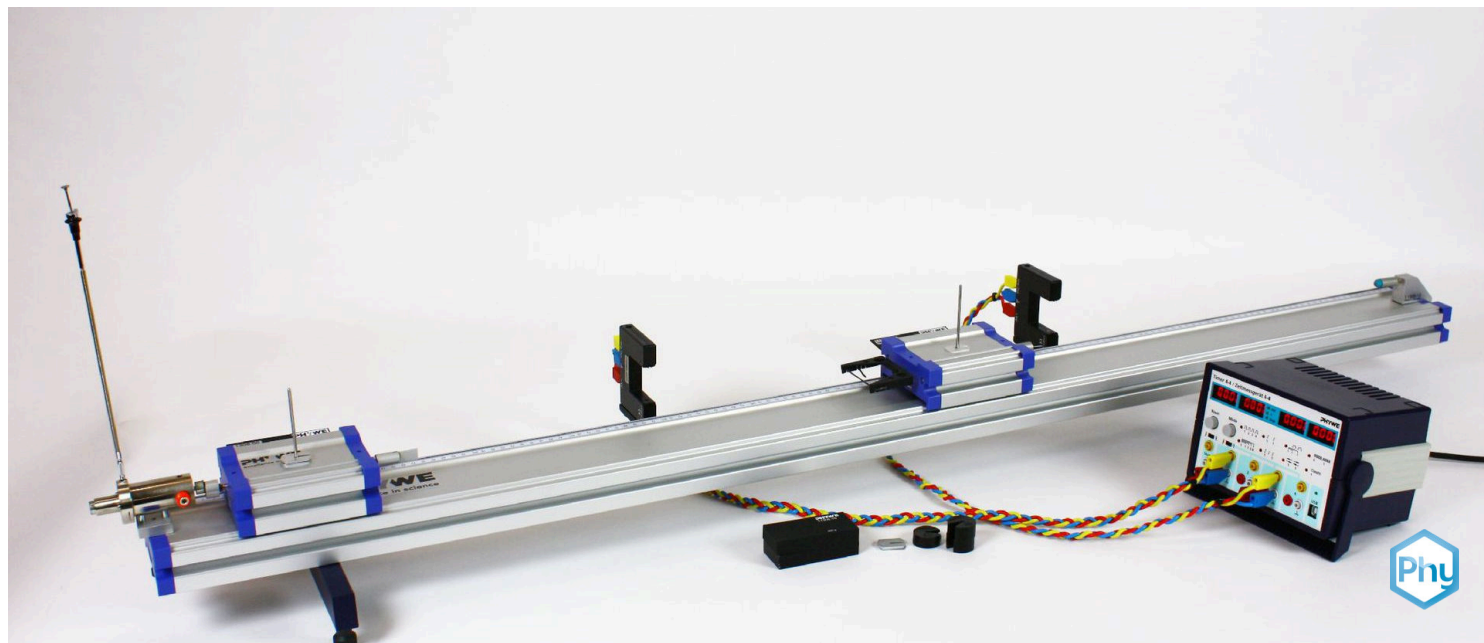


Закон сохранения импульса при упругих столкновениях на демонстрационной дорожке со счетчиком 4-4



Физика

Механика

Энергосбережение и импульс



Уровень сложности

средний



Кол-во учеников

2



Время подготовки

10 Минут



Время выполнения

20 Минут

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/5f68e3a46128fe0003be1bdd>

PHYWE

Общая информация



Описание

PHYWE



Экспериментальная установка

Изменение количества движения, вызванное силой F за промежуток времени t , называется импульсом силы.

Импульс силы p определяется как произведение силы и промежутка времени и сохраняется при отсутствии потерь на трение и упругости при ударе.

Это означает, что в замкнутой системе, состоящей из различных тел, тела могут передавать или принимать импульсы, а общий импульс системы постоянен по времени и количеству, и поэтому энергия является сохраняемой величиной.

Дополнительная информация (1/2)

PHYWE

предварительные

знания



Принцип



Учащимся необходимо изучить законы сохранения импульса и энергии при упругом столкновении.

Если две тележки упруго сталкиваются, то они передают друг другу импульс, а затем движутся дальше с измененными импульсами.

При столкновении направление движений изменяется, а общий импульс системы до столкновения сохраняется и после столкновения:

$$p_1 + p_2 = p'_1 + p'_2$$

Дополнительная информация (2/2)

PHYWE

Цель



Задачи



Если удар полностью упругий, кинетическая энергия системы также сохраняется:

$$E_{kin} = E'_{kin}.$$

1. Определение импульсов до и после упругого столкновения движущейся тележки с неподвижной тележкой.
2. Определение импульсов до и после упругого удара двух движущихся тележек с одним и тем же направлением движения.
3. Определение импульсов до и после упругого удара двух движущихся тележек с противоположными направлениями движения.

Инструкции по технике безопасности

PHYWE

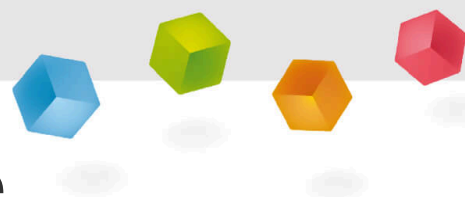
К этому эксперименту применяются общие инструкции по безопасному проведению экспериментов при преподавании естественных наук.

Материал

Позиция	Материал	Пункт No.	Количество
1	Демонстрационная дорожка трек, алюминиевая, длина 1,5 м	11305-00	1
2	Тележка с малым коэффициентом трением, с сапфирными подвесками	11306-00	2
3	Запирающая пластина для тележки, ширина 100 мм	11308-00	2
4	Вилка со штекером	11202-08	1
5	Резиновая лента для вилки со штекером, 10 шт.	11202-09	1
6	Пластина со штекером	11202-10	1
7	Игла со штекером	11202-06	1
8	Трубка со штекером	11202-05	1
9	Пласталин, 10 брусков	03935-03	1
10	Гиря для тележки, 400 г	11306-10	2
11	Гиря, 10 г, черная	02205-01	4
12	Гиря, 50 г, черная	02206-01	3
13	Запирающий держатель насадка для демонстрационной дорожки	11305-12	1
14	Пусковая система для демонстрационной дорожки	11309-00	1
15	Магнит со штекером	11202-14	1
16	Световой барьер, компактный	11207-20	2
17	Держатель для светового барьера	11307-00	2
18	Таймер 4-4	13604-99	1
19	Соединительный проводник, 1000 мм, красный	07363-01	2
20	Соединительный проводник, 1000 мм, желтый	07363-02	2
21	Соединительный проводник, 1000 мм, синий	07363-04	2
22	Портативные весы, OHAUS CR2200	48914-00	1
23	Гиря с прорезью, 1 г, сталь	03916-00	10
24	Гиря, 10 г,	02205-02	4
25	Гиря, 50 г, серебро/ бронза	02206-02	3

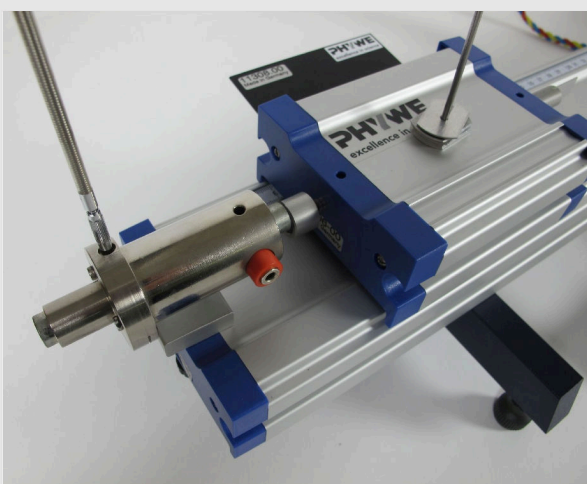
PHYWE

Подготовка и выполнение работы



Подготовка (1/5)

PHYWE



Пусковое устройство

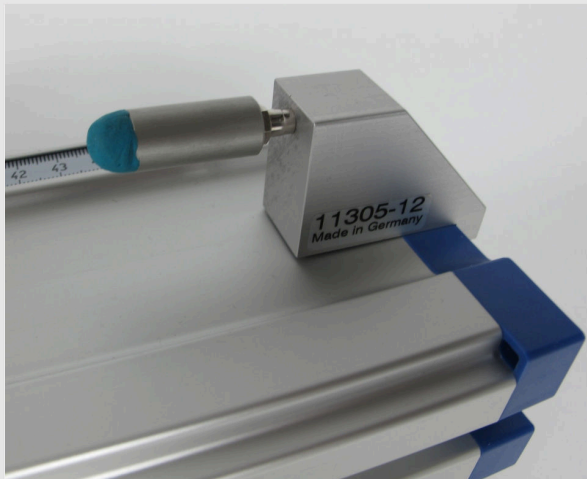
1. Дорожка должна быть выровнена по горизонтали с помощью трех регулировочных винтов на ножках как можно точнее.

2. Пусковое устройство должно быть установлено на левом конце дорожки.

Пожалуйста, обратите внимание, что для запуска тележки с начальным импульсом пусковое устройство должно быть смонтировано таким образом, чтобы тележка получала импульс от удара (пуансона).

Подготовка (2/5)

PHYWE



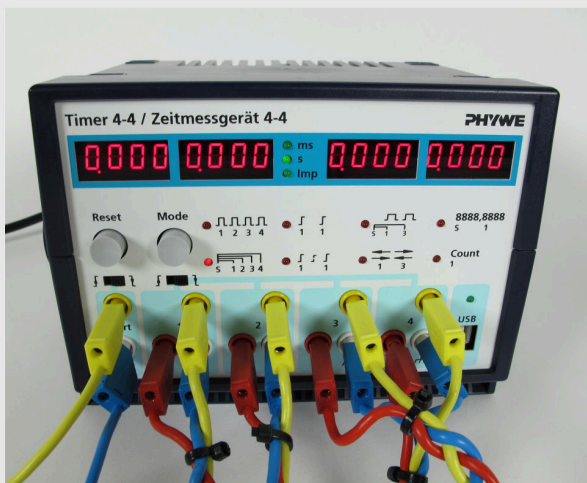
Трубка с пластилином прикрепляется к запирающему держателю-насадке

3. Трубка, заполненная пластилином, прикрепляется к запирающему держателю-насадке на правом конце демонстрационной дорожки, чтобы замедлить движение тележки без сильного удара.

4. Два вилочных световых барьера установлены на демонстрационной дорожке с держателями световых барьеров и расположены на расстоянии примерно 50 см и 100 см. Световой барьер, который находится ближе к пусковому устройству, называется световым барьером 1, другой - световым барьером 2.


Подготовка (3/5)

PHYWE



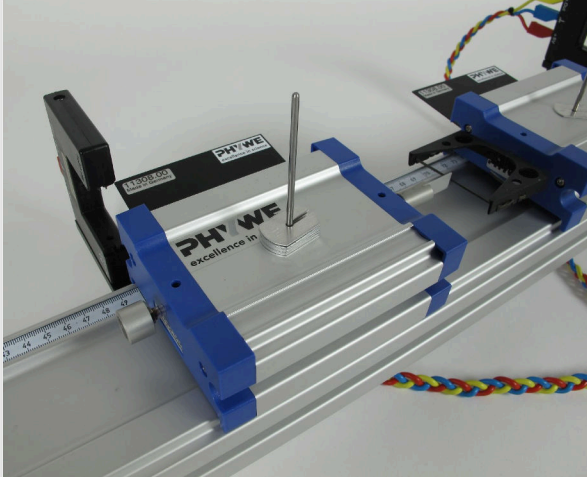
Подключение световых барьеров

5. Световой барьер 1 подключается к разъемам в поле "1", световой барьер 2 - к разъемам в поле "3" таймера. Желтые гнезда световых барьеров подключаются к желтым гнездам измерительного прибора, красные гнезда - к красным, а синие гнезда световых барьеров - к белым гнездам таймера.

6. Два ползунковых переключателя на таймере устанавливаются в правое положение - «задний (спадающий) фронт» () для выбора фронта триггера.

Подготовка (4/5)

PHYWE



Упругий удар после светового барьера

7. Две измерительные тележки размещаются на демонстрационной дорожке:

- Левая тележка, находящаяся ближе к пусковому устройству (далее тележка 1 со скоростью v_1)), оснащена удерживающим магнитом с заглушкой в направлении пускового устройства стартера и пластиной с заглушкой в направлении движения.

Подготовка (5/5)

PHYWE




Столкновение тележек

- В торец правой тележки (тележка 2 со скоростью v_2) вилка с резинкой вставляется в направлении тележки 1, а игла с заглушкой обращена к торцевому держателю.
- На обеих тележках задерживающие пластины длиной ($b = 100$ мм) защелкиваются со стороны, на которой должны быть расположены вилочные световые барьеры.

Выполнение работы (1/6)

PHYWE

1. Для выполнения всех измерений таймер необходимо переключить в режим 6 "Нажать" ().
Активны только входы управления 1 и 3.

На каждом световом барьере измеряется до двух периодов затенения.

Время прерывания работы светового барьера 1 выводится на первых двух дисплеях, время прерывания работы светового барьера 2 - на двух задних дисплеях.

Первое прерывание светового барьера отображается на левом дисплее, второе - на правом дисплее

2. В начале измерения массы тележек должны всегда определяться с помощью весов.

Грузики с прорезями в 1 г подходят для небольших коррекций (особенно, когда требуются массы одного и того же размера).

Выполнение работы (2/6)

PHYWE

3. Перед началом каждого эксперимента нажмите кнопку "Сброс", чтобы сбросить показания дисплея.

4. Скорости $v_i = b / t_i$ должны определяться из времени затенения t_i , где $b = 100\text{мм}$ - длина задерживающей пластины тележки.

Поскольку скорости являются векторными величинами, необходимо учитывать знаки проекций величин. Все скорости, которые движутся в противоположном направлении скорости v_1 , имеют знак противоположный v_1 .

5. Для того, чтобы различать данные измерений тележек, время затенения перед ударом обозначают как t_1 и t_2 , а после столкновения: t_1' и t_2' .

Те же самые обозначения должны использоваться для рассчитанных скоростей и импульсов.

Выполнение работы (3/6)

PHYWE

а) Движущаяся тележка 1 и неподвижная тележка 2:

1. Световой барьер 1 должен располагаться на расстоянии примерно 50 см, а световой барьер 2 - 100 см.

2. Тележка 1 помещается в пусковое устройство, а тележка 2 располагается между двумя световыми барьерами. Убедитесь, что тележка 1 полностью прошла световой барьер, когда она коснется тележки 2. Кроме того, столкновение должно произойти до того, как запирающая пластина тележки 2 достигнет светового барьера 2.

Выполнение работы (4/6)

PHYWE

3. Тележка 1 ускоряется пусковым устройством в направлении тележки 2. Она набирает начальную скорость v_1 и толкает тележку 2, которая начинает двигаться со скоростью v_2 .

Если массы тележек различны, то тележка 1 движется потом со скоростью v'_1 или меняет направление движения. На дисплеях таймера отображаются значения времени слева направо: $(t_1/-/t'_2/t'_1)$ и соответственно $(t_1/t'_1/t'_2/-)$.

4. Измерение повторяется для тележек различных масс и соотношений массы тележки.

Выполнение работы (5/6)

PHYWE

б) Тележки 1 и 2 движутся в одном и том же направлении:

1. Световой барьер 1 должен быть расположен на расстоянии примерно 30 см, а световой барьер 2 - 100 см.
2. Тележка 1 помещается в пусковое устройство, а тележка 2 располагается между двумя световыми барьерами.
3. Тележка 2 получает небольшую силу толчком руки в направлении конечного держателя до того, как тележка 1 приводится в движение стартером. Столкновение должно произойти до того, как запирающая пластина тележки 2 достигнет светового барьера 2 ($v_1 > v_2$). На дисплеях таймера отображаются значения времени слева направо: $(t_1 / - / t'_2 / t'_1)$.
4. Измерение повторяется для тележек разных масс и соотношений масс.

Выполнение работы (6/6)

PHYWE

с) Тележки 1 и 2 движутся в противоположных направлениях:

1. Световой барьер 1 должен быть расположен на расстоянии примерно 40 см, а световой барьер 2 - 100 см.
2. Тележки располагаются по разные стороны от световых барьеров, и обе развивают начальную скорость. Для этого обе тележки можно толкать вручную или тележку 1 ускорять пусковым устройством.

В качестве альтернативы концевой держатель может быть заменен вторым пусковым устройством, чтобы эксперимент можно было провести в воспроизводимых условиях.
3. Столкновение между двумя тележками может произойти только после того, как они полностью преодолеют световые барьеры. Затем тележки удаляются друг от друга и снова проходят через световые барьеры. На дисплеях таймера значения времени отображаются слева направо: $(t_1 / t'_1 / t_2 / t'_2)$.
4. Повторите измерение для различных масс и соотношений автомобилей.

Оценка (1/18)

PHYWE

Пример измерения 1 в том же направлении, $m_1 = m_2, v_1 \neq, v_2=0$

m_1 , кг	t_1 , с	v_1 , м/с	p_1 , кг·м/с	m_2 , кг	t_2' , с	v_2' , м/с	p_2' , кг·м/с
0,4	0,166	0,602	0,241	0,4	0,175	0,571	0,229
0,54	0,198	0,505	0,273	0,54	0,211	0,474	0,256
0,8	0,242	0,413	0,331	0,8	0,265	0,377	0,302

$p_2' - p_1$, кг·м/с	E_{kin} , кг·м ² /с ²	E_{kin}' , кг·м ² /с ²	$E_{kin}' - E_{kin}$, кг·м ² /с ²	δ
-0,012	0,0726	0,0653	-0,0073	0,949
-0,017	0,0689	0,0606	-0,0082	0,938
-0,029	0,0683	0,057	-0,0113	0,913

Оценка (2/18)

PHYWE

Пример измерения 1 в том же направлении, $m_1 > m_2, v_1 \neq, v_2=0$

m_1 , кг	t_1 , с	v_1 , м/с	p_1 , кг·м/с	m_2 , кг	t_2' , с	v_2' , м/с	p_2' , кг·м/с
0,8	0,174	0,575	0,46	0,4	0,135	0,741	0,296
1	0,172	0,581	0,581	0,4	0,126	0,794	0,317
1,2	0,159	0,629	0,755	0,4	0,111	0,901	0,36

t_1' , с	v_1' , м/с	p_1' , кг·м/с	$(p_1' + p_2') - p_1$, кг·м/с	E_{kin} , кг·м ² /с ²	E_{kin}' , кг·м ² /с ²	$E_{kin}' - E_{kin}$, кг·м ² /с ²	δ
0,535	0,187	0,15	-0,014	0,132	0,124	-0,008	0,964
0,411	0,243	0,243	-0,021	0,169	0,156	-0,013	0,947
0,327	0,306	0,367	-0,027	0,237	0,218	-0,019	0,946

Оценка (3/18)

PHYWE

Пример измерения 1 в том же направлении, $m_1 < m_2$, $v_1 \neq 0$, $v_2 = 0$

m_1 , кг	t_1 , с	v_1 , м/с	p_1 , кг·м/с	m_2 , кг	t_2 , с	v_2 , м/с	p_2 , кг·м/с
0,4	0,16	0,625	0,25	0,8	0,252	0,397	0,317
0,4	0,161	0,621	0,248	1	0,299	0,334	0,334
0,4	0,162	0,617	0,247	1,2	0,342	0,292	0,351

t_1' , кг	v_1' , м/с	p_1' , кг·м/с	$(p_1' + p_2') - p_1$, кг·м/с	E_{kin} , кг·м ² /с ²	E_{kin}' , кг·м ² /с ²	$E_{kin}' - E_{kin}$, кг·м ² /с ²	δ
0,697	-0,143	-0,057	0,01	0,078	0,067	-0,011	0,864
0,462	-0,216	-0,087	-0,001	0,077	0,065	-0,012	0,887
0,392	-0,255	-0,102	0,002	0,076	0,064	-0,012	0,887

Оценка (4/18)

PHYWE

Импульс p тела массой m можно рассчитать, зная его скорость v :

$$p = m \cdot v. \quad (1)$$

В случае центрального столкновения двух тел с массами m_1 и m_2 и импульсами $p_1 = m_1 \cdot v_1$ и $p_2 = m_2 \cdot v_2$ до столкновения и $p_1' = m_1' \cdot v_1'$ и $p_2' = m_2' \cdot v_2'$ после воздействия выполняется закон сохранения импульса:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2' \quad (2)$$

Скорость v_2 до соударения не известна, поэтому ее можно рассчитать по другим скоростям и массам:

$$v_2 = \frac{m_1 v_1' + m_2 v_2' - m_1 v_1}{m_2} \quad (3)$$

Оценка (5/18)

PHYWE

В случае упругих соударений в дополнение к общему импульсу p также сохраняется и кинетическая энергия E_{kin} общей системы. Закон сохранения энергии для кинетической энергии до и после столкновения заключается в следующем:

$$\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}m_1v_1'^2 + \frac{1}{2}m_2v_2'^2. \quad (4)$$

С помощью двух законов сохранения (2) и (4) скорости после столкновения v_1' и v_2' могут быть вычислены из начальных скоростей v_1 и v_2 :

$$v_1' = \frac{(m_1 - m_2)v_1 + 2m_2v_2}{m_1 + m_2}, \quad (5)$$

$$v_2' = \frac{(m_2 - m_1)v_2 + 2m_1v_1}{m_1 + m_2}. \quad (6)$$

Из уравнений (5) и (6) следует разность скоростей:

$$v_2' - v_1' = v_1 - v_2 \quad (7)$$

Оценка (6/18)

PHYWE

Разницу можно понимать как относительную скорость, с которой тележка 1 и тележка 2 приближаются или отдаляются друг от друга. Относительная скорость до и после удара равны. Поскольку в эксперименте столкновения никогда не бывают полностью упругими, нарушается закон сохранения кинетической энергии.

Таким образом, уравнения (5)-(7) теряют свою строгую справедливость. Теперь можно ввести коэффициент ударной нагрузки δ (также называемый коэффициентом восстановления), который является мерой измерения упругости удара: $\delta = \frac{v_1' - v_2'}{v_2 - v_1}$. (8)

Этот коэффициент удара предполагает значение 1 в случае полностью упругого удара и 0 в случае неупругого удара, что позволяет преобразовывать уравнения (5) и (6) в

$$v_1' = \frac{(m_1 - \delta m_2)v_1 + (1 + \delta)m_2v_2}{m_1 + m_2}, \quad (9)$$

$$v_2' = \frac{(m_2 - \delta m_1)v_2 + (1 + \delta)m_1v_1}{m_1 + m_2}. \quad (10)$$

Оценка (7/18)

PHYWE

Если сравнить рассчитанные скорости с примерами измеренных значений из примеров измерений 1 и 3, то можно увидеть, что они очень хорошо соответствуют, включая неупругие эффекты из-за количества ударов.

а) Движущаяся тележка 1 и неподвижная тележка 2:

$m_1 = m_2$: Если массы двух тележек равны, движущаяся тележка 1 полностью передает свой импульс p_1 покоящейся тележке 2 и останавливается.

$m_1 > m_2$: Если масса толкающей тележки 1 больше массы покоящейся тележки, то передается только часть импульса. Тележка 1 продолжает двигаться после удара, но с меньшей скоростью, чем до удара.

$m_1 < m_2$: Если масса толкающей тележки 1 меньше массы покоящейся тележки, то перед ударом передается импульс, который больше, чем импульс тележки 1. Из сохранения импульса следует, что тележка 1 изменяет направление движения при столкновении с тележкой 2.

Оценка (8/18)

PHYWE

Пример измерения 2 в том же направлении, $m_1 = m_2, v_1 \neq 0, v_2 = 0$

m_1 , кг	t_1 , с	v_1 , м/с	p_1 , кг·м/с	t_1' , с	v_1' , м/с	p_1' , кг·м/с
0,4	0,114	0,877	0,351	0,286	0,35	0,14
0,54	0,114	0,877	0,474	0,283	0,353	0,191
0,8	0,108	0,926	0,741	0,233	0,429	0,343
m_2 , кг	t_2' , с	v_2' , м/с	p_2' , кг·м/с	t_2 , с	v_2 , м/с	p_2 , кг·м/с
0,4	0,117	0,855	0,342	—	0,327	0,131
0,54	0,116	0,862	0,466	—	0,338	0,183
0,8	0,11	0,909	0,727	—	0,412	0,33

Оценка (9/18)

PHYWE

Пример измерения 2 в том же направлении $m_1 > m_2, v_1 \neq, v_2 \neq 0$

m_1 , кг	t_1 , с	v_1 , м/с	p_1 , кг·м/с	t_1' , с	v_1' , м/с	p_1' , кг·м/с
0,6	0,175	0,571	0,343	0,33	0,303	0,182
0,8	0,239	0,418	0,335	0,424	0,236	0,189
1,2	0,186	0,538	0,645	0,28	0,357	0,429
m_2 , кг	t_2' , с	v_2' , м/с	p_2' , кг·м/с	t_2 , с	v_2 , м/с	p_2 , кг·м/с
0,4	0,163	0,613	0,245	—	0,211	0,084
0,4	0,21	0,476	0,19	—	0,111	0,044
0,4	0,15	0,667	0,267	—	0,125	0,05

Оценка (10/18)

PHYWE

Пример измерения 2 при $m_1 < m_2, v_1 \neq, v_2 \neq 0$

m_1 , кг	t_1 , с	v_1 , м/с	p_1 , кг·м/с	t_1' , с	v_1' , м/с	p_1' , кг·м/с
0,4	0,161	0,621	0,248	0,3	0,333	0,133
0,4	0,16	0,625	0,25	0,383	0,261	0,104
0,4	0,161	0,621	0,248	0,537	0,186	0,074
m_2 , кг	t_2' , с	v_2' , м/с	p_2' , кг·м/с	t_2 , с	v_2 , м/с	p_2 , кг·м/с
0,6	0,179	0,559	0,335	—	0,367	0,22
0,8	0,191	0,524	0,419	—	0,342	0,273
1	0,211	0,474	0,474	—	0,3	0,3

Оценка (11/18)

PHYWE

б) Тележки 1 и 2 движутся в одном и том же направлении:

1. Если скорости двух тележек имеют одинаковое направление, то более быстрая тележка 1 дает импульс более медленной тележке 2.

2. $m_1 = m_2$: Если массы двух тележек равны, они меняются своими значениями скоростей после столкновения:

$$v'_2 = v_1 \text{ и } v'_1 = v_2 . \quad (11)$$

3. $(m_1 > m_2)$ и $m_1 < m_2$: Тележка 1 передает часть своего импульса во время удара. Тележка 2 продолжает двигаться с большей скоростью, а тележка 1 снижает скорость или даже меняет направление движения.

4. Судя по измерениям, импульс p_2 и начальная скорость v_2 должны быть рассчитаны в соответствии с уравнениями (2) и (3).

Оценка (12/18)

PHYWE

Пример измерения 3 в противоположном направлении $m_1 = m_2, v_1 > 0, v_2 < 0$

m_1 , кг	t_1 , с	v_1 , м/с	p_1 , кг·м/с	t_1' , с	v_1' , м/с	p_1' , кг·м/с
0,4	0,218	0,459	0,183	0,238	-0,420	-0,168
0,54	0,253	0,395	0,213	0,31	-0,323	-0,174
0,8	0,241	0,415	0,332	0,279	-0,358	-0,287
m_2 , кг	t_2' , с	v_2' , м/с	p_2' , кг·м/с	t_2 , с	v_2 , м/с	p_2 , кг·м/с
0,4	0,202	-0,495	-0,198	0,241	0,415	0,166
0,54	0,248	-0,403	-0,218	0,285	0,351	0,189
0,8	0,208	-0,481	-0,385	0,313	0,319	0,256

Оценка (13/18)

PHYWE

Пример измерения 3 в противоположном направлении $m_1 = m_2, v_1 > 0, v_2 < 0$

$(p_1' + p_2') - (p_1 + p_2), \text{ кг} \cdot \text{м/с}$	$E_{kin}, \text{ кг} \cdot \text{м}^2/\text{с}^2$	$E_{kin}', \text{ кг} \cdot \text{м}^2/\text{с}^2$	$E_{kin}' - E_{kin}, \text{ кг} \cdot \text{м}^2/\text{с}^2$	δ
0,012	0,091	0,07	-0,021	0,876
0,02	0,086	0,061	-0,025	0,843
0,022	0,161	0,092	-0,069	0,757

Оценка (14/18)

PHYWE

Пример измерения 3 в противоположном направлении $m_1 > m_2, v_1 > 0, v_2 < 0$

$m_1, \text{ кг}$	$t_1, \text{ с}$	$v_1, \text{ м/с}$	$p_1, \text{ кг} \cdot \text{м/с}$	$t_1', \text{ с}$	$v_1', \text{ м/с}$	$p_1', \text{ кг} \cdot \text{м/с}$
0,54	0,188	0,532	0,287	0,437	-0,229	-0,124
0,8	0,238	0,42	0,336	0,648	-0,154	-0,123
0,8	0,234	0,427	0,342	0,527	-0,190	-0,152
$m_2, \text{ кг}$	$t_2', \text{ с}$	$v_2', \text{ м/с}$	$p_2', \text{ кг} \cdot \text{м/с}$	$t_2, \text{ с}$	$v_2, \text{ м/с}$	$p_2, \text{ кг} \cdot \text{м/с}$
0,4	0,209	-0,478	-0,191	0,16	0,625	0,25
0,4	0,177	-0,565	-0,226	0,15	0,667	0,267
0,54	0,22	-0,455	-0,245	0,185	0,541	0,292

Оценка (15/18)

PHYWE

Пример измерения 3 в противоположном направлении $m_1 > m_2, v_1 > 0, v_2 < 0$

$(p_1' + p_2') - (p_1 + p_2), \text{ кг} \cdot \text{м/с}$	$E_{kin}, \text{ кг} \cdot \text{м}^2/\text{с}^2$	$E_{kin}', \text{ кг} \cdot \text{м}^2/\text{с}^2$	$E_{kin}' - E_{kin}, \text{ кг} \cdot \text{м}^2/\text{с}^2$	δ
0,031	0,122	0,092	-0,030	0,845
0,033	0,134	0,098	-0,036	0,833
0,044	0,129	0,093	-0,036	0,828

Оценка (16/18)

PHYWE

Пример измерения 3 в противоположном направлении $m_1 < m_2, v_1 > 0, v_2 < 0$

$m_1, \text{ кг}$	$t_1, \text{ с}$	$v_1, \text{ м/с}$	$p_1, \text{ кг} \cdot \text{м/с}$	$t_1', \text{ с}$	$v_1', \text{ м/с}$	$p_1', \text{ кг} \cdot \text{м/с}$
0,4	0,217	0,461	0,184	0,168	-0,595	-0,238
0,4	0,216	0,463	0,185	0,188	-0,532	-0,213
0,54	0,249	0,402	0,217	0,184	-0,543	-0,293
$m_2, \text{ кг}$	$t_2', \text{ с}$	$v_2', \text{ м/с}$	$p_2', \text{ кг} \cdot \text{м/с}$	$t_2, \text{ с}$	$v_2, \text{ м/с}$	$p_2, \text{ кг} \cdot \text{м/с}$
0,54	0,189	-0,529	-0,286	0,365	0,274	0,148
0,8	0,287	-0,348	-0,279	0,594	0,168	0,135
0,8	0,217	-0,461	-0,369	0,508	0,197	0,157

Оценка (17/18)

PHYWE

Пример измерения 3 в противоположном направлении $m_1 < m_2, v_1 > 0, v_2 < 0$

$(p_1' + p_2') - (p_1 + p_2), \text{ кг} \cdot \text{м/с}$	$E_{kin}, \text{ кг} \cdot \text{м}^2/\text{с}^2$	$E_{kin}', \text{ кг} \cdot \text{м}^2/\text{с}^2$	$E_{kin}' - E_{kin}, \text{ кг} \cdot \text{м}^2/\text{с}^2$	δ
0,011	0,118	0,091	-0,027	0,878
0,015	0,091	0,068	-0,024	0,863
0,016	0,128	0,095	-0,033	0,858

Оценка (18/18)

PHYWE

с) Тележки 1 и 2 движутся в противоположных направлениях:

$m_1 = m_2$: При противоположных направлениях движения и равных массах тележки при ударе меняют направление движения, а после удара значения скорости меняются на противоположные.

$m_1 > m_2$ и $m_1 < m_2$: При неодинаковых массах тележек они меняют направление движения.

Примечания (1/2)

PHYWE

1. Чтобы ускорить тележку 1 с помощью пускового устройства, пуансон вдавливается до фиксации. Поскольку пусковое устройство предусматривает три ступени разного размера, то необходимо обеспечить, чтобы для каждого эксперимента использовалось одинаковое запирающее устройство, которое передавало одинаковую силу при срабатывании пускового устройства.
2. Убедитесь, что резинка не отодвинулась назад во время удара настолько, чтобы пластина одной тележки касалась вилки другой тележки.
3. Слишком низкие скорости приводят к большим потерям энергии, особенно при использовании старых резиновых лент с низким коэффициентом жесткости.

Примечания (2/2)

PHYWE

4. Перед каждым измерением необходимо проверять правильность посадки обоих пластинок на тележках, поскольку они могут соскользнуть из-за резкого торможения.
5. Время от времени, при необходимости, следует переделывать пластилин, чтобы столкновение тележек всегда было как можно более амортизированным.
6. Тележки не движутся полностью без трения, у них есть остаточное трение, и общий импульс уменьшается примерно на 6 %. Еще одной причиной снижения общего импульса после соударения может быть то, что удар не является точно центральным.

Это приводит к тому, что проекции импульса, перпендикулярные направлению траектории не учитываются при оценке. Удар также не является полностью упругим, поэтому кинетическая энергия уменьшается до 25 %.