

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

Тема. Дослідження коливань нитяного маятника, вимірювання прискорення вільного падіння.

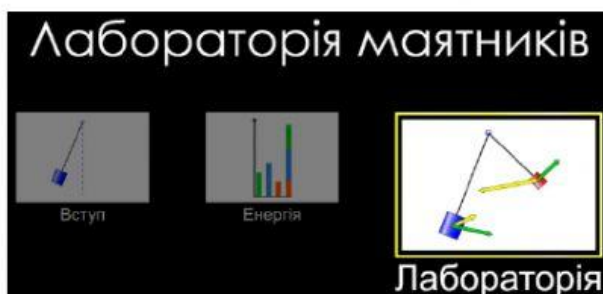
Мета: визначити за допомогою нитяного маятника прискорення вільного падіння; переконатися в справедливості формули Гюйгенса.

Обладнання: інтерактивна симуляція PhET (важок; нитка змінної довжини; лінійка; транспортер; секундомір).

Хід роботи**Підготовка до експерименту**

1. Перейдіть за посиланням, натисніть кнопку *Лабораторія* та *налаштуйте параметри як показано на рисунку*:

https://phet.colorado.edu/sims/html/pendulum-lab/latest/pendulum-lab_uk.html

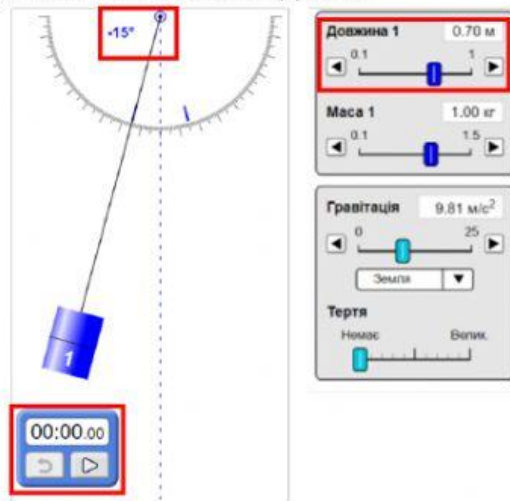


☒	Лінійка
☒	Секундомір
☐	Траса за період

Експеримент 1. Вимірювання прискорення вільного падіння

Результати вимірювань і обчислень відразу заносьте до таблиці 1

1. За допомогою повзунка *встановіть довільну довжину маятника*.
2. *Відхиліть маятник від положення рівноваги на кут $10^\circ - 15^\circ$ і відпустіть*.
3. *Виміряйте інтервал часу, за який маятник здійснює 20 повних коливань*. (згадайте, що таке одне повне коливання, або скільки амплітуд має пройти маятник за одне повне коливання)



4. Не змінюючи довжини маятника, **повторіть дослід ще двічі**. Запишіть дані експерименту у таблицю.

Таблиця 1

№	Довжина нитки l , м	Кількість коливань N	Час коливань		Період коливань T , с	Прискорення вільного падіння $\frac{m}{c^2}$ $g_{\text{вим}}$	Відносна похибка експерименту ε_g , %
			t , с	$t_{\text{сер}}$, с			
1							
2							
3							

5. За даними дослідів 1–3 визначте:

1) **середній час 20 коливань**:

$$t_{\text{сер}} = \frac{(t_1 + t_2 + t_3)}{3} = \frac{\quad}{3} =$$

2) **період коливань маятника**:

$$T = \frac{t_{\text{сер}}}{N} = \frac{\quad}{\quad} =$$

3) **прискорення вільного падіння**:

$$g_{\text{вим}} = \frac{4\pi^2 l}{T^2} = \frac{\quad}{\quad} =$$

6. Оцініть **відносну похибку експерименту**, порівнявши значення прискорення вільного падіння, отриманого в ході експерименту ($g_{\text{вим}}$), із табличним значенням ($g_{\text{таб}} = 9,8 \text{ м/с}^2$), за формулою:

$$\varepsilon_g = \left| 1 - \frac{g_{\text{вим}}}{g_{\text{таб}}} \right| \cdot 100 \% = \left| 1 - \frac{\quad}{\quad} \right| \cdot 100 \% =$$

Експеримент 2. Перевірка формули Гюйгенса

Результати вимірювань і обчислень відразу заносьте до таблиці 2

1. **Встановіть довжину маятника 1 м**. Відхиліть маятник від положення рівноваги на кут $10^\circ - 15^\circ$ і відпустіть. **Виміряйте інтервал часу**, за який маятник здійснює **20 повних коливань**.

2. **Повторіть дослід ще двічі, кожного разу зменшуючи довжину маятника**. Запишіть дані експерименту у таблицю.

Таблиця 2

№	Довжина нитки l , м	Кількість коливань N	Час коливань t , с	Період коливань $T = \frac{t}{N}$, с	Період коливань $T' = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$, с	Відносна похибка експерименту ε_T , %
1						
2						
3						

3. Для кожного дослідження обчисліть період коливань маятника у два способи:

1) скориставшись *означенням періоду*:

$$1) T = \frac{t}{N} = \frac{\quad}{\quad} =$$

$$2) T = \frac{t}{N} = \frac{\quad}{\quad} =$$

$$3) T = \frac{t}{N} = \frac{\quad}{\quad} =$$

2) скориставшись *формулою Гюйгенса* (врахуйте, що $g = 9,8 \text{ м/с}^2$):

$$1) T' = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = \sqrt{\frac{\quad}{\quad}} =$$

$$2) T' = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = \sqrt{\frac{\quad}{\quad}} =$$

$$3) T' = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = \sqrt{\frac{\quad}{\quad}} =$$

4. Оцініть *відносну похибку експерименту*, порівнявши значення періоду коливань маятника, які було визначено різними способами за формулою:

$$1) \varepsilon_T = \left| 1 - \frac{T}{T'} \right| \cdot 100\% = \left| 1 - \frac{\quad}{\quad} \right| \cdot 100\% =$$

$$2) \varepsilon_T = \left| 1 - \frac{T}{T'} \right| \cdot 100\% = \left| 1 - \frac{\quad}{\quad} \right| \cdot 100\% =$$

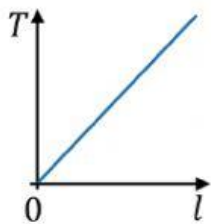
$$3) \varepsilon_T = \left| 1 - \frac{T}{T'} \right| \cdot 100\% = \left| 1 - \frac{\quad}{\quad} \right| \cdot 100\% =$$

Аналіз експерименту та його результатів

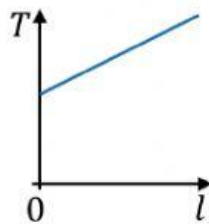
Проаналізуйте експеримент і його результати. У висновку зазначте: 1) величини, які ви вимірювали; 2) якими є результати вимірювання; 3) чи залежать значення цих величин від довжини нитки (якщо залежать, то як); 4) причини похибки.

Контрольні запитання

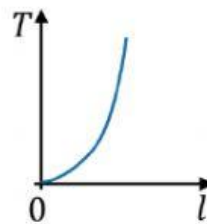
1. Укажіть графік залежності періоду математичного маятника від довжини його підвісу.



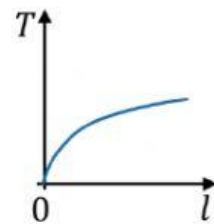
а)



б)



в)



г)

2. Визначте шлях і модуль переміщення матеріальної точки, що здійснює гармонічні коливання за період. Амплітуда коливань дорівнює 1,5 см.

3. Довжину підвісу математичного маятника зменшили на 19%. На скільки відсотків змінився період коливань?

Творче завдання

1. Перейдіть за посиланням, натисніть кнопку **Лабораторія** та налаштуйте параметри як показано на рисунку:

https://phet.colorado.edu/sims/html/masses-and-springs-basics/latest/masses-and-springs-basics_uk.html



2. Підвісьте до пружини тягарець. Визначте період коливань тягарця на пружині.
3. Дослідіть, чи залежить період коливань пружинного маятника від маси тягарця.