



Измерение ускорения при помощи датчика ускорения +/- 5g

Цель работы

Целью работы являются:

Научиться использовать датчик ускорения для определения ускорения прямолинейно движущегося тела.

Метод экспериментального исследования явления

В работе с помощью датчика ускорения измеряется скорость перемещения тележки на динамической системе, приведенной в движение демонстратором. Синхронно с движением тележки отображается график зависимости ее координаты от времени. По этой зависимости вычисляется ускорение тележки и демонстрируется постоянство скорости тележки при движении.

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 . 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 $t = t_2 - t_1$ 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. Например,

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

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. Какой процесс называется ускорением?
2. Какой процесс называется затуханием?
3. В каких единицах измерения выражается ускорение?
4. Какие силы воздействуют на предмет по время ускорения?
5. Приведите примеры ускорения предметов, в естественной жизни современного человека?

Оборудование экспериментальной установки

Датчик ускорения +/-5g;

Система сбора данных.

Стенд с наклонной плоскостью.

Тележка (машинка)



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 освещенность с точностью до 0.05 g.

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 ускорения) экспериментальной установки рассчитано на питание от низковольтного напряжения, не представляющего опасности для человека.

Ускорение, измеряемое датчиком ускорения, строго направлено. Не забывайте об этом, используя прибор.

Произведите калибровку перед произведением измерений для того, чтобы убедиться в точности данных.

Датчик ускорения – это присоединенный кабельный провод, поэтому он требует особого внимания во избежание не желаемого воздействия на результаты.

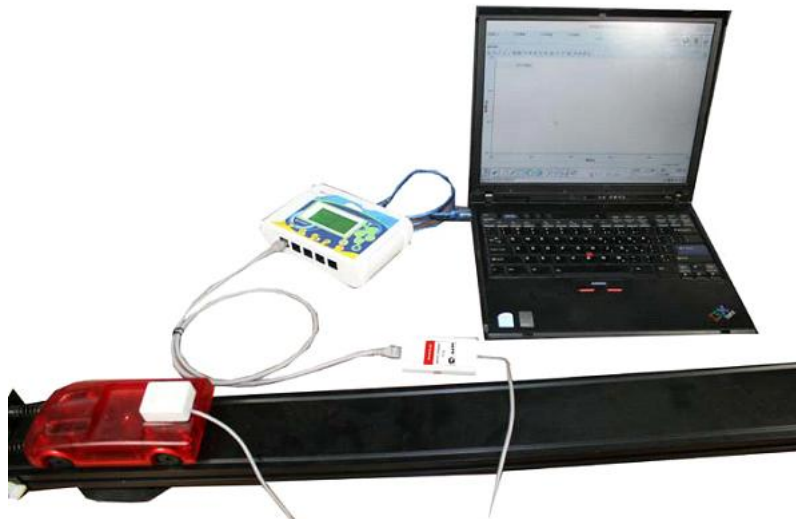
Обеспечение наглядности результатов эксперимента

Опыт следует проводить 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 установку как показано на рисунке, прикрепите датчик ускорения на тележку

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**.

Откройте раздел Измерение ускорения при помощи датчика ускорения

Подключите систему сбора данных SensorLab к компьютеру с помощью USB кабеля.

Подключите датчик ускорения к аналоговому входу системы сбора данных.

Методика выполнения эксперимента

Перед началом измерений объясните учащимся, что используемый в опыте датчик ускорения очень чувствителен, поэтому требует внимания. На следующем рисунке направление производимых измерений представлено в виде стрелы.



Так как легкий кабель все-таки имеет некую массу, он может повлиять на массу испытуемого объекта во время опыта.

В связи с тем, что датчик ускорения может определить ускорение только в одном направлении, во время использования, измерительная головка должна быть хорошо зафиксирована, чтобы гарантировать отсутствие резонансного движения.

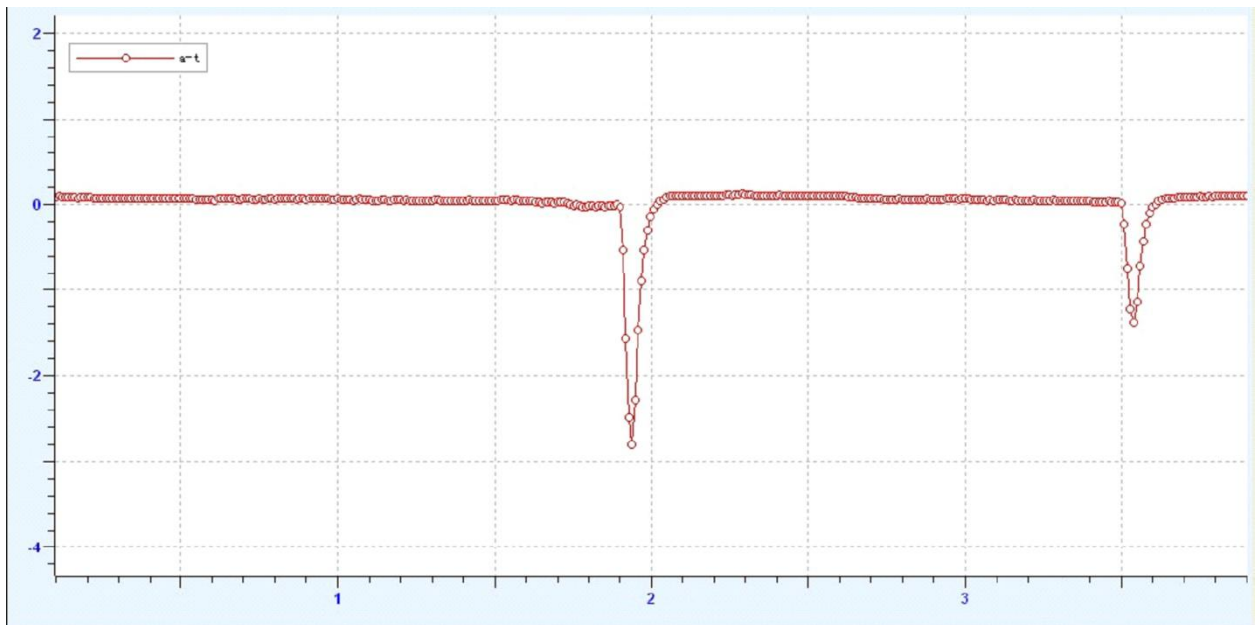
Проведение измерений

Перед началом проведения измерений ускорения необходимо калибровать (обнулить). После присоединения его для испытания и открытия программного обеспечения экспериментальной системы SensorLab, расположите прибор горизонтально на столе, круглым окном пластины вверх, после этого нажмите кнопку «Калибровать».

Поместите тележку в верхней части наклонной плоскости.

Нажмите кнопку «Пуск» и отпустите тележку. Тележка начнет двигаться по направлению наклонной плоскости. Программа начинает получать данные от датчика ускорения. Измеренное ускорение, отображаемое на графике **Ускорение и Время**.

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



Изменение ускорения тележки во время отскока от нижней границы плоскости.

Анализ результатов

Обратите внимание учащихся на то, как изменяется ускорение во время отскока.

Повторные измерения

Проведите несколько измерений с разным уровнем наклона плоскости и проанализируйте результаты



Справка

Принцип работы датчика ускорения

Датчик имеет измерительный зонд квадратной формы (со встроенным чувствительным компонентом) и адаптер. Зонд соединен с адаптером с помощью легкого кабеля, фиксирующего его под испытуемым объектом. Датчик ускорения подходит для исследования и тестирования ускорения линейного движения.

Чувствительный компонент датчика ускорения – это силиконовая емкость с блоком массы. Металлический электрод расположен на верхней и нижней поверхности блока массы, который образует подвижную полярную пластину. Расположите ее между двумя зафиксированными выводами батареи. Применяемая к датчику сила инерции приводит в движение подвижную пластину, что приводит к изменению в емкости. Тем временем, катушка фиксирует данное изменение и меняет электрическое поле электрода. Под воздействием силы электрического поля подвижная пластина постоянно удерживается в положении, близком к нулевому смещению. В такой момент катушка способна выдавать точную информацию ускорения.