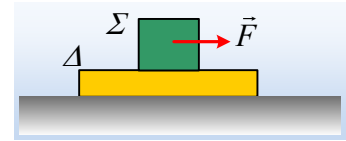


Στο πάνω σώμα ασκείται δύναμη. Μετά τι;

1. Λείο επίπεδο.

Ένα σώμα Σ , μάζας $2M$ ηρεμεί πάνω σε μια δοκό Δ , μάζας M , η οποία είναι ακίνητη σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Σε μια στιγμή ασκούμε στο πάνω σώμα Σ μια οριζόντια δύναμη με μέτρο $F=0,9Mg$.



Για τις περιπτώσεις που ακολουθούν, να σχεδιάσετε πρώτα σε διαφορετικά σχήματα τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα Σ και στη δοκό και στη συνέχεια να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις ως σωστές ή λανθασμένες, δικαιολογώντας τις απαντήσεις σας.

1) Αν δεν εμφανίζονται τριβές μεταξύ του σώματος (Σ) και της δοκού (Δ).

i) Το σώμα (Σ) θα επιταχυνθεί, ενώ η δοκός θα παραμείνει ακίνητη.

ii) Το σώμα (Σ) θα επιταχυνθεί προς τα δεξιά, παρασύροντας στην κίνησή του και τη δοκό.

2) Αν αναπτύσσεται τριβή μεταξύ σώματος και σανίδας με συντελεστής τριβής $\mu=0,5$:

i) Το (Σ) σώμα θα δεχτεί δύναμη τριβής από τη δοκό, με φορά προς τα αριστερά.

ii) Η δοκός θα δεχτεί δύναμη τριβής από το σώμα (Σ) με φορά προς τα αριστερά.

iii) Το σώμα (Σ) θα επιταχυνθεί προς τα δεξιά μαζί με τη δοκό με επιτάχυνση $a=0,3g$.

iv) Η τριβή που δέχεται το σώμα (Σ) από τη δοκό έχει μέτρο:

$$\alpha) T_1=0,3Mg, \quad \beta) T_1=0,4Mg, \quad \gamma) T_1=0,5Mg.$$

3) Αν ο συντελεστής τριβής μεταξύ (Σ) και δοκού είχε τιμή $\mu=0,1$ τότε:

i) Το σώμα (Σ) θα επιταχυνθεί προς τα δεξιά μαζί με τη δοκό με επιτάχυνση $a=0,3g$.

ii) Το σώμα (Σ) θα αποκτήσει επιτάχυνση με μέτρο:

$$\alpha) a_1=0,1g, \quad \beta) a_1=0,2g, \quad \gamma) a_1=0,3g, \quad \delta) \text{άλλη τιμή.}$$

iii) Η δοκός (Δ) θα αποκτήσει επιτάχυνση:

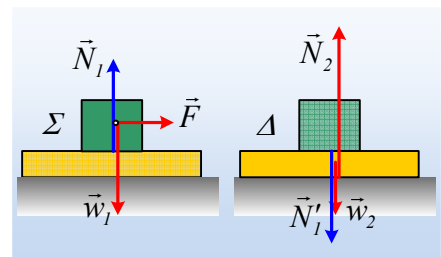
$$\alpha) a_1=0,1g, \quad \beta) a_1=0,2g, \quad \gamma) a_1=0,3g, \quad \delta) \text{άλλη τιμή.}$$

Απάντηση:

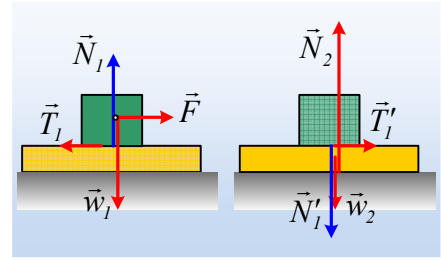
1) Στο διπλανό σχήμα έχουν σχεδιαστεί οι δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα (Σ) και στη δοκό (Δ) όπου N_1 η δύναμη που ασκεί η δοκός στο σώμα (Σ) και N_1' η αντίδρασή της. Έτσι στην οριζόντια διεύθυνση, το μεν σώμα (Σ) θα επιταχυνθεί εξαιτίας της δύναμης F ($F=2M \cdot a_1$), ενώ η δοκός δεν δέχεται κάποια οριζόντια δύναμη με αποτέλεσμα να ισορροπεί και $\Sigma F=0$.

i) Με βάση τα παραπάνω η πρόταση είναι σωστή.

ii) Η πρόταση είναι λανθασμένη, αφού η δοκός δεν θα κινηθεί.



- 2) Μόλις ασκηθεί η δύναμη F στο σώμα (Σ), αυτό τείνει να κινηθεί προς τα δεξιά, οπότε ασκείται πάνω του δύναμη τριβής T_1 με κατεύθυνση προς τα αριστερά. Η αντίδρασή της T_1' ασκείται στη δοκό, με φορά προς τα δεξιά, όπως στο διπλανό σχήμα.



i) Η πρόταση, με βάση τα παραπάνω, είναι σωστή.

ii) Η πρόταση είναι λανθασμένη.

iii) Το ερώτημα είναι η εμφανιζόμενη τριβή, είναι στατική

(πράγμα που σημαίνει ότι το σώμα (Σ) δεν θα ολισθήσει πάνω στη δοκό, αλλά τα δύο σώματα θα κινηθούν μαζί) ή τριβή ολίσθησης, οπότε τα σώματα θα κινηθούν με διαφορετικές επιταχύνσεις. Έστω ότι τα δύο σώματα κινούνται μαζί. Εφαρμόζοντας τότε το 2^ο νόμο του Νεύτωνα για κάθε σώμα χωριστά παίρνουμε:

$$\text{Σώμα } (\Sigma): \quad \Sigma F_x = 2M \cdot a_1 \rightarrow F - T_1 = 2M \cdot a_1 \quad (1)$$

$$\text{Δοκός } (\Delta): \quad \Sigma F_x = M \cdot a_2 \rightarrow T_1' = M \cdot a_2 \quad (2)$$

Με πρόσθεση κατά μέλη των (1) και (2) λαμβάνοντας υπόψη ότι $T_1 = T_1'$ και ότι $a_1 = a_2 = a$ παίρνουμε:

$$F = (2M + M)a \rightarrow a = \frac{F}{3M} = \frac{0,9Mg}{3M} = 0,3g$$

Το θέμα είναι, μπορεί να αναπτυχθεί αυτή η τριβή; Επιστρέφοντας στην (2) βρίσκουμε:

$$T_1' = M \cdot a = 0,3Mg = T_1.$$

Ενώ η μέγιστη δυνατή τριβή που μπορεί να αναπτυχθεί, η οριακή τριβή, λαμβάνοντας υπόψη ότι το σώμα (Σ) ισορροπεί στην κατακόρυφη διεύθυνση, συνεπώς $\Sigma F_y = 0$ ή $N_1 = w_1 = 2Mg$, έχει μέτρο:

$$T_{max} = T_{op} = \mu \cdot N_1 = \mu \cdot 2Mg = 2 \cdot 0,5 \cdot Mg = Mg.$$

Πολύ μεγαλύτερη από την απαιτούμενη τριβή, ώστε τα δύο σώματα να επιταχυνθούν μαζί. Συνεπώς μόλις ασκηθεί η δύναμη F στο πάνω σώμα, εμφανίζεται στατική τριβή με μέτρο $T_s = T_1 = 0,3Mg$ οπότε τα δύο σώματα επιταχύνονται μαζί, σαν ένα σώμα, με κοινή επιτάχυνση $a = 0,3g$. Σωστή πρόταση.

iv) Με βάση το προηγούμενο ερώτημα σωστή είναι η α) επιλογή, η τριβή έχει μέτρο $T = 0,3Mg$.

- 3) Δουλεύοντας όπως ακριβώς στο προηγούμενο ερώτημα, αφού οι δυνάμεις είναι «ίδιες» παίρνουμε:

$$\text{Σώμα } (\Sigma): \quad \Sigma F_x = 2M \cdot a_1 \rightarrow F - T_1 = 2M \cdot a_1 \quad (3)$$

$$\text{Δοκός } (\Delta): \quad \Sigma F_x = M \cdot a_2 \rightarrow T_1' = M \cdot a_2 \quad (4)$$

i) Με πρόσθεση κατά μέλη των (1) και (2) λαμβάνοντας υπόψη ότι $T_1 = T_1'$ και ότι $a_1 = a_2 = a'$ παίρνουμε:

$$F = (2M + M)a' \rightarrow a' = \frac{F}{3M} = \frac{0,9Mg}{3M} = 0,3g$$

Το θέμα είναι, μπορεί να αναπτυχθεί αυτή η τριβή; Επιστρέφοντας στην (4) βρίσκουμε:

$$T_1' = M \cdot a' = 0,3Mg = T_1.$$

Ενώ η μέγιστη δυνατή τριβή που μπορεί να αναπτυχθεί, η οριακή τριβή, λαμβάνοντας υπόψη ότι το σώμα (Σ) ισορροπεί στην κατακόρυφη διεύθυνση, συνεπώς $\Sigma F_y = 0$ ή $N_1 = w_1 = 2Mg$, έχει μέτρο:

$$T_{max} = T_{op} = \mu \cdot N_1 = \mu \cdot 2Mg = 2 \cdot 0,1 \cdot Mg = 0,2Mg.$$

Αλλά τότε δεν μπορεί να υπάρξει τριβή με μέτρο $T_1 = 0,3Mg$ και η υπόθεσή μας ότι τα δυο σώματα θα κινηθούν μαζί, οδηγήθηκε σε άτοπο. Η πρόταση είναι λανθασμένη.

ii) Τα σώματα θα κινηθούν χωριστά, το καθένα με τη δική του επιτάχυνση, ενώ η τριβή μεταξύ τους θα είναι τριβή ολίσθησης, μέτρου $T = 0,2Mg$, οπότε από την εξίσωση (3) παίρνουμε:

$$a_1 = \frac{F - T}{2M} = \frac{0,9Mg - 0,2Mg}{2M} = 0,35g$$

Σωστή η δ) πρόταση.

iii) Με αντικατάσταση στην εξίσωση (4) παίρνουμε:

$$a_2 = \frac{T}{M} = \frac{0,2Mg}{M} = 0,2g$$

Σωστή η β) πρόταση.

Φυσικής-Χημείας

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

Επιμέλεια:

Λιονύσης Μάργαρης