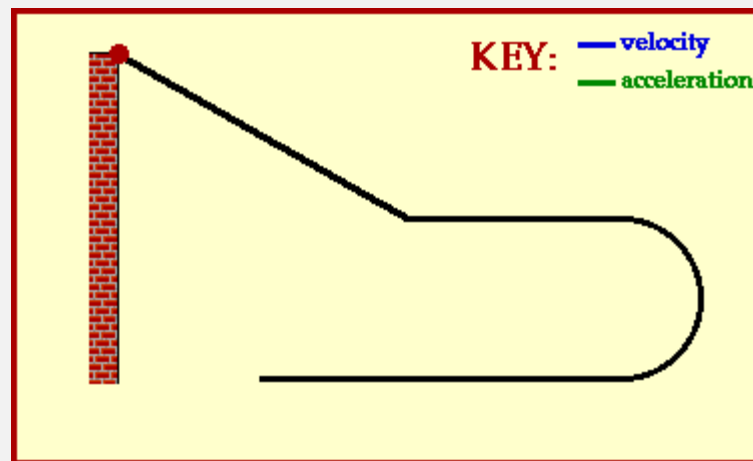


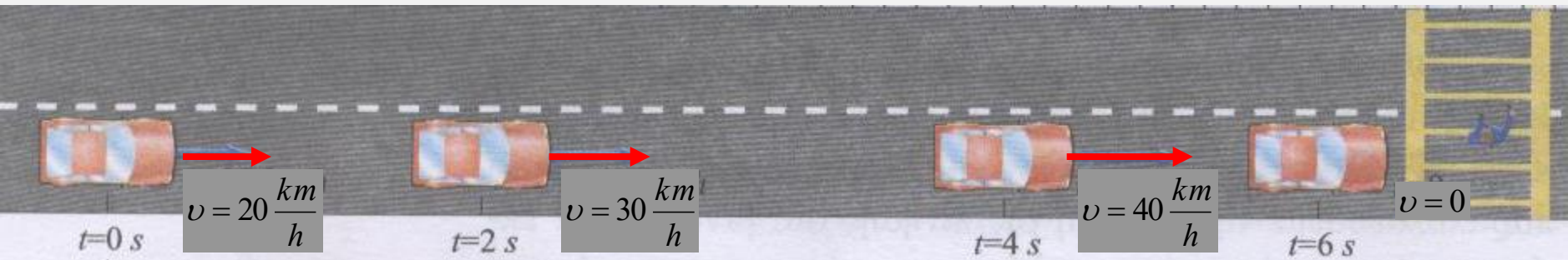
Μεταβαλλόμενη κίνηση

Μεταβαλλόμενη λέμε μια κίνηση κατά τη διάρκεια της οποίας η ταχύτητα (ως διάνυσμα) δεν μένει σταθερή.

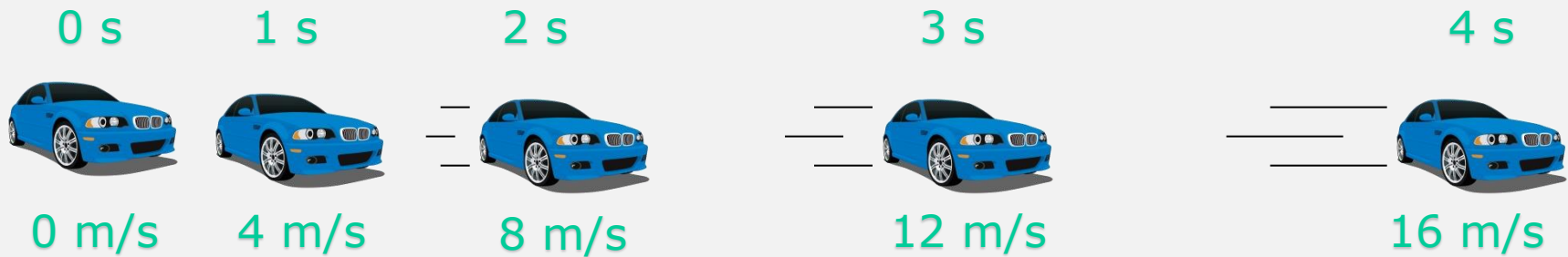


Το διάνυσμα της ταχύτητας μεταβάλλεται όταν

- μεταβάλλεται η διεύθυνσή του
- μεταβάλλεται η φορά του
- μεταβάλλεται το μέτρο του
- υπάρχει συνδυασμός των παραπάνω.



Ευθύγραμμη Ομαλά Μεταβαλλόμενη Κίνηση



Ευθύγραμμη ο $\vec{α}$ λά μεταβαλλόμενη κίνηση λέμε την ευθύγραμμη κίνηση στην οποία το διάνυσμα της ταχύτητας $\vec{v}$ μεταβάλλεται με σταθερό ρυθμό

δηλαδή $\frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \text{σταθερό}$

Το διανυσματικό φυσικό μέγεθος $\frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$

που εκφράζει το ρυθμό με τον οποίο μεταβάλλεται η ταχύτητα ενός σώματος ονομάζεται επιτάχυνση $\vec{a}$

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

Μονάδα μέτρησης της επιτάχυνσης στο SI είναι το $1 \frac{m}{s^2}$

Η έννοια της επιτάχυνσης

(στην ευθύγραμμη ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση)

Τι σημαίνει επιτάχυνση ίση με $2 \frac{m}{s^2}$;

Για το σώμα που έχει αυτή την σταθερή επιτάχυνση, σε κάθε 1s η ταχύτητά του μεταβάλλεται κατά $2 \frac{m}{s}$.

Ρεπρίζ μιας BMW Z4



Πίνακας με τις καλύτερες αποδόσεις αυτοκινήτων με βάση την επιτάχυνση.

Πίνακας με τις καλύτερες αποδόσεις μοτοσυκλετών με βάση την επιτάχυνση.

Συγκρίνοντας την ταχύτητα με
την επιτάχυνση

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

Το διάνυσμα της επιτάχυνσης έχει την ίδια κατεύθυνση με το διάνυσμα της μεταβολής της ταχύτητας $\vec{\Delta v}$, αλλά δεν έχει την ίδια κατεύθυνση με το διάνυσμα της ταχύτητας.

Πότε έχουμε επιταχυνόμενη κίνηση;

Επιταχυνόμενη κίνηση έχουμε όταν αυξάνεται το μέτρο της ταχύτητας.

Διανύσματα
επιτάχυνσης και
ταχύτητας

Ομόρροπα

Είδος κίνησης

Επιταχυνόμενη

Το μέτρο της
ταχύτητας

Αυξάνεται

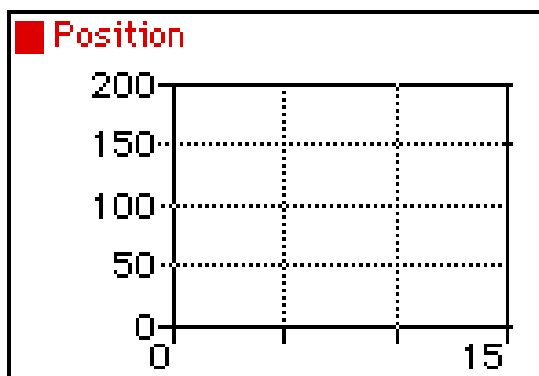
α. Θετική ταχύτητα - Θετική επιτάχυνση



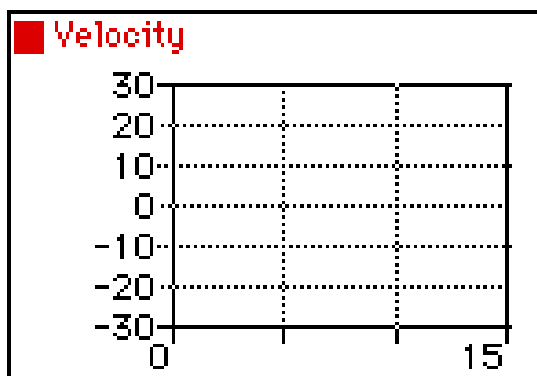
Επιταχυνόμενη κίνηση



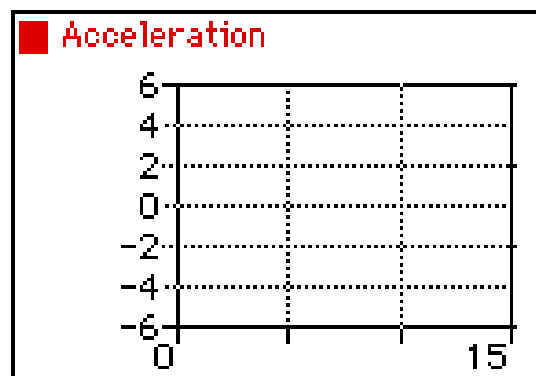
Position-Time Graph



Velocity-Time Graph



Acceleration-Time Graph



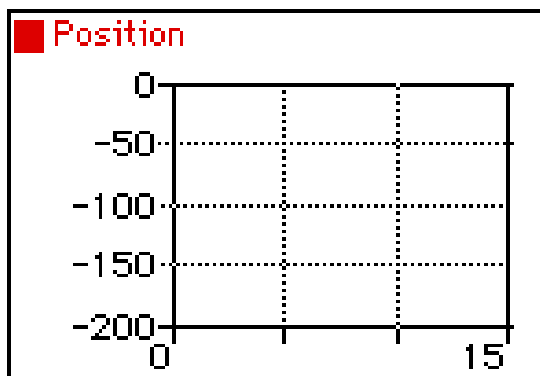
β. Αρνητική ταχύτητα – Αρνητική επιτάχυνση



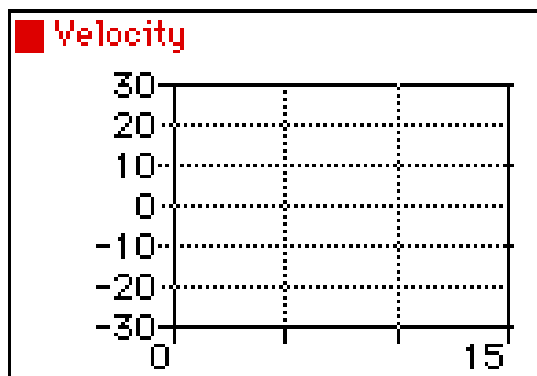
Επιταχυνόμενη κίνηση



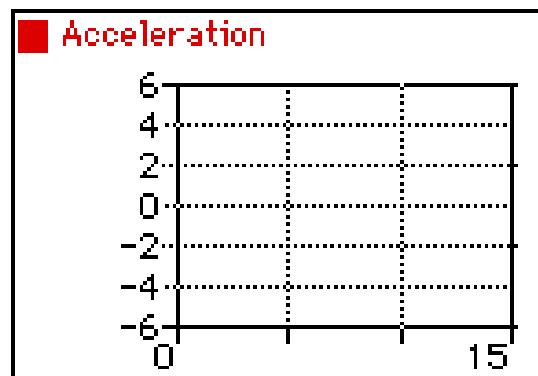
Position-Time Graph



Velocity-Time Graph



Acceleration-Time Graph



Πότε έχουμε επιβραδυνόμενη κίνηση;

Επιβραδυνόμενη κίνηση έχουμε όταν μειώνεται το μέτρο της ταχύτητας.

Διανύσματα
επιτάχυνσης και
ταχύτητας

Αντίρροπα

Είδος κίνησης

Επιβραδυνόμενη

Το μέτρο της
ταχύτητας

Μειώνεται

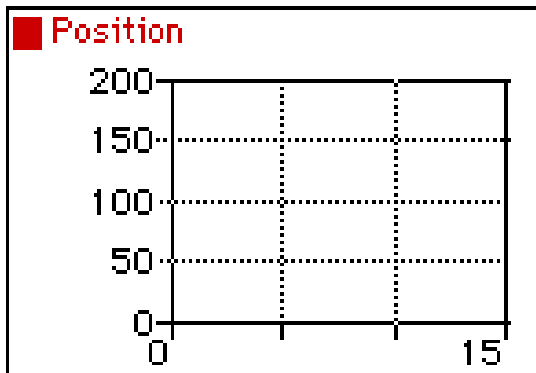
α. Θετική ταχύτητα - Αρνητική επιτάχυνση



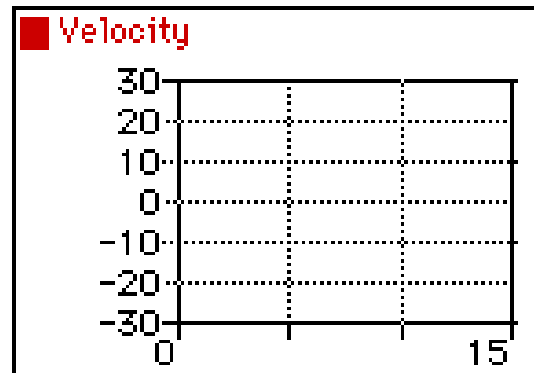
Επιβραδυνόμενη κίνηση



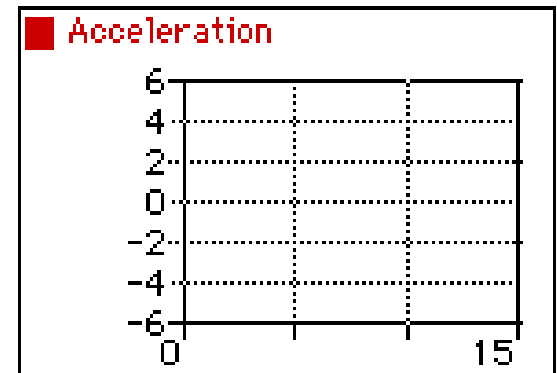
Position-Time Graph



Velocity-Time Graph



Acceleration-Time Graph



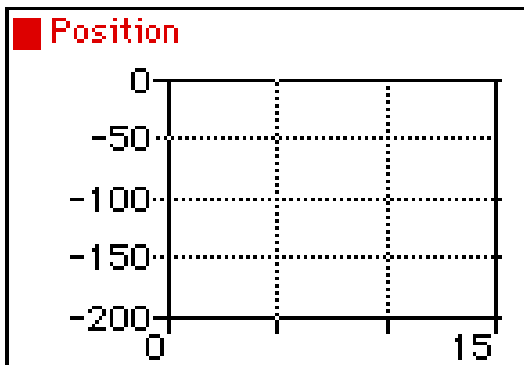
β. Αρνητική ταχύτητα - Θετική επιτάχυνση



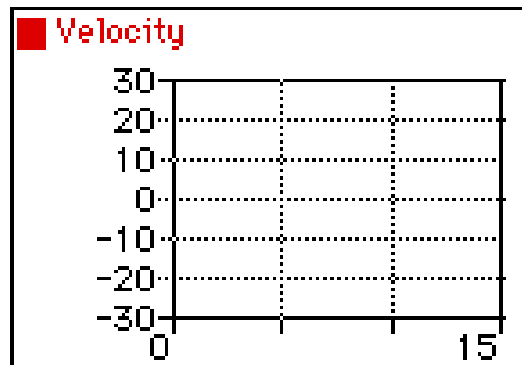
Επιβραδυνόμενη κίνηση



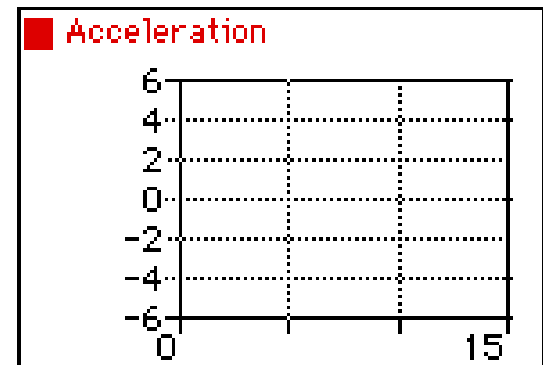
Position-Time Graph



Velocity-Time Graph



Acceleration-Time Graph



Εξισώσεις κίνησης

$$\alpha = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow \Delta v = \alpha \Delta t \Rightarrow v - v_0 = \alpha (t - t_0) \Rightarrow v = v_0 + \alpha(t - t_0)$$

➤ Για $t_0 = 0$ έχουμε

$$v = v_0 + \alpha t$$

➤ Αν και $v_0 = 0$ έχουμε

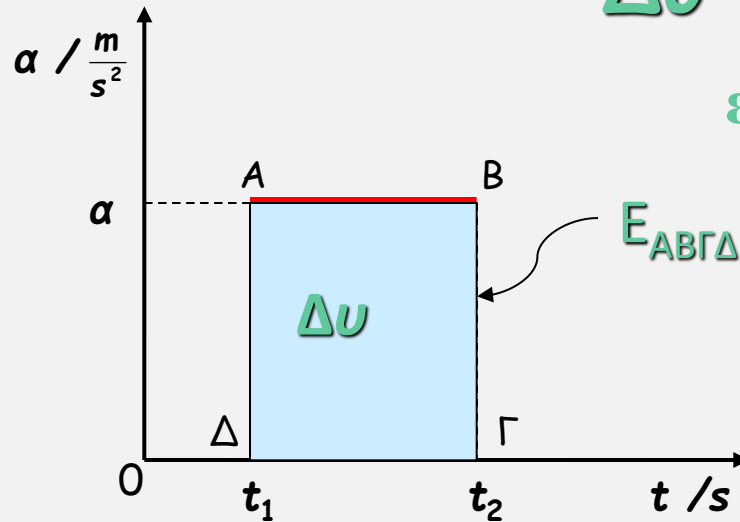
$$v = \alpha t$$

Γραφικές παραστάσεις

Α. Διάγραμμα επιτάχυνσης – χρόνου ($a - t$)

$$\Delta u > 0 \longrightarrow u_{\text{τελ}} > u_{\text{αρχ}}$$

επιταχυνόμενη κίνηση

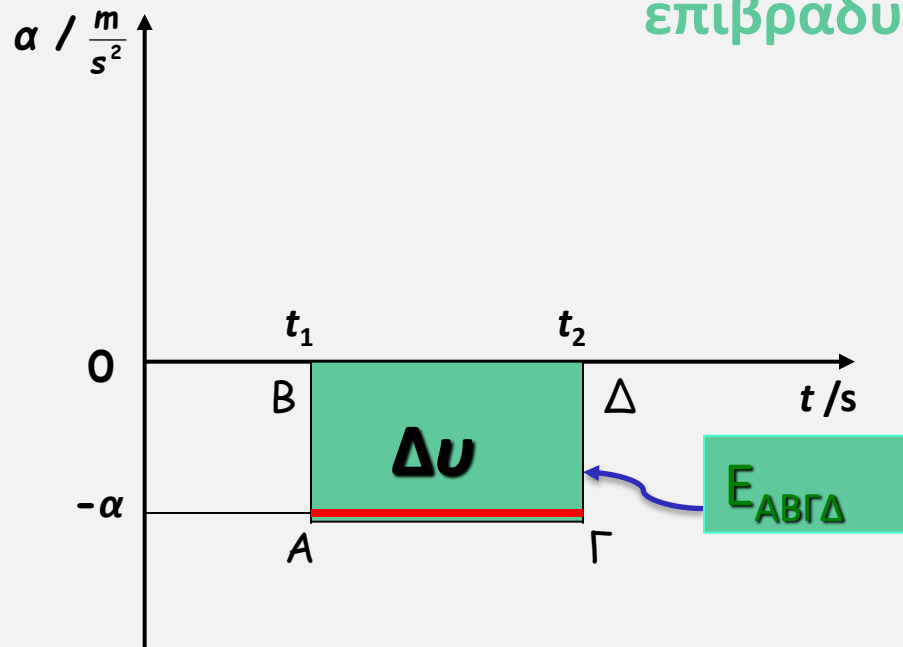


Τι υπολογίζεται από την γραφική παράσταση $\alpha - t$;

Το εμβαδόν $E_{AB\Gamma\Delta}$ που περικλείεται μεταξύ της γραφικής παράστασης και του άξονα του χρόνου είναι αριθμητικά ίσο με τη μεταβολή της ταχύτητας Δu του κινητού στο χρονικό διάστημα Δt .

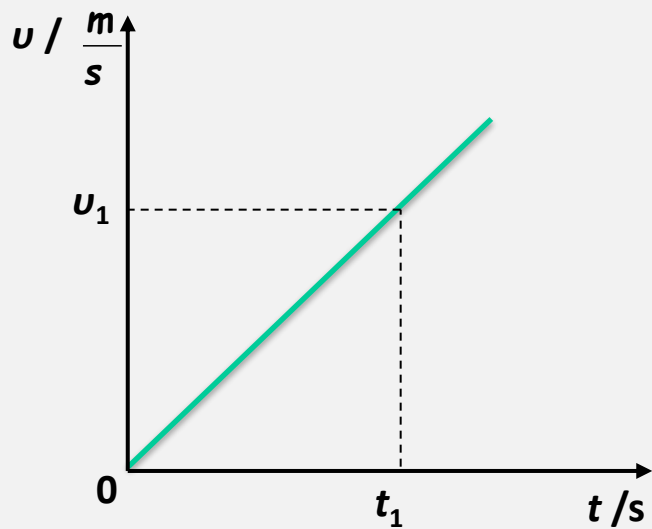
$$\Delta v < 0 \quad \longrightarrow \quad v_{\text{τελ}} < v_{\text{αρχ}}$$

επιβραδυνόμενη κίνηση

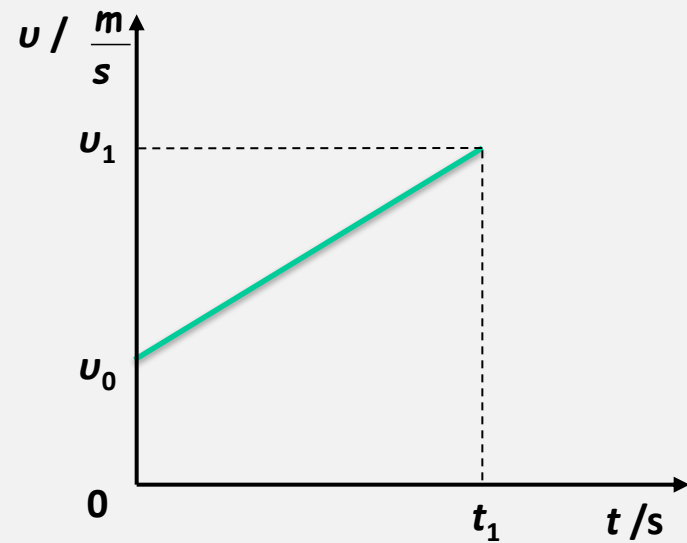


B. Διάγραμμα ταχύτητας – χρόνου ($v - t$)

Επιταχυνόμενη κίνηση

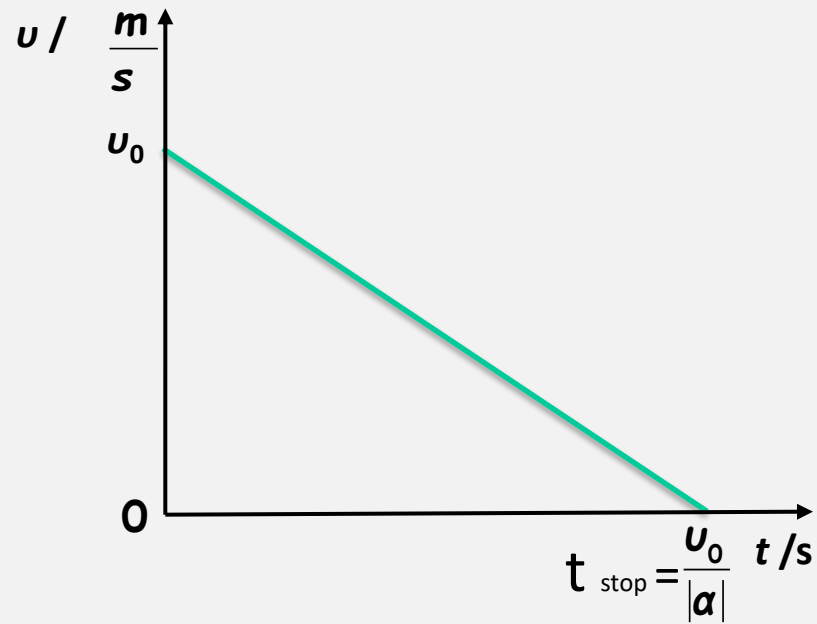


$$v = at$$



$$v = v_0 + at$$

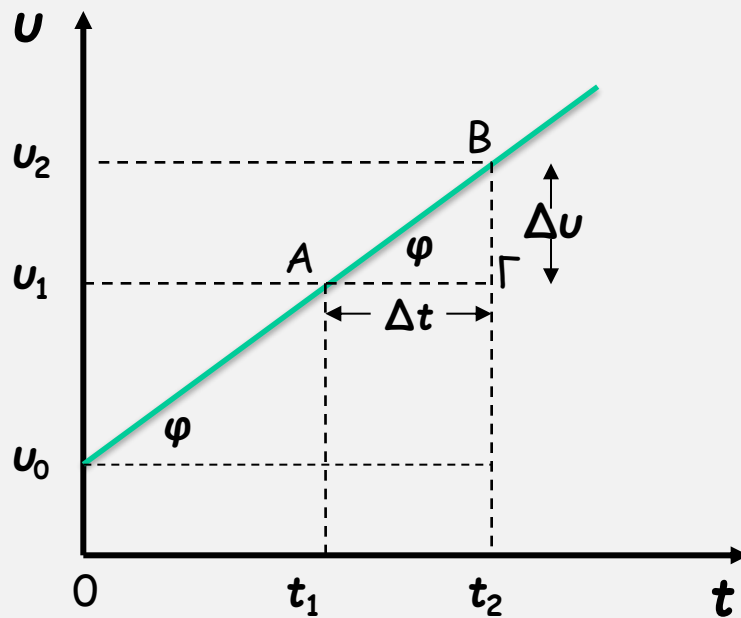
Επιβραδυνόμενη κίνηση



$$v = v_0 - |a|t$$

Τι υπολογίζεται από το διάγραμμα ($v - t$) ;

1. Τι υπολογίζεται από την γραφική παράσταση ($v - t$);

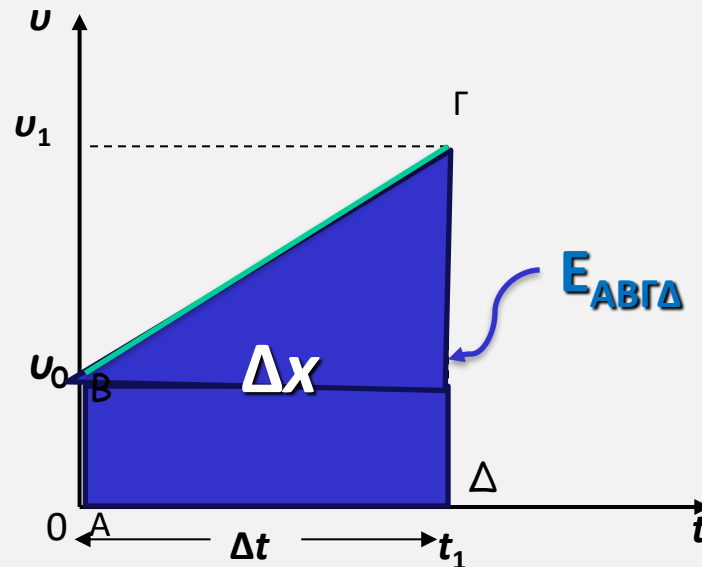


Η κλίση της ευθείας με τον άξονα του χρόνου:

$$\text{Κλίση} = \epsilon\phi\phi = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \alpha$$

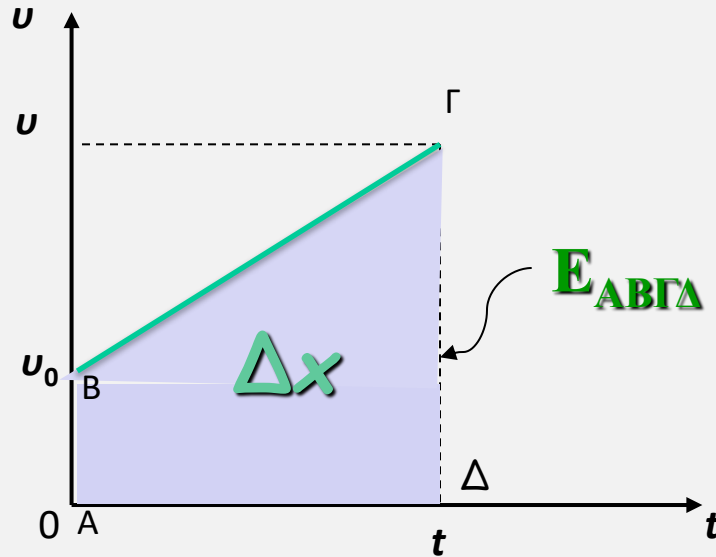
Η εφαπτομένη της γωνίας κλίσης στη γραφική παράσταση $v - t$ αριθμητικά είναι ίση με το μέτρο της επιτάχυνσης, δηλαδή όσο μεγαλύτερη η κλίση τόσο μεγαλύτερη η επιτάχυνση.

2. Τι υπολογίζεται από την γραφική παράσταση ($v-t$);



Το εμβαδόν που περικλείεται μεταξύ της γραφικής παράστασης και του άξονα του χρόνου είναι αριθμητικά ίσο με τη μετατόπιση Δx του κινητού στο χρονικό διάστημα Δt .

Υπολογισμός της μετατόπισης και της τελικής θέσης του κινητού



$$\Delta x = E_{(AB\Gamma\Delta)} = \frac{v+v_0}{2}t = \frac{2v_0t + \alpha t^2}{2} \Rightarrow \Delta x = v_0t + \frac{1}{2}\alpha t^2$$

$$x = x_0 + v_0t + \frac{1}{2}\alpha t^2$$

➤ Αν $x_0=0$, τότε: $x=v_0t+\frac{1}{2}at^2$

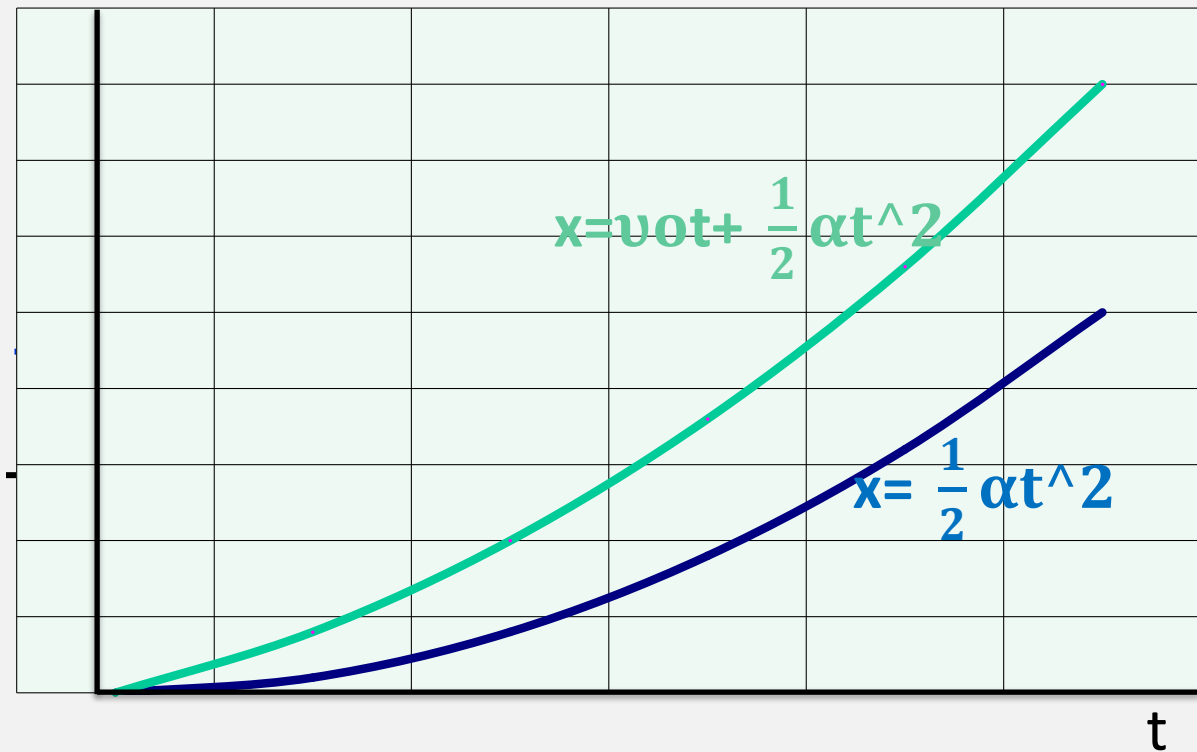
➤ Αν επιπλέον $v_0=0$, τότε: $x=\frac{1}{2}at^2$

Στην επιβραδυνόμενη κίνηση: $x=v_0t-\frac{1}{2}|a|t^2$

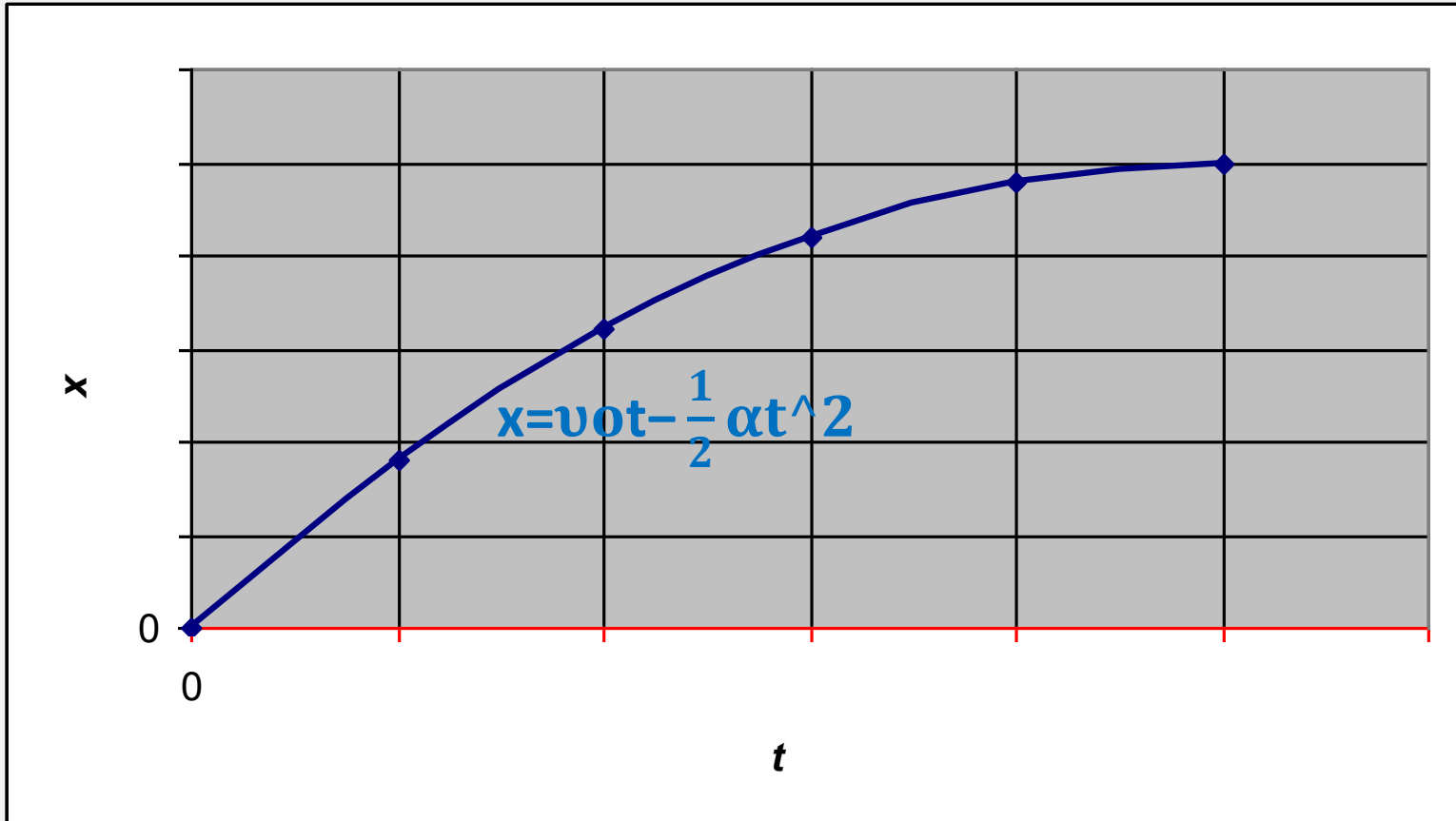
όπου x = τελική θέση του κινητού, x_0 = αρχική θέση του κινητού, t = χρονική στιγμή που το κινητό βρίσκεται στην τελική του θέση, t_0 = χρονική στιγμή που το κινητό βρίσκεται στην αρχική του θέση, v_0 = αρχική ταχύτητα (τη χρονική στιγμή t_0), a = σταθερή επιτάχυνση.

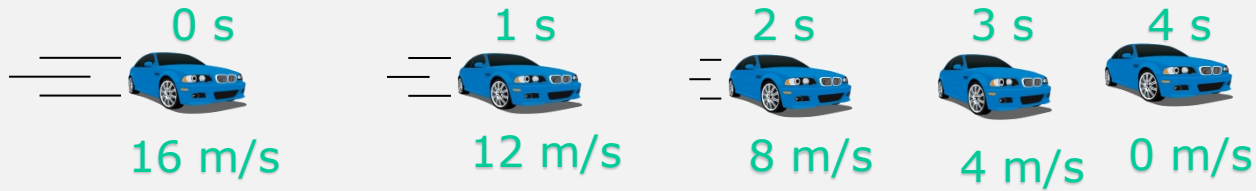
Γ. Διάγραμμα «θέσης – χρόνου» ($x - t$)

α) Επιταχυνόμενη κίνηση



β) Επιβραδυνόμενη κίνηση





Αν το υλικό σημείο επιβραδύνεται ομαλά, τότε



$$v = v_0 - |a|t$$

$$x = v_0 t - \frac{1}{2}|a|t^2$$

$$t_{\text{stop}} = \frac{v_0}{|a|}$$

Μέχρι να σταματήσει χρειάζεται χρόνο

$$x_{\text{stop}} = \frac{v_0^2}{2|a|}$$

και θα έχει διανύσει απόσταση

Εφαρμογές

1. Στην ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση

α. η ταχύτητα είναι σταθερή.

β. ο ρυθμός μεταβολής της θέσης είναι σταθερός.

γ. οι τιμές της μετατόπισης είναι ανάλογες του χρόνου.

δ. ο ρυθμός μεταβολής της ταχύτητας είναι σταθερός.

2. Λέμε ότι ένα σώμα επιβραδύνεται όταν

α. η επιτάχυνσή του είναι αρνητική.

β. η επιτάχυνση και η ταχύτητα έχουν αντίθετη φορά.

γ. η ταχύτητά του είναι αρνητική.

δ. κινείται στον αρνητικό ημιάξονα.

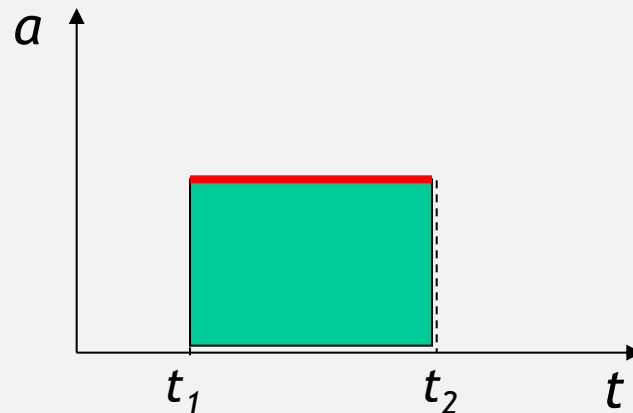
3. Στην παρακάτω γραφική παράσταση επιτάχυνση - χρόνος, το εμβαδόν του ορθογωνίου που είναι σκιασμένο αριθμητικά είναι ίσο με

α. τη μετατόπιση του κινητού.

β. τη θέση του κινητού.

γ. τη στιγμιαία ταχύτητα του κινητού.

δ. τη μεταβολή της ταχύτητας του κινητού.



4. Η επιτάχυνση μετράει το ρυθμό μεταβολής

α. της θέσης.

β. του διαστήματος.

γ. της ταχύτητας.

δ. του διανύσματος θέσης.

5. Λέγοντας ότι η επιτάχυνση ενός κινητού είναι $2\frac{m}{s^2}$,
εννοούμε ότι

α. το διάστημα που διανύει το κινητό αυξάνεται κατά $2m$ κάθε δευτερόλεπτο.

β. η ταχύτητα του κινητού αυξάνεται κατά $2\frac{m}{s}$ σε κάθε δευτερόλεπτο.

γ. η επιτάχυνση του κινητού αυξάνεται κατά $2\frac{m}{s^2}$ σε κάθε δευτερόλεπτο.

δ. η ταχύτητα του κινητού αυξάνεται κατά $2m$ κάθε δευτερόλεπτο.

6. Το μέτρο της ταχύτητας ενός σώματος αυξάνεται, όταν η ταχύτητα και η επιτάχυνση

α. έχουν την ίδια κατεύθυνση.

β. είναι κάθετες μεταξύ τους.

γ. έχουν την ίδια διεύθυνση, αλλά αντίθετες φορές.

δ. έχουν την ίδια διεύθυνση.

7. Ποια από τις παρακάτω εξισώσεις κίνησης αφορά ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση;

α. $x = 5 + t$.

β. $x = 2t$.

γ. $v = 5$.

δ. $v = 5t$.

8. Κάθε μία από τις επόμενες προτάσεις να χαρακτηριστεί με Σ αν είναι Σωστή ή με Λ αν είναι Λάθος.

Ο οδηγός ενός αυτοκινήτου φρενάρει σ' έναν ευθύγραμμο δρόμο. Τότε

α. η επιτάχυνση και η ταχύτητα έχουν την ίδια φορά.

(Λ)

β. η επιτάχυνση και η ταχύτητα έχουν αντίθετη φορά.

(Σ)

γ. η επιτάχυνση έχει την ίδια φορά με τη μεταβολή της ταχύτητας. (Σ)

δ. η επιτάχυνση έχει αντίθετη φορά από τη μετατόπιση.

(Σ)

ε. η επιτάχυνση έχει ίδια φορά με τη μετατόπιση.

(Λ)

9. Δίνεται η σχέση $x = 5t + 2t^2$ που περιγράφει τη θέση ενός κινητού που κάνει ευθύγραμμη κίνηση, σε συνάρτηση με το χρόνο.

A. Να χαρακτηρίσεις το είδος της κίνησης.

B. Να βρεις το μέτρο

α. της αρχικής ταχύτητας και

β. της επιτάχυνσης της κίνησης.

Γ. Να δικαιολογήσεις τις απαντήσεις σου.

10. Η διπλανή γραφική παράσταση $v = f(t)$ αφορά την ευθύγραμμη κίνηση ενός κινητού.

A. Στο χρονικό διάστημα (0-4)s το κινητό έχει διανύσει απόσταση
α. 20 m. β. 60 m. γ. 120 m.
Να επιλέξεις τη σωστή απάντηση.

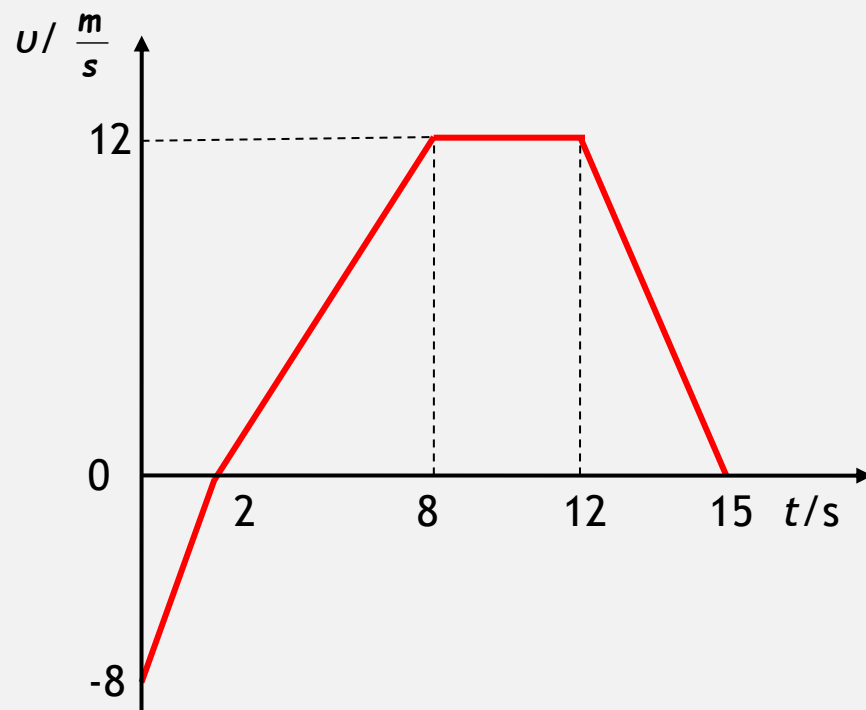
B. Στο χρονικό διάστημα (4-8)s ο ρυθμός μεταβολής της ταχύτητας είναι
α. +2,5. β. -2,5. γ. -5.

Να επιλέξεις τη σωστή απάντηση.

Να δικαιολογήσεις τις απαντήσεις σου.



11. Στο διπλανό σχήμα περιγράφεται η ευθύγραμμη κίνηση ενός κινητού με τη βοήθεια της γραφικής παράστασης ταχύτητα - χρόνος.



- α. Να περιγράψεις σε ένα κείμενο την κίνηση του σώματος στη διάρκεια των 15s της κίνησής του.
- β. Να υπολογίσεις τη μετατόπιση και το διάστημα που διανύει το κινητό στα 15s της κίνησής του.
- γ. Να υπολογίσεις τις διάφορες τιμές της επιτάχυνσης του κινητού στα 15s της κίνησής του.

12. Σε δύο σημεία Α και Β κάποιου ευθύγραμμου τμήματος ενός δρόμου, τα οποία απέχουν απόσταση $d = 800 \text{ m}$, βρίσκονται δύο φωτεινοί σηματοδότες. Ένα αυτοκίνητο που ήταν σταματημένο στο Α ξεκινά τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ να κινείται προς το Β με σταθερή επιτάχυνση $a = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Την ίδια χρονική στιγμή περνά από το Β ένα φορτηγό, το οποίο κατευθύνεται προς το Α με σταθερή ταχύτητα $v_2 = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

α. Να βρεις την απόσταση των δύο οχημάτων τη στιγμή που θα έχουν ταχύτητες ίσου μέτρου.

β. Ποια χρονική στιγμή θα συναντηθούν τα δύο οχήματα και σε ποια απόσταση από το Β;

γ. Να σχεδιάσεις σε κοινό σύστημα αξόνων τα διαγράμματα ταχύτητας - χρόνου για τα δύο οχήματα, μέχρι τη χρονική στιγμή της συνάντησής τους.

Πηγή: