

**Відповіді III етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики
(2022-2023 навчальний рік)
Експериментальний тур
10 клас**

Опис схеми експериментальної установки

Для вимірювання сили притягання двох смужкових плоских магнітів закріпимо один магніт (магніт 1) на столі так, щоб його короткий край співпадав з краєм столу (рис. 1). Другий магніт (магніт 2) покладемо на нього та зсунемо в сторону над краєм столу, утворивши важіль. Край столу стає місцем обертання важеля. На виступ магніта 2 кладемо монети.

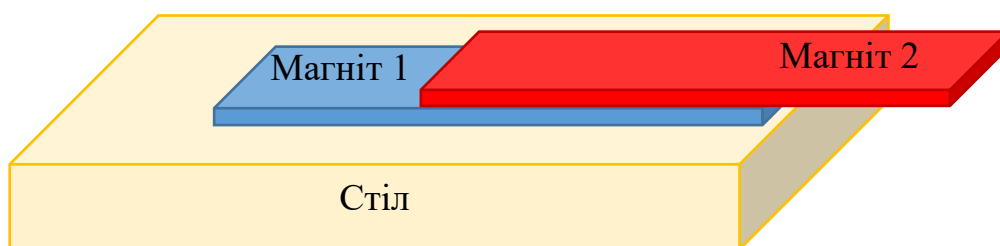


Рис. 1

Теоретичне обґрунтування методу

Для визначення сили, з якою притягуються два смужкових плоских магніта, застосуємо умову рівноваги важеля.

На виступ магніта 2 діють вага \vec{P} монеток та сила тяжіння $\vec{F}_{\text{тяж1}}$ частини магніта 2, що утворює виступ (рис 2). На частину магніта 2, що залишається на столі, діють сила тяжіння $\vec{F}_{\text{тяж2}}$ цієї частини магніта та сила притягання між магнітами \vec{F} .

$P = m_m g$, де m_m – маса монеток;

$F_{\text{тяж1}} = m_1 g$, де m_1 – маса виступу магніта 2;

$F_{\text{тяж2}} = m_2 g$, де m_2 – маса магніта 2, що залишається на столі.

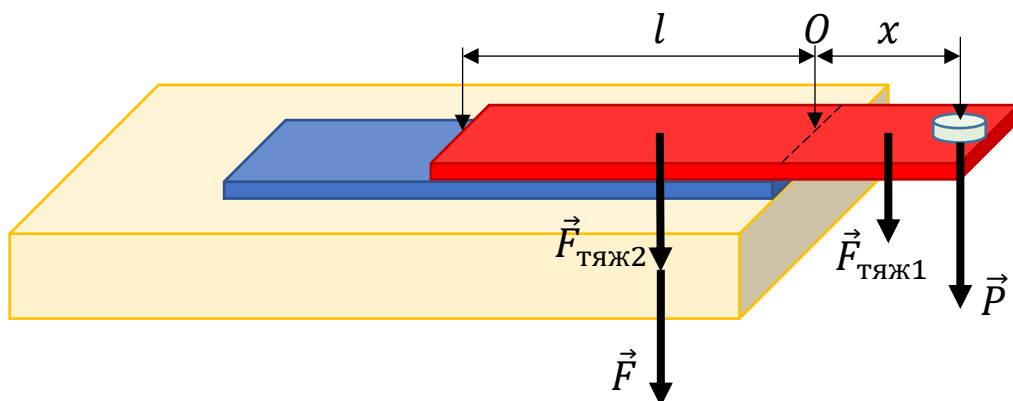


Рис. 2

Умова рівноваги важеля:

$$(m_2 g + F) \frac{l}{2} = m_1 g \frac{x}{2} + m_m g x,$$

де l – довжина магніта 2, що залишається на столі, x – відстань від краю столу до центру монет.

$$\text{Звідси, } F = \frac{2gx}{l} \left(\frac{m_1}{2} + m_m \right) - m_2 g. \quad (1)$$

Для визначення сили F_3 , з якою притягуються два смужкових плоских магніта довжиною l_3 , які повністю накладено один на одного, спочатку визначимо значення сили притягання магнітів F_0 , яка припадає на одиницю довжини магнітів.

Сила F – це сила притягання частини магнітів, які мають довжину l . Тоді $F_0 = \frac{F}{l}$.

$$\text{Отже, } F_3 = F_0 l_3 = \frac{F}{l} l_3. \quad (2)$$

Розподіл мас магніта, які припадають на виступ та частину, яка знаходиться над столом, також визначаємо аналогічним способом. На одиницю довжини магніта припадає маса $m_0 = \frac{m}{l_3}$.

$$\text{Тоді } m_1 = \frac{m}{l_3} x_1, \quad (3)$$

$$m_2 = \frac{m}{l_3} l. \quad (4)$$

Підставимо вирази (1), (3), (4) в вираз (2):

$$F_3 = m g \left(\frac{x x_1}{l^2} - 1 \right) + \frac{2 m_m g x l_3}{l^2} \quad (5)$$

Методика вимірювання необхідних фізичних величин

За допомогою лінійки вимірюємо:

- довжину магніта l_3 ;
- довжину виступу магніта x_1 ;
- довжину, яка знаходиться над столом l ;
- відстань від початку виступу на краю столу до центру розташування монеток на виступі x .

Навантажуючи виступ магніта монетами, досягаємо його перевертання. Розраховуємо масу монет m_m як суму мас окремих монеток.

Дані підставляємо у вираз (5).

Експеримент повторюємо декілька раз, змінюючи виступ магніта.

Якщо експеримент повторили 4 рази, то обчислили 4 значення сили притягання F_1 ,

Оцінка точності експерименту

Якщо експеримент повторили, наприклад n раз, то обчислили 4 значення сили притягання F_1, \dots, F_n .

Середнє значення сили притягання дорівнює $F_{\text{ср}} = \frac{\sum F_n}{n}$.

Обчислюємо абсолютну похибку за формулою $\Delta F_n = |F_{\text{ср}} - F_n|$.

Розраховуємо середнє значення абсолютної похибки: $\Delta F_{\text{ср}} = \frac{\sum \Delta F_n}{n}$.

Оцінюємо відносну похибку як $\frac{\Delta F_{\text{ср}}}{F_{\text{ср}}}$.

Інший спосіб оцінки похибки.

Оцінюємо відносну похибку як $\frac{\Delta F}{F} = ?$