Εργαστηριακές Δραστηριότητες για την Φυσική στην Α΄ Λυκείου

Ν.Αναστασάκης

ΕΚΦΕ ΧΑΝΙΩΝ

Εργαστηριακές Δραστηριότητες
για την
Φυσική στην Α' Λυκείου

Ν. Αναστασάκης

Εργαστηριακό Κέντρο Φυσικών Επιστημών Χανίων
"Κ. Μ. Κούμας"

Συγγραφέας: Νίκος Αναστασάκης (*Φυσικός, Δ/θμια Εκπ/ση*)

Τίτλος: «**Εργαστηριακές Δραστηριότητες για την Φυσική στην Α' Λυκείου**».
(Προτάσεις για υλοποίηση στην τάξη ή στο σχ. εργαστήριο Φ.Ε.)

ISBN: **978-618-00- 3317-5**

Χανιά, Ιούνιος 2021

Ιστοσελίδα: https://ekfechanion.eu
e- mail: nikos.anastasakis@sch.gr

Η εργασία χορηγείται με άδεια Creative Commons : Αναφορά Δημιουργού - Μη Εμπορική Χρήση - Παρόμοια Διανομή 4.0 Διεθνές

*Αναφορά Δημιουργού — Θα πρέπει να καταχωρίσετε αναφορά στο δημιουργό , με σύνδεσμο της άδειας, και
με αναφορά αν έχουν γίνει αλλαγές . Μπορείτε να το κάνετε αυτό με οποιονδήποτε εύλογο τρόπο, αλλά όχι
με τρόπο που να υπονοεί ότι ο δημιουργός αποδέχεται το έργο σας ή τη χρήση που εσείς κάνετε.
Μη Εμπορική Χρήση — Δε μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το υλικό για εμπορικούς σκοπούς.
Παρόμοια Διανομή — Αν αναμείξετε, τροποποιήσετε, ή δημιουργήσετε πάνω στο υλικό, πρέπει να διανείμε-
τε τις δικές σας συνεισφορές υπό την ίδια άδεια όπως και το πρωτότυπο*

Εισαγωγικό σημείωμα

- *Οι εργαστηριακές δραστηριότητες που ακολουθούν καλύπτουν την ύλη της Α' Λυκείου, όπως αυτή καθορίστηκε από το ΥΠΑΙΘΠΑ με την υπ. αρ. 156357/Γ2 της 28.10.2014.*
- *Οι δραστηριότητες που περιγράφονται, έχουν εφαρμοστεί μέσα σε σχολική τάξη 17-23 μαθητών στο Γεν.Λ. Βάμου Χανίων, (σχ. περίοδος 2012-2016). Η συγκεκριμένη σχολική μονάδα διαθέτει εξοπλισμένο εργαστήριο. Φ.Ε. Ωστόσο θεωρούμε χρήσιμη την εισαγωγή και ενσωμάτωση "πειραματικών" πρακτικών στο καθημερινό μάθημα, άρα μέσα στην τάξη.*
- *Τα φύλλα εργασίας που ακολουθούν αναφέρονται: Α. Σε δραστηριότητες μικρής έκτασης που μπορούν να γίνουν στο καθημερινό μάθημα, με απλά υλικά. Β. Σε ασκήσεις μεγαλύτερης έκτασης που προορίζονται για το εργαστήριο και αντιστοιχούν σε σύνοψη θεματικής ενότητας.*
- *Οι συγκεκριμένες δραστηριότητες είναι προτάσεις που προφανώς επιδέχονται βελτίωσης και συμπλήρωσης. Για αυτό μην διστάσετε να επικοινωνήσετε μαζί μας, στο e-mail του ΕΚΦΕ Χανίων: ekfechan@gmail.com*

Χανιά, Ιούνιος 2021

Νίκος Αναστασάκης
Φυσικός, υπ. ΕΚΦΕ Χανίων

Περιεχόμενα

Μέτρηση Φυσικών Μεγεθών

Μετρήσεις (Φ.Ε.)

1. Ενότητα 1: Ευθύγραμμες κινήσεις

1.1. Ευθύγραμμη Ομαλή

Φύλλα Εργασίας:

1η Δραστηριότητα (*Γυάλινος σωλήνας με φυσαλίδα αέρα*)

2η Δραστηριότητα (*Προσομοίωση κίνησης*)

3η Δραστηριότητα (*Διάγραμμα μετατόπισης - χρόνου*)

1η Εργαστηριακή Άσκηση (*Χρήση Χαρτοταινίας Χρονομετρητή*)

2η Εργαστηριακή Άσκηση (*Μέτρηση ενδείξεων χαρτοταινίας)*

1.2. Ευθύγραμμη Ομαλά Μεταβαλλόμενη

Φύλλα Εργασίας:

1η Δραστηριότητα: *Παρατήρηση χρόνων κίνησης*

2η Δραστηριότητα: *Διάγραμμα μετατόπισης – χρόνου*

3η Δραστηριότητα: *Επαλήθευση σχέσης μετατόπισης – χρόνου*

4η Δραστηριότητα: *Διάγραμμα ταχύτητας - χρόνου*

1η Εργαστηριακή Άσκηση: *Μελέτη της κίνησης με χρήση χρονομετρητή*

2η Εργαστηριακή Άσκηση: *Μελέτη της κίνησης με χρήση φωτοπυλών*

3η Εργαστηριακή Άσκηση: *Μελέτη κίνησης με Multilog*

2. Ενότητα 2: Δυνάμεις

2.1. Δυνάμεις στη φύση

Φύλλα Εργασίας:

1η Δραστηριότητα : *Δυνάμεις γύρω μας*

2η Δραστηριότητα: *Σύνθεση δυνάμεων*

3η Δραστηριότητα: *Ανάλυση δυνάμεων - Συνιστώσες*

2.2. Τριβή

Φύλλα Εργασίας

1η Δραστηριότητα: *Μέτρηση τριβής, συντελεστής τριβής*

2η Δραστηριότητα: *Από τι εξαρτάται η τριβή*

1η Εργαστηριακή Άσκηση: *Μελέτη της τριβής σε κεκλιμένο επίπεδο*

2.3. Δύναμη και Κίνηση

Φύλλα Εργασίας

1η Δραστηριότητα: *Μέτρηση επιτάχυνσης*

2η Δραστηριότητα: *Υπολογισμός τάσης του νήματος*

3η Δραστηριότητα: *Κίνηση με τριβή*

4η Δραστηριότητα: *Τριβή - Συντελεστής τριβής*

1η Εργαστηριακή Άσκηση: *Ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση με τριβή*

2.4. Βάρος – Ελεύθερη πτώση

Δραστηριότητα 1: *Παρακολούθηση video*

Δραστηριότητα 2: *Μελέτη video με το λογισμικό tracker*

1η Εργαστηριακή Άσκηση: *Ελεύθερη πτώση με χρήση χρονομετρητή χαρτοταινίας*

2η Εργαστηριακή Άσκηση: *Ελεύθερη πτώση με χρήση φωτοπυλών*

3. Ενότητα 3: Έργο - Ενέργεια

3.1. Έργο Δύναμης

Δραστηριότητα 1: *Ενέργεια – Μεταβολές Ενέργειας*

Δραστηριότητα 2: Παραγόμενο – Καταναλισκόμενο έργο

3.2. Έργο Δύναμης – Κινητική Ενέργεια

Εργαστηριακή Άσκηση: Υπολογισμός έργου δύναμης – ΘΜΚΕ

3.3. Διατήρηση μηχανικής ενέργειας

Δραστηριότητα: *Μελέτη video (λογισμικό tracker)*

Εργαστηριακή άσκηση: *Μελέτη πτώσης αντικειμένου, με την βοήθεια φωτοπυλών*

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: *Οδηγίες χρήσης σειράς οργάνων μηχανικής*

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: Οδηγίες Χρήσης συσκευής Multilog

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ: *Οδηγίες χρήσης λογισμικού "Tracker*

Σχετική Βιβλιογραφία

1. *Π.Κουμαράς, : "Πειράματα Φυσικών Επιστημών με υλικά καθημερινής χρήσης", (ΟΕΔΒ Αθήνα 2000)*
2. *Ν.Αντωνίου,Π.Δημητριάδης, Κ.Καμπούρης, Κ.Παπαμιχάλης, Λ.Παπατσίμπα: "Εργαστηριακός Οδηγός Β'Γυμνασίου" (ΟΕΔΒ, 2007)*
3. *Ν.Αντωνίου,Π.Δημητριάδης, Κ.Καμπούρης, Κ.Παπαμιχάλης, Λ.Παπατσίμπα: "Φυσική Β' Γυμνασίου" (ΟΕΔΒ, 2007)*
4. *Γ.Μπισδικιάν, Τ.Μολοχίδης: "Κατάλογος Οργάνων και συσκευών Εργαστηρίου Φυσικών Επιστημών" (ΟΕΔΒ, 2002)*
5. *Ι.Μπουρούτης: "Πειράματα Φυσικής, βιβλίο πρώτο - Μηχανική Θερμότητα" (ΟΕΔΒ, 1994).*
6. *ΕΕΦ, Παράρτημα Χανίων: "Εργαστήριο Φυσικής" (Χανιά 1989)*
7. *Ν. Παπασταματίου: "Εργαστηριακές Ασκήσεις Φυσικής γ' Γυμνασίου" (ΟΕΔΒ 1994)*
8. *Α.Αραβαντινός, Ι.Γαροφαλάκης, Ν.Γλέζος, Δ.καμιναρά, Α.Ζήσος, Α.Λιβανός, Θ.Μαίμος, Γ.Μαριολόπουλος, Κ.Πάνος, Α.Παπακίτσος, Γ.Ρουμελιώτης, Ε.Σιδερής: "Ασκήσεις Εργαστηρίου, Φυσικής" (Ιων, 1990)*
9. *Ν.Δαπόντες, Α.Κασσέτας: "Φυσική Α' Τάξη Ενιαίου Λυκείου" (ΟΕΔΒ 1999)*
10. *Α. Κασσέτας: "Το μακρόν Φυσική προ του βραχέος διδάσκω" (Σαββάλας, 2000)*
11. *P.G.Hewitt: "Οι έννοιες της Φυσικής, τόμος Ι" (ΠΕΚ, 1997)*
12. *Haber-Schaim-Dodge-Walter: "PSSC Φυσική" (Ι. Ευγενίδου, 1995)*

Ιστοσελίδες

1. ΕΚΦΕ Χανίων: ekfechanion.eu
2. Η φυσική και οι φυσικοί: users.sch.gr/kassetas/
3. Πειράματα φυσικής με απλά υλικά: tinanantsou.blogspot.gr/
4. PhET Colorado: phet.colorado.edu/el/
5. Φυσική και Φωτογραφία: www.seilias.gr/
6. Open source physics: www.opensourcephysics.org/
7. For the Allure of Physics: www.youtube.com
8. The Science Channel: www.youtube.com

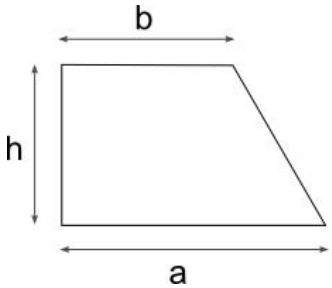
Εισαγωγή: Μέτρηση Φυσικών Μεγεθών

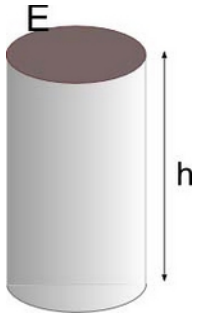
Στόχοι

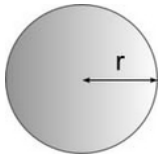
- Εξοικείωση με την χρήση των συσκευών και των οργάνων μέτρησης
- Χρήση του κατάλληλου οργάνου για μετρήσεις, διαφορετικής ακρίβειας και τάξης μεγέθους.
- Μετρήσεις για τον υπολογισμό φυσικών μεγεθών (επιφάνεια - όγκος - πυκνότητα).

Θεωρητικές Γνώσεις

- Μονάδες μέτρησης βασικών φυσικών μεγεθών (S.I.)
- Πολλαπλάσια, υποπολλαπλάσια μονάδων.
- Εξισώσεις υπολογισμού:
  - ✔ Επιφάνεια παραλληλογράμμου: $E = a \cdot b$ (a, b πλευρές)
  - ✔ Επιφάνεια τριγώνου: $E = \frac{a \cdot h}{2}$ (a βάση, h ύψος)
  - ✔ Επιφάνεια τραπεζίου: $E = \frac{(a+b) \cdot h}{2}$
  - ✔ Επιφάνεια Σφαίρας : $E = 4 \cdot \pi \cdot r^2$
  - ✔ Όγκος παραλληλεπίπεδου: $V = \varepsilon\mu\beta\alpha\delta\acute{o}\nu\ \beta\acute{\alpha}\sigma\eta\varsigma \cdot \acute{\upsilon}\psi o\varsigma$
  - ✔ Όγκος σφαίρας: $V = \frac{4}{3} \pi \cdot r^3$
  - ✔ Πυκνότητα: $d = \frac{m}{V}$ (m μάζα, V όγκος)







Όργανα - Υλικά Δραστηριότητας

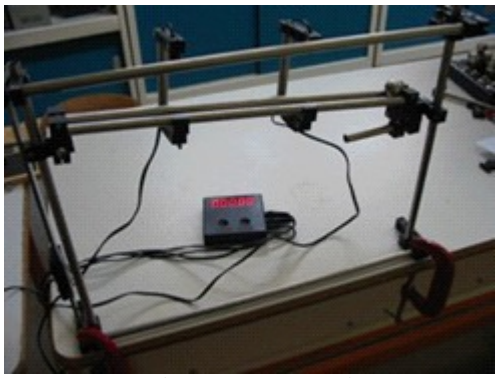
- Χάρακας, Μετροταινία, Διαστημόμετρο
- Μηχανική Ζυγαριά ή ηλεκτρονικός Ζυγός
- Διάταξη μηχανικής: κεκλιμένο επίπεδο, 2 χρονομετρητές, μεταλλική σφαίρα)
- Χρονόμετρο χειρός

Δραστηριότητα

Αρχικά εξηγούμε τον τρόπο λειτουργίας του διαστημόμετρου και των φωτοπυλών σε λειτουργία F2.

- Οι μαθητές επιλέγουν το κατάλληλο όργανο μέτρησης για να μετρήσουν το μήκος και το πάχος του θρανίου, τις διαστάσεις του τετραδίου τους, τη μάζα μιας μεταλλικής σφαίρας καθώς και τον χρόνο κίνησης της.
- Χρησιμοποιώντας τις μετρήσεις και τις κατάλληλες εξισώσεις υπολογίζουν την επιφάνεια του τετραδίου τον όγκο της σφαίρας την μάζα και την πυκνότητά της.

Μηχανικός Ζυγός



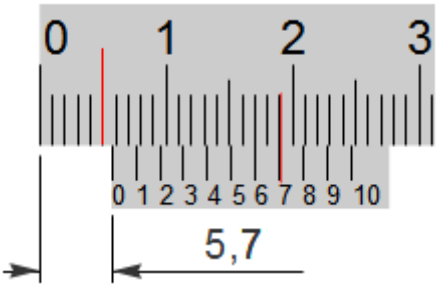
Διάταξη Μηχανικής

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

- *Χωρίζουμε τους μαθητές σε ομάδες 2-3 ατόμων. Ταυτόχρονα υπάρχουν τρία είδη θέσεων εργασίας: Μέτρηση μήκους (Χάρακας, Μετροταινία, Διαστημόμετρο), Μέτρηση μάζας (Μηχανική Ζυγαριά, ηλεκτρονικός Ζυγός), Μέτρηση χρόνου (Διάταξη μηχανικής - χρονομετρητής)*
- *Οι ομάδες μοιράζονται έτσι ώστε να εκτελούν τις ασκήσεις κυκλικά και να περνούν από τα τρία είδη θέσεων εργασίας.*

Επιπλέον…

- *Από το μικρό στο μεγάλο - τάξεις μεγέθους*
- *Οι δυνάμεις του 10!*
- *Οδηγίες χρήσης της Διάταξης Μηχανικής*
- *Μετατροπές μονάδων*
- *Τρόπος λειτουργίας παχύμετρου:*



Φύλλο Εργασίας

Ονοματεπώνυμο/Τμήμα …….....

Ημερομηνία ……. .....

Α.

1. Επέλεξε την κατάλληλη συσκευή μέτρησης (χάρακα, μετροταινία, διαστημόμετρο) και μέτρησε:

   - το μήκος του θρανίου σου:

     Όργανο μέτρησης …… Μέτρηση ……

   - το πάχος του θρανίου σου:

     Όργανο μέτρησης …… Μέτρηση ……

   - το μήκος και το πλάτος του τετραδίου σου:

     Όργανο μέτρησης …… Μετρήσεις .....……

   **Οι μετρήσεις να συνοδεύονται και από την κατάλληλη μονάδα μέτρησης*

2. Χρησιμοποιώντας τις προηγούμενες μετρήσεις, υπολόγισε την επιφάνεια του εξώφυλλου του τετραδίου σου (μήκος x πλάτος).

   ……

3. Μέτρησε την διάμετρο της σφαίρας χρησιμοποιώντας το διαστημόμετρο, και υπολόγισε τον όγκο της .

   Διάμετρος …… Ακτίνα …… Όγκος ……..

Β.

4. Μέτρησε την μάζα της μεταλλικής σφαίρας χρησιμοποιώντας:

   Την μηχανική ζυγαριά: ……

   Την ηλεκτρονική ζυγαριά : ……

5. Χρησιμοποιώντας τις προηγούμενες τιμές μάζας και όγκου της σφαίρας, υπολόγισε την πυκνότητα της .

   ……

6. Άφησε την σφαίρα να κυλίσει στο κεκλιμένο επίπεδο. Μέτρησε τον χρόνο κίνησης της ανάμεσα στις δύο φωτοπύλες, χρησιμοποιώντας

   - τις ενδείξεις της συσκευής :

   t_1 = ……. t_2 = …….

   $\Delta t = t_2 - t_1$ = …….

   - το χρονόμετρο χεριού: Δt = ……..

7. Σύγκρινε τα αποτελέσματα και δώσε μια εξήγηση στην πιθανή διαφορά.

   ……

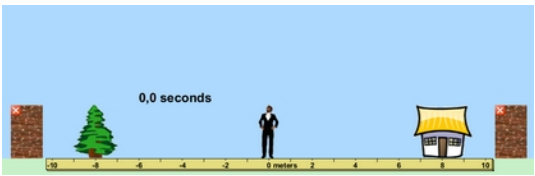
   ……

Ενότητα 1: Ευθύγραμμες Κινήσεις

Κεφάλαιο 1.1: Ευθύγραμμη Ομαλή Κίνηση

Στόχοι

- Να κατανοήσουν οι μαθητές την έννοια της κίνησης με σταθερό μέτρο ταχύτητας.
- Να εφαρμόσουν στην πράξη τις εξισώσεις υπολογισμού της ταχύτητας και της μετατόπισης.
- Να χρησιμοποιήσουν πραγματικές τιμές μετρήσεων για σχεδιασμό διαγραμμάτων *ταχύτητας - χρόνου* και *μετατόπισης - χρόνου*
- Να συγκρίνουν την θεωρητική Ε.Ο.Κ. με την πραγματική (εργαστηριακή) κίνηση.



Εικ.1. 1: Στιγμιότυπο Προσομοίωσης

Θεωρητικό υπόβαθρο.

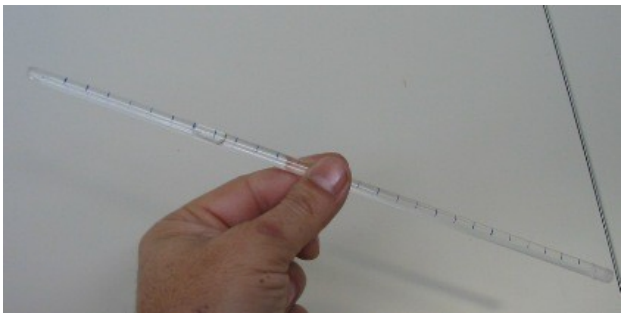
Οι μαθητές γνωρίζουν τις έννοιες

- Θέση , Μετατόπιση , Ταχύτητα.

Δραστηριότητες

Όργανα - Υλικά

- Χάρακας / Μετροταινία
- Λεπτός γυάλινος σωλήνας με νερό και φυσαλίδα αέρα, βαθμονομημένος (*Εικ.1.1*)
- Χρονόμετρο χειρός


Εικ.1. 2: Γυάλινος σωλήνας με φυσαλίδα αέρα

1η Δραστηριότητα

Οι μαθητές παίρνουν ανά δύο έναν βαθμονομημένο σωλήνα με φυσαλίδα αέρα. Κρατώντας τον σε πλάγια θέση η φυσαλίδα εκτελεί ομαλή κίνηση. Μέσω των ερωτήσεων του φύλλου εργασίας, οδηγούνται στην σχέση (αναλογία) μετατόπισης – χρόνου, αλλά και στον υπολογισμό της ταχύτητας της φυσαλίδας.

2η Δραστηριότητα

Οι μαθητές συγκρίνουν την κίνηση της φυσαλίδας με αυτήν του ανθρώπου της προσομοίωσης.

3η Δραστηριότητα

Οι μαθητές σημειώνουν την θέση της φυσαλίδας σε τρεις διαδοχικές χρονικές στιγμές. Τις μετρήσεις αυτές τις χρησιμοποιούν για να φτιάξουν το διάγραμμα θέσης – χρόνου αλλά και για να υπολογίσουν τις ενδιάμεσες μετατοπίσεις.

Εργαστηριακές Ασκήσεις

Όργανα - Υλικά

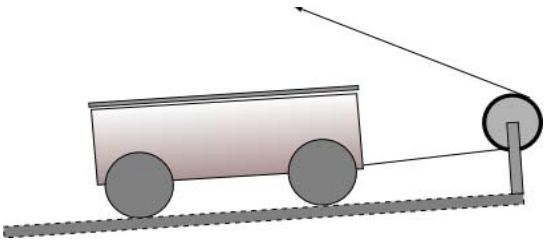
- Χρονομετρητής (*Εικ 1.3*) ή χρονόμετρο.
- Χαρτοταινία (περίπου 100cm)
- Σπάγκος (περίπου 2m)
- Παιδικό αμαξάκι μπαταρίας ή εργαστηριακό αμαξάκι σε κεκλιμένο επίπεδο.
- Χάρακας ή μεζούρα.

Εικ.1. 3: Χρονομετρητής χαρτοταινίας

Διαδικασία

Χρησιμοποιούμε ένα παιδικό τραινάκι μπαταρίας (...ώστε να μπορεί να κινηθεί με σταθερή ταχύτητα). Το τραινάκι και η χαρτοταινία είναι συνδεδεμένα με λίγο σελοτέηπ. Η χαρτοταινία είναι περασμένη στον χρονομετρητή, που είναι ρυθμισμένος σε συχνότητα 20Hz.

Κατά την κίνηση του, το τραινάκι τραβάει την ταινία και ο χρονομετρητής γράφει πάνω της "τικ". Η χρονική απόσταση δύο "τικ" ορίζεται από την περίοδο του χρονομετρητή (... άρα ένας αριθμός σημείων αντιστοιχεί σε συγκεκριμένη χρονική διάρκεια, π.χ. 10 "τικ" σε Δt= 0,5s).

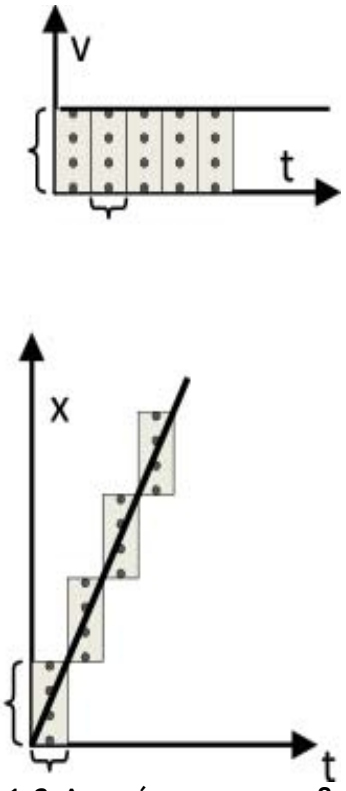


Σχ.1. 1: Αμαξάκι σε κεκλιμένο επίπεδο

Από την χαρτοταινία βγάζουμε συμπεράσματα για το είδος της κίνησης (...ίσες αποστάσεις σε ίσους χρόνους) την συνολική διάρκεια της, αλλά και την μετατόπιση του αντικειμένου.

Οι μετρήσεις χρόνου – μετατόπισης χρησιμοποιούνται για την δημιουργία διαγραμμάτων ταχύτητας χρόνου και μετατόπισης χρόνου (*Σχ.1.2*)

Εναλλακτικά μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ένα εργαστηριακό αμαξάκι. Το αμαξάκι που χρησιμοποιούμε πρέπει να κινείται με "σταθερή" ταχύτητα. Για αυτό του ασκούμε δύναμη μέσω νήματος που περνάει από τροχαλία, ενώ αυτό κινείται σε ένα κεκλιμένο επίπεδο μικρής κλίσης. (*Σχ.1.1*). Αν έχει και αυξημένη μάζα (1-2 βαρίδια), σε συνδυασμό με τον τρόπο που το τραβάμε, πετυχαίνουμε "ευθύγραμμη ομαλή κίνηση".



Σχ.1. 2: Διαγράμματα με την βοήθεια της χαρτοταινίας

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Στα φύλλα εργασίας των εργαστηριακών ασκήσεων που ακολουθούν περιγράφονται διαφορετικές διαδικασίες κυρίως στον τρόπο σχεδιασμού των διαγραμμάτων.

– Το πρώτο φύλλο εργασίας στηρίζεται στην διαδικασία που περιγράφει ο εργαστηριακός οδηγός της Φυσικής Α' Λυκείου στην σελ. 45 (Εργ.Οδηγός Φυσικής Γενικής Παιδείας Α' Λυκείου ΟΕΔΒ,Αθήνα 2000).

– Στο δεύτερο φύλλο εργασίας η κατασκευή των διαγραμμάτων ακολουθεί την κλασσική διαδικασία (πίνακας τιμών). Επίσης γίνεται χρήση χρονομέτρου .

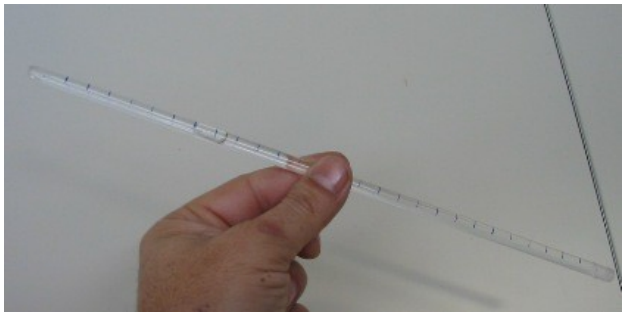
1η Δραστηριότητα

(Γυάλινος σωλήνας με φυσαλίδα αέρα)

Ονοματεπώνυμο/Τμήμα …….....

Ημερομηνία ……. .....

1. Τοποθέτησε τον γυάλινο σωλήνα που βρίσκεται στην θέση εργασίας σου σε σταθερή πλάγια θέση, με μικρή κλίση όπως στην εικόνα. Παρατήρησε την φυσαλίδα του αέρα.



   Κινείται; ……

2. Θεωρείς ότι σε κάποια περιοχή του σωλήνα, η φυσαλίδα κινείται πιο γρήγορα ;……

3. Με την βοήθεια των υπολοίπων μελών της ομάδας σου και το χρονόμετρο, μέτρησε τον χρόνο που χρειάζεται η φυσαλίδα για να διανύσει απόσταση 2cm, σε δύο διαφορετικές περιοχές Α και Β του σωλήνα:

   Δt_A = …….. Δt_B = ……..

4. Ποια είναι η τιμή της ταχύτητας που προκύπτει από τις μετρήσεις;

   υ_A = …….. υ_B = ……..

5. Κράτησε πάλι τον σωλήνα με σταθερή κλίση και μέτρησε:

   α. τον χρόνο για να διανύσει αποστάσεις Δx_1 = 2cm, Δx_2 = 4cm:

   Δt_1 = …….. Δt_2 = ……..

   β. Την αντίστοιχη ταχύτητα

   υ_1= …….. υ_2= ……..

6. Χαρακτήρισε τις επόμενες προτάσεις ως σωστές ή λανθασμένες:

Άρα όταν η φυσαλίδα κινείται με σταθερή ταχύτητα,

α. σε ίσες χρονικές διάρκειες διανύει ίσες αποστάσεις

β. η απόσταση που διανύει είναι ανάλογη του χρόνου

γ. η θέση της είναι σταθερή.

2η Δραστηριότητα

(Προσομοίωση κίνησης)

Ονοματεπώνυμο/Τμήμα …….....

Ημερομηνία ……. .....

1. Παρατήρησε την προσομοίωση του ανθρώπου που κινείται. Μοιάζει η κίνηση του με αυτήν της φυσαλίδας στον σωλήνα; ……
2. Είναι η ταχύτητα του σταθερή; ……
3. Αν αλλάξουμε το πρόσημο της ταχύτητας, τι αλλάζει στην κίνηση του;
4. Τι από τα επόμενα ισχύει;
   α. Η ταχύτητα 5m/s είναι μεγαλύτερη από την ταχύτητα -5m/s
   β. Η ταχύτητα 5m/s είναι είναι ακριβώς ίδια με την ταχύτητα -5m/s
   γ. Η ταχύτητα 5m/s δείχνει κίνηση το ίδιο γρήγορη με την ταχύτητα -5m/s, αλλά σε αντίθετη κατεύθυνση.

3η Δραστηριότητα

(Διάγραμμα μετατόπισης - χρόνου)

Ονοματεπώνυμο/Τμήμα …….....

Ημερομηνία ……. .....

1. Τοποθέτησε τον γυάλινο σωλήνα σε σταθερή πλάγια θέση ώστε να αρχίσει να κινείται η φυσαλίδα του αέρα. Θεώρησε κάποιο σημείο ως αρχική θέση.
2. Μηδένισε το χρονόμετρο ακριβώς την στιγμή που η φυσαλίδα φτάνει στην αρχική αυτή θέση.
3. Σημείωσε τρεις διαδοχικές τιμές μετατόπισης (*απόστασης από την αρχική θέση*) και χρόνου κατά την διάρκεια της κίνησης της:

Μετατόπιση	Χρόνος
t	

4. Συμπλήρωσε τις προηγούμενες τιμές και φτιάξε την αντίστοιχη γραφική παράσταση στους παρακάτω άξονες.

1η Εργαστηριακή Άσκηση

(Χρήση Χαρτοταινίας Χρονομετρητή για κατασκευή διαγραμμάτων)

Ονοματεπώνυμο/Τμήμα ……

Ημερομηνία ……

Α

Κόλλησε την χαρτοταινία στο πίσω μέρος από το τραινάκι. Σημείωσε την περίοδο του χρονομετρητή (π.χ. T = 1/20 s) και ενεργοποίησε τον.

Ενεργοποίησε το τραινάκι ώστε να αρχίσει να κινείται τραβώντας την χαρτοταινία. Όταν μετακινηθεί περίπου μισό μέτρο, απενεργοποίησε το και κλείσε τον χρονομετρητή.

Παρατήρησε τα σημάδια πάνω στην χαρτοταινία της και επέλεξε την περιοχή της, όπου πιστεύεις ότι η ταχύτητα του αμαξιδίου ήταν σταθερή (ή σχεδόν σταθερή).

1. Μετρώντας το μήκος της περιοχής που επέλεξες και την αντίστοιχη χρονική διάρκεια (κάθε δυο διαδοχικές κουκκίδες απέχουν χρονικά Δt = T), υπολόγισε την μέση ταχύτητα στην διάρκεια της κίνησης.

$$\upsilon_{\mu}=\frac{S_{o\lambda}}{\Delta t_{o\lambda}}=\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots.$$

2. Κόψε την ταινία σε κομμάτια ανά 5 «τικ», στην περιοχή που επέλεξες, . Μέτρησε το μήκος 2-3 κομματιών (Δx_i) και υπολόγισε την ταχύτητα που είχε το τραινάκι στα αντίστοιχα χρονικά διαστήματα.

$$\upsilon_1=\frac{\Delta x_1}{\Delta t_1}=\ldots\ldots\ldots\ldots \qquad \upsilon_2=\frac{\Delta x_2}{\Delta t_2}=\ldots\ldots\ldots\ldots \qquad \upsilon_3=\frac{\Delta x_3}{\Delta t_3}=\ldots\ldots\ldots\ldots$$

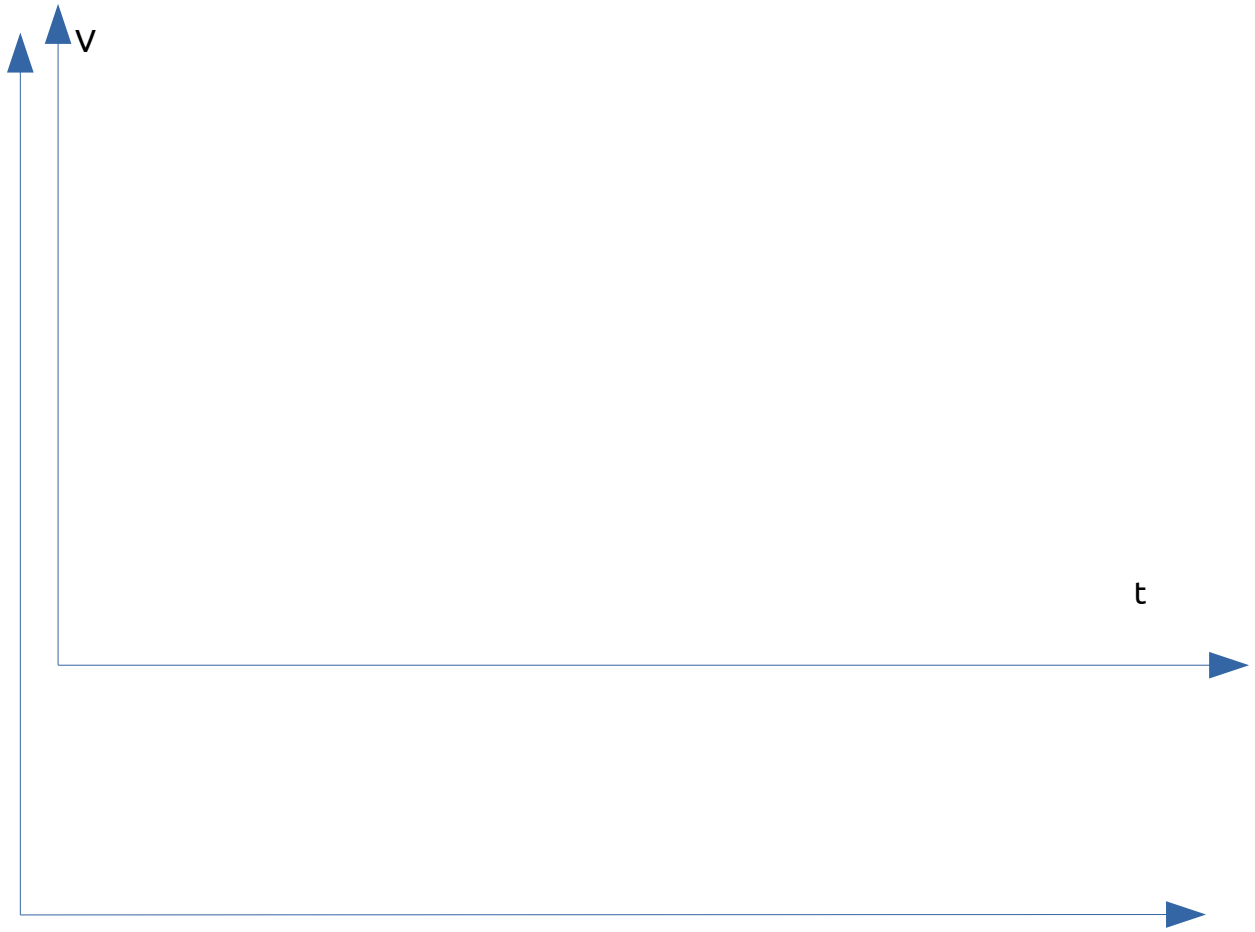
3. Ισχύει ότι όντως ήταν η ταχύτητα σταθερή; . ……

4. Πόσο θα είχε μετατοπιστεί το τραινάκι σε χρόνο Δt = 1min, αν συνέχιζε να κινείται με την προηγούμενη ταχύτητα; ……

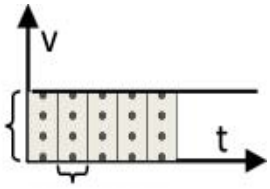
5. Θα μπορούσες να υπολογίσεις αυτήν την μετατόπιση αν η ταχύτητα άλλαζε;

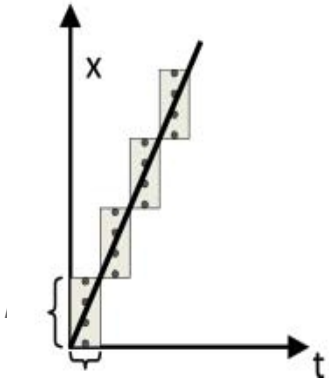
.....

Β



6. Τοποθέτησε τα μισά κομμάτια της χαρτοταινίας που έκοψες, το ένα δίπλα στο άλλο, στους άξονες ταχύτητας - χρόνου και σχεδίασε το αντίστοιχο διάγραμμα με την βοήθειά τους.





7. Τοποθέτησε τα υπόλοιπα κομμάτια της χαρτοταινίας που έκοψες, στους άξονες μετατόπισης – χρόνου. Κάθε κομμάτι τοποθέτησε το εκεί που τελειώνει το άλλο (σχήμα). Σχεδίασε το διάγραμμα μετατόπισης – χρόνου.

8. Υπολόγισε την τιμή της ταχύτητας από την κλίση του διαγράμματος μετατόπισης χρόνου: υ = …… cm/s

Δx

9. Σύγκρινε τις τιμές της ταχύτητας που είχες μετρήσει στις ερωτήσεις 1 και 2 με αυτήν που υπολόγισες τώρα. Ποια από όλες αυτές τις τιμές είναι ποιο αντιπροσωπευτική για την κίνηση;

   Εξήγησε: ……

t

2η Εργαστηριακή Άσκηση

(Μέτρηση ενδείξεων χαρτοταινίας για κατασκευή διαγραμμάτων)

Ονοματεπώνυμο/Τμήμα ……

Ημερομηνία …….

Σύνδεσε το τραινάκι με την χαρτοταινία. Ενεργοποίησε το και παρακολούθησε την κίνηση του για συγκεκριμένη χρονική διάρκεια (π.χ. 10s).

1. Παρατήρησε τα σημάδια στην χαρτοταινία και σύγκρινε τις αποστάσεις μεταξύ τους ……

2. Τι από τα παρακάτω πιστεύεις ότι ισχύει για την κίνηση:

   Παράρτημα Α: Έγινε με ταχύτητα που αυξανόταν συνεχώς.

   Παράρτημα Β: Έγινε με ταχύτητα που ελαττωνόταν συνεχώς.

   Παράρτημα Γ: Έγινε με σταθερή ταχύτητα.

3. Μετρώντας το μήκος της της διαδρομής και την αντίστοιχη χρονική διάρκεια υπολόγισε την μέση ταχύτητα στην διάρκεια της κίνησης.

$$\upsilon_{\mu}=\frac{S_{o\lambda}}{\Delta t_{o\lambda}}=\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots.$$

4. Ενεργοποίησε ξανά το τραινάκι και με την βοήθεια του χάρακα και του χρονομέτρου, συμπλήρωσε τον πίνακα:

Θέση x (cm)	Μετατόπιση Δx (cm)	Χρονική στιγμή t (s)	Χρονική διάρκεια Δt(s)

5. Υπολόγισε την ταχύτητα του τραίνου σε δύο διαφορετικές χρονικές διάρκειες, χρησιμοποιώντας τις τιμές της δεύτερης και τέταρτης στήλης του προηγούμενου πίνακα:

$$\upsilon_1=\frac{\Delta x_1}{\Delta t_1}=\ldots\ldots\ldots\ldots \qquad \upsilon_2=\frac{\Delta x_2}{\Delta t_2}=\ldots\ldots\ldots\ldots \qquad \upsilon_3=\frac{\Delta x_3}{\Delta t_3}=\ldots\ldots\ldots\ldots$$

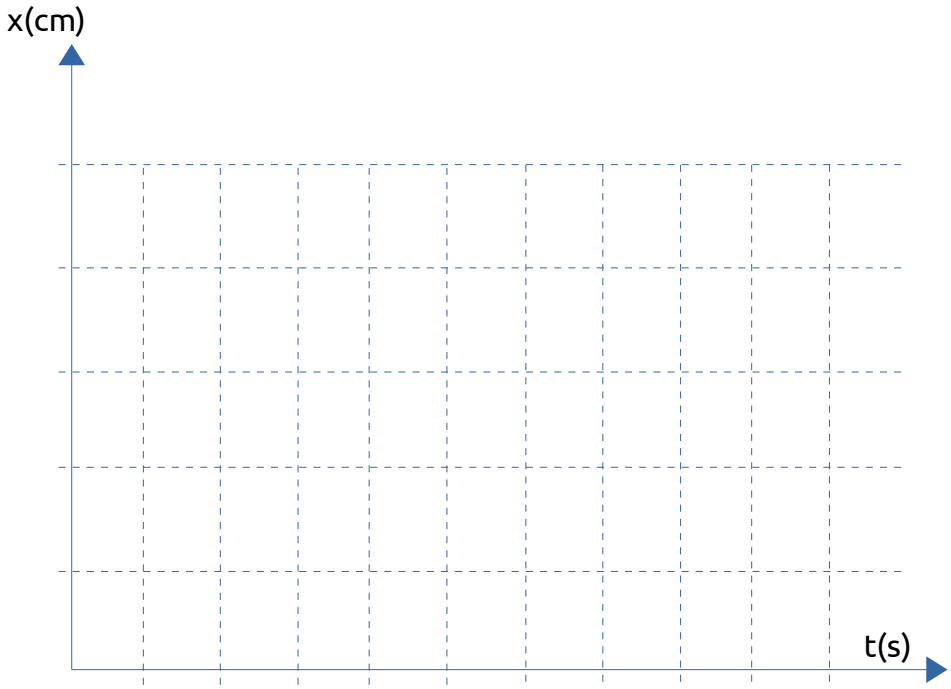
6. Ισχύει ότι όντως ήταν η ταχύτητα σταθερή; . .....

   i) Πόσο θα έχει μετατοπιστεί το τραινάκι σε χρόνο Δt = 1min, αν συνεχίσει να κινείται με την προηγούμενη ταχύτητα; .....

   ii) Θα μπορούσες να υπολογίσεις αυτήν την μετατόπιση αν η ταχύτητα άλλαζε;

   .....

7. Χρησιμοποιώντας τις τιμές θέσης και χρόνου από τον πίνακα (1η & 3η στήλη), σχεδίασε το αντίστοιχο διάγραμμα στο παρακάτω σύστημα αξόνων.



8. Ποια είναι η μορφή του διαγράμματος (ευθεία – καμπύλη);

…….....

9. Σύγκρινε την μορφή του κάθε διαγράμματος με αυτήν που γνωρίζεις από την θεωρία/εικονικό πείραμα. Που πιστεύεις ότι οφείλονται οι διαφορές;

   ……

   ……

10. Υπολόγισε την τιμή της ταχύτητας από την κλίση του διαγράμματος θέσης – χρόνου:

$$\upsilon = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots cm/s$$

11. Σύγκρινε την τιμή της ταχύτητας που υπολόγισες τώρα, με αυτήν που είχες υπολογίσει στην ερώτηση 3 (μέση) και αυτές που υπολόγισες στην ερώτηση 5. Ποια από όλες τις τιμές ταχύτητας είναι ποιο αντιπροσωπευτική για την κίνηση; Εξήγησε:

   ……

   ……

12. Αντάλλαξε το φύλλο εργασίας σου με την διπλανή ομάδα και σύγκρινε :

    α. Την μορφή των διαγραμμάτων

    β. Την τιμή της ταχύτητας

    γ. Την κλίση του διαγράμματος θέσης – χρόνου, x-t

Κεφάλαιο 1.2: Ευθύγραμμη Ομαλά Μεταβαλλόμενη Κίνηση

Στόχοι

- Να μπορούν να διακρίνουν την μεταβαλλόμενη από την ομαλή κίνηση, παρατηρώντας ότι οι μετατοπίσεις που διανύει το αντικείμενο σε ίσες χρονικές διάρκειες είναι διαφορετικές.
- Να χρησιμοποιήσουν πραγματικές τιμές μετρήσεων για σχεδιασμό διαγραμμάτων *ταχύτητας - χρόνου* και *μετατόπισης – χρόνου*
- Να κατανοήσουν οι μαθητές ότι επιτάχυνση δεν σημαίνει απαραίτητα … "τρέχω πιο γρήγορα"!
- Να καταλήξουν στην μορφή των εξισώσεων κίνησης (αναλογία ταχύτητας – χρόνου, γραμμική σχέση μετατόπισης – τετραγώνου του χρόνου)

Θεωρητικό υπόβαθρο

- Οι μαθητές γνωρίζουν τις έννοιες, (χωρίς να έχουν εξοικειωθεί απαραίτητα):
- Μεταβολή Φυσικού Μεγέθους , Θέση $\vec{x}$, Μετατόπιση $\Delta\vec{x}$
- Ταχύτητα $\vec{\upsilon}$, Επιτάχυνση $\vec{\alpha}$

Δραστηριότητες

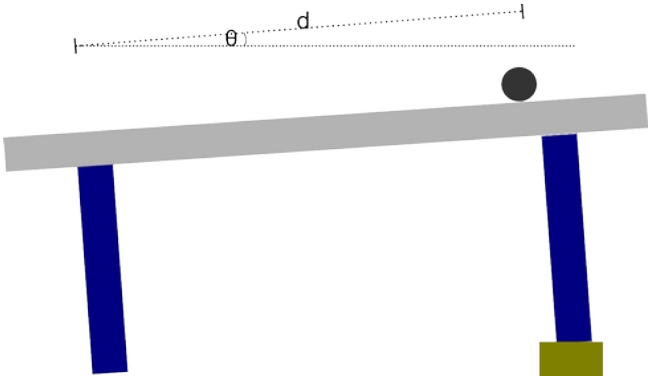
Όργανα - Υλικά

- Χάρακας / Μετροταινία.
- Χρονόμετρο χειρός
- Κύλινδροι / μικρές σωλήνες / δακτύλιοι ή μπίλιες.

1η Δραστηριότητα

Ανά δύο μαθητές του κάθε θρανίου κάνουν ομάδα και:

- Κολλούν την χαρτοταινία κατά μήκος του θρανίου τους και πάνω της σημειώνουν σημεία που να απέχουν ίσες αποστάσεις μεταξύ τους (π.χ. με μονάδα μέτρησης ένα βιβλίο τους ή τετράδιο). Πρέπει να σημειώσουν τουλάχιστον πέντε σημάδια ώστε να ορίσουν τέσσερα (τουλάχιστον) ευθύγραμμα τμήματα (ώστε οι μετατοπίσεις να μπορούν να έχουν αναλογία 1/4). Εναλλακτικά, σημειώνουν με μολύβι μία ευθεία κατά μήκος του θρανίου και την βαθμονομούν. (*Μετά το τέλος της δραστηριότητας ...καθαρίζουν το θρανίο!*)



Σχ.1. 3: Θρανίο - Κεκλιμένο επίπεδο

- Τοποθετούν δύο βιβλία στα δύο πόδια του θρανίου ώστε να αποκτήσει κλίση (Σχ.4)
- Αφήνουν την μπίλια/κύλινδρο να κινηθεί από την μία άκρη και με την βοήθεια ενός χρονομέτρου, του χάρακα και των φύλλων εργασίας της δραστηριότητας, εξετάζουν την κίνηση της ...

2η Δραστηριότητα

- Χρησιμοποιώντας την ίδια διάταξη "κεκλιμένου επιπέδου" οι μαθητές χρονομετρούν τους χρόνους κίνησης για μετατοπίσεις *Δx* και *4Δx.*
- Παρατηρούν ότι στην συγκεκριμένη κίνηση η μετατόπιση μεταβάλλεται γραμμικά με το τετράγωνο του χρόνου κίνησης.
- Μετρούν επιπλέον χρόνους για μετατοπίσεις Δx, 2Δx, 3Δx κ.λ.π. Φτιάχνουν το διάγραμμα x – Δt.
- Φτιάχνουν το διάγραμμα x – $Δt^2$.
- Γίνεται αναφορά στην εξίσωση θέσης (μετατόπισης από το μηδέν) σε συνάρτηση με τον χρόνο.

  - *Όπου θέση x, θεωρούμε την μετατόπιση Δx από το σημείο αναφοράς, μηδέν.*

3η Δραστηριότητα

- Χρησιμοποιώντας πάντα την διάταξη του θρανίου ως κεκλιμένο επίπεδο, προβλέπουν την θέση που θα φτάσει ο κύλινδρος μετά από συγκεκριμένους χρόνους κίνησης.
- Επαληθεύουν την αναλογία της μετατόπισης με το τετράγωνο του χρόνου και την μορφή της εξίσωσης θέσης χρόνου.

4η Δραστηριότητα

Με χρήση της προσομοίωσης modellus (ή του αντίστοιχου video) αναπαριστούμε την κίνηση του αντικειμένου.

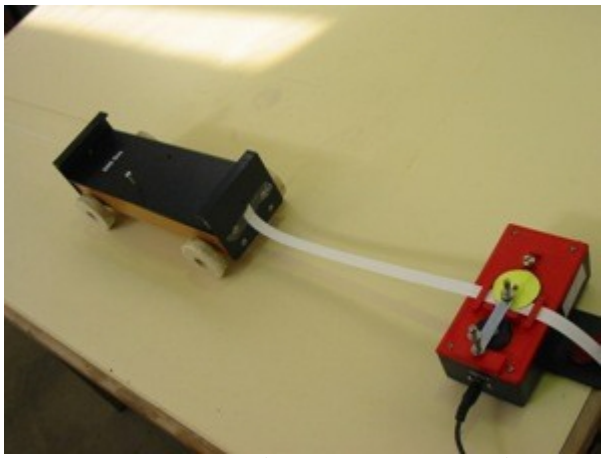
Οι μαθητές μετρούν τις μετατοπίσεις του αντικειμένου σε ίσα χρονικά διαστήματα (π.χ. ανά 0,1s) και υπολογίσουν την (μέση) ταχύτητα σε κάθε επιμέρους μετατόπιση (δίνεται τυπωμένο το στιγμιότυπο της κίνησης).

- Συμπληρώνουν με τις τιμές έναν πίνακα και συγκρίνουν την μεταβολή της ταχύτητας ανάμεσα στις διαφορετικές μετρήσεις.
- Φτιάχνουν διάγραμμα ταχύτητας χρόνου.
- Γίνεται αναφορά στην εξίσωση ταχύτητας - χρόνου

Εργαστηριακές Ασκήσεις

Όργανα - Υλικά 1ης Εργαστηριακής Άσκησης

- Χρονομετρητής με γνωστή περίοδο / συχνότητα. (π.χ., 1/20s) ή χρονόμετρο χειρός.
- Χαρτοταινία (περίπου 100cm), σπάγκος (περίπου 2m)
- Αμαξάκι, βαρίδια
- Χάρακας ή μεζούρα.



Εικ.1. 4: Αμαξάκι με χρονομετρητή

Διαδικασία

Το αμαξάκι και η χαρτοταινία είναι συνδεδεμένα με λίγο σελοτέηπ. Η χαρτοταινία είναι περασμένη στον χρονομετρητή, που είναι ρυθμισμένος σε συχνότητα 20Hz.

- Ευθυγραμμίζουμε το σύστημα και κρεμάμε μέσω της τροχαλίας μία μάζα m=100gr.
- Ενεργοποιούμε τον χρονομετρητή και αφήνουμε το σύστημα ελεύθερο. Τα σημάδια στην χαρτοταινία αντιστοιχούν σε χρόνο Δt = 1/20 s.
- Μετρώντας τις αποστάσεις των σημαδιών ανά 4 μετρήσεις (δηλ ανά 0,2s) μπορούμε να υπολογίσουμε την "στιγμιαία" ταχύτητα (...την μέση ταχύτητα στην χρονική διάρκεια των 0,2s...): $\upsilon=\frac{\Delta x}{\Delta t}$
- Σχολιάζουμε την αύξηση της μετατόπισης για κάθε Δt (= 0,2s), καθώς η ταχύτητα αυξάνει.
- Οι μεταβολές της ταχύτητας προς την αντίστοιχη χρονική διάρκεια των 0,2s, δίνουν τις επιμέρους τιμές της επιτάχυνσης (που κυμαίνονται στα όρια σφάλματος, γύρω από μια

σταθερή τιμή) : $\alpha = \frac{\Delta \upsilon}{\Delta t}$

- Αποτυπώνουμε τις τιμές της ταχύτητας σε διάγραμμα υ – t, και από την κλίση υπολογίζουμε ξανά την επιτάχυνση. Συγκρίνουμε την τιμή της με τις προηγούμενες.
- Εφαρμόζουμε τις εξισώσεις της κίνησης για να προβλέψουμε την συνολική μετατόπιση του οχήματος σε ορισμένη χρονική διάρκεια, και την συγκρίνουμε με αυτήν που υπολογίσαμε στο πείραμα.
- Σχολιάζουμε την απόκλιση της θεωρίας από τα πειραματικά δεδομένα.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

- Κατά την κίνηση του οχήματος, φροντίζουμε να έχουμε όσο γίνεται πιο ομαλό διάδρομο κίνησης, και το σύστημα χαρτοταινία – αμαξάκι – βαρίδι ευθυγραμμισμένα.
- Η μαθηματική επεξεργασία και η κατασκευή των διαγραμμάτων, μπορεί να δοθεί σαν εργασία στο σπίτι (π.χ., μετά την ερώτηση 8 του φύλλου εργασίας).

Όργανα - Υλικά 2ης Εργαστηριακής Άσκησης (*Χρήση Σειράς οργάνων Μηχανικής - Φωτοπυλών*)

Από την Σειρά Οργάνων Μηχανικής:

- Κεκλιμένο Επίπεδο
- Δύο Φωτοπύλες
- Μία μπίλια

Διαδικασία

- Η διάταξη μπορεί να στηθεί από τον εκπαιδευτικό ο οποίος χειρίζεται τις φωτοπύλες (ίσως και με την βοήθεια κάποιου/κάποιων μαθητή/ών). Οι υπόλοιποι μαθητές καταγράφουν και επεξεργάζονται τις μετρήσεις στα φύλλα εργασίας τους.

Εικ.1. 5: Διάταξη με φωτοπύλες

- Τοποθετούμε το κεκλιμένο επίπεδο με μικρή κλίση και τις φωτοπύλες μία στην αρχή, και μία στο προς το τέλος του, σε ορισμένη απόσταση μεταξύ τους (π.χ 20cm). Αρχικά ρυθμίζουμε τις φωτοπύλες σε κατάσταση λειτουργίας F1, ώστε να μετρούν στιγμιαία ταχύτητα. Αφήνουμε την μπίλια να κυλίσει και σημειώνουμε τις τιμές της ταχύτητας Δx/Δt (όπου Δχ = δ, η διάμετρος της μπίλιας)
- Επαναλαμβάνουμε το πείραμα για τις ίδιες θέσεις των φωτοπυλών, αλλά σε λειτουργία F2, ώστε να μετρήσουμε τον χρόνο από την μία μέτρηση ταχύτητας στην επόμενη.
- Με εφαρμογή των εξισώσεων υπολογίζουμε την απόσταση 1ης-2ης φωτοπύλης και επαληθεύουμε πειραματικά.
- Με τις τιμές φτιάχνουμε διάγραμμα υ – t:

✔ Από την κλίση του μετράμε επιτάχυνση

✔ Από το εμβαδόν του διαγράμματος υπολογίζουμε πάλι την μετατόπιση – απόσταση και συγκρίνουμε….

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

➢ *Αρχείο μετρήσεων*

Διάμετρος Μπίλιας δ	**1η Φωτοπύλη (Δt_1)**	**2η Φωτοπύλη (Δt_2)**	**Δt_{AB} (F2)**
1,5cm	**0,1044 s**	**0,0551 s**	**0,97 s**
	Ταχύτητα 1 (d/ Δt_1)	**Ταχύτητα 2 (d/ Δt_2)**	**Επιτάχυνση ($\Delta u/\Delta t_{ολ}$)**
	14,3678 cm/s	**27,2232 cm/s**	**13,2530 cm/s^2**
Sολ	**20,17cm**		

➢ *Ο υπολογισμός της απόστασης μέσω της εξίσωσης της κίνησης είναι εντυπωσιακά ακριβής (20,17 cm → 20cm)*

Όργανα – Υλικά 3ης Εργαστηριακής Άσκησης (Χρήση Multilog)

- Συσκευή Multilog, με αισθητήρα θέσης και Η/Υ με εγκατεστημένο το λογισμικό "Multilab"
- Αμαξάκι, βαρίδια, τροχαλία,νήμα.

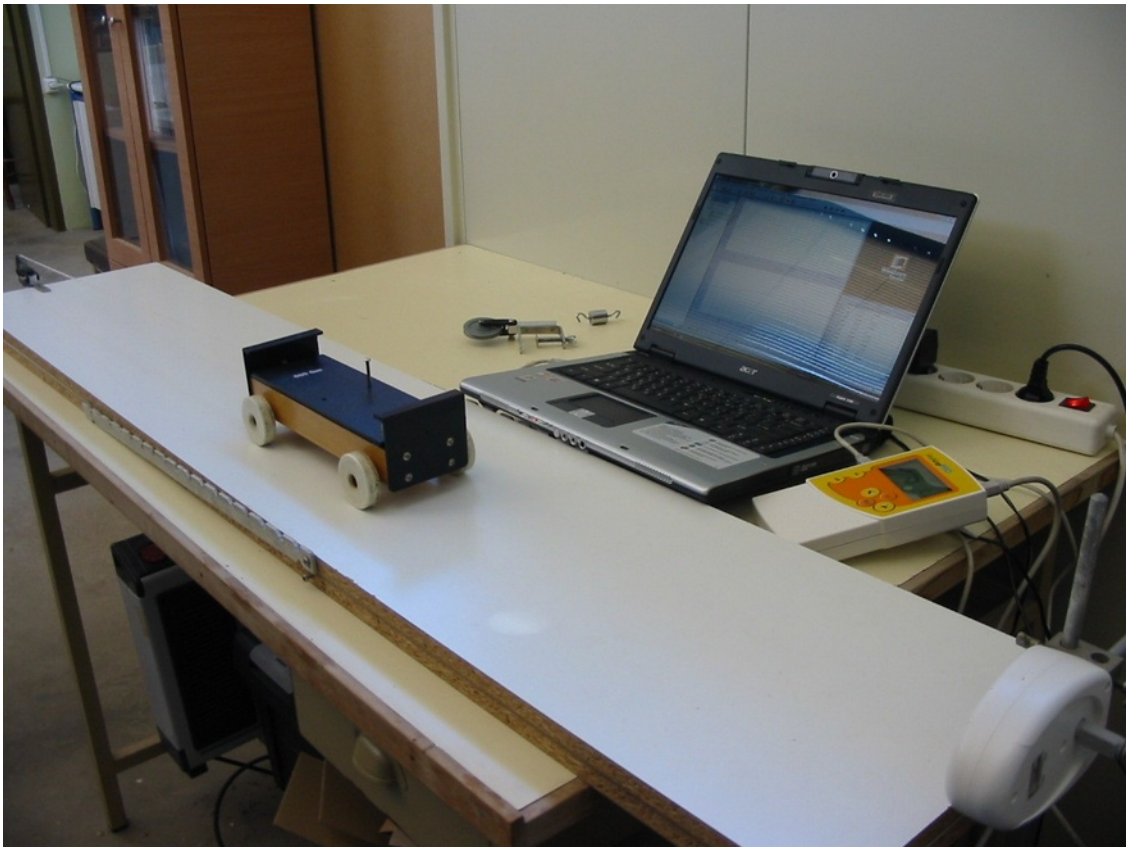
Διαδικασία

- Αναρτούμε από το αμαξάκι μέσω της τροχαλίας μία μάζα m = 50g. Τοποθετούμε τον αισθητήρα ώστε να "σημαδεύει" το αμαξάκι.
- Αρχικά, (...Α' Μέρος του φύλλου εργασίας) αφήνουμε το αμαξάκι να κινηθεί χωρίς να καταγράφει το multilog, και οι μαθητές συμπληρώνουν, σχετικά με την κίνηση που εκτελεί.

Εικ.1. 6: Εξοπλισμός Multilog

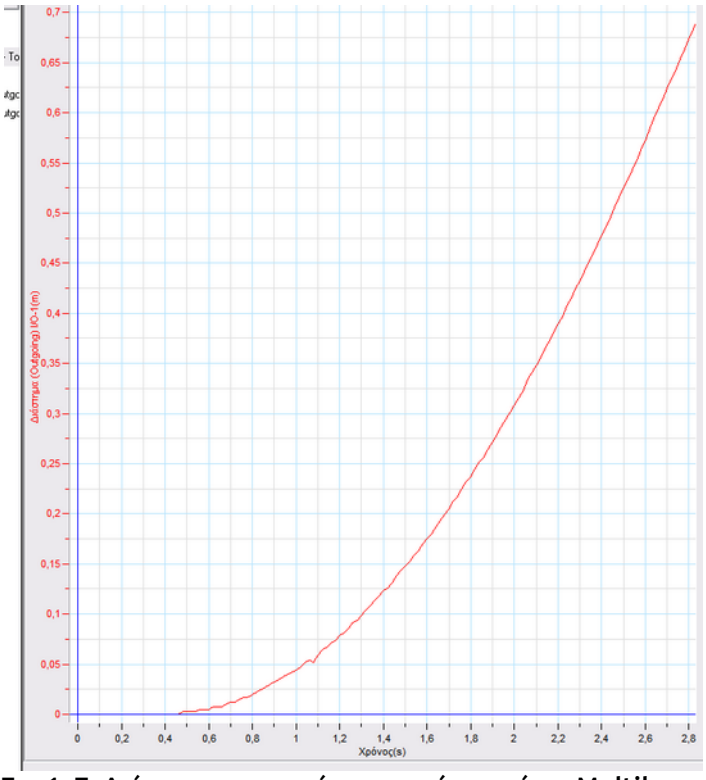
- Ρυθμίζουμε το λογισμικό Multilab:
  - ✔ ο αισθητήρας να καταγράφει διάστημα και ταχύτητα (outgoing ή incoming, ανάλογα με το αν το αμαξάκι απομακρύνεται ή πλησιάζει τον αισθητήρα),
  - ✔ σε ποια διαγράμματα θέλουμε να φαίνονται οι γραφικές παραστάσεις. (... "βαθμονόμηση -> εμφάνιση στη...")
  - ✔ ρυθμίζουμε το "μηδέν"
  - ✔ να καταγράφονται 25 ή 50 μετρήσεις ανά δευτερόλεπτο.
- Στο Β' Μέρος του φύλλου εργασίας, ενεργοποιούμε τον αισθητήρα (..."Run") και αφήνουμε το αμαξάκι να κινηθεί.
- Στην οθόνη του υπολογιστή εμφανίζονται οι γραφικές παραστάσεις που θα επεξεργαστούμε και θα σχολιάσουμε.
- Επαναλαμβάνουμε το πείραμα για άλλη τιμή επιτάχυνσης (αναρτώντας μεγαλύτερη μάζα)

και συγκρίνουμε τα διαγράμματα.

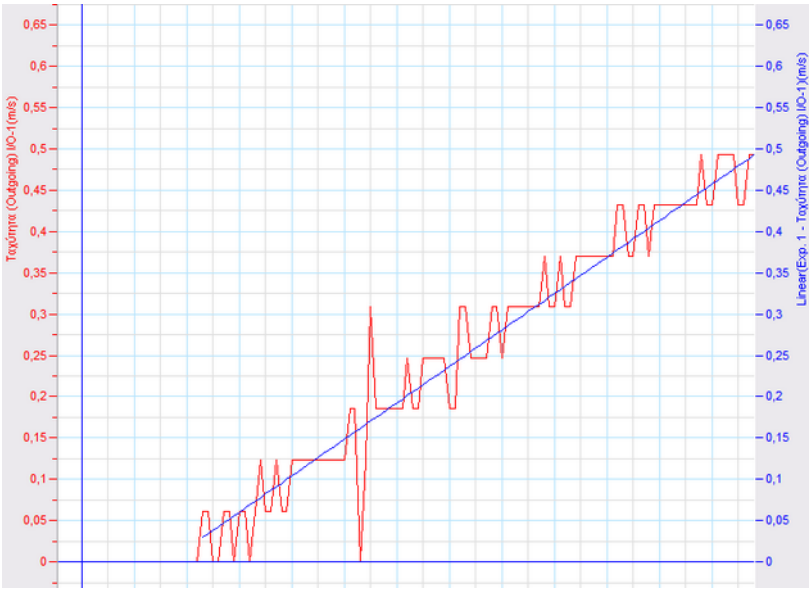


ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

- *Η πειραματική διαδικασία εκτελείται ως "πείραμα επίδειξης"*
- *Την συσκευή λήψης του Multilog κατά προτίμηση δεν την λειτουργούμε με την μπαταρία της, λόγω της υψηλής κατανάλωσης του αισθητήρα θέσης.*
- *Κατά προτίμηση, προβάλουμε τις μετρήσεις μέσω προβολέα.*
- *Ενδεικτικές είναι οι εικόνες 1.7 & 1.8 που καταγράφηκαν από το Multilog για την μετατόπιση και την ταχύτητα συναρτήσει του χρόνου .*



Εικ.1. 7: Διάγραμμα μετατόπισης χρόνου μέσω Multilog



Εικ.1. 8: Διάγραμμα ταχύτητας - χρόνου μέσω Multilog

1η Δραστηριότητα

(Παρατήρηση χρόνων κίνησης)

Ονοματεπώνυμο/Τμήμα …….....

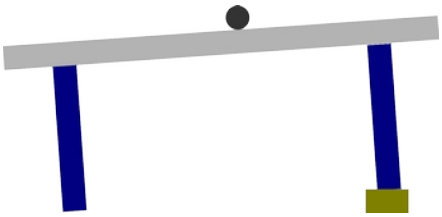
Ημερομηνία ……. .....

*Τοποθέτησε την μετροταινία κατά μήκος του θρανίου σου (… ή σχεδίασε **με μολύβι** μία ευθεία κατά μήκος του) και βαθμονόμησε την με την βοήθεια του χάρακα, σε μήκος περίπου ενός μέτρου. Σημείωσε στην μετροταινία (ή την βαθμονομημένη ευθεία) τέσσερα διαδοχικά σημεία Α, Β, Γ, Δ σε αποστάσεις μιας σελίδας χαρτιού (περίπου 20cm) το ένα από το άλλο.*

1. Άφησε τον κύλινδρο να κινηθεί από το σημείο Α προς τα υπόλοιπα. Η ταχύτητα του:

   α. παρέμεινε σταθερή β. αυξήθηκε γ. ελαττώθηκε.

2. Στο διπλανό σχήμα σχεδίασε το διάνυσμα της ταχύτητας. Προς τα πού πιστεύεις ότι μεταβάλλεται; Σχεδίασε ένα δεύτερο διάνυσμα που να δείχνει προς την μεταβολή της.



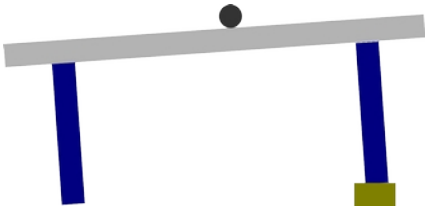
3. Τις αποστάσεις ΑΒ, ΒΓ, ΓΔ τις διένυσε

   α. σε ίσους χρόνους

   β. σε όλο και μικρότερους χρόνους

   γ. σε όλο και μεγαλύτερους χρόνους

4. Εκτόξευσε τον κύλινδρο ώστε να κινηθεί στην αντίθετη κατεύθυνση (από το Ε προς το Α). Πως μεταβάλλεται η ταχύτητα; .....



5. Σχεδίασε πάλι τα διανύσματα της ταχύτητας $\vec{\upsilon}$ και της μεταβολής της $\Delta\vec{\upsilon}$ στο σχήμα.

6. Σύγκρινε τους χρόνους κίνησης $\Delta t_{E\to\Delta}$ $\Delta t_{\Delta\to\Gamma}$, $\Delta t_{\Gamma\to B}$ $\Delta t_{B\to A}$.

2η Δραστηριότητα

(Διάγραμμα μετατόπισης - χρόνου)

Ονοματεπώνυμο/Τμήμα …….....

Ημερομηνία ……. .....

Χρησιμοποιώντας το χρονόμετρο (και με την βοήθεια του συμμαθητή σου) μέτρησε τις χρονικές διάρκειες της κίνησης $\Delta t_{A \to B}$ $\Delta t_{A \to \Gamma}$ $\Delta t_{A \to \Delta}$ $\Delta t_{A \to E}$

1. Άφησε την μπίλια να κινηθεί από το Α και μέτρησε τον χρόνο $\Delta t_{A \to B}$ ……..
2. Άφησε την μπίλια να κινηθεί **πάλι από το Α** και μέτρησε τη δεύτερη, τρίτη , τέταρτη χρονική διάρκεια:

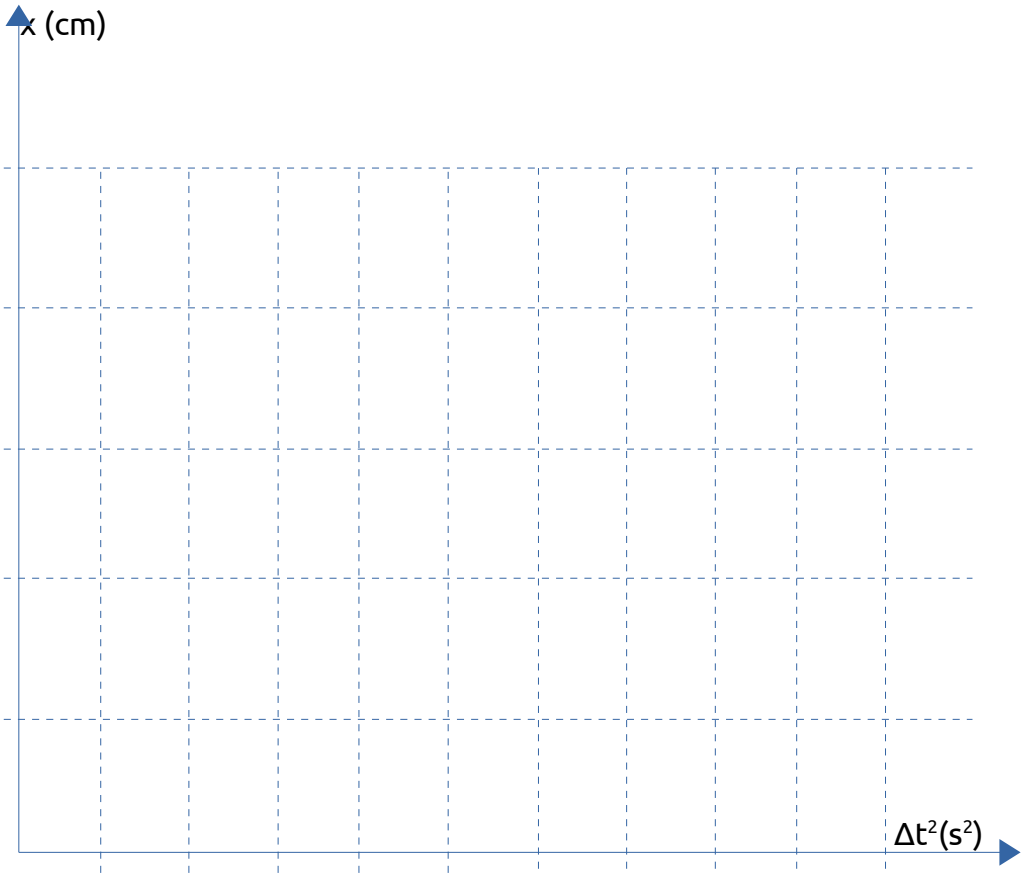
   $\Delta t_{A \to \Gamma}$ ……., $\Delta t_{A \to \Delta}$ …… $\Delta t_{A \to E}$ …… .
3. Συμπλήρωσε τον παρακάτω πίνακα και φτιάξε το διάγραμμα x – Δt^2 *(1η – 3η στήλη του πίνακα).* Τι μορφή έχει το διάγραμμα; ……

Δx (cm)	Δt (s)	Δt^2

4. Αν ήθελες να επιλέξεις μία εξίσωση που συνδέει την θέση x με τον χρόνο (Δt),

ποια θα επέλεγες; (*όπου σταθ. μια σταθερή ποσότητα*).

α. $x = \sigma\tau\alpha\theta \cdot \Delta t$ β. $x = \sigma\tau\alpha\theta \cdot \Delta t^2$



3η Δραστηριότητα

(Επαλήθευση εξίσωσης μετατόπισης – χρόνου)

Ονοματεπώνυμο/Τμήμα …….....

Ημερομηνία ……. .....

1. Χρησιμοποιώντας το χρονόμετρο (και με την βοήθεια του συμμαθητή σου) μέτρησε την απόσταση που διανύει ο κύλινδρος σε χρονική διάρκεια Δt_1 = 1s. .....

2. Επανέλαβε την μέτρηση 3-4 φορές για σιγουρευτείς για την απόσταση που διανύει, και σημείωσε την στο θρανίο, πάνω στην γραμμή κίνησης που ήδη έχεις σχεδιάσει.

Δx_1 = ...

3. Άφησε τον κύλινδρο να κινηθεί για διπλάσιο χρόνο Δt_2 =2s, αφού επαναλάβεις πάλι 3 - 4 φορές, σημείωσε την απόσταση που διανύει, όπως και στο προηγούμενο ερώτημα.

Δx_2 = ...

4. Αφού συγκρίνεις τις μετατοπίσεις μεταξύ τους, μπορείς να πεις ότι η εξίσωση θέσης χρόνου που επέλεξες στην προηγούμενη δραστηριότητα επαληθεύεται;

.....

5. Πόση θα είναι η μετατόπιση του μετά από Δt_4 = 3s; Υπολόγισε την θεωρητικά σύμφωνα με τα προηγούμενα.

Δx_3 = ...

6. Άφησε τον κύλινδρο να κινηθεί για 3s, μέτρησε την απόσταση και επαλήθευσε τον υπολογισμό της ερώτησης 5.

7. Θα μπορούσες να προβλέψεις που θα φτάσει ο κύλινδρος μετά από οποιαδήποτε διάρκεια κίνησης;

   ……

   ……

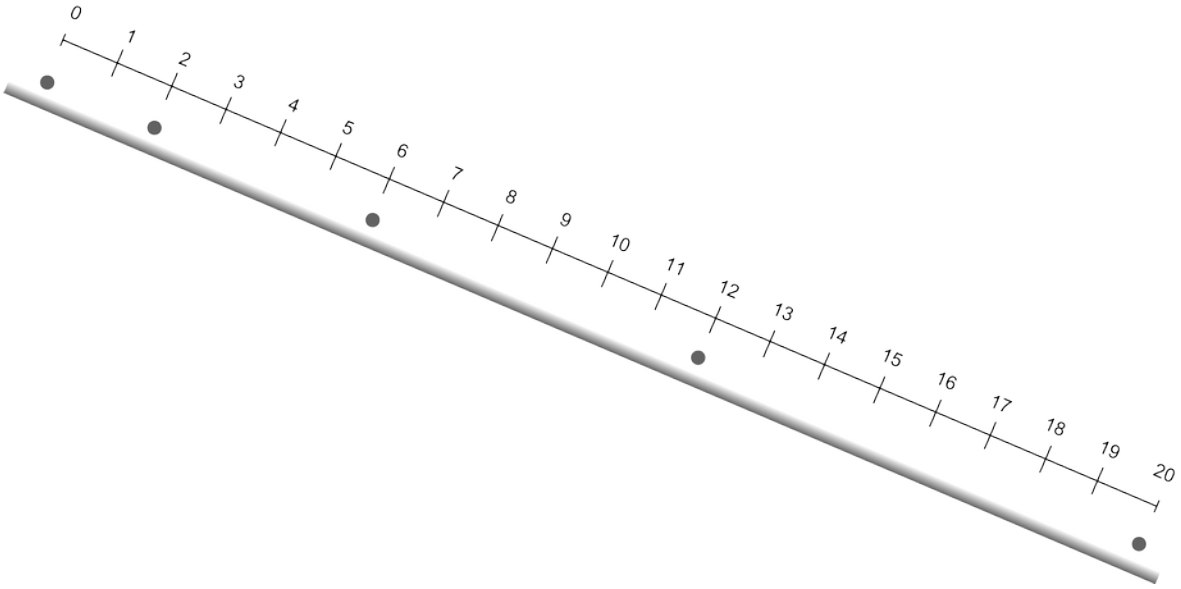
4η Δραστηριότητα

(Διάγραμμα ταχύτητας - χρόνου)

Ονοματεπώνυμο/Τμήμα …….....

Ημερομηνία ……. .....

Παρατήρησε την προσομοίωση που αναπαριστά την κίνηση της μπίλιας στο θρανίο σου:



1. Στο παραπάνω σχήμα φαίνονται διαδοχικά στιγμιότυπα της κίνησης της μπίλιας, σημειωμένα ανά Δt = 0,1s. Ακολουθώντας τα παρακάτω ερωτήματα, συμπλήρωσε τον πίνακα.

Θέση	Μετατόπιση	Μέση Ταχύτητα	Μεταβολή ταχύτητας
0	0		
2			

2. Μέτρησε τις μετατοπίσεις ανάμεσα στα στιγμιότυπα (χρησιμοποίησε την κλίμακα του σχήματος). Υπολόγισε την (μέση) ταχύτητα που αντιστοιχεί σε κάθε μετατόπιση

   .....

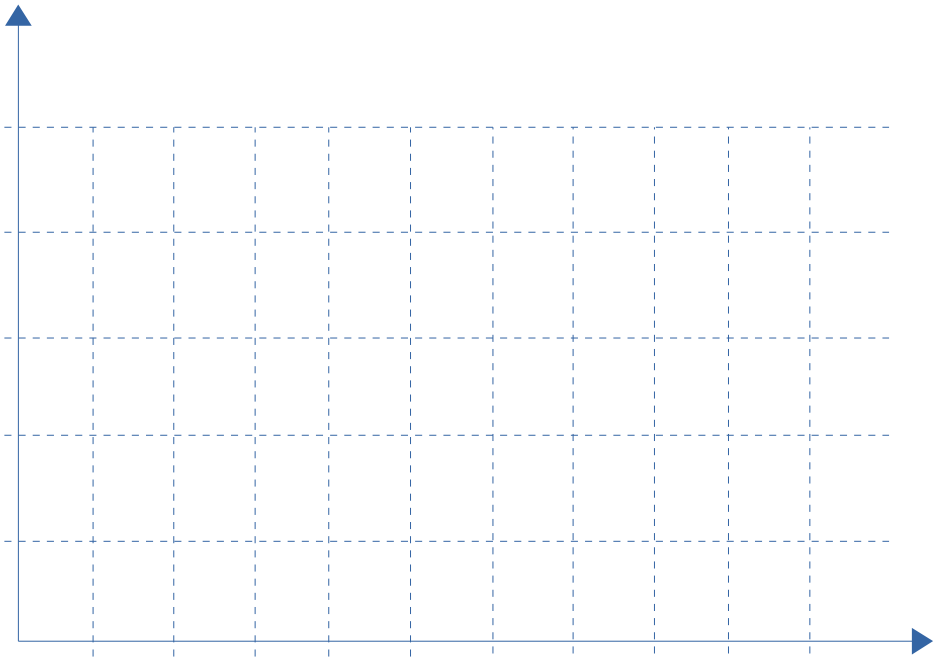
3. Πόση είναι η αύξηση της ταχύτητας από το ένα στιγμιότυπο στο επόμενο;

   .....

4. Για την κίνηση του αντικειμένου, είναι σωστή η επόμενη έκφραση;

   "Η ταχύτητα σε ίσους χρόνους αυξάνεται κατά το ίδιο ποσό" .....

5. Χρησιμοποιώντας τις τιμές του πίνακα, φτιάξε το διάγραμμα ταχύτητας – χρόνου



6. Αν ήθελες να επιλέξεις μία εξίσωση που συνδέει την ταχύτητα με τον χρόνο, ποια θα επέλεγες; (*όπου σταθ. μια σταθερή ποσότητα*).

   α. $υ = σταθ \cdot Δt$ **β.** $υ = σταθ \cdot Δt^2$

Εργαστηριακή Άσκηση 1

(Μελέτη της κίνησης με την βοήθεια του χρονομετρητή)

Ονοματεπώνυμο/Τμήμα …….....

Ημερομηνία ……. .....

Σύνδεσε την χαρτοταινία στο πίσω μέρος τος αμαξιδίου με λίγο σελοτέηπ, πέρασε την άκρη της από τον χρονομετρητή. Κρέμασε στο μπροστινό μέρος του αμαξιδίου το βαρίδι των 100g και ευθυγράμμισε το σύστημα. Η συχνότητα του χρονομετρητή είναι f = 20 τικ/sec. Άρα ο χρόνος ανάμεσα σε δύο "τικ" είναι Δt_1 = 1/20s, ο χρόνος ανάμεσα σε 4 "τικ", Δt = 0,2s

1. Άφησε ελεύθερο το αμαξάκι να κινηθεί μέχρι να ακουμπήσει το βαρίδι στο πάτωμα. Παρατήρησε τις αποστάσεις μεταξύ των σημαδιών στην χαρτοταινία και σημείωσε στις επόμενες προτάσεις, τι κατά τη γνώμη σου είναι σωστό.

   α. Τα σημάδια ισαπέχουν.

   β. Το αμαξάκι κινείται με σταθερή ταχύτητα.

   γ. Η απόσταση δύο διαδοχικών σημείων αυξάνεται

   δ. Η ταχύτητα με την οποία κινείται το αμαξάκι, αυξάνεται.

2. Χώρισε τις μετρήσεις ανά 4, δηλ. ανά **Δt = 0,2s**, και μέτρησε τις αποστάσεις. Συμπλήρωσε την πρώτη στήλη στον παρακάτω πίνακα (μονάδες cm, sec)

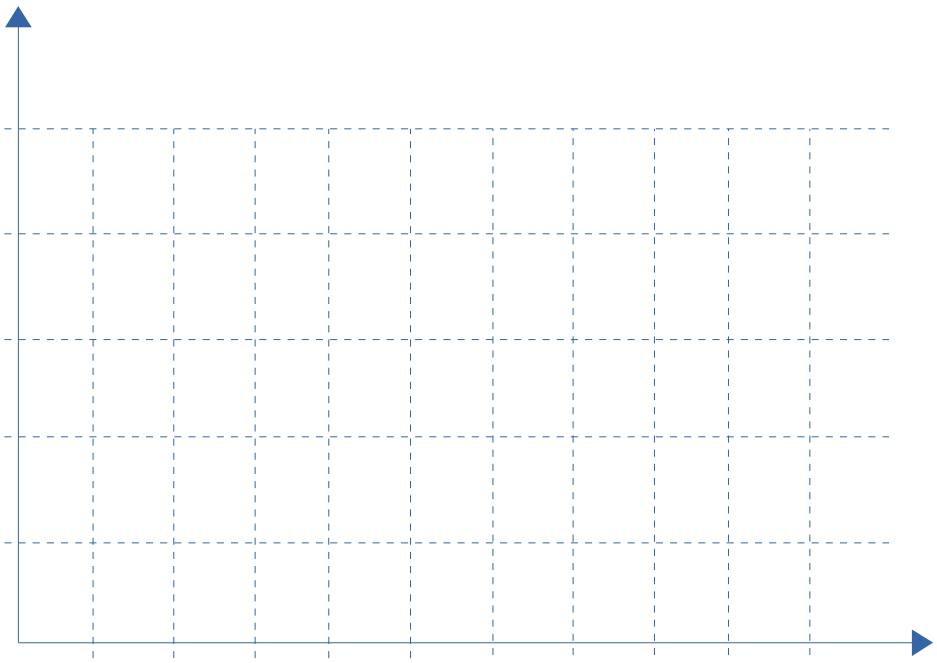
3. Συμπλήρωσε την 2η και 3η στήλη του πίνακα χρησιμοποιώντας τις τιμές της μετατόπισης και του χρόνου, ως εξής: $x_2 = x_1 + \Delta x$, $t_2 = t_1 + \Delta t$.

Μετατόπιση Δx_i (απόσταση 4 “τικ”)	Θέση x_i (απόσταση από το πρώτο σημείο μέτρησης)	Χρόνος t_i (χρονική διάρκεια κίνησης)	Ταχύτητα υ	Μεταβολή Ταχύτητας Δυ (από την προηγούμενη τιμή)	Επιτάχυνση α=Δυ/Δt

4. Χρησιμοποιώντας τις προηγούμενες τιμές, φτιάξε το διάγραμμα x-t, στο παρακάτω σύστημα αξόνων

5. Υπολόγισε τις τιμές της ταχύτητας χρησιμοποιώντας την κατάλληλη εξίσωση της θεωρίας ($\upsilon=\frac{\Delta x}{\Delta t}$) και συμπλήρωσε την τέταρτη στήλη του πίνακα.

6. Χρησιμοποιώντας τις τιμές αυτές, φτιάξε το διάγραμμα υ-t, στο παρακάτω σύστημα αξόνων



7. Υπολόγισε τις μεταβολές της ταχύτητας ανά χρονικό διάστημα Δt, και συμπλήρωσε την πέμπτη στήλη του πίνακα. Παρατηρώντας τις μεταβολές που υπολόγισες, επέλεξε τι κατά την γνώμη σου ισχύει:

   α. Η ταχύτητα παραμένει σταθερή

   β. Η ταχύτητα αυξάνεται με (...σχεδόν) σταθερό ρυθμό

   γ. Η ταχύτητα ελαττώνεται με (...σχεδόν) σταθερό ρυθμό

   δ. Η ταχύτητα αυξομειώνεται.

8. Με τις τιμές του πηλίκου $\alpha=\frac{\Delta\upsilon}{\Delta t}$ υπολόγισε τις τιμές της επιτάχυνσης και συμπλήρωσε την τελευταία στήλη του πίνακα.

9. Υπολόγισε την κλίση του διαγράμματος ταχύτητας χρόνου, $\kappa\lambda\acute{\iota}\sigma\eta=\frac{\Delta\upsilon}{\Delta t}$. Σε

ποιο από τα παρακάτω μεγέθη αντιστοιχεί;

i) Ταχύτητα ii)Χρόνος iii)Επιτάχυνση iv)Κανένα

10. Σύγκρινε την τιμή της επιτάχυνσης που υπολόγισες με την βοήθεια της κλίσης του προηγούμενου διαγράμματος με την μέση τιμή των επιταχύνσεων του πίνακα 1.

    .....

11. Χρησιμοποιώντας το διάγραμμα ταχύτητας χρόνου, προσπάθησε να προβλέψεις την τιμή της ταχύτητας που θα είχε το αμαξάκι αν συνέχιζε την κίνηση του για 5 sec.

    ....

12. Χρησιμοποιώντας την τιμή της επιτάχυνσης που υπολόγισες και τις κατάλληλες εξισώσεις της κίνησης που μελέτησες, υπολόγισε:

    α. Την ταχύτητα που θα είχε αποκτήσει το αμαξάκι αν συνέχιζε την κίνηση του με τον ίδιο τρόπο για χρονική διάρκεια 10s.

    β. Την απόσταση που θα είχε διανύσει σε αυτόν τον χρόνο.

    . .....

Εργαστηριακή Άσκηση 2

(*Μελέτη της κίνησης με την Χρήση Σειράς οργάνων Μηχανικής – Φωτοπυλών)*

Ονοματεπώνυμο/Τμήμα …….....

Ημερομηνία ……. .....

Στο κεκλιμένο επίπεδο οι φωτοπύλες είναι αρχικά ρυθμισμένες στην λειτουργία F1, ώστε να μετρούν τον χρόνο διέλευσης της μπίλιας από αυτές (σχήμα). Οι μετρήσεις μπορούν να γίνονται με ακρίβεια 2 δεκαδικών και οι πράξεις με κομπουτεράκι.

1. Η διάμετρος της μπίλιας είναι d = ...
2. Αφήνοντας την μπίλια ελεύθερη να κινηθεί, σημείωσε στον παρακάτω πίνακα τους χρόνους που μετρούν οι φωτοπύλες.
3. Στην τρίτη στήλη του πίνακα συμπλήρωσε την τιμή της στιγμιαίας ταχύτητας της μπίλιας όταν αυτή βρίσκεται σε κάθε μία από τις δύο φωτοπύλες.

Δx = d (cm)	**Δt (s)**	**υ (cm/s)**

4. Με τις φωτοπύλες σε λειτουργία F2, μέτρησε τον χρόνο κίνησης Δt_{AB} της μπίλιας από την μία φωτοπύλη στην άλλη. Δt_{AB} = ...
5. Γράψε την εξίσωση της ταχύτητας της μπίλιας σε συνάρτηση με τον χρόνο

   .....

6. Υπολόγισε την επιτάχυνση της μπίλιας (*θεωρώντας την σταθερή κατά την διάρκεια της κίνησης της*) χρησιμοποιώντας τις προηγούμενες τιμές ταχύτητας και τον χρόνο Δt_{AB}

.....

.....

7. Γράψε την εξίσωση της μετατόπισης συναρτήσει του χρόνου και υπολόγισε την απόσταση που διένυσε η μπίλια στην χρονική διάρκεια της κίνησης της (από την μία φωτοπύλη στην άλλη). Επαλήθευσε την τιμή που υπολόγισες με αυτήν που μετράς με τον χάρακα για την απόσταση των φωτοπυλών.

.....

.....

8. Πόσο χρόνο χρειάζεται για να φτάσει η μπίλια στο μέσο της διαδρομής;

.....

9. Πόση είναι η ταχύτητα της τότε;

.....

10. Άλλαξε την θέση της μίας φωτοπύλης τοποθετώντας την στο μέσο της απόστασης και μέτρησε την ταχύτητα της εφαρμόζοντας την μέθοδο του ερωτήματος (3). Συμφωνεί με την απάντηση της ερώτησης 8;

.....

Εργαστηριακή Άσκηση 3

(*Μελέτη της κίνησης με την βοήθεια του Multilog*)

Ονοματεπώνυμο/Τμήμα …….....

Ημερομηνία ……. .....

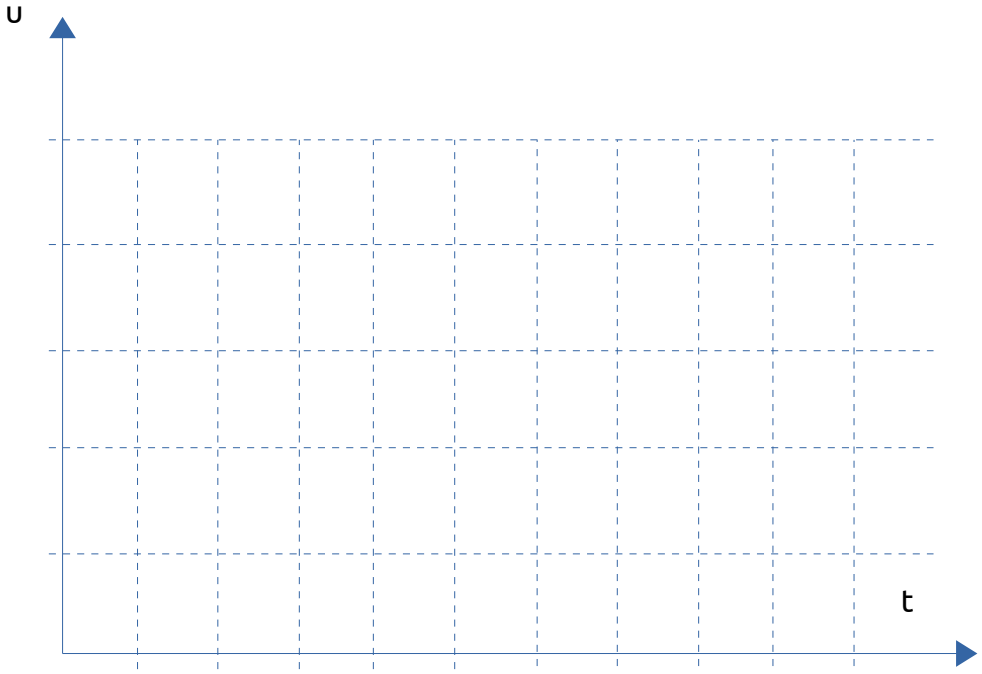
Α' Μέρος

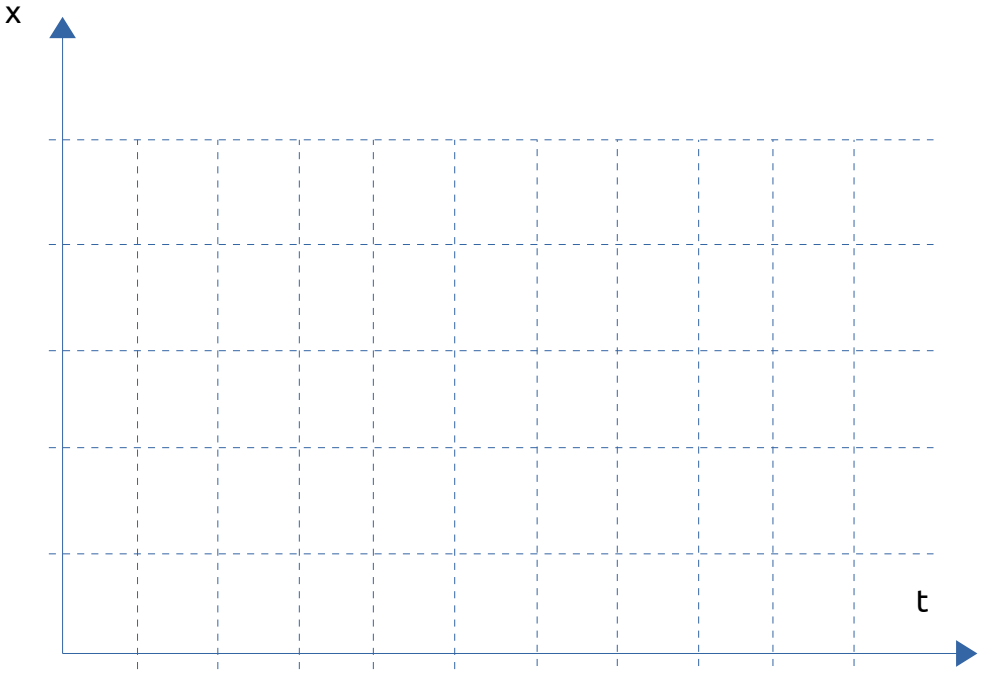
Αφήνουμε ελεύθερο το βαρίδι και το αμαξάκι κινείται. Το multilog δεν καταγράφει. Παρατήρησε την κίνηση που εκτελεί το αμαξάκι του πειράματος.

1. Η συνισταμένη δύναμη που του ασκήθηκε (βαρίδι, τριβές...)
   α. ήταν σταθερή
   β. αυξανόταν συνεχώς
   γ. ήταν όλο και μικρότερη
2. Τι είδους κίνηση θεωρείς ότι εκτέλεσε;
   α. Ευθύγραμμη ομαλή
   β. Ευθύγραμμη Ομαλά επιταχυνόμενη
   γ. Ευθύγραμμη ομαλά επιβραδυνόμενη
   δ. Μεταβαλλόμενη
3. Γράψε τις θεωρητικές εξισώσεις που περιγράφουν την θέση και την ταχύτητα του, κάθε χρονική στιγμή.

   υ = ...

   x = ...
4. Σχεδίασε ποιοτικά στα επόμενα συστήματα αξόνων, τα διαγράμματα που θεωρείς ότι περιγράφουν την ταχύτητα και την θέση του αμαξιδίου, σε κάθε χρονική στιγμή.


υ
t


x
t

Β' Μέρος

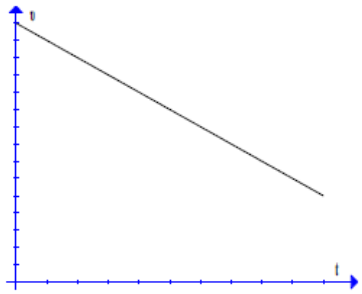
Η συσκευή mutlilog, καταγράφει την κίνηση του αμαξιδίου. Σύγκρινε τα διαγράμματα που σχεδίασες με αυτά που απεικονίζονται από την συσκευή καταγραφής στον υπολογιστή, και κάνε τυχόν διορθώσεις

5. Σύμφωνα με το διάγραμμα ταχύτητας χρόνου, η ταχύτητα
   α. αυξάνεται
   β. ελαττώνεται
   γ. μένει σταθερή
6. Σύμφωνα με το διάγραμμα θέσης – χρόνου, η απόσταση διανύεται από το αμαξάκι
   α. το ίδιο γρήγορα, σε όλη την διάρκεια της κίνησης
   β. στην αρχή πιο αργά και μετά πιο γρήγορα
   γ. στην αρχή πιο γρήγορα και μετά πιο αργά
7. Αυξάνουμε την μάζα στο βαρίδι και καταγράφουμε την νέα κίνηση του αμαξιδίου. Όταν αυξήσαμε την μάζα στο βαρίδι που τραβάει το αμαξάκι, τι από τα επόμενα συνέβη;
   α. Αυξήθηκε η επιτάχυνση
   β. Το διάγραμμα ταχύτητας χρόνου έγινε πιο “απότομο” (αυξήθηκε η κλίση)
   γ. Το διάγραμμα ταχύτητας χρόνου έγινε λιγότερο “απότομο” (ελαττώθηκε η κλίση)
8. Με την βοήθεια του διαγράμματος ταχύτητας – χρόνου, μπορούμε να υπολογίσουμε
   α. Την επιτάχυνση
   β. Την μετατόπιση.

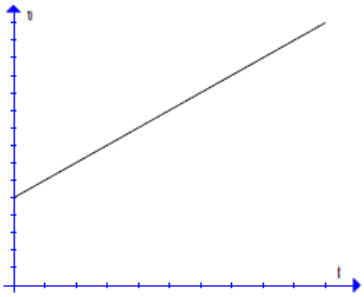
9. Πρότεινε με ποιο τρόπο μπορεί να γίνει αυτό.

....

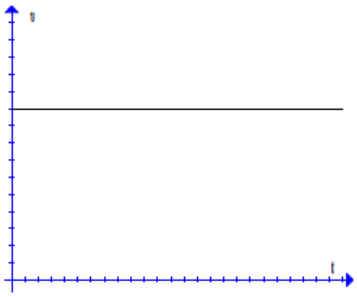
10. Στα διαγράμματα που φαίνονται παρακάτω αναπαρίστανται η ταχύτητα και η θέση αντικειμένων που εκτελούν ευθύγραμμες κινήσεις. Τι είδους κίνηση αντιστοιχεί σε καθ' ένα;



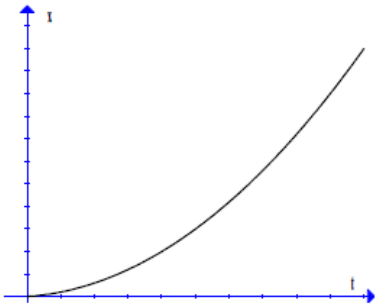
Κίνηση:.....



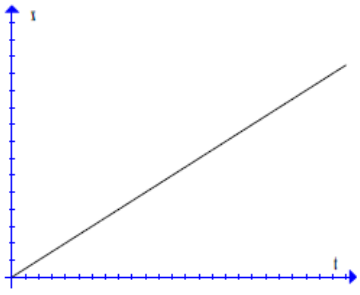
Κίνηση:.....



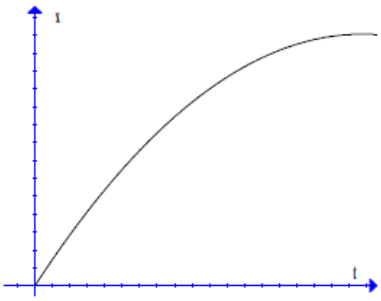
Κίνηση:.....



Κίνηση:.....



Κίνηση:.....



Κίνηση:.....

Ενότητα 2: Δυνάμεις

Κεφάλαιο 2.1: Δυνάμεις στη φύση

Στόχοι

- Να παρατηρήσουν και να αναγνωρίσουν οι μαθητές δυνάμεις γύρω τους.
- Να μετρήσουν και να σχεδιάσουν τις δυνάμεις

Θεωρητικό υπόβαθρο.

- Δυνάμεις από επαφή και από απόσταση
- Μονάδα μέτρησης δύναμης (S.I.)

Δραστηριότητες

1η Δραστηριότητα

Όργανα - Υλικά

- Δυναμόμετρα, βαρίδια, μαγνήτες, σανιδάκια.

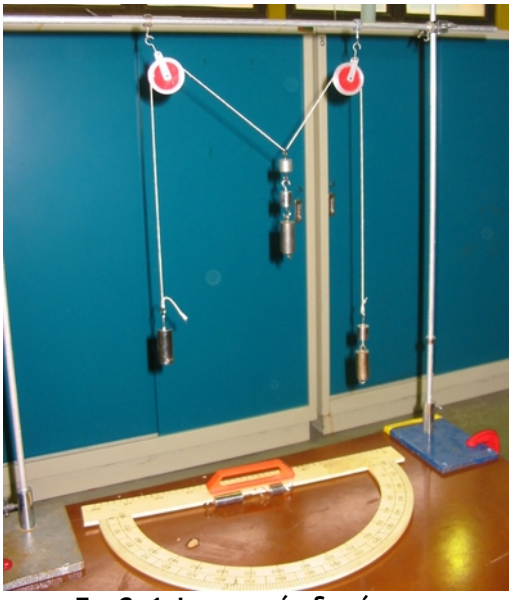
Διαδικασία

- Οι μαθητές αναγνωρίζουν δυνάμεις που ασκούνται στους ίδιους και στα αντικείμενα γύρω τους και τις καταγράφουν.
- Μετρούν κάποιες από αυτές χρησιμοποιώντας το δυναμόμετρο αλλά και την λογική της ισορροπίας (η Α δύναμη εξουδετερώνει την Β...)
- Σχεδιάζουν τις δυνάμεις που ασκούνται σε συγκεκριμένα αντικείμενα.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

- Ως κεκλιμένο επίπεδο μπορούν να χρησιμοποιήσουν το θρανίο τους, με δύο βιβλία τοποθετημένα στα πόδια, στην μία πλευρά.

2η Δραστηριότητα (Σύνθεση δυνάμεων)



Εικ.2. 1: Ισορροπία δυνάμεων

Όργανα - Υλικά

- 3 Ράβδοι στήριξης & 2 βάσεις ορθοστατών.
- 12 βαρίδια 50g.
- Μοιρογνωμόνιο

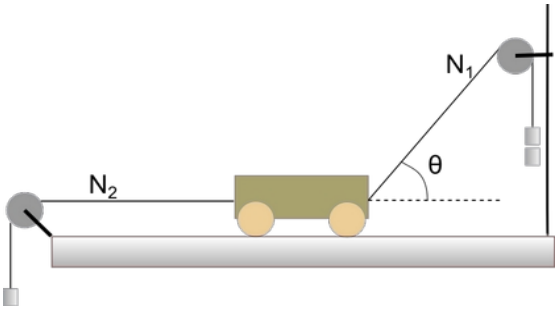
Διαδικασία

- Στήνουμε την διάταξη στην έδρα και οι μαθητές καταγράφουν μετρήσεις στο φύλλο εργασίας τους.
- Προσθέτουμε διαφορετικούς αριθμούς βαριδιών και παρατηρούμε την αλλαγή της γωνίας.
- Οι μαθητές εφαρμόζουν τον κανόνα του παραλληλογράμμου με τις μετρούμενες τιμές και επιβεβαιώνουν την τιμή της συνισταμένης που προκύπτει από την διάταξη .

3η Δραστηριότητα (Συνιστώσες δυνάμεων)

Όργανα - Υλικά

- 1 Εργαστηριακό αμαξίδιο
- 2 τροχαλίες , μια ράβδος στήριξης .
- Βαρίδια, νήμα, Μοιρογνωμόνιο.



Σχ.2. 1: Διάταξη για την ανάλυση δύναμης σε συνιστώσες

Διαδικασία

- Ο εκπαιδευτικός στήνει την διάταξη στην έδρα και οι μαθητές καταγράφουν μετρήσεις στο

φύλλο εργασίας τους.

- Το εργαστηριακό αμαξάκι συνδέεται με τα βαρίδια, όπως στο σχήμα.
- Φροντίζουμε την αναλογία των βαριδιών που αναρτούμε αρχικά να είναι 2:1, ώστε η γωνία του πλάγιου νήματος να είναι 60°.
- Οι μαθητές σχολιάζουν καταγράφουν και σχολιάζουν τις τιμές της δύναμης που ασκούν τα νήματα και κατά πόσον οι δυνάμεις ισορροπούν ή όχι.
- Συζητάμε το νόημα της συνιστώσας της δύναμης, και με την βοήθεια του μοιρογνωμονίου την υπολογίζουμε.
- Γίνεται σύγκριση της συνιστώσας δύναμης του ενός νήματος με την δύναμη που ασκεί το άλλο νήμα. Οι μαθητές σχεδιάζουν συνιστώσες μίας δύναμης στα φύλλα εργασίας τους.
- Στο τέλος της δραστηριότητας, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και προσομοιώσεις που βρίσκονται στις σελίδες: http://www.seilias.gr & https://phet.colorado.edu/

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

- *Οι δραστηριότητες 2 & 3 γίνονται και στην αίθουσα του εργαστηρίου, καθώς η διάταξη στήνεται από τον εκπαιδευτικό και οι μαθητές επεξεργάζονται τις μετρήσεις.*
- *Προτιμούμε βαρίδια των 50g ώστε ο αριθμός τους να είναι και ένδειξη της αναλογίας δυνάμεων, π.χ. 3βαρίδα → 3 μονάδες δύναμης, 4 βαρίδια → 4 μονάδες δύναμης κ.λ.π.*
- *Ως μονάδα μέτρησης μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το βάρος του ενός βαριδιού των 50g, ώστε να είναι "ορατά" τα αποτελέσματα της σύνθεσης των δυνάμεων (π.χ. 3+4 = ...5, με γωνία 90°)*

1η Δραστηριότητα

(Οι δυνάμεις γύρω μας)

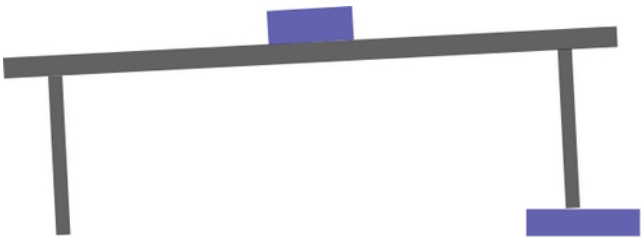
Ονοματεπώνυμο/Τμήμα …….....

Ημερομηνία ……. .....

1. Παρατήρησε τα διάφορα αντικείμενα (θρανίο, βιβλία κ.λ.π.) αλλά και τα παιδιά γύρω σου. Σημείωσε τα ονόματα των δυνάμεων που πιστεύεις ότι τους ασκούνται, καθώς και το ποιος τις ασκεί και ποιος τις δέχεται.

Δύναμη	Την ασκεί …	…στο/η

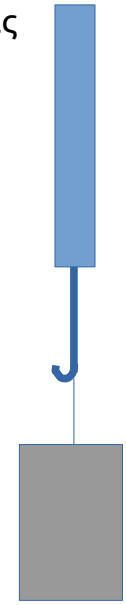
2. Τοποθέτησε δύο βιβλία στα δύο πόδια του θρανίου σου ώστε να αποκτήσει κλίση (Σχήμα…)



3. Τοποθέτησε το βιβλίο σου πάνω στο θρανίο. Ποιες δυνάμεις ασκούνται; Σχεδίασε τις.
4. Κρέμασε ένα βαρίδι στο δυναμόμετρο. Ποιες δυνάμεις ασκούνται στο βαρίδι;

   ……

5. Σχεδίασε τις στο διπλανό σχήμα…. Πόση είναι η τιμή της κάθε μίας από αυτές;



……

2η Δραστηριότητα

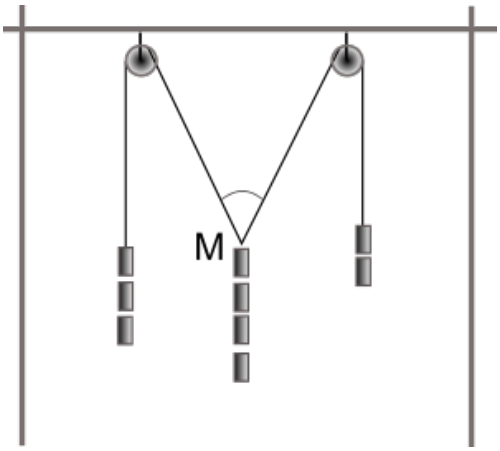
(Σύνθεση δυνάμεων)

Ονοματεπώνυμο/Τμήμα …….....

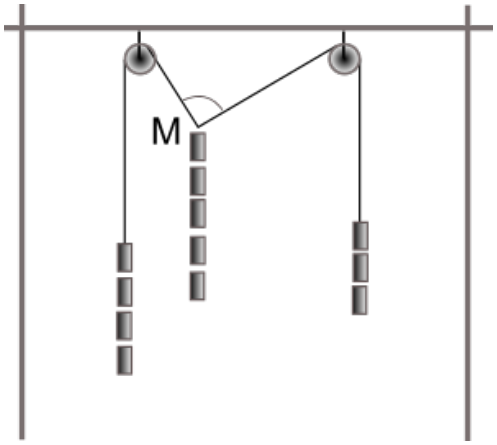
Ημερομηνία ……. .....

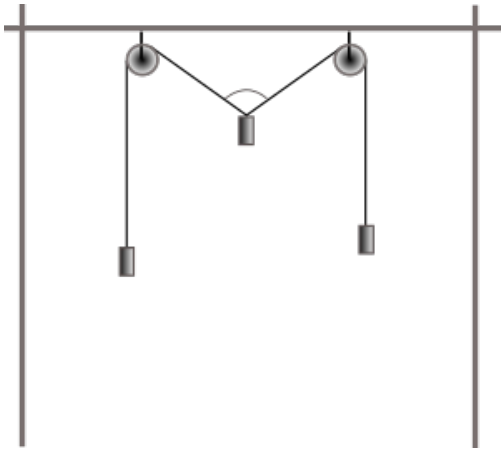
Α' Μέρος

Η διάταξη με τα βαρίδια απεικονίζεται και στο διπλανό σχήμα.



1. Σχεδίασε τις δυνάμεις που ασκούνται στο σημείο Μ.
2. Τι σχέση έχει η δύναμη που ασκούν τα ενδιάμεσα βαρίδια με την συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούν τα πλαϊνά;
3. Θεώρησε σαν μονάδα μέτρησης δύναμης, το βάρος ενός βαριδιού (*π.χ ένα βαρίδι ασκεί δύναμη w = 1F, τρία βαρίδια → 3F κ.λ.π*). Με αυτό το δεδομένο, σημείωσε τις τιμές των δυνάμεων για κάθε μία περίπτωση ισορροπίας των σχημάτων καθώς και την τιμή της αντίστοιχης γωνίας





Β' Μέρος

**Ο κανόνας του παραλληλογράμμου, όταν τον εφαρμόζουμε για να υπολογίσουμε το μέτρο της συνισταμένη δύο δυνάμεων F_1 και F_2 που σχηματίζουν γωνία θ:*

$$\Sigma F=\sqrt{(F_1)^2+(F_2)^2+2\cdot F_1\cdot F_2\cdot \sigma\upsilon\nu\theta}$$

4. Εφάρμοσε τον κανόνα του παραλληλογράμμου για τον υπολογισμό της συνισταμένης των δυνάμεων που ασκούνται προς τα πάνω, σε κάθε μία από τις προηγούμενες περιπτώσεις ισορροπίας.

   .....

   .....

   .....

5. Συμφωνεί η συνισταμένη που υπολογίζεις με αυτήν που μέτρησε το πείραμα;

   .....

6. Ποια είναι η μορφή της εξίσωσης του νόμου του παραλληλογράμμου, όταν η γωνία που σχηματίζουν οι δυνάμεις είναι 90°;

   .....

   .....

7. Επέλεξε την σωστή από τις παρακάτω προτάσεις:

   α. Η συνισταμένη δύο δυνάμεων υπολογίζεται από το αλγεβρικό άθροισμα των τιμών τους.

   β. Η συνισταμένη δύο δυνάμεων υπολογίζεται από το διανυσματικό τους άθροισμα.

   γ. Δύο δυνάμεις με μέτρο 3N και 4N, έχουν συνισταμένη 7N.

   δ. Δύο δυνάμεις με μέτρο 1N και 1N, μπορούν να έχουν συνισταμένη 1N.

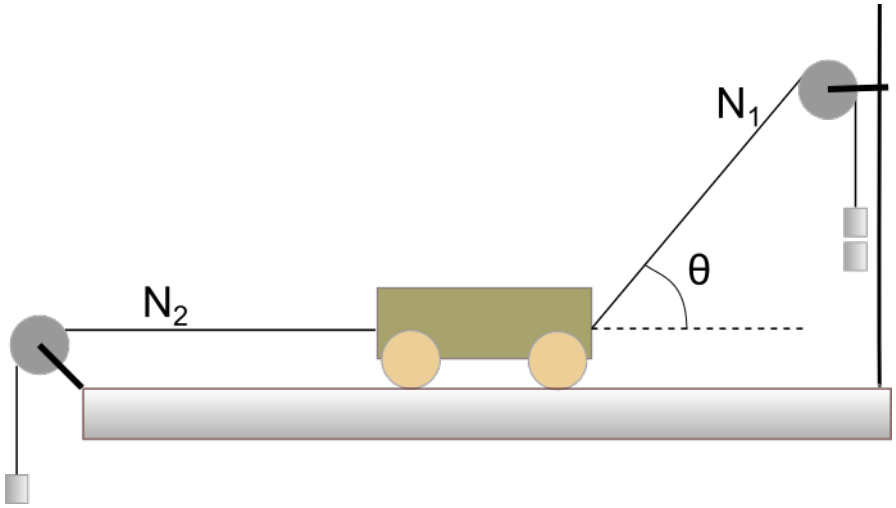
3η Δραστηριότητα

(Συνιστώσες δύναμης)

Ονοματεπώνυμο/Τμήμα …….....

Ημερομηνία ……. .....

Στο παρακάτω σχήμα αναπαρίσταται το εργαστηριακό αμαξάκι με τα βαρίδια (ίσης μάζας) που είναι αναρτημένα. Αρχικά κρατούμε το αμαξάκι ακίνητο σε θέση ώστε η γωνία να είναι 60° .



1. Σχεδίασε τις δυνάμεις που ασκούνται στο αμαξάκι από τα δύο νήματα, $\vec{F}_{N1}$ και $\vec{F}_{N2}$ και σημείωσε τις τιμές τους. (Ως μονάδα μέτρησης χρησιμοποίησε το βάρος του ενός βαριδιού, w=1F)

   α. Είναι οι δυνάμεις αυτές ίσες κατά μέτρο; .....

   β. Ισορροπεί το αμαξάκι; .....

2. Σημείωσε την τιμή της γωνίας που σχηματίζει το πλάγιο νήμα με την οριζόντια διεύθυνση καθώς και το συνημίτονο της.

   θ = ... συνθ =.....

3. Υπολόγισε το γινόμενο $F_{N2} \cdot$συνθ = ... Τι σχέση έχει η τιμή αυτή με το μέτρο της δύναμης F_{N1} που ασκεί το άλλο βαρίδι ; .....

4. Αυξάνουμε το βάρος στο πλάγιο νήμα. Τι από τα παρακάτω συμβαίνει;

   α. Το αμαξάκι παραμένει ακίνητο σε ισορροπία, όπως και πριν

   β. Το αμαξάκι ισορροπεί σε καινούρια θέση όπου το νήμα σχηματίζει μεγαλύτερη γωνία θ.

   γ. Το αμαξάκι ισορροπεί σε καινούρια θέση όπου το νήμα σχηματίζει μικρότερη γωνία

5. Επέλεξε τις σωστές απο τις επόμενες:

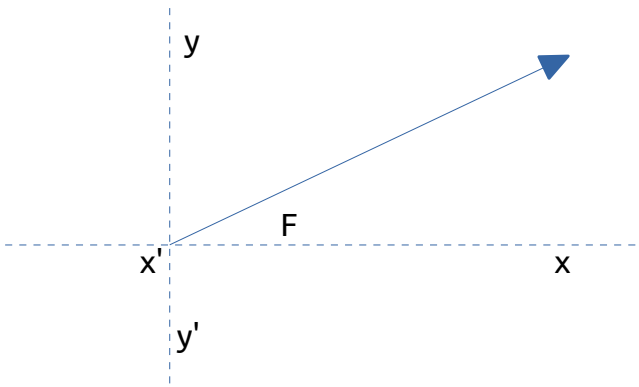
   α. Η δυνάμεις $\vec{F}_{N2}$ και $\vec{F}_{N1}$ ισορροπούν

   β. Η δύναμη $\vec{F}_{N1}$ ισορροπεί με την συνιστώσα της δύναμης $\vec{F}_{N2}$ στην οριζόντια διεύθυνση.

   γ. Η κάθετη δύναμη που ασκεί το οριζόντιο θρανίο στο αμαξάκι προς τα πάνω, είναι ίση με το βάρος του.

   δ. Η κάθετη δύναμη που ασκεί το οριζόντιο θρανίο στο αμαξάκι προς τα πάνω, είναι μικρότερη από το βάρος του.

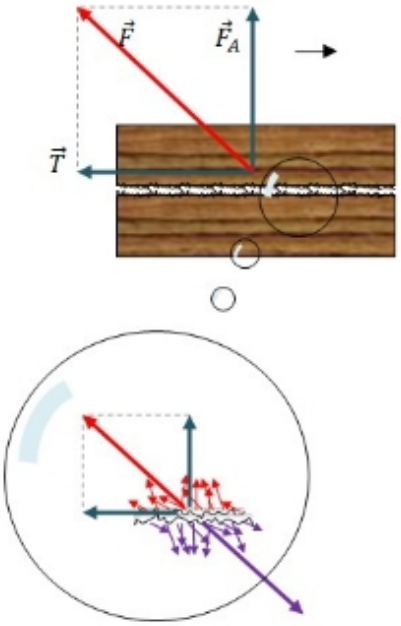
6. Σχεδίασε στο παρακάτω σχήμα τις συνιστώσες της δύναμης $\vec{F}$, στις διευθύνσεις x'x, y'y.



Κεφάλαιο 2.2: Τριβή

Στόχοι

- Να διακρίνουν οι μαθητές τις δύο μορφές της δύναμης της τριβής, "στατική" και "ολίσθησης"
- Να εφαρμόζουν στην πράξη τον 1ο νόμο του Νεύτωνα σε μία ομαλή κίνηση.
- Να μπορέσουν να υπολογίσουν την τιμή της οριακής τριβής και την τιμή της τριβής ολίσθησης για συγκεκριμένο είδος επιφανειών.
- Να διακρίνουν τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η τριβή.



Θεωρητικό υπόβαθρο.

- 1ος νόμος Νεύτωνα , (...αδράνειας).
- Στατική τριβή – τριβή ολίσθησης
- Η τριβή είναι συνισταμένη πολλών "μικροσκοπικών" δυνάμεων ανάμεσα στις επιφάνειες.

Δραστηριότητες

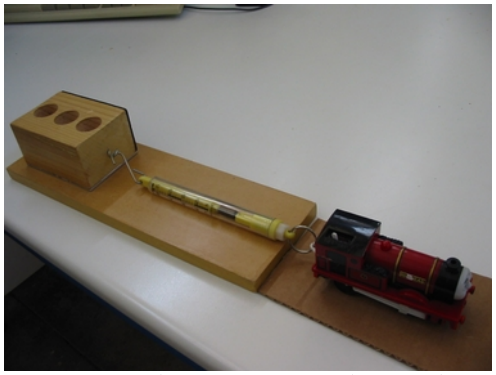
Όργανα - Υλικά

- Δυναμόμετρα
- Παιδικά αμαξάκια – παιχνίδια, με μπαταρία (κινούνται με σταθερή ταχύτητα)
- Ξύλινος κύβος από την "σειρά οργάνων μηχανικής"
- Επίπεδη ομοιόμορφη επιφάνεια (π.χ. επιφάνεια θρανίου, καλυμμένη αν χρειάζεται με μερικές σελίδες χαρτί).

* Ο αριθμός των υλικών εξαρτάται από τον αριθμό των ομάδων εργασίας, (π.χ. ανά 2-3 παιδιά σε κάθε θρανίο)

Δραστηριότητες 1 & 2

Οι μαθητές είναι στην τάξη τους και φροντίζουμε να κατανέμονται ανά 2-3 στα θρανία. Με την βοήθεια των Φ.Ε., μελετούν την συμπεριφορά ενός κύβου πάνω στο θρανίο τους όταν του ασκούν δύναμη και σχολιάζουν την τριβή που του ασκείται. Η δύναμη μπορεί να ασκηθεί μέσω ενός δυναμομέτρου ή με την διάταξη της Εικόνας 2.1.



Εικ.2. 2: Διάταξη με παιδικό τραινάκι

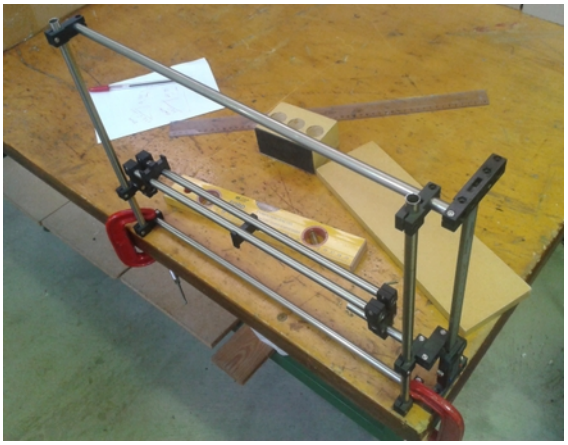
Στην περίπτωση που χρησιμοποιούμε το παιδικό παιχνίδι: Η κίνηση γίνεται με σταθερή ταχύτητα και η ένδειξη του δυναμόμετρου δίνει την τιμή της τριβής ολίσθησης. Η τριβή υπολογίζεται για διαφορετικές επιφάνειες (τρεις πλευρές του κύβου).

Προσθέτοντας βαρίδια στον κύβο, παρατηρούν την αλλαγή της τριβής λόγω της αλλαγής της κάθετης δύναμης αλληλεπίδρασης των επιφανειών.

Εργαστηριακή Άσκηση

Όργανα - Υλικά

- Από την "Σειρά Οργάνων Μηχανικής":
  - ✔ Κεκλιμένο επίπεδο & Σφιγκτήρες "U".
  - ✔ Ξύλινη επιφάνεια & κύβος
  - ✔ Ηλεκτρονικό διαστημόμετρο
  - ✔ Αλφάδι

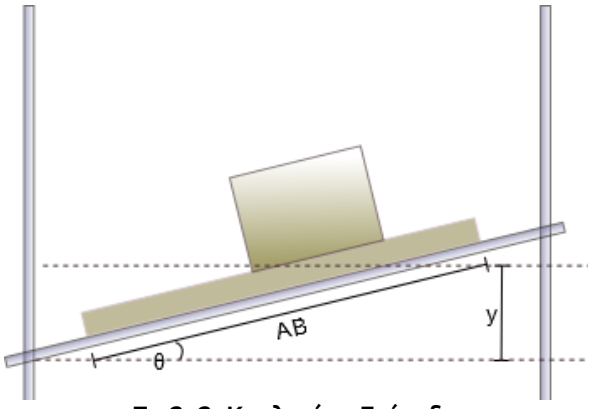


Εικ.2. 3: Διάταξη κεκλιμένου επιπέδου "Σειράς οργάνων Μηχανικής"

Διαδικασία

Συνδέουμε ράβδους από την "σειρά οργάνων μηχανικής και δημιουργούμε κεκλιμένα επίπεδα (σε αριθμό τόσα όσες οι ομάδες εργασίας). Τοποθετούμε πάνω του την ξύλινη επιφάνεια και το οριζοντιώνουμε με το αλφάδι. Τοποθετούμε τον ξύλινο κύβο με την πιο λεία του επιφάνεια (αλουμίνιο) και ανασηκώνουμε αργά μέχρι οριακά να αρχίσει να γλιστράει. Ταυτόχρονα μετράμε την ανύψωση "y" με το ηλεκτρονικό διαστημόμετρο και την απόσταση ΑΒ. (Σχ. 2.1). Υπολογίζουμε την κλίση *εφθ* και τον αντίστοιχο συντελεστή οριακής τριβής.

Επαναλαμβάνουμε για διαφορετικές πλευρές του κύβου (ξύλο – λάστιχο). Προσθέτουμε βαρίδια στον κύβο και επαναλαμβάνουμε τη μέτρηση …



Σχ.2. 2: Κεκλιμένο Επίπεδο

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

- *Τα φύλλα εργασίας είναι γραμμένα για την περίπτωση χρήσης των δυναμομέτρων. Ωστόσο αν αντί για αυτά χρησιμοποιήσουμε το τραινάκι, οι μετρήσεις είναι πιο ακριβείς.*
- *Στην περίπτωση που δεν έχουμε τον αριθμό των παιχνιδιών που χρειάζεται για μετωπικό εργαστήριο, οι μαθητές μπορούν να εκτελέσουν την δραστηριότητα με τα δυναμόμετρα ενώ εμείς στην έδρα να χρησιμοποιήσουμε την διάταξη με τραινάκι και να γίνουν οι απαραίτητες συγκρίσεις.*

➢ *Ενδεικτικές τιμές δραστηριοτήτων*

✔ *Ασκώντας οριζόντια δύναμη μέσω του δυναμόμετρου στον κύβο (w = 2N), σημειώσαμε τις παρακάτω τιμές καθώς αυτός κινούταν με σταθερή ταχύτητα (Δραστηριότητα 2.1):*

Αλουμίνιο	**Ξύλο**	**Λάστιχο**	
0,4	**0,52**	**0,65**	**Δύναμη Ορ. Τριβής (N)**

✔ *Υπολογίζοντας την κλίση με την βοήθεια του κεκλιμένου επιπέδου, συμπληρώσαμε τον πίνακα (Πειραματική Διαδικασία)*

Αλουμίνιο	**Ξύλο**	**Λάστιχο**	
7	**8,7**	**11**	**y(cm)**
36,5	**36,5**	**36,5**	**AB (cm)**
0,19	**0,23**	**0,31**	**εφθ**

Τριγωνομετρικοί αριθμοί γωνιών

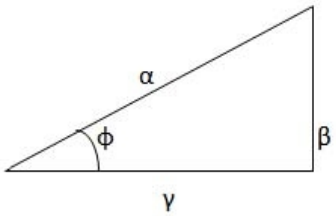
Τριγωνομετρικές Γνώσεις

$$ημφ = \frac{β}{α}$$

$$συνφ = \frac{γ}{α}$$

$$εφφ = \frac{β}{γ} = \frac{ημφ}{συνφ}$$

$$ημ^2φ + συν^2φ = 1$$



φ	ημφ	συνφ	εφφ
0° ή 0 rad	0	1	0
30° ή π/6 rad	1/2	√3/2	√3/3
45° ή π/4 rad	√2/2	√2/2	1
60° ή π/3 rad	√3/2	1/2	√3
90° ή π/2 rad	1	0	-
120° ή 2π/3 rad	√3/2	-1/2	-√3
180° ή π rad	0	-1	0

Συντελεστές τριβής υλικών

Υλικά	Συντελεστής στατικής Τριβής	Συντελεστής τριβής ολισθήσεως
Ατσάλι σε Ατσάλι	0.74	0.57
Αλουμίνιο σε Ατσάλι	0.61	0.47
Χαλκός σε Ατσάλι	0.53	0.36
Λάστιχο σε τσιμέντο	1.0	0.8
Ξύλο σε Ξύλο	0.25-0.5	0.2
Γιαλί σε Γιαλί	0.94	0.4
Κηρωμένο ξύλο σε στεγνό χιόνι	0.14	0.1
Μέταλλο σε Μέταλλο (με λιπαντικό)	0.15	0.06
Πάγος σε Πάγο	0.1	0.03
Teflon σε Teflon	0.04	0.04
Υγρές αρθρώσεις στους ανθρώπους	0.01	0.003

1η Δραστηριότητα

(Μέτρηση τριβής, συντελεστής τριβής)

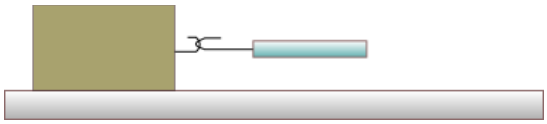
Ονοματεπώνυμο/Τμήμα …….....

Ημερομηνία ……. .....

Τοποθέτησε τον κύβο που βρίσκεται πάνω στο θρανίο σου έτσι ώστε να πατάει η πλευρά με το αλουμίνιο. (Ο κύβος έχει βάρος **w = 1,5N**)

Α' Μέρος

1. Τράβηξε τον κύβο μέσω του δυναμόμετρου έτσι ώστε να αρχίσει να κινείται σιγά σιγά με σταθερή ταχύτητα. Σημείωσε τις δυνάμεις που ασκούνται στον κύβο.



2. Πόση είναι η συνισταμένη δύναμη που του ασκείται (όταν κινείται με σταθερή ταχύτητα); .....

3. Παρατήρησε την ένδειξη του δυναμόμετρου και σημείωσε την τιμή της τριβής, στον παρακάτω πίνακα.

	Αλουμίνιο/Μελαμίνη	**Λάστιχο/Μελαμίνη**	**Ξύλο/Μελαμίνη**
Τριβή			
Συντελεστής τριβής			

Β' Μέρος

4. Πόση κάθετη δύναμη ασκεί το θρανίο στον κύβο; .....

5. Υπολόγισε τον συντελεστή τριβής ανάμεσα στο αλουμίνιο και την επιφάνεια του θρανίου σου (μελαμίνη). Σημείωσε τον στον πίνακα.

6. Γύρισε τον κύβο ώστε να πατάει διαδοχικά η λαστιχένια πλευρά και η ξύλινη πλευρά και επανέλαβε την μέτρηση. Συμπλήρωσε τον πίνακα.

2η Δραστηριότητα

(Από τι εξαρτάται η τριβή;)

Ονοματεπώνυμο/Τμήμα …….....

Ημερομηνία ……. .....

1. Πρόσθεσε ένα βαρίδι με w_1 = 0,5N, στον κύβο , όταν αυτός πατάει με την λαστιχένια πλευρά και υπολόγισε την τριβή.

   ……

2. Πόση έχει γίνει η κάθετη κάθετη δύναμη που ασκεί η επιφάνεια του θρανίου στον κύβο;

   ……

3. Πίεσε ελαφρά τον κύβο πάνω στο θρανίο, τόσο ώστε να μπορείς να τον μετακινείς ταυτόχρονα μέσω του δυναμομέτρου. Τι από τα παρακάτω συμβαίνει; (*βάλε σε κύκλο ότι συμφωνείς*)

   α. Το βάρος του κύβου αυξάνεται.

   β. Η δύναμη που ασκεί το θρανίο αυξάνεται.

   γ. Η τριβή αυξάνεται

   δ. Η τριβή ελαττώνεται.

4. Επέλεξε τις σωστές από τις παρακάτω προτάσεις.

   α. Η τριβή εξαρτάται από το είδος των επιφανειών που τρίβονται

   β. Η τριβή δεν εξαρτάται από την κάθετη δύναμη ανάμεσα στις επιφάνειες

   γ. Η τριβή εξαρτάται από το βάρος.

Εργαστηριακή άσκηση

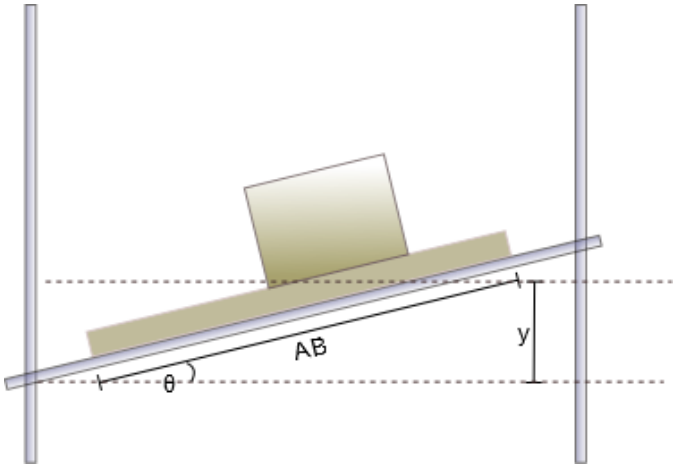
(Μελέτη της τριβής σε κεκλιμένο επίπεδο)

Ονοματεπώνυμο/Τμήμα .....

Ημερομηνία .....

Στην διάταξη που έχεις στην θέση εργασίας σου, τοποθέτησε την επίπεδη επιφάνεια αρχικά σε οριζόντια θέση (χρησιμοποιώντας το αλφάδι).

Τοποθέτησε τον κύβο πάνω στην ξύλινη επιφάνεια ώστε να εφάπτεται η πλευρά με το αλουμίνιο. Φρόντισε ώστε οι επιφάνειες που θα εφάπτονται, να είναι καθαρές...



Μηδένισε την ένδειξη στον ψηφιακό μετρητή απόστασης.

1. Μέτρησε το μήκος του οριζόντιου τμήματος AB:

   L = ... cm

Άρχισε να ανεβάζεις αργά – αργά το κεκλιμένο επίπεδο, από την μεριά του μετρητή, ώστε να αυξηθεί η κλίση του. Φρόντισε ώστε ο κύβος να παραμένει ακίνητος.

2. Ποια δύναμη τον εμποδίζει να γλιστρήσει; .....

3. Σχεδίασε τις δυνάμεις που θεωρείς ότι ασκούνται στον κύβο, και ανέλυσε τις σε άξονες παράλληλα και κάθετα στο κεκλιμένο επίπεδο.

4. Ακριβώς πριν αρχίσει να ολισθαίνει, σταμάτησε να αυξάνεις την κλίση του επιπέδου και σημείωσε την ένδειξη του μετρητή, h_1:

   h_1 = ... cm

5. Εφάρμοσε την σχετική εξίσωση της θεωρίας για την ισορροπία των δυνάμεων σε κάθε διεύθυνση, y'y & x'x. (*Υπόδειξη: Γράψε τις δυνάμεις της τριβής και του βάρους σε συνάρτηση με τον συντελεστή τριβής, την μάζα, την g και την γωνία)*

   .....

   .....

6. Χρησιμοποιώντας τις εξισώσεις της ερώτησης 4, υπολόγισε τον συντελεστή τριβής ανάμεσα στο αλουμίνιο και το ξύλο, σε συνάρτηση με την γωνία κλίσης (...*εφθ*).

   .....

   .....

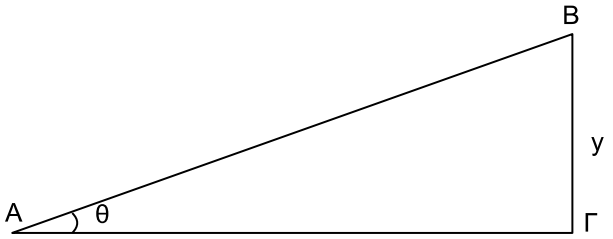
   .....

7. Με την βοήθεια της ένδειξης του μετρητή, υπολόγισε την εφαπτομένη της γωνίας θ:

   .....

   .....

   .....



8. ...άρα ο συντελεστής τριβής ανάμεσα στο ξύλο και το αλουμίνιο, σύμφωνα με τα συμπεράσματα των ερωτήσεων 5 & 6 είναι:

   μ_1 = ...

9. Πρόσθεσε ένα βαρίδι 50g στο αντικείμενο. Τι από τα επόμενα θα συμβεί;

   α. Άλλαξε η κάθετη δύναμη ανάμεσα στις επιφάνειες;

   β. Άλλαξε η δύναμη της τριβής ανάμεσα στις επιφάνειες;

   γ. Άλλαξε η γωνία στην οποία ισορροπούσε το σώμα;

δ. Άλλαξε ο συντελεστής τριβής;

Τοποθέτησε ξανά το επίπεδο στην οριζόντια θέση, και τοποθέτησε το σώμα έτσι ώστε να εφάπτεται η πλευρά που έχει λάστιχο. Επανέλαβε τα βήματα 3, 5, 6, και 7 και υπολόγισε τον συντελεστή τριβής ανάμεσα στο λάστιχο και το ξύλο.

μ_2 = ...

10. Χαρακτήρισε ως σωστή η λανθασμένη κάθε μία από τις επόμενες προτάσεις:

α. Η τριβή εξαρτάται από την κάθετη δύναμη που πιέζει τις δύο επιφάνειες.

β. Η δύναμη της τριβής είναι ανεξάρτητη του είδους των επιφανειών

γ. Ο συντελεστής τριβής εξαρτάται από το βάρος των σωμάτων που εφάπτονται.

δ. Ο συντελεστής τριβής έχει μονάδα μέτρησης το 1N.

ε. Ο συντελεστής τριβής μπορεί να υπολογιστεί, αρκεί να γνωρίζουμε μόνο την γωνία κλίσης του κεκλιμένου επιπέδου.

Κεφάλαιο 2.3: Δύναμη και κίνηση

Στόχοι

Οι μαθητές:

- Να συσχετίζουν την αιτία – δύναμη με το αποτέλεσμα – κίνηση
- Να αντιληφθούν την αναλογία δύναμης - επιτάχυνσης.
- Να εφαρμόσουν τις εξισώσεις της θεωρίας (εξισώσεις κίνησης, νόμοι του Νεύτωνα) στην μελέτη πραγματικών προβλημάτων.
- Να χρησιμοποιήσουν την επιτάχυνση που υπολόγισαν στην μελέτη μιας μεταβαλλόμενης κίνησης.

Εικ.2. 4: Τροχαλία με βαρίδι

Θεωρητικό υπόβαθρο.

- 1ος νόμος Νεύτωνα , θεμελιώδης νόμος μηχανικής, Τριβή
- Εξισώσεις ταχύτητας & μετατόπισης στην ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση.

Δραστηριότητες

Όργανα - Υλικά

- Τροχαλίες που στηρίζονται στο θρανίο. Εναλλακτικά, με δύο βιβλία, ένα καλαμάκι και ένα ξυλάκι από ... σουβλάκι, όπως στο σχήμα.
- Νήμα, βαρίδια 100g - 200g...
- Χάρακας-Μετροταινία
- Χρονόμετρα
- Δυναμόμετρα.

Εικ.2. 5: Αυτοσχέδια "τροχαλία"

1η & 2η Δραστηριότητα

Οι μαθητές κατανέμονται ανά 2-3 στα θρανία. Σε κάθε θρανίο, είναι τοποθετημένη μία "τροχαλία". Το νήμα συνδέει το βιβλίο με το βαρίδι...

Σχεδιάζουν τις δυνάμεις που ασκούνται στο βαρίδι. Μετρούν με το δυναμόμετρο την μάζα του βαριδιού.

Ελευθερώνουν το σύστημα για να κινηθεί. Μετρούν τον χρόνο για να μετακινηθεί το νήμα κατά μια ορισμένη απόσταση και υπολογίζουν και την επιτάχυνση που αποκτά το βαρίδι, χρησιμοποιώντας την εξίσωση της ομαλά επιταχυνόμενης κίνησης.

Υπολογίζουν την συνισταμένη δύναμη στο βαρίδι, καθώς και την τάση από το νήμα.

3η & 4η Δραστηριότητα

Μετρούν με το δυναμόμετρο την μάζα του βιβλίου.

Αφού ελευθερώσουν το σύστημα όπως και στις δραστηριότητες 1 & 2,

- μετρούν τον χρόνο που χρειάζεται για την μετατόπιση του βιβλίου...
- σχεδιάζουν τις δυνάμεις,
- υπολογίζουν την επιτάχυνση από τις εξισώσεις της κίνησης,
- την συνισταμένη δύναμη από τον θεμελιώδη νόμο της μηχανικής και
- την τιμή της τριβής .
- Επίσης υπολογίζουν τον συντελεστή τριβής ολίσθησης του βιβλίου στο θρανίο.

Εικ.2. 6: Μελέτη κίνησης του βαριδιού

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

- *Στις δραστηριότητες 1 & 2 μελετάμε μόνο την κίνηση του βαριδιού . Το βιβλίο παίζει κυρίως ρόλο "φρένου" στην κίνηση του βαριδιού....*
- *Η απόσταση που θα διανύσει το βαρίδι (π.χ. 40cm) μπορεί να είναι και από πριν σημειωμένη πάνω στο νήμα με δύο σημάδια. Τα 40cm είναι μια απόσταση ενδεικτική, ανάλογα με το στήσιμο της διάταξης μπορεί να διαφέρει.*
- *Τα θρανία στις τάξεις, μπορεί να έχουν διάφορα θέματα ..."ανώμαλης επιφάνειας. Γενικά στην ολίσθηση του βιβλίου βοηθάει η τοποθέτηση σελίδας/δων χαρτιού Α4 ανάμεσα στο βιβλίο και το θρανίο.*
- *Η κίνηση του βαριδιού θεωρείται ομαλά επιταχυνόμενη. Μια ποιοτική εξήγηση βρίσκεται στο ότι οι δυνάμεις – αίτια που την προκαλούν, δεν αλλάζουν κατά την διάρκεια της άρα, και η επιτάχυνση – αποτέλεσμα δεν έχει ...λόγο να αλλάξει.*
- *Η διάταξη φτιάχνεται και από τον καθηγητή στην έδρα ώστε να δουν τα παιδιά την διαδικασία*
- *Ενδεικτικές τιμές:*

Χρησιμοποιώντας την διάταξη της εικόνας και με βαρίδι m=200g, υπολογίσαμε:

Απόσταση	**Χρόνος**	**Επιτάχυνση**	**ΣF**	**F_N**
40cm	**1s**	**0,8m/s^2**	**0,16N**	**1,84N**

Εργαστηριακή άσκηση

Όργανα - Υλικά

- Αντικείμενο που θα εκτελέσει την κίνηση (π.χ. παραλληλεπίπεδο κομμάτι ξύλο ή πλακίδιο)
- Τροχαλία.
- Νήμα (70-80cm).
- Μάζα (50gr ή ροδέλλες.)
- Ένα πλαστικό ποτηράκι (ελαφρύ) και λίγο νερό.
- Δυναμόμετρα 100g - 500g.
- Χρονομετρητής.
- Μετροταινία

Εικ.2. 7: Υλικά για την μελέτη της κίνησης του ξύλινου πλακιδίου

Διαδικασία

Αρχικά συνδέουμε στο αντικείμενο μέσω μίας τροχαλίας ένα ελαφρύ ποτηράκι όπου προσθέτουμε λίγες σταγόνες νερό, ώστε το σύστημα να ισορροπήσει. Προσθέτοντας προσεκτικά νερό, παρατηρούμε πότε αρχίζει οριακά η κίνηση. (Ελέγχουμε την κατάσταση ισορροπίας χτυπώντας ελαφρά το τραπέζι). Το βάρος του νερού με το ποτηράκι, είναι περίπου ίσο με την τριβή που θα δέχεται το αντικείμενο στην διάρκεια της κίνησης του.

Εικ.2. 8: Διάταξη εργαστηριακής άσκησης

Εναλλακτικά, πιο εύκολα αλλά ίσως με μικρότερη ακρίβεια, μπορούμε να τραβήξουμε το αντικείμενο οριζόντια με σταθερή ταχύτητα με ένα δυναμόμετρο, ή να χρησιμοποιήσουμε το παιδικό αυτοκινητάκι της διαδικασίας 2.2. Το δυναμόμετρο δίνει τη τιμή της δύναμης της τριβής ολίσθησης.

Αναρτούμε μία ορισμένη μάζα (βαρίδι ή ροδέλες) μέσω της τροχαλίας. Μετράμε τον χρόνο που χρειάζεται το αντικείμενο να διανύσει μια ορισμένη απόσταση και χρησιμοποιώντας τις εξισώσεις κίνησης υπολογίζουμε την επιτάχυνση.

Μέσω της επιτάχυνσης υπολογίζουμε την συνισταμένη δύναμη που δέχεται το αντικείμενο και (αφού γνωρίζουμε την τριβή) υπολογίζουμε την τάση του νήματος.

Συγκρίνουμε την την τάση του νήματος με το βάρος του βαριδιού.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

- *Στο πρώτο μέρος του φύλλου εργασίας, υπολογίζουμε την τριβές κατά την διάρκεια της ολίσθησης. (Ενδεικτικά, T = 0,94N, για βάρος αντικειμένου w = 3,2N)*
- *Στο δεύτερο μέρος υπολογίζουμε την τάση του νήματος κατά την διάρκεια της κίνησης. Φροντίζουμε να κρεμάσουμε μικρή μάζα, ώστε η επιτάχυνση να μην είναι μεγάλη και να διαρκέσει περισσότερο χρόνο η κίνηση.*
- *Η τροχαλία που χρησιμοποιούμε θεωρούμε ότι έχει αμελητέα μάζα, (στα όρια των υπολογισμών και των σφαλμάτων μέτρησης της άσκησης).*
- *Ενδεικτικές μετρήσεις*

1η Δραστηριότητα

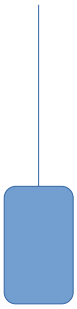
(Μέτρηση επιτάχυνσης)

Ονοματεπώνυμο/Τμήμα …….....

Ημερομηνία ……. .....

Χρησιμοποίησε το καλαμάκι, το ξυλάκι, το νήμα και τρία βιβλία ώστε να φτιάξεις την διάταξη του σχήματος. Στερέωσε το σύστημα ώστε το βαρίδι να μην κινείται.

1. Ποιες δυνάμεις ασκούνται στο βαρίδι; ……
2. Σχεδίασε τις στο παρακάτω σχήμα:



Μέτρησε μία απόσταση s = 40cm από την "τροχαλία" προς το βιβλίο πάνω στο θρανίο και σημείωσε την πάνω στο νήμα με δύο σημάδια. (40cm είναι περίπου 2 φορές το πλάτος του βιβλίου της φυσικής...)

3. Άφησε ελεύθερο το βαρίδι και μέτρησε τον χρόνΓιαο που χρειάστηκε για να μετακινηθεί κατά την απόσταση s. Επανέλαβε την μέτρηση 2-3 φορές και κατέγραψε τον χρόνο της κίνησης (π.χ. τον μέσο όρο). Δt = ……..…
4. η επιφάνεια

   ……
5. Χρησιμοποιώντας την εξίσωση της μετατόπισης για την κίνηση και τον χρόνο

που είχες μετρήσει πριν, υπολόγισε την επιτάχυνση του.

.....

.....

.....

2η Δραστηριότητα

(Υπολογισμός τάσης του νήματος)

1. Πόση είναι η μάζα του βαριδιού και πόσο το βάρος του;

m = ... w = ...

2. Εφάρμοσε τον θεμελιώδη νόμο της μηχανικής και υπολόγισε την συνισταμένη δύναμη που ασκείται στο βαρίδι.

.....

.....

3. Πόση είναι η δύναμη που ασκεί το νήμα στο βαρίδι;

.....

4. Επέλεξε την πιο αντιπροσωπευτική από τις επόμενες προτάσεις:

Η δύναμη που ασκεί το νήμα στο βαρίδι σε σχέση με το βάρος του, είναι

α. ίση με αυτό

β. μικρότερη από αυτό

γ. μεγαλύτερη από αυτό

δ. ίση με με το βάρος του όταν το βαρίδι ισορροπεί και μικρότερη από αυτό όταν το βαρίδι πέφτει.

3η Δραστηριότητα

(Κίνηση με τριβή)

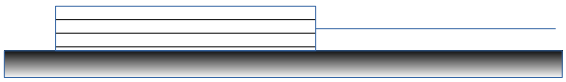
Ονοματεπώνυμο/Τμήμα …….....

Ημερομηνία ……. .....

Α

Χρησιμοποίησε το καλαμάκι, το ξυλάκι, το νήμα και τρία βιβλία ώστε να φτιάξεις την διάταξη του σχήματος. Σημείωσε στο νήμα δύο σημεία, ένα στην άκρη του θρανίου (εκεί που ακουμπάει στο καλαμάκι, και ένα σε απόσταση s = 40cm). Κρέμασε το βαρίδι και στερέωσε το ώστε αρχικά το βιβλίο να μην κινείται.

1. Ποιες δυνάμεις ασκούνται στο βιβλίο;
   Σχεδίασε τις:



2. Ελευθέρωσε το σύστημα για να κινηθεί. Τι είδους κίνηση εκτελεί;

   ……

3. Μέτρησε τον χρόνο που χρειάζεται για να διανύσει την απόσταση s = 40cm

   ……

4. Πόση είναι η επιτάχυνση που αποκτάει;

   ……

   ……

4η Δραστηριότητα

(Τριβή ολίσθησης – συντελεστής τριβής ολίσθησης)

1. Μέτρησε την μάζα του βιβλίου πάνω στο θρανίο.

   ……

2. Πόση είναι η συνισταμένη δύναμη που δέχεται; (Εφάρμοσε τον θεμελιώδη νόμο της μηχανικής)

   ……

3. Πόση είναι η δύναμη της τριβής που δέχεται το βιβλίο; (*Χρησιμοποίησε και το αποτέλεσμα της 2ης δραστηριότητας, για την δύναμη που ασκεί το νήμα στο βιβλίο.* F_N *= ……)*

   ……

   ……

4. Εφαρμόζοντας τον νόμο της τριβής ολίσθησης, υπολόγισε τον συντελεστή τριβής ολίσθησης ανάμεσα σε στο χαρτί του βιβλίου και την επιφάνεια του θρανίου.

   ……

   ……

   ……

   ……

Εργαστηριακή Άσκηση

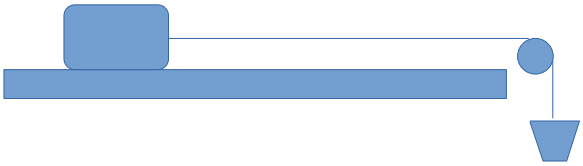
(Ομαλά Επιταχυνόμενη Κίνηση με τριβή)

Ονοματεπώνυμο/Τμήμα .....

Ημερομηνία .....

Α' Μέρος

Η μάζα του του αντικειμένου (π.χ πλακιδίου) είναι (χρησιμοποίησε το δυναμόμετρο):



m = ... gr

Σύνδεσε το αντικείμενο με το ποτήρι μέσω της τροχαλίας και του νήματος. Συμπλήρωσε λίγο νερό στο ποτηράκι, έτσι ώστε το σύστημα να παραμένει σε ισορροπία.

1. Πόση είναι η συνισταμένη δύναμη που ασκείται στο αντικείμενο;

   .....

2. Ποιες επιμέρους δυνάμεις του ασκούνται; Σχεδίασε στο διπλανό σχήμα, και ονόμασε τις.

   .....

   .....

3. Ποια δύναμη προσπαθεί να το κινήσει και ποια το εμποδίζει;

   .....

4. Πρόσθεσε αργά νερό, μέχρι το πλακίδιο να αρχίσει ίσα – ίσα να κινείται. Όταν συμβεί αυτό, μέτρησε το βάρος ποτηριού-νερού με το δυναμόμετρο.

   .....

5. Πόση ήταν η δύναμη της τριβής ακριβώς πριν αρχίσει η κίνηση;

   .....

Β' Μέρος

Σημείωσε πάνω στο τραπέζι, ένα συγκεκριμένο μήκος διαδρομής που θα διανύσει το αντικείμενο: S = 40cm

Κρέμασε το βαρίδι στην θέση που ήταν νωρίτερα το ποτήρι. Το βαρίδι έχει βάρος:

w = ……kg

6. Άφησε το σύστημα ελεύθερο να κινηθεί.
   - Τι δυνάμεις δέχεται το πλακίδιο στην διάρκεια της κίνησης του;

     .....
   - Είναι σταθερές ή μεταβλητές οι δυνάμεις αυτές; .....
   - Ποια είναι μεγαλύτερη; .....

7. Μέτρησε τον χρόνο που χρειάζεται το αντικείμενο για να διανύσει την απόσταση S. Επανέλαβε το πείραμα 3-4 φορές και συμπλήρωσε τις τιμές στον διπλανό πίνακα

Διάρκεια κίνησης Δt	Μέση τιμή χρόνων

8. Τι είδος κίνησης εκτελεί; .....

   - Ποια από τις δύο επόμενες εξισώσεις περιγράφει την απόσταση που διανύει; i) $s=\upsilon\cdot t$ ii) $s=\frac{1}{2}\cdot a\cdot t^2$

9. Χρησιμοποιώντας την εξίσωση που επέλεξες, υπολόγισε την επιτάχυνση *a* κατά την διάρκεια της κίνησης.

   .....

   .....

10. Εφαρμόζοντας τον θεμελιώδη νόμο της μηχανικής, υπολόγισε την συνολική δύναμη που δέχεται το αντικείμενο.

    .....

11. Θεώρησε ότι η δύναμη της τριβής που μέτρησες στην ερώτηση 7, παραμένει σταθερή σε όλη την διάρκεια της κίνησης. Πόση είναι η δύναμη που ασκεί το νήμα στο πλακίδιο; .....

12. Πόσο είναι το βάρος της μάζας που έχεις κρεμάσει; .....

    - Σύγκρινε την προηγούμενη τιμή του βάρους, με αυτήν της δύναμης του νήματος. .....

13. Ποια από τις επόμενες προτάσεις είναι σωστή;

    α. Η δύναμη που τραβάει το πλακίδιο προς την κατεύθυνση της κίνησης είναι το βάρος του βαριδιού.

    β. Η δύναμη που τραβάει το πλακίδιο προς την κατεύθυνση της κίνησης είναι η δύναμη του νήματος.

    γ. Το βάρος του βαριδιού είναι ίσο με την τάση του νήματος.

    δ. Το βαρίδι κάνει ελεύθερη πτώση.

Κεφάλαιο 2.4: Βάρος – Επιτάχυνση της Βαρύτητας

Στόχοι

- Να εφαρμόσουν οι μαθητές τις εξισώσεις που έχουν διδαχθεί θεωρητικά, χρησιμοποιώντας πειραματικά δεδομένα.
- Να μπορέσουν να υπολογίσουν την επιτάχυνση με την οποία πέφτει ένα σώμα.

Θεωρητικό Υπόβαθρο

- Η εξίσωση υπολογισμού της αλγεβρικής τιμής της ταχύτητας
- Εξισώσεις θέσης - χρόνου και ταχύτητας – χρόνου στην ευθύγραμμη ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση

Δραστηριότητες

Όργανα - Υλικά

1η Δραστηριότητα

- Βιντεοπροβολέας, ηλεκτρονικός υπολογιστής με σύνδεση στο διαδίκτυο, για το video του BBC2 (από τον χρόνο 2,5 min και μετά), που βρίσκεται στην διεύθυνση :

  https://youtu.be/E43-CfukEgs?list=PLdYVTm5g-sct2UBzWBOi3epi_FeQ68Z_r

2η Δραστηριότητα

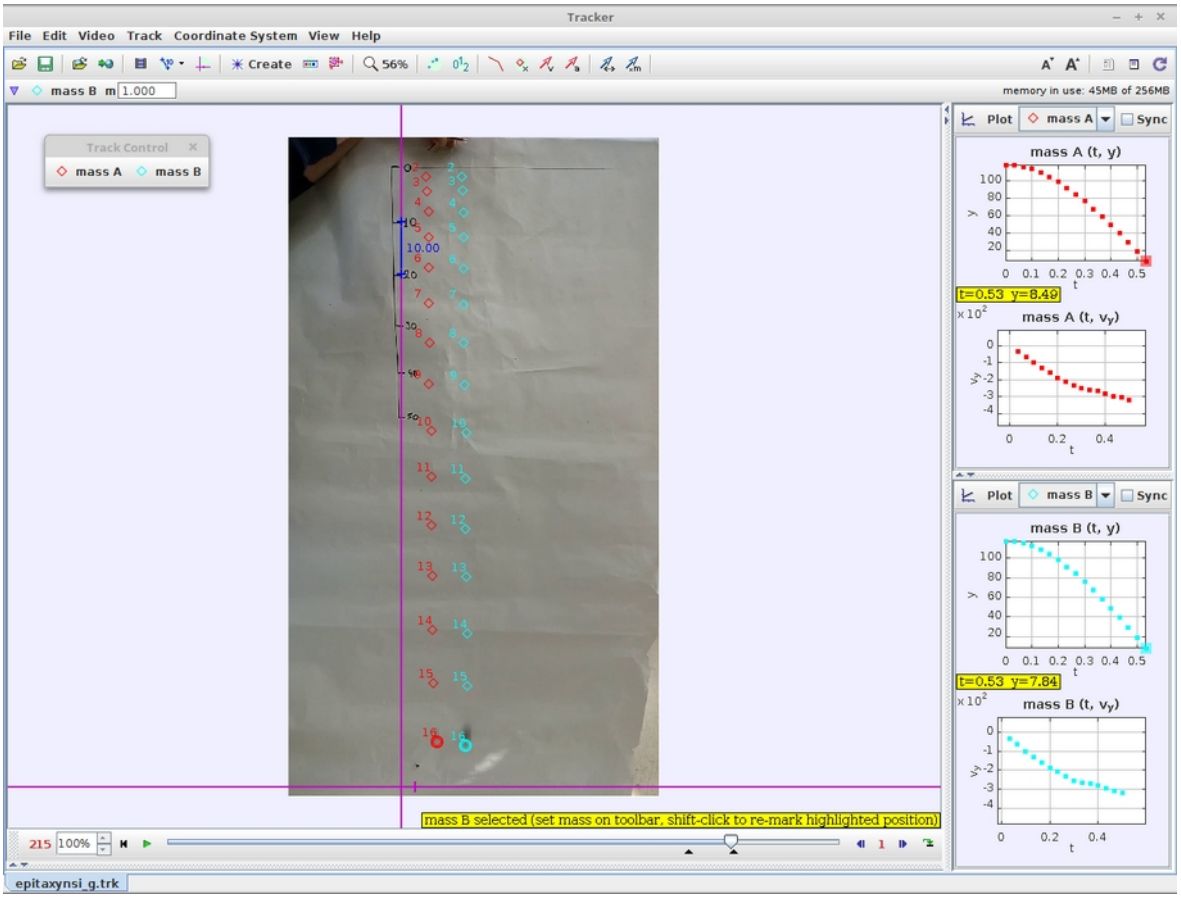
- Ηλεκτρονικός υπολογιστής και βιντεοπροβολέας με εγκατεστημένο το πρόγραμμα "tracker" για την ανάλυση και επεξεργασία του video.
- Δύο βαρίδια διαφορετικής μάζας, (π.χ. 50 και 200g) και λίγη πετονιά
- **Εναλλακτικά, προτείνεται η χρήση του έτοιμου σχετικού υλικού που βρίσκεται εδώ.**

Διαδικασία 1ης δραστηριότητας.

Στο συγκεκριμένο βίντεο φαίνεται το εντυπωσιακό πείραμα της ελεύθερης πτώσης μιας μεταλλικής μπάλας και ενός φτερού, μέσα σε έναν θάλαμο κενού... Τα δύο αντικείμενα φτάνουν ταυτόχρονα στο έδαφος!

Εικ.2. 9: Στιγμιότυπο από το video του πειράματος

Διαδικασία 2ης δραστηριότητας.



Αναρτούμε τα δύο βαρίδια να πέσουν ταυτόχρονα κόβοντας τα νήματα που τα συγκρατούν. (Χρησιμοποιήσαμε ένα κοινό νήμα και σαν "αποστάτη" ένα κομμάτι χαρτόνι, όπως στο

σχήμα). Βιντεοσκοπούμε την κίνηση και την αναλύουμε με το πρόγραμμα “tracker”.

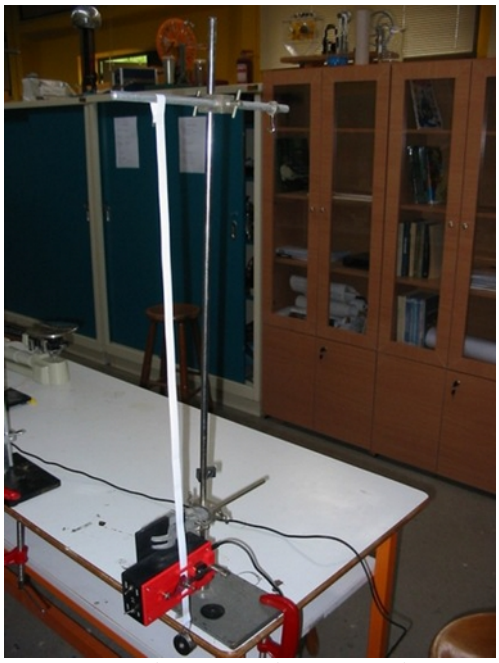
Αν υπάρχει δυσκολία στην εφαρμογή της συγκεκριμένης διαδικασίας στην τάξη, μπορούμε απλά να αφήσουμε τα δύο βαρίδια να πέσουν, και στην συνέχεια να δείξουμε το video της πτώσης μέσω του προγράμματος “tracker”, για σχολιασμό και ολοκλήρωση των φύλλων εργασίας.

Οι μαθητές παρατηρούν στο video την ταυτόχρονη πτώση των μαζών και καταγράφουν τις μετρήσεις ή τις παίρνουν έτοιμες (προσυμπληρωμένες στα φύλλα εργασίας τους). Με την βοήθεια τους από το διάγραμμα της μετατόπισης με τον χρόνο σχολιάζουν το είδος της κίνησης και από το διάγραμμα της ταχύτητας και υπολογίζουν την g (προσεγγιστικά, στα πλαίσια της ακρίβειας των μετρήσεων και των υπολογισμών τους).

Εργαστηριακές Ασκήσεις

1η Άσκηση

Όργανα - Υλικά



Εικ.2. 10: Διάταξη ελεύθερης πτώσης με χαρτοταινία

- Ορθοστάτης - Ράβδοι – Βάση – Σφιγκτήρες.
- Χρονομετρητής με γνωστή περίοδο / συχνότητα. (π.χ., 1/20s)
- Χαρτοταινία (περίπου 100cm), σπάγκος (περίπου 2m)
- Βαρίδια, Χάρακας ή μεζούρα.

Διαδικασία (με ενδεικτικές τιμές)

- Στο κάτω μέρος της χαρτοταινίας κρεμάμε μία μάζα (π.χ. 50gr, ή μερικές ροδέλες)
- Ενεργοποιούμε τον χρονομετρητή και κόβουμε την χαρτοταινία στο πάνω μέρος, ώστε η μάζα (μαζί με την χαρτοταινία) να πέσουν ελεύθερα. Τα σημάδια στην χαρτοταινία αντιστοιχούν σε χρόνο ίσο με την περίοδο του χρονομετρητή.
- Μετράμε δύο μετατοπίσεις στην αρχή και στο τέλος της κίνησης, π.χ. :

$$\Delta y_{αρχ} = 0{,}3cm \quad \& \quad \Delta y_{τελ} = 6{,}4cm$$

- Υπολογίζουμε την (μέση) ταχύτητα για τα δύο προηγούμενες μετατοπίσεις:

$$υ_{αρχ} = \ldots 15cm/s \quad \& \quad υ_{τελ} = 320cm/s$$

- Ο συνολικός χρόνος κίνησης (1η – τελευταία μέτρηση) είναι $\Delta t_{ολ} = N.\Delta t$ (π.χ. ...= 0,32s) όπου N, ο αριθμός των μετρήσεων

- Υπολογίζουμε το g από την εξίσωση της ταχύτητας στην επιταχυνόμενη κίνηση

$$υ_{τελ}=υ_{αρχ}+g\cdot.Δt$$

(Για τις μετρημένες τιμές του παραδείγματος προέκυψε : $g = 9,5 m/s^2$)

- Μετρώντας περισσότερες μετατοπίσεις Δy, μπορούμε να υπολογίσουμε αντίστοιχα περισσότερες τιμές ταχύτητας. Φροντίζουμε οι αποστάσεις Δy να απέχουν χρονικά μεταξύ τους ίσους χρόνους (... ίσο αριθμό "τικ"). Έτσι οι μαθητές φτιάχνουν το διάγραμμα ταχύτητας χρόνου και υπολογίζουν την επιτάχυνση από την κλίση.
- Οι μαθητές μπορούν να εφαρμόσουν τις μετρήσεις τους στην εξίσωση της μετατόπισης και να συγκρίνουν το αποτέλεσμα που υπολογίζουν με το μήκος της χαρτοταινίας που χρησιμοποιούμε.

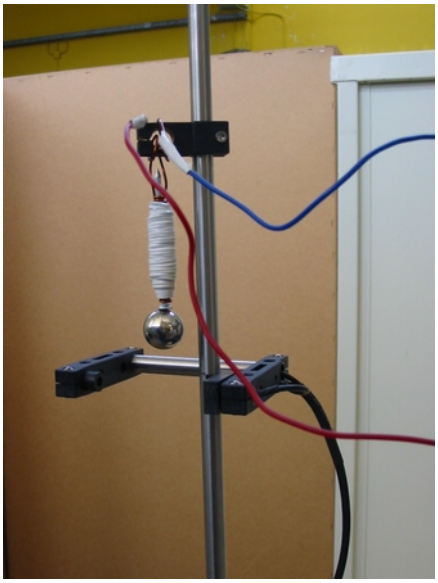
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

➢ *Συνολικά, η συγκεκριμένος τρόπος εκτέλεσης του πειράματος δεν είναι ιδιαίτερα εύχρηστος. Καθώς οι μαθητές πρέπει να έχουν κάποια βασική εξοικείωση με την χρήση του χρονομετρητή χαρτοταινίας. Στην πράξη, η χρήση των φωτοπυλών (2η άσκηση) για την μέτρηση των ταχυτήτων και του χρόνου, ήταν πιο αποτελεσματική.*

2η Άσκηση

Όργανα - Υλικά

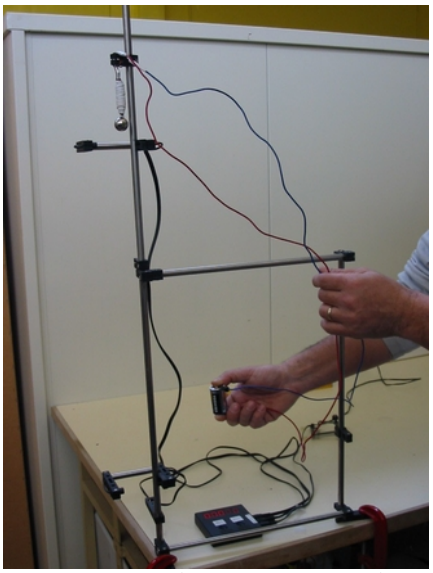
- Ορθοστάτης - Ράβδοι – Βάση – Σφιγκτήρες.
- 2 Φωτοπύλες
- Δύο διαφορετικού μεγέθους μεταλλικές μπίλιες, γνωστής διαμέτρου – νήμα της στάθμης
- Έναν (αυτοσχέδιο ηλεκτρομαγνήτη, π.χ. καρφί με καλώδιο).



Εικ.2. 11: Ηλεκτρομαγνήτης για την συγκράτηση της μπίλιας

Διαδικασία

- Στο πάνω μέρος της διάταξης αναρτούμε μέσω του ηλεκτρομαγνήτη την μεταλλική μπίλια.
- Σε καθορισμένη απόσταση μεταξύ τους στερεώνουμε τις δύο φωτοπύλες και τις ρυθμίζουμε σε λειτουργία F1 (μέτρηση στιγμιαίας ταχύτητας). Ευθυγραμμίζουμε το σύστημα με το νήμα της στάθμης.
- Αφήνουμε την μπίλια να πέσει ελεύθερα (διακόπτουμε την τροφοδοσία του ηλεκτρομαγνήτη). Οι μαθητές υπολογίζουν στα φύλλα εργασίας τους την ταχύτητα στις δύο φωτοπύλες (Δy/dt).
- Επαναλαμβάνουμε το πείραμα με τις φωτοπύλες σε λειτουργία F2 και μετράμε τον χρόνο κίνησης ανάμεσα τους.



Εικ.2. 12: Διάταξη φωτοπυλών

- Χρησιμοποιώντας την εξίσωση της ταχύτητας στην ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση, οι μαθητές υπολογίζουν την επιτάχυνση της βαρύτητας. Επαναλαμβάνουμε τον υπολογισμό για την δεύτερη μπίλια. Επίσης, οι μαθητές χρησιμοποιούν και την εξίσωση του διαστήματος για να υπολογίσουν την απόσταση των δύο φωτοπυλών, και την συγκρίνουν με αυτήν που μετράμε με έναν χάρακα. Σχολιάζουμε.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

- *Οι πειραματικές διαδικασίες 1 & 2, λόγω της πολυπλοκότητας της διάταξης τους, γίνονται από τον διδάσκοντα. Οι μαθητές σημειώνουν τις μετρήσεις και να κάνουν τους υπολογισμούς.*
- *Η προηγούμενες πειραματικές διαδικασίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε συνδυασμό με την Α.Δ.Μ.Ε: Από την εφαρμογή της ανάμεσα στις δύο θέσεις μπορούμε να υπολογίσουμε την τιμή του g:*

$$m\cdot g\cdot h_1+\frac{1}{2}m\cdot \upsilon_{\alpha\rho\chi}^2=m\cdot g\cdot h_2+\frac{1}{2}m\cdot \upsilon_{\tau\varepsilon\lambda}^2$$

Δραστηριότητα 1

(Παρακολούθηση video ελεύθερης πτώσης)

Ονοματεπώνυμο/Τμήμα .....

Ημερομηνία .....

1. Πριν παρακολουθήσεις το video: Ποιο αντικείμενο πιστεύεις ότι θα φτάσει πρώτο στο έδαφος;

   Α. Η μεταλλική μπάλα Β. Το φτερό Γ. Θα φτάσουν ταυτόχρονα

2. Είναι εύκολο να φτιάξουμε "κενό"; .....

3. Στο παρακάτω σχήμα, σημείωσε τις δυνάμεις που ασκούνται στα αντικείμενα, αν αυτά πέφτουν στον αέρα (Α) και στο κενό (Β)

Α. Αέρας

Β.Κενό

4. Σε ποια περίπτωση μπορούμε να θεωρήσουμε αμελητέα την αντίσταση του αέρα:

   α. Όταν μεταλλική μπάλα πέφτει στον αέρα

   β. Όταν το φτερό πέφτει στον αέρα

   γ. Και στις δύο προηγούμενες περιπτώσεις

   δ. Σε καμία από τις προηγούμενες περιπτώσεις

Δραστηριότητα 2

(Παρακολούθηση video ελεύθερης πτώσης - tracker)

Ονοματεπώνυμο/Τμήμα .....

Ημερομηνία .....

1. Παρατήρησε την πτώση των δύο αντικειμένων. Οι μάζες τους είναι m_1 = ... και m_2 = ... Ποιο θεωρείς ότι θα πέσει πρώτο στο έδαφος;

   .....

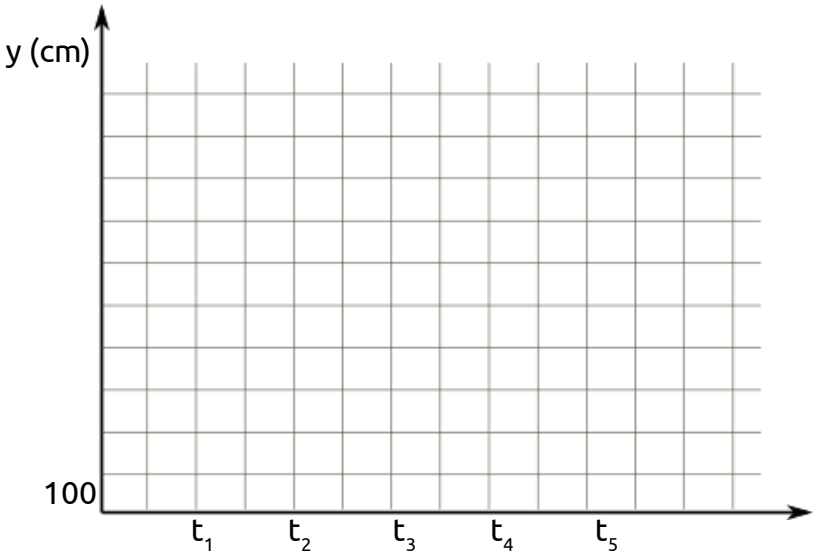
2. Επιβεβαίωσε η διόρθωσε την απάντηση σου στην προηγούμενη ερώτηση, παρακολουθώντας το video της πτώσης.

Οι τιμές της απόστασης (ύψους) της μάζας m_2 από το σημείο αναφοράς (π.χ. έδαφος) και της ταχύτητας της σε συνάρτηση με τον χρόνο, βρίσκονται στον πίνακα.

Χρόνος (.10^{-2})	Ύψος y (cm)	Ταχύτητα (cm/s)
0	110,0	0
3	109,5	33
6	107,8	64
9	105,2	101
12	101,0	132

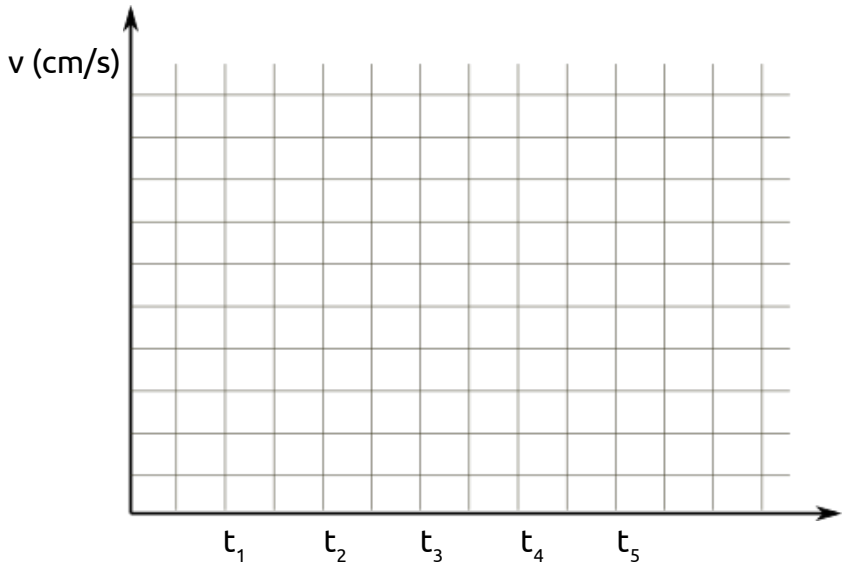
3. Χρησιμοποιώντας τις τιμές του πίνακα, φτιάξε το διάγραμμα του ύψους y με τον χρόνο.

4. Τι είδους κίνηση εκτελεί το βαρίδι;



.....

5. Χρησιμοποίησε τις τιμές της ταχύτητας και φτιάξε το διάγραμμα της ταχύτητας με τον χρόνο.



6. Από την κλίση του διαγράμματος, υπολόγισε την επιτάχυνση με την οποία κινήθηκε το βαρίδι m_2.

.....

.....

.....

7. Επέλεξε τις σωστές από τις επόμενες:

   α. Η επιτάχυνση με την οποία κινήθηκε το βαρύ αντικείμενο είναι μεγαλύτερη.

   β. Και τα δύο αντικείμενα εκτέλεσαν την ίδια κίνηση.

   γ. Αν επαναλαμβάναμε την διαδικασία υπολογισμού της επιτάχυνσης για το σώμα m_1, θα βρίσκαμε την ίδια επιτάχυνση με αυτή που υπολογίσαμε για το m_2 (*προσεγγιστικά, στα πλαίσια των σφαλμάτων στις μετρήσεις...*)

   δ. Η αντίσταση του αέρα δεν υπάρχει.

   ε. Η αντίσταση του αέρα είναι αμελητέα.

Εργαστηριακή άσκηση 1

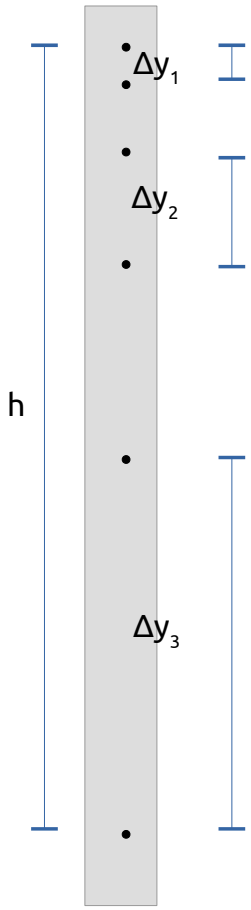
(Ελεύθερη πτώση με χρονομετρητή χαρτοταινίας)

Ονοματεπώνυμο/Τμήμα .....

Ημερομηνία .....

Α' Μέρος

Περνάμε την χαρτοταινία από τον χρονομετρητή και κρεμάμε στο κάτω άκρο το βαρίδι. Στηρίζουμε το πάνω μέρος της χαρτοταινίας ώστε το βαρίδι να κρέμεται από αυτήν.



1. Η περίοδος του χρονομετρητή (χρόνος ανάμεσα σε δύο "τικ") είναι:

$$\Delta t = 1/f = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

Ενεργοποιούμε τον χρονομετρητή και κόβουμε την ταινία στο πάνω μέρος, ώστε να πέσει ελεύθερα, μαζί με το βαρίδι.

2. Το μήκος της χαρτοταινίας το οποίο θα χρησιμοποιήσουμε για τις μετρήσεις είναι: (τελευταίο - πρώτο «τικ») :

$$h = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{ cm}$$

3. Σε τέσσερα σημεία της χαρτοταινίας, (στην αρχή, ενδιάμεσα και στο τέλος της) που ισαπέχουν χρονικά μεταξύ τους, μετρούμε αντίστοιχα τέσσερα μήκη "Δy", διαδοχικών "τικ".

   - Υπολογίζουμε την ταχύτητα στις θέσεις αυτές ($\upsilon = \frac{\Delta y}{\Delta t}$), και συμπληρώνουμε τον παρακάτω πίνακα:

Δy (m)	υ (m/s)

4. Ο συνολικός χρόνος κίνησης ανάμεσα στην πρώτη και στην τελευταία μέτρηση που καταγράψαμε είναι:

$$\Delta t_{ολ} = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{ sec}$$

5. Χρησιμοποιώντας την πρώτη και την τελευταία τιμή ταχύτητας ($υ_1$ και $υ_4$), τον συνολικό χρόνο κίνησης καθώς και τις κατάλληλες εξισώσεις της ομαλά επιταχυνόμενης κίνησης, υπολογίζουμε την τιμή της επιτάχυνσης με την οποία κινήθηκε το βαρίδι.

.....

.....

6. Ποια είναι η τιμή της επιτάχυνσης της βαρύτητας, σύμφωνα με την θεωρία;

$$g = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{ m/s}^2$$

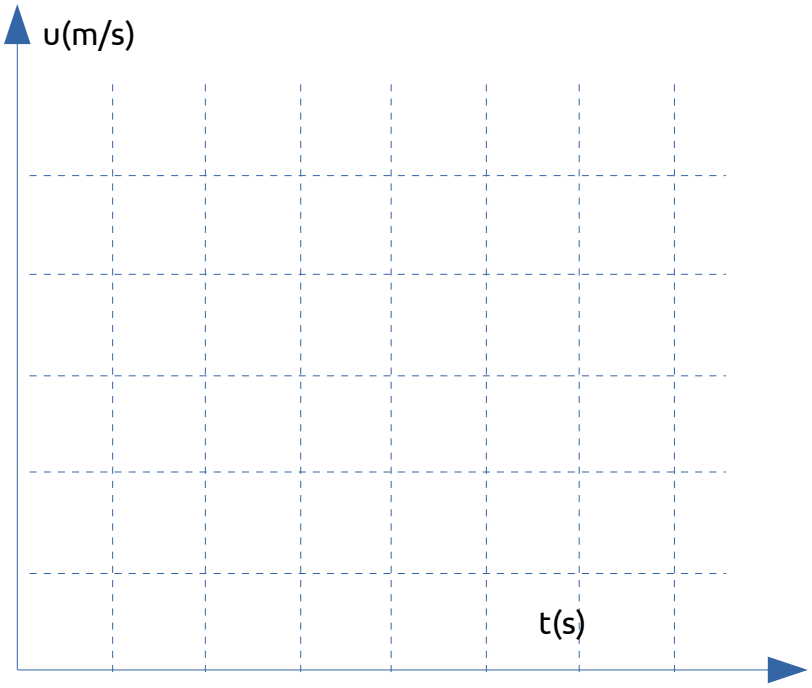
- Που οφείλεται η απόκλιση από την τιμή που υπολογίσαμε;

.....

.....

Β' Μέρος

7. Χρησιμοποιώντας τις τιμές της ταχύτητας του πίνακα και φτιάξε το διάγραμμα υ – t. *Θεώρησε ως t_o= 0 την χρονική στιγμή της πρώτης μέτρησης, $t_{τελ}$ την συνολική τιμή χρόνου που υπολόγισες και ενδιάμεσες χρονικές τιμές που ισαπέχουν μεταξύ τους. (π.χ. t_o = 0, $t_{τελ}$ = 2,1s, άρα t_1 = 0,7s & t_2 = 1,4s).*



8. Από την κλίση του διαγράμματος που έφτιαξες υπολόγισε την επιτάχυνση της βαρύτητας.

   .....

   .....

9. Σύγκρινε την με αυτήν που υπολόγισες στο ερώτημα 5. Ποια μέτρηση είναι ακριβέστερη;

   .....

10. Χρησιμοποιώντας την επιτάχυνση που μέτρησες καθώς και τον συνολικό χρόνο κίνησης, υπολόγισε την συνολική απόσταση που διένυσε το βαρίδι πέφτοντας. Σύγκρινε την με αυτήν που μέτρησες στην ερώτηση 2.

    .....

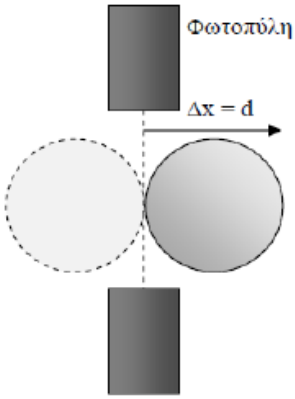
Εργαστηριακή άσκηση 2

(*Ελεύθερη πτώση με χρήση φωτοπυλών)*

Ονοματεπώνυμο/Τμήμα .....

Ημερομηνία .....

Αναρτούμε την μεταλλική σφαίρα στον ηλεκτρομαγνήτη και ευθυγραμμίζουμε τις φωτοπύλες με την βοήθεια του νήματος της στάθμης. Ενεργοποιούμε τις φωτοπύλες σε λειτουργία F1. Διακόπτουμε το ρεύμα στον ηλεκτρομαγνήτη και η μπίλια πέφτει.



Φωτοπύλη σε λειτουργία F1

1. Οι τιμές χρόνου που καταγράφουν οι φωτοπύλες είναι:

   Δt_1 = ... Δt_2 = ...

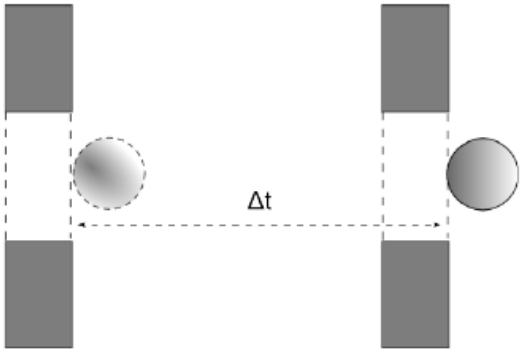
2. Η διάμετρος της μπίλιας είναι: d = ...

3. Η ταχύτητα της μπίλιας όταν πέρναγε από τις φωτοπύλες είχε μέτρο $\upsilon = \frac{d}{\Delta t}$:

   υ_1 = ... υ_2 = ...

4. Επαναλαμβάνουμε το πείραμα με τις φωτοπύλες σε λειτουργία F2, ώστε να μετρήσουμε τον χρόνο κίνησης από την μια φωτοπύλη στην άλλη.

   $\Delta t_{ολ}$ = ...



Φωτοπύλες σε λειτουργία F2

5. Τι είδους κίνηση έκανε η μπίλια;

   .....

6. Χρησιμοποιώντας την εξίσωση της ταχύτητας στην ευθ. ομαλά επιταχυνόμενης κίνησης, υπολογίζουμε το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας, g.

   .....

   .....

7. Αλλάζουμε την μπίλια με μία δεύτερη βαρύτερη, διαμέτρου d_2 = ...

8. Επαναλαμβάνουμε το πείραμα και υπολογίζουμε πάλι την επιτάχυνση.

Δt	υ	$Δt_{ολ}$

   .....

   .....

9. Με κάθε μία από τις τιμές της επιτάχυνσης που υπολόγισες, υπολόγισε την απόσταση των δύο φωτοπυλών (χρησιμοποιώντας την κατάλληλη εξίσωση της κίνησης)

   .....

   .....

10. Σύγκρινε τις τιμές που υπολόγισες με την απόσταση των φωτοπυλών (που μετράμε με έναν χάρακα). Σχολίασε.

   .....

   .....

Ενότητα 3: Έργο – Ενέργεια

Κεφάλαιο 3.1: Έργο Δύναμης

Στόχοι

- Να κατανοήσουν οι μαθητές πότε μία δύναμη παράγει/καταναλώνει έργο και πότε το έργο της είναι μηδέν.
- Να αντιληφθούν την έννοια της ενέργειας ως ικανότητα παραγωγής έργου και να συνδέσουν τις δύο έννοιες (έργο - ενέργεια).

Θεωρητικό υπόβαθρο.

- Έργο σταθερής δύναμης:

$$W_F = F \cdot s$$

- Εξίσωση υπολογισμού κινητικής ενέργειας – εξίσωση υπολογισμού δυναμικής ενέργειας:

$$K = \frac{1}{2} m \cdot \upsilon^2 \quad \& \quad U = m \cdot h$$

Δραστηριότητες

1η Δραστηριότητα

Όργανα - Υλικά

- Βαρίδια 50-100g.

Διαδικασία

- Τοποθετούν το βαρίδι πάνω στο οριζόντιο θρανίο, σε διαφορετικές θέσεις. Σχολιάζουν την αλλαγή (;) της ενέργειας του (...ως ικανότητα παραγωγής έργου)
- Μετακινούν το βαρίδι από την μια θέση στην άλλη κυλώντας το πάνω στο θρανίο. Παίζει ρόλο το βάρος;

2η Δραστηριότητα

Όργανα - Υλικά

- *Βαρίδια 50-100g.*

Διαδικασία

- Ανασηκώνουν λίγο το θρανίο ώστε να κυλίσει το βαρίδι. Αλλάζει η ενέργειά του; Έπαιξε ρόλο το βάρος;
- Η δύναμη βοηθάει ή εμποδίζει την κίνηση; (παραγόμενο-καταναλισκόμενο έργο).

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ: Στο έργο των δυνάμεων μπορούμε να αναφερθούμε ως ικανότητα του "...να γίνει κάτι" . Π.χ.,

- *στο οριζόντιο επίπεδο, το βάρος που είναι κατακόρυφο, δεν μπορεί να προκαλέσει μετακίνηση, άρα έχει μηδενικό έργο, σε αντίθεση με το κεκλιμένο επίπεδο.*
- *μια δύναμη που ασκείται σε αντικείμενο που παραμένει ακίνητο (...τοίχος) έχει μηδενικό έργο .*

Δραστηριότητα 1

Ενέργεια – Μεταβολές Ενέργειας

Ονοματεπώνυμο/Τμήμα .....

Ημερομηνία .....

1. Αφού βεβαιωθείς ότι το θρανίο σου είναι οριζόντιο, τοποθέτησε το βαρίδι σε κάποιο σημείο και άφησε το να ισορροπήσει.

   α. Μετά που θα ηρεμήσει, πρόκειται να αλλάξει κάτι (κατάσταση, θέση κ.λ.π.);

   .....

   β. Έχει ενέργεια στην κατάσταση αυτή;

   ....

   .....

   ....

A

2. Στις διπλανές εικόνες φαίνεται μία μπάλα κατεδάφισης. Σε ποια από τις δύο έχει (περισσότερη) ενέργεια; Δώσε μια εξήγηση.

   ....

   ....

   ....

3. Μετακίνησε το βαρίδι κυλώντας το σε μία άλλη θέση, στο οριζόντιο θρανίο. Αλλάζει η ενέργεια του;

   .....

B

4. Τι δυνάμεις ασκήθηκαν κατά την μετακίνηση; Επηρέασαν την ενέργεια του;

   .....

   .....

Δραστηριότητα 2

Παραγόμενο – Καταναλισκόμενο έργο.

1. Ανασήκωσε λίγο το θρανίο ώστε να κυλίσει το βαρίδι. Ποια από τα επόμενα νομίζεις ότι ισχύουν;

   α. Το βάρος παίζει ρόλο στην μετακίνηση του σώματος.

   β. Το έργο του βάρους είναι μηδενικό.

   γ. Όσο μεγαλύτερη διαδρομή διανύσει το σώμα, τόσο μεγαλύτερο είναι το έργο του βάρους.

   δ. Το μήκος της διαδρομής είναι ανεξάρτητο από το έργο του βάρους.

2. Κατά την προηγούμενη κίνηση του κυλίνδρου, πως μεταβάλλονται τα παρακάτω (αύξηση – ελάττωση);

   α. Το ύψος στο οποίο βρίσκεται .....

   β. Η ενέργεια λόγω της θέσης του (δυναμική) .....

   γ. Η ταχύτητά του .....

   δ. Η ενέργεια λόγω της κίνησης του (κινητική) .....

3. Η δύναμη του βάρους βοηθάει ή εμποδίζει την κίνηση; .....

4. Αν ήθελες να χρησιμοποιήσεις έναν χαρακτηρισμό για την δράση της, ποιον θα επέλεγες;

   α. Η δύναμη έχει θετικό έργο (παραγόμενο)

   β. Η δύναμη έχει αρνητικό έργο (καταναλισκόμενο)

5. Σπρώξε το βαρίδι προς τα πάνω (με μικρή αρχική ταχύτητα), να κινηθεί ανηφορικά. Επανέλαβε τις ερωτήσεις 2-4, για αυτήν την περίπτωση.

6. Χαρακτήρισε κάθε μια από τις επόμενες ως σωστή ή λανθασμένη

   α. Το έργο του βάρους σε οριζόντια μετατόπιση είναι μηδέν.

   β. Όταν μια δύναμη βοηθάει στην μετακίνηση του σώματος, το έργο της είναι αρνητικό.

   γ. Μια δύναμη με θετικό έργο αυξάνει την κινητική ενέργεια του αντικειμένου.

   δ. Όταν ένα αντικείμενο πέφτει χαμηλότερα, το έργο του βάρους είναι θετικό και η δυναμική του ενέργεια αυξάνεται.

Κεφάλαιο 3.2: Έργο Δύναμης – Κινητική Ενέργεια

Στόχοι

Οι μαθητές

- Να υπολογίσουν το *έργο σταθερής δύναμης*.
- Από τις τιμές του έργου για να υπολογίσουν *την τελική ταχύτητα (Θ.Μ.Κ.Ε)*.
- Να *επαληθεύσουν τον υπολογισμό* χρησιμοποιώντας παλαιότερη θεωρία (εξισώσεις κίνησης – νόμοι του Νεύτωνα)

Θεωρητικό υπόβαθρο

- Εξίσωση υπολογισμού έργου σταθ. δύναμης $\vec{F}$ (παράλληλης στην μετατόπιση):

$$W_F = F \cdot s$$

- Κινητική ενέργεια σώματος μάζας m, που κινείται με ταχύτητα $\vec{\upsilon}$:

$$K = \frac{1}{2} m \cdot \upsilon^2$$

- Εξισώσεις ευθύγραμμης ομαλά επιταχυνόμενης κίνησης (χωρίς αρχική ταχύτητα):

$$\Delta x = \frac{1}{2} a \cdot \Delta t^2 \quad \& \quad \upsilon = a \cdot \Delta t$$

- 1ος και 2ος νόμοι δυνάμεων (Νεύτωνα…)

$$\Sigma \vec{F} = m \cdot \vec{\alpha}$$

Όργανα - υλικά

- Εργαστηριακό αμαξίδιο, βαρίδι αμαξιδίου, βαρίδι 50g.
- Παιδικό τραινάκι (κινείται με σταθερή ταχύτητα)

Εικ. 1: Δυναμόμετρο (ιδιοκατασκευή)…

- Δυναμόμετρο 1N (ή βαθμονομημένο ελατήριο όπως στην εικ.1), νήμα
- Χάρακας, χρονόμετρο, ζυγαριά

Διαδικασία

- *Στο εργαστηριακό αμαξίδιο προσθέσαμε μάζα, ώστε να έχει μεγαλύτερη αδράνεια και να κινείται πιο ομαλά. Την μάζα την ζυγίσαμε, καθώς θα χρησιμοποιήσουμε την τιμή της. (π.χ. m =1,14kg)*
- Με το τραινάκι ασκούμε μέσω του δυναμόμετρου δύναμη στο αμαξίδιο, ώστε να κινείται με **σταθερή** ταχύτητα (εικ.2). Η δύναμη που μετράει το δυναμόμετρο είναι ίση με την τριβή... (*Ενδεικτική τιμή ~ 0,05 - 0,07N*)

Εικ. 2: Μέτρηση τριβής

- Αναρτούμε από το αμαξίδιο ένα βαρίδι (π.χ. 50g) μέσω του ελατηρίου που βαθμονομήσαμε και μιας τροχαλίας. Κατά την κίνηση του αμαξιδίου μετράμε την **δύναμη** που ασκεί το νήμα (π.χ. 0,45N), το **μήκος** της διαδρομής που διανύει σε οριζόντια διεύθυνση (π.χ. 60cm) και τον **χρόνο** κίνησης (π.χ. 1,9s).

Εικ. 3: Υπολογισμός έργου δύναμης

- Με δεδομένες τις τιμές των δυνάμεων (νήμα-τριβές), την μετατόπιση και την μάζα του αμαξιδίου, υπολογίζουμε την κινητική ενέργεια και την τελική ταχύτητα του αμαξιδίου

(…Θ.Μ.Κ.Ε.)

- Εφαρμόζοντας την εξίσωση της μετατόπισης στην ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση υπολογίζουμε την επιτάχυνση και επαληθεύουμε την τιμή της ταχύτητας ταχύτητα από τη εξίσωση της ταχύτητας.
- Μέσω του θεμελιώδη νόμου της μηχανικής επιβεβαιώνουμε την τιμή της συνισταμένης δύναμης που υπολογίσαμε .

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ: Οι μετρήσεις δύναμης – μήκους – χρόνου – μάζας είναι προτιμότερο να γίνουν από τον διδάσκοντα και να δοθούν στους μαθητές για επεξεργασία.

Έργο Δύναμης – Μεταβολή Κινητικής Ενέργειας

Ονοματεπώνυμο/Τμήμα .....

Ημερομηνία .....

Α

1. Το αμαξίδιο κινείται με σταθερή ταχύτητα. Πόση είναι η συνισταμένη δύναμη που δέχεται; .....
2. Η δύναμη που δέχεται το αμαξάκι από το νήμα είναι .....N. Άρα η δύναμη της τριβής είναι .....N.
3. Κρεμώντας το βαρίδι και ελευθερώνοντας το σύστημα, το αμαξάκι που αρχικά ήταν ακίνητο εκτελεί ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση.

   α. Η απόσταση που διανύει είναι .....m

   β. Η δύναμη που ασκεί το νήμα είναι ..... N

   γ. Ο χρόνος που διαρκεί η κίνηση αυτή είναι .....sec.
4. Υπολόγισε το έργο της δύναμης που άσκησε το νήμα, καθώς και το έργο της τριβής κατά την διάρκεια της προηγούμενης κίνησης .

   .....

   .....
5. Απάντησε τις παρακάτω ερωτήσεις:

   α. Τι μορφή ενέργειας αποκτάει το αμαξίδιο; .....

   β. Ποια δύναμη πρόσφερε ενέργεια για να κινηθεί το αμαξίδιο και ποια κατανάλωσε ένα μέρος της; .....

   γ. Πόση ενέργεια τελικά απέκτησε το αμαξίδιο;

.....

6. Υπολόγισε την ταχύτητα που απέκτησε το αμαξίδιο μάζας ..... kg .

.....

.....

Β.

7. Με δεδομένο ότι ο χρόνος κίνησης του αμαξιδίου είναι Δt = ... sec και η απόσταση που διένυσε S = ... m, υπολόγισε την επιτάχυνση που απέκτησε.

.....

.....

8. Σύμφωνα με την επιτάχυνση που υπολόγισες, πόση είναι η ταχύτητα που θα έχει αποκτήσει στο τέλος της διαδρομής; Σύγκρινε την τιμή αυτή, με την ταχύτητα που είχες υπολογίσεις στο ερώτημα 6.

....

.....

9. Χρησιμοποίησε την τιμή της επιτάχυνσης του προηγούμενου ερωτήματος και με δεδομένο ότι η μάζα είναι m = ... kg, υπολόγισε την συνισταμένη δύναμη στο αμαξάκι. Σύγκρινε την με αυτήν στα ερωτήματα 1 & 2

.....

Κεφάλαιο 3.3: Διατήρηση Μηχανικής ενέργειας

Στόχοι

- Να διαπιστώσουν ότι η κινητική και η δυναμική ενέργεια μεταβάλλονται με το τετράγωνο του χρόνου.
- Να αντιληφθούν ότι κατά την διάρκεια μίας κίνησης οι επιμέρους ενέργειες, κινητική και δυναμική, μπορεί να αλλάζουν αλλά το άθροισμα τους (μηχανική) μένει σταθερό.

Θεωρητικό υπόβαθρο.

- Εξισώσεις Βαρυτικής δυναμικής και Κινητικής ενέργειας
- Η Μηχανική ενέργεια ως άθροισμα Κινητικής και Δυναμικής ενέργειας.

Δραστηριότητα

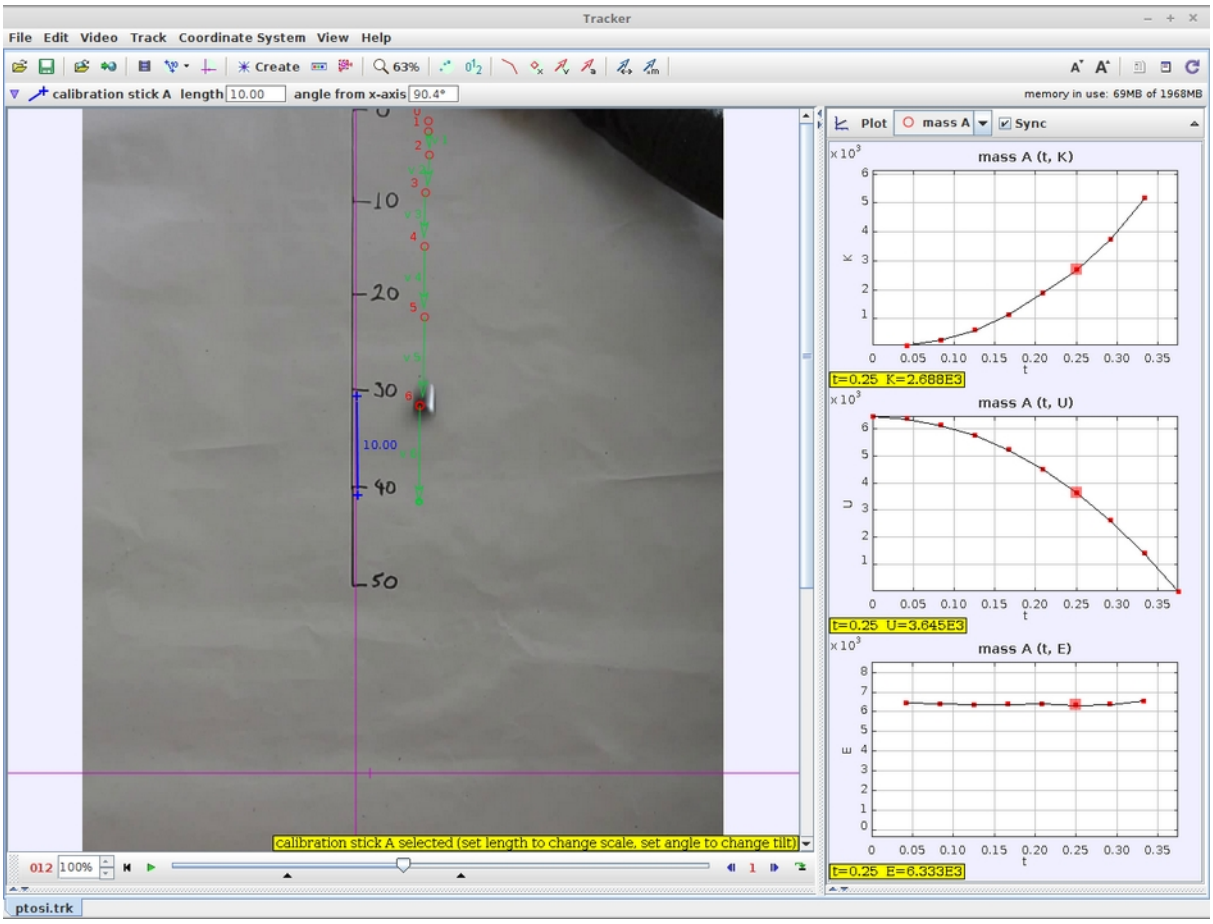
Όργανα - Υλικά

- Ένα βαρίδι των 100g, μια φωτογραφική μηχανή για βιντεοσκόπηση και το πρόγραμμα "tracker" για την ανάλυση και επεξεργασία του video.
- Ηλεκτρονικός υπολογιστής και βιντεοπροβολέας.
- Εναλλακτικά, **προτείνεται** η χρήση του έτοιμου σχετικού υλικού που βρίσκεται εδώ.

Διαδικασία

- Αφήνουμε το βαρίδι να πέσει, και ζητούμε από τους μαθητές να σχολιάσουν ενεργειακά το φαινόμενο της πτώσης.
- Με την βοήθεια του video της δραστηριότητας παίρνουμε μετρήσεις για την θέση και την ταχύτητα του αντικειμένου κατά την διάρκεια της ελεύθερης πτώσης του. Αν χρησιμοποιηθεί το έτοιμο πείραμα, οι μετρήσεις μπορούν να είναι προσυμπληρωμένες στα φύλλα εργασίας των μαθητών.

- Χρησιμοποιώντας τις μετρήσεις, υπολογίζουν τις τιμές της κινητικής και της δυναμικής ενέργειας, και υπολογίζουν την ολική ενέργεια για κάθε θέση.
- Φτιάχνουν τα διαγράμματα των ενεργειών συναρτήσει του χρόνου.



ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

- *Για τις τιμές των μετρήσεων έχουμε χρησιμοποιήσει ως μάζα m = 100gr ως g = 980cm/s^2 και ως μονάδα μέτρησης του μήκους το 1 cm.*
- *Οι μονάδες ενέργειας που προκύπτουν είναι erg, όπου 1erg = 10^{-7}J. Δεν χρειάζεται να αναφερθεί στους μαθητές μπορεί όμως να ζητηθεί η μετατροπή στο S.I. σαν άσκηση.*
- *Στα διαγράμματα, ως τιμές χρόνου μπορούν να μπαίνουν οι t_1, t_2 (όχι αριθμοί, καθώς τα διαγράμματα που ζητούνται είναι ποιοτικά).*

Εργαστηριακή Άσκηση

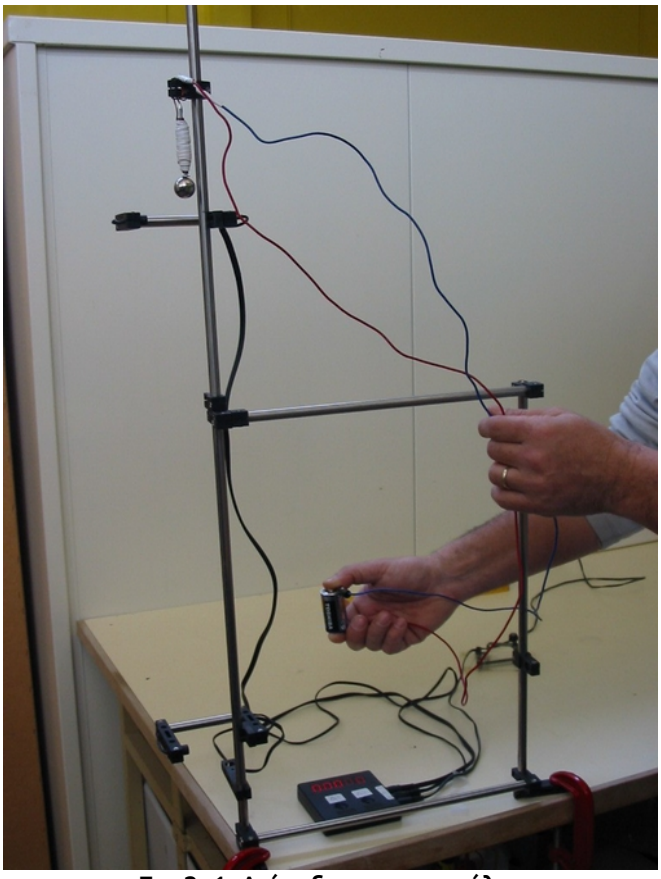
Όργανα - Υλικά

Χρησιμοποιούμε την διάταξη της άσκησης 2, του κεφαλαίου 2.4 (ελεύθερη πτώση)

- Ορθοστάτης - Ράβδοι – Βάση – Σφιγκτήρες.
- 2 Φωτοπύλες
- Δύο διαφορετικού μεγέθους μεταλλικές μπίλιες, γνωστής διαμέτρου – νήμα της στάθμης
- Έναν (αυτοσχέδιο ηλεκτρομαγνήτη, π.χ. καρφί με καλώδιο).

Διαδικασία

- Στο πάνω μέρος της διάταξης αναρτούμε μέσω του ηλεκτρομαγνήτη την μεταλλική μπίλια.
- Σε καθορισμένες θέσεις (ύψη) στερεώνουμε τις δύο φωτοπύλες και τις ρυθμίζουμε σε λειτουργία F1 (μέτρηση στιγμιαίας ταχύτητας). Ευθυγραμμίζουμε το σύστημα με το νήμα της στάθμης.
- Αφήνουμε την μπίλια να πέσει ελεύθερα (διακόπτουμε την τροφοδοσία του ηλεκτρομαγνήτη). Οι μαθητές υπολογίζουν στα φύλλα εργασίας τους την ταχύτητα στις δύο φωτοπύλες (Δy/dt).
- Θεωρώντας την θέση της κάτω φωτοπύλης ως μηδέν, υπολογίζουμε την κινητική και την δυναμική ενέργεια στις τρεις θέσεις καθώς και την μηχανική ενέργεια.



Εικ.3. 1: Διάταξη με φωτοπύλες

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

- *Οι πειραματική διαδικασία της μέτρησης της ταχύτητας, λόγω της πολυπλοκότητας της διάταξης, γίνεται από τον διδάσκοντα. Οι μαθητές σημειώνουν τις μετρήσεις και να κάνουν τους υπολογισμούς.*
- *Η "στιγμιαία" ταχύτητα υπολογίζεται θεωρώντας ως μετατόπιση την διάμετρο της μπίλιας και χρόνο την μέτρηση της φωτοπύλης σε λειτουργία F2. (Στην πραγματικότητα είναι η μέση ταχύτητα σε αυτό το πολύ μικρό χρονικό διάστημα Δt, της τάξης 10^{-2}-10^{-3} s).*
- *Η μάζα της μπίλιας που χρησιμοποιήσαμε στο πείραμα ήταν m =28g σε αρχικό ύψος h = 60cm. Αν χρησιμοποιηθεί μπίλια διαφορετικής μάζας ή σε διαφορετικό αρχικό ύψος, χρειάζεται αλλαγή η τιμή της ενέργειας στην 6η ερώτηση του φύλλου εργασίας.*
- *Η τιμή της g θεωρήθηκε ίση με $10m/s^2$.*

Δραστηριότητα

Η διατήρηση της ενέργειας στην ελεύθερη πτώση (tracker)

Ονοματεπώνυμο/Τμήμα .....

Ημερομηνία .....

1. Παρακολούθησε την πτώση του αντικειμένου μάζας m = ... και σημείωσε τα είδη της ενέργειας που έχει, στα διάφορα στάδια της κίνησης του.

   Αρχή θέση : .....

   Ενδιάμεση θέση: .....

   Τελική θέση: (*σε ύψος μηδέν*) ....

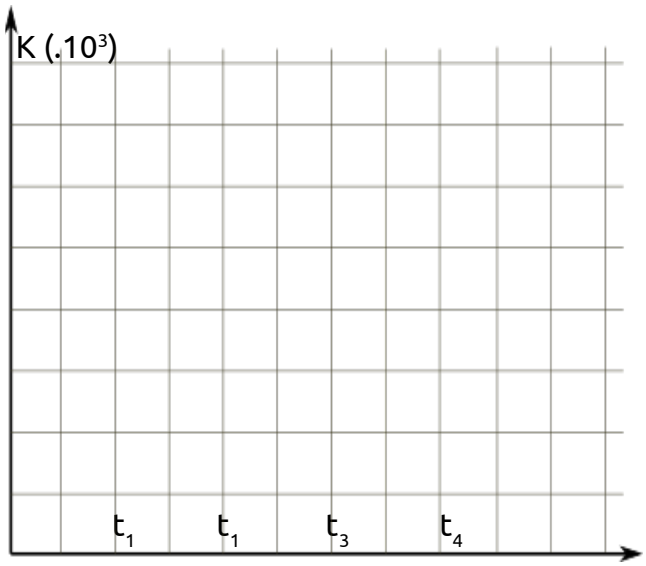
2. Γράψε τις εξισώσεις υπολογισμού των ενεργειών που ανέφερες στο προηγούμενο ερώτημα περιγράφοντας τα επιμέρους μεγέθη (*π.χ. υ = ταχύτητα*). .....
   ....

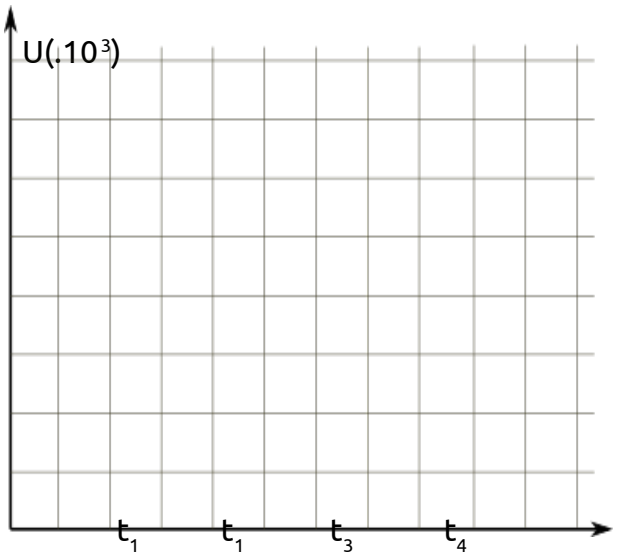
3. Στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται οι τιμές της θέσης από το έδαφος (y) και της ταχύτητας (v) του αντικειμένου που αφήνουμε να πέσει, στο video του πειράματος. Συμπλήρωσε τις τιμές της Κινητικής και της Δυναμικής ενέργειας, καθώς και του αθροίσματός τους (Μηχανική ενέργεια), στις κενές στήλες[1] .

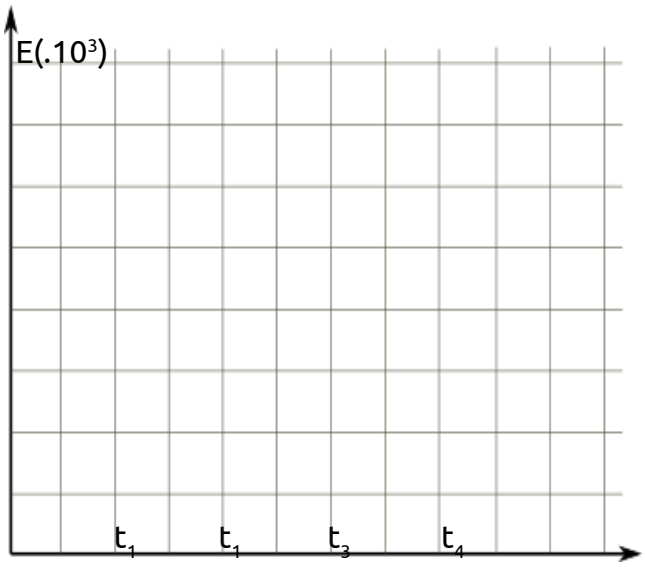
Ύψος (cm)	Ταχύτητα(cm/s)	Κινητική Εν.	Δυναμική Εν.	Μηχανική Εν.
100.0 *(την t_1)*	41.96			
96.51 *(την t_2)*	110.5			
87.32 *(την t_3)*	194.5			
71.12 *(την t_4)*	274.0			

1 Τα αποτελέσματα της ενέργειας σημείωσε τα στην μορφή $x10^3$, π.χ. 88032 = 88,032 $x10^3$.

4. Με τις τιμές του πίνακα, φτιάξε τα διαγράμματα K – t, U – t, E - t , στα σύστημα τα αξόνων παρακάτω (στην θέση του χρόνου άφησε τις τιμές t_1, t_2 κ.λ.π.)







5. Τι από τα επόμενα ισχύει για την Κινητική και την Δυναμική ενέργεια, σε συνάρτηση με τον χρόνο; (Επέλεξε..)

   α. Μεταβάλλονται “γραμμικά” με τον χρόνο.

   β. Μεταβάλλονται με το τετράγωνο του χρόνου.

   γ. Δεν εξαρτώνται από τον χρόνο.

Εργαστηριακή άσκηση

Η διατήρηση της μηχανικής ενέργειας στην ελεύθερη πτώση

(με την χρήση φωτοπυλών)

Ονοματεπώνυμο/Τμήμα .....

Ημερομηνία .....

1. Η μάζα της μπίλιας που αφήνουμε να πέσει, είναι: m = ... Η διάμετρος της είναι d = ...
2. Συμπλήρωσε στον παρακάτω πίνακα τις τιμές της θέσης της μπίλιας και της χρονικής διάρκειας Δt, που χρειάζεται για να περάσει από την φωτοπύλη.

Το ύψος y (m)	Ο χρόνος Δt (s)	Η ταχύτητα (m/s)	Κινητική Ενέργεια(J)	Δυναμική Ενέργεια(J)	Μηχανική Ενέργεια(J)

3. Υπολόγισε την ταχύτητα που έχει η μπίλια σε κάθε θέση θεωρώντας ότι στον μετρημένο χρόνο Δt η μπίλια μετακινείται κατά απόσταση Δx = d. Συμπλήρωσε την στήλη της ταχύτητας στον πίνακα.

.....

....

4. Υπολόγισε την κινητική, την δυναμική και την ολική ενέργεια στις τρεις θέσεις και συμπλήρωσε τις υπόλοιπες στήλες του πίνακα.

   .....

   .....

5. Με την βοήθεια των προηγούμενων υπολογισμών, σχολίασε το πως μεταβάλλεται η κάθε μία από τις ενέργειες, κατά την διάρκεια της πτώσης.

   α. Η Κινητική ενέργεια: .....

   β. Η Βαρυτική Δυναμική ενέργεια: .....

   γ. Η Μηχανική ενέργεια: .....

6. Αν γνωρίζεις ότι κατά την διάρκεια της πτώσης, σε κάποια θέση η δυναμική ενέργεια της μπίλιας είναι 0,1J:

   α. Πόση είναι η Μηχανική της ενέργεια; .....

   β. Πόση είναι η Κινητική ενέργεια; .....

   γ. Με τι ταχύτητα κινείται; .....

Παράρτημα Α: Οδηγίες χρήσης σειράς οργάνων μηχανικής

1. Γενικά

Η συναρμολόγηση γίνεται σύμφωνα με τις οδηγίες του εγχειριδίου χρήσης .

Η διάταξη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πειράματα:

- Ευθύγραμμων Κινήσεων, μελέτης ροπής αδράνειας, κρούσεων, (ως κεκλιμένο επίπεδο / διάδρομος κίνησης)
- Ταλαντώσεων (ανάρτηση ελατηρίου ή εκκρεμούς, χρήση φωτοπυλών για μέτρηση περιόδου).
- Οριζόντιας βολής - κεντρικής κρούσης (με την βοήθεια του προσαρμογέα που υπάρχει στην σειρά)
- Υπολογισμού συντελεστή τριβής (με χρήση των ξύλινων σωμάτων της σειράς)
- Ενεργειακών μεταβολών (με χρήση του ψηφιακού μετρητή απόστασης και του χρονομετρητή για τον υπολογισμό στιγμιαίας ταχύτητας)
- Σχεδιασμού διαγραμμάτων (λήψη στιγμιαίων τιμών χρόνου - θέσης)

ΣΕΙΡΑ ΟΡΓΑΝΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

1 Συσκευή Κεκλιμένου Επιπέδου Πολλαπλών Χρήσεων

1.1 Συναρμολόγηση – Οριζοντίωση

σχήμα 1 σχήμα 2 σχήμα 3 σχήμα 4 σχήμα 5 σχήμα 6

ΓΕΝΙΚΗ ΜΗΧΑΝΟΥΡΓΙΚΗ Α.Ε. 1

Σχ. 1: Οδηγίες χρήσης

2. Λειτουργία επιμέρους οργάνων

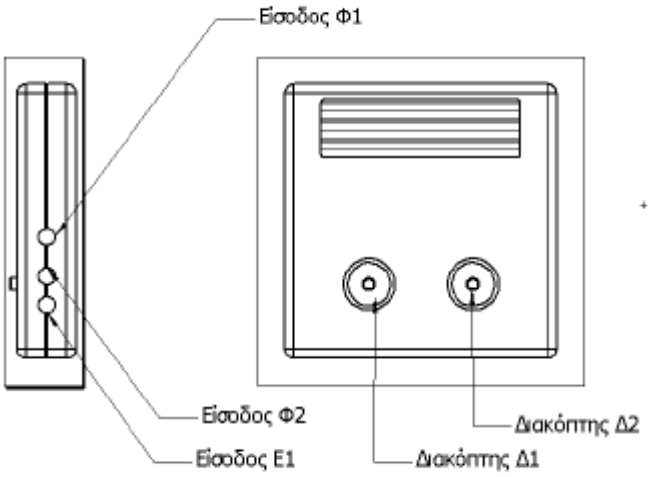
- Χρονομετρητής

Κουμπί Δ1:

- Αλλάζουμε κατάσταση λειτουργίας (F1,F2,F3): Στιγμιαίο πάτημα Δ1 και επιλογή λειτουργίας με τον Δ2.
- Για reset μετρήσεων το κρατάμε πατημένο.

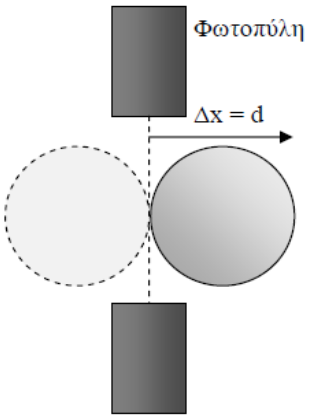
Κουμπί Δ2:

- Αλλάζουμε κατάσταση λειτουργίας σε συνδυασμό με το Δ1.
- Μετά την ολοκλήρωση των μετρήσεων, ένα με πάτημα επανεμφανίζει τις ενδείξεις τους.

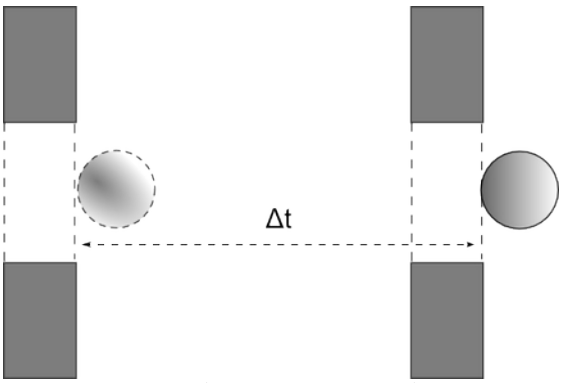


Σχ. 2: Ηλεκτρονικός Χρονομετρητής

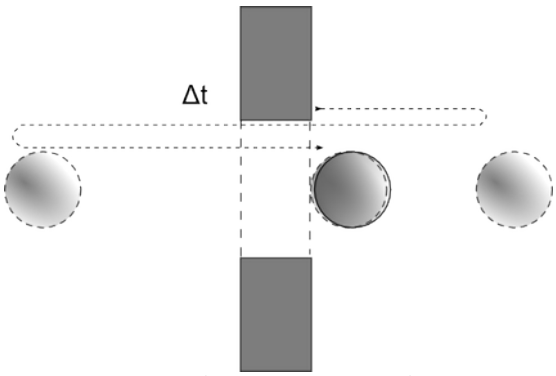
- Καταστάσεις λειτουργίας:
  - F1: Χρόνος που σκιάζεται κάθε φωτοπύλη, (Σχ.3). Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για υπολογισμό της στιγμιαίας ταχύτητας, αν μετρήσουμε το μήκος του κινούμενο αντικειμένου (π.χ. διάμετρος σφαίρας).
    Παράδειγμα: Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ταυτόχρονα δύο φωτοπύλες σε λειτουργία F1 και να πάρουμε δύο τιμές ταχύτητας σε διαφορικές θέσεις.
  - F2: Μετράει την χρονική διάρκεια κίνησης ανάμεσα στις δύο φωτοπύλες (Σχ.4)
    Παράδειγμα: Υπολογισμός μέσης ταχύτητας...
  - F3 (Για μία φωτοπύλη): Υπολογίζει τον χρόνο δύο διαδοχικών διελεύσεων ενός αντικειμένου (Σχ.5)
    Παράδειγμα: Μέτρηση περιόδου ταλάντωσης.



Σχ. 3: Κατάσταση λειτουργίας F1

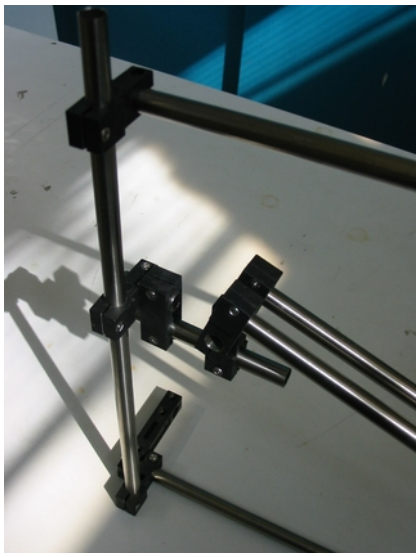


Σχ. 5: Κατάσταση Λειτουργίας F2



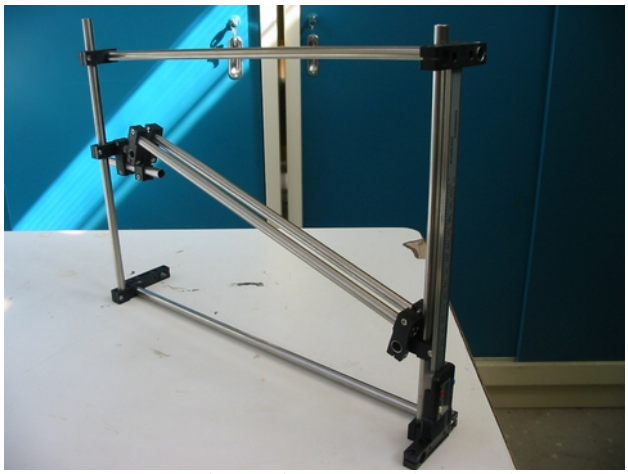
Σχ. 4: Κατάσταση λειτουργίας F3

- Κεκλιμένο Επίπεδο
  - Οι δύο "οριζόντιοι" ράβδοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως κεκλιμένο επίπεδο για κύλιση σφαίρας ή για την στήριξη επιφάνειας (Σχ. 7&8).
  - Η στήριξη γίνεται έτσι ώστε να μπορεί να μετακινηθεί το αρχικά οριζόντιο τμήμα σε επιθυμητή κλήση (Σχ.6).
  - Η κλίση και το ύψος μπορεί να οριστεί ακριβώς με την χρήση του ηλεκτρονικού μετρητή απόστασης, που στηρίζεται στις κατακόρυφες ράβδους.
    Παράδειγμα: Υπολογισμός συντελεστή τριβής, διατήρηση μηχανικής ενέργειας.

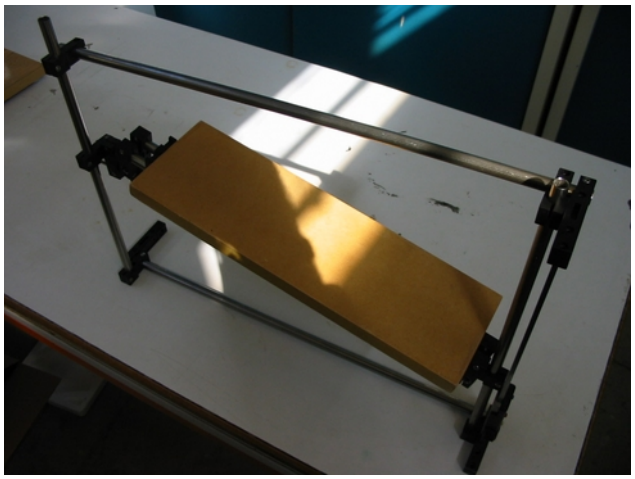


Σχ. 6: Στήριξη των οριζόντιων ράβδων με "άρθρωση"

– Στις οριζόντιες ράβδους συνδέονται οι αισθητήρες κίνησης, που σε συνδυασμό με τους χρονομετρητές δίνουν τιμές ταχύτητας, χρονική διάρκεια κινήσεων κ.λ.π.
Παράδειγμα: Μελέτη ομαλά μεταβαλλόμενης κίνησης.

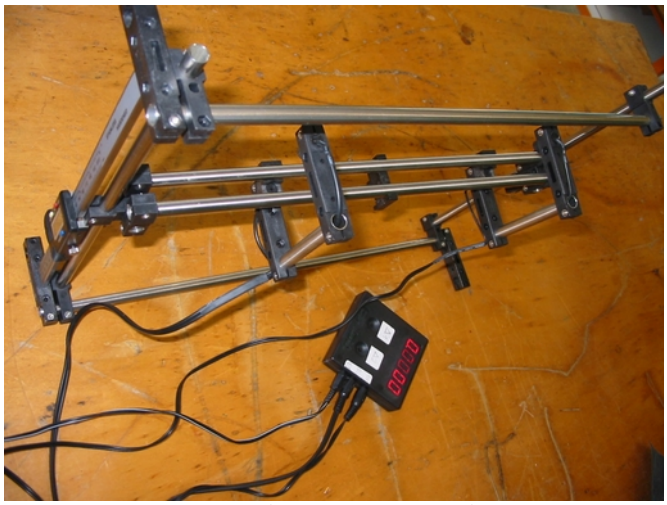


Σχ. 7: Κεκλιμένο επίπεδο με μέτρηση ύψους



Σχ. 8: Κεκλιμένη Επιφάνεια

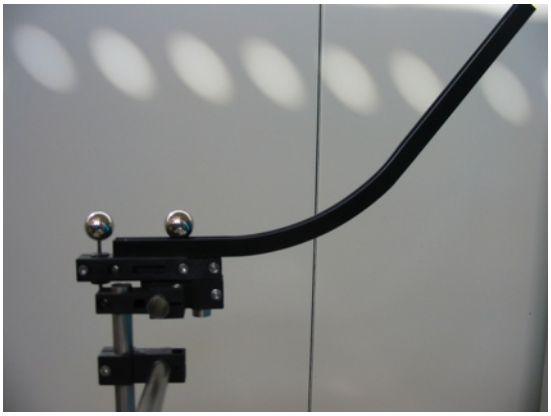
Σχ. 9: Στήριξη μετρητή ύψους



Σχ. 10: Διάταξη με φωτοπύλες

• Διάδρομος κρούσεων:

– Με στήριξη μίας σφαίρας σε κατάλληλο ύψος και αφήνοντας μία δεύτερη να κυλίσει, πετυχαίνουμε κεντρική ελαστική κρούση.
Παράδειγμα: Οριζόντια Βολή.



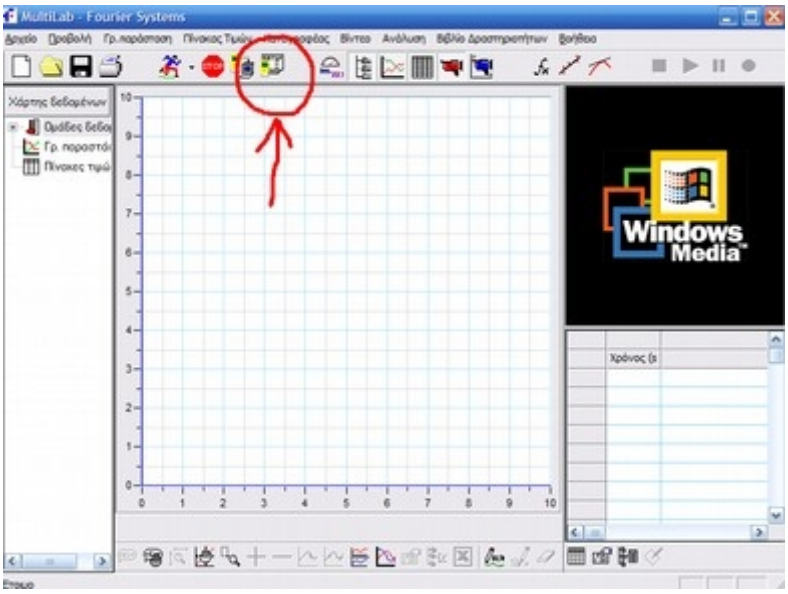
Σχ. 11: Διάδρομος Κρούσεων

Παράρτημα Β: Οδηγίες χρήσης συσκευής Multilog

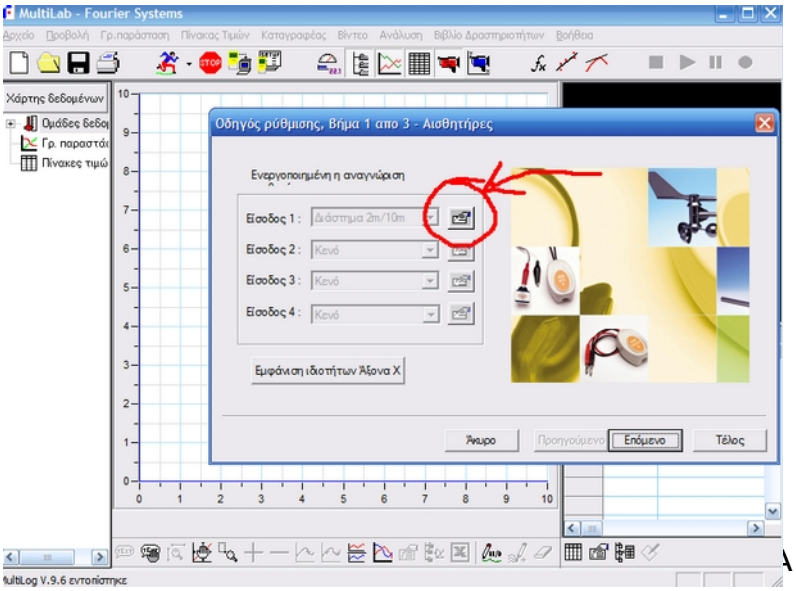
1. Εγκατάσταση

- Εγκαθιστούμε το λογισμικό στον υπολογιστή (τρέχουμε το “setup.exe”), καθώς και την εφαρμογή Quicktime (QuickTimeInstaller .exe). Βρίσκονται στο cd εγκατάστασης του λογισμικού, π.χ. για το Multilog 1.4.13gr, στον φάκελο: «MULTILAB VA 1.4.13 GR SOFTWARE».
- Επανεκκινούμε τον υπολογιστή, και συνδέουμε το Multilog. Θα ανοίξουν διαδοχικά παράθυρα που ειδοποιούν ότι βρέθηκε νέο υλικό. Σε κάθε ένα από αυτά, επιλέγουμε την τρίτη επιλογή, («όχι αυτήν την φορά»), και πατώντας «επόμενο» αφήνουμε τα windows να εγκαταστήσουν τους απαραίτητους drivers.
- Επανεκκίνηση και είμαστε έτοιμοι.

2. Εκκίνηση

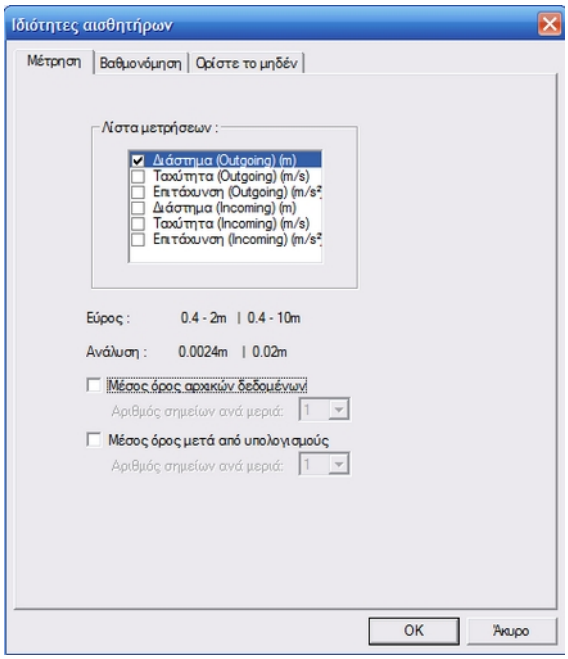


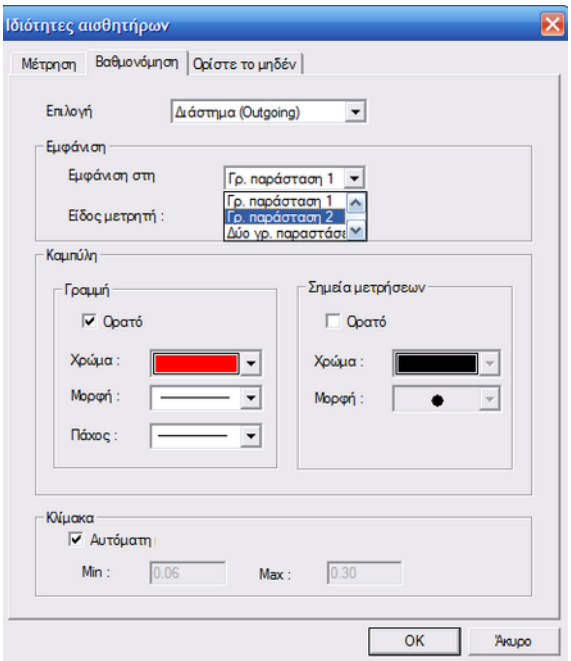
- Συνδέουμε το Multilog στον υπολογιστή και αφού του συνδέσουμε τον κατάλληλο αισθητήρα (μπορεί να είναι και παραπάνω από ένας ταυτόχρονα), το ενεργοποιούμε («on» ή απλά το βάζουμε στην πρίζα) και εκκινούμε το πρόγραμμα MultiLab από το εικονίδιο (επιφάνεια εργασίας).
- Στην αρχική οθόνη πατάμε στο κουμπί “setup” για να κάνουμε ότι ρυθμίσεις χρειάζονται στους αισθητήρες (κλίμακα απεικόνισης, συχνότητα μετρήσεων κ.λ.π)



- Στην οθόνη που εμφανίζεται, πατάμε το κουμπί δίπλα από τον αισθητήρα που θέλουμε να ρυθμίσουμε.
  - Στην καρτέλα «Μέτρηση»: Μπορούμε να επιλέξουμε το φυσικό μέγεθος που μετράει ο κάθε καταγραφέας…

Η επιλογή «outgoing» αναφέρεται σε μέτρηση απόστασης αντικειμένου που αρχικά απομακρύνεται ενώ «incoming» όταν το αντικείμενο αρχικά πλησιάζει. Επίσης για τον αισθητήρα δύναμης, επιλέγουμε κατάλληλα την δύναμη ως «έλξη» ή «άπωση» (συνήθως επιλέγουμε την δύναμη ως «έλξη»…)





- Στην καρτέλα «Βαθμονόμηση»:

Μπορούμε να επιλέξουμε σε ποια γραφική παράσταση θα απεικονίζεται το μέγεθος που μετράμε (στο παράδειγμα, το «διάστημα» θα απεικονίζεται στην γρ. παράσταση 2. Θα μπορούσε η ταχύτητα να απεικονίζεται στην γρ. παράσταση 1).

Μπορούμε να ρυθμίσουμε το χρώμα της κάθε γραφικής παράστασης καθώς και το αν η κλίμακα στους άξονες είναι αυτόματη ή όχι. (Αν γνωρίζουμε την περιοχή τιμών των μετρήσεων μας, μπορούμε να ρυθμίσουμε χειροκίνητα το εύρος της κλίμακας του άξονα y'y.

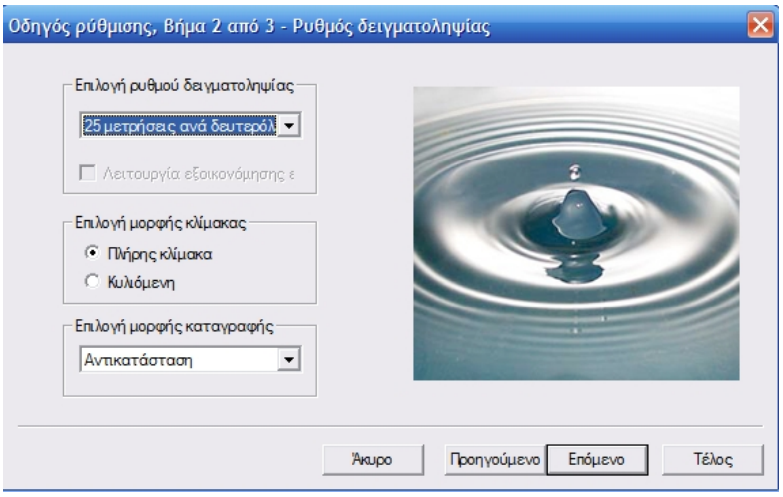
- Στην καρτέλα «Ορίστε το μηδέν»: (Σε ορισμένες εκδόσεις του πακέτου, η καρτέλα αυτή δεν υπάρχει).

Ρυθμίζουμε την θέση του άξονα των χρόνων, καθώς ορίζουμε ότι τρέχουσα θέση του αντικειμένου είναι η θέση «μηδέν». Προφανώς, αν σε μία γραφική παράσταση εμφανίζονται δύο μεγέθη, το ένα από τα δύο θα καθορίζει την θέση του άξονα t.

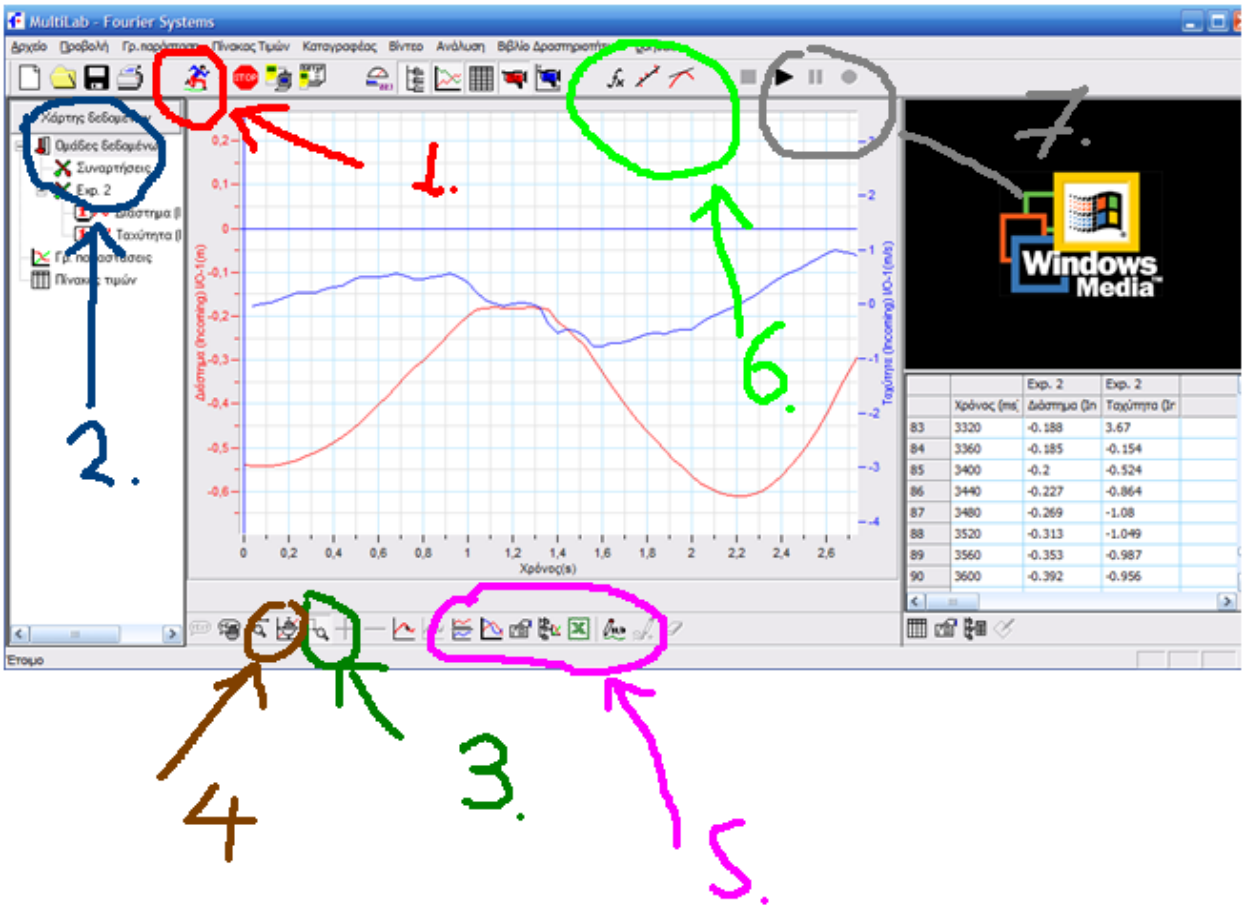
- Τελειώνοντας με τις ρυθμίσεις των αισθητήρων, επιλέγουμε επόμενο και στην οθόνη που ακολουθεί επιλέγουμε τον ρυθμό δειγματοληψίας.
(Για μία συνηθισμένη κίνηση, 25 μετρήσεις /δευτερόλεπτο αρκούν…) Αν στην δοκιμαστική μέτρηση που θα κάνουμε τα διαγράμματα δεν είναι αρκετά λεπτομερή, αυξάνουμε τον ρυθμό.
- Στην επομένη καρτέλα επιλέγουμε την διάρκεια της λήψης μετρήσεων (π.χ. 4s), καθώς και αν θέλουμε η καταγραφή να αρχίσει αυτόματα, μόλις υπάρξει μεταβολή στα δεδομένα που λαμβάνει ο αισθητήρας (σκανδαλισμός).

3. Μετρήσεις

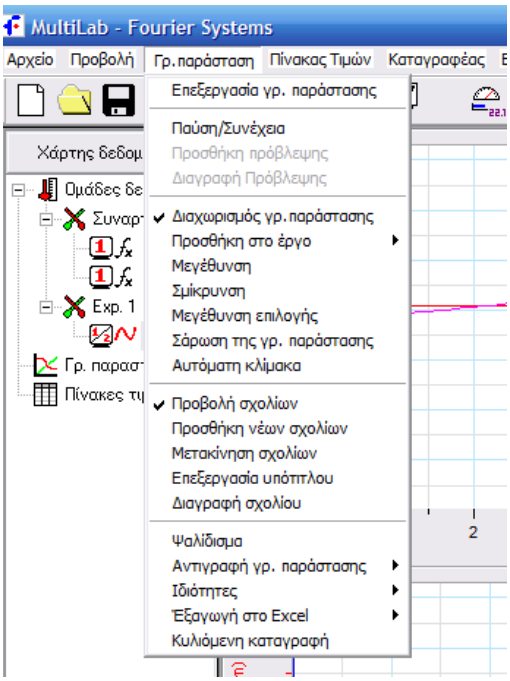
- Πατάμε το σύμβολο με το ανθρωπάκι (1.), ή το κουμπί “run” ή “enter” στον καταγραφέα και οι μετρήσεις αρχίζουν να εμφανίζονται στην οθόνη.
- Στην αριστερή μεριά υπάρχουν τα δεδομένα του κάθε πειράματος (2.) οπότε μπορούμε να ανακαλέσουμε κάποιες ήδη ολοκληρωμένες μετρήσεις, να στείλουμε κάποιες από αυτές στην γραφική παράσταση 1 ή 2, ή να διαγράψουμε προηγούμενα πειράματα (με δεξί «κλικ» στο αντίστοιχο πείραμα και επιλογή της κατάλληλης ενέργειας)



- Από τα κουμπιά 3., 4., κάνουμε μεγέθυνση της περιοχής που μας ενδιαφέρει (κουμπί 3.) ή μετακινούμε όλο το διάγραμμα (κουμπί 4.)



- Με κρατημένο το αριστερό κουμπί του ποντικιού πάνω στην κλίμακα του χρόνου και τραβώντας αριστερά ή δεξιά, αλλάζουμε την κλίμακα του άξονα. Επαναφορά στην αυτόματη κλίμακα μπορούμε να κάνουμε από το κουμπί (4.)
- Με διπλό «κλικ» πάνω σε ένα σημείο του διαγράμματος, το επιλέγουμε και με το κουμπί (δίπλα στα κουμπιά 4.) προσθέτουμε κάποιο σχόλιο. Τα σχόλια μπορούμε να τα μετακινήσουμε με την βοήθεια του κουμπιού . Τα σχόλια μπορούμε να τα διαγράψουμε από μενού (εικόνα…)



- Από τα κουμπιά 5., μπορούμε να επεξεργαστούμε το διάγραμμα (κλίμακες, χρώματα, μονάδες μέτρησης), να το

μεταφέρουμε σε άλλη γραφική παράσταση ( )κ.λ.π.. . να εμφανίσουμε δύο διαγράμματα ή ένα ( )…

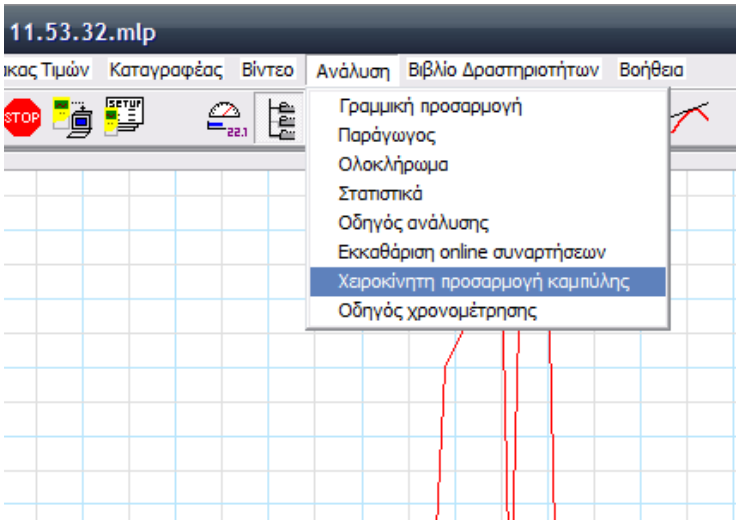
- Τα κουμπιά 6., υπολογίζουν ρυθμό μεταβολής της επιλεγμένης γρ. παράστασης ( ), εξομαλύνουν την καμπύλη βάσει κάποιας συνάρτησης ( ) ή προσεγγίζουν το διάγραμμα με ευθεία ( )…
- Τα κουμπιά 7 επαναλαμβάνουν το πείραμα….
- Κάτω από το παράθυρο «Windows Media», φαίνονται οι τρέχουσες μετρήσεις…

Χρήση Διαγραμμάτων

4. Εμφάνιση δεδομένων στο διάγραμμα

- Με διπλό αριστερό κλικ πάνω στα δεδομένα του κάθε πειράματος τα εμφανίζουμε στο σύστημα αξόνων (**περιοχή Α**.) Ξανακάνοντας διπλό «κλικ» τα αποκρύπτουμε.
- Αν κάνουμε δεξί κλικ πάνω στα δεδομένα (**περιοχή Α**), επιλέγουμε το σύστημα αξόνων στο οποίο θα εμφανιστεί το αντίστοιχο διάγραμμα.
- Με τα κουμπιά της **περιοχής Β**, μπορούμε να κάνουμε ζουμ, μετακίνηση, ρυθμίζουμε την κλίμακα των αξόνων, προσθέτουμε σχόλια …
- Με τα κουμπιά της **περιοχής Γ** προσθέτουμε δείκτες στην γραφική παράσταση ή εξομαλύνουμε (+, -) την μορφή του διαγράμματος. Η εξομάλυνση γίνεται στην περιοχή που έχουμε ορίσει με την βοήθεια των δεικτών (βέλη στο διάγραμμα). Οι δείκτες μπορούν να μετακινηθούν με το ποντίκι, κρατώντας πατημένο το αριστερό «κλικ».
- Με τα κουμπιά της **περιοχής Δ** κάνουμε προσέγγιση του διαγράμματος με συγκεκριμένη συνάρτηση (γραμμική, πολυωνυμική κ.λ.π.). Για περισσότερες ρυθμίσεις στην προσέγγιση, ανοίγουμε το μενού «Ανάλυση».
- Από τα κουμπιά της **περιοχής Ε** εμφανίζουμε ή υποκρύπτουμε το 2° σύστημα αξόνων.

- Αν θέλουμε να αποκόψουμε μία περιοχή του διαγράμματος, την επιλέγουμε με την βοήθεια των δεικτών και από το μενού «*Γρ. παράσταση*» επιλέγουμε «ψαλίδισμα». Η λειτουργία αυτή είναι χρήσιμη όταν θέλουμε να εξομαλύνουμε μία περιοχή του διαγράμματος: Πρώτα

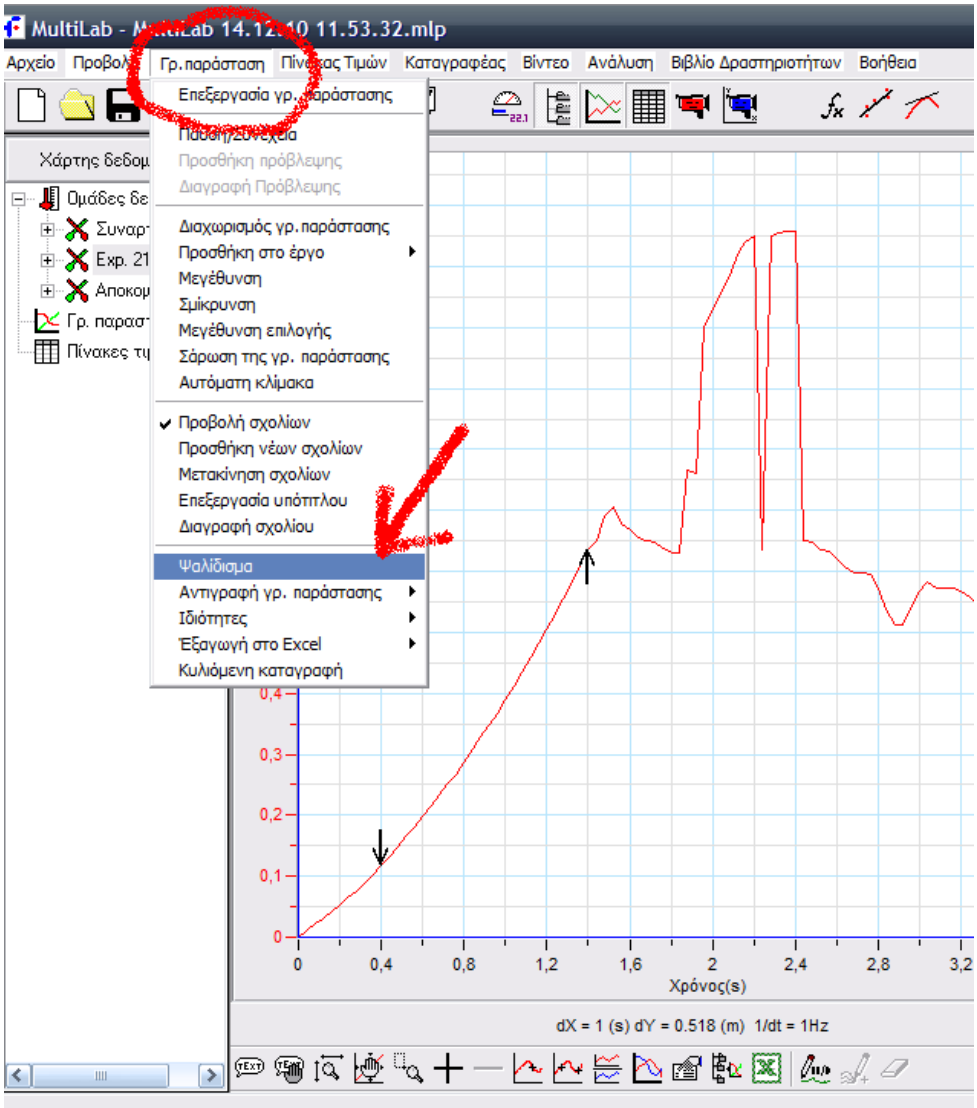


αποκόπτουμε την περιοχή που μας ενδιαφέρει και μετά κάνουμε την εξομάλυνση από τα κουμπιά της **περιοχής Γ** (+ & -) ή επιλέγουμε την συνάρτηση που θα προσεγγίσει (**περιοχή Δ**).

- Για να κάνουμε συγκεκριμένη προσαρμογή με συνάρτηση της επιλογής μας επιλέγουμε στο μενού «*Ανάλυση»* την «χειροκίνητη προσαρμογή» . Αφού επιλέξουμε το μέγεθος που θα έχουμε στον κάθε άξονα (π..χ. Χ- χρόνος, Υ – απόσταση), στο κάτω μέρος (**Περιοχή Ζ**) εμφανίζονται χειριστήρια των χαρακτηριστικών της συνάρτησης (συντελεστής διεύθυνσης, σταθερές κ.λ.π.).

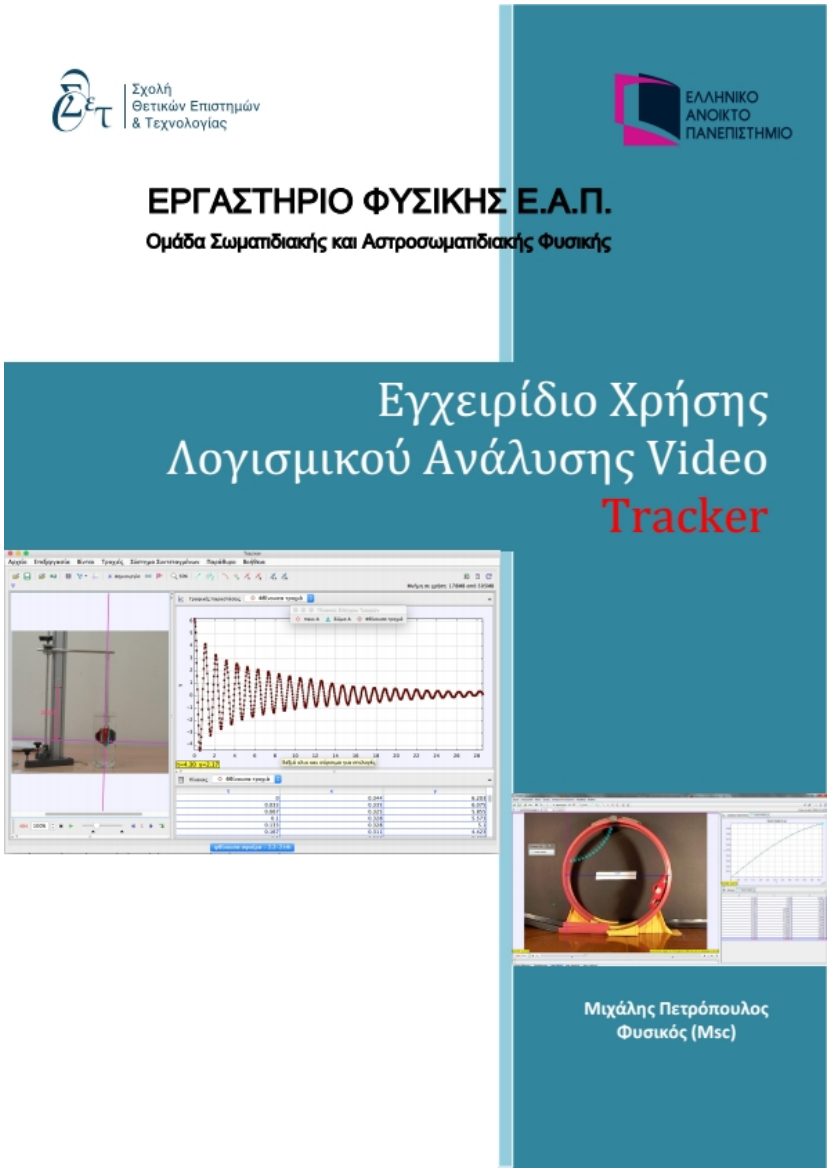
- Ταυτόχρονα στην οθόνη εμφανίζεται το διάγραμμα της συνάρτησης που χρησιμοποιήσαμε (2.) και η εξίσωσή της (1.).

- Από τα χειριστήρια της περιοχής Ζ μπορούμε να επιλέξουμε την μορφή της συνάρτησης (γραμμική, πολυωνυμική κ.λ.π.) ή να την διαγράψουμε).


MultiLab - MultiLab 14.12.10 11.53.32.mlp
Αρχείο
Προβολή
Γρ.παράσταση
Πίνακας Τιμών
Καταγραφέας
Βίντεο
Ανάλυση
Βιβλίο Δραστηριοτήτων
Βοήθεια
Επεξεργασία γρ. παράστασης
Παράθυρο Ανάλυσης
Προσθήκη πρόβλεψης
Διαγραφή Πρόβλεψης
Διαχωρισμός γρ.παράστασης
Προσθήκη στο έργο
Μεγέθυνση
Σμίκρυνση
Μεγέθυνση επιλογής
Σάρωση της γρ. παράστασης
Αυτόματη κλίμακα
Προβολή σχολίων
Προσθήκη νέων σχολίων
Μετακίνηση σχολίων
Επεξεργασία υπόπτλου
Διαγραφή σχολίου
Ψαλίδισμα
Αντιγραφή γρ. παράστασης
Ιδιότητες
Έξαγωγή στο Excel
Κυλιόμενη καταγραφή
Χάρτης δεδομ
Ομάδες δε
Συναρ
Exp. 21
Αποκομ
Γρ. παραστ
Πίνακες τι
0,4
0,3
0,2
0,1
0
0
0,4
0,8
1,2
1,6
2
2,4
2,8
3,2
Χρόνος(s)
dX = 1 (s) dY = 0.518 (m) 1/dt = 1Hz

Παράρτημα Γ: Οδηγίες χρήσης λογισμικού “Tracker”

Αναλυτικές οδηγίες χρήσης στα ελληνικά, βρίσκονται στον παρακάτω σύνδεσμο του προγράμματος, από το Εργαστήριο Φυσικής του ΕΑΠ:
http://physlets.org/tracker/tracker_help_el_GR.pdf



«Εργαστηριακές Δραστηριότητες για την Φυσική στην Α' Λυκείου».
ISBN: 978-618-00- 3317-5