|  |  |
| --- | --- |
| Группа R3143 | К работе допущен |
| Студенты Сайфуллин Динислам   Бахтаиров Роман | 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»**

Цели 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.

Задачи:

1. Измерение скоростей тележек до и после соударения.
2. Измерение скорости тележки при ее разгоне под действием по- стоянной силы.
3. Исследование потерь импульса и механической энергии при упру- гом и неупругом соударении двух тележек.
4. Исследование зависимости ускорения тележки от приложенной силы и массы тележки. Проверка второго закона Ньютона.
5. Объект исследования.

Упругий и неупругий центральный удар двух тел, воздействие постоянной силы на тело

4. Метод экспериментального исследования.

Многократные прямые измерения времени скорости тел при прохождении через оптические ворота

1. Рабочие формулы и исходные данные.

– 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 до 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.



 Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как текст, часы, датчик

Автоматически созданное описание



Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

- скорость первой тележки до соударения, - скорость системы тележек после неупругого соударения  
Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание  
Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

– масса гирьки,

- скорость тележки при прохождении первых ворот,

- скорость тележки при прохождении вторых ворот,

- ускорение тележки,

- сила натяжения нити,

- масса тележки,

– коэффициент наклона экспериментальной зависимости,

– сила трения, действующая на тележку.  
Изображение выглядит как текст, часы, датчик

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как текст, часы

Автоматически созданное описание



6. Измерительные приборы.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование средств 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 |

7. Схема установки.

Изображение выглядит как диаграмма, зарисовка, Технический чертеж, План

Автоматически созданное описание

Рис. 3. Общий вид экспериментальной установки

Общий вид экспериментальной установки для первой части работы изображен на Рис. 3. В состав установки входят:1. Рельс с сантиметровой шкалой на лицевой стороне

2. Сталкивающиеся тележки

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-38.

Результаты прямых измерений и их обработки.

Задание 1.1

Таблица 1. Прямые измерения для упругого удара(без утяжеления)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | 𝑚1, г | 𝑚2, г | 𝜐10𝑥, м/с | 𝜐1𝑥, м/с | 𝜐2𝑥, м/с |
| 1 | 50 | 47,1 | 0,35 | 0 | 0,28 |
| 2 | 0,34 | 0 | 0,27 |
| 3 | 0,34 | 0 | 0,27 |
| 4 | 0,33 | 0 | 0,27 |
| 5 | 0,36 | 0 | 0,29 |

*Таблица 7. Расчёты для опыта 1.*

*Расчёты следуют из уравнения p = mv*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | Р10х, мН- c | Р1х, мН- c | P2x, мН- c | δp | δw |
| 1 | 17,5 | 0 | 13,188 | -0,2464 | -0,39712 |
| 2 | 17 | 0 | 12,717 | -0,25194 | -0,40595 |
| 3 | 17 | 0 | 12,717 | -0,25194 | -0,40595 |
| 4 | 16,5 | 0 | 12,717 | -0,22927 | -0,3694 |
| 5 | 18 | 0 | 13,659 | -0,24117 | -0,38872 |
|  |  |  |  |  |  |

Таблица 2. Прямые измерения для упругого удара(с утяжелением)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | 𝑚1, г | 𝑚2, г | 𝜐10𝑥, м/с | 𝜐1𝑥, м/с | 𝜐2𝑥, м/с |
| 1 | 50 | 96,2 | 0,35 | -0,15 | 0 |
| 2 | 0,33 | -0,14 | 0 |
| 3 | 0,34 | -0,13 | 0 |
| 4 | 0,35 | -0,14 | 0 |
| 5 | 0,35 | -0,14 | 0 |

*Таблица 8. Расчёты для опыта 2.*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | Р10х, мН- c | Р1х, мН- c | P2x, мН- c | δp | δw |
| 1 | 17,5 | -7,5 | 0 | -1,42857 | -0,81633 |
| 2 | 16,5 | -7 | 0 | -1,42424 | -0,82002 |
| 3 | 17 | -6,5 | 0 | -1,38235 | -0,85381 |
| 4 | 17,5 | -7 | 0 | -1,4 | -0,84 |
| 5 | 17,5 | -7 | 0 | -1,4 | -0,84 |

Задание 1.2

Таблица 3. Прямые измерения для неупругого удара(без утяжеления)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | 𝑚1, г | 𝑚2, г | 𝜐10𝑥, м/с | 𝜐, м/с |
| 1 | 52,1 | 50,1 | 0,33 | 0,06 |
| 2 | 0,26 | 0,04 |
| 3 | 0,29 | 0 |
| 4 | 0,31 | 0,08 |
| 5 | 0,29 | 0 |

*Таблица 9. Расчёты для опыта 3.*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | *P10,* мН- c | p1, мН- c | *δp* | δ(э)w | δ(T)w |
| 1 | 17,193 | 6,132 | -0,64334 | -0,93515 | -0,49022 |
| 2 | 13,546 | 4,088 | -0,69821 | -0,95357 |
| 3 | 15,109 | 0 | -1 | -1 |
| 4 | 16,151 | 8,176 | -0,49378 | -0,86936 |
| 5 | 15,109 | 0 | -1 | -1 |

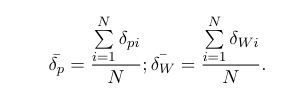
Таблица 4. Прямые измерения для неупругого удара(с утяжелением)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | 𝑚1, г | 𝑚2, г | 𝜐10𝑥, м/с | 𝜐, м/с |
| 1 | 52,1 | 99,2 | 0,3 | 0 |
| 2 | 0,3 | 0 |
| 3 | 0,29 | 0 |
| 4 | 0,3 | 0 |
| 5 | 0,3 | 0 |

*Таблица 10. Расчёты для опыта 4.*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | *P10,* мН- c | p1, мН- c | *δp* | δ(э)w | δ(T)w |
| 1 | 15,63 | 0 | -1 | -1 | -0,65565 |
| 2 | 15,63 | 0 | -1 | -1 |
| 3 | 15,109 | 0 | -1 | -1 |
| 4 | 15,63 | 0 | -1 | -1 |
| 5 | 15,63 | 0 | -1 | -1 |
|  |  |  |  |  |  |

Для каждого эксперимента необходимо вычислить среднее относительное изменение импульса и кинетической энергии, а также определить их доверительные интервалы.



Изображение выглядит как текст, Шрифт, линия, белый

Автоматически созданное описание

Где tαдов,N = 2,77

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № Эксперимента | |  | | --- | |  | |  | |  |  |  |
| 1 | |  | | --- | | -0,24414 | | |  | | --- | | -0,39343 | | |  | | --- | | 0,011698 | | |  | | --- | | 0,018855 | |
| 2 | |  | | --- | | -1,40703 | | |  | | --- | | -0,83403 | | |  | | --- | | 0,023732 | | |  | | --- | | 0,019312 | |
| 3 | |  | | --- | | -0,76707 | | |  | | --- | | -0,95162 | | |  | | --- | | 0,279242317 | | |  | | --- | | 0,067062033 | |
| 3 | -1 | -1 | |  | | --- | | 0 | |  | | 0 |

Задание 2

(Тележка без утяжелителя)

M1 = 48,1 г

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | Состав гирьки | *т,* г | V1, м/с | V2, м/с |
| 1 | подвеска | 1,7 | 0,26 | 0,51 |
| 2 | подвеска + одна шайба | 2,4 | 0,36 | 0,68 |
| 3 | подвеска + две шайбы | 3 | 0,41 | 0,78 |
| 4 | подвеска + три шайбы | 3,6 | 0,46 | 0,86 |
| 5 | подвеска + четыре шайбы | 4,5 | 0,49 | 0,92 |
| 6 | подвеска + пять шайб | 5,3 | 0,52 | 0,98 |
| 7 | подвеска + шесть шайб | 5,9 | 0,57 | 1,07 |

Расчёты для таблицы выше:

Изображение выглядит как Шрифт, рукописный текст, белый, текст

Автоматически созданное описание

(при g = 9,82 м/с2)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № опыта | *т,* г | *а, м/с2* | *Т,* мН |
| 1 | 1,7 | 0,148077 | 16,44227 |
| 2 | 2,4 | 0,256 | 22,9536 |
| 3 | 3 | 0,338692 | 28,44392 |
| 4 | 3,6 | 0,406154 | 33,88985 |
| 5 | 4,5 | 0,466385 | 42,09127 |
| 6 | 5,3 | 0,530769 | 49,23292 |
| 7 | 5,9 | 0,630769 | 54,21646 |

Определим массу тележку с помощью метода наименьших квадратов:

Для уравнения T(a) = M1a + Fтр

Применив метод находим, что

M1(коэффициент наклона) = 83,99626168 гр

Fтр(свободный коэффициент) = 1,721495327 мH

Причём погрешность δM1 = 10,80204504 гр

(Тележка с утяжелителем)

M1 = 97,2 г

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | Состав гирьки | *т,* г | V1, м/с | V2, м/с |
| 1 | подвеска | 1,7 | 0,07 | 0,09 |
| 2 | подвеска + одна шайба | 2,4 | 0,09 | 0,11 |
| 3 | подвеска + две шайбы | 3 | 0,13 | 0,14 |
| 4 | подвеска + три шайбы | 3,6 | 0,2 | 0,3 |
| 5 | подвеска + четыре шайбы | 4,5 | 0,25 | 0,37 |
| 6 | подвеска + пять шайб | 5,3 | 0,28 | 0,43 |
| 7 | подвеска + шесть шайб | 5,9 | 0,34 | 0,58 |

Расчёты аналогичны предыдущим

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № опыта | *т,* г | *а, м/с2* | *Т,* мН |
| 1 | 1,7 | 0,002462 | 16,68982 |
| 2 | 2,4 | 0,003077 | 23,56062 |
| 3 | 3 | 0,002077 | 29,45377 |
| 4 | 3,6 | 0,038462 | 35,21354 |
| 5 | 4,5 | 0,057231 | 43,93246 |
| 6 | 5,3 | 0,081923 | 51,61181 |
| 7 | 5,9 | 0,169846 | 56,93591 |

Для уравнения T(a) = M2a + Fтр2

Применив метод находим, что

M2(коэффициент наклона) = 216,630 гр

Fтр2(свободный коэффициент) = 25,938 мH

Причём погрешность δM2 = 89,913 гр

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

= -0,490

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

Масса утяжеленной тележки и доверительный интервал этой величины

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

Практически все измерения относительного измерения энергии попадают в доверительный интервал.

С учётом погрешности определённые массы тележки оказались довольно блики к реальным