

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКОСТІ КУЛІ ЗА ДОПОМОГОЮ
БАЛІСТИЧНОГО МАЯТНИКА

Роботу виконав: студент(ка)

(прізвище, ім'я, по-батькові)_____
(курс, група)

„_____” „_____” 20__ р.

Роботу прийняв:

(прізвище та ініціали викладача)_____
(посада)**Оцінка:**за знання теорії _____
(оцінка, бал)за провед. експер. _____
(оцінка, бал)підсумкова _____
(оцінка, бал)_____
(дата і підпис викладача)

Лабораторна робота № 4

**ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКОСТІ КУЛІ ЗА ДОПОМОГОЮ
БАЛІСТИЧНОГО МАЯТНИКА**

Мета роботи: вивчення абсолютно непружного зіткнення тіл.

Прилади і матеріали: Лабораторна установка для визначення швидкості польоту кулі, технічні ваги, лінійка, тіла різних мас (кулі).

Теоретичні відомості

Лабораторна установка для дослідження абсолютно непружного зіткнення тіл (рис. 1,а) складається з балістичного маятника (масивне тіло 1, підвішене на біфілярному підвісі 2), пружинної гарматки 3, з якої вилітає куля 4, та закріпленої лінійки 5, за допомогою якої візуально вимірюється відхилення s балістичного маятника від положення рівноваги (рис. 1,б).

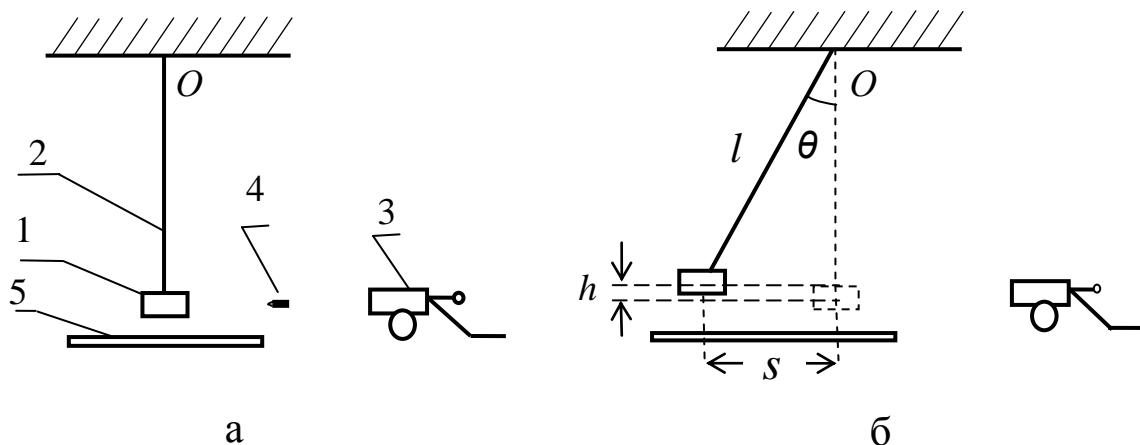


Рис. 1

Після пострілу куля потрапляє в балістичний маятник і застряє в ньому. Маятник відхиляється від вертикалі на кут θ , а його центр мас переміщується в горизонтальному напрямку на відстань s (див. рис. 1,б).

Перед зіткненням імпульс замкненої системи тіл – „куля-маятник” – дорівнює імпульсу кулі

$$p_1 = m v, \quad (1)$$

де m – маса кулі, v – її швидкість. Після удару, коли куля застрягне в маятнику, останній почне рухатись зі швидкістю V . Імпульс системи „куля-маятник” p_2 буде дорівнювати:

$$p_2 = (M + m)V, \quad (2)$$

де M – маса маятника. Виходячи з закону збереження імпульсу запишемо:

$$m v = (M + m)V. \quad (3)$$

При відхиленні на кут θ центр мас маятника піднімається на висоту h . При цьому кінетична енергія системи „куля-маятник”, що у нижньої точці дорівнює $(M + m)V^2 / 2$, перетворюється в потенціальну енергію $(M + m) g h$:

$$\frac{(M + m)V^2}{2} = (M + m) g h, \quad (4)$$

де g – прискорення вільного падіння.

Розв’язавши спільно рівняння (3) та (4), одержимо:

$$v = \frac{M + m}{m} \sqrt{2gh}.$$

Враховуючі те, що маса маятника M набагато перевищує масу кулі ($M \gg m$), можна записати:

$$v = \frac{M}{m} \sqrt{2gh}. \quad (5)$$

Щоб визначити висоту підняття центра мас маятника h , розглянемо трикутник OAB (рис. 2), в якому $OD = l \cos \theta$, $AD = h$. Тоді:

$$h = AO - OD = l - l \cos \theta = l(1 - \cos \theta) = 2l \sin^2 \frac{\theta}{2}. \quad (6)$$

Підставляючи в формулу (5), одержимо:

$$v = \frac{2M}{m} \sqrt{gl} \sin \frac{\theta}{2}. \quad (7)$$

Сторони трикутників ABC і AOZ взаємно перпендикулярні, тому кут $BAC = \frac{\theta}{2}$. З трикутника ABC :

$$\operatorname{tg} \frac{\theta}{2} = \frac{BC}{AC} = \frac{h}{s}. \quad (8)$$

Оскільки в умовах досліду кут θ дуже малий ($\theta \ll 1$), можна записати

$$\sin \frac{\theta}{2} \approx \operatorname{tg} \frac{\theta}{2}.$$

Враховуючі це і підставляючи в (8) h з формули (6), маємо:

$$\sin \frac{\theta}{2} = \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} = \frac{h}{s} = \frac{2l \sin^2(\theta/2)}{s}, \text{ звідки}$$

$$\sin \frac{\theta}{2} = \frac{s}{2l}.$$

Після підстановки в рівняння (7) одержуємо формулу для визначення швидкості кулі:

$$v = s \frac{M}{m} \sqrt{\frac{g}{l}}. \quad (9)$$

Послідовність виконання роботи

1. Накреслити таблицю вимірюваних величин за зразком, наведеним нижче (табл. 4.1).

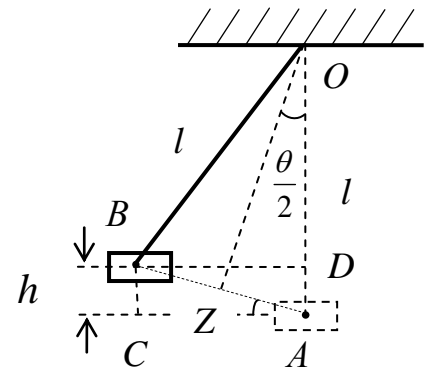


Рис. 2

2. Зробити постріл і виміряти горизонтальне відхилення s маятника від положення рівноваги.
3. Повторити дослід декілька разів і знайти середнє значення відхилення $\langle s \rangle$.
4. За формулою (9) визначити швидкість кулі (маса кулі m , маса маятника M та довжина підвісу маятника l вказані на установці).
5. Виконати дії за пп. 2 – 4 для другої кулі.
6. Проаналізувати результати і зробити висновки.
7. Підготувати відповіді на контрольні питання.

Контрольні питання

1. Дайте визначення абсолютно пружного та абсолютно непружного ударів.
2. Як визначається імпульс матеріальної точки?
3. Сформулюйте закон збереження імпульсу. Для яких співударів тіл він виконується?
4. Що називається кінетичною енергією матеріальної точки?
5. Дайте визначення консервативних сил. Які сили називаються консервативними? Наведіть приклади консервативних сил. Дайте визначення потенціальної енергії тіла.
6. Як пов'язані один з одним консервативна сила, діюча на тіло, та його потенціальна енергія?
7. Чому дорівнює потенціальна енергія тіла у однорідному полі тяжіння?
8. Сформулюйте закон збереження енергії в механіці.
9. Запишіть закони збереження для пружного та непружного зіткнень тіл.
10. Виведіть формулу для визначення швидкості кулі, яку ви застосували в даній роботі.

Звіт за виконану роботу

1. Робоча формула:

$$v = s \frac{M}{m} \sqrt{\frac{g}{l}} - \text{швидкість кулі.}$$

1.1 Величини, що вимірюються:

s – переміщення маятника, $[s] = \text{м.}$

Табличні величини:

$g = 9.8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ - прискорення вільного падіння.

1.2 Величини, що обчислюються:

v – швидкість кулі,

$$[v] = \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

2. Результати експерименту:

Таблиця 4.1

Номер дослідів	m	M	l	s	$\langle s \rangle$	v
	кг	кг	м	м	м	м/с
1						
2						

Результати експерименту підтверджую _____

(дата і підпис викладача)

3. Обробка результатів експерименту:

$$\langle s \rangle = \frac{s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + s_5}{5} = \quad .$$

$$v = \langle s \rangle \frac{M}{m} \sqrt{\frac{g}{l}} = \quad .$$

4. Висновки:
