

Φυσική Α' Λυκείου

Μελέτη της Ευθύγραμμης κίνησης ενός αμαξιδίου σε κεκλιμένο επίπεδο με αρχική ταχύτητα από το κάτω μέρος προς τα πάνω

Εισαγωγή – Επισημάνσεις



Θα ασχοληθούμε, για απλότητα, με την ευθύγραμμη κίνηση αμαξιδίου με έμβολο, το οποίο εκτοξεύεται από το κάτω μέρος κεκλιμένου επιπέδου προς το πάνω. Αρχικά επομένως, το αμαξίδιο έχει ταχύτητα $u_0 \neq 0$, ενώ στη συνέχεια η ταχύτητά του μειώνεται μέχρι που μηδενίζεται. Η κίνησή του λέγεται **μεταβαλλόμενη** και συγκεκριμένα επιβραδυνόμενη. Τη θέση του αμαξιδίου, θα την καταγράφει ένας χρονομετρητής κάθε 0.02s, με κουκίδες(ίχνη) σε μία άσπρη χαρτοταινία το ένα άκρο της οποίας έχει σταθερά προσαρμοστεί πάνω στο αμαξίδιο..

Η *θέση* ενός σώματος που κινείται, αλλάζει διαρκώς και δηλώνεται με τη μεταβλητή x , αν είναι οριζόντια (Αν η κίνηση του σώματος γίνεται σε κατακόρυφη ευθεία π.χ ελεύθερη πτώση τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί το γράμμα y κτλ.) Με τον ορισμό του σημείου αναφοράς, η **θέση ενός σώματος** γίνεται ένα **μετρήσιμο μέγεθος** – δηλαδή ένα φυσικό μέγεθος.

Το πιο σημαντικό, όταν μελετάμε την κίνηση ενός σώματος, είναι να καταλήξουμε να γνωρίζουμε την θέση του σώματος κάθε στιγμή.

Τη δυνατότητα αυτή μας τη δίνει η λεγόμενη «εξίσωση» θέσης του σώματος. Ουσιαστικά, όμως, είναι συνάρτηση της θέσης του σώματος σε σχέση με την εκάστοτε χρονική στιγμή t . Παράδειγμα: $x = 10 + 5 \cdot t$ (το x σε cm και το t σε sec)

Εξίσου καλό, σαν αποτέλεσμα της μελέτης μίας ευθύγραμμης κίνησης, θα ήταν να γνωρίζαμε τη γραφική παράσταση της θέσης του σε σχέση με το χρόνο t (διάγραμμα $x-t$). Αυτό γιατί, πάλι, έχοντας το διάγραμμα $x - t$, μπορούμε να βρούμε τη θέση του σώματος κάθε στιγμή και το αντίστροφο. Αλλά, και άλλες χρήσιμες πληροφορίες όπως η ταχύτητά του κτλ.

Υπενθυμίζεται: ο ορισμός της μέσης ταχύτητας σώματος που μετατοπίζεται κατά Δx , εντός χρονικής διάρκειας Δt , είναι:

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

Σε περίπτωση που στιγμιαία του ταχύτητα μεταβάλλεται κατά Δv , εντός χρονικής διάρκειας Δt , ορίζουμε ως επιτάχυνση του σώματος το ρυθμό μεταβολής της ταχύτητάς του:

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

Παρατήρηση: εάν η ταχύτητα μειώνεται στη διάρκεια του Δt , τότε $\Delta v < 0$ και η επιτάχυνση a , προκύπτει αρνητική.

Σκοπός: 1. Να κατασκευάσουμε το συμπληρώσουμε τον πίνακα θέσης - χρόνου ($x-t$) του αμαξιδίου που κινείται ευθύγραμμα, να κάνουμε το αντίστοιχο διάγραμμα θέσης - χρόνου και να δούμε τα χαρακτηριστικά του.
2. Να κατασκευάσουμε και το διάγραμμα ταχύτητας - χρόνου ($v-t$) και να οδηγηθούμε στον ορισμό της ευθύγραμμης ομαλά επιταχυνόμενης κίνησης
3. Να κατασκευάσουμε το διάγραμμα επιτάχυνσης - χρόνου ($a-t$) και να δούμε τα χαρακτηριστικά του.

Υλικά:

- Ένα αμαξίδιο του εργαστηρίου με έμβολο- ελατήριο.
- Χρονομετρητής με χάρτινη αυτογραφική ταινία.
- Σφικτήρας τύπου G

Διαδικασία – Υλοποίηση

1. Στο κάτω άκρο κεκλιμένου επιπέδου π.χ (ράφι με κάποια κλίση) στερεώνουμε το χρονομετρητή με σφικτήρα τύπου G .
2. Δοκιμάζουμε το αμαξίδιο να κινείται ευθεία και κόβουμε ένα κομμάτι χαρτοταινίας περίπου 0.5 με 1m. Στερεώνουμε το ένα άκρο της χαρτοταινίας σε κάποια προεξοχή του αμαξιδίου ή το κολλάμε με selotape στο επάνω μέρος του. Φροντίζουμε η ταινία να μην σχηματίζει μεγάλη γωνία – αλλά να είναι σχεδόν παράλληλη με το επίπεδο κίνησης. Συσπειρώνουμε το ελατήριο το εμβόλου στο αμαξίδιο,
3. Βάζουμε σε λειτουργία το χρονομετρητή και χτυπάμε ξαφνικά με ράβδο από πάνω στον πείρο το αμαξίδιο, οπότε εκτοξεύεται και παίρνουμε την τυπωμένη χαρτοταινία με τα ίχνη του αμαξιδίου.

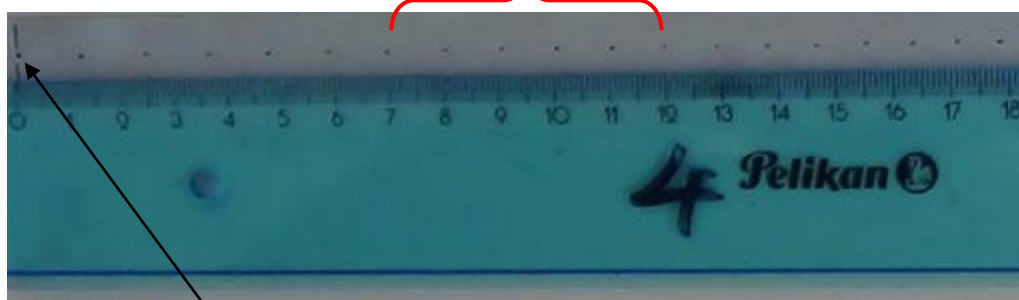
Λήψη Μετρήσεων

1. **Αντιστρέφουμε τη χαρτοταινία**, γιατί εμείς θέλουμε τη θέση του αμαξιδίου ως προς το χρονομετρητή και- καλώς εχόντων των πραγμάτων- έχουμε ένα αποτέλεσμα σαν αυτό:



- 2.** Λαμβάνοντας υπόψη, ότι ο χρονομετρητής αφήνει ένα ίχνος στην ταινία κάθε 0,02 s, καταλαβαίνουμε ότι αυτή η χάρτινη ταινία μπορεί να μας δώσει όχι μόνο τη θέση του αμαξιδίου, αλλά και την κάθε χρονική στιγμή.

Κάθε 5 διαστήματα στην ταινία, αντιστοιχούν σε χρονική διάρκεια $5 \times 0.02 = 0.1 \text{ s}$



- 3.** Τέλος πρέπει να αποφασίσουμε ποιο ίχνος της χαρτοταινίας θα πάρουμε σαν σημείο αναφοράς. (Δηλ. ποιο ίχνος θα είναι το $x=0$)

Μπορούμε να πάρουμε όποιο θέλουμε – αλλά ας πάρουμε το σημείο που είναι το πιο έντονο.

- 4.** Με τη βοήθεια του χάρακα μετρήστε τη θέση x του αμαξιδίου την αντίστοιχη χρονική στιγμή t . Συμπληρώστε, δηλαδή, τον πίνακα, θέσης - χρόνου ($x-t$). Η πρώτη γραμμή του πίνακα έχει συμπληρωθεί.

Χρον. στιγμή t (σε s)	Θέση x (σε cm) (με ένα δεκαδικό ψηφίο)
0	0
0.1	
0.2	

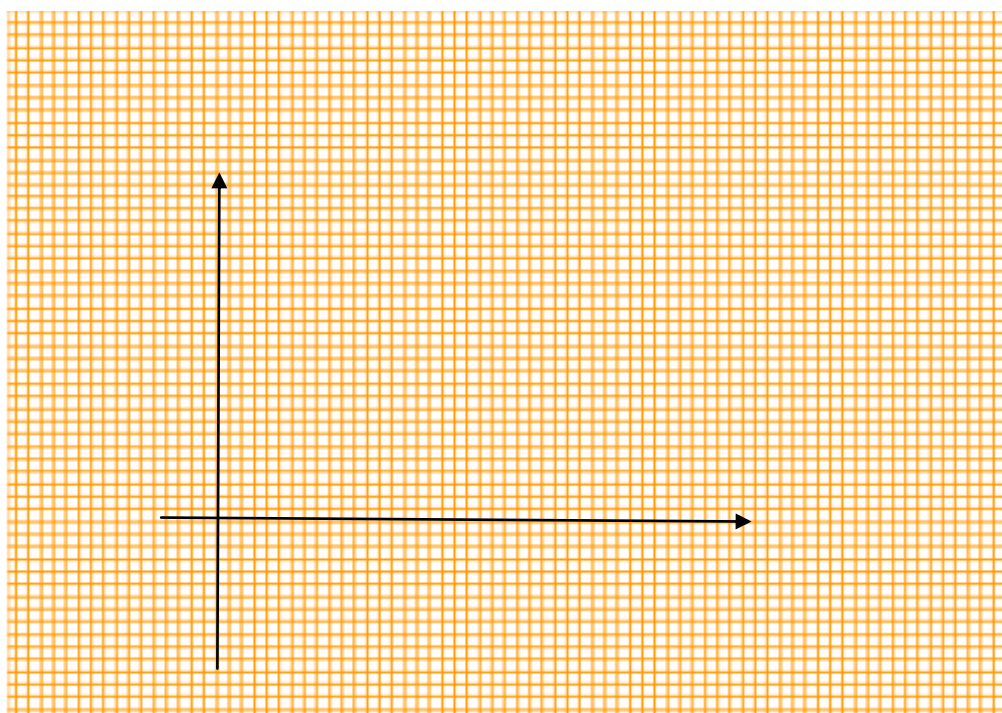
0.3	
0.4	
0.5	
0.6	
0.7	

Επεξεργασία

1. Παρατηρώντας προσεκτικά τη χαρτοταινία και λαμβάνοντας υπόψη, ότι πάντα από ένα ίχνος στο επόμενο ο χρονική διάρκεια είναι η ίδια 0.02s ή τον παραπάνω πίνακα, τι καταλαβαίνετε για την ταχύτητα του αμαξιδίου σε σχέση με το χρόνο; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

.....

2. α) Να κάνετε τη γραφική παράσταση της θέσης x του αμαξιδίου, σε σχέση με το χρόνο t . (στον οριζόντιο άξονα ο χρόνος t)¹



- β) Να σχολιάσετε το σχήμα (ευθεία-καμπύλη) της γραμμής που προκύπτει στη γραφική παράσταση

- γ) Η κλίση της γραφικής παράστασης θέσης - χρόνου δίνει την
 Καθώς περνά ο χρόνος t , τι βλέπετε να συμβαίνει με την κλίση του διαγράμματος $x-t$; Πρόκειται για ευθύγραμμη ομαλή κίνηση ή μεταβαλλόμενη;

.....

¹ Εναλλακτικά, μπορεί η ίδια η χαρτοταινία να επικολληθεί σε χαρτί Α4 ή μιλλιμετρέ χαρτί, απευθείας ως άξονας των θέσεων x (κατακόρυφος), αλλά πρέπει πάλι να αριθμηθεί.

3. Να υπολογίσετε τη **μέση ταχύτητα** του αμαξιδίου , για την κίνησή του από το 0s έως 0,1s, για την κίνησή του από το 0,1s έως 0,2s, από 0,2s έως 0,3s κτλ. μέχρι να εξαντληθούν όλα τα χρονικά διαστήματα της πρώτης στήλης του παραπάνω πίνακα.(σύνολο 7 χρονικά διαστήματα- δηλαδή 7 τιμές μέσης ταχύτητας.

Οδηγία: **Πάντα** με τον ορισμό $u = \Delta x / \Delta t$ και με στρογγυλοποίηση του αποτελέσματος – με ένα δεκαδικό ψηφίο το πολύ.

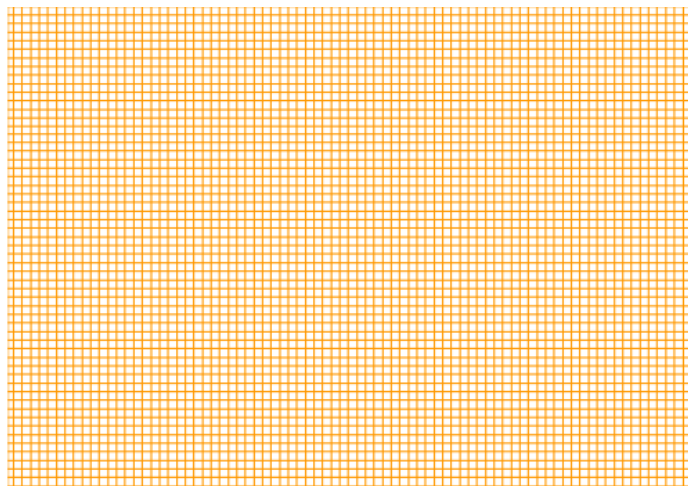
.....

Να συμπληρώσετε τον πίνακα τιμών ταχύτητας – χρόνου (u-t) του τρένου.

Χρον. διάρκεια Δt (σε s)	Ταχύτητα u (σε cm/s) (ένα δεκαδ. ψηφίο)
0 έως 0.1	
0.1 έως 0.2	
0.2 έως 0.3	
0.3 έως 0.4	
0.4 έως 0.5	
0.5 έως 0.6	
0.6 έως 0.7	

Επιβεβαιώνονται οι υποθέσεις που κάνατε στα ερωτήματα 1 και 2γ για την ταχύτητα;.....

4. Να κάνετε τη γραφική παράσταση ταχύτητας – χρόνου (u - t) του τρένου.
Οδηγία: τη μέση ταχύτητα του πρώτου χρονικού διαστήματος, να την αποδώσετε (ως στιγμιαία ταχύτητα) στη μεσαία τιμή χρόνου. δηλαδή στο 0.5s κόκ. τη δεύτερη στο 1.5s κτλ.



Τι παρατηρείτε; Τι σχήμα έχει η γραφική παράσταση που φτιάξατε και τι κλίση έχει σταθερή ή μεταβαλλόμενη;

.....

Η κλίση της γραφικής παράστασης σε διάγραμμα ταχύτητας – χρόνου (u-t) ισούται με την επιτάχυνση a του σώματος και αυτό ισχύει πάντα.

Να βρείτε την επιτάχυνση του αμαξιδίου από την κλίση του διαγράμματος ταχύτητας – χρόνου: (προσέξτε το πρόσημο)

.....

Αφού η κλίση του διαγράμματος είναι σταθερή, αυτό σημαίνει, ότι η επιτάχυνση του σώματος είναι σταθερή – δηλαδή ο ρυθμός μείωσης της ταχύτητάς του είναι ο ίδιος.

Ορισμός: Η κίνηση ενός σώματος σε ευθεία γραμμή και με σταθερή επιτάχυνση λέγεται ευθύγραμμη ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση.

Προαιρετικά ερωτήματα:

1. Να γράψετε την εξίσωση ταχύτητας – χρόνου του αμαξιδίου.

A Τρόπος: Από το διάγραμμα ταχύτητας – χρόνου - είναι η εξίσωση της ευθείας.

B Τρόπος: Από τον ορισμό της επιτάχυνσης $a = \Delta u / \Delta t$ λύνοντας ως προς Δu και λαμβάνοντας υπόψη, ότι τη στιγμή $0s$ το αμαξίδιο είχε ταχύτητα u_0 .

2. Να γράψετε την εξίσωση θέσης – χρόνου του αμαξιδίου.

Από το διάγραμμα ταχύτητας – χρόνου του αμαξιδίου, θυμηθείτε ότι με εμβαδομέτρηση υπολογίζουμε τη μετατόπιση Δx του σώματος.

Θεωρείστε μία χρονική στιγμή $t > 0$, υπολογίστε το εμβαδόν του τραapeζίου που προκύπτει. Θα χρειαστείτε και την εξίσωση ταχύτητας – χρόνου που βρήκατε παραπάνω.