λογισμικό	4
6. Διάρκεια	4
7. Ανάλυση περιεχομένου	4
8. Εναλλακτικές αντιλήψεις μαθητών	5
9. Συσχετισμός με το αναλυτικό πρόγραμμα	6
10. Χωροταξία- Οργάνωση τάξης.....	6
11. Διδακτικές προσεγγίσεις.....	6
Φύλλο Εργασίας.....	12
Βιβλιογραφία.....	16
Ελληνόγλωσση	16
Ξενόγλωσση	17

1. **Τίτλος Παρέμβασης :** Μέτρηση μέσης ταχύτητας με τη χρήση Έξυπνης Κινητής συσκευής.

2. Εμπλεκόμενες γνωστικές περιοχές

Τάξη: Β Γυμνασίου Μάθημα : Φυσική

Κεφάλαιο 2: Κινήσεις & 2.2 Η έννοια της ταχύτητας

3. Προαπαιτούμενες γνώσεις και δεξιότητες

Το μάθημα είναι επαναληπτικό και πραγματοποιείται την περίοδο του Μαΐου 2020 με την μορφή της ασύγχρονης από απόσταση διδασκαλίας. Οπότε οι μαθητές έχουν διδαχθεί όλο το **Κεφάλαιο 2** και μέσω της διδασκαλίας θα ελεγχθεί το επίπεδο κατανόησης της έννοιας της μέσης ταχύτητας, όσο και στην αρχή διατήρησής της. Το φύλλο εργασίας που αποτελεί αντικείμενο της παρούσας παρέμβασης σχετίζεται με την πειραματική δραστηριότητα υπολογισμού μέσης ταχύτητας με χρήση έξυπνης κινητής συσκευής (smartphone). Αν έχουν επιτευχθεί οι στόχοι του Κεφαλαίου 2, αλλά και αυτοί της Φυσικής Α Γυμνασίου (Φυσική με πειράματα) οι μαθητές θα πρέπει:

- Να ορίζουν την μέση ταχύτητα ,
- Να συγκρίνουν τις ταχύτητες δύο σωμάτων που διανύουν το ίδιο μήκος διαδρομής σε διαφορετικούς χρόνους,
- Να συγκρίνουν τις ταχύτητες δύο σωμάτων που διανύουν διαφορετικά μήκη διαδρομής σε ίσους χρόνους,
- Να μετατρέπουν τις μονάδες μέτρησης ταχύτητας km/h σε m/s και αντίστροφα
- Να μετρούν μήκος με τη χρήση μεζούρας.

Λόγω της ενεργής εμπλοκής των μαθητών σε χρήση εφαρμογής έξυπνης κινητής συσκευής για την υψηλής ακρίβειας μέτρησης χρόνου αλλά και λόγω της εξ αποστάσεως ασύγχρονης διδασκαλίας, οι μαθητές θα πρέπει:

- Να έχουν βασικές γνώσεις στην λειτουργία της έξυπνης κινητής συσκευής έτσι ώστε να εγκαταστήσουν με επιτυχία την εφαρμογή **phyphox** και στην συνέχεια να εξοικειωθούν με τη λειτουργία της.

4. Στόχοι

4.1 Γενικοί

Η αξιοποίηση των ιδεών και των διασυνδέσεων που σχηματικά αναφέρονται στη βιβλιογραφία ως STEML (ΦΥ.Τ.ΕΜ.ΜΑ.Γ) όπου τα αρχικά σημαίνουν:

Science: ΦΥΣΙΚΗ

Technology: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ (εφαρμογές της Φυσικής στην τεχνολογία, αλλά και αξιοποίηση της τεχνολογίας ως εργαλείο μάθησης, όπως με την αξιοποίηση των ΤΠΕ, των απτήρων και των αισθητήρων)

Engineering: ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ (κατασκευαστικές εφαρμογές της επιστήμης αλλά και hands on activities στο εργαστήριο και την εικονική τάξη)

Mathematics: ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ (τα απαραίτητα για τη Φυσική)

Language: ΓΛΩΣΣΑ (αξιοποίηση της νεοελληνικής γλώσσας στο επιστημονικό λεξιλόγιο, αλλά και την επιστημονική «ρητορική» και επικοινωνία).

4.2 Γνωστικοί

Οι μαθητές :

1. Να μετρούν μήκος με την χρήση μεζούρας
2. Να χρησιμοποιούν εφαρμογές της έξυπνης κινητής συσκευής που διαθέτουν για να μετρούν χρόνο
3. Να υπολογίζουν μέση ταχύτητα
4. Να πραγματοποιούν πειραματική διάταξη και να εκτελούν τα βήματα της πειραματικής διαδικασίας, χωρίς την παρουσία εκπαιδευτικού,
5. Να μετατρέπουν μονάδες μέτρησης ταχύτητας.

4.3 Δεξιότητες-ικανότητες

Οι μαθητές πρέπει:

1. Να επικοινωνούν μέσω της εκπαιδευτικής πλατφόρμας (webex), τόσο με σύγχρονο όσο και ασύγχρονο τρόπο και να αξιοποιούν τα εργαλεία της,
2. Να αναπαράγουν φαινόμενα της καθημερινότητας για να πραγματοποιήσουν απλά πειράματα Φυσικής,
3. Να πραγματοποιούν πειράματα, χρησιμοποιώντας τους αισθητήρες των έξυπνων κινητών συσκευών ακολουθώντας τα βήματα της επιστημονικής μεθόδου δηλαδή, να υλοποιούν κατάλληλες ενέργειες για τη διερεύνηση δεδομένων που έχουν διδαχθεί θεωρητικά, να καταγράφουν και να ερμηνεύουν πειραματικά δεδομένα, να διατυπώνουν συμπεράσματα,
4. Να συμμετέχουν σε συζητήσεις διατυπώνοντας μία βασική επιστημονική επιχειρηματολογία.

4.4 Στάσεις

Οι μαθητές πρέπει να:

1. αναγνωρίσουν τον ουσιαστικό ρόλο που παίζει η Φυσική επιστήμη σε όλο το φάσμα της εμπειρίας τους και των γνώσεών τους από την καθημερινή ζωή ως τις βασικές λειτουργίες του σύμπαντος.

2. Να αναπτύξουν θετική στάση απέναντι στον επιστημονικό τρόπο σκέψης και εργασίας.

5. Απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή-λογισμικό

Για την πραγματοποίηση της διδασκαλίας απαιτούνται:

- Έξυπνη κινητή συσκευή (smartphone ή tablet)
- Εγκατάσταση της εφαρμογής phyphox
- Μπάλα
- Υποδεκάμετρο ή μέτρο ή μεζούρα
- Υπολογιστής τσέπης ή αριθμομηχανή κινητής συσκευής
- Η πλατφόρμα τηλε-εκπαίδευσης του Υπουργείου Παιδείας (Webex Meetings) είναι μια πλατφόρμα για εξ αποστάσεως εκπαίδευση. Η ψηφιακή αίθουσα (virtual classroom) που προσφέρει, παρέχει εκτός από την επικοινωνία φωνής και εικόνας, πρόσθετες δυνατότητες όπως διαμοιρασμό περιεχομένου και ηλεκτρονικό πίνακα. Μέσω της πλατφόρμας δόθηκαν κατευθύνσεις και απαντήθηκαν απορίες των μαθητών πριν την πραγματοποίηση του πειραματισμού.

6. Διάρκεια

Το φύλλο εργασίας που αποτελεί αντικείμενο της παρούσας παρέμβασης σχετίζεται με την πραγματοποίηση πειράματος από τους μαθητές για τον υπολογισμό μέσης ταχύτητας με χρήση έξυπνης κινητής συσκευής. Η προτεινόμενη διδασκαλία είναι ασύγχρονη και εκτιμάται ότι για να ολοκληρώσουν οι μαθητές το φύλλο εργασίας στο σπίτι τους απαιτείται περίπου μία ώρα.

7. Ανάλυση περιεχομένου

Οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν σε ερωτήσεις, όπου η απάντησή τους απαιτεί τη χρήση του ορισμού της μέσης ταχύτητας:

$$v_{\mu} = \frac{\text{Μήκος διαδρομής}}{\text{χρόνος}} = \frac{S}{t}$$

Στη συνέχεια αφού εγκαταστήσουν την εφαρμογή phyphox καλούνται να εξοικειωθούν με την λειτουργία του ακουστικού χρονομέτρου που θα χρησιμοποιήσουν στο πείραμα τους για να μετρήσουν την ανεξάρτητη μεταβλητή του χρόνου που απαιτείται για να διανύσει η μπάλα μία διαδρομή σταθερού μήκους (παράμετρος ελέγχου). Ακολούθως υπολογίζουν την μέση ταχύτητα της μπάλας (εξαρτημένη μεταβλητή).

Οι μαθητές επαναλαμβάνουν την πειραματική διαδικασία τέσσερις φορές και καταγράφουν τις μετρήσεις τους σε πίνακα. Τέλος καλούνται να συγκρίνουν την

μεγαλύτερη ταχύτητα που πέτυχαν στις δοκιμές τους με δεδομένη ταχύτητα μετρημένη σε άλλη μονάδα μέτρησης.

8. Εναλλακτικές αντιλήψεις μαθητών

Οι μαθητές πολύ συχνά πιστεύουν ότι:

1. Κάθε κίνηση προϋποθέτει τη δράση μιας δύναμης στη διεύθυνσή της.

Έρευνες, έδειξαν ότι ορισμένοι μαθητές θεωρούν ότι για να κινηθεί ένα σώμα είναι απαραίτητο να ενεργεί σ' αυτό κάποια δύναμη, η οποία πρέπει να δρα στην κατεύθυνση της κίνησης (Watts & Zylbersztajn, 1981; Clement, 1982; McCloskey, 1983a; Fuschini et al., 1984; Nachtingal, 1984; Nielsen & Thomsen, 1984; Sjoberg & Lie, 1984; Osborne & Freyberg, 1985; Allen, 2002; Τουλάτου, 2006). Στις περιπτώσεις που δεν φαίνεται να υπάρχει κάποια εξωτερική δύναμη η οποία να διατηρεί την κίνηση του σώματος τότε οι μαθητές αποδέχονται την ύπαρξη κάποιας εσωτερικής δύναμης μέσα στο σώμα που κινείται.

2. Η δύναμη είναι ανάλογη με την ταχύτητα.

Σύμφωνα μ' αυτή την αντίληψη η δύναμη που δρα σ' ένα σώμα είναι ανάλογη με την ταχύτητα που αποκτά το σώμα και συγκεκριμένα όσο μεγαλύτερη είναι η δύναμη που ασκείται στο σώμα τόσο μεγαλύτερη ταχύτητα αποκτά το σώμα, ενώ όταν η δύναμη σταματάει να ενεργεί στο σώμα τότε η ταχύτητά του μηδενίζεται (Viennot, 1979; Αλιμήσης, 1998; Allen, 2002; Κώτσης & Αναγνωστόπουλος, 2006; Τουλάτου, 2006). Η εναλλακτική αυτή αντίληψη έρχεται σε αντίθεση με το 2ο νόμο του Newton.

3. Η κίνηση γίνεται στη διεύθυνση της εφαρμοζόμενης δύναμης.

Με βάση την αντίληψη αυτή η διεύθυνση της κίνησης ενός σώματος συμπίπτει με τη διεύθυνση της δύναμης που ενεργεί στο σώμα που κινείται (diSessa, 1982; White, 1983). Η αντίληψη αυτή ισχύει όταν το αντικείμενο στο οποίο ασκείται η δύναμη, είναι αρχικά ακίνητο. Διαφορετικά, η νέα τροχιά που θα ακολουθήσει λόγω της δράσης της δύναμης είναι το αποτέλεσμα της σύνθεσης της αρχικής κίνησης με εκείνη που θα προκαλούσε η δύναμη, αν το αντικείμενο ήταν αρχικά ακίνητο.

4. Η ακρίβεια στον πειραματικό υπολογισμό ενός φυσικού μεγέθους σχετίζεται με τον αριθμό των ψηφίων που βλέπουν μετά την πραγματοποίηση μίας πράξης με υπολογιστή τσέπης.

Οι μαθητές σπάνια συσχετίζουν τα αποτελέσματα των υπολογισμών τους με την ακρίβεια των οργάνων με τα οποία μετρούν (π.χ μεζούρα ή χρονόμετρο) για να οδηγηθούν σε αυτούς τους υπολογισμούς. Επίσης στο Ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα δεν διδάσκεται ούτε η διάδοση σφάλματος, ούτε τα σημαντικά ψηφία. Πολλές φορές αισθάνονται την ανάγκη να κατατάξουν τις μετρήσεις τους σε σωστές και λάθος ή τους αριθμούς σε καλούς (ακέραιοι) και κακούς (δεκαδικοί).

9. Συσχετισμός με το αναλυτικό πρόγραμμα

Το γνωστικό αντικείμενο των προτεινόμενων δραστηριοτήτων βρίσκεται σε συμφωνία με το ΑΠΣ για την Β Γυμνασίου. Οι οδηγίες που στάλθηκαν στα Γυμνάσια για το σχολικό έτος 2019-2020 και δημοσιεύθηκαν σε ΦΕΚ αναφέρονται παρακάτω. Η πειραματική άσκηση που προτείνεται είναι σε συμφωνία με την φιλοσοφία του ΑΠΣ της Β Γυμνασίου, αλλά και με τις γνώσεις που απέκτησαν οι μαθητές στην μελέτη της Φυσικής με πειράματα (Α Γυμνασίου). Η χρήση κινητού τηλεφώνου ή tablet γίνεται από τους μαθητές αποκλειστικά στο σπίτι, οπότε δεν έρχεται σε σύγκρουση με τη νομοθεσία που ισχύει για τη χρήση κινητών στο σχολείο στην Ελλάδα.

Κεφάλαιο 2

Ύλη και Κίνηση, Να μη διδαχθεί. 2.1 Να γίνουν οι δραστηριότητες «Προσδιορισμός θέσης σώματος» και «Σημείο αναφοράς και μετατόπιση» Να διδαχθούν οι υποενότητες: Χρονικό διάστημα, Τροχιά 2.2 Η έννοια της ταχύτητας Να διδαχθεί η εισαγωγή και οι υποενότητες: **Μέση ταχύτητα στην καθημερινή γλώσσα**, Στιγμιαία ταχύτητα στην καθημερινή γλώσσα. Να μην διδαχθεί η Διανυσματική περιγραφή της ταχύτητας. Δεν υπάρχει το αναγκαίο μαθηματικό υπόβαθρο. 2.3 Κίνηση με σταθερή ταχύτητα Να μη διδαχθεί 2.4 κίνηση με μεταβαλλόμενη ταχύτητα Να μη διδαχθεί Εργαστηριακή δραστηριότητα: Άσκηση (6) Μελέτη των ευθύγραμμων κινήσεων (Προτεινόμενες ώρες διδασκαλίας 8)

10. Χωροταξία- Οργάνωση τάξης

- Η παρέμβαση θα πραγματοποιηθεί με ασύγχρονο τρόπο. Όμως σε πραγματικό χρόνο μέσω της πλατφόρμας τηλε-εκπαίδευσης του Υπουργείου Παιδείας (Webex Meetings) που είναι μια πλατφόρμα για εξ αποστάσεως εκπαίδευση θα γίνει η περιγραφή του φύλλου εργασίας, θα δοθούν οι απαραίτητες οδηγίες και θα απαντηθούν ερωτήσεις των μαθητών σχετικά με τον πειραματισμό.
- Οι μαθητές εργάζονται ατομικά ανάλογα με τις οδηγίες του φύλλου εργασίας στο σπίτι τους.
- Ο εκπαιδευτικός έχει ρόλο υποστηρικτικό με ασύγχρονο τρόπο μέσω της ηλεκτρονικής τάξης.
- Τα συμπληρωμένα φύλλα εργασίας θα αποσταλούν στον εκπαιδευτικό μέσω ηλεκτρονικής αλληλογραφίας, και θα αποτελέσουν εργαλείο αξιολόγησης τόσο των μαθητών όσο και της παρέμβασης.

11. Διδακτικές προσεγγίσεις

Από τα τέλη του προηγούμενου αιώνα παρατηρείται έντονο ενδιαφέρον της εκπαιδευτικής κοινότητας για την αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών πληροφορίας

και επικοινωνίας στην εκπαίδευση. Τα τελευταία χρόνια, ένα μεγάλο μέρος αυτού του ενδιαφέροντος εντοπίζεται στις δυνατότητες χρήσης των κινητών τηλεφώνων και των ταμπλετών στη διδακτική πράξη (Zacharia et al. 2016). Αυτές οι έξυπνες κινητές συσκευές (ΕΚΣ) διαθέτουν αισθητήρες, που είναι απαραίτητοι για τη σωστή λειτουργία τους, οι οποίοι μπορούν να αξιοποιηθούν στη διδασκαλία και ειδικότερα στο εργαστήριο των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) (Gonzalez and Gonzalez 2016, Iliaki et al. 2018, Βελέντζας κ.α. 2017). Η χρήση των ΕΚΣ στο εργαστήριο των ΦΕ μπορεί να έχει θετικά αποτελέσματα καθώς οι συσκευές αυτές διαθέτουν το πλεονέκτημα της φορητότητας, είναι πολύ οικείες στους μαθητές και συνεπώς οι τελευταίοι μπορούν εύκολα να κάνουν μετρήσεις και να λαμβάνουν δεδομένα σε «πραγματικό» χρόνο» και με μεγάλο ρυθμό δειγματοληψίας, ενώ επιπλέον έχουν την δυνατότητα της εκ των υστέρων ανασκόπησης και περαιτέρω επεξεργασίας αυτών των δεδομένων μέσω της διασύνδεσής τους με άλλες συσκευές και τον παγκόσμιο ιστό (Kearney et al. 2012, Klein et al. 2014). Στην βιβλιογραφία υπάρχουν αρκετές προτάσεις αξιοποίησης των αισθητήρων των ΕΚΣ στην πειραματική διδασκαλία των ΦΕ (για παράδειγμα Kuhn & Vogt 2013) και για τους παραπάνω λόγους θεωρείται ότι έχει αξία για την εκπαιδευτική κοινότητα η διεύρυνση της έρευνας σε αυτόν τον τομέα, παρόλο που στην Ελλάδα προς το παρόν υπάρχει απαγόρευση χρήσης των ΕΚΣ στο σχολείο και είναι θολό το τοπίο σχετικά με την «νόμιμη» δυνατότητα της καθαρά εκπαιδευτικής τους αξιοποίησης. Επίσης, έχει ενδιαφέρον να ερευνηθούν οι «τεχνικές» δυσκολίες που πιθανώς προκύπτουν από την εφαρμογή των προτάσεων της διεθνούς βιβλιογραφίας στο επίπεδο της τάξης κατά τη χρήση των ΕΚΣ από τους μαθητές. Αυτές οι «τεχνικές» δυσκολίες μπορεί να οφείλονται αφενός μεν στο επίπεδο ευχέρεια χρήσης των ΕΚΣ από τους χρήστες-μαθητές και αφετέρου σε διαφοροποιήσεις μεταξύ ΕΚΣ λόγω διαφοράς κατασκευαστών, μοντέλων, λογισμικών που χρησιμοποιούν (iOS, android), καθώς και μεταξύ των εφαρμογών (Apps) που αξιοποιούν τους αισθητήρες.

Συνεπώς, μια πρώτη διερεύνηση σχετικά με τις προαναφερόμενες δυσκολίες θα αποτελούσε ο έλεγχος του κατά πόσο υπάρχει πιθανή διαφοροποίηση σε αποτελέσματα πειραμάτων στα οποία γίνεται χρήση αισθητήρων εξαιτίας της ποικιλίας των ΕΚΣ. Τρεις αισθητήρες που κατά κόρον αξιοποιούνται σε προτάσεις για τον πειραματισμό των μαθητών στο πλαίσιο των μαθημάτων των ΦΕ είναι ο αισθητήρας επιτάχυνσης, ο αισθητήρας ήχου και ο αισθητήρας φωτός. Σε ερευνητικές εργασίες ελέγχθηκαν οι αισθητήρες επιτάχυνσης ήχου και φωτός (Τσούκος, Κατέρης κ.α. 2018). Στην συγκεκριμένο πειραματισμό η εφαρμογή phyphox χρησιμοποιεί τον αισθητήρα ήχου, για να μετρήσει χρόνο. Ο αισθητήρας ήχου από τα πειράματα σε μεγάλη ποικιλία ΕΚΣ θεωρείται κατάλληλος για πειραματισμό σε σχολικό εργαστήριο καθώς τα αποτελέσματα των μετρήσεων χρόνου δεν έδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους (Kateris et al. 2020).

Επίσης τα τελευταία χρόνια, από οργανισμούς, εκπαιδευτικούς και ερευνητές προωθείται η διερευνητική προσέγγιση (inquiry) στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Στην συγκεκριμένη πρόταση διδασκαλίας η διερευνητική προσέγγιση αποσκοπεί στον πειραματισμό με χρήση τεχνολογίας και πραγματοποίηση hands-on

δραστηριοτήτων. Οι μαθητές ακολουθούν σε γενικές γραμμές τα βήματα της επιστημονικής μεθόδου (Εισαγωγή, Μέθοδος, Αποτελέσματα-Επεξεργασία, Συζήτηση συμπεράσματα. Η μάθηση με διερεύνηση βασίζεται στη θέση ότι οι μαθητές μαθαίνουν, όταν οι ίδιοι αυτενεργώντας ερευνούν τον κόσμο και αποκτούν νέες επιστημονικές γνώσεις. Η εμπλοκή των μαθητών στη μάθηση με διερεύνηση θεωρείται ότι παρέχει κίνητρα και προκαλεί το ενδιαφέρον των μαθητών. Επίσης μέσω της διερευνητικής προσέγγισης στην συγκεκριμένη διδασκαλία σκοπός είναι η εμπλοκή των μαθητών σε διαδικασία πειραματισμού όπου θα πρέπει να αποφασίσουν για τον αριθμό των δεκαδικών ψηφίων, για την στρογγυλοποίηση, για τις μονάδες μέτρησης και για την παράμετρο ελέγχου.

Ο σχεδιασμός της πειραματικής πρότασης σχεδιάστηκε σε μία πιο ανοιχτή μορφή καθοδηγούμενης διδασκαλίας όπου ο εκπαιδευτικός παρέχει το πρόβλημα και αφήνεται στους μαθητές να επιλέξουν τα υλικά και τη διαδικασία που θα ακολουθήσουν για να απαντήσουν στο ερευνητικό ερώτημα. Αυτή η σταδιακή μετάβαση των μαθητών σε μεγαλύτερη αυτονομία επιτρέπει στο δάσκαλο να διατηρεί τον έλεγχο και να παρέχει τη στήριξη που χρειάζονται οι μαθητές, οι οποίοι θεωρούνται αρχάριοι ως προς την επιστημονική διερεύνηση.

Οι φάσεις του Πειραματισμού

1. **Εισαγωγή** (Φάση 1) Ο εκπαιδευτικός εισάγει στους μαθητές το πρόβλημα με συγκεκριμένα παραδείγματα και οργανώνει τις σκέψεις των μαθητών προς τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα της κάθε δραστηριότητας. Συγκεκριμένα,

- στο Φύλλο εργασίας, ο εκπαιδευτικός χρησιμοποιεί ερωτήματα σχετικά με τη μέση ταχύτητα από την καθημερινή ζωή των μαθητών στα οποία καλούνται να διατυπώσουν τις απαντήσεις τους γραπτά.

2. **Μέθοδος** (Φάση 2) Οι μαθητές αφιερώνουν χρόνο για την εξερεύνηση της εφαρμογής στην έξυπνη κινητή συσκευή που διαθέτουν, σκοπό να εξοικειωθούν με την μέθοδο μέτρησης των μεταβλητών. Χαρακτηριστικά:

- Σύμφωνα με το φύλλο εργασίας, οι μαθητές εγκαθιστούν την εφαρμογή *phyrhox* και εξοικειώνονται με την λειτουργία του ακουστικού χρονομέτρου χτυπώντας παλαμάκια και μετρώντας το χρόνο μεταξύ δύο διαδοχικών χτυπημάτων ακριβώς όπως θα κάνουν αργότερα για να μετρήσουν το χρόνο (ανεξάρτητη μεταβλητή) μεταξύ του λακτίσματος της μπάλας και της πρόσκρουσης της στο εμπόδιο. Στη συνέχεια καθορίζουν τη μεταβλητή ελέγχου που είναι η απόσταση από το εμπόδιο που θα χτυπήσει η μπάλα για να ακουστεί ο δεύτερος ήχος καθώς ο πρώτος αντιστοιχεί στο χτύπημα της

μπάλας από το πόδι τους.

3. Αποτελέσματα-Επεξεργασία (Φάση3) Ο εκπαιδευτικός κατευθύνει την προσοχή των μαθητών, έτσι ώστε να εντοπίσουν συγκεκριμένες πτυχές της δραστηριότητας που ερευνούν.

Οι μαθητές κάνουν αναλυτικούς υπολογισμούς για να προσδιορίσουν την μέση ταχύτητα σε κάθε μία από τις τέσσερις δοκιμές τους και συμπληρώνουν αντίστοιχο πίνακα. Σε αυτήν την φάση καλούνται να πάρουν αποφάσεις για το αν και που θα στρογγυλοποιήσουν, για τον αριθμό των δεκαδικών ψηφίων που θα επιλέξουν στην μέση ταχύτητα καθώς και να εκφράσουν την απόσταση σε m και την μέση ταχύτητα σε m/s, ανεξάρτητα με την μονάδα μέτρησης την οποία επέλεξαν για την μέτρηση της απόστασης.

4. Συζήτηση-Συμπεράσματα (Φάση4)

Ως τελευταίο βήμα στο φύλλο εργασίας έχουν να συγκρίνουν το δυνατότερο χτύπημα που πέτυχαν στη μπάλα με το αντίστοιχο ενός διάσημου επαγγελματία ποδοσφαιριστή. Οι μαθητές πρέπει να μετατρέψουν μονάδες ταχύτητας και στη συνέχεια να σχολιάσουν το αποτέλεσμα χωρίς να καθοδηγούνται στο αν η σύγκριση απαιτείται να είναι ποιοτική, ποσοτική ή και τα δύο.

5. Αξιολόγηση του Πειραματισμού: Ο εκπαιδευτικός αξιολογεί την πρόοδο των μαθητών, καθώς και την επίτευξη των εκπαιδευτικών στόχων.

Η αξιολόγηση της κατανόησης του περιεχομένου της διδασκαλίας, αλλά και της εκπαιδευτικής διαδικασίας θα πραγματοποιηθεί από την ενδεδειγμένη ανάλυση των φύλλων εργασίας που θα λάβει ο εκπαιδευτικός.

12. Περιγραφή και αιτιολόγηση των δραστηριοτήτων-Δομή διδασκαλίας

Αλληλεπίδραση μαθητών-εκπαιδευτικού: Ασύγχρονη από απόσταση διδασκαλία και Ηλεκτρονική Πλατφόρμα webex

Κύρια μέθοδος διδασκαλίας: Χρήση έξυπνης κινητής συσκευής κατά τον πειραματισμός-Διερευνητική προσέγγιση

Στρατηγική διδασκαλίας – ροή μαθήματος κατά την εφαρμογή του Φύλλου Εργασίας:

Δραστηριότητα 1

Οι ερωτήσεις 1, 2 και 3 χρησιμοποιούνται ως έναυσμα ενδιαφέροντος. Ταυτόχρονα

μέσω των απαντήσεων, ο εκπαιδευτικός ελέγχει προϋπάρχουσες γνώσεις των μαθητών και πιθανές εναλλακτικές αντιλήψεις αυτών. Οι ερωτήσεις έχουν να κάνουν με καθημερινές εμπειρίες των μαθητών και δεν διατυπώνονται με αυστηρή επιστημονική ορολογία. Είναι σημαντικό ότι μέσω των ερωτήσεων γίνεται καταγραφή των απόψεων όλων των μαθητών. Συγκεκριμένα μέσω των ερωτήσεων 1, 2 και 3 ελέγχεται ένα επίπεδο κατανόησης του φυσικού μεγέθους της μέσης ταχύτητας καθώς και της μαθηματικής σχέσης που το διέπει σε φαινόμενα της καθημερινότητας των μαθητών.

Στην πρώτη ερώτηση οι μαθητές πρέπει να συγκρίνουν μέσες ταχύτητες σε περίπτωση που η ίδια απόσταση διανύετε σε δύο διαφορετικούς χρόνους, στη δεύτερη ερώτηση πρέπει να συγκρίνουν μέσες ταχύτητες σε περίπτωση που δύο διαφορετικές αποστάσεις διανύονται στον ίδιο χρόνο ενώ στην τρίτη να υπολογίσουν μέσες ταχύτητες δύο κινητών όπου και οι αποστάσεις αλλά και οι χρόνοι είναι διαφορετικοί.

Δραστηριότητα 2

Η δραστηριότητα 2 και έχει ως στόχους τόσο να αναδείξει πιθανές στρεβλές αντιλήψεις των μαθητών που περιγράφονται στην παράγραφο 8 και αναφέρονται στην βιβλιογραφία όσο και να τους παροτρύνει να ακολουθήσουν την επιστημονική μεθοδολογία. Η δραστηριότητα στοχεύει στους γνωστικούς διδακτικούς στόχους 1, 2 και 4 και ακολουθεί το μοντέλο της «ανοιχτής καθοδηγούμενης διερεύνησης». Δίνει επίσης τη δυνατότητα στον εκπαιδευτικό να ελέγξει κατά πόσο οι μαθητές εφαρμόζουν στην πράξη τις θεωρητικές γνώσεις. Οι μαθητές συμμετέχουν στις διαδικασίες της επιστημονικής διερεύνησης (παρατήρηση, διατύπωση εξήγησης, πρόβλεψη, συλλογή δεδομένων, ανάλυση των δεδομένων, διατύπωση νέων ερωτήσεων, συμπεράσματα κλπ). Ο εκπαιδευτικός, ο οποίος έχει μια καλή αντίληψη για το ποια είναι τα αναμενόμενα αποτελέσματα, στηρίζει τους μαθητές στην οικοδόμηση των εμπειριών τους με όλο και λιγότερη καθοδήγηση, δίνοντάς τους έτσι την ευκαιρία να προβούν μόνοι τους σε δικά τους συμπεράσματα. Σε μία πιο ανοιχτή μορφή καθοδηγούμενης διδασκαλίας ο εκπαιδευτικός παρέχει μόνο το πρόβλημα και αφήνεται στους μαθητές να επιλέξουν τα υλικά και τη διαδικασία που θα ακολουθήσουν για να απαντήσουν στο ερευνητικό ερώτημα. Αυτή η σταδιακή μετάβαση των μαθητών σε μεγαλύτερη αυτονομία επιτρέπει στο δάσκαλο να διατηρεί τον έλεγχο και να παρέχει τη στήριξη που χρειάζονται οι μαθητές, οι οποίοι θεωρούνται αρχάριοι ως προς την επιστημονική διερεύνηση.

Για την επίτευξη των στόχων στην παρούσα δραστηριότητα αφήνονται στους μαθητές βαθμοί ελευθερίας κατά τη μέθοδο, για παράδειγμα να επιλέξουν μπάλα, μεζούρα, να επιλέξουν το σταθερό μήκος διαδρομής στο οποίο θα πειραματιστούν και φυσικά να εγκαταστήσουν και να χρησιμοποιήσουν την εφαρμογή στην κινητή συσκευή που διατίθεται στο σπίτι τους για να μετρήσουν χρόνο.

Τέλος με τον τρόπο που έχει οικοδομηθεί το φύλλο εργασίας σε αυτή, αλλά και στις επόμενες δραστηριότητες, ικανοποιούνται όλοι οι στόχοι που αναφέρονται

σε Ικανότητες-Δεξιότητες και Στάσεις που έχουν τεθεί στα πλαίσια του πειραματισμού.

Δραστηριότητα 3

Η δραστηριότητα 3 έχει ως στόχους τόσο να αναδείξει πιθανές στρεβλές αντιλήψεις των μαθητών που περιγράφονται στην παράγραφο 8 και αναφέρονται στην βιβλιογραφία όσο και να τους παροτρύνει να ακολουθήσουν την επιστημονική μεθοδολογία. Η δραστηριότητα στοχεύει στους γνωστικούς διδακτικούς στόχους 3, 4 και 4 και ακολουθεί το μοντέλο της «ανοιχτής καθοδηγούμενης διερεύνησης». Αποτελεί ουσιαστικά τη φάση που οι μαθητές συγκεντρώνουν και καταγράφουν τα πειραματικά τους δεδομένα δε πίνακα και με βάση αυτά πραγματοποιούν υπολογισμούς για την εύρεση της μέσης ταχύτητας. Κατά τη διάρκεια του μαθήματος που πραγματοποιήθηκε του πειραματισμού οι εκπαιδευτικοί περιέγραψαν το φύλλο εργασίας, αλλά αποφασίστηκε στα πλαίσια της ανοιχτής καθοδηγούμενης διερεύνησης, να μην δοθεί καμία διευκρίνιση ούτε για τον αριθμό των δεκαδικών ψηφίων της ταχύτητας, ούτε για το πώς γίνεται η στρογγυλοποίηση καθώς τα συγκεκριμένα σημεία έχουν συζητηθεί με τους ίδιους μαθητές στην Α Γυμνασίου αλλά και αποτελούν σημεία μελέτης και ανάλυσης στα φύλλα εργασίας που θα παραδοθούν.

Δραστηριότητα 4

Η δραστηριότητα 4 έχει επίσης ως στόχους τόσο να αναδείξει πιθανές στρεβλές αντιλήψεις των μαθητών που περιγράφονται στην παράγραφο 8 και αναφέρονται στην βιβλιογραφία όσο και να τους παροτρύνει να ακολουθήσουν την επιστημονική μεθοδολογία. Η δραστηριότητα στοχεύει στους γνωστικούς διδακτικούς στόχους 3 και 5 και ακολουθεί το μοντέλο της «ανοιχτής καθοδηγούμενης διερεύνησης».

Αποτελεί ουσιαστικά τη φάση που οι μαθητές βγάζουν κάποιο συμπέρασμα που βασίζεται στο πείραμα που πραγματοποίησαν. Κατά τη διάρκεια του μαθήματος που πραγματοποιήθηκε του πειραματισμού οι εκπαιδευτικοί περιέγραψαν το φύλλο εργασίας, αλλά αποφασίστηκε στα πλαίσια της ανοιχτής καθοδηγούμενης διερεύνησης, να μην δοθεί καμία διευκρίνιση για το αν ή σύγκριση που θα πραγματοποιήσουν μεταξύ του δικού του πιο δυνατού χτυπήματος και αυτού ενός επαγγελματία ποδοσφαιριστή θα είναι ποιοτική ή ποσοτική αφού αποτελεί αντικείμενο ανάλυσης το πώς αντιλαμβάνονται αλλά και πώς πραγματοποιούν οι μαθητές τη διαδικασία της σύγκρισης δύο τιμών του ίδιου φυσικού μεγέθους.

Φύλλο Εργασίας

Τίτλος μαθήματος: «Μέτρηση μέσης ταχύτητας μπάλας»

Ασύγχρονη από απόσταση εκπαίδευση

Τάξη: Φυσική Β Γυμνασίου, Σχολείο: 2 Πειραματικό Γυμνάσιο Αθηνών

Δευτέρα 11 Μαΐου 2020

Ονοματεπώνυμο μαθητή:

Δραστηριότητα 1

Σε αυτή την εργασία όταν αναφερόμαστε στην «ταχύτητα» θα εννοούμε την «μέση ταχύτητα».

Για να θυμηθούμε... την (μέση) ταχύτητα, απαντήστε στις παρακάτω ερωτήσεις, δίνοντας σύντομες αιτιολογήσεις.

1. Η Νατάσα και η Χριστίνα περπάτησαν διαδοχικά την ίδια απόσταση στο προαύλιο του σχολείου μας 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;

.....

.....

.....

.....

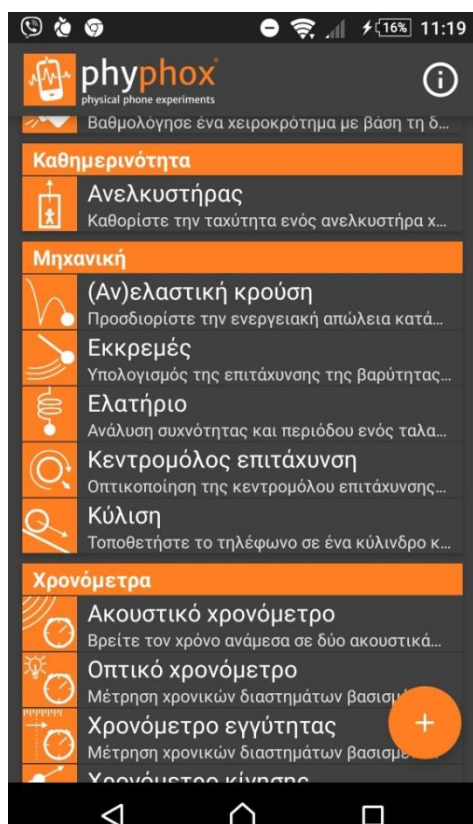
.....

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;

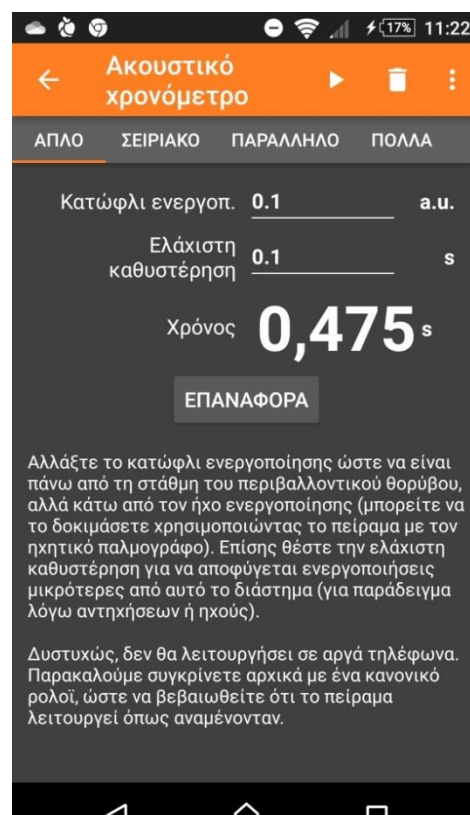
Δραστηριότητα 2

Ας μετρήσουμε πειραματικά την ταχύτητα μιας μπάλας που «σουτάρουμε» με τη χρήση του κινητού μας τηλεφώνου ή κάποιου tablet που διαθέτουμε στο σπίτι.

1. Αρχικά εγκαταστήστε στο κινητό σας τηλέφωνο ή στο tablet την εφαρμογή [«phyphox»](#) που διατίθεται δωρεάν.
2. Στη συνέχεια ανοίξτε την εφαρμογή, περιηγηθείτε στο μενού προς τα κάτω (Εικόνα 1) και επιλέξτε το «Ακουστικό χρονόμετρο» (ή «Acoustic Stopwatch» αν το μενού είναι στην Αγγλική γλώσσα) που υπάρχει στη λίστα με τα Χρονόμετρα (Timers). Θα είναι προεπιλεγμένη η πρώτη καρτέλα «Απλό» (Simple) και σε αυτή πρέπει να μείνετε για να πραγματοποιήσετε το πείραμα (Εικόνα 2).



Εικόνα 1. Αρχικό στιγμιότυπο οθόνης της εφαρμογής phyphox.



Εικόνα 2. Στιγμιότυπο οθόνης από τη λειτουργία «Ακουστικό χρονόμετρο».

3. 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 οποιοσδήποτε οξείς ήχους.
4. Ακολουθώντας, τοποθετήστε μια μπάλα σε συγκεκριμένη απόσταση από έναν τοίχο και μετρήστε αυτή την απόσταση. Μια προτεινόμενη απόσταση είναι από 1m έως 2m. Καταγράψτε τη μέτρηση της απόστασης στον Πίνακα (1η μέτρηση). Τοποθετήστε το τηλέφωνο κοντά στην μπάλα ή ακόμη καλύτερα στην μέση περίπου της απόστασης μπάλας-τοίχου και ετοιμάστε την εφαρμογή «rhyrphox» 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! Είμαστε έτοιμοι! 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!

Δραστηριότητα 3

5. **Υπολογίστε** την μέση ταχύτητα της μπάλας στις παρακάτω γραμμές, και σημειώστε το αποτέλεσμα του υπολογισμού σας στον πίνακα.

Αναλυτικός υπολογισμός μέσης ταχύτητας:

.....

.....

.....

.....

.....

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

.....

.....

.....

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

.....

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

Δραστηριότητα 4

8. 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». Σχολιάστε το αποτέλεσμα.

.....

Βιβλιογραφία

Ελληνόγλωσση

1. Προτάσεις για τη διδασκαλία νόμων της Φυσικής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση μέσω του Πειραματισμού των μαθητών, με παιχνίδια χαμηλού κόστους.
Βελέντζας Αθανάσιος, Κατέρης Αλέξανδρος, Λάζος Παναγιώτης, Τσούκος Σεραφείμ.
Πρακτικά 9ου Πανελληνίου Συνεδρίου της ΕΝΕΦΕΤ, 2016, Τόμος 9,
ISBN: 978-960-243-702-5, Σελίδες 1089-1093
2. Η χρήση αισθητήρων σε έξυπνες κινητές συσκευές στο σχολικό εργαστήριο Φυσικής. Παραδείγματα Εφαρμογής. Βελέντζας Αθανάσιος, Κατέρης Αλέξανδρος, Λάζος Παναγιώτης, Τζαμαλής Παύλος, Τσούκος Σεραφείμ. Πρακτικά 10ου Πανελληνίου Συνεδρίου της ΕΝΕΦΕΤ, 2018, Τόμος 10, ISBN: 978-960-86978-3-6, Σελίδες 987-995
3. Διερεύνηση των Δυσκολιών Κατά την Αξιοποίηση των Αισθητήρων των Έξυπνων Κινητών Συσκευών στη Διδασκαλία της Φυσικής. Λάζος Παναγιώτης, Κατέρης Αλέξανδρος, Τζαμαλής Παύλος, Τσούκος Σεραφείμ, Βελέντζας Αθανάσιος.
Πρακτικά 11ου Πανελληνίου Συνεδρίου της ΕΝΕΦΕΤ, 2019, (Υπό έκδοση), Η εργασία ανακοινώθηκε τον Απρίλιο του 2019 στη Φλώρινα.
4. Βελέντζας Α., Κατέρης Α., Λάζος Π., Τσούκος Σ. (2016) Το «εκκρεμές του Νεύτωνα» ως παράδειγμα αξιοποίησης των παιχνιδιών στη διδασκαλία της Φυσικής. Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου “Διδακτικές προσεγγίσεις και πειραματική διδασκαλία στις Φυσικές Επιστήμες”, σελ. 435 – 441. Θεσσαλονίκη 16-17 Απριλίου 2016.
5. Διερεύνηση της Δυνατότητας Χρήσης Έξυπνων Κινητών Συσκευών στη Διδακτική Πράξη. Η Περίπτωση της Αξιοποίησης του Αισθητήρα Επιτάχυνσης.
Τσούκος Σεραφείμ, Κατέρης Αλέξανδρος, Λάζος Παναγιώτης, Τζαμαλής Παύλος, Βελέντζας Αθανάσιος. Πανελλήνιο Συνέδριο Scientix για την εκπαίδευση STEM, σελ. 27-35. 3 και 4 Σεπτεμβρίου 2018 ΕΜΠ Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου
6. EXPLORING DIFFICULTIES IN THE USE OF MOBILE DEVICE SENSORS IN THE SCIENCE CLASSROOM: THE CASE OF ACCELEROMETERS ,
Pavlos Tzamalīs , Alexandros Kateris , Panagiotis Lazos , Tsoukos Serafeim ,
Athanasios Velentzas. 13th conference ESERA 2019 , 26-30 August, Bologna, Italy.
(Πρακτικά υπό έκδοση)
7. Καλκάνης, Γ. , Γκικοπούλου, Ουρ., Καπότης, Ε., Γουσόπουλος, Δ., Πατρινόπουλος, Μ, Τσάκωνας, Π., Δημητριάδης, Π., Παπατσιμπα, Α., Μιτζήθρας, Κ., Καπόγιαννης, Α., Σωτηρόπουλος, Δ. & Πολίτης, Σ. (2013). *Η Φυσική με Πειράματα Α' Γυμνασίου*, Αθήνα: ΙΕΠ-ΥΠΑΙΘ, ΙΤΥΕ ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ
8. Κουλαϊδής, Β., Χατζηνικήτα, Β. (2001). Στρατηγικές αντιμετώπισης των αντιλήψεων των μαθητών.
9. Κουλαϊδής (επιστ. υπευθ.), Κ. Δημόπουλος, Β. Χατζηνικήτα, (Επιμ.), Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, τόμ. Α' (75-98). Πάτρα: ΕΑΠ.
10. Σταυρίδου, Ε. (2011). Διδασκαλία και μάθηση των Φυσικών Επιστημών - Σύγχρονες τάσεις και οι επιπτώσεις τους στη διδακτική πράξη, στο Βασικό Επιμορφωτικό υλικό, τόμος Β: Ειδικό μέρος ΠΕ04 Φυσικών Επιστημών, Μείζον Πρόγραμμα Επιμόρφωσης, Αθήνα: ΠΙ, σ. 1-17.
11. <http://digitalschool.minedu.gov.gr/>

Ξενογλώσση

1. Kateris Alexandros, Lazos Panagiotis, Tsoukos Serafeim, Tzamalidis Pavlos, Velentzas Athanasios, Possible Technical Problems Encountered by The Teacher in the Incorporation of Mobile Phone Sensors in the Physics Lab. European J of Physics Education Volume 11 Issue 2 1309-7202, (2020)
2. Οδηγός διδασκαλίας της Φυσικής Arnold Arons (μετάφραση - επιμέλεια Α.Βαλαδάκης)
3. *"Inquiry Based Science Learning/Education"* (Artigue, Dillon, Harlen & Lena, 2012. ΜΠΕ, 2011γ. NRC, 2012)
4. Artigue et al. 2012. ΜΠΕ, 2011γ. NRC, 2012., Σταυρίδου, 2011:7
5. Driver, R., Guesne E., Tibergien, A., (1993). *Οι ιδέες των παιδιών στις Φυσικές Επιστήμες*, Αθήνα: Τροχαλία-Ένωση Ελλήνων Φυσικών.
6. Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., Wood-Robinson, V. (1998). *Οικο-δομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών. Μια Παγκόσμια Σύνοψη των Ιδεών των Μαθητών*, Αθήνα: Τυπωθήτω.
7. NRC - National Research Council (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Committee on Conceptual Framework for the New K-12 Science Education Standards. Board on Science Education. Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press. <http://smdepo.org/download/228417075fe45>
8. NGSS - Next Generation Science Standards Lead States (2013). Next generation science standards: For states, by states. Washington, DC: The National Academies Press. Ανακτήθηκε 30-11-2017 από <http://www.nextgenscience.org/>
9. Pathway, (2011). *The Pathway to Inquiry - Based Science Teaching*. Χρ. Ραγιαδάκος (Επ.Υπ/νος). Υποστηρικτική Δράση Παιδαγωγικού Ινστιτούτου. Αθήνα: ΠΙ. Ανακτήθηκε 1-12-2017 από <http://www.pischools.gr/programs/pathway/index.php>