|  |  |
| --- | --- |
| Группа М3209 | К работе допущен 16.09.2024 |
| Студенты: Клименко А.А., Кузнецова А.А. | Работа выполнена |
| Преподаватель Писарева Ю. И. | Отчет принят |

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

Изучение скольжения тележки по наклонной плоскости

**1. Цель работы.**

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

**2. Задачи, решаемые при выполнении работы.**

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.**

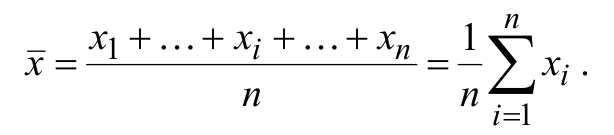
Ускорение свободного падения

**4. Метод экспериментального исследования.**

Многократные измерения действия силы тяжести на тележку при изменении угла наклона поверхности.

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

Рабочие формулы:

* 1. , где h0 — высота рельсы в точке x, сие значение указано в таблице 1,  
     h — нынешняя высота, см соответствующее значение в таблице 4.   
     h0’ — высота рельсы в точке x’, сие значение указано в таблице 1  
     h’ — нынешняя высота, см соответствующее значение в таблице 4.   
     x — есть расстояние от начала рельсы, на котором производились замеры высоты, см значение в таблице 1  
     x’ — есть расстояние от начала рельсы на котором производились замеры высоты, см значение в таблице 1
  2.  , где - среднее арифметическое значение вычисляемой величины,   
     xi — значение полученное в i-м эксперименте,   
     n — количество проведенных экспериментов

Исходные данные:

Таблица 1. Параметры экспериментальной установки

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **x, м** | **x',м** | **h0, мм** | **h0', мм** |
| 0,22 | 1 | 194 | 191 |

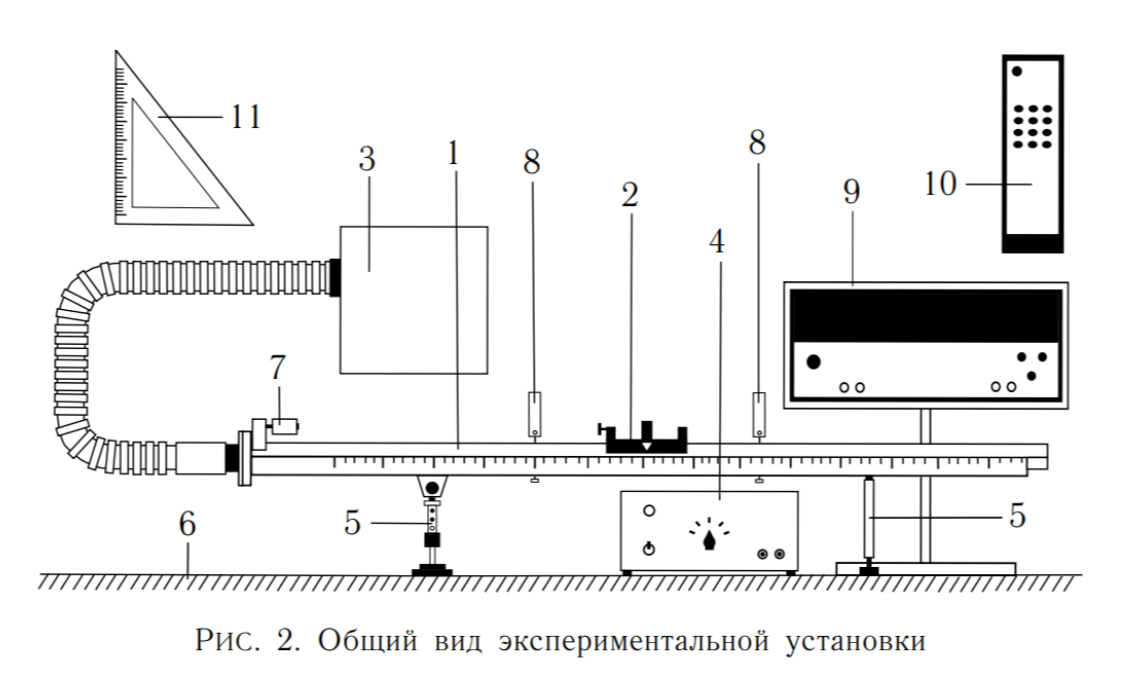
В первых двух столбцах указаны расстояния от начала рельса с сантиметровой шкалой. На этих расстояниях была измерена высота рельсы, значения были записаны в соответствующем порядке в 3м и 4м столбцах.

**6. Измерительные приборы.**

Таблица 2. Измерительные приборы

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

**7. Схема установки**



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

По рельсу «1» скользит тележка «2». Для уменьшения трения между поверхностями рельса и тележки создается воздушная подушка с помощью воздушного насоса «3», подключенного к источнику питания «4». Электрические провода, подключающие воздушный насос к источнику питания, на рисунке не показаны. Высота рельса над опорной плоскостью «6» регулируется с помощью винтовых ножек опор «5». Электромагнит «7» фиксирует тележку в начале шкалы. Тележка снабжена флажком с черными вертикальными рисками. Цифровой измерительный прибор «9» фиксирует момент времени, скорость и ускорение тележки при прохождении флажка через оптические ворота «8». Запуск тележки и изменение режимов осуществляется пультом дистанционного управления «10». Угольник «11» используется для измерения вертикальной координаты точек рельса.

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

Таблица 3. Результаты прямых измерений (Задание 1)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Измеренные величины** | | | | **Рассчитанные величины** | |
| **х1,м** | **х2, м** | **t1,с** | **t2,с** | **x2-x1, м** |  |
| 1 | 0,15 | 0,4 | 1,3 | 2,7 | 0,25 | 2,8 |
| 2 | 0,15 | 0,5 | 1,2 | 2,9 | 0,35 | 3,485 |
| 3 | 0,15 | 0,7 | 1,2 | 3,5 | 0,55 | 5,405 |
| 4 | 0,15 | 0,9 | 1,4 | 4,1 | 0,75 | 7,425 |
| 5 | 0,15 | 1,1 | 1,2 | 4,4 | 0,95 | 8,96 |

*Задание 1 включает в себя исследование движения тележки при фиксированном угле наклона рельса, проверку равноускоренного движения.*

В столбцах под номером 2 и 3 записаны расстояния от начала рельсы до места, где стоят ворота, что измеряли время прохождения каретки. Само же измеренное время записано в столбцах 4 и 5 соответственно.

В 6м столбце («**x2-x1, м**») записано расстояние, пройденное кареткой в соответствующем эксперименте. В последнем же столбце рассчитана разность квадратичных времен.

Таблица 4. Результаты прямых измерений (Задание 2)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№пл** | **h,mm** | **h',mm** | **№** | **t1,c** | **t2,c** |
| 1 | 199 | 191 | 1 | 1,2 | 4,4 |
| 2 | 1,3 | 4,5 |
| 3 | 1,2 | 4,5 |
| 4 | 1,3 | 4,5 |
| 5 | 1,2 | 4,4 |
| 2 | 209 | 191 | 1 | 0,9 | 3,1 |
| 2 | 0,9 | 3,1 |
| 3 | 0,9 | 3,1 |
| 4 | 0,9 | 3,1 |
| 5 | 1 | 3,2 |
| 3 | 219 | 192 | 1 | 0,8 | 2,6 |
| 2 | 0,8 | 2,6 |
| 3 | 0,8 | 2,6 |
| 4 | 0,8 | 2,6 |
| 5 | 0,8 | 2,6 |
| 4 | 228 | 192 | 1 | 0,7 | 2,3 |
| 2 | 0,7 | 2,3 |
| 3 | 0,7 | 2,3 |
| 4 | 0,7 | 2,2 |
| 5 | 0,7 | 2,3 |
| 5 | 238 | 192 | 1 | 0,7 | 2,1 |
| 2 | 0,6 | 2 |
| 3 | 0,6 | 2 |
| 4 | 0,7 | 2,1 |
| 5 | 0,6 | 2 |
| 𝑁ПЛ - количество пластин  ℎ - высота на координате 𝑥 = 0,22 м  ℎ′ - высота на координате 𝑥′ = 1,00 м | | | | | |

*Задание 2 включает в себя исследование зависимости ускорения тележки от угла наклона рельса к горизонту, а также определение ускорения свободного падения.*

В столбцах под номером 2 и 3 записаны высоты, на которых стояла рельса. (В подвале таблицы указаны расстояния от начала рельсы до точек, в которых производились измерения высоты, -- *x* и *x’* )

Всего было произведено 25 экспериментов: по 5 на каждое количество пластин (пластин было от 1 до 5). Далее в каждой серии экспериментов указывалось время, за которое каретка проходила первые и вторые ворота в указанных условиях. Эти значения записаны в 5м и 6м столбцах.

Для каждой серии измерений из таблицы 4 вычислим значения синуса угла наклона рельса к горизонту по формуле (3):

Для каждой серии измерений из таблицы 4 вычислим средние значения времени и и их погрешности по формуле (4):

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
| 1 |  | 1,24 0,0245 | 4,46 0,0245 |  |
| 2 |  | 0,92 0,2 | 3,12 0,205 |  |
| 3 |  | 0,8 0 | 2,6 0 |  |
| 4 |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |
|  | | | | |

**9. Расчет результатов косвенных измерений**

*Для задания 1:*

*Для задания 2:*

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

*Для задания 1:*

*Для задания 2:*

**11. Графики**

*Для задания 1:*

*Для задания 2:*

**12. Окончательные результаты.**

*Для задания 1:*

*Для задания 2:*

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

*Для задания 1:*

*Для задания 2:*