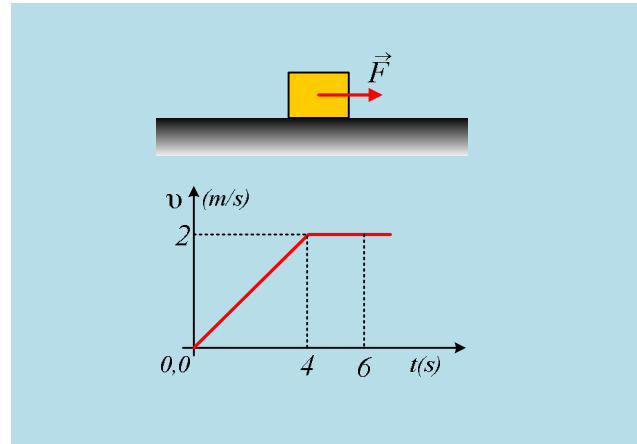


## Μια κίνηση σε οριζόντιο επίπεδο

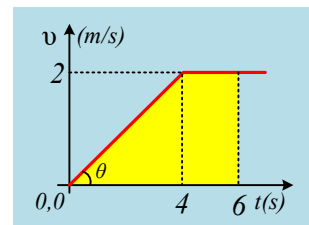
Σε οριζόντιο επίπεδο ηρεμεί ένα σώμα μάζας  $m=10\text{kg}$ . Σε μια στιγμή ( $t_0=0$ ) ασκείται πάνω του μια σταθερή οριζόντια δύναμη  $F$ , μέτρου  $60\text{N}$ , μέχρι τη στιγμή  $t'=4\text{s}$ , όπου μεταβάλλεται το μέτρο της δύναμης. Στο διπλανό διάγραμμα δίνεται η ταχύτητα του σώματος σε συνάρτηση με το χρόνο.



- i) Με τη βοήθεια του διαγράμματος, να βρεθεί η επιτάχυνση που αποκτά το σώμα, μόλις ασκηθεί πάνω του η δύναμη  $F$ , καθώς και η μετατόπισή του μέχρι τη στιγμή  $6\text{s}$ .
- ii) Να υπολογιστεί η μεταβολή της ταχύτητας του σώματος από τη χρονική στιγμή  $t_1=1,95\text{s}$  έως τη στιγμή  $t_2=2,75\text{s}$ .
- iii) Να βρεθεί ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μεταξύ του σώματος και του επιπέδου.
- iv) Πόσο είναι το έργο της δύναμης  $F$  από  $0-6\text{s}$  και πόσο το αντίστοιχο έργο της τριβής; Δίνεται  $g=10\text{m/s}^2$ .

### Απάντηση:

- i) Στο διάγραμμα  $v-t$  η κλίση μας δίνει την επιτάχυνση, ενώ το εμβαδόν του κίτρινου χωρίου είναι αριθμητικά ίσο με την μετατόπιση του σώματος. Έτσι επιτάχυνση έχουμε μόνο από  $0-4\text{s}$ , όπου υπάρχει μεταβολή της ταχύτητας ενώ μετά τα  $4\text{s}$  η ταχύτητα παραμένει σταθερή:



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

Ενώ το κίτρινο γεωμετρικό σχήμα είναι τραπέζιο, με αποτέλεσμα η μετατόπιση του σώματος να είναι ίση με:

$$\Delta x_{ολ} = \frac{B + \beta}{2} v = \frac{6 + 2}{2} 2\text{m} = 8\text{m}$$

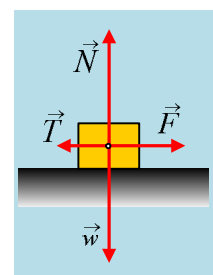
- ii) Από τον ορισμό της επιτάχυνσης, παίρνουμε:

$$\alpha = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow \Delta v = \alpha \cdot \Delta t = 0,5 \cdot (2,75 - 1,95)\text{m/s} = 0,4\text{m/s}$$

- iii) Θεωρώντας το σώμα μας υλικό σημείο, σχεδιάζουμε τις δυνάμεις που ασκούνται πάνω του, όπως στο διπλανό σχήμα.

Το σώμα ισορροπεί στην κατακόρυφη διεύθυνση, οπότε:

$$\Sigma F_y = 0 \rightarrow N = w = mg \quad (1)$$



Ενώ στην οριζόντια διεύθυνση, στο χρονικό διάστημα 0-4s επιταχύνεται, οπότε από το 2<sup>ο</sup> νόμο του Νεύτωνα παίρνουμε:

$$\Sigma F_x = m \cdot a \rightarrow F - T = m \cdot a \rightarrow T = F - m \cdot a \rightarrow$$

$$T = 60N - 10 \cdot 0,5N = 55N$$

$$\text{Όμως } T = \mu N \xrightarrow{(1)} \mu = \frac{T}{mg} = \frac{55}{10 \cdot 10} = 0,55$$

iv) Η ασκούμενη οριζόντια δύναμη έχει μέτρο  $F_1=60N$  στα πρώτα 4s της κίνησης, όπου το σώμα μετατοπίζεται κατά:

$$\Delta x_1 = \frac{1}{2} \beta v = \frac{1}{2} 4 \cdot 2m = 4m$$

Στη συνέχεια από 4s-6s το σώμα κινείται με σταθερή ταχύτητα, μετατοπιζόμενο κατά  $\Delta x_2 = v \cdot \Delta t = 4m$  ενώ για το νέο μέτρο της δύναμης έχουμε  $\Sigma F_x = 0$  ή  $F_2 = T = 55N$ .

Με βάση αυτά το έργο της δύναμης F είναι ίσο:

$$W_F = W_1 + W_2 = F_1 \cdot \Delta x_1 + F_2 \cdot \Delta x_2 \rightarrow$$

$$W_F = 60 \cdot 4J + 55 \cdot 4J = 460J$$

Ενώ το αντίστοιχο έργο της τριβής είναι ίσο:

$$W_T = T \cdot \Delta x_{ολ} \cdot \sigma\upsilon\nu 180^\circ = -T \cdot \Delta x_{ολ} = -55 \cdot 8J = -440J$$

### **Σχόλιο:**

Μέσω το έργο της δύναμης μεταφέρθηκε ενέργεια  $W_F=460J$  στο σώμα, ενώ αντίθετα μέσω του έργου της τριβής αφαιρέθηκαν 440J, τα οποία εμφανίστηκαν ως θερμότητα. Τα υπόλοιπα 20J είναι η κινητική ενέργεια του σώματος! Πράγματι:

$$K_\tau = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} 10 \cdot 2^2 J = 20J$$

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