

Вынужденные колебания и резонанс



Физика

Механика

Колебания и волны



Уровень сложности

средний



Кол-во учеников

2



Время подготовки

10 Минут



Время выполнения

10 Минут

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/5f4f48dd38db8d0003265e69>

PHYWE

Информация для учителей

Описание

PHYWE



Экспериментальная установка
для определения колебаний

Если после возбуждения колебаний систему оставить в покое, она колеблется в одном из своих собственных режимов. Естественные режимы или естественные колебания - это колебания с естественной частотой ω системы.

Если ни дальнейшего внешнего возбуждения, ни затухание не являются эффективными, система (идеализированная) колеблется бесконечно долго, постоянно на своей частоте.

С помощью следующего уравнения можно в любое время t определить колебания $x(t)$.

$$x(t) = x_0 \cdot \cos(\omega, t + \varphi_0)$$

С первоначальным растяжением x_0 собственной угловой частотой ω и сдвигом фазы $\varphi_0 =$.

Дополнительная информация для учителей (1/2)

PHYWE

предварительные

знания



Учащиеся должны были уже провести некоторые эксперименты на тему гармонических колебаний, чтобы получить достоверные знания о свободных, незатухающих и, при необходимости, затухающих колебаниях.

Принцип



Если рассматривать уравнение движения пружинного маятника (пружинная константа k) пренебрегая затуханием, вы получаете

$$\ddot{x} + \frac{k}{m} \cdot x = 0$$

$$\Rightarrow \frac{c}{m} = \omega^2 \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{c}{m}}$$

Дополнительная информация для учителей (2/2)

PHYWE

Цель



Студенты должны узнать, что каждая колеблющаяся система имеет естественную частоту ω которая определяет временной ход колебаний.

Задачи



Студенты должны исследовать естественную частоту пружинного маятника и с этой целью:

1. Растяните вручную пружинный маятник и наблюдайте за тем, что происходит.
2. Определите экспериментально естественную частоту пружинного маятника.

Инструкции по технике безопасности



К этому эксперименту применяются общие инструкции по безопасному проведению экспериментов на уроках по естественным наукам.

Инструкции по технике безопасности

PHYWE



К этому эксперименту применяются общие инструкции по безопасному проведению экспериментов на уроках по естественным наукам.

PHYWE



Информация для студентов

Мотивация

PHYWE



Захват Барре на электрической гитаре

Для струнных инструментов характерно то, что разные струны излучают разные тона. Это в первую очередь связано с характером соответствующей струны (толщина, материал и т.д.) и напряжением, с которым она крепится к инструменту. Во-вторых, тон варьируется путем сознательного укорачивания длины струны.

В этом эксперименте вы будете иметь дело с естественной частотой классического пружинного маятника как простой пример колебательной системы.

Материал

Позиция	Материал	Пункт No.	Количество
1	Основа штатива, PHYWE	02001-00	1
2	Штативный стержень, нерж. ст., l=600 мм, , d = 10 мм	02037-00	1
3	Двойная муфта	02043-00	1
4	Крепежный болт	03949-00	1
5	Спиральная пружина, 3 Н/м	02220-00	1
6	Набор разновесов, 1 г - 50 г	44017-01	1
7	Секундомер, цифровой, 24 часа, 1/ 100 с & 1 с	24025-00	1

Материал

PHYWE

Позиция	Материал	Пункт No.	Количество
1	Основа штатива, PHYWE	02001-00	1
2	Штативный стержень, нерж. ст., l=600 мм, d = 10 мм	02037-00	1
3	Двойная муфта	02043-00	1
4	Крепежный болт	03949-00	1
5	Спиральная пружина, 3 Н/м	02220-00	1
6	Набор разновесов, 1 г - 50 г	44017-01	1
7	Секундомер, цифровой, 24 часа, 1/ 100 с & 1 с	24025-00	1

Подготовка (1/2)

PHYWE

Сначала скрутите разъемный штативный стержень соберите основу штатива.

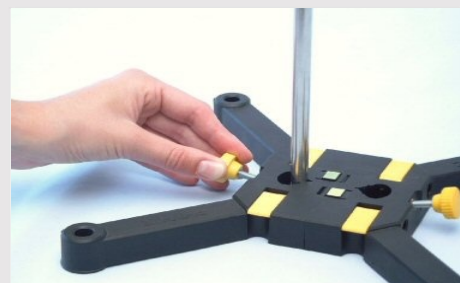
Поместите штативный стержень в штативную основу и закрепите его винтом.



Скручивание штативного стержня



Сборка основы штатива



Фиксация штативного стержня

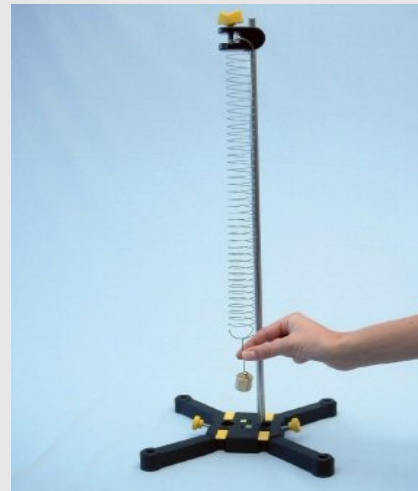
Подготовка (2/2)

PHYWE



Крепежный болт с пружиной в двойной муфте

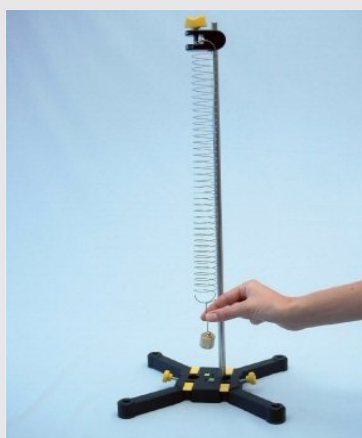
- Зафиксируйте двойную муфту на длинном штативном стержне.
- Закрепите крепежный болт в двойной муфте и повесьте пружину (3 N/m) в отверстие крепежного болта.
- Прикрепите к пружине гирю массой 50 г.



Прикрепите гирю массой 50 г

Выполнение работы (1/3)

PHYWE

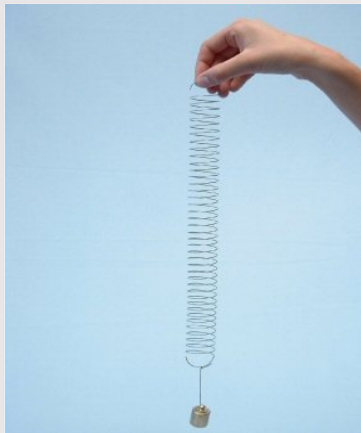


Растягивание пружинного маятника

- Растяните пружинный маятник вниз и дайте ему качаться в его естественном колебании.
- Запустите секундомер и измерьте время 10 колебаний.
- Повторите измерения дважды и запишите в протокол измеренные значения в таблицу 1.

Выполнение работы (2/3)

PHYWE



Возбуждение пружинного маятника вручную

- Возьмите верхний пружины в руку.
- Очень медленно двигайте рукой вверх и вниз вместе с пружинным маятником (низкая частота возбуждения). Наблюдайте за движением пружинного маятника и внесите ваши наблюдения в протокол.
- Двигайте рукой быстрее, чем раньше (средняя частота возбуждения) и снова наблюдайте за пружинным маятником .
- Двигайте рукой еще быстрее (высокая частота возбуждения) и снова наблюдайте за пружинным маятником.

Выполнение работы (3/3)

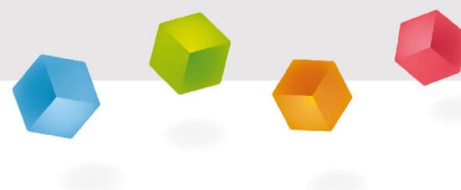
PHYWE



Разборка основания штатива

- Чтобы разобрать основание штатива, нажмите на желтые кнопки посередине и потяните обе половины в стороны.

PHYWE



Протокол

Таблица 1

PHYWE

Внесите значения t_{10} для трех измерений в таблицу

Затем вычислите среднее значение для трех измерений $\langle t \rangle$ и период T для одного колебания.

Наконец-то вычислить частоту собственных колебаний f_0 :

$$f_0 = \frac{1}{T} = T^{-1} \left[Hz \triangleq \frac{1}{s} \right]$$

Измерение №. $t_{10} [s]$

1	
2	
3	

$\langle t \rangle [s]$ $T [s]$ $f_0 [Hz]$

--	--	--

Задача 1

PHYWE

Какие утверждения верны для ваших наблюдений с низкой частотой возбуждения ($f_e < f_0$)?

☐ Гиря колеблется с естественной частотой f_0 .

☐ Гиря колеблется с частотой возбудителя f_e .

☐ Амплитуда колебаний увеличивается.

☐ Гиря движется.

☐ Амплитуда колебаний остается постоянной.

✓ Проверить

Задача 2

PHYWE

Какие утверждения верны для ваших наблюдений со средней частотой возбуждения ($f_e \approx f_0$)?

☐ Гиря колеблется с естественной частотой f_0 .

☐ Гиря колеблется с частотой возбудителя f_e .

☐ Амплитуда колебаний остается постоянной.

☐ Амплитуда колебаний увеличивается (резонанс).

☐ Гиря движется.

✓ Проверить

Задача 3

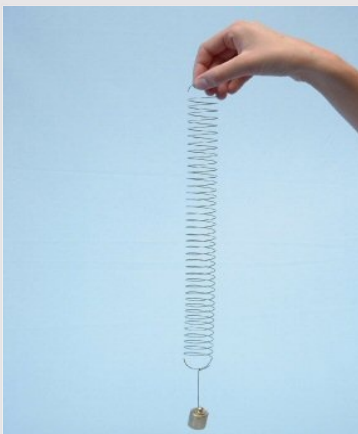
PHYWE

Какие утверждения верны для ваших наблюдений с высокой частотой возбуждения ($f_e > f_0$)?

☐ Гиря колеблется с естественной частотой f_0 .☐ Амплитуда колебаний остается постоянной.☐ Амплитуда колебаний увеличивается.☐ Гиря колеблется с частотой возбудителя f_e .☐ Гиря мало двигается.☒ Проверить

Задача 4

PHYWE



Возбуждение пружинного маятника вручную

Как ведет себя амплитуда или частота пружинного маятника

1. Низкая частота возбуждения:

2. Средняя частота возбуждения:

3. Высокая частота возбуждения: .

☒ Проверить

Задача 5

PHYWE

Какие параметры влияют на естественную частоту ω

- ☐ Пружинная константа k .
- ☐ Частота возбуждения f_e (движение руки).
- ☐ Масса гири m .
- ☐ Давление воздуха p_0 .

✓ Проверить