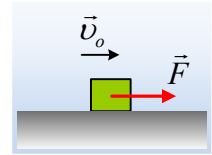


Η τριβή και κάποιες γραφικές παραστάσεις.

Ένα σώμα μάζας $m=4\text{kg}$, σύρεται σε οριζόντιο επίπεδο με την επίδραση μιας οριζόντιας δύναμης $F=4\text{N}$, κινούμενο με σταθερή ταχύτητα $v_0=2\text{m/s}$. Κάποια στιγμή $t_0=0$, το σώμα περνάει από ένα σημείο O με $x_0=0$, ενώ τη στιγμή $t_1=1\text{s}$, η δύναμη F παύει να ασκείται στο σώμα.



- i) Να βρεθεί ο συντελεστής τριβής μεταξύ σώματος και επιπέδου.
- ii) Ποια χρονική στιγμή το σώμα θα σταματήσει να κινείται και πόσο θα απέχει τότε από το σημείο O ;
- iii) Επαναλαμβάνουμε το πείραμα, αλλά τώρα τη στιγμή t_1 η δύναμη δεν καταργείται, απλά μειώνεται το μέτρο της στην τιμή $F_1=2\text{N}$.
 - a) Ποια χρονική στιγμή τώρα, θα μηδενιστεί η ταχύτητα του σώματος;
 - β) Να γίνουν οι γραφικές παραστάσεις σε συνάρτηση με το χρόνο και μέχρι τη χρονική στιγμή $t_3=6\text{s}$:
 - a) της ταχύτητας του σώματος, b) της θέσης του και c) του μέτρου της ασκούμενης τριβής.

Απάντηση:

- i) Στο διπλανό σχήμα έχουν σχεδιαστεί οι δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα πριν τη στιγμή t_1 . Το σώμα κινείται με σταθερή ταχύτητα, συνεπώς δεν κινείται στην κατακόρυφη διεύθυνση και:

$$\Sigma F_y = 0 \text{ ή } N = B = mg = 4 \cdot 10\text{N} = 40\text{N}.$$

Αλλά και στην οριζόντια διεύθυνση $\Sigma F_x = 0$ αφού το σώμα κινείται με σταθερή ταχύτητα, οπότε:

$$F - T = 0 \rightarrow T = F \text{ ή } \mu N = F \rightarrow$$

$$\mu = \frac{F}{N} = \frac{4\text{N}}{40\text{N}} = 0,1$$

- ii) Από τη στιγμή t_0 μέχρι τη στιγμή t_1 που παύει να ασκείται η δύναμη F , το σώμα εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση μετατοπιζόμενο κατά:

$$\Delta x_1 = x_1 = v_0 \cdot t_1 = 2\text{m/s} \cdot 1\text{s} = 2\text{m}.$$

Μόλις καταργηθεί η δύναμη F , το σώμα με την επίδραση της τριβής αποκτά επιτάχυνση:

$$\Sigma F_x = ma \rightarrow a = \frac{\Sigma F_x}{m} = \frac{-T}{m} = -\frac{4\text{N}}{4\text{kg}} = -1\text{m/s}^2.$$

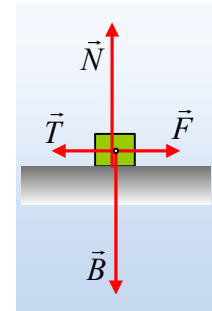
Εκτελώντας μια ευθύγραμμη ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση (επιβραδυνόμενη κίνηση) για την οποία ισχύουν:

$$v = v_0 + a \cdot \Delta t \quad (1) \quad \text{και} \quad \Delta x = v_0 \cdot \Delta t + \frac{1}{2} a \cdot (\Delta t)^2 \quad (2)$$

Τη στιγμή t_2 που το σώμα σταματά, $v=0$ και από την εξίσωση (1) παίρνουμε:

$$0 = 2 + (-1)\Delta t \rightarrow 2 - \Delta t = 0 \rightarrow \Delta t = 2\text{s} \rightarrow$$

$$t_2 - t_1 = 2\text{s} \rightarrow t_2 = 1\text{s} + 2\text{s} = 3\text{s}.$$



Αλλά τότε θα έχει μετατοπισθεί κατά:

$$\Delta x = v_0 \cdot \Delta t + \frac{1}{2} \alpha \cdot (\Delta t)^2 = 2 \cdot 2m + \frac{1}{2} (-1) \cdot 2^2 m = 2m$$

Σταματώντας στη θέση $x_2 = x_1 + \Delta x = 2m + 2m = 4m$.

iii) Μετά τη χρονική στιγμή t_1 , όταν θα μειωθεί το μέτρο της ασκούμενης δύναμης στην τιμή F_1 , ο 2^{ος} νόμος του Νεύτωνα, μας δίνει:

$$\Sigma F_x = ma_1 \rightarrow a_1 = \frac{\Sigma F_x}{m} = \frac{F_1 - T}{m} = \frac{2N - 4N}{4kg} = -0,5m/s^2.$$

α) Με αντικατάσταση ξανά στην εξίσωση (1) παίρνουμε:

$$v = v_0 + a_1 \cdot \Delta t' \rightarrow 0 = 2 + (-0,5) \cdot \Delta t' \rightarrow \Delta t' = 4s.$$

Ο μηδενισμός της ταχύτητας του σώματος δηλαδή, θα συμβεί τη χρονική στιγμή:

$$t_3 = t_1 + \Delta t' = 1s + 4s = 5s$$

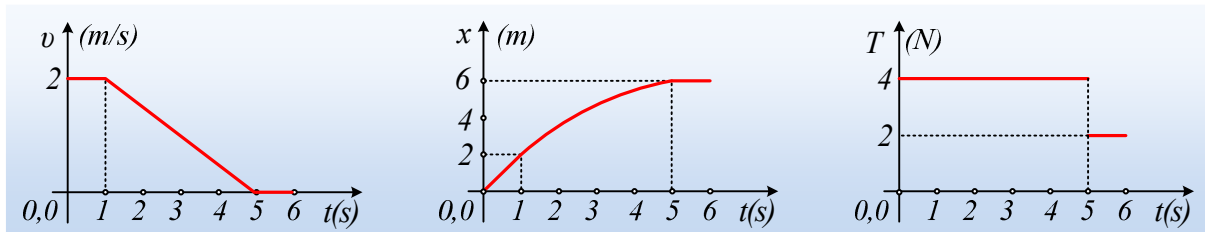
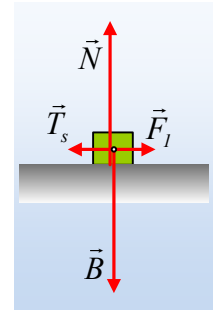
β) Τη στιγμή που μηδενίζεται η ταχύτητα το σώμα έχει μετατοπισθεί κατά:

$$\Delta x' = v_0 \cdot \Delta t + \frac{1}{2} \alpha \cdot (\Delta t')^2 = 2 \cdot 4m + \frac{1}{2} (-0,5) \cdot 4^2 m = 4m$$

Φτάνοντας στη θέση $x_3 = x_1 + \Delta x' = 2m + 4m = 6m$.

Στη θέση αυτή το σώμα θα ισορροπήσει, ενώ πάνω του θα ασκείται και δύναμη στατικής τριβής T_s , μέτρου $T_s = F_1 = 2N$.

Με βάση τα παραπάνω οι ζητούμενες γραφικές παραστάσεις είναι όπως στα παρακάτω σχήματα:



Σχόλιο:

Η ταχύτητα του σώματος, στο χρονικό διάστημα 1s-5s είναι συνάρτηση 1^{ου} βαθμού:

$$v = v_0 + a_1 \cdot \Delta t' = 2 - 0,5 \cdot (t-1) = 2,5 - 0,5 \cdot t \quad (S.I.)$$

και η μορφή της είναι ευθεία.

Αντίθετα η θέση (x) είναι 2^{ου} βαθμού, με τα κοίλα κάτω αφού:

$$x = x_1 + v_0 \cdot (t-1) + \frac{1}{2} \alpha \cdot (t-1)^2 = 2 + 2t - 2 + \frac{1}{2} (-0,5) (t-1)^2 = -0,25t^2 + 2,5t - 0,25 \quad (S.I.)$$

και ο συντελεστής του t^2 είναι αρνητικός.

Υλικό Φυσικής-Χημείας

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

Επιμέλεια:

Διονύσης Μάργαρης