**Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики**

**УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ФТФ**

|  |  |
| --- | --- |
| Группа P3207 | К работе допущен |
| Студент Билошицкий Михаил Владимирович | Работа выполнена |
| Преподаватель Горбенко А.П. | Отчет принят |

Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе №1.02

**Изучение скольжения тележки по**

**наклонной поверхности**

**1. Цель работы.**

1. Экспериментальная проверка равноускоренности движения тележки по наклонной плоскости.

2. Определение величины ускорения свободного падения g.

**2. Задачи.**

1. Измерение времени движения тележки по рельсу с фиксированным углом наклона.
2. Измерение времени движения тележки по рельсу при разных углах наклона рельса к горизонту.
3. Исследование движения тележки при фиксированном угле наклона рельса. Проверка равноускоренности движения тележки.
4. Исследование зависимости ускорения тележки от угла наклона рельса к горизонту. Определение ускорения свободного падения.

**3. Объект исследования**.

Ускорение тележки в зависимости от угла наклона поверхности.

**4. Метод экспериментального исследования.**

Измерение времени прохождения тележкой одинакового расстояния при различных углах наклона.

**5. Рабочие формулы и исходные данные.**

Коэффициент a в формуле Y = aZ:

Среднеквадратичное отклонение :

Абсолютная погрешность прямых измерений:

Относительная погрешность:

Абсолютная погрешность косвенных измерений:

Абсолютная погрешность коэффициента 𝑎:

Синус угла наклона рельса к горизонту:

Ускорение:

Погрешность ускорения:

Коэффициент B, равный ускорению свободного падения:

Коэффициент линейной зависимости:

Табличное ускорение для г. Санкт-Петербург:

g = 9,8195

СКО для ускорения свободного падения:

D =

Среднее арифметическое значение:

Среднее квадратическое отклонение результата измерения:

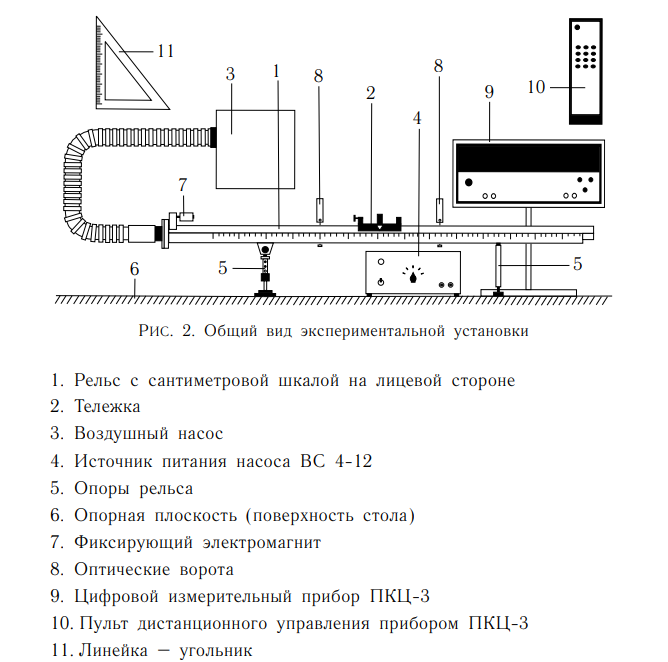
Доверительный интервал:

=

**6. Измерительные приборы.**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование** | **Предел измерений** | **Цена деления** | **Класс точности** |  |
| Линейка на рельсе | 1,3 м | 1 см/дел | - | 5,0 мм |
| Линейка на угольнике | 250 мм | 1 мм/дел | - | 0,5 мм |
| ПКЦ-3 в режиме секундомера | 100 с | 0,1 с | - | 0,1 с |

**7. Схема установки.**



**8. Результаты прямых измерений и их обработки.**

Задание 1. Измерение времени движения тележки по рельсу с фиксированным углом наклона.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **x, м** | **x’, м** | **h0, мм** | **h0’, мм** |
| 0,220,005 | 1,00,005 | 1910,5 | 1930,5 |
| 0,220,005 | 1,00,005 | 2000,5 | 1940,5 |

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Измеренные величины** | | | | **Рассчитанные величины** | | | |
| **x1, м** | **x2, м** | **t1, c** | **t2, c** | **x2- x1, м** |  |  | *,%* |
| 1 | 0,153,33 | 0,40 3,33 | 1,7 0,067 | 2,8 0,067 | 0,25 0,00471 | 2,475 0,22 | 1,88 | 8,8 |
| 2 | 0,153,33 | 0,50 3,33 | 1,8 0,067 | 3,3 0,067 | 0,35 0,00471 | 3,825 0,25 | 1,35 | 6,54 |
| 3 | 0,153,33 | 0,70 3,33 | 1,9 0,067 | 4,3 0,067 | 0,55 0,00471 | 7,44 0,315 | 0,86 | 4,23 |
| 4 | 0,153,33 | 0,90 3,33 | 1,9 0,067 | 5,2 0,067 | 0,75 0,00471 | 11,715 0,37 | 0,628 | 3,16 |
| 5 | 0,153,33 | 1,10 3,33 | 2,0 0,067 | 6,1 0,067 | 0,95 0,00471 | 16,605 0,43 | 0,50 | 2,59 |

Таблица 3: Результаты прямых измерений (Задание 1)

Задание 2. Измерение времени движения тележки по рельсу при разных углах наклона рельса к горизонту.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **NПЛ** | **h, мм** | **h', мм** | **№** | **t1, c** | **t2, c** |
| 1 | 200 | 194 | 1 | 2,0 | 6,1 |
| 2 | 1,7 | 6,2 |
| 3 | 2,1 | 6,5 |
| 4 | 2,1 | 6,4 |
| 5 | 2,1 | 6,4 |
| 2 | 210 | 194 | 1 | 1,2 | 3,2 |
| 2 | 1,2 | 3,2 |
| 3 | 1,1 | 3,2 |
| 4 | 1,2 | 3,3 |
| 5 | 1,3 | 3,4 |
| 3 | 218 | 194 | 1 | 0,9 | 2,6 |
| 2 | 0,9 | 2,6 |
| 3 | 0,9 | 2,6 |
| 4 | 0,9 | 2,6 |
| 5 | 0,9 | 2,6 |
| 4 | 228 | 195 | 1 | 0,8 | 2,4 |
| 2 | 0,9 | 2,5 |
| 3 | 0,8 | 2,4 |
| 4 | 0,8 | 2,2 |
| 5 | 0,8 | 2,2 |
| 5 | 237 | 195 | 1 | 0,7 | 2,0 |
| 2 | 0,7 | 2,0 |
| 3 | 0,7 | 2,0 |
| 4 | 0,7 | 2,0 |
| 5 | 0,7 | 2,0 |
| NПЛ – количество пластин  h – высота на координате x = 0,22 м  h’ – высота на координате x’ = 1,00 м | | | | | |

Таблица 4: Результаты прямых измерений (Задание 2)

**9. Расчет результатов косвенных измерений.**

Задание 1. Исследование движения тележки при фиксированном угле наклона рельса. Проверка равноускоренности движения тележки.

Найдем коэффициент a и его среднеквадратическое отклонение :

Задание 2. Исследование зависимости ускорения тележки от угла наклона рельса к горизонту. Определение ускорения свободного падения.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
| 1 | 0,0102564 |  |  |  |
| 2 | 0,0230769 |  |  |  |
| 3 | 0,0333333 |  |  |  |
| 4 | 0,0448718 |  |  |  |
| 5 | 0,0564103 |  |  |  |
| – количество пластин | | | | |

Таблица 5: Результаты рассчетов (Задание 2)

Вычислим значение синуса наклона рельса к горизонту по формуле и внесем значения в таблицу:

Вычислим значения ускорения и его погрешности для каждой серии измерений по формулам и внесем значения в таблицу:

Рассчитаем ускорение свободного падения:

Найдем коэффициенты линейной зависимости:

Рассчитаем СКО для ускорения свободного падения:

Сравним значение g с табличным:

**10. Расчет погрешностей измерений (для прямых и косвенных измерений).**

Задание 1.

Z =

Определим погрешности прямых измерений времени t1 и t2 и расстояния x1 и x2 с доверительной вероятностью = 0,95 и внесем значения в таблицу:

, где – инструментальная погрешность, равная 0,1c у секундомера

, где – инструментальная погрешность, равная 5 мм у линейки на рельсе

Определим абсолютную погрешность косвенных измерений Y и Z и запишем значения в таблицу:

Рассчитаем относительную погрешность и по формуле и внесем значения в таблицу:

Рассчитаем абсолютную и относительную погрешность коэффициента a для доверительной вероятности = 0,90:

= 0,008

= = 12,78%

Задание 2.

Рассчитаем погрешности времени :

Для

= 2,0 с

=

= = 2,78 0,0775 = 0,215

Для

= 6,32 с

=

= = 2,78 0,0735 = 0,204

Рассчитаем погрешность ускорения для первой серии измерений:

Рассчитаем абсолютную и относительную погрешность коэффициента g для доверительной вероятности = 0,90:

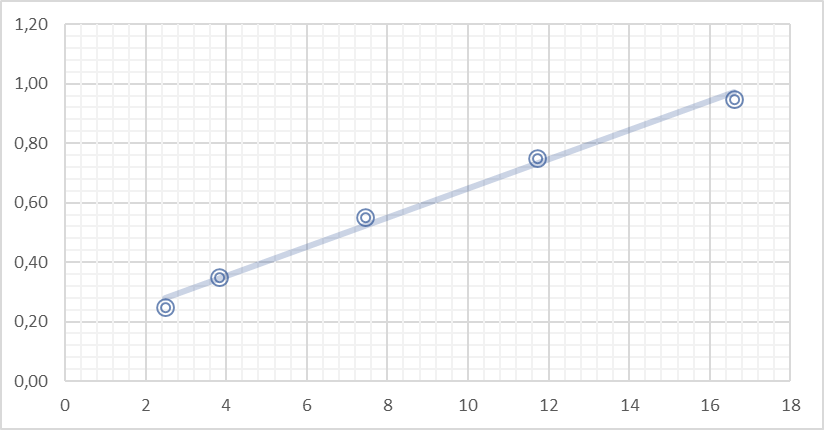
**11. Графики.**

График 1. Зависимость Y от Z.

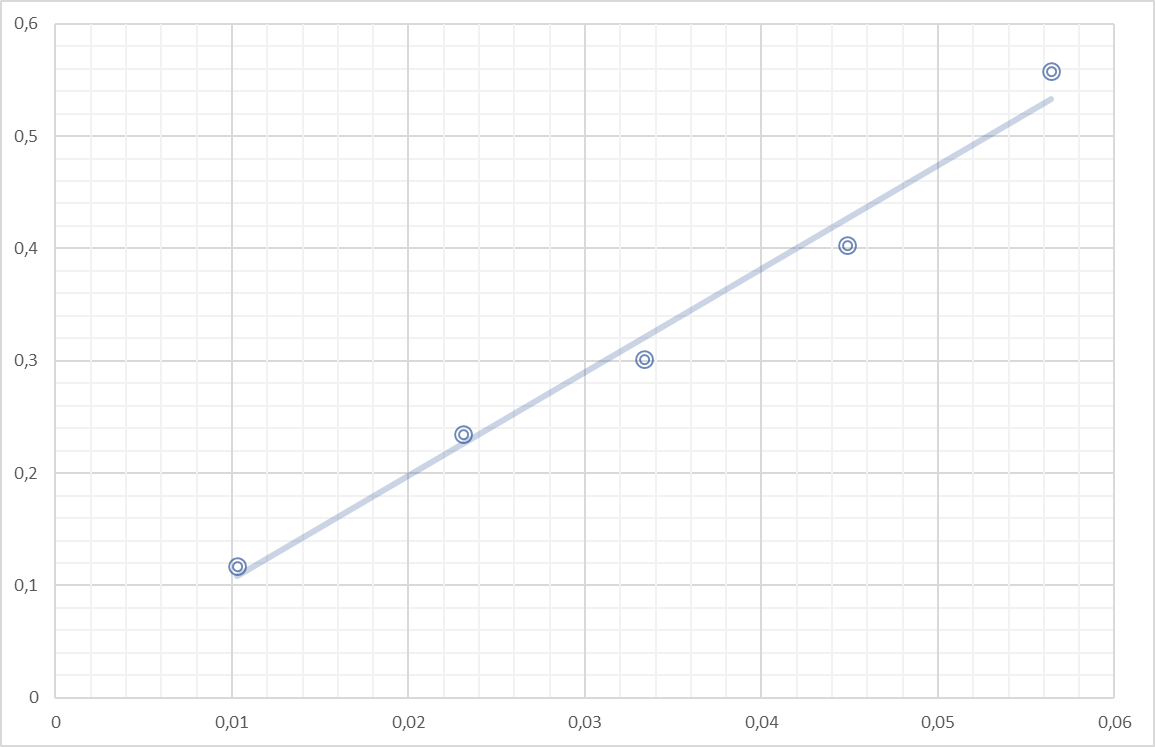
****

График 2. Зависимость a от sin .

**12. Окончательные результаты.**

= 12,78%

**13. Выводы и анализ результатов работы.**

В данной лабораторной работе мы:

1. Изучили движение тележки по наклонной плоскости, показали, что оно является равноускоренным, и достаточно точно посчитали это ускорение.
2. Нашли ускорение свободного падения в Санкт-Петербурге и убедились, что оно близко к табличному значению, т.к. абсолютное отклонение экспериментального значения от табличного оказалось практически равным абсолютной погрешности измерения.