

Группа \_\_\_\_\_

К работе допущен \_\_\_\_\_

Студент Радеев А.В.

Работа выполнена \_\_\_\_\_

Преподаватель Тют А.В.

Отчет принят \_\_\_\_\_

## Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе № 1.03 (в)

Законы сохранения импульсов и энергии в процессах столкновения.

### 1. Цель работы.

исследование упругого и неупругого центральных столкновений тел, на примере столкновения тележек, движущихся с малым трением.

### 2. Задачи, решаемые при выполнении работы.

- измерение  $v$  тележек до и после столкновения
- измерение  $v$  тележки при ее разломе под действием постоянной силы.

### 3. Объект исследования.

Упругое и неупругое столкновение тележек.

### 4. Метод экспериментального исследования.

Виртуальное моделирование.

### 5. Рабочие формулы и исходные данные.

Упругий удар:

$$\begin{cases} m_1 \vec{v}_{10} = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 \\ \frac{m_1 v_{10}^2}{2} = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} \end{cases} \quad \begin{aligned} X_i &= \frac{\sigma m_1}{m_1 + m_2} \\ Y_i &= \frac{t_1}{t_2} \end{aligned}$$

$$v_{1X} = \frac{(m_1 - m_2) v_{10}}{m_1 + m_2}, \quad v_{2X} = \frac{2 m_1 v_{10}}{m_1 + m_2}$$

Неупругий удар:

$$\begin{cases} m_1 v_{10} = (m_1 + m_2) v \\ \frac{m_1 v_{10}^2}{2} = \frac{(m_1 + m_2) v^2}{2} + W_{пот} \end{cases} \quad \begin{aligned} X_i' &= \frac{m_1}{m_1 + m_2} \\ Y_i' &= \frac{t_1}{t_2} \end{aligned}$$

$$W_{пот} = \frac{m_1 m_2 v_{10}^2}{2(m_1 + m_2)}; \quad v = \frac{m_1 v_{10}}{m_1 + m_2}$$

$$\begin{aligned} \delta W_i^{(2)} &= 1 - \frac{m_1 + m_2}{m_1} (Y_i')^2 \\ \delta W_i^{(2)} &= \frac{m_2}{m_1 + m_2}; \end{aligned}$$

### 6. Измерительные приборы.

№ п/п	Наименование	Тип прибора	Используемый диапазон	Погрешность прибора
1	Цифровой счетчик	—	0-6 с	1 мс
2				
3				
4				

## 7. Схема установки (перечень схем, которые составляют Приложение 1).

## 8. Результаты прямых измерений и их обработки (таблицы, примеры расчетов).

Упругое соударение		m2 (г)						
		200	220	240	260	280	300	
m1 (г)	200	1.8	2.2	1.9	2.0	2.1	2.1	t1
		1.8	2.3	2.1	2.3	2.5	2.6	t2
	220	2.0	2.0	2.2	2.3	2.3	2.3	t1
		1.9	2.0	2.3	2.5	2.6	2.7	t2
	240	2.5	2.2	2.2	2.2	2.3	2.5	t1
		2.3	2.1	2.2	2.3	2.5	2.8	t2
	260	2.3	2.8	2.8	2.4	2.7	2.8	t1
		2.1	2.6	2.7	2.4	2.8	3.0	t2
	280	2.9	2.6	2.5	2.8	2.7	2.5	t1
		2.5	2.3	2.3	2.7	2.7	2.6	t2
	300	3.1	3.2	3.2	2.7	2.7	3.2	t1
		2.6	2.8	2.9	2.5	2.6	3.2	t2

Неупругое соударение		m2 (г)						
		200	220	240	260	280	300	
m1 (г)	200	1.8	2.0	2.0	1.9	1.9	2.0	t1
		3.6	4.3	4.4	4.3	4.6	5.1	t2
	220	2.3	2.1	2.0	2.2	2.1	2.0	t1
		4.4	4.1	4.2	4.9	4.8	4.8	t2
	240	2.2	2.6	2.5	2.4	2.5	2.4	t1
		4.0	4.9	5.0	5.1	5.4	5.4	t2
	260	2.7	2.7	2.8	2.3	2.6	2.7	t1
		4.7	5.0	5.3	4.7	5.5	5.8	t2
	280	2.9	2.8	3.0	2.6	2.7	2.6	t1
		5.0	5.0	5.5	5.0	5.4	5.3	t2
	300	3.1	3.1	3.3	3.2	3.1	3.0	t1
		5.2	5.4	5.9	6.0	6.1	6.1	t2

## 9. Расчет результатов косвенных измерений (таблицы, примеры расчетов).

Упругое соударение		m2 (г)						
		200	220	240	260	280	300	
m1 (г)	200	1.00	0.95	0.91	0.87	0.83	0.80	X
		1.00	0.96	0.90	0.87	0.84	0.81	Y
	220	1.05	1.00	0.96	0.92	0.88	0.85	X
		1.05	1.00	0.96	0.92	0.88	0.85	Y
	240	1.09	1.04	1.00	0.96	0.92	0.89	X
		1.09	1.05	1.00	0.96	0.92	0.89	Y
	260	1.13	1.08	1.04	1.00	0.96	0.93	X
		1.10	1.08	1.04	1.00	0.96	0.93	Y
	280	1.17	1.12	1.08	1.04	1.00	0.97	X
		1.16	1.13	1.09	1.04	1.00	0.96	Y
	300	1.20	1.15	1.11	1.07	1.03	1.00	X
		1.19	1.14	1.10	1.08	1.04	1.00	Y

Неупругое соударение		m2 (г)						
		200	220	240	260	280	300	
m1 (г)	200	0.50	0.48	0.45	0.43	0.42	0.40	X
		0.50	0.47	0.45	0.44	0.41	0.39	Y
	220	0.52	0.50	0.48	0.46	0.44	0.42	X
		0.52	0.51	0.48	0.45	0.44	0.42	Y
	240	0.55	0.52	0.50	0.48	0.46	0.44	X
		0.55	0.53	0.50	0.47	0.46	0.44	Y
	260	0.57	0.54	0.52	0.50	0.48	0.46	X
		0.57	0.54	0.53	0.49	0.47	0.47	Y
	280	0.58	0.56	0.54	0.52	0.50	0.48	X
		0.58	0.56	0.55	0.52	0.50	0.49	Y
	300	0.60	0.58	0.56	0.54	0.52	0.50	X
		0.60	0.57	0.56	0.53	0.51	0.49	Y

1)  $m_1 = 200 \text{ г}, m_2 = 210 \text{ г}$   

$$X'_1 = \frac{2 \cdot m_1}{m_1 + m_2} = \frac{2 \cdot 200}{200 + 210} = \frac{40}{41} = 0.97$$

$$Y'_1 = \frac{v_1}{v_2} = \frac{2.1}{2.5} = 0.84$$

2)  $m_1 = 300 \text{ г}, m_2 = 280 \text{ г}$   

$$X'_1 = \frac{m_1}{m_1 + m_2} = \frac{300}{300 + 280} = \frac{30}{58} = 0.52$$

$$Y'_1 = \frac{v_1}{v_2} = \frac{2.1}{0.4} = 0.525$$

$$\delta W^0 = 1 - \frac{m_1 + m_2}{m_1} \left( \frac{v_1}{v_2} \right)^2 = 1 - \frac{58}{30} \cdot 0.52^2 =$$

2

$$\delta W^0 = \frac{m_2}{m_1 + m_2} = \frac{280}{580} = 0.48$$

Неупругое соударение		m2 (г)						
		200	220	240	260	280	300	
m1 (г)	200	0.50	0.55	0.55	0.55	0.59	0.62	6W3
		0.50	0.52	0.55	0.57	0.58	0.60	6W1
	220	0.48	0.48	0.53	0.56	0.56	0.59	6W3
		0.48	0.50	0.52	0.54	0.56	0.58	6W1
	240	0.45	0.46	0.50	0.54	0.54	0.56	6W3
		0.45	0.48	0.50	0.52	0.54	0.56	6W1
	260	0.42	0.46	0.46	0.52	0.54	0.53	6W3
		0.43	0.46	0.48	0.50	0.52	0.54	6W1
	280	0.42	0.44	0.45	0.48	0.50	0.50	6W3
		0.42	0.44	0.46	0.48	0.50	0.52	6W1
	300	0.41	0.43	0.44	0.47	0.50	0.52	6W3
		0.40	0.42	0.44	0.46	0.48	0.50	6W1

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

Абсолютная погрешность	0,030
Относительная погрешность	2,97%

Абсолютная погрешность	0,013
Относительная погрешность	1,30%

Абсолютная погрешность	0,024
Относительная погрешность	2,38%

Мы получили 3 функции, давайте для каждого значения X посчитаем новое значение Y - подстановкой X в новую функцию. Для расчета погрешности посчитаем максимальное отклонение по модулю. Для этого возьмем новые значения Y и вычтем из них старые и возьмем максимум.

Тк расчетов очень много, приведу расчет первых 6 значений для упругого соударения.

X	1,00	0,95	0,91	0,87	0,83	0,80
Y	1,00	0,96	0,90	0,87	0,84	0,81

new Y	0,999	0,953	0,912	0,873	0,839	0,806
[new Y - Y]	0,001	0,003	0,007	0,004	0,001	0,008

$$0,964 \cdot x + 0,0352$$

## 11. Графики (перечень графиков, которые составляют Приложение 2).

$Y(x)$  - упругое.  $Y(x)$  - неупругое.  $\delta W^3(\delta W^7)$ .

## 12. Окончательные результаты.

## 13. Выводы и анализ результатов работы.

Заметим, что при  $T$  пласты темнее отклоняются  $V_0$  и  $V_k \uparrow$  соответственно.  
Следовательно, сумма импульсов всех тел, входящих в систему наудачия  $\rightarrow$  выполняется закон сохранения импульса для обоих ударов.

Из графика зависимости  $\delta W^3$  от  $\delta W^7$  для неупруго соударения видно, что часть энергии не сохраняется  $\rightarrow$  переходит во внутреннюю энергию.

14. Дополнительные задания.

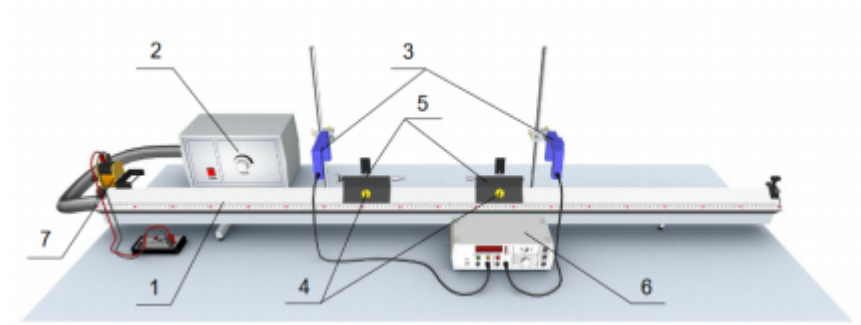
15. Выполнение дополнительных заданий.

16. Замечания преподавателя (*исправления, вызванные замечаниями преподавателя, также помещают в этот пункт*).

**Примечание:**

1. Пункты 1-13 Протокола-отчета обязательны для заполнения.
2. Необходимые исправления выполняют непосредственно в протоколе-отчете.
3. Для построения графиков используют только миллиметровую бумагу.
4. Приложения 1 и 2 вкладывают в бланк протокола-отчета.

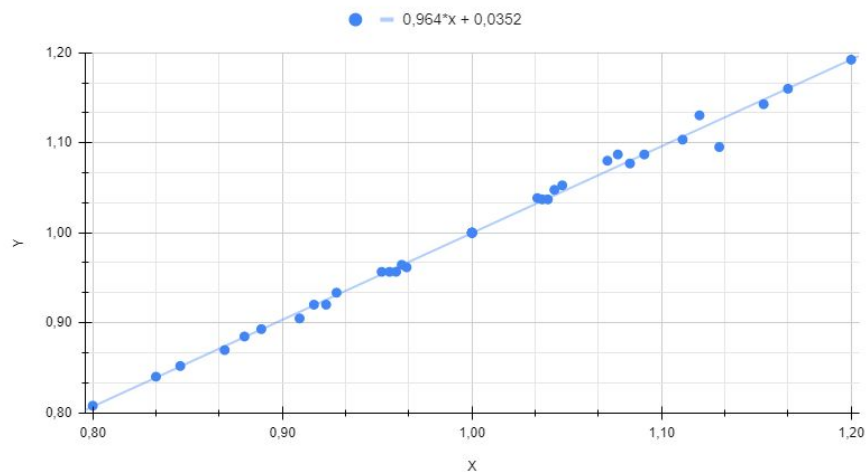
### Приложение 1.



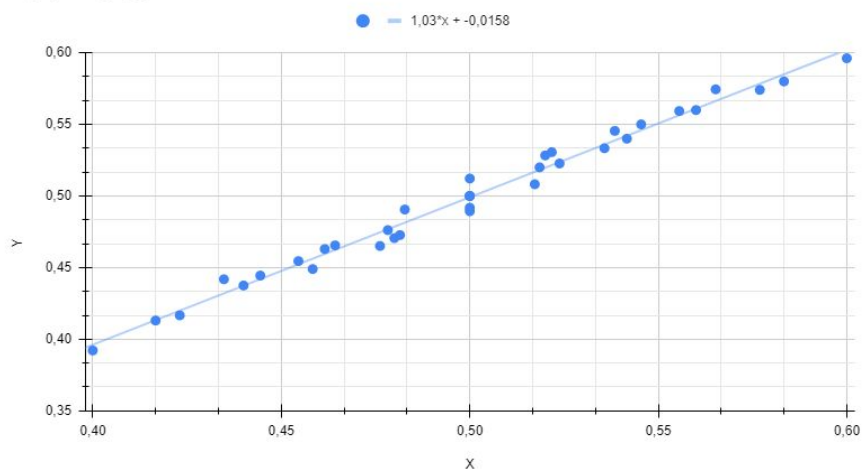
1. Рельс, на котором создается воздушная подушка (длина 180 см)
2. Генератор воздушного потока
3. Рамки с фотоэлементами (оптические ворота)
4. Дополнительные грузы
5. Сталкивающиеся тележки с собственной массой 200 г, каждая из которых снабжена флажком шириной 25 мм.
6. Цифровой счетчик (1 единица = 10 мс)
7. Пусковой механизм

## Приложение 2.

$\gamma(X)$  - упругое



$\gamma(X)$  - неупругое



$\delta W_{\text{э}}(\delta W_t)$  - неупругое

