

Маятник на нити (математический маятник)



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/5f4ce1937b2768000356bbfb>

PHYWE

Информация для учителей

Описание

PHYWE



Экспериментальная установка для исследования математического маятника

Маятник на нитке или также называемый "математический маятник" является идеализированным маятником. Это означает, что прилагаемая масса m считается точечной, массой тела и нитки маятника пренебрегают, и маятник может совершать движение (качание) только в вертикальной плоскости. Кроме того, пренебрегают эффектами трения и сопротивлением воздуха.

Длительность колебания T равна обратной частоте колебаний f .

$$T = \frac{1}{f}, [s]$$

Частота f в свою очередь, коэффициент естественной угловой частоты составляет ω и 2π .

$$f = \frac{\omega}{2\pi} \left[\frac{1}{s} \triangleq s^{-1} \triangleq Hz \right]$$

Дополнительная информация для учителей (1/2)

предварительные
знания

Студенты уже должны быть знакомы с силой тяжести g и ее средним значением $9,81 \text{ m/s}^2$ так как это значение играет важную роль по отношению к математическому маятнику.

Принцип



Период колебаний T математического маятника зависит только от длины нитки .
Формула для определения периода колебаний T математического маятника :

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Дополнительная информация для учителей (2/2)

Цель



На основании нескольких измерений студенты должны сделать вывод, что масса не оказывает влияния на период колебаний математического маятника. По диаграмме, которую они должны сгенерировать, они должны определить, что T функция зависящая от \sqrt{l} .

Задачи



Студенты должны изучать математический маятник и для этого:

1. Определите период колебаний математического маятника при различных массах и длинах маятника.
2. Рассчитайте длину для секундного маятника.

Инструкции по технике безопасности

PHYWE



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

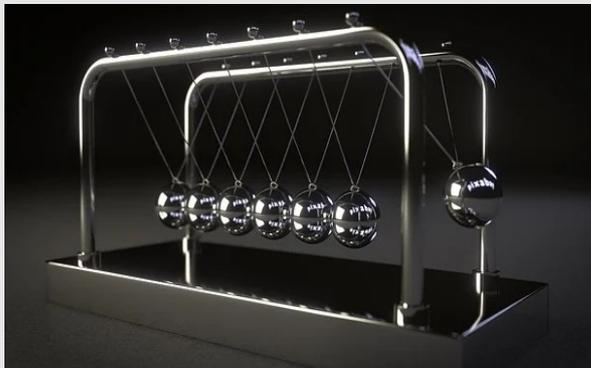
PHYWE



Информация для студентов

Мотивация

PHYWE



Маятник Ньютона

Даже если вы не всегда видите их напрямую, маятники можно найти во многих областях нашей повседневной жизни.

Будь то простой маятник Ньютона, который должен иллюстрировать сохранение энергии, или, например, секундный маятник больших дедушкиных часов.

Так же обстоит дело, например, с высотными зданиями, расположенными в сейсмоопасных районах. Здесь маятники обеспечивают равновесие колебаний, с которыми движется высотное здание во время землетрясений.

Задачи

PHYWE



В этом эксперименте вы познакомитесь с математическим маятником.

Для этого вы будете определять :

1. период колебаний T математического маятника различной массы m и длины маятника l .
2. длину l второго маятника.

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	Штативный стержень, нерж. ст., l=250 мм, d = 10 мм	02031-00	1
4	Двойная муфта	02043-00	2
5	Держатель для гирь с прорезями, 10 г	02204-00	1
6	Гиря, 10 г, черная	02205-01	4
7	Гиря, 50 г, черная	02206-01	1
8	Крепежный болт	03949-00	1
9	Секундомер, цифровой, 24 часа, 1/ 100 с & 1 с	24025-00	1
10	Рулетка, l=2 м	09936-00	1
11	Леска, d=0,7 мм, l=20 м	02089-00	1

Подготовка (1/4)

PHYWE

Сначала скрутите разъемный штативный стержень. Соедините две половины основы штатива со штативным стержнем длиной 25 см и закрепите его с помощью фиксирующих рычагов. Вставьте штатив длиной 60 см в переднюю ножку основы штатива и зафиксируйте его стопорным винтом.



Скручивание штативных стержней



Сборка основы штатива



Крепление штативных стержней в основе штатива

Подготовка (2/4)

PHYWE

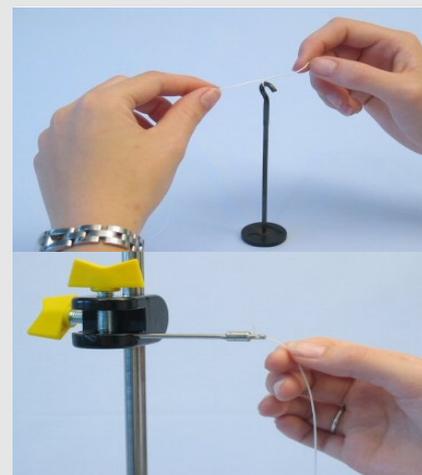


Закрепите крепежный болт в двойной муфте.

Прикрепите первую двойную муфту к штативному стержню, а затем закрепите в ней крепежный болт так, чтобы отверстие на его конце располагалось горизонтально.

Привяжите к крючку держателя для грузов кусок лески (ок. 80 см).

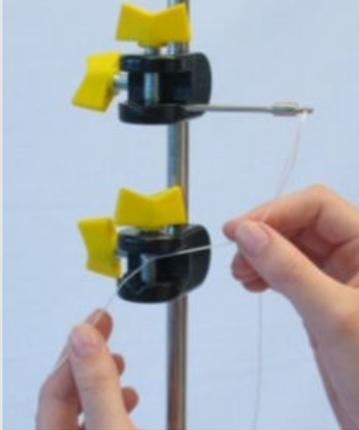
Затем протяните второй конец лески через отверстие в крепежном болте.



Прикрепите леску к держателю для грузов и крепежному болту.

Подготовка (3/4)

PHYWE



Закрепите леску во второй двойной муфте.

Зафиксируйте вторую двойную муфту на штативном стержне и прикрепите к ней второй конец лески.

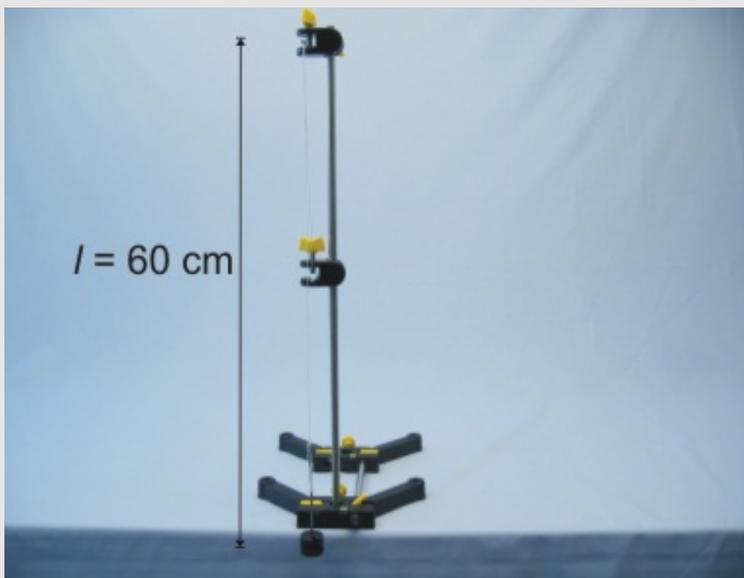
Поместите на держатель для грузов столько гирь, чтобы общая масса равнялась 50 г.



Гиря на держателе для грузов

Подготовка (4/4)

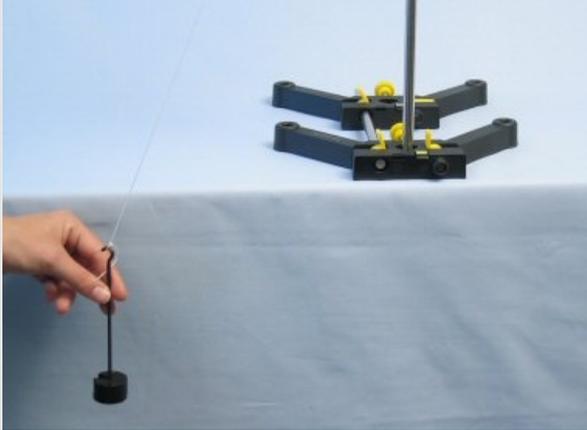
PHYWE



Отрегулируйте высоту нижней двойной муфты таким образом, чтобы длина от точки подвески на верхнем конце до центра груза составляла точно $l = 60 \text{ cm}$

Выполнение работы (1/2)

PHYWE

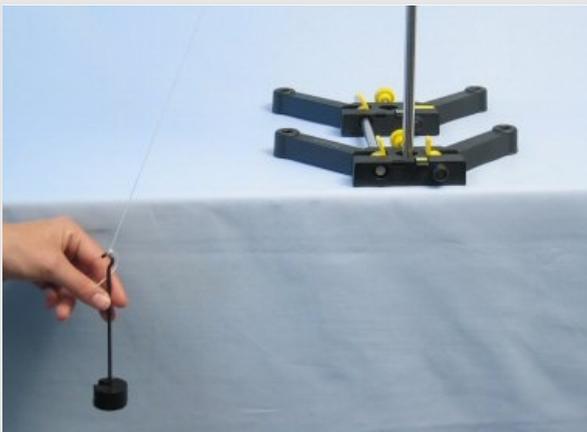


Отклонение маятника

- Переместите конец маятника примерно на 20 см в сторону.
- Осторожно отпустите маятник и одновременно запустите секундомер.
- Определите время для 10 колебаний маятника.
- Повторите измерение для 10 колебаний с массой $m = 100 \text{ g}$.
- Внесите измеренные значения в протокол в таблицу 1.

Выполнение работы (2/2)

PHYWE



Отклонение маятника

- Снова нагрузите держатель для грузов общей массой равной $m_{ges} = 50 \text{ g}$.
- Теперь измерьте время 10 колебаний для маятников длиной 5, 10, 20, 30, 40 и 50 см.
- Примечание: При короткой длине маятника 5 и 10 см привяжите гирию 50 гр напрямую к леске, без держателя для грузов.
- Внесите результаты измерений в таблицу 2 протокола.

PHYWE



Протокол

Таблица 1

PHYWE

Рассчитать корень от длины маятника $l = 60 \text{ cm}$.

$$\sqrt{l} = \boxed{} \sqrt{\text{cm}}$$

Введите измеренные значения в таблицу и вычислите из t для 10 колебаний период колебаний T для маятника.

$m [g]$	$t [s]$	$T [s]$
50		
100		

Таблица 2

PHYWE

Внесите измеренные значения в таблицу и вычислите квадратный корень длины.

Также перенесите измеренные значения на время t из 10 колебаний и вычислить период колебаний T для маятника.

Внесите рассчитанные значения в таблицу.

l [cm]	\sqrt{l} [cm ^{1/2}]	t [s]	T [s]
50			
40			
30			
20			
10			
5			

Таблица 2

PHYWE

Внесите измеренные значения в таблицу и вычислите квадратный корень длины.

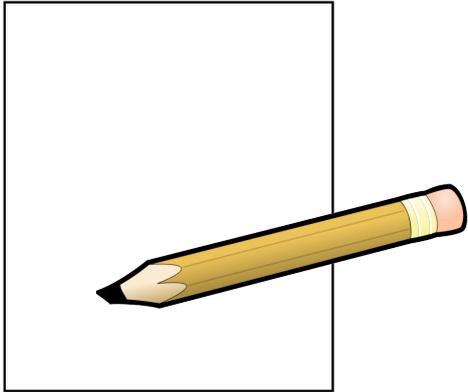
Также перенесите измеренные значения на время t из 10 колебаний и вычислить период колебаний T для маятника.

Внесите рассчитанные значения в таблицу.

l [cm]	\sqrt{l} [cm ^{1/2}]	t [s]	T [s]
50			
40			
30			
20			
10			
5			

Задача 1

PHYWE



Теперь возьмите лист бумаги и начертите на нем диаграмму. На этой диаграмме вы показываете зависимость периода колебаний T (y -ось) от длины маятника l (x -ось).

Затем начертите вторую диаграмму, на которой можно увидеть период колебаний T (y -ось) как функция от корня длины маятника \sqrt{l} (x -ось).

Задача 2

PHYWE



Длина маятника $l = 60 \text{ cm}$

Зависит ли период колебаний T от массы тела m ?

- Нет, период колебаний T не зависит от массы m .
- Да, период колебаний T зависит от массы m .

Проверить

Задача 3

PHYWE



Экспериментальная установка для исследования математического маятника

Взгляните на созданную вами диаграмму. Кривая представляет собой поведение периода колебаний T относительно длины маятника l . Как длина маятника влияет на период колебаний?

- Длина маятника не влияет на период колебаний.
- Чем больше длина маятника, тем больше период колебаний.
- Чем короче длина маятника, тем длиннее период колебаний.

✓ Проверить

Задача 4

PHYWE



Длина маятника $l = 60 \text{ cm}$

Из созданных вами диаграмм сделайте вывод о правильной зависимости периода колебаний от длины маятника:

- $T \sim \sqrt{l}$
- $T \sim l$
- $\sqrt{T} \sim l$

✓ Проверить

Задача 5

PHYWE



Экспериментальная установка для исследования математического маятника

Рассчитать коэффициент пропорциональности по диаграмме K и сравнить его со значением, которое вы получаете, используя формулу $2\pi/\sqrt{g}$. Эти два показания совпадают?

- Нет, значение для K гораздо меньше.
- Да, эти два показания очень близки друг к другу.
- Нет, значение для K намного больше.

✓ Проверить

Задача 6

PHYWE



Экспериментальная установка для исследования математического маятника

Какое значение K ?

- $\sqrt{s/m}$
- s/\sqrt{m}
- s/m
- \sqrt{m}/s

✓ Проверить

Задача 7

PHYWE

Используя приведенные и рассчитанные значения, вывести уравнение колебаний для математического маятника. Какая формула правильная?

$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{g}{l}}$

$T = 2\pi \cdot \frac{l}{g}$

$T = \sqrt{2\pi} \cdot \frac{l}{g}$

$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$

 Проверить

Задача 8

PHYWE

Рассчитать длину лески для математического маятника, имеющего период колебаний 2 с (второй маятник, время полуколебания = 1 с):

$$l = \boxed{} \text{ cm}$$

Рассчитайте силу тяжести g , по вашим измеренным данным с использованием определенного коэффициента пропорциональности:

$$g = \left(\frac{2\pi}{K}\right)^2$$

$$g = \boxed{} \text{ m/s}^2$$