# Лабораторна робота М–20

Визначення моменту інерції маятника

Мета роботи: визначення моменту інерції маятника на підставі закону збереження енергії в механіці (механічна енергія замкненої системи є величина стала).

Маятник Максвела призначений для дослідження закону збереження енергії та визначення на цій підставі моменту інерції металічних кілець. Маятник Максвела – масивний диск, підвішений на двох нитках, обмотаних навколо осі диска.

Загальний вигляд маятника Максвела, що застосовується в даній роботі, зображено на малюнку.

В основі 12 закріплена колонка 5, до якої прикріплені нерухомий верхній кронштейн 6 та рухомий нижній кронштейн 4. На верхньому кронштейні знаходяться електромагніт 9, перший фотоелектричний датчик 7 та гвинт 8 для закріплення та регулювання довжини біфілярної підвіски маятника. Нижній кронштейн разом із прикріпленим до нього другим фотоелектричним датчиком 11 можна пересувати вздовж колонки та фіксувати в довільно обраному положенні. Маятник приладу – це ролик 2, закріплений на осі та підвішений за біфілярним способом до верхнього кронштейна. На ролик накладаються різні за вагою кільця 10, що змінюють момент інерції маятника (ролика та кільця). Довжина маятника визначається за шкалою на колонці приладу 5. Маятник утримується в верхньому положенні електромагнітом. Вирівнювання приладу виконують за допомогою регулюючих ніжок 1.

Рух ролика такий, що він опускається вниз та піднімається вверх з направ­леним вниз сталим прискоренням, що складає деяку долю прискорення сили тяжіння (як ніби він скочувався з не дуже крутої гірки та потім вкочувався на іншу таку саму гірку). Рух маятника Максвела – це найпростіший випадок плоского руху твердого тіла.

При русі маятника прискорення ролика тим менше, а натяг нитки тим більше, чим більше момент інерції ролика. Дійшовши до нижнього положення, коли нитка повністю розкрутилась, диск знову почне підніматись вверх з тією ж початковою швидкістю, якої він досяг у нижній точці. Прискорення у нього буде таке саме та так само направлено вниз. Рух усякої точки диска ми можемо зобразити як поступальний рух зі швидкістю V, що дорівнює швидкості центра тяжіння, та обертання навколо геометричної осі з кутовою швидкістю ω.

У верхньому положенні маятник має потенційну енергію Ep=mgh. Якщо відпустити маятник, він почне падати вниз та обертатися відносно своєї осі. Кінетична енергія його дорівнює сумі кінетичної енергії поступального руху та кінетичної енергії обертального руху:

.

Система замкнена. За законом збереження енергії,

; (20.1)

так як , а , то співвідношення (20.1) перетворюється:

,

звідси момент інерції маятника

, (20.2)

де D – зовнішній діаметр осі маятника разом із намотаною на неї ниткою підвіски, D=D0+2Dн (D0 – діаметр осі маятника, Dн=0,5мм –діаметр нитки підвіски);

m – маса маятника, що дорівнює сумі мас осі маятника, ролика та кільця.

m=mо+mр+mк (усі маси вказані на деталях);

h – довжина маятника, що дорівнює висоті, на яку він піднімається;

t – час падіння маятника, вимірюється електронним секундоміром.

## Методика виконання роботи

1. Виконати вирівнювання приладу.
2. Записати маси.
3. Виміряти діаметри осі маятника, ролика та кільця.
4. Закріпити нижній кронштейн на заданій висоті та відрегулювати довжину підвіски (край кільця має бути на 2-3 мм нижче оптичної осі нижнього фотоелектричного датчика).
5. Ввімкнути прилад.
6. Намотати нитка підвіски на вісь магніту (вона повинна намотуватись рівномірно).
7. Зафіксувати маятник у верхньому положенні за допомогою електро­магніта. При цьому проріз на кільці повинен співпадати з оптичною віссю (світловим променем) верхнього фотоелектричного датчика. Повернути маятник в напрямку його руху на кут приблизно 50 (проріз повинен лежати на одній лінії з горизонтальними штрихами, нанесеними на вертикальні площини корпуса фотоелектричного датчика).
8. Натиснути клавішу “Сброс”.
9. Натиснути клавішу “Пуск”. В цей момент електромагніт відключається та вмикається секундомір. У нижньому положенні маятника секундомір вимикається. На табло висвічується час падіння маятника. Коливання маятника зупинити рукою.
10. Визначити замір часу падіння маятника три-п‘ять разів.
11. За формулою (20.2) підрахувати момент інерції маятника три-п‘ять разів.
12. Абсолютну похибку визначити за методом середнього. Знайти відносну похибку у відсотках.
13. Підрахувати теоретичний момент інерції маятника:

I=Iо+Iр+Iк,

де ;

;

.

1. Порівняти виміряний момент інерції маятника та теоретичний (знайти відносну похибку):

.

## Контрольні питання

1. Що таке маятник Максвела?
2. Що називається моментом інерції маятника?
3. Що називається моментом інерції матеріальної точки?
4. Який основний закон використовується при складанні основного розрахункового співвідношення?
5. Чому дорівнює кінетична енергія маятника в нижній точці?
6. Як визначити довжину маятника?
7. Як теоретично підрахувати момент інерції маятника?
8. Як визначається абсолютна похибка в даній роботі?
9. Як визначається відносна похибка в даній роботі?
10. Як фіксується маятник у верхньому положенні?

Робочий аркуш

Студента

Групи 108

Зурілова І.М.

Лабораторна робота М20

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Чорноморський національний університет  ім. Петра Могили  Факультет комп`ютерних наук  Кафедра ІПЗ | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  | **121.108.01.03** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | Лабораторна робота | Літера | | | Вага | | Масштаб |
| Змін | Арк.. | № Докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  | |  |
|  | |  |  |  |
| Виконав | | Зурілов І.М. |  |  |
|  | |  |  |  | Аркуш | | | | Аркушів | |
| Перевірив | | Яремчук О.М. |  |  |  | ЧНУ | | | | | |
|  | |  |  |  |
|  | |  |  |  |