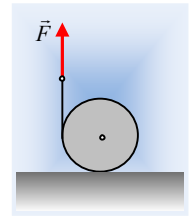


Η κίνηση του κυλίνδρου εξαιτίας κατακόρυφης δύναμης

Σε οριζόντιο επίπεδο ηρεμεί ένας κύλινδρος, βάρους w , γύρω από τον οποίο έχουμε τυλίξει ένα αβαρές νήμα, στο άκρο του οποίου ασκούμε μια σταθερή κατακόρυφη δύναμη F , όπως στο σχήμα, με μέτρο $F < w$.



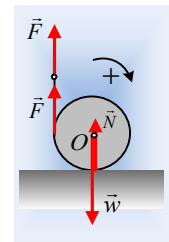
- i) Αν το επίπεδο είναι λείο, να περιγράψετε την κίνηση του κυλίνδρου.
- ii) Αν αναπτύσσεται τριβή μεταξύ κυλίνδρου και επιπέδου, τότε:
 - a) Ο κύλινδρος θα μετακινηθεί προς τα αριστερά ενώ θα στρέφεται με τη φορά των δεικτών του ρολογιού.
 - β) Ο κύλινδρος θα μετακινηθεί προς τα δεξιά ενώ θα στρέφεται με τη φορά των δεικτών του ρολογιού.
 - γ) Ο κύλινδρος θα μετακινηθεί προς τα αριστερά ενώ θα στρέφεται αντίθετα από τη φορά των δεικτών του ρολογιού.
 - δ) Ο κύλινδρος θα μετακινηθεί προς τα δεξιά ενώ θα στρέφεται αντίθετα από τη φορά των δεικτών του ρολογιού.

Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Απάντηση:

- i) Η ασκούμενη δύναμη F στο άκρο του νήματος, μεταφέρεται μέσω του νήματος, με αποτέλεσμα ο κύλινδρος να δέχεται επαπτομενική δύναμη F , όπως στο σχήμα. Αλλά τότε όλες οι δυνάμεις που ασκούνται στον κύλινδρο είναι κατακόρυφες και αφού $F < w$, θα δέχεται από το επίπεδο την δύναμη N , κάθετη αντίδραση του επιπέδου, όπου:

$$\Sigma F = 0 \rightarrow F + N = w \rightarrow N = w - F.$$

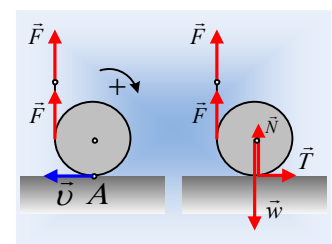


Κατά συνέπεια το μόνο που μένει, είναι ο κύλινδρος να περιστραφεί, γύρω από άξονα κάθετο στο επίπεδο του σχήματος, οποίος συνδέει τα κέντρα των δύο βάσεων του (στο σχήμα, μια τομή του κυλίνδρου στο επίπεδο της σελίδας, ο κάθετος άξονας που περνά από το κέντρο O της κυκλικής τομής του κυλίνδρου) εξαιτίας της ροπής της δύναμης F , οπότε από το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα παίρνουμε:

$$\Sigma \tau = I \cdot \alpha_{\gamma\omega\nu} \rightarrow F \cdot R = I_o \cdot \alpha_{\gamma\omega\nu}.$$

Η δύναμη όμως είναι σταθερή οπότε και ο κύλινδρος θα αποκτήσει σταθερή γωνιακή επιτάχυνση εκτελώντας ομαλά επιταχυνόμενη στροφική κίνηση.

- ii) Με βάση το προηγούμενο ερώτημα, με την επίδραση της δύναμης F ο κύλινδρος τείνει να περιστραφεί με την φορά των δεικτών του ρολογιού. Αλλά τότε το σημείο επαφής του κυλίνδρου με το έδαφος A , τείνει να αποκτήσει γραμμική ταχύτητα όπως στο πρώτο σχήμα. Συνεπώς θα κάνει την εμφάνισή της δύναμη τριβής, με φορά προς τα δεξιά, όπως στο δεύτερο σχήμα.

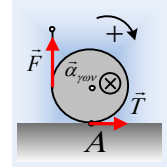


Έτσι ο κύλινδρος θα αποκτήσει επιτάχυνση κέντρου μάζας προς τα δεξιά, αφού:

$$\Sigma F_x = m \cdot a_{cm} \rightarrow T = m \cdot a_{cm}$$

Ενώ ταυτόχρονα θα αποκτήσει και γωνιακή επιτάχυνση με διεύθυνση του άξονα και φορά προς τα μέσα, όπως στο σχήμα, με μέτρο:

$$\Sigma \tau = I_o \cdot \alpha_{γων} \rightarrow F \cdot R - T \cdot R = I_o \cdot \alpha_{γων}$$



Αποτέλεσμα είναι ο κύλινδρος να εκτελέσει σύνθετη κίνηση. Μεταφορική προς τα δεξιά και ταυτόχρονα στρέφεται με την φορά περιστροφής των δεικτών του ρολογιού.

Σωστό το β).

Σχόλιο:

Το αν η τριβή που εμφανίζεται είναι στατική ή τριβή ολίσθησης, δεν το ξέρουμε. Αυτό θα εξαρτηθεί από το μέτρο της ασκούμενης δύναμης F , αλλά και το συντελεστή οριακής τριβής μεταξύ κυλίνδρου και επιπέδου. Το μόνο σίγουρο είναι ότι η τριβή που εμφανίζεται έχει μέτρο μικρότερο της δύναμης F !

dmargaris@gmail.com