

ОТЧЁТ

по лабораторной работе №1-4

**“Применение закона сохранения импульса для
определения скорости полёта пули ”**

Выполнил: студент гр.

Проверил: преподаватель

Лабораторная работа №4

Применение закона сохранения момента импульса для определения скорости полета пули.

Цель работы: проверить справедливость закона сохранения момента импульса при неупругом ударе; Определить скорость полета пули.

Приборы и принадлежности: баллистический крутильный маятник ГРМ-09, набор пулек, линейка.

Практическая часть

1. Зарисуем установку баллистического крутильного маятника ГРМ-09 (Рисунок 1).

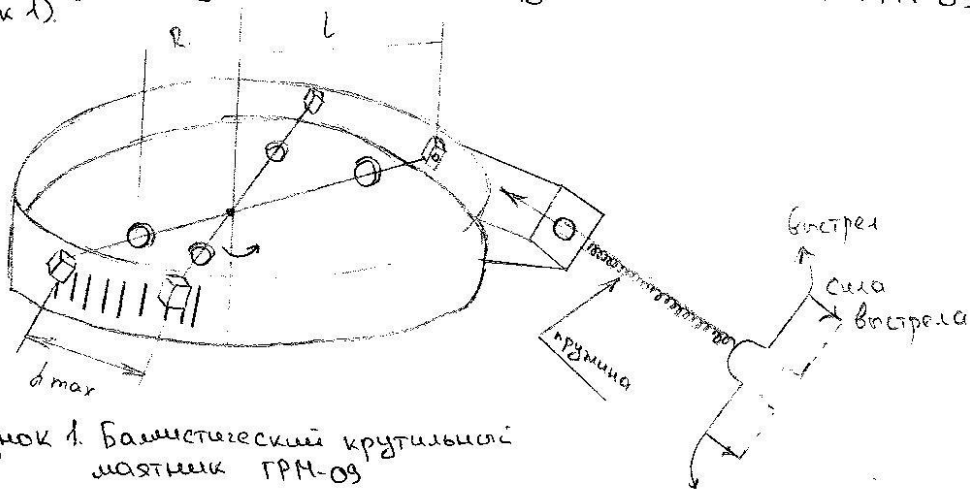


Рисунок 1. Баллистический крутильный маятник ГРМ-09

2. Максимально сблизим грузы и измерим расстояние от оси вращения до центра масс этих грузов R . $R = 0,02 м$.

3. Установим маятник в таком положении, при котором указатель угла его отклонения (в положении равновесия) показывает ноль.

4. Выстрелим из стреляющего устройства и зафиксируем максимальный угол отклонения маятника α_1 . Опыт повторим 3 раза, а затем вычислим среднее значение угла отклонения $\langle \alpha_1 \rangle$. расстояние от оси вращения до центра масс пули.

1. $\alpha_1 = 20^\circ$ $\alpha_1' = 22^\circ$; $\alpha_1'' = 17^\circ$

$$\langle \alpha_1 \rangle = \frac{\alpha_1 + \alpha_1' + \alpha_1''}{3} = \frac{20^\circ + 22^\circ + 17^\circ}{3} = 19,7^\circ$$

$l = 0,12 м$

$R_1 = 44 мм = 0,044 м$, $R_2 = \frac{R_1}{2} = \frac{44}{2} = 22 мм = 0,022 м$

5. Включим установку и осциллируем маятник в течение времени. Отклоним маятник на угол $30-40^\circ$ и измерим время t десяти полных колебаний. Вычислим среднее значение времени $\langle t \rangle$: $t_1 = 16,693\text{c}$; $t_2 = 16,725\text{c}$; $t_3 = 16,737$;
 $\langle t \rangle = \frac{t_1 + t_2 + t_3}{3} = \frac{16,693 + 16,725 + 16,737}{3} = 16,72\text{c}$

6. Вычислим период колебаний: $\langle T \rangle = \frac{\langle t \rangle}{n} = \frac{16,72}{10} = 1,67\text{(c)}$
 Вычислим $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{1,67}$, где ω - собственная частота колебаний.
 Тогда угловая скорость вращения системы $\omega_1 = \omega \langle \alpha \rangle$
 $\omega_0 = \frac{2 \cdot 3,14}{1,67} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 10}{16,72} = 3,76\text{ рад/с}$; $\omega_1 = 3,76 \cdot 0,34 = 1,28\text{ рад/с}$

7. Вычислим момент инерции баллистического маятника: $J_{м.} = (4,759 \cdot 10^{-4} + 0,4 \cdot R^2)$ и момент инерции системы "маятник - пуля" ($J_{м.} + m l^2$);
 $J_{м.} = (4,759 \cdot 10^{-4} + 0,4 \cdot 0,02^2) = 0,93 \cdot 10^{-3}\text{ кг}\cdot\text{м}^2$
 $(J_{м.} + m l^2) = 0,93 \cdot 10^{-3} + 24 \cdot 10^{-3} \cdot 0,12^2 = 0,96 \cdot 10^{-3}\text{ кг}\cdot\text{м}^2$

8. Результаты измерений и расчетов занесем в таблицу 1.
 Таблица 1.

номер	$m, \text{кг}$	$l, \text{м}$	$R, \text{м}$	$\alpha, \text{рад}$	$t, \text{с}$	$\omega, \text{рад/с}$	$J_{м.} + m l^2$
1	$24 \cdot 10^{-3}$	0,12	0,02	20	16,693	0,34	$0,96 \cdot 10^{-3}$
2				22	16,725		
3				17	16,737		
$\langle \dots \rangle$				19,7	16,72		$1,28$

9. По формуле $v_1 = \frac{(J_{м.} + m l^2) \omega}{m l}$ определим скорость полета пули
 $v_1 = \frac{0,96 \cdot 10^{-3} \cdot 1,28}{24 \cdot 10^{-3} \cdot 0,12} = 4,45\text{ м/с}$

10. Начальную кинетическую энергию пули вычислим по формуле:
 $E_{к. пули} = \frac{m \cdot v_1^2}{2} = \frac{24 \cdot 10^{-3} \cdot 4,45^2}{2} = 0,02\text{ Дж}$

11. Кинетическую энергию баллистического маятника после абсолютно неупругого удара вычислим по формуле
 $E_{к. маятн} = \frac{(J_{м.} + m l^2) \omega^2}{2} = \frac{0,96 \cdot 10^{-3} \cdot 1,28^2}{2} = 0,79 \cdot 10^{-3}\text{ Дж}$

Потенциальная кинетическая энергия пули больше, чем кинетическая энергия баллистического маятника после абсолютно неупругого удара, т.к. пуля при столкновении передает часть своей кинетической энергии маятнику, следовательно работает закон сохранения энергии.

12. Максимально отразим грузы 2 и измерим R_2 от оси вращения до центра груза $R_2 = 0,09 \text{ м}$.

13. Установим маятник в таком положении, при котором указатель угла его отклонения (в положении равновесия) показывает ноль.

14. Выстрелим у стреляющего устройства и зафиксируем максимальный угол отклонения маятника α_2 . Опыт повторим 3 раза. Вычислим среднее значение угла отклонения $\langle \alpha_2 \rangle$ в градусах, а затем переведем его в радианы. Измерим расстояние от оси вращения до центра колебания пули 1.

$$\alpha_2 = 9^\circ; \alpha_2' = 11^\circ; \alpha_2'' = 8^\circ \quad \langle \alpha_2 \rangle = \frac{\alpha_2 + \alpha_2' + \alpha_2''}{3} = \frac{9 + 11 + 8}{3} = 9,3^\circ = 0,16 \text{ рад}; l = 0,12 \text{ м}$$

15. Включим установку и обнулим счетчик времени. Отклоним маятник на угол $30-40^\circ$ и измерим время t_2 десяти полных колебаний. Вычислим среднее значение $\langle t_2 \rangle$.

$$t_2 = 28,40 \text{ с}; t_2' = 28,43 \text{ с}; t_2'' = 28,42 \text{ с}; \langle t_2 \rangle = \frac{t_2 + t_2' + t_2''}{3} = \frac{28,40 + 28,43 + 28,42}{3} = 28,42$$

16. Вычислим период колебаний

$$\langle T_2 \rangle = \frac{\langle t_2 \rangle}{n} = \frac{28,42}{10} = 2,84 \text{ с}$$

17. Вычислим $\omega_0 = \frac{2\pi}{\langle T_2 \rangle} = \frac{2\pi}{2,84}$, где ω_0 - собственная частота колебаний. Тогда угловая скорость вращения системы $\omega_1 = \omega_0 \langle \alpha_2 \rangle$

$$\omega_0 = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 10}{28,42} = 2,21 \text{ рад/с} \quad \omega_1 = 2,21 \cdot 0,16 = 0,35 \text{ рад/с}$$

18. Вычислим момент инерции баллистического маятника:

$$J_{M_2} = (7,759 \cdot 10^{-4} + 0,4 \text{ кг} \cdot \text{м}^2) \text{ и момент инерции системы маятник-пуля}$$

$$(J_{M_2} + m l^2)_{M_2} = (7,759 \cdot 10^{-4} + 0,4 \cdot 0,09^2) = 3,8 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$J_{M_2} + m l^2 = 3,8 \cdot 10^{-3} + 2,4 \cdot 10^{-3} \cdot 0,12 = 3,8 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

номер	$m, \text{кг}$	$L, \text{м}$	$R, \text{м}$	$d_2, \text{град}$	$t_1, \text{с}$	$d_1, \text{град}$	$(m_1 + m_2) \text{кг} \cdot \text{с}^2$
1	$2.4 \cdot 10^{-3}$	0.12	0.09	9	28.401	0.16	$3.8 \cdot 10^{-3}$
2				11	28.423		
3				8	28.423		
4				9.3	28.42		

20. По формуле $v_2 = \frac{(m_1 + m_2) v_1}{m_2}$ определяем скорость полета

пули:

$$v_2 = \frac{3.8 \cdot 10^{-3} \cdot 0.35^2}{2.4 \cdot 10^{-3} \cdot 0.12} = 4.8 \text{ м/с}$$

21. Сравниваем v_1 и v_2 , и видно, что они практически равны.

Вывод: В ходе выполнения лабораторной работы мы подтвердили справедливость закона сохр. момента импульса. Определили скорость полета пули: $v_1 = 4.45 \text{ м/с}$; $v_2 = 4.8 \text{ м/с}$. Выполнена оценка кинетической энергии пули до столкновения и энергии баллистического маятника после абс. неупругого удара.