

Методическая разработка учителя физики Некрыловой Е.Е.

Лабораторная работа «Исследование колебательного движения пружинного маятника» (9 класс)

Тип работы: лабораторная работа.

Цели работы: исследовать гармонические колебания пружинного маятника с помощью датчика ускорения; продолжить изучать возможности цифровых датчиков и программы для измерений Releon Lite.

Задачи работы:

- 1) определить плоскость колебаний;
- 2) собрать данные о зависимости периода и частоты колебаний пружинного маятника от жесткости пружины;
- 3) рассчитать жёсткость пружины, зная массу груза с датчиком, и период колебаний пружинного маятника;
- 4) определить массу груза с датчиком, зная жёсткость пружины и период колебаний пружинного маятника.

Оборудование и материалы: компьютер, программа для измерений Releon Lite, датчик ускорения, рулетка или линейка, пружина (набор пружин одинаковой длины разной жёсткости), груз с крючком, двухсторонний скотч и штатив с лапкой, электронные весы.

Основные сведения

Пружинный маятник — это физическая модель, состоящая из груза массой m и пружины жёсткостью k . При этом массой пружины по сравнению с массой груза можно пренебречь, а трение в колебательной системе отсутствует. Пружинный маятник может совершать колебания в вертикальной или в горизонтальной плоскости. Исследования колебаний пружинного маятника будем проводить в вертикальной плоскости с целью сведения к минимуму силы трения. Кроме того, при таком рассмотрении более удобно прикрепить датчик ускорения.

Когда груз выводится из положения равновесия, например пружина сжимается на некоторую величину, грузу сообщается некоторый запас потенциальной энергии. Если теперь отпустить груз, то он будет двигаться к положению равновесия, пружина начнёт выпрямляться и деформация пружины будет уменьшаться. Следовательно, будет уменьшаться и ее потенциальная энергия. Скорость груза будет увеличиваться, при этом потенциальная энергия пружины будет превращаться в кинетическую энергию движения груза. В момент прохождения грузом положения равновесия его потенциальная энергия равна нулю, а кинетическая энергия будет максимальной.

После этого в силу инерции груз пройдёт положение равновесия. Его скорость будет уменьшаться, а деформация (удлинение пружины) будет увеличиваться. Следовательно, кинетическая энергия груза уменьшается, а его потенциальная энергия, наоборот, возрастает. При малом растяжении пружины период колебаний пружинного маятника можно считать по формуле:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}. \quad (1)$$

Из формулы (1) следует, что период колебаний пружинного маятника не зависит от амплитуды колебаний. Это позволяет исследовать зависимость периода и частоты колебаний пружинного маятника от жёсткости и массы груза. Зная период колебаний пружинного маятника, можно определить как жёсткость, так и массу груза.

В данной работе удобство рассмотрения колебаний в вертикальной плоскости связано ещё и с прикреплением датчика.

Инструкция по выполнению

1. Изучите основные сведения.
2. Соберите экспериментальную установку по рисунку 1. Для этого установите штатив и закрепите пружину с подвешенным на ней грузом. К грузу с помощью двухстороннего скотча прикрепите мультидатчик, подсоедините к нему USB-провод и подключите провод к компьютеру.
3. Запустите на компьютере программу для измерений Releon Lite. Оставьте активным датчик ускорения, отключив остальные цифровые датчики.
4. Выведите пружинный маятник из положения равновесия. Начните сбор данных, нажав кнопку **Пуск** на экране компьютера.
5. По полученным графикам определите плоскость колебаний и установите ось, вдоль которой колеблется датчик ускорения. В меню датчика укажите необходимый датчик (в показанной на рисунке 1 установке это датчик ускорения *OZ*).
6. Измените параметры сбора данных. Задайте следующие параметры: период опроса: 0,1; видимый интервал: 10; диапазон опроса: от $-2g$ до $+2g$ (рис. 2).



Рис. 1. Экспериментальная установка



Рис. 2. Изменение параметров сбора данных

7. Выведите пружинный маятник из положения равновесия путём растяжения пружины. Начните сбор данных. На экране компьютера можно наблюдать график гармонических колебаний пружинного маятника (рис. 3).

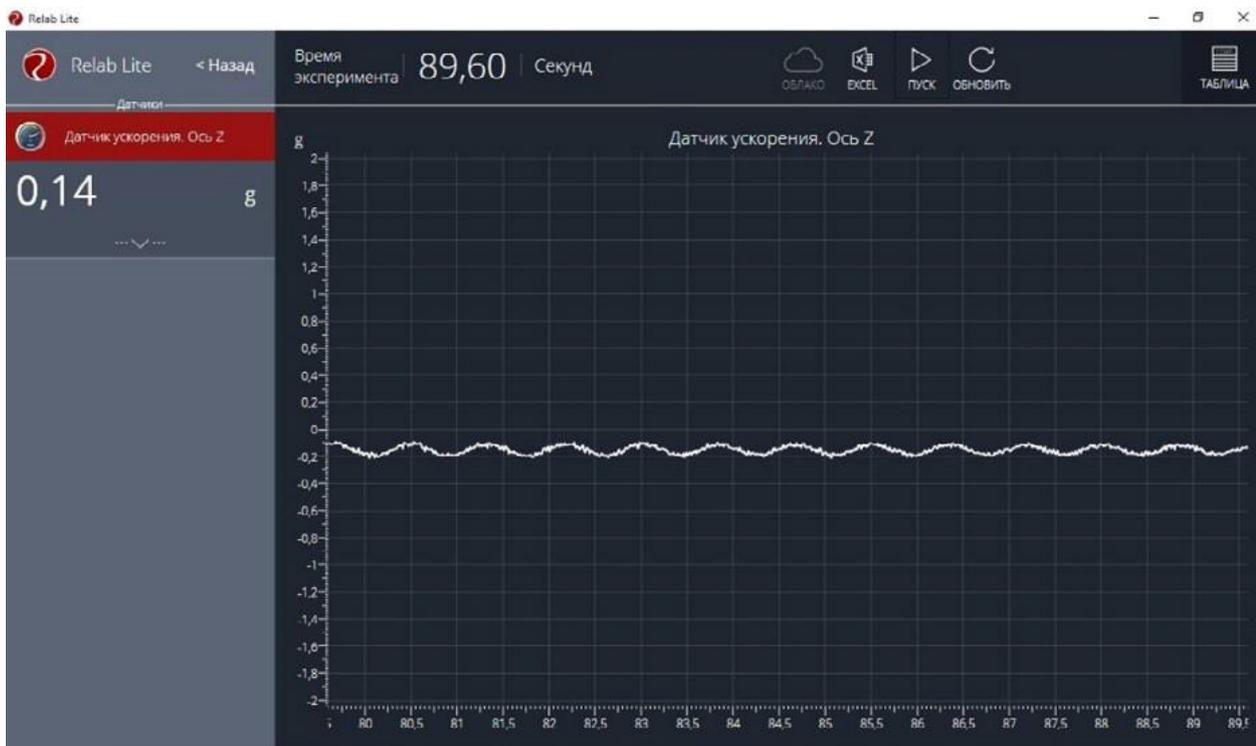


Рис. 3. График гармонических колебаний пружинного маятника

8. По полученному графику определите период колебаний пружинного маятника.

Исследование № 1. Определение массы груза

Из формулы (1) можно выразить массу груза, совершающего гармонические колебания на пружине.

1. Зная значение периода колебаний из полученного графика и жёсткость пружины из описания оборудования, найдите массу груза по формуле:

$$m = \frac{kT^2}{4\pi^2}.$$

2. Определите массу груза с датчиком ускорения с помощью электронных весов.

3. Сравните полученные вами значения массы груза и сформулируйте выводы.

4. Исследование проведите несколько раз. Рассчитайте среднее значение массы груза.

Исследование № 2. Определение жёсткости пружины

1. Определите массу груза вместе с датчиком ускорения с помощью электронных весов. Значение периода колебаний пружинного маятника определите по полученному графику.

2. Рассчитайте значение жёсткости пружины по формуле:

$$k = \frac{4\pi^2}{T^2}m.$$

3. Определите значение жёсткости пружины, используя закон Гука и описание оборудования.

4. Сравните полученные вами значения жёсткости пружины и сформулируйте выводы.

Исследование № 3. Изучение зависимости периода и частоты колебаний пружинного маятника от жёсткости пружины

Зная период колебаний пружинного маятника, рассчитайте значение частоты колебаний по формуле:

$$\nu = \frac{1}{T}.$$

Изменяя пружину, повторите п. 7 и 8 (см. рубрику «Инструкция по выполнению»), определите новые значения периода и частоты колебаний пружинного маятника.

По полученным данным определите зависимость периода и частоты колебаний пружинного маятника от жёсткости пружины. Сформулируйте выводы.

Все данные эксперимента можно посмотреть в виде таблицы, нажав в меню вкладку **Таблица**, а также можно сохранить в виде таблицы в формате Excel.

А знаете ли вы, что ...?

Учение о колебаниях — это обширный раздел физики. С маятниками и пружинками довольно часто приходится иметь дело. Но, конечно, этим не исчерпывается список упругих тел, колебания которых изучают на практике. Колеблются фундаменты, на которых установлены машины, могут прийти в колебание мосты, части зданий, балки, провода высокого напряжения. Звук представляет собой механические колебания воздуха. Человеческое ухо способно воспринимать как звук механические колебания с частотой в пределах от 16 до 20 000 Гц (передающиеся обычно через воздух).

Материалы к уроку

Контрольные вопросы и задания

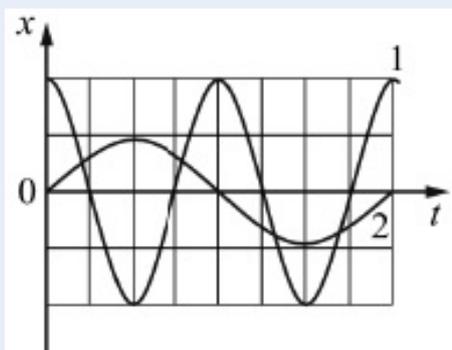
1. Что представляет собой модель пружинного маятника?

2. Какие превращения энергии происходят при гармонических колебаниях пружинного маятника?

3. От каких физических величин: а) зависит; б) не зависит период колебаний пружинного маятника?

4. Задания в формате ОГЭ.

4.1. На рисунке представлены графики зависимости смещения x грузов от времени t при колебаниях двух математических маятников. Используя данные графики, выберите из предложенного перечня **два** верных утверждения. Укажите их номера.



Графики зависимости смещения x грузов от времени t при колебаниях двух математических маятников

- 1) Амплитуда колебаний маятника 1 в 2 раза больше амплитуды колебаний маятника 2.
- 2) Маятники совершают колебания с одинаковой частотой.
- 3) Длина нити маятника 2 меньше длины нити маятника 1.
- 4) Период колебаний маятника 2 в 2 раза больше.
- 5) Колебания маятников являются затухающими.

Ответ: 14/41.

4.2. Установите соответствие между формулами для расчёта физических величин и названиями этих величин. В формулах использованы обозначения: m — масса груза; k — жёсткость пружины, l — длина нити, g — модуль свободного падения. К каждой позиции из первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

Формулы

- А) $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$
- Б) $2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

Физические величины

- 1) Период свободных гармонических колебаний математического маятника
- 2) Циклическая частота свободных гармонических колебаний математического маятника
- 3) Период свободных гармонических колебаний пружинного маятника
- 4) Частота свободных гармонических колебаний пружинного маятника

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б

Ответ: 31.

