

## Работа 1.2.1

# Определение скорости полета пули при помощи баллистического маятника

Боярина Екатерина, Воробьев Игорь

**Цель работы:** определить скорость полета пули, применяя законы сохранения и используя баллистические маятники.

**В работе используются:** духовое ружье на штативе, осветитель, оптическая система для измерения отклонений маятника, измерительная линейка, пули и весы для их взвешивания, а также баллистические маятники.

## 1 Метод баллистического маятника, совершающего поступательное движение

$L = (2.271 \pm 0.01)$  м - длина подвеса,  $M = (2.925 \pm 0.005)$  кг - масса маятника. Массы пуль (погрешность измерения 0.001 г):

Номер	1	2	3	4	5	6	7	8
$m$ , г	0.514	0.508	0.506	0.494	0.502	0.496	0.499	0.502

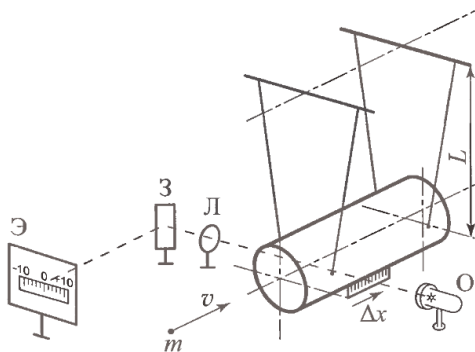


рис. 1. При попадании пули.

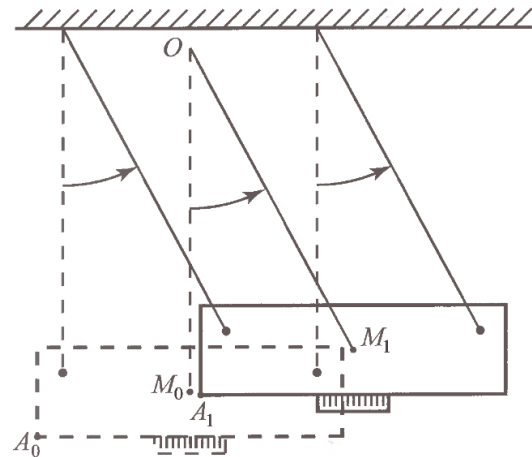


рис. 2. Перераспределение импульса.

Распишем ЗСИ ( $u$  - скорость пули,  $V$  - скорость маятника в нижней точке):

$$mu = V(M + m) \quad (1)$$

Формула угловой скорости маятника  $\omega = \sqrt{g/L}$ . Формула скорости маятника в нижней точке через  $A$  (амплитуду)  $V = A\omega$ . Выразим  $u$ :

$$u = \sqrt{\frac{g}{L}} \frac{M + m}{m} A \quad (2)$$

Таблица с результатами (погрешность  $\Delta A = 0.5$  мм):

$A$ , мм	9.75	9.5	9.0	10.25
$u$ , м/с	116	114	108	127

Возьмем среднее  $\langle u \rangle = (116 \pm 4)$ , м/с.

## 2 Метод крутильного баллистического маятника

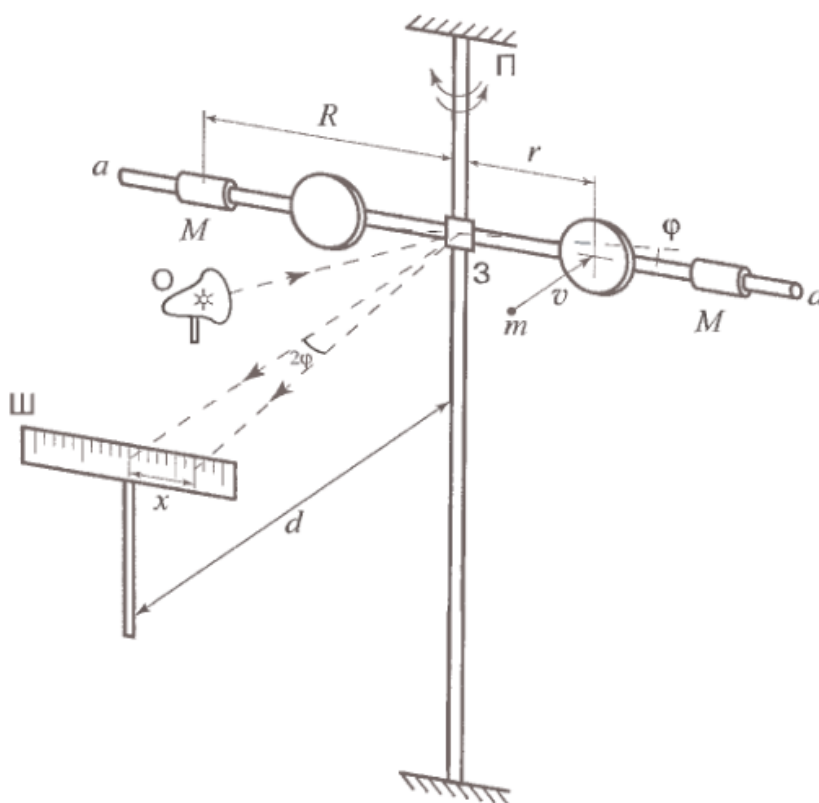


рис. 3. Установка.

После попадания пули в мишень маятника начнет двигаться с  $\omega$  (угловой скоростью). ЗСИ ( $I$  – момент инерции):

$$mvr = I\omega \quad (3)$$

ЗСЭ ( $k$  – модуль кручения проволоки,  $\varphi$  – амплитуда):

$$k \frac{\varphi^2}{2} = I \frac{\omega^2}{2} \quad (4)$$

Выразим  $u$ :

$$v = \varphi \frac{\sqrt{kI}}{mr} \quad (5)$$

Выразим  $\varphi$  из геометрии установки:

$$\varphi = \frac{|\operatorname{atan}\left(\frac{x_0}{d}\right)|}{2} \quad (6)$$

Теоретически посчитаем  $T_1$  и  $T_2$ :

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{I}{k}}$$

$$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{I - 2MR^2}{k}}$$

Выразим из формул  $\sqrt{kI}$ :

$$\sqrt{kI} = \frac{4\pi MR^2 T_1}{T_2^2 - T_1^2}$$

Измерим экспериментально:  $T_1 = 13.77\text{с}$ ,  $T_2 = 17.99\text{с}$

Таблица с результатами (погрешность  $\Delta x = 5\text{ мм}$ ):

$x, \text{мм}$	$\varphi, \text{рад}$	$u, \text{м/с}$
105	0.142	122
100	0.136	118
95	0.129	112
100	0.135	116

Возьмем среднее  $\langle u \rangle = (117 \pm 2)\text{м/с}$ .

### 3 Вывод

Ответы, сделанные разными методами, сходятся - это означает что вероятнее всего все было посчитано верно, а значит оба способа подходят для измерения момента инерции пули.