

**Тема. Визначення коефіцієнта тертя ковзання**

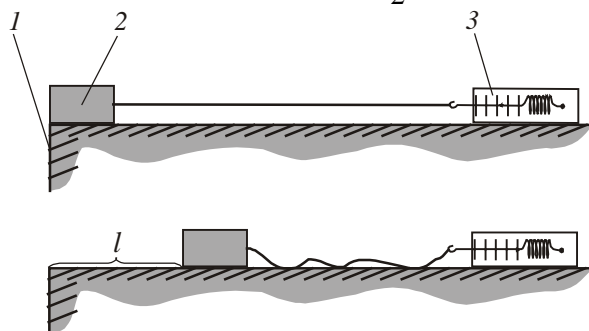
**Мета:** визначити коефіцієнт тертя ковзання при русі горизонтальною поверхнею.

**Обладнання:** дерев'яний брусок; нитка завдовжки 50 см; лінійка з міліметровими поділками; динамометр; тягарець, маса якого дорівнює 100 г.

ПРИГАДАЙТЕ ТЕОРІЮ



Під час скорочення пружини брусок, прив'язаний до неї, проходить до зупинки шлях  $l$  (див. рис.). При русі бруска горизонтальним столом на систему «брусок — пружина» діє зовнішня сила — сила тертя. Оскільки робота зовнішньої сили призводить до зміни механічної енергії, то  $A_{\text{тер}} = E_2 - E_1$ . Механічна енергія системи в початковому і кінцевому станах дорівнює  $E_1 = \frac{kx^2}{2} = \frac{F_{\text{пр}} \cdot x}{2}$ ;  $E_2 = 0$ . Тоді робота сили тертя  $A_{\text{тер}} = -F_{\text{тер}} \cdot l = -\mu Pl$ . Звідси  $\mu Pl = \frac{F_{\text{пр}} \cdot x}{2}$ . Отже,  $\mu = \frac{F_{\text{пр}} \cdot x}{2Pl}$  — робоча формула.



1 — край столу; 2 — брусок; 3 — динамометр, який рукою фіксується на поверхні столу.

ВИКОНАЙТЕ РОБОТУ



1. Виміряйте вагу бруска в стані спокою.
2. Прив'яжіть брусок до динамометра за допомогою нитки завдовжки 40–50 см.
3. Сумістивши край бруска з краєм столу, притримуючи брусок, розтягніть пружину динамометра і виміряйте силу пружності  $F_{\text{пр}}$ , яку він показує, та видовження пружини  $x$ .
4. Зафіксувавши динамометр, відпустіть брусок та виміряйте шлях  $l$ , який він пройде до зупинки.
5. Не змінюючи значення  $F_{\text{пр}}$ , повторіть дослід кілька разів.
6. Результати вимірювань запишіть у таблицю.

| № досліду | $F_{\text{пр}}, \text{Н}$ | $P, \text{Н}$ | $x, \text{мм}$ | $l, \text{мм}$ | $l_0, \text{мм}$ | $\mu$ |
|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|------------------|-------|
| 1.        |                           |               |                |                |                  |       |
| 2.        |                           |               |                |                |                  |       |
| 3.        |                           |               |                |                |                  |       |

7. Обчисліть середнє значення коефіцієнта тертя.

$\mu =$  \_\_\_\_\_.

8. Обчисліть похибки:

а) відносну похибку вимірювання обчисліть за формулою:

$$\varepsilon = \frac{\Delta F_{\text{пр}}}{F_{\text{пр}}} + \frac{\Delta P}{P} + \frac{\Delta x}{x} + \frac{\Delta l}{l_c}, \text{ де } \Delta F_{\text{пр}} = \Delta P \text{ — половина ціни поділки динамометра,}$$

$\Delta x = \Delta l$  — половина ціни поділки лінійки.

$\varepsilon =$  \_\_\_\_\_.

б) абсолютну похибку вимірювання обчисліть за формулою:

$\Delta\mu = \varepsilon \cdot \mu =$  \_\_\_\_\_.

9. Запишіть результати обчислень.

$\mu = \mu \pm \Delta\mu =$  \_\_\_\_\_;  $\varepsilon =$  \_\_\_\_\_ %.

ЗРОБІТЬ ВИСНОВКИ



---

---

---

ПОМІРКУЙТЕ НАД ПИТАННЯМИ



1. Які перетворення енергії відбуваються під час досліду?

---

---

2. Як зміниться коефіцієнт тертя при збільшенні площі дотику поверхонь, що труться?

---

---

3. Як зміниться коефіцієнт тертя при збільшенні маси бруска?

---

---

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №10

Дата

**Тема.** Вимірювання прискорення вільного падіння за допомогою математичного маятника

**Мета:** обчислити прискорення вільного падіння за допомогою математичного маятника.

**Обладнання:** годинник із секундною стрілкою; вимірювальна стрічка; нитка; кулька з отвором чи вушком; штатив з муфтою і лапкою; довга нитка.

ПРИГАДАЙТЕ ТЕОРІЮ



Період коливань  $T$  математичного маятника завдовжки  $l$  можна визначити зі співвідношень  $T = \frac{t}{N}$  та за формулою Гюйгенса  $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$  ( $t$  — час, протягом якого маятник робить  $N$  коливань). Порівнявши праві частини, отримаємо  $\frac{t}{N} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ .

Звідси  $g = \frac{4\pi^2 l \cdot N^2}{t^2}$  — робоча формула.

ВИКОНАЙТЕ РОБОТУ



**Визначення прискорення вільного падіння**

1. Закріпіть верхній кінець підвісу математичного маятника у штативі так, щоб довжина маятника становила приблизно 1,5 м.
2. Виміряйте довжину підвісу  $l$  за допомогою вимірювальної стрічки.
3. Відхиліть маятник від положення рівноваги на 3–5 см і виміряйте час, упродовж якого маятник здійснить  $N = 20$ –30 коливань.
4. Повторіть дослід ще двічі для тієї самої кількості коливань та обчисліть середній час коливань маятника.
5. Обчисліть прискорення вільного падіння.

$$g = \frac{4\pi^2 l \cdot N^2}{t_c^2} = \underline{\hspace{10cm}}$$

6. Результати вимірювань та обчислень запишіть у таблицю.

| № досліду | $l = \dots\dots$ м |         |           |                        |
|-----------|--------------------|---------|-----------|------------------------|
|           | $N$                | $t$ , с | $t_c$ , с | $g$ , м/с <sup>2</sup> |
| 1.        |                    |         |           |                        |
| 2.        |                    |         |           |                        |
| 3.        |                    |         |           |                        |

7. Оцініть точність вимірювань:

- а) обчисліть абсолютну похибку вимірювання часу:

$$\Delta t_c = \sqrt{\frac{(t_1 - t_c)^2 + (t_2 - t_c)^2 + (t_3 - t_c)^2}{3}} = \underline{\hspace{10cm}}$$

- б) визначте абсолютну похибку вимірювання довжини підвісу:

$$\Delta l = \Delta l_{\text{прил}} = \underline{\hspace{10cm}} \quad (\text{половина ціни поділки мірної стрічки});$$

- в) обчисліть відносну похибку вимірювання прискорення вільного падіння:

$$\varepsilon_g = \frac{\Delta l}{l} + \frac{2\Delta t_c}{t_c} = \underline{\hspace{10cm}};$$

г) обчисліть абсолютну похибку вимірювання прискорення вільного падіння:

$$\Delta g = \varepsilon_g \cdot g = \underline{\hspace{10cm}}$$

**ЗРОБІТЬ ВИСНОВКИ**




---



---



---

**ПОМІРКУЙТЕ НАД ПИТАННЯМИ**



- Від яких фізичних величин залежить період коливань математичного маятника?
- Чи зміниться період коливань математичного маятника при збільшенні маси підвішеного тягарця та амплітуди коливань?

---



---

- Від чого залежить прискорення вільного падіння на поверхні планети?

---



---



---

*Додаток*

**ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №9**

| Варіант 1 |             |        |         |         |
|-----------|-------------|--------|---------|---------|
|           | $F_{пр}, Н$ | $P, Н$ | $x, мм$ | $l, мм$ |
| 1.        | 2           | 0,8    | 50      | 160     |
| 2.        |             |        |         | 162     |
| 3.        |             |        |         | 155     |

| Варіант 2 |             |        |         |         |
|-----------|-------------|--------|---------|---------|
|           | $F_{пр}, Н$ | $P, Н$ | $x, мм$ | $l, мм$ |
| 1.        | 3           | 1,8    | 75      | 195     |
| 2.        |             |        |         | 190     |
| 3.        |             |        |         | 185     |

**ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №10**

| Варіант 1 |        |     |        |
|-----------|--------|-----|--------|
|           | $l, м$ | $N$ | $t, с$ |
| 1.        | 1,5    | 20  | 50     |
| 2.        |        |     | 49     |
| 3.        |        |     | 48     |

| Варіант 2 |        |     |        |
|-----------|--------|-----|--------|
|           | $l, м$ | $N$ | $t, с$ |
| 1.        | 1,4    | 25  | 60     |
| 2.        |        |     | 59     |
| 3.        |        |     | 58     |