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

**УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ФТФ**

|  |  |
| --- | --- |
| Группа P3216 | К работе допущен |
| Студент Билошицкий Михаил Владимирович | Работа выполнена |
| Преподаватель Горбенко А.П. | 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.

**2. Задачи.**

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

**3. Объект исследования**.

Упругое и неупругое соударение тележек. Движение тележек под действием постоянной силы.

**4. Метод экспериментального исследования.**

Измерение массы и скорости тележки.

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

Импульс тела:

p = mv

Относительные изменения импульса:

Относительные изменения кинетической системы при соударении:

Погрешности средних значений изменения импульса и изменения кинетической системы:

Импульс системы после соударения:

p = (m1 + m2) v

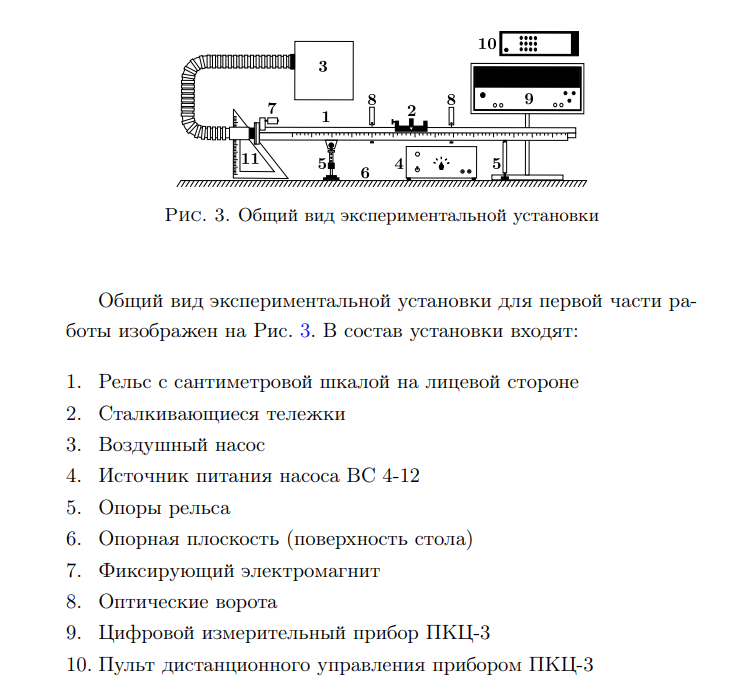
Экспериментальное значение относительного изменения механической энергии:

Теоретическое значение относительного изменения механической энергии:

**6. Измерительные приборы.**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование средства измерения | Предел измерений | Цена деления | Класс точности | Погрешность |
| Линейка на рельсе | 1,3 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 |

Характеристики средств измерения

**7. Схема установки.**

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

Задание 1. Исследование потерь импульса и механической энергии при упругом и неупругом соударении двух тележек.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | m1, г | m2, г | , м/c | , м/c | , м/c |
| 1 | 47,84 | 49,92 | 0,49 | 0,09 | 0,44 |
| 2 | 0,46 | 0,09 | 0,42 |
| 3 | 0,45 | 0,09 | 0,40 |
| 4 | 0,49 | 0,09 | 0,44 |
| 5 | 0,49 | 0,09 | 0,44 |

Таблица 1 (Для упругого соударения)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | m1, г | m2, г | , м/c | , м/c | , м/c |
| 1 | 47,84 | 101,02 | 0,49 | -0,13 | 0,30 |
| 2 | 0,49 | -0,13 | 0,27 |
| 3 | 0,50 | -0,14 | 0,28 |
| 4 | 0,49 | -0,14 | 0,28 |
| 5 | 0,49 | -0,12 | 0,28 |

Таблица 2 (Упругое соударение с грузиком)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | m1, г | m2, г | , м/c | , м/c |
| 1 | 49,92 | 52,97 | 0,49 | 0,27 |
| 2 | 0,49 | 0,24 |
| 3 | 0,48 | 0,24 |
| 4 | 0,48 | 0,26 |
| 5 | 0,42 | 0,23 |

Таблица 3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | m1, г | m2, г | , м/c | , м/c |
| 1 | 49,92 | 104,06 | 0,42 | 0,18 |
| 2 | 0,49 | 0,15 |
| 3 | 0,47 | 0,19 |
| 4 | 0,48 | 0,16 |
| 5 | 0,49 | 0,21 |

Таблица 4

Задание 2. Исследование зависимости ускорения тележки от приложенной силы и массы тележки. Проверка второго закона Ньютона.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | Состав гирьки | m, г | , м/c | , м/c |
|  | Масса тележки | 45,93 |  |  |
| 1 | подвеска | 2,37 | 0,29 | 0,81 |
| 2 | подвеска + одна шайба | 3,22 | 0,33 | 0,98 |
| 3 | подвеска + две шайбы | 4,06 | 0,41 | 1,14 |
| 4 | подвеска + три шайбы | 4,92 | 0,46 | 1,27 |
| 5 | подвеска + четыре шайбы | 5,78 | 0.50 | 1,39 |
| 6 | подвеска + пять шайб | 6,62 | 0,51 | 1,49 |
| 7 | подвеска + шесть шайб | 7,46 | 0,56 | 1,59 |

Таблица 5

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | Состав гирьки | m, г | , м/c | , м/c |
|  |  | 97,01 |  |  |
| 1 | подвеска | 2,37 | 0,20 | 0,59 |
| 2 | подвеска + одна шайба | 3,22 | 0,25 | 0,72 |
| 3 | подвеска + две шайбы | 4,06 | 0,29 | 0,82 |
| 4 | подвеска + три шайбы | 4,92 | 0,33 | 0,92 |
| 5 | подвеска + четыре шайбы | 5,78 | 0,36 | 1,01 |
| 6 | подвеска + пять шайб | 6,62 | 0,38 | 1,08 |
| 7 | подвеска + шесть шайб | 7,46 | 0,40 | 1,15 |

Таблица 6

**9. Расчет результатов косвенных измерений.**

Задание 1. Исследование потерь импульса и механической энергии при упругом и неупругом соударении двух тележек.

По данным таблицы 1 рассчитаем и занесём в таблицу 7 импульсы тел и их относительные изменения:

p10x = m1v10x

p1x = m1v1x

p2x = m2v2x

Рассчитаем относительные изменения импульса и кинетической энергии системы при соударении и занесем в таблицу:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | p10x, мН с | p1x, мН с | p2x, мН с |  |  |
| 1 | 23,44 | 4,31 | 21,05 | 0,08 | -0,12 |
| 2 | 22,00 | 4,31 | 20,09 | 0,11 | -0,09 |
| 3 | 21,53 | 4,31 | 19,14 | 0,10 | -0,14 |
| 4 | 23,44 | 4,31 | 21,05 | 0,08 | -0,12 |
| 5 | 23,44 | 4,31 | 21,05 | 0,08 | -0,12 |

Таблица 7 (Для упругого соударения)

Рассчитаем средние значения и

По данным таблицы 2 рассчитаем и занесём в таблицу 8 импульсы тел и их относительные изменения:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | p10x, мН с | p1x, мН с | p2x, мН с |  |  |
| 1 | 23,44 | -6,22 | 30,30 | 0,03 | -0,14 |
| 2 | 23,44 | -6,22 | 27,28 | -0,10 | -0,29 |
| 3 | 23,92 | -6,70 | 28,29 | -0,10 | -0,26 |
| 4 | 23,44 | -6,70 | 28,29 | -0,08 | -0,23 |
| 5 | 23,44 | -5,74 | 28,29 | -0,04 | -0,25 |

Таблица 8 (Для упругого соударения с грузиком)

Найдем средние значения , :

Заполним таблицу 9, где:

p10 = m1v10 – импульс системы до соударения

p = (m1 + m2) v – импульс системы после соударения

– относительное изменение импульса

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | p10, мН с | p, мН с |  |  |  |
| 1 | 24,46 | 27,78 | 0,14 | -0,37 | -0,515 |
| 2 | 24,46 | 24,69 | 0,009 | -0,51 |
| 3 | 23,96 | 24,69 | 0,03 | -0,48 |
| 4 | 23,96 | 26,75 | 0,12 | -0,40 |
| 5 | 20,97 | 23,66 | 0,13 | -0,38 |

Таблица 9

Найдем средние значения , :

Заполним таблицу 10:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | p10, мН с | p, мН с |  |  |  |
| 1 | 20,97 | 27,72 | 0,32 | -1,00 | -0,68 |
| 2 | 24,46 | 23,10 | -0,06 | -1,00 |
| 3 | 23,46 | 29,26 | 0,25 | -1,00 |
| 4 | 23,96 | 24,64 | 0,03 | -1,00 |
| 5 | 24,46 | 32,34 | 0,32 | -1,00 |

Таблица 10

Найдем средние значения , :

Задание 2. Исследование зависимости ускорения тележки от приложенной силы и массы тележки. Проверка второго закона Ньютона.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № опыта | m, г | a, м/с2 | T, мН |
| 1 | 2,37 | 0,44 | 22,2306 |
| 2 | 3,22 | 0,655 | 29,5113 |
| 3 | 4,06 | 0,870385 | 36,3354 |
| 4 | 4,92 | 1,07792 | 43,011 |
| 5 | 5,78 | 1,23992 | 49,2807 |
| 6 | 6,62 | 1,50769 | 55,0275 |
| 7 | 7,46 | 1,70346 | 60,5494 |

Таблица 11

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № опыта | m, г | a, м/с2 | T, мН |
| 1 | 2,37 | 0,237 | 30,8573 |
| 2 | 3,22 | 0,350692 | 30,4912 |
| 3 | 4,06 | 0,452538 | 38,0319 |
| 4 | 4,92 | 0,56308 | 45,5232 |
| 5 | 5,78 | 0,685 | 52,8003 |
| 6 | 6,62 | 0,786154 | 59,8041 |
| 7 | 7,46 | 0,894231 | 66,5862 |

Таблица 12

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

**Задание 1.**

Для таблицы 7:

Рассчитаем погрешности средних значений изменения импульса и изменения кинетической системы для доверительной вероятности = 0,95:

0,008 = 0,022

Запишем доверительный интервал:

Для таблицы 8:

Рассчитаем погрешности средних значений изменения импульса и изменения кинетической системы для доверительной вероятности = 0,95:

0,025 = 0,070

Запишем доверительный интервал:

Для таблицы 9:

Вычислим :

0,028 = 0,078

Запишем доверительный интервал:

Для таблицы 10:

Вычислим :

,06 = 0,1668

0 = 0

Запишем доверительный интервал:

**Задание 2.**

**11. Графики.**

**12. Окончательные результаты.**

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

В заключении можно отметить, что погрешности при измерении массы тележки и силы натяжения нити в ходе выполнения задачи №1 обусловлены не только неточностью используемых приборов, но и в большей степени недостаточной точностью самого эксперимента. Это подтверждается анализом данных по графику, который не оставляет сомнений в правильности его построения и, следовательно, в корректности выполнения лабораторной работы.

Сформулированный вывод и анализ результатов исследования задачи №1 выявили, что проблемы с точностью измерений массы тележки и силы натяжения нити обусловлены погрешностью использованных приборов и, в большей степени, недостаточной точностью самого эксперимента. Наблюдения также указывают на нарушение закона сохранения энергии, обусловленное воздействием диссипативных сил, таких как переход в тепло, сопротивление воздуха, сила трения и деформация. Необходимо отметить, что система не является замкнутой, что приводит к нарушению законов сохранения импульса, особенно во второй части опыта.