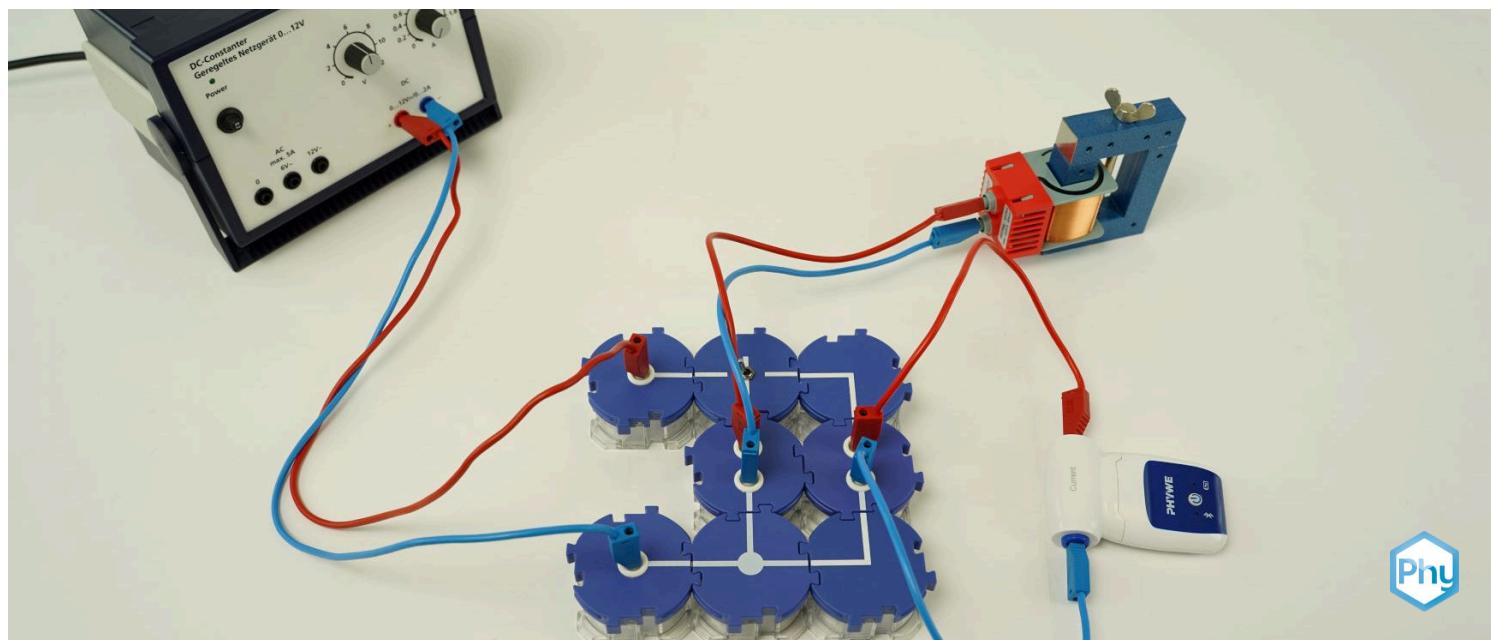


Самоиндукция во время процесса выключения с помощью Cobra SMARTsense



Физика

Электричество и магнетизм

Электромагнетизм и индукция



Уровень сложности



Кол-во учеников



Время подготовки



Время выполнения

лёгкий

2

10 Минут

20 Минут

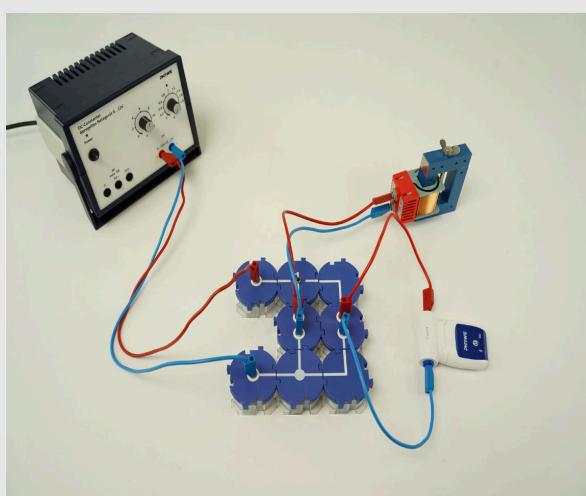
This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/603b97d31b5b1900032c0d27>



Информация для учителей

Описание



Экспериментальная установка

Катушки с током имеют магнитное поле, которое нарастает сразу после замыкания цепи постоянного тока, а затем уменьшаться после размыкания цепи. Это создает напряжение самоиндукции в каждом конкретном случае.

Напряжение самоиндукции по закону Ленца всегда противодействует его причине. Применяется следующее соотношение: $U_i = -L \cdot (dI/dt)$, где L - самоиндукция с единицей измерения 1 Генри ($1 \text{ Гн} = 1 \text{ Ом} \cdot \text{с}$).

Этот принцип используется, например, в качестве демпфера в электроизмерительной технике. Другими примерами применения индукции являются, например, зарядные станции или индукционные плиты.

Дополнительная информация для учителей (1/3)



Предыдущи



Учащиеся должны уметь строить и понимать простую электрическую цепь. Они должны знать, что напряжение в катушке наведено до тех пор, пока изменяется магнитное поле, заключенное в катушке. Они должны уже быть знакомы с электромагнитами и знать, что катушка, через которую протекает ток, имеет магнитное поле и от чего зависит сила магнитного поля.

Принцип



Самоиндуктивность является свойством электрических цепей или компонентов, особенно катушек. Самоиндуктивность цепи связывает скорость изменения электрического тока во времени с электрическим напряжением. Как при включении, так и при выключении напряжения на катушке с током, возникает магнитное поле, которое противодействует изменению и, таким образом, вызывают задержку изменения.

Дополнительная информация для учителей (2/3)



Цель



В ходе эксперимента ученики должны понять, что при выключении цепи возникает напряжение самоиндукции, которое противодействует падению тока. Им также следует выяснить, что возникающее напряжение иногда бывает очень высоким.

Задачи



Первую часть эксперимента, в которой измеряется ток самоиндукции, можно рассматривать в качестве подтверждающего эксперимента, если учащиеся пытаются предсказать его результат, основываясь на своих знаниях закона индукции и закона Ленца.

Вторая часть эксперимента также призвана показать, что напряжение самоиндукции может принимать значения, во много раз превышающие исходное напряжение.

Дополнительная информация для учителей (3/3)



При выполнении первой части эксперимента учителю, придется обратить внимание на то, что переключение в положение 2 происходит не слишком медленно. Медленное переключение может означать, что магнитное поле над открывающейся искрой в значительной степени исчезает до того, как ток самоиндукции сможет протекать через амперметр.

Перед началом второй части эксперимента преподаватель должен обсудить зажигание и рабочее напряжение имеющейся лампы накаливания и, при необходимости, продемонстрировать напряжение зажигания в предварительном эксперименте. Для этого используется цепь, состоящая из последовательно соединенных лампы накаливания и резистора на 100 кОм, и подается постоянное напряжение, которое, начиная с 0 В, медленно увеличивается до тех пор, пока лампа накаливания не загорится. В качестве источника питания можно использовать источник питания 0 ... 600 В (номер заказа 13672-93). Высокое напряжение самоиндукции во время процесса выключения может при определенных обстоятельствах повредить технические коммутационные системы и электронные компоненты. Это необходимо предотвратить соответствующими мерами, например, параллельно подключив конденсаторы.

Инструкции по технике безопасности



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

PHYWE



Информация для студентов

Мотивация

PHYWE



Индукционная плита

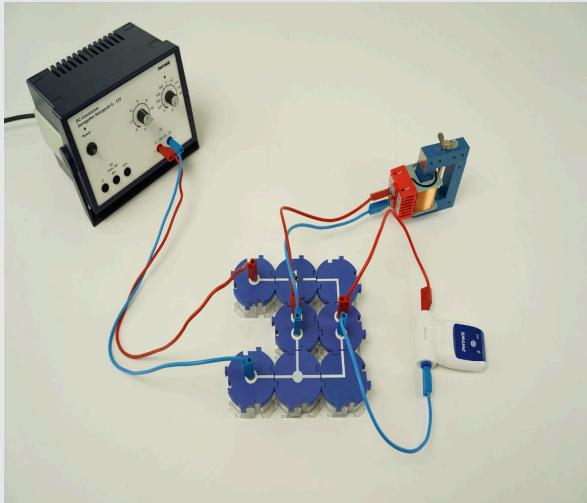
Индукция - это принцип, который широко используется в электрических устройствах. Поэтому в повседневной жизни часто можно встретить это явление, даже не осознавая этого.

Наиболее очевидным примером индукции является индукционная плита. Здесь вихревые токи используются для обогрева дна кастрюли на плите. Другим примером, где индукция играет роль, является беспроводная зарядка, когда изменяющееся во времени магнитное поле индуцирует электрическое поле, которое, в свою очередь, генерирует ток.

В этом эксперименте Вы узнаете о самоиндукции катушки и о том, какое влияние она оказывает на электрическую цепь.

Задачи

PHYWE



Экспериментальная установка

Какое действие оказывает катушка, когда она выключена?

Изучите направление напряжения самоиндукции, которое возникает в катушке при размыкании цепи постоянного тока.

Оборудование

Позиция	Материал	Пункт №.	Количество
1	PHYWE Источник питания пост. ток: 0...12 В, 2 А / перемен. ток: 6 В, 12 В, 5 А	13506-93	1
2	Cobra SMARTsense - Сила тока, ± 1 А (Bluetooth + USB)	12902-01	1
3	U-образный сердечник	07832-00	1
4	Ярмо	07833-00	1
5	Катушка, 1600 витков	07830-01	1
6	Зажимной винт	07834-00	1
7	Соединительный модуль SB	05601-10	2
8	Соединительный, разомкнутый, модуль SB	05601-04	2
9	Переключатель, модуль SB	05602-02	1
10	Выключатель вкл./выкл., модуль SB	05602-01	1
11	Соединитель , прямой, модуль SB	05601-01	1
12	Соединитель, угловой, модуль SB	05601-02	4
13	Соединитель, Т-образный, модуль SB	05601-03	2
14	Патрон для лампы накаливания Е 10, модуль SB	05604-00	1
15	Неоновая лампа, 110 В пер. ток, E10	07506-90	1
16	Соединительный проводник, 250 мм, красный	07360-01	1
17	Соединительный проводник, 250 мм, синий	07360-04	1
18	Соединительный проводник, 500 мм, красный	07361-01	2
19	Соединительный проводник, 500 мм, синий	07361-04	2
20	measureAPP - бесплатное измерительное программное обеспечение всех пр	14581-61	1

Подготовка (1\2)

PHYWE

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



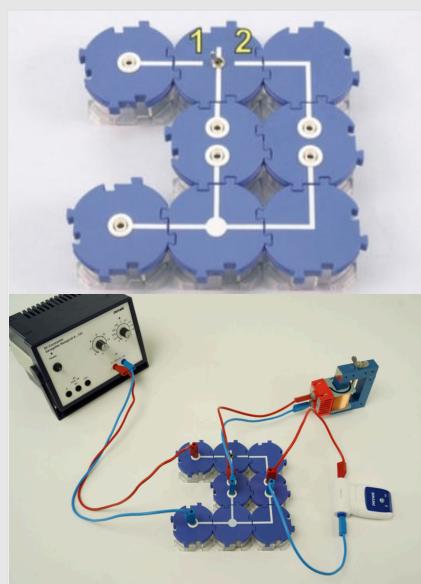
Android



Windows

Подготовка (2/2)

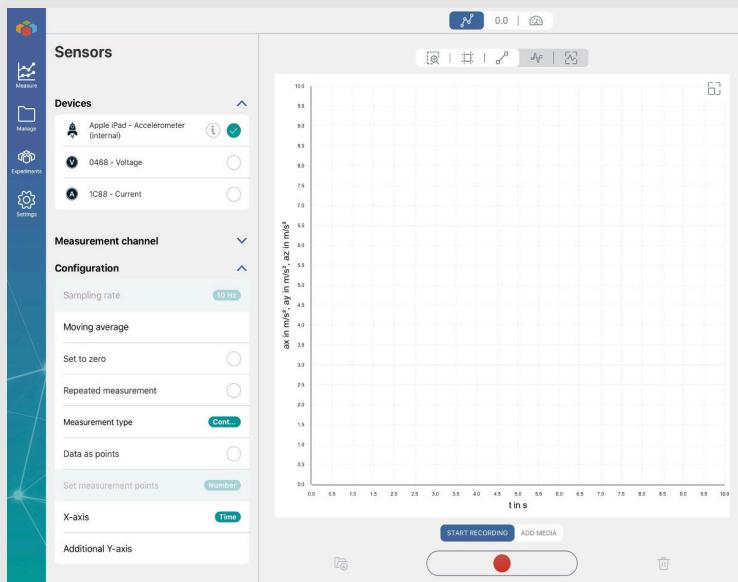
PHYWE



- Настройте эксперимент как показано на рисунках.
- Поместите катушку на U-образный сердечник.
- Крепко прижмите U-образный сердечник и иголку вместе с зажимным винтом.
- Первоначально переключатель должен находиться в положении 1.

Выполнение работы (1/3)

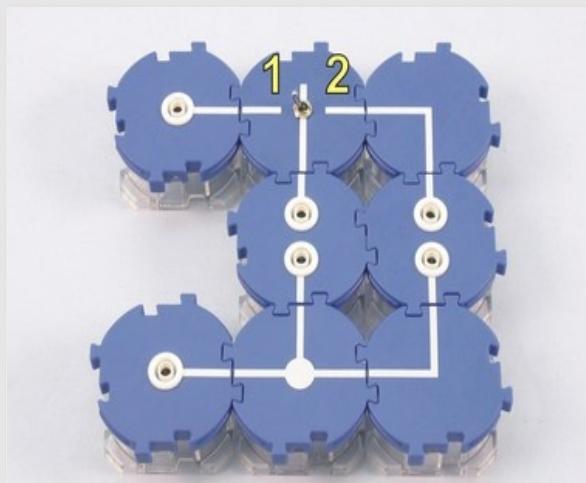
PHYWE



- Включите датчик SMARTsense, нажав и удерживая кнопку питания, и убедитесь, что планшет может подключаться к устройствам Bluetooth.
- Откройте приложение PHYWE measure и подключите датчик в разделе «Измерение»>«Датчик», а затем выберите датчик «Сила тока» (вверху слева).
- Измерение можно сохранить после каждого из следующих измерений. Для дальнейшего анализа измерение можно снова открыть в любое время в разделе «Мои измерения».

Выполнение работы (2/3)

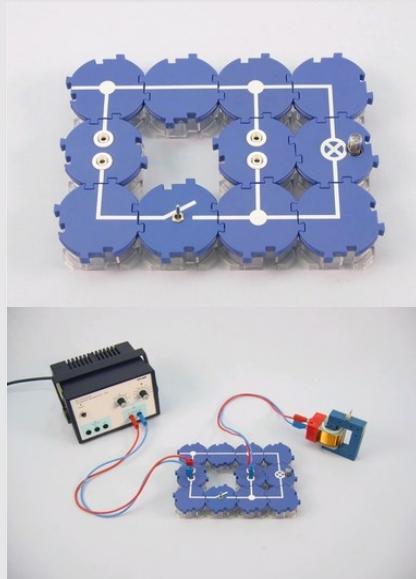
PHYWE



Положения переключателя

- Включите источник питания и установите постоянное напряжение 10 В.
- Начните измерение в measureAPP. Установите переключатель в положение 2 и, тем самым, разомкните левую цепь и замкните правую цепь. Наблюдайте за течением тока. Переключение из положения 1 в положение 2 должно происходить как можно быстрее.
- Нажмите переключатель несколько раз и запишите показания амперметра в протоколе.
- Выключите источник питания.

Выполнение работы (3/3)



- Измените экспериментальную установку в соответствии с иллюстрациями.
- Включите источник питания и снова установите постоянное напряжение 10 В. Замкните переключатель.
- Разомкните переключатель и понаблюдайте за работой лампы накаливания.
- Повторно замкните и разомкните выключатель, наблюдайте за лампой накаливания и запишите свои наблюдения в протокол.
- Выключите источник питания.

PHYWE



Протокол

Наблюдения

PHYWE

Опишите свои наблюдения при выполнении первой части эксперимента (1/2).

Опишите свои наблюдения при выполнении второй части эксперимента (2/2).

Задача 1

PHYWE

Какой вывод можно сделать из наблюдения во время первой части эксперимента о направлении тока самоиндукции и, следовательно, о напряжении самоиндукции во время процесса выключения?

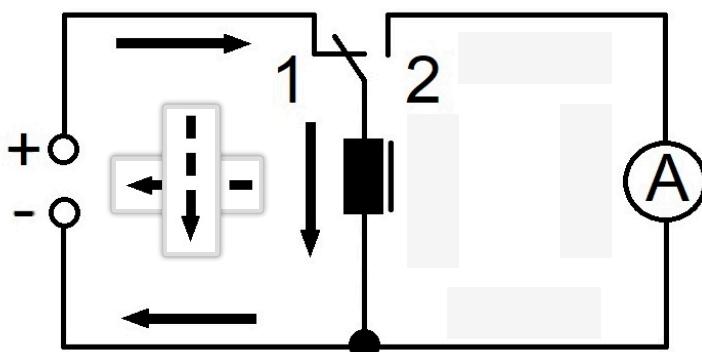
Напряжение самоиндукции во время процесса выключения противоположно напряжению во время процесса включения и, таким образом, действует в том же направлении, что и приложенный источник напряжения.

Напряжение самоиндукции во время процесса выключения противоположно напряжению во время процесса включения и, таким образом, действует в направлении, противоположном приложенному источнику напряжения.

Напряжение самоиндукции во время процесса выключения совпадает с направлением во время процесса включения и, таким образом, действует в том же направлении, что и приложенный источник напряжения.

Задача 2

PHYWE



Подумайте о направлении, в котором течет ток самоиндукции во время выключения.
Перетащите стрелки индукционного тока в нужные поля!



Направление исходного тока катушки.



Направление тока самоиндукции.

Задача 3

PHYWE

Какой вывод относительно напряжения самоиндукции следует из наблюдения во 2-й части эксперимента? Сравните приложенное напряжение с напряжением зажигания лампы накаливания!

- Из сравнения приложенного напряжения и напряжения зажигания нельзя сделать вывод о напряжении самоиндукции.
- Напряжение самоиндукции настолько велико, что лампа накаливания светится. Это означает, что напряжение самоиндукции должно быть равно разности между приложенным напряжением и напряжением зажигания.
- Напряжение самоиндукции настолько велико, что лампа накаливания светится. Это означает, что напряжение самоиндукции должно быть равно отношению приложенного напряжения к напряжению зажигания.

Задача 4



Заполните пробелы в тексте!

Напряжение самоиндукции в процессе включения [] приложеному напряжению. Напряжение во время процесса выключения имеет [] эффект в соответствии с правилом Ленца. Это приводит к возникновению очень []. Это необходимо учитывать для схем с чувствительными компонентами.

высокого напряжения
ускоряющий
противодействует

Проверить

Слайд

Оценка / Всего

Слайд 18: Направление тока самоиндукции 0/1

Слайд 19: Цепь 0/4

Слайд 20: Уровень напряжения самоиндукции 0/1

Слайд 21: Резюме 0/3

Всего

0/9

Решения

Повторить

Экспортный текст