
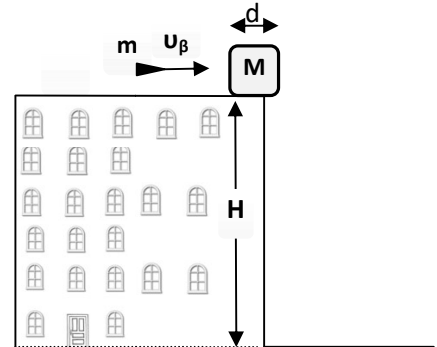


Σύλλογος Θετικών Επιστημόνων Δράμας	Διαγωνισμός στη μνήμη του καθηγητή: Βασίλη Ξανθόπουλου
	Φυσική Β' Τάξης Δράμα, 26 ΜΑΡΤΙΟΥ 2023

ΘΕΜΑ

Ξύλινος κύβος έχει μάζα $M=900\text{g}$ και βρίσκεται ακίνητος στην άκρη της λείας οροφής κτιρίου ύψους $H=80\text{m}$, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Μικρό βλήμα μάζας $m=100\text{g}$ κινείται οριζόντια και σφηνώνεται στον κύβο έχοντας ελάχιστα πριν την κρούση ταχύτητα $v_\beta=100\text{m/s}$. Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$.



α) Να υπολογίσετε την ταχύτητα v_0 του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση και τη μηχανική ενέργεια $E_{\text{απ}}$ που χάθηκε κατά την κρούση. **(Μονάδες 4)**

β) Να υπολογίσετε την σταθερή δύναμη $\vec{F}_κ$ που ασκείται από το βλήμα στο κιβώτιο κατά τη διάρκεια της κρούσης αν αυτή διαρκεί $\Delta t=0,001\text{sec}$, καθώς και το ελάχιστο πλάτος d του κύβου ώστε να μπορεί να πραγματοποιηθεί η κρούση που περιγράφεται. **(Μονάδες 4)**

γ) Αμέσως μετά την ολοκλήρωση της κρούσης, το συσσωμάτωμα εγκαταλείπει την οροφή. Να υπολογίσετε την οριζόντια απόσταση S που θα διανύσει το συσσωμάτωμα από την στιγμή που θα εγκαταλείψει την οροφή μέχρι να φτάσει στο έδαφος, καθώς και την ταχύτητά του $\vec{v}_ε$ ελάχιστα πριν φτάσει στο έδαφος. **(Μονάδες 4)**

δ) Να υπολογίσετε τον ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας και τον ρυθμό μεταβολής της ορμής του συσσωματώματος, τη στιγμή που η οριζόντια απομάκρυνσή του από το σημείο που χάνει την επαφή με την οροφή του κτηρίου, είναι ίση με την κατακόρυφη απομάκρυνση από το ίδιο σημείο. **(Μονάδες 4)**

ε) Η αρχική κρούση επαναλαμβάνεται, αλλά αυτή τη φορά ο ξύλινος κύβος πριν την κρούση αιωρείται ακίνητος και δεμένος στο κάτω άκρο κατακόρυφου, αβαρούς και μη εκτατού σχοινιού μήκους $L=10\text{m}$. Το άνω άκρο του σχοινιού είναι δεμένο σε ακλόνητο σημείο. Να υπολογίσετε τον ρυθμό μεταβολής της ορμής του συσσωματώματος $\frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t}$ τη στιγμή που η ταχύτητα του συσσωματώματος έχει μηδενιστεί στιγμιαία για πρώτη φορά μετά την κρούση. **(Μονάδες 4).**

ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

α) Θεωρούμε V την κοινή ταχύτητα μετά την κρούση.

$$p_{αρχ} = p_{τελ}$$

$$m \cdot u = (m+M) \cdot V$$

$$10^{-1} \cdot 100 = (10^{-1} + 9 \cdot 10^{-1}) \cdot V$$

$$10 = 1 \cdot V$$

$$V = 10 \text{ m/sec}$$

$$\Delta E = \Delta K = K_{τελ} - K_{αρχ} = \frac{1}{2} \cdot (m + M) \cdot V^2 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot u^2 =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot (10^{-1} + 9 \cdot 10^{-1}) \cdot 10^2 - \frac{1}{2} \cdot 10^{-1} \cdot 100^2 = 50 - 500 = -450 \text{ joule}$$

$$E_{απ} = K_{αρχ} - K_{τελ} = 450 \text{ J}$$

$$\beta) F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{p_{τελ} - p_{αρχ}}{\Delta t} = \frac{M \cdot V - 0}{0.001} = 9000 \text{ N}$$

$$\text{Για το βλήμα: } \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot u^2 = -F \cdot (s + d)$$

$$\text{Για τον κύβο: } \frac{1}{2} \cdot M \cdot V^2 = F \cdot s$$

Προσθέτουμε κατά μέλη, οπότε:

$$\frac{1}{2} \cdot M \cdot V^2 + \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot u^2 = -F \cdot d$$

$$\frac{1}{2} \cdot 0.9 \cdot 10^2 + \frac{1}{2} \cdot 0.1 \cdot 10^2 - \frac{1}{2} \cdot 0.1 \cdot 100^2 = -9000 \cdot d$$

$$-450 = -9000 \cdot d \Rightarrow d = 0.05 \text{ m}$$

$$\gamma) H = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

$$80 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t^2$$

$$t = 4 \text{ sec}$$

$$S = V \cdot t = 10 \cdot 4 = 40 \text{ m}$$

$$u_{\text{τελ}} = \sqrt{u_x^2 + u_y^2} = \sqrt{V^2 + (g * t)^2} = \sqrt{10^2 + (4 * 10)^2} = \sqrt{1700} = 10 * \sqrt{17} \text{ m/sec}$$

$$\epsilon\phi\phi = \frac{u_y}{u_x} = \frac{g * t}{V} = \frac{10 * 4}{10} = 4$$

δ) Η οριζόντια απόσταση είναι ίση με την κατακόρυφη απόσταση που διανύει το συσσωμάτωμα οπότε:

$$x = y$$

$$x = V * t$$

$$y = 1/2 g t^2$$

$$\text{Άρα } x = y$$

$$V t = 1/2 g t^2$$

$$V = 1/2 g t$$

$$10 = 1/2 * (g) * t$$

$$10 = 5t$$

$$t = 2 \text{ s}$$

$$\Delta p / \Delta t = \Sigma F = (M + m) * g = (900 + 100) * 10^{-3} * 10 = 10 \text{ N}$$

$$\frac{\Delta K}{\Delta t} = \Sigma F * u_y = (M + m) * g * u_y = 1 * 10 * g * t = 100 * 2 = 200 \text{ J/s}$$

ε) Ηείναι το ύψος στο οποίο θα φτάσει το συσσωμάτωμα μετά την κρούση

$$1/2 * (m + M) * V^2 = (m + M) * g * h$$

$1/2 * 10^2 = 10 * h \Rightarrow h = 5 \text{ m}$. Όταν $u=0$ τότε $F_{\text{κεντρομόλος}}=0$ και επομένως:

$$\frac{\Delta P}{\Delta t} = \Sigma F = (m + M) * g * \eta\mu\theta = (100 + 900) * 10^{-3} * 10 * \frac{\sqrt{L^2 - (L-h)^2}}{L} = 10 * \frac{\sqrt{10^2 - (10-5)^2}}{10} = 5 * \sqrt{3} \text{ N},$$

$\theta = 60^\circ$ και $\phi = 30^\circ$

