

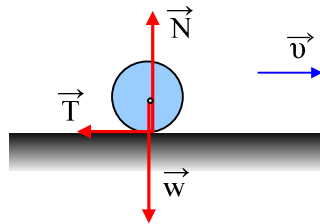
Μετατροπή ολίσθησης σε κύλιση.

Μια σφαίρα εκτοξεύεται σε οριζόντιο επίπεδο με ταχύτητα κέντρου μάζας v_0 και χωρίς γωνιακή ταχύτητα.

- i) Να βρεθεί ο χρόνος που απαιτείται μέχρι να πάψει η ολίσθηση της σφαίρας, σε συνάρτηση με τον συντελεστή τριβής ολίσθησης μεταξύ σφαίρας και επιπέδου.
- ii) Ποια η τελική ταχύτητα v_{cm} που αποκτά η σφαίρα;

Δίνεται η ροπή αδράνειας της σφαίρας ως προς μια διάμετρό της $I=2mR^2/5$.

Απάντηση:



- i) Έστω μ ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μεταξύ σφαίρας και δαπέδου. Στο σχήμα έχουν σχεδιαστεί οι δυνάμεις που ασκούνται στη σφαίρα.

Για τη μεταφορική κίνηση:

$$\Sigma F_y = 0 \quad \text{ή} \quad N = w = mg$$

$$\Sigma F_x = ma_{cm} \rightarrow$$

Όπου $a_{cm} = a$ η επιβράδυνση του κέντρου μάζας.

$$T = ma \rightarrow$$

$$\mu g = a$$

$$\text{Και } v = v_0 - at \quad \text{ή}$$

$$v_{cm} = v_0 - \mu g t \quad (1)$$

Η τριβή όμως που ασκείται στη σφαίρα, προκαλεί μια δεξιόστροφη ροπή η οποία αρχίζει να περιστρέφει τη σφαίρα, κατά τη φορά περιστροφής των δεικτών του ρολογιού.

Για την περιστροφική κίνηση της σφαίρας:

$$\Sigma \tau = I \cdot \alpha_{\gamma\omega\nu} \rightarrow$$

$$TR = I \alpha_{\gamma\omega\nu} \rightarrow$$

$$\mu mgR = \frac{2}{5} mR^2 \cdot \alpha_{\gamma\omega\nu} \rightarrow$$

$$\alpha_{\gamma\omega\nu} = \frac{5 \mu g}{2 R}$$

$$\text{ενώ } \omega = \alpha_{\gamma\omega\nu} \cdot t \quad (2)$$

Η ολίσθηση σταματά όταν $v = \omega R$ και από τις εξισώσεις (1) και (2) παίρνουμε:

$$v_0 - \mu g t = \frac{5 \mu g}{2 R} t \cdot R \rightarrow$$

$$t = \frac{2v_0}{7\mu g}$$

Παρατηρούμε ότι ο χρόνος που απαιτείται, μέχρι που η σφαίρα να πάψει να ολισθαίνει και να αποκτήσει σταθερή ταχύτητα κέντρου μάζας, είναι αντιστρόφως ανάλογος του συντελεστή τριβής ολίσθησης.

ii) Με αντικατάσταση στην εξίσωση (1) παίρνουμε:

$$v_{\text{cm}} = v_0 - \mu g \frac{2v_0}{7\mu g} \rightarrow$$

$$v_{\text{cm}} = \frac{5}{7} v_0$$

Δηλαδή η τελική ταχύτητα δεν εξαρτάται από το συντελεστή τριβής ολίσθησης.

Υλικό Φυσικής - Χημείας.

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

Επιμέλεια

Διονύσης Μάργαρης