

## Лабораторная работа №3

**Наименование работы:** Измерение скорости полета пули

**Цель работы:** Ознакомление с баллистическим методом измерения, определение скорости полета пули с помощью баллистического маятника, оценка точности метода измерения

**Принадлежности:**

- а) баллистический маятник
- б) пружинная пушка
- в) шкала для отсчета
- г) шомпол (стержень от шариковой ручки)
- д) набор пуль
- е) электронные весы

**Рабочая формула:** 
$$v = \frac{M+m}{m} S_0 \sqrt{\frac{g}{L}},$$

где

- а)  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$  - ускорение свободного падения
- б)  $M = 2,178 \text{ кг}$  - масса баллистического маятника
- в)  $L = 2,88 \text{ м}$  - длина нитей, на которых подвешен маятник
- г)  $m$  - масса пули
- д)  $S_0$  - расстояние, на которое отклоняется маятник при выстреле
- е)  $v$  - скорость полета пули

Таблица 1

№ опыта	m, г	S <sub>0</sub> , мм	v, м/с	$\bar{v}$ , м/с	\Delta v , м/с	\Delta \bar{v} , м/с
1	4,4	5	4,5748	4,5748	0	0
2						
3						
4	7,16	8	4,5038	4,5038	0	0
5						
6						
7	9,12	11	4,8662	4,8662	0	0
8						
9						

Подводя итог измерений, имеем следующие характеристики для каждой пули:

- 1)  $v_1 = 4,5748 \pm 0 \text{ м/с}$   
 $\delta_1 = \pm \frac{0}{4,5748} \cdot 100\% = 0\%$
- 2)  $v_2 = 4,5038 \pm 0 \text{ м/с}$   
 $\delta_2 = \pm \frac{0}{4,5038} \cdot 100\% = 0\%$
- 3)  $v_3 = 4,8662 \pm 0 \text{ м/с}$   
 $\delta_3 = \pm \frac{0}{4,8662} \cdot 100\% = 0\%$

Для того, чтобы рассчитать максимальную относительную погрешность измерений, примем следующие значения погрешностей отсчитывания средств измерения:

$$\Delta M = 0,001 \text{ кг}, \quad \Delta L = 0,01 \text{ м}, \quad \Delta m = 0,01 \text{ г}, \quad \Delta g = 0,1 \text{ м/с}^2, \quad \Delta S_0 = 1 \text{ мм}$$

Для вычисления будем использовать формулу  $\frac{\Delta v}{v} = \frac{\Delta M}{M} + \frac{\Delta m}{m} + \frac{1}{2} \frac{\Delta g}{g} + \frac{1}{2} \frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta S_0}{S_0}$

Для упрощения вычислений рассчитаем постоянные для всех опытов величины:

$$\frac{\Delta M}{M} = \frac{0,001}{2,178} \approx 0,0005 \quad \frac{1}{2} \frac{\Delta g}{g} = \frac{0,1}{2 \cdot 9,8} \approx 0,05 \quad \frac{1}{2} \frac{\Delta L}{L} = \frac{0,01}{2 \cdot 2,88} \approx 0,01736$$

Найдем сумму константных значений, чтобы использовать ее для расчета:

$$\frac{\Delta M}{M} + \frac{1}{2} \frac{\Delta g}{g} + \frac{1}{2} \frac{\Delta L}{L} = 0,02241, \text{ таким образом получаем: } \frac{\Delta v}{v} = \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta S_0}{S_0} + 0,02241$$

Погрешность метода:

Для первой тройки опытов:  $\frac{\Delta v}{v} = \frac{0,01}{4,4} + \frac{1}{5} + 0,06786 \approx 27\%$

Для второй тройки опытов:  $\frac{\Delta v}{v} = \frac{0,01}{7,16} + \frac{1}{8} + 0,06786 \approx 19,43\%$

Для третьей тройки опытов:  $\frac{\Delta v}{v} = \frac{0,01}{9,12} + \frac{1}{11} + 0,06786 \approx 15,99\%$

**а**

$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{\Delta M}{M} + \frac{\Delta m}{m} + \frac{1}{2} \frac{\Delta g}{g} + \frac{1}{2} \frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta S_0}{S_0}$$

**я понял логику**

**короче суть в том что у нас под корнем были g и L**

**у них коэф 1/2 потому что степень 1/2 типа**

**хайп? а ну так легкотня**

**Выводы Алины:** В ходе лабораторной работы была достигнута поставленная цель — изучение баллистического метода измерения скорости пули. Эксперимент с баллистическим маятником не только позволил определить скорость полета пули, но и наглядно подтвердил действие основных законов механики в реальных условиях. Результаты работы подтвердили эффективность метода и его применимость для анализа движения тел. Кроме того, было проведено исследование погрешностей измерений, показавшее удовлетворительную точность используемого оборудования. Полученные результаты демонстрируют важность практического применения физических законов для решения задач, связанных с движением тел. При увеличении массы пули, скорость, рассчитанная по формуле, изменяется нелинейно. Это связано с тем, что масса пули влияет на результат не напрямую, а через дробную функцию  $(M + m)/m$ , а также через величину отклонения маятника  $S_0$ , которая, в свою очередь, зависит от энергии, переданной маятнику при выстреле. В разных опытах увеличение массы сопровождается ростом  $S_0$ , что приводит к немонотонному изменению конечной скорости.

**Выводы Андрея:** Произведя необходимые замеры в лабораторных условиях, а впоследствии обработав их, нами была успешно выполнена лабораторная работа, в процессе выполнения которой мы ознакомились с баллистическим методом измерения, определили скорости полета пули с помощью баллистического маятника, а также рассчитали погрешность метода измерения. Таким

образом, подводя итог и результируя полученные в ходе выполнения работы данные, *кристально ясным* становится тот факт, что в лабораторных условиях возможно определить скорость пули. Зависимость рассчитанной скорости от массы пули носит нелинейный характер, что объясняется тем, что масса пули входит в формулу как в числителе, так и в знаменателе. С увеличением массы пули доля  $(M+m)/m$  уменьшается, однако одновременно с этим наблюдается рост отклонения маятника  $S_0$ , которое также влияет на скорость. В результате происходит компенсация влияния массы через рост  $S_0$ , и итоговая зависимость оказывается нелинейной и немонотонной.