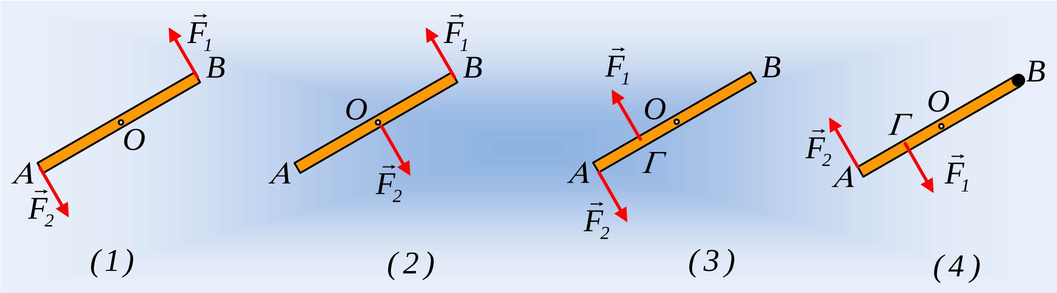
Πώς πρόκειται να κινηθούν οι ράβδοι;

Σε λείο οριζόντιο επίπεδο ηρεμεί μια ομογενής ράβδος ΑΒ. Κάποια στιγμή ασκούνται πάνω της δύο οριζόντιες δυνάμεις ίσου μέτρου $F_1=F_2$ οι οποίες είναι κάθετες στη ράβδο. Στα παρακάτω σχήματα (κατόψεις), βλέπετε τέσσερις διαφορετικές εκδοχές της κατάστασης, όπου στην ($4^η$) στο άκρο Β έχει συνδεθεί σημειακή σφαίρα με μάζα, όση και η μάζα της ράβδου.



i) Αναφερόμενοι στο ($1^ο$) σχήμα η ράβδος:

α) θα εκτελέσει σύνθετη κίνηση στρεφόμενη όπως οι δείκτες του ρολογιού.

β) θα εκτελέσει στροφική κίνηση γύρω από το μέσον της Ο στρεφόμενη αντίθετα από τους δείκτες του ρολογιού.

γ) τίποτα από τα παραπάνω.

ii) Αναφερόμενοι στο ($2^ο$) σχήμα η ράβδος:

α) θα εκτελέσει στροφική κίνηση γύρω από κατακόρυφο άξονα που περνά από το Ο και με γωνιακή ταχύτητα προς τον αναγνώστη.

β) θα εκτελέσει στροφική κίνηση γύρω από οριζόντιο άξονα που περνά από το Ο, στρεφόμενη αντίθετα από τους δείκτες του ρολογιού.

γ) θα εκτελέσει στροφική κίνηση γύρω από κατακόρυφο άξονα που περνά από το μέσον της ΟΒ, στρεφόμενη αντίθετα από τους δείκτες του ρολογιού.

iii) Αναφερόμενοι στο ($3^ο$) σχήμα η ράβδος:

α) θα εκτελέσει στροφική κίνηση γύρω από κατακόρυφο άξονα που περνά από το Ο και με γωνιακή ταχύτητα προς τον αναγνώστη.

β) θα εκτελέσει στροφική κίνηση γύρω από οριζόντιο άξονα που περνά από το Ο, στρεφόμενη αντίθετα από τους δείκτες του ρολογιού.

γ) θα εκτελέσει στροφική κίνηση γύρω από κατακόρυφο άξονα που περνά από το μέσον της ΑΓ, στρεφόμενη αντίθετα από τους δείκτες του ρολογιού.

iv) Αναφερόμενοι στο ($4^ο$) σχήμα, τη στιγμή t_1 το άκρο Β έχει ταχύτητα μέτρου $υ_B$. Την ίδια στιγμή το άκρο Α έχει ταχύτητα:

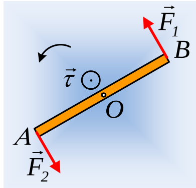
α) ίδιας φοράς με τη δύναμη F_2 και μέτρου $υ_A=υ_B$.

β) ίδιας φοράς με τη δύναμη F_1 και μέτρου $υ_A=2υ_B$.

γ) ίδιας φοράς με τη δύναμη F_2 και μέτρου $υ_A=3υ_B$.

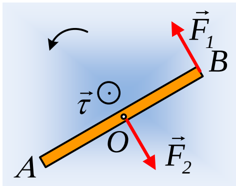
Να χαρακτηρίστε ως σωστές ή λανθασμένες τις παραπάνω προτάσεις, για κάθε σχήμα δίνοντας σύντομες εξηγήσεις.

Απάντηση:



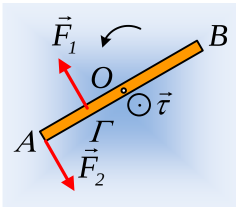
i) Για το πρώτο σχήμα ΣF=0, οπότε το κέντρο μάζας (το κέντρο της ράβδου) Ο δεν θα επιταχυνθεί. Το σύστημα τώρα των δύο αντιθέτων δυνάμεων αποτελούν ένα ζεύγος με ροπή μέτρου $\tau = F \cdot \ell$ κάθετη στο οριζόντιο επίπεδο, με φορά όπως στο σχήμα. Αλλά τότε η ράβδος θα αποκτήσει και γωνιακή επιτάχυνση της ίδιας κατεύθυνσης, περιστρεφόμενη γύρω από κατακόρυφο άξονα που περνά από το κέντρο μάζας Ο, αντίθετα από τη φορά περιστροφής των δεικτών του ρολογιού.

Με βάση αυτά έχουμε: α) Λ, β) Σ, γ) Λ.



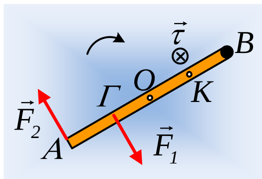
ii) Και πάλι ισχύουν τα προηγούμενα και η ράβδος θα περιστραφεί αριστερόστροφο, γύρω από κατακόρυφο άξονα που περνά από το κέντρο μάζας Ο της ράβδου. Η μόνη διαφορά με το προηγούμενο ερώτημα είναι ότι η ασκούμενη ροπή έχει μικρότερο μέτρο $\tau_1 = F \cdot \dfrac{\ell}{2}$.

Συνεπώς έχουμε: α) Σ, β) Λ, γ) Λ.



iii) Με βάση και τις προηγούμενες τοποθετήσεις και στην περίπτωση αυτή η ράβδος θα περιστραφεί γύρω από κατακόρυφο άξονα που περνά από το κέντρο μάζας Ο, όπως στο διπλανό σχήμα. Απλά η ροπή έχει μειωθεί ακόμη περισσότερο έχοντας μέτρο $\tau_2 = F_1 \cdot d$, όπου d η απόσταση μεταξύ των δύο δυνάμεων. Οπότε:

α) Σ, β) Λ, γ) Λ.



iv) Με την πρόσδεση της σφαίρας στο άκρο Β, το νέο στερεό που προκύπτει θα έχει κέντρο μάζας το σημείο Κ στο μέσον της ΟΒ, αφού έχουμε ίσες μάζες ράβδου-σφαίρας. Αλλά τότε η περιστροφή θα γίνει γύρω από κατακόρυφο άξονα που περνά από το Κ, με φορά όπως στρέφονται οι δείκτες του ρολογιού. Αλλά τότε η ταχύτητα του άκρου Α θα έχει την ίδια φορά με τη δύναμη F_2, ενώ το μέτρο της θα είναι ίσο με:

$$\upsilon_A = \omega \cdot \frac{3\ell}{4}, \text{ ενώ } \upsilon_B = \omega \cdot \frac{\ell}{4} \rightarrow \upsilon_A = 3\upsilon_B$$

Οπότε έχουμε: α) Λ, β) Λ και γ) Σ.

dmargaris@gmail.com