

Η τριβή ολίσθησης επιταχύνει το σώμα

Πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο ηρεμεί το σύστημα των σωμάτων Σ1(σανίδα) και Σ2(κύβος) του σχήματος, με μάζες $m_1 = 3kg$ και $m_2 = 2kg$ αντίστοιχα, όπως φαίνεται στο σχήμα 1. Ασκούμε στο Σ1 οριζόντια δύναμη \vec{F} και μελετάμε τη συμπεριφορά του συστήματος.

Σχήμα 1



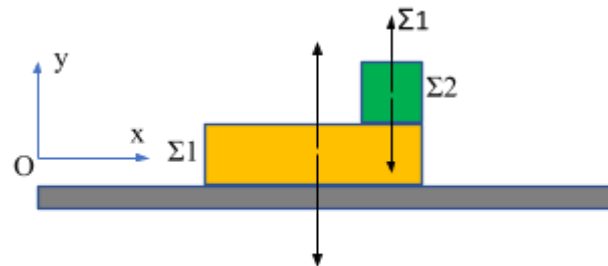
- A) Αν μεταξύ των σωμάτων δεν εμφανίζεται τριβή, τι κίνηση θα εκτελέσει κάθε σώμα;
- B) Αν μεταξύ των σωμάτων υπάρχει τριβή, με συντελεστές τριβής $\mu = \mu_s = 0,3$ ποια είναι η μέγιστη τιμή της κοινής επιτάχυνσης των δύο σωμάτων ώστε να μην υπάρξει ολίσθηση του σώματος Σ2, πάνω στο Σ1; Ποια είναι η αντίστοιχη μέγιστη τιμή στο μέτρο F της ασκούμενης δύναμης;
- Γ) Επαναλαμβάνουμε το πείραμα, με μέτρο δύναμης $F = 18N$.
 - α) Τι κίνηση θα εκτελέσει κάθε σώμα;
 - β) Ποια θα είναι τα μέτρα των επιταχύνσεων των σωμάτων;
 - γ) Να κάνετε στους ίδιους βαθμολογημένους άξονες, τις γραφικές παραστάσεις μετατόπισης – χρόνου για τα δύο σώματα από $t_0 = 0$, μέχρι $t = 2s$.
 - δ) Πόσο είναι το ελάχιστο μήκος της σανίδας Σ1, ώστε το σώμα Σ2 να παραμείνει πάνω της, μέχρι τη χρονική στιγμή $t = 2s$, αν η αρχική θέση του Σ2 είναι αυτή του σχήματος 1; Δίνεται η πλευρά του κύβου $d = 0,5m$.

Δίνεται $g = 10m/s^2$.

Απάντηση

A) Στο σχήμα 2 έχουν σχεδιαστεί οι δυνάμεις στα σώματα.

Το Σ1 δέχεται στον οριζόντιο άξονα Ox μόνο τη δύναμη \vec{F} άρα θα εκτελέσει ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση, όπως επιβάλλει ο 2^{ος} Νόμος Newton.

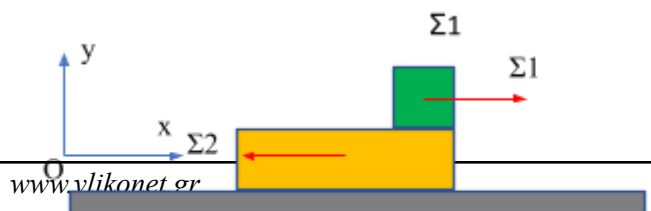


Σχήμα 2

Το Σ2 δεν δέχεται δυνάμεις στον άξονα Ox , άρα – εφόσον αρχικά ηρεμεί – θα εξακολουθήσει να ηρεμεί, όπως επιβάλλει ο 1^{ος} Νόμος Newton.

Το Σ1 θα κινηθεί κάτω από το ακίνητο Σ2 και το Σ2 προφανώς θα πέσει στο έδαφος.

B) Στο σχήμα 3 έχουν σχεδιαστεί οι δυνάμεις στα σώματα. Προσοχή στις δύο στατικές τριβές $\vec{T}_{\sigma 1} = -\vec{T}_{\sigma 2}$ δράση -αντίδραση, που



Σχήμα 3

αναπτύσσονται μεταξύ των σωμάτων. Η $T_{\sigma 2}$ έχει φορά προς τα δεξιά, γιατί είναι η μόνη που μπορεί να επιταχύνει το σώμα Σ2. Άλλωστε λόγω αδράνειας το Σ2 έχει την τάση να κινηθεί προς τα αριστερά, οπότε η στατική τριβή τείνει να το εμποδίσει.

Για το Σ2

$$\sum F_y = 0 \Leftrightarrow N_2 = W_2 \Leftrightarrow N_2 = m_2 g \quad (1)$$

$$\text{Η οριακή τριβή θα είναι } T_{op} = \mu_{\sigma} N_2 \xrightarrow{(1)} T_{op} = \mu_{\sigma} m_2 g \quad (2)$$

Ο 2ος Νόμος Newton για το Σ2 δίνει

$$\sum F_x = m_2 a \Leftrightarrow T_{\sigma 2} = m_2 a \quad (3)$$

Για να μην ολισθαίνει το Σ2 πάνω στο Σ1 πρέπει

$$T_{\sigma 2} \leq T_{op} \xrightarrow{(2),(3)} m_2 a \leq \mu_{\sigma} m_2 g \Leftrightarrow a \leq \mu_{\sigma} g \Leftrightarrow a \leq 3 \text{ m/s}^2 \Leftrightarrow$$

$$a_{max} = 3 \text{ m/s}^2$$

Για να αποκτήσει αυτή την επιτάχυνση το σώμα Σ1 πρέπει

$$\sum F_x = m_1 a \Leftrightarrow F_{max} - T_{op} = m_1 a_{max} \Leftrightarrow F_{max} = \mu_{\sigma} m_2 g + m_1 a_{max} \Leftrightarrow F_{max} = 0,3 \cdot 20 + 3 \cdot 3 \Leftrightarrow$$

$$F_{max} = 15 \text{ N}$$

Γ) α) Η δύναμη έχει μέτρο $F > F_{max}$ άρα το Σ2 ολισθαίνει πάνω στο Σ1 και η τριβή είναι πλέον τριβή ολίσθησης, μέτρου $T = \mu N_2 = \mu m_2 g = 0,3 \cdot 20 = 6 \text{ N}$. Προφανώς τα δυο σώματα εκτελούν ομαλά επιταχυνόμενες κινήσεις με διαφορετικές επιταχύνσεις.

β) Παίρνουμε το 2^ο Νόμο Newton για κάθε σώμα:

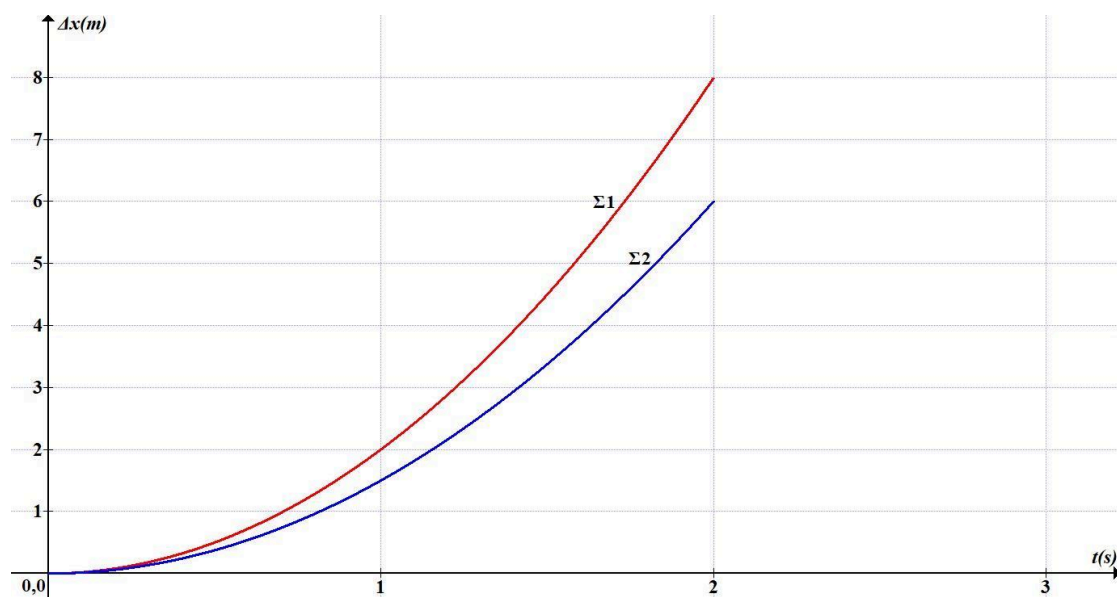
$$\Sigma 1: \sum F_x = m_1 a_1 \Leftrightarrow F - T = m_1 a_1 \Leftrightarrow 18 - 6 = 3 a_1 \Leftrightarrow a_1 = 4 \text{ m/s}^2$$

$$\Sigma 2: \sum F_x = m_2 a_2 \Leftrightarrow T = m_2 a_2 \Leftrightarrow 6 = 2 a_2 \Leftrightarrow a_2 = 3 \text{ m/s}^2$$

$$\gamma) \text{ Η θέση του } \Sigma 1 \text{ θα είναι } x_1 = \frac{1}{2} a_1 t^2 = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 2^2 = 8 \text{ m}$$

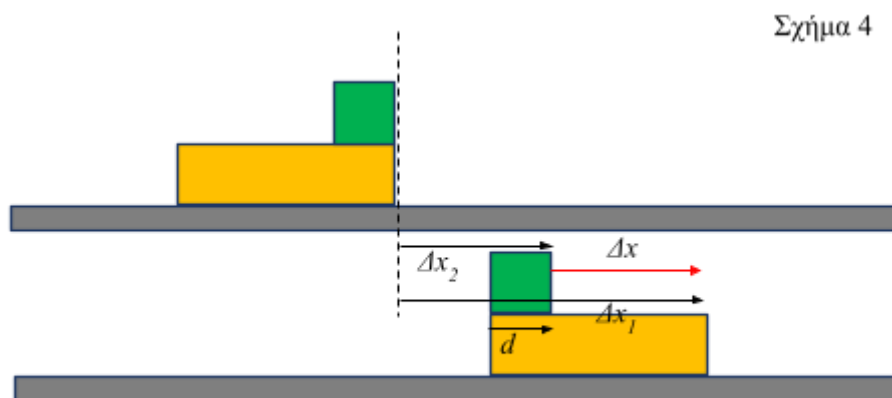
$$\text{Η θέση του } \Sigma 2 \text{ θα είναι } x_2 = \frac{1}{2} a_2 t^2 = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 2^2 = 6 \text{ m}$$

Η γραφική παράσταση θα είναι



δ) Στα προηγούμενα ερωτήματα τα σώματα αντιμετωπίστηκαν σαν υλικά σημεία. Στο ερώτημα αυτό όμως έχει σημασία η διάσταση **μήκος**. Για να παραμείνει το Σ2 πάνω στη σανίδα Σ1, αρκεί η σανίδα να έχει ελάχιστο μήκος

$$L = \Delta x_1 - \Delta x_2 + d = \Delta x + d = 2 + 0,5 = 2,5m \text{ (σχήμα 4)}$$



Σχόλιο

Μπορείτε να δείτε και το αρχείο InteractivePhysics

[Η τριβή ολίσθησης επιταχύνει το σώμα](#)

Ανδρέας Ριζόπουλος