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

УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ФТФ

Группа *P3112* К работе допущен

Студент *Сенина Мария Михайловна* Работа выполнена

Преподаватель Отчёт принят

**Рабочий протокол и отчёт по лабораторной работе № 2**

**Изучение скольжения тележки по**

**наклонной плоскости**

1. **Цель работы**

*Изучение скольжения тележки по наклонной плоскости.*

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

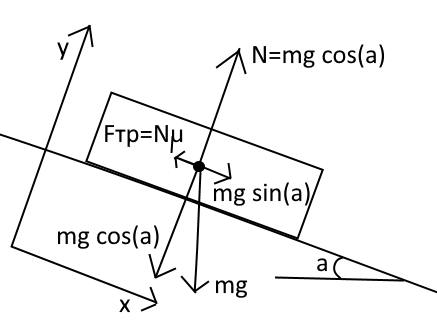
*1. Экспериментальная проверка равноускоренности движения тележки по наклонной плоскости.*

*2. Определение величины ускорения свободного падения .*

1. **Объект исследования.**

*Тележка, движущаяся по наклонной плоскости.*

1. **Метод экспериментального исследования.**

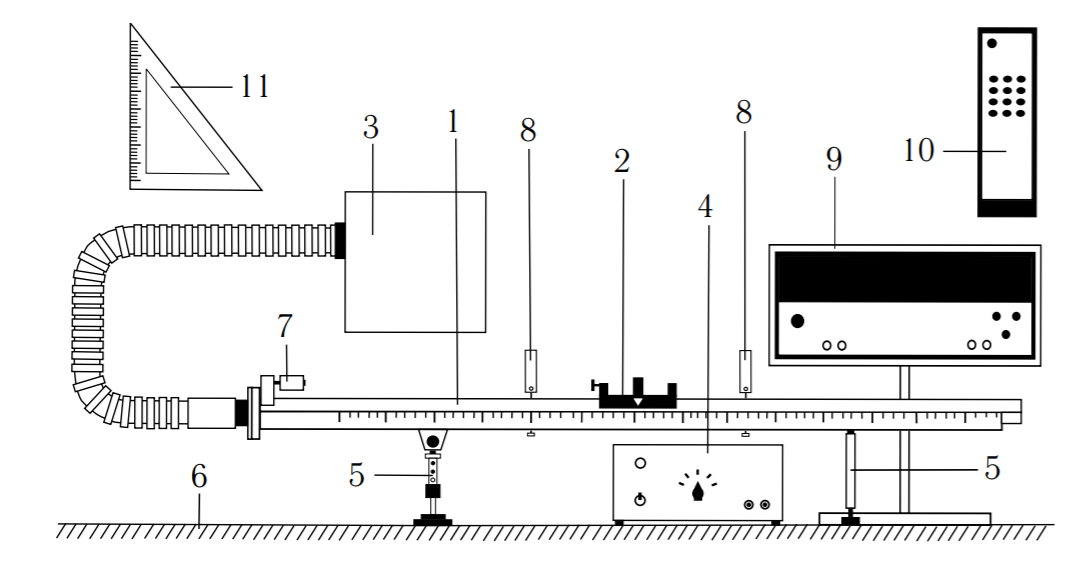
*Распишем силы, действующие на тележку, катящуюся по рельсу. Введём оси, как указано на картинке.*

*Значит ускорение , а при малых углах можно считать, что Т.е. зависимость между ускорением и углом должна быть линейной. При этом движение должно быть равноускоренным, т.к. при каждом конкретном угле ускорение не зависит от переменных величин.*

1. *Из формул: и :, можно вывести следующую зависимость . Т.е. получается, что нам достаточно измерить расстояния от начала движения до двух точек, в которых мы будем знать время с начала движения, чтобы вычислить ускорение, как . Для проведём несколько измерений, если полученные значения ложатся на графике, как прямая – перед в проведённом опыте тележка движется равноускорено.*
2. *Замерив время, за которое тележка проходит два последовательных отрезка рельса можно вычислить его ускорение по той же формуле . При этом, если мы будем знать синус угла наклона рельса к горизонту, то производная ускорения от синуса угла наклона будет равна g. А так как g = const, зависимость ускорения от синуса угла наклона рельса будет линейной, значит производная будет равна углу наклона прямой.*
3. **Рабочие формулы и исходные данные.**

*Используемые формулы:*

1. *Зависимость скорости вдоль оси при поступательном равноускоренном движении:*
2. *Зависимость координаты тела от времени:*
3. *Второй закон Ньютона для тележки:*
4. *Проекция второго закона Ньютона на оси и :*
5. *Зависимость ускорения от трения и угла наклона, считая последний малым (т.е. :*
6. *Зависимость перемещения от времени при нулевой начальной скорости: (выводится из (1) и (2), пусть , а )*
7. *Коэффициент наклона прямой, проходящей через 0 и заданной несколькими точками: ,*
8. *Среднеквадратичное отклонение от среднего значения:*
9. *Синус угла наклона рельса:*
10. *Среднее значение ускорения:*
11. *Погрешность измерения ускорения:*
12. *Коэффициенты линейной зависимости:*
13. *Выборочное среднеквадратичное отклонение: где, а*
14. *Абсолютная погрешность через коэффициент Стьюдента, где – число измерений, – доверительная вероятность:*
15. *Доверительная вероятность:*
16. *Относительная погрешность:*
17. **Измерительные приборы.**

**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *№ п/п* | *Наименование* | *Используемый диапазон* | *Погрешность прибора* |
| *1* | *Рельс с сантиметровой шкалой на лицевой стороне* | *0…1,1 м* | *5 мм* |
| *2* | *Тележка* |  |  |
| *3* | *Воздушный насос* |  |  |
| *4* | *Источник питания ВС 4-12* |  |  |
| *5* | *Опоры рельса* |  |  |
| *6* | *Опорная плоскость (поверхность стола)* |  |  |
| *7* | *Фиксирующий магнит* |  |  |
| *8* | *Оптические ворота* |  |  |
| *9* | *Цифровой измерительный прибор ПКЦ-3* | *0,6…4,8 с* | *0,1 с* |
| *10* | *Пульт дистанционного управления прибором ПКЦ-3* |  |  |
| *11* | *Линейка-угольник* | *196…207 мм* | *0,5 мм* |

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

*См. в приложении 1.*

1. **Расчёт результатов косвенных измерений их погрешностей.**

*Задание 1*



Ссылка на Exel таблицу с расчётами

*В начале я посчитала значения и . Полученные результаты есть в приложении в таблице 2.*

*Я считала ускорение по формуле:где, а . По формуле значит погрешность измерения ускорения таким методом ровна .*

*Значит относительная погрешность равна*

*Задание 2*

*Я посчитала СКО для каждой из пяти серий измерений по формуле . Результаты см. в таблице Exel). Зная их, вычислила погрешности через коэффициент Стьюдента вычислила абсолютную погрешность измерений (результаты в таблице 4 в приложении). Далее по формуле: вычислила значения синусов углов для каждого эксперимента. А дальше по формулам вычислила значения и погрешность ускорение для каждого эксперимента.*

*Зная все эти значения по формулам*

*По формулам : где, а посчитала СКО, а через коэффициента Стьюдента абсолютную погрешность*

*И относительную погрешность*

1. **Графики.**

*График к заданию 1:*

*График к заданию 2:*

1. **Окончательные результаты.**

*Задание 1.*

*Задание 2.*

*,*

*При этом табличное значение ускорения свободного падения для нашей широты () g =*

*9.82 ошибка моих измерений ровна а относительная погрешность составляет .*

1. **Выводы и анализ результатов работы.**

*Задание 1.*

*Полученная мной зависимость близка к линейной, это показывает малая погрешность измерения ускорения – как коэффициента наклона полученной прямой. Это доказывает равноускоренность движения в данном эксперименте.*

*Задание 2.*

*Погрешность измерения ускорения равна 18% от его табличного значения, причём вычисленная мной погрешность меньше – всего 8%. Значит мои измерения всё-таки недостаточно точны. Скорее всего на точность повлияла неточность в определении горизонтального положения рельса или незначительное движение его опор по ходу выполнения эксперимента.*

**Результаты измерений**

*Таблица 1*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *x, м* | *, м* | *, мм* | *, мм* |
|  |  |  |  |

*Таблица 2*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *№* | *Измеренные величины* | | | | *Рассчитанные величины* | |
| *, м* | *, м* | *, c* | *, c* | *, м* | *, c* |
| *1* |  |  |  |  |  |  |
| *2* |  |  |  |  |  |  |
| *3* |  |  |  |  |  |  |
| *4* |  |  |  |  |  |  |
| *5* |  |  |  |  |  |  |

*Таблица 3.1*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *мм* | *мм* | *№* | *c* | *c* |
| *1* |  |  | *1* |  |  |
| *2* |  |  |
| *3* |  |  |
| *4* |  |  |
| *5* |  |  |
| *2* |  |  | *1* |  |  |
| *2* |  |  |
| *3* |  |  |
| *4* |  |  |
| *5* |  |  |
| *3* |  |  | *1* |  |  |
| *2* |  |  |
| *3* |  |  |
| *4* |  |  |
| *5* |  |  |
| *4* |  |  | *1* |  |  |
| *2* |  |  |
| *3* |  |  |
| *4* |  |  |
| *5* |  |  |
| *5* |  |  | *1* |  |  |
| *2* |  |  |
| *3* |  |  |
| *4* |  |  |
| *5* |  |  |
| *- количество пластин*  *ℎ - высота на координате 𝑥 = 0,22 м*  *ℎ ′ - высота на координате 𝑥 ′ = 1,00 м* | | | | | |

*Таблица 3.2*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | *, c* | *, c* |  |
| *1* |  |  |  |  |
| *2* |  |  |  |  |
| *3* |  |  |  |  |
| *4* |  |  |  |  |
| *5* |  |  |  |  |
| - количество пластин | | | | |