

**Міністерство освіти і науки України**  
**Національний центр «Мала академія наук України»**  
**LIX Всеукраїнська учнівська олімпіада з фізики, м. Львів, 2025**  
**Експериментальний тур, 8-й клас**

## **Умови та розв'язки**

### **1. «Ручка-стрибунець»**

**Обладнання:** ручка з кнопкою на пружинці, лінійка, дошка, одна сторона якої вкрита шліфувальним папером.

**Завдання:**

- Запропонуйте спосіб, при якому ручка підстрибує на максимальну висоту за рахунок пружини.
- Запропонуйте спосіб визначення коефіцієнта тертя між бічною поверхнею ручки та шліфувальним папером, розташувавши дошку зі шліфувальним папером горизонтально з використанням наданого обладнання. Визначте коефіцієнт тертя цим способом.

**1. Дошку використовувати виключно в горизонтальному положенні.**

**2. Відривати шліфувальний папір від дошки забороняється.**

**3. Ручку, надану в обладнанні, розбирати забороняється.**

**У звіті наведіть**

- опис запропонованих способів,
- рисунки та пояснення до них,
- результати вимірювань та обчислень.

Опишіть, що було Вами зроблено для покращення точності.

**Розв'язання.**

Визначаємо положення стержня ручки при якому вона підстрибує на максимальну висоту.

Проводимо дослід з підстрибуванням ручки вертикально вгору багато разів, щоразу фіксуємо висоту підняття. Вибираємо з результатів вимірювань  $N$  найбільших значень висоти та обчислюємо середнє значення, яке і будемо вважати шуканою величиною.

Для визначення коефіцієнта тертя потрібно провести експеримент, аналогічний підстрибуванню, але спрямовувати ручку горизонтально, щоб вона ковзала по шліфувальному папері.

Енергія, накопичена пружиною дорівнює потенціальній енергії ручки на максимальній висоті підняття при стрибку вгору:

$$E = mgh \quad (1)$$

Ця енергія також рівна роботі сили тертя при русі ручки до зупинки:

$$E = \mu mgl \quad (2)$$

Прирівнюючи праві частини формул (1) і (2)

$$mgh = \mu mgl,$$

отримаємо формулу для визначення коефіцієнту тертя

$$\mu = h/l.$$

Знаючи максимальну висоту підстрибування ручки  $h$  та визначивши середнє значення пройденого шляху при ковзанні ручки по шліфувальному папері  $l$  визначаємо  $\mu$ .

При проведенні дослідів частина енергії пружини витрачається на подолання тертя ручки об пальці. Щоб мінімізувати це, потрібно відпускати ручку швидко. Оскільки це вдається не кожного разу, то експерименти слід повторювати багато разів, знаходячи середнє з найбільших значень.

Ручку слід намагатися розташовувати перпендикулярно поверхні від якої вона відштовхується.

## 2. «Чорна скринька з ілюмінацією».

**Обладнання:** джерело живлення, чорна скринька, всередині якої знаходяться 2 однакових резистори, лампа, за яскравістю якої можна спостерігати, та сполучні дроти нехтовно малого опору; назовні зі скриньки виходять 4 контакти.

Для опису експерименту поверніть чорну скриньку так, щоб ви бачили світіння лампочки та пронумеруйте виводи схеми зліва направо 1,2,3,4 (дивись рисунок).

**Завдання:** відтворити схему, яка знаходиться в скриньці.

У звіті навести:

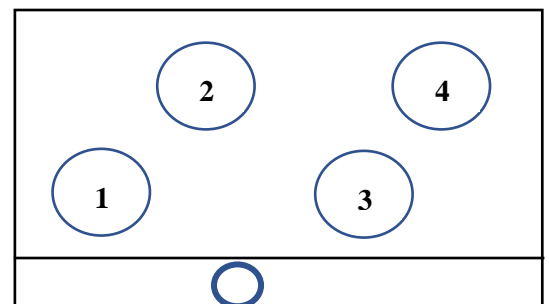
- методику проведення експерименту,
- результати спостережень та висновки з них;
- відтворену Вами схему, яка знаходиться в скриньці.

**Увага!** Батареяка під час тривалої експлуатації (особливо при короткому замиканні) доволі швидко розряджається, тому всі контакти замикати на короткий час.

### **Розв'язання.**

Підключаємо батарейку до всіх можливих пар контактів

1-2, 1-3, 1-4, 2-3, 2-4, 3-4. Для кожної пари засвідчуємо один з трьох варіантів: лампочка на «чорній» скриньці» а) не світиться, б) світиться тьмяно, в) світиться яскраво.



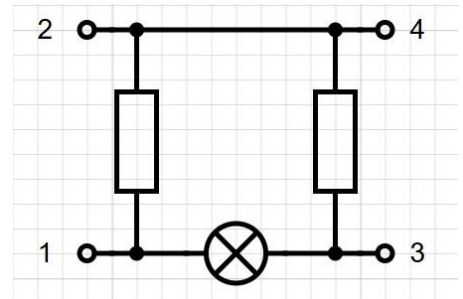
контакти	1	2	3	4
1		$\pm$	+	$\pm$
2	$\pm$		$\pm$	—
3	+	$\pm$		$\pm$
4	$\pm$	—	$\pm$	

« + » світиться яскраво;

«  $\pm$  » світиться тьмяно;

« — » не світиться,

Відтворюємо схему, яка реалізує отриманий розподіл варіантів.



### 3. «Губка-шприц»

**Обладнання:** Індивідуальне – кухонна губка (суха), шприц відомого об'єму без голки; групове – посудина з водою, нитка, скотч.

**Завдання:** для сухої кухонної губки визначте

- 1) масу;
- 2) об'єм;
- 3) середню густину.

У звіті наведіть:

- методику проведення експериментів;
- необхідні рисунки, теоретичну модель, результати вимірювань та розрахунки;
- остаточні результати.

Опишіть, що було Вами зроблено для покращення точності.

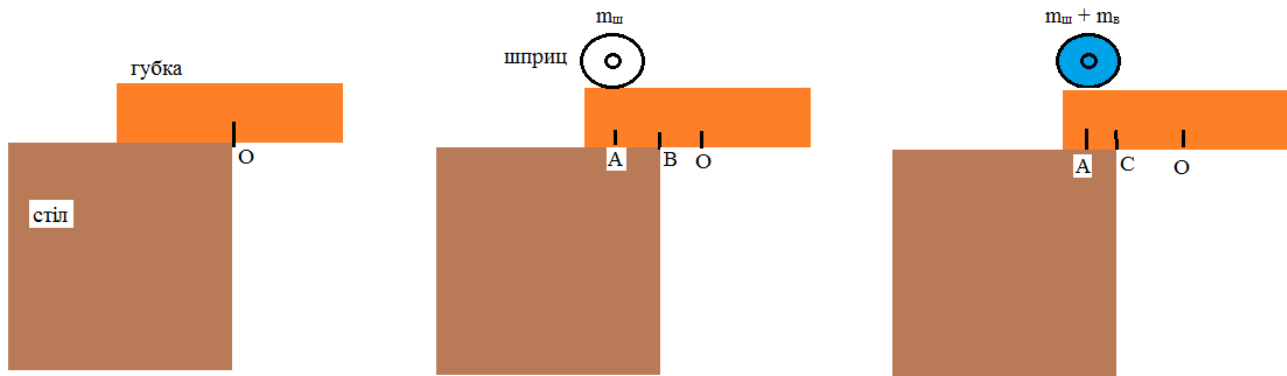
**Примітка:** Протягом усього експерименту губка має залишатися сухою. Набирати та зливати воду зі шприца можна довільну кількість разів. На губці за потреби можна робити позначки ручкою.

### **Розв'язання.**

#### **1. Визначення маси.**

Кладемо губку на край парти і визначаємо точку, що відповідає перетину перпендикуляра з центру мас.

На край губки кладемо пустий шприц, а потім і наповнений деякою кількістю води. Знаходимо критичний момент стійкої рівноваги.



В прикладі губки, що була, і шприця на 5 мл: у момент втрати рівноваги знаходимо відстані  $AB$ ,  $BO$ ,  $AC$  та  $CO$  в поділках шприця. Переводити в см необов'язково.

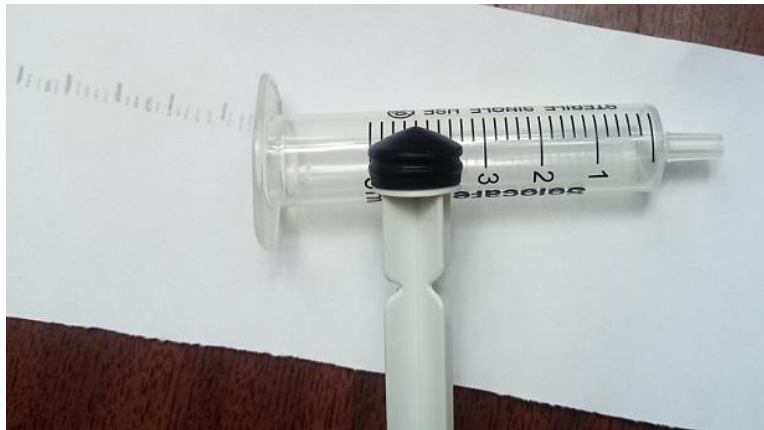
Рівняння рівноваги:

$$\begin{cases} m_{\text{г}} \cdot BO = m_{\text{ш}} \cdot AB \\ m_{\text{г}} \cdot CO = m_{\text{ш}} \cdot AC + m_{\text{в}} \cdot AC \end{cases}$$

Знаючи масу води (яку ви можете обрати самостійно), з системи рівнянь знаходимо масу губки.

**Маса губки – 5,7 г**

**2. Визначення об'єму.** Шкала на шприці нестандартна. Потрібно визначити ціну її поділки в см. Хоча це не обов'язково.



Дістаємо поршень і вимірюємо діаметр в поділках шприця. Для прикладу взято шприц 5 мл. Довжина шкали, що відповідає 5 мл складає 25 поділок. Діаметр поршня (внутрішнього діаметру колби шприця) дорівнює 7 под.

Тоді об'єм 5 мл = 5 см<sup>3</sup> складає  $\frac{3.14 \cdot 7^2}{4} \cdot 25 = 962 \text{ под}^3$ .

Вимірюємо розміри та об'єм губки в кубічних поділках (под<sup>3</sup>), а потім по пропорції і об'єм губки в см<sup>3</sup>.

**Об'єм губки – 260 см<sup>3</sup>**

**3. Визначення густини.**

Для визначення густини скористаємось формулою  $\rho = \frac{m}{V}$ , в г/см<sup>3</sup>.

**Густина губки – 0,022 г/см<sup>3</sup>**

Для збільшення точності варто ручкою ставити поділки на губці і декілька разів перевірити втрату рівноваги при зміщенні губки до поділок.

Для збільшення точності визначення плеча сили тяжіння, що діє на шприц, його можна підвісити ниткою до губки.

Скотч за потреби можна використати для фіксації губки на столі або з іншою метою.

**УВАГА! Обладнання з однієї задачі не може бути використане для розв'язання інших задач! Псувати обладнання забороняється.**