

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования**

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра общей и технической физики

**Отчет о лабораторной работе по физике №2  
«Изучение упругого и неупругого столкновения тел»**

Выполнил: \_\_\_\_\_ студент группы \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Дата: \_\_\_\_\_

Проверил: \_\_\_\_\_ доцент кафедры ОТФ \_\_\_\_\_  
(должность) (подпись) (Ф.И.О.)

Санкт-Петербург

2023

# 1. Цель работы

Исследовать упругое и неупругое столкновение двух тел, изучить законы сохранения импульса и энергии, выполнить сравнительную оценку экспериментальных и теоретических данных.

## 2. Краткое теоретическое содержание

### 2.1. Исследуемое явление

Упругое и неупругое столкновение двух тел

### 2.2. Основные определения и понятия

*Механическая система* – совокупность материальных точек (тел), рассматриваемых, как единое целое.

*Замкнутая механическая система* – механическая система, на которую не действуют внешние силы.

*Удар (соударение)* – столкновение двух или более тел, при котором взаимодействие длится очень короткое время.

*Абсолютно упругий удар* – столкновение двух тел, в результате которого в обоих взаимодействующих телах не остается никаких деформаций и вся кинетическая энергия, которой обладали тела до удара, после удара снова превращается в кинетическую энергию.

*Абсолютно неупругий удар* – столкновение двух тел, в результате которого тела объединяются, двигаясь дальше как единое целое.

*Импульс тела* – векторная физическая величина, равная произведению массы тела на его скорость.

### 2.3. Основные физические законы и соотношения.

#### *Закон сохранения импульса*

*Импульс замкнутой механической системы тел не меняется с течением времени*

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}_{\text{внеш}} = 0; \vec{p} = \sum \vec{p}_i = \text{const}$$

Уравнение для абсолютно упругого удара:

$$m_{10}\vec{v}_{10} + m_{20}\vec{v}_{20} = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2$$

Уравнение для абсолютно неупругого удара:

$$m_{10}\vec{v}_{10} + m_{20}\vec{v}_{20} = (m_1 + m_2)\vec{v}$$

#### *Закон сохранения механической энергии*

*В системе тел, между которыми действуют только консервативные силы, полная механическая энергия не изменяется с течением времени*

Уравнение для абсолютно упругого удара:

$$\frac{m_{10}v_{10}^2}{2} + \frac{m_{20}v_{20}^2}{2} = \frac{m_1v_1^2}{2} + \frac{m_2v_2^2}{2}$$

Уравнение для абсолютно неупругого удара

$$\frac{m_{10} v_{10}^2}{2} + \frac{m_{20} v_{20}^2}{2} = \frac{(m_1 + m_2) v^2}{2} + Q$$

$Q$  – количество механической энергии, перешедшей во внутреннюю энергию при неупругом соударении (Дж)

#### 2.4. Физические величины и единицы измерений

$l$  – длина пластины лабораторной тележки, м (дано:  $l = 0,1$  м)

$t_{10}, t_1, t_2$  – время движения тележек: первой, до столкновения, первой, после столкновения, второй, после столкновения, с

$v_{10}, v_1, v_2$  – скорости движения тележек: первой, до столкновения, первой, после столкновения, второй, после столкновения, м/с

$m_1, m_2$  – массы первой и второй тележек, кг

$P_{10}, P_1, P_2$  – импульсы тележек: первой, до столкновения, первой, после столкновения, второй, после столкновения, кг·м/с

$W_{10}, W_1, W_2$  – кинетическая энергия движения тележек: первой, до столкновения, первой, после столкновения, второй, после столкновения, Дж

$Q_{\text{эсп}}, Q_m$  – экспериментальное и теоретическое значения количества кинетической энергии, перешедшей во внутреннюю при неупругом столкновении тележек, Дж

### 3. Схема установки

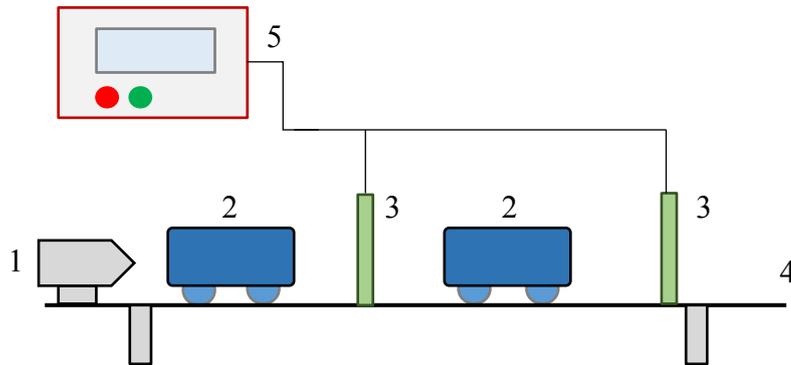


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

Условные обозначения:

1. Пусковое устройство
2. Тележка
3. Световой барьер
4. Рельс
5. Таймер

### 4. Расчётные формулы

В ходе расчетов к лабораторной работе применяются следующие формулы:

Скорость движения тележки, м/с:

$$v = \frac{l}{t} \quad (1)$$

Импульс тележки, кг·м/с:

$$p = m \cdot v \quad (2)$$

Кинетическая энергия тележки, Дж:

$$W = \frac{m \cdot v^2}{2} \quad (3)$$

Кинетическая энергия, переходящая в тепло при неупругом ударе, Дж:

$$Q_m = W_{10} \left( \frac{\frac{m_2}{m_1}}{1 + \frac{m_2}{m_1}} \right) \quad (4)$$

## 5. Формулы расчета погрешностей косвенных измерений

В ходе выполнения лабораторной работы выполняются прямые измерения. Таким способом измеряется время движения ( $t$ , с) и масса тележки ( $m$ , кг). Также нужно учитывать погрешность измерений длины пластины ( $l$ , м)

Погрешности прямых измерений:

- $\Delta t = 1 \cdot 10^{-3}$  с
- $\Delta m = 1 \cdot 10^{-3}$  кг
- $\Delta l = 0,5 \cdot 10^{-3}$  м

Погрешность косвенного измерения скорости, м/с:

$$\Delta v = v \left( \frac{\Delta l}{l} + \frac{\Delta t}{t} \right) \quad (5)$$

Погрешность косвенного измерения импульса тележки, кг·м/с:

$$\begin{aligned} \Delta p &= p \left( \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta v}{v} \right) \\ \Delta p &= p \left( \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta l}{l} + \frac{\Delta t}{t} \right) \end{aligned} \quad (6)$$

Погрешность косвенного измерения кинетической энергии тележки, Дж:

$$\begin{aligned} \Delta W &= W \left( \frac{\Delta m}{m} + 2 \frac{\Delta v}{v} \right) \\ \Delta W &= W \left( \frac{\Delta m}{m} + 2 \frac{\Delta l}{l} + 2 \frac{\Delta t}{t} \right) \end{aligned} \quad (7)$$

Погрешность косвенного измерений кинетической энергии, перешедшей в тепло при неупругом ударе, Дж:

$$\begin{aligned} \Delta Q_m &= Q_m \left( \frac{\Delta W_{10}}{W_{10}} + \frac{\Delta m}{m_1} + \frac{2 \Delta m}{m_1 + m_2} \right) \\ \Delta Q_m &= Q_m \left( \frac{\Delta m}{m_1} + 2 \frac{\Delta l}{l} + 2 \frac{\Delta t}{t_{10}} + \frac{\Delta m}{m_1} + \frac{2 \Delta m}{m_1 + m_2} \right) \\ \Delta Q_m &= 2 Q_m \left( \frac{\Delta m}{m_1} + \frac{\Delta l}{l} + \frac{\Delta t}{t_{10}} + \frac{\Delta m}{m_1 + m_2} \right) \end{aligned} \quad (8)$$

## 6. Результаты измерений и вычислений

Опыт №1. Часть 1. Исследование упругого столкновения при  $m_1 \ll m_2$ .

Результаты измерений времени движения и вычисления скорости тележки №1 до и после столкновения представлены в таблице 1.

Таблица 1

Физ. величина	$t_{10}$	$V_{10}$	$t_1$	$V_1$
Ед. изм./№оп.	с	м/с	с	м/с
1	0,194	0,515	0,230	0,435
2	0,198	0,505	0,236	0,424
3	0,209	0,478	0,247	0,405
4	0,185	0,541	0,219	0,457
5	0,190	0,526	0,225	0,444

Согласно закону сохранения импульса  $\vec{v}_1 = -\vec{v}_{10}$  при  $m_1 \ll m_2$

Из опыта следует, что скорость первой тележки практически не изменяется при упругом столкновении с тележкой во много раз большей массой. Тем не менее, происходит небольшая потеря скорости. Это происходит из-за того, что столкновение тележек не является абсолютно упругим (имеет место потеря кинетической энергии).

Опыт №1. Часть 2. Исследование упругого столкновения при различных массах тележки.

Таблица 2

Физ. величина	$m_1$	$m_2$	$t_{10}$	$t_1$	$t_2$	$V_{10}$	$V_1$	$V_2$
Ед. изм./№оп	кг	кг	с	с	с	м/с	м/с	м/с
1	0,400	0,400	0,174	0,205		0,575	0,488	
2	0,400	0,400	0,180	0,215		0,556	0,465	
3	0,400	0,400	0,177	0,207		0,565	0,483	
4	0,400	0,400	0,175	0,208		0,571	0,481	
5	0,400	0,400	0,170	0,199		0,588	0,503	
6	0,400	0,650	0,166	0,283		0,602	0,353	
7	0,400	0,650	0,163	0,266		0,613	0,376	
8	0,400	0,650	0,171	0,288		0,585	0,347	
9	0,400	0,650	0,164	0,262		0,610	0,382	
10	0,400	0,650	0,156	0,274		0,641	0,365	
11	0,400	1,000	0,151	0,574	0,410	0,662	0,174	0,244
12	0,400	1,000	0,156	0,561	0,406	0,641	0,178	0,246
13	0,400	1,000	0,011	0,561	0,380	9,091	0,178	0,263
14	0,400	1,000	0,153	0,558	0,384	0,654	0,179	0,260
15	0,400	1,000	0,157	0,585	0,408	0,637	0,171	0,245
16	0,400	1,050	0,162	0,577	0,525	0,617	0,173	0,190
17	0,400	1,050	0,154	0,624	0,477	0,649	0,160	0,210
18	0,400	1,050	0,160	0,622	0,544	0,625	0,161	0,184
19	0,400	1,050	0,160	0,751	0,546	0,625	0,133	0,183
20	0,400	1,050	0,161	0,621	0,555	0,621	0,161	0,180
21	0,400	1,100	0,152	0,500	0,526	0,658	0,200	0,190

22	0,400	1,100	0,152	0,501	0,530	0,658	0,200	0,189
23	0,400	1,100	0,153	0,545	0,530	0,654	0,183	0,189
24	0,400	1,100	0,154	0,584	0,552	0,649	0,171	0,181
25	0,400	1,100	0,156	0,588	0,577	0,641	0,170	0,173
26	0,400	1,150	0,153	0,509	0,412	0,654	0,196	0,243
27	0,400	1,150	0,151	0,511	0,399	0,662	0,196	0,251
28	0,400	1,150	0,155	0,541	0,455	0,645	0,185	0,220
29	0,400	1,150	0,152	0,513	0,419	0,658	0,195	0,239
30	0,400	1,150	0,150	0,522	0,410	0,667	0,192	0,244

В таблице 2 приведены результаты измерений времени движения и скоростей тележек №1 и №2 до и после столкновения. Заметим, что в первых 10 опытах время движения и скорость второй тележки не указаны. Так получилось из-за того, что тележке №2 не хватило скорости, чтобы добраться до светового барьера. На основании данных таблицы вычислим значения импульса и кинетической энергии по формулам (2) и (3).

Таблица 3

Физ. величина	$P_{10}$	$P_1$	$P_2$	$P_2-P_1$	$W_{10}$	$W_1$	$W_2$	$W_1+W_2$
Ед. изм./№	кг·м/с	кг·м/с	кг·м/с	кг·м/с	Дж	Дж	Дж	Дж
1	0,230	0,195			0,066	0,048		
2	0,222	0,186			0,062	0,043		
3	0,226	0,193			0,064	0,047		
4	0,229	0,192			0,065	0,046		
5	0,235	0,201			0,069	0,051		
6	0,241	0,141			0,073	0,025		
7	0,245	0,150			0,075	0,028		
8	0,234	0,139			0,068	0,024		
9	0,244	0,153			0,074	0,029		
10	0,256	0,146			0,082	0,027		
11	0,265	0,070	0,244	0,174	0,088	0,006	0,030	0,036
12	0,256	0,071	0,246	0,175	0,082	0,006	0,030	0,037
13	0,265	0,071	0,263	0,192	0,088	0,006	0,035	0,041
14	0,261	0,072	0,260	0,189	0,085	0,006	0,034	0,040
15	0,255	0,068	0,245	0,177	0,081	0,006	0,030	0,036
16	0,247	0,069	0,200	0,131	0,076	0,006	0,019	0,025
17	0,260	0,064	0,220	0,156	0,084	0,005	0,023	0,028
18	0,250	0,064	0,193	0,129	0,078	0,005	0,018	0,023
19	0,250	0,053	0,192	0,139	0,078	0,004	0,018	0,021
20	0,248	0,064	0,189	0,125	0,077	0,005	0,017	0,022
21	0,263	0,080	0,209	0,129	0,087	0,008	0,020	0,028
22	0,263	0,080	0,208	0,128	0,087	0,008	0,020	0,028
23	0,261	0,073	0,208	0,134	0,085	0,007	0,020	0,026
24	0,260	0,068	0,199	0,131	0,084	0,006	0,018	0,024
25	0,256	0,068	0,191	0,123	0,082	0,006	0,017	0,022
26	0,261	0,079	0,279	0,201	0,085	0,008	0,034	0,042
27	0,265	0,078	0,288	0,210	0,088	0,008	0,036	0,044
28	0,258	0,074	0,253	0,179	0,083	0,007	0,028	0,035
29	0,263	0,078	0,274	0,196	0,087	0,008	0,033	0,040

30	0,267	0,077	0,280	0,204	0,089	0,007	0,034	0,042
----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Согласно закону сохранения импульса и закону сохранения механической энергии, разница между значениями  $P_{10}$  и  $P_2-P_1$ ,  $W_{10}$  и  $W_1+W_2$  должна отсутствовать (для замкнутой консервативной системы) или быть незначительной. Тем не менее, согласно экспериментальным данным, такая разница присутствует. Это связано с тем, что исследуемая система не является идеальной. Кинетическая энергия частично тратится на увеличение внутренней энергии при упругом (но не абсолютно упругом ударе), а также работа сил трения и сопротивления воздуха приводит к ее потере. В этом отношении данную систему можно считать *диссипативной*, то есть ее энергия постоянно уменьшается за счет преобразования в другие формы. Импульс системы также уменьшается за счет уменьшения скорости тележек.

Опыт №2. Исследование неупругого столкновения.

Таблица 4

Физ. величина	$m_1$	$m_2$	$t_{10}$	$t$	$V_{10}$	$V$
Ед. изм./№	кг	кг	с	с	м/с	м/с
1	0,400	0,400	0,159	0,438	0,629	0,228
2	0,400	0,400	0,154	0,398	0,649	0,251
3	0,400	0,400	0,158	0,422	0,633	0,237
4	0,400	0,450	0,153	0,382	0,654	0,262
5	0,400	0,450	0,155	0,387	0,645	0,258
6	0,400	0,450	0,154	0,420	0,649	0,238
7	0,400	0,500	0,161	0,453	0,621	0,221
8	0,400	0,500	0,163	0,464	0,613	0,216
9	0,400	0,500	0,161	0,480	0,621	0,208
10	0,400	0,550	0,158	0,491	0,633	0,204
11	0,400	0,550	0,157	0,476	0,637	0,210
12	0,400	0,550	0,160	0,534	0,625	0,187
13	0,400	0,600	0,155	0,553	0,645	0,181
14	0,400	0,600	0,160	0,589	0,625	0,170
15	0,400	0,600	0,152	0,527	0,658	0,190
16	0,400	0,650	0,153	0,667	0,654	0,150
17	0,400	0,650	0,157	0,711	0,637	0,141
18	0,400	0,650	0,159	0,717	0,629	0,139

На основании данных таблицы 4 вычислим значения импульсов ( $P_{10}$ ,  $P$ , кг·м/с) по формуле (2), кинетических энергий тележки №1 до удара и системы «тележка №1 + тележка №2» после удара ( $W_{10}$ ,  $W$ , Дж) по формуле (3). Также необходимо вычислить количество кинетической энергии ( $Q_{эксн}$ , Дж), перешедшей в тепло при неупругом ударе.

Таблица 5

Физ. величина	$m_1$	$m_2$	$m_2/m_1$	$P_{10}$	$P$	$W_{10}$	$W$	$Q_{эксн}$
Ед. изм./№	кг	кг		кг·м/с	кг·м/с	Дж	Дж	Дж
1	0,400	0,400	1,000	0,252	0,183	0,079	0,021	0,058
2	0,400	0,400	1,000	0,260	0,201	0,084	0,025	0,059
3	0,400	0,400	1,000	0,253	0,190	0,080	0,022	0,058
4	0,400	0,450	1,125	0,261	0,223	0,085	0,029	0,056
5	0,400	0,450	1,125	0,258	0,220	0,083	0,028	0,055
6	0,400	0,450	1,125	0,260	0,202	0,084	0,024	0,060
7	0,400	0,500	1,250	0,248	0,199	0,077	0,022	0,055
8	0,400	0,500	1,250	0,245	0,194	0,075	0,021	0,054
9	0,400	0,500	1,250	0,248	0,188	0,077	0,020	0,058
10	0,400	0,550	1,375	0,253	0,193	0,080	0,020	0,060
11	0,400	0,550	1,375	0,255	0,200	0,081	0,021	0,060
12	0,400	0,550	1,375	0,250	0,178	0,078	0,017	0,061
13	0,400	0,600	1,500	0,258	0,181	0,083	0,016	0,067
14	0,400	0,600	1,500	0,250	0,170	0,078	0,014	0,064
15	0,400	0,600	1,500	0,263	0,190	0,087	0,018	0,069
16	0,400	0,650	1,625	0,261	0,157	0,085	0,012	0,074
17	0,400	0,650	1,625	0,255	0,148	0,081	0,010	0,071
18	0,400	0,650	1,625	0,252	0,146	0,079	0,010	0,069

Теперь рассчитаем теоретические значения количества теплоты ( $Q_m$ , Дж) по формуле (4). Отношения масс  $m_1/m_2$  возьмем на отрезке от 0 до 2 с шагом 0,125. В качестве значения  $W_{10}$  возьмем экспериментальное значение из таблицы 5, а точнее среднее значение  $\overline{W}_{10}$ .

$$\overline{W}_{10} = \frac{\sum_{i=1}^n W_{10i}}{n}$$

$$\overline{W}_{10} = \frac{\sum_{i=1}^{18} W_{10i}}{18} \approx 0,081 \text{ Дж}$$

Составим таблицу с вычислениями значений  $Q_m$

Таблица 6

Физ. величина	$m_2/m_1$	$W_{10}$	$Q_m$
Ед. изм./№		Дж	Дж
1	0,000	0,081	0,000
2	0,125	0,081	0,009
3	0,250	0,081	0,016
4	0,375	0,081	0,022
5	0,500	0,081	0,027
6	0,625	0,081	0,031
7	0,750	0,081	0,035
8	0,875	0,081	0,038
9	1,000	0,081	0,041
10	1,125	0,081	0,043
11	1,250	0,081	0,045
12	1,375	0,081	0,047
13	1,500	0,081	0,049
14	1,625	0,081	0,050
15	1,750	0,081	0,052
16	1,875	0,081	0,053
17	2,000	0,081	0,054
18	2,250	0,081	0,056

## 7. Образец расчетной части.

Приведем пример вычисления физических величин в ходе опыта №2, по данным таблиц 4 и 5. Рассмотрим первый эксперимент.

Расчет скорости первой тележки до удара

$$v_{10} = \frac{l}{t_{10}} = \frac{0,1}{0,159} \approx 0,629 \text{ м/с}$$

$$\Delta v_{10} = v_{10} \left( \frac{\Delta l}{l} + \frac{\Delta t}{t_{10}} \right)$$

$$\Delta v_{10} = 0,629 \left( \frac{0,0005}{0,1} + \frac{0,001}{0,159} \right) \approx 0,007 \text{ м/с}$$

$$v_{10} = 0,629 \pm 0,007 \text{ м/с}$$

Расчет скорости системы «тележка №1 + тележка №2» после неупругого удара:

$$v = \frac{l}{t} = \frac{0,1}{0,438} \approx 0,2283 \approx 0,228 \text{ м/с}$$

$$\Delta v = v \left( \frac{\Delta l}{l} + \frac{\Delta t}{t} \right)$$

$$\Delta v = 0,2283 \left( \frac{0,0005}{0,1} + \frac{0,001}{0,438} \right) \approx 0,0017 \text{ м/с}$$

$$\Delta v = 0,2283 \pm 0,0017 \text{ м/с}$$

Расчет импульса первой тележки до удара

$$P_{10} = m_1 \cdot v_{10} = 0,400 \cdot 0,629 \approx 0,2516 \approx 0,252 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$$

$$\Delta P_{10} = P_{10} \left( \frac{\Delta m}{m_1} + \frac{\Delta l}{l} + \frac{\Delta t}{t_{10}} \right)$$

$$\Delta P_{10} = 0,2516 \left( \frac{0,001}{0,400} + \frac{0,0005}{0,1} + \frac{0,001}{0,159} \right) \approx 0,003 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$$

$$P_{10} = 0,252 \pm 0,003 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$$

Расчет импульса системы «тележка №1 + тележка №2» после неупругого удара:

$$P = (m_1 + m_2) \cdot v = (0,400 + 0,400) \cdot 0,2283 \approx 0,1826 \approx 0,183 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$$

$$\Delta P = P \left( \frac{\Delta(m_1 + m_2)}{m_1 + m_2} + \frac{\Delta l}{l} + \frac{\Delta t}{t} \right) = P \left( \frac{2 \Delta m}{m_1 + m_2} + \frac{\Delta l}{l} + \frac{\Delta t}{t} \right)$$

$$\Delta P = 0,1826 \left( \frac{2 \cdot 0,001}{0,400 + 0,400} + \frac{0,0005}{0,1} + \frac{0,001}{0,438} \right) \approx 0,0018 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$$

$$P_{10} = 0,1826 \pm 0,0018 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$$

Расчет кинетической энергии первой тележки до удара

$$W_{10} = \frac{m_1 \cdot v_{10}^2}{2} = \frac{0,400 \cdot 0,629^2}{2} \approx 0,079 \text{ Дж}$$

$$\Delta W_{10} = W_{10} \left( \frac{\Delta m}{m_1} + 2 \frac{\Delta l}{l} + 2 \frac{\Delta t}{t_{10}} \right)$$

$$\Delta W_{10} = 0,079 \left( \frac{0,001}{0,400} + 2 \frac{0,0005}{0,1} + 2 \frac{0,001}{0,159} \right) \approx 0,002 \text{ Дж}$$

$$W_{10} = 0,079 \pm 0,002 \text{ Дж}$$

Расчет кинетической энергии системы «тележка №1 + тележка №2» после неупругого удара:

$$W = \frac{(m_1 + m_2) \cdot v^2}{2} = \frac{(0,400 + 0,400) \cdot 0,228^2}{2} \approx 0,0207 \approx 0,021 \text{ Дж}$$

$$\Delta W = W \left( \frac{2 \Delta m}{m_1 + m_2} + 2 \frac{\Delta l}{l} + 2 \frac{\Delta t}{t} \right)$$

$$\Delta W = 0,021 \left( \frac{2 \cdot 0,001}{0,400 + 0,400} + 2 \frac{0,0005}{0,1} + 2 \frac{0,001}{0,438} \right) \approx 0,0003 \text{ Дж}$$

$$W_{10} = 0,0207 \pm 0,0003 \text{ Дж}$$

## 8. Построение графика

Для того, чтобы сравнить теоретические и экспериментальные данные, построим график зависимости  $Q_m$  от  $m_2/m_1$  и  $Q_{\text{экс}}$  от  $m_2/m_1$ . В ходе опыта №2 мы вычисляли значение  $W_{10}$  и  $Q_{\text{экс}}$  трижды для каждого значения соотношения масс. Для построения графика мы возьмем средние значения  $\overline{W_{10}}$  и  $\overline{Q_{\text{экс}}}$  по каждой тройке опытов. Полученные экспериментальные данные для построения графика отражены в таблице 7, а теоретические – в таблице 6.

Таблица 7

Физ. величина	$m_2/m_1$	$W_{10}$	$Q_{\text{экс}}$
Ед. изм./№		Дж	Дж
1	1,000	0,081	0,058
2	1,125	0,084	0,057
3	1,250	0,077	0,056
4	1,375	0,080	0,061
5	1,500	0,083	0,066
6	1,625	0,082	0,071

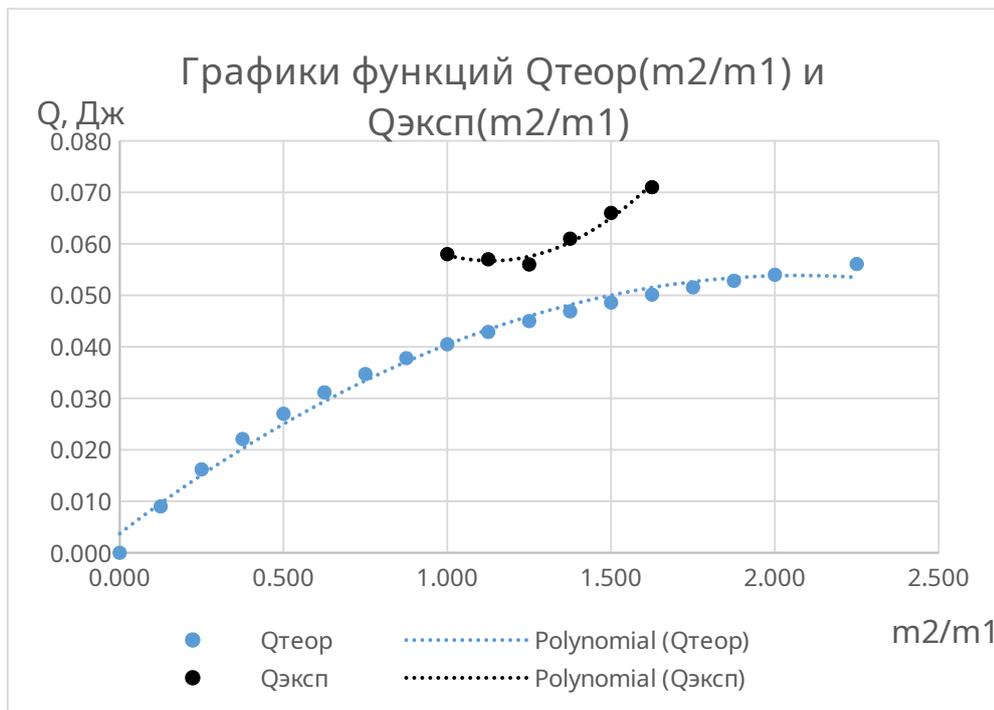


Рис. 2. График, построенный с помощью MS Excel

Из построенного графика следует, что при одинаковых значениях соотношения масс потеря энергии на практике выше, чем в теории. Это вновь подтверждает, что система неидеальна.

## 9. Вывод

В ходе данной лабораторной работы были изучены явления упругого и неупругого столкновения тел и применены законы сохранения импульса и механической энергии. Определено, что вследствие невозможности идеализации системы, т.е. сведения действия внешних сил к нулю, всегда имеет место потеря кинетической энергии системы и ее переход в другие виды энергии, а также уменьшение импульса системы.