

2α. ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗΣ ΟΜΑΛΑ ΕΠΙΤΑΧΥΝΟΜΕΝΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

ΣΤΟΧΟΙ

Στόχοι αυτής της εργαστηριακής άσκησης είναι:

- Να πραγματοποιήσετε ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση και να συμπληρώσετε πίνακα μετρήσεων.
- Να κατασκευάσετε τις γραφικές παραστάσεις της ταχύτητας v και της απόστασης x συναρτήσει του χρόνου για την επαλήθευση των νόμων της ευθύγραμμης ομαλά επιταχυνόμενης κίνησης.

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ

A. Διαβάστε προσεκτικά όσα αναφέρονται στην Εισαγωγή αυτού του βιβλίου για τον ηλεκτρικό χρονομετρητή.

B. Διαβάστε προσεκτικά όσα αναφέρονται στην Εισαγωγή αυτού του βιβλίου για τις γραφικές παραστάσεις συναρτήσεων.

Γ. Ευθύγραμμη ομοιόμορφα (ομαλά) επιταχυνόμενη κίνηση είναι εκείνη, στην οποία το κινητό κινείται σε ευθεία γραμμή και η ταχύτητά του αυξάνεται κατά την ίδια ποσότητα σε κάθε μονάδα χρόνου.

Το μέτρο της επιτάχυνσης a δίνεται από το ρυθμό μεταβολής της ταχύτητας:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Στην ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση το διάστημα της επιτάχυνσης είναι σταθερό.

$$\vec{a} = \text{σταθερό.}$$

Όταν το κινητό ξεκινά από την ηρεμία, τότε για την ταχύτητα του v και την απόσταση x που διανύει σε χρόνο t , ισχύουν αντιστοίχως οι σχέσεις:

$$v = at \quad \text{και} \quad x = \frac{1}{2}at^2$$

Σημείωση:

Στα πειράματα των ευθύγραμμων κινήσεων η μετατόπιση των κινητών ταυτίζεται με την απόσταση (διάστημα) που διανύουν. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιούμε αδιακρίτως τους όρους αυτούς.

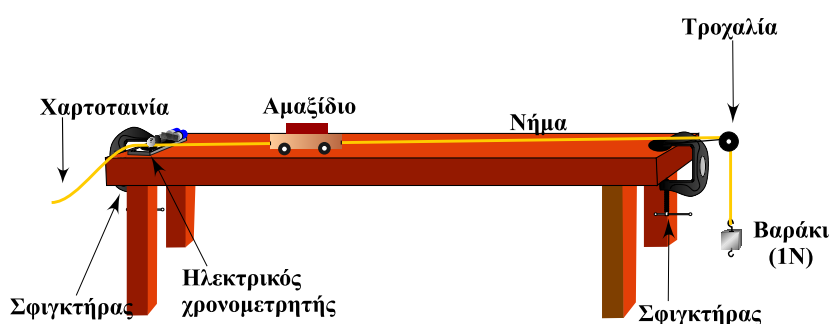
ΟΡΓΑΝΑ, ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

- Ηλεκτρικός χρονομετρητής.
- Δίσκος καρμπόν (διαμέτρου 5cm).
- Δύο μπαταρίες των 1,5V (αλκαλικές μεγέθους D).

- Χαρτοταινία (πλάτους 13mm.).
- Εργαστηριακό αμαξίδιο.
- Τροχαλία σε πλαίσιο (λόγου χάρη από το τριβόμετρο).
- Δύο σφιγκτήρες (τύπου G).
- Μάζα 100g. (βαράκι 1N).
- Νήμα (μήκους 1m. έως 1,2m.).
- Κολλητική ταινία (σελοτέηπ).
- Ψαλίδι.
- Κόλλα.
- Βαθμολογημένος κανόνας.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

1. Πραγματοποιήστε την πειραματική διάταξη της εικόνας 2α.1.

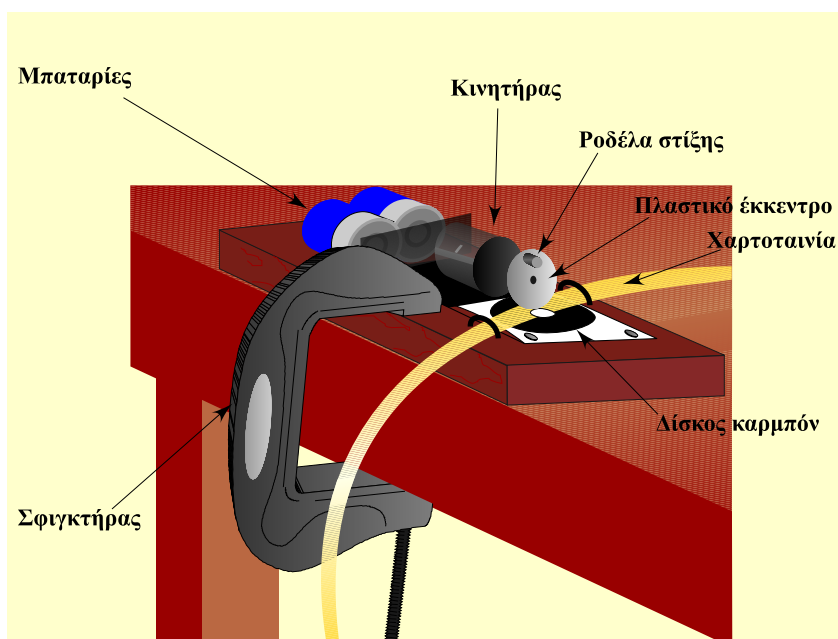


Εικόνα 2α.1

α. Στερεώστε στη μία άκρη του τραπέζιου πειραμάτων, με τη βοήθεια σφιγκτήρα, τον ηλεκτρικό χρονομετρητή. Στην άλλη άκρη του τραπέζιου, στερεώστε με το δεύτερο σφιγκτήρα την τροχαλία με το πλαίσιο.

β. Δέστε τη μία άκρη του νήματος στο αμαξίδιο. Περάστε το νήμα μέσα από την τροχαλία. Στην άλλη άκρη κάνετε μία θηλειά για να κρεμάσετε το βαράκι.

2. Καρφιτσώστε στο δίσκο από φελλό του χρονομετρητή ένα δίσκο καρμπόν με τη μελανωμένη όψη προς τα κάτω, έτσι, ώστε να μπορεί να περιστρέφεται ελεύθερα. Προσέξτε, ώστε ο δίσκος καρμπόν να καλύπτει την περιοχή του ελάσματος που είναι κάτω από το πλαστικό έκκεντρο.



Εικόνα 2α.2

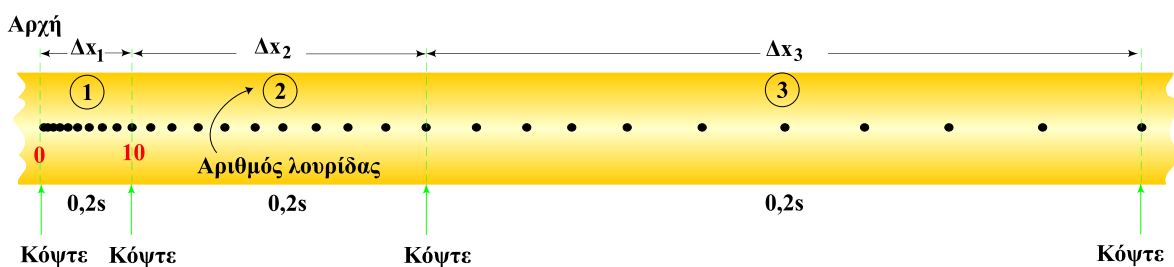
3. Κόψτε ένα μέτρο περίπου χαρτοταινίας και περάστε την μέσα από τους δύο οδηγούς κατά μήκος του ελάσματος και κάτω από την μελανωμένη όψη του δίσκου καρμπόν. Κολλήστε με σελοτέπ τη μία άκρη της χαρτοταινίας στην κάτω άκρη του αμαξιδίου (Εικ. 2α.2).

4. Κρατώντας το αμαξάκι, κρεμάστε από τη θηλειά του νήματος το βαράκι (1N). Στρέψτε το διακόπτη του χρονομετρητή ώστε να τεθεί σε λειτουργία. Συγχρόνως αφήστε το αμαξάκι να κινηθεί. Σταματήστε το αμαξίδιο με το χέρι, μόλις το βαράκι ακουμπήσει στο δάπεδο. Διακόψτε τη λειτουργία του χρονομετρητή. Αφαιρέστε την ταινία.

5. Επαναλάβετε τις διαδικασίες 3 και 4 για να καταγράψετε παρόμοια κίνηση του αμαξιδίου σε μια δεύτερη χαρτοταινία.

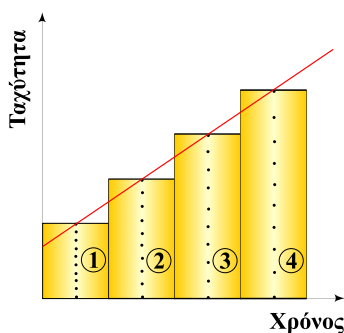
6. Παρατηρήστε μία χαρτοταινία και συγκρίνετε τις στιγμοαποστάσεις, δηλαδή τις αποστάσεις μεταξύ δύο γειτονικών κουκίδων. Γνωρίζοντας, ότι το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο γειτονικών κουκίδων είναι το ίδιο (ίσο με 0,02s), τι συμπεραίνετε για το είδος της κίνησης του αμαξιδίου;

7. Σημειώστε την πρώτη ευδιάκριτη κουκίδα και ονομάστε την κουκίδα μηδέν. Απαριθμήστε έπειτα τις επόμενες δέκα κουκίδες κατά μήκος της ταινίας και σημειώστε την δέκατη κουκίδα. Συνεχίστε, ώστε να χωρίσετε όλες τις κουκίδες σε ομάδες με δέκα στιγμοαποστάσεις. (Εικ. 2α.3).



Εικόνα 2α.3

Κατασκευή διαγραμμάτων λουρίδων.



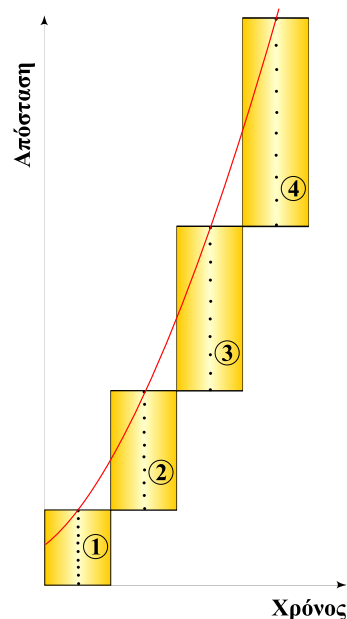
Εικόνα 2α.4

8. Κόψτε προσεκτικά με το ψαλλίδι την χαρτοταινία, ακριβώς επάνω στις σημειωμένες κουκίδες. Χωρίστε έτσι την χαρτοταινία σε λουρίδες με δέκα στιγμοδιαστήματα η καθεμιά. Επικολλήστε τις λουρίδες τη μία δίπλα στην άλλη, επάνω στον άξονα των χρόνων, όπως φαίνεται στην εικόνα 2α.4, για να κατασκευάσετε ένα διάγραμμα λουρίδων. Συνδέστε έπειτα με μία γραμμή τις κουκίδες που είναι στις επάνω πλευρές των λουρίδων. Εφ' όσον το μήκος της κάθε λουρίδας αντιπροσωπεύει τη μετατόπιση Δx του αμαξιού στο ίδιο χρονικό διάστημα (δέκα “τις” ή $\Delta t=0,2s$) και

επειδή η μετατόπιση Δx είναι ανάλογη με την ταχύτητα v , το διάγραμμα που κατασκευάσατε είναι το διάγραμμα ταχύτητας - χρόνου.

9. Από το διάγραμμα που κατασκευάσατε, τι συμπεραίνετε για τη σχέση ταχύτητας και χρόνου; Την τιμή τίνος μεγέθους δίνει η κλίση της γραμμής στο διάγραμμα αυτό; Με την τιμή τίνος μεγέθους είναι ίσο αριθμητικά το εμβαδόν της επιφάνειας που καταλαμβάνουν οι λουρίδες;

10. Κόψτε τη δεύτερη χαρτοταινία σε λουρίδες των δέκα στιγμοδιαστημάτων. Επικολλήστε έπειτα τις λουρίδες τη μία μετά την άλλη και διαγωνίως, όπως φαίνεται στην εικόνα 2α.5. Συνδέστε έπειτα τις κουκίδες που βρίσκονται στις επάνω πλευρές των λουρίδων. Εφόσον το μήκος κάθε λουρίδας αντιπροσωπεύει τη μετατόπιση Δx του αμαξιού σε χρόνο δέκα “τικ” ή 0,2 s, το διάγραμμα που κατασκευάσατε είναι το διάγραμμα της απόστασης σε συνάρτηση με το χρόνο.



Εικόνα 2α.5

11. Από το διάγραμμα που κατασκευάσατε, τι συμπεραίνετε για τη σχέση απόστασης και χρόνου; Είναι πρωτοβάθμια ή δευτεροβάθμια συνάρτηση; Την αριθμητική τιμή τίνος μεγέθους δίνει η κλίση της γραμμής σε ένα τμήμα της; Την αριθμητική τιμή τίνος μεγέθους δίνει η κλίση της γραμμής σε ένα σημείο της;

Σημείωση:

Αν ο χρόνος που διατίθεται για το εργαστήριο στο σχολείο είναι ανεπαρκής, να ολοκληρώσετε τις 12, 13 και 14 στο σπίτι.

Κατασκευή διαγραμμάτων από πίνακα τιμών.

12. Στον ΠΙΝΑΚΑ 1 η πρώτη στήλη περιέχει τον αύξοντα αριθμό κάθε λουρίδας και η δεύτερη το χρόνο μετατόπισης ίσο με 10 “τικ” ή $\Delta t = 0,02s \cdot 10 = 0,2s$.

α. Μετρήστε το μήκος κάθε λουρίδας, για να βρείτε την αντίστοιχη μετατόπιση Δx του αμαξιού σε χρόνο $\Delta t = 0,2 s$. Συμπληρώστε έτσι την στήλη 3.

β. Εφαρμόζοντας τον τύπο της μέσης ταχύτητας $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$, συμπληρώστε την στήλη 4.

γ. Υπολογίστε τις μεταβολές Δv , αφαιρώντας τη μέση ταχύτητα της λουρίδας 1 από τη μέση ταχύτητα της λουρίδας 2, τη μέση ταχύτητα της λουρίδας 2 από τη μέση ταχύτητα της λουρίδας 3 κ.ο.κ. Συμπληρώστε έτσι την στήλη 5.

δ. Εφαρμόζοντας τον τύπο $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$, συμπληρώστε την στήλη 6.

ε. Συμπληρώστε την στήλη 7, στην οποία η πρώτη τιμή

είναι το μήκος της πρώτης λουρίδας, η δεύτερη τιμή το άθροισμα των μηκών της πρώτης και δεύτερης λουρίδας, η τρίτη τιμή το άθροισμα των μηκών της πρώτης, της δεύτερης και της τρίτης λουρίδας κ.ο.κ.

στ. Συμπληρώστε την στήλη 8 με τους αντίστοιχους χρόνους κατά τους οποίους διανύονται οι αποστάσεις της στήλης 7.

13. α. Από τις αντίστοιχες τιμές των στηλών 4 και 8 κατασκευάστε το διάγραμμα της ταχύτητας σε συνάρτηση με το χρόνο.

β. Βρείτε από το διάγραμμα αυτό, την κλίση της γραμμής που παριστάνει τη συνάρτηση $v=f(t)$. Συγκρίνετε την τιμή της με την επιτάχυνση (ή με το μέσο όρο των επιταχύνσεων, αν υπάρχουν διαφορετικές τιμές) που είναι γραμμένη στη στήλη 6.

γ. Από το ίδιο διάγραμμα υπολογίστε το διάστημα που διέτρεξε το αμαξίδιο από τη χρονική στιγμή 0,4s έως τη χρονική στιγμή 0,8s.

14. α. Από τις αντίστοιχες τιμές των στηλών 7 και 8 κατασκευάστε το διάγραμμα της απόστασης σε συνάρτηση με το χρόνο.

β. Από το διάγραμμα αυτό, υπολογίστε τη μέση ταχύτητα του αμαξιού για το χρονικό διάστημα από 0,4s έως 0,8s.

15. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τη χαρτοταινία με άλλο τρόπο, ώστε να βρείτε την επιτάχυνση χωρίς να υπολογίσετε προηγουμένως ταχύτητες;

26. ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗΣ ΟΜΑΛΑ ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΟΜΕΝΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

ΣΤΟΧΟΙ

Στόχοι αυτής της εργαστηριακής άσκησης είναι:

- Να πραγματοποιήσετε ευθύγραμμη ομαλά επιβραδυνόμενη κίνηση και να συμπληρώσετε πίνακα μετρήσεων.
- Να κατασκευάσετε τις γραφικές παραστάσεις της ταχύτητας και της απόστασης συναρτήσει του χρόνου για την επαλήθευση των νόμων της ευθύγραμμης ομαλά επιβραδυνόμενης κίνησης.

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ

A. Διαβάστε προσεκτικά όσα αναφέρονται στην Εισαγωγή αυτού του βιβλίου για τον ηλεκτρικό χρονομετρητή.

B. Διαβάστε προσεκτικά όσα αναφέρονται στην Εισαγωγή αυτού του βιβλίου για τις γραφικές παραστάσεις συναρτήσεων.

Γ. Στην ευθύγραμμη ομαλά επιβραδυνόμενη κίνηση, ο ρυθμός μεταβολής της ταχύτητας είναι σταθερός και δίνεται από τη σχέση

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}.$$

Το Δt είναι πάντοτε θετικό. Επειδή η ταχύτητα διαρκώς ελαττώνεται, το Δv παίρνει αρνητικές τιμές. Ο ρυθμός μεταβολής της ταχύτητας παίρνει λοιπόν αρνητικές τιμές. Όστε στην ευθύγραμμη ομαλά επιβραδυνόμενη κίνηση, το κινητό έχει αρνητική επιτάχυνση την οποία ονομάζουμε επιβράδυνση.

Όταν το κινητό έχει αρχική ταχύτητα v_0 , τότε για την ταχύτητα του v και η απόσταση x που διανύει σε χρόνο t , ισχύουν οι σχέσεις:

$$v = v_0 - at \quad \text{και} \quad x = v_0 t - \frac{1}{2}at^2.$$

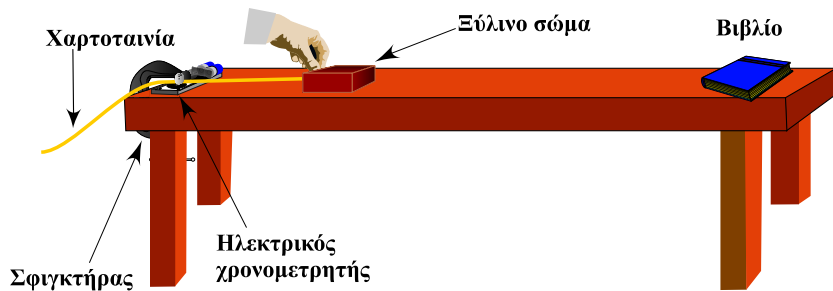
ΟΡΓΑΝΑ, ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

- Ηλεκτρικός χρονομετρητής.
- Δίσκος καρμπόν (διαμέτρου 5cm.).
- Δύο μπαταρίες των 1,5V (αλκαλικές μεγέθους D).
- Χαρτοταινία (πλάτους 13mm.).
- Μικρό ξύλινο παραλληλεπίπεδο (λόγου χάρη από το τριβόμετρο).
- Σφινγκήρα (τύπου G).

- Κολλητική ταινία (σελοτέηπ).
- Ψαλίδι.
- Κόλλα.
- Βαθμολογημένος κανόνας.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

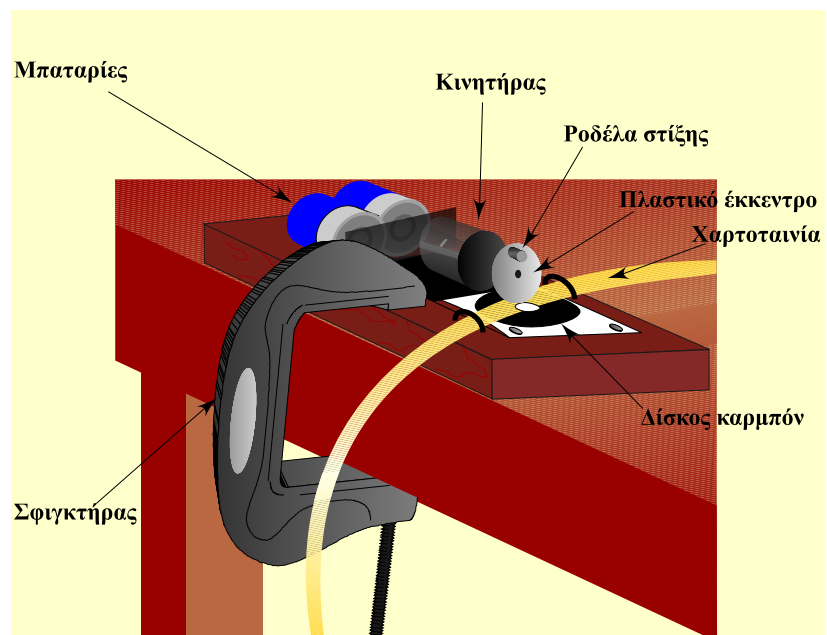
1. Πραγματοποιήστε την πειραματική διάταξη της εικόνας 2β.1.



Εικόνα 2β.1

α. Στερεώστε στη μία άκρη του τραπεζιού πειραμάτων τον ηλεκτρικό χρονομετρητή με τη βοήθεια του σφιγκτήρα.

β. Κόψτε ένα μέτρο περίπου χαρτοταινίας και περάστε την μέσα από τους δύο οδηγούς κατά μήκος του ελάσματος και κάτω από τη μελανωμένη όψη του δίσκου καρμπόν (Εικ. 2β.2).



Εικόνα 2β.2

γ. Κολλήστε με σελοτέηπ τη μία άκρη της χαρτοταινίας στην άκρη του ξύλινου παραλληλεπίπεδου.

2. Στρέψτε το διακόπτη του χρονομετρητή ώστε να τεθεί σε λειτουργία. Συγχρόνως, δώστε μία στιγμιαία ώθηση στο ξύλινο παραλληλεπίπεδο, για να κινηθεί προς την άλλη άκρη του τραπέζιου και να πλησιάσει το βιβλίο.

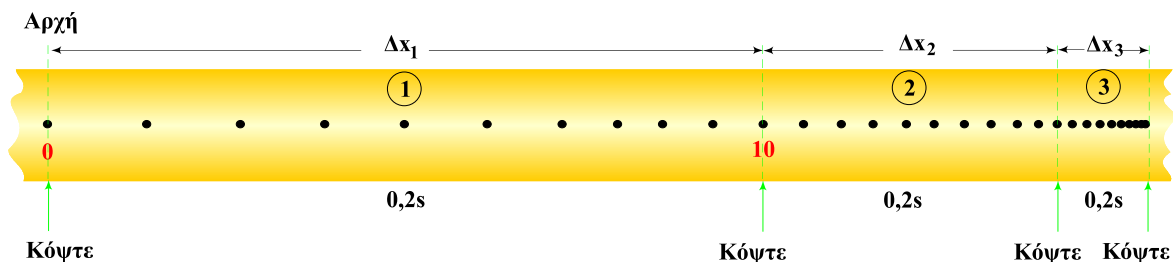
3. Μόλις σταματήσει να κινείται το ξύλινο παραλληλεπίπεδο, διακόψτε τη λειτουργία του χρονομετρητή και αφαιρέστε την χαρτοταινία.

4. Επαναλάβετε τις διαδικασίες 1β και 1γ, για να καταγράψετε παρόμοια κίνηση του ξύλινου παραλληλεπίπεδου σε μια δεύτερη χαρτοταινία.

5. Παρατηρήστε μία χαρτοταινία και συγκρίνετε τα στιγμοδιαστήματα, δηλαδή τις αποστάσεις μεταξύ δύο γειτονικών κουκίδων. Γνωρίζοντας ότι, το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο γειτονικών κουκίδων είναι το ίδιο (ίσο με 0,02s) τι συμπεραίνετε για το είδος της κίνησης του ξύλινου σώματος;

6. Αρχίζοντας από την άκρη της χαρτοταινίας, στην οποία οι αποστάσεις των γειτονικών κουκίδων είναι μεγαλύτερες, σημειώστε την πρώτη κουκίδα και ονομάστε την κουκίδα μηδέν.

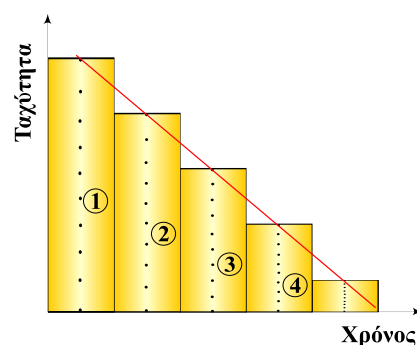
Απαριθμήστε έπειτα τις επόμενες δέκα κουκίδες κατά μήκος της ταινίας και σημειώστε τη δέκατη κουκίδα. Συνεχίστε, ώστε να χωρίσετε όλες τις κουκίδες σε ομάδες με δέκα στιγμοαποστάσεις (Εικ. 2β.3).



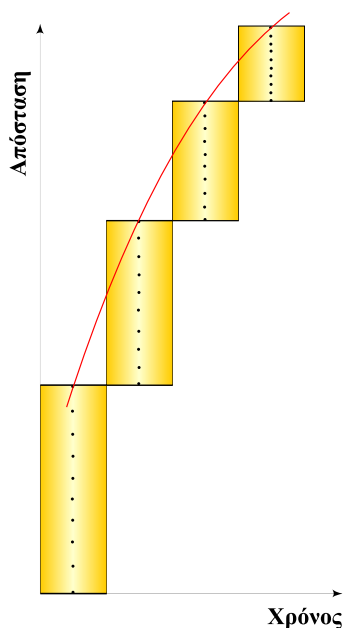
Εικόνα 2β.3

Κατασκευή διαγραμμάτων λουρίδων.

7. Κόψτε προσεκτικά με το ψαλίδι την χαρτοταινία ακριβώς επάνω στις σημειωμένες κουκίδες. Χωρίστε έτσι την χαρτοταινία σε λουρίδες με δέκα στιγμοδιαστήματα η καθεμία. Επικολλήστε τις λουρίδες τη μία δίπλα στην άλλη επάνω στον άξονα των χρόνων, όπως φαίνεται στην εικόνα 2β.4 για να κατασκευάσετε ένα διάγραμμα λουρίδων. Συνδέστε έπειτα με μία γραμμή τις κουκίδες που είναι στις επάνω πλευρές των λουρίδων. Εφόσον το μήκος της κάθε λουρίδας αντιπροσωπεύει τη μετατόπιση Δx του αμαξιού σε χρόνο δέκα “τικ” ή $\Delta t = 0,2s$, το διάγραμμα που κατασκευάσατε είναι το διάγραμμα ταχύτητας - χρόνου.



Εικόνα 2β.4



Εικόνα 2β.5

8. Από το διάγραμμα που κατασκευάσατε, τι συμπεραίνετε για τη σχέση ταχύτητας και χρόνου; Τίνος μεγέθους την τιμή δίνει η κλίση της γραμμής στο διάγραμμα αυτό; Με την τιμή τίνος μεγέθους είναι ίσο αριθμητικά το εμβαδόν της επιφάνειας που καταλαμβάνουν οι λουρίδες;

9. Κόψτε τη δεύτερη χαρτοταινία σε λουρίδες των δέκα στιγμοδιαστημάτων. Επικολλήστε έπειτα τις λουρίδες τη μία μετά την άλλη και διαγωνίως, όπως φαίνεται στην εικόνα 2β.5. Συνδέστε έπειτα τις κουκίδες που βρίσκονται στις επάνω πλευρές των λουρίδων. Το μήκος κάθε λουρίδας αντιπροσωπεύει τη μετατόπιση Δx του ξύλινου σώματος σε χρόνο 0,2s. Το διάγραμμα λοιπόν που κατασκευάσατε, είναι το διάγραμμα του διαστήματος σε συνάρτηση με τον χρόνο.

10. Στο διάγραμμα αυτό, τίνος μεγέθους την αριθμητική τιμή δίνει η κλίση της γραμμής σε ένα τμήμα της; Τίνος μεγέθους την αριθμητική τιμή δίνει η κλίση της γραμμής σε ένα σημείο της;

Σημείωση:

Αν ο χρόνος για την ολοκλήρωση της άσκησης είναι ανεπαρκής, οι διαδικασίες 11, 12 και 13 να γίνουν στο σπίτι.

Κατασκευή διαγραμμάτων από πίνακα τιμών.

11. Συμπληρώστε τις στήλες του ΠΙΝΑΚΑ 1.

α. Μετρήστε το μήκος κάθε λουρίδας για να βρείτε την αντίστοιχη μετατόπιση Δx του ξύλινου παραλληλεπίπεδου σε χρόνο $\Delta t = 0,2s$. Συμπληρώστε έτσι την στήλη 3.

β. Εφαρμόζοντας τον τύπο της μέσης ταχύτητας $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$, συμπληρώστε την στήλη 4.

γ. Υπολογίστε τις μεταβολές Δv , αφαιρώντας τη μέση ταχύτητα της λουρίδας 2 από τη μέση ταχύτητα της λουρίδας 1, τη μέση ταχύτητα της λουρίδας 3 από τη μέση ταχύτητα της λουρίδας 2 κ.ο.κ. Συμπληρώστε έτσι την στήλη 5.

δ. Εφαρμόζοντας τον τύπο $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$, συμπληρώστε την στήλη 6.

ε. Συμπληρώστε την στήλη 7, στην οποία η πρώτη τιμή είναι το μήκος της πρώτης λουρίδας, η δεύτερη τιμή είναι το άθροισμα των μηκών της πρώτης και δεύτερης λουρίδας, η τρίτη τιμή είναι το άθροισμα των μηκών της πρώτης, της δεύτερης και της τρίτης λουρίδας κ.ο.κ.

στ. Συμπληρώστε την στήλη 8 με τους αντίστοιχους χρόνους κατά τους οποίους διανύονται τα διαστήματα της στήλης 7.

12. α. Από τις αντίστοιχες τιμές των στηλών 4 και 8, κατασκευάστε το διάγραμμα της ταχύτητας σε συνάρτηση με τον χρόνο.

6. Βρείτε από το διάγραμμα αυτό, την κλίση της γραμμής που παριστάνει την συνάρτηση $v=f(t)$. Συγκρίνετε την τιμή της με την επιτάχυνση (ή με το μέσο όρο των επιταχύνσεων, αν υπάρχουν διαφορετικές τιμές) που είναι γραμμένη στη στήλη 6.

γ. Από το ίδιο διάγραμμα, υπολογίστε τη μετατόπιση που διέτρεξε το ξύλινο σώμα από τη χρονική στιγμή 0,2s έως τη χρονική στιγμή 0,6s.

13. Από τις αντίστοιχες τιμές των στηλών 7 και 8, κατασκευάστε το διάγραμμα της απόστασης σε συνάρτηση με τον χρόνο.

Παρατήρηση:

Την ομαλά επιβραδυνόμενη κίνηση μπορούμε να την μελετήσουμε και με τη βοήθεια κεκλιμένου επιπέδου (σανίδας που σχηματίζει γωνία με το οριζόντιο επίπεδο). Θέτουμε σε λειτουργία το χρονομετρητή και δίνουμε μια ώθηση στο αμαξάκι από το κάτω μέρος του κεκλιμένου επιπέδου προς τα επάνω. Καθώς το αμαξάκι ανέρχεται στο κεκλιμένο επίπεδο και σύρει τη χαρτοταινία, εκτελεί ομαλά επιβραδυνόμενη κίνηση.