

Лабораторная работа № 5А

Проверка закона сохранения импульса

Цель работы: проверка закона сохранения импульса при столкновении двух тел.

Описание оборудования

Комплект оборудования состоит из

- 1) горизонтальная направляющая Vernier для движения тележек;
- 2) тележка номер 1: с одного торца тележки расположена пружина для проведения упругого соударения, с другого торца расположены магниты для проведения неупругого соударения;
- 3) тележка номер 2: с одного торца тележки расположены магниты для проведения неупругого соударения, другой торец может быть использован для упругого соударения;
- 4) дополнительный груз для увеличения массы тележки;
- 5) два компьютера LabQuest, оснащенных датчиками положения типа «оптические ворота» для измерения скоростей движения тележек.

Инструкция по использованию компьютера LabQuest

Перед началом работы перейдите в режим табличного отображения данных нажатием соответствующей кнопки на экране.

Для измерения скорости движения тележки

1. Поставьте тележки в исходное положение.
2. Нажмите кнопку «пуск» на компьютере (кнопка с символом  на клавиатуре, либо в нижнем левом углу экрана).
3. Проведите соударение тележек.
4. Остановите запись данных повторным нажатием кнопки «пуск».
5. При каждом проезде тележки мимо датчика положения, компьютер записывает два момента времени и отображает две строки на экране.
6. Скорость движения тележки можно вычислить как

$$v = \frac{l}{\tau},$$

где τ – разность двух записанных компьютером моментов времени, соответствующая времени движения флажка мимо датчика, l – длина флажка тележки.

Таблица № 1. Спецификация измерительных приборов

№ п.п.	Наименование прибора	Цена деления	Приборная погрешность
1.	встроенный секундомер компьютера LabQuest	10 мкс	10 мкс

Данные установки:

длина флажка $l = \pm$ мм,

масса тележки $M = 510$ г,

масса дополнительного груза $M_1 = 525$ г.

Опыт 1. Изучение абсолютно неупругого соударения движущегося тела с покоящимся телом

а) использование тел одинаковой массы

1. Расположите тележки номер 1 и номер 2 сторонами, с которых установлены магниты, друг к другу.

2. Начальное положение тележек: левая тележка левее левого датчика, правая тележка между датчиками.

3. Подтолкните левую тележку вправо и проведите абсолютно неупругое соударение тележек.

Разгон тележки осуществите до прохождения датчика, после столкновения соединенные тележки должны пройти мимо датчика положения.

4. Для измерения скорости движения тележек используйте инструкцию по использованию компьютера LabQuest. Определите скорости тележек до и после соударения.

5. Вычислите импульсы тележек до и после соударения.

6. Проверьте выполнение закона сохранения импульса.

б) использование тел разных масс

Для увеличения массы одной из тележек закрепите на ней дополнительный груз.

Повторите опыт 1.

Для записи результатов измерений используйте предлагаемые таблицы.

Таблица № 2. Для левой тележки

№	ДО СТОЛКНОВЕНИЯ				
	$t_1, \text{с}$	$t_2, \text{с}$	$\tau_1, \text{с}$	$V_1, \text{м/с}$	$p_1, \text{кг м/с}$
1.					
2.					
3.					

Таблица № 3. После столкновения

№	ПОСЛЕ СТОЛКНОВЕНИЯ				
	$t_3, \text{с}$	$t_4, \text{с}$	$\tau_2, \text{с}$	$V_2, \text{м/с}$	$p_2, \text{кг м/с}$
1.					
2.					
3.					

t_1 – показание секундомера *левого* LabQuest в момент начала движения флажка левой тележки мимо датчика (первая строка таблицы на экране), t_2 – показание секундомера в момент окончания движения флажка левой тележки мимо датчика (вторая строка таблицы на экране), $\tau_1 = t_2 - t_1$, $V_1 = l / \tau_1$;
 t_3 – показание секундомера *правого* LabQuest в момент начала движения флажка тележки мимо датчика (первая строка таблицы на экране), t_4 – показание секундомера в момент окончания движения флажка левой тележки мимо датчика (вторая строка таблицы на экране), $\tau_2 = t_4 - t_3$, $V_2 = l / \tau_2$.

Опыт 2. Изучение упругого соударения движущегося тела с покоящимся телом

а) использование тел одинаковой массы

- Используйте пружину тележки номер 1. Пружину тележки направьте в сторону второй тележки для осуществления упругого соударения.
- Начальное положение тележек: левая тележка левее левого датчика, правая тележка между датчиками.
- Подтолкните левую тележку вправо и проведите упругое соударение. Разгон тележки осуществите до прохождения датчика, после столкновения правая тележка должна пройти мимо правого датчика.
- Для измерения скорости движения тележек используйте инструкцию по использованию компьютера LabQuest. Определите скорости тележек до и после соударения.
- Вычислите импульсы тележек до и после соударения.
- Проверьте выполнение закона сохранения импульса.

б) использование тел разных масс

Для увеличения массы одной из тележек закрепите на ней дополнительный груз.

Повторите опыт 2.

Для записи результатов измерений используйте предлагаемые таблицы.

Таблица № . Для левой тележки

№	ДО СТОЛКНОВЕНИЯ				
	$t_1, \text{с}$	$t_2, \text{с}$	$\tau_1, \text{с}$	$V_1, \text{м/с}$	$p_1, \text{кг м/с}$
1.					
2.					
3.					

Таблица № . Для правой тележки

№	ПОСЛЕ СТОЛКНОВЕНИЯ				
	$t_3, \text{с}$	$t_4, \text{с}$	$\tau_2, \text{с}$	$V_2, \text{м/с}$	$p_2, \text{кг м/с}$
1.					
2.					
3.					

В случае если после столкновения левая тележка движется, предусмотрите аналогичную таблицу для записи ее времени движения и определения скорости и импульса.

Опыт 3. Изучение абсолютно неупругого соударения двух движущихся тел

а) использование тел одинаковой массы

1. Расположите тележки номер 1 и номер 2 сторонами, с которых установлены магниты, друг к другу.
2. Начальное положение тележек: левая тележка левее левого датчика, правая тележка правее правого датчика.
3. Подтолкните тележки навстречу друг другу и проведите абсолютно неупругое соударение.

Разгон тележек осуществите до прохождения тележками датчиков, после столкновения соединенные тележки должны пройти мимо одного из датчиков положения.

4. Для измерения скорости движения тележек используйте инструкцию по использованию компьютера LabQuest. Определите скорости тележек до и после соударения.
5. Вычислите импульсы тележек до и после соударения.
6. Проверьте выполнение закона сохранения импульса.

б) использование тел разных масс

Для увеличения массы одной из тележек закрепите на ней дополнительный груз.

Повторите опыт 3.

Для записи результатов измерений используйте предлагаемые таблицы.

Опыт 4. Изучение упругого соударения двух движущихся тел

а) использование тел одинаковой массы

1. Используйте пружину тележки номер 1. Пружину тележки направьте в сторону второй тележки для осуществления упругого соударения.

2. Начальное положение тележек: левая тележка левее левого датчика, правая тележка правее правого датчика.

3. Подтолкните тележки навстречу друг другу и проведите упругое соударение.

Разгон тележек осуществите до прохождения тележками датчиков, после столкновения при обратном движении левая тележка должна повторно пройти мимо левого датчика положения, правая должна повторно пройти мимо правого датчика.

4. Для измерения скорости движения тележек используйте инструкцию по использованию компьютера LabQuest. Определите скорости тележек до и после соударения.

5. Вычислите импульсы тележек до и после соударения.

6. Проверьте выполнение закона сохранения импульса.

б) использование тел разных масс

Для увеличения массы одной из тележек закрепите на ней дополнительный груз.

Повторите опыт 4.

Для записи результатов измерений используйте предлагаемые таблицы.

Таблицы для опыта 3. Изучение абсолютно неупругого соударения двух движущихся тел

t_1 – показание секундомера *левого* LabQuest в момент начала движения флажка левой тележки мимо датчика (первая строка таблицы на экране), t_2 – показание секундомера в момент окончания движения флажка левой тележки мимо датчика (вторая строка таблицы на экране), $\tau_1 = t_2 - t_1$, $v_1 = l / \tau_1$;

t_3 – показание секундомера *правого* LabQuest в момент начала движения флажка левой тележки мимо датчика (первая строка таблицы на экране), t_4 – показание секундомера в момент окончания движения флажка левой тележки мимо датчика (вторая строка таблицы на экране), $\tau_2 = t_4 - t_3$, $v_2 = l / \tau_2$.

Таблица № . Опыт 3, до столкновения

№	левая тележка					правая тележка				
	t_1 , с	t_2 , с	τ_1 , с	v_1 , м/с	p_1 , кг м/с	t_3 , с	t_4 , с	τ_2 , с	v_2 , м/с	p_2 , кг м/с
1.										
2.										
3.										

t_1' – показание секундомера LabQuest в момент начала движения флажка тележки мимо датчика после столкновения (третья строка таблицы на экране), t_2' – показание секундомера в момент окончания движения флажка тележки мимо датчика (четвертая строка таблицы на экране), $\tau_3 = t_2' - t_1'$, $v_3 = l / \tau_3$.

Таблица № . Опыт 3, после столкновения

№	после столкновения				
	t_1' , с	t_2' , с	τ_3 , с	v_3 , м/с	p_3 , кг м/с
1.					
2.					
3.					

Таблицы для опыта 4. Изучение упругого соударения двух движущихся тел

t_1 – показание секундомера LabQuest в момент начала движения флажка левой тележки мимо датчика (первая строка таблицы на экране), t_2 – показание секундомера в момент окончания движения флажка левой тележки мимо датчика (вторая строка таблицы на экране), $\tau_1 = t_2 - t_1$, $v_1 = l / \tau_1$;

t_3 – показание секундомера LabQuest в момент начала движения флажка левой тележки мимо датчика (третья строка таблицы на экране), t_4 – показание секундомера в момент окончания движения флажка левой тележки мимо датчика (четвертая строка таблицы на экране), $\tau_2 = t_4 - t_3$, $v_2 = l / \tau_2$.

Таблица № Опыт 4, для левой тележки

№	ДО СТОЛКНОВЕНИЯ					ПОСЛЕ СТОЛКНОВЕНИЯ				
	$t_1, \text{с}$	$t_2, \text{с}$	$\tau_1, \text{с}$	$v_1, \text{м/с}$	$p_1, \text{кг м/с}$	$t_3, \text{с}$	$t_4, \text{с}$	$\tau_2, \text{с}$	$v_2, \text{м/с}$	$p_2, \text{кг м/с}$
1.										
2.										
3.										

Аналогично для правой тележки.

Таблица № Опыт 4, для правой тележки

№	ДО СТОЛКНОВЕНИЯ					ПОСЛЕ СТОЛКНОВЕНИЯ				
	$t_1', \text{с}$	$t_2', \text{с}$	$\tau_3, \text{с}$	$v_3, \text{м/с}$	$p_3, \text{кг м/с}$	$t_3', \text{с}$	$t_4', \text{с}$	$\tau_4, \text{с}$	$v_4, \text{м/с}$	$p_4, \text{кг м/с}$
1.										
2.										
3.										