**ΑΣΚΗΣΗ 6 : ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ – ΡΟΠΗ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ**

**Σκοπός**

Σκοπός αυτής της άσκησης είναι να βρεθούν οι ροπές αδράνειας ενός δακτυλίου και ενός δίσκου πειραματικά και να εξακριβωθεί ότι οι τιμές αυτές αντιστοιχούν στις θεωρητικές τιμές.

**Περιγραφή**

Στην τροχαλία του αισθητήρα περιστροφικής κίνησης, εφαρμόζεται ροπή που προκαλεί περιστροφή ενός δίσκου και ενός δακτυλίου, Σχήμα 1. Η γωνιακή επιτάχυνση που προκύπτει, μετριέται χρησιμοποιώντας την κλίση ενός γραφήματος γωνιακής ταχύτητας- χρόνου. Η ροπή αδράνειας του συνδυασμού δίσκου και δακτυλίου υπολογίζεται από τη ροπή και τη γωνιακή επιτάχυνση. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται μόνο για το δίσκο για να βρείτε την ροπή αδράνειας του δακτυλίου και την ροπή αδράνειας του δίσκου ξεχωριστά.

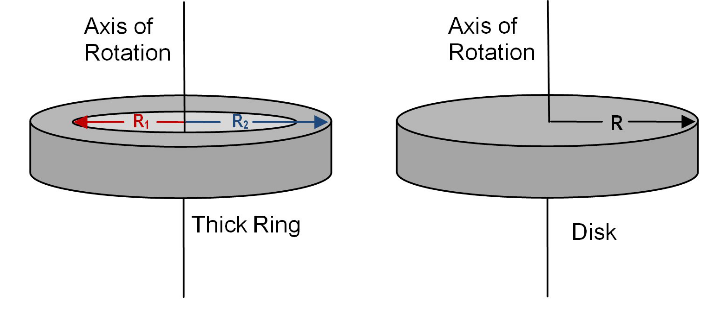
|  |
| --- |
| Σχήμα 1 |

**Θεωρητικό υπόβαθρο**

Η ροπή αδράνειας, , ενός δακτυλίου ως προς άξονα που διέρχεται από το κέντρο του δίνεται από την σχέση :

|  |
| --- |
| (1) |

όπου το Μ είναι η μάζα του δακτυλίου, το R1 είναι η εσωτερική ακτίνα του δακτυλίου και το R2 είναι η εξωτερική ακτίνα του δακτυλίου, Εικόνα 1. Η ροπή αδράνειας ενός δίσκου δίνεται από την σχέση :



Εικόνα 1. Άξονες περιστροφής δακτυλίου και δίσκου.

|  |
| --- |
| (2) |

 όπου M είναι η μάζα του δίσκου και R είναι η ακτίνα του δίσκου.

Για να βρεθεί η ροπή αδράνειας του δακτυλίου και αυτή του δίσκου πειραματικά, μια γνωστή ροπή εφαρμόζεται στο δακτύλιο και το δίσκο, και μετριέται η γωνιακή επιτάχυνση, τ. Δεδομένου ότι τ = Ι α

|  |
| --- |
| (3) |

όπου τ είναι η ροπή που προκαλείται από το βάρος που κρέμεται από τη χορδή που τυλίγεται γύρω από την τροχαλία της διάταξης:

|  |
| --- |
| τ= rF (4) |

όπου r είναι η ακτίνα της τροχαλίας γύρω από την οποία τυλίγεται το νήμα και το F είναι η τάση στο νήμα όταν περιστρέφεται η διάταξη. Επίσης, a = rα, όπου a είναι η γραμμική επιτάχυνση του νήματος.

Εφαρμόστε το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα για την κρεμαστή μάζα, m , Σχήμα 2. Σημειώστε ότι η θετική κατεύθυνση επιλέγεται να είναι κάτω.

|  |
| --- |
|  |

|  |
| --- |
| (5) |

Μόλις προσδιοριστεί η γραμμική επιτάχυνση της μάζας (m), η ροπή και η γωνιακή επιτάχυνση μπορούν να υπολογιστούν και στην συνέχεια να προσδιοριστεί η ροπή αδράνειας.

|  |
| --- |
| Σχήμα 2 |

**Εκτέλεση της άσκησης**

1.Ρυθμίστε την διάταξη περιστροφικής κίνησης όπως φαίνεται στο Σχήμα 3. Το νήμα πρέπει να δένεται γύρω από το μικρότερο βήμα της τροχαλία του αισθητήρα περιστροφικής κίνησης και στη συνέχεια να περνιέται κάτω από την οπή της άκρης και να τυλίγεται γύρω από το μεσαίο βήμα της τροχαλίας.

2. Συνδέστε τον αισθητήρα περιστροφικής κίνησης με usb .

3. Βεβαιωθείτε ότι η τροχαλία δεν είναι κεκλιμένη έτσι ώστε το νήμα να βγαίνει από την εφαπτομένη στην τροχαλία , Σχήμα 4.

|  |  |
| --- | --- |
| Σχήμα 3 | Σχήμα 4 |
|  |  |

**Συλλογή μετρήσεων**

**Α. Μετρήσεις για τη θεωρητική ροπή αδράνειας**

1. Βρείτε τις μάζες του δακτυλίου και του δίσκου χρησιμοποιώντας τον ζυγό. Καταχωρήστε τις μετρήσεις σας στο Σχήμα 5 .

2. Μετρήστε τις εσωτερικές και εξωτερικές διαμέτρους και υπολογίστε τις ακτίνες R1, R2 και R.

|  |
| --- |
| Σχήμα 5 |

**Β. Μετρήσεις για τον πειραματικό προσδιορισμό της ροπής αδράνειας**

1. Εύρεση της επιτάχυνσης του δακτυλίου και του δίσκου:

α. Τοποθετήστε το δακτύλιο και το δίσκο στον αισθητήρα περιστροφικής κίνησης μαζί με τον οδηγό ευθυγράμμισης που κεντράρει το δακτύλιο στο δίσκο. Για να βρείτε την επιτάχυνση αυτού του συνδυασμού, βάλτε περίπου 25 g πάνω στην κρεμάστρα και φτιάξτε γράφημα της γωνιακής ταχύτητα σε σχέση με το χρόνο, καθώς η μάζα κινείται .

β. Χρησιμοποιήστε το κουμπί curve fit στο γράφημα για να βρείτε την ευθεία γραμμή που ταιριάζει καλύτερα στα δεδομένα. Να επιλέξετε το τμήμα του γραφήματος για το οποίο η μάζα έπεφτε, και η γραμμή θα αφορά μόνο αυτό το μέρος των δεδομένων.

γ. Η κλίση της βέλτιστης ευθείας είναι η γωνιακή επιτάχυνση της διάταξης. Καταγράψτε αυτή την επιτάχυνση και την αβεβαιότητα της στο παρακάτω πλαίσιο.

δ. Αφαιρέστε το δακτύλιο και επαναλάβετε αυτή τη διαδικασία μόνο με το δίσκο στον αισθητήρα περιστροφικής κίνησης. Αλλάξτε τη μάζα που κρέμεται στην τροχαλία σε περίπου 15 g.

2. Εύρεση της επιτάχυνσης του περιστροφικού αισθητήρα κίνησης .

Στο βήμα 1 ο αισθητήρας περιστροφικής κίνησης περιστρέφεται καθώς επίσης και ο δακτύλιος και ο δίσκος. Είναι απαραίτητο να καθοριστεί η επιτάχυνση, και η ροπή αδράνειας του ίδιου του αισθητήρα περιστροφικής κίνησης, ώστε αυτή η ροπή αδράνειας να μπορεί να αφαιρεθεί από την συνολική, αφήνοντας μόνο την ροπή αδράνειας του δακτυλίου και του δίσκου. Για να το κάνετε αυτό, βγάλτε το δακτύλιο και το δίσκο από τη διάταξη περιστροφής και επαναλάβετε το βήμα 1 μόνο για τον αισθητήρα περιστροφικής κίνησης. Σημειώστε ότι είναι απαραίτητο να τοποθετήσετε μόνο περίπου 5 g στην τροχαλία στο Βήμα 1.

3. Υπολογιστική τριβή

Για το δίσκο με τον δακτύλιο και για το δίσκο μόνο, βάλτε ακριβώς αρκετή μάζα στο νήμα πάνω από την τροχαλία για να το πάει με σταθερή ταχύτητα αφού δώσετε μια μικρή ώθηση εκκίνησης. Αυτό πιθανότατα θα είναι μόνο ένα γραμμάριο. Αυτό είναι το ποσό δύναμης που απαιτείται για να ξεπεραστεί η τριβή, όχι για να επιταχυνθεί το αντικείμενο, και πρέπει να αφαιρεθεί από τη συνολική μάζα που κρέμεται στους υπολογισμούς.

4. Χρησιμοποιήστε ένα παχύμετρο για να μετρήσετε τη διάμετρο της μεσαίας τροχαλίας και να υπολογίσετε την ακτίνα της τροχαλίας.

**Επεξεργασία μετρήσεων**

1. Υπολογίστε την πειραματική τιμή της ροπής αδράνειας του δακτυλίου, του δίσκου και του περιστροφικού αισθητήρα κίνησης μαζί χρησιμοποιώντας εξισώσεις τις (3), (4) και (5). Θυμηθείτε να αφαιρέσετε από τη μάζα, αυτή που απαιτείται για να υπερνικηθεί η τριβή.

2. Υπολογίστε την πειραματική τιμή της ροπής αδράνειας του δίσκου και του αισθητήρα περιστροφικής κίνησης μαζί χρησιμοποιώντας τις εξισώσεις (3), (4) και (5). Θυμηθείτε να αφαιρέσετε από τη μάζα, αυτή που απαιτείται για να υπερνικηθεί η τριβή.

3. Υπολογίστε την πειραματική τιμή της ροπής αδράνειας του αισθητήρα περιστροφικής κίνησης μόνο χρησιμοποιώντας εξισώσεις τις (3), (4) και (5). Καταγράψτε τις απαντήσεις στο παρακάτω πλαίσιο .

|  |
| --- |
|  |

4. Αφαιρέστε την ροπή αδράνειας του αισθητήρα περιστροφικής κίνησης από την ροπή αδράνειας του συνδυασμού του δίσκου και του αισθητήρα περιστροφικής κίνησης. Αυτή θα είναι η ροπή αδράνειας του δίσκου.

5. Αφαιρέστε την ροπή αδράνειας του συνδυασμού του δίσκου και του αισθητήρα περιστροφικής κίνησης από την ροπή αδράνειας του συνδυασμού του δακτυλίου, του δίσκου και του αισθητήρα περιστροφικής κίνησης. Αυτή θα είναι η ροπή αδράνειας του δακτυλίου.

6. Υπολογίστε τις θεωρητικές τιμές της ροπής αδράνειας του δακτυλίου και του δίσκου χρησιμοποιώντας εξισώσεις (1) και (2). 7. Χρησιμοποιήστε τις ποσοστιαίες διαφορές για να συγκρίνετε τις πειραματικές τιμές με τις θεωρητικές τιμές.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

**Συμπεράσματα – Παρατηρήσεις**

1.Ποιο αντικείμενο είχε μεγαλύτερη περιστροφική αδράνεια;

2. Ποιο αντικείμενο ήταν πιο δύσκολο να επιταχυνθεί;

3. Ήταν οι θεωρητικές τιμές εντός των αβεβαιοτήτων των μετρούμενων τιμών; Αν όχι, γιατί;