

ΗΥ-112: Φυσική Ι
Χειμερινό Εξάμηνο 2019
Διδάσκων: Γ. Καφεντζής

Πρώτη Σειρά Ασκήσεων

Ημερομηνία Ανάθεσης: 3/10/2019

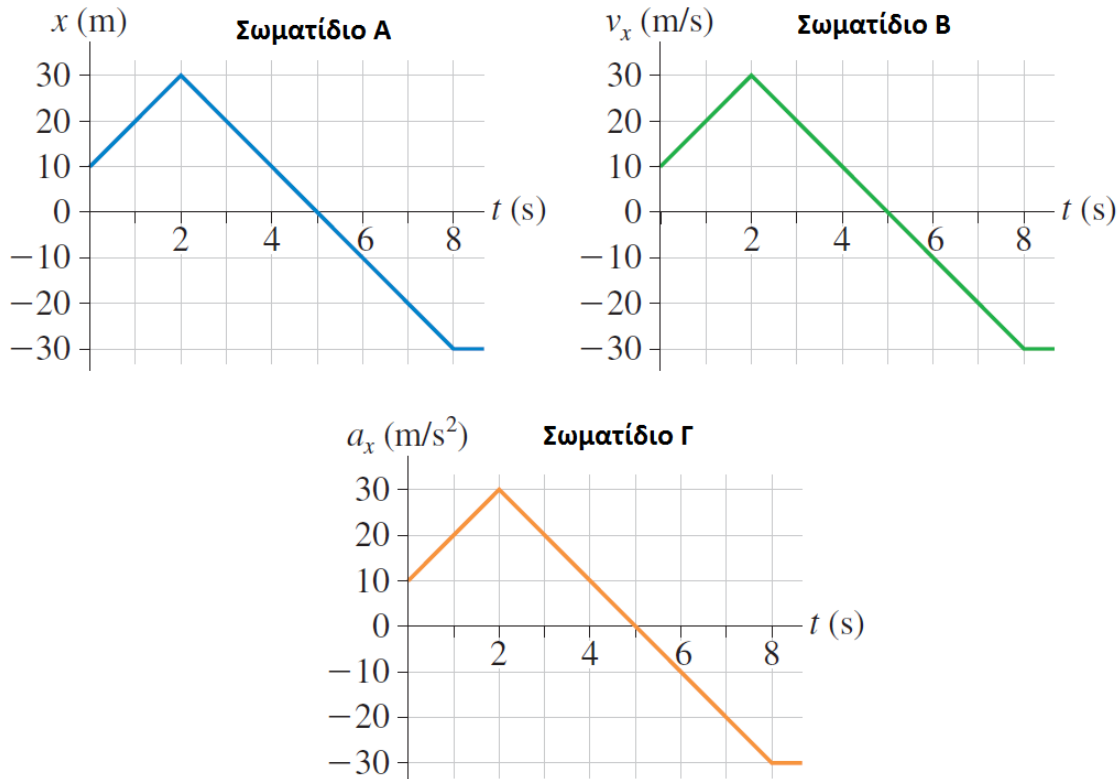
Ημερομηνία Παράδοσης: 11/10/2019

Σημείωση: Επιτρέπεται η χρήση υπολογιστή για τις πράξεις. Δείξτε όμως όλα τα βήματα της λύσης σας.

Άσκηση 1. Μια Porsche προκαλεί ένα Honda σε έναν αγώνα ταχύτητας σε 400 μέτρα. Επειδή η επιτάχυνση της Porsche είναι 3.5 m/s^2 , ενώ αυτή του Honda είναι 3.0 m/s^2 , το Honda παίρνει προβάδισμα στην αφετηρία κατά 1.0 s . Ποιό αυτοκίνητο θα κερδίσει τον αγώνα;

Απ.: η Porsche κερδίζει.

Άσκηση 2. Τρία σωματίδια κινούνται κατά μήκος του άξονα x , με καθένα να ξεκινά με αρχική ταχύτητα $u_{0x} = 10 \text{ m/s}$ τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$. Στο Σχήμα 1, το γράφημα για το σωματίδιο Α συνιστά ένα γράφημα θέσης - χρόνου, το γράφημα για το σωματίδιο Β συνιστά ένα γράφημα ταχύτητας - χρόνου, ενώ το γράφημα Γ συνιστά ένα γράφημα επιτάχυνσης - χρόνου. Βρείτε την ταχύτητα καθενός σωματιδίου τη χρονική στιγμή $t = 7 \text{ s}$. **Μη** χρησιμοποιήσετε εξισώσεις κίνησης, παρά μόνο τη γεωμετρία των γραφημάτων.



Σχήμα 1: Σχήμα Άσκησης 2.

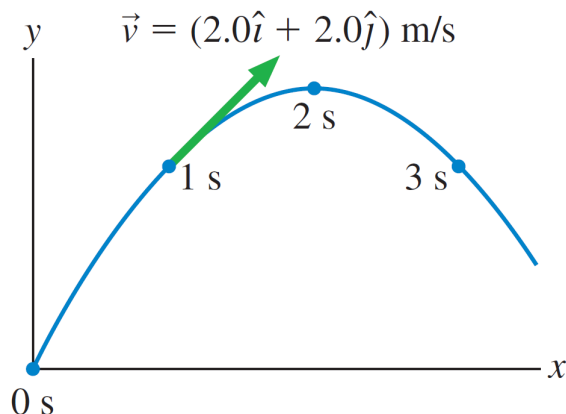
Απ.: -10 m/s , -20 m/s , 75 m/s .

Άσκηση 3. Ένα αυτοκίνητο που ταξιδεύει με ταχύτητα 30 m/s χρειάζεται το λιγότερο 60 m για να σταματήσει, συμπεριλαμβανομένης της απόστασης που διανύει μέχρι να αντιδράσει ο οδηγός (πατήσει φρένο). Ο οδηγός αντιδρά κατά μέσο όρο σε 0.5 s.

- Ποιά είναι η ελάχιστη απόσταση που χρειάζεται το ίδιο αυτοκίνητο για να σταματήσει αν τρέχει με 40 m/s;
- Σχεδιάστε ένα γράφημα θέσης - χρόνου για την κίνηση του αυτοκινήτου του παραπάνω ερωτήματος. Υποθέστε ότι το αυτοκίνητο βρίσκεται σε αρχική θέση $x_0 = 0$ m όταν ο οδηγός αντιλαμβάνεται ότι πρέπει να φρενάρει.

Απ. (α) $\Delta x = 100$ m

Άσκηση 4. Ένας φοιτητής Φυσικής πειραματίζεται σε ένα θάλαμο μειωμένης βαρύτητας. Ο φοιτητής πετά μια μπάλα η οποία ακολουθεί την παραβολική τροχιά του Σχήματος 2. Η θέση της μπάλας στο σχήμα



Σχήμα 2: Σχήμα Άσκησης 4.

φαίνεται ανά διαστήματα ενός δευτερολέπτου, από $t = 1$ ως $t = 3$ s. Τη χρονική στιγμή $t = 1$ s, η ταχύτητα της μπάλας δίνεται από τη σχέση

$$\vec{v} = (2.0\vec{i} + 2.0\vec{j}) \text{ m/s} \quad (1)$$

(α) Υπολογίστε το διάνυσμα της ταχύτητας τις χρονικές στιγμές $t = 0$, $t = 2$ και $t = 3$ s.

(β) Ποιά είναι η τιμή της επιτάχυνσης της βαρύτητας στο θάλαμο;

(γ) Ποιά ήταν η αρχική γωνία ρίψης της μπάλας;

$$\text{Απ.: (α) } \vec{u}_0 = 2\vec{i} + 4\vec{j} \text{ m/s, } \vec{u}_0 = 2\vec{i} + 0\vec{j} \text{ m/s, } \vec{u}_0 = 2\vec{i} - 2\vec{j} \text{ m/s, (β) } g = 2 \text{ m/s}^2, \text{ (γ) } \theta = 63^\circ$$

Άσκηση 5. Στους πρόσφατους Ολυμπιακούς Αγώνες, μετρήθηκε η ταχύτητα των sprinters των 100 μέτρων. Ένα απλό μοντέλο ταχύτητας δηλώνει ότι ο sprinter επιταχύνει με 3.6 m/s^2 για $10/3$ s, και μετά τρέχει με σταθερή ταχύτητα ως τη γραμμή του τερματισμού.

- Δείξτε ότι ο χρόνος ενός sprinter των 100 μέτρων που ακολουθεί το παραπάνω μοντέλο είναι 10 s.
- Ένας sprinter μπορεί να τρέξει τα 100 μέτρα πιο γρήγορα, αν επιταχύνει περισσότερο στην αρχή ώστε να φτάσει στη μέγιστη ταχύτητά του πιο σύντομα. Δείξτε ότι αν η μέγιστη ταχύτητα ενός sprinter είναι η ίδια που βρήκατε στο προηγούμενο ερώτημα, η επιτάχυνση που χρειάζεται για να τρέξει τα 100 μέτρα σε 9.9 δευτερόλεπτα ισούται με $a_0 = 3.8 \text{ m/s}^2$.

- iii. Δείξτε ότι το ποσοστό που πρέπει ο sprinter να αυξήσει την επιτάχυνσή του ώστε να μειώσει το χρόνο του κατά 1% είναι 5.6%.
- iv. Ένα πιο ρεαλιστικό μοντέλο για την ταχύτητα του sprinter δίνεται ως

$$u_x = a(1 - e^{-bt}) \quad (2)$$

με t σε δευτερόλεπτα, u_x σε m/s, και οι σταθερές a, b αποτελούν χαρακτηριστικά του κάθε sprinter. Ο γνωστός sprinter Carl Lewis που κέρδισε το Παγκόσμιο Πρωτάθλημα του 1987, μοντελοποιείται με τιμές $a = 11.81$ m/s και $b = 0.6887$ s⁻¹.

- (α) Δείξτε ότι η επιτάχυνση του Lewis τις χρονικές στιγμές $t = 0$, $t = 2$ και $t = 4$ s ήταν 8.134, 2.052, 0.5175 m/s².
- (β) Βρείτε μια έκφραση για τη θέση του sprinter συναρτήσει του χρόνου t , ολοκληρώνοντας ως προς t τη συνάρτηση ταχύτητας - χρόνου.
- (γ) Αν τα κάνατε όλα σωστά, η έκφραση που βρήκατε στο παραπάνω ερώτημα δεν μπορεί να λυθεί ως προς t . Όμως κάνοντας μερικές δοκιμές, μπορείτε να βρείτε το χρόνο που χρειάστηκε για να τρέξει τα 100 μέτρα. Βρείτε το χρόνο αυτό¹.

Άσκηση 6 - bonus 10%. Στο μάθημα δείξαμε ότι το εύρος βολής δίνεται από τη σχέση

$$R = \frac{u_i^2 \sin(2\theta)}{g} \quad (3)$$

Αποδείξτε (με τριγωνομετρικές σχέσεις ή με χρήση τριγωνομετρικού κύκλου) ότι συμπληρωματικές τιμές της αρχικής γωνίας θ δίνουν ίδιες τιμές για το εύρος R , δεδομένης σταθερής u_i .

Άσκηση 7. Ένα αεροπλάνο της NASA θέλει να ρίξει ένα πακέτο με προμήθειες (φαγητό, εργαλεία) σε επιστήμονες που δουλεύουν σε ένα παγόβουνο στη Γροιλανδία. Το αεροπλάνο πετά 100 μέτρα πάνω από το παγόβουνο με ταχύτητα 150 m/s. Οι επιστήμονες κατασκεύασαν ένα μικρό στόχο στο έδαφος για να δείξουν στον πιλότο που πρέπει να ρίξει το πακέτο. Πόσα μέτρα πριν το στόχο πρέπει να γίνει η ρίψη ώστε να πέσει το πακέτο στο σωστό σημείο;

Απ.: $x = 678$ m

Άσκηση 8. Στο μάθημα (διάλεξη 3η) λύσαμε ένα παράδειγμα βολής σε αγώνα μπάσκετ.

- (α) Λύστε ξανά το Β) ερώτημα του παραδείγματος θεωρώντας ως επίπεδο αναφοράς το παρκέ, δηλ. θέστε το σημείο Ο (0, 0) στα πόδια του παίκτη. Πρέπει να βρείτε το ίδιο αποτέλεσμα!
- (β) Αν θεωρήσετε - πιο ρεαλιστικά - ότι το ύψος του Γιάννη Αντετοκούνμπο είναι 2.11 m και το ύψος της μπασκέτας 3.05 m, τότε ποιά είναι η νέα αρχική ταχύτητα;

¹Ο επίσημος χρόνος ήταν 0.01 δευτερόλεπτα μεγαλύτερος απ' αυτόν που θα βρείτε, πράγμα που δείχνει ότι το μοντέλο είναι καλό αλλά όχι τέλειο.