|  |  |
| --- | --- |
| Группа P3212 | К работе допущен |
| Студент Балин Артем Алексеевич | Работа выполнена |
| Преподаватель Егоров Михаил Юрьевич | Отчет принят |

**Рабочий протокол и отчет по  
лабораторной работе №1.02**

**Изучение скольжения тележки по наклонной плоскости**

1. Цель работы.

Экспериментальная проверка равноускоренности движения тележки по наклонной плоскости. Определение величины ускорения свободного падения 𝑔.

2. Задачи, решаемые при выполнении работы.

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

3. Объект исследования.

Равноускоренное движение. Величина ускорения свободного падения *g*.

4. Метод экспериментального исследования.

Исследование движения тележки по рельсу при разных углах наклона к горизонту.

5. Рабочие формулы и исходные данные.

Для нахождения коэффициента a в теоретической зависимости :

И среднеквадратичного отклонения:

*Абсолютная погрешность для a для доверительной вероятности по формуле:*

И относительная погрешность для ускорения:

Находим синуса угла наклона рельса к горизонту:

Вычислим значение ускорения и его погрешность для каждой

серии измерений по формулам:

Теоретическая зависимость 𝑎 от имеет линейный характер:, где , 𝐵 = 𝑔, т.е. коэффициент 𝐵 равен ускорению свободного падения. Найдём коэффициенты линейной зависимости по следующим формулам:

Рассчитаем СКО для ускорение свободного падения (коэффициента 𝐵) по формуле:

где и

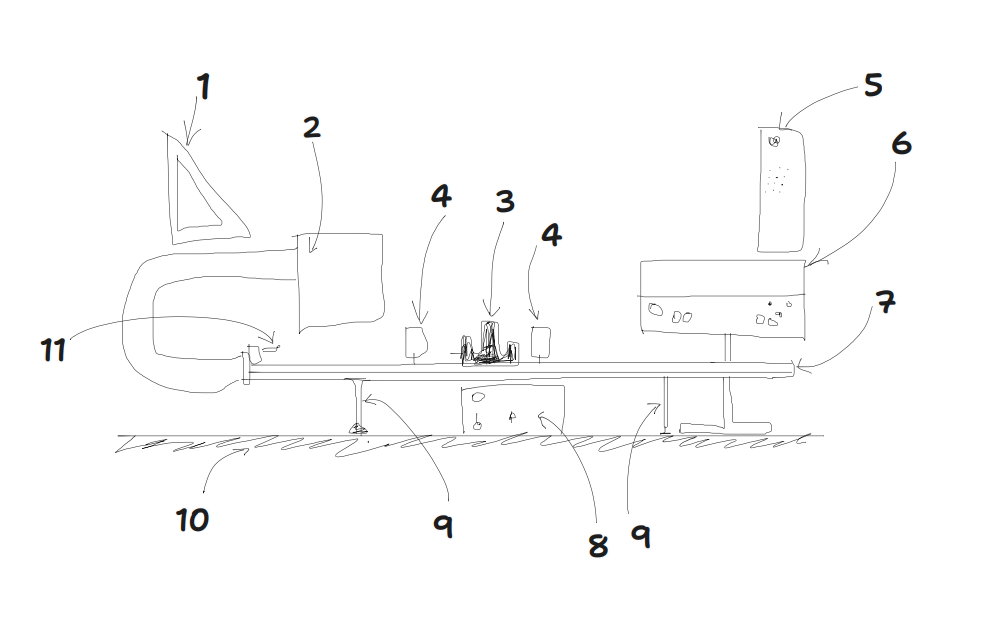
Определим абсолютную погрешность коэффициента для доверительной вероятности 𝛼 = 0,90 по формуле:

И относительную погрешность измерения :

6. Измерительные приборы.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *№ п/п* | *Наименование* | *Тип прибора* | *Используемый диапазон* | *Погрешность прибора* |
| *1* | Линейка на рельсе | *Простейший* | *0-100 с* | *5 мм* |
| *2* | Линейка на угольнике | *Простейший* | *0-250 мм* | *0,5 мм* |
| *3* | ПКЦ-3 в режиме секундомера | *Электронный* | *0-1,3 м* | *0,1 с* |

7. Схема установки.



1. Линейка – угольник

2. Воздушный насос

3. Тележка

4. Оптические ворота

5. Пульт дистанционного управления прибором ПКЦ-3

6. Цифровой измерительный прибор ПКЦ-3

7. Рельс с сантиметровой шкалой на лицевой стороне

8. Источник питания насоса ВС 4-12

9. Опоры рельса

10. Опорная плоскость (поверхность стола)

11. Фиксирующий электромагнит

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

*Таблица 2*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
| 0,22±0,005 | 1,0±0,005 | *164*±0,5 | *164*±0,5 |

*Таблица 3: Результаты прямых измерений (Задание 1)*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *№* | *Измеренные величины* | | | | *Рассчитанные величины* | |
|  |  |  |  |  |  |
| *1* | *0,15* | *0,40* | *1,6* | *2,5* | *0,25* | *1,85* |
| *2* | *0,15* | *0,50* | *1,6* | *2,9* | *0,35* | *2,93* |
| *3* | *0,15* | *0,70* | *1,6* | *3,5* | *0,55* | *4,85* |
| *4* | *0,15* | *0,90* | *1,5* | *3,9* | *0,75* | *6,33* |
| *5* | *0,15* | *1,10* | *1,6* | *4,5* | *0,95* | *8,85* |

Таблица 4: Результаты прямых измерений (Задание 2)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | № |  |  |
| 1 | 155 | 164 | 1 | 1,6 | 4,5 |
| 2 | 1,6 | 4,5 |
| 3 | 1,6 | 4,5 |
| 4 | 1,6 | 4,5 |
| 5 | 1,4 | 4,3 |
| 2 | 146 | 162 | 1 | 1,1 | 3,2 |
| 2 | 1,2 | 3,2 |
| 3 | 1,1 | 3,2 |
| 4 | 1,1 | 3,2 |
| 5 | 1,1 | 3,2 |
| 3 | 137 | 162 | 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 | 128 | 161 | 1 | 0,8 | 2,2 |
| 2 | 0,8 | 2,3 |
| 3 | 0,8 | 2,3 |
| 4 | 0,8 | 2,2 |
| 5 | 0,8 | 2,2 |
| 5 | 118 | 161 | 1 | 0,7 | 2,0 |
| 2 | 0,7 | 2,1 |
| 3 | 0,7 | 2,0 |
| 4 | 0,7 | 2,0 |
| 5 | 0,7 | 2,0 |
|  | | | | | |

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

Найдём ускорение тележки методом наименьших квадратов и его среднее квадратичное отклонение.

Таблица 5: Результаты расчетов (Задание 2)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | *, с* | , с |  |
| 1 | 0,012 | 1,5600,040 | 4,4600,040 | 0,1090,002 |
| 2 | 0,021 | 1,1200,020 | 3,2000,000 | 0,2110,002 |
| 3 | 0,032 | 0,9000,000 | 2,6000,000 | 0,3190,003 |
| 4 | 0,042 | 0,8000,000 | 2,2400,025 | 0,4340,011 |
| 5 | 0,055 | 0,7000,000 | 2,0200,020 | 0,5290,013 |
|  | | | | |

Пример для вычисления :

Пример для вычисления

Пример для

Найдём коэффициенты линейной зависимости:

И теоретическая зависимость от имеет вид:

Рассчитаем СКО для ускорения свободного падения:

Пример для расчёта d:

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

Таблица 6: Расчёт погрешностей для Y и Z:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** |  |  |  |  |
| 1 | 0,005 | 2,000 | 0,297 | 16,088 |
| 2 | 0,005 | 1,429 | 0,331 | 11,323 |
| 3 | 0,005 | 0,909 | 0,385 | 7,943 |
| 4 | 0,005 | 0,667 | 0,422 | 6,665 |
| 5 | 0,005 | 0,526 | 0,478 | 5,400 |

Примеры для абсолютной и относительной погрешностей:

Абсолютная погрешность для для доверительной вероятности :

Относительная погрешность для :

Определим абсолютную погрешность коэффициента для доверительной вероятности 𝛼 = 0,90 по формуле:

И относительную:

Также сравним вычисленную с :

11. Графики (*перечень графиков, которые составляют Приложение 2*).

* График экспериментальной зависимости от
* График зависимости

12. Окончательные результаты.

Исходя из построения графика движение тележки можно считать равноускоренным: график функции имеет вид линейной зависимости, следовательно, угловой коэффициент является постоянным.

Полученное значение ускорения свободного падения , отличается от стандартного значения для Санкт-Петербурга () ввиду инструментальных и субъективных погрешностей.

13. Выводы и анализ результатов работы.

Выполняя лабораторную работу 1.02 «Изучение скольжения тележки по наклонной плоскости», были проведены замеры времени движения тележки по рельсу с фиксированным углом наклона и при разных углах наклона рельса к горизонту с целью экспериментально проверить равноускоренность движения тележки в данных условиях. Исследовав зависимость ускорения тележки от угла наклона рельса к горизонту, было определено значение ускорения свободного падения. Полученное в ходе эксперимента значение g можно считать относительно точным, во-первых, потому что его отклонение от табличного значения меньше, чем его погрешность, а во-вторых, потому что относительная погрешность этого значения довольно небольшая.

14. Дополнительные задания.

15. Выполнение дополнительных заданий.

16. Замечания преподавателя