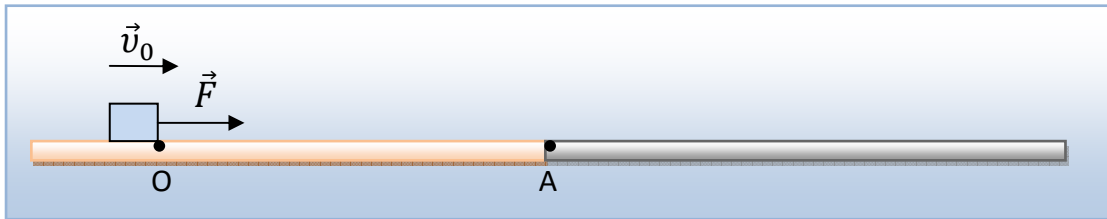


Κίνηση σε λείο και τραχύ δάπεδο.

Κινητό μάζας 4 Kg την $t = 0$ περνά από σημείο O ($x = 0$ m) ενός λείου οριζόντιου δαπέδου, που ταυτίζεται με τον άξονα $x'Ox$, με ταχύτητα μέτρου $v_0 = 4$ m/s. Την ίδια χρονική στιγμή δέχεται ακαριαία οριζόντια δύναμη, μέτρου $F = 8$ N ομόρροπη της v_0 , όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα, που ενεργεί συνεχώς στο σώμα. Αφού μετατοπιστεί κατά $(OA) = \Delta x_1 = 32$ m στο λείο δάπεδο, εισέρχεται σε περιοχή του δαπέδου με την οποία εμφανίζει συντελεστή τριβής $\mu = 0,5$ (σημείο A).



- α)** Να υπολογίσετε τη μετατόπιση του σώματος στο τραχύ δάπεδο μέχρι να μηδενιστεί η ταχύτητά του.
- β)** Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα στον άξονα $x'x$, αμέσως μετά το μηδενισμό της ταχύτητάς του και να υπολογίσετε τα μέτρα τους, δικαιολογώντας πλήρως την απάντησή σας.
- γ)** Να βρεθεί ο συνολικός χρόνος της κίνησης.
- δ)** Να κάνετε τη γραφική παράσταση ταχύτητας – χρόνου, για όλη τη διάρκεια της κίνησής του.
- ε)** Να υπολογίσετε τη θερμότητα που εκλύεται στο περιβάλλον λόγω τριβής στο τραχύ δάπεδο.

Δίνονται: $g = 10$ m/s² και ότι οι συντελεστές τριβής ολίσθησης και οριακής στατικής τριβής, είναι ίσοι ($\mu = \mu_{op}$).

Απάντηση:

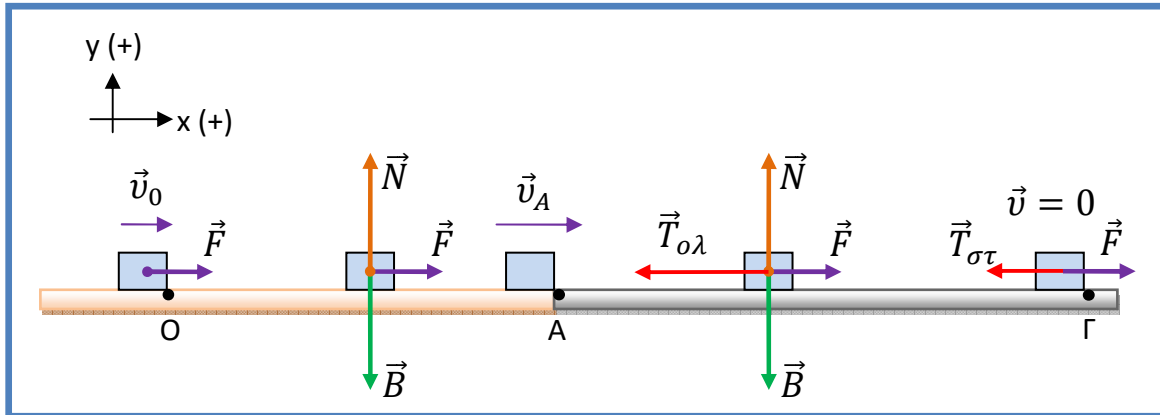
- α)** Σχεδιάζουμε τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα όταν αυτό κινείται στο λείο και στο τραχύ δάπεδο.

Στον άξονα $y'y$ το σώμα δεν κινείται άρα:

$$\Sigma F_y = 0 \rightarrow N - B = 0 \rightarrow N = B = mg = 40 \text{ N}$$

Για την τριβή ολίσθησης έχουμε: $T_{ολ} = \mu N \rightarrow T_{ολ} = 0,5 \cdot 40 \rightarrow T_{ολ} = 20 \text{ N}$.

Παρατηρούμε ότι $T_{ολ} < F$ άρα στο τραχύ δάπεδο το κινητό κάνει επιβραδυνόμενη κίνηση και έστω ότι η ταχύτητά του μηδενίζεται στο σημείο Γ, αφού μετατοπιστεί κατά $(AΓ) = \Delta x_2$.



Εφαρμόζουμε Θ.Μ.Κ.Ε. από τη θέση Ο μέχρι τη θέση Γ:

$$K_{(\Gamma)} - K_{(O)} = W_{B(O) \rightarrow (\Gamma)} + W_{N(O) \rightarrow (\Gamma)} + W_{F(O) \rightarrow (A)} + W_{F(A) \rightarrow (\Gamma)} + W_{T_{ολ}(A) \rightarrow (\Gamma)} \rightarrow$$

$$0 - \frac{1}{2} m v_0^2 = 0 + 0 + F \cdot \Delta x_1 + F \cdot \Delta x_2 - T_{ολ} \cdot \Delta x_2 \rightarrow$$

$$- \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 16 = 8 \cdot 32 + 8 \cdot \Delta x_2 - 20 \cdot \Delta x_2 \rightarrow 12 \cdot \Delta x_2 = 288 \rightarrow \Delta x_2 = 24m$$

β) Αμέσως μετά το μηδενισμό της ταχύτητας η τριβή ολίσθησης μηδενίζεται.

Επειδή όμως η δύναμη F συνεχίζει να ασκείται στο σώμα, αυτό έχει την τάση να κινηθεί προς τα δεξιά.

Για να συμβεί όμως αυτό πρέπει να έχουμε: $F > T_{op} = \mu_{op} N = \mu N \rightarrow F > 20N$, κάτι που δεν ισχύει αφού $F = 8N$.

Άρα στη θέση της $T_{ολ}$ αμέσως μετά το μηδενισμό της ταχύτητας θα αναπτυχθεί στατική τριβή και αφού $v = 0 \rightarrow \Sigma F_x = 0 \rightarrow F - T_{στ} = 0 \rightarrow T_{στ} = 8N$.

Άρα όταν $v = 0$ στο σώμα ασκούνται η \vec{F} και η $\vec{T}_{στ}$ στον άξονα x'x, όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα.

γ) Εφαρμόζουμε Θ.Μ.Κ.Ε. από τη θέση Ο μέχρι τη θέση Α:

$$K_{(A)} - K_{(O)} = W_{B(O) \rightarrow (A)} + W_{N(O) \rightarrow (A)} + W_{F(O) \rightarrow (A)} \rightarrow$$

$$\frac{1}{2} m v_A^2 - \frac{1}{2} m v_0^2 = 0 + 0 + F \cdot \Delta x_1 \rightarrow m v_A^2 - m v_0^2 = 2 \cdot F \cdot \Delta x_1 \rightarrow$$

$$v_A^2 = 2 \cdot \frac{F}{m} \cdot \Delta x_1 + v_0^2 \rightarrow v_A^2 = 2 \cdot 2 \cdot 32 + 16 \rightarrow v_A = \sqrt{144} \rightarrow v_A = 12 \text{ m/s}$$

Όμως στη διαδρομή ΟΑ κάνει ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση με

$$\alpha_1 = \frac{F}{m} = 2 \text{ m/s}^2, \text{ άρα } v_A = v_0 + \alpha_1 \cdot \Delta t_1 \rightarrow \Delta t_1 = \frac{v_A - v_0}{\alpha_1} \rightarrow \Delta t_1 = 4 \text{ s}.$$

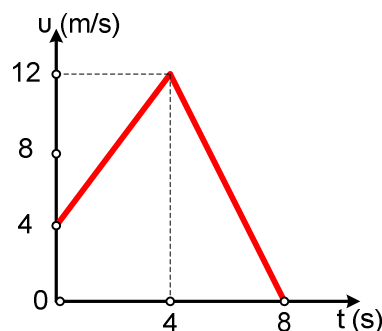
Στη διαδρομή ΑΓ κάνει ευθύγραμμη ομαλά επιβραδυνόμενη κίνηση με

$$\alpha_2 = \frac{\Sigma F}{m} = \frac{F - T_{ολ}}{m} = \frac{8 - 20}{4} \rightarrow \alpha_2 = -3 \text{ m/s}^2, \text{ άρα}$$

$$v = v_A - |\alpha_2| \cdot t \xrightarrow[t = \Delta t_2]{v=0} \Delta t_2 = \frac{v_A}{|\alpha_2|} \rightarrow \Delta t_2 = 4 \text{ s}.$$

Επομένως ο συνολικός χρόνος της κίνησης είναι $t_{ολ} = \Delta t_1 + \Delta t_2 \rightarrow t_{ολ} = 8 \text{ s}$.

δ) Από τα προηγούμενα προκύπτει ότι η γραφική παράσταση $v - t$, είναι η εξής:



ε) Η απόλυτη τιμή του έργου της τριβής ολίσθησης εκφράζει την ενέργεια που αφαιρείται από το σώμα και μεταφέρεται μέσω θερμότητας (Q) στο περιβάλλον, άρα:

$$Q = |W_{T_{ολ}}| = |-T_{ολ} \cdot \Delta x_2| = 20 \cdot 24 \rightarrow Q = 480 \text{ J}$$

Υλικό Φυσικής - Χημείας.

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

Επιμέλεια

Μαρούσης Βαγγέλης