|  |  |
| --- | --- |
| **Университет ИТМО**  **Физико-технический мегафакультет**  **Физический факультет** | **Изображение выглядит как Шрифт, логотип, Графика, текст  Автоматически созданное описание** |

|  |  |
| --- | --- |
| Группа З220 | К работе допущен |
| Студент Гафурова Ф. Ф. | 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:**

* Исследование упругого и неупругого центрального соударения тел на примере тележек, движущихся с малым трением.
* Исследование зависимости ускорения тележки от приложенной силы и массы тележки.

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

* Измерение скоростей тележек до и после соударения.
* Измерение скорости тележки при ее разгоне под действием постоянной силы.
* Исследование потерь импульса и механической энергии при упругом и неупругом соударении двух тележек.
* Исследование зависимости ускорения тележки от приложенной силы и массы тележки. Проверка второго закона Ньютона.

1. **Объект исследования:**

* Упругие и неупругие соударения тележек.
* Движение тележки под действием постоянной силы.

1. **Метод экспериментального исследования:**

* Замер таких величин как: масса тележек, скорость тележек.

1. **Рабочие формулы и исходные данные:**

Для задания 1:

– масса первой тележки,  *–* масса второй тележки, – скорость первой тележки до соударения, – скорость первой тележки после соударения, – скорость второй тележки после соударения, – импульс первой тележки до соударения, – импульс первой тележки после соударения, – импульс второй тележки после соударения,  – относительное изменения импульса системы при соударении, – относительное изменения кинетической энергии системы при соударении, и – средние значения данных величин соответственно, погрешности данных величин - , ; – теоретическое значение относительного изменения механической энергии.

– импульсы тел;

*–* формула относительного изменения импульса системы при соударении;

*–* формула относительного изменения кинетической системы при соударении;

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

– доверительный интервал для ;

*–* теоретическое значение относительного изменения механической энергии, вычисляемое по формуле; – скорость первой тележки до соударения, – скорость системы тележек после неупругого соударения;

– импульс системы до соударения;

– импульс системы после соударения;

– относительное изменение импульса;

– экспериментальное значение относительного изменения механической энергии;

Для задания 2:

– масса гирьки, – скорость тележки при прохождении первых ворот, – скорость тележки при прохождении вторых ворот, – ускорение тележки (из-за нерастяжимости нити модули обоих ускорения равны друг другу, т. е. ), – сила натяжения нити, – масса тележки, – коэффициент наклона экспериментальной зависимости, – сила трения, действующая на тележку.

– ускорение тележки и сила натяжении нити.

1. **Измерительные приборы:**

Таблица 1.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование средства измерения** | **Предел измерений** | **Цена деления** | **Класс точности** | **Погрешность** |
| Линейка на рельсе | 1,30 м | 1 см/дел | – | 0,5 см |
| ПКЦ-3 в режиме измерения скорости | 9,99 м/с | 0,01 м/с | – | 0,01 м/с |
| Лабораторные весы | 250 г | 0,01 г | – | 0,01 г |

1. **Схема установки:**

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, дизайн

Автоматически созданное описание

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

Для задания 1:

Таблица 1.1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N опыта | , г | , г | , м/с | , м/с | , м/с |
| 1 | 49 | 50 | 0,16 | 0 | 0,21 |
| 2 | 0,15 | 0 | 0,16 |
| 3 | 0,13 | 0 | 0,11 |
| 4 | 0,27 | 0,07 | 0,35 |
| 5 | 0,21 | 0 | 0,32 |

Таблица 1.2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N опыта | , г | , г | , м/с | , м/с | , м/с |
| 1 | 49 | 101 | 0,2 | -0,04 | 0,26 |
| 2 | 0,24 | -0,05 | 0,12 |
| 3 | 0,25 | -0,04 | 0,25 |
| 4 | 0,23 | -0,04 | 0,12 |
| 5 | 0,25 | -0,05 | 0,26 |

Таблица 2.1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| N опыта | , г | , г | , м/с | , м/с |
| 1 | 53 | 51 | 0,22 | 0,11 |
| 2 | 0,17 | 0,1 |
| 3 | 0,18 | 0,17 |
| 4 | 0,18 | 0,07 |
| 5 | 0,16 | 0,13 |

Таблица 2.2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| N опыта | , г | , г | , м/с | , м/с |
| 1 | 53 | 105 | 0,15 | 0,02 |
| 2 | 0,15 | 0,03 |
| 3 | 0,19 | 0,06 |
| 4 | 0,24 | 0,11 |
| 5 | 0,17 | 0,05 |

Таблица 4.1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N опыта |  |  |  |  |  |
| 1 | 7,84 | 0 | 10,5 | 0,34 | 0,76 |
| 2 | 7,35 | 0 | 8 | 0,09 | 0,16 |
| 3 | 6,37 | 0 | 5,5 | -0,14 | -0,27 |
| 4 | 13,23 | 3,43 | 17,5 | 0,58 | 0,78 |
| 5 | 10,29 | 0 | 16 | 0,55 | 1,37 |

Таблица 4.2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N опыта |  |  |  |  |  |
| 1 | 9,8 | -1,96 | 26,26 | 1,48 | 2,52 |
| 2 | 11,76 | -2,45 | 12,12 | -0,18 | -0,44 |
| 3 | 12,25 | -1,96 | 25,25 | 0,9 | 1,09 |
| 4 | 11,27 | -1,96 | 12,12 | -0,1 | -0,41 |
| 5 | 12,25 | -2,45 | 26,26 | 0,94 | 1,27 |

Таблица 5.1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N опыта |  |  |  |  |  |
| 1 | 11,66 | 11,44 | -0,02 | -0,51 |  |
| 2 | 9,01 | 10,4 | 0,15 | -0,32 |
| 3 | 9,54 | 17,68 | 0,85 | 0,75 | -0,49038462 |
| 4 | 9,54 | 7,28 | -0,24 | -0,7 |  |
| 5 | 8,48 | 13,52 | 0,59 | 0,3 |

Таблица 5.2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N опыта |  |  |  |  |  |
| 1 | 7,95 | 3,16 | -0,6 | -0,95 |  |
| 2 | 7,95 | 4,74 | -0,4 | -0,88 |
| 3 | 10,07 | 9,48 | -0,06 | -0,7 | -0,66455696 |
| 4 | 12,72 | 17,38 | 0,37 | -0,37 |  |
| 5 | 9,01 | 7,9 | -0,12 | -0,74 |

Для задания 2:

Таблица 3.1 Разгоняемое тело – тележка.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| N опыта | Состав гирьки | m, г | , м/с |  |
| 1 | подвеска | 50 | 0,1 | 0,42 |
| 2 | подвеска + одна шайба | 50,5 | 0,14 | 0,58 |
| 3 | подвеска + две шайбы | 51 | 0,2 | 0,74 |
| 4 | подвеска + три шайбы | 52 | 0,23 | 0,84 |
| 5 | подвеска + четыре шайбы | 53 | 0,26 | 0,93 |
| 6 | подвеска + пять шайб | 54 | 0,29 | 1,02 |
| 7 | подвеска + шесть шайб | 55 | 0,31 | 1,12 |

Таблица 3.2 Разгоняемое тело – тележка.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| N опыта | Состав гирьки | m, г | , м/с |  |
| 1 | подвеска | 100 | 0,04 | 0,15 |
| 2 | подвеска + одна шайба | 101 | 0,05 | 0,17 |
| 3 | подвеска + две шайбы | 101,5 | 0,07 | 0,25 |
| 4 | подвеска + три шайбы | 102 | 0,09 | 0,3 |
| 5 | подвеска + четыре шайбы | 103 | 0,1 | 0,37 |
| 6 | подвеска + пять шайб | 104 | 0,17 | 0,62 |
| 7 | подвеска + шесть шайб | 105 | 0,18 | 0,66 |

Таблица 6.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| N опыта |  |  | T, мН |
| 1 | 50 | 0,13 | 484,5 |
| 2 | 50,5 | 0,24 | 483,79 |
| 3 | 51 | 0,39 | 480,93 |
| 4 | 52 | 0,5 | 484,64 |
| 5 | 53 | 0,61 | 488,13 |
| 6 | 54 | 0,74 | 490,32 |
| 7 | 55 | 0,89 | 491,15 |

Таблица 6.2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| N опыта |  |  | T, мН |
| 1 | 100 | 0,02 | 980 |
| 2 | 101 | 0,03 | 989,8 |
| 3 | 101,5 | 0,04 | 992,67 |
| 4 | 102 | 0,06 | 995,52 |
| 5 | 103 | 0,09 | 1002,19 |
| 6 | 104 | 0,27 | 993,2 |
| 7 | 105 | 0,31 | 998,55 |

1. **Графики:**

Графики зависимостей Т от, а для случаев с разгоном неутяжеленной и утяжеленной тележки.

Изображение выглядит как линия, диаграмма, График

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как линия, График, диаграмма, скат

Автоматически созданное описание

1. **Окончательные результаты:**

Доверительные интервалы для относительных изменений импульса и энергии при упругом соударении двух легких тележек и соударении легкой тележки с утяжеленной ,

Теоретическое значение относительного изменения механической энергии

Доверительные интервалы для относительных изменений импульса и энергии при неупругом соударении двух легких тележек и соударении легкой тележки с утяжеленной

Масса неутяжеленной тележки и доверительный интервал этой величины.

больше

Сила трения

Масса утяжеленной тележки и доверительный интервал этой величины.

Сила трения

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

В ходе исследования упругого и неупругого центрального соударения тележек были получены данные об относительных изменениях импульса и энергия. Обнаружено, что при упругом соударении и и равны и соответственно, при неупругом соударении и составляют и соответственно.

Теоретическое значение относительного изменения механической энергии составляет . Проведенные исследования подтверждают соответствие теоретическое значения диапазонам изменений, полученным в эксперименте. Важно отметить, что оценка массы тележек может быть осложнена значительной силой трения, действующей в системе.

Также были оценены значения силы трения и , которые равны 480,5451962 и 1004,176237 соответственно, и которые могут оказывать влияние на итоговые результаты.

На основе полученных данных исследования можно сделать вывод о соответствии полученных результатов с теоретическими ожиданиями и о подтверждении закономерностей, описанных в классической механике, для упругих и неупругих соударений тележек. Тем не менее, необходимо учитывать влияние силы трения при оценке массы тележек, что может привести к небольшим погрешностям в результатах исследования.

Нелинейность двух первых точек первого графика заставит от того что трение при данных экспериментах была не постоянной.