

# ΕΝΟΤΗΤΑ 1

## ΜΗΧΑΝΙΚΗ

Κεφάλαιο 2 : ΚΙΝΗΣΗ

Κεφάλαιο 3 : ΔΥΝΑΜΗ

Κεφάλαιο 4 : ΠΙΕΣΗ

Κεφάλαιο 5 : ΕΝΕΡΓΕΙΑ



Η ύλη σε ολόκληρο το σύμπαν βρίσκεται σε διαρκή κίνηση και αλλάζει συνεχώς μορφές. Στην ενότητα αυτή θα μελετήσουμε κάποια στοιχεία που αφορούν την κίνηση και την αιτία που την προκαλεί, δηλαδή τη δύναμη. Θα περιγράψουμε την πιο απλή περίπτωση της κίνησης: την κίνηση σε ευθεία γραμμή. Θα εισάγουμε τις έννοιες της *χρονικής στιγμής*, της *θέσης*, της *μετατόπισης*, της *μέσης* και της *στιγμιαίας ταχύτητας*. Στη συνέχεια θα μελετήσουμε την έννοια της δύναμης και θα τη συνδέσουμε με την κίνηση και την αλληλεπίδραση. Θα γνωρίσουμε πώς συμπεριφέρονται τα ρευστά (υγρά και αέρια) όταν ισορροπούν, εισάγοντας τις έννοιες της πίεσης και της άνωσης. Θα ολοκληρώσουμε τη γνωριμία μας με τη μηχανική με αναφορά στην ενέργεια που είναι μια από τις θεμελιώδεις έννοιες για όλες τις φυσικές επιστήμες.

## Μια μικρή ιστορία ...

Κατά τους θερινούς Ολυμπιακούς αγώνες που διεξήχθησαν στο Σίδνεϋ της Αυστραλίας το 2000, ο Κώστας Κεντέρης κέρδισε στο δρόμο των 200 m με επίδοση 20,09 s. Ο αθλητής ξεκινώντας από την ηρεμία αύξησε σταδιακά την ταχύτητά του μέχρι να αποκτήσει μια μέγιστη ταχύτητα με την οποία και τερμάτισε. Αν και δεν γνωρίζουμε την ταχύτητα του αθλητή κάθε χρονική στιγμή, μπορούμε να υπολογίσουμε μια μέση τιμή της ταχύτητάς του για όλη τη διαδρομή και να τη συγκρίνουμε με την ταχύτητα μιας λεοπάρδαλης ή ενός αυτοκινήτου.



Στο κεφάλαιο αυτό:

- Θα προσεγγίσεις τις έννοιες της θέσης, της μετατόπισης, της μέσης και της στιγμιαίας ταχύτητας και της μεταβολής της ταχύτητας.
- Θα εξοικειωθείς με τα διανυσματικά χαρακτηριστικά της ταχύτητας και την ομαλή κίνηση.

# ΚΙΝΗΣΕΙΣ

## ΥΛΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Καθημερινά θα παρατηρείς γύρω σου το φαινόμενο της κίνησης. Τα παιδιά περπατούν, τρέχουν, κολυμπούν, οδηγούν ποδήλατα, τα πουλιά πετούν, το νερό κυλά στα ποτάμια. Πολλές φορές στο στάδιο ή στην τηλεόραση έχεις παρακολουθήσει αγώνες στίβου. Ένα από τα δημοφιλέστερα αγωνίσματα είναι οι αγώνες ταχύτητας των εκατό και διακοσίων μέτρων. Οι δρομείς επιδιώκουν να διανύσουν την αντίστοιχη διαδρομή στο μικρότερο δυνατό χρόνο (εικόνα 2.1).

Εκτός από τις κινήσεις που παρατηρούμε πάνω στη γη και στο διάστημα όλα τα ουράνια σώματα κινούνται. Η γη κάθε μέρα εκτελεί μια πλήρη περιστροφή γύρω από τον εαυτό της και κάθε χρόνο μια περιφορά γύρω από τον ήλιο. Ο ήλιος περιφέρεται γύρω από το κέντρο του γαλαξία μας. Τα δισεκατομμύρια γαλαξίες του αχανούς σύμπαντος απομακρύνονται μεταξύ τους και οι διαστάσεις του σύμπαντος αυξάνονται (εικόνα 2.1).

Στο μικρόκοσμο συμβαίνουν κινήσεις που δεν μπορούμε να τις αντιληφθούμε άμεσα. Αντιλαμβανόμαστε όμως τα αποτελέσματά τους. Όταν τα άτομα και τα μόρια κινούνται περισσότερο έντονα, στα στερεά, στα υγρά ή στα αέρια, η θερμοκρασία των σωμάτων αυξάνεται. Όταν ηλεκτρόνια κινούνται με ορισμένο τρόπο στα μέταλλα, δημιουργείται το ηλεκτρικό ρεύμα. Όταν ηλεκτρόνια πάλλονται στις κεραίες των ραδιοφωνικών σταθμών, παράγονται τα ραδιοφωνικά κύματα. Μέσα σε κάθε άτομο τα ηλεκτρόνια περιφέρονται γύρω από τον πυρήνα του (εικόνα. 2.1).

**Η κίνηση είναι χαρακτηριστική ιδιότητα της ύλης.** Εμφανίζεται από τους μακρινούς γαλαξίες μέχρι το εσωτερικό των μικροσκοπικών ατόμων.

Ο άνθρωπος από την αρχαιότητα ακόμη μελέτησε την κίνηση των σωμάτων τόσο από έμφυτη περιέργεια όσο και από ανάγκη για τη βελτίωση της καθημερινής του ζωής (εικόνα 2.2). Παρατηρούσε την αλλαγή της θέσης των αστερών στον ουράνιο θόλο για να προσανατολιστεί ή για να προσδιορίσει την έναρξη μιας εποχής, του χειμώνα, της άνοιξης κτλ. Είναι λοιπόν ενδιαφέρον να μελετήσουμε την κίνηση. Να οικοδομήσουμε τις έννοιες και τα φυσικά μεγέθη που χρειαζόμαστε για να περιγράψουμε κάποια από τα χαρακτηριστικά της.



Εικόνα 2.1.

Η κίνηση είναι γενικό χαρακτηριστικό της ύλης.

## Φυσική και Ιστορία



Εικόνα 2.2.

Οι Βαβυλώνιοι μελέτησαν την ετήσια και την ημερήσια κίνηση του ήλιου και εφεύραν το ημερολόγιο και το ηλιακό ρολόι. Σήμερα για τη μέτρηση του χρόνου στηρίζομαστε στις κινήσεις των ηλεκτρονίων στο άτομο.

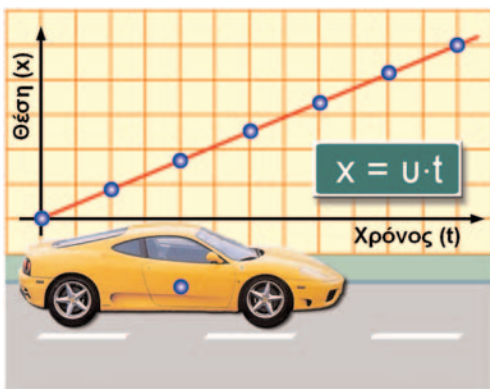
## Φυσική και Τεχνολογία, Αστρονομία και Χημεία



**Εικόνα 2.3.**  
Διεθνής αποστολή στον Άρη (1996).  
Ρομπότ: *εξερευνά την επιφάνεια του Άρη.*

Για να μπορούν οι επιστήμονες να ελέγχουν την κίνησή του από τη γη, θα πρέπει να είναι σε θέση κατ' αρχήν να την περιγράψουν με ακρίβεια.

- Αναζήτησε πληροφορίες και κατασκεύασε ένα φωτογραφικό άλμπουμ με θέμα το χρονικό των αποστολών από τη γη προς τον Άρη μέχρι σήμερα.
- Ποιες πληροφορίες έχουν αντληθεί από αυτές τις αποστολές και αφορούν τη σύσταση της ατμόσφαιρας του Άρη;



**Εικόνα 2.4.**  
Η κίνηση, όπως και κάθε φυσικό φαινόμενο, μπορεί να περιγραφεί με τη γλώσσα των μαθηματικών: με χρήση εξισώσεων και διαγραμμάτων. Τα σώματα τα θεωρούμε ως υλικά σημεία και τα παριστάνουμε με μια κουκίδα.

## 2.1 Περιγραφή της κίνησης

Πώς θα περιγράψουμε την κίνηση ενός αυτοκινήτου σε έναν αγώνα ταχύτητας; Την κίνηση της γης γύρω από τον ήλιο; Την κίνηση ενός δορυφόρου; Πότε μπορούμε να πούμε ότι η κίνηση ενός σώματος μας είναι γνωστή;

Εύκολα μπορούμε να αντιληφθούμε την κίνηση ενός σώματος αλλά δύσκολο είναι να την περιγράψουμε με ακρίβεια (εικόνα 2.3). Μπορούμε να περιγράψουμε την κίνηση χρησιμοποιώντας συνηθισμένες λέξεις και προτάσεις. Ένας ακριβέστερος τρόπος περιγραφής χρησιμοποιεί τη γλώσσα των μαθηματικών. Τα φυσικά μεγέθη παριστάνονται με σύμβολα και οι σχέσεις τους με μαθηματικές εξισώσεις. Χρησιμοποιεί επίσης γραφικές παραστάσεις που ονομάζονται και διαγράμματα, τα οποία δείχνουν πώς αυτά τα μεγέθη μεταβάλλονται με το χρόνο (εικόνα 2.4).

Στις παραγράφους που ακολουθούν, θα προσπαθήσουμε να περιγράψουμε το φαινόμενο της κίνησης και με τους τρεις τρόπους. Αρχικά θα περιγράψουμε την κίνηση με έννοιες που χρησιμοποιούνται στη γλώσσα της καθημερινής ζωής, όπως **διαδρομή, χρόνος, ταχύτητα**. Στόχος μας όμως είναι να εισάγουμε τις έννοιες που χρησιμοποιούνται στη γλώσσα της φυσικής: **θέση, μετατόπιση, χρονικό διάστημα, διανυσματική ταχύτητα**, οι οποίες παρέχουν τη δυνατότητα πληρέστερης και ακριβέστερης περιγραφής των κινήσεων.

Για να απλουστεύσουμε τη μελέτη του φαινομένου της κίνησης, υιοθετούμε τις παρακάτω παραδοχές:

**Πρώτο:** θα ασχοληθούμε με την περιγραφή της κίνησης αγνοώντας την αιτία που την προκαλεί. Ο κλάδος της φυσικής που ασχολείται με την παραπάνω μελέτη ονομάζεται **κινηματική**.

**Δεύτερο:** θα μελετήσουμε κυρίως **ευθύγραμμες** κινήσεις, δηλαδή κινήσεις που πραγματοποιούνται σε ευθείες γραμμές.

**Τρίτο:** θα μελετήσουμε την κίνηση σωμάτων (εικόνα 2.4) χωρίς να λάβουμε υπόψη τις διαστάσεις τους. Θα τα αντιμετωπίσουμε ως **υλικά σημεία**. Ένα σώμα, ενώ έχει μάζα, μπορούμε να το θεωρήσουμε ως υλικό σημείο αν οι διαστάσεις του είναι πολύ μικρότερες από τις άλλες διαστάσεις που χρησιμοποιούμε για την περιγραφή ενός φαινομένου. Για παράδειγμα, όταν περιγράφουμε την κίνηση ενός δορυφόρου γύρω από τη Γη, τον αντιμετωπίζουμε ως ένα κινούμενο υλικό σημείο που έχει μάζα ίση με τη μάζα του δορυφόρου.

### Θέση και χρονική στιγμή: πού και πότε

Για να περιγράψουμε την κίνηση ενός σώματος με ακρίβεια, πρέπει σε κάθε χρονική στιγμή να γνωρίζουμε πού βρίσκεται το σώμα. Για παράδειγμα, σε κάθε χρονική στιγμή πρέπει να γνωρίζουμε τη θέση του αυτοκινήτου ή της γης ή του δορυφόρου των, οποίων την κίνηση μελετάμε.

**Θέση: πού βρίσκεται το σώμα**

Πού βρίσκεται ένα σώμα; Πώς θα προσδιορίσουμε τη θέση του; Σ' έναν ευθύγραμμο δρόμο υπάρχουν δυο αυτοκίνητα A και B (εικόνα 2.5). Πού βρίσκεται το αυτοκίνητο A;

Για να απαντήσουμε στο παραπάνω ερώτημα, αρκεί να προσδιορίσουμε τη θέση ενός σημείου του A, όπως η μπλε κουκίδα που φαίνεται στην εικόνα. Γι' αυτό το λόγο στην εικόνα έχει τοποθετηθεί μια **κλίμακα**, για παράδειγμα μια μετροταινία.

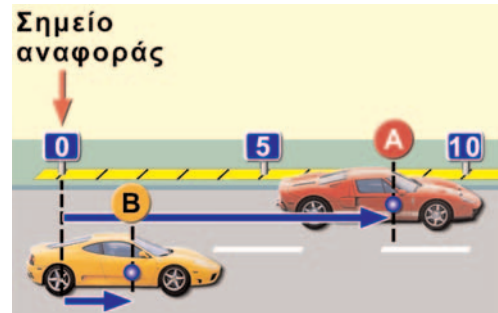
Για να προσδιορίσουμε τη θέση του αυτοκινήτου A, χρησιμοποιούμε κάποιο άλλο σημείο της κλίμακας, όπως το 0, που ονομάζεται **σημείο αναφοράς**. Στην εικόνα 2.5 διακρίνουμε ότι το A βρίσκεται 8 m δεξιά από το μηδέν. Ποια είναι η θέση του αυτοκινήτου B; Το B βρίσκεται 2 m δεξιά από το 0.

Διαπιστώνουμε ότι για να καθορίσουμε τη θέση κάθε αυτοκινήτου πάνω στον ευθύ δρόμο, πρέπει, εκτός από την απόσταση, να δηλώσουμε αν βρίσκεται δεξιά ή αριστερά του σημείου αναφοράς. Δηλαδή, πρέπει να προσδιορίσουμε και την **κατεύθυνση** της θέσης. Για παράδειγμα, στην εικόνα 2.6 το σημείο A βρίσκεται 4 m δεξιά από το μηδέν, ενώ το B βρίσκεται 3 m αριστερά του.

Η κατεύθυνση δεν μπορεί να καθοριστεί πάντα με τους όρους «δεξιά» και «αριστερά». Για αυτό ζητάμε τη βοήθεια των μαθηματικών. Έτσι, για την κατεύθυνση χρησιμοποιούμε τα πρόσημα + και -. Στο παράδειγμα της εικόνας 2.6, ορίζουμε θετική (+) κάθε θέση που βρίσκεται δεξιά από το σημείο αναφοράς, ενώ αρνητική κάθε θέση που βρίσκεται αριστερά του. Με αυτή τη συμφωνία η θέση του A είναι +4 m και η θέση του B είναι -3 m. Για να συμβολίσουμε τη θέση χρησιμοποιούμε, συνήθως, το γράμμα x. Έτσι, για το αυτοκίνητο A της εικόνας 2.6 είναι  $x_A = +4$  m και για το B  $x_B = -3$  m.

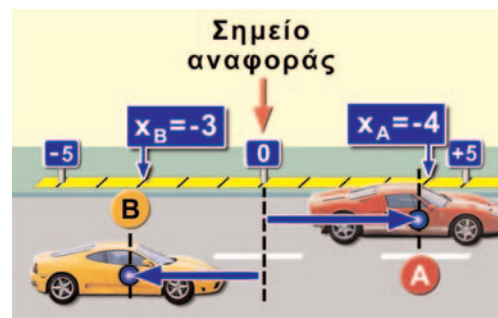
Η θέση ενός σώματος καθορίζεται σε σχέση με ένα σημείο αναφοράς (εικόνα 2.6). Η επιλογή του 0 ως σημείου αναφοράς δεν είναι η μοναδική δυνατή. Στο παράδειγμα της εικόνας 2.6, θα μπορούσαμε να είχαμε διαλέξει ως σημείο αναφοράς κάποιο από τα δυο αυτοκίνητα, ή οποιοδήποτε άλλο σημείο της κλίμακας. Αν διαλέξουμε άλλο σημείο αναφοράς, θα μεταβληθεί και ο αριθμός που καθορίζει τη θέση των αυτοκινήτων A και B ή ενός οποιουδήποτε άλλου σώματος. Για παράδειγμα, στην εικόνα 2.6 αν διαλέξουμε ως σημείο αναφοράς το αυτοκίνητο B, τότε η θέση του A είναι  $x_A = +7$  m και του B  $x_B = 0$  m.

Στην καθημερινή γλώσσα χρησιμοποιούμε συχνά την έννοια της απόστασης. Ο προσδιορισμός της απόστασης προϋποθέτει μόνο τη μέτρηση κάποιου μήκους και όχι την κατεύθυνση. Έτσι, για παράδειγμα, λέμε ότι: η **απόσταση** του αυτοκινήτου B από το 0 είναι 3 m, ενώ η **θέση** του αυτοκινήτου B είναι -3 m ως προς το 0. Όμως μια απόσταση είναι μήκος και επομένως προσδιορίζεται πλήρως από ένα θετικό αριθμό και μια μονάδα μέτρησης. Ο αριθμός δηλώνει το αποτέλεσμα της σύγκρισης της απόστασης με τη μονάδα μέτρησης και ονομάζεται **μέτρο** (της απόστασης).



Εικόνα 2.5.

Τα αυτοκίνητα θεωρούνται υλικά σημεία. Η θέση τους καθορίζεται από τη θέση των αντίστοιχων κουκίδων.



Εικόνα 2.6.

Η κατεύθυνση της θέσης καθορίζεται από τα αλγεβρικά πρόσημα.

**Δραστηριότητα****Προσδιορισμός της θέσης σώματος**

Ποιες πληροφορίες πρέπει να δώσεις σ' ένα συμμαθητή σου ώστε να τοποθετήσει τη γόμα σε μια συγκεκριμένη θέση στην αύλακα του θρανίου;

▶ Χρησιμοποιώντας μια μετροταινία ή ένα χάρακα προσδιόρισε τη θέση 1 της γόμας σε σχέση με τις δυο άκρες του θρανίου σου A και B.

Η γόμα βρίσκεται στη θέση  $x_A = \text{---cm}$  από το A (σημείο αναφοράς)

Η γόμα βρίσκεται στη θέση  $x_B = \text{---cm}$  από το B (σημείο αναφοράς).

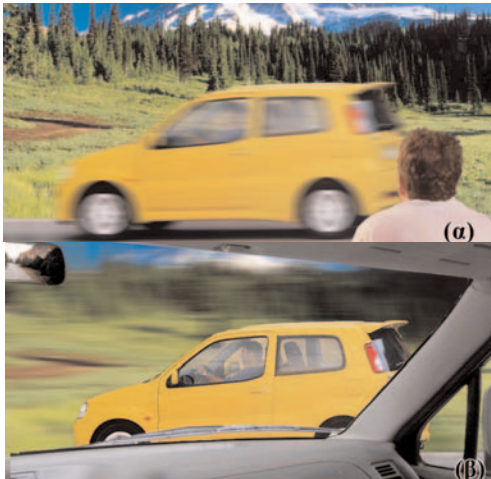


▶ Μετατόπισε τη γόμα από τη θέση 1 στη θέση 2 του θρανίου

Η γόμα βρίσκεται  $x'_A = \text{---cm}$  από το A (σημείο αναφοράς).

Η γόμα βρίσκεται  $x'_B = \text{---cm}$  από το B (σημείο αναφοράς).

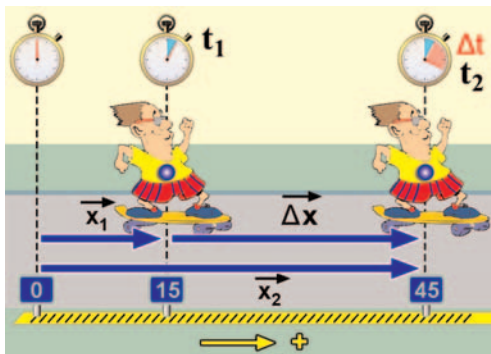
Ποιο είναι το συμπέρασμα στο οποίο καταλήγεις;



Εικόνα 2.7.

Η κίνηση είναι σχετική.

- α) Τα δένδρα ως προς τον νεαρό (σημείο αναφοράς) που βρίσκεται στο δρόμο, είναι ακίνητα.  
β) Τα δένδρα ως προς τον οδηγό (σημείο αναφοράς), όταν το αυτοκίνητο κινείται, κινούνται.



Εικόνα 2.8.

Τη χρονική στιγμή  $t_1 = 5 \text{ s}$  ο Τοτός βρίσκεται στη θέση  $x_1 = +15 \text{ m}$ .  
Τη χρονική στιγμή  $t_2 = 20 \text{ s}$  ο Τοτός βρίσκεται στη θέση  $x_2 = +45 \text{ m}$ .  
Η μετατόπιση του Τοτού είναι:  
 $\Delta x = x_2 - x_1 = +45 \text{ m} - (+15 \text{ m}) = +30 \text{ m}$ , δηλαδή κινήθηκε 30 μέτρα προς τα δεξιά σε χρονικό διάστημα:  
 $\Delta t = t_2 - t_1 = 20 \text{ s} - 5 \text{ s} = 15 \text{ s}$ .

### Μονόμετρα και διανυσματικά μεγέθη

**Φυσικά μεγέθη** όπως ο χρόνος, τα οποία **προσδιορίζονται μόνο από έναν αριθμό** (το μέτρο τους), ονομάζονται **μονόμετρα**. Υπάρχουν και άλλα μονόμετρα μεγέθη όπως ο όγκος, η πυκνότητα και η θερμοκρασία. Αντίθετα, ο προσδιορισμός της θέσης, εκτός από το **μέτρο**, απαιτεί και την **κατεύθυνση**. Ένα τέτοιο μέγεθος ονομάζεται **διανυσματικό**. Ένα διανυσματικό μέγεθος παριστάνεται με ένα βέλος. Συμφωνούμε το μήκος του βέλους να είναι ανάλογο με το μέτρο του μεγέθους (εικόνα 2.6). Για να προσδιορίσουμε την κατεύθυνση ενός διανυσματικού μεγέθους, χρειαζόμαστε δυο δεδομένα: α) τη διεύθυνσή του, δηλαδή την ευθεία πάνω στην οποία βρίσκεται και β) τη φορά του, δηλαδή τον προσανατολισμό του πάνω στην ευθεία αυτή. Για παράδειγμα η θέση συμβολίζεται με  $\vec{x}$  και παριστάνεται με βέλος (εικόνα 2.8). Στη συνέχεια της μελέτης της Μηχανικής θα γνωρίσουμε και άλλα διανυσματικά μεγέθη.

### Πότε ένα σώμα κινείται

Αν το σώμα αλλάζει θέση, λέμε ότι κινείται. Κινείται όμως σε σχέση με ένα σημείο αναφοράς. Η κίνηση επομένως είναι **σχετική**, δηλαδή αναφέρεται ως προς ένα σημείο ή σώμα το οποίο θεωρείται ακίνητο (εικόνα 2.7). Συνήθως, όταν μελετούμε την κίνηση των σωμάτων στο γήινο περιβάλλον μας, θεωρούμε ότι η γη είναι ακίνητη.

### Χρονική στιγμή: πότε

Για να γνωρίζουμε πότε ο Τοτός στην εικόνα 2.8 βρίσκεται σε κάποια συγκεκριμένη θέση, χρησιμοποιούμε ένα χρονόμετρο. Συμφωνούμε να ξεκινήσουμε τη μέτρηση με το χρονόμετρο όταν ο Τοτός βρίσκεται στη θέση 0 (σημείο αναφοράς, θέση 0), οπότε το χρονόμετρο δείχνει τη χρονική στιγμή  $t = 0 \text{ s}$ . Όταν ο Τοτός διέρχεται από τη θέση  $x_1 = +15 \text{ m}$ , το χρονόμετρο δείχνει 5 s, όταν διέρχεται από τη θέση  $x_2 = +45 \text{ m}$ , το χρονόμετρο δείχνει 20 s. Λέμε ότι τη χρονική στιγμή  $t_1 = 5 \text{ s}$  ο Τοτός βρίσκεται στη θέση  $x_1 = +15 \text{ m}$ , ενώ τη χρονική στιγμή  $t_2 = 20 \text{ s}$  ο Τοτός βρίσκεται στη θέση  $x_2 = +45 \text{ m}$ . Γενικά, η ένδειξη ενός χρονομέτρου ονομάζεται **χρονική στιγμή**.

### Μετατόπιση

Καθώς ο Τοτός κινείται (εικόνα 2.8), αλλάζει συνεχώς η θέση του. Η μεταβολή της θέσης ενός κινούμενου σώματος ονομάζεται **μετατόπιση**.

Για να βρούμε τη μετατόπιση ενός κινούμενου σώματος από μια χρονική στιγμή ( $t_1$ ) μέχρι μια άλλη ( $t_2$ ), αρκεί να γνωρίζουμε τις θέσεις του τις δυο αυτές στιγμές. Έτσι, αν τη στιγμή  $t_1$  βρισκόταν στη θέση  $\vec{x}_1$  και τη στιγμή  $t_2$  στη θέση  $\vec{x}_2$ , τότε η μετατόπισή του είναι ίση με  $\vec{x}_2 - \vec{x}_1$  (εικόνα 2.8). Η μετατόπιση συμβολίζεται συνήθως με  $\Delta \vec{x}$  (γενικά με το γράμμα  $\Delta$  συμβολίζουμε τη μεταβολή ενός μεγέθους).

Επομένως:

$$\Delta \vec{x} = \vec{x}_2 - \vec{x}_1$$

Η μετατόπιση  $\Delta \vec{x}$ , όπως και η θέση  $\vec{x}$ , είναι ένα διανυσματικό μέγεθος.

Στις ευθύγραμμες κινήσεις όπου η διεύθυνση του διανύσματος της θέσης είναι καθορισμένη, η φορά της μετατόπισης προσδιορίζεται από το πρόσημο του  $\Delta x$  (έχοντας βέβαια επιλέξει κάποια φορά ως θετική), ενώ το μέτρο από την τιμή του. Στην εικόνα 2.8 η μετατόπιση του Τοτού έχει φορά προς τα δεξιά και μέτρο 30 m. Στην εικόνα 2.9, επιλέγουμε σημείο αναφοράς το 40ό χιλιόμετρο και θετική φορά προς τη Θεσσαλονίκη. Η μετατόπιση του αυτοκινήτου A είναι:

$$\Delta x_1 = (-2 \text{ km}) - (0 \text{ km}) = -2 \text{ km}$$

και του B:

$$\Delta x_2 = (+2 \text{ km}) - (0 \text{ km}) = +2 \text{ km}.$$

Και στις δυο περιπτώσεις το μέτρο της μετατόπισης είναι ίδιο, 2 km, αλλά η κατεύθυνση και επομένως οι τελικές θέσεις των αυτοκινήτων είναι διαφορετικές.

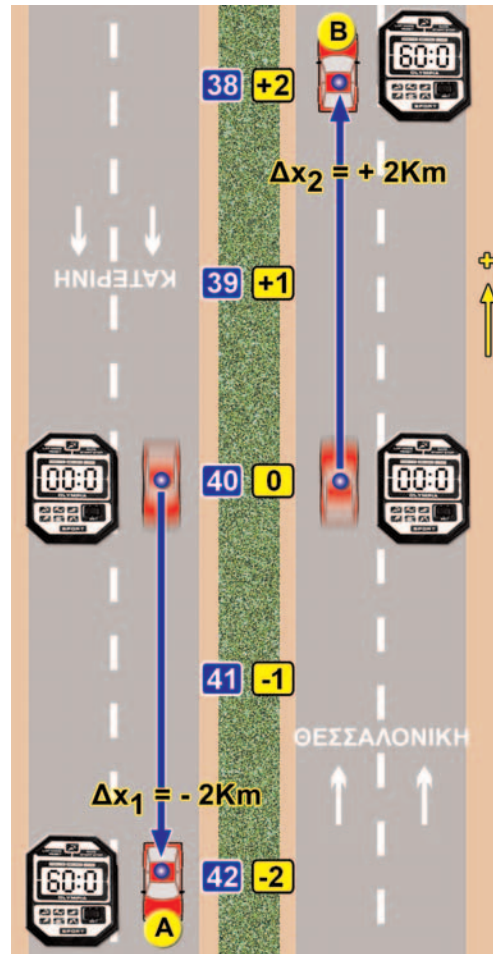
**Χρονικό διάστημα**

Το χρονικό διάστημα που μεσολάβησε μεταξύ των δυο χρονικών στιγμών  $t_1$  και  $t_2$  συμβολίζεται με  $\Delta t$  και ισούται με:

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

Τα σύμβολα  $t_1$  και  $t_2$  αναφέρονται σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές. Το  $\Delta t$  είναι το χρονικό διάστημα (χρόνος) στη διάρκεια του οποίου εξελίσσεται ένα φαινόμενο.

Το σύμβολο  $\Delta$  παριστάνει γενικά μεταβολή. Έτσι,  $\Delta \vec{x}$  σημαίνει μεταβολή θέσης (τελική θέση - αρχική θέση), δηλαδή μετατόπιση, ενώ  $\Delta t$  μεταβολή χρόνου, δηλαδή χρονικό διάστημα (τελική χρονική στιγμή - αρχική χρονική στιγμή). Σημείωσε ότι το  $\Delta x$  δεν είναι το γινόμενο του  $\Delta$  και του  $x$ .



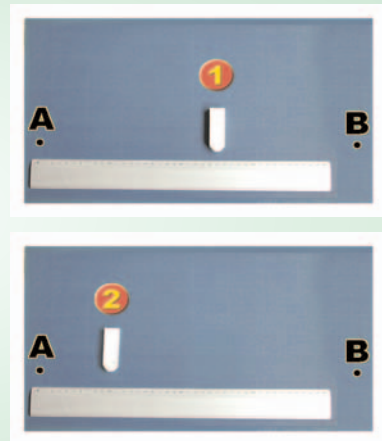
Εικόνα 2.9.

Ως αρχή μέτρησης του χρόνου επιλέχθηκε η χρονική στιγμή που τα δυο αυτοκίνητα βρίσκονταν στο 40ό km. Τη χρονική στιγμή  $t=60 \text{ s}$  το A βρέθηκε στο 42ο km και το B στο 38ο km.

**Δραστηριότητα**

**Σημείο αναφοράς και μετατόπιση**

- ▶ Χρησιμοποιώντας μια μετροταινία ή ένα χάρακα προσδιόρισε τη θέση  $x_1$  της γόμας σε σχέση με: την άκρη A του θρανίου σου και μετά σε σχέση με την άκρη B.
- ▶ Μετατόπισε τη γόμα και προσδιόρισε τη νέα της θέση  $x_2$ , ως προς τα άκρα A και B.
- ▶ Συμπλήρωσε:  
Θέση της γόμας  $x_1 = \dots$  cm, από το A  
Θέση της γόμας  $x_2 = \dots$  cm, από το A
- ▶ Υπολόγισε τη μετατόπιση της γόμας με σημείο αναφοράς το A:  
 $\Delta x = \dots$  cm  
Θέση της γόμας  $x'_1 = \dots$  cm, από το B  
Θέση της γόμας  $x'_2 = \dots$  cm, από το B
- ▶ Υπολόγισε τη μετατόπιση της γόμας με σημείο αναφοράς το B:  
 $\Delta x' = \dots$  cm
- ▶ Να συγκρίνεις τη μετατόπιση που υπολόγισες με σημείο αναφοράς το A και τη μετατόπιση με σημείο αναφοράς το B. Τι συμπεραίνεις;





Εικόνα 2.10.

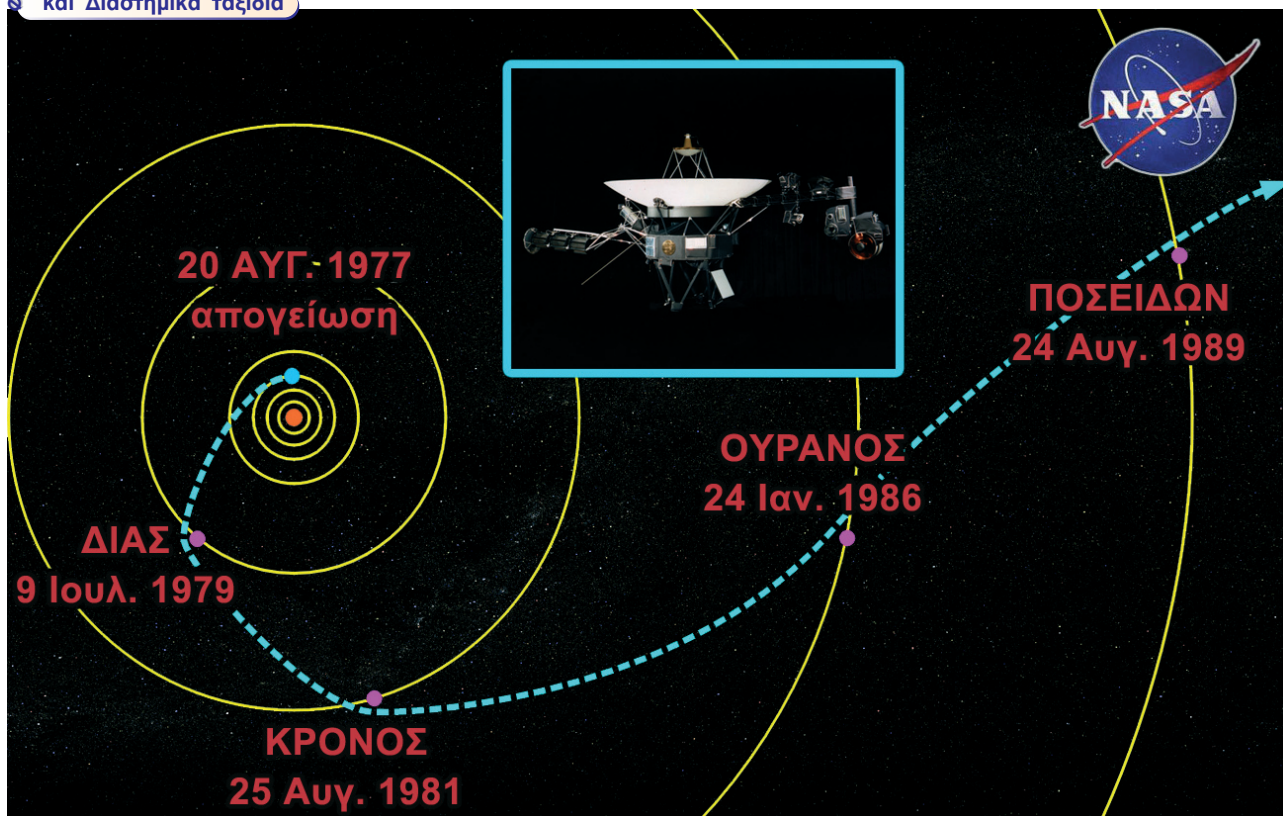
Η τροχιά του πυραύλου δεν είναι μια ευθεία γραμμή.

### Η έννοια της τροχιάς

Όταν ένα υλικό σημείο κινείται, αλλάζει θέση. Στην εικόνα 2.10 έχουν σχεδιασθεί οι διαδοχικές θέσεις από τις οποίες πέρασε ο πύραυλος καθώς κινείται. Το σύνολο των διαδοχικών θέσεων από τις οποίες περνάει ένα κινούμενο σώμα βρίσκονται πάνω σε μια γραμμή. Η γραμμή αυτή ονομάζεται τροχιά της κίνησης. Σε μια ευθύγραμμη κίνηση η τροχιά του κινητού, είναι μια ευθεία γραμμή. Υπάρχουν όμως και άλλες πιο σύνθετες κινήσεις στις οποίες η τροχιά είναι καμπυλόγραμμη, κυκλική ή σπειροειδής. Προκειμένου να σχεδιάσουμε την τροχιά ενός κινητού, θα πρέπει να γνωρίζουμε τη θέση του κάθε χρονική στιγμή.

Ένα από τα σημαντικότερα επιτεύγματα της κλασικής μηχανικής είναι η θεωρητική πρόβλεψη της τροχιάς διαστημικών οχημάτων που ταξίδεψαν επί χρόνια μέχρι να φθάσουν στα όρια του ηλιακού μας συστήματος.

### Φυσική και Διαστημικά ταξίδια



Εικόνα 2.11.

Οι επιστήμονες της NASA γνωρίζουν πολύ καλά τους νόμους της μηχανικής και μπορούν να προβλέψουν την τροχιά που θα ακολουθήσει ένα σώμα, αν εκτοξευθεί από την επιφάνεια της γης με ορισμένη ταχύτητα. Επίσης γνωρίζουν με ακρίβεια τις θέσεις των πλανητών κάθε χρονική στιγμή. Έτσι, εκτόξευσαν με την κατάλληλη ταχύτητα και την κατάλληλη χρονική στιγμή από την επιφάνεια της γης το Βόγιατζερ δύο (Voyager II), ο οποίος κατά την πορεία του πέρασε πολύ κοντά από όλους τους εξωτερικούς πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος και μας έστειλε πολύ σημαντικές πληροφορίες.

- Κατασκεύασε ένα φωτογραφικό άλμπουμ με τις φωτογραφίες που έστειλε στη γη το Βόγιατζερ δύο, καθώς περνούσε πολύ κοντά από τους διάφορους πλανήτες.
- Κατάγραψε τις πληροφορίες που μπορείς να αντλήσεις από την κάθε φωτογραφία, όσον αφορά τους πλανήτες και τους δορυφόρους τους.
- Συμπλήρωσε την εικόνα του βιβλίου με την πορεία του διαστημόπλοιου μετά την 24 Αυγούστου 1989.



## 2.2 Η έννοια της ταχύτητας

Στην καθημερινή μας γλώσσα χρησιμοποιούμε την έννοια της ταχύτητας για να δείξουμε πόσο γρήγορα ή πόσο αργά κινείται ένα αντικείμενο. Η έννοια αυτή χρησιμοποιείται με δυο διαφορετικούς τρόπους:

Λέμε ότι ένας δρομέας Α είναι ταχύτερος από κάποιον άλλον Β, όταν ο Α μπορεί να διανύσει την ίδια διαδρομή με τον Β (π.χ. 100 μέτρα) σε μικρότερο χρόνο (εικόνα 2.12). Επίσης, μεταξύ δυο οδηγών Α και Β που κινούνται σ' έναν αυτοκινητόδρομο, ταχύτερος είναι εκείνος, που στον ίδιο χρόνο διανύει διαδρομή μεγαλύτερου μήκους. Σε κάθε περίπτωση βλέπουμε ότι η ταχύτητα συνδέεται με δυο μεγέθη: **το μήκος της διαδρομής και το χρόνο.**

Στην καθημερινή γλώσσα η λέξη ταχύτητα χρησιμοποιείται με δυο έννοιες: της **μέσης** και της **στιγμιαίας ταχύτητας**.

### Μέση ταχύτητα στην καθημερινή γλώσσα

Σ' έναν αγώνα κολύμβησης 100 m, ο κολυμβητής διανύει δυο φορές το μήκος της πισίνας και επιστρέφει στο σημείο εκκίνησης. Σ' αυτή την περίπτωση, το μήκος της διαδρομής που διήνυσε είναι  $s = (50 \text{ m}) + (50 \text{ m})$  ή  $s = 100 \text{ m}$ . Γενικά, το μήκος της διαδρομής είναι διαφορετικό από το μέτρο της μετατόπισης (εικόνα 2.13).

Ορίζουμε μέση ταχύτητα το πηλίκο του μήκους της διαδρομής που διήνυσε ο κολυμβητής ή γενικότερα ένα κινητό σε ορισμένο χρόνο (χρονικό διάστημα) προς το χρόνο αυτό.

$$\text{μέση ταχύτητα} = \frac{\text{μήκος της διαδρομής}}{\text{χρονικό διάστημα}}$$

$$v_{\mu} = \frac{s}{\Delta t} \quad (2.1)$$

Όταν ως αρχή μέτρησης των χρόνων  $t_1$  έχει επιλεγεί το 0 ( $t_1 = 0 \text{ s}$ ), τότε το  $\Delta t$  ταυτίζεται με το  $t_2$  και συμβολίζουμε  $\Delta t = t$ , οπότε γράφουμε

$$v_{\mu} = \frac{s}{t}$$

Η ταχύτητα είναι παράγωγο μέγεθος και σύμφωνα με τη σχέση (2.1), η μονάδα της στο διεθνές σύστημα μονάδων (SI) είναι το 1 **m/s** δηλαδή μέτρο ανά δευτερόλεπτο. Επιπλέον, κάθε συνδυασμός μονάδων μήκους και χρόνου μπορεί να επιλεγεί ως μονάδα μέτρησης της μέσης ταχύτητας. Έτσι το χιλιόμετρο ανά ώρα (km/h) ή το μίλι ανά ώρα (mi/h) ή και το εκατοστό ανά ώρα (ταχύτητα σαλιγκαριού) (cm/h) κτλ. μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μονάδες ταχύτητας.



Εικόνα 2.12.

Στους Ολυμπιακούς αγώνες του 2000 στο Σίδνεϋ ο Κώστας Κεντέρης ήταν ταχύτερος από τον δεύτερο στην κούρσα, διότι διήνυσε τα 200 m σε 20,09 s, ενώ ο δεύτερος σε 20,14 s.



Εικόνα 2.13.

Το μήκος της διαδρομής που κάνει η μέλισσα είναι διαφορετικό από την ευθύγραμμη απόσταση της αρχικής και τελικής της θέσης (μέτρο της μετατόπισης). Η μέση ταχύτητα στην καθημερινή γλώσσα συνδέεται με το μήκος της διαδρομής.

## ΦΥΣΙΚΗ Β' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ



Εικόνα 2.14.

Δεχόμαστε ότι η σιδηροδρομική απόσταση Αθήνας–Θεσσαλονίκης είναι 500 km. Η μέση ταχύτητα του επιβατηγού τρένου είναι 100 km/h, ενώ του εμπορικού 58 km/h.

## Δραστηριότητα

## Μέση ταχύτητα

- ▶ Πάρε ένα χρονόμετρο και μια μετροταινία. Πήγαινε στην αυλή του σχολείου ή στο γήπεδο.
- ▶ Μέτρησε το χρόνο που χρειάζεσαι για να περπατήσεις 20 μέτρα.
- ▶ Υπολόγισε τη μέση ταχύτητά σου.
- ▶ Μέτρησε το χρόνο που χρειάζεσαι για να διανύσεις την ίδια απόσταση τρέχοντας.
- ▶ Ποια είναι τώρα η μέση ταχύτητά σου;



Εικόνα 2.15.

Η ένδειξη του ταχύμετρου του αυτοκινήτου είναι η στιγμιαία ταχύτητά του.

Αν διανύσουμε μ' ένα αυτοκίνητο 90 χιλιόμετρα σε μια ώρα, τότε λέμε ότι η **μέση ταχύτητα** του οχήματος ήταν 90 χιλιόμετρα την (ανά) ώρα και γράφουμε 90 km/h. Ένα κινούμενο σώμα έχει μεγαλύτερη μέση ταχύτητα από ένα άλλο, όταν διανύει την ίδια απόσταση σε μικρότερο χρόνο. Ένα επιβατικό τρένο χρειάζεται περίπου πέντε ώρες για το ταξίδι Αθήνα–Θεσσαλονίκη, ενώ ένα εμπορικό καλύπτει την ίδια απόσταση σε 9 ώρες. Το επιβατηγό τρένο έχει μεγαλύτερη μέση ταχύτητα από το εμπορικό (εικόνα 2.14).

**Στιγμιαία ταχύτητα στην καθημερινή γλώσσα**

Ένα σώμα που κινείται δεν έχει πάντοτε την ίδια ταχύτητα. Για παράδειγμα, ένα αυτοκίνητο κινείται σε μια λεωφόρο με ταχύτητα 50 km/h. Όταν το αυτοκίνητο σταματά στο κόκκινο φανάρι, η ταχύτητά του μηδενίζεται. Στη συνέχεια όταν αρχίζει να κινείται πάλι, εξαιτίας της έντονης κυκλοφορίας, φθάνει σταδιακά μόνο τα 30 km/h.

Μπορούμε να μιλήσουμε για την ταχύτητα του αυτοκινήτου σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή κοιτάζοντας την ένδειξη του ταχύμετρου (κοντέρ) (εικόνα 2.15). Η ταχύτητα του κινητού σε μια ορισμένη χρονική στιγμή λέγεται **στιγμιαία** ταχύτητα. Η μονάδα μέτρησης της στιγμιαίας ταχύτητας στο SI είναι m/s.

Όταν ένας οδηγός σχεδιάζει ένα ταξίδι με αυτοκίνητο, ενδιαφέρεται για το χρονικό διάστημα που απαιτείται για να διανύσει τη συνολική διαδρομή που αντιστοιχεί στο ταξίδι. Ενδιαφέρεται, λοιπόν για τη μέση ταχύτητα που μπορεί να αναπτύξει στη διάρκεια όλου του ταξιδιού. Η μέση ταχύτητα, επειδή αναφέρεται στη συνολική διαδρομή, δε δίνει πληροφορίες για τις μεταβολές της στιγμιαίας ταχύτητας, στη διάρκεια της διαδρομής. Στις περισσότερες κινήσεις, η στιγμιαία ταχύτητα δε διατηρείται σταθερή, έτσι γενικά είναι διαφορετική από τη μέση ταχύτητα.

## Φυσική και Μαθηματικά

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1.

ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ		
Αντικείμενο που κινείται	$\frac{m}{s}$	$\frac{km}{h}$
Περιφορά της Σελήνης γύρω από τη Γη	1000	<b>3.600</b> =3,6·1.000
Ήχος στον αέρα	334	<b>1.202,4</b> =3,6·334
Σύνθετος επιβατικό αεροπλάνο	267	<b>961,2</b> =3,6·267
Γεράκι σε κατάδυση	37	<b>133,2</b> =3,6·37
Μέλισσα που πετά	5	<b>18</b> =3,6·5
Άνθρωπος που τρέχει	4	<b>14,4</b> =3,6·4

– Μπορούμε να μετατρέψουμε την ταχύτητα από ..... σε ..... διαιρώντας με το 3,6.

**Μπορείς να το αιτιολογήσεις;**

### Διανυσματική περιγραφή της ταχύτητας (ή η έννοια της ταχύτητας στη φυσική)

Για να περιγράψουμε με μεγαλύτερη ακρίβεια την κίνηση ενός σώματος, πρέπει να προσδιορίσουμε την έννοια της ταχύτητας με μεγαλύτερη προσοχή. Για παράδειγμα, ένα τρένο κινείται πάνω σ' ένα ευθύγραμμο τμήμα της σιδηροδρομικής γραμμής Θεσσαλονίκης-Κατερίνης, όπου η φορά προς την Κατερίνη έχει οριστεί ως θετική. Διέρχεται από το 40ό χιλιόμετρο με σταθερή ταχύτητα  $2 \frac{\text{km}}{\text{min}}$  (εικόνα 2.16).

Αρκεί μόνο αυτή η πληροφορία για να προβλέψουμε τη θέση του τρένου μετά από 1 min;

Σε 1 min το τρένο διανύει 2 km. Έτσι, αν κινείται προς την Κατερίνη, η μετατόπιση είναι θετική (+2 km), και θα περάσει από το 42ο km. Αν, αντίθετα, κινείται προς τη Θεσσαλονίκη, η μετατόπισή του είναι αρνητική (-2 km) και θα περάσει από το 38ο km. Για να προβλέψουμε τη θέση του τρένου μετά από 1 min, δεν αρκεί να γνωρίζουμε μόνο πόσο γρήγορα κινείται, δηλαδή το μέτρο της ταχύτητάς του (2 km/min), αλλά και την κατεύθυνση της κίνησής του. Γι' αυτό το λόγο ορίζουμε ένα νέο φυσικό μέγεθος, τη **μέση διανυσματική ταχύτητα** όχι με βάση το μήκος της διαδρομής που διανύει ένα κινητό, αλλά με βάση τη μετατόπισή του:

$$\text{διανυσματική μέση ταχύτητα} = \frac{\text{μετατόπιση}}{\text{χρονικό διάστημα}}$$

$$\text{ή συμβολικά: } \vec{v} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} \quad (2.2),$$

όπου  $\Delta \vec{x} = \vec{x}_t - \vec{x}_a$  με  $\vec{x}_t$  την τελική θέση του κινητού και  $\vec{x}_a$  την αρχική.  $\Delta t = t_t - t_a$  με  $t_t$  και  $t_a$  τις αντίστοιχες χρονικές στιγμές. Η μέση διανυσματική ταχύτητα είναι διανυσματικό μέγεθος. Η κατεύθυνσή της συμπίπτει με την κατεύθυνση της μετατόπισης.

Από τον ορισμό (σχέση 2.2) προκύπτει ότι οι μονάδες της μέσης διανυσματικής ταχύτητας είναι ίδιες με τις μονάδες της μέσης ταχύτητας.

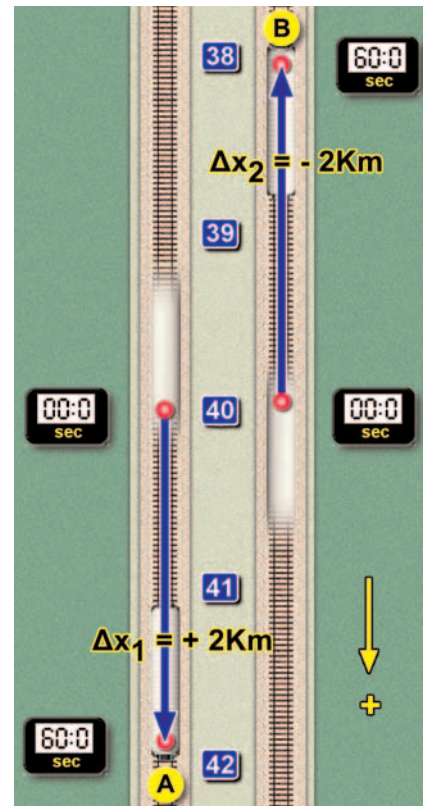
Όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.17, για να παραστήσουμε με συμβολικό τρόπο τη διανυσματική ταχύτητα ενός σώματος, μπορούμε να χρησιμοποιούμε ένα βέλος.

**Στην ευθύγραμμη κίνηση η φορά της ταχύτητας προσδιορίζεται από το πρόσημό της.**

Στο παράδειγμά μας βέλη που κατευθύνονται προς την Κατερίνη δείχνουν θετικές ταχύτητες, ενώ βέλη που κατευθύνονται προς τη Θεσσαλονίκη δείχνουν αρνητικές ταχύτητες (εικόνα 2.17).

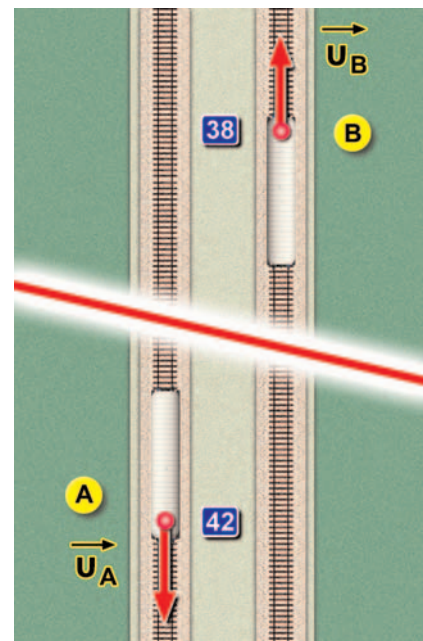
Όστε, η μέση διανυσματική ταχύτητα του τρένου A είναι:  $u_A = +2 \frac{\text{km}}{\text{min}}$ , ενώ του B:  $u_B = -2 \frac{\text{km}}{\text{min}}$ .

Η διανυσματική ταχύτητα που έχει ένα κινούμενο σώμα μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή ονομάζεται **στιγμιαία ταχύτητα**. Με



Εικόνα 2.16.

Θέτουμε σε λειτουργία το χρονόμετρο (χρονική στιγμή  $t_a=0$  s) όταν και τα δυο τρένα διέρχονται από το 40ο χιλιόμετρο (τα τρένα έχουν την ίδια θέση). Ύστερα από 1 min (τη χρονική στιγμή  $t_t=1$  min) οι θέσεις τους είναι διαφορετικές.



Εικόνα 2.17.

Η ταχύτητα είναι διανυσματικό μέγεθος και παριστάνεται με ένα βέλος.

## ΦΥΣΙΚΗ Β' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ



Εικόνα 2.18.

Η ταχύτητα του αεροπλάνου προσδιορίζεται από το ταχύμετρο και την πυξίδα του.

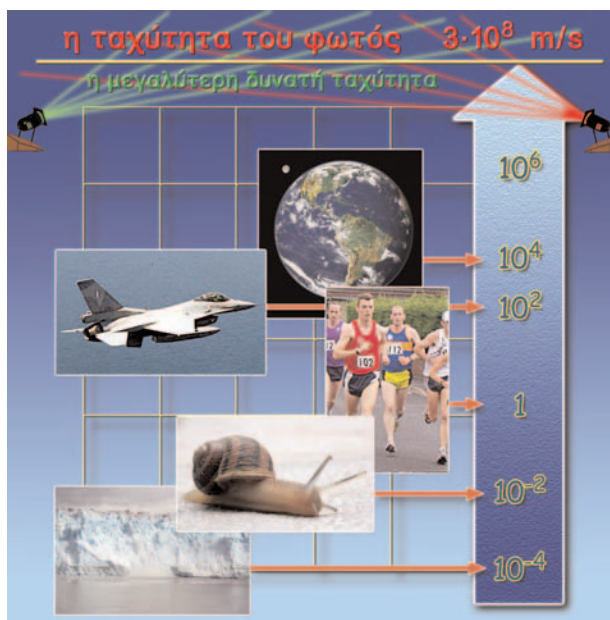
τη λέξη στιγμιαία ταχύτητα αναφερόμαστε σε δυο όρους, έναν από την καθημερινή ζωή και έναν από τη φυσική. Στην καθημερινή μας γλώσσα, με τη λέξη στιγμιαία ταχύτητα εννοούμε ό,τι δείχνει το ταχύμετρο. Στη γλώσσα της φυσικής, όμως, η στιγμιαία ταχύτητα είναι διανυσματικό μέγεθος και περιλαμβάνει τόσο το μέτρο της όσο και την κατεύθυνσή της.

Για παράδειγμα, το ταχύμετρο του αεροπλάνου που παριστάνεται στην εικόνα 2.18 δείχνει ότι κινείται με ταχύτητα  $500 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ .

Γνωρίζοντας αυτή την πληροφορία είναι δυνατόν να καθορίσουμε τον προορισμό του αεροπλάνου; Όχι, διότι το αεροπλάνο μπορεί να κινείται προς οποιοδήποτε σημείο του ορίζοντα. Για τον καθορισμό της διανυσματικής ταχύτητας ενός αεροπλάνου, πλοίου ή αυτοκινήτου και γενικά ενός σώματος που κινείται, εκτός από το ταχύμετρο που μας δείχνει το μέτρο της, χρειαζόμαστε και μια πυξίδα, με τη βοήθεια της οποίας μπορούμε να προσδιορίσουμε την κατεύθυνσή της.

Στη Φυσική με τον όρο «ταχύτητα» εννοούμε τη στιγμιαία ταχύτητα και με τον όρο «μέση ταχύτητα» τη μέση διανυσματική ταχύτητα.

### Φυσική και Βιολογία, Αστρονομία και Τεχνολογία



170.000 χρόνια περίπου πριν από εκείνη τη νύχτα. Όλα αυτά τα χρόνια το φως ταξίδευε για να φθάσει σ' εμάς. Ταυτόχρονα ο άνθρωπος εξελισσόταν για να μπορεί να παγιδέψει αυτό το φως με τις συσκευές του! Αυτό το εκρηγνυόμενο άστρο το ονομάσαμε Supernova 1987A.

Αναζήτησε φωτογραφίες από τα πιο μακρινά σημεία του σύμπαντος. Ταξινόμησέ τις ανάλογα με την απόσταση από το γαλαξία μας. Γιατί νομίζεις ότι αυτές οι φωτογραφίες μας δίνουν πληροφορίες για τη δημιουργία και την εξέλιξη του σύμπαντος;

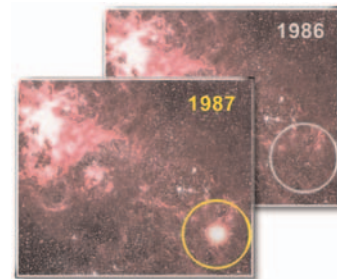
#### Η κλίμακα των ταχυτήτων στον κόσμο μας

Η ταχύτητα με την οποία διαδίδεται το φως είναι η μεγαλύτερη ταχύτητα που μπορεί να κινηθεί κάθε άλλο σώμα στη φύση. Το φως διανύει περίπου 300.000 km κάθε δευτερόλεπτο. Ένας παγετώνας, στον ίδιο χρόνο, μετατοπίζεται μόλις 0,1 mm. Το φως από τον ήλιο για να φθάσει στη γη χρειάζεται περίπου 8 min.

Υπολόγισε τη μέση απόσταση γης-ήλιου.

Τη νύχτα της 23ης Φεβρουαρίου του 1987 ο αστρονόμος Ίαν Σέλτον (Ian Shelton) φωτογράφησε με τη βοήθεια τηλεσκοπίου την έκρηξη ενός άστρου.

Στη φωτογραφία φαίνεται η ίδια περιοχή του ουρανού πριν και μετά την έκρηξη. Αυτή η έκρηξη είχε συμβεί



Φυσική  
και Βιολογία**Γατόπαρδος: Το πιο γρήγορο ζώο στον πλανήτη μας**

Ο γατόπαρδος θεωρείται το πιο γρήγορο ζώο στη γη. Αναπτύσσει ταχύτητα κοντά στα 105 km/h, την οποία δεν μπορεί να διατηρήσει για μεγάλο χρονικό διάστημα. Οι ιθαγενείς Καλαχάρι της Αφρικής κυνηγούν το γατόπαρδο και μπορούν να τον πιάσουν. *Πώς γίνεται αυτό;* Οι ιθαγενείς έχουν συνειδητοποιήσει ότι ένας άνθρωπος έχει τη δυνατότητα να κινείται με σταθερή ταχύτητα για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα απ' ό,τι ο γατόπαρδος. Έτσι, καταδιώκουν το γατόπαρδο τρέχοντας με μια ταχύτητα την οποία μπορούν να διατηρήσουν σχεδόν σταθερή για μεγάλο χρονικό διάστημα. Αντίθετα, ο γατόπαρδος διατηρεί τη μεγάλη ταχύτητά του για μικρό χρονικό διάστημα. Έτσι, λοιπόν, όταν κουράζεται, ελαττώνει την ταχύτητά του και οι Καλαχάρι μπορούν να τον πιάσουν.

**2.3 Κίνηση με σταθερή ταχύτητα**

Ας μελετήσουμε την κίνηση ενός αεροπλάνου το οποίο πετάει σε σταθερό ύψος από την επιφάνεια του εδάφους. Θεωρούμε ως σημείο αναφοράς τη θέση A (εικόνα 2.19) στην οποία το αεροπλάνο απέκτησε το σταθερό ύψος πτήσης. Τη χρονική στιγμή που το αεροπλάνο βρίσκεται στο σημείο αναφοράς, θέτουμε σε λειτουργία το χρονόμετρό μας (αρχή των χρόνων). Στη συνέχεια, προσδιορίζουμε τις θέσεις του αεροπλάνου τις διάφορες χρονικές στιγμές. Στην εικόνα 2.19 αναγράφονται οι θέσεις και οι αντίστοιχες χρονικές στιγμές.

Προσδιορίζουμε τη μέση ταχύτητα του αεροπλάνου για κάθε χρονικό διάστημα ενός δευτερολέπτου.

Από 0 s-1 s η μέση ταχύτητα είναι:

$$v_1 = \frac{\Delta x_1}{\Delta t} = \frac{+200 \text{ m} - 0 \text{ m}}{(1 \text{ s} - 0 \text{ s})} = +200 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Από 1 s - 2 s είναι:

$$v_2 = \frac{\Delta x_2}{\Delta t} = \frac{+400 \text{ m} - (+200 \text{ m})}{(2 \text{ s} - 1 \text{ s})} = +200 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Διαπιστώνουμε ότι είναι ίδια και ίση με +200 m/s.

Αν υπολογίσουμε τη μέση ταχύτητα για μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα, για παράδειγμα 1,5 ή 2 δευτερολέπτων, προκύπτει πάλι η ίδια τιμή για τη μέση ταχύτητα: +200 m/s.

Αν η μέση ταχύτητα ( $\vec{v}_m$ ) είναι ίδια για οποιοδήποτε χρονικό διάστημα ( $\Delta t$ ), τότε συμπίπτει με τη στιγμιαία ταχύτητα και λέμε ότι το σώμα κινείται με σταθερή ταχύτητα. Σταθερή ταχύτητα σημαίνει ταχύτητα σταθερού μέτρου, δηλαδή στο παράδειγμά μας, το ταχύμετρο του αεροπλάνου θα δείχνει κάθε χρονική στιγμή 200 m/s, και σταθερής κατεύθυνσης. Σ' αυτή την περίπτωση, επομένως, η κίνηση γίνεται σε ευθεία γραμμή και προς σταθερή κατεύθυνση.

**Μια κίνηση στην οποία η ταχύτητα διατηρείται σταθερή, ονομάζεται ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.** Για την ευθύγραμμη ομαλή κίνηση με τη χρήση μαθηματικών σύμβολων γράφουμε:

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \text{σταθερή} \quad (2.3)$$



Εικόνα 2.19.

Σε ίσους χρόνους οι μετατοπίσεις του αεροπλάνου είναι ίσες.

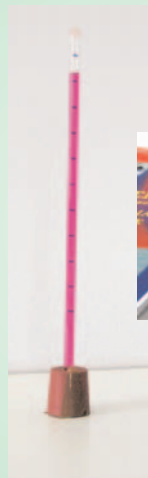
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2.

Χρόνος σε sec	Ταχύτητα σε m/s
0	+200
0,5	+200
1	+200
1,5	+200
2	+200

Με βάση τις τιμές της εικόνας 2.19 και τη σχέση 2.2, υπολογίζουμε τη μέση ταχύτητα του αεροπλάνου για διάφορα χρονικά διαστήματα.

## Δραστηριότητα

## Η ευθύγραμμη κίνηση μιας φυσαλίδας



► Γέμισε σχεδόν πλήρως ένα γυάλινο σωλήνα μήκους 30 cm με χρωματισμένο νερό και κλείσε καλά τις δυο άκρες του με πλαστελίνη (βλέπε φωτογραφία). Μέσα στο σωλήνα έχει σχηματιστεί μια φυσαλίδα. Σημείωσε μια κλίμακα μήκους στο σωλήνα. Οι διαδοχικές χαραγές της κλίμακας να απέχουν μεταξύ τους τέσσερα εκατοστά.



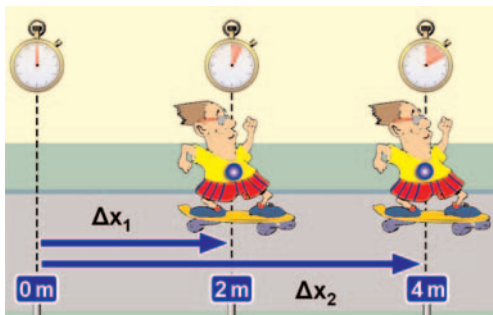
- Συμπλήρωσε τον πίνακα:
- Υπολόγισε τη μέση ταχύτητα με την οποία κινείται η φυσαλίδα μεταξύ 2ης και 3ης, 3ης και 4ης, 4ης και 5ης χαραγής.
- Τι συμπεραίνεις για το είδος της κίνησης της φυσαλίδας;

- Τοποθέτησε το σωλήνα με μικρή κλίση πάνω στο θρανίο.
- Παρατήρησε την κίνηση της φυσαλίδας και μέτρησε με το ρολόι σου τις χρονικές στιγμές στις οποίες η φυσαλίδα περνάει από κάθε χαραγή.
- Ξεκίνησε τις μετρήσεις σου τη στιγμή που η φυσαλίδα διέρχεται από τη δεύτερη χαραγή.

Θέση (cm)	Χρόνος

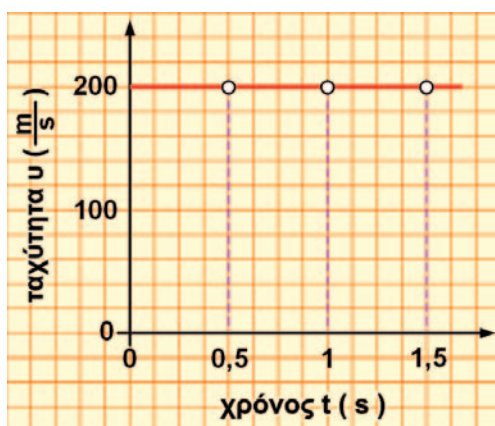
## Εξισώσεις της ευθύγραμμης ομαλής κίνησης

Όταν μελετάμε την κίνηση ενός σώματος, θέλουμε να γνωρίζουμε τη **θέση** και την **ταχύτητά** του κάθε χρονική στιγμή. Οι **εξισώσεις της κίνησης** περιγράφουν τον τρόπο με τον οποίο τα βασικά αυτά μεγέθη μεταβάλλονται με το χρόνο. Ιδιαίτερα χρήσιμη είναι και η χρήση διαγραμμάτων για την απεικόνιση της μεταβολής των μεγεθών σε σχέση με το χρόνο.



Εικόνα 2.20.

Σε διπλάσιο χρονικό διάστημα η μετατόπιση του Τοτού είναι διπλάσια. Ο Τοτός κινείται με σταθερή ταχύτητα. Η κίνησή του είναι ευθύγραμμη ομαλή.



Εικόνα 2.21.

Το διάγραμμα της ταχύτητας του αεροπλάνου με το χρόνο στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.

## Α. Ταχύτητα και χρόνος

Είδαμε ότι στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση η ταχύτητα διατηρείται σταθερή επομένως ισχύει:

$$u = \text{σταθερή}$$

Με βάση τις τιμές του πίνακα 2.2 σχεδιάζουμε τη γραφική παράσταση της ταχύτητας σε συνάρτηση με το χρόνο. Βλέπουμε ότι το διάγραμμα της ταχύτητας σε συνάρτηση με το χρόνο είναι μια ευθεία γραμμή παράλληλη προς τον άξονα του χρόνου. Αυτό συμβαίνει σε κάθε ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.

## Β. Μετατόπιση, θέση και χρόνος

Μάθαμε από τον ορισμό της ταχύτητας ότι:

$$u = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad \text{άρα} \quad \Delta x = u \cdot \Delta t \quad (2.4)$$

Αν  $u = \text{σταθερό}$ , προκύπτει ότι σε μια ευθύγραμμη ομαλή κίνηση οι μετατοπίσεις είναι ανάλογες με τα χρονικά διαστήματα μέσα στα οποία πραγματοποιούνται (εικόνα 2.20). Πράγματι και στο παράδειγμα της ευθύγραμμης ομαλής κίνησης του αεροπλάνου της εικόνας 2.19, παρουσιάζεται μετατόπιση 200 m σε ένα δευτερόλεπτο, 400 m (διπλάσια) σε δυο δευτερόλεπτα, 600 m (τριπλάσια) σε τρία δευτερόλεπτα κτλ.

Πόση είναι η μετατόπιση του αεροπλάνου κατά το χρονικό διάστημα των πρώτων 0,5 s;

$$\Delta x = x - x_0 = +100 \text{ m} - 0 \text{ m} = +100 \text{ m};$$

Όμοια για τα πρώτα 1,5 s

$$\Delta x = x - x_0 = +300 \text{ m} - 0 \text{ m} = +300 \text{ m}$$

Παρατηρούμε ότι η μετατόπιση από το  $x_0 = 0 \text{ m}$  ταυτίζεται με τη θέση:

$$\Delta x = x$$

Επίσης παρατηρούμε ότι το χρονικό διάστημα κίνησης  $\Delta t$  από τη χρονική στιγμή  $t_0 = 0 \text{ s}$  ταυτίζεται με τη χρονική στιγμή  $t$ :

$$\Delta t = t$$

Με βάση τα παραπάνω, η σχέση (2.4) παίρνει τη μορφή:

$$x = v \cdot t \quad (2.5)$$

όπου  $x$  είναι η θέση που βρίσκεται το αεροπλάνο τη χρονική στιγμή  $t$ .

Από τις τιμές του πίνακα 2.3 μπορούμε να κατασκευάσουμε το διάγραμμα της θέσης σε συνάρτηση με το χρόνο. Προσδιορίζουμε τα σημεία που αντιστοιχούν στα ζεύγη τιμών χρόνου-θέσης. Παρατηρούμε ότι βρίσκονται πάνω σε μια ευθεία γραμμή (εικόνα 2.22).

Γενικά, σε κάθε ευθύγραμμη ομαλή κίνηση το διάγραμμα της θέσης σε συνάρτηση με το χρόνο είναι ευθεία γραμμή.

#### Σώμα σε ηρεμία

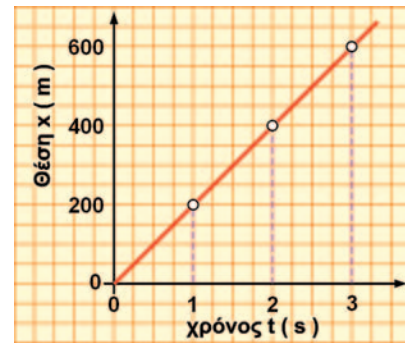
Η ακινησία ή η ηρεμία σε σχέση με ένα σημείο αναφοράς μπορεί να θεωρηθεί ως ομαλή κίνηση με ταχύτητα  $u = 0$ . Σ' αυτή την περίπτωση, το διάγραμμα της ταχύτητας συμπίπτει με τον άξονα του χρόνου. Όταν το σώμα είναι ακίνητο, η θέση του είναι σταθερή, οπότε το διάγραμμα θέσης-χρόνου είναι ευθεία γραμμή παράλληλη με τον άξονα των χρόνων (εικόνα 2.23).

Εικόνα 2.23. ►

Διάγραμμα θέσης-χρόνου για σώμα που παραμένει ακίνητο σε απόσταση 400 μ από την αφετηρία.

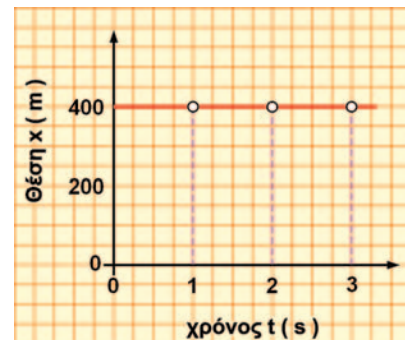
Χρόνος/χρονική στιγμή (t) σε s	Θέση (x) σε m
0	0
1	200
2	400
3	600
4	800
5	1000

Με βάση τη σχέση (2.5) μπορούμε να υπολογίσουμε τη θέση του αεροπλάνου κάθε χρονική στιγμή.



Εικόνα 2.22.

Το διάγραμμα της θέσης σε συνάρτηση με το χρόνο στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση είναι ευθεία γραμμή.



#### Δραστηριότητα

##### Η κίνηση της μπάλας

- Πήγαινε με τους συμμαθητές σου σ' ένα χώρο με επίπεδο δάπεδο. Σημειώστε: μια αφετηρία και τρία σημεία πάνω στη ίδια ευθεία που απέχουν 10, 20, 30 μέτρα από αυτή.
- Σχηματίστε τρεις ομάδες. Οι ομάδες θέτουν σε λειτουργία τα χρονόμετρά τους τη στιγμή που κάποιος ρίχνει μια μπάλα από την αφετηρία έτσι ώστε να περάσει και από τα τρία σημεία, πάνω στο δάπεδο. Κάθε ομάδα σταματά το χρονόμετρο της όταν η μπάλα περνάει αντίστοιχα από τα σημεία των 10, 20 και 30 μέτρων.
- Συμπλήρωσε το σχετικό πίνακα και υπολόγισε τη μέση ταχύτητα της μπάλας για κάθε μετατόπιση.
- Μπορείς να χρησιμοποιήσεις τη μέση ταχύτητα της μπάλας κατά τα πρώτα 10 μέτρα της κίνησής της, για να προβλέψεις σε πόσο χρόνο θα διανύσει 40 μέτρα; Εξήγησε.

Θέση σε m	Χρόνος σε sec
10	
20	
30	

**Παράδειγμα 2.1**

Ένα αυτοκίνητο αναπτύσσει σε ένα ευθύγραμμο τμήμα της Εγνατίας οδού μεταξύ Κοζάνης-Βέροιας σταθερή ταχύτητα 100 Km/h. Αν η ευθύγραμμη κίνηση με σταθερή ταχύτητα διαρκεί  $\frac{3}{4}$  της ώρας, πόση είναι η αντίστοιχη μετατόπιση του αυτοκινήτου;

**Δεδομένα**

$$u = 100 \text{ km/h}$$

$$\text{ή } u = 27,8 \text{ m/s}$$

$$\Delta t = \frac{3}{4} \text{ h}$$

**Ζητούμενα**

$$\Delta x$$

**Βασική εξίσωση**

$$\Delta x = u \cdot \Delta t$$

**Λύση**

**Βήμα 1:** Εύρεση του είδους της κίνησης του αυτοκινήτου: ευθύγραμμη ομαλή κίνηση

**Βήμα 2:** Εφαρμογή της εξίσωσης για τη μετατόπιση

**Βήμα 3:** Αριθμητική αντικατάσταση  $\Delta x = 100 \text{ km/h} \cdot \frac{3}{4} \text{ h} = 75 \text{ km}$  ή  $\Delta x = 75.000 \text{ m}$



Εικόνα 2.24.

Τη στιγμή  $t=0$  s το αεροπλάνο αρχίζει να κινείται. Η ταχύτητά του είναι 0 m/s. Τη στιγμή  $t=15$  s η ταχύτητά του είναι 60 m/s.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.4.

Χρόνος $t$ σε sec	Ταχύτητα $u$ σε m/s
0	0
1	+4
2	+8
3	+12
4	+16
5	+20



◀ Εικόνα 2.25.

Το αυτοκίνητο κινείται στην κυκλική πλατεία. Το ταχύμετρό του δείχνει διαρκώς 60 km/h. Το μέτρο της ταχύτητας παραμένει σταθερό. Ωστόσο, η ταχύτητά του αυτοκινήτου μεταβάλλεται!

**2.4****Κίνηση με μεταβαλλόμενη ταχύτητα**

Ένα αεροπλάνο βρίσκεται ακίνητο στην αρχή του διαδρόμου. Έχει μηδενική ταχύτητα. Όταν ο πιλότος παίρνει την εντολή απογείωσης από τον πύργο ελέγχου, θέτει σε λειτουργία τα όργανα του αεροσκάφους (εικόνα 2.24).

Στον πίνακα 2.4 καταγράφονται οι τιμές της ταχύτητας του αεροπλάνου σε διάφορες χρονικές στιγμές. Παρατηρούμε ότι η ταχύτητα μεταβάλλεται.

Στην παραπάνω περίπτωση κίνησης το αεροπλάνο κινείται ευθύγραμμα και επομένως έχουμε μεταβολή μόνο στο μέτρο της ταχύτητας.

Είναι δυνατόν το μέτρο της ταχύτητας να είναι σταθερό, αλλά η κατεύθυνσή της να μεταβάλλεται;

Αυτό συμβαίνει, για παράδειγμα, όταν ένας κολυμβητής κάνει αναστροφή στην άκρη της πισίνας ή ένα αυτοκίνητο κινείται σε μια στροφή του δρόμου, ενώ το ταχύμετρό του δείχνει σταθερή ένδειξη (εικόνα 2.25). Το μέτρο της ταχύτητας παραμένει σταθερό, ενώ η κατεύθυνσή της διαρκώς μεταβάλλεται.

Εάν είτε το μέτρο είτε η κατεύθυνση ή και τα δυο μεταβάλλονται, τότε το διάνυσμα της ταχύτητας μεταβάλλεται και λέμε ότι η ταχύτητα με την οποία κινείται το σώμα είναι **μεταβαλλόμενη**. Γενικά, η ταχύτητα με την οποία κινείται ένα σώμα μεταβάλλεται, όταν μεταβάλλεται η κατεύθυνσή της, όταν το σώμα σταματά ή ξεκινά, ή όταν αυξάνεται ή ελαττώνεται το μέτρο της. Ο οδηγός ενός αυτοκινήτου χρησιμοποιεί τρεις μηχανισμούς προκειμένου να μεταβάλλει την ταχύτητα του αυτοκινήτου. Ο πρώτος είναι το γκάζι, που χρησιμοποιείται για να διατηρηθεί σταθερό ή για να αυξηθεί το μέτρο της ταχύτητας. Ο δεύτερος είναι το φρένο, για να μειωθεί το μέτρο της ταχύτητας. Ο τρίτος είναι το τιμόνι, με το οποίο μεταβάλλεται η κατεύθυνση της ταχύτητας.

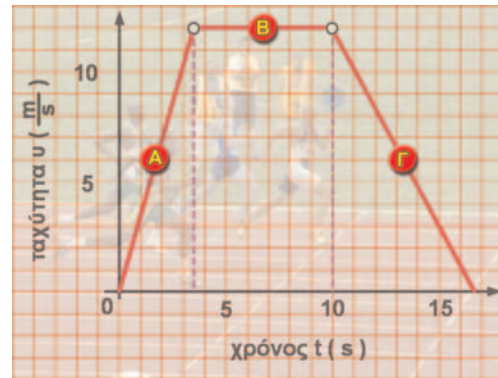


### Διαγράμματα και κινήσεις

Γνωρίζοντας το είδος της κίνησης ενός σώματος μπορούμε να κατασκευάσουμε το διάγραμμα ταχύτητας-χρόνου και θέσης-χρόνου. Όταν το κινητό εκτελεί διαδοχικά διαφορετικές κινήσεις, προκύπτει ένα σύνθετο διάγραμμα που αποτελείται από τα διαγράμματα των επιμέρους κινήσεων. Στο διάγραμμα της εικόνας 2.26, το κινητό ξεκινάει από την ηρεμία ( $u=0$ ), η ταχύτητά του αρχικά αυξάνεται, στη συνέχεια σταθεροποιείται σε μια τιμή ( $12 \text{ m/s}$ ) και κατόπιν αρχίζει να ελαττώνεται και τελικά μηδενίζεται, γεγονός που σημαίνει ότι το κινητό σταματάει. Αυτό το διάγραμμα θα μπορούσε να παραστήσει την κίνηση ενός δρομέα σε αγώνα δρόμου από την αφετηρία μέχρι να σταματήσει μετά τον τερματισμό.

Αντίστροφα, από ένα διάγραμμα κίνησης μπορούμε να καθορίσουμε το είδος της κίνησης ή των κινήσεων στις οποίες συμμετέχει ένα σώμα. Για παράδειγμα, από το διάγραμμα θέσης-χρόνου που παριστάνεται στην εικόνα 2.27 και περιγράφει την κίνηση μιας μέλισσας από την κηρήθρα προς το άνθος και αντίστροφα, προκύπτει ότι η μέλισσα κινείται με σταθερή ταχύτητα στη συνέχεια σταματά και τέλος αρχίζει να κινείται προς στην αντίθετη κατεύθυνση και επιστρέφει στο σημείο εκκίνησης. Το αντίστοιχο διάγραμμα ταχύτητας σε συνάρτηση με το χρόνο της μέλισσας παριστάνεται στο σχήμα 2.28.

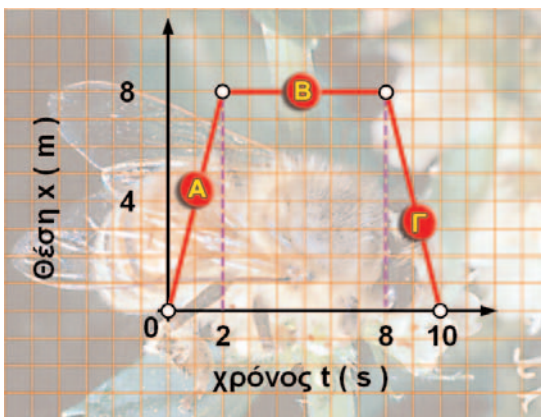
### Φυσική και Αθλητισμός



Εικόνα 2.26

#### Η κούρσα των 100 μ.

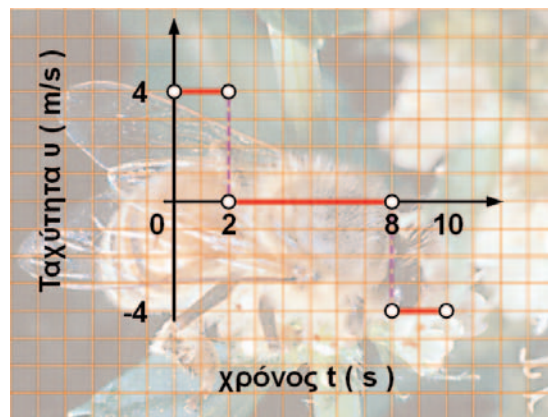
Στο Παγκόσμιο πρωτάθλημα στίβου που πραγματοποιήθηκε το 1997 στην Αθήνα ο παγκόσμιος πρωταθλητής των 100 m Μώρις Γκρίν (Maurice Greene) ξεκινά τη χρονική στιγμή  $t=0 \text{ s}$  και τα 3,5 πρώτα δευτερόλεπτα αυξάνει την ταχύτητά του (τιμήμα Α). Στη συνέχεια, διατηρεί για περίπου 6,5 s σταθερή την ταχύτητά του (κινείται ευθύγραμμο και ομαλά) (τιμήμα Β). Μετά το τέρμα της διαδρομής μειώνει την ταχύτητά του και σταματά (τιμήμα Γ).



Εικόνα 2.27.

#### Το ταξίδι της μέλισσας

Η μέλισσα ξεκινά από την κηρήθρα της κινούμενη με σταθερή ταχύτητα και κατευθύνεται προς το πλησιέστερο άνθος που απέχει 8 m (τιμήμα Α). Το ταξίδι της διαρκεί 2 s. Εκεί σταματά για 6 s και συλλέγει το νέκταρ (τιμήμα Β). Στη συνέχεια, κινούμενη με ταχύτητα ίδιου μέτρου επιστρέφει στην κηρήθρα (τιμήμα Γ).



Εικόνα 2.28.

#### Η ταχύτητα της μέλισσας

Μια μέλισσα κινείται ευθύγραμμο για 2 s και η μετατόπισή της από την κηρήθρα στο άνθος είναι  $\Delta x = +8 \text{ m}$ . Επομένως η ταχύτητά της είναι:  $+4 \text{ m/s}$ . Στη συνέχεια παραμένει ακίνητη στο άνθος, δηλαδή στη θέση  $x = +8 \text{ m}$  για χρονικό διάστημα  $\Delta t = 6 \text{ s}$  και η ταχύτητά της είναι  $0 \text{ m/s}$ . Ακολούθως κινείται από το άνθος προς την κηρήθρα σε 2 s. Η μετατόπισή της τώρα είναι:  $\Delta x = -8 \text{ m}$  και η ταχύτητά της:  $-4 \text{ m/s}$ .

**Φυσική και Μετεωρολογία, Τεχνολογία και καθημερινή ζωή**

**Η ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΤΩΝ ΑΝΕΜΩΝ**

Το 1805 ο Φράνσις Μποφόρ, ναύαρχος του βρετανικού πολεμικού ναυτικού, επινόησε την κλίμακα Μποφόρ και πρότεινε τη χρήση της ώστε να διευκολύνονται οι ναυτικοί στον προσδιορισμό της έντασης του ανέμου σε σχέση με τα αποτελέσματα που αυτός προκαλούσε στη θάλασσα. Αργότερα η κλίμακα αυτή υιοθετήθηκε από τη **Διεθνή Μετεωρολογική επιτροπή**, αφού προηγουμένως τροποποιήθηκε για να περιλαμβάνει και φαινόμενα της ξηράς.

Άνεμος με ταχύτητα συγκρίσιμη με εκείνη ενός δρομέα ταχύτητας (περίπου 9 m/s) χαρακτηρίζεται μεγέθους 5. Άνεμος αυτής της έντασης προκαλεί έντονο κυματισμό στη θάλασσα και αυτή χαρακτηρίζεται ως ταραγμένη.



Άνεμος με ταχύτητα όση του γατόπαρδου (περίπου 105 km/h) χαρακτηρίζεται μεγέθους 11, όπως μια ισχυρή θύελλα. Η κλίμακα τερματίζεται στο 12 με ταχύτητες ανέμων ως 135 km/h, όπως αυτοί που πνέουν στη διάρκεια ενός τυφώνα.

Όμως έχουν καταγραφεί ταχύτητες ανέμων πολύ πάνω από το ανώτερο όριο της κλίμακας, όπως 371 km/h στο όρος Ουάσιγκτον στην πολιτεία του Νιου Χαμσάιρ των Η.Π.Α.



- Αναζήτησε πληροφορίες για τον τρόπο με τον οποίο προσδιορίζεται η κλίμακα Μποφόρ και γίνεται η αντιστοίχσή της με τις μονάδες ταχύτητας στο διεθνές σύστημα μονάδων (SI). Συμπλήρωσε τις στήλες του παρακάτω πίνακα:

Ένταση του ανέμου στην κλίμακα Μποφόρ	Ταχύτητα του ανέμου σε km/h	Αποτελέσματα στη θάλασσα	Αποτελέσματα στην ξηρά

- Τι είναι το ανεμόμετρο; Κατασκεύασε ένα ανεμόμετρο με απλά υλικά.

**Ερωτήσεις**

**ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ**

► Χρησιμοποίησε και εφάρμοσε τις έννοιες που έμαθες:

1. Συμπλήρωσε τις λέξεις που λείπουν από το παρακάτω κείμενο έτσι ώστε οι προτάσεις που προκύπτουν να είναι επιστημονικά ορθές:

i. Η θέση ενός σώματος καθορίζεται σε σχέση με ένα ..... Φυσικά μεγέθη τα οποία προσδιορίζονται μόνο από έναν αριθμό ονομάζονται ..... Αντίθετα, τα μεγέθη (όπως η θέση) που ο προσδιορισμός τους εκτός από το ....., απαιτεί και την (κατεύθυνση) ονομάζονται ....., συμβολίζονται με ένα ..... και συμφωνούμε το μήκος του να είναι ..... με το ..... του μεγέθους.

ii. Στη γλώσσα που χρησιμοποιούμε στην καθημερινή μας ζωή ορίζουμε ως μέση ταχύτητα .... του μήκους της διαδρομής που διήνυσε το ένα κινητό σε ορισμένο ..... προς το ..... αυτό. Η ταχύτητα είναι ..... μέγεθος και η μονάδα της στο διεθνές σύστημα μονάδων (SI) είναι το ....., δηλαδή ..... ανά ..... Ορίζουμε τη μέση ..... ταχύτητα με βάση τη μετατόπιση ενός κινητού.

Διανυσματική μέση ταχύτητα =  $\frac{\text{.....}}{\text{..... διάστημα}}$ .

Εφόσον η μετατόπιση είναι διανυσματικό μέγεθος, και η μέση ..... ταχύτητα είναι επίσης διανυσματικό μέγεθος. Η κατεύθυνσή της συμπίπτει με την κατεύθυνση της .....

iii. Σε κάθε ευθύγραμμη ομαλή κίνηση το διάγραμμα της θέσης σε συνάρτηση με το χρόνο είναι ..... γραμμή και το διάγραμμα της ταχύτητας σε συνάρτηση με το χρόνο είναι μια ..... γραμμή παράλληλη προς τον άξονα του .....

2. Να χαρακτηρίσεις τα παρακάτω μεγέθη ως μονόμετρα ή διανυσματικά: α) θέση, β) απόσταση, γ) μετατόπιση, δ) χρονικό διάστημα, ε) ταχύτητα.
3. Στις παρακάτω ερωτήσεις να κυκλώσεις το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.
- i. Η μονάδα της ταχύτητας είναι: α)  $\frac{m}{s}$ , β)  $\frac{m^2}{s}$ , γ)  $\frac{m}{s^2}$ , δ)  $\frac{m^2}{s^2}$ .
- ii. Ένας αριθμός αντιστοιχεί στο μέτρο της ταχύτητας και δίδεται σε km/h. Κατά τη μετατροπή του σε km/s προκύπτει αριθμός ο οποίος είναι: α) πάντα μικρότερος, β) ο ίδιος, γ) μερικές φορές μικρότερος, δ) ποτέ μικρότερος, ε) τίποτε από όλα αυτά.
- iii. Η ταχύτητα 30 m/s είναι ίση με α) 0,03 km/h, β) 108 km/h, γ) 108 m/min, δ) 18 km/h, ε) καμία από τις παραπάνω.
- iv. Σε μια ευθύγραμμη ομαλή κίνηση η σχέση μεταξύ των μεγεθών ταχύτητα ( $u$ ), μετατόπιση ( $\Delta x$ ) και χρονικό διάστημα ( $\Delta t$ ) είναι:
- α)  $u = \Delta x \cdot \Delta t$ , β)  $u = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ , γ)  $u = \frac{\Delta t}{\Delta x}$ , δ)  $\Delta t = u \cdot \Delta x$
- v. Σε μια ευθύγραμμη ομαλή κίνηση το διάγραμμα θέσης ( $x$ )-χρόνου ( $t$ ) είναι:
- α) ευθεία παράλληλη προς τον άξονα των χρόνων, β) ευθεία που περνάει από την αρχή των αξόνων, γ) τμήμα παραβολής

► **Εφάρμοσε τις γνώσεις σου και γράψε τεκμηριωμένες απαντήσεις στις ερωτήσεις που ακολουθούν:**

- Τι εννοούμε όταν λέμε ότι η κίνηση είναι σχετική;
- Η μέση ταχύτητα ενός σώματος που κινείται ευθύγραμμα είναι μηδέν σε κάποιο χρονικό διάστημα. Τι μπορείς να πεις για τη μετατόπισή του και το συνολικό μήκος της διαδρομής που έχει διανύσει σ' αυτό το χρονικό διάστημα;
- Ποια είναι η διαφορά μεταξύ μέσης και στιγμιαίας ταχύτητας;
- Ποια ταχύτητα δείχνει το ταχύμετρο του αυτοκινήτου;
- Ένα αυτοκίνητο κινείται σε μια στροφή ενός δρόμου. Είναι δυνατόν η ταχύτητά του να διατηρείται σταθερή; Να δικαιολογήσεις την απάντησή σου.
- Αν το ταχύμετρο ενός αυτοκινήτου δείχνει 60 km/h, μπορείς να συμπεράνεις αν η ταχύτητά του διατηρείται σταθερή; Ναι, όχι και γιατί;
- Με ποιους τρόπους μπορούμε να μεταβάλουμε τη στιγμιαία ταχύτητα ενός αυτοκινήτου;
- Αντιστοίχισε τις τιμές των ταχυτήτων της αριστερής στήλης με τις περιπτώσεις κίνησης της δεξιάς στήλης του πίνακα 2.5.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.5.

Ταχύτητα σε km/h	Σώμα που κινείται
0,04	Αυτοκίνητο
3	Αεροπλάνο
100	Σαλιγάρι
1.200	Άνθρωπος που βαδίζει
30.000	Φως
1.080.000.000	Δορυφόρος

## Ασκήσεις

## ασκήσεις

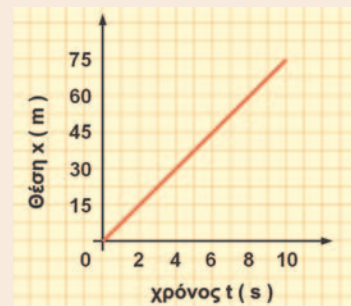
1. Ο παρακάτω πίνακας αναφέρεται σε μια ευθύγραμμη ομαλή κίνηση:

Χρόνος (t) s	Μετατόπιση (Δx) m	Ταχύτητα (υ) m/s
5	150	
10		
	900	

Να συμπληρώσεις τα κενά.

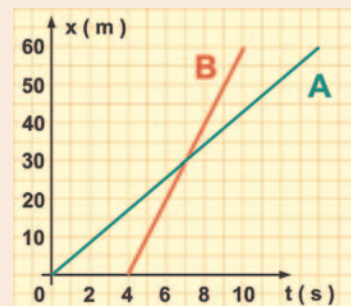
2. Ο Κώστας Κεντέρης στους Ολυμπιακούς αγώνες του Σίδνεϋ έτρεξε την κούρσα των 200 m σε σχεδόν 20 s.  
 α. Να υπολογίσεις τη μέση ταχύτητά του σε m/s και σε km/h.  
 β. Αν κατόρθωνε να διατηρεί σταθερή την παραπάνω ταχύτητα, σε πόσο χρόνο θα διένυε τα 5 km;
3. Ένα αυτοκίνητο κινείται με σταθερή ταχύτητα μέτρου 15 m/s.  
 α. Να κατασκευάσεις το διάγραμμα της ταχύτητας σε συνάρτηση με το χρόνο.  
 β. Να υπολογίσεις τη μετατόπιση του αυτοκινήτου στο χρονικό διάστημα μεταξύ των χρονικών στιγμών  $t_1=10$  s και  $t_2=20$  s της κίνησης.  
 γ. Να κατασκευάσεις το διάγραμμα της θέσης του αυτοκινήτου (από το σημείο αφετηρίας) σε συνάρτηση με το χρόνο.

4. Στη διπλανή εικόνα δίνεται το διάγραμμα της θέσης σε συνάρτηση με το χρόνο ενός δρομέα σκυταλοδρομίας από τη στιγμή που παρέλαβε τη σκυτάλη.  
 α. Τι είδους κίνηση εκτελεί ο δρομέας;  
 β. Πόση είναι η μετατόπισή του από τη χρονική στιγμή  $t_1=3$  s μέχρι  $t_2=7$  s;  
 γ. Ποια χρονική στιγμή βρέθηκε στη θέση 45 m από τη στιγμή που παρέλαβε τη σκυτάλη;  
 δ. Να υπολογίσεις την ταχύτητα του δρομέα.



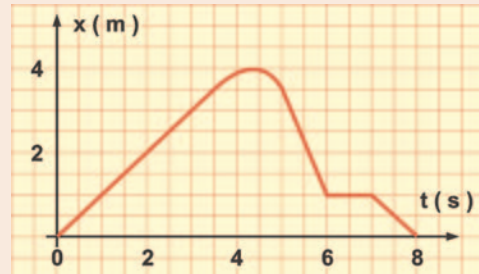
5. Ένας ποδηλάτης κινείται με μέση ταχύτητα 5 m/s. Πόσο χρονικό διάστημα χρειάζεται για να διανύσει 9 km;

6. Στη διπλανή εικόνα φαίνεται το διάγραμμα θέσης-χρόνου σε έναν ευθύγραμμο αγώνα δρόμου μεταξύ του παιδιού και του σκύλου του. Η Α γραμμή αντιστοιχεί στην κίνηση του παιδιού και η Β του σκύλου. Πόσο ήταν το μήκος της διαδρομής του αγώνα; Για πόσο χρονικό διάστημα το παιδί βρισκόταν μπροστά από το σκύλο του; Σε πόση απόσταση από την αφετηρία και ποια χρονική στιγμή συναντήθηκαν;



7. Οι ανθρωπολόγοι πιστεύουν ότι ο πρώτος άνθρωπος στον πλανήτη εμφανίστηκε στην Αφρική. Στη συνέχεια, ο άνθρωπος μετανάστευσε στις άλλες ηπείρους. Αν υποθέσουμε ότι μπορούσαν να μετακινηθούν ένα χιλιόμετρο το χρόνο και ότι η Βόρεια Ευρώπη απέχει από την Αφρική 10.000 Km, πόσοι αιώνες χρειάστηκαν για να φθάσουν οι άνθρωποι στη Β. Ευρώπη;

8. Ένα ηλεκτροκίνητο τρενάκι/παιχνίδι κινείται κατά μήκος μιας ευθείας γραμμής. Στο σχήμα παριστάνεται η θέση του τρένου σαν συνάρτηση του χρόνου.
- Ποιες είναι οι θέσεις του τρένου τις χρονικές στιγμές:  $t_1=3$  s,  $t_2=5$  s,  $t_3=6$  s,  $t_4=7$  s,  $t_5=8$  s.
  - Να υπολογίσεις τη μετατόπιση του τρένου για τα χρονικά διαστήματα: 1 s – 3 s και 5 s – 6 s.
  - Η φορά κίνησης του τρένου παρέμεινε η ίδια ή μεταβλήθηκε κατά τη διάρκεια της κίνησής του; Αν ναι, ποια χρονική στιγμή έγινε αυτό;
  - Για ποιο χρονικό διάστημα το τρένο παρέμεινε ακίνητο;



### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

- Η θέση ενός αντικειμένου καθορίζεται σε σχέση με ένα σημείο αναφοράς.
- Ένα μονόμετρο μέγεθος περιγράφεται από το μέτρο του, ενώ για την περιγραφή ενός διανυσματικού εκτός από το μέτρο του, απαιτείται και η κατεύθυνση.
- Η απόσταση είναι μονόμετρο μέγεθος, ενώ η θέση είναι διανυσματικό.
- Η ταχύτητα στην καθημερινή γλώσσα είναι μονόμετρο μέγεθος και ορίζεται ως το πηλίκο του μήκους της διαδρομής προς το αντίστοιχο χρονικό διάστημα.
- Στη γλώσσα της φυσικής η μέση ταχύτητα είναι διανυσματικό μέγεθος και ορίζεται ως το πηλίκο της μετατόπισης (μεταβολή της θέσης) προς το αντίστοιχο χρονικό διάστημα.
- Ευθύγραμμη ομαλή κίνηση ονομάζεται η κίνηση στην οποία το μέτρο και η κατεύθυνση της ταχύτητας διατηρούνται σταθερά.
- Σε μια ευθύγραμμη ομαλή κίνηση το διάγραμμα της μετατόπισης (θέσης) σε σχέση με το χρόνο είναι μια ευθεία γραμμή.

### ΒΑΣΙΚΟΙ ΟΡΟΙ

Σημείο αναφοράς	Μετατόπιση	Στιγμιαία ταχύτητα
Μονόμετρο μέγεθος	Χρονική στιγμή	Ομαλή κίνηση
Διανυσματικό μέγεθος	Χρονικό διάστημα	Διάγραμμα: θέσης-χρόνου
Θέση	Μέση ταχύτητα	Διάγραμμα: ταχύτητας-χρόνου
Μήκος διαδρομής		