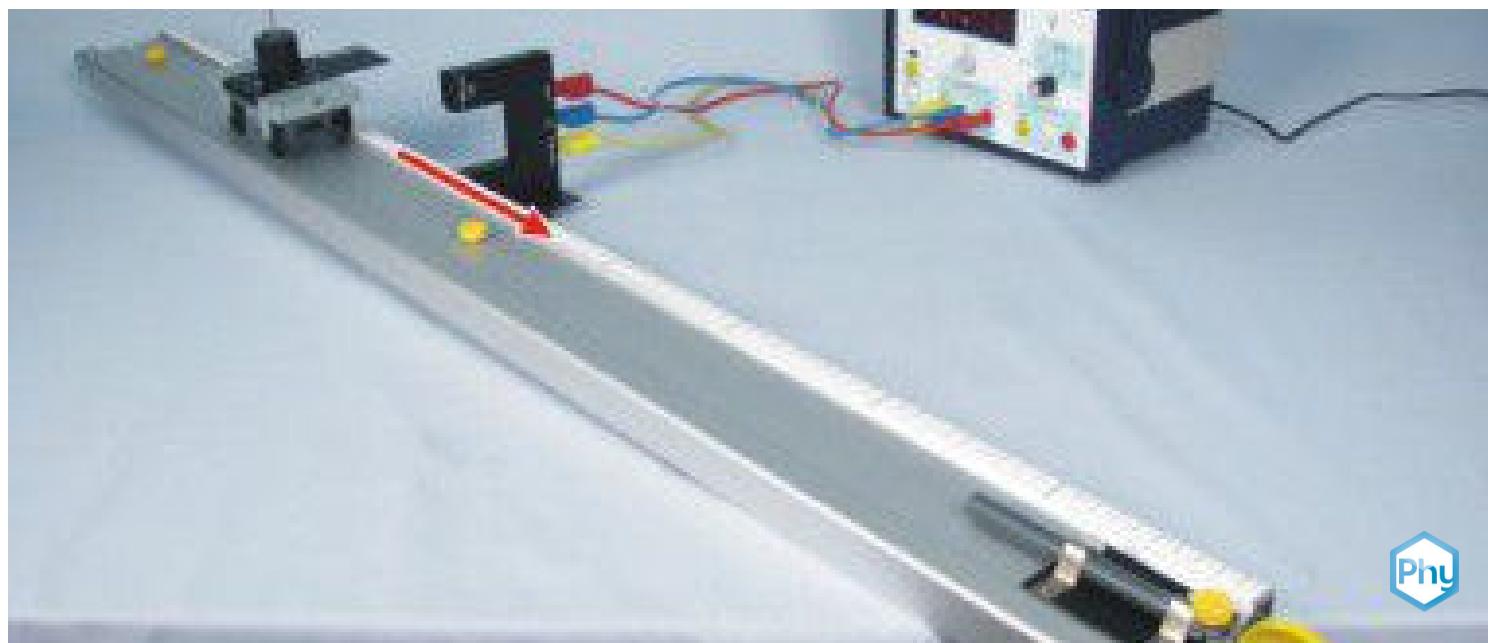


# Закон Ньютона: зависимость ускорения от массы с 2-1 таймером



Физика

Механика

Энергосбережение и импульс



Уровень сложности



Кол-во учеников



Время подготовки



Время выполнения

тяжелый

2

10 Минут

20 Минут

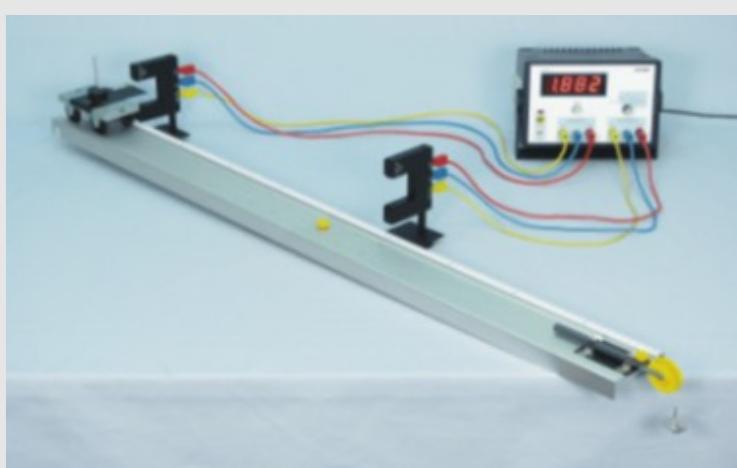
This content can also be found online at:

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



## Информация для учителей

### Описание



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)

### 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 движущая 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)

### 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



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 барьера: 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



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



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

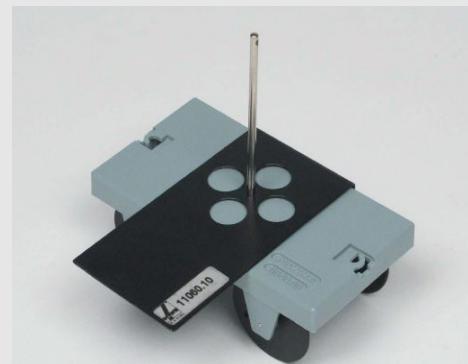
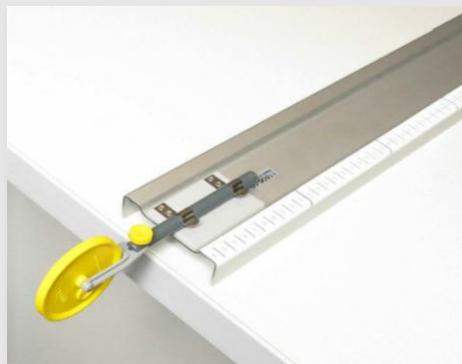
Позиция	Материал	Пункт №.	Количество
1	Тележка для измерений и экспериментов	11060-00	1
2	Затвор для тележки	11060-10	1
3	Крепежный болт	03949-00	1
4	нить	02412-00	1
5	Держатель для груза, серебро/бронза, 1 г	02407-00	1
6	Гиря с прорезью, 1 г, сталь	03916-00	4
7	Гиря, 10 г, черная	02205-01	4
8	Гиря, 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)



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.

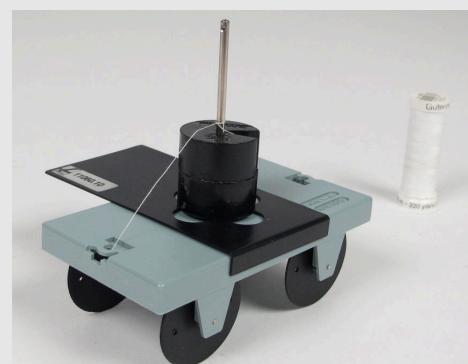
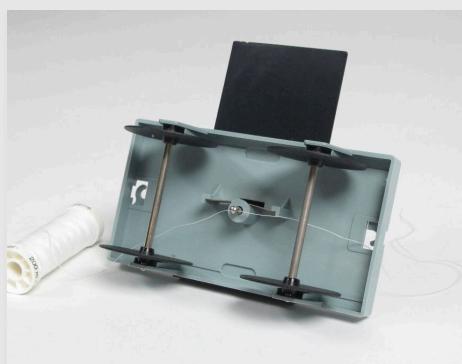
Возьмите тележку и прикрепите к ней крепежный болт и затвор.



## Подготовка (2/5)



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)



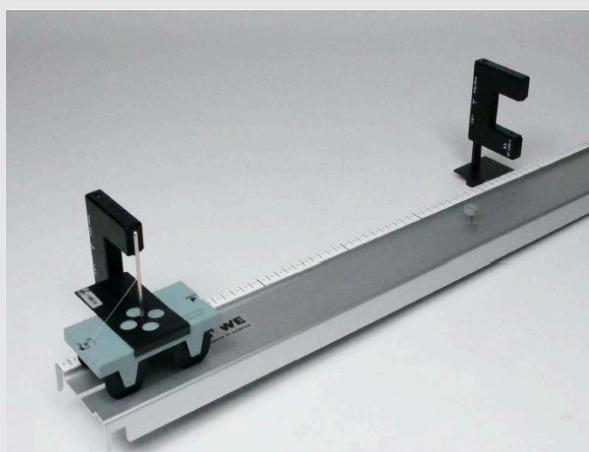
Привяжите конец нити к держателю для грузиков.

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)



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)



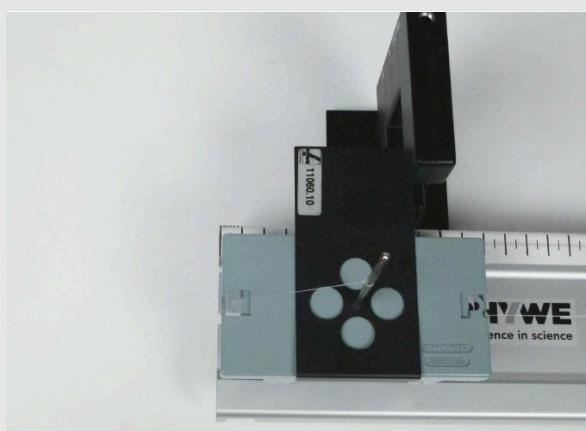
Подключение световых барьеров к таймеру

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.

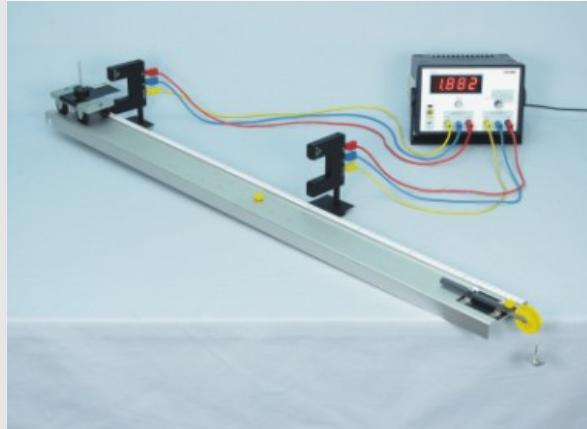
## Выполнение работы (1/2)



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 натыкаясь на световые барьеры, поймайте ее за вторым световым барьером.

## Выполнение работы (2/2)



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.



## Протокол

## Таблица 1

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

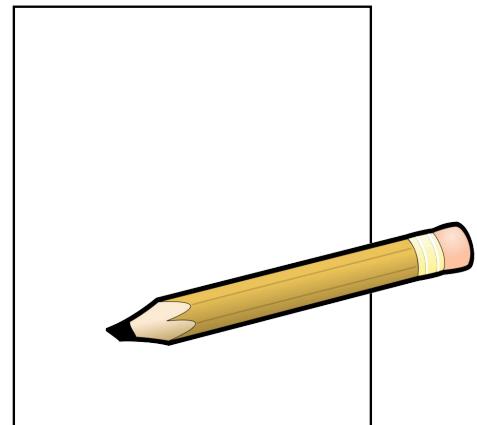
Вычислите оба значения обратной массы  $1/m$ , а также ускорение  $a$  тележки. Для последнего столбика используйте формулу ускорения при равномерноускоренном движении  $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$ :

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

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

## Задача 1

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



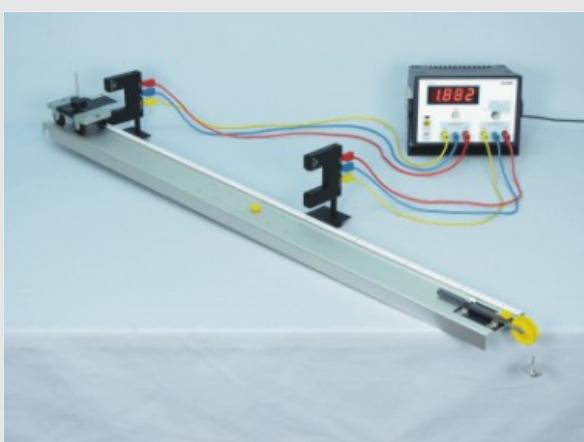
## Задача 2

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



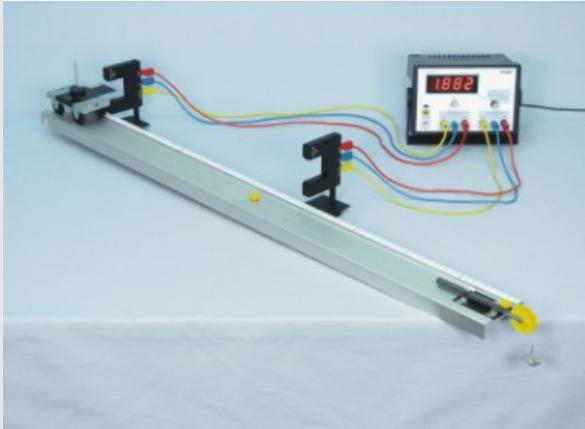
Экспериментальная установка

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

$k =$

--	--

## Задача 4



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



Экспериментальная установка

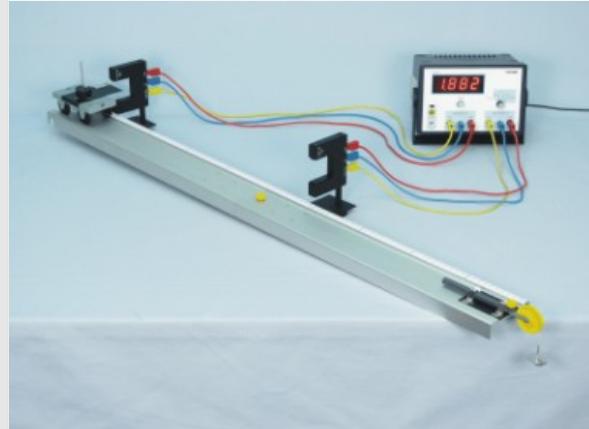
Сравните вычисленный наклон  $k$  с силой тяжести  $F = 5\text{г} \cdot 9,81\text{м}/\text{с}^2 = 0,049\text{Н}$ .

Что Вы можете сказать?

- $k \gg F$
- $k = F$
- $k \ll F$
- $k = 2 \cdot F$

Проверить

## Задача 6



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  $(a)$  и  $(1/m)$ 

0/3

Слайд 22: единица измерения  $(k)$ 

0/1

Слайд 23: поселение  $(k)$  и  $(F)$ 

0/1

Слайд 24: Уравнение

0/1

Общая сумма

0/6

Решения

Повторить

Экспортируемый текст