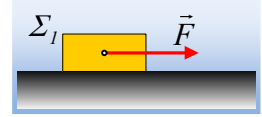


Ένα σώμα της τράπεζας αποκτά παρέα!

Το θέμα 3.763 της τράπεζας θεμάτων, λίγο αλλαγμένο και με μια προέκταση...

Μικρό σώμα (Σ_1) μάζας $m = 2 \text{ kg}$ βρίσκεται αρχικά ακίνητο σε οριζόντιο επίπεδο με το οποίο εμφανίζει συντελεστή τριβής ολίσθησης $\mu = 0,5$. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0 \text{ s}$, στο σώμα αρχίζει να ασκείται σταθερή οριζόντια δύναμη \vec{F} μέτρου 30 N μέχρι τη χρονική στιγμή $t = 3 \text{ s}$, οπότε παύει να ασκείται η δύναμη \vec{F} .



Δίνεται ότι η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι $g = 10 \text{ m/s}^2$. Η επίδραση του αέρα είναι αμελητέα.

i) Για την παραπάνω κίνηση να υπολογίσετε:

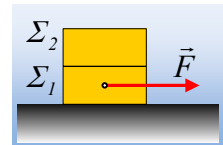
Δ_1) το μέτρο της τριβής ολίσθησης,

Δ_2) Η μετατόπιση του σώματος στη χρονική διάρκεια που ασκείται στο σώμα η δύναμη \vec{F} ,

Δ_3) τη χρονική στιγμή που το σώμα θα σταματήσει να κινείται,

Δ_4) τη μετατόπιση του σώματος από τη χρονική στιγμή $t_0 = 0 \text{ s}$ μέχρι να σταματήσει την κίνηση του.

ii) Επαναλαμβάνουμε το ίδιο πείραμα, αλλά τώρα πάνω στο σώμα Σ_1 , τοποθετούμε ένα όμοιο δεύτερο σώμα Σ_2 , το οποίο παρουσιάζει με το Σ_1 , τον ίδιο συντελεστή τριβής ολίσθησης, $\mu=0,5$. Ασκούμε την ίδια όπως παραπάνω δύναμη \vec{F} στο Σ_1 . Να εξετάσετε αν τα δυο σώματα θα κινηθούν ή όχι μαζί.



Απάντηση:

i) Στο διπλανό σχήμα έχουν σχεδιαστεί οι δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα.

Δ_1) Το σώμα ισορροπεί στην κατακόρυφο διεύθυνση, οπότε $N=B=mg$. Αλλά τότε η τριβή που δέχεται από το επίπεδο έχει μέτρο:

$$T = \mu N = \mu m g = 0,5 \cdot 2 \cdot 10 \text{ N} = 10 \text{ N}.$$

Δ_1) Στη διάρκεια που ασκείται στο σώμα η δύναμη, αυτό αποκτά επιτάχυνση με βάση το 2ο νόμο του Νεύτωνα:

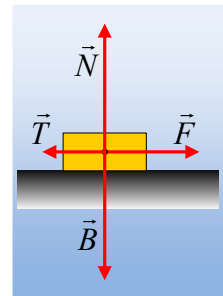
$$\begin{aligned} \Sigma F &= m a_1 \rightarrow F - T = m a_1 \rightarrow \\ a_1 &= \frac{F - T}{m} = \frac{30 \text{ N} - 10 \text{ N}}{2 \text{ kg}} = 10 \text{ m/s}^2. \end{aligned}$$

Αλλά τότε, πραγματοποιεί ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση, για την οποία ισχύουν:

$$v = a \cdot t \text{ και } \Delta x_1 = \frac{1}{2} a_1 t^2$$

και με αντικατάσταση $t=3\text{s}$ παίρνουμε:

$$v = 10 \cdot 3 \text{ m/s} = 30 \text{ m/s} \text{ και } \Delta x_1 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 3^2 \text{ m} = 45 \text{ m}.$$



Δ₃) Μόλις πάψει να ασκείται η δύναμη F, στο σώμα στην διεύθυνση της κίνησής του ασκείται μόνο η τριβή, οπότε το σώμα επιβραδύνεται, αφού αποκτά επιτάχυνση, αντίθετης φοράς από την ταχύτητα με τιμή:

$$\Sigma F = ma_2 \rightarrow -T = ma_2 \rightarrow a_2 = -\frac{T}{m} = -\frac{10N}{2kg} = -5m/s^2.$$

Αλλά τότε από την εξίσωση της ταχύτητας έχουμε $v = v_{\text{αρχ}} + a_2 \cdot \Delta t$ και αντικαθιστώντας την τελική ταχύτητα, που το σώμα θα σταματήσει $v = 0$, παίρνουμε:

$$0 = 30 + (-5) \cdot \Delta t \rightarrow \Delta t = 6s.$$

Το σώμα θα επιβραδύνεται δηλαδή για χρονικό διάστημα 6s, συνεπώς θα σταματήσει τη χρονική στιγμή $t = 3s + 6s = 9s$.

Δ₄) Στη διάρκεια της επιβραδυνόμενης κίνησης το σώμα μετατοπίζεται κατά:

$$\Delta x_2 = v_{\text{αρχ}} \cdot \Delta t + \frac{1}{2} a_2 \cdot (\Delta t)^2 = 30 \cdot 6m + \frac{1}{2} (-5) \cdot 6^2 m = 90m$$

Αλλά τότε η συνολική μετατόπιση του σώματος στη διάρκεια της κίνησής του είναι:

$$\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2 = 45m + 90m = 135m.$$

ii) Ας υποθέσουμε ότι τα δυο σώματα κινούνται μαζί σαν ένα σώμα Σ. Αλλά τότε οι δυνάμεις που θα ασκούνται στο σώμα αυτό Σ, θα είναι όπως στο σχήμα, όπου ξανά $N = B_\Sigma = 2mg$ και η ασκούμενη τριβή θα έχει μέτρο:

$$T = \mu N = 2\mu mg = 2 \cdot 0,5 \cdot 2 \cdot 10N = 20N.$$

Αλλά τότε με βάση το 2ο νόμο του Νεύτωνα θα έχουμε:

$$\Sigma F = 2ma \rightarrow F - T = 2ma \rightarrow$$

$$a = \frac{F - T}{2m} = \frac{30N - 20N}{4kg} = 2,5m/s^2.$$

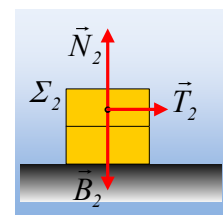
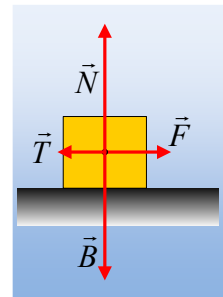
Δηλαδή τα σώματα κινούνται με κοινή επιτάχυνση μέτρου $2,5m/s^2$.

Ερχόμαστε τώρα στο σώμα Σ₂ και σχεδιάζουμε τις δυνάμεις που ασκούνται πάνω του. Αξίζει να προσέξουμε ότι το σώμα επιταχύνεται προς τα δεξιά, συνεπώς προς τα δεξιά θα πρέπει να σχεδιάσουμε και την τριβή που θα δεχτεί από το σώμα Σ₁. Για να μπορεί το Σ₂ να κινείται μαζί με το Σ₁ και να μην παρατηρηθεί ολίσθηση, η τριβή αυτή θα πρέπει να είναι στατική, συνεπώς να έχει μέτρο μικρότερο από την τριβή ολίσθησης που υπολογίσαμε παραπάνω ($T_{\text{ολ}} = 10N$). Συμβαίνει αυτό;

Παίρνοντας το 2ο νόμο του Νεύτωνα για το σώμα Σ₂ θα έχουμε:

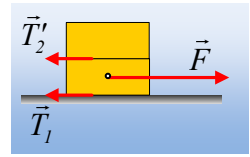
$$\Sigma F = ma \rightarrow T_2 = ma = 2 \cdot 2,5N = 5N$$

Άρα η ασκούμενη τριβή έχει μέτρο 5N και είναι στατική, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει ολίσθηση και το Σ₂ να μετακινείται μαζί με το Σ₁.



Σχόλιο.

Μόλις ασκηθεί η δύναμη F στο κάτω σώμα, αυτό τείνει να κινηθεί προς τα δεξιά, οπότε θα ασκηθούν δυνάμεις τριβής πάνω του, τόσο από το έδαφος, όσο και από το πάνω σώμα, όπως στο σχήμα. Αλλά τότε στο πάνω σώμα θα ασκηθεί η αντίδραση της T_2' και θα έχει φορά προς τα δεξιά.

**Υλικό Φυσικής-Χημείας**

Γιατί το να μοιάζουν πράγματα, είναι καλό για όλους...

Επιμέλεια:

Διονύσης Μάργαρης