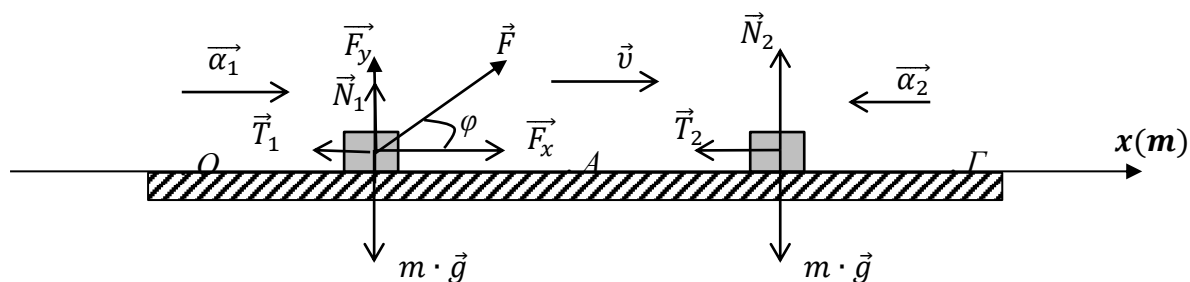


ΘΕΜΑ 4Ενδεικτική λύση

4.1) Στο σχήμα έχουν σχεδιαστεί οι δυνάμεις που ασκούνται στον κύβο τόσο στο τμήμα της διαδρομής (ΟΑ) όπου ασκείται η $\vec{F}$ όσο και στη διαδρομή (ΑΓ) όπου η $\vec{F}$ έχει καταργηθεί.

Διαδρομή (ΟΑ)

Η $\vec{F}$ έχει αναλυθεί σε συνιστώσες σε οριζόντιο και κατακόρυφο άξονα και τα μέτρα τους υπολογίζονται ως εξής:

$$F_y = F \cdot \eta\mu\varphi = 10 \cdot 0,6 \text{ N} = 6 \text{ N}$$

$$F_x = F \cdot \sigma\upsilon\nu\varphi = 10 \cdot 0,8 \text{ N} = 8 \text{ N}$$

Μονάδες 2

Στον κατακόρυφο άξονα ισχύει ο 1^{ος} νόμος του Newton, οπότε:

$$\sum \vec{F}_y = 0 \text{ ή } \vec{N}_1 + \vec{w} + \vec{F}_y = 0 \text{ ή } N_1 + F_y = w$$

$$\text{ή } N_1 = m \cdot g - F_y \text{ ή } N_1 = (10 - 6) \text{ N} = 4 \text{ N}$$

Και από το νόμο της τριβής, υπολογίζουμε το μέτρο της σε αυτήν τη διαδρομή:

$$T_1 = \mu \cdot N_1 \text{ ή } T_1 = 0,5 \cdot 4 \text{ N} = 2 \text{ N}$$

Μονάδες 2

Στη συνέχεια εφαρμόζουμε τον 2^ο νόμο του Newton στον οριζόντιο άξονα:

$\sum \vec{F}_x = m \cdot \vec{a}_1$, ή, λαμβάνοντας ως θετική τη φορά της ταχύτητας,

$$F_x - T_1 = m \cdot a_1 \text{ ή } a_1 = \frac{F_x - T_1}{m} \text{ ή } a_2 = \frac{8 \text{ N} - 2 \text{ N}}{1 \text{ kg}} \text{ ή } a_1 = 6 \text{ m/s}^2$$

Άρα ο κύβος στη διαδρομή (ΟΑ) εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση με επιτάχυνση που έχει μέτρο 6 m/s^2 και κατεύθυνση ομόρροπη της ταχύτητας.

Μονάδες 2

4.2) Αρχικά εφαρμόζοντας την εξίσωση της ταχύτητας στην διαδρομή (ΟΑ) υπολογίζουμε την τιμή της ταχύτητας τη χρονική στιγμή t_1 , όπου η $\vec{F}$ καταργείται:

$$v_1 = v_o + a_1 \cdot \Delta t_1 \text{ ή } v_1 = v_o + a_1 \cdot (t_1 - t_0) \text{ ή } v_1 = ((1 + 6 \cdot (2 - 0)) \text{ m/s}$$

$$v_1 = 13 \text{ m/s}$$

Μονάδες 2

Διαδρομή (ΑΓ)

Η $\vec{F}$ έχει καταργηθεί και στον οριζόντιο άξονα ασκείται μόνο η τριβή η οποία όμως έχει αλλάξει μέτρο, καθώς έχει αλλάξει το μέτρο της κάθετης δύναμης επαφής. Συγκεκριμένα στον κατακόρυφο άξονα ισχύει ο 1^{ος} νόμος του Newton, οπότε:

$$\sum \vec{F}_y = 0 \text{ ή } \vec{N}_2 + \vec{w} = 0 \text{ ή } N_2 = w$$
$$\text{ή } N_2 = m \cdot g \text{ ή } N_2 = 10N$$

Από το νόμο της τριβής, υπολογίζουμε το μέτρο της σε αυτήν τη διαδρομή:

$$T_2 = \mu \cdot N_2 \text{ ή } T_1 = 0,5 \cdot 10N = 5N$$

Μονάδες 2

Στη συνέχεια εφαρμόζουμε τον 2^ο νόμο του Newton στον οριζόντιο άξονα:

$$\sum \vec{F}_x = m \cdot \vec{a}_1, \text{ ή λαμβάνοντας ως θετική τη φορά της ταχύτητας,}$$
$$-T_2 = m \cdot a_2 \text{ ή } a_2 = \frac{-T_2}{m} \text{ ή } a_2 = \frac{-5N}{1 \text{ kg}} \text{ ή } a_2 = -5 \text{ m/s}^2$$

Άρα, ο κύβος στη διαδρομή (ΑΓ) εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά επιβραδυνόμενη κίνηση με επιτάχυνση που έχει μέτρο 5 m/s^2 και κατεύθυνση αντίρροπη της ταχύτητας. Τελικά εφαρμόζοντας την εξίσωση της ταχύτητας στην διαδρομή (ΑΓ) υπολογίζουμε τη χρονική διάρκεια της επιβραδυνόμενης κίνησης και τη χρονική στιγμή t_2 που ο κύβος ακινητοποιείται:

$$v = v_o + a_2 \cdot \Delta t_1 \text{ ή } v_f = v_1 + a_2 \cdot \Delta t_2 \text{ ή } 0 = \frac{13m}{s} - 5 \cdot \Delta t_2$$
$$\Delta t_2 = 2,6 \text{ s ή } \Delta t_2 = t_2 - t_1 \text{ ή } t_2 = 4,6 \text{ s}$$

Μονάδες 3

4.3) Το έργο της τριβής από τη χρονική $t_0 = 0$ έως τη χρονική στιγμή που ο κύβος ακινητοποιείται υπολογίζεται με τη βοήθεια του ορισμού του έργου σταθερής δύναμης:

$$W_T = |\vec{T}_1| \cdot |\Delta \vec{x}_{OA}| \cdot \sin 180^\circ + |\vec{T}_2| \cdot |\Delta \vec{x}_{AG}| \cdot \sin 180^\circ = -T_1 \cdot \Delta x_1 - T_2 \cdot \Delta x_2 \quad (1)$$

Μονάδες 2

Εφαρμόζοντας την εξίσωση της μετατόπισης στη διαδρομή (ΟΑ) υπολογίζουμε:

$$\Delta x_1 = v_o \cdot \Delta t_1 + \frac{1}{2} \cdot a_1 \cdot \Delta t^2 \text{ ή } \Delta x_1 = \left(1 \cdot 2 + \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot 2^2 \right) m$$
$$\text{ή } \Delta x_1 = 14 \text{ m.}$$

Μονάδες 2

Αντίστοιχα, εφαρμόζοντας την εξίσωση της μετατόπισης στη διαδρομή (ΑΓ), υπολογίζουμε:

$$\Delta x_2 = v_1 \cdot \Delta t_2 + \frac{1}{2} \cdot a_2 \cdot \Delta t_2^2 \text{ ή } \Delta x_2 = \left(13 \cdot 2,6 - \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 2,6^2 \right) m$$
$$\text{ή } \Delta x_2 = 16,9 \text{ m.}$$

Μονάδες 2

Τέλος, αντικαθιστώντας τις μετατοπίσεις στην (1), υπολογίζουμε:

$$W_T = -(2 \cdot 14 + 5 \cdot 16,9)J = -112,5J$$

4.4) Η εξίσωση της ταχύτητας για τη διαδρομή (ΟΑ) είναι:

$$v = v_o + \alpha_1 \cdot t \text{ ή } v = 1 + 6 \cdot t \text{ (S.I), για } 0 \leq t \leq 2s$$

Και αντίστοιχα για τη διαδρομή (ΑΓ):

$$v = v_o + \alpha_2 \cdot (t - 2) \text{ ή } v = 13 - 5 \cdot (t - 2) \text{ (S.I), για } 2s \leq t \leq 4,6s$$

Και στη συνέχεια απεικονίζεται το ζητούμενο διάγραμμα για $0 \leq t \leq 4,6 s$:

