

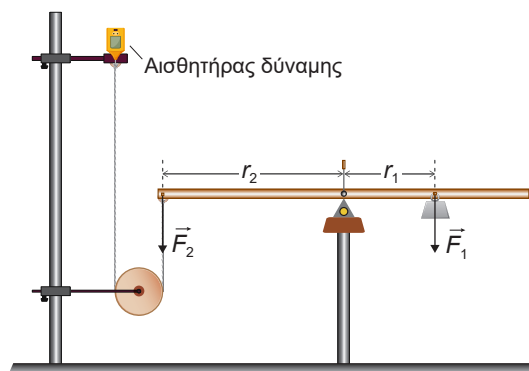
Πείραμα: Ισορροπία άκαμπτου σώματος

Πειραματική διερεύνηση του ρόλου των ροπών στην ισορροπία ενός στερεού.

Θα χρειαστείτε:

- ένα σύστημα συγχρονικής λήψης Multilog και έναν αισθητήρα δύναμης,
- έναν ζυγό δυνάμεων. Αν το εργαστήριο δεν διαθέτει ζυγό δυνάμεων, τότε μπορείτε να φτιάξετε έναν χρησιμοποιώντας μια ράβδο ορθοστάτη στην οποία θα στερεώσετε τρεις γάντζους: έναν στο μέσο της, ώστε να την αναρτήσετε σε βάση με ορθοστάτη, και τους άλλους δύο δεξιά και αριστερά του πρώτου, ώστε να μπορείτε να αναρτήσετε σε αυτούς διάφορα βάρη κατά τη διάρκεια του πειράματος,
- χάρακα ή μετροταινία,
- μια τροχαλία με στέλεχος,
- βάση στήριξης με ορθοστάτη και συνδετήρες για τη στήριξη της τροχαλίας και του αισθητήρα δύναμης,
- νήμα,
- διάφορα βαρίδια,
- μια ζυγαριά.

Πειραματική διάταξη



Εικόνα 1 Η πειραματική διάταξη

Να συναρμολογήσετε τη διάταξη (**Εικόνα**).

Στην άκρη του ενός βραχίονα του ζυγού δυνάμεων να προσδέσετε τη μια άκρη του νήματος και να το περάσετε από το αυλάκι της τροχαλίας. Στη συνέχεια, να προσδέσετε την άλλη άκρη του νήματος στον αισθητήρα δύναμης. Κατ' αυτόν τον τρόπο ο αισθητήρας δύναμης μετράει τη δύναμη που ασκεί το τεντωμένο νήμα στο άκρο του βραχίονα στο οποίο έχει προσδεθεί.

1η Δραστηριότητα: Ισορροπία ζυγού

Πειραματική διαδικασία – Επεξεργασία δεδομένων

1. Μετρήστε την απόσταση r_2 μεταξύ του σημείου στο οποίο προσδέσατε το νήμα και του άξονα περιστροφής του ζυγού δυνάμεων, ο οποίος διέρχεται από το μέσο του ζυγού. Είναι:

$$r_2 = \dots\dots\dots \text{ m}$$

2. Τοποθετήστε ένα σώμα βάρους 2 N στο μέσο του άλλου βραχίονα του ζυγού δυνάμεων και ρυθμίστε την κατακόρυφη θέση του αισθητήρα δύναμης έτσι, ώστε ο ζυγός δυνάμεων να ισορροπεί σε οριζόντια θέση. Σημειώστε την τιμή του βάρους στη δεύτερη στήλη (F_1) του πίνακα 1 πειραματικών δεδομένων που ακολουθεί.

3. Μετρήστε την απόσταση r_1 μεταξύ του σημείου στο οποίο αναρτήσατε το βαρίδι και του άξονα περιστροφής του ζυγού δυνάμεων και σημειώστε το αποτέλεσμα. Είναι:

$$r_1 = \dots\dots\dots \text{ m}$$

4. Συνδέστε στον υπολογιστή του εργαστηρίου το σύστημα λήψης Multilog και εκκινήστε το λογισμικό Multilab. Ρυθμίστε τη λήψη δεδομένων με τον αισθητήρα δύναμης με ρυθμό: μία μέτρηση ανά δευτερόλεπτο και για χρόνο περίπου 3 min. Τοποθετήστε την κλίμακα του αισθητήρα δύναμης στην τιμή ± 10 N και ενεργοποιήστε στο λογισμικό Multilab την καταγραφή των πειραματικών δεδομένων από τον αισθητήρα δύναμης.

5. Προσθέστε μετά ένα δεύτερο βαρίδι στην ίδια απόσταση από τον άξονα περιστροφής μαζί με το πρώτο. Σημειώστε στον πίνακα 1 τη συνολική δύναμη F_1 που ασκείται στον ζυγό από τα δύο βαρίδια. Επαναλάβετε τη διαδικασία προσθέτοντας επιπλέον ένα βαρίδι κάθε φορά, μέχρι να πάρετε συνολικά πέντε μετρήσεις δύναμης.

6. Με τη βοήθεια ενός δρομέα στο λογισμικό Multilab, διατρέξτε τη γραφική παράσταση δύναμης-χρόνου που έχει σχεδιαστεί κατά τη διάρκεια του πειράματος και προσδιορίστε την τιμή της δύναμης F_2 που μετράει ο αισθητήρας για τις αντίστοιχες τιμές της δύναμης F_1 που ασκείται από τα βαρίδια στον ζυγό. Σημειώστε τα αποτελέσματα στην αντίστοιχη στήλη του πίνακα 1.

Πίνακας 1 Πειραματικά δεδομένα		
α / α	F_1 / N	F_2 / N
1		
2		
3		
4		
5		

Συμπεράσματα

1. **α.** Να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση της δύναμης F_2 που μετράει ο αισθητήρας σε συνάρτηση με τη δύναμη F_1 που ασκείται στον ζυγό από τα βαρίδια που αναρτώνται στον βραχίονά του.
β. Να αιτιολογήσετε γιατί οι ροπές του βάρους του ζυγού και της αντίδρασης από τον άξονα στήριξής του είναι ίσες με μηδέν.

2. α. Μια ενδεχόμενη εξήγηση της ισορροπίας του ζυγού είναι πως η δύναμη που τείνει να τον περιστρέψει δεξιόστροφα, (η δύναμη από τα βαρίδια στο σχήμα), θα πρέπει να είναι ίση κατά μέτρο με τη δύναμη που τείνει να τον περιστρέψει αριστερόστροφα, (η δύναμη από το νήμα). Εύκολα κανείς διαπιστώνει πως τα πειραματικά δεδομένα δεν επιβεβαιώνουν αυτήν την εκδοχή. Επιβεβαιώνουν όμως τη γραμμικότητα της σχέσης που συνδέει τις τιμές των δύο δυνάμεων.
- β. Να σχεδιάσετε την ευθεία που διέρχεται από την αρχή των αξόνων και προσεγγίζει καλύτερα τα πειραματικά δεδομένα, καθώς και να υπολογίσετε την κλίση της. Μπορείτε να επιβεβαιώσετε με τη βοήθεια του Excel την ακρίβειά σας στον υπολογισμό της κλίσης; Να κάνετε όποιες διορθώσεις κρίνετε απαραίτητες.
- γ. Να επιβεβαιώσετε πως με μικρή απόκλιση (μικρότερη του 5%) η κλίση της γραφικής παράστασης $F_2 = f(F_1)$, δηλαδή η σταθερά αναλογίας $\frac{F_2}{F_1}$ ισούται με τον αντίστροφο λόγο $\frac{r_1}{r_2}$ των αποστάσεων των σημείων εφαρμογής των δύο δυνάμεων από το σημείο στήριξης του ζυγού δυνάμεων.

2η Δραστηριότητα: Ισορροπία ζυγού

Στην πρώτη δραστηριότητα καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι στην ισορροπία του ζυγού ισχύει:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{r_1}{r_2} \quad \text{ή} \quad F_2 r_2 = F_1 r_1$$

Πρόκειται για ένα αποτέλεσμα που οφείλουμε να διερευνήσουμε περαιτέρω.

Σύμφωνα με την παραπάνω σχέση, προκύπτει:

$$F_2 = \frac{F_1}{r_2} r_1$$

Δηλαδή, αν διατηρούμε σταθερή τη δύναμη F_1 χρησιμοποιώντας πάντοτε τα ίδια βαρίδια και σταθερό το σημείο στο οποίο προσδένεται το νήμα στον βραχίονα του ζυγού, άρα σταθερή την απόσταση r_2 , και μεταβάλλουμε το σημείο ανάρτησης των βαριδίων, άρα την απόσταση r_1 , τότε η γραφική παράσταση $F_2 = f(r_1)$ θα είναι μια ευθεία γραμμή που διέρχεται από την αρχή των αξόνων.

Πειραματική διαδικασία – Επεξεργασία δεδομένων

1. Μετρήστε την απόσταση r_2 μεταξύ του σημείου στο οποίο προσδέσατε το νήμα και του άξονα περιστροφής του ζυγού δυνάμεων, ο οποίος διέρχεται από το μέσο του ζυγού. Είναι:

$$r_2 = \dots\dots\dots \text{ m}$$

2. Τοποθετήστε ένα σώμα βάρους 5 N στο άκρο του άλλου βραχίονα του ζυγού δυνάμεων και ρυθμίστε την κατακόρυφη θέση του αισθητήρα δύναμης έτσι, ώστε ο ζυγός δυνάμεων να ισορροπεί σε οριζόντια θέση.
3. Μετρήστε την απόσταση r_1 μεταξύ του σημείου στο οποίο αναρτήσατε το βαρίδι και του άξονα περιστροφής του ζυγού δυνάμεων και σημειώστε το αποτέλεσμα στον πίνακα 2 πειραματικών δεδομένων που ακολουθεί.
4. Συνδέστε στον υπολογιστή του εργαστηρίου το σύστημα λήψης Multilog και εκκινήστε το λογισμικό Multilab. Ρυθμίστε τη λήψη δεδομένων με τον αισθητήρα δύναμης με ρυθμό: μία μέτρηση ανά δευτερόλεπτο και για χρόνο περίπου 3 min. Τοποθετήστε την κλίμακα του αισθητήρα δύναμης στην τιμή ± 10 N και ενεργοποιήστε στο λογισμικό Multilab την καταγραφή των πειραματικών δεδομένων από τον αισθητήρα δύναμης.

5. Μεταφέρετε μετά το σώμα πλησιέστερα στον άξονα περιστροφής του ζυγού, μετρήστε τη νέα τιμή της απόστασης r_1 και σημειώστε την απόσταση αυτή στον πίνακα 2. Επαναλάβετε τη διαδικασία πλησιάζοντας περισσότερο το σώμα στον άξονα περιστροφής του ζυγού κάθε φορά, μέχρι να πάρετε συνολικά πέντε μετρήσεις.
6. Με τη βοήθεια ενός δρομέα στο λογισμικό Multilab, διατρέξτε τη γραφική παράσταση δύναμης-χρόνου που έχει σχεδιαστεί κατά τη διάρκεια του πειράματος και προσδιορίστε την τιμή της δύναμης F_2 που μετράει ο αισθητήρας για τις αντίστοιχες τιμές της απόστασης r_1 . Σημειώστε τα αποτελέσματα στην αντίστοιχη στήλη του πίνακα 2.

Πίνακας 2 Πειραματικά δεδομένα		
α / α	r_1 / cm	F_2 / N
1		
2		
3		
4		
5		

Συμπεράσματα

1. **α.** Να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση της δύναμης $F_2 = f(r_1)$. Εφόσον η μορφή της γραφικής παράστασης επιβεβαιώνει τη γραμμικότητα της σχέσης, να σχεδιάσετε και την καλύτερη ευθεία προσέγγισης στα πειραματικά δεδομένα, καθώς και να υπολογίσετε την κλίση της. Μπορείτε να επιβεβαιώσετε με τη βοήθεια του Excel την ακρίβειά σας στον υπολογισμό της κλίσης; Να κάνετε όποιες διορθώσεις κρίνετε απαραίτητες.
1. **β.** Να επιβεβαιώσετε πως με μικρή απόκλιση (μικρότερη του 5%) η κλίση της γραφικής παράστασης $F_2 = f(r_1)$ ισούται με τον λόγο $\frac{F_1}{r_2}$. Τι σημαίνει αυτό για την πρόταση που διατυπώσαμε σχετικά με την ισοροπία του ζυγού;