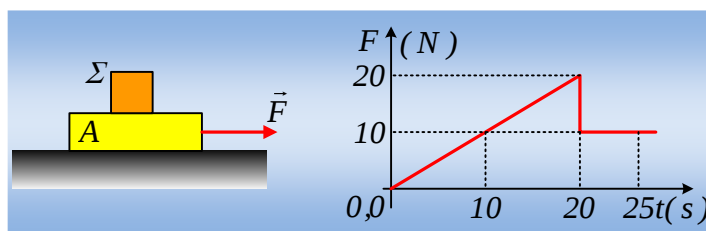


Η επιτάχυνση και οι τριβές.



Στο σχήμα δίνονται δυο σώματα A και Σ που ηρεμούν, το ένα πάνω στο άλλο, σε οριζόντιο επίπεδο. Τη στιγμή $t_0=0$ ασκείται στο κάτω σώμα A μια οριζόντια δύναμη F, το μέτρο της οποίας μεταβάλλεται όπως στο διπλανό διάγραμμα. Δίνονται οι μάζες των δύο σωμάτων A και Σ, $M=4\text{kg}$ και $m=1\text{kg}$ αντίστοιχα, ενώ οι συντελεστές τριβής τόσο μεταξύ των δύο σωμάτων, όσο και μεταξύ του A και του εδάφους είναι $\mu=\mu_s=0,2$, ενώ $g=10\text{m/s}^2$.

- i) Για τη χρονική στιγμή $t_1=5\text{s}$, αφού σχεδιάσετε τις δυνάμεις που ασκούνται σε κάθε σώμα, να χαρακτηρίστε ως σωστές ή λανθασμένες τις παρακάτω προτάσεις:
 - A) Το σώμα A δέχεται δύναμη τριβής με φορά προς τα αριστερά μέτρου 5N.
 - B) Το σώμα Σ δέχεται δύναμη τριβής προς τα αριστερά.
- ii) Για τη χρονική στιγμή $t_2=15\text{s}$ (όπου $F=15\text{N}$), να σχεδιάσετε ξανά τις δυνάμεις που ασκούνται στα σώματα και να υπολογίσετε τα μέτρα τους.
- iii) Να βρείτε ξανά τις δυνάμεις που ασκούνται στα σώματα τη χρονική $t_3=25\text{s}$.

Απάντηση:

- i) Στο διπλανό σχήμα έχουμε σχεδιάσει τις δυνάμεις που ασκούνται σε κάθε σώμα. Στο σώμα Σ δεν ασκείται δύναμη τριβής, αφού το σύστημα ισορροπεί. Πράγματι από την ισορροπία στην κατακόρυφη διεύθυνση έχουμε:

$$\text{Για το σώμα } \Sigma: \Sigma F_y = 0 \text{ ή } N_1 = w_1 = mg = 10\text{N}$$

$$\text{Για το σώμα A: } \Sigma F_y = 0 \text{ ή } N = N_1' + w = N + Mg = 10\text{N} + 40\text{N} = 50\text{N}.$$

Αλλά τότε η μέγιστη στατική τριβή (η οριακή τριβή) που μπορεί να ασκηθεί στο σώμα A από το έδαφος έχει μέτρο:

$$T_{s, \max} = T_{op} = T_{ol} = \mu_s \cdot N = 0,2 \cdot 50\text{N} = 10\text{N},$$

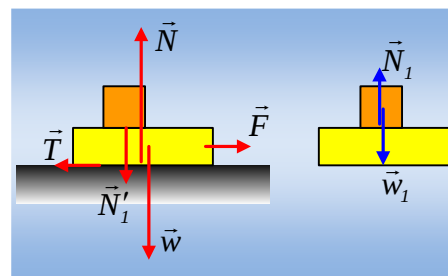
Ενώ η ασκούμενη δύναμη που τείνει να μετακινήσει το σώμα A έχει μέτρο $F_1=5\text{N}$.

Συμπέρασμα τα σώματα παραμένουν ακίνητα και συνεπώς για το σώμα Σ:

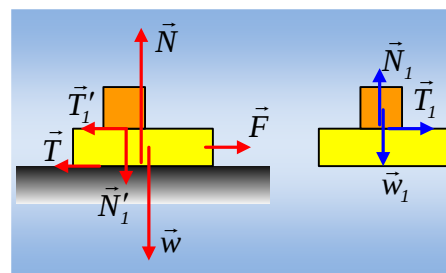
$$\Sigma F_x = 0 \rightarrow T_\Sigma = 0.$$

A) Η πρόταση είναι σωστή, αφού και $\Sigma F_{A,x} = 0$ ή $F = T_s = 5\text{N}$.

B) Η πρόταση είναι λανθασμένη, αφού δεν ασκείται τριβή στο σώμα Σ.



- ii) Τη χρονική στιγμή t_2 η δύναμη F είναι μεγαλύτερη από την μέγιστη δυνατή στατική τριβή (την οριακή τριβή), συνεπώς το σύστημα επιταχύνεται προς τα δεξιά. Αλλά τότε οι δυνάμεις που ασκούνται στα δυο σώματα, είναι όπως στο διπλανό σχήμα, όπου τώρα ασκείται τριβή και μεταξύ των δύο σωμάτων, αφού θα πρέπει να επιταχύνεται και το σώμα Σ .



Το ερώτημα που ανακύπτει, είναι αν, η τριβή μεταξύ των δύο σωμάτων είναι στατική ή τριβή ολίσθησης; Ή με άλλα λόγια τα δυο σώματα θα επιταχυνθούν μαζί ή θα υπάρξει ολίσθηση του σώματος Σ πάνω στο Α;

Υποθέτουμε ότι τα δυο σώματα κινούνται μαζί, οπότε η τριβή είναι στατική.

$$\text{Για το σώμα } \Sigma: \Sigma F_x = m \cdot a \rightarrow T_1 = m \cdot a \quad (1)$$

$$\text{Για το σώμα } A: \Sigma F_x = M \cdot a \rightarrow F - T - T_1' = M \cdot a \quad (2)$$

Όπου $T_1 = T_1'$ (δράση αντίδραση) και $T = T_{ολ} = 10\text{N}$, οπότε με πρόσθεση κατά μέλη των σχέσεων (1) και (2) παίρνουμε:

$$F - T = m \cdot a + M \cdot a \rightarrow a = \frac{F - T}{M + m} = \frac{15 - 10}{4 + 1} \text{ m/s}^2 = 1 \text{ m/s}^2.$$

Οπότε αντικαθιστώντας στην (1) παίρνουμε $T_1 = m \cdot a = 1 \cdot 1\text{N} = 1\text{N}$.

Ενώ η μέγιστη δυνατή στατική τριβή έχει μέτρο $T_{1op} = \mu_s \cdot N_1 = \mu_s \cdot mg = 0,2 \cdot 1 \cdot 10\text{N} = 2\text{N}$

Συνεπώς η υπόθεσή μας είναι σωστή και η ασκούμενη τριβή είναι στατική ή ισοδύναμα τα σώματα κινούνται μαζί.

Συνεπώς για τα μέτρα των δυνάμεων τελικά έχουμε:

$$\text{Σώμα } \Sigma: w_1 = mg = 10\text{N}, N_1 = 10\text{N} \text{ και } T_1 = 1\text{N}.$$

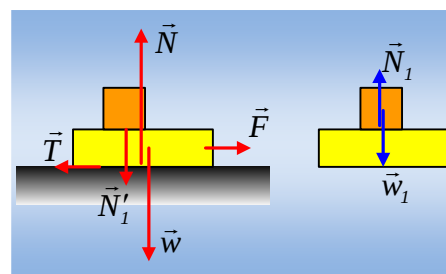
$$\text{Σώμα } A: w = Mg = 40\text{N}, N_1' = N_1 = 10\text{N}, N = 50\text{N}, T = 10\text{N} \text{ και } T_1' = 1\text{N}.$$

- iii) Μετά τη χρονική στιγμή $t_2 = 20\text{s}$, η δύναμη αποκτά μέτρο $F = 10\text{N}$, ίση δηλαδή με την τριβή ολίσθησης που ασκείται στο σώμα Α. Αλλά τότε, το σύστημα κινείται με σταθερή ταχύτητα και οι δυνάμεις είναι όπως στο σχήμα, όπου $T_{ολ} = 10\text{N}$.

Έτσι συνολικά τα μέτρα των δυνάμεων είναι:

$$\text{Σώμα } \Sigma: w_1 = mg = 10\text{N}, N_1 = 10\text{N}.$$

$$\text{Σώμα } A: w = Mg = 40\text{N}, N_1' = N_1 = 10\text{N}, N = 50\text{N} \text{ και } T = 10\text{N}.$$



Επιμέλεια

Διονύσης Μάργαρης