

Προσδιορισμός των κινηματικών σχέσεων και της περιόδου της ΑΑΤ **Μία πρόταση μαθήματος με στοιχεία ανακαλυπτικής μάθησης και χρήση λογισμικού διερεύνησης.**

A. Εισαγωγή

Η ανακαλυπτικές / διερευνητικές διαδικασίες εδράζονται στις γνωστικές θεωρίες μάθησης και αντιπαράτιθενται στις παραδοσιακές τεχνικές διδασκαλίας' οι μαθητές δεν είναι παθητικοί δέκτες πληροφοριών και ο εκπαιδευτικός δεν δρα ως αυθεντία ή ως αποκλειστικός φορέας της γνώσης. Θα μπορούσε κάποιος να συνοψίσει τους ρόλους στο πλαίσιο της μεθόδου στα εξής:

1. Οι μαθητές εμπλέκονται ενεργά με το προς διαπραγμάτευση ζήτημα. Εργάζονται κατά ομάδες, ανατρέχουν σε πηγές, αναζητούν λύσεις, συζητούν και ανακαλύπτουν απαντήσεις που τους ικανοποιούν σε ερωτήματα που τους ενδιαφέρουν (ή που τους τράβηξαν το ενδιαφέρον).
2. Ο εκπαιδευτικός προκαλεί το ενδιαφέρον των μαθητών και διατυπώνει κατάλληλα ερωτήματα, λειτουργεί ως οργανωτής, εμπυχωτής και καθοδηγητής στην προσπάθεια των μαθητών, παρέχει υλικό και προσπαθεί μαζί με τους μαθητές για την επίτευξη των στόχων του μαθήματος.

Ένα κατάλληλα οργανωμένο περιβάλλον δράσης και κατάλληλες δραστηριότητες μπορούν να λειτουργήσουν θετικά για το σκοπό αυτό ενώ διαδικασίες του τύπου «κάνετε ότι νομίζετε» ενδέχεται να οδηγήσουν σε χαοτικά αποτελέσματα, μακράν των τεθέντων στόχων, μαθησιακών ή άλλων.

Ο χώρος των φυσικών επιστημών αποτελεί ένα προνομιακό πεδίο εφαρμογής της μεθόδου αυτής, πολύ περισσότερο που τα σύγχρονα λογισμικά διερεύνησης είναι δυνατόν να εξασφαλίσουν το κατάλληλο περιβάλλον στο οποίο θα αναπτυχθεί η ενεργητική ενασχόληση των μαθητών. Για το σκοπό αυτό είναι καίριας σημασίας η οργάνωση του πλαισίου δράσης, οι κατάλληλες εφαρμογές και τα φύλλα εργασίας που περιλαμβάνουν δραστηριότητες και ερωτήσεις τέτοιες ώστε να ευνοούν την αυτενέργεια και τη διερεύνηση αφ' ενός, να τείνουν προς τους στόχους αφ' ετέρου.

B. Το θέμα μας

B.1. Τα τυπικά:

Μάθημα: Φυσική Γ Λυκείου κατεύθυνσης

Θέμα: Η απλή αρμονική ταλάντωση. Κινηματική μελέτη και πειραματικός προσδιορισμός της περιόδου.

Διάρκεια: 3 διδακτικές.

Περιλαμβάνονται: Εισαγωγικό σημείωμα, φύλλα εργασίας και φύλλο αξιολόγησης, που θα δοθούν στους μαθητές και θα επιστραφούν (εκτός του εισαγωγικού) συμπληρωμένα σε προθεσμία που θα οριστεί και εφαρμογές του interactive physics. Εξυπακούεται ότι το λογισμικό είναι εγκατεστημένο στους

υπολογιστές που θα χρησιμοποιηθούν.

B.2. Διευθετήσεις: Η άσκηση διεκπεραιώνεται στο εργαστήριο Η/Υ με τους μαθητές ανά δύο ή ανά τρεις σε κάθε υπολογιστή ή εναλλακτικά με χρήση προβολέα στην τάξη ή το εργαστήριο φυσικών επιστημών. Η δεύτερη διαδικασία πάντως αδυνατίζει πολλά από τα χαρακτηριστικά της προτεινόμενης μεθόδου. Σε κάθε περίπτωση είναι χρήσιμο να βρίσκεται στη διάθεση του διδάσκοντος ένας η/υ με προβολέα ώστε να διευκολύνεται σε κάποιες παρεμβάσεις του.

B.3. Στους στόχους του εγχειρήματος περιλαμβάνονται:

1. Η εξαγωγή των εξισώσεων κίνησης του απλού αρμονικού ταλαντωτή.
2. Η «ανακάλυψη» της σχέσης που δίνει την περίοδο σε μια ΑΑΤ.
3. Η εμπλοκή των μαθητών σε αυθεντική διαδικασία με πειραματικά και διερευνητικά χαρακτηριστικά.
4. Ειδικότερα:
 - 4.1. Άντληση και αξιοποίηση πληροφοριών από γραφικές παραστάσεις.
 - 4.2. Ανάπτυξη και εφαρμογή συλλογισμών και πρακτικών που χαρακτηρίζουν τον επιστημονικό τρόπο σκέψης και επαφή των μαθητών με μεθόδους που χρησιμοποιούνται στην έρευνα.
 - 4.3. Δημιουργία μαθησιακού περιβάλλοντος κατάλληλου για αυτενέργεια και διερεύνηση.
5. Επιχειρείται τέλος η ανασκευή της παρανόησης ότι η περίοδος μιας απλής αρμονικής ταλάντωσης εξαρτάται από το πλάτος της.

Προς το σκοπό αυτό κατασκευάστηκαν εφαρμογές του interactive physics που περιλαμβάνουν κατάλληλους μηχανισμούς διαδράσης και αναπαράστασης και συντάχθηκαν φύλλα εργασίας και δραστηριοτήτων τα οποία καταβλήθηκε προσπάθεια να καλύπτουν τα γνωρίσματα της μεθόδου, όπως εκτέθηκαν πιο πάνω. Τα φύλλα αξιολόγησης σχετίζονται με γνώσεις που συνδέονται με τη διαδικασία και δεν καλύπτουν όλο το απαιτούμενο γνωστικό μέρος.

Δεν είναι απαραίτητη η γνώση του λογισμικού από τους μαθητές, είναι όμως χρήσιμο να εξοικειωθούν με τις συγκεκριμένες εφαρμογές. Αυτό επιχειρείται στις πρώτες ερωτήσεις των φύλλων εργασίας. Είναι επίσης καλό να μην είναι η πρώτη φορά που κάνουν επεξεργασίες σε ψηφιακό εργαστήριο, ώστε να επικεντρώσουν στην επί της ουσίας διαδικασία γρήγορα.

Γ. Προτεινόμενες διαδικασίες:

1. Η διαδικασία προτείνεται να αρχίσει με προβολή του βίντεο «guitar oscillation» που ελπίζεται ότι θα λειτουργήσει ως πρόκληση ενδιαφέροντος και θα μας τοποθετήσει στο θέμα: Ταλαντώσεις και στη συνέχεια η Απλή Αρμονική Ταλάντωση της οποίας προτείνεται να δοθεί ο κινηματικός ορισμός και να εξηγηθούν τα εμφανιζόμενα μεγέθη, χωρίς ιδιαίτερες επεξηγήσεις.

2. Κατόπιν δίνεται το φύλλο εργασίας, δραστηριοτήτων και αξιολόγησης ΦΕΔΑ_1, το οποίο χρειάζεται την εφαρμογή «oscillation_motion_ekt.IP».
3. Τα 10 τελευταία λεπτά της διδακτικής ώρας αφιερώνονται σε θέματα ενέργειας της ΑΑΤ. Αν ίσως το φύλλο εργασίας για την κινηματική μελέτη δεν έχει ολοκληρωθεί δίνεται στους μαθητές το αρχείο «graph» που περιλαμβάνει τις γραφικές παραστάσεις των κινηματικών μεγεθών ώστε να ολοκληρωθούν οι απαντήσεις μαζί με το φύλλο αξιολόγησης στο πλαίσιο της προσωπικής μελέτης. Εδώ δεν γίνεται πλήρης διεκπεραίωση του κεφαλαίου «ΑΑΤ και ενέργεια», αναμένεται όμως να καταλήξουν οι μαθητές στο συμπέρασμα ότι στην ΑΑΤ κινητική και δυναμική ενέργεια μετατρέπονται η μία προς την άλλη με αντίθετους ρυθμούς και έχουν σταθερό άθροισμα. Το συμπέρασμα αυτό είναι χρήσιμο για την εισαγωγή του ζητήματος της 2^{ης} διδακτικής ώρας που είναι ο προσδιορισμός της σχέσης που δίνει την περίοδο της ταλάντωσης. Για τη διαπραγμάτευση χρειάζεται η εφαρμογή «oscillation_NRG_Ekt_t.ip» και το ΦΕΔΑ_2.
4. Προτείνεται να δοθούν στους μαθητές σαν υλικό τα φύλλα εργασίας και αξιολόγησης 1 και 2 στην αρχή της 1^{ης} ώρας και στο τέλος η εικόνα των γραφικών παραστάσεων και το εισαγωγικό για προετοιμασία της 2^{ης} ώρας
5. Η 2^η διδακτική ώρα ξεκινά με το εισαγωγικό σημείωμα και προχωρά αμέσως στο ΦΕΔΑ_3 και την εφαρμογή «oscillation_T_ekt.ip». Εκτιμάται ότι οι μαθητές χρησιμοποιώντας το φύλλο εργασίας και αξιοποιώντας την προτεινόμενη διαδικασία διερεύνησης θα φτάσουν στη σχέση της περιόδου της ΑΑΤ πριν από το τέλος της ώρας, τουλάχιστον ως προς τη σχέση αναλογίας: $T \sim (m/k)^{1/2}$, η οποία θα προκύψει αν γίνουν οι ενδεδειγμένοι τετραπλασιασμοί των μεγεθών m και k οπότε η T θα προκύψει διπλάσια και υποδιπλάσια αντίστοιχα. Η τελευταία πράξη αποτελεί υλοποίηση της τεχνικής προσδιορισμού της κλίσης της $T=f([m/k]^{1/2})$ ή της $T^2=f(m/k)$. Προτείνεται η δεύτερη, ώστε να αξιοποιηθούν τα αριθμητικά δεδομένα που εμφανίζονται στην εφαρμογή. Στην πρώτη περίπτωση η κλίση θα είναι κάτι κοντά στο 6,28 (2π) και στη δεύτερη κοντά στο 39,5 ($4\pi^2$). Η εφαρμογή σταματά όταν κλείνει μια περίοδος. Οι αντίστοιχες ενδείξεις είναι ικανοποιητικές για λήψη μετρήσεων. Μπορεί πάντως να συνεχιστεί μέχρι τα 5T. Υπάρχουν μικρές αποκλίσεις που οφείλονται στον τρόπο λειτουργίας του λογισμικού, επομένως η γραμμή σχεδιάζεται μεταξύ των σημείων, όπως γίνεται στις κλασσικές επεξεργασίες χάραξης των γραφικών παραστάσεων.
6. Η 3^η διδακτική αφιερώνεται στη συζήτηση των φύλλων αξιολόγησης, ενδεχομένως σε επιλεγμένα σημεία τους.
7. Για την πλήρη κάλυψη των ζητημάτων είναι σκόπιμο να δοθεί στους μαθητές και ένα σετ ερωτήσεων και ασκήσεων.

**Για την κινηματική μελέτη της Απλής Αρμονικής Ταλάντωσης.
Φύλλο εργασίας – δραστηριοτήτων (1)**

A. Περιγραφή της εφαρμογής 'oscillation motion ekt.IP'

Αριστερά στην εφαρμογή είναι ένας Αρμονικός ταλαντωτής. Με ενεργοποίηση των πεδίων απομάκρυνσης, ταχύτητας και επιτάχυνσης, αναπτύσσονται οι χρονικές συναρτήσεις των αντίστοιχων μεγεθών της ταλάντωσης. Μπορείτε να εμφανίσετε και ενεργοποιήσετε τον αντίστοιχο κυκλικό προσομοιωτή της ταλάντωσης. Καθώς το ένα σώμα κινείται σε κυκλική τροχιά με ταχύτητα σταθερού μέτρου, το άλλο εκτελεί ΑΑΤ στον άξονα ψ'ψ. Οι προβολές των στοιχείων θέσης και κίνησης του πρώτου σώματος στον άξονα ψ'ψ (άξονα των ημιτόνων) αποτελούν τα αντίστοιχα στοιχεία θέσης και κίνησης του αρμονικού ταλαντωτή.¹ Οι περίοδοι των δύο κινήσεων είναι ίσες. (γιατί;)

Τα διανύσματα που φαίνονται είναι οι ταχύτητες και επιταχύνσεις (και οι συνιστώσες τους) ενώ αποκτάτε και μια εικόνα της απομάκρυνσης της ταλάντωσης, ως προβολής της ακτίνας που «παρακολουθεί» την κυκλική κίνηση στον άξονα των ημιτόνων. Μπορείτε να παρατηρήσετε σχολαστικά τον κυκλικό προσομοιωτή χρησιμοποιώντας τη δυνατότητα να προχωράτε την κίνησή του καρέ – καρέ με το χειριστήριο κάτω αριστερά. Όταν τελειώνει η εφαρμογή θυμηθείτε να πατήσετε «επαναρρύθμιση» για να κάνετε νέες ρυθμίσεις και να την ξανατρέξετε.

Παρατήρηση: Στην εφαρμογή ο πανταχού παρών αριθμός π εμφανίζεται με 3 δεκαδικά ψηφία ως 3,141.

B. Δραστηριότητες (ανίχνευση και επεξεργασία στοιχείων της εφαρμογής.)

1. Προσδιορίστε την περίοδο της ταλάντωσης.

2. Υπάρχουν 2 τουλάχιστον τρόποι να προσδιοριστεί το πλάτος της ταλάντωσης. Προβήτε και εξηγήστε.

3. Τώρα είστε έτοιμοι (σχεδόν) να γράψετε τη σχέση της αρμονικής μεταβολής

¹ Δημιουργήστε ένα περιβάλλον με χαμηλό φωτισμό. Στερεώστε κατακόρυφα ένα μολύβι στο πλατό ενός πικάπ κοντά στην περιφέρειά του και ένα σφαιρικό κομμάτι πλαστελίνη στη μύτη του μολυβιού. Φωτίστε με ένα προβολέα και παρατηρήστε πώς κινείται η σκιά της πλαστελίνης στον τοίχο, καθώς το πλατό περιστρέφεται. Ο κυκλικός σας προσομοιωτής είναι έτοιμος!

της απόστασης του ταλαντωτή σε σχέση με το χρόνο. Προσαρμόστε και εξειδικεύστε τη γενική σχέση $\psi = A\eta\mu(\omega t + \phi_0)$ στα δεδομένα της εφαρμογής.

4. Με προσεκτική παρατήρηση των γραφικών παραστάσεων στην εφαρμογή είναι δυνατός ο προσδιορισμός της διαφοράς φάσης ανάμεσα στην απομάκρυνση, την ταχύτητα και την επιτάχυνση της ταλάντωσης. Εδώ είναι καλό να χρησιμοποιήσετε και μερικές από τις βασικές γνώσεις τριγωνομετρίας. Βρείτε τις διαφορές φάσης και εξηγήστε κάθε φορά τη σκέψη σας.

5. Παρατηρώντας κάποιος τις γραφικές παραστάσεις, μπορεί να καταλήξει στο συμπέρασμα ότι $u_{\max} = A\omega$ και $a_{\max} = A\omega^2$. Αναπτύξτε το σχετικό συλλογισμό. Χρησιμοποιήστε την τιμή της γωνιακής συχνότητας που υπολογίσατε στην ερώτηση 3.

6. Ήδη έχετε διαπιστώσει ότι η συνάρτηση $\eta\mu\omega t$ μεταβάλλεται αρμονικά στο $[-1, 1]$ και συμπαρασύρει στη μεταβολή της το σταθερό μέγεθος A (μέγιστη απομάκρυνση ή αλλιώς πλάτος) έτσι ώστε η $A\eta\mu\omega t$ μεταβάλλεται αρμονικά στο $[-A, A]$. Μπορείτε να επεκτείνετε τη διαπίστωση αυτή και να γράψετε τις αρμονικές συναρτήσεις που περιγράφουν τη μεταβολή της ταχύτητας και της επιτάχυνσης της ταλάντωσης, παίρνοντας υπ' όψη και τις διαφορές φάσης που υπολογίσατε στην ερώτηση 4.

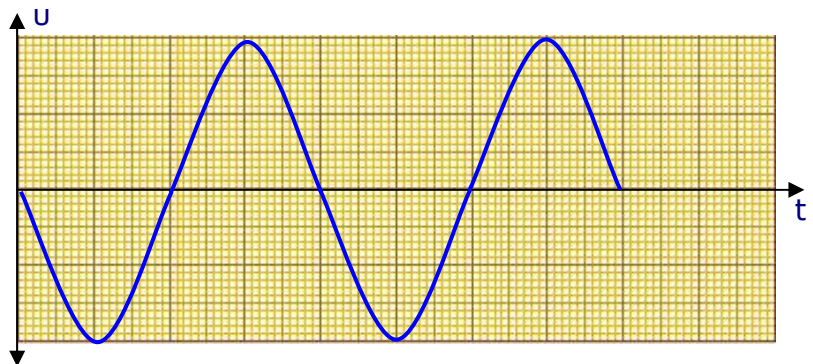
Γ. Φύλλο αξιολόγησης

1. Το πλάτος μιας απλής αρμονικής ταλάντωσης και η μέγιστη ταχύτητά της είναι $A=0,2\text{ m}$ και $v_{\max}=4\text{ m/s}$.

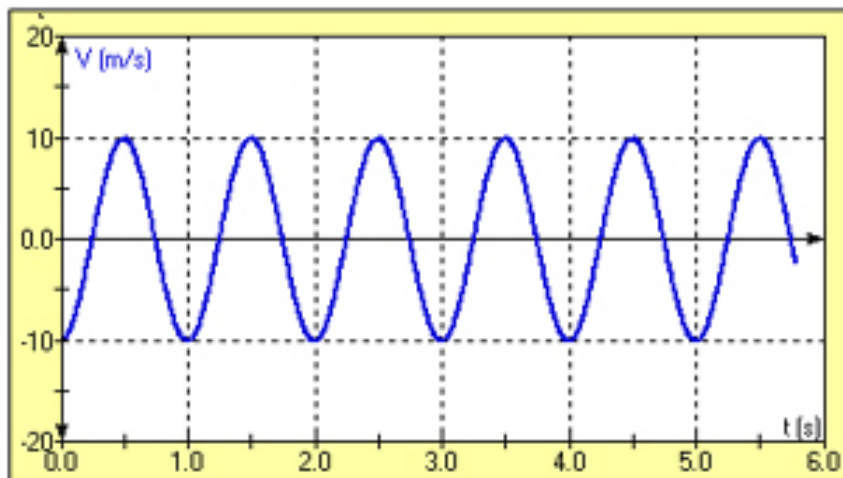
- α) Πόση είναι η γωνιακή συχνότητα της ταλάντωσης;
- β) Πόση είναι η μέγιστη επιτάχυνση της ταλάντωσης;

2. Η συνάρτηση της επιτάχυνσης μιας ΑΑΤ είναι: $a=-0,8\pi^2\cdot\eta\mu 4\pi t$ (SI). Ποιες είναι οι συναρτήσεις της απομάκρυνσης και της ταχύτητας της ταλάντωσης αυτής;

3. Δύο ταλαντώσεις έχουν ίδιο πλάτος και ίδια αρχική φάση. Η γωνιακή συχνότητα της πρώτης είναι διπλάσια από της δεύτερης. Στο διπλανό διάγραμμα έχει σχεδιαστεί η γραφική παράσταση της ταχύτητας της πρώτης ταλάντωσης σε σχέση με το χρόνο. Σχεδιάστε στο ίδιο διάγραμμα τη γραφική παράσταση της ταχύτητας της δεύτερης σε σχέση με το χρόνο.



4. Στο πιο κάτω διάγραμμα έχει αποτυπωθεί η γραφική παράσταση της ταχύτητας μιας απλής αρμονικής ταλάντωσης σε σχέση με το χρόνο. Μελετήστε τη γραφική παράσταση και γράψτε τις συναρτήσεις της απομάκρυνσης, της ταχύτητας και της επιτάχυνσης της ίδιας ταλάντωσης.



Απλή Αρμονική Ταλάντωση: Ενέργεια
Φύλλο εργασίας – αξιολόγησης (2)

Ανοίξτε την εφαρμογή "Oscillation_NRG_t_ekt.IP". Καθώς το σώμα εκτελεί Απλή Αρμονική Ταλάντωση, αναπτύσσονται οι γραφικές παραστάσεις της Κινητικής (**K**), της Δυναμικής (**U**) και της ολικής ενέργειας (**E_{ολ}**) της ταλάντωσης σε σχέση με το χρόνο καθώς και οι αντίστοιχες μπάρες. Για να εμφανιστούν οι μεταβολές της κινητικής και δυναμικής ενέργειας πρέπει να ενεργοποιήσετε τα αντίστοιχα πεδία.

1. Παρατηρήστε την εφαρμογή καθώς εξελίσσεται και γράψτε το συμπέρασμα που προκύπτει για τις συνδυασμένες μεταβολές της κινητικής και της δυναμικής ενέργειας της καθώς και για το άθροισμα **E_{ολ}=K+U**.

2. Συγκρίνετε την περίοδο της μεταβολής της Κινητικής ενέργειας της ταλάντωσης με την περίοδο της ταλάντωσης. Γράψτε το συμπέρασμά σας.

3. Πόσες φορές μέσα σε μία περίοδο της ταλάντωσης μεγιστοποιείται η κινητική ενέργεια; Η δυναμική ενέργεια; Πόσες φορές μέσα σε μία περίοδο είναι **K=U**;

Ερωτήσεις:

1. Η γωνιακή συχνότητα μιας Απλής Αρμονικής Ταλάντωσης είναι **ω** . Πόση είναι η γωνιακή συχνότητα μεταβολής της Δυναμικής ενέργειας της ταλάντωσης; Της Κινητικής ενέργειας;

2. Ο παρακάτω πίνακας αναφέρεται στις τιμές κινητικής και δυναμικής ενέργειας **K** και **U** αντίστοιχα, μιας Απλής Αρμονικής Ταλάντωσης. Συμπληρώστε τον.

$x=$	0	x_1	x_2	A	x_3
K (J)		3,5	2		
U (J)			5		1
E _{ολ} (J)					

Απλή Αρμονική Ταλάντωση: Προσδιορισμός της περιόδου Εισαγωγικό σημείωμα

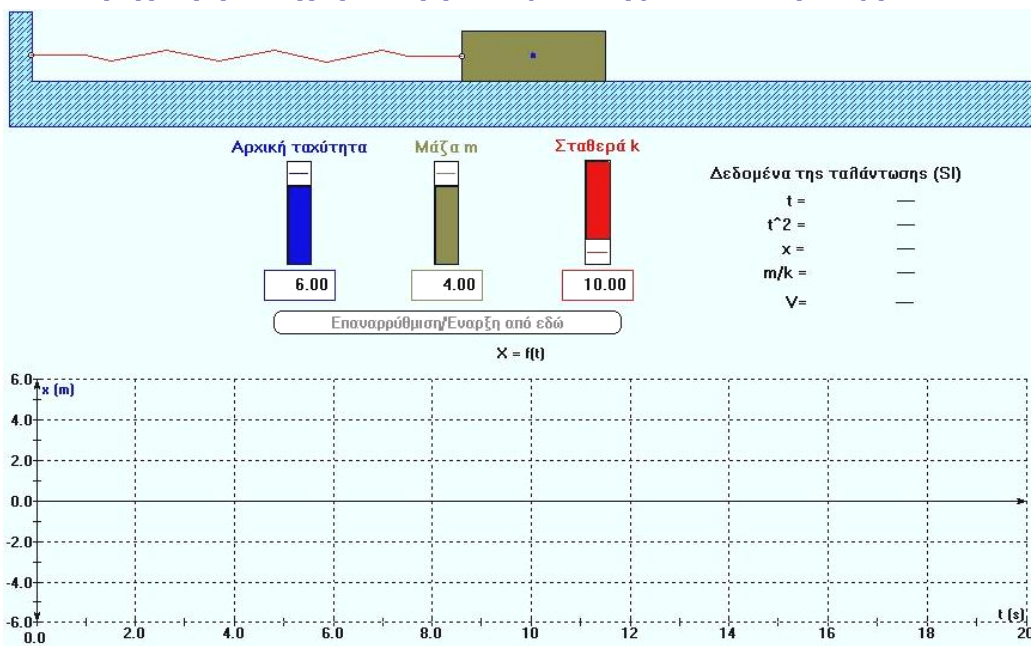
1. Προσέγγιση του ζητήματος

Σκοπός της δραστηριότητας που ακολουθεί είναι η «ανακάλυψη» της σχέσης που δίνει την περίοδο ταλάντωσης του αρμονικού ταλαντωτή. Για το σκοπό αυτό είναι χρήσιμο να δούμε την ταλάντωση από την εξής σκοπιά:

Σε ένα ταλαντωτή που ταλαντώνεται, στην ιδανική περίπτωση κατά την οποία δρα μόνο η δύναμη επαναφοράς, υλοποιείται η ανταγωνιστική συνύπαρξη ενός δυναμικού και ενός αδρανειακού παράγοντα. Είναι συνύπαρξη γιατί πρέπει να υπάρχουν και οι δύο για να γίνεται ταλάντωση και είναι ανταγωνιστική γιατί η ενέργεια μεταφέρεται από τον ένα παράγοντα στον άλλο, μετατρέπόμενη από κινητική σε δυναμική και αντίστροφα, μέσω του έργου της (συντηρητικής) δύναμης επαναφοράς. Στο πρότυπο του αρμονικού ταλαντωτή ο δυναμικός παράγοντας είναι το ελατήριο και ο αδρανειακός η μάζα του σώματος.

Βλέποντας το ζήτημα με αυτό τον τρόπο φαίνεται λογικό να διατυπώσουμε την υπόθεση ότι στις σχέσεις της ταλάντωσης αναμένεται να υπεισέρχονται μεγέθη που σχετίζονται με τους δύο αυτούς παράγοντες. Επεκτείνοντας τη συλλογιστική μας, περιμένουμε να παίζουν κάποιο ρόλο στην περίοδο της ταλάντωσης η σταθερά k (ή γενικότερα η σταθερά D) της ταλάντωσης ως «εκπρόσωπος» του δυναμικού παράγοντα και η μάζα m του σώματος ως «εκπρόσωπος» του αδρανειακού παράγοντα και επομένως να εμφανίζονται με κάποιο τρόπο στη σχέση της περιόδου T της ταλάντωσης, την οποία σχέση καλούμαστε να προσδιορίσουμε.

2. Περιγραφή του χώρου εργασίας και της ακολουθητέας μεθόδου.



Στη διάθεσή μας έχουμε τον εργαστηριακό χώρο του interactive physics. Υπάρ-

χουν ο πρότυπος αρμονικός ταλαντωτής, δρομείς ελέγχου των μεγεθών που θεωρούμε ότι μας χρειάζονται (η μάζα του ταλαντωτή και η σταθερά του ελατηρίου, που είναι η σταθερά της ταλάντωσης) καθώς και πληροφορίες σχετικές με την ταλάντωση, μερικές από τις οποίες κατά περίπτωση και κατά τα φαινόμενα θα φανούν χρήσιμες στην προσπάθειά μας. Πατώντας το πλήκτρο της έναρξης η εφαρμογή ξεκινά και είναι ρυθμισμένη να σταματά μετά από μια περίοδο της ταλάντωσης. Ξαναπατώντας το ίδιο πλήκτρο η εφαρμογή συνεχίζει μέχρι να ολοκληρωθούν πέντε συνολικά περίοδοι, οπότε και τερματίζει. Μπορούμε τέλος να ελέγξουμε με το δρομέα ελέγχου της αρχικής ταχύτητας αν αυτή ή το πλάτος της ταλάντωσης έχουν επίπτωση στην περίοδο.

Θα εφαρμόσουμε κάποιες από τις συνήθεις τεχνικές διερεύνησης με την ελπίδα ότι θα αποδειχτούν αρκετές για το εγχείρημά μας. Η βασική ιδέα είναι να μεταβάλλουμε μια από τις παραμέτρους από τις οποίες (θεωρούμε ότι) επηρεάζεται η περίοδος και να ελέγχουμε τη μεταβολή της, κρατώντας τις άλλες παραμέτρους σταθερές. Χωρίς να είναι απαραίτητο, είναι ενδεχομένως βολικό η μεταβολή να γίνεται με διπλασιασμό, τριπλασιασμό κλπ. Όταν καταλήξουμε σε μια κατ' αρχήν σχέση θα προχωρήσουμε σε περαιτέρω επεξεργασία για να προσδιορίσουμε τελικά τη σχέση της περιόδου της Απλής Αρμονικής Ταλάντωσης.

Ξεκινήστε έχοντας υπ' όψη ότι τα πειράματα αυτού του είδους μπορούν να δώσουν ισχυρές ενδείξεις για την ισχύ ενός νόμου, δεν αποτελούν όμως απόδειξη, με την αυστηρή έννοια του όρου. Παρά ταύτα, στο πεδίο των ισχυρών ενδείξεων εργαζόμενοι, θα οδηγηθείτε σε συμπεράσματα κατά το μάλλον ή ήττον ασφαλή, σχετικά με τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται (ή όχι) η περίοδος της απλής αρμονικής ταλάντωσης καθώς και με ποιο τρόπο εξαρτάται. Παράλληλα θα έρθετε σε επαφή με κάποιες από τις πειραματικές τεχνικές που ακολουθούνται στη διερεύνηση των φυσικών φαινομένων.

Απλή Αρμονική Ταλάντωση: Προσδιορισμός της περιόδου
Φύλλο εργασίας – δραστηριοτήτων (3)

1. Φύλλο εργασίας:

Πράξη 1^η:

α) Εξοικειωθείτε με την εφαρμογή "Oscillation_T_ekt.IP". «Τρέξτε» την μερικές φορές μεταβάλλοντας τα μεγέθη που ελέγχονται με τους δρομείς.

β) Η εφαρμογή δίνει δυνατότητες προσδιορισμού της περιόδου της ταλάντωσης. Επιλέξτε μια τριάδα τιμών για την αρχική ταχύτητα, τη μάζα και τη σταθερά του ελατηρίου και προσδιορίστε την περίοδο της ταλάντωσης. Επαναλάβετε με μια διαφορετική τριάδα. Συμπληρώστε το αριστερό μέρος του πίνακα (I).

γ) Η εφαρμογή δίνει δυνατότητες προσδιορισμού του πλάτους της ταλάντωσης. Επιλέξτε μια τριάδα τιμών για την αρχική ταχύτητα, τη μάζα και τη σταθερά του ελατηρίου και προσδιορίστε το πλάτος της ταλάντωσης. Επαναλάβετε με μια διαφορετική τριάδα. Συμπληρώστε το δεξί μέρος του πίνακα (I).

	$U_0 \left(\frac{m}{s} \right)$	$m \text{ (kg)}$	$k \left(\frac{N}{m} \right)$	$T \text{ (s)}$		$U_0 \left(\frac{m}{s} \right)$	$m \text{ (kg)}$	$k \left(\frac{N}{m} \right)$	$A \text{ (m)}$
1.					1.				
2.					2.				

Πίνακας (I)

Πράξη 2^η:

α) Νομίζετε ότι εξαρτάται η περίοδος της ταλάντωσης από το πλάτος της;

ΟΧΙ ΝΑΙ

β) Πειραματιστείτε πάνω στην υπόθεσή σας. Δώστε σταθερές τιμές στη μάζα και τη σταθερά του ελατηρίου και τρέξτε την εφαρμογή με διάφορες αρχικές ταχύτητες. Συγκεντρώστε τις μετρήσεις στον παρακάτω πίνακα (II).

		$U_0 \left(\frac{m}{s} \right)$	$A \text{ (m)}$	$T \text{ (s)}$	
$m = \dots\dots\dots \text{ kg}$	1.				
	2.				
	$k = \dots\dots\dots \frac{N}{m}$	3.			
		4.			
		5.			

Πίνακας (II)

Επιβεβαιώθηκε η υπόθεσή σας; ΟΧΙ ΝΑΙ

γ) Γράψτε το συμπέρασμα που προκύπτει από τη μελέτη του πίνακα (II) σχετικά με το αν εξαρτάται η περίοδος από το πλάτος και το πλάτος από την μέγιστη ταχύτητα της ταλάντωσης.

Πράξη 3^η:

Περνάμε τώρα στο κύριο πειραματικό μέρος της δραστηριότητας. Δώστε μια ωραία τιμή στην αρχική ταχύτητα (για παράδειγμα 6 m/s) την οποία θα κρατήσετε σταθερή, θυμηθείτε τις τεχνικές διερεύνησης (που βρίσκονται στη σελίδα 2 του εισαγωγικού σημειώματος) και:

α) Με σταθερή τη μάζα του ταλαντωτή σε μια τιμή της αρεσκείας σας (για παράδειγμα 4 kg) δώστε διάφορες τιμές στη σταθερά της ταλάντωσης και προσδιορίστε τις αντίστοιχες περιόδους. Συμπληρώστε τον αριστερό πίνακα.

β) Με σταθερή τη σταθερά k της ταλάντωσης σε μια τιμή της αρεσκείας σας (για παράδειγμα 10 N/m) δώστε διάφορες τιμές στη μάζα του ταλαντωτή και προσδιορίστε τις αντίστοιχες περιόδους. Συμπληρώστε τον πίνακα δεξιά.

m=..... kg		k=..... N/m	
k (N/m)	T (s)	m (kg)	T(s)

γ) Μελετήστε τον αριστερό πίνακα, προσδιορίστε την εξάρτηση της περιόδου από τη μάζα του ταλαντωτή και γράψτε την με μορφή μαθηματικής σχέσης.

δ) Μελετήστε τον πίνακα τιμών δεξιά, προσδιορίστε την εξάρτηση της περιόδου από τη σταθερά της ταλάντωσης και γράψτε την με μορφή μαθηματικής σχέσης.

ε) Μετά τις απαντήσεις στα προηγούμενα (γ) και (δ) είστε σε θέση να συγκεντρώσετε τις δυο προηγούμενες σχέσεις σε μια σχέση αναλογίας (ας την ονομάσουμε 'προσωρινή σχέση') που έχει αριστερά την περίοδο T και δεξιά τις ποσότητες m και k . Γράψτε τη σχέση που προκύπτει.

$$T \sim$$

Πράξη 4^η:

Στο τελευταίο μέρος της διαδικασίας έχουμε να απαντήσουμε σε ερωτήματα που θα μας επιτρέψουν να μετατρέψουμε τη σχέση αναλογίας σε ισότητα:

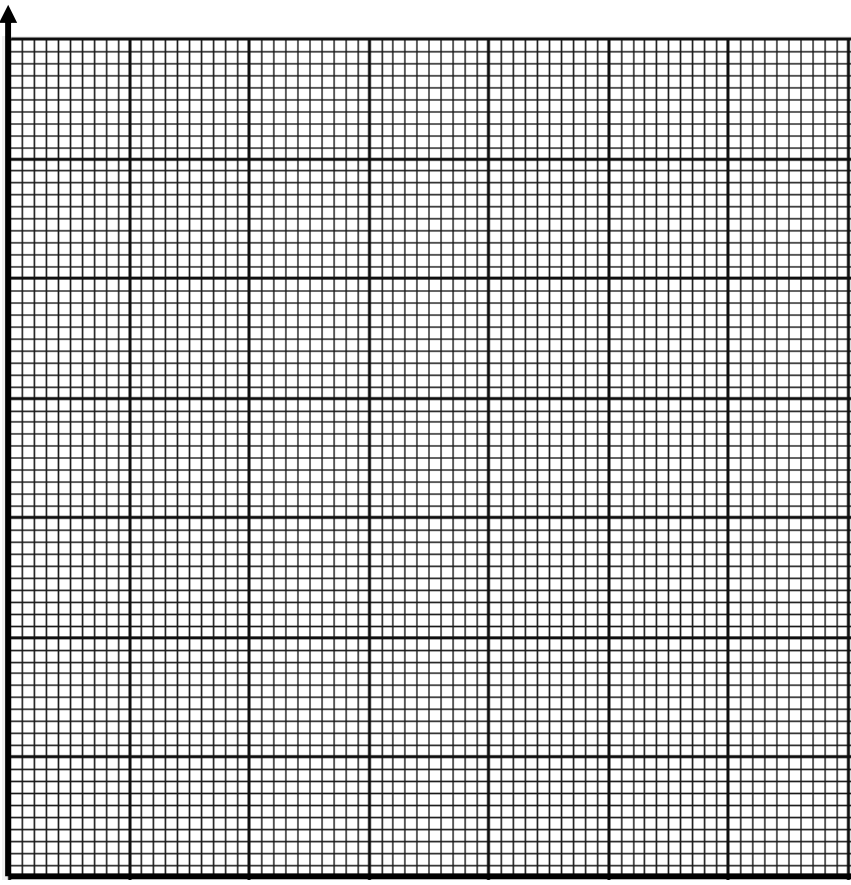
- Υπάρχει μήπως κάποιος συντελεστής ή σταθερή ποσότητα που υπεισέρχεται στη σχέση;
- Μήπως η περίοδος εξαρτάται και από άλλη φυσική ποσότητα;

Αν η απάντηση στο δεύτερο ερώτημα είναι καταφατική η κατάσταση περιπλέκεται, οι συλλογισμοί και οι τεχνικές που ακολουθήσαμε ως εδώ δεν επαρκούν. Υπάρχει όμως τρόπος να ελέγξουμε το πρώτο ερώτημα και μάλιστα με τρόπο που να μας οδηγεί σε συμπέρασμα και για το δεύτερο. Στην περίπτωση που ο έλεγχος δώσει αρνητικό συμπέρασμα, θα καταλήξουμε σε οριστική και σχετικά ασφαλή σχέση για την $T^{(2)}$. Επομένως προχωρούμε στην τελική επεξεργασία με την ελπίδα ότι η προσπάθεια θα έχει αίσιο τέλος.

Κατασκευάζουμε τη γραφική παράσταση που έχει στον άξονα της ανεξάρτητης μεταβλητής την T και στον άξονα της εξαρτημένης μεταβλητής την ποσότητα δεξιά του συμβόλου αναλογίας στην προσωρινή σχέση που γράψαμε προηγουμένως. Αν η κλίση είναι σταθερή τότε αυτή είναι ίση με την ποσότητα που ψάχνουμε. Αν δεν είναι σταθερή τότε πρέπει να το ψάξουμε από την αρχή και ενδεχομένως να εφαρμόσουμε και άλλες τεχνικές. Πάμε για τη γραφική παράσταση και βλέπουμε...

⁽²⁾ Ένας άλλος θεωρητικός τρόπος για το δεύτερο ερώτημα είναι να ελέγξουμε τις μονάδες δεξιά και αριστερά. Αν συμπίπτουν, τότε κατά πάσα πιθανότητα ψάχνουμε για συντελεστή ή αδιάστατο μέγεθος. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται 'διαστατικός έλεγχος' ή 'διαστατική μελέτη'.

Πίνακας (III)



T

Πράξη 5^η και τελευταία:
Συμπεράσματα:

2. Φύλλο αξιολόγησης

1. Η ποσότητα m/D μιας ταλάντωσης έχει μονάδες:

- A. s B. $\text{kg}\cdot\text{m}/\text{N}$ Γ. s^2 Δ. N/m

Ποιο / ποια είναι λανθασμένο / λανθασμένα;

2. Με βάση τα συμπεράσματα της προηγούμενης επεξεργασίας αν η περίοδος μιας ταλάντωσης είναι 1s με τι είναι ίση η ποσότητα m/D της ταλάντωσης; Αν είναι 4s;

3. Αν διπλασιαστεί η μάζα ενός ταλαντωτή ποιος από τους παρακάτω αριθμούς είναι πλησιέστερος στο ποσοστό μεταβολής της περιόδου της ταλάντωσης του;

- A. 100% B. 50% Γ. 40% Δ. 0%

4. Τι θα συμβεί στην περίοδο ενός ταλαντωτή αν διπλασιαστεί η μάζα και υποδιπλασιαστεί η σταθερά της ταλάντωσης του;

5. Αν η μάζα ενός αρμονικού ταλαντωτή είναι 2kg και η περίοδος του είναι 0,314s πόση είναι η σταθερά της ταλάντωσης;

6. Το πλάτος μιας ΑΑΤ και η μέγιστη ταχύτητά της είναι αντίστοιχα 0,2m και 10 m/s. Πόση είναι η περίοδος της;

7. Μία ΑΑΤ έχει πλάτος $A = \sqrt{3}$ m. Στη θέση $x=A/2$ η ταχύτητα είναι 15 m/s. Πόση είναι η περίοδος της ταλάντωσης;