

## Розв'язок задачі № 2 експериментального туру (10 клас)

1. Якщо довжина парти  $L_0 = 1,2$  м, для встановлення кута нахилу  $\alpha = 5^\circ$  потрібна підставка висотою  $L_0 \cdot \sin \alpha = 10,5$  см.
2. За такого невеликого кута нахилу вважатимемо, що пляшка котитиметься без проковзування, а вода — поступально. Рух можна вважати рівноприскореним, якщо знехтувати опором повітря та в'язким тертям у рідині. За цих умов можна скористатися законом збереження механічної енергії:

$$(m_{\text{в}} + m_{\text{п}})gL \cdot \sin \alpha = \frac{m_{\text{в}}v^2}{2} + m_{\text{п}}v^2.$$

Тут  $m_{\text{в}}$ ,  $m_{\text{п}}$  — маси відповідно води та пляшки,  $L$  — переміщення пляшки (воно може збігатися з довжиною парти або бути меншим залежно від обраного методу вимірювань). Ми врахували для пляшки кінетичні енергії поступального та

обертального рухів. Звідси прискорення пляшки  $a = g \sin \alpha \frac{m_{\text{в}} + m_{\text{п}}}{m_{\text{в}} + 2m_{\text{п}}}$ . У залежності

від співвідношення мас води та пляшки отримуємо прискорення від  $\frac{g \sin \alpha}{2}$

(випадок скочування тонкостінного циліндра) до  $g \sin \alpha$  (випадок поступального руху без втрат енергії на тертя).

3. Експериментальне вимірювання прискорення базується на формулі  $a = \frac{2L}{t^2}$ .

Можна, наприклад, відраховувати певну кількість ударів метронома та вимірювати переміщення за проміжки часу, кратні 0,5 с (це дозволяє дещо зменшити похибки). Доцільно для кожного значення маси води проводити кілька вимірювань та знаходити середні значення величин. Звертаємо увагу на доцільний вибір кроку зміни маси: спочатку він має бути невеликим (наприклад, 10 г), а потім (коли маса води значно більша за масу пляшки) його для економії часу можна збільшити.

4. Запропонована вище теоретична модель найкраще описує рух пляшки за досить великих значень маси води. Коли ця умова не виконується, суттєвим є опір повітря (проста оцінка показує, що сила опору повітря близька до проекції сили тяжіння на напрям руху). Крім того, суттєвим може бути тертя між водою та пляшкою та вплив сплесків води, які ускладнюють розгляд руху. Експериментальні значення прискорення за малої маси води суттєво менші від теоретичних.

### **Критерії оцінювання задачі № 2 експериментального туру (10 клас)**

- |  |        |
|--|--------|
| • Встановлення правильного кута нахилу парти   | 0,5 б. |
| • Теоретична модель та виведення значення прискорення                                    | 1,5 б. |
| • План та опис методики експерименту   | 1 б.   |
| • Таблиця результатів  | 0,5 б. |
| • Графік   | 1 б.   |
| • Пояснення залежності прискорення від маси води   | 1 б.   |
| • Пояснення відповідності чи невідповідності експериментальних і теоретичних результатів | 1 б.   |
| • Оцінка похибок вимірювань і заходів для їх мінімізації                                 | 1 б.   |