

Группа М3110 К работе допущен да

Студент Адрианов Константин Работа выполнена

Преподаватель Куйдин Владислав Отчет принят

**Рабочий протокол и отчет по
лабораторной работе № 1.07**

Маятник Максвелла

1. Цель работы.

1. Изучение динамики плоского движения твердого тела на примере маятника Максвелла.
2. Проверка выполнения закона сохранения энергии маятника с учетом потерь на отражение и трение.
3. Определение центрального осевого момента инерции маятника Максвелла.

2. Задачи, решаемые при выполнении работы.

1. Построить график Зависимость величины $\frac{1}{2} g \langle t \rangle^2$ от Δh .
2. Получить значение момента инерции маятника I_c , его абсолютная и относительная погрешность.
3. Результат сравнения экспериментального и расчетного значения момента инерции.
4. Изобразить графики зависимостей кинетической и полной энергии от высоты нахождения маятника для трех последовательных полупериодов колебаний.

3. Объект исследования.

Изменение полной энергии в процессе колебаний маятника.

4. Метод экспериментального исследования.

Прямое измерение.

5. Измерительные приборы.

<i>№ n/n</i>	<i>Наименование</i>	<i>Тип прибора</i>	<i>Используе мый диапазо н</i>	<i>Погрешнос ть прибора</i>
<i>1</i>	Маятник Максвелла (цифровой счётчик)	Электронный		5 мс

6. Рабочие формулы и исходные данные.

1. Формула для момента инерции, преобразованная к виду:

$$\frac{gt^2}{2} = \alpha \Delta h, \quad \alpha = \left(1 + \frac{I_c}{mr^2}\right)$$

2. Значение среднего времени спуска маятника для каждой вы h_i ы :

$$\langle t \rangle = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 t_i \quad \Delta h_i = h_i - h_0.$$

3. Мгновенная скорость v_i для каждого момента времени t_k ($k = 1, 2, 3$) и высоты нахождения маятника:

$$v_i = \frac{2r}{t_i}, \quad 2r - \text{диаметр оси маятника}$$

4. Кинетическая, потенциальная и полная энергия маятника:

$$\begin{cases} E_{\text{кин},i} = \frac{1}{2}m \left(\frac{I_c}{mr^2} + 1 \right) \cdot v_i^2, \\ E_{\text{пот}} = mgH, \\ E_{\text{полн},i} = E_{\text{кин},i} + E_{\text{пот}}, \end{cases}$$

7. Схема установки (перечень схем, которые составляют Приложение 1).

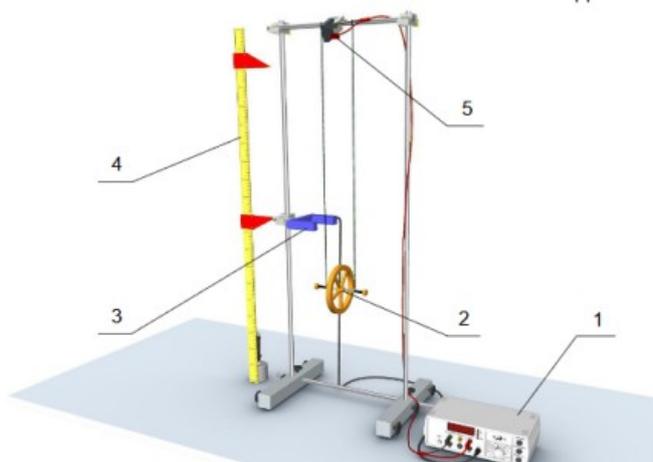


Рис. 2. Схема лабораторного стенда

1. Цифровой счетчик
2. Колесо (масса $m = 370$ г, радиус оси $r = 2,0$ мм, радиус маховика $R = 65$ мм)
3. Рамка с фотозлементами
4. Вертикальная линейка (длина 100 см)
5. Пусковой механизм

8. Результаты прямых измерений и их обработки.

$h_0 = 10$ см	h_i , см						
	20	30	40	50	60	70	80
$t_1, \text{мс}$	2612,2	3715,7	4559,0	5264,5	5895,0	6456,5	6982,2
$t_2, \text{мс}$	2613,3	3712,6	4558,6	5271,1	5888,9	6454,3	6976,7
$t_3, \text{мс}$	2615,5	3712,6	4559,6	5271,1	5894,8	6459,7	6980,3

$t_4, мс$	2615,8	3714,5	4554,6	5264,4	5893,0	6456,5	6976,8
$h_0 = 10$ см	$h_i, см$						
	20	30	40	50	60	70	80
$t_5, мс$	2613,5	3718,6	4563,4	5265,5	5898,0	6457,3	6974,7
$\Delta h_i, м$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
$\langle t \rangle, мс$	2614,1	3714,8	4559,0	5267,3	5893,9	6456,9	6978,1
$\frac{1}{2} g \langle t \rangle^2, м$	3,4	6,8	10,2	13,6	17,1	20,5	23,9

Таблица №1. Результаты прямых измерений интервала времени от начала движения маятника до пересечения датчика осью вращения для каждой из высот.

$h_0 = 10$ см	$h_i, см$						
	20	30	40	50	60	70	80
$t_1, мс$	52,6	37,4	30,5	26,5	23,7	21,6	19,9
$t_2, мс$	81,3	44,2	33,9	28,5	25,1	22,4	20,9
$t_3, мс$	81,2	44,5	33,9	28,5	25,2	22,8	20,8
$v_1, м/с$	0,08	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,20
$v_2, м/с$	0,05	0,09	0,12	0,14	0,16	0,18	0,19
$v_3, м/с$	0,05	0,09	0,12	0,14	0,16	0,18	0,19

Таблица №2. Результаты прямых измерений моментов времени, соответствующих последовательным прохождением оптических ворот осью маятника 3 раза для каждой из высот.

9. Расчет результатов косвенных измерений.

$$I_c = 0.000503$$

$$I_{теор} = 0.00156325$$

$$\alpha = 341.06$$

10. Расчет погрешностей измерений.

$$\sigma_\alpha = 0.2989$$

$$\Delta_\alpha = 0.5978$$

$$\delta_\alpha = 0.18\%$$

$$\Delta_{I_c} = 2.60823$$

$$\delta_{I_c} = 5.19\%$$

11. Графики.

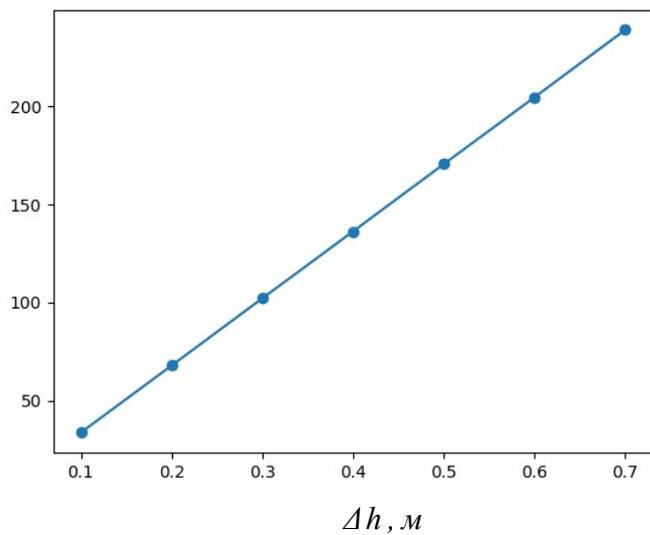


График 1. Зависимость величины $\frac{1}{2} g(t)^2$ от Δh .

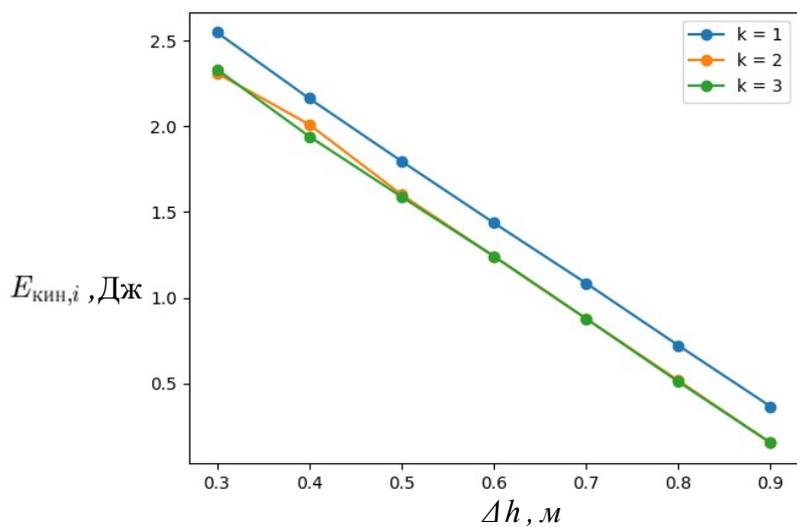


График 2. Зависимость кинетической энергии от высоты.

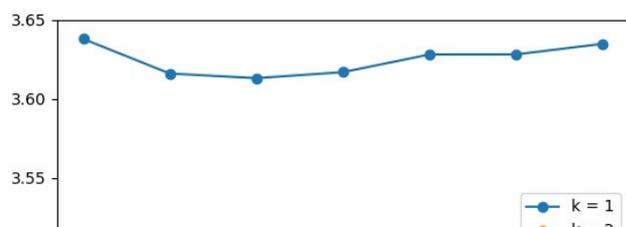


График 3. Зависимость полной энергии от высоты.

12. Окончательные результаты.

Было получено значение момента инерции $I_c = 0.000503$, его абсолютная $\Delta I_c = 2.60823$ и относительная $\delta_{I_c} = 5.19\%$ погрешности.

Было проведено сравнение полученного момента инерции с теоретическим

Результат: $|I_{\text{теор}} - I_c| = 0,00106025, \frac{|I_{\text{теор}} - I_c|}{I_{\text{теор}}} \cdot 100 = 68\%$

13. Выводы и анализ результатов работы.

В ходе работы была исследована динамика плоского движения на примере маятника Максвелла.

Изображён график зависимости величины $\frac{1}{2} g(t)^2$ от Δh . (график 1)

Получено значение момента инерции маятника $I_c = 0.000503$, $\Delta I_c = 2.60823$ и относительная $\delta_{I_c} = 5.19\%$ погрешности.

Получен результат сравнения экспериментального и расчетного значения момента инерции. Модуль разницы величин = 0,00106025, процентное соотношение = 68, из чего можно сделать вывод, что полученный результат значения экспериментального момента инерции не является точным, и возможно, стоит увеличить выборку.

Изображены графики зависимостей кинетической (график 2) и полной энергии (график 3) от высоты нахождения маятника для трех последовательных полупериодов колебаний, как можно заметить, что при движении маятника Максвелла от верхнего положения к основанию происходит переход потенциальной энергии в кинетическую (график 1 и график 2). Если учитывать потери энергии на отражение и трение, то выполняется закон сохранения механической энергии (график 3).

14. Замечания преподавателя.

Пересчитать момент инерции маятника.