

Группа М3114

К работе допущен _____

Студент Круглов Георгий Николаевич

Работа выполнена _____

Преподаватель Герт Антон Владимирович

Отчёт принят _____

Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе №1.03v

Законы сохранения импульса и энергии в процессах столкновения

1. Цель работы.

1. Исследование упругого и неупругого центрального соударения тел на примере соударения тележек, движущихся с малым трением.

2. Задачи, решаемые при выполнении работы.

1. Измерение скоростей тележек до и после соударения
2. Измерение скорости тележки при её разгоне под действием постоянной силы

3. Объект исследования.

1. Упругое и неупругое соударение тележек

4. Метод экспериментального исследования.

1. Виртуальное моделирование

5. Рабочие формулы и исходные данные.

1. Для упругого удара:

$$\begin{cases} m_1 \vec{v}_{10} = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2; \\ \frac{m_1 v_{10}^2}{2} = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2}, \end{cases} \quad \begin{cases} v_{1x} = \frac{(m_1 - m_2)v_{10}}{m_1 + m_2}; \\ v_{2x} = \frac{2m_1 v_{10}}{m_1 + m_2}. \end{cases}$$

2. Для неупругого удара:

$$\begin{cases} m_1 v_{10} = (m_1 + m_2)v \\ \frac{m_1 v_{10}^2}{2} = \frac{(m_1 + m_2)v^2}{2} + W_{\text{пот}} \end{cases} \quad W_{\text{пот}} = \frac{m_1 m_2 v_{10}^2}{2(m_1 + m_2)}, \quad v = \frac{m_1 v_{10}}{m_1 + m_2}.$$

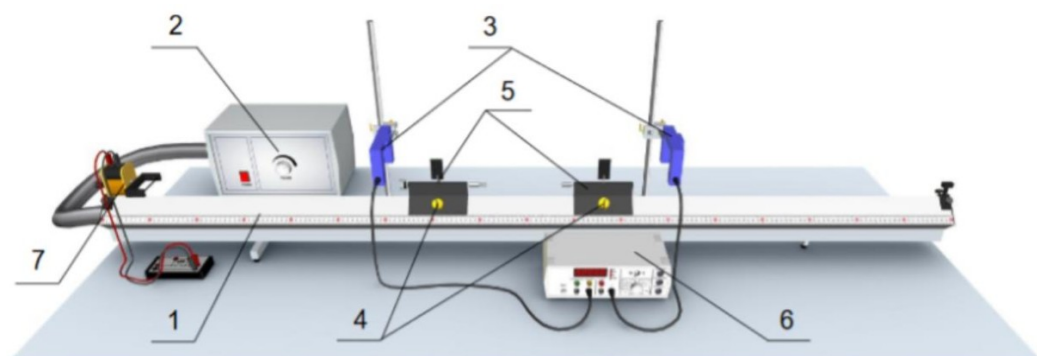
3. Относительная потеря энергии

$$\delta W_i^{(\text{э})} = \frac{\Delta W}{W_0} = 1 - \frac{(m_1 + m_2)}{m_1} \frac{v^2}{v_{10}^2} = 1 - \frac{m_1 + m_2}{m_1} \left(\frac{t_1}{t_2} \right)^2, \quad \delta W_i^{(\text{т})} = \frac{m_2}{m_1 + m_2}.$$

6. Измерительные приборы.

№ п/п	Наименование	Тип прибора	Используемый диапазон	Погрешность прибора
1	Цифровой счетчик	Электрический	-	1 мс

7. Схема установки (перечень схем, которые составляют 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.

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

Упругий удар		m1, г						
		200	220	240	260	280	300	
m2, г	200	1,9	2,4	2,2	2,7	2,7	3,1	t1, с
		1,9	2,3	2,0	2,4	2,3	2,6	t2, с
	220	1,8	2,2	2,5	2,6	2,9	2,7	
		1,9	2,2	2,4	2,4	2,6	2,4	
	240	2,0	2,3	2,6	2,6	2,9	3,1	
		2,2	2,4	2,6	2,5	2,7	2,8	
	260	2,1	2,3	2,2	2,3	3,1	3,1	
		2,4	2,6	2,3	2,3	3,0	2,9	
	280	1,8	2,2	2,5	2,6	2,9	3,1	
		2,2	2,5	2,8	2,7	2,9	3,0	
	300	2,1	2,4	2,5	2,6	2,7	3,2	
		2,7	2,8	2,8	2,8	2,8	3,2	

Неупругий удар		m1, г						
		200	220	240	260	280	300	
m2, г	200	1,9	2,1	2,4	2,1	2,7	3,1	t1, с
		3,7	3,9	4,3	4,1	4,6	5,1	t2, с
	220	2,2	2,2	2,6	2,3	2,9	3,1	
		4,6	4,5	5	4,3	5,2	5,4	
	240	2,1	2,2	2,5	2,7	2,8	3,2	

		4,6	4,7	5,4	5,2	5,4	5,7
	260	2,1	2	2,3	2,7	2,6	2,8
		4,8	4,4	4,7	5,3	5,1	5,1
	280	2,1	2,3	2,5	2,3	2,8	2,7
		5	5,3	5,4	4,9	5,6	5,2
	300	2	2,4	2,4	2,6	2,8	2,9
		5	5,6	5,3	5,6	5,9	5,8

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

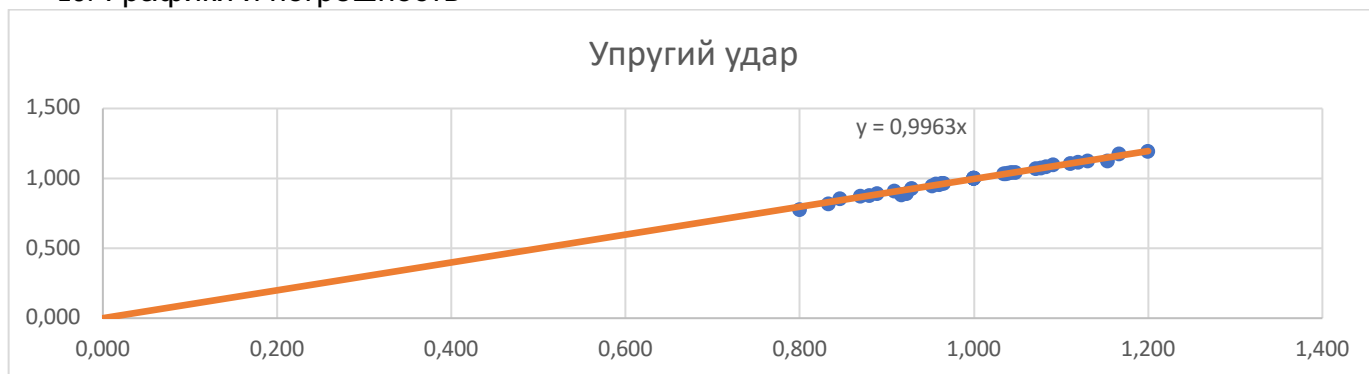
Упругий удар		m1, г						
		200	220	240	260	280	300	
m2, г	200	1,000	1,048	1,091	1,130	1,167	1,200	X
		1,000	1,043	1,100	1,125	1,174	1,192	Y
	220	0,952	1,000	1,043	1,083	1,120	1,154	
		0,947	1,000	1,042	1,083	1,115	1,125	
	240	0,909	0,957	1,000	1,040	1,077	1,111	
		0,909	0,958	1,000	1,040	1,074	1,107	
	260	0,870	0,917	0,960	1,000	1,037	1,071	
		0,875	0,885	0,957	1,000	1,033	1,069	
	280	0,833	0,880	0,923	0,963	1,000	1,034	
		0,818	0,880	0,893	0,963	1,000	1,033	
	300	0,800	0,846	0,889	0,929	0,966	1,000	
		0,778	0,857	0,893	0,929	0,964	1,000	

Неупругий удар		m1, г						
		200	220	240	260	280	300	
m2, г	200	0,500	0,524	0,545	0,565	0,583	0,600	X
		0,514	0,538	0,558	0,512	0,587	0,608	Y
	220	0,476	0,500	0,522	0,542	0,560	0,577	
		0,478	0,489	0,520	0,535	0,558	0,574	
	240	0,455	0,478	0,500	0,520	0,538	0,556	
		0,457	0,468	0,463	0,519	0,519	0,561	
	260	0,435	0,458	0,480	0,500	0,519	0,536	
		0,438	0,455	0,489	0,509	0,510	0,549	
	280	0,417	0,440	0,462	0,481	0,500	0,517	
		0,420	0,434	0,463	0,469	0,500	0,519	
	300	0,400	0,423	0,444	0,464	0,483	0,500	
		0,400	0,429	0,453	0,464	0,475	0,500	

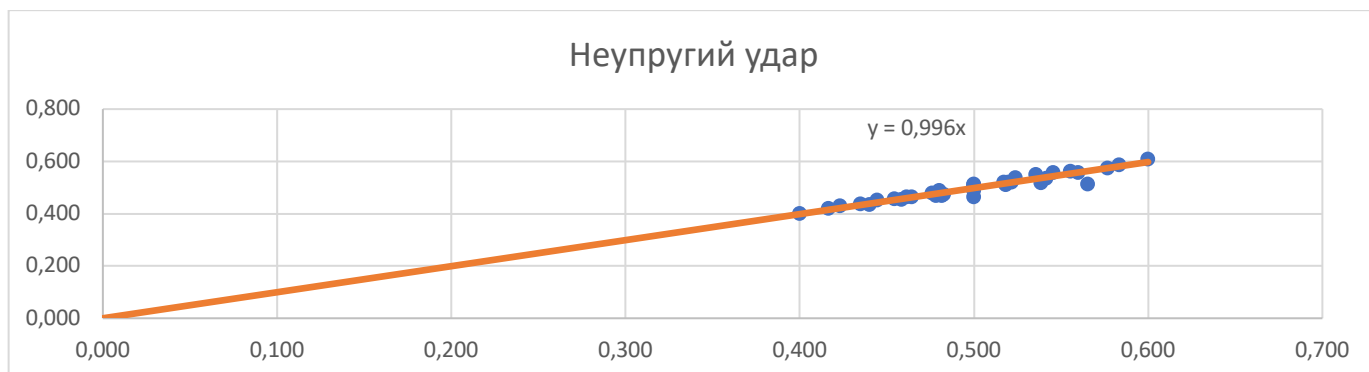
Неупругий удар		m1, г						
		200	220	240	260	280	300	
m2, г	200	0,473	0,446	0,429	0,536	0,409	0,384	dWэ

		0,500	0,476	0,455	0,435	0,417	0,400	dWt
220		0,520	0,522	0,482	0,472	0,445	0,429	
		0,524	0,500	0,478	0,458	0,440	0,423	
240		0,541	0,542	0,571	0,482	0,501	0,433	
		0,545	0,522	0,500	0,480	0,462	0,444	
260		0,560	0,549	0,501	0,481	0,499	0,437	
		0,565	0,542	0,520	0,500	0,481	0,464	
280		0,577	0,572	0,536	0,542	0,500	0,479	
		0,583	0,560	0,538	0,519	0,500	0,483	
300		0,600	0,566	0,539	0,536	0,533	0,500	
		0,600	0,577	0,556	0,536	0,517	0,500	

10. Графики и погрешность



$K = 0.996$ (абсолютная погрешность 0.004, относительная 0.4%)



$K = 0.996$ (абсолютная погрешность 0.004, относительная 0.4%)

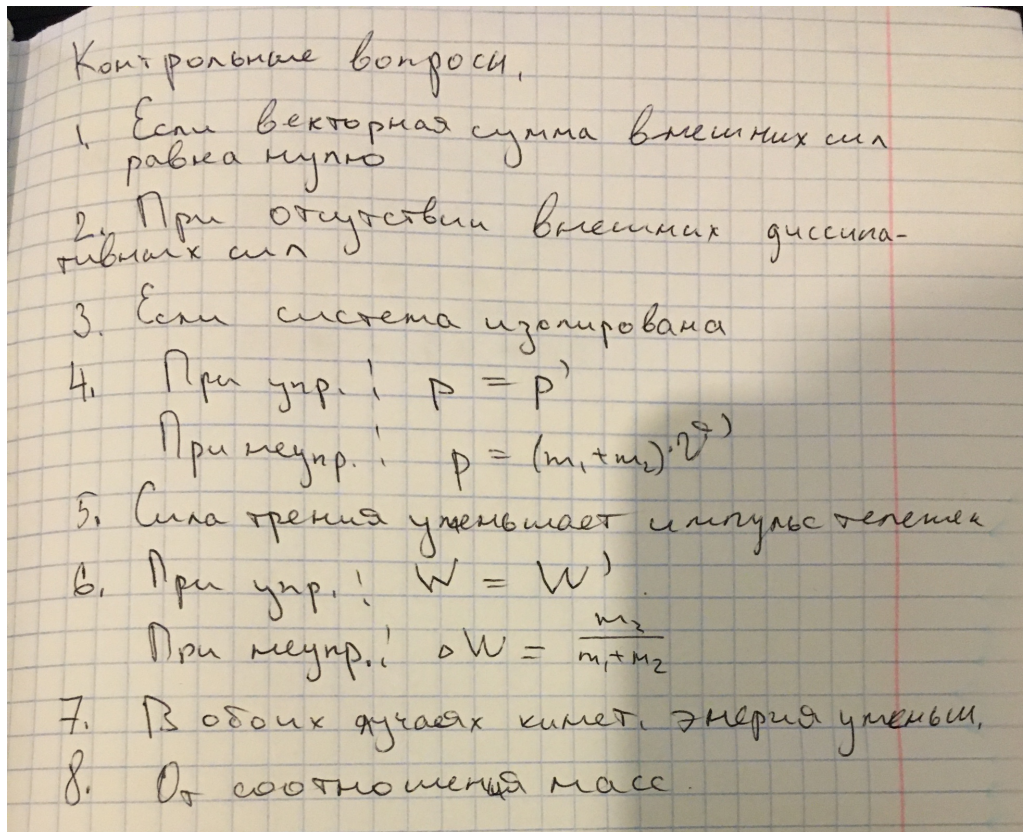


$K = 0.991$ (абсолютная погрешность 0.009, относительная 0.9%)

11. Выводы и анализ результатов работы.

1. Для упругого соударения была получена линейная зависимость величин, выведенных с помощью законов сохранения энергии и импульса. Это доказывает работоспособность данных законов при упругом соударении. Коэффициент наклона данного графика приблизительно равен 1, из чего следует, что закон сохранения импульса при абсолютно упругом ударе выполняется. Для случая с абсолютно неупругим соударением все аналогично, за исключением того, что часть механической энергии теряется при столкновении. Экспериментальные относительные потери механической энергии при неупругом соударении зависят линейно от теоретических относительных потерь, что говорит о справедливости представленных выше формул.

12. Контрольные вопросы



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