**Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет**

**информационных технологий, механики и оптики ** **УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ФТФ**

Группа P3219 К работе допущен Студент Билобрам Д. А., Параскева Е. С. Работа выполнена Преподаватель Пулькин Н. С Отчет принят

Рабочий протокол и отчет по

лабораторной работе № 1.03

Изучение центрального соударения двух тел.   
Проверка второго закона Ньютона

1. **Цель работы:**

1. Исследование упругого и неупругого центрального соударения тел на примере тележек, движущихся с малым трением.

2. Исследование зависимости ускорения тележки от приложенной силы и массы тележки.

1. **Задачи, решаемые при выполнении работы:**
2. Измерение скоростей тележек до и после соударения.
3. Измерение скорости тележки при ее разгоне под действием постоянной силы.
4. Исследование потерь импульса и механической энергии при упругом и неупругом соударении двух тележек.
5. Исследование зависимости ускорения тележки от приложенной силы и массы тележки. Проверка второго закона Ньютона.
6. **Рабочие формулы и исходные данные:**

– импульсы тел;

– формула относительного изменения импульса системы при соударении;

– формула относительного изменения кинетической системы при соударении;

– средние значения относительных изменений импульса и энергии;

– доверительный интервал для , – коэффициент Стьюдента для доверительной вероятности 𝛼 = 0,95, количества измерений и 𝑖 – номер опыта;

– доверительный интервал для ;

– импульс системы до соударения;

– импульс системы после соударения;

– относительное изменение импульса;

– экспериментальное значение относительного изменения механической энергии, вычисляемое по формуле;

– теоретическое значение относительного изменения механической энергии, вычисляемое по формуле;

; – ускорение тележки и сила натяжения нити.

1. **Измерительные приборы.**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование средства измерения** | **Предел измерений** | **Цена деления** | **Класс точности** | **Погрешность** |
| Линейка на рельсе | 1,3 м | 1 см/дел | - | 0,5 см/дел |
| ПКЦ-3 в режиме измерения скорости | 9,99 м/с | 0,01 м/с | - | 0,01 м/с |
| Электронные весы | 250 г | 1 г | - | 0,5 г |

1. **Схема установки.**

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, дизайн

Автоматически созданное описание

Рисунок 1 – Схема установки

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

Таблица 1.1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | m1, г | m2, г | v10x, м/с | v1x, м/с | v2x, м/с |
| 1 | 48.5 | 50.2 | 0.43 | 0 | 0.36 |
| 2 | 48.5 | 50.2 | 0.43 | 0 | 0.36 |
| 3 | 0.42 | 0 | 0.36 |
| 4 | 0.43 | 0 | 0.36 |
| 5 | 0.43 | 0 | 0.36 |

Таблица 1.2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | m1, г | m2, г | v10x, м/с | v1x, м/с | v2x, м/с |
| 1 | 48.5 | 99.2 | 0.42 | -0.07 | 0.1 |
| 2 | 48.5 | 99.2 | 0.42 | -0.08 | 0.1 |
| 3 | 0.43 | -0.04 | 0.1 |
| 4 | 0.43 | -0.05 | 0.12 |
| 5 | 0.4 | -0.1 | 0.11 |

Таблица 2.1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | m1, г | m2, г | v10, м/с | v, м/с |
| 1 | 51.8 | 53.3 | 0.41 | 0.18 |
| 2 | 0.41 | 0.17 |
| 3 | 0.41 | 0.19 |
| 4 | 0.41 | 0.17 |
| 5 | 0.41 | 0.18 |

Таблица 2.2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | m1, г | m2, г | v10, м/с | v, м/с |
| 1 | 51.8 | 102.3 | 0.41 | 0.09 |
| 2 | 0.41 | 0.08 |
| 3 | 0.41 | 0.09 |
| 4 | 0.41 | 0.1 |
| 5 | 0.41 | 0.1 |

Таблица 3.1. Разгоняемое тело – тележка.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Состав гирьки | m, г | v1, м/с | v2, м/с |
| подвеска | 1.6 | 0.22 | 0.54 |
| подвеска + одна шайба | 2.5 | 0.31 | 0.72 |
| подвеска + две шайбы | 3.3 | 0.38 | 0.88 |
| подвеска + три шайбы | 4.2 | 0.43 | 0.98 |
| подвеска + четыре шайбы | 5.1 | 0.48 | 1.08 |
| подвеска + пять шайб | 5.9 | 0.52 | 1.17 |
| подвеска + шесть шайб | 6.9 | 0.56 | 1.25 |

Таблица 3.2. Разгоняемое тело – тележка.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Состав гирьки | m, г | v1, м/с | v2, м/с |
| подвеска | 1.6 | 0.07 | 0.29 |
| подвеска + одна шайба | 2.5 | 0.22 | 0.52 |
| подвеска + две шайбы | 3.3 | 0.27 | 0.62 |
| подвеска + три шайбы | 4.2 | 0.31 | 0.7 |
| подвеска + четыре шайбы | 5.1 | 0.34 | 0.78 |
| подвеска + пять шайб | 5.9 | 0.37 | 0.84 |
| подвеска + шесть шайб | 6.9 | 0.4 | 0.92 |

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

Таблица 4.1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | p10x, мН\*с | p1x, мН\*с | p2x, мН\*с |  |  |
| 1 | 20.855 | 0 | 18.072 | -0.13 | -0.27 |
| 2 | 20.855 | 0 | 18.072 | -0.13 | -0.27 |
| 3 | 20.37 | 0 | 18.072 | -0.11 | -0.24 |
| 4 | 20.855 | 0 | 18.072 | -0.13 | -0.27 |
| 5 | 20.855 | 0 | 18.072 | -0.13 | -0.27 |

– среднее относительного изменения импульса.

– среднее относительного изменения кинетической энергии

– коэфицент Стьюдента

–доверительынй интервал для

– доверительный интервал для

Таблица 4.2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | p10x, мН\*с | p1x, мН\*с | p2x, мН\*с |  |  |
| 1 | 20.37 | -3.395 | 9.92 | -0.68 | -0.86 |
| 2 | 20.37 | -3.88 | 9.92 | -0.7 | -0.85 |
| 3 | 20.855 | -1.94 | 9.92 | -0.62 | -0.88 |
| 4 | 20.855 | -2.425 | 11.904 | -0.55 | -0.83 |
| 5 | 19.4 | -4.85 | 10.912 | -0.69 | -0.78 |

– среднее относительного изменения импульса.

– среднее относительного изменения кинетической энергии

– коэфицент Стьюдента

–доверительынй интервал для

– доверительный интервал для

Таблица 5.1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | p10, мН\*с | p, мН\*с |  |  |  |
| 1 | 21.24 | 18.918 | -0.11 | -0.61 | -0.50713606 |
| 2 | 21.24 | 17.867 | -0.16 | -0.65 |
| 3 | 21.24 | 19.969 | -0.06 | -0.56 |
| 4 | 21.24 | 17.867 | -0.16 | -0.65 |
| 5 | 21.24 | 18.918 | -0.11 | -0.61 |

– среднее относительного изменения импульса.

– среднее эксперементального значения относительного изменения механической энергии.

– коэфицент Стьюдента

–доверительынй интервал для

– доверительный интервал для

Таблица 5.2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | p10, мН\*с | p, мН\*с |  |  |  |
| 1 | 21.24 | 13.87 | -0.35 | -0.86 | -0.66385464 |
| 2 | 21.24 | 12.33 | -0.42 | -0.89 |
| 3 | 21.24 | 13.87 | -0.35 | -0.86 |
| 4 | 21.24 | 15.41 | -0.27 | -0.82 |
| 5 | 21.24 | 15.41 | -0.27 | -0.82 |

– среднее относительного изменения импульса.

– среднее эксперементального значения относительного изменения механической энергии.

– коэфицент Стьюдента

–доверительынй интервал для

– доверительный интервал для

Таблица 6.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № опыта | m, г | a, м/с^2 | T, мН |
| 1 | 1.6 | 0.19 | 15.41 |
| 2 | 2.5 | 0.32 | 23.75 |
| 3 | 3.3 | 0.48 | 30.82 |
| 4 | 4.2 | 0.6 | 38.72 |
| 5 | 5.1 | 0.72 | 46.41 |
| 6 | 5.9 | 0.85 | 52.92 |
| 7 | 6.9 | 0.96 | 61.13 |

По МНК получаем:

г - коэф наклона T(a)

- свободное слагаемое T(a)

*-* погрешность

Таблица 6.2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Состав гирьки | m, г | v1, м/с | v2, м/с |
| подвеска | 1.6 | 0.07 | 0.29 |
| подвеска + одна шайба | 2.5 | 0.22 | 0.52 |
| подвеска + две шайбы | 3.3 | 0.27 | 0.62 |
| подвеска + три шайбы | 4.2 | 0.31 | 0.7 |
| подвеска + четыре шайбы | 5.1 | 0.34 | 0.78 |
| подвеска + пять шайб | 5.9 | 0.37 | 0.84 |
| подвеска + шесть шайб | 6.9 | 0.4 | 0.92 |

По МНК получаем:

г – коэф наклона T(a)

*–* свободное слагаемое T(a)

*–* погрешность

1. **Графики.**

График 1 – График зависимости T(a).

Синий график – тележка без утяжелителей

Оранжевый график – тележка с утяжелителями

1. **Окончательные результаты.**
2. Упругий удар для двух легких тележек:

Упругий удар для легкой и тележки с утяжелителем:

1. Неупругий удар для двух легких тележек:

Неупругий удар для легкой и тележки с утяжелителем:

1. для 2 легких; с утяжелителем
2. **Вывод.**

Теоретические значения относительного изменения энергии не попадают в доверительный интервалы экспериментальных значений. Табличные значения масс тележек попадают в доверительные интервалы.