

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	4
5. Απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή-λογισμικό	4
6. Διάρκεια	5
7. Ανάλυση περιεχομένου	5
8. Εναλλακτικές αντιλήψεις μαθητών	6
9. Συσχετισμός με το αναλυτικό πρόγραμμα	8
10. Χωροταξία- Οργάνωση τάξης.....	8
11. Διδακτικές προσεγγίσεις.....	9
12. Περιγραφή και αιτιολόγηση των δραστηριοτήτων-Δομή διδασκαλίας.....	11
Φύλλο Εργασίας	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Βιβλιογραφία.....	17
Ελληνόγλωσηση	17
Ξενόγλωσηση	17

1. Τίτλος Παρέμβασης : Επαναληπτικό πρόβλημα στην Ομαλή κυκλική κίνηση με χρήση ΤΠΕ

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 οπτικοποίησης.

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) 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://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 δεύτερου 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). Επίσης ελέγχεται το επίπεδο κατανόησης της δυναμικής προσέγγισης μίας ομαλής κυκλικής κίνησης μέσω της μελέτης του κωνικού εκκρεμούς. Επίσης οι μαθητές εξοικειώνονται με προβλήματα που εξελίσσονται στον χώρο και όχι σε δύο διαστάσεις. Η χρήση ΤΠΕ (προσομοίωση), βοηθά τους μαθητές να οπτικοποιήσουν το πρόβλημα παρακολουθώντας την εξέλιξη του στο χρόνο έχοντας την δυνατότητα τόσο της προφύλ παρατήρησης αλλά και της παρατήρησης σε κάτοψη.

8. 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 υπάρχει 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.

9. 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 επαναληπτικό μάθημα, διάρκειας μίας ώρας.

Κεφάλαιο 1

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

10. 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.

11. 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 και στο πρόβλημα προκαλεί το ενδιαφέρον των μαθητών με ερωτήματα σχετικά με την περιοδικότητα τόσο του φαινομένου που μελετάται (κωνικό εκκρεμές) 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 και στα δύο προβλήματα που περιέχονται στο φύλλο εργασίας. Χαρακτηριστικά

παραδείγματα είναι:

- Στο πρόβλημα του κωνικού εκκρεμμούς οι μαθητές μέσα από την μελέτη της προσομοίωσης παρατηρούν την εξέλιξη του φαινομένου τόσο σε δύο όσο και σε τρεις διαστάσεις και αναζητούν τη δύναμη που παίζει το «ρόλο» κεντρομόλου στην περίπτωση του κωνικού εκκρεμούς.

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 κωνικού εκκρεμούς

Πριν δοθεί χρόνος στους μαθητές για να διαβάσουν καλά το πρόβλημα ο εκπαιδευτικός διατύπωσε ερωτήσεις την αιτία που κρατά τα σώματα σε κυκλική τροχιά που γνωρίζουν οι μαθητές (π.χ περιστροφή ηλεκτρονίου γύρω από τον πυρήνα, περιστροφή της Γης γύρω από τον κ.α) και έλαβε απαντήσεις όσον αφορά τη δύναμη που παίζει ρόλο κεντρομόλου σε κάθε περίπτωση. Οι ερωτήσεις χρησιμοποιήθηκαν ως έναυσμα ενδιαφέροντος. Ταυτόχρονα μέσω των απαντήσεων, ο εκπαιδευτικός ελέγχει προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών και πιθανές εναλλακτικές αντιλήψεις αυτών. 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 3, 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 δυναμικής στην ομαλή κυκλική κίνηση.

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.

Στα βήματα 1 και 2 οι μαθητές υπολογίζουν τους τριγωνομετρικούς αριθμούς της γωνίας που σχηματίζει το νήμα με την κατακόρυφο στην περίπτωση του κωνικού εκκρεμούς και απαιτούνται για την επίλυση του προβλήματος. Επίσης οι μαθητές σχεδίασαν τα διανύσματα της γραμμικής ταχύτητας του σφαιριδίου \vec{v} , της γωνιακής του ταχύτητας $\vec{\omega}$, και της κεντρομόλου επιτάχυνσης $\vec{a}_κ$ τόσο στο προφίλ του κωνικού εκκρεμούς όσο και στην κάτοψη της κυκλικής τροχιάς που διαγράφει το σφαιρίδιο με στόχο να εξοικειωθούν με δύο οπτικές γωνίες μελέτης του προβλήματος τόσο σε δύο, όσο και σε τρεις διαστάσεις.

Στο βήμα 3 οι μαθητές σημειώνουν τις δυνάμεις που ασκούνται στο σφαιρίδιο και αναλύουν κατάλληλα σε κατακόρυφο και οριζόντιο άξονα που διέρχεται από το σφαιρίδιο. Καλούνται να εφαρμόσουν κατάλληλα τους νόμους του Newton στους άξονες που επέλεξαν για να υπολογίσουν τα μέτρα των δυνάμεων ή/και των συνιστωσών τους.

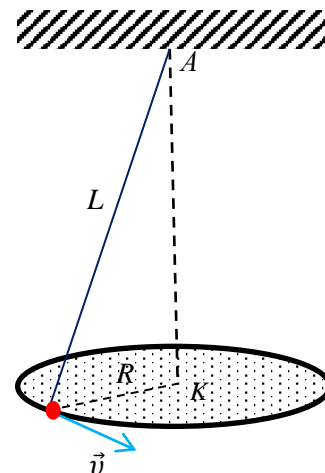
Στα βήματα 4, 5 και 6 δόθηκε χρόνος στους μαθητές να εκτελέσουν την προσομοίωση διαδοχικά σε λειτουργία προφίλ, κάτοψη είτε με την προβολή της κεντρομόλου δύναμης, είτε χωρίς έτσι ώστε να συγκρίνουν τα αποτελέσματα του

σχεδιασμού των διανυσμάτων που πραγματοποίησαν στο προηγούμενο βήμα με αυτά της προσομοίωσης. Ακολούθησε συζήτηση στην ολομέλεια.

Τέλος στα βήματα 7 και 8 οι μαθητές εφαρμόζουν τον 2^ο νόμο του Newton στη διεύθυνση της ακτίνας και τις εξισώσεις κίνησης και επιλύουν τα ερωτήματα Β και Γ του προβλήματος.

Πρόβλημα (Κωνικό εκκρεμές)

Ένα ομογενές και συμπαγές σφαιρίδιο μικρών διαστάσεων, μάζας $m = 0,1 \text{ kg}$ εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση διαγράφοντας οριζόντιο κύκλο ακτίνας $R = 0,6 \text{ m}$. Το σφαιρίδιο είναι δεμένο στο ένα άκρο αβαρούς και μη εκτατού νήματος μήκους $L = 1 \text{ m}$, το άλλο άκρο του οποίου είναι δεμένο ακλόνητα σε οροφή.



Ενδεικτικά Ερωτήματα. Να υπολογιστούν,

- A. το μέτρο της τάσης του νήματος,
- B. το μέτρο της γραμμικής ταχύτητας του σφαιριδίου,
- Γ. η γωνιακή ταχύτητα του σφαιριδίου,
- Δ. ο αριθμός των περιστροφών που εκτελεί το σφαιρίδιο σε χρόνο $\Delta t = 10 \text{ s}$

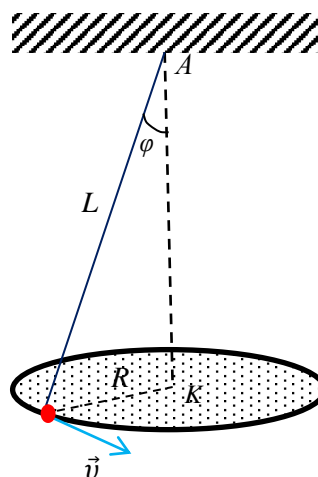
Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/s}^2$ και ότι η αντίσταση του αέρα καθώς και κάθε είδους τριβή που αναπτύσσεται στο φαινόμενο θεωρείται αμελητέα.

Ενδεικτικά βήματα επίλυσης προβλήματος

1. Υπολογίστε με χρήση τριγωνομετρίας το $\eta\mu\varphi$ και $\sigma\upsilon\nu\varphi$, όπου φ η γωνία που σχηματίζει το κωνικό εκκρεμές με την κατακόρυφο:

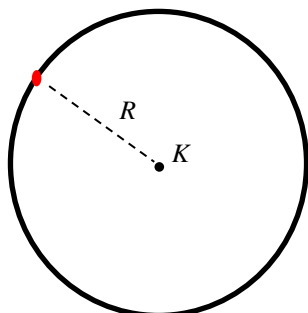
$$\eta\mu\varphi =$$

$$\sigma\upsilon\nu\varphi =$$

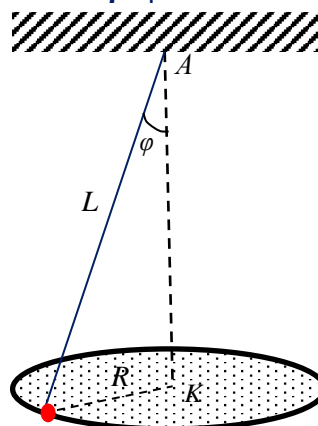


2. Σημειώστε τα διανύσματα της γραμμικής ταχύτητας του σφαιριδίου \vec{v} , της γωνιακής του ταχύτητας $\vec{\omega}$, και της κεντρομόλου επιτάχυνσης $\vec{a}_κ$ τόσο στο προφίλ του κωνικού εκκρεμούς όσο και στην κάτοψη της κυκλικής τροχιάς που διαγράφει το σφαιρίδιο. Αν κάποια διανύσματα είναι κάθετα στο επίπεδο του σχεδίου σας, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε κατάλληλα τα γνωστά σύμβολα \odot και \otimes .

Κάτοψη

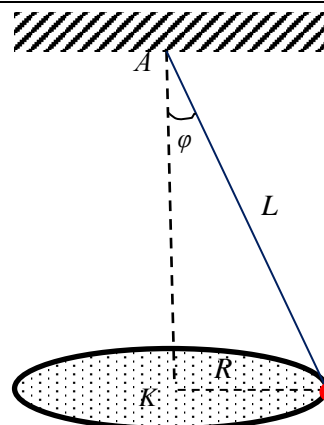


Προφίλ



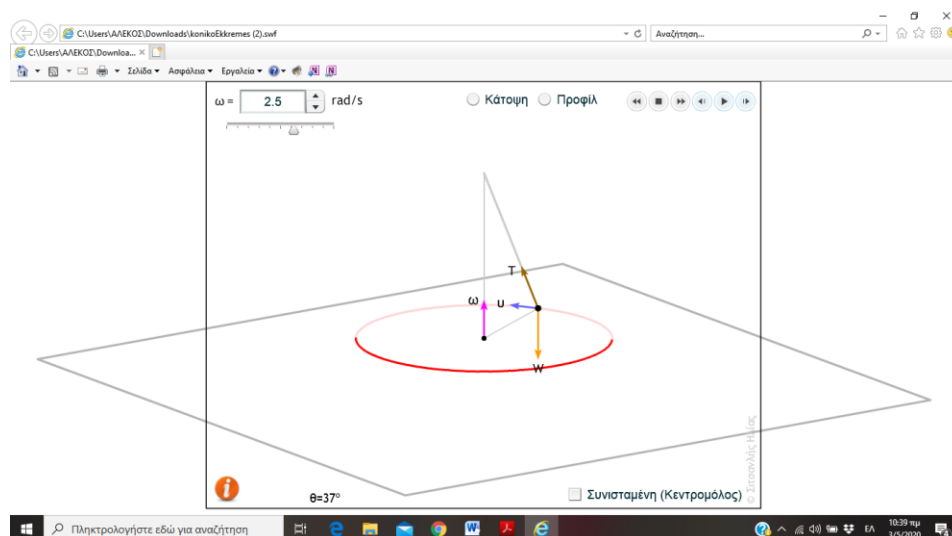
3. Στη συνέχεια σημειώστε τις δυνάμεις που ασκούνται στο σφαιρίδιο και αναλύστε κατάλληλα σε κατακόρυφο και οριζόντιο άξονα που διέρχεται από το σφαιρίδιο. Υπολογίστε τα μέτρα όλων των δυνάμεων που εμφανίζονται στο σχήμα σας.

Υπολογισμός δυνάμεων και συνιστωσών που προέκυψαν από την ανάλυση:



4. Ανοίξτε πάλι την Προσομοίωση 1 στον **Internet Explorer** και επιλέξτε την περίπτωση του κωνικού εκκρεμούς που απεικονίζεται όπως παρακάτω και

στην συνέχεια επιλέξτε λειτουργία πλήρους οθόνης.

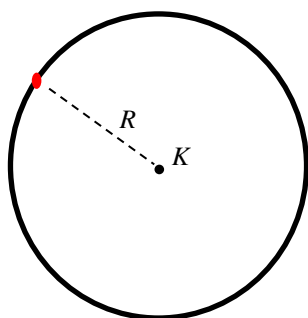


Εκτελέστε την προσομοίωση διαδοχικά σε λειτουργία προφίλ, κάτοψη είτε με την προβολή της κεντρομόλου δύναμης, είτε χωρίς και συγκρίνετε τα αποτελέσματα του σχεδιασμού των διανυσμάτων που πραγματοποιήσετε με αυτά της προσομοίωσης.

5. Όταν είστε έτοιμοι γράψτε στο chat ok.
6. Θα ακολουθήσει συζήτηση με τον γνωστό τρόπο. Ζητάμε το λόγο, σας τον δίνω, ανοίγετε το μικρόφωνο σας, τοποθετείστε και κλείνετε το μικρόφωνο.
7. Σημειώστε τα διανύσματα της γραμμικής ταχύτητας του σφαιριδίου \vec{v} , της γωνιακής του ταχύτητας $\vec{\omega}$ και της δύναμης που παίζει το «ρόλο» κεντρομόλου στην κάτοψη της κυκλικής τροχιάς που διαγράφει το σφαιρίδιο. Αν κάποια διανύσματα είναι κάθετα στο επίπεδο του σχεδίου σας, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε κατάλληλα τα γνωστά σύμβολα \odot και \otimes . Στον χώρο που σας δίνεται υπολογίστε τα μέτρα του v και του ω (ερωτήματα Β και Γ του προβλήματος).

Κάτοψη

Υπολογισμοί v και ω



8. Τέλος υπολογίστε τη γωνία στροφής του σφαιριδίου σε χρονική διάρκεια 10s και με τη βοήθεια της τον αριθμό των περιστροφών που εκτελεί σε αυτόν τον χρόνο.

Γωνία Στροφής, $\Delta\theta$ (rad):

Αριθμός περιστροφών N :

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. Ραγιαδάκος (Επ.Υπ/νος). Υποστηρικτική Δράση Παιδαγωγικού Ινστιτούτου. Αθήνα: ΠΙ. Ανακτήθηκε 1-12-2017 από <http://www.pischools.gr/programs/pathway/index.php>