

Φυσική Α' Λυκείου

Μελέτη της Ευθύγραμμης Κίνησης ενός τρένου μπαταρίας με χρονομετρητή χάρτινης ταινίας

Εισαγωγή – Επισημάνσεις



Θα ασχοληθούμε, για απλότητα, με την ευθύγραμμη κίνηση ενός τρένου. Τη θέση του τρένου 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 τρένο.

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 ξέραμε 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 ταχύτητας σώματος που μετατοπίζεται κατά Δx , εντός χρονικής διάρκειας Δt , είναι:

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

Σκοπός: 1. Να κατασκευάσουμε το συμπληρώσουμε τον πίνακα θέσης - χρόνου ($x-t$) του τρένου που κινείται ευθύγραμμα, να κάνουμε το αντίστοιχο διάγραμμα θέσης - χρόνου και να δούμε τα χαρακτηριστικά του και να καταλήξουμε στον ορισμό της ευθύγραμμης ομαλής κίνησης.
2. Να κατασκευάσουμε και το διάγραμμα ταχύτητας - χρόνου ($υ-t$) και δούμε τα χαρακτηριστικά του.

Υλικά:

- Ένα τρενάκι μπαταρίας
- Χρονομετρητής με χάρτινη αυτογραφική ταινία.
- Σφικτήρας τύπου G

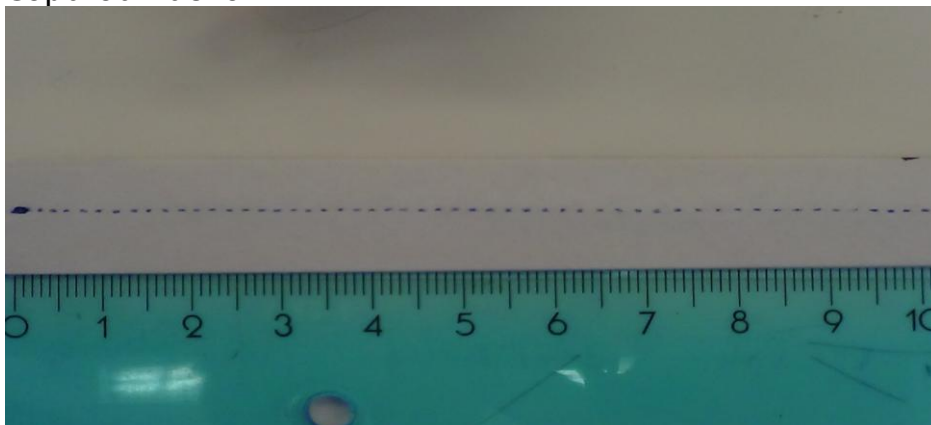


Διαδικασία - Υλοποίηση

1. Στο ένα άκρο οριζόντιου τραπέζιού στερεώνουμε το χρονομετρητή με σφικτήρα τύπου G.
2. Δοκιμάζουμε το τρένο να κινείται ευθεία και κόβουμε ένα κομμάτι χαρτοταινίας περίπου 0.5 με 1m. Στερεώνουμε το ένα άκρο της χαρτοταινίας σε κάποια προεξοχή του τραίνου ή το κολλάμε με selotape στο επάνω μέρος του. Φροντίζουμε η ταινία να μην σχηματίζει μεγάλη γωνία - αλλά να είναι σχεδόν παράλληλη με την επιφάνεια του τραπέζιού.
3. Βάζουμε σε λειτουργία το τρένο και το χρονομετρητή και παίρνουμε την τυπωμένη με τα ίχνη του τρένου ταινία.

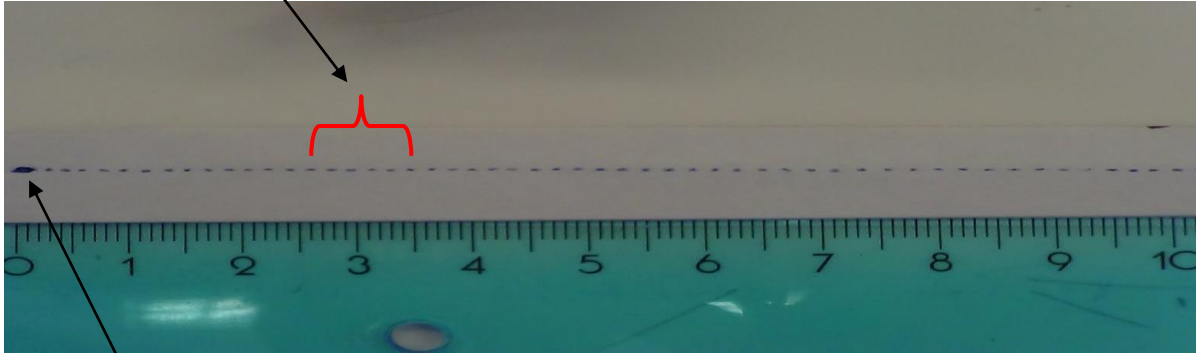
Λήψη Μετρήσεων

- 1. Αντιστρέφουμε τη χαρτοταινία**, γιατί εμείς θέλουμε τη θέση του τρένου 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 τρένου 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 $x=0$)

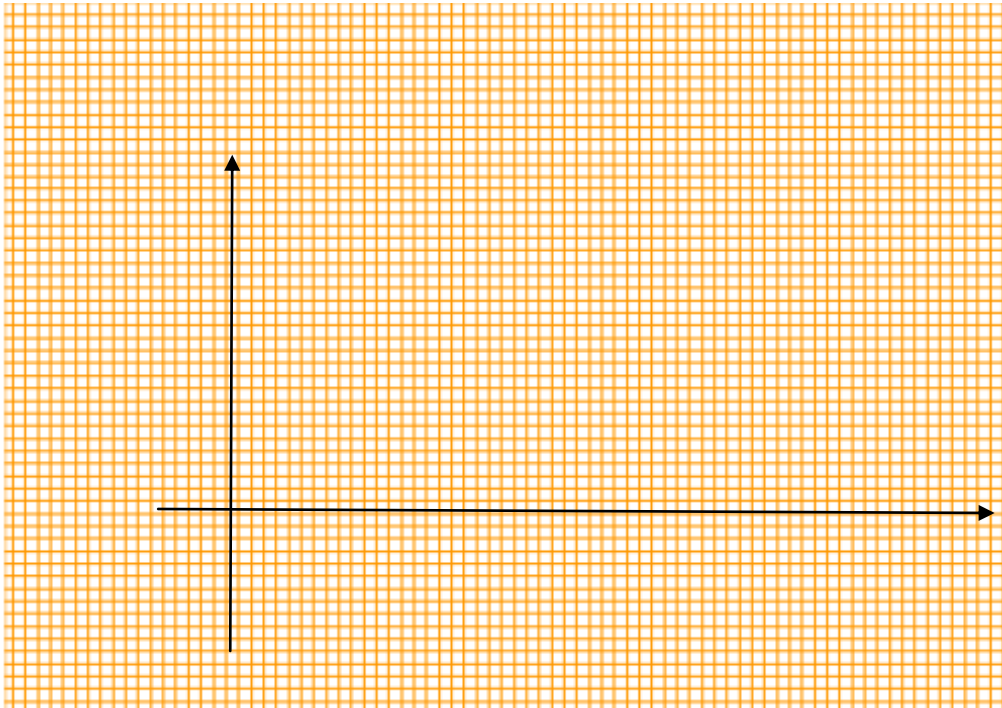
Μπορούμε να πάρουμε όποιο θέλουμε – αλλά ας πάρουμε το σημείο που είναι το πιο έντονο.

- 4.** Με τη βοήθεια του χάρακα μετρήστε τη θέση x τρένου 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. Να κάνετε τη γραφική παράσταση της θέσης x του τρένου, σε σχέση με το χρόνο t . (στον οριζόντιο άξονα ο χρόνος t)¹



Να σχολιάσετε το σχήμα της γραμμής που προκύπτει στη γραφική παρασταση.

2. Να υπολογίσετε τη **μέση ταχύτητα** του τρένου, 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 (σε s)	Δt	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		

¹ Εναλλακτικά, μπορεί η ίδια η χαρτοταινία να επικολληθεί σε χαρτί A4 ή μιλλιμετρέ χαρτί, απευθείας ως άξονας των θέσεων x (κατακόρυφος), αλλά πρέπει πάλι να αριθμηθεί.

0.6 έως 0.7

Τι παρατηρείτε στα αποτελέσματα υπολογισμού μέσης ταχύτητας του τρένου σε διαφορετικά τμήματα της κίνησής του;

.....

Τι μπορεί να σημαίνει κάτι τέτοιο, για την στιγμιαία ταχύτητα του τρένου;

.....

Ορισμός: Όταν ένα σώμα κινείται σε ευθεία γραμμή και η ταχύτητά του είναι σταθερή (κατά μέτρο και κατεύθυνση) ονομάζεται *ευθύγραμμη ομαλή*.

Άρα το τρένο κινείται *ευθύγραμμα και ομαλά*.

3. Να βρείτε την κλίση της γραφικής παράστασης θέσης χρόνου που φτιάξατε παραπάνω, από $t = 0$ έως $x = 0.5s$.

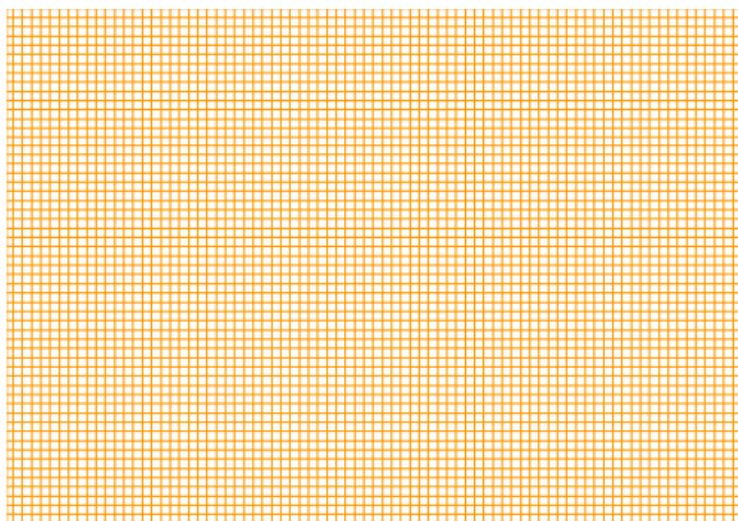
.....

Τι παρατηρείτε; Η κλίση που βρήκατε – με τι ισούται;

Άρα, η κλίση της γραφικής παράστασης θέσης – χρόνου ενός σώματος, ισούται με την ταχύτητα του. Αυτό ισχύει σε όλες τις κινήσεις.

Παρατήρηση: Αφού η κίνηση του τρένου είναι ευθ. Ομαλή, η ταχύτητά του θα είναι διαρκώς η ίδια – άρα και η κλίση της γραφικής παράστασης θέσης – χρόνου θα είναι διαρκώς η ίδια (σταθερή). Αυτό γίνεται όμως, μόνο αν η γραφική παράσταση θέσης χρόνου είναι τμήμα ευθείας.

4. Να κάνετε τη γραφική παράσταση ταχύτητας – χρόνου ($υ - t$) του τρένου. Οδηγία: τη μέση ταχύτητα του πρώτου χρονικού διαστήματος, να την αποδώσετε 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;

.....
.....

Αυτά που επισημάνατε, ισχύουν σε κάθε ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.

5. α) Να υπολογίσετε το εμβαδόν του χώρου κάτω από τη γραμμή της παραπάνω γραφικής παράστασης και πάνω από τον άξονα των χρόνων t , έως τη στιγμή 0 που το τρένο περνά από τη θέση των 0cm έως τη στιγμή 0.7s.

β) Πόση είναι η μετατόπιση του τρένου από τη στιγμή 0s έως τη στιγμή που περνά από τη θέση 40cm;

.....
.....
.....

Τι παρατηρείτε;

Συμπέρασμα: το εμβαδόν μεταξύ γραφ. παράστασης και άξονα χρόνου t σε διάγραμμα ταχύτητας – χρόνου, ισούται με τη μετατόπιση Δx του σώματος. Αυτό ισχύει σε όλες τις κινήσεις.

Προαιρετικά ερώτημα:

Να γράψετε την εξίσωση θέσης – χρόνου του τρένου.

1^{ος} Τρόπος: Από το διάγραμμα θέσης – χρόνου - είναι η εξίσωση της ευθείας.

2^{ος} Τρόπος: Από τον ορισμό της ταχύτητας $u = \Delta x / \Delta t$ λύνοντας ως προς Δx και λαμβάνοντας υπόψη, ότι τη στιγμή 0s το τρένο περνούσε από τη θέση 0 cm.