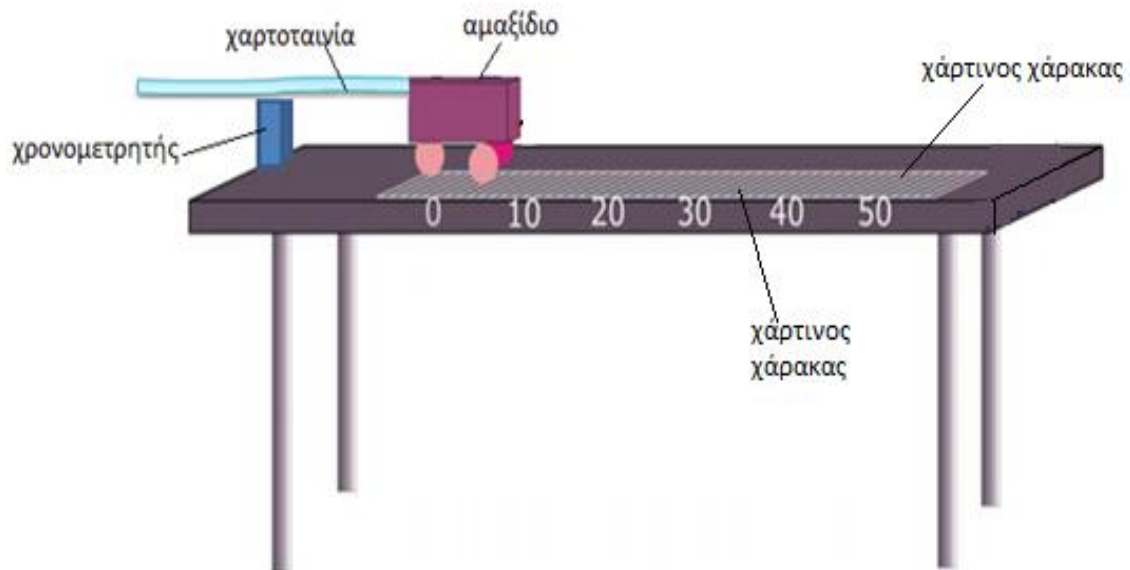


ΦΥΣΙΚΗ Α΄ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΕΣ ΚΙΝΗΣΕΙΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ: ΜΕΛΕΤΗ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗΣ ΟΜΑΛΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ-ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

Περιγραφή πειραματικής διάταξης:

Το αμαξίδιο που φαίνεται στο σχήμα 1 και χρησιμοποιείται στο πείραμα, μπορεί να κινείται ευθύγραμμα πάνω στον εργαστηριακό πάγκο. Προκειμένου να μελετήσουμε την κίνηση του αμαξιδίου, κολλάμε με σελοτέϊπ στο πίσω μέρος του ειδική χαρτοταινία μήκους περίπου 1m. Το άλλο άκρο της χαρτοταινίας τοποθετείται στην ειδική υποδοχή του ηλεκτρικού χρονομετρητή. Κατά την ευθύγραμμη κίνηση του αμαξιδίου η ακίδα του χρονομετρητή καταγράφει σημεία (κουκίδες) πάνω στη χαρτοταινία σε ίσα χρονικά διαστήματα. Από τα «αποτυπώματα» της κίνησης πάνω στη χαρτοταινία μπορεί να μελετηθεί η κίνηση του αμαξιδίου. Επίσης, προκειμένου να μετρηθούν αποστάσεις πάνω στη χαρτοταινία, στον εργαστηριακό πάγκο είναι κολλημένος ένας χάρτινος χάρακας.



Σχήμα 1: Πειραματική διάταξη.

Για να πραγματοποιηθεί η πειραματική διάταξη καθώς και οι αντίστοιχες δραστηριότητες απαιτούνται τα εξής όργανα και υλικά:

1. Εργαστηριακός πάγκος
2. Αμαξίδιο
3. Ηλεκτρικός χρονομετρητής
4. Χαρτοταινία ειδική για χρονομετρητή
5. Χάρτινος χάρακας
6. Χαρτί μιλιμετρέ
7. Αριθμομηχανή
8. Μολύβι και γόμα

Δραστηριότητες:

1. Κόψτε 1m περίπου χαρτοταινίας και με σελοτέιπ κολλήστε το ένα άκρο της στο πίσω μέρος του αμαξιδίου. Το άλλο άκρο της χαρτοταινίας περάστε το από την ειδική υποδοχή του χρονομετρητή. Ελέγξτε αν η χαρτοταινία διέρχεται απρόσκοπτα από την υποδοχή του χρονομετρητή.

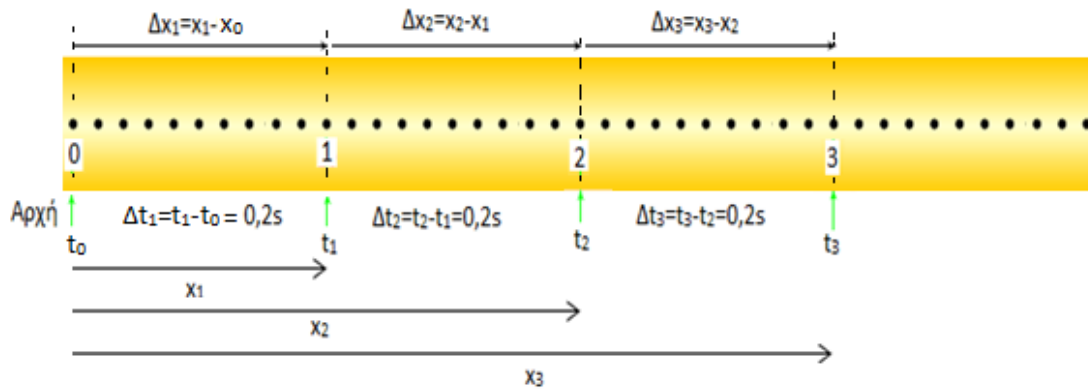
2.

- α) Τοποθετήστε το αμαξίδιο ακριβώς μπροστά από το χρονομετρητή.
- β) Θέστε το χρονομετρητή σε λειτουργία επιλέγοντας ως συχνότητα καταγραφής 50Hz.
- γ) Πατήστε το κουμπί εκκίνησης στο αμαξίδιο (ON) και αφήστε το να κινηθεί.
- δ) Σταματήστε το αμαξίδιο με το χέρι σας λίγο πριν φθάσει στη άλλη άκρη του τραπεζιού.
- ε) Διακόψτε τη λειτουργία του χρονομετρητή.
- στ) Αφαιρέστε τη χαρτοταινία από το αμαξίδιο.

3. Στη χαρτοταινία είναι πλέον αποτυπωμένες κουκίδες (στιγμές) οι οποίες απέχουν χρονικά μεταξύ τους 0,02s (αφού η συχνότητα λειτουργίας του χρονομετρητή είναι $f=50\text{Hz}$ δηλαδή $T=0,02\text{s}$).

- α) Σημειώστε έντονα στη χαρτοταινία την πρώτη κουκίδα και ονομάστε την κουκίδα μηδέν.
- β) Στη συνέχεια απαριθμήστε τις επόμενες δέκα κουκίδες κατά μήκος της χαρτοταινίας και σημειώστε έντονα την δέκατη κουκίδα, στην οποία θα αποδώσετε τον αριθμό 1.
- γ) Συνεχίστε με τον ίδιο τρόπο ώστε να χωρίσετε όλες τις επόμενες κουκίδες σε ομάδες με δέκα στιγμοαποστάσεις.

Το παρακάτω σχήμα 2 θα σας βοηθήσει και να εκτελέσετε τη συγκεκριμένη δραστηριότητα.



Σχήμα 2. Χαρτοταινία με κουκίδες.

4.

Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα 1, ακολουθώντας τις εξής οδηγίες:

α) Η στήλη 1 περιέχει τον αύξοντα αριθμό των έντονων κουκίδων που σημειώσατε στη χαρτοταινία.

β) Η στήλη 2 περιέχει τη χρονική στιγμή που αντιστοιχεί σε κάθε έντονη κουκίδα δεδομένων ότι:

- Η κουκίδα 0 αντιστοιχεί στη χρονική στιγμή $t_0=0$.
- Από “τικ” σε “τικ” του χρονομετρητή μεσολαβεί χρονικό διάστημα 0,02s
- Οι σημειούμενες έντονες κουκίδες είναι ανά δέκα στιγμιοαποστάσεις, οπότε το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί από έντονη σε έντονη κουκίδα είναι $10 \times 0,02s = 0,2s$.

γ) Η στήλη 3 περιέχει το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ δυο διαδοχικών έντονων κουκίδων δηλαδή, $\Delta t_1 = t_1 - t_0$, $\Delta t_2 = t_2 - t_1$, $\Delta t_3 = t_3 - t_2$ κ.ο.κ.

δ) Η στήλη 4 περιέχει τη θέση στην οποία βρίσκεται κάθε έντονη κουκίδα (και επομένως και το αμαξίδιο), λαμβάνοντας ως θέση $x_0=0$ τη θέση της κουκίδας 0. Άρα μετρώντας με το χάρτινο χάρακα τη θέση κάθε έντονης κουκίδας, συμπληρώστε τη στήλη 4.

Υπόδειξη: Στον εργαστηριακό πάγκο είναι κολλημένος ένας χάρτινος χάρακας που θα σας βοηθήσει να μετρήσετε τις θέσεις. Για ευκολία στις μετρήσεις σας μπορείτε να κολλήσετε με σελοτέιπ τη χαρτοταινία με τις κουκίδες ακριβώς πάνω από το χάρτινο χάρακα, έτσι ώστε η κουκίδα μηδέν να αντιστοιχεί στο μηδέν του χάρακα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

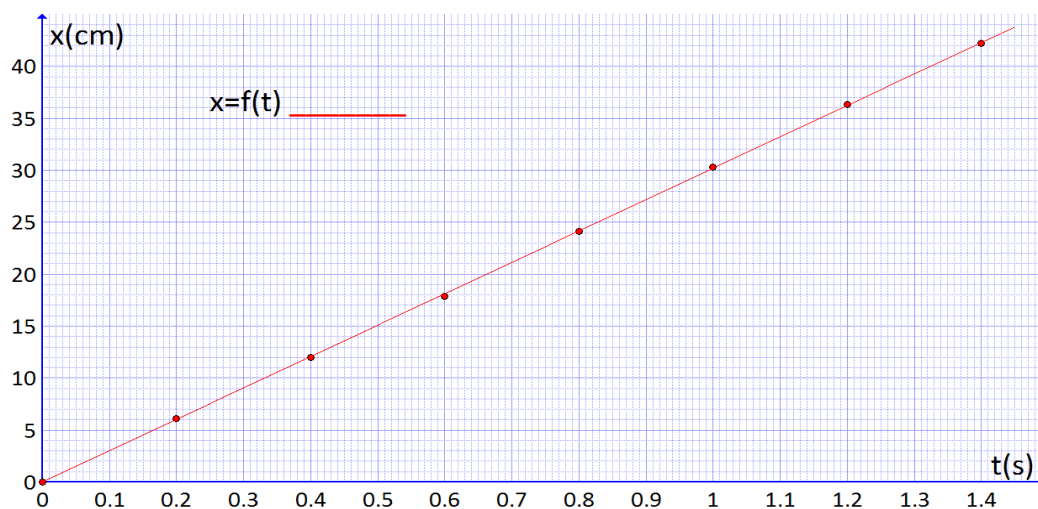
1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η	6 ^η
αριθμός κουκίδας	t(s)	Δt(s)	x(cm)	Δx(cm)	u=Δx/Δt (cm/s)
0	t ₀ =0		x ₀ =0		-
	0,1				30,5
1	t ₁ =0,2	0,2	x ₁ =6,1	6,1	
	0,3				29,5
2	t ₂ =0,4	0,2	x ₂ =12	5,9	
	0,5				29,5
3	t ₃ =0,6	0,2	x ₃ =17,9	5,9	
	0,7				31
4	t ₄ =0,8	0,2	x ₄ =24,1	6,2	
	0,9				31
5	t ₅ =1,0	0,2	x ₅ =30,3	6,2	
	1,1				30
6	t ₆ =1,2	0,2	x ₆ =36,3	6	
	1,3				29,5
7	t ₇ =1,4	0,2	x ₇ =42,2	5,9	
					M.O.= 30,1

5.

α) Σε χαρτί μιλιμετρέ, σχεδιάστε δύο κάθετους άξονες έτσι ώστε ο οριζόντιος άξονας να αφορά στο χρόνο t(s) και ο κατακόρυφος στη θέση x(cm) του σώματος. Επιλέγοντας τις κατάλληλες κλίμακες τοποθετήστε τα πειραματικά σημεία (t,x), σύμφωνα με τις τιμές των στηλών 2 και 4 του πίνακα 1.

Παρατήρηση:

Σχεδιάστε τη γραμμή της γραφικής παράστασης έτσι ώστε να διέρχεται από το μηδέν και όσο το δυνατόν πλησιέστερα στο σύνολο των πειραματικών σημείων (η καλύτερη γραμμή).



β) Στο διάγραμμα x-t υπολογίστε την κλίση της γραμμής.

Απ.

Κλίση= $\Delta x/\Delta t=30,2\text{cm/s}$.

γ) Ποια είναι η φυσική σημασία της κλίσης της γραμμής στο διάγραμμα x-t;

Απ.

Κλίση= $\Delta x/\Delta t$

Η κλίση εκφράζει το ρυθμό μεταβολής της θέσης.

Ορίζουμε ως ταχύτητα \vec{u} , το διανυσματικό μέγεθος του οποίου η τιμή ισούται με το πηλίκο της μετατόπισης $\Delta\vec{x}$ δια του χρονικού διαστήματος Δt στον οποίο γίνεται η μετατόπιση αυτή.

$$\text{Άρα: } \vec{u} = \frac{\Delta\vec{x}}{\Delta t} \quad (1)$$

Στο S.I. μονάδα μέτρησης της επιτάχυνσης είναι το 1m/s.

Υπάρχουν κινήσεις στις οποίες μπορεί να μεταβάλλεται τόσο το μέτρο της ταχύτητας όσο και η κατεύθυνσή της. Στις κινήσεις αυτές ορίζουμε τη μέση ταχύτητα u_{μ} ως την ταχύτητα που αν διατηρούσε σταθερή το κινητό, θα πραγματοποιούσε την ίδια μετατόπιση στην ίδια χρονική διάρκεια. Ως φυσικό μέγεθος η μέση ταχύτητα δίνεται από το πηλίκο της μετατόπισης $\Delta \vec{x}$ δια του χρονικού διαστήματος Δt στον οποίο γίνεται η μετατόπιση αυτή. Άρα:

$$\vec{u}_{\mu} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} \quad (2)$$

Επίσης αν η χρονική διάρκεια της κίνησης ενός κινητού γίνει πάρα πολύ μικρή, τότε η υπολογιζόμενη ταχύτητα ονομάζεται στιγμιαία ταχύτητα και αντιστοιχεί σε αυτή που δείχνει το ταχύμετρο ενός αυτοκινήτου μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Μαθηματικά η στιγμιαία ταχύτητα ορίζεται από τη σχέση:

$$\vec{u}_{\text{στιγμ.}} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} \quad (3)$$

6.

Συμπληρώστε τις υπόλοιπες στήλες του πίνακα 1 ως εξής:

α) Συμπληρώστε τη στήλη 5 που περιέχει τις μετατοπίσεις του αμαξιδίου, λαμβάνοντας υπόψη ότι $\Delta x_1 = x_1 - x_0$, $\Delta x_2 = x_2 - x_1$, $\Delta x_3 = x_3 - x_2$ κ.ο.κ.

β) Εφαρμόζοντας τον τύπο της μέσης ταχύτητας $u = \Delta x / \Delta t$, συμπληρώστε τη στήλη 6.

Παρατήρηση: Η μέση ταχύτητα ενός κινητού σε ένα χρονικό διάστημα μιας ευθύγραμμης κίνησης, συμπίπτει με τη στιγμιαία ταχύτητα του κινητού στο μέσο του χρονικού διαστήματος.

γ) Βρείτε το μέσο όρο των τιμών της στήλης 6 και συμπληρώστε στον πίνακα 1 το αντίστοιχο κελί.

δ) Συγκρίνετε την τιμή της κλίσης της δραστηριότητας 5 με το μέσο όρο των τιμών της 6^{ης} στήλης του πίνακα 1. Τι παρατηρείτε;

Απ.

Στα πλαίσια των πειραματικών σφαλμάτων, η απόκλιση μεταξύ των δύο τιμών είναι ελάχιστη.

Παρατήρηση: Πειραματικά η ταχύτητα υπολογίζεται είτε μέσω της κλίσης της ευθείας στο διάγραμμα x-t, είτε από το μέσο όρο των ταχυτήτων της 6^{ης} στήλης.

7.

α) Να γράψετε την εξίσωση της γραφικής παράστασης του διαγράμματος x-t.

Απ.

$x=30,2t$ (x σε cm και t σε s)

β) Προτείνετε έναν τίτλο για τη συγκεκριμένη κίνηση.

γ) Να γράψετε τη γενική εξίσωση $x=f(t)$ που περιγράφει τέτοιου είδους κινήσεις.

Απ.

$$x=ut \quad (4)$$

Η εξίσωση (4) αποτελεί την εξίσωση κίνησης στην
Ευθύγραμμη Ομαλή Κίνηση

8. Συνοψίζοντας τα συμπεράσματά σας, συμπληρώστε τις λέξεις στην παρακάτω πρόταση:

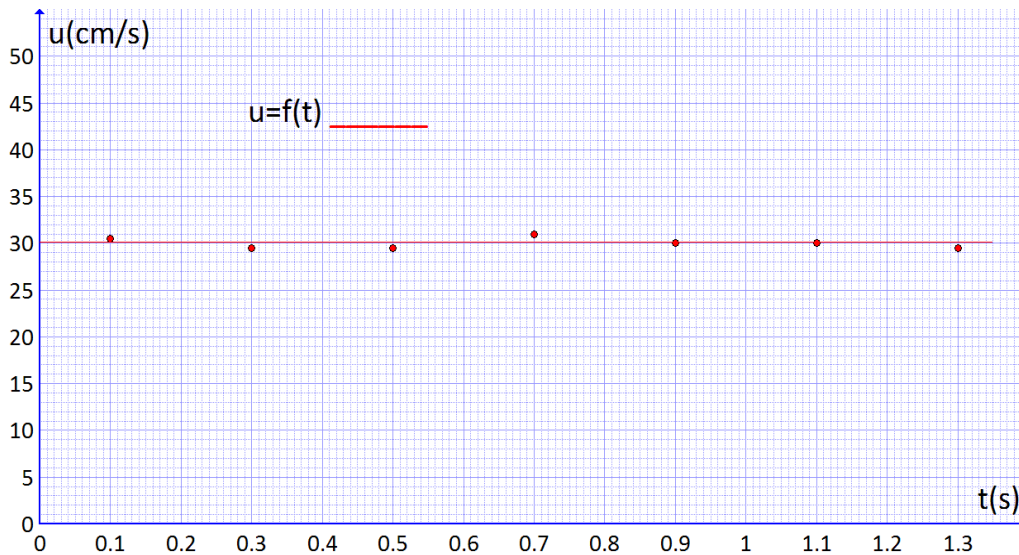
«Σε μια Ευθύγραμμη Ομαλή Κίνηση, η *...κλίση...* της καμπύλης στο διάγραμμα x-t εκφράζει την *...ταχύτητα...*»

9.

α) Σε χαρτί μιλιμετρέ, σχεδιάστε δύο κάθετους άξονες έτσι ώστε ο οριζόντιος άξονας να αφορά στο χρόνο t(s) και ο κατακόρυφος στην ταχύτητα u(cm/s) του σώματος. Επιλέγοντας τις κατάλληλες κλίμακες τοποθετήστε τα πειραματικά σημεία (t,u), σύμφωνα με τις τιμές των στηλών 2 και 6 του πίνακα 1.

Παρατήρηση:

Σχεδιάστε τη γραμμή της γραφικής παράστασης όσο το δυνατόν πλησιέστερα στο σύνολο των πειραματικών σημείων (η καλύτερη γραμμή) και λαμβάνοντας υπόψη για την ταχύτητα το μέσο όρο της στήλης 6.



β) Να γράψετε την εξίσωση της γραφικής παράστασης του διαγράμματος u-t.

Απ.

$u=30,1$ (όπου το u μετριέται σε cm/s)

γ) Να γράψετε τη γενική εξίσωση που περιγράφει την ταχύτητα στην Ευθύγραμμη Ομαλή Κίνηση.

Απ.

$$\bar{u} = \text{σταθερή (5)}$$

10.

α) Με βάση το διάγραμμα x-t υπολογίστε τη μετατόπιση Δx του αμαξιδίου από τη χρονική στιγμή $t_1=0,3s$ έως τη χρονική στιγμή $t_2=0,5s$.

Απ.

Για $t_1=0,3s$ αντιστοιχεί $x_1=9,05cm$

Για $t_2=0,5s$ αντιστοιχεί $x_2=15,08cm$

Άρα σε $\Delta t=0,2s$ αντιστοιχεί $\Delta x=6,03cm$.

β) Με βάση το διάγραμμα u-t, υπολογίστε το εμβαδό που περικλείεται μεταξύ του άξονα του χρόνου (από $t_1=0,3s$ έως $t_2=0,5s$) και της ευθείας που παριστάνει την ταχύτητα.

$$E = 0,2 \cdot 30,1 = 6,02cm$$

γ) Τι παρατηρείτε από τους δυο παραπάνω υπολογισμούς;

Απ.

Στο διάγραμμα $u-t$ το εμβαδό που περικλείεται μεταξύ του άξονα του χρόνου και της ευθείας που παριστάνει την ταχύτητα, ισούται με τη μετατόπιση.

δ) Συνοψίζοντας τα συμπεράσματά σας, συμπληρώστε τις λέξεις στην παρακάτω πρόταση:

«Σε μια Ευθύγραμμη Ομαλή Κίνηση το ...εμβαδό... που περικλείεται μεταξύ του άξονα του χρόνου και της ευθείας που παριστάνει την ταχύτητα στο διάγραμμα $u-t$, εκφράζει τη ...μετατόπιση... .»