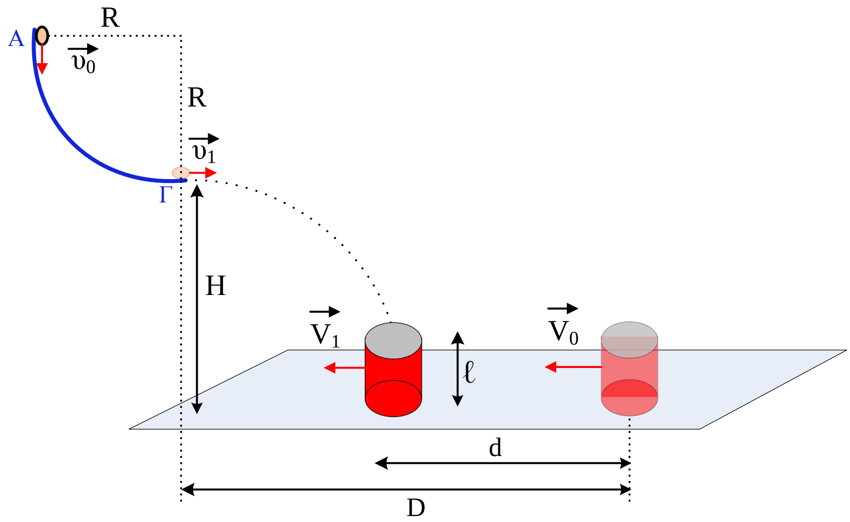
ΠΑΜΕ ΚΟΥΒΑ (ΧΩΡΙΣ ΝΑ ΠΑΙΞΟΥΜΕ ΣΤΟΙΧΗΜΑ)



Σώμα μάζας m = 0,2 kg βάλλεται από την κορυφή τεταρτοκυκλίου με ταχύτητα μέτρου υ_0 = 5 m/s, που το κατώτερο του σημείο απέχει απόσταση H = 1 m από το οριζόντιο δάπεδο. Αφού εξέλθει από το τραχύ τεταρτοκύκλιο με οριζόντια ταχύτητα μέτρου υ_1 συναντά κουβά –μάζας M = 0,5 kg τον οποίο εκτοξεύσαμε από απόσταση D από την κατακόρυφο που περνά από το κατώτερο σημείο του τεταρτοκυκλίου – και μπαίνει μέσα σ' αυτόν. Την στιγμή που συναντά την επιφάνεια του κουβά, έχοντας ταχύτητα μέτρου υ_2, σχηματίζει με τον ορίζοντα (η ταχύτητα) γωνία θ = 45°. Το ύψος του κουβά είναι ℓ = 20 cm, και η ταχύτητα εκείνη τη στιγμή έχει μέτρο V. Ο κουβάς παρουσιάζει με το δάπεδο τριβή, με συντελεστή τριβής μ = 0,2. Να βρείτε:

α. το μέτρο της ταχύτητας $\vec{\upsilon}_1$

β. την κάθετη δύναμη που ασκεί το τεταρτοκύκλιο στο σώμα μάζας m λίγο πριν το εγκαταλείψει

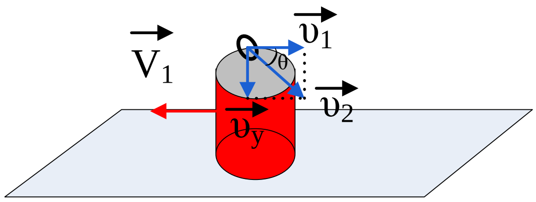
γ. την απώλεια της ενέργειας του σώματος μάζας m κατά την ολίσθηση του στο τεταρτοκύκλιο

δ. αν ο κουβάς έχει απώλεια ενέργειας κατά την κίνηση του στο οριζόντιο δάπεδο ίση με αυτή του σώματος μάζας m στο τεταρτοκύκλιο να βρείτε την απόσταση D

ε. την κινητική ενέργεια του κουβά την στιγμή που συναντά το σώμα μάζας m.

Δίνεται g = 10 m/s² και η ακτίνα του τεταρτοκυκλίου R = 0,55 m και ότι η στιγμή εκτόξευσης του κουβά είναι η στιγμή που το σώμα μάζας m εγκαταλείπει το τεταρτοκύκλιο.

Λύση



α. Την στιγμή που το σώμα μάζας m περνά την νοητή επιφάνεια του κουβά έχει ταχύτητα που $\vec{\upsilon}_2$ η οποία σχηματίζει γωνία θ = 45° και ισχύει: $\varepsilon\varphi\theta = \dfrac{\upsilon_y}{\upsilon_x} \Rightarrow 1 = \dfrac{\upsilon_y}{\upsilon_1} \Rightarrow \upsilon_1 = \upsilon_y$ (1)

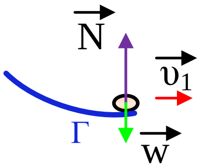
Η κατακόρυφη απόσταση που διανύει το σώμα μάζας m μέχρι να συναντήσει την επιφάνεια του κουβά είναι:

$h = H - \ell \Rightarrow h = 80$ cm, και ο χρόνος πτώσης $t_{ολ} = \sqrt{\dfrac{2h}{g}} \Rightarrow \mathbf{t_{ολ} = 0,4s}$

Η κατακόρυφη συνιστώσα της ταχύτητας $\vec{υ}_2$ έχει μέτρο $υ_y = gt_{ολ} \Rightarrow \mathbf{υ_y = 4\ m/s}$

και από την (1) έχουμε $\mathbf{υ_1 = 4\ m/s}$.

β. Πριν το σώμα μάζας m εγκαταλείψει το τεταρτοκύκλιο κάνει κυκλική κίνηση και η συνισταμένη των ακτινικών δυνάμεων είναι η κεντρομόλος δύναμη, άρα:



$$\Sigma\vec{F}_R = \vec{F}_K \Rightarrow N - w = \frac{mυ_1^2}{R} \Rightarrow N = m(g + \frac{υ_1^2}{R}) \Rightarrow N = 0,2(10 + \frac{16}{0,55}) \Rightarrow \mathbf{N = \frac{86}{11}N}$$

γ. Η απώλεια της ενέργειας στο τεταρτοκύκλιο είναι η απόλυτη τιμή του έργου της τριβής. Εφαρμόζω Θ.Μ.Κ.Ε. για την κίνηση της μάζας m από το σημείο Α έως το Γ.

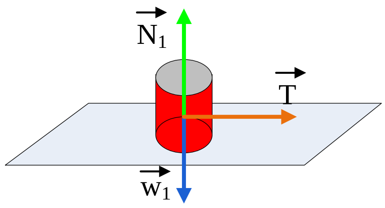
$$K_Γ - K_A = \Sigma W \Rightarrow \frac{1}{2}mυ_1^2 - \frac{1}{2}mυ_0^2 = mgR + W_T \Rightarrow 1,6 - 2,5 = 1,1 + W_T \Rightarrow \mathbf{W_T = -2\,J}$$

Άρα $E_{απ} = |W_T| \Rightarrow \mathbf{E_{απ} = 2\ J}$

δ. Για τον κουβά ισχύει $\Sigma\vec{F}_y = 0 \Rightarrow N_1 = W_1 = Mg \Rightarrow \mathbf{N_1 = 5N}$ και $T = μN_1 \Rightarrow \mathbf{T = 1\ N.}$

Σύμφωνα με την εκφώνηση η απώλεια της ενέργειας είναι ίδια και στις δύο περιπτώσεις άρα:

$E_{απ} = E'_{απ} \Rightarrow E_{απ} = |W'_T| = |-T \cdot d| \Rightarrow \mathbf{d = 2\ m.}$



Το βεληνεκές της βολής είναι: $s = υ_1 t_{ολ} \Rightarrow \mathbf{s = 1,6\ m}$. Άρα $D = d + s \Rightarrow \mathbf{D = 3,6\ m}$.

ε. Η επιβράδυνση του κουβά έχει μέτρο: $α = \dfrac{\Sigma F}{M} \Rightarrow α = \dfrac{T}{M} \Rightarrow α = \dfrac{1}{0,5} \Rightarrow \mathbf{α = 2\dfrac{m}{s^2}}$ και για την διανυόμενη απόσταση d ισχύει: $d = V_0 t_{ολ} - \dfrac{1}{2}αt_{ολ}^2 \Rightarrow 2 = 0,4V_0 - \dfrac{1}{2}2 \cdot 0,16 \Rightarrow \mathbf{V_0 = 5,4\dfrac{m}{s}}$

Η ταχύτητα που έχει ο κουβάς την στιγμή της συνάντησης με το σώμα μάζας m είναι:

$V = V_0 - αt_{ολ} \Rightarrow V = 5,4 - 2 \cdot 0,4 \Rightarrow \mathbf{V = 4,6\ m/s}$.

Η κινητική ενέργεια είναι: $K = \dfrac{1}{2}MV^2 = \dfrac{1}{2}0,5 \cdot 21,16 \Rightarrow \mathbf{K = 5,29\,J}$.

Σημείωση: Το παραπάνω αποτέλεσμα μπορούσε να προκύψει και με εφαρμογή του Θ.Μ.Κ.Ε. για τον κουβά από την αρχική θέση ως την συνάντηση με το σώμα μάζας m.

$$K - K_0 = \Sigma W \Rightarrow K - \frac{1}{2}MV_0^2 = -T \cdot d \Rightarrow K = 7,29 - 2 \Rightarrow \mathbf{K = 5,29\,J}\,.$$

Υλικό Φυσικής-Χημείας
Γιατί το να μοιράζεσαι πράγματα, είναι καλό για όλους…

Επιμέλεια:

Βασίλης Δουκατζής