

Ευθύγραμμη ομαλή κίνηση

Περίληψη εννοιών

Θέση υλικού σημείου σε άξονα

Η θέση ενός υλικού σημείου που βρίσκεται πάνω σε έναν άξονα καθορίζεται με την απόστασή του από την αρχή του άξονα και ένα πρόσημο που δείχνει αν το υλικό σημείο βρίσκεται στον θετικό ή τον αρνητικό ημιάξονα. Η θέση ενός υλικού σημείου συμβολίζεται με το γράμμα x . Η θέση x σχετίζεται πάντοτε με μια χρονική στιγμή t .

Μετατόπιση

Μετατόπιση ενός κινητού ονομάζεται η μεταβολή της θέσης του. Είναι μέγεθος διανυσματικό. Όταν το κινητό κινείται πάνω σε άξονα η αλγεβρική τιμή της μετατόπισής του είναι:

$$\Delta x = x_2 - x_1$$

Η μετατόπιση Δx σχετίζεται πάντοτε με ένα χρονικό διάστημα Δt .

Διάστημα

Με τον όρο διάστημα s εννοούμε ένα μονόμετρο μέγεθος, το οποίο ισούται με το μήκος της τροχιάς του κινητού. Το διάστημα είναι πάντα ένας θετικός αριθμός.

Η ταχύτητα στην ευθύγραμμη κίνηση

Το πόσο γρήγορα κινείται ένα κινητό εκφράζεται με το ρυθμό μεταβολής της θέσης του $\Delta x / \Delta t$. Το πηλίκο αυτό λέγεται ταχύτητα v του κινητού στο χρονικό διάστημα Δt . Δηλαδή:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \quad (1)$$

όπου x_1, x_2 είναι η θέσεις του υλικού σημείου τις χρονικές στιγμές t_1, t_2 αντίστοιχα.

Η ταχύτητα είναι μέγεθος διανυσματικό με κατεύθυνση ίδια με την κατεύθυνση του διανύσματος της μετατόπισης $\Delta \vec{x}$. Η σχέση (1) δίνει την αλγεβρική τιμή της *μέσης διανυσματικής ταχύτητας* του κινητού στο χρονικό διάστημα Δt .

Μέση (αριθμητική) ταχύτητα

Η μέση αριθμητική ταχύτητα v_μ ενός κινητού στη διάρκεια ενός χρονικού διαστήματος Δt και ισούται με το πηλίκο του διαστήματος s που διανύει το κινητό στη διάρκεια του χρονικού διαστήματος Δt , προς το χρονικό διάστημα Δt :

$$v_\mu = \frac{s}{\Delta t} \quad (2)$$

Η στιγμιαία ταχύτητα

Η ταχύτητα ενός κινητού σε μία χρονική στιγμή t περιγράφεται από το πηλίκο dx/dt , όπου το dt είναι ένα αρκετά μικρό χρονικό διάστημα (απειροστό) που περιέχει τη χρονική στιγμή t , και το dx είναι μια πολύ μικρή μετατόπιση (απειροστή) που συμβαίνει στον πολύ μικρό χρόνο dt . Το πηλίκο dx/dt λέγεται ταχύτητα v του κινητού τη χρονική στιγμή t , ή αλλιώς στιγμιαία ταχύτητα.

$$v = \frac{dx}{dt} \quad (3)$$

Η στιγμιαία ταχύτητα είναι μέγεθος διανυσματικό με κατεύθυνση ίδια με τη κατεύθυνση της πολύ μικρής μετατόπισης $d\vec{x}$.

• Παρατήρηση 1: Οι απειροστές ποσότητες dt και dx θεωρούνται εξαιρετικά μικρές (απειροελάχιστες) συγκριτικά με το χρονικό διάστημα Δt και τη μετατόπιση Δx που θα μετρήσουμε στη διάρκεια της παρατήρησης της κίνησης, αλλά πάντως μη μηδενικές. Σε θεωρητικούς συλλογισμούς οι απειροστές ποσότητες είναι μη προσδιορίσιμες, απλώς νοούνται. Μπορούμε να φανταστούμε ότι τα Δt και Δx “αποτελούνται” από ένα τεράστιο πλήθος απειροστών dt και dx αντίστοιχα.

• Παρατήρηση 2: Η σχέση (3) ορίζει τη στιγμιαία ταχύτητα, αλλά δεν χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της, αφού τα dx και dt δεν προσδιορίζονται.

Ευθύγραμμη ομαλή κίνηση

Η κίνηση που εκτελεί ένα κινητό όταν κινείται ευθύγραμμα, και η ταχύτητά του παραμένει σταθερή κατά μέτρο και κατεύθυνση. Επομένως το κινητό κινείται συνεχώς προς την ίδια φορά και διανύει σε ίσα χρονικά διαστήματα ίσες μετατοπίσεις.

Η εξίσωση μετατόπισης στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση

Η μετατόπιση Δx ενός κινητού που εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση, στη διάρκεια ενός χρονικού διαστήματος Δt , δίνεται από τη σχέση:

$$\Delta x = v \cdot \Delta t \quad (4)$$

Η εξίσωση της κίνησης στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση

Η θέση x ενός κινητού που εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση, σε μία χρονική στιγμή t , δίνεται από τη σχέση:

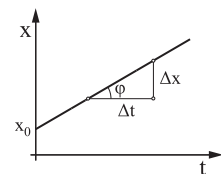
$$x = x_0 + v \cdot t \quad (5)$$

όπου x_0 είναι η θέση του κινητού τη χρονική στιγμή $t = 0$.

Η γραφική παράσταση $x-t$ στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση

Στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση η γραφική παράσταση $x-t$ είναι ευθεία γραμμή της οποίας η κλίση εκφράζει την ταχύτητα του κινητού:

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



Ερωτήσεις σύντομης ανάπτυξης

1 Στο εργαστήριο του σχολείου μελετήσαμε πειραματικά την ευθύγραμμη κίνηση ενός αμαξιδίου πάνω σε μια οριζόντια επιφάνεια με τη βοήθεια ενός ηλεκτρικού χρονομετρητή. Ένα τμήμα της χαρτοταινίας που πήραμε φαίνεται υπό κλίμακα στο παρακάτω σχήμα.

K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
$t=0$	2,7	5,7	9,0	13,1	17,5	22,7	28,5

Η κουκίδα K1 αντιστοιχεί στη χρονική στιγμή $t_0 = 0$. Οι αριθμοί κάτω από κάθε κουκίδα δείχνουν την απόστασή της από την κουκίδα K1 σε εκατοστά (cm). Θεωρήστε ότι το χρονικό διάστημα που αντιστοιχεί μεταξύ δύο διαδοχικών κουκίδων είναι ίσο με 0,1 s. Τη χρονική στιγμή $t = 0,5$ s η ταχύτητα του αμαξιδίου μπορεί να θεωρηθεί ίση με:

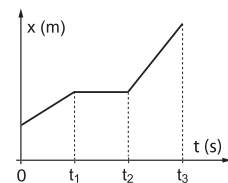
α. $35 \frac{cm}{s}$ β. $48 \frac{cm}{s}$ γ. $96 \frac{cm}{s}$

Επιλέξτε τη σωστή απάντηση και αιτιολογήστε την επιλογή σας.

2 Το διπλανό διάγραμμα παριστάνει τη θέση ενός σώματος που κινείται ευθύγραμμα, σε συνάρτηση με το χρόνο.

- α. Να περιγράψετε τη κίνηση του σώματος.
 β. Μεγαλύτερη ταχύτητα έχει το σώμα στο χρονικό διάστημα:
 i) από 0 έως t_1
 ii) από t_1 έως t_2
 iii) από t_2 έως t_3

Επιλέξτε τη σωστή απάντηση και αιτιολογήστε την επιλογή σας.

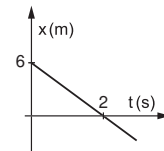


3 Το διπλανό διάγραμμα παριστάνει τη θέση ενός σώματος που κινείται ευθύγραμμα σε συνάρτηση με το χρόνο.

Η εξίσωση της κίνησης του σώματος είναι:

- α. $x = 2 - 6t$ (S.I.)
 β. $x = 6 - 2t$ (S.I.)
 γ. $x = 6 - 3t$ (S.I.)

Επιλέξτε τη σωστή απάντηση και αιτιολογήστε την επιλογή σας.

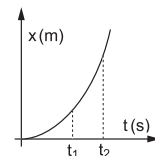


4 Το διπλανό διάγραμμα παριστάνει τη θέση ενός σώματος που κινείται ευθύγραμμα σε συνάρτηση με το χρόνο.

Η ταχύτητα του σώματος είναι μεγαλύτερη:

- α. τη χρονική στιγμή t_1 .
 β. τη χρονική στιγμή t_2 .

Επιλέξτε τη σωστή απάντηση και αιτιολογήστε την επιλογή σας.



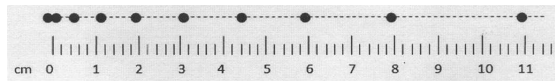
5 Οι ευθύγραμμοι διάδρομοι κολύμβησης σε μια πισίνα ολυμπιακών διαστάσεων έχουν μήκος ίσο με 50 m. Σε έναν αγώνα κολύμβησης των 200 m, η ολική μετατόπιση του κολυμβητή είναι ίση με:

- α. 200 m β. 500 m γ. μηδέν

A. Να επιλέξτε τη σωστή απάντηση.

B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

6 Μαθητές μελετούν στο εργαστήριο ευθύγραμμες κινήσεις. Χρησιμοποιούν ένα μικρό αμαξίδιο, το οποίο με νήμα συνδέεται μέσω μιας μικρής τροχαλίας με ένα βαρίδι. Άφησαν το βαρίδι ελεύθερο και καθώς πέφτει προκαλεί μια επιταχυνόμενη κίνηση στο αμαξίδιο. Η κίνηση είναι ευθύγραμμη και το αμαξίδιο σέρνει πίσω του χαρτοταινία, στην οποία κατάλληλος μηχανισμός αφήνει στίγματα κάθε $0,2\text{ s}$.



Οι μαθητές πήραν την χαρτοταινία και με τη βοήθεια υποδεκάμετρου σημείωσαν την τροχιά του κινητού, ενώνοντας με διακεκομμένη γραμμή τα στίγματα (κουκίδες), ενώ κάτω από αυτές σημείωσαν τις ενδείξεις του υποδεκάμετρου σε cm, αρχίζοντας με μηδέν στην πρώτη κουκίδα. Ο καθηγητής τους υπέδειξε ότι η μέση ταχύτητα του κινητού για μετατόπιση μεταξύ τριών διαδοχικών κουκίδων, μπορεί να θεωρηθεί ως η στιγμιαία ταχύτητά του τη στιγμή που βρισκόταν στην μεσαία κουκίδα.

Με βάση την παραπάνω υπόδειξη, αν v_1 το μέτρο της στιγμιαίας ταχύτητας στη θέση που αντιστοιχεί στην κουκίδα $x_1 = 3\text{ cm}$ και v_2 το μέτρο της στιγμιαίας ταχύτητας στη θέση που αντιστοιχεί στην κουκίδα $x_2 = 8\text{ cm}$ του υποδεκάμετρου, ποια από τις παρακάτω σχέσεις, αποδίδει τον λόγο των μέτρων των δύο αυτών ταχυτήτων;

α. $\frac{v_1}{v_2} = 1$ β. $\frac{v_1}{v_2} = 0,48$ γ. $\frac{v_1}{v_2} = 0,2$

- A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.
B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

7 Το μέτρο της ταχύτητας ενός αθλητή των 100 m είναι ίσο με $v_A = 36\text{ km/h}$ και το μέτρο της ταχύτητας ενός σαλιγκαριού είναι ίσο με $v_\Sigma = 1\text{ cm/s}$.

Το ηηλικό των μέτρων των ταχυτήτων του αθλητή και του σαλιγκαριού v_A/v_Σ είναι ίσο με:

α. 100 β. 1000 γ. 36

- A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.
B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

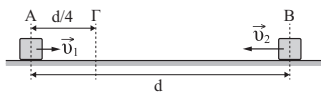
8 Δύο αθλητές ποδηλασίας προπονούνται στο ποδηλατοδρόμιο κινούμενοι αντίθετα. Στο ευθύγραμμο και οριζόντιο τμήμα της πίστας $(AB) = d$ του σχήματος τη χρονική στιγμή $t = 0$, ο ποδηλάτης (1) διέρχεται από το σημείο A με ταχύτητα σταθερού μέτρου v_1 , ενώ ο ποδηλάτης (2) διέρχεται από το σημείο B με ταχύτητα σταθερού μέτρου v_2 .

Αν οι δύο ποδηλάτες συναντώνται στο σημείο Γ που απέχει $d/4$ από το σημείο A για τα μέτρα των ταχυτήτων τους, τα οποία παραμένουν συνεχώς σταθερά κατά τη διάρκεια της κίνησης, ισχύει:

α. $v_2 = 4v_1$ β. $v_2 = 3v_1$ γ. $v_2 = 2v_1$

- A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.
B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

9 Ένα κινητό που κινείται ευθύγραμμα και ομαλά τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ βρίσκεται στη θέση $x_0 = 0$ ενός οριζόντιου άξονα $x'x$.



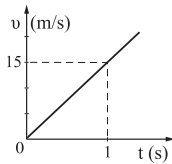
A. Να συμπληρωθεί ο παρακάτω πίνακας:

Χρονική στιγμή t (s)	Ταχύτητα v (m/s)	Θέση x (m)
5		
10		20
15		

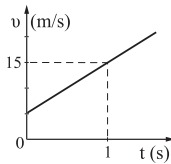
B. Να γίνει η γραφική παράσταση θέσης σε συνάρτηση με το χρόνο σε βαθμολογημένους άξονες για το παραπάνω κινητό. Στη συνέχεια να υπολογιστεί η κλίση της ευθείας της γραφικής παράστασης, και να συγκριθεί με την τιμή του μεγέθους του πίνακα του ερωτήματος (A) στο οποίο αντιστοιχεί.

10 Η θέση ενός σώματος, που κινείται ευθύγραμμα κατά μήκος ενός προσανατολισμένου άξονα $x'x$, δίνεται σε κάθε χρονική στιγμή από την εξίσωση $x = 10 + 5t$ (x σε m, t σε s).

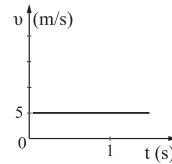
Ποιο από τα παρακάτω διαγράμματα παριστάνει σωστά την αλγεβρική τιμή της ταχύτητας του σώματος σε συνάρτηση με το χρόνο;



(α)



(β)

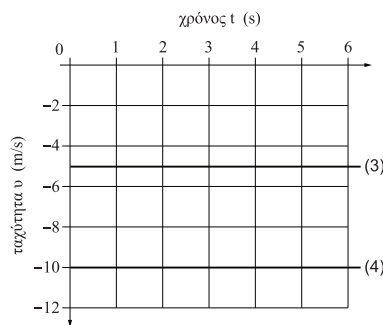
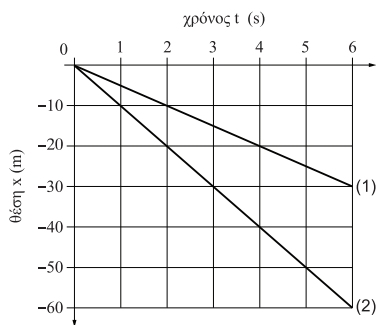


(γ)

A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

11 Δύο σημειακά κινητά A και B κινούνται ευθύγραμμα. Από τα διαγράμματα θέσης-χρόνου 1 και 2, ένα αντιστοιχεί στο σημειακό κινητό A και ένα στο σημειακό κινητό B. Από τα διαγράμματα ταχύτητας-χρόνου 3 και 4, ένα αντιστοιχεί στο σημειακό κινητό A και ένα στο σημειακό κινητό B.



A. Αν στο κινητό A αντιστοιχεί το διάγραμμα θέσης -χρόνου 1, τότε, στο ίδιο κινητό, θα αντιστοιχεί το διάγραμμα ταχύτητας -χρόνου:

α. 3

β. 4

B. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Ασκήσεις

1 Ένα σημειακό σωματίδιο κινείται πάνω σε ευθεία γραμμή που ταυτίζεται με τον άξονα $x'Ox$. Το σωματίδιο από τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ μέχρι τη χρονική στιγμή $t_1 = 4\text{ s}$ κινείται κατά τη θετική φορά με σταθερή ταχύτητα μέτρου $v_1 = 5\text{ m/s}$. Μετά τη χρονική στιγμή t_1 το σωματίδιο κινείται προς την αρνητική φορά με σταθερή ταχύτητα μέτρου $v_2 = 6\text{ m/s}$. Σας δίνεται ότι τη χρονική στιγμή $t_2 = 9\text{ s}$ το σωματίδιο βρίσκεται στη θέση $x_2 = +25\text{ m}$.

α. Να βρείτε τη μετατόπιση του σωματιδίου στα χρονικά διαστήματα $t_0 \rightarrow t_1$ και $t_1 \rightarrow t_2$.

β. Να υπολογίσετε το διάστημα που διάνυσε το σωματίδιο από τη χρονική στιγμή t_0 μέχρι τη χρονική στιγμή t_2 .

γ. Να προσδιορίσετε τη θέση του σωματιδίου τις χρονικές στιγμές t_0 και t_1 .

$$\left[\text{Απ.: α. } \Delta x_1 = +20\text{ m}, \Delta x_2 = -30\text{ m}, \beta. s = 50\text{ m} \right. \\ \left. \gamma. x_1 = 55\text{ m}, x_0 = 35\text{ m} \right]$$

2 Ένα σώμα κινείται σε ευθεία γραμμή, που ταυτίζεται με τον άξονα $x'Ox$, με σταθερή ταχύτητα μέτρου 5 m/s προς την αρνητική φορά του άξονα. Τη χρονική $t_0 = 0$ περνά από τη θέση $x_0 = 20\text{ m}$.

α. Να γράψετε την εξίσωση της κίνησης του σώματος και να βρείτε τη θέση του τη χρονική στιγμή $t_1 = 10\text{ s}$.

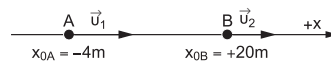
β. Να υπολογιστεί η χρονική στιγμή που το κινητό διέρχεται από την αρχή του άξονα των μετρήσεων μήκους.

γ. Να κατασκευαστούν τα διαγράμματα ταχύτητας-χρόνου και θέσης-χρόνου από τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ μέχρι τη χρονική στιγμή $t_1 = 10\text{ s}$.

δ. Να βρείτε την μετατόπιση του σώματος από τη χρονική στιγμή $t_2 = 4\text{ s}$ έως τη χρονική στιγμή $t_3 = 6\text{ s}$.

$$\left[\text{Απ.: α. } x = 20 - 5t \text{ (S.I.)}, x_1 = -30\text{ m}, \beta. t_2 = 4\text{ s} \right. \\ \left. \gamma. \Delta x = -10\text{ m} \right]$$

3 Δύο κινητά τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ περνούν από τα σημεία Α και Β που βρίσκονται στις θέσεις $x_{0A} = -4\text{ m}$ και $x_{0B} = 20\text{ m}$ αντίστοιχα. Τα κινητά κινούνται με σταθερές ταχύτητες $v_1 = 10\text{ m/s}$ και $v_2 = 6\text{ m/s}$, όπως στο σχήμα.



α. Να βρείτε την εξίσωση της κίνησης κάθε κινητού.

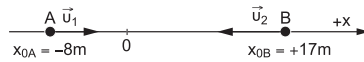
β. Ποια χρονική στιγμή το πρώτο κινητό θα φτάσει το δεύτερο;

γ. Σε ποια θέση θα συμβεί αυτό;

δ. Να γίνει το διάγραμμα $x-t$ της θέσης κάθε κινητού σε συνάρτηση με το χρόνο στο ίδιο διάγραμμα.

$$\left[\text{Απ.: α. } x_A = -4 + 10t \text{ (S.I.)}, x_B = 20 + 6t \text{ (S.I.)} \right. \\ \left. \beta. t = 6\text{ s}, \gamma. x = 56\text{ m} \right]$$

4 Δύο κινητά την χρονική στιγμή $t_0 = 0$ περνούν από τα σημεία Α και Β με $x_{0A} = -8\text{ m}$ και $x_{0B} = +17\text{ m}$ και κινούνται με σταθερές ταχύτητες μέτρων $v_1 = 2\text{ m/s}$ και $v_2 = 3\text{ m/s}$, όπως στο σχήμα.



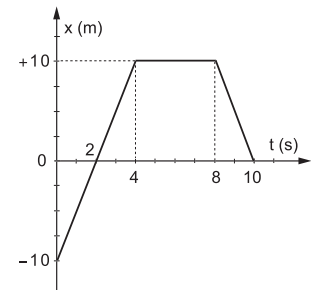
- Να βρεθούν οι εξισώσεις κίνησης για τα δύο κινητά.
- Ποια χρονική στιγμή τα κινητά θα συναντηθούν;
- Ποια είναι η θέση της συνάντησης;
- Ποια είναι η τιμή της μετατόπισης κάθε κινητού από τη στιγμή $t_0 = 0$ μέχρι τη στιγμή που θα συναντηθούν;

[Απ.: α. $x_A = -8 + 2t$ (S.I.), $x_B = +17 - 3t$ (S.I.)

β. $t = 5\text{ s}$, γ. $x = +2\text{ m}$, δ. $\Delta x_A = +10\text{ m}$, $\Delta x_B = -15\text{ m}$]

5 Στο διπλανό σχήμα δίνεται το διάγραμμα θέσης-χρόνου για ένα σώμα που κινείται ευθύγραμμα.

- Να περιγράψετε τη κίνηση του σώματος.
- Να σχεδιάσετε το διάγραμμα ταχύτητας-χρόνου.
- Να υπολογίσετε τη μετατόπιση του σώματος στο χρονικό διάστημα 0-8s.
- Να υπολογίσετε τη μετατόπιση του σώματος καθώς και το διάστημα που διανύει από τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ μέχρι τη χρονική στιγμή $t_1 = 10\text{ s}$.



[Απ.: γ. $\Delta x(0 \rightarrow 8\text{ s}) = +20\text{ m}$

δ. $\Delta x(0 \rightarrow 10\text{ s}) = +10\text{ m}$, $s = 30\text{ m}$]