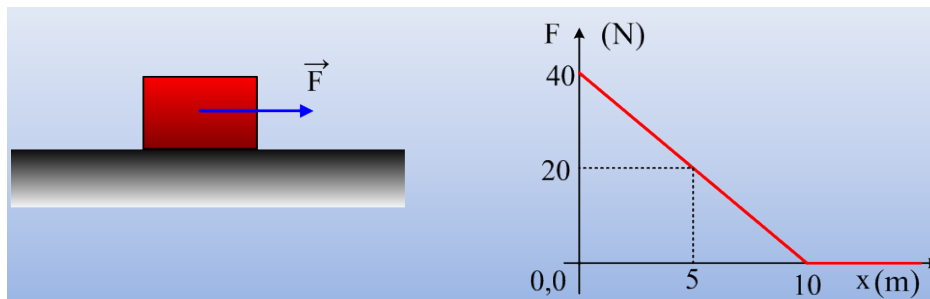


Έργο και ισχύς με μεταβλητή δύναμη

Ένα σώμα μάζας 2kg ηρεμεί σε οριζόντιο επίπεδο με το οποίο παρουσιάζει συντελεστή τριβής ολίσθησης $\mu=0,5$. Σε μια στιγμή δέχεται την επίδραση μεταβλητής οριζόντιας δύναμης F , το μέτρο της οποίας μεταβάλλεται με την μετατόπιση του σώματος όπως στο διάγραμμα.



- i) Να βρεθεί η ταχύτητα του σώματος τη στιγμή t_1 , όπου το σώμα έχει μετατοπιστεί κατά $x_1=5\text{m}$.
- ii) Για την παραπάνω χρονική στιγμή να βρεθούν:
 - α) Η (στιγμιαία) ισχύς της δύναμης F .
 - β) Ο ρυθμός με τον οποίο παράγεται θερμότητα εξαιτίας της τριβής.
 - γ) Ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας του σώματος.
- iii) Πόσο θα μετατοπισθεί το σώμα συνολικά;

Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$.

Απάντηση:

Στο διπλανό σχήμα έχουν σχεδιαστεί οι δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα. Επειδή το σώμα ισορροπεί στην κατακόρυφη διεύθυνση $\Sigma F_y=0$ ή $N=B=mg$, συνεπώς $T=\mu N=\mu mg=0,5 \cdot 2 \cdot 10\text{N}=10\text{N}$.

- i) Εφαρμόζουμε το Θ.Μ.Κ.Ε. για το σώμα από την αρχική του θέση, μέχρι τη θέση $x_1=5\text{m}$.

$$K_1 - K_{\text{αρχ}} = W_B + W_N + W_F + W_T \quad (1)$$

Αλλά το έργο της δύναμης είναι αριθμητικά ίσο με το εμβαδόν του τραpezίου (κίτρινο χρώμα) στο διάγραμμα της δύναμης σε συνάρτηση με την μετατόπιση:

$$W_F = \frac{40 + 20}{2} \cdot 5\text{J} = 150\text{J}$$

Οπότε η (1) δίνει $\frac{1}{2} m v^2 - 0 = 0 + 0 + W_F - T \cdot x_1$

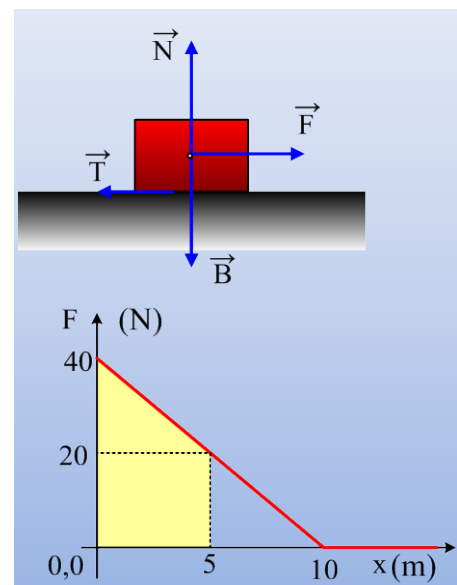
Αφού το βάρος και η κάθετη αντίδραση N , δεν παράγουν έργο μιας και είναι κάθετες στην μετατόπιση.

$$\frac{1}{2} \cdot 2 \cdot v^2 - 0 = 150 - 10 \cdot 5 \rightarrow v = 10\text{m/s}.$$

- ii) α) Η ζητούμενη ισχύς της δύναμης είναι:

$$P = F \cdot v \cdot \cos 0^\circ = F \cdot v = 20 \cdot 10\text{W} = 200\text{W}.$$

- β) $\frac{\Delta Q}{\Delta t} = |P_T| = T v = 10 \cdot 10\text{J/s} = 100\text{J/s}$



$$\gamma) \frac{\Delta K}{\Delta t} = \frac{\Delta W_{ολ}}{\Delta t} = (\Sigma F)v = (F - T)v = (20 - 10)10 \frac{J}{s} = 100 \text{ J/s}$$

iii) Το ερώτημα που μπαίνει είναι, το σώμα θα σταματήσει πριν μηδενιστεί η δύναμη ή μετά; Αν πάρουμε το συνολικό έργο της δύναμης, ίσο αριθμητικά με το εμβαδόν του τριγώνου $W_F = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 40 \text{ J} = 200 \text{ J}$, πράγμα που σημαίνει ότι το σώμα έχει πάρει ενέργεια μέσω της δύναμης F 200J, ενώ θα έχει παραχθεί θερμότητα εξαιτίας της τριβής $Q = |W_T| = T \cdot x = 10 \cdot 10 \text{ J} = 100 \text{ J}$, συνεπώς το σώμα στην θέση αυτή έχει κινητική ενέργεια, συνεχίζοντας την κίνησή του, επιβραδυνόμενο εξαιτίας της τριβής. Έστω λοιπόν ότι σταματά σε μια θέση $x_2 > 10 \text{ m}$. Παίρνουμε το Θ.Μ.Κ.Ε. από την αρχική μέχρι την τελική θέση και έχουμε:

$$K_{\tau} - K_{\alphaρχ} = W_B + W_N + W_F + W_T \rightarrow$$

$$0 - 0 = 0 + 0 + W_F - T \cdot x_2 \rightarrow$$

$$0 = 200 - 10x_2 \rightarrow x_2 = 20 \text{ m}$$

dmargaris@sch.gr