**Университет ИТМО**

**Физико-технический мегафакультет**

**Физический факультет**

|  |  |
| --- | --- |
| Группа Р3266 | К работе допущен |
| Студент Хоанг Ван Куан | Работа выполнена |
| Преподаватель Сорокина Елена Константиновна | 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.

1. **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 зависмости ускорения тележки от угла наклона рельса к горизонту. Определение ускорения свободного падения.

1. **Объект исследования.**

* Движение тележки по наклонной плоскости, под действием силы тяжести.

1. **Метод экспериментального исследования.**

**-** Проведение серии измерений и расчетов

1. **Рабочие формулы и исходные данные.**
2. Зависимость проекции скорости 𝑣𝑥 поступательного равноускоренного движении тела вдоль оси от времени 𝑡
3. Зависимость координаты тела 𝑥 от времени 𝑡

Если начальная скорость тела равна нулю

1. Второй закон Ньютона

сила трения ( 𝐹тр = 𝜇𝑁)

1. Проекции уравнения на координатные оси
2. Выражение для модуля ускорения

Поскольку в лабораторной установке коэффициент трения 𝜇 и угол 𝛼 достаточно малы, то cos 𝛼 можно заменить единицей.

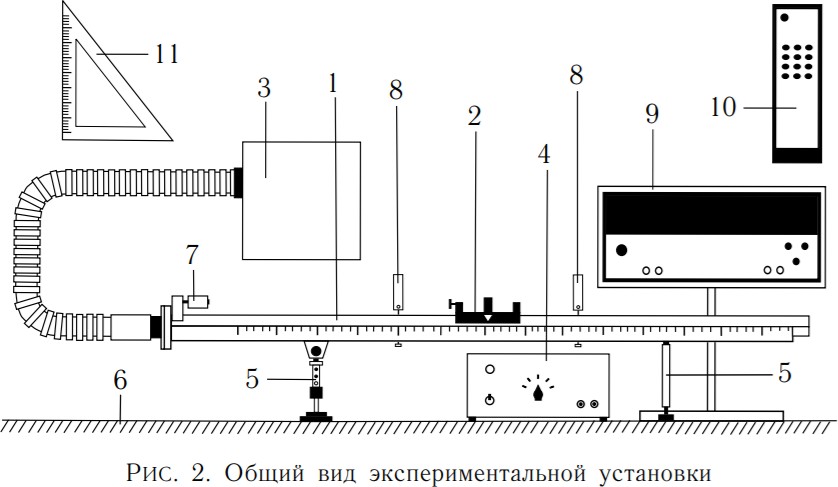
1. **Измерительные приборы.**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *№ п/п* | *Наименование* | *Тип прибора* | *Используемый диапазон* | *Погрешность прибора* |
| *1* | Линейка на рельсе |  | 0 − 1,3 м | 5 мм |
| *2* | Линейка на угольнике |  | 0 − 250 мм | 0,5 мм |
| *3* | ПКЦ-3 в режиме секундомера |  | 0 − 100 с | 0,1 с |
| *4* |  |  |  |  |

**Таблица 2.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| х, m | x’, m | h0 , mm | h’0 , mm |
| 0.22 | 1.00 | 173 | 174 |

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



1. Рельс с сантиметровой шкалой на лицевой стороне

2. Тележка

3. Воздушный насос

4. Источник питания насоса ВС 4-12

5. Опоры рельса

6. Опорная плоскость (поверхность стола)

7. Фиксирующий электромагнит

8. Оптические ворота

9. Цифровой измерительный прибор ПКЦ-3

10. Пульт дистанционного управления прибором ПКЦ-3

11. Линейка – угольник

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

Таблица 3: Результаты прямых измерений (Задание 1)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Измеренные величины | | | | Рассчитанные величины | | 𝛥𝑦 | 𝛥𝑧 |
| 𝑥1, м | 𝑥2, м | 𝑡1, с | 𝑡2, с | 𝑥2 − 𝑥1, м | *,* с 2 |
| 1 | 0.15 | 0.40 | 1.5 | 2.7 | 0.25 | 2.52 | 0.0047 | 0.21 |
| 2 | 0.15 | 0.50 | 1.5 | 3.2 | 0.35 | 4.00 | 0.0047 | 0.24 |
| 3 | 0.15 | 0.70 | 1.5 | 3.8 | 0.55 | 6.01 | 0.0047 | 0.27 |
| 4 | 0.15 | 0.90 | 1.5 | 4.4 | 0.75 | 8.56 | 0.0047 | 0.31 |
| 5 | 0.15 | 1.10 | 1.5 | 4.8 | 0.95 | 10.40 | 0.0047 | 0.34 |

Таблица 4: Результаты прямых измерений (Задание 2)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 𝑁ПЛ | ℎ, мм | ℎ ′ , мм | № | 𝑡1, с | 𝑡2, с |
| 1 | 183 | 175 | 1 | 1.5 | 4.8 |
| 2 | 1.6 | 4.9 |
| 3 | 1.6 | 5.0 |
| 4 | 1.6 | 4.9 |
| 5 | 1.5 | 4.8 |
| 2 | 193 | 176 | 1 | 1.0 | 3.3 |
| 2 | 1.1 | 3.2 |
| 3 | 1.0 | 3.2 |
| 4 | 0.9 | 3.2 |
| 5 | 1.0 | 3.2 |
| 3 | 203 | 177 | 1 | 0.6 | 2.4 |
| 2 | 0.7 | 2.5 |
| 3 | 0.7 | 2.5 |
| 4 | 0.7 | 2.4 |
| 5 | 0.8 | 2.6 |
| 4 | 213 | 178 | 1 | 0.6 | 2.2 |
| 2 | 0.6 | 2.1 |
| 3 | 0.6 | 2.2 |
| 4 | 0.5 | 2.1 |
| 5 | 0.5 | 2.0 |
| 5 | 223 | 179 | 1 | 0.5 | 1.8 |
| 2 | 0.5 | 1.8 |
| 3 | 0.6 | 1.9 |
| 4 | 0.5 | 1.9 |
| 5 | 0.6 | 1.9 |
| Nпл - количество пластин  ℎ - высота на координате 𝑥 = 0,22 м  ℎ ′ - высота на координате 𝑥 ′ = 1,00 м | | | | | |

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

Таблица 5: Результаты расчетов (Задание 2)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 𝑁ПЛ |  |  |  |  |
| 1 | 0.012 | 1.560 0.068 | 4.880 0.104 | 0.073 0.004 |
| 2 | 0.023 | 1.000 0.088 | 3.220 0.056 | 0.167 0.007 |
| 3 | 0.035 | 0.700 0.088 | 2.48 0.104 | 0.276 0.026 |
| 4 | 0.046 | 0.068 | 0.104 | 0.373 0.040 |
| 5 | 0.058 | 0.068 | 0.068 | 0.041 |
| 𝑁ПЛ - количество пластин | | | | |

1. **Результаты косвенных измерений**

**Задание 1:**

Yскорение, найденное методом найменьших квадратов (МНК)

**Задание 2:**

Вычислить значение синуса угла наклона рельса к горизонту (таблица 5)

Где (h0 = 173mm, h0’ = 174mm, x’ = 1000mm, x = 220mm)

Вычислить средние значения времени 𝑡1 и 𝑡2 и их погрешности (таблица 5)

где

Вычислите значение ускорения и его погрешность (таблица 5)

Теоретическая зависимость 𝑎 от sin 𝛼 в соответствии с формулой 𝑎 = 𝐴 + 𝐵 sin 𝛼,

где 𝐴 = −𝜇𝑔, 𝐵 = 𝑔.

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

**Задание 1:**

Рассчитать погрешности и записать в таблицу 3

По способу определения абсолютной погрешности







Среднеквадратичное отклонение ускорения

0.00118

Абсолютная погрешность коэффициента α для доверительной вероятности α = 0,90.

Относительная погрешность ускорения

**Задание 2:**

Вычислить погрешности средния значения времени 𝑡1 и 𝑡2 и их (таблица 5)

где

Вычислите погрешность значения ускорения (таблица 5)

СКО (Среднеквадратическое отклонение) для ускорение свободного падения по формулам

|  |  |
| --- | --- |
|  | |
| d1 | 0.004 |
| d2 | -0.002 |
| d3 | -0.002 |
| d4 | -0.005 |
| d5 | 0.005 |

Где

Абсолютная погрешность коэффициента для доверительной вероятности 𝛼 = 0,90

Относительная погрешность g

𝜀𝑔 = · 100% = 3.5 %

Абсолютное отклонение g:

Относительное отклонение g:

Абсолютное отклонение g :

1. **Графики (*перечень графиков, которые составляют Приложение 2*).**
2. **Окончательные результаты**

Абсолютное отклонение g

Абсолютная и относительная погрешности

Относительное отклонение g

1. **Выводы и анализ результата работы**

Движение тележки по наклонной плоскости можно считать равноускоренным, так как была экспериментально получена существующая линейная зависимость, изображенная на графиках из приложения. Кроме того, экспериментально полученное значение ускорения свободного падения лишь на 0.725 отличается от табличного, что так же подтверждает вывод о том, что движение тележки является равноускоренным