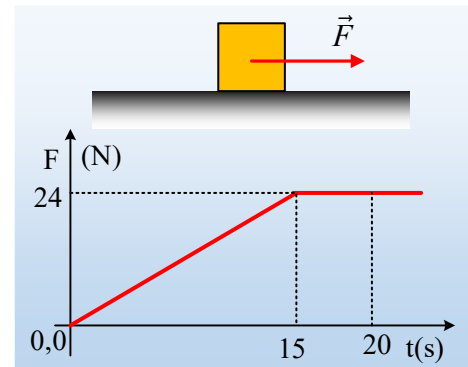


Η μεταβλητή δύναμη αναδεικνύει τις τριβές

Ένα σώμα μάζας $m=4\text{kg}$ ηρεμεί σε οριζόντιο επίπεδο. Σε μια στιγμή ασκούμε πάνω του μια μεταβλητή οριζόντια δύναμη F , το μέτρο της οποίας μεταβάλλεται όπως στο διάγραμμα. Με δεδομένο ότι μόλις αρχίσει να ολισθαίνει το σώμα, το μέτρο της δύναμης F σταθεροποιείται και ότι η ταχύτητα του σώματος τη στιγμή $t_1=20\text{s}$ είναι $v_1=5\text{m/s}$, ζητούνται:

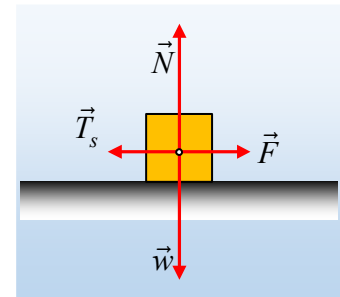


- i) Ποια χρονική στιγμή t_0 αρχίζει η κίνηση του σώματος και πόση είναι η μέγιστη τιμή της στατικής τριβής (η οριακή τριβή) η οποία ασκείται στο σώμα;
- ii) Να βρεθεί ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μεταξύ σώματος και επιπέδου.
- iii) Να γίνει η γραφική παράσταση της τριβής που ασκείται στο σώμα, σε συνάρτηση με το χρόνο ($T=f(t)$).
- iv) Να υπολογιστεί το έργο της δύναμης F από $t=0$ έως $t=t_1=20\text{s}$.

Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$

Απάντηση:

- i) Αφού μόλις ολισθήσει το σώμα, η δύναμη σταθεροποιείται, με βάση το διάγραμμα, αυτό συμβαίνει τη στιγμή $t_0=15\text{s}$. Αλλά τότε μέχρι τη στιγμή t_0 το σώμα παραμένει ακίνητο και η ασκούμενη τριβή, είναι στατική τριβή. Αν όμως το σώμα δεν κινείται μέχρι τη στιγμή $t_0=15\text{s}$, μέχρι τότε **ισορροπεί** και:



$$\Sigma F_x = 0 \rightarrow F - T_s = 0 \rightarrow T_s = F$$

Αλλά τότε η μέγιστη τιμή της στατικής τριβής, η οριακή τριβή έχει μέτρο ίσο και με την μέγιστη τιμή της δύναμης, δηλαδή:

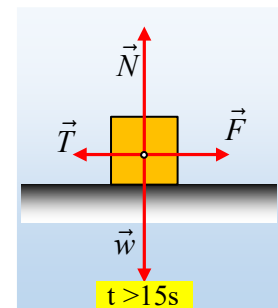
$$T_{s,max} = T_{op} = 24\text{N}$$

- ii) Μόλις αρχίσει η ολίσθηση ($t > 15\text{s}$), η τριβή μετατρέπεται σε τριβή ολίσθησης, σταθερού μέτρου ($T=\mu N$), οπότε το σώμα κινείται με σταθερή επιτάχυνση, αφού:

$$\Sigma F_x = ma \rightarrow a = \frac{F - T_{ολ}}{m} = \frac{F - \mu N}{m} = \text{σταθ.} \quad (1)$$

Οπότε με τη βοήθεια της ταχύτητας τη στιγμή t_1 παίρνουμε:

$$v_1 = a \cdot \Delta t \rightarrow a = \frac{v_1}{t_1 - t_0} = \frac{5}{20 - 15} \text{ m/s}^2 = 1 \text{ m/s}^2.$$



Αλλά τότε επιστρέφοντας στην σχέση (1) και λαμβάνοντας υπόψη ότι $\Sigma F_y = 0$ οπότε $N=mg$, θα έχουμε:

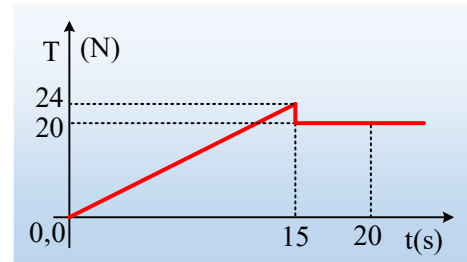
$$\Sigma F_x = ma \rightarrow F - T_{ολ} = ma \rightarrow F - \mu mg = ma \rightarrow$$

$$\mu = \frac{F - ma}{mg} = \frac{24 - 4 \cdot 1}{4 \cdot 10} = 0,5$$

iii) Με βάση τα παραπάνω μέχρι τη στιγμή $t_0=15\text{s}$ η τριβή είναι στατική με μέτρο ίσο με το μέτρο της ασκούμενης δύναμης F , ενώ στη συνέχεια μετατρέπεται σε τριβή ολίσθησης με μέτρο:

$$T_{ολ} = \mu N = \mu mg = 0,5 \cdot 4 \cdot 10\text{N} = 20\text{N}$$

Με βάση αυτά η ζητούμενη γραφική παράσταση έχει τη μορφή του διπλανού σχήματος.



iv) Μέχρι τη στιγμή $t_1=15\text{s}$ το σώμα παραμένει ακίνητο και η δύναμη δεν παράγει έργο. Στη συνέχεια μετατοπίζεται κατά:

$$\Delta x = \frac{1}{2} a (\Delta t)^2 = \frac{1}{2} 1 \cdot 5^2 \text{m} = 12,5\text{m}$$

Οπότε η δύναμη F παράγει έργο:

$$W_F = F \cdot \Delta x \cdot \cos 0^\circ = F \cdot \Delta x = 24\text{N} \cdot 12,5\text{m} = 300\text{J}$$

dmargaris@gmail.com