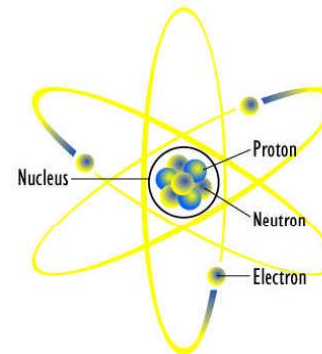
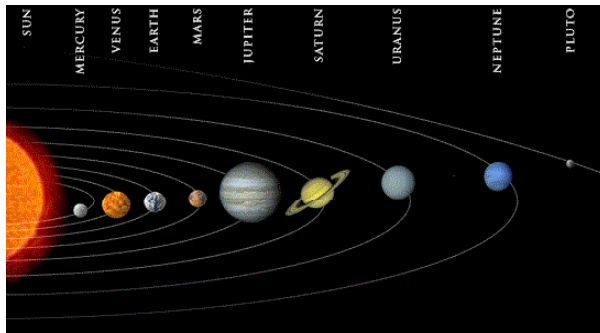


## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΚΙΝΗΣΕΙΣ**

Φυσική Β' Γυμνασίου  
Βασίλης Γαργανουράκης  
<http://users.sch.gr/vgargan>

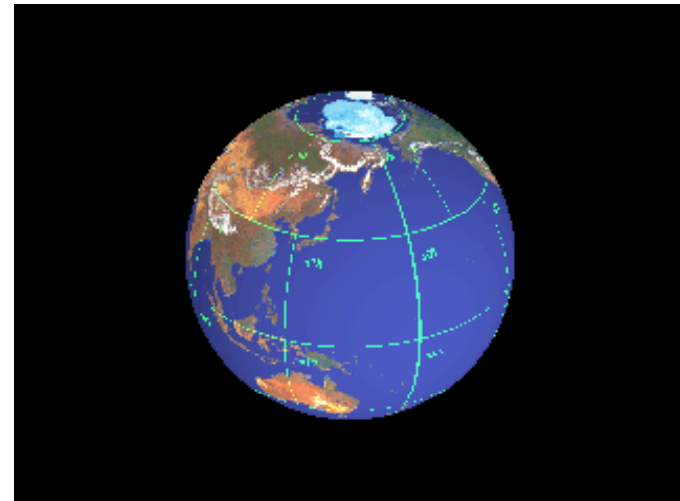
# Εισαγωγή

- Τα πάντα γύρω μας κινούνται.
  - Στο διάστημα όλα τα ουράνια σώματα κινούνται.
  - Στο μικρόκοσμο συμβαίνουν κινήσεις που δεν μπορούμε να τις αντιληφθούμε άμεσα.  
Π.χ. Μέσα σε κάθε άτομο τα ηλεκτρόνια περιφέρονται γύρω από τον πυρήνα του
- Η κίνηση εμφανίζεται από τους μακρινούς γαλαξίες μέχρι το εσωτερικό των μικροσκοπικών ατόμων.



## Η κίνηση είναι σχετική

- Ένα παρκαρισμένο αυτοκίνητο κινείται;
  - Εξαρτάται από που το βλέπω.
  - Όχι, αν ο παρατηρητής βρίσκεται πάνω στη Γη.
  - Ναι, αν ο παρατηρητής βρίσκεται εκτός της Γης.
- Η κίνηση των αντικειμένων εξαρτάται από το που βρίσκεται ο παρατηρητής.

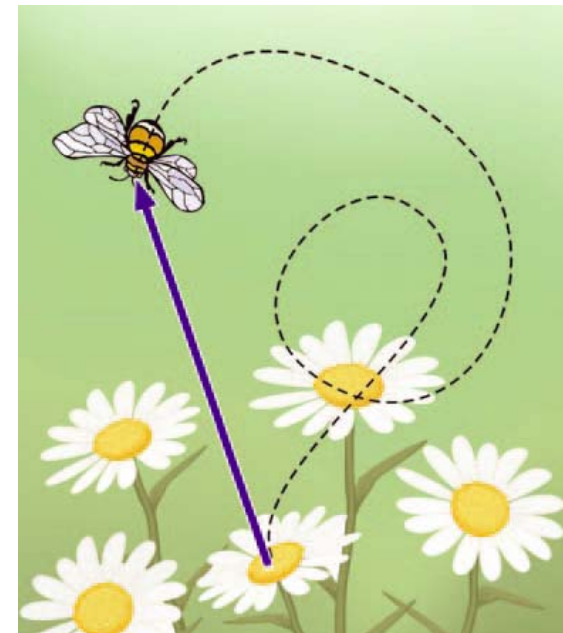


# Περιγραφή της κίνησης

- Για να απλουστεύσουμε τη μελέτη του φαινομένου της κίνησης, υιοθετούμε τις παρακάτω παραδοχές:
  1. Θα ασχοληθούμε με την περιγραφή της κίνησης αγνοώντας την αιτία που την προκαλεί.
    - π.χ. δεν μας ενδιαφέρει το **πως** ένα αυτοκίνητο πως απόκτησε ταχύτητα 90 km/h.
    - Ο κλάδος της φυσικής που ασχολείται με την παραπάνω μελέτη ονομάζεται **κινηματική**.
    - Ο κλάδος της φυσικής που ασχολείται με την αιτία που προκαλεί την κίνηση ονομάζεται **δυναμική** (επόμενο κεφάλαιο).

## Περιγραφή της κίνησης

2. Θα μελετήσουμε μόνο **ευθύγραμμες** κινήσεις, δηλαδή κινήσεις που πραγματοποιούνται σε ευθείες γραμμές.
- Οι σύνθετες κινήσεις (π.χ. πέταγμα μέλισσας) απαιτούν ανώτερα μαθηματικά για να μελετηθούν.
  - Εμείς γνωρίζουμε μόνο εξισώσεις 1<sup>ου</sup> βαθμού:  $\alpha x = \beta$ .



## Περιγραφή της κίνησης

3. Θα αντιμετωπίσουμε τα κινούμενα σώματα ως **υλικά σημεία**.
- θεωρούμε τα σώματα τόσο μικρά όσο ένα σημείο αλλά με τη μάζα του σώματος να διατηρείται.
  - Με αυτό τον τρόπο απλουστεύουμε πολύ τη μελέτη της κίνησης χωρίς να κάνουμε σημαντικά λάθη.

Μάζα αυτοκινήτου = Μάζα σημείου



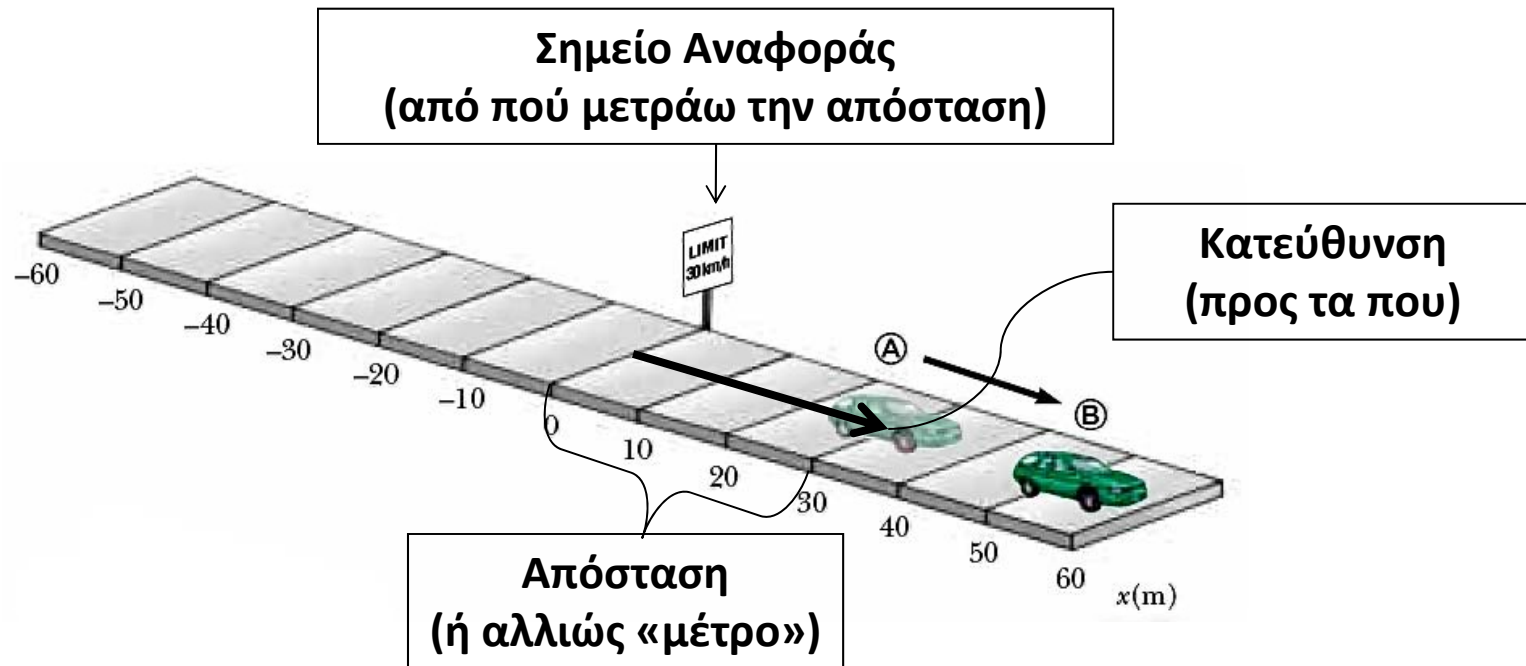
## Θέση

- Ένας φίλος σας από το εξωτερικό σας ρωτάει «που βρίσκεται το Ηράκλειο;» Τι θα του απαντήσετε για να καταλάβει ακριβώς τη θέση;
- Γνωρίζεις την Αθήνα;  
(σημείο αναφοράς)
- Απέχει από την Αθήνα 536χλμ. (απόσταση)
- Είναι  $150^\circ$  σε σχέση με τον βορρά (κατεύθυνση)



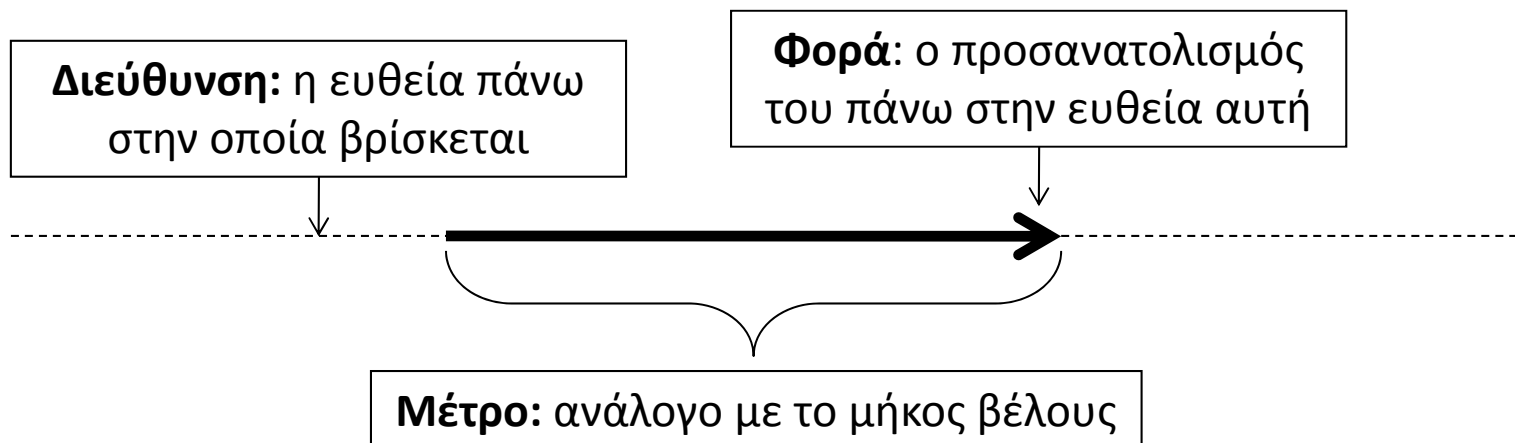
# Σύστημα αναφοράς

- Στη φυσική όταν θέλουμε να προσδιορίσουμε τη θέση ενός αντικειμένου χρησιμοποιούμε ένα **σύστημα αναφοράς**.
  - Αποτελείται από:



# Μονόμετρα και Διανυσματικά Φυσικά Μεγέθη

- **Μονόμετρα:** τα φυσικά μεγέθη που προσδιορίζονται μόνο από έναν αριθμό: **το μέτρο τους** (π.χ. χρόνος, μάζα, όγκος)
- **Διανυσματικά:** τα φυσικά μεγέθη που προσδιορίζονται από **το μέτρο και την κατεύθυνση τους** (π.χ. θέση).
  - η κατεύθυνση αποτελείται από τη **διεύθυνση** και τη **φορά**
  - Ένα διανυσματικό μέγεθος παριστάνεται με ένα βέλος.



# Διανύσματα

- Για τα παρακάτω ζεύγη διανυσμάτων πείτε αν έχουν ίδιο, αντίθετο ή διαφορετικό: μέτρο, διεύθυνση, φορά, κατεύθυνση

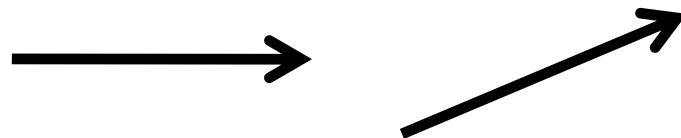


Μέτρο: ίδιο  
Διεύθυνση: ίδια  
Φορά: αντίθετη  
Κατεύθυνση: αντίθετη

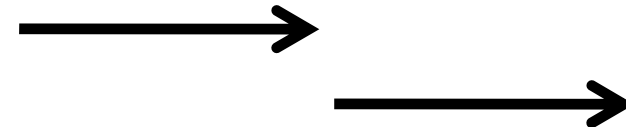
} **Αντίθετα  
διανύσματα**



Μέτρο: διαφορετικό  
Διεύθυνση: ίδια  
Φορά: ίδια  
Κατεύθυνση: ίδια



Μέτρο: ίδιο  
Διεύθυνση: διαφορετική  
Φορά: -  
Κατεύθυνση: διαφορετική



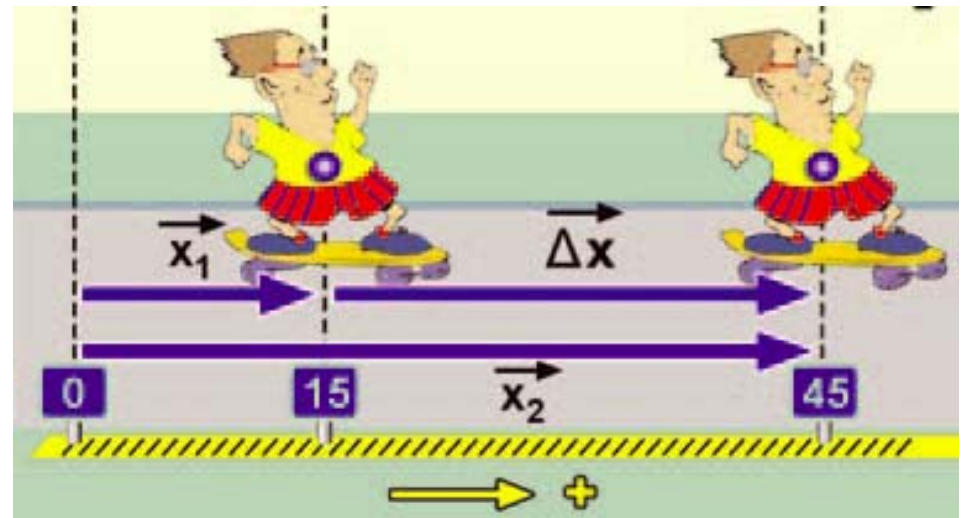
Μέτρο: ίδιο  
Διεύθυνση: ίδια  
Φορά: ίδια  
Κατεύθυνση: ίδια

} **Ίσα  
διανύσματα**

# Μετατόπιση

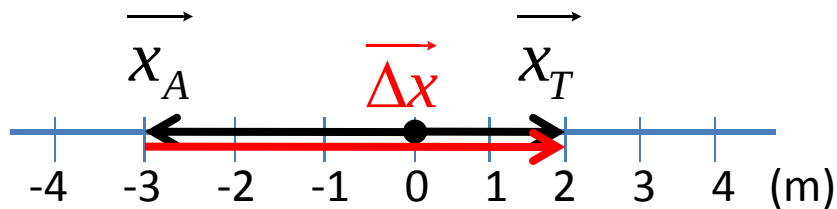
- Ένα σώμα λέμε ότι κινείται όταν αλλάζει θέση.
- Η μεταβολή της θέσης ενός κινούμενου σώματος είναι διανυσματικό φυσικό μέγεθος και ονομάζεται **μετατόπιση**.
- **Μετατόπιση = Τελική θέση – Αρχική θέση**  $\Rightarrow \vec{\Delta x} = \vec{x}_T - \vec{x}_A$ 
  - Το γράμμα  $\Delta$  (από την ελληνική λέξη «Διαφορά») χρησιμοποιείται και σε άλλα φυσικά μεγέθη και σημαίνει «τελική τιμή – αρχική τιμή».
- Βρείτε τη μετατόπιση του παιδιού της εικόνας

$$\begin{aligned}
 \vec{\Delta x} &= \vec{x}_T - \vec{x}_A \\
 &= +45m - (+15m) \\
 &= +45m - 15m \\
 &= +30m
 \end{aligned}$$

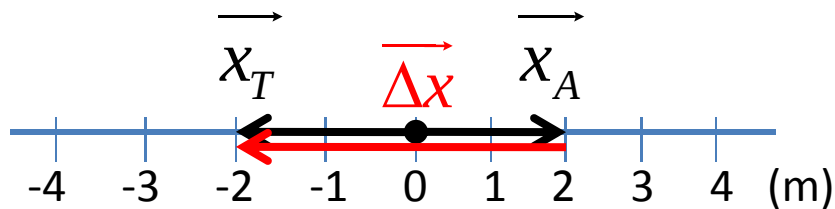


## Παραδείγματα Μετατόπισης

- Στα παρακάτω παραδείγματα να υπολογίσετε τη μετατόπιση.



$$\begin{aligned}\vec{\Delta x} &= \vec{x}_T - \vec{x}_A = +2m - (-3m) \\ &= +2m + 3m = +5m\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}\vec{\Delta x} &= \vec{x}_T - \vec{x}_A = -2m - (+2m) \\ &= -2m - 2m = -4m\end{aligned}$$

- Όταν κινούμαι προς τη θετική φορά η μετατόπιση έχει θετικό πρόσημο ενώ όταν κινούμαι προς την αρνητική φορά έχει αρνητικό πρόσημο.

## Απόσταση και Μετατόπιση

- **Απόσταση είναι το μήκος της συνολικής διαδρομής που διανύει ένα κινούμενο σώμα.**
  - Συμβολίζεται με  $S$  (Space) και είναι μονόμετρο μέγεθος
- Ένας κολυμβητής διανύει δυο φορές το μήκος της πισίνας 50m και τερματίζει στο σημείο εκκίνησης.
  - Με σημείο αναφοράς το σημείο εκκίνησης έχουμε:
  - **Απόσταση:**

$$S = (50 \text{ m}) + (50 \text{ m}) = 100 \text{ m}$$

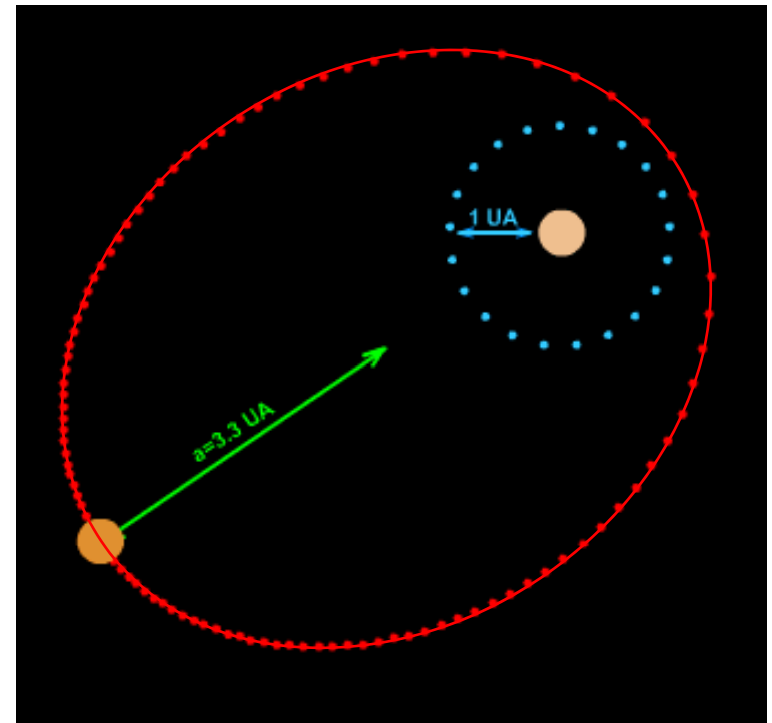
- **Μετατόπιση:**

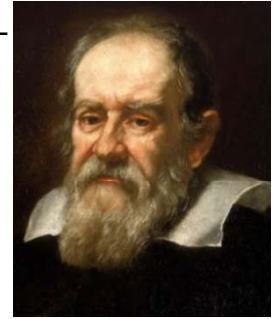
$$\overrightarrow{\Delta x} = \overrightarrow{x_T} - \overrightarrow{x_A} = 0\text{m} - (0\text{m}) = 0\text{m}$$



## Η έννοια της τροχιάς

- Τι ονομάζουμε τροχιά ενός σώματος που 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.





## Η έννοια της ταχύτητας

- Ο Γαλιλαίος όρισε πρώτος την ταχύτητα ως την απόσταση που διανύει ένα σώμα στη μονάδα του χρόνου

$$\text{Ταχύτητα} = \frac{\text{Απόσταση}}{\text{Χρόνος}}$$

- Ένας ποδηλάτης που καλύπτει 30m σε χρόνο 2sec έχει ταχύτητα 15 m/s
- Η ταχύτητα είναι παράγωγο μέγεθος και η μονάδα της στο S.I. είναι το **1 m/s** δηλαδή μέτρο ανά δευτερόλεπτο.

## Μέση ταχύτητα στην καθημερινότητα

- Σε ένα ταξίδι με αυτοκίνητο ο οδηγός ενδιαφέρεται για τον χρόνο του ταξιδιού. Για να τον υπολογίσει εκτιμά την μέση ταχύτητα ανάλογα με τον δρόμο.

$$\text{Μέση Ταχύτητα} = \frac{\text{Συνολική Απόσταση}}{\text{Συνολικό Χρόνος}} \quad \text{ή} \quad v_{\mu} = \frac{S}{t}$$

- 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.
  - Παρόλο που η ταχύτητα ήταν κάποιες φορές μεγαλύτερη ή μικρότερη από 90 km/h.

# Στιγμιαία ταχύτητα στην καθημερινότητα

- Σε ένα ταξίδι με αυτοκίνητο,
  - σε ένα κόκκινο φανάρι, η ταχύτητά του μηδενίζεται.
  - εξαιτίας της κυκλοφορίας, φθάνει τα 30 km/h
  - στην εθνική οδό έχει ταχύτητα 110 km/h.
- Η ταχύτητα του κινητού σε μια ορισμένη χρονική στιγμή λέγεται **στιγμιαία** ταχύτητα.
  - Τη στιγμιαία ταχύτητα του αυτοκινήτου σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή μας τη δείχνει το ταχύμετρο.



# Ταχύτητα στη Φυσική

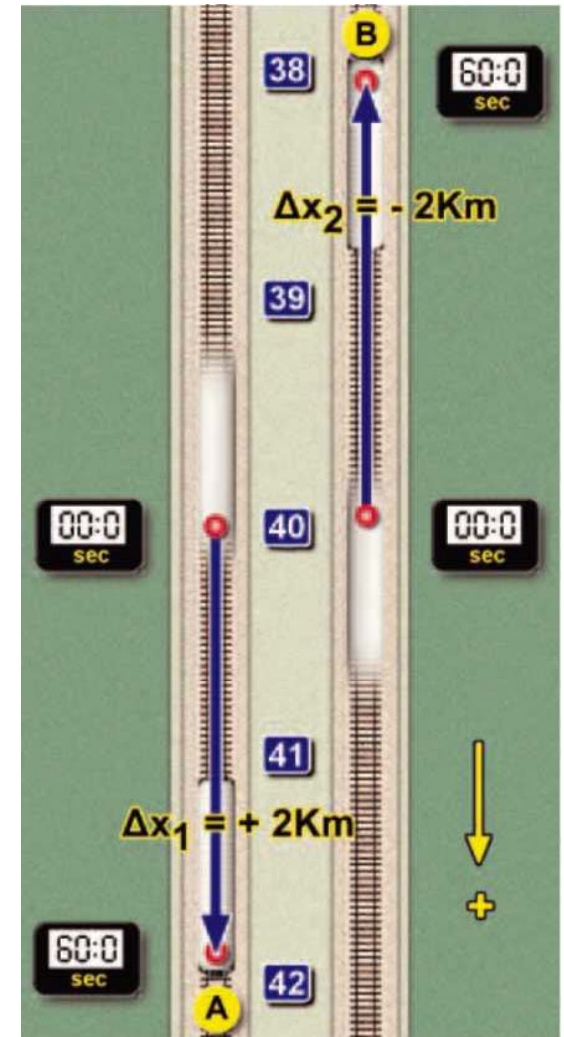
- Στη Φυσική, η ταχύτητα είναι το διανυσματικό μέγεθος

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

- μετριέται σε m/s και έχει την κατεύθυνση της μετατόπισης
- Υπολογίστε την ταχύτητα των τρενών

$$v_A = \frac{\vec{\Delta x}}{\Delta t} = \frac{\vec{x}_T - \vec{x}_A}{t_T - t_A} = \frac{+42\text{km} - (40\text{km})}{60\text{sec} - 0\text{sec}} = \frac{+2\text{km}}{60\text{sec}}$$

$$v_B = \frac{\vec{\Delta x}}{\Delta t} = \frac{\vec{x}_T - \vec{x}_A}{t_T - t_A} = \frac{38\text{km} - (40\text{km})}{60\text{sec} - 0\text{sec}} = \frac{-2\text{km}}{60\text{sec}}$$



## Κίνηση με σταθερή ταχύτητα

- Προσδιορίζουμε τη μέση ταχύτητα του αεροπλάνου για κάθε χρονικό διάστημα ενός δευτερολέπτου.
  - Διαπιστώνουμε ότι σε όλα τα χρονικά διαστήματα είναι ίδια και ίση με +200 m/s
- Μια κίνηση στην οποία η ταχύτητα διατηρείται σταθερή, ονομάζεται **ευθύγραμμη ομαλή κίνηση (ΕΟΚ)**.

$$\text{Ε.Ο.Κ} \Leftrightarrow \vec{v} = \text{σταθ}$$



## Εξισώσεις της Ευθύγραμμης Ομαλής Κίνησης

- Οι **εξισώσεις** της **κίνησης** περιγράφουν τον τρόπο με τον οποίο η **θέση** και η **ταχύτητα** μεταβάλλονται με το χρόνο.
- Όταν η ταχύτητα είναι σταθερή (Ε.Ο.Κ.):
  - Αν ξέρω ταχύτητα και χρόνο και ψάχνω τη μετατόπιση:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \frac{v}{1} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \Delta x \cdot 1 = v \cdot \Delta t \Rightarrow \boxed{\Delta x = v \cdot \Delta t}$$

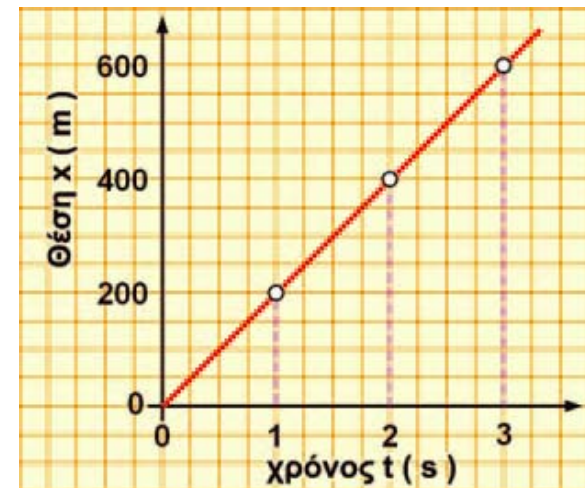
- Αν ξέρω ταχύτητα και μετατόπιση και ψάχνω το χρόνο:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \frac{v}{1} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow v \cdot \Delta t = \Delta x \cdot 1 \Rightarrow \frac{v \cdot \Delta t}{v} = \frac{\Delta x}{v} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\cancel{v} \cdot \Delta t}{\cancel{v}} = \frac{\Delta x}{v} \Rightarrow \boxed{\Delta t = \frac{\Delta x}{v}}$$

## Διαγράμματα και κινήσεις

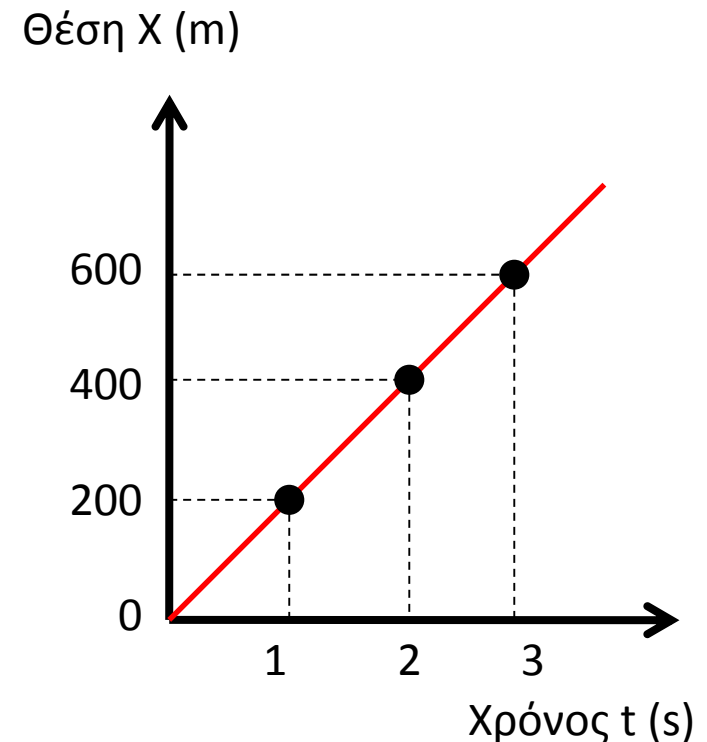
- Τα διαγράμματα μας βοηθούν στη μελέτη των κινήσεων.
  - Γνωρίζοντας το είδος της κίνησης ενός σώματος μπορούμε να κατασκευάσουμε το διάγραμμα ταχύτητας - χρόνου και θέσης - χρόνου.
  - από ένα διάγραμμα κίνησης μπορούμε να καθορίσουμε το είδος της κίνησης ή των κινήσεων στις οποίες συμμετέχει ένα σώμα.
- Τα διαγράμματα των σωμάτων που εκτελούν Ε.Ο.Κ. είναι **πάντα** ευθείες γραμμές.



# Κατασκευή Διαγραμμάτων

- Σχεδιάζουμε ένα κάθετο και ένα οριζόντιο άξονα.
- Τοποθετούμε στον κάθε άξονα τα φυσικά μεγέθη που μας ενδιαφέρουν με τις μονάδες μέτρησης τους.
- Από το πρόβλημα παίρνουμε τα ζεύγη τιμών και τα τοποθετούμε στους άξονες (έτσι ώστε να εκτείνονται σε όλο τον άξονα)
- Ενώνουμε τα σημεία που προκύπτουν από τα ζεύγη τιμών

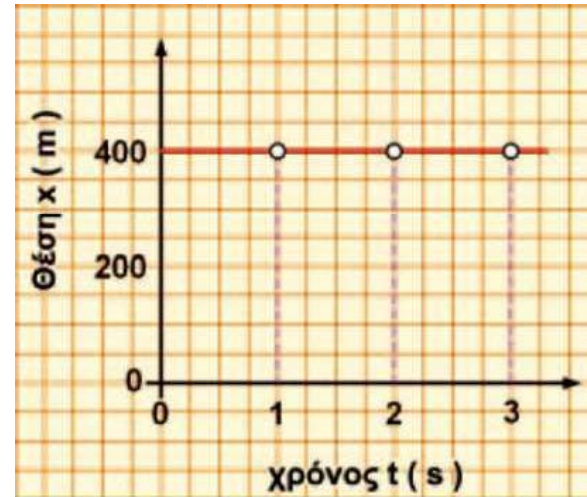
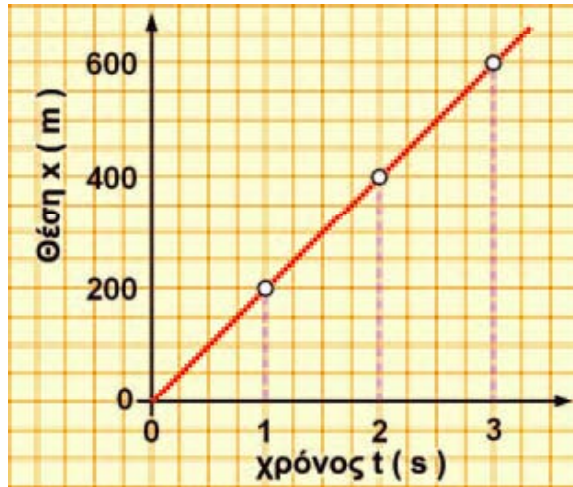
| Χρόνος/χρονική στιγμή (t) σε s | Θέση (x) σε m |
|--------------------------------|---------------|
| 0                              | 0             |
| 1                              | 200           |
| 2                              | 400           |
| 3                              | 600           |



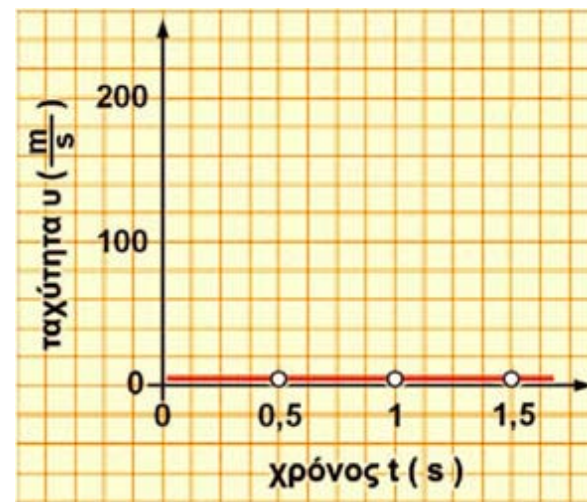
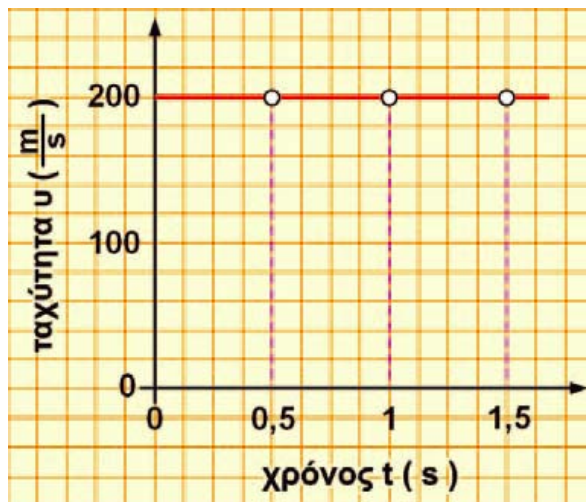
## Διαγράμματα για την Ε.Ο.Κ.

- Ε.Ο.Κ. ( $v = \text{σταθ.}$ )
- Ακίνησία ( $v = 0$ )

Θέση -  
Χρόνος

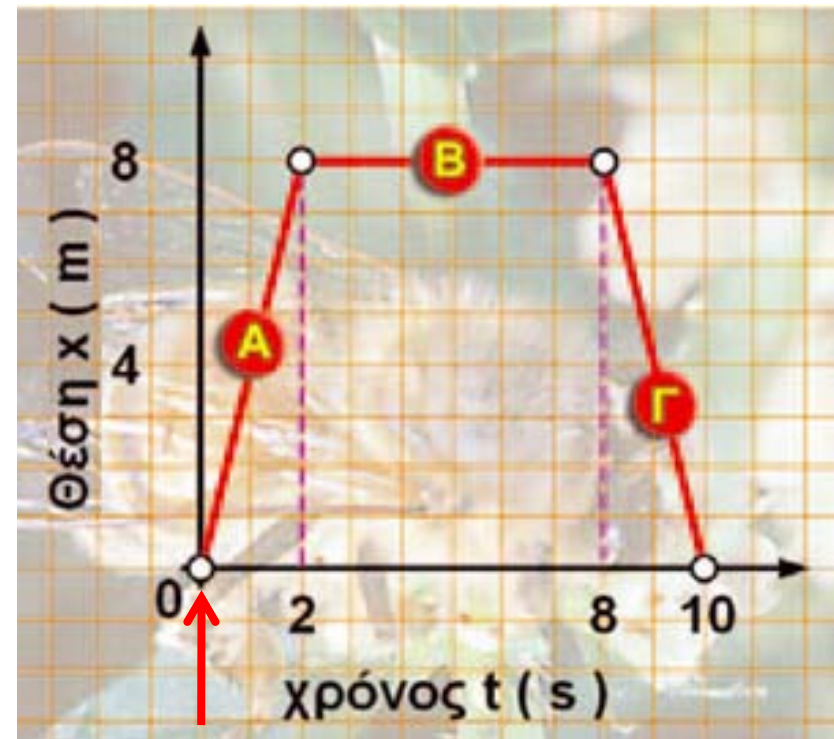
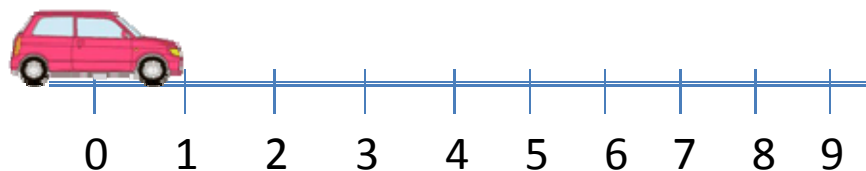
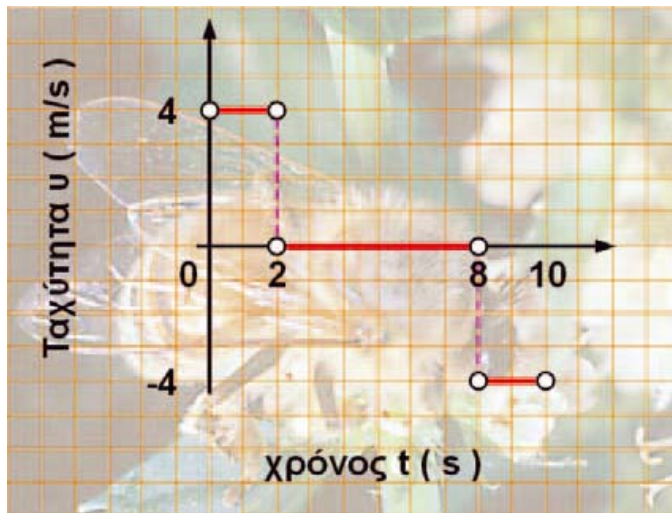


Ταχύτητα -  
Χρόνος



## Σύνθετα Διαγράμματα

- **Τμήμα Α:** κίνηση με σταθερή ταχύτητα  $u = 4\text{ m/s}$  μέχρι τα 8 m σε χρόνο 2 s.
- **Τμήμα Β:** Στάση για 6 s
- **Τμήμα Γ:** κίνηση με ταχύτητα μέτρου  $u = 4\text{ m/s}$  αλλά με αρνητική φορά. Επιστροφή στο σημείο εκκίνησης



## Κίνηση με μεταβαλλόμενη ταχύτητα

- Εάν το μέτρο ή η κατεύθυνση της ταχύτητας μεταβάλλονται, λέμε ότι η ταχύτητα με την οποία κινείται το σώμα είναι **μεταβαλλόμενη**.
- 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**.

## Ταχύτητα: Μέτρο και Κατεύθυνση

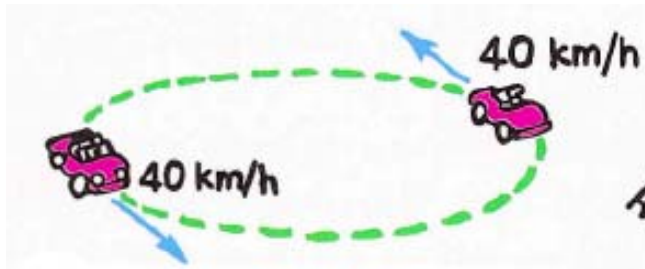
- Για τα παρακάτω παραδείγματα βρείτε πότε αλλάζει το μέτρο, η κατεύθυνση και η ταχύτητα

A.



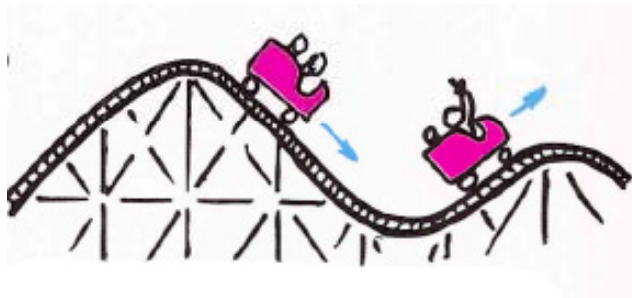
Μέτρο: Αλλάζει  
Κατεύθυνση: Σταθερή  
Ταχύτητα: Αλλάζει

B.



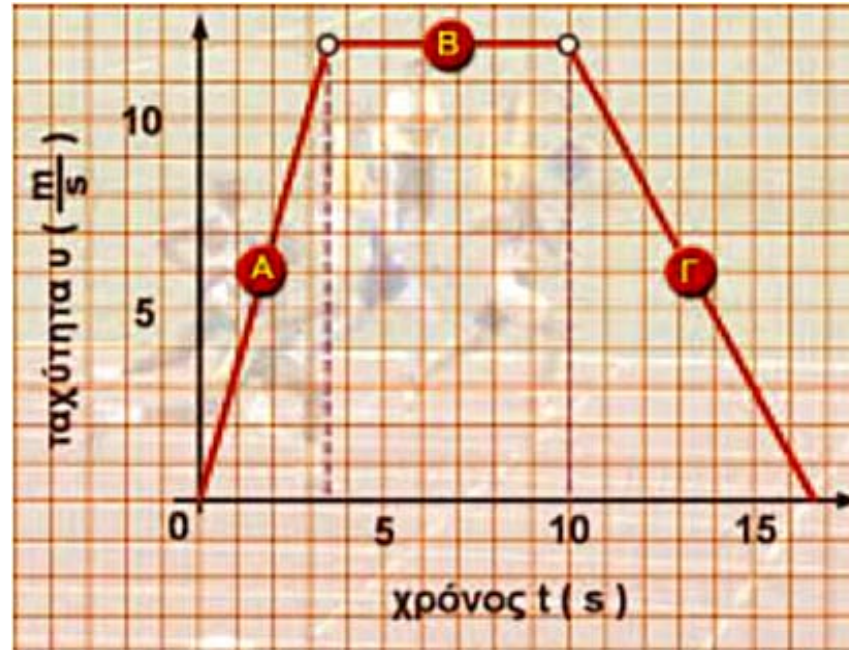
Μέτρο: σταθερό  
Κατεύθυνση: αλλάζει  
Ταχύτητα: Αλλάζει

Γ.



Μέτρο: αλλάζει  
Κατεύθυνση: αλλάζει  
Ταχύτητα: Αλλάζει

## Διαγράμματα με μεταβαλλόμενη ταχύτητα



**Τμήμα Α:** χρονική στιγμή  $t=0$  s και τα 3,5 πρώτα δευτερόλεπτα αυξάνει την ταχύτητά του.

**Τμήμα Β:** Στη συνέχεια, διατηρεί για περίπου 6.5 s σταθερή την ταχύτητά του (κινείται ευθύγραμμα και ομαλά).

**Τμήμα Γ:** Μετά το τέρμα της διαδρομής μειώνει την ταχύτητά του και σταματά.