

Демпфирование с Cobra SMARTsense



В этом эксперименте ученики должны наблюдать за амплитудой колебаний в течение длительного периода времени, а также измерять их уменьшение с течением времени.

Физика

Механика

Колебания и волны



Уровень сложности



Кол-во учеников

лёгкий



Время подготовки



Время выполнения

2

10 Минут

10 Минут

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/5fa93934d31a970003b9f6a2>



Информация для учителей

Описание



Затухание с помощью SMARTsense

До сих пор учащиеся проводили эксперименты с "идеализированными" колебаниями, в которых не учитывались влияние трения, демпфирования и сопротивления воздуха. На самом деле, каждое колебание в реальных условиях затухает, а это означает, что амплитуда колебаний со временем уменьшается.

Свободные затухающие колебания можно описать как убывающую экспоненциальную функцию следующим образом:

$$x(t) = x_0 \cdot e^{-\delta t} \cdot \cos(\omega, t + \varphi_0)$$

где x_0 - начальное смещение (амплитуда), ω - угловая скорость и φ_0 - сдвиг фазы в начале колебания.

Дополнительная информация для учителей (1/2)



предварительные

знания



Принцип



Учащиеся должны быть знакомы с пружинным маятником, а также с ускорением под действием силы тяжести g и его средним значением $9,81 \text{ м/с}^2$, поскольку это значение играет важную роль в отношении колебательного поведения каждого маятника.

Амплитуда свободных затухающих колебаний со временем уменьшается. Иногда это явление возникает из-за демпфирования (затухания) системы. Это происходит, например, из-за сопротивления воздуха пружинного маятника или из-за демпфирования в материале пружины.

Примечание: затухающее колебание может быть описано с помощью экспоненциальной функции. В этом случае экспоненциальная функция должна быть заранее математически обработана. Это не обязательно должно быть представлено в рамках этого эксперимента.

Дополнительная информация для учителей (2/2)



Цель



Задача



Учащиеся должны наблюдать за амплитудой колебаний в течение более длительного периода времени, а также знать и измерять ее уменьшение с течением времени. Это приводит к пониманию демпфирования (затухания), которое будет введено в эксперименте в первую очередь качественно, а не как обычно используемый логарифмический декремент затухания.

1. Учащиеся наблюдают за колебаниями математического маятника в воздухе и измеряют отклонение маятника от положения равновесия через разные промежутки времени. Кроме того, они сравнивают отклонения с первоначальным отклонением, а затем прикрепляют диск к математическому маятнику и повторяют измерение.
2. Ученики погружают математический маятник в воду и исследуют отклонение через разное время.

Инструкции по технике безопасности



К этому эксперименту применяются общие инструкции по безопасному проведению экспериментов при преподавании естественных наук.

PHYWE



Информация для студентов

Мотивация



Происходят ли колебания в повседневной жизни?

Будь то качели на детской площадке, игра на музыкальном инструменте или электронные устройства синхронизации. Колебания могут быть вынужденными (например, колебания кварца в часах) или свободными (например, колебания во время вождения автомобиля).



В этом эксперименте Вы научитесь наблюдать за амплитудой колебаний в течение более длительного периода времени, а также измерять их уменьшение с течением времени.

Задача



1. Наблюдайте за колебаниями математического маятника в воздухе и измерьте отклонение маятника от положения равновесия через разные промежутки времени. Сравните отклонения с первоначальным отклонением, а затем прикреплите диск к математическому маятнику и повторите измерение.
2. Погрузите математический маятник в воду и исследуйте отклонение через разное время.



Материал

Позиция	Материал	Пункт №.	Количество
1	Cobra SMARTsense - Сила и ускорение, $\pm 50\text{N}$ / $\pm 16\text{g}$ (Bluetooth + USB)	12943-00	1
2	Основа штатива, PHYWE	02001-00	1
3	Штативный стержень, нерж. ст., с резьбой, $l = 600$ мм, $d = 10$ мм	02035-00	1
4	Двойная муфта	02043-00	1
5	Крепежный болт	03949-00	1
6	Сpirальная пружина, 3 Н/м	02220-00	1
7	Держатель для гирь с прорезями, 10 g	02204-00	1
8	Гиря, 10 г, черная	02205-01	4
9	Держатель для стеклянной трубы	05961-00	1
10	Секундомер, цифровой, 24 часа, 1/ 100 с & 1 с	24025-00	1
11	Рулетка, $l=2$ м	09936-00	1
12	Мензурка, низкая, 250 мл, пластмасса	36013-01	1
13	measureAPP - бесплатное измерительное программное обеспечение всех пр	14581-61	1

Дополнительные материалы



Позиция	Материал	Количество
1	картон чертёжный формат А4	

Подготовка (1/3)



Для измерения с помощью **Датчики Cobra SMARTsense** сайт **PHYWE measureAPP** требуется.
Приложение можно бесплатно загрузить из соответствующего магазина приложений (QR-коды см. ниже).
Перед запуском приложения убедитесь, что на вашем устройстве (смартфон, планшет, настольный ПК)
Bluetooth активирован .



iOS



Android



Windows

Подготовка (2/3)

PHYWE
excellence in science

- Соедините два штативных стержня вместе (рисунок слева).
- Соберите штатив из основания и длинного штативного стержня. (рисунок справа).



Подготовка (3/3)

PHYWE



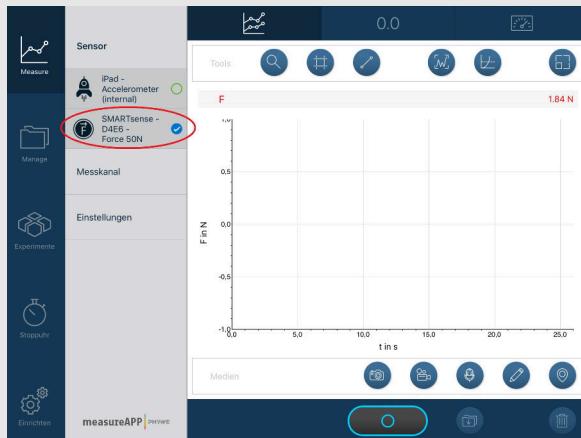
- Закрепите в двойном муфте датчик силы с коротким штативным стержнем (рисунок слева).
- Подвесьте спиральную пружину (рисунок справа).



Выполнение работы (1/8)



Включение датчика

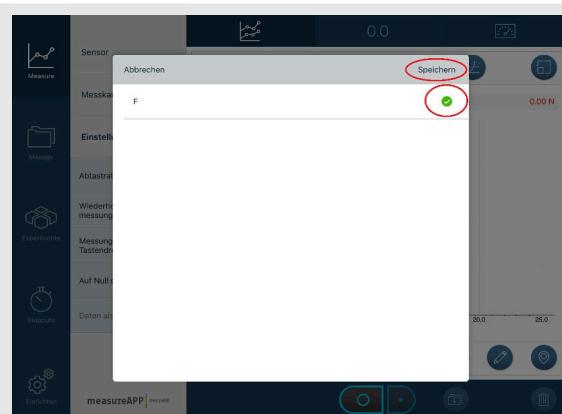
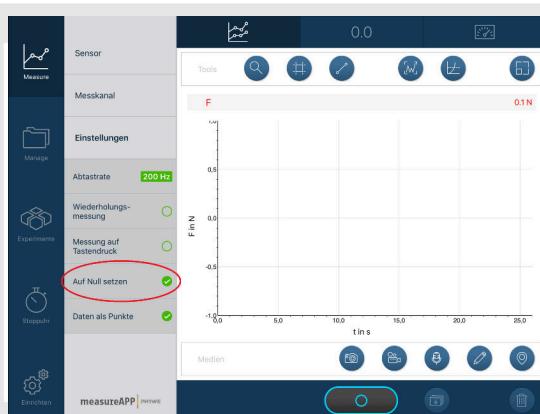


Выберите датчик в приложении measureAPP

- Включите датчик силы, нажав и удерживая кнопку питания в течение нескольких секунд.
- После успешного включения Вы увидите мигание светодиода (рисунок слева).
- Запустите measureAPP. Нажмите на вкладку "Датчик" и выберите датчик силы (рисунок справа).

Выполнение работы (2/8)

- Нажмите на вкладку "Настройки" и выберите "Измерение одним нажатием кнопки" (рисунок слева). На этой же вкладке нажмите "Установить на ноль" и выберите в открывшемся окне датчик силы.
- Закройте окно, нажав на кнопку "Сохранить" (рисунок справа).



Выполнение работы (3/8)

PHYWE



Выполнение эксперимента -
Держатель грузов

- Подвесьте за петлю спиральной пружины держатель груза с грузом общей массой 150 г.
- Пружина должна быть полностью неподвижной и не вибрировать. Поэтому успокойте систему рукой.

Примечание Чтобы прикрепить грузы с прорезью на держатель, наденьте их на верхнюю часть держателя (см. рисунок).

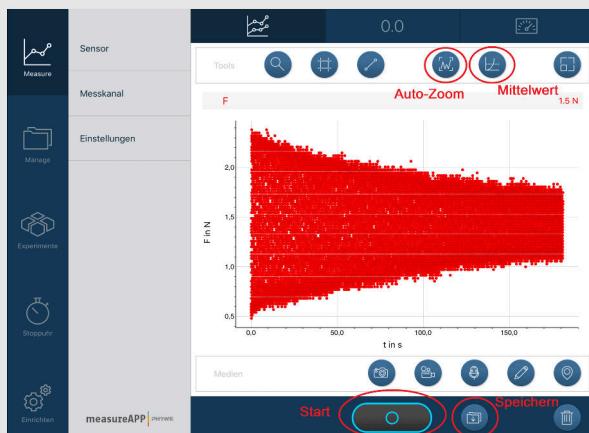
Выполнение работы (4/8)

PHYWE



- Выведите маятник из положения равновесия. Обратите внимание на то, чтобы пружина колебалась только в вертикальном направлении и не сдвигалась в сторону.
- Убедитесь в этом, наблюдая за колебаниями в течение нескольких секунд.
- Если колебание неравномерное, остановите пружину и попробуйте снова.

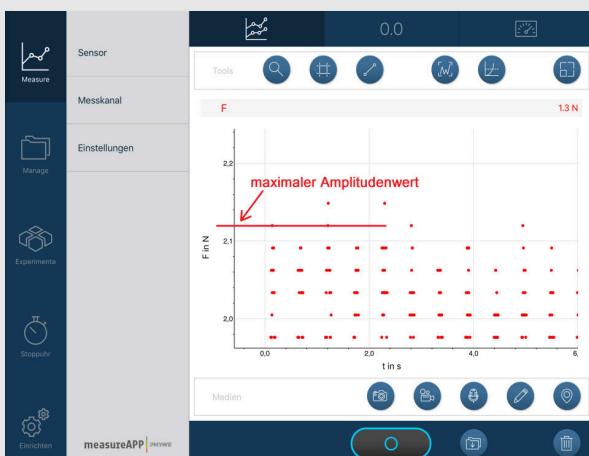
Выполнение работы (5/8)



Выполнение эксперимента -
Начало измерения

- Начните измерение (см. рисунок).
- Завершите измерение через три минуты (180 секунд).
- Используйте функцию автоматического масштабирования.
- Определите среднее значение на кривой и запишите его.

Выполнение работы (6/8)



Выполнение эксперимента -
Максимальная амплитуда

- Определите максимальное отклонение силы в начале измерения и запишите его (рисунок). Для этого увеличьте пальцами изображение в левом верхнем углу кривой измерения.
- Снова используйте функцию автоматического масштабирования. Считайте и запишите максимальное отклонение в конце измерения. Для этого увеличьте пальцами изображение в правом верхнем углу кривой измерения.
- Сохраните измерение.

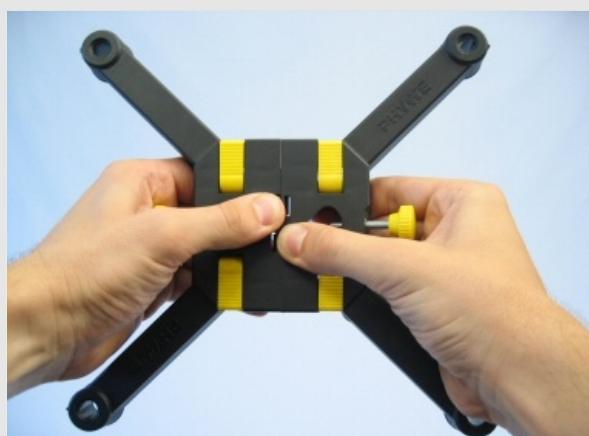
Выполнение работы (7/8)

PHYWE



- Прикрепите круглый картонный диск к центру держателя груза и повторите все измерения.
- Поместите мензурку, наполненную водой, под пружинный маятник и погрузите держатель груза так, чтобы его центр находился ниже поверхности воды.
- Переместите пружинный маятник вниз из положения равновесия, пока грузик не достигнет дна сосуда. Затем отпустите грузик и одновременно начните измерение в течение 10 секунд.
- Завершите измерение и действуйте, как описано выше.

Выполнение работы (8/8)

PHYWE
excellence in science

Выполнение эксперимента -
основание штатива

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





Протокол

Задача 1

укажите значения, полученные для случая свободных колебаний:

Средняя сила

Сила при макс. отклонении (начало)

Сила при макс. отклонении (конец)

Определение среднего значения и отклонения

Среднее значение силы соответствует положению пружинного маятника. Таким образом, массу можно определить из формулы . Затем среднее значение силы нужно на g . Разность между силой при максимальном отклонении и среднем значением силы равно силе упругости . Если разделить эту разность на жесткость пружины D , получим пружины.

$F = mg$

$F = D \cdot x$

Проверить

Задача 2

укажите значения, полученные для случая колебания с картонным диском:

Средняя сила Сила при макс. отклонении (начало) Сила при макс. отклонении (конец)

Рассчитайте отклонение пружинного маятника в начале и в конце измерения. Укажите, на сколько процентов уменьшилась амплитуда, и сравните с предыдущим результатом. Что Вы заметили?

В задаче 1 амплитуда уменьшилась на . В задаче 2 она уменьшилась примерно на . Это значение , чем раньше. Причина в том, что сопротивление в задаче 1 , чем сопротивление, создаваемое картонным диском.

 Проверить
Задача 3

укажите значения, полученные для случая колебания под водой:

Средняя сила Сила при макс. отклонении (начало) Сила при макс. отклонении (конец)

Вычислите геометрические отклонения, аналогичные предыдущим. Что Вы заметили? Что означает предельное значение 0 для амплитуды колебания?

Амплитуда уменьшилась значительно , чем в воздухе. Вода создает сопротивление, которое быстро замедляет маятник (измерение всего за 10 секунд). Амплитуда колебания упала до , т.е. колебание .

 Проверить

Слайд	Оценка / Всего
Слайд 23: Среднее значение и прогиб	0/5
Слайд 24: Геометрические прогибы пружинного маятника	0/4
Слайд 25: Геометрические прогибы пружинного маятника	0/4
Общая сумма	0/13

Общая сумма  0/13

 Решения

 Повторить

 Экспортируемый текст

15/15