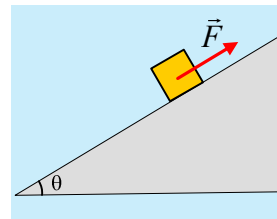


Η ισορροπία και η επιτάχυνση του σώματος

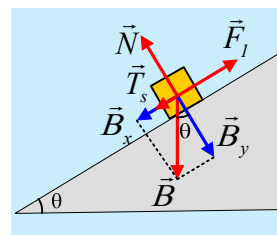
Ένα σώμα μάζας 2kg ισορροπεί σε κεκλιμένο επίπεδο κλίσεως θ , με την επίδραση δύναμης F , παράλληλης στο επίπεδο όπως στο σχήμα, μέτρου $F_1=15\text{N}$. Δίνεται ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μεταξύ του σώματος και του επιπέδου $\mu=0,25$, η επιτάχυνση της βαρύτητας $g=10\text{m/s}^2$, ενώ για την γωνία θ , $\eta\mu\theta=0,6$ και $\sigma\upsilon\nu\theta=0,8$.



- i) Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα, υπολογίζοντας τις συνιστώσες B_x και B_y , του βάρους B του σώματος, παράλληλης και κάθετης στο κεκλιμένο επίπεδο, αντίστοιχα.
- ii) Να υπολογιστεί το μέτρο της τριβής που ασκείται στο σώμα.
- iii) Σε μια στιγμή $t_0=0$, μεταβάλλουμε το μέτρο της ασκούμενης δύναμης στην τιμή $F_2=5\text{N}$.
 - α) Να υπολογιστεί η κινητική ενέργεια του σώματος τη στιγμή $t_1=2\text{s}$.
 - β) Να υπολογιστεί το έργο της δύναμης F από 0-2s.
 - γ) Ποια η μεταβολή της δυναμικής ενέργειας του σώματος από 0-2s;

Απάντηση:

- i) Στο διπλανό σχήμα έχουν σχεδιαστεί οι δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα και οι ανάλυση του βάρους σε δυο συνιστώσες B_x παράλληλης στο επίπεδο και B_y κάθετη σε αυτό. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η γωνία μεταξύ του βάρους και της συνιστώσας B_y είναι ίση με την κλίση του επιπέδου θ , θα έχουμε:



$$\eta\mu\theta = \frac{B_x}{B} \rightarrow B_x = mg \cdot \eta\mu\theta = 2 \cdot 10 \cdot 0,6 \text{ N} = 12 \text{ N}$$

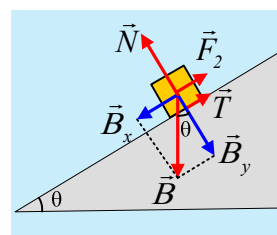
$$\sigma\upsilon\nu\theta = \frac{B_y}{B} \rightarrow B_y = mg \cdot \sigma\upsilon\nu\theta = 2 \cdot 10 \cdot 0,8 \text{ N} = 16 \text{ N}$$

- ii) Αφού το σώμα ισορροπεί η ασκούμενη τριβή είναι στατική, και λαμβάνοντας υπόψη ότι η δύναμη F_1 είναι μεγαλύτερη από την συνιστώσα B_x , θα έχει φορά προς τα κάτω, για να ικανοποιείται η συνθήκη ισορροπίας:

$$\Sigma F_x = 0 \rightarrow F_1 - T_s - B_x = 0 \rightarrow T_s = F_1 - B_x \rightarrow T_s = 15 \text{ N} - 12 \text{ N} = 3 \text{ N}$$

- iii) Από τη στιγμή που η ασκούμενη δύναμη αποκτά μέτρο μικρότερο από 12N (η συνιστώσα B_x), το σώμα τείνει να κινηθεί προς τα κάτω, οπότε δέχεται τριβή με κατεύθυνση προς τα πάνω, όπως στο σχήμα, ενώ αφού υπονοείται από τα επόμενα ερωτήματα ότι το σώμα κινείται, αυτή είναι τριβή ολίσθησης με μέτρο:

$$T = \mu N = \mu B_y = 0,25 \cdot 16 \text{ N} = 4 \text{ N}$$



Αφού το σώμα ισορροπεί στην διεύθυνση y , την κάθετη στο επίπεδο και $\Sigma F_y=0$ ή $N=B_y$.

Παίρνοντας τώρα το θεμελιώδη νόμο της δυναμικής και με θετική φορά την φορά προς τα κάτω που θα κινηθεί το σώμα, βρίσκουμε για την επιτάχυνση που θα αποκτήσει το σώμα:

$$\Sigma F_x = ma \rightarrow B_x - T - F_2 = ma \rightarrow$$

$$a = \frac{B_x - T - F_2}{m} = \frac{12N - 4N - 5N}{2kg} = 1,5m/s^2$$

Συνεπώς το σώμα αρχίζει να εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση, κατεβαίνοντας κατά μήκος του κεκλιμένου επιπέδου, για την οποία ισχύουν οι εξισώσεις:

$$v = at \quad (1) \quad \text{και} \quad \Delta x = x = \frac{1}{2}at^2 \quad (2)$$

α) Τη στιγμή t_1 το σώμα έχει αποκτήσει ταχύτητα (σχέση 1):

$$v_1 = at_1 = 1,5 \cdot 2 \text{ m/s} = 3 \text{ m/s}$$

Και κινητική ενέργεια:

$$K_1 = \frac{1}{2}m \cdot v_1^2 = \frac{1}{2}2 \cdot 3^2 \text{ J} = 9 \text{ J}$$

β) Η αντίστοιχη μετατόπιση του σώματος είναι:

$$x_1 = \frac{1}{2}at_1^2 = \frac{1}{2}1,5 \cdot 2^2 \text{ m} = 3 \text{ m},$$

οπότε η δύναμη παράγει έργο:

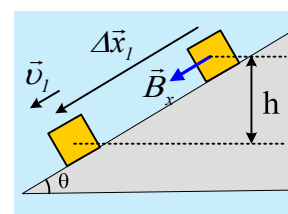
$$W_F = F_2 \cdot x_1 \cdot \cos 180^\circ = -F_2 \cdot x_1 = -5 \cdot 3 \text{ J} = -15 \text{ J}$$

γ) Η μεταβολή της δυναμικής ενέργειας συνδέεται με το έργο του βάρους:

$$W_B = -\Delta U_{0-t_1} \rightarrow$$

$$\Delta U_{0-t_1} = -W_B = -B_x \cdot x_1 = -12N \cdot 3m = -36 \text{ J}$$

Όπου το αρνητικό αποτέλεσμα μας λέει ότι η δυναμική ενέργεια μειώθηκε, πράγμα αναμενόμενο, αφού το σώμα κατέβηκε κατά μήκος του κεκλιμένου επιπέδου κατά $\Delta x = x_1$ και ισοδύναμα κατακόρυφα κατά h , όπως φαίνεται στο σχήμα δίπλα.



dmargaris@gmail.com