

Είναι ελαστική η κρούση;

Σε ένα οριζόντιο επίπεδο ηρεμούν δυο σώματα A και B με μάζες $m_1=0,95\text{kg}$ και $m_2=2\text{kg}$, όπου το B είναι δεμένο στο άκρο ελατηρίου σταθεράς $k=10\text{N/m}$, το οποίο έχει το φυσικό του μήκος. Τα σώματα παρουσιάζουν με το επίπεδο συντελεστή τριβής $\mu=0,5$ και η απόσταση μεταξύ τους είναι $d=2\text{m}$. Σε μια στιγμή ένα βλήμα μάζας $m=50\text{g}$ το οποίο κινείται οριζόντια πάνω στην ευθεία που συμπίπτει με τον άξονα του ελατηρίου, με ταχύτητα $v=120\text{m/s}$ σφηνώνεται στο σώμα A.



- i) Να βρεθεί η ταχύτητα του σώματος A μετά την κρούση.
- ii) Με ποια ταχύτητα το A σώμα φτάνει στο σώμα B;
- iii) Αν τελικά το σώμα A, μετά τη δεύτερη κρούση, σταματήσει αφού μετακινηθεί κατά 10cm προς τα αριστερά, να εξετασθεί αν η κρούση μεταξύ των σωμάτων A και B ήταν ελαστική και να υπολογιστεί η τελική απόσταση μεταξύ των σωμάτων, μετά την ακινητοποίησή τους.

Απάντηση:

- i) Για την πλαστική κρούση μεταξύ βλήματος και σώματος A εφαρμόζουμε την Α.Δ.Ο.

$$\vec{P}_{\pi\rho} = \vec{P}_{\mu\epsilon\tau} \rightarrow mv = (m_1 + m) \cdot v_{\kappa} \rightarrow$$

$$v_{\kappa} = \frac{mv}{m_1 + m} = \frac{0,05 \cdot 120}{1} \text{ m/s} = 6 \text{ m/s}$$

- ii) Στο σχήμα φαίνονται οι δυνάμεις που ασκούνται στο συσσωμάτωμα (ας το ονομάζουμε σώμα A, αφού απλώς έχει σφηνωθεί μια μικρή σφαίρα μέσα του...). Εφαρμόζουμε το Θ.Μ.Κ.Ε. για το σώμα από την θέση αμέσως μετά την κρούση, μέχρι τη θέση πριν την κρούση του με το σώμα B:

$$K_{\text{τελ}} - K_{\text{αρχ}} = W_w + W_N + W_T \text{ ή}$$

$$\frac{1}{2} (m_1 + m) v_1^2 - \frac{1}{2} (m_1 + m) v_{\kappa}^2 = -\mu (m_1 + m) g \cdot d \rightarrow$$

$$v_1 = \sqrt{v_{\kappa}^2 - 2\mu g d} = \sqrt{36 - 20} \text{ m/s} = 4 \text{ m/s}$$

- iii) Αφού το σώμα A διένυσε απόσταση $x = 10\text{cm}$ κινούμενο προς τα αριστερά, μετά την κρούση είχε ταχύτητα v_1' το μέτρο της οποίας θα υπολογίσουμε εφαρμόζοντας το Θ.Μ.Κ.Ε. για την κίνησή του.

$$K_{\text{τελ}} - K_{\text{αρχ}} = W_w + W_N + W_T \text{ ή}$$

$$0 - \frac{1}{2} (m_1 + m) v_1'^2 = -\mu (m_1 + m) g \cdot x \rightarrow$$

$$v_1' = \sqrt{2\mu g x} = \sqrt{2 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10^{-2}} \text{ m/s} = 1 \text{ m/s}$$

Αν η κρούση ήταν ελαστική, το A σώμα θα αποκτούσε ταχύτητα:

$$v_1' = \frac{m_1 + m - m_2}{m_1 + m + m_2} v_1 = \frac{1 - 2}{1 + 2} 4 \text{ m/s} = -\frac{4}{3} \text{ m/s}$$

ενώ η ταχύτητά του μετά την κρούση ήταν $v_1' = -1\text{ m/s}$, συνεπώς η κρούση δεν ήταν ελαστική.

Εφαρμόζουμε την Α.Δ.Ο. για την δεύτερη κρούση και έχουμε:

$$\vec{P}_{\pi\rho} = \vec{P}_{\mu\epsilon\tau} \rightarrow$$

$$(m_1+m)v_1 = (m_1+m)v_1' + m_2v_2' \quad \text{ή}$$

$$v_2' = \frac{(m_1+m)(v_1 - v_1')}{m_2} = \frac{1(4 - (-1))}{2} \text{ m/s} = 2,5 \text{ m/s}$$

Το σώμα Β κινείται προς τα δεξιά και έστω ότι σταματά αφού διανύσει απόσταση s . Εφαρμόζουμε το Θ.Μ.Κ.Ε. μεταξύ της θέσης αμέσως μετά την κρούση και στη θέση που μηδενίζεται η ταχύτητά του και έχουμε:

$$K_{\text{τελ}} - K_{\text{αρχ}} = W_w + W_N + W_{T_2} + W_{F_{ελ}} \quad \text{ή}$$

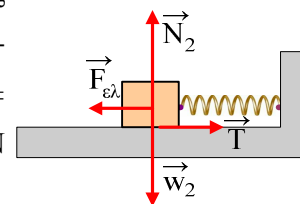
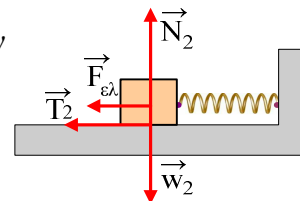
$$0 - \frac{1}{2} m_2 v_2'^2 = -\mu m_2 g \cdot s + (0 - \frac{1}{2} k s^2) \rightarrow$$

$$k s^2 + 2\mu m_2 g s - m_2 v_2'^2 = 0 \quad \text{ή}$$

$$10s^2 + 20s - 12,5 = 0 \rightarrow s = 0,5 \text{ m.}$$

Το ερώτημα είναι τι θα κάνει το σώμα Β μετά το μηδενισμό της ταχύτητάς του; Οι δυνάμεις που ασκούνται πάνω του φαίνονται στο διπλανό σχήμα, όπου $F_{ελ} = k \cdot s = 10 \cdot 0,5 \text{ N} = 5 \text{ N}$, ενώ η τριβή ολίσθησης έχει τιμή $T_{2ολ} = \mu m_2 g = 10 \text{ N}$. Προφανώς η ασκούμενη τριβή είναι στατική τριβή, με μέτρο $T_{στ} = 5 \text{ N}$ και το σώμα θα ισορροπήσει.

Συνεπώς η τελική απόσταση μεταξύ των δύο σωμάτων είναι $x + s = 60 \text{ cm}$.



Υλικό Φυσικής - Χημείας.

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

Επιμέλεια

Λιονύσης Μάργαρης