

Группа Р3114 К работе допущен _____

Студент Нуруллаев Даниил Работа выполнена 14.12.2020

Преподаватель Коробков М.П. Отчет принят _____

Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе № 1.24V Оборотный маятник Катера

Цель работы.

Изучить колебательное движение тела на примере оборотного маятника
Определить ускорение свободного падения тел

Задачи, решаемые при выполнении работы.

Расчет погрешностей

Построение графиков зависимости периода от расстояния от подвеса до груза ($\langle T_1 \rangle$ (x_2), $\langle T_2 \rangle$ (x_2))

Интерполяция графиков по двум точкам, чтобы найти координаты пересечения

Нахождение координат пересечения двух интерполируемых графиков

Расчет “своего” ускорения свободного падения исходя из полученных данных

Расчет погрешностей :

ϵ_g – погрешность ускорения свободного падения

Δg – абсолютная погрешность ускорения свободного падения

Расчет таких величин как:

$\langle T_1 \rangle$, $\langle T_2 \rangle$ – средние значения периодов колебаний для каждого x_2

Объект исследования.

Физический маятник

Зависимость периода от расстояния от подвеса до груза

Динамика движения физического маятника

Метод экспериментального исследования.

Многократное измерение одной величины, при разных расстояниях от подвеса до груза.
Косвенные многократные измерения

Рабочие формулы и исходные данные.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l_{\text{пр}}}{g}}$$

$$g = \frac{4\pi^2 l_{\text{пр}}}{T^2}$$

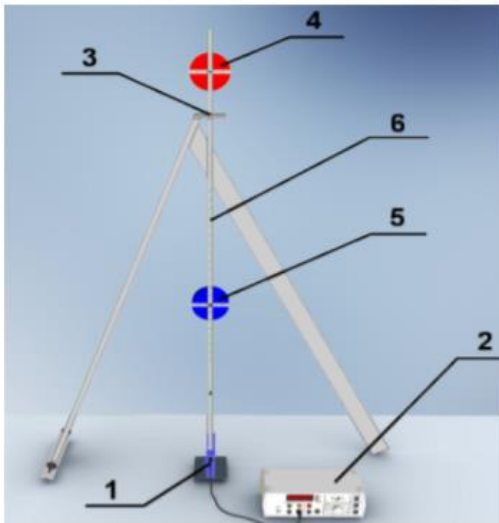
$$\epsilon_g = \frac{\Delta g}{g} = \sqrt{\left(\frac{2\Delta T}{T}\right)^2 + \left(\frac{2\Delta l_{\text{пр}}}{l_{\text{пр}}}\right)^2}$$

$$\Delta T_{\text{ср}} = K_{\text{ст}} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n=5} (T_i - T_{\text{ср}})^2}{n(n-1)}}$$

Измерительные приборы.

№ п/п	Наименование	Тип прибора	Используемый диапазон	Погрешность прибора
1	Некоторый виртуальный , электронный секундомер	Точный прибор , измеряющий время	Не задан	Доли секунды

Схема установки



(А) Установка



(В) Электронный секундомер

Оборотный маятник представляет собой стальной стержень 6, на котором неподвижно закреплены точка подвеса 3, а также тяжелые грузы 4 и 5. Маятник подвешивается на кронштейне за один из крепежей. На стойке прибора укреплен фотодачик 1, который подключен в электронному секундомеру 2

Результаты прямых измерений и их обработки (таблицы, примеры расчетов).

№	x2, мм	T1, с	T2, с	<T1>, с	<T2>, с
1	100	1917,2	1811,1	1916,94	1812,04
2		1916,5	1813,6		
3		1916,9	1812,2		
4		1916	1813,7		
5		1918,1	1809,6		
1	125	1851,6	1805,6	1851,74	1804,64
2		1850,6	1803,3		
3		1852,4	1803,8		
4		1851,7	1806,8		
5		1852,4	1803,7		
1	150	1799,1	1796,6	1798,78	1798,32
2		1799	1797,5		
3		1798,1	1797,8		
4		1799,1	1799,8		
5		1798,6	1799,9		
1	175	1757,7	1789,9	1757,14	1791,62
2		1757,9	1790,7		
3		1756,1	1793,4		
4		1757,5	1790,6		
5		1756,5	1793,5		

1	200	1724,5	1784,4	1725,08	1786,84
2		1725,5	1786,6		
3		1725,5	1787,3		
4		1725,6	1787,4		
5		1724,3	1788,5		
1	225	1699,4	1781,1	1701,08	1781,36
2		1701,1	1779,9		
3		1701,8	1782,3		
4		1702,4	1782		
5		1700,7	1781,5		
1	250	1680,1	1779,1	1682,26	1778,66
2		1680,8	1777,1		
3		1682,7	1779		
4		1684	1779		
5		1683,7	1779,1		
1	275	1671,2	1772,8	1670,54	1772,54
2		1670,9	1773,2		
3		1670	1771,1		
4		1668,3	1773,4		
5		1672,3	1772,2		

1	300	1662,3	1770,1	1662,36	1769,48
2		1661,5	1767,4		
3		1661,9	1768,4		
4		1663,4	1770,6		
5		1662,7	1770,9		
1	325	1657,6	1767,1	1658,64	1767,5
2		1660,7	1768,9		
3		1658,2	1765,5		
4		1659,3	1767,6		
5		1657,4	1768,4		
1	350	1658,4	1761,1	1658,26	1763,3
2		1659,4	1762,3		
3		1657,7	1764,3		
4		1658,1	1765		
5		1657,7	1763,8		
1	375	1660,2	1761,7	1661,2	1762,62
2		1660,9	1762,2		
3		1663,7	1762,2		
4		1660,4	1764,5		
5		1660,8	1762,5		

1	400	1666,7	1762,3	1667,4	1761,54
2		1667,1	1760		
3		1667,1	1760,5		
4		1668,3	1762,8		
5		1667,8	1762,1		
1	425	1674,4	1760,6	1673,58	1761,08
2		1672,6	1762,2		
3		1673	1760,9		
4		1673,9	1760,3		
5		1674	1761,4		
1	450	1683,3	1760,3	1682,32	1762,14
2		1681,7	1762,6		
3		1682,6	1763		
4		1681,4	1762,5		
5		1682,6	1762,3		
1	475	1693,1	1762,8	1693,4	1763,62
2		1693	1764		
3		1691,6	1764,1		
4		1695,5	1764,3		
5		1693,8	1762,9		

1	500	1705,5	1765,5	1705,84	1765,86
2		1703,5	1766,1		
3		1706,6	1765,9		
4		1707,1	1765,4		
5		1706,5	1766,4		
1	525	1721,9	1769,2	1721,48	1769,52
2		1721,4	1768,4		
3		1720,9	1770,2		
4		1723,1	1768,7		
5		1720,1	1771,1		
1	550	1734	1774,1	1733,9	1773,16
2		1734,6	1773,7		
3		1733,1	1773,7		
4		1734,1	1772,7		
5		1733,7	1771,6		
1	575	1746,4	1779,3	1748,12	1778,2
2		1746,6	1777,5		
3		1749,9	1779,3		
4		1747,6	1777,6		
5		1750,1	1777,3		
1	600	1763,3	1783,3	1764,96	1784,3
2		1765,6	1784,4		
3		1765,9	1784,4		
4		1764,3	1782,9		
5		1765,7	1786,5		

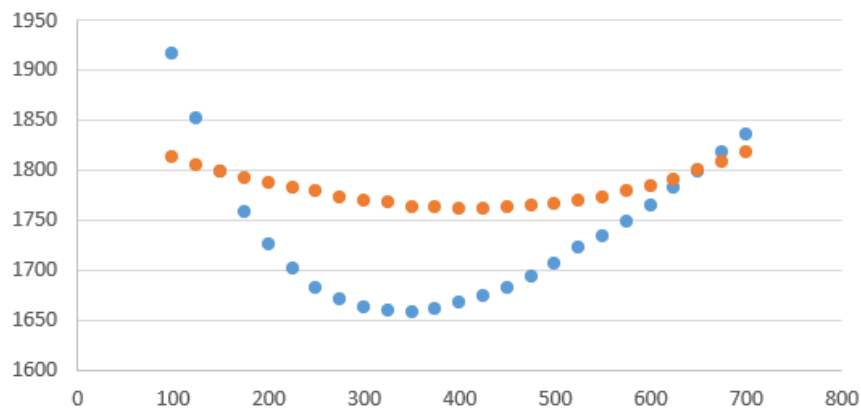
1	625	1782,7	1791,5	1781,56	1790,66
2		1782	1790,4		
3		1780,7	1789,9		
4		1780,7	1790,8		
5		1781,7	1790,7		
1	650	1797,6	1798,4	1798,4	1799,62
2		1798,6	1799,6		
3		1798,1	1799,8		
4		1799,9	1800,7		
5		1797,8	1799,6		
1	675	1817,6	1806,6	1817,24	1807,86
2		1817,6	1808,7		
3		1817,4	1807,7		
4		1815,7	1806,8		
5		1817,9	1809,5		
1	700	1833,1	1818,7	1834,86	1817,5
2		1835,7	1816,1		
3		1834,1	1818,6		
4		1836	1816,2		
5		1835,4	1817,9		

$$\langle T1 \rangle = \frac{T1.1+T1.2+T1.3+T1.4+T1.5}{5}$$

$$\langle T2 \rangle = \frac{T2.1+T2.2+T2.3+T2.4+T2.5}{5}$$

Расчет результатов косвенных измерений (таблицы, примеры расчетов).

$\langle T1 \rangle(x2)$ и $\langle T2 \rangle(x2)$



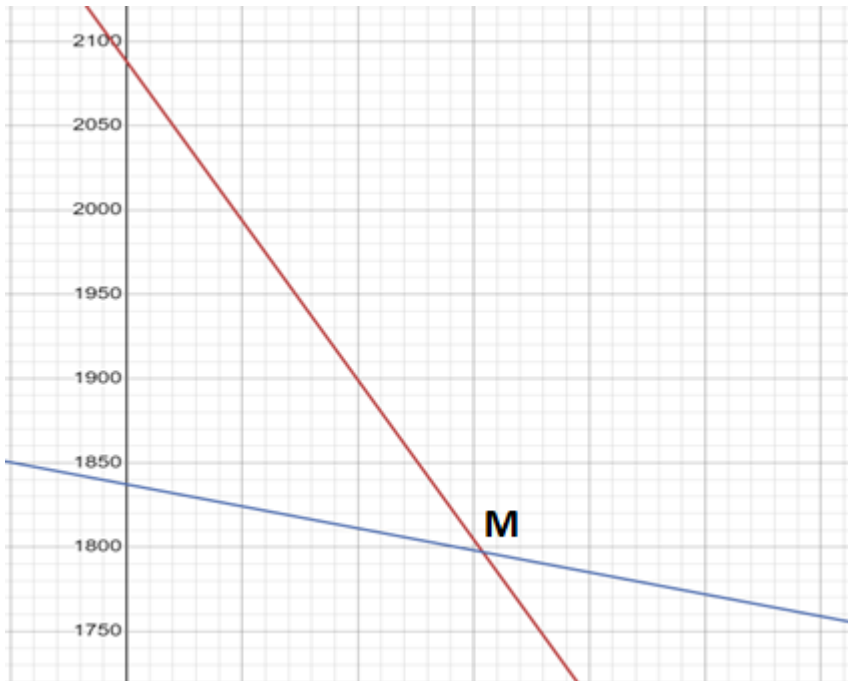
Графики зависимости $\langle T1 \rangle(x_2)$ и $\langle T2 \rangle(x_2)$

Оранжевым отмечен график зависимости $\langle T2 \rangle(x_2)$, голубым отмечен $\langle T1 \rangle(x_2)$

Получение уравнений для первого пересечения по двум точкам соответствующих 125 мм и 175 мм по оси абсцисс и им соответственным координатам по оси ординат:

$$\langle T1 \rangle(x_2) = (-43 \cdot x + 47460) / 22.727272727273 - \text{оранжевый график}$$

$$\langle T2 \rangle(x_2) = (-13.05 \cdot x + 91859.5) / 50 - \text{голубой график}$$



Точка М точка пересечения ,имеет координаты(153,924;1797,01584)

$$x = l_{пр} ; y = T$$

Получение уравнений для второго пересечения по двум точкам соответствующих 625мм и 675 мм по оси абсцисс и им соответственным координатам по оси ординат:

$$\langle T1 \rangle(x2) = (35.68 * x + 66778) / 50$$

$$\langle T1 \rangle(x2) = (17.2 * x + 78783) / 50$$



Точка М точка пересечения ,имеет координаты(649,621;1799,1297)

$$x = l_{pp} ; y = T$$

$$g_1 = \frac{4\pi^2 l_{pp}}{T^2} = \frac{4\pi^2 (649,621 + 153,924)}{\left(\frac{1799,13 + 1797,015}{2}\right)^2} = 9,7811955 \frac{m}{c^2}$$

Расчет погрешностей измерений (для прямых и косвенных измерений).

$$\begin{aligned}\epsilon_g &= \frac{\Delta g}{g} = \sqrt{\left(\frac{2\Delta T}{T}\right)^2 + \left(\frac{\Delta l_{\text{пр}}}{l_{\text{пр}}}\right)^2} \\ \frac{g - g_1}{g} &= \frac{0,011955}{9,80665} \approx 0,001219083 \\ \sqrt{\left(\frac{2*0,46}{1794,587028}\right)^2 + \left(\frac{2*0,001}{0,8}\right)^2} &\approx 0,002552021 \\ \Delta T &= T_2 - T_1 = 0,46 \\ \Delta l_{\text{пр}} &= 0,001 \\ \Delta T_{\text{ср}} &= K_{\text{сг}} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n=5} (T_i - T_{\text{ср}})^2}{n(n-1)}} = 0,92696\end{aligned}$$

Окончательные результаты.

$$g_1 = 9,7811955 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\Delta g \approx 0,011$$

$$\epsilon_g \approx 0,0025$$

Выводы и анализ результатов работы.

Можно сделать вывод: с увеличением длины маятника увеличивается период колебаний и уменьшается частота. Определили ускорение свободного падения, рассчитали погрешности для него. Построили графики зависимости и впоследствии провели интерполяцию. Рассчитали погрешности для прямых измерений