

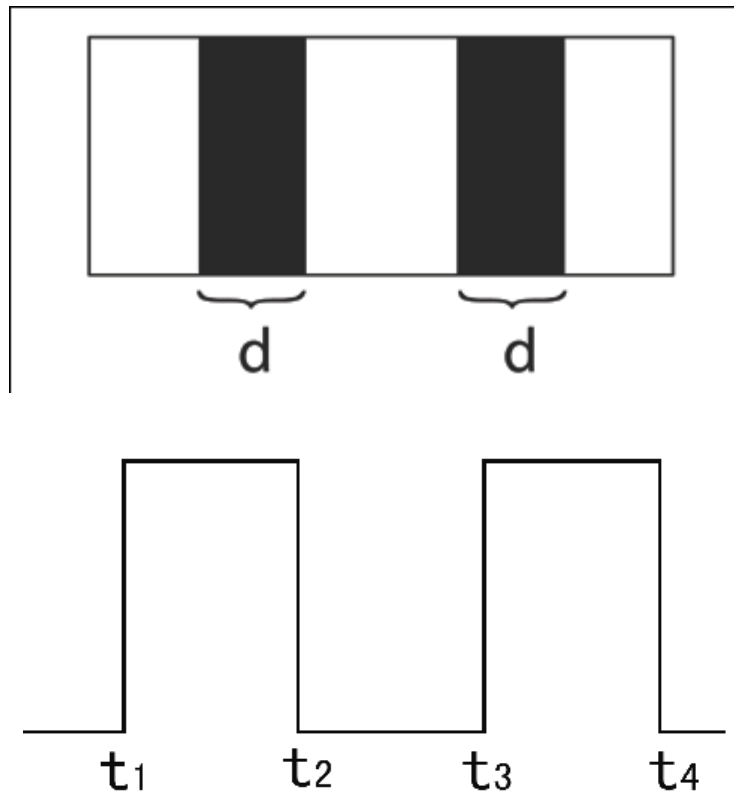
Измерение ускорения при помощи фоторегистраторов

Цель работы

Измерить ускорение тела с помощью 2-х фотодатчиков

Метод экспериментального исследования явления

Физическая величина, которая может быть измерена с помощью двойной световой барьер:



Вы можете использовать данные одновременно с двух датчиков.

При использовании двойной световой барьер для измерения, выводиться два соседних время затенения, а именно:

$$T1 = t2 - t1 ; T2 = t4 - t3$$

и две соседних скорости, количества движения и т.д.

$$v1 = \frac{d}{t2 - t1} ; v2 = \frac{d}{t4 - t3} \text{ - формула расчета скорости}$$

$t = t4 - t2$ - изменение времени

$$a = \frac{v2 - v1}{t} \text{ - ускорение}$$

Общая значение ускорения (а) измерительного при использовании двойного светового барьера.

В расчетах, изменения скорости на время выражается $t = t4 - t2$, и ускоренная скорость $a = \frac{v2 - v1}{t}$
При использовании нескольких фото-рамок, режим работы системы будет разделена на два режима, а именно: самостоятельная работа и совместные измерения, а именно: режим от А до В.



Теория

Если мгновенная скорость движущегося тела растет, то движение называют ускоренным; если мгновенная скорость уменьшается, то движение называют замедленным.

Скорость в различных неравномерных движениях изменяется по-разному. Например, товарный поезд, отходя от станции, движется ускоренно; на перегоне — то ускоренно, то равномерно, то замедленно; подходя к станции, он движется замедленно. Пассажирский поезд также движется неравномерно, но его скорость изменяется быстрее, чем у товарного поезда. Скорость пули в канале ствола винтовки возрастает от нуля до сотен метров в секунду за несколько тысячных долей секунды; при попадании в препятствие скорость пули уменьшается до нуля также очень быстро. При взлете ракеты ее скорость растет сначала медленно, а потом все быстрее.

Среди разнообразных ускоренных движений часто встречаются движения, в которых мгновенная скорость за любые равные промежутки времени увеличивается на одну и ту же величину. Такие движения называют равномерно-ускоренными. Шарик, начинающий скатываться по наклонной плоскости или начинающий свободно падать на Землю, движется равномерно-ускоренно. Заметим, что равномерно-ускоренный характер этого движения нарушается трением и сопротивлением воздуха, которые пока учитывать не будем.

Чем больше угол наклона плоскости, тем быстрее растет скорость скатывающегося по ней шарика. Еще быстрее растет скорость свободно падающего шарика (примерно на 10 м/сек за каждую секунду). Для равномерно-ускоренного движения можно количественно охарактеризовать изменение скорости с течением времени, вводя новую физическую величину — ускорение.

Ускорением называют отношение изменения скорости к промежутку времени, за который это изменение произошло. Таким образом,

$$\text{Ускорение} = \frac{\text{Изменение скорости}}{\text{Промежуток времени}}.$$

Ускорение будем обозначать буквой a . Сравнивая с соответственным выражением из § 9, можно сказать, что ускорение есть скорость изменения скорости.

Пусть в момент времени t_1 скорость была v_1 , а в момент t_2 она стала равной v_2 , так что за время $t_2 - t_1$ изменение скорости составляет $v_2 - v_1$. Значит, ускорение

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{v_2 - v_1}{t}.$$

Из определения равномерно-ускоренного движения следует, что эта формула даст одно и то же значение ускорения, какой бы промежуток времени t ни выбрать. Отсюда видно также, что при равномерно-ускоренном движении ускорение численно равно изменению скорости за единицу времени ($t=1$).

В системе СИ единица ускорения есть 1 м в секунду за секунду, или $\frac{1 \text{ м/сек}}{1 \text{ сек}}$, т. е. 1 м/сек².

Если путь и время измерены в других единицах, то и для ускорения надо принимать соответственные единицы измерения. Например, ускорение можно выражать в см/сек², м/мин², м/час², км/мин² и т. д. В каких бы единицах ни выражать длину пути и время, в обозначении единицы ускорения в числителе стоит единица длины, а в знаменателе — квадрат единицы времени. Правило перехода к другим единицам длины и времени для ускорения аналогично правилу для скоростей (см. § 11). Например,

$$1 \frac{\text{см}}{\text{сек}^2} = \frac{0,01 \text{ м}}{(1/60 \text{ мин})^2} = 36 \frac{\text{м}}{\text{мин}^2}.$$

Если движение не является равномерно-ускоренным, то можно ввести, пользуясь той же формулой, понятие среднего ускорения. Оно охарактеризует изменение скорости за определенный промежуток времени на пройденном за этот промежуток времени участке пути. На отдельных же отрезках этого участка среднее ускорение может иметь разные значения.

Если выбирать такие малые промежутки времени, что в пределах каждого из них среднее ускорение остается практически неизменным, то оно будет характеризовать изменение скорости на любой части этого промежутка. Найденное таким образом ускорение называют мгновенным ускорением. При равномерно-ускоренном движении мгновенное ускорение постоянно и равно среднему ускорению за любой промежуток времени.

Контрольные вопросы

1. Какое движение называется ускорением?
2. Какие факторы влияют на ускорение?
3. Как изменяется скорость движения тележки во времени?

Оборудование экспериментальной установки

Датчик Ворота с фотоэлементом -2шт

Желоб длиной 110 см с магнитной подвеской.

Ограничитель.

Тележка на магнитной подвеске с пружинным бампером.

Уровень (приспособление для проверки горизонтальности плоскостей).



Параметры экспериментальной установки

Длительность проведения эксперимента

Рекомендуется провести по одному опыту для трех–пяти значений начальной скорости тележки. Весь цикл измерений может быть проведен за 2–3 мин.

На обсуждение содержания эксперимента и его результатов, ответы на вопросы во время выполнения измерений и после их окончания отводится 10–30 мин.

Точность измерений

При строгом следовании рекомендациям разделов «Монтаж и настройка», «Подготовка приборов» и «Методика выполнения эксперимента» данный эксперимент позволяет измерить скорость движения тела с точностью до 0,1 м/с.

Техника безопасности

Во время проведения эксперимента необходимо соблюдать все правила техники безопасности, указанные для персонального компьютера как электрического оборудования.

Используемое измерительное оборудование (система сбора данных, Датчик Ворота с фотоэлементом 2шт) экспериментальной установки рассчитано на питание от низковольтного напряжения, не представляющего опасности для человека.

Существует ряд методов установки датчика Ворота с фотоэлементом. В зависимости от требований эксперимента, его положение меняется. Убедитесь в том, что устройство точное.

Свет в пространстве (солнечный или от лампы) повлияет на результаты

В связи с тем, что датчик Ворота с фотоэлементом способен измерять большое количество физических величин, убедитесь в том, что вы установили экспериментальное программное обеспечение.

Выбирайте в программном обеспечении SensorLab правильный датчик Ворота с фотоэлементом, когда вы используете одновременно два прибора.

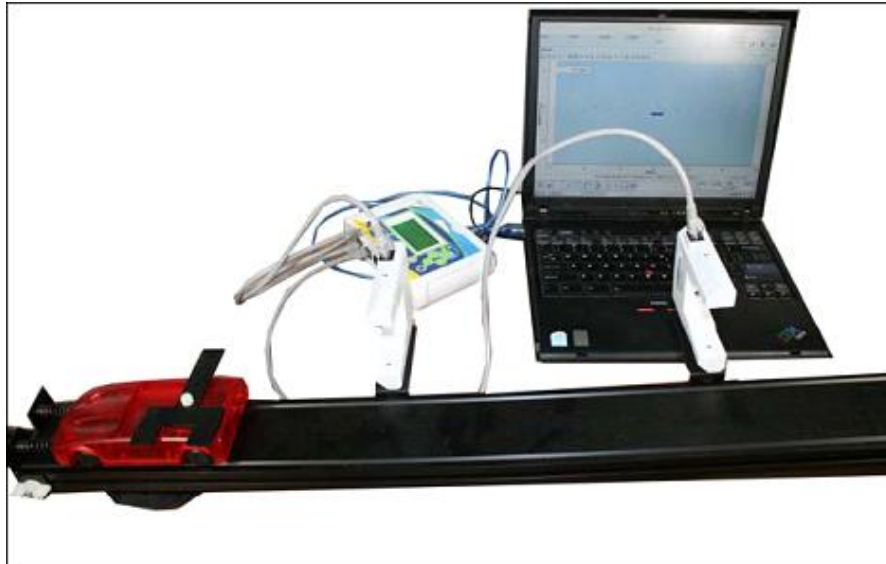
Обеспечение наглядности результатов эксперимента

Направляющие следует устанавливать на демонстрационном столе в месте, позволяющем обеспечить хороший обзор проведения эксперимента для каждого ученика.

Для обеспечения удобства управления демонстрацией эксперимента компьютер необходимо располагать достаточно близко от установки (на расстоянии не более 1,5 м).

Экран компьютера рекомендуется продублировать с помощью проектора.

Монтаж и настройка



Соберите экспериментальную установку как показано на рисунке
Откройте программное обеспечение, выбрать новый эксперимент.

Подготовка приборов

Перед началом проведения эксперимента необходимо выполнить следующее:

Внимательно прочитайте инструкции, подготовьте необходимое оборудование, соберите установку в соответствии с разделом «Монтаж и настройка».

Запустите программу **SensorLab ПО**.

Подключите датчики Ворот с фотоэлементом к аналоговому входу системы сбора данных.

При использовании нескольких фото-рамок, режим работы системы будет разделена на два режима, а именно: самостоятельная работа и совместные измерения, а именно: режим от А до В.

Независимые измерения.

При подключении нескольких фото-рамок, можно использовать "Независимая измерение" функцию для вывода измеренных значений каждой фоторегистратора одновременно.

Нажмите кнопку **Пуск**. На графике **Скорость** и **Время** отображается зависимость скорости, которое регистрирует датчик, от времени;

Для очистки графика можно использовать кнопку **Удалить данные**.

Методика выполнения эксперимента

Проведение измерений

Поместите тележку на направляющие.

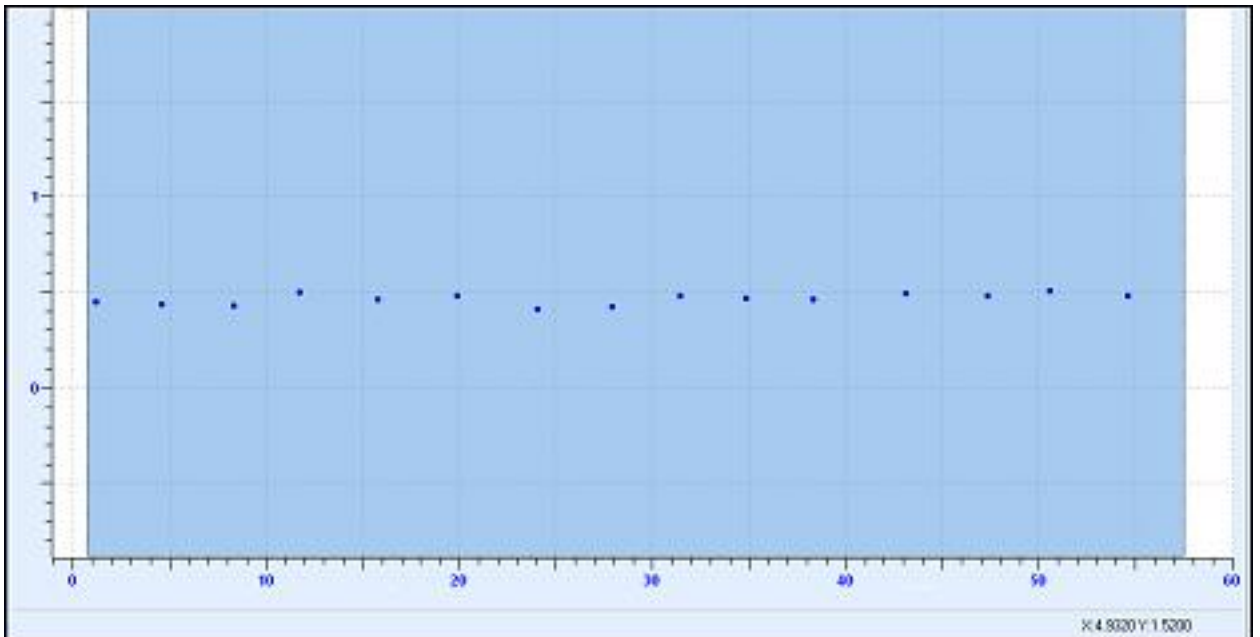
Отпустите тележку одновременно с нажатием кнопки **Пуск**. На графике **Скорость** и **Время** появляется точки.

Подтолкните тележку рукой в направлении к датчикам (сообщая ей начальную скорость 0,7–1,0 м/с). Программа начинает измерение скорости тележки. Измеренная скорость тележки, отображается на графике **Скорость** и **Время**.

После остановки тележки нажмите кнопку **Стоп**. Регистрация данных прекращается, на экран дисплея выводятся графики измеренных зависимостей пути, пройденного тележкой, и ее скорости от времени. Масштабы графика автоматически изменяются: начало отсчета совмещается с моментом начала движения.

Анализ результатов

Графики измеренных зависимостей пути, пройденного тележкой, и скорости тележки от времени, появляются автоматически после остановки тележки. Никаких дополнительных действий для проведения анализа не требуется.



Повторные измерения

В начале проведения последующих измерений графики на экране дисплея очищаются автоматически (при нажатии кнопки **Пуск**).

Проведите несколько опытов, сообщая тележке разные по величине начальные скорости. На одной-двух зависимостях скорости тележки от времени, отображенных на экране дисплея, покажите учащимся, что на участках равноускоренного движения за равные промежутки времени тележка проходит одинаковые пути.

Справка

Принцип действия используемых датчиков

Датчик Ворота с фотоэлементом

В сущности, датчик Ворота с фотоэлементом—это цифровой датчик с инфракрасным излучателем (ИИ) с одной стороны и инфракрасным поглотителем (ИП) с другой, соответственно. При нормальных условиях ИИ посылает инфракрасные лучи ИП, а когда ИП получает оптический сигнал, он трансформирует его в электронный. Если ИП получает лучи, фотозатвор будет внизу (открытый вариант\положение), если же нет, то вверх (закрытый вариант\положение).

Данный прибор используется для измерения времени, затраченного на одно действие или несколько. Если используется обычный световой барьер и его размер известен, то когда луч проходит через этот барьер система подсчитает скорость. В случае если используются два фотозатвора, получается двойной световой барьер, который так же вычислит скорость.

В точки зрения кинематических испытаний, он использует различные испытательные инструменты, такие как динамическая система, т.е. сама структура фотозатвора, которая позволяет фиксировать его шурупами на различных 4 уровнях.

