

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

Тема. Дослідження руху зв'язаних тіл.
Мета: визначити коефіцієнт тертя ковзання дерева по дереву.
Обладнання: лінійка, терези з тягарцями (або динамометр), секундомір, дерев'яна поверхня, дерев'яний брусок, нерухомий блок, явков масою 100 г, мірна нитка завдовжки 1,5-2 м.

Теоретичні відомості

Розглянемо рух системи зв'язаних тіл у горизонтальному і вертикальному напрямку. При розгляді такого руху слід враховувати, що зазвичай:

- нитка, яка зв'язує тіла, невагома і нерозтяжна, тому такі тіла відносно блоку чи площини рухаються однаковими за модулем прискореннями;
- блоку невагома, тертя у блоках немає, тоді сили натягу нитки рівні за модулем у будь-якому її перерізі.

Зв'яжемо два бруски m_1 та m_2 мотузкою, перекінутою через нерухомий блок. Один з брусків m_1 розташуємо на столі, а інший m_2 підвісимо. Після того як бруски відпустити система почне рівноприскорено рухатися. Оскільки нитка нерозтяжна і невагома, то модулі сил натягу нитки у всіх точках нитки однакові та модулі прискорення обох брусків однакові:

$$T_1 = T_2 = a$$

Знайдемо прискорення, з яким рухається брусок 1 під дією тягарця 2, скориставшись формулою переміщення:

$$s_x = v_{0x}t + \frac{a_x}{2}t^2; \quad s_x = H; \quad H = \frac{a}{2}t^2 \Rightarrow a = \frac{2H}{t^2} \quad (1).$$

Знайдемо формулу для обчислення коефіцієнта тертя μ . Для кожного тягарця запишемо рівняння другого закону Ньютона у векторному вигляді. Отримуємо систему рівнянь:

$$\begin{cases} m_1\vec{g} + \vec{F}_{\text{тертя}} + \vec{N}_1 + \vec{F}_1 = m_1\vec{a} \\ m_2\vec{g} + \vec{F}_2 = m_2\vec{a} \\ |\vec{F}_1| = |\vec{F}_2| = T \\ \text{OX: } -F_{\text{тертя}} + T = m_1a \\ \text{OY: } m_1g - N_1 = 0 \\ \text{OY: } m_2g - T = m_2a \\ N_1 = m_1g \quad F_{\text{тертя}} = \mu N_1 = \mu m_1g \end{cases}$$

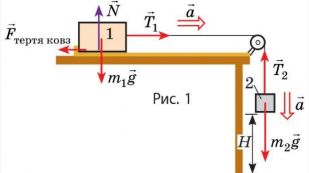
Розв'яжемо систему методом додавання:

$$-\mu m_1g + T + m_2g - T = m_1a + m_2a$$
$$\mu = \frac{m_2g - (m_1 + m_2)a}{m_1g} \quad (2)$$

ХІД РОБОТИ

Підготовка до експерименту

- Ознайомтесь з описом лабораторної роботи №3 на сторінці 115 підручника.
- Зберіть експериментальну установку за схемою (див. рис. 1).



Експеримент

Суворо дотримуйтесь інструкції з безпеки. Результати вимірювань відразу записуйте до таблиці.

- Виміряйте масу m_1 бруска 1 та масу m_2 тягарця 2.
- Розташуйте брусок біля лівого краю трибометра й, утримуючи брусок, виміряйте відстань H від тягарця до підлоги (див. рис. 1).
- Відпустіть брусок і виміряйте час t , через який тягарець торкнеться підлоги. Не змінюючи початкового розташування зв'язаних тіл, повторіть дослід ще тричі.

Розрахунки і таблицю заповнювати, використовуючи подане відео

№	Маса бруска m_1 , кг	Маса тягарця m_2 , кг	Висота падіння тягарця H , м	Час падіння t , с $t_{\text{ср}}$, с	Прискорення тягарця a , $\frac{\text{м}}{\text{с}^2}$	Коефіцієнт тертя ковзання $\mu_{\text{ср}}$	Відносна похибка ϵ , %
1							
2							
3							
4							

Опрацювання результатів експерименту

- Обчисліть середній час руху тягарця ($t_{\text{ср}}$).

$$t_{\text{ср}} = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}{4} = \text{_____} \text{ с}$$

- За формулою (1) визначте середнє прискорення руху тягарця ($a_{\text{ср}}$).

$$a_{\text{ср}} = \frac{2H}{t_{\text{ср}}^2} = \frac{2 \cdot \text{_____ м}}{(\text{_____ с})^2} = \frac{\text{_____ м}}{\text{с}^2}$$

- За формулою (2) визначте середнє значення коефіцієнта тертя ковзання.

$$\mu = \frac{m_2g - (m_1 + m_2)a}{m_1g} = \text{_____}$$

- Оцініть відносну похибку експерименту, порівнявши значення коефіцієнта тертя ковзання $\mu_{\text{ср}}$ дерева по дереву, отриманого в ході експерименту, з табличним значенням $\mu_{\text{табл}}$ (його можна знайти на с.83 підручника):

$$\epsilon_{\mu} = \left| 1 - \frac{\mu_{\text{ср}}}{\mu_{\text{табл}}} \right| \cdot 100\%$$

$$\epsilon_{\mu} = \left| 1 - \text{_____} \right| \cdot 100\% = \text{_____} \%$$

Аналіз експерименту та його результатів

Прованалізуйте експеримент і його результати. Сформулюйте висновок, у якому зазначте:

- величину, яку ви вимірювали;
- результат вимірювання;
- причини похибки.

Висновок