

Μελέτη της κίνησης αμαξιδίου κατά μήκος πλάγιου επιπέδου

Στόχοι

Με την εκτέλεση της άσκησης, ο μαθητής θα είναι σε θέση:

- 1) Να υπολογίζει με τη βοήθεια συστήματος φωτοπύλης-χρονόμετρου την ταχύτητα αμαξιδίου.
- 2) Από πειραματικό γράφημα θέσης - τετραγώνου ταχύτητας, μπορεί να: α) αποφαιίνεται αν μια ευθύγραμμη κίνηση είναι ομαλά μεταβαλλόμενη χωρίς αρχική ταχύτητα, ή όχι και β) υπολογίζει την επιτάχυνση του κινητού.

Σχεδιασμός του πειράματος

Όταν ένα σώμα κινείται ευθύγραμμα με σταθερή επιτάχυνση a , χωρίς αρχική ταχύτητα, τότε η θέση του x και η ταχύτητά του κάθε χρονική στιγμή t , προσδιορίζονται από τις εξισώσεις:

$$x = \frac{1}{2}at^2 \quad (1)$$

$$v = at$$

Αν από τις εξισώσεις αυτές απαλείψουμε το χρόνο, προκύπτει η σχέση:

$$v^2 = 2ax \quad (2)$$

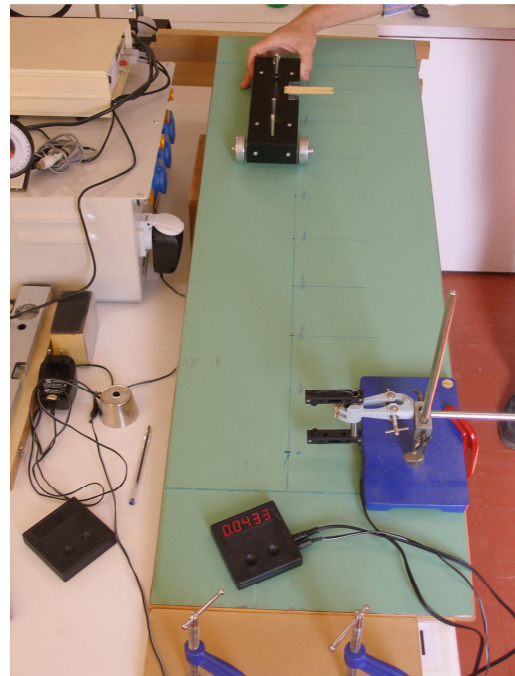
Από την εξίσωση 2 παρατηρούμε ότι το τετράγωνο της ταχύτητας (v^2) του κινούμενου σώματος είναι ανάλογο της αντίστοιχης θέσης του (x). Επομένως το γράφημα v^2-x είναι μια ευθεία που διέρχεται από την αρχή των αξόνων (σημείο $(0,0)$). Η κλίση της ευθείας αυτής είναι ίση με το διπλάσιο της επιτάχυνσης (a) της κίνησης.

Με βάση τις παρατηρήσεις αυτές, μπορούμε να εξετάσουμε πειραματικά αν η κίνηση ενός αμαξιδίου κατά μήκος πλάγιας σανίδας, που ξεκινά από την ηρεμία, είναι ομαλά μεταβαλλόμενη και να υπολογίσουμε την επιτάχυνσή της από το αντίστοιχο πειραματικό γράφημα v^2-x . Για να σχεδιάσουμε το πειραματικό γράφημα v^2-x , πρέπει να μπορούμε να μετράμε την ταχύτητα του αμαξιδίου σε διάφορες θέσεις, που διέρχεται κατά την κίνησή του. Η μέτρηση αυτή επιτυγχάνεται με τη βοήθεια συστήματος φωτοπύλης - ηλεκτρονικού χρονόμετρου, που διαθέτει το σχολικό εργαστήριο.

Πειραματική διαδικασία

Συνθέτουμε την πειραματική διάταξη που φαίνεται στην εικόνα 1. Η πλάγια σανίδα σχηματίζει γωνία περίπου 10 μοιρών με την οριζόντια. Η φωτοπύλη διατηρείται σε σταθερή θέση. Αφήνουμε το αμαξάκι να κινηθεί κατά μήκος της πλάγιας σανίδας χωρίς αρχική ταχύτητα, τοποθετώντας το σε διάφορες αρχικές θέσεις, που απέχουν 0,1 - 0,2 - ... 0,8 μέτρα από τη φωτοπύλη (πίνακας μετρήσεων Α).

Στο αμαξάκι έχουμε κολλήσει ένα χαρτονάκι πλάτους $\Delta x=2\text{cm}$, κάθετο στη διεύθυνση της κίνησής του και κατάλληλου μήκους, ώστε διερχόμενο από τη φωτοπύλη, να διακόπτει τη φωτεινή της δέσμη. Στο ηλεκτρονικό χρονόμετρο διαλέγουμε τη λειτουργία F1. Μετράμε το χρόνο διέλευσης του χαρτονιού από τη φωτοπύλη (Δt) και καταγράφουμε την τιμή του. Επαναλαμβάνουμε τη μέτρηση τρεις φορές (τοποθετώντας το αμαξάκι



Εικόνα 1

Α' ΕΚΦΕ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

στην ίδια αρχική θέση) και βρίσκουμε τη μέση τιμή του χρόνου διέλευσης, την οποία καταγράφουμε στον πίνακα μετρήσεων Α.

Υπολογίζουμε τη στιγμιαία ταχύτητα (v) του αμαξιδίου, τη στιγμή που το μέσον του χαρτονιού διέρχεται από τη φωτούλη, από τη σχέση:

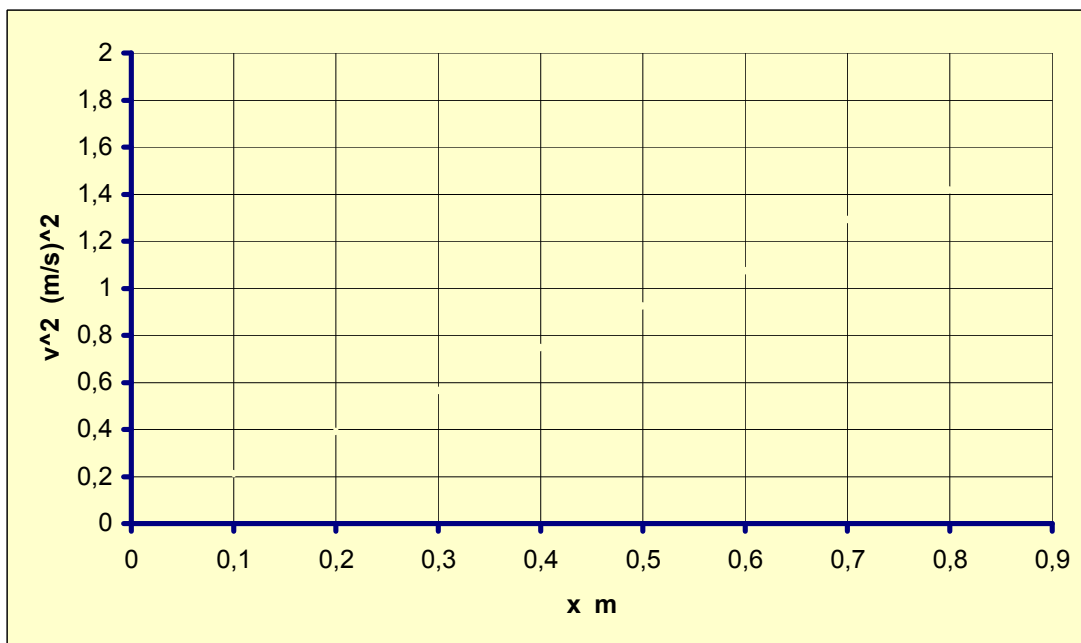
$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

Συμπληρώνουμε τη στήλη v του πίνακα Α.

Υπολογίζουμε τα τετράγωνα των ταχυτήτων και συμπληρώνουμε την αντίστοιχη στήλη του πίνακα Α.

ΠΙΝΑΚΑΣ Α				
x (m)	Μέση τιμή του χρόνου διέλευσης: Δt (s)	Πλάτος χαρτονιού Δx (m)	$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ (m/s)	v^2 (m/s) ²
0	0	0,02	0	0
0,1				
0,2				
0,3				
0,4				
0,5				
0,6				
0,7				
0,8				

Στο ορθογώνιο σύστημα αξόνων της εικόνας 2 τοποθετήστε τα πειραματικά σημεία. Σχεδιάστε την ευθεία που διέρχεται πλησιέστερα από το σύνολο των σημείων και περνάει από την αρχή των αξόνων.



Εικόνα 2

Ερωτήσεις

1. Βρίσκονται τα πειραματικά σημεία «αρκετά» κοντά στην ευθεία που σχεδιάσατε;
ΝΑΙ - ΟΧΙ
2. Η παρατηρούμενη απόκλιση των πειραματικών σημείων από την ευθεία που σχεδιάσατε, οφείλεται (επιλέξτε τις δύο σωστές απαντήσεις):
 - a. Οι μονάδες που επιλέξαμε είναι ακατάλληλες για το σχεδιασμό του γραφήματος.
 - b. Οι εξισώσεις 1 και 2, στις οποίες στηρίχτηκε ο σχεδιασμός του πειράματος είναι λανθασμένες.
 - c. Οι μετρήσεις μας εμπεριέχουν υποκειμενικά σφάλματα.
 - d. Η επιτάχυνση του αμαξιδίου μεταβάλλεται ελαφρά, από διάφορους εξωτερικούς παράγοντες που έχουμε αγνοήσει (τριβή, αντίσταση του αέρα, κλπ).
3. Με τη βοήθεια της εξίσωσης $v^2 = 2ax$ και το πειραματικό γράφημα, υπολογίστε την επιτάχυνση του αμαξιδίου:
 $a = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s²
4. Χρησιμοποιώντας την τιμή της επιτάχυνσης που βρήκατε, προβλέψτε με πόση ταχύτητα θα διέλθει το αμαξίδιο, από τη θέση $x = 0,25m$. Επικυρώστε πειραματικά την πρόβλεψή σας.

Επισήμανση: Η καταχώρηση και επεξεργασία των μετρήσεων, καθώς και το πειραματικό γράφημα, μπορεί να γίνουν σε φύλλο EXCEL, όπως στις ενδεικτικές μετρήσεις, που ακολουθούν.

Ενδεικτικές μετρήσεις

Δt (s)	x (m)	Δx (m)	v (m/s)	v ² (m/s) ²	α=0,91m/s ²
0,0434	0,1	0,02	0,460829	0,212364	
0,032	0,2		0,625	0,390625	
0,0266	0,3		0,75188	0,565323	
0,0231	0,4		0,865801	0,749611	
0,0208	0,5		0,961538	0,924556	
0,0193	0,6		1,036269	1,073854	
0,0176	0,7		1,136364	1,291322	
0,0168	0,8		1,190476	1,417234	

