

Закон Ньютона: зависимость ускорения от массы с 2-1 таймером



Физика

Механика

Энергосбережение и импульс



Уровень сложности

тяжелый



Кол-во учеников

2



Время подготовки

10 Минут



Время выполнения

20 Минут

This content can also be found online at:

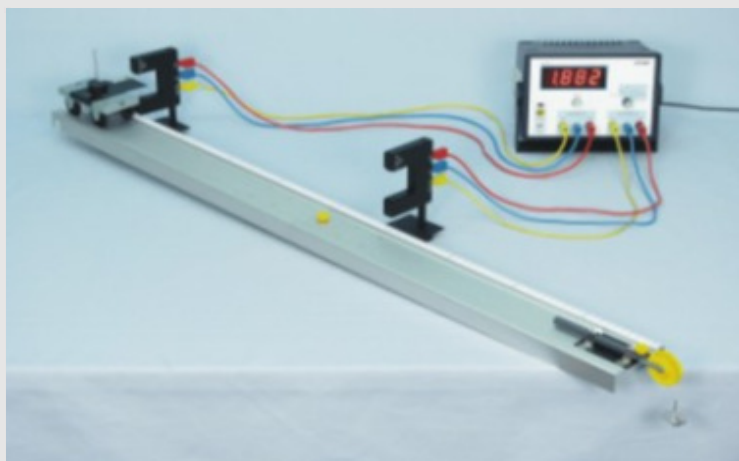
<http://localhost:1337/c/5f4208a4ec7b8f0003d0eaf0>

PHYWE

Информация для учителей

Описание

PHYWE



Экспериментальная установка

Уравнение движения Ньютона, также известное как второй закон Ньютона, является основным уравнением динамики. С помощью этого уравнения можно полностью описать состояние механической системы в пространстве и времени.

В нем говорится, что сила F , действующая на тело, равна произведению массы тела m на сообщаемое этой силой ускорение a :

$$F = m \cdot a$$

Данный закон применим там, где силы F действуют на тела с массой m .

Дополнительная информация для учителей (1/2)

PHYWE

предварительные
знания

Принцип



Учащиеся должны быть знакомы с понятиями "ускорение", "сила" и "скорость" и уметь математически определять наклон прямой и ее числовое значение.

В этом эксперименте движущаяся по наклонной дорожке под действием силы гравитации тележка равномерно ускоряется.

Значение возникающего ускорения a тележки массой m , движущейся под действием силы F , можно вычислить по второму закону Ньютона:

$$a = F/m$$

Дополнительная информация для учителей (2/2)

PHYWE

Цель



Задачи



В этом эксперименте ученики должны экспериментально проверить упрощенную формулу 2-й закона Ньютона - $F = m \cdot a$.

1. Учащиеся рассматривают движение тележки переменной массы m по дорожке длиной $s = 50$ см и измеряют время движения t . Во время эксперимента ученики постепенно увеличивают общую массу (масса тележки + масса груза m_z) с 65 г до 185 г, каждый раз измеряя время движения.
2. Затем они оценивают измеренные данные и получают линейную зависимость между ускорением и массой тела, из которой они определяют наклон графика движения и его числовое значение.

Инструкции по технике безопасности

PHYWE



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

Общие примечания

Для регулировки наклона дорожки (для компенсации трения) в этом эксперименте можно добавить второй световой барьер: для этого толкните тележку и измерьте время затенения обоих световых барьеров. Затем сравните оба измеренных значения (время затенения) и при необходимости отрегулируйте наклон дорожки.

PHYWE



Информация для студентов

Мотивация

PHYWE



Запуск ракеты-носителя

Уравнение движения Ньютона, также известное как второй закон Ньютона, является основным уравнением динамики. С помощью этого уравнения можно полностью описать состояние механической системы в пространстве и времени.

В нем говорится, что сила F , действующая на тело, равна произведению массы тела m на сообщаемое этой силой ускорение a . Если, например, должна быть запущена ракета, то её двигатель должен генерировать такую большую силу, чтобы постоянно и многократно преодолевать ускорение свободного падения.

В этом эксперименте Вы экспериментально получите уравнение второго закона Ньютона: $F = m \cdot a$.

Задачи

PHYWE



1. Пусть экспериментальная тележка движется по дорожке под действием постоянной силы, но с переменной общей массой. Измерьте время t , необходимое тележке для прохождения расстояния s .
2. Оцените измеренные данные с помощью диаграммы, в которой ускорение a тележки изображено как функция обратной величины ускоренной массы $1/m$. Определите наклон k полученной прямой и его числовое значение.

Материал

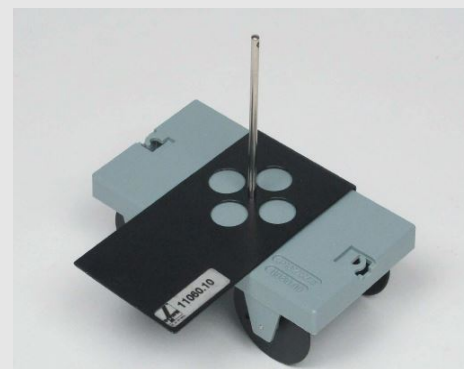
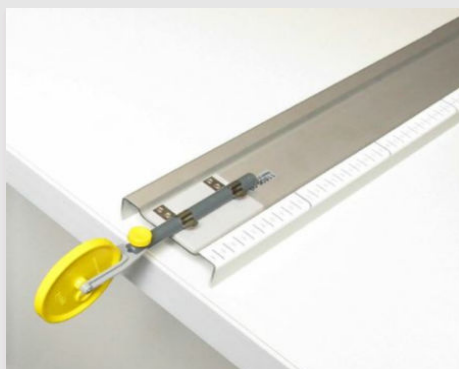
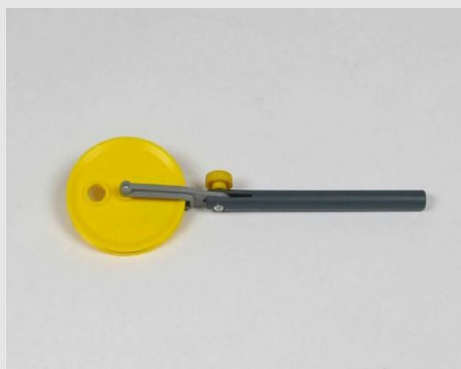
Позиция	Материал	Пункт No.	Количество
1	Тележка для измерений и экспериментов	11060-00	1
2	Затвор для тележки	11060-10	1
3	Крепежный болт	03949-00	1
4	нить	02412-00	1
5	Держатель для груза, серебро/бронза, 1 г	02407-00	1
6	Гиря с прорезью, 1 г, сталь	03916-00	4
7	Гиря, 10 г, черная	02205-01	4
8	Гиря, 50 г, черная	02206-01	3
9	Блок, подвижный, d=40 мм, с крюком	03970-00	1
10	Стержень для блока	02263-00	1
11	Таймер 2-1	13607-99	1
12	Световой барьер, компактный	11207-20	2
13	Переходник для светового барьера компактного	11207-22	2
14	Соединительный проводник, 1000 мм, красный	07363-01	2
15	Соединительный проводник, 1000 мм, желтый	07363-02	2
16	Соединительный проводник, 1000 мм, синий	07363-04	2
17	Дорожка, l=900 мм	11606-00	1

Подготовка (1/5)

PHYWE

Подсоедините шкив (подвижный блок) к держателю, а затем осторожно вставьте держатель под зажимы на конце дорожки. Для этого слегка приподнимите пальцами фиксирующие зажимы. Расположите дорожку в конце стола так, чтобы блок мог свободно вращаться.

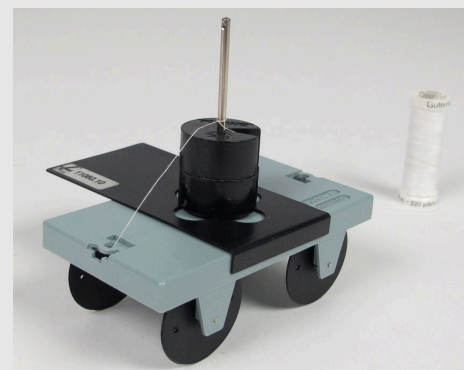
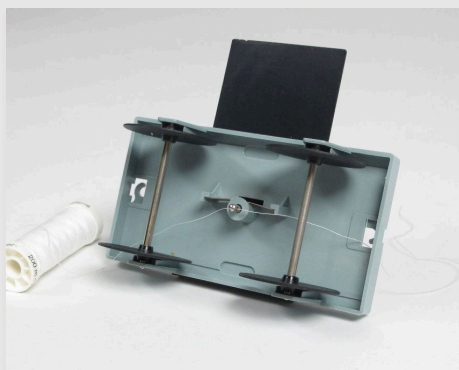
Возьмите тележку и прикрепите к ней крепежный болт и затвор.



Подготовка (2/5)

PHYWE

Наклоните дорожку так, чтобы тележка от небольшого толчка продолжала катиться с максимально постоянной скоростью. Для этого установите регулировочный винт на другом конце дорожки в положение прорези грузов и используйте его для регулировки угла наклона. Затем проведите конец нити через отверстие крепежного болта в нижней части тележки, направьте её через нижнюю часть к верхней части тележки и завяжите узлом к крепежному болту.



Подготовка (3/5)

PHYWE



Привяжите конец нити к держателю для грузиков.

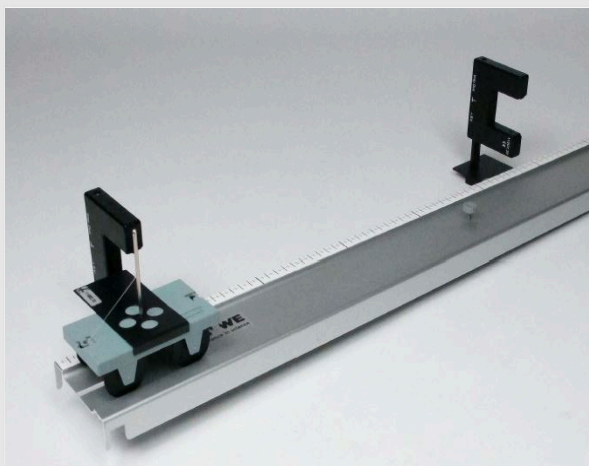
Привяжите другой конец нити узлом к держателю для грузов массой 1 г и выберите длину нити так, чтобы держатель касался пола только после того, как тележка пройдет световой барьер, расположенный внизу.

На держатель для грузов можно поместить в общей сложности четыре груза с прорезью массой 1 г (общая масса при максимально нагрузке составляет 5 г).

Теперь поместите нить, соединяющую тележку с держателем для грузов, на подвижный блок. Нить должна проходить над осью тележки и параллельно направляющей дорожки.

Подготовка (4/5)

PHYWE



Соедините пластины переходников со световыми барьерами

Присоедините пластины переходников (при необходимости каждый фиксирующим болтом) к световым барьерам так, чтобы их можно было установить рядом с дорожкой, а панель затвора на тележке могла проходить сквозь световые барьеры, не задевая их.

Установите первый световой барьер на отметке примерно 8,2 см на измерительной ленте, прикрепленной к верхнему концу дорожки, а затем второй световой барьер на расстоянии 50 см от первого. При трогании с места тележка должна располагаться на одном уровне с дорожкой, не прерывая первый световой барьер. При необходимости откорректируйте положение световых барьеров.

Подготовка (5/5)

PHYWE



Подключение световых барьеров к таймеру

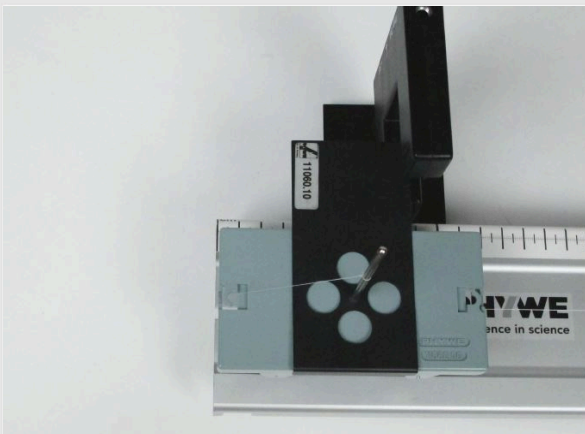
Подключите оба световых барьера к таймеру.

Установите ползунковый переключатель на таймере над окном «Пуск» вправо.

Установите поворотный переключатель на таймере в третье положение слева, таймер будет отображать время, прошедшее между прерыванием первого и второго световых барьеров.

Выполнение работы (1/2)

PHYWE

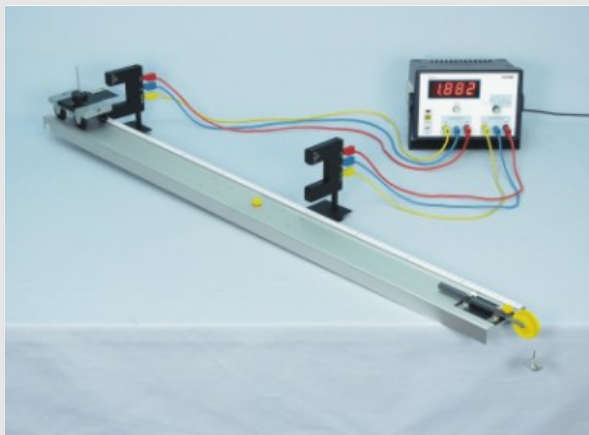


Тележка на верхнем конце дорожки

- Поставьте тележку на верхний конец дорожки. Край тележки должен заканчиваться так, чтобы конец дорожки был виден сверху.
- Убедитесь, что световой барьер еще не прерван.
- Проверьте, действительно ли нить проходит через подвижный блок и может ли он свободно вращаться.
- Перед каждым измерением нажимайте кнопку "Сброс" на таймере 2-1.
- Теперь отпустите тележку и, не натываясь на световые барьеры, поймите ее за вторым световым барьером.

Выполнение работы (2/2)

PHYWE



Экспериментальная установка с тележкой в верхней части дорожки

- Измерьте время движения t и запишите значения в таблицу 1 Протокола.
- С помощью грузиков с прорезью массой 10 г и 50 г последовательно увеличивайте общую массу тележки m (масса тележки + масса груза), начиная с массы пустой тележки - 65 г до 85 г, 115 г, 135 г, 165 г, 185 г.
- Перед каждым запуском проверяйте, проходит ли нить через блок, и убедитесь, что первый (пусковой) световой барьер прерывается только после того, как Вы отпустили тележку.

PHYWE

Протокол

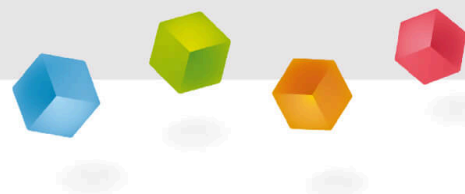


Таблица 1

PHYWE

Запишите измеренное время движения t и его квадратичное значения t^2 в таблицу.

Вычислите оба значения обратной массы $1/m$, а также ускорение a тележки. Для последнего столбика используйте формулу ускорения при равномерноускоренном движении $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$:

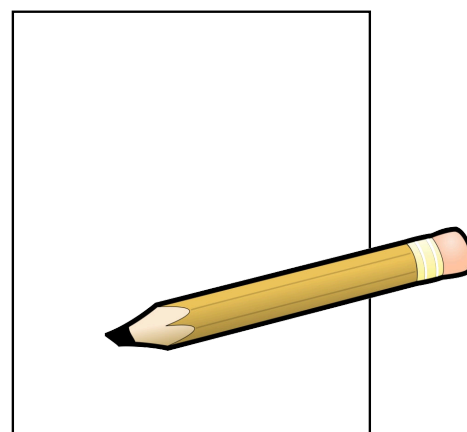
$$a = \frac{2 \cdot s}{t^2}$$

m [г]	t [с]	t^2 [с ²]	$1/m$ [1/кг]	a [м/с ²]
65				
85				
115				
135				
165				
185				

Задача 1

PHYWE

Теперь возьмите лист бумаги и постройте на нем график движения. На этой диаграмме отобразите ускорение a (y -ось) в зависимости от величины обратной массы $1/m$ (x -ось).



Задача 2

PHYWE

На графике показано ускорение a в зависимости от обратного значения массы тела $1/m$.
Какие утверждения верно описывают данный график?

- ☐ Ускорение и обратная величина массы пропорциональны друг другу.
- ☐ Ускорение пропорционально массе тела.
- ☐ Чем больше масса тела, тем больше ускорение.
- ☐ Чем меньше масса тела, тем больше ускорение.
- ☐ При (теоретически) бесконечной массе тела ускорение будет равно нулю.

✓ Проверить

Задача 3

PHYWE



Экспериментальная установка

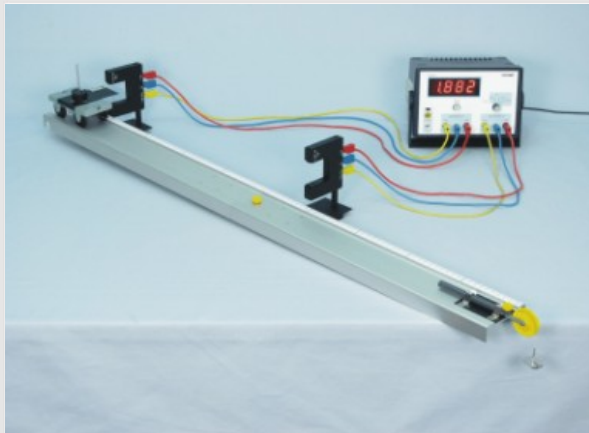
Определите наклон прямой линии k на диаграмме и определите его числовое значение.

$k =$

--	--

Задача 4

PHYWE



Экспериментальная установка

Определите наклон прямой линии k из диаграммы и выберите правильную единицу измерения!

☐ $[k] = \text{кг}$

☐ $[k] = \text{кг} \cdot \text{м}/\text{с}^2 = \text{Н}$

☐ $[k] = \text{Н}/\text{м}^2 = \text{Па}$

☐ $[k] = \text{кг} \cdot \text{м}^2/\text{с}^2 = \text{Нм}$

☒ Проверить

Задача 5

PHYWE



Экспериментальная установка

Сравните вычисленный наклон k с силой тяжести $F = 5\text{г} \cdot 9,81\text{м}/\text{с}^2 = 0,049\text{Н}$.

Что Вы можете сказать?

☐ $k \gg F$

☐ $k = F$

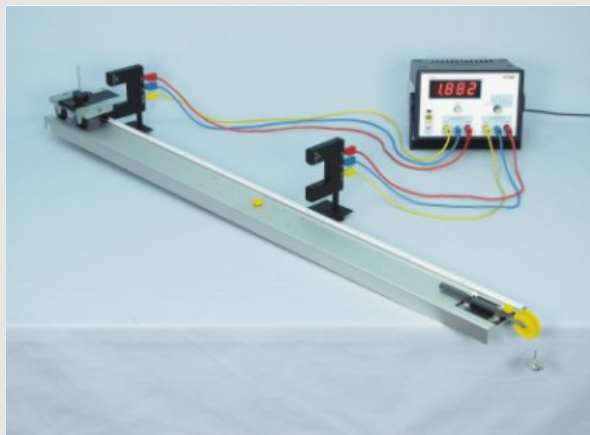
☐ $k \ll F$

☐ $k = 2 \cdot F$

☒ Проверить

Задача 6

PHYWE



Экспериментальная установка

Какое из следующих уравнений получается из диаграммы с найденным коэффициентом пропорциональности k (наклоном) и понимания предыдущего вопроса?

☐ $F = m/a$

☐ $F = m \cdot a$

☐ $F = m \cdot a^2$

☒ Проверить

Слайд

Оценка / Всего

Слайд 20: отношения между $\backslash(a\backslash)$ и $\backslash(1/m\backslash)$

0/3

Слайд 22: единица измерения $\backslash(k\backslash)$

0/1

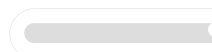
Слайд 23: поселение $\backslash(k\backslash)$ и $\backslash(F\backslash)$

0/1

Слайд 24: Уравнение

0/1

Общая сумма

 0/6 Решения Повторить Экспортируемый текст