|  |  |
| --- | --- |
| **Университет ИТМО**  **Физико-технический мегафакультет**  **Физический факультет** | **Изображение выглядит как Шрифт, логотип, Графика, текст  Автоматически созданное описание** |

|  |  |
| --- | --- |
| Группа З220 | К работе допущен |
| Студент Гафурова Ф. Ф. | Работа выполнена |
| Преподаватель Пулькин Н. С.\_ | 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) Проведение измерений.

2) Обработка результатов измерений.

3) Построение графика по результатам измерений.

**3. Объект исследования**.

Ускорение тележки при различных углах наклона.

**4. Метод экспериментального исследования.**

Измерение времени, за которое тележка проходит заданное расстояние по наклонной плоскости при различных углах наклона.

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

**Формула зависимости проекции скорости на ось X от времени:**

Где - проекция скорости на ось 0𝑥 в момент времени 𝑡 = 0, 𝑎𝑥 - ускорение тела.

**Формула зависимости координаты тела от времени:**

Где 𝑥0 - начальная координата.

**Формула зависимости координаты тела от времени через ускорение:**

**Второй закон Ньютона, описывающий движение тележки:**

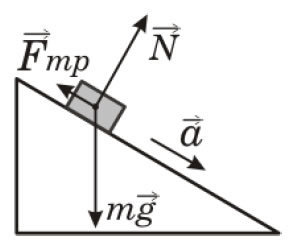


Рис.1 Схема, описывающая второй закон Ньютона.

Где 𝑎 – ускорение тележки, 𝑁 - сила реакции опоры, а сила трения, возникающая при скольжении, по модулю равна произведению коэффициента трения на силу нормальной реакции: 𝐹тр = 𝜇 𝑁

**Проекции уравнения (4) на координатные оси X и Y:**

Где 𝛼 - угол между наклонной плоскостью и горизонталью

**Формула модуля ускорения:**

**Ввиду малости угла, его косинус в уравнении (6) можно заменить единицей:**

**Формулы нахождения ускорения и его среднеквадратичного отклонения из графика:**

**Формула абсолютной погрешности коэффициента 𝑎 для доверительной вероятности**

**𝛼 = 0,90:**

**Формула относительной погрешности ускорения:**

**Формула синуса угла наклона рельса к горизонту:**

**Формула значения ускорения:**

**Формула погрешности ускорения для каждой из серии измерении:**

**Формула коэффициента линейной зависимости B по методу наименьших квадратов (МНК) из формулы (7):**

**Формула коэффициента линейной зависимости A:**

**Формула среднеквадратичного отклонения для ускорения свободного падения:**

Где

**Формула абсолютной погрешности g для доверительной вероятности**

**𝛼 = 0,90:**

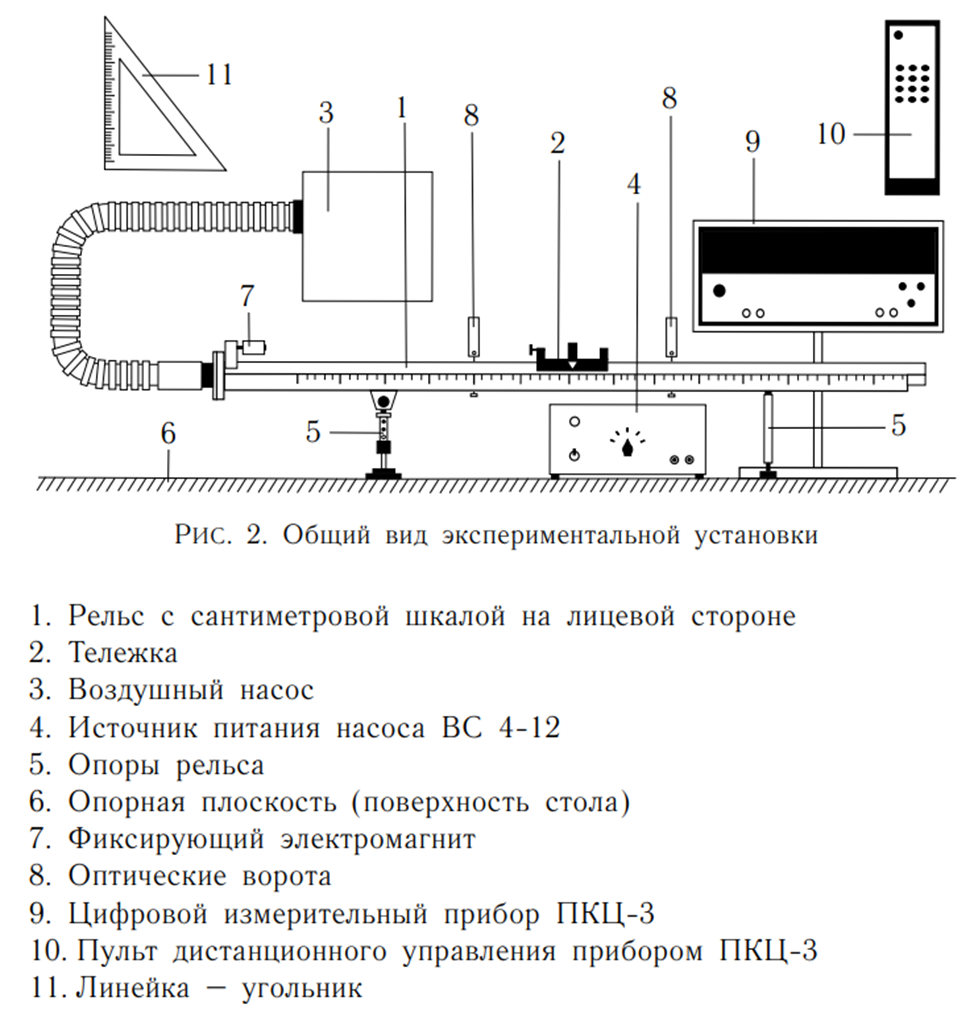
**Формула относительной погрешности ускорения свободного падения:**

**6. Измерительные приборы.**

Таблица 1. Измерительные приборы

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *№ п/п* | *Наименование* | *Предел измерений* | *Цена деления* | *Класс точности* | *Погрешность* |
| *1* | *Линейка на рельсе* | *1,3 м* | *1 см/дел* | – | *мм* |
| *2* | *Линейка на угольнике* | *250 мм* | *1 мм/дел* | – | *0,5 мм* |
| *3* | *ПЦК-3 в режиме секундомера* | *100с* | *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.

Таблица 2: Характеристика лабораторной установки

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **x, м** | **x', м** | **, мм** | **, мм** |
| 0,22 ± 0,005 | 1,00 ± 0,005 | 205 ± 0,5 | 206 ± 0,5 |

Где x и x` это координаты, в которых измерялись высоты, на которых находится наклонная плоскость.

Таблица 3: Результаты прямых измерений (Задание 1)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Измеренные величины | | | | Рассчитанные величины | |
| , м | , м | , c | , c |  |  |
| 1 | 0,15 | 0,40 | 1,30 | 2,30 | 0,25 | 1,8 |
| 2 | 0,15 | 0,50 | 1,20 | 2,50 | 0,35 | 2,405 |
| 3 | 0,15 | 0,70 | 1,20 | 3,10 | 0,55 | 4,085 |
| 4 | 0,15 | 0,90 | 1,30 | 3,40 | 0,75 | 4,935 |
| 5 | 0,15 | 1,10 | 1,30 | 4,00 | 0,95 | 7,155 |

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

Таблица 4: Результаты прямых измерений (Задание 2)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | № |  |  |
| 1 | 212 | 205 | 1 | 1,3 | 4,3 |
| 2 | 1,4 | 4,8 |
| 3 | 1,4 | 4,7 |
| 4 | 1,5 | 5,0 |
| 5 | 1,5 | 4,9 |
| 2 | 222 | 205 | 1 | 1,0 | 3,3 |
| 2 | 1,2 | 3,4 |
| 3 | 1,2 | 3,4 |
| 4 | 1,2 | 3,4 |
| 5 | 1,2 | 3,5 |
| 3 | 232 | 205 | 1 | 0,8 | 2,8 |
| 2 | 0,8 | 2,7 |
| 3 | 0,9 | 2,8 |
| 4 | 0,8 | 2,7 |
| 5 | 0,9 | 2,8 |
| 4 | 241 | 204 | 1 | 0,8 | 2,2 |
| 2 | 0,8 | 2,2 |
| 3 | 0,8 | 2,2 |
| 4 | 0,8 | 2,2 |
| 5 | 0,8 | 2,2 |
| 5 | 251 | 204 | 1 | 0,7 | 1,9 |
| 2 | 0,7 | 1,9 |
| 3 | 0,7 | 2,0 |
| 4 | 0,7 | 2,0 |
| 5 | 0,6 | 2,0 |
| – количество пластин | | | | | |

**9. Расчет результатов косвенных измерений (*таблицы, примеры расчетов*).**

**Задание 1**

Посчитаем ускорение по МНК:

Посчитаем среднеквадратичное отклонение ускорения по формуле (9):

**Задание 2**

**Таблица 5**: Результаты расчетов (Задание 2)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
| 1 | -0,0102 | 1,420,067 | 4,74 ± 0,153 | 0,024 ± 0,007 |
| 2 | -0,023 | 1,16 | 3,4 ± 0,063 | 0,069 ± 0,008 |
| 3 | -0,036 | 0,84 | 2,76 ± 0,058 | 0,16 ± 0,013 |
| 4 | -0,049 | 0,8 | 2,2 ± 0,05 | 0,357 ± 0,025 |
| 5 | -0,062 | 0,68 | 1,96 ± 0,058 | 0,281 ± 0,04 |
| – количество пластин | | | | |

Найдем коэффициенты линейной зависимости по МНК, коэффициент B равен:

Коэффициент А равен:

Найдем среднеквадратичное отклонение :

Найдем разницу посчитанного от :

А также посчитаем в процентах отклонение от табличного значения:

**10. Расчет погрешностей измерений.**

Абсолютная погрешность ускорения при доверительной вероятности 𝛼 = 0,90 по формуле (10):

Найдем относительную погрешность для :

Найдем абсолютную погрешность для :

Найдем относительную погрешность для :

Абсолютная погрешность Y и Z равны:

Где

= 0,8 c2

Вычислим погрешность ускорения для первого случая по формуле (14):

**11. Графики.**

**Задание 1**

График 1. График зависимости 𝑌 (𝑍) *= aZ*

**Изображение выглядит как текст, линия, График, Параллельный

Автоматически созданное описание**

x2-x1, м



**Изображение выглядит как текст, Шрифт, снимок экрана, линия

Автоматически созданное описание**

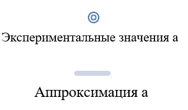
**Задание 2**

График 2. Зависимость а от sinα

**Изображение выглядит как линия, График, диаграмма, Параллельный

Автоматически созданное описание**

a, м/с2

****

**12. Окончательные результаты.**

Доверительный интервал и относительная погрешность ускорения тележки равны:

Доверительный интервал и относительная погрешность ускорения свободного падения:

Абсолютное и относительное отклонение экспериментального значения ускорения свободного падения от табличного:

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

В ходе проведения лабораторной работы было исследовано движение тележки по наклонной плоскости под разными углами и с разными расстояниями. Были собраны данные и построены таблицы и графики.

График 1 представляет зависимость времени движения тележки от пройденного пути. Данный график получился линейным, что позволило убедиться в равноускоренности движения тележки.

График 2 отображает зависимость ускорения *а* от . Найдя угловой коэффициент по МНК, было рассчитано значение ускорения свободного падения . Полученное значение разнится с табличным значением ускорения свободного падения на 4,2% без учета погрешности.

Исходя из данных и результатов анализа графиков, можно сделать вывод о равноускоренности движения тележки по наклонной плоскости и расчете ускорения свободного падения.