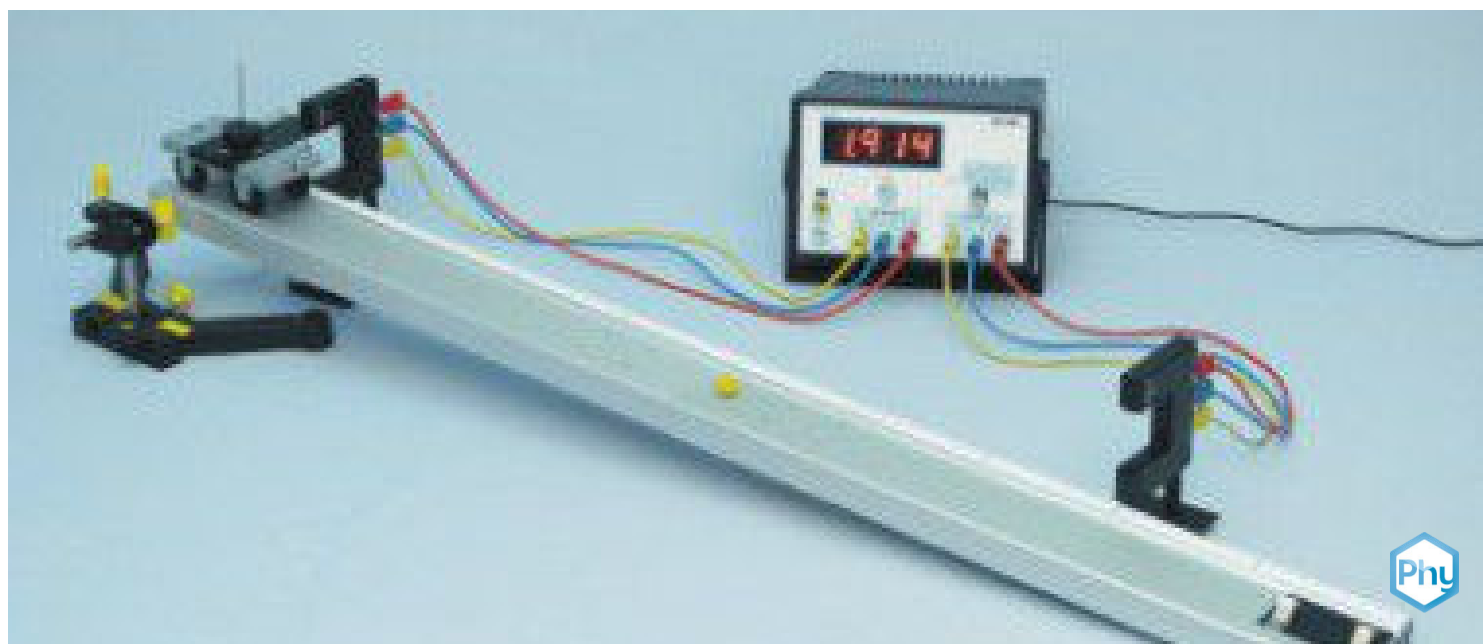


# Законы равноускоренного движения с 2-1 таймером



Физика

Механика

Динамика и движение



Уровень сложности

тяжелый



Кол-во учеников

2



Время подготовки

10 Минут



Время выполнения

30 Минут

This content can also be found online at:

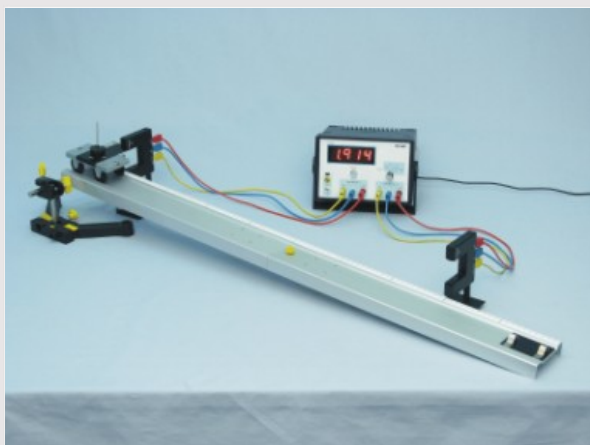
<http://localhost:1337/c/5f43b00b73f9e40003d16214>

PHYWE

## Информация для учителей

### Описание

PHYWE



Экспериментальная установка

В повседневной жизни мы сталкиваемся с ускоренным движением везде, где изменяется скорость.

Один из примеров - движущиеся автомобили, которые тормозят перед светофором и снова ускоряются, когда загорается зеленый свет.

Каждому, кто хоть раз летал на самолете, знакомо ощущение мощного ускорения при взлете.

При запуске ракеты космонавты испытывают еще более сильное ускорение, которое должно во много раз превышать ускорение свободного падения, чтобы иметь возможность покинуть Землю.

## Дополнительная информация для учителей (1/2)

PHYWE

### предварительные знания



### Принцип



Ученики должны знать, как вычислить скорость и научиться строить и анализировать диаграммы расстояние-время и диаграммы скорость-время.

Пусть тележка движется равноускоренно по наклонной плоскости под действием постоянной силы, обусловленной гравитационным полем Земли. Ускорение  $a$  определяется как производная времени от скорости  $v$  что, в свою очередь, определяет производную перемещения  $s$  по времени.

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2s}{dt^2}$$

## Дополнительная информация для учителей (2/2)

PHYWE

### Цель



### Задачи



В этом эксперименте учащиеся должны исследовать ускорение на примере равноускоренного движения и научиться записывать законы движения в виде диаграмм, а также вычислять ускорение по диаграмме "скорость-время".

1. Учащиеся изучают движение тележки по наклонной плоскости и измеряют время движения тележки на разных расстояниях.
2. Затем они измеряют время затенения второго светового барьера для различных конечных точек дорожки и вычисляют мгновенные скорости.

## Инструкции по технике безопасности

PHYWE



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

PHYWE



## Информация для студентов

## Мотивация

PHYWE



Запуск космического шаттла

Вы уже знаете, как измерить и вычислить скорость, а также знакомы с понятием "ускорение", по крайней мере, из повседневного языка.

Вам, наверное, знакомо ощущение сильного ускорения при посещении аттракционов парка развлечений или при взлете пассажирского самолета. Но торможение также представляет собой ускорение: ускорение при запуске ракеты может даже многократно превышать ускорение гравитации.

В этом эксперименте Вы изучите движение тележки по наклонной плоскости и научитесь количественно измерять ускорение тела.

## Задачи

PHYWE



1. Изучите движение тележки по наклонной плоскости и измерьте время движения на разных расстояниях.
2. Измерьте время затенения светового барьера в конце движения и используйте ширину панели затвора для вычисления мгновенной скорости тележки!

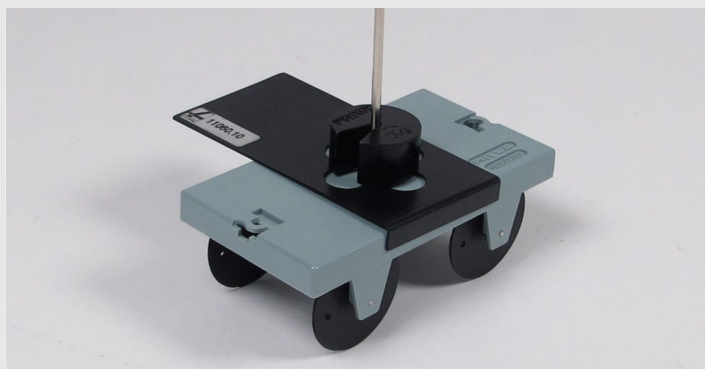
## Материал

| 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       | Гиря, 50 г, черная                                    | 02206-01  | 1          |
| 5       | Основа штатива, PHYWE                                 | 02001-00  | 1          |
| 6       | Штативный стержень, нерж. ст., с отверстием, l=100 мм | 02036-01  | 1          |
| 7       | Штативный стержень, нерж. ст., l=250 мм, d = 10 mm    | 02031-00  | 1          |
| 8       | Двойная муфта                                         | 02043-00  | 1          |
| 9       | Таймер 2-1                                            | 13607-99  | 1          |
| 10      | Световой барьер, компактный                           | 11207-20  | 2          |
| 11      | Соединительный проводник, 1000 мм, красный            | 07363-01  | 2          |
| 12      | Соединительный проводник, 1000 мм, желтый             | 07363-02  | 2          |
| 13      | Соединительный проводник, 1000 мм, синий              | 07363-04  | 2          |
| 14      | Дорожка, l=900 мм                                     | 11606-00  | 1          |

## Подготовка (1/4)

PHYWE

Возьмите тележку, прикрепите к ней крепежный болт и наденьте на него сверху затвор и грузик массой 50 г. Вставьте короткий штативный стержень в основание штатива, а затем с помощью двойной муфты закрепите крест-накрест к нему более длинный штативный стержень и поместите на него соответствующий конец дорожки.



## Подготовка (2/4)

PHYWE

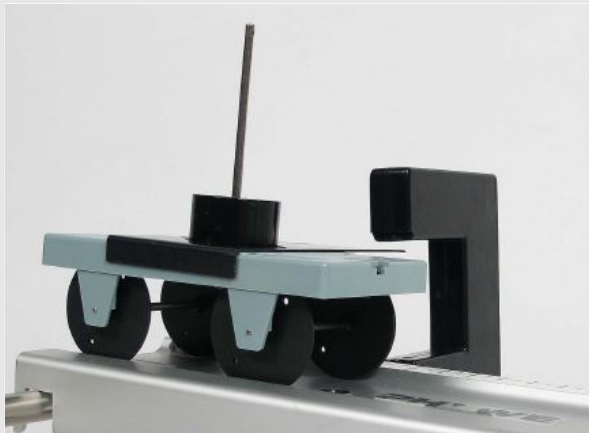
Закрепите два световых барьера с помощью двух распорных болтов к пластинам переходников таким образом, чтобы световые барьеры можно было легко разместить в верхней части дорожки.



Присоедините световой барьер к пластине переходника.

## Подготовка (3/4)

PHYWE



Установите световой барьер

Установите первый световой барьер на отметке 8,2 см измерительной шкалы, прикрепленной к дорожке (в качестве ориентира используйте середину светового барьера). Если тележка находится на верхнем конце дорожки, то световой барьер не должен прерываться. При необходимости откорректируйте положение светового барьера соответствующим образом.

Теперь откорректируйте наклон дорожки с помощью двойной муфты так, чтобы панель затвора тележки могла легко проезжать под верхним краем светового барьера, не задевая его.

Расположите второй световой барьер на  $\Delta s = 10$  см ниже первого. Измерительная тележка должна при этом скатываться вниз, не натываясь на него.

## Подготовка (4/4)

PHYWE



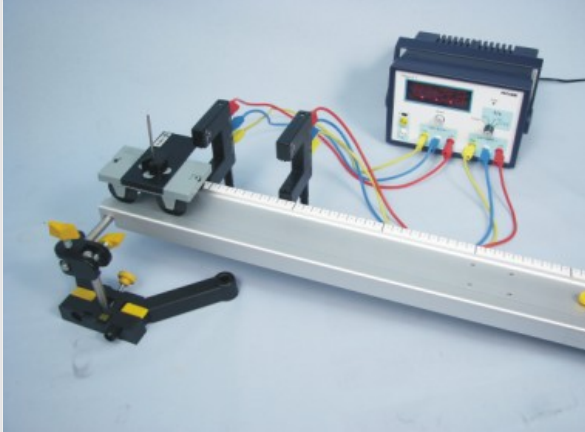
Подключение световых барьеров к таймеру

Подсоедините оба световых барьера к таймеру и установите переключатель на устройстве над полем с надписью "Старт" в правильное положение.

Установите поворотный переключатель в третье положение слева. После этого на табло отобразится время, прошедшее между прерыванием первого и второго светового барьера.

## Выполнение работы (1/4)

PHYWE

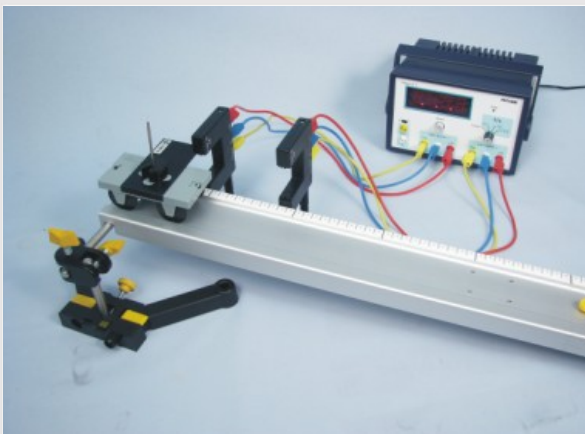


Экспериментальная установка

- Поставьте тележку на верхний конец дорожки. Тележка должна располагаться так, чтобы сверху был виден конец дорожки. Убедитесь, что световой барьер еще не прерван.
- Теперь нажмите кнопку "Сброс" на таймере 2-1 и отпустите тележку, не толкая её, а затем поймайте её после прохождения второго светового барьера.
- Запишите измеренное значение времени движения  $\Delta t$  на расстоянии  $\Delta s = 10 \text{ см}$  в таблицу 1 Протокола.

## Выполнение работы (2/4)

PHYWE

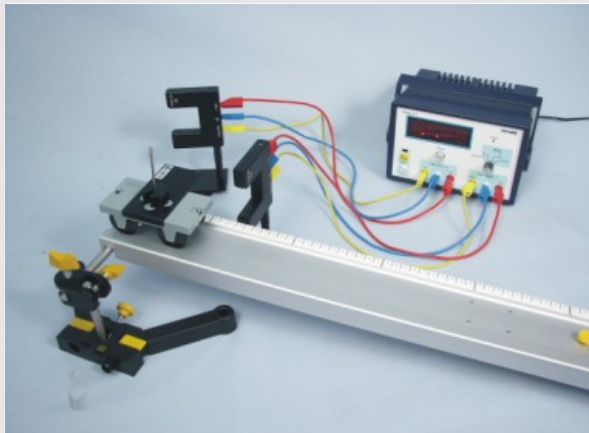


Экспериментальная установка

- Повторите измерение, изменяя расстояние между световыми барьерами: 20 см, 30 см, 40 см, 50 см, 60 см, 70 см. Положение первого светового барьера при этом остается неизменным.
- Перед каждым запуском проверьте, может ли панель затвора пройти через второй световой барьер, не ударившись о него, и при необходимости снимите распорный болт.
- Убедитесь также перед каждым запуском тележки, что первый световой барьер прерывается только после того, как тележка будет отпущена.
- Обратите внимание на все измеренные значения, приведенные в таблице 1.

## Выполнение работы (3/4)

PHYWE

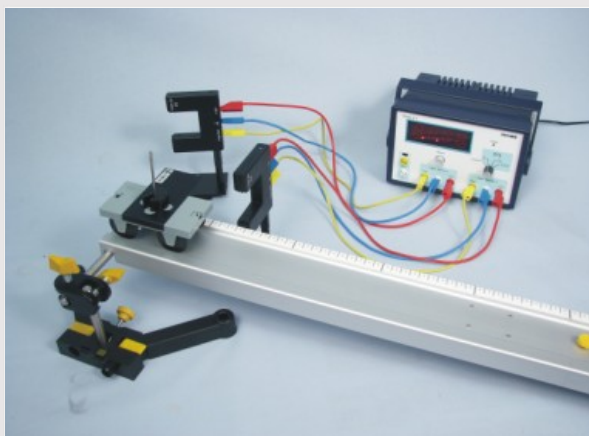


Отодвиньте первый световой барьер

- Отодвиньте первый световой барьер достаточно далеко от дорожки, чтобы он больше не прерывался панелью затвора.
- Установите поворотный переключатель таймера 2-1 во второе положение слева. Таймер отобразит время затенения - промежуток времени, в течение которого световой барьер прерывается панелью затвора на тележке.
- Теперь поместите второй световой барьер на отметке шкалы - 2,5 см (половина ширины затвора) там, где она находилась в начале первой серии измерений. Это делается для того, чтобы уменьшить погрешность измерения, возникающую при измерении времени прохождения на переднем крае панели затвора в первой части эксперимента, но теперь скорость усредняется по ширине затвора.

## Выполнение работы (4/4)

PHYWE



Отодвиньте первый световой барьер от дорожки

- Измерьте время  $t$ , необходимое затвору шириной  $b = 5 \text{ см}$ , чтобы пройти световой барьер, если расстояние составляет  $\Delta s = 10 \text{ см}$  (при настройке положения светового барьера, описанной выше).
- Повторите эксперимент для определения положения светового барьера, на котором находился второй световой барьер в ходе первой серии измерений, но не забудьте увеличить расстояние на 2,5 см.
- Еще раз запишите все результаты измерений в Таблицу 1.

PHYWE



# Протокол

## Таблица 1

PHYWE

Введите время движения  $\Delta t$  из первой части эксперимента во второй столбец, вычислите их квадраты  $\Delta t^2$  и запишите значения в таблицу.

Запишите время затенения  $t$  из второй части эксперимента в четвертый столбец. Рассчитайте по ширине затвора  $b = 5 \text{ см}$  и времени затенения  $t$  приблизительные мгновенные скорости  $v_m = b/t$  и введите их значения в последний столбец.

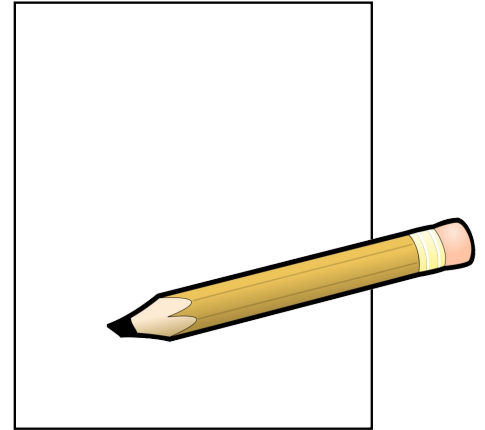
| $\Delta s$ [см] | $\Delta t$ [с] | $\Delta t^2$ [с <sup>2</sup> ] | $t$ [с] | $v_m$ [см/с] |
|-----------------|----------------|--------------------------------|---------|--------------|
| 10              |                |                                |         |              |
| 20              |                |                                |         |              |
| 30              |                |                                |         |              |
| 40              |                |                                |         |              |
| 50              |                |                                |         |              |
| 60              |                |                                |         |              |
| 70              |                |                                |         |              |

## Задача 1

PHYWE

Теперь возьмите лист бумаги и постройте на нем диаграмму. На этой диаграмме отобразите расстояние  $\Delta s$  и среднюю скорость  $v_m$  ( $y$ -ось) в зависимости от времени  $\Delta t$  ( $x$ -ось).

Затем возьмите лист бумаги и постройте на нем еще одну диаграмму. На этой диаграмме отобразите расстояние  $\Delta s$  ( $y$ -ось) в зависимости от квадрата времени  $\Delta t^2$  ( $x$ -ось).



## Задача 2

PHYWE



Экспериментальная установка

Какую форму кривой наиболее вероятно представляет график зависимости расстояния от времени?

- ☐ напоминает параболу через начало координат.
- ☐ напоминает прямую линию
- ☐ напоминает экспоненту

✓ Проверить

## Задача 3

PHYWE

Посмотрите на график зависимости расстояния от квадрата времени. Какие выводы можно сделать из этого графика? Отметьте подходящие ответы.

- ☐ График зависимости  $s$  от  $t^2$  дает прямую линию через начало координат. Следовательно, график зависимости расстояния  $s$  от времени  $t$  должен был быть параболой, проходящей через начало координат.
- ☐ Нелинейность кривой подтверждает, что она является экспоненциальной кривой на диаграмме.
- ☐ График зависимости  $s$  от  $t^2$  - эта диаграмма в принципе не позволяет сделать какие-либо выводы о форме кривой на графике зависимости  $s$  от  $t$ .

☒ Проверить

## Задача 4

PHYWE



Экспериментальная установка

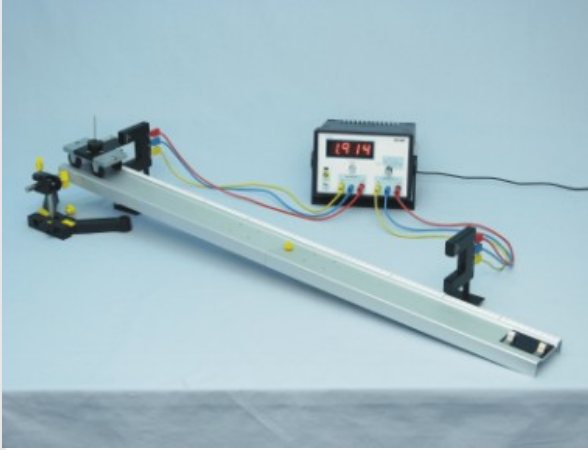
Какие выводы можно сделать из линейности диаграммы скорости-времени?

- ☐ Линейность указывает на равноускоренное движение.
- ☐ Линейность указывает на равномерное движение.

☒ Проверить

## Задача 5

PHYWE



Экспериментальная установка

Вычислите наклон кривой скорости от времени по формуле:  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ . Это выражение описывает ускорение, с которым тележка по дорожке движется все быстрее и быстрее. Выведите размерность ускорения  $\text{м/с}^2$  и запишите числовое значение!

$$a = \boxed{\phantom{000000}} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

## Задача 6

PHYWE

Численное значение ускорения  $a$  намного меньше ускорения, вызванного гравитацией  $g$  ( $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ ). Почему? Что вообще заставляет тележку разгоняться?

- ☐ Значение намного меньше, так как тележка дополнительно замедляется из-за сопротивления воздуха.
- ☐ Нет никакой связи между ускорением и движением тележки.
- ☐ Значение меньше, так как тележка разгоняется параллельно дорожке и при этом задействована лишь небольшая часть ускорения, обусловленного наклоном.

☒ Проверить

## Задача 7

PHYWE

Сопоставьте диаграммы соответствующим образом!

Диаграмма  : Тележка равномерно ускоряется по прямой.

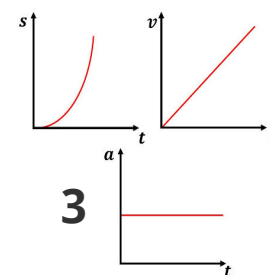
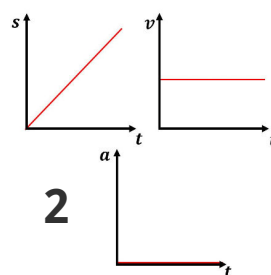
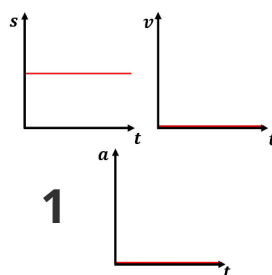
Диаграмма  : Тележка стоит неподвижно в одной точке.

Диаграмма  : Тележка движется по прямой равномерно.

1

3

2

☒ Проверить


Слайд

Оценка / Всего

Слайд 21: Временная диаграмма

0/1

Слайд 22: Путь (время)<sup>2</sup> диаграмма

0/1

Слайд 23: Скоростная диаграмма

0/1

Слайд 25: Сравнение с ускорением, вызванным гравитацией

0/1

Слайд 26: Диаграммы движения

0/3

Общая сумма

 ★ 0/7

☐ Решения

☐ Повторить

☐ Экспортируемый текст