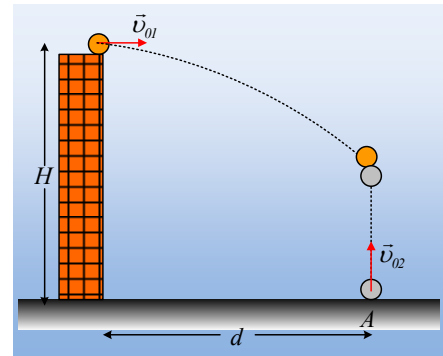


Δυο σώματα που πρόκειται να συγκρουστούν.

Από την ταράτσα μιας πολυκατοικίας σε ύψος $H=40m$ εκτοξεύεται οριζόντια, τη στιγμή $t_0=0$, μια μικρή σφαίρα μάζας $m_1=0,6kg$ με αρχική ταχύτητα $v_{01}=20m/s$. Ταυτόχρονα, μια δεύτερη σφαίρα μάζας $m_2=0,4kg$, εκτοξεύεται από το έδαφος κατακόρυφα προς τα πάνω, από ένα σημείο A, το οποίο απέχει απόσταση $d=40m$ από την πολυκατοικία. Οι δύο σφαίρες συγκρούονται στον αέρα πλαστικά, οπότε δημιουργείται ένα συσσωμάτωμα. Δίνεται ότι $g=10m/s^2$.



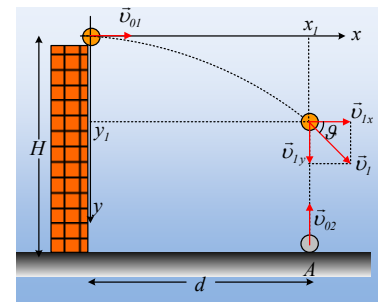
- i) Ποια χρονική στιγμή έγινε η σύγκρουση των δύο σφαιρών.
- ii) Να βρεθούν οι ταχύτητες των δύο σφαιρών, ελάχιστα πριν την κρούση και αμέσως μετά.
- iii) Να υπολογιστεί η απώλεια της μηχανικής ενέργειας εξαιτίας της κρούσης.
- iv) Να βρεθεί η κινητική ενέργεια του συσσωματώματος, τη στιγμή που φτάνει στο έδαφος.

Απάντηση:

i) Αφού η δεύτερη σφαίρα κινείται κατακόρυφα, η σύγκρουση θα συμβεί όταν η πρώτη σφαίρα διανύσει οριζόντια απόσταση d.

Αλλά παίρνοντας τους άξονες x και y, όπως στο διπλανό σχήμα, έχουμε για την κίνηση της πρώτης σφαίρας:

Άξονας x	Άξονας y
$v_1=v_{01}$ (1)	$v_{1y}=gt$ (3)
$x_1=v_{01}t$ (2)	$y_1=\frac{1}{2}gt^2$ (4)



Από την (2) παίρνουμε $d=v_{01} \cdot t_1 \rightarrow t_1 = \frac{d}{v_{01}} = \frac{40}{20} s = 2s$.

ii) Η πρώτη σφαίρα έχει αποκτήσει κατακόρυφη ταχύτητα $v_{1y}=gt_1=10 \cdot 2m/s=20m/s$. Αλλά τότε η ταχύτητά του v_1 έχει μέτρο $v_1 = \sqrt{v_{1x}^2 + v_{1y}^2} = \sqrt{20^2 + 20^2} m/s = 20\sqrt{2} m/s$, ενώ σχηματίζει με την οριζόντια

διεύθυνση γωνία θ , όπου $\epsilon\phi\theta = \frac{v_{1y}}{v_{1x}} = 1$ ή $\theta=45^\circ$.

Η πρώτη σφαίρα έχει κατέλθει κατά $y_1=\frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} 10 \cdot 2^2 m=20m$, οπότε η δεύτερη σφαίρα έχει ανέβει κατά $\Delta y=H-y_1=40m-20m=20m$. Αλλά η μετατόπιση αυτή, θεωρώντας την προς τα πάνω κατεύθυνση ως θετική, δίνεται από την εξίσωση:

$$\Delta y=v_{02}t_1 - \frac{1}{2}gt_1^2 \rightarrow 20 = v_{02} \cdot 2 - \frac{1}{2} 10 \cdot 2^2 \rightarrow 2v_{02}=20+20 \rightarrow v_{02}=20m/s.$$

Αλλά τότε η ταχύτητά της ελάχιστα πριν την κρούση έχει ταχύτητα:

$$v_2=v_{02}-gt=20m/s-10 \cdot 2m/s=0$$

Εξάλλου για την πλαστική κρούση ισχύει η Α.Δ.Ο. από όπου:

$$\vec{p}_{\text{πριν}} = \vec{p}_{\text{μετά}} \quad \text{ή}$$

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \vec{v}_\kappa \quad \text{ή}$$

$$m_1 \vec{v}_1 = (m_1 + m_2) \vec{v}_\kappa$$

Η παραπάνω εξίσωση μας λέει ότι η τελική ταχύτητα του συσσωματώματος έχει την κατεύθυνση της ταχύτητας v_1 (σχηματίζει δηλαδή γωνία 45° με την οριζόντια διεύθυνση), έχοντας μέτρο:

$$v_\kappa = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2} = \frac{0,6 \cdot 20\sqrt{2}}{0,6 + 0,4} \text{ m/s} = 12\sqrt{2} \text{ m/s}$$

iii) Η κινητική ενέργεια πριν την κρούση είναι ίση:

$$K_{\text{πριν}} = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1^2$$

Ενώ αμέσως μετά:

$$K_{\text{μετ}} = \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v_\kappa^2$$

Άρα η απώλεια της κινητικής ενέργειας (στη διάρκεια της κρούσης δεχόμαστε ότι δεν υπάρχει σοβαρή μετατόπιση των σωμάτων, οπότε η δυναμική ενέργεια δεν μεταβάλλεται):

$$\Delta K = K_{\text{πριν}} - K_{\text{μετ}} = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 - \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v_\kappa^2 = \frac{1}{2} 0,6 \cdot (20\sqrt{2})^2 \text{ J} - \frac{1}{2} 1 \cdot (12\sqrt{2})^2 \text{ J} \rightarrow$$

$$\Delta K = 96 \text{ J.}$$

iv) Κατά τη διάρκεια της κίνησης του συσσωματώματος, μετά την κρούση, η μόνη δύναμη που ασκείται είναι το βάρος, οπότε η μηχανική ενέργεια παραμένει σταθερή. Έτσι θεωρώντας τη δυναμική ενέργεια μηδενική στο έδαφος, παίρνουμε:

$$K_{\text{αρχ}} + U_{\text{αρχ}} = K_{\text{τελ}} + U_{\text{τελ}} \rightarrow$$

$$\frac{1}{2} (m_1 + m_2) v_\kappa^2 + (m_1 + m_2) g \cdot \Delta y = K_{\text{τελ}} + 0 \rightarrow$$

$$K_{\text{τελ}} = \frac{1}{2} 1 \cdot (12\sqrt{2})^2 \text{ J} + 1 \cdot 10 \cdot 20 \text{ J} = 344 \text{ J}$$

Υλικό Φυσικής-Χημείας

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

Επιμέλεια:

Διονύσης Μάργαρης