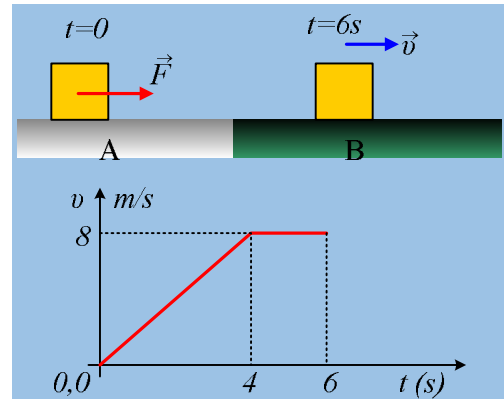


Όταν η τριβή σταματά το σώμα

Ένα σώμα μάζας $m=2\text{kg}$ ηρεμεί σε οριζόντιο επίπεδο Α. Κάποια στιγμή $t=0$, δέχεται την επίδραση μιας σταθερής οριζόντιας δύναμης μέτρου $F=4\text{N}$, με αποτέλεσμα να κινηθεί και τη στιγμή $t_1=4\text{s}$ περνά σε ένα δεύτερο οριζόντιο επίπεδο Β, μέχρι τη στιγμή $t_2=6\text{s}$ όπου η δύναμη παύει να ασκείται στο σώμα. Στο διάγραμμα δίνεται η γραφική παράσταση της ταχύτητας του σώματος σε συνάρτηση με το χρόνο, για όσο χρόνο ασκείται πάνω του η δύναμη F.



- i) Να εξετάσετε αν τα δύο επίπεδα είναι ή όχι λεία, υπολογίζοντας και το μέτρο της τριβής, όπου υπάρχει.
- ii) Να συμπληρωθεί το διάγραμμα $v-t$ για το χρονικό διάστημα μετά τη στιγμή t_2 και για όσο χρόνο το σώμα κινείται.
- iii) Πόση είναι η συνολική μετατόπιση του σώματος;

Απάντηση:

- i) Για όσο χρόνο το σώμα κινείται στο Α επίπεδο (0-4s) έχει επιτάχυνση:

$$a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{8-0}{4-0} \text{ m/s}^2 = 2 \text{ m/s}^2$$

Αν η δύναμη F είναι η μοναδική δύναμη που ασκείται στο σώμα, στην οριζόντια διεύθυνση, θα αποκτούσε επιτάχυνση:

$$F = ma_1 \rightarrow a_1 = \frac{F}{m} = \frac{4}{2} \text{ m/s}^2 = 2 \text{ m/s}^2$$

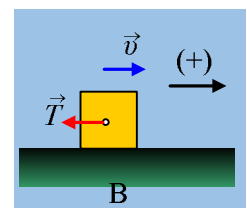
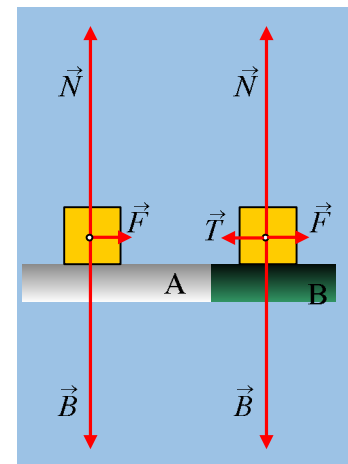
Παρατηρούμε ότι η επιτάχυνση που τελικά έχει (και η οποία υπολογίζεται από την ταχύτητα που αποκτά) είναι αυτή που οφείλεται στην ασκούμενη δύναμη F. Τριβή δεν υπάρχει και το επίπεδο Α είναι λείο.

Αντίθετα μόλις το σώμα περάσει στο Β επίπεδο, κινείται με σταθερή ταχύτητα, άρα πρέπει να ισχύει $\Sigma F=0$. Πράγμα που μπορεί να συμβεί αν δεχτεί δύναμη τριβής ολίσθησης με φορά προς τα αριστερά, αντίθετη της ασκούμενης δύναμης F.

Άρα το Β επίπεδο δεν είναι λείο και η τριβή έχει μέτρο $T=4\text{N}$.

- ii) Μόλις καταργηθεί η δύναμη F, το σώμα συνεχίζει να κινείται με την επίδραση μόνο της τριβής (στην οριζόντια διεύθυνση), οπότε θεωρώντας την προς τα δεξιά κατεύθυνση ως θετική, παίρνουμε από το 2^ο νόμο του Νεύτωνα (δουλεύουμε αλγεβρικά):

$$\Sigma F = ma_2 \rightarrow -T = ma_2 \rightarrow a_2 = \frac{-T}{m} = \frac{-4}{2} \text{ m/s}^2 = -2 \text{ m/s}^2$$



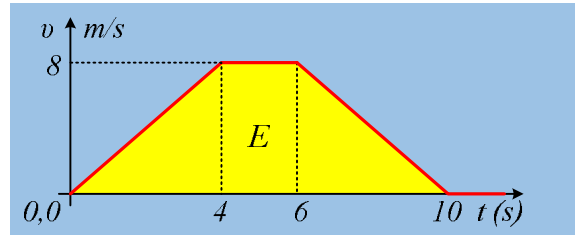
Πράγμα που σημαίνει ότι εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά μεταβαλλόμενη (επιβραδυνόμενη) κίνηση για την οποία ισχύουν οι εξισώσεις:

$$v = v_2 + \alpha_2 \Delta t \quad (1) \quad \text{και} \quad \Delta x = v_2 \Delta t + \frac{1}{2} \alpha_2 (\Delta t)^2 \quad (2)$$

Το σώμα σταματά κάποια στιγμή t_3 , οπότε $v=0$ και με αντικατάσταση στην (1) παίρνουμε:

$$0 = 8 + (-2) \cdot \Delta t \rightarrow \Delta t = 4s \quad \text{ή}$$

$$t_3 - t_2 = 4s \rightarrow t_3 - 6 = 4 \rightarrow t_3 = 10s$$



Έτσι το συνολικό διάγραμμα της ταχύτητας σε συνάρτηση με το χρόνο, είναι όπως στο διπλανό διάγραμμα.

iii) Με βάση το παραπάνω διάγραμμα $v-t$ συμπεραίνουμε ότι η συνολική μετατόπιση του σώματος είναι αριθμητικά ίση με το εμβαδόν του κίτρινου τραπεζίου. Έτσι παίρνουμε:

$$\Delta x_{\text{ολ}} = \frac{10 + 2}{2} 8m = 48m$$

Σχόλιο.

Θα μπορούσαμε να απαντήσουμε στο πρώτο ερώτημα κάνοντας την υπόθεση ότι το επίπεδο A δεν είναι λείο, αλλά στο σώμα ασκείται μια τριβή T_1 . Θα παίρναμε το 2^ο νόμο και θα είχαμε:

$$\Sigma F = m a_1 \rightarrow F - T_1 = m a_1 \rightarrow$$

$$T_1 = F - m a_1 = 4N - 2 \cdot 2N = 0$$

dmargaris@gmail.com