

## Περιεχόμενα

1. Τίτλος Παρέμβασης.....	2
2. Εμπλεκόμενες γνωστικές περιοχές.....	2
3. Προαπαιτούμενες γνώσεις και δεξιότητες.....	2
4. Στόχοι .....	2
4.1 Γενικοί.....	2
4.2 Γνωστικοί .....	3
4.3 Δεξιότητες-ικανότητες .....	3
4.4 Στάσεις .....	3
5. Απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή-λογισμικό .....	4
6. Διάρκεια .....	5
7. Ανάλυση περιεχομένου .....	5
8. Εναλλακτικές αντιλήψεις μαθητών .....	5
9. Συσχετισμός με το αναλυτικό πρόγραμμα .....	7
10. Χωροταξία- Οργάνωση τάξης.....	7
11. Διδακτικές προσεγγίσεις.....	8
12. Περιγραφή και αιτιολόγηση των δραστηριοτήτων-Δομή διδασκαλίας.....	10
Φύλλο Εργασίας .....	11
Βιβλιογραφία.....	15
Ελληνόγλωση .....	15
Ξενόγλωση .....	15

**1. Τίτλος Παρέμβασης :** Επαναληπτικά προβλήματα στην Ομαλή κυκλική κίνηση

**2. Εμπλεκόμενες γνωστικές περιοχές**

Τάξη: *B Λυκείου* Μάθημα : Φυσική Προσανατολισμού Β Λυκείου

Κεφάλαιο 1: & 1.2 *Ομαλή Κυκλική Κίνηση*, & 1.3 *Κεντρομόλος δύναμη*, & 1.4 *Μερικές περιπτώσεις Κεντρομόλου δύναμης*

**3. Προαπαιτούμενες γνώσεις και δεξιότητες**

Το μάθημα είναι επαναληπτικό και πραγματοποιείται την περίοδο του Μαΐου 2020 με την μορφή της σύγχρονης από απόσταση διδασκαλίας. Οπότε οι μαθητές έχουν διδαχθεί όλο το **Κεφάλαιο 1** και μέσω της διδασκαλίας θα ελεγχθεί το επίπεδο κατανόησης και εμβάθυνσης των φυσικών μεγεθών που σχετίζονται με την ομαλή κυκλική κίνηση, μέσα από μελέτη προβλημάτων που σχετίζονται με καθημερινά φαινόμενα. Το φύλλο εργασίας που αποτελεί αντικείμενο της παρούσας παρέμβασης σχετίζεται με την επίλυση δύο προβλημάτων που εστιάζουν στην κινηματική και στην δυναμική τις κυκλικής κίνησης αντίστοιχα. Αν έχουν επιτευχθεί οι στόχοι του Κεφαλαίου οι μαθητές θα πρέπει:

- Να εφαρμόζουν τον ορισμό της γραμμικής και της γωνιακής ταχύτητας για να τις υπολογίζουν,
- Να σχεδιάζουν τα διανύσματα της γραμμικής, της γωνιακής ταχύτητας και της κεντρομόλου επιτάχυνσης τόσο σε δύο, όσο και σε τρεις διαστάσεις.
- Να εφαρμόζουν τους νόμους του Newton τόσο στην διεύθυνση της ακτίνας, όσο και σε άξονες κάθετους στο επίπεδο της κυκλικής τροχιάς
- Να διατυπώνουν μαθηματικά την εξίσωση της φασικής γωνίας και να κάνουν συσχετίσεις σε προβλήματα συνάντησης υλικών σημείων που εκτελούν ομαλή κυκλική κίνηση.

Λόγω της ενεργής εμπλοκής των μαθητών σε διαδικτυακές προσομοιώσεις αλλά και λόγω της εξ αποστάσεως σύγχρονης διδασκαλίας, οι μαθητές θα πρέπει:

- Να έχουν βασικές γνώσεις υπολογιστών και να χειρίζονται διαδικτυακές εφαρμογές και ηλεκτρονικές πλατφόρμες και προσομοιώσεις.

**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 εφαρμόζουν τις εξισώσεις κίνησης και ταχύτητας στην ομαλή κυκλική κίνηση.
2. Να διαπιστώσουν ότι η συνάντηση δύο υλικών σημείων που εκτελούν ομαλή κυκλική κίνηση κατά την ίδια φορά, είναι μια περιοδική κίνηση και να υπολογίσουν την περίοδο και τη συχνότητα σε μία τέτοια περίπτωση (αναλογικό ρολόι).
3. Να αναγνωρίσουν το αίτιο που συντηρεί την ομαλή κυκλική κίνηση και να υπολογίσουν την κεντρομόλο επιτάχυνση και την κεντρομόλο δύναμη.
4. Να πραγματοποιήσουν πειράματα κυκλικής κίνησης μέσω προσομοιώσεων για να μελετήσουν προβλήματα της καθημερινής τους ζωής.
5. Να επιλύουν προβλήματα κινηματικής και δυναμικής στην ομαλή κυκλική κίνηση.
6. Να χρησιμοποιούν τις ΤΠΕ για να εμβαθύνουν (deep learning) στην κατανόηση του φυσικού κόσμου και συγκεκριμένα στις έννοιες της κεντρομόλου επιτάχυνσης και κεντρομόλου δύναμης, εφαρμόζοντας τους φυσικούς νόμους σε εικονικά περιβάλλοντα.

#### 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 τους με τη βοήθεια προσομοιώσεων,
3. Να διατυπώνουν προβλέψεις-υποθέσεις και να τις ελέγχουν ακολουθώντας τα βήματα της επιστημονικής μεθόδου δηλαδή, να υλοποιούν κατάλληλες ενέργειες – σχεδιασμό πειραμάτων για τη διερεύνησή τους, 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:

- Υπολογιστής συνδεδεμένος στο διαδίκτυο
- Η πλατφόρμα τηλε-εκπαίδευσης του Υπουργείου Παιδείας (Webex Meetings) που 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.
- Εκπαιδευτική Ιστοσελίδα Φυσικής ([www.seilias.gr](http://www.seilias.gr)) μέσω των οποίων οι μαθητές πραγματοποιούν προσομοιώσεις φυσικών φαινομένων και με την βοήθεια των οποίων επιλύουν προβλήματα.
- <https://physicsgg.me> Εκπαιδευτική Ιστοσελίδα Εκλαϊκεύσης της Φυσικής που χρησιμοποιεί βιβλιογραφία από τα κορυφαία πανεπιστήμια του κόσμου.

**Ιστοσελίδες που επισκέπτονται οι μαθητές για να πραγματοποιήσουν τις δραστηριότητες που προτείνονται στο φύλλο εργασίας**

Οι δραστηριότητες είναι σχετικές με ένα πρόβλημα κινητικής στην ομαλή κυκλική κίνηση, με ένασμα ένα πρόβλημα του σχολικού βιβλίου καθώς και ένα πρόβλημα δυναμικής που έχει επιλεχτεί για να υπηρετήσει τους διδακτικούς στόχους που έχουν τεθεί.

Ηλεκτρονικές διευθύνσεις:

[https://www.seilias.gr/index.php?option=com\\_content&task=view&id=438&Itemid=32&catid=21](https://www.seilias.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=438&Itemid=32&catid=21)

<https://physicsgg.me/2017/08/17/%CE%BA%CE%AC%CE%B8%CE%B5-%CF%80%CF%8C%CF%84%CE%B5-%CF%83%CF%85%CE%BC%CF%80%CE%AF%CF%80%CF%84%CE%BF%CF%85%CE%BD-%CE%BF%CE%B9-%CE%B4%CE%B5%CE%AF%CE%BA%CF%84%CE%B5%CF%82-%CE%B5%CE%BD%CF%8C%CF%82-%CF%81/>

- Η εκπαιδευτική ιστοσελίδα *seilias*, επιτρέπει στους μαθητές να εκτελέσουν προσομοιώσεις και να πειραματιστούν με σώματα, που εκτελούν ΟΚΚ και να αναπαραστήσουν με ακρίβεια τα προς επίλυση προβλήματα με παρατήρηση της χρονικής εξέλιξης των φαινομένων με δυναμικό και όχι με στατικό τρόπο.

- Μέσω της ιστοσελίδας <https://physicsgg.me> οι μαθητές παρακολουθούν μέσω σύντομου video στην Αγγλική γλώσσα, με γλαφυρό τρόπο την διατύπωση του προβλήματος και την λύση του, αφού ολοκληρώσουν την δική τους προσπάθεια.
- παρέχει τη δυνατότητα για **μεγάλο αριθμό δοκιμών** από τους μαθητές, οι οποίοι επιτρέπουν την εξάσκηση των μαθητών στην προετοιμασία-σχεδίαση της πειραματικής διαδικασίας, καθώς και στη σειρά με την οποία οι παράμετροι αυτές διερευνώνται.
- Δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να πειραματιστούν σε ρεαλιστικών προσομοιώσεων, αυτήν την δύσκολη περίοδο όπου τα σχολεία είναι κλειστά και είναι αδύνατο είτε το μετωπικό εργαστήριο, είτε τα πειράματα επίδειξης (Μάιος 2020).

## **6. Διάρκεια**

Το φύλλο εργασίας που αποτελεί αντικείμενο της παρούσας παρέμβασης προτείνεται για επανάληψη στην ομαλή κυκλική κίνηση και έχει διάρκεια μία ώρα.

## **7. Ανάλυση περιεχομένου**

Στην καθημερινή τους ζωή οι μαθητές συναντούν πολλές περιπτώσεις κυκλικής κίνησης, όπως η κίνηση ενός ποδηλάτου γύρω από μια κυκλική πλατεία, η κίνηση των δεικτών του ρολογιού αλλά και κατά προσέγγιση, η κίνηση της Γης γύρω από τον Ήλιο. Έτσι οι καμπυλόγραμμες κινήσεις και ειδικά η ομαλή κυκλική κίνηση αποτελούν πάντα ένα βασικό κομμάτι στη μελέτη των παραπάνω φαινομένων. Επίσης η κατανόηση της ομαλής κυκλικής κίνησης αποτελεί προαπαιτούμενη γνώση για τη διδασκαλία της στροφικής κίνησης του στερεού σώματος στη Γ' Λυκείου.

Μέσω του προβλήματος ελέγχεται το επίπεδο κατανόησης της περιοδικότητας ενός φαινομένου μέσω της μελέτης συνάντησης των δεικτών ενός αναλογικού ρολογιού. Αυτό είναι ένα πρόβλημα εμβάθυνσης αφού οι μαθητές, έχουν μελετήσει μόνο περιπτώσεις περιοδικότητας που αναφέρονται στην κίνηση ενός σώματος. Μέσω των ερωτημάτων ελέγχεται το επίπεδο κατανόησης των διανυσματικών μεγεθών της γραμμικής και γωνιακής ταχύτητας καθώς και η δυνατότητα εφαρμογής των εξισώσεων της κίνησης για τον υπολογισμό χαρακτηριστικών μεγεθών του περιοδικού φαινομένου. Η χρήση ΤΠΕ (προσομοίωση), βοηθά τους μαθητές να οπτικοποιήσουν το φαινόμενο παρακολουθώντας την εξέλιξη του στο χρόνο, δυνατότητα που δεν δίδεται στην τάξη όπου συνήθως για την επίλυση ενός προβλήματος έχουν ως δεδομένο μία στατική εικόνα (σχήμα).

### **Εναλλακτικές αντιλήψεις μαθητών**

Έτσι σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, στο γνωστικό αντικείμενο της κυκλικής κίνησης υπάρχουν οι εξής εναλλακτικές ιδέες (Κασσέτας, 2004):

1. Η ταχύτητα κατά την ομαλή κυκλική κίνηση, εφόσον ούτε αυξάνεται ούτε ελαττώνεται, διατηρείται σταθερή.
2. Κατά την κυκλική κίνηση ενός σώματος χωρίς αυξομειώσεις ταχύτητας δεν μπορεί να υπάρξει επιτάχυνση.
3. Κατά την κυκλική κίνηση ενός σώματος χωρίς αυξομειώσεις ταχύτητας δεν χρειάζεται να ασκείται στο σώμα κάποια δύναμη.
4. Όταν σε ένα σώμα κινούμενο κυκλικά πάψει να ασκείται η απαιτούμενη (συνισταμένη) δύναμη, το σώμα θα κινηθεί προς το κέντρο κυκλικής τροχιάς.
5. Η κεντρομόλος δύναμη είναι μια ακόμη δύναμη που ασκείται στο κυκλικά κινούμενο σώμα.

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία η διαδικασία της γνωστικής σύγκρουσης που θα οδηγήσει τους μαθητές στην επίπονη και μακροχρόνια διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής στο κομμάτι της κατανόησης της μελέτης της ομαλής κυκλικής κίνησης και την εφαρμογή της για τη μελέτη καθημερινών φυσικών φαινομένων, επιχειρείται από τον εκπαιδευτικό με κάποιον/ή κάποιους από τους παρακάτω τρόπους:

- Προτρέπει τους μαθητές να πραγματοποιούν τα διαγράμματα των δυνάμεων στα σώματα που αλληλεπιδρούν και δεν τα πραγματοποιεί ό ίδιος. Σε κάθε διάγραμμα δυνάμεων οι μαθητές να περιγράφουν λεκτικά, τις δυνάμεις που βρίσκονται στην διεύθυνση της ακτίνας και παίζουν «ρόλο κεντρομόλου».
- Σε επιλεγμένα παραδείγματα δύναται να εμφανίζεται η ίδια δύναμη που σε κάποια παίζει ρόλο κεντρομόλου και σε κάποια όχι.
- Να επιλέγονται παραδείγματα, όπου διαρκούν ικανό χρόνο έτσι ώστε οι μαθητές να μπορούν να μετρήσουν την περίοδο και να διαπιστώσουν την περιοδικότητα ενός φαινομένου, επαναλαμβάνοντας αρκετές φορές τη μέτρηση.
- Καθημερινά παραδείγματα φαινομένων ομαλής κυκλικής κίνησης, καλό είναι να παρατηρούνται στο χρόνο (π.χ μέσω προσομοιώσεων), έτσι ώστε οι μαθητές εμπειρικά να διαπιστώνουν ότι η ταχύτητα μεταβάλλεται καθώς μεταβάλλεται η διεύθυνση της.
- Να αφιερώνεται χρόνος τόσο στη διόρθωση όσο και στη συζήτηση των προβλημάτων ομαλής κυκλικής κίνησης που λύνουν οι μαθητές ή πειραματισμού που πραγματοποιούν.

## 8. Συσχετισμός με το αναλυτικό πρόγραμμα

Το γνωστικό αντικείμενο των προτεινόμενων δραστηριοτήτων βρίσκεται σε συμφωνία με το ΑΠΣ για την Β Λυκείου Ομάδα προσανατολισμού θετικών σπουδών. Οι οδηγίες που στάλθηκαν στα Λύκεια για το σχολικό έτος 2019-2020 και δημοσιεύθηκαν σε ΦΕΚ αναφέρονται παρακάτω. Ένα διδακτικό τρίωρο επανάληψης σε σχέση με τις 9 ώρες που αναφέρονται στις οδηγίες ότι πρέπει να αφιερωθούν στο Κεφάλαιο 1 (Καμπυλόγραμμες κινήσεις), θεωρείται ρεαλιστικός χρόνος καθώς έχει ως στόχο να βοηθήσει τους μαθητές στην κατανόηση της ομαλής κυκλικής κίνησης αλλά και στην εμβάθυνση σε εφαρμογές της, κάτι που αποτελεί σημαντικό προαπαιτούμενο για τη μελέτη της στροφικής κίνησης στη Γ Λυκείου. Η παρούσα παρέμβαση αποτελεί το πρώτο επαναληπτικό μάθημα, διάρκειας μίας ώρας.

### Κεφάλαιο 1

1.1 Οριζόντια βολή 1.2 Ομαλή κυκλική κίνηση 1.3 Κεντρομόλος δύναμη (Προτεινόμενες ώρες διδασκαλίας 9)

## 9. Χωροταξία- Οργάνωση τάξης

- Η παρέμβαση θα πραγματοποιηθεί σε πραγματικό χρόνο μέσω της πλατφόρμας τηλε-εκπαίδευσης του Υπουργείου Παιδείας (Webex Meetings) που 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.
- Οι μαθητές εργάζονται ατομικά ανάλογα με τις οδηγίες του εκπαιδευτικού και του φύλλου εργασίας.
- Ο εκπαιδευτικός έχει ρόλο υποστηρικτικό και συντονίζει τη διαδικασία.
- Ο κάθε μαθητής εκτελεί τα εικονικά εργαστήρια και προσομοιώσεις στο δικό του υπολογιστή.
- Τα συμπληρωμένα φύλλα εργασίας θα αποσταλούν στον εκπαιδευτικό μέσω ηλεκτρονικής αλληλογραφίας, αμέσως μετά την ολοκλήρωση της σύγχρονης διδασκαλίας και θα αποτελέσει εργαλείο αξιολόγησης τόσο των μαθητών όσο και της διδασκαλίας.



### **10. Διδακτικές προσεγγίσεις**

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 στην επίλυση προβλημάτων στην ομαλή κυκλική κίνηση, στην αναπαράσταση του φυσικού κόσμου μέσω προσομοιώσεων σε εξ αποστάσεως διδασκαλία, τη διατύπωση ερωτημάτων, την πρόταση ερμηνειών και προβλέψεων, την σύγχρονη και ασύγχρονη επικοινωνία, τη χρήση κριτικών και λογικών συλλογισμών, την εκτίμηση εναλλακτικών ερμηνειών. 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 ανάδειξη εναλλακτικών απόψεων των μαθητών για φυσικά μεγέθη που σχετίζονται με περιοδικά φαινόμενα όπως η ομαλή κυκλική κίνηση και η εκκίνηση της επίπονης και χρονοβόρας διαδικασίας της εννοιολογικής αλλαγής.

Το εκπαιδευτικό μοντέλο που ακολουθεί η προτεινόμενη διδασκαλία είναι συμβατό στα κύρια σημεία του με το μοντέλο 5E - The 5E Instructional Model (Engagement - Exploration - Explanation - Elaboration - Evaluation ). Ακολουθεί σύντομη περιγραφή:

1. Ενασχόληση (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 στο πρόβλημα προκαλεί το ενδιαφέρον των μαθητών με ερωτήματα σχετικά με την περιοδικότητα τόσο των φαινομένων που μελετώνται ( κίνηση δεικτών σε αναλογικό ρολόι) όσο και σε άλλα φαινόμενα της καθημερινής τους ζωής (π.χ κίνηση ποδηλάτου σε κυκλική πλατεία, πικάπ κ.α) .

2. Εξερεύνηση (Φάση2) Οι μαθητές αφιερώνουν χρόνο για την εξερεύνηση και παρατήρηση αντικειμένων, γεγονότων ή καταστάσεων με σκοπό να βρουν μεταβλητές, σχέσεις και πρότυπα. Η φάση της εξερεύνησης είναι παρούσα στο πρόβλημα που περιέχεται στο φύλλο εργασίας. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι:



- Στο πρόβλημα 1 οι μαθητές μέσα από την μελέτη της προσομοίωσης παρατηρούν το φαινόμενο για να απαντήσουν στο ερώτημα εάν η συνάντηση των δεικτών του ρολογιού είναι περιοδικό φαινόμενο. Επίσης πριν να επιχειρήσουν δοκιμές μέσω της προσομοίωσης, έχουν διατυπώσει την πρόβλεψη τους για την περιοδικότητα ή μη του φαινομένου.

3. Εξήγηση (Φάση3) Ο εκπαιδευτικός κατευθύνει την προσοχή των μαθητών, έτσι ώστε να εντοπίσουν συγκεκριμένες πτυχές της δραστηριότητας που ερευνούν. Όπου χρειάζεται δίνει επιστημονικές ή τεχνολογικές εξηγήσεις με άμεσο και τυπικό τρόπο.

Ο εκπαιδευτικός κατευθύνει τους μαθητές σε όλη την έκταση του φύλλου εργασίας. Στην εξ αποστάσεως διδασκαλία καθοριστικής σημασίας για την επιτυχία της Φάσης 3 είναι να δίδεται η δυνατότητα στον εκπαιδευτικό και στους μαθητές να παρεμβαίνουν με παρατηρήσεις και ερωτήσεις κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας με τη χρήση του chat ή του μικροφώνου. Στην συγκεκριμένη πρόταση διδασκαλίας η φάση της εξήγησης συμβαίνει είτε αφού οι μαθητές σχεδιάσουν τα διανύσματα είτε αφού επιλύσουν ένα ερώτημα του προβλήματος, με την παρατήρηση της εξέλιξης του φαινομένου με την βοήθεια της προσομοίωσης.

4. Επεξεργασία (Φάση4) Ακολουθεί συζήτηση στην εικονική τάξη, όπου κάθε μαθητής λέει τι έχει καταλάβει από το αντικείμενο μελέτης, παίρνοντας ανατροφοδότηση από τους συμμαθητές του και τον καθηγητή. Η συζήτηση αυτή, έχει ως αποτέλεσμα τον καλύτερο προσδιορισμό του έργου και της συγκέντρωσης της μέγιστης δυνατής γνώσης.

Στην εξ αποστάσεως διδασκαλία καθοριστικής σημασίας για την επιτυχία της φάσης 4 είναι η συζήτηση που έχει προβλεφθεί σε συγκεκριμένα σημεία του φύλλου εργασίας που είναι τα σημεία αμέσως μετά την ολοκλήρωση ενός ερωτήματος του προβλήματος ή/και μίας προσομοίωσης.

5. Αξιολόγηση Οι μαθητές αξιολογούν τις ικανότητες τους και το βαθμό στον οποίο κατανόησαν το περιεχόμενο διδασκαλίας. 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 ενδελεχή ανάλυση των φύλλων εργασίας που θα λάβει ο εκπαιδευτικός.

## **12. Περιγραφή και αιτιολόγηση των δραστηριοτήτων-Δομή διδασκαλίας**

Αλληλεπίδραση μαθητών: Σύγχρονη από απόσταση διδασκαλία, Ηλεκτρονική Πλατφόρμα webex

Κύρια μέθοδος διδασκαλίας: Διερευνητική προσέγγιση

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

### **Πρόβλημα 1**

Πριν δοθεί χρόνος στους μαθητές για να διαβάσουν καλά το πρόβλημα ο εκπαιδευτικός διατύπωσε ερωτήσεις για περιοδικά φαινόμενα που γνωρίζουν οι μαθητές (π.χ αναλογικό ρολόι, περιστροφή της Γης γύρω από τον Ήλιο, δίσκοι βινυλίου 33 στροφών κ.α) και έλαβε απαντήσεις όσον αφορά την περίοδο και τη συχνότητα τους. Οι ερωτήσεις χρησιμοποιήθηκαν ως έναυσμα ενδιαφέροντος. Ταυτόχρονα μέσω των απαντήσεων, ο εκπαιδευτικός ελέγχει προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών και πιθανές εναλλακτικές αντιλήψεις αυτών (1, 2, 3, 4 και 5). Οι ερωτήσεις δεν διατυπώθηκαν με αυστηρή επιστημονική ορολογία.

Στη συνέχεια δόθηκε χρόνος στους μαθητές για να διαβάσουν καλά το πρόβλημα. Η μέθοδος επίλυσης στοχεύει στους γνωστικούς διδακτικούς στόχους 1, 2, 4, 5 και 6 και ακολουθεί το μοντέλο της δομημένης διερεύνησης. Η μέθοδος επίλυσης θεωρείται απαραίτητη διαδικασία για να μπορέσει ένας μαθητής σε δεύτερο χρόνο, να επιλύει προβλήματα κινηματικής στην ομαλή κυκλική κίνηση.

Επίσης αξίζει να σημειωθεί ότι με τον τρόπο που έχει οικοδομηθεί το φύλλο εργασίας σε αυτό, αλλά και στο επόμενο πρόβλημα, ικανοποιούνται όλοι οι στόχοι που αναφέρονται στην παράγραφο Ικανότητες-Δεξιότητες και Στάσεις της παρούσας παρέμβασης.

Κατά τη διαδικασία της «δομημένης διερεύνησης», δίνεται στους μαθητές το ερώτημα και ο εκπαιδευτικός παρουσιάζει τη διαδικασία που οι μαθητές θα χρησιμοποιήσουν για να οδηγηθούν σε συμπέρασμα, το οποίο δεν είναι γνωστό εκ των προτέρων. Κατά τη διερευνητική αυτή διαδικασία ο εκπαιδευτικός οδηγεί τους μαθητές βήμα προς βήμα.

Στο βήμα 2 οι μαθητές συμπληρώνουν τον πίνακα1 με δεδομένα που προέκυψαν από την συζήτηση που προηγήθηκε και απαιτούνται για την επίλυση του προβλήματος.

Στα βήματα 3, 4 και 5 χρησιμοποιήθηκε μία αναλογία που αποδείχθηκε εξαιρετικά βοηθητική στη συνέχεια του προβλήματος. Οι μαθητές χρησιμοποίησαν μία προσομοίωση που περιγράφει την κίνηση δύο υλικών σημείων που εκτελούν ομαλή κυκλική κίνηση με διαφορετικές γωνιακές ταχύτητες. Ακολουθήθηκε η διαδικασία της πρόβλεψης της περιοδικότητας των συναντήσεων, η εκτέλεση της προσομοίωσης και η λήψη μετρήσεων και ο αναστοχασμός επί της πρόβλεψης που προηγήθηκε. Επίσης οι μαθητές διαπίστωσαν ότι αν και το φαινόμενο των συναντήσεων εμφανίζει περιοδικότητα, δεν συμβαίνει πάντα στο ίδιο σημείο του χώρου.

Στο βήμα 8 οι μαθητές χρησιμοποίησαν την προσομοίωση του αναλογικού ρολογιού που περιγράφει ακριβώς το πρόβλημα που είχαν να αντιμετωπίσουν. Αφού είδαν τις

φασικές γωνίες τους δόθηκε χρόνος να χρησιμοποιήσουν τις εξισώσεις κίνησης και να υπολογίσουν τον χρόνο της 1<sup>ης</sup> συνάντησης και κατόπιν έλεγξαν την ορθότητα των υπολογισμών τους μέσω της προσομοίωσης.

Μετά τη συζήτηση που έγινε στην ολομέλεια τους ζητήθηκε να διατυπώσουν τα συμπεράσματα τους στο βήμα 9 και ακολούθησε συζήτηση μεταξύ των μαθητών, όπου ο εκπαιδευτικός είχε αυστηρά συντονιστικό ρόλο.

Τέλος μέσω της ιστοσελίδας <https://physicsgg.me> οι μαθητές παρακολουθούν μέσω σύντομου video στην Αγγλική γλώσσα, με γλαφυρό τρόπο την διατύπωση του προβλήματος και την λύση του, αφού ολοκλήρωσαν τη δική τους προσπάθεια.

### Φύλλο Εργασίας

Τίτλος μαθήματος: «Επαναληπτικό μάθημα στην Ομαλή Κυκλική κίνηση»

Σύγχρονη από απόσταση διδασκαλία

Τάξη: Φυσική Προσανατολισμού Β Λυκείου

Ψηφιακή Πλατφόρμα webex

Ονοματεπώνυμο μαθητή:

Πρόβλημα 1 (Αναλογικό Ρολόϊ)

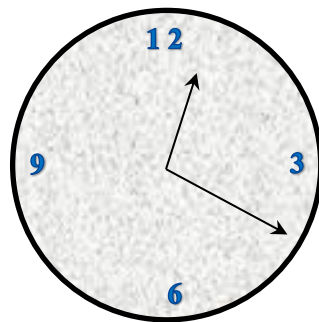
1. Σε ένα αναλογικό ρολόι, ο λεπτοδείκτης και ο ωροδείκτης εκτελούν ομαλή κυκλική κίνηση.

#### **Ενδεικτικά Ερωτήματα**

A. Στο ρολόι του διπλανού σχήματος, σημειώστε τα διανύσματα της γραμμικής ταχύτητας του κινούμενου άκρου του ωροδείκτη και του λεπτοδείκτη αντίστοιχα καθώς και τα διανύσματα των γωνιακών ταχυτήτων των δύο δεικτών. Αν κάποια διανύσματα είναι κάθετα στο επίπεδο του ρολογιού, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τα γνωστά σύμβολα  $\odot$  και  $\otimes$ .

B. Αν το ρολόι δείχνει 12 το μεσημέρι να υπολογίσετε μετά από πόσο χρόνο, οι δείκτες θα συναντηθούν, για πρώτη φορά.

Γ. Πόσες φορές συναντώνται οι δείκτες έως τις δώδεκα τα μεσάνυχτα;



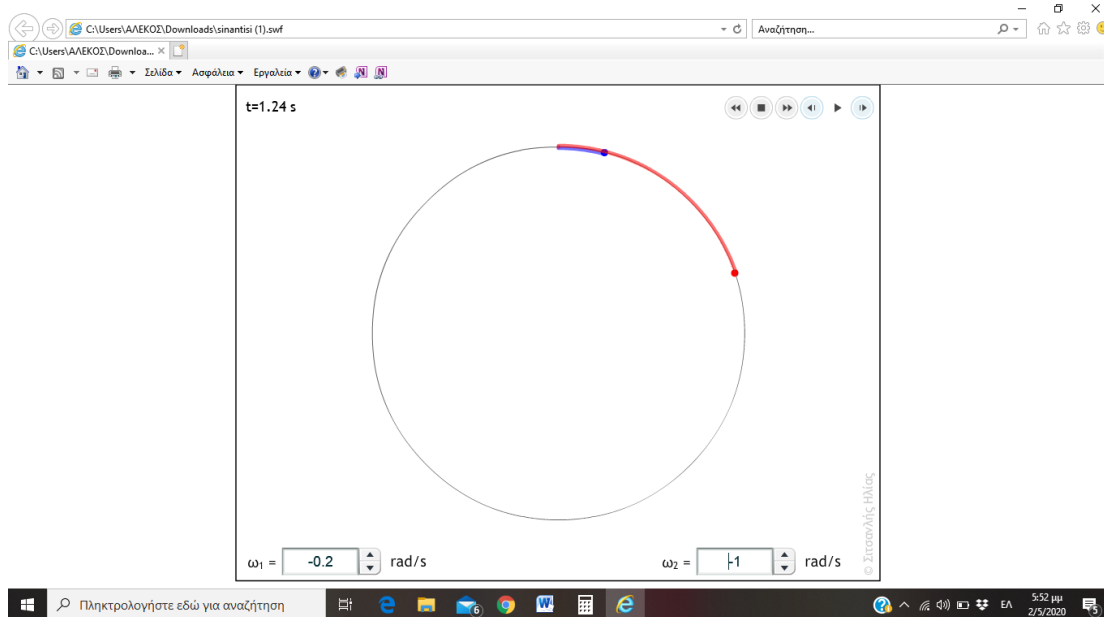
Ενδεικτικά βήματα επίλυσης προβλήματος

2. Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα, τα στοιχεία του οποίου μπορείτε να χρησιμοποιήσετε και σε επόμενα ερωτήματα του προβλήματος. Μόλις ολοκληρώσετε την συμπλήρωση, γράψτε ok στο chat.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1
-----------

Περίοδος ωροδείκτη $T_{\omega}(h)$	
Περίοδος λεπτοδείκτη $T_{\lambda}(h)$	
Γωνιακή ταχύτητα ωροδείκτη $\omega_{\omega} (rad/h)$	
Γωνιακή ταχύτητα λεπτοδείκτη $\omega_{\lambda} (rad/h)$	

3. Ανοίξτε την [Προσομοίωση 1](#) στον **Internet Explorer** και επιλέξτε την περίπτωση της συνάντησης που απεικονίζεται όπως παρακάτω και στην συνέχεια επιλέξτε λειτουργία πλήρους οθόνης.

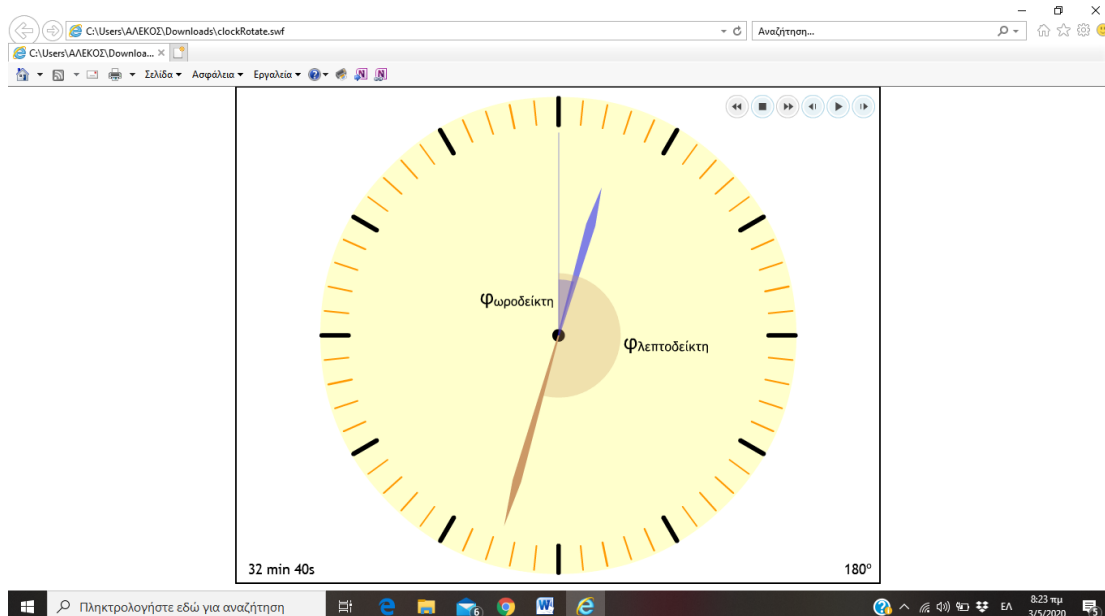


4. Θέστε τη γωνιακή ταχύτητα του 1<sup>ου</sup> σώματος,  $\omega_1 = -0,2 \text{ rad/s}$  και του 2<sup>ου</sup> σώματος  $\omega_2 = -1 \text{ rad/s}$ . Πριν ξεκινήσετε την προσομοίωση, γράψτε την πρόβλεψη σας απαντώντας στην ερώτηση:  
*Η χρονική διάρκεια μεταξύ δύο διαδοχικών συναντήσεων των σωμάτων είναι σταθερή, εφόσον οι γωνιακές τους ταχύτητες είναι σταθερές. (Ναι/Όχι).....*
5. Τώρα ξεκινήστε την προσομοίωση πατώντας το εικονίδιο της αναπαραγωγής και με τη βοήθεια της, συμπληρώστε τον Πίνακα 2. Σε κάθε συνάντηση μπορείτε να σταματάτε την προσομοίωση και χρησιμοποιώντας τα εικονίδια καρέ-καρέ είτε προς τα εμπρός, είτε προς τα πίσω να πετύχετε την μέγιστη ακρίβεια στην μέτρηση και καταγραφή του χρόνου συνάντησης.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2	
Χρονική στιγμή 1 <sup>ης</sup> συνάντησης (s)	
Χρονική στιγμή 2 <sup>ης</sup> συνάντησης (s)	
Χρονική στιγμή 3 <sup>ης</sup> συνάντησης (s)	
Χρονική στιγμή 4 <sup>ης</sup> συνάντησης (s)	
Πραγματοποιείται η συνάντηση πάντα στο ίδιο σημείο (Ναι/Όχι)	
Επιβεβαίωση της πρόβλεψης που έγινε στο βήμα 4 (Ναι/Όχι)	

6. Όταν είστε έτοιμοι γράψτε στο chat ok.

7. Θα ακολουθήσει συζήτηση με τον γνωστό τρόπο. Ζητάμε το λόγο, σας τον δίνω, ανοίγετε το μικρόφωνο σας, τοποθετείστε και κλείνετε το μικρόφωνο.
8. Ας εφαρμόσουμε τα παραπάνω συμπεράσματα της μελέτης της συνάντησης δύο υλικών σημείων που εκτελούν ομαλή κυκλική κίνηση, στην περίπτωση του ρολογιού έτσι ώστε να επιλύσουμε τα ερωτήματα Β και Γ. Στην ίδια [Προσομοίωση 1](#) επιλέξτε την αναπαράσταση του ρολογιού και την λειτουργία της πλήρους οθόνης, όπως φαίνεται παρακάτω.



Εκκινήστε την προσομοίωση και παρατηρήστε ότι αναπαριστά πλήρως το πρόβλημα, καθώς αρχικά οι δείκτες δείχνουν 12. Επίσης βλέπετε τις γωνίες στροφής του ωροδείκτη και του λεπτοδείκτη (από αυτό το σημείο, θα αναφέρονται ως φάση ωροδείκτη και φάση λεπτοδείκτη αντίστοιχα), οι συναρτήσεις των οποίων θα μας βοηθήσουν να λύσουν το πρόβλημα και να επιβεβαιώσουμε τη λύση μας. Ακολουθώντας συμπληρώστε τον Πίνακα 3:

ΠΙΝΑΚΑΣ	
Εξίσωση φάσης ωροδείκτη, $\varphi_{\omega}$ (rad)	$\varphi_{\omega} =$
Εξίσωση φάσης λεπτοδείκτη, $\varphi_{\lambda}$ (rad))	$\varphi_{\lambda} =$
Συνθήκη $I^{\eta\varsigma}$ συνάντησης των δύο δεικτών	
Αναλυτικός υπολογισμός χρόνου $I^{\eta\varsigma}$ συνάντησης σε h και min	
Επιβεβαιώστε το αποτέλεσμα μέσω της προσομοίωσης	

9. Σύμφωνα με τα συμπεράσματα των βημάτων 5 και 8 απαντήστε στα παρακάτω ερωτήματα.
  - ι) Πόσες φορές θα συναντηθούν οι δείκτες από τις 12 το μεσημέρι, έως τις 12 τα μεσάνυχτα; .....



υ) Πόσος χρόνος απαιτείται μεταξύ δύο διαδοχικών συναντήσεων του λεπτοδείκτη και του ωροδείκτη σε κάθε αναλογικό ρολόι ;

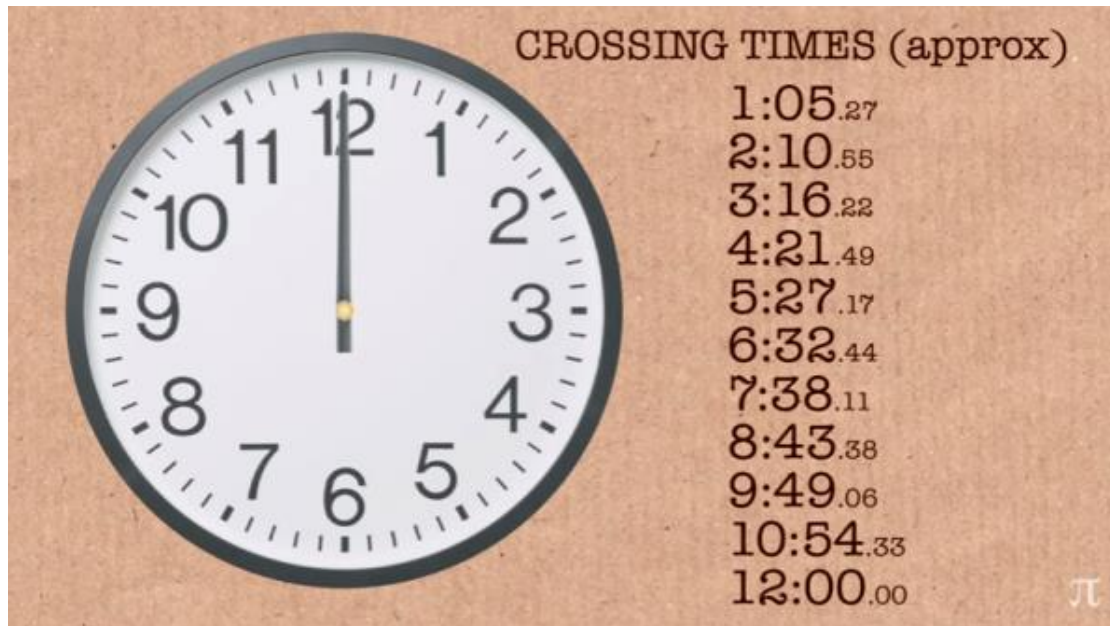
.....

10. Όταν είστε έτοιμοι γράψτε στο chat ok.

11. Θα ακολουθήσει συζήτηση με τον γνωστό τρόπο. Ζητάμε το λόγο, σας τον δίνω, ανοίγετε το μικρόφωνο σας, τοποθετείστε και κλείνετε το μικρόφωνο.

12. Παρακολουθήστε το [Video](#).

**Σημείωση:** Οι παρακάτω εικόνες που αποτελούν τη λύση του προβλήματος θα προβληθούν στους μαθητές μετά το video και δεν θα υπάρχουν στο φύλλο εργασίας.



$$\frac{12}{11} \times 3600 \text{ seconds}$$
$$= 3927.2727 \text{ seconds} = 65 \text{ minutes and } 27.3 \text{ seconds}$$
$$1 \text{ hr } 5 \text{ mins } 27.3 \text{ sec}$$

## **Βιβλιογραφία**

### **Ελληνόγλωσση**

1. Καλκάνης, Γ. , Γκικοπούλου, Ουρ., Καπότης, Ε., Γουσόπουλος, Δ., Πατρινόπουλος, Μ, Τσάκωνας, Π., Δημητριάδης, Π., Παπασίμπα, Λ., Μιτζήθρας, Κ., Καπόγιαννης, Α., Σωτηρόπουλος, Δ. & Πολίτης, Σ. (2013). *Η Φυσική με Πειράματα Α' Γυμνασίου*, Αθήνα: ΙΕΠ-ΥΠΑΙΘ, ΙΤΥΕ ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ
2. Κουλαϊδής, Β., Χατζηνικήτα, Β. (2001). Στρατηγικές αντιμετώπισης των αντιλήψεων των μαθητών.
3. Κουλαϊδής (επιστ. υπευθ.), Κ. Δημόπουλος, Β. Χατζηνικήτα, (Επιμ.), Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, τόμ. Α' (75-98). Πάτρα: ΕΑΠ.
4. 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.
5. <http://digitalschool.minedu.gov.gr/>
6. <http://users.sch.gr/kassetas/yPhysicsALyceum12.htm>
7. [Βιβλίο μαθητή](#)

### **Ξενόγλωσση**

1. Οδηγός διδασκαλίας της Φυσικής Arnold Arons (μετάφραση - επιμέλεια Α.Βαλαδάκης)
2. *Inquiry Based Science Learning/Education"* (Artigue, Dillon, Harlen & Lena, 2012. ΜΠΕ, 2011γ. NRC, 2012)
3. Artigue et al. 2012. ΜΠΕ, 2011γ. NRC, 2012., Σταυρίδου, 2011:7
4. Driver, R., Guesne E., Tiberghien, A., (1993). *Οι ιδέες των παιδιών στις Φυσικές Επιστήμες*, Αθήνα: Τροχαλία-Ένωση Ελλήνων Φυσικών.
5. 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.
6. 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>
7. 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/>
8. Pathway, (2011). *The Pathway to Inquiry - Based Science Teaching*. Χρ. Παγιαδάκος (Επ.Υπ/νος). Υποστηρικτική Δράση Παιδαγωγικού Ινστιτούτου. Αθήνα: ΠΙ. Ανακτήθηκε 1-12-2017 από <http://www.pischools.gr/programs/pathway/index.php>