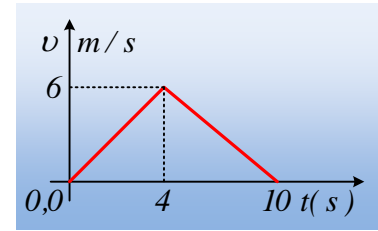


## Όταν ασκείται και όταν καταργείται μια δύναμη.

Ένα σώμα μάζας 2kg ηρεμεί σε οριζόντιο επίπεδο. Κάποια στιγμή ασκείται πάνω του μια οριζόντια δύναμη F, για χρονικό διάστημα 4s, ενώ κατόπιν παύει να ασκείται. Στο διάγραμμα δίνεται η ταχύτητα του σώματος σε συνάρτηση με το χρόνο.



- i) Το επίπεδο είναι λείο ή όχι; Να δικαιολογήστε την απάντησή σας.
- ii) Η ασκούμενη δύναμη F είναι σταθερή ή όχι και γιατί;
- iii) Να υπολογιστεί η επιτάχυνση και η μετατόπιση του σώματος στο χρονικό διάστημα που ασκείται η δύναμη F (από 0-4s).
- iv) Να υπολογιστεί το μέτρο της ασκούμενης τριβής.
- v) Αφού βρεθεί το μέτρο της ασκούμενης δύναμης F, να υπολογιστούν τα έργα της δύναμης F και της τριβής.

### Απάντηση:

- i) Στο χρονικό διάστημα 4s-10s που δεν ασκείται η δύναμη F, παρατηρούμε ότι η ταχύτητα του σώματος μειώνεται, πράγμα που σημαίνει ότι το σώμα επιβραδύνεται. Αλλά υπεύθυνη γι' αυτήν την επιβράδυνση δεν υπάρχει άλλη δύναμη, που θα μπορούσε να την προκαλέσει παρά μόνο η τριβή ολίσθησης, η οποία μάλιστα θα είναι σταθερού μέτρου, αφού η κίνηση πραγματοποιείται με σταθερή επιτάχυνση (επιβράδυνση). Έτσι στο διπλανό σχήμα έχουν σχεδιαστεί οι δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα, στη διάρκεια άσκησης της δύναμης F.
- A free-body diagram of a rectangular block on a horizontal surface. Four force vectors are shown:  $\vec{N}$  (normal force) pointing vertically upwards,  $\vec{w}$  (weight) pointing vertically downwards,  $\vec{T}$  (tension) pointing horizontally to the left, and  $\vec{F}$  (applied force) pointing horizontally to the right.
- ii) Από το διάγραμμα της ταχύτητας, μπορούμε να υπολογίσουμε την επιτάχυνση με την οποία κινείται το σώμα, η οποία αποδίδεται από την κλίση της γραφικής παράστασης. Η κλίση όμως της γραφικής παράστασης είναι σταθερή, συνεπώς και η επιτάχυνση του σώματος είναι σταθερή. Αλλά από το 2<sup>ο</sup> νόμο του Νεύτωνα:

$$\Sigma F = ma_1 \rightarrow F - T = ma_1 \rightarrow F = T + ma_1 \quad (1)$$

Αλλά αφού έχουμε σταθερή επιτάχυνση και σταθερή τριβή ολίσθησης, σημαίνει με βάση την παραπάνω σχέση ότι και η δύναμη F είναι σταθερή.

- iii) Η επιτάχυνση, με βάση τα παραπάνω, αλλά και με βάση τον ορισμό της, είναι:

$$a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{6 - 0}{4 - 0} \text{ m/s}^2 = 1,5 \text{ m/s}^2.$$

Αντίστοιχα το εμβαδόν του τριγώνου με γκρι χρώμα, είναι αριθμητικά ίσο με τη μετατόπιση του σώματος:

$$\Delta x_1 = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 6 \text{ m} = 12 \text{ m}$$

iv) Με τον ίδιο τρόπο βρίσκουμε την επιτάχυνση του σώματος, μόλις πάψει να ασκείται η δύναμη F.

$$a_2 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0-6}{10-4} m/s^2 = -1m/s^2.$$

Αλλά τότε από το 2<sup>ο</sup> νόμο του Νεύτωνα:

$$\Sigma F = ma_2 \rightarrow \Sigma F = 2 \cdot (-1)N = -2N \rightarrow -T = -2N \quad \eta \\ T = 2N$$

v) Με αντικατάσταση στην σχέση (1) παίρνουμε:

$$F = T + ma_1 = 2N + 2 \cdot 1,5N = 5N$$

Ενώ για τα έργα των δυνάμεων:

$$W_F = F \cdot \Delta x_1 = 5 \cdot 12J = 60J$$

Για να βρούμε το έργο της τριβής, μπορούμε να δουλέψουμε με δυο τρόπους:

α) Με εφαρμογή του θεωρήματος μεταβολής της κινητικής ενέργειας για όλη τη διάρκεια της κίνησης:

$$K_{\text{τελ}} - K_{\text{αρχ}} = W_F + W_T + W_w + W_N$$

Αλλά  $W_w = W_N = 0$  αφού οι δυνάμεις είναι κάθετες στη μετατόπιση, οπότε:

$$0 - 0 = 60J + W_T + 0 + 0 \rightarrow W_T = -60J.$$

β) Υπολογίζουμε τη μετατόπιση του σώματος από  $t=4s$  έως  $t=10s$ , η οποία είναι αριθμητικά ίση με το εμβαδόν του τριγώνου με κίτρινο χρώμα, στο παραπάνω σχήμα:

$$\Delta x_2 = \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot 6m = 18m$$

Οπότε η συνολική μετατόπιση του σώματος, κατά την οποία ασκείται η τριβή είναι  $\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2 = 30m$  και το έργο της τριβής είναι:

$$W_T = T \cdot \Delta x \cdot \sin 180^\circ = 2 \cdot 30 \cdot (-1) J = -60J.$$

[dmargaris@gmail.com](mailto:dmargaris@gmail.com)