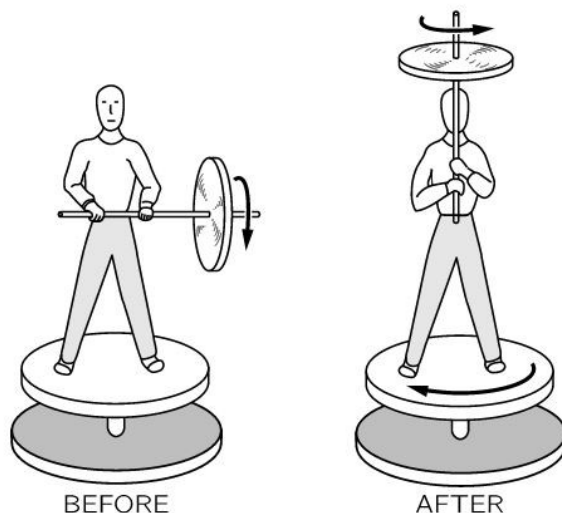


Η αρχή διατήρησης στροφορμής

Η αρχή διατήρησης της στροφορμής μπορεί να επιδειχθεί πειραματικά αν διαθέτουμε έναν πολύ γρήγορα περιστρεφόμενο τροχό. Αν καθίσουμε σε ένα περιστρεφόμενο κάθισμα και κρατήσουμε τον περιστρεφόμενο τροχό με τον άξονα περιστροφής του οριζόντιο, τότε και η στροφορμή του τροχού έχει οριζόντια κατεύθυνση.



Πριν: Ο άξονας περιστροφής του τροχού είναι οριζόντιος και η στροφορμή ως προς τον κατακόρυφο άξονα ισούται με μηδέν.

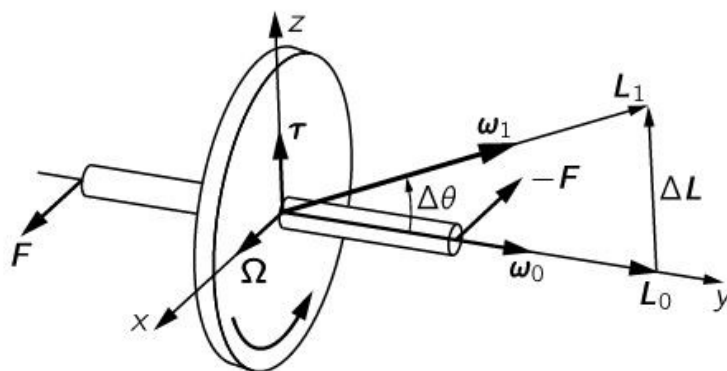
Μετά: Ο άξονας περιστροφής του τροχού γίνεται κατακόρυφος. Η στροφορμή ως προς τον κατακόρυφο άξονα εξακολουθεί να είναι μηδέν, διότι ο άνθρωπος μαζί με τη βάση περιστρέφονται αντίθετα από τη φορά περιστροφής του τροχού.

Η στροφορμή του συστήματος κάθισμα-άνθρωπος-τροχός ως προς τον κατακόρυφο άξονα είναι μηδέν.

Αν περιστρέψουμε τον άξονα του τροχού έτσι ώστε να γίνει κατακόρυφος (σχήμα 1) τότε η στροφορμή του τροχού γίνεται κατακόρυφη. Όμως το σύστημα κάθισμα-άνθρωπος-τροχός πρέπει να έχει μηδενική στροφορμή στον κατακόρυφο άξονα, οπότε το κάθισμα αρχίζει να περιστρέφεται με φορά αντίθετη με την φορά περιστροφής του τροχού, έτσι ώστε η συνολική στροφορμή του συστήματος να παραμένει σταθερή.

Το παραπάνω κλασικό πείραμα εντυπωσιάζει γιατί η περιστροφή της βάσης φαίνεται... «μυστηριώδης». Όμως, αναλύοντας με μεγαλύτερη λεπτομέρεια το φαινόμενο, αποκαλύπτεται η προέλευση των δυνάμεων που προκαλούν την περιστροφή του ανθρώπου-καθίσματος, όταν αλλάζει η κατεύθυνση του άξονα περιστροφής του τροχού.

Στο παρακάτω σχήμα βλέπουμε τον τροχό να περιστρέφεται αρχικά ως προς τον άξονα y . Η γωνιακή ταχύτητα ω_0 και η στροφορμή L_0 θα έχουν επίσης την κατεύθυνση του άξονα y .



Έστω ότι θέλουμε να περιστρέψουμε τον τροχό (προς τα πάνω) έτσι ώστε να αποκτήσει μια μικρή γωνιακή ταχύτητα Ω κατά μήκος του άξονα x . Ποιες δυνάμεις απαιτούνται για να πραγματοποιηθεί αυτό;

Μετά από ένα μικρό χρονικό διάστημα Δt , ο άξονας του τροχού έχει στραφεί σε μια νέα θέση και σχηματίζει γωνία $\Delta\theta$ με την οριζόντια διεύθυνση. Δεδομένου ότι το μεγαλύτερο μέρος της στροφορμής οφείλεται στην ιδιο-περιστροφή του τροχού ως προς τον άξονα του (πολύ μικρή είναι η συνεισφορά από την αργή στροφή του άξονα προς τα πάνω), βλέπουμε ότι το διάνυσμα της στροφορμής έχει μεταβληθεί, έστω και λίγο.

Ποια είναι η μεταβολή της στροφορμής;

Η στροφορμή δεν μεταβάλλεται ως προς το μέτρο, αλλά ως προς την κατεύθυνσή της κατά γωνία $\Delta\theta$. Η μεταβολή της στροφορμής θα είναι $\Delta L = L_0 \Delta\theta$, έτσι ώστε η ροπή, η οποία ισοδυναμεί με τον ρυθμό μεταβολής της στροφορμής θα είναι

$$\tau = \Delta L / \Delta t = L_0 \Delta\theta / \Delta t = L_0 \Omega \quad \text{ή} \quad \tau = \Omega \times L_0$$

Εφόσον τα Ω και L είναι και τα δυο οριζόντια, το διάνυσμα της ροπής τ θα είναι κατακόρυφο (κάθετο στο οριζόντιο επίπεδο). Για την παραγωγή αυτής της ροπής πρέπει να εφαρμοστεί το ζεύγος των οριζόντιων δυνάμεων F και $-F$ στα άκρα του άξονα περιστροφής.

Από που ασκούνται αυτές οι δυνάμεις; Από τα χέρια μας καθώς προσπαθούμε να περιστρέψουμε τον άξονα του τροχού προς την κατακόρυφη διεύθυνση.

Όμως σύμφωνα με τον τρίτο νόμο του Νεύτωνα δυνάμεις ίσου μέτρου αλλά αντίθετης φοράς (συνεπώς ίσες και αντίθετες ροπές) ασκούνται σε μας. Και αυτές είναι που προκαλούν την περιστροφή μας με την αντίθετη φορά ως προς τον κατακόρυφο άξονα z .

Στο [βίντεο](#) που ακολουθεί βλέπουμε μια πιο εντυπωσιακή παραλλαγή του παραπάνω πειράματος:



Πηγές:

http://www.feynmanlectures.caltech.edu/I_20.html#Ch20-S3

<https://physicsgg.me/2015/04/02/>

<https://www.youtube.com/watch?v=xrabIzhjeJw>