

## Робота № 5.

### Дослідження коливань нитяного маятника

*Дата проведення*

*Мета роботи:* дослідити коливання нитяного маятника

#### *Питання для підготовки до роботи*

1. Наведіть приклади коливань. Які з них є механічними?
2. Що таке період, частота та колова, або циклічна, частота коливань? Як ці величини пов'язані між собою?
3. Які величини, що характеризують коливальний рух, змінюються періодично? Які властивості повинні мати сили, що збуджують коливальний рух?
4. Які коливання вважають гармонічними?

#### *Теоретичні відомості*

Математичним маятником вважають точкове тіло, підвішене до нерозтяжної й невагомої нитки. Математичний маятник – це поняття абстрактне, тому, що: по-перше, у природі не існує точкових тіл, а по-друге, немає абсолютно нерозтяжних і невагомих ниток.

Проте з певним наближенням математичним маятником можна вважати кульку, підвішену на нитці (рис. 8). Коли кулька перебуває в стані рівноваги, то на неї діють сила тяжіння  $\vec{F}_m = m\vec{g}$  та сила пружності нитки  $\vec{F}_{пр.н}$ , які зрівноважують одна одну, тобто рівнодійна сил дорівнює нулю.

Якщо ж маятник відхилити від положення рівноваги на кут  $\varphi$ , то на кульку так само діятимуть сили тяжіння та пружності нитки, але їхня рівнодійна  $F_m = mg \sin \varphi$  тепер уже має певне значення,

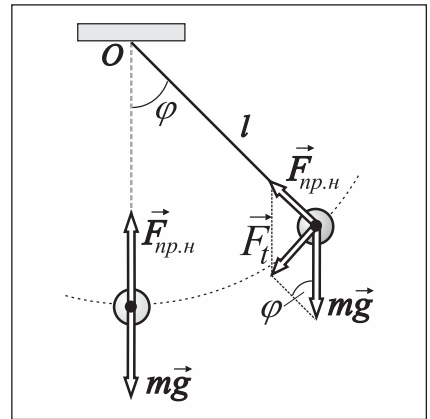


Рис. 8

напрявлена перпендикулярно до нитки маятника й діє в напрямку до положення рівноваги. Саме ця сила і викликає коливання маятника.

Якщо кут  $\varphi$  малий, то  $\sin \varphi \approx \varphi$  і сила, що викликає коливання, пропорційна куту відхилення нитки:  $F_t = -mg \varphi$ .

Період коливань математичного маятника визначається за формулою Гюйгенса

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

де  $l$  – довжина маятника;  $g$  – прискорення вільного падіння в точці, де перебуває маятник.

Аналізуючи формулу Гюйгенса можна дійти висновків:

1. Період коливань математичного маятника за малих амплітуд не залежить від амплітуди коливань.

2. Період коливань не залежить від маси тіла.

3. Період коливань прямопропорційний квадратному кореню з довжини маятника або період коливань у квадраті лінійно залежить від довжини маятника.

4. Період коливань обернено пропорційний квадратному кореню з прискорення вільного падіння.

Формула Гюйгенса має і практичне значення. Через неоднорідну будову земної кори й надр, гірських масивів, западин тощо, місцеві значення  $g$  можуть відрізнятися від середнього значення  $g_{cp} = 9,81 \text{ м/с}^2$ . Різниці значень  $g$  і  $g_{cp}$  називають гравітаційними аномаліями.

Аномалії за умови  $g > g_{cp}$  часто свідчать про поклади металевих руд, а якщо  $g < g_{cp}$  – про поклади легких корисних копалин, наприклад, нафти й газу.

У роботі маєте експериментально перевірити справедливість формули Гюйгенса та висновки, які випливають із неї.

**Обладнання:** комп'ютер із доступом до інтернету, програмний засіб навчального призначення GeoGebra.



**II. Дослідження залежності періоду коливань маятника від маси кульки**

1. Збільшуючи щоразу масу тіла на 0,2 кг виміряти період коливань для кожного випадку. Результати вимірювань записати в таблицю 2.

Таблиця 2.

Маса тіла, кг								
Період коливань, с								

2. Порівняти результати вимірювань та зробити висновок.

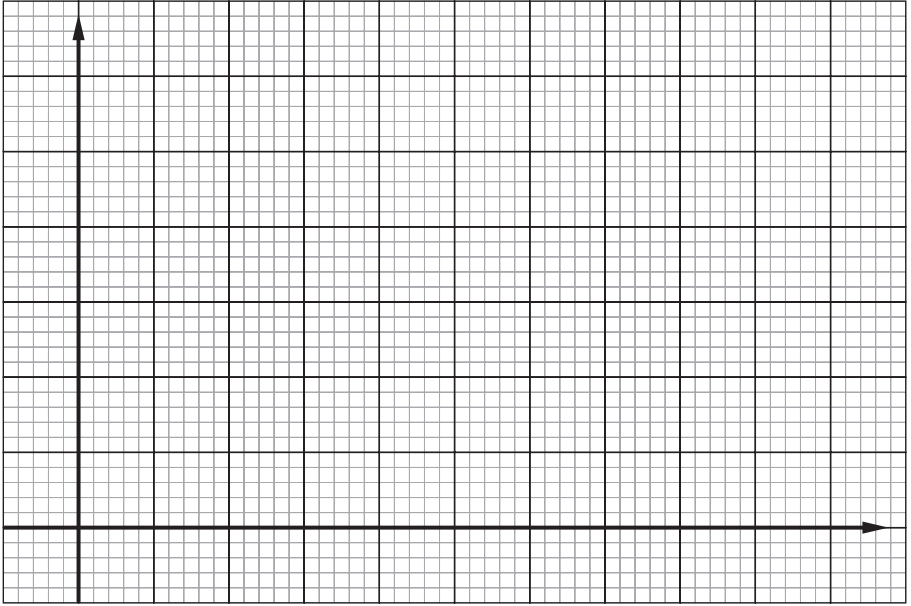

**III. Дослідження залежності між періодом коливань, довжиною маятника та прискоренням вільного падіння**

1. Збільшуючи довжину маятника на 0,1 м у діапазоні від 0,4 м до 1 м виміряти період коливань для кожного випадку. Результати вимірювань записати в таблицю 3.

Таблиця 3.

Довжина маятника, м								
Період коливань, с								
Квадрат періоду, с <sup>2</sup>								

2. У середовищі GeoGebra побудувати графік залежності квадрата періоду від довжини математичного маятника  $T^2 = f(l)$  (с. 38) і зробити висновок про їхній взаємозв'язок.



3. За графіком  $T^2=f(l)$  визначити кутовий коефіцієнт прямої:

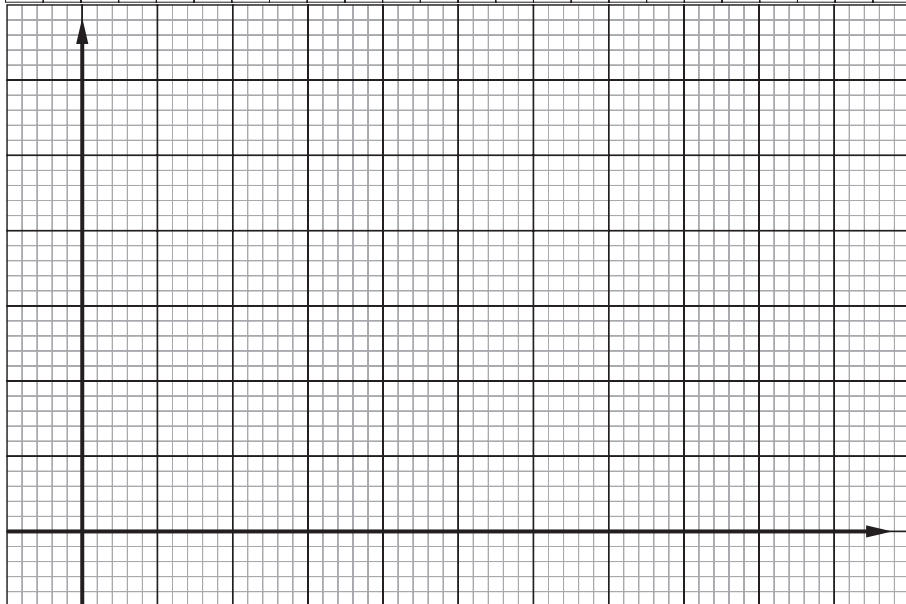
$$k_T = \frac{\Delta y_1}{\Delta x_1}$$

4. Виконати п.п. 1-3 для іншого значення прискорення вільного падіння. Наприклад, обрати планету Юпітер або встановити довільне значення прискорення вільного падіння. Результати вимірювань записати в таблицю 4.

*Таблиця 4.*

Довжина маятника, м							
Період коливань, с							
Квадрат періоду, с <sup>2</sup>							

$$k_2 = \frac{\Delta y_2}{\Delta x_2} =$$



5. Порівняти значення кутових коефіцієнтів прямих для двох випадків зі значеннями співвідношення  $4\pi^2/g$ . Зробити висновки.

$$\frac{4\pi^2}{g_1} =$$

$$\frac{4\pi^2}{g_2} =$$

6. Записати формулу, яка визначає залежність періоду коливань математичного маятника. Зробити висновки.
