

Закон инерции (первый закон Ньютона) на демонстрационной дорожке со счетчиком 4-4



Физика

Механика

Энергосбережение и импульс



Уровень сложности



Кол-во учеников



Время подготовки



Время выполнения

средний

2

10 Минут

10 Минут

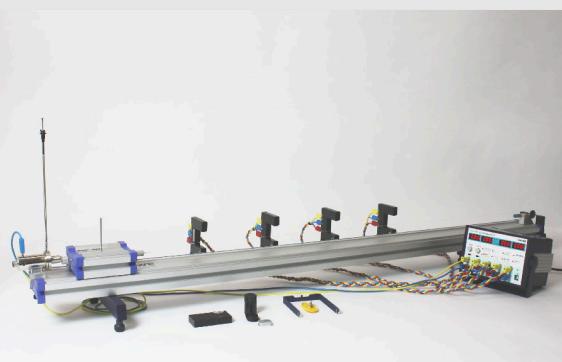
This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/5f68439de5cabf0003972950>

PHYWE

Общая информация

Описание

PHYWE

Экспериментальная установка

Если после ускорения на тело не действует никакая внешняя сила, то оно остается в состоянии равномерного движения. В этом эксперименте следует показать, что при измерении скорости равноускоренной тележки на демонстрационной дорожке ее скорость остается постоянной после завершения процесса ускорения.

Дополнительная информация (1/2)



предварительные
знания



Учащиеся должны быть знакомы с основными характеристиками механического движения, законами Ньютона, а также с классическими уравнениями движения.

Принцип



Формулировка первого закона Ньютона основана на наблюдениях за поведением тел при движении.

Дополнительная информация (2/2)



Цель



Ускоренное тело сохраняет прямолинейное равномерное движение, когда на него больше не действует сила.

Задачи



Определение скорости по измерению времени затенения световых барьеров в разных положениях после ускорения на разных расстояниях.

Инструкции по технике безопасности



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

Материал

Позиция	Материал	Пункт №.	Количество
1	Демонстрационная дорожка трек, алюминиевая, длина 1,5 м	11305-00	1
2	Тележка с малым коэффициентом трения, с сапфирными подвесками	11306-00	1
3	Запирающая пластина для тележки, ширина 100 мм	11308-00	1
4	Гиря для тележки, 400 г	11306-10	1
5	Гиря, 10 г, черная	02205-01	4
6	Гиря, 50 г, черная	02206-01	2
7	Гиря с прорезью, 1 г, сталь	03916-00	20
8	Держатель для груза, серебро/бронза, 1 г	02407-00	1
9	Игла со штекером	11202-06	1
10	Трубка со штекером	11202-05	1
11	Пластилин, 10 брусков	03935-03	1
12	нить	02412-00	1
13	Магнит со штекером	11202-14	1
14	Пусковая система для демонстрационной дорожки	11309-00	1
15	Держатель для светового барьера	11307-00	4
16	Световой барьер, компактный	11207-20	4
17	Запирающий держатель насадка для демонстрационной дорожки	11305-12	1
18	Блок для демонстрационной дорожки	11305-10	1
19	Держатель для блока	11305-11	1
20	Таймер 4-4	13604-99	1
21	Соединительный проводник, 1000 мм, красный	07363-01	4
22	Соединительный проводник, 1000 мм, желтый	07363-02	4
23	Соединительный проводник, 1000 мм, синий	07363-04	4

Теория

PHYWE

Первый закон Ньютона гласит, что если на покоящееся тело не действуют силы, то оно остается в состоянии покоя, а движущиеся тела при отсутствии внешних сил продолжают свое движение.

Если же тело сначала ускоряется под действием силы, а затем действие ускоряющей силы прекращается, то тело будет продолжать двигаться в этом безсиловом состоянии равномерно и прямолинейно (с текущим направлением и скоростью).

PHYWE



Подготовка и выполнение работы

Подготовка (1/6)



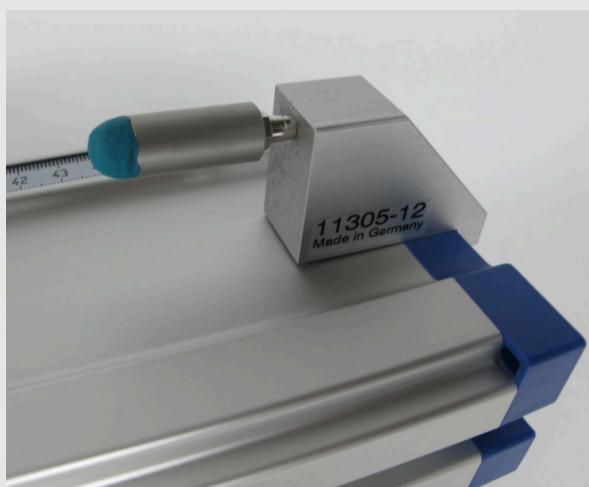
Пусковое устройство для демонстрационной дорожки

1. Демонстрационную дорожку следует установить под углом с помощью регулировочных винтов на ножках для устранения незначительных эффектов трения тележки, чтобы измерительная тележка не начинала просто катиться вправо.

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 пусковой механизм отходил от измерительной тележки при его срабатывании.

Подготовка (2/6)



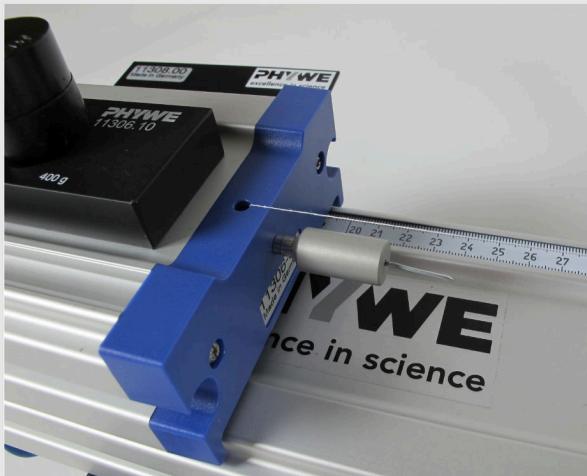
Трубка с пластилином прикрепляется к запирающему держателю-насадке

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

4. Направляющий блок крепится к правому краю дорожки с помощью держателя для блока и вставляется инкрементное колесо.

Подготовка (3/6)

PHYWE



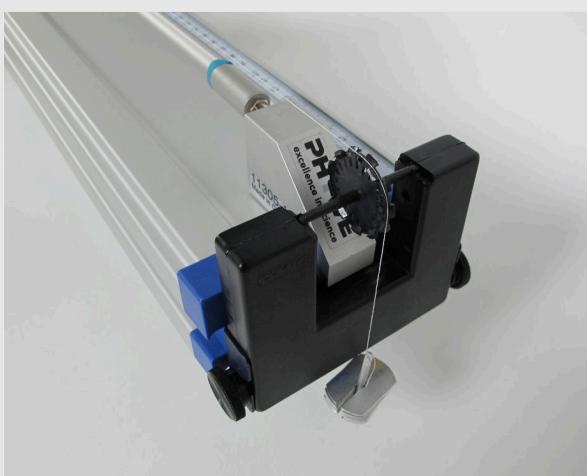
Прикрепление нити к тележке

5. Измерительная тележка снабжена удерживающим магнитом с заглушкой и запирающей пластиной для измерительной тележки ($b = 100$ мм).

6. Начало нити располагают сверху в заднем вертикальном отверстии торцевой крышки тележки и закрепляют, вставляя удерживающий магнит с заглушкой в горизонтальное отверстие.

Подготовка (4/6)

PHYWE

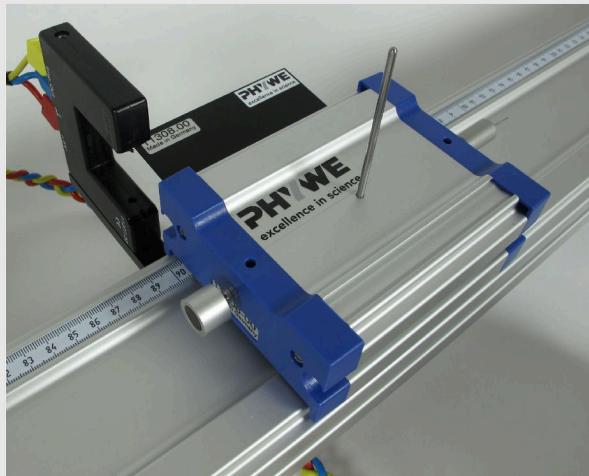


Расположение грузика

7. Нить надевается на инкрементное колесо блока, а конец завязывается на держателе для грузов так, чтобы он свободно свисал прямо под колесом, как показано на рисунке. Держатель для грузов и 5–20 грузиков с прорезями (по 1 г каждый) на нем служат постоянной ускоряющей силой. Важно следить за тем, чтобы нить проходила параллельно дорожке.

8. Масса тележки может быть изменена с помощью грузиков, окрашенных в черный цвет.

Подготовка (5/6)



Прерывание сигнала во время прохождения
запирающей пластины

9. Во время эксперимента держатель груза должен находиться на разной высоте до того, как он коснется пола, чтобы сократить расстояние ускорения.

Для этого пригответьте различные предметы из вашего окружения, которые можно разместить на полу под держателем груза.

10. Четыре вилочных световых барьера устанавливаются с помощью специальных держателей для световых барьеров на проезжей части демонстрационной дорожки и равномерно распределяются по измерительному участку.

Убедитесь, что все световые барьеры могут быть пройдены запирающей пластиной движущейся тележки, прежде чем держатель груза коснется пола.

Подготовка (6/6)



Подключение световых барьеров и
пускового устройства

11. Подключите четыре вилочных барьера последовательно слева направо к гнездам в полях "1" - "4" таймера, как показано на рисунке.

Желтые гнезда световых барьеров подключаются к желтым гнездам измерительного прибора, красные гнезда - к красным, а синие гнезда световых барьеров - к белым гнездам таймера.

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

Выполнение работы (1/3)



1. Тележка должна разогнаться под действием силы тяжести, а затем совершить равномерное движение, которое фиксируется вилочными световыми барьерами. Поместите предмет под держатель груза таким образом, чтобы он зацепился, как только измерительная тележка окажется прямо перед входом в световую дорожку первого светового барьера.

Расстояние ускорения Δs соответствует расстоянию, которое тележка преодолевает от начала движения до установки держателя груза. При необходимости измените положение светового барьера.

2. Измерительная тележка освобождается пусковым устройством (стартером) и испытывает постоянное ускорение до тех пор, пока держателя грузов не коснется стола. Затем она продолжает катиться с постоянной скоростью.

Выполнение работы (2/3)



3. Для определения мгновенной скорости тележки при прохождении соответствующих световых барьеров, измерение времени затенения $\Delta t_1 \dots \Delta t_4$ выполняется в рабочем режиме 1 ().

4. Время измерения определяется для 3 - 5 измерений. Перед каждым выполнением необходимо нажать кнопку "Сброс".

Выполнение работы (3/3)



5. Расстояние ускорения тележки изменяется путем изменения высоты держателя груза с другим предметом, помещенным под ним.

Как описано выше, также адаптируется положение первого светового барьера и, если необходимо, следующих световых барьеров в случае более длинных дистанций ускорения. Затем проводится вторая серия измерений.

Этот шаг можно повторить для других расстояний ускорения.

Оценка (1/4)



Наблюдение

При увеличении расстояний ускорения Δs выяснилось, что время затенения Δt_i становится все короче и короче из-за более длительного ускорения тележки.

После установки держателя грузов тележка продолжает движение с постоянной скоростью, поскольку все промежутки времени затенения Δt_i примерно одинаковые.

Оценка (2/4)

PHYWE

Пример измерения

$\Delta s, \text{м}$	$\Delta t_1, \text{с}$	$\Delta t_2, \text{с}$	$\Delta t_3, \text{с}$	$\Delta t_4, \text{с}$
0,555	0,229	0,231	0,233	0,232
0,555	0,231	0,234	0,237	0,238
0,555	0,233	0,235	0,238	0,24
0,555	0,233	0,236	0,239	0,24
0,555	0,232	0,235	0,237	0,238
0,425	0,261	0,266	0,274	0,288
0,425	0,261	0,264	0,267	0,267
0,425	0,264	0,27	0,273	0,276
0,425	0,262	0,266	0,271	0,273
0,425	0,265	0,269	0,272	0,272
0,2	0,395	0,404	0,415	0,426
0,2	0,395	0,403	0,413	0,421
0,2	0,4	0,416	0,435	0,457
0,2	0,399	0,415	0,433	0,452
0,2	0,398	0,413	0,432	0,454

Оценка (3/4)

PHYWE

Пример средних значений

$\Delta s, \text{м}$	$\Delta t_{1m}, \text{с}$	$v_{1m}, \text{м/с}$	$\Delta t_{2m}, \text{с}$	$v_{2m}, \text{м/с}$	$\Delta t_{3m}, \text{с}$	$v_{3m}, \text{м/с}$	$\Delta t_{4m}, \text{с}$	$v_{4m}, \text{м/с}$
0,555	0,232	0,432	0,234	0,427	0,237	0,422	0,238	0,421
0,425	0,263	0,381	0,267	0,375	0,271	0,368	0,275	0,363
0,2	0,397	0,252	0,41	0,244	0,426	0,235	0,442	0,226

Оценка (4/4)



1. Средние значения $\Delta t_{1m} \dots \Delta t_{4m}$ должны быть определены по пяти измерениям $\Delta t_1 \dots \Delta t_4$
2. Время затенения используется для расчета скорости $v_{im} = b/t_{im}$, где $b=0.1\text{ м}$ - длина запирающей пластины тележки
3. В предыдущих таблицах приведен пример измерения. Сравнивая скорости на каждом световом барьере, можно увидеть, что тележка сохраняет достигнутую скорость в пределах точности измерения после завершения процесса ускорения. Чтобы изменить состояние движения тела, на него должна действовать сила. Если на него не действует никакая внешняя сила, то он остается в состоянии покоя или прямолинейного равномерного движения.

Примечания



Маленький столик на штативе

1. Регулируемый по высоте столик, как показано на рисунке, особенно подходит для подхвата держателя груза. Для этого используйте элементы, перечисленные в списке материалов, и закрепите длинный штативный стержень в основание штатива, а затем с помощью двух двойных муфт и короткого штативного стержня закрепите маленький столик.
2. Эксперимент можно проводить с разными тележками и массой грузиков.
3. Чтобы уменьшить расстояние между держателем грузов и инкрементальным колесом, длину нити можно уменьшить, повернув иглу с заглушкой несколько раз и, таким образом, намотать нить.