

«Свободные электромагнитные колебания. Колебательный контур»

Цели урока:

образовательные: сформировать понятия электромагнитных колебаний и колебательного контура; сформировать представление как в колебательном контуре энергия электрического поля периодически превращается в энергию магнитного поля; показать, что колебания в идеальном колебательном контуре являются гармоническими; получить основное уравнение, описывающее свободные электрические колебания в контуре; вывести формулу, с помощью которой можно вычислить период свободных электрических колебаний.

развивающие: развитие навыков самостоятельного поиска решения задач, логического мышления, умения рассуждать, сравнивать, делать выводы

воспитательные: воспитание умения работать в группе, формирование физического мышления. содействовать формированию у учащихся умения осознавать собственную учебную деятельность, осуществлять самоконтроль.

Учебно-методическое обеспечение: УМК Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, В.М. Чаругин «Физика. 11 класс», презентация «Электромагнитные колебания».

Оборудование: ноутбук, мультимедийный проектор, экран

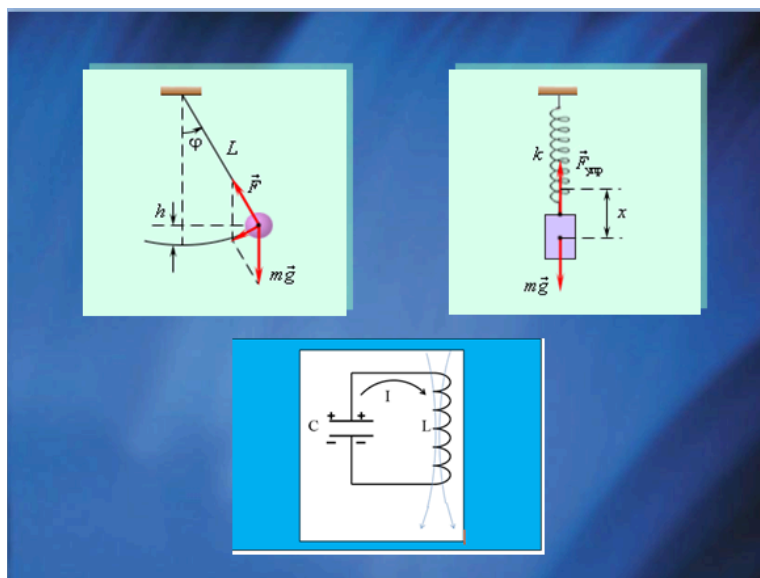
Ход урока

1. Организационный момент.

Приветствие. Проверка готовности класса к уроку.

2. Подготовка к восприятию нового материала. Постановка цели и задач урока. Мотивация учебной деятельности учащихся.

На прошлом уроке мы закончили изучение механических колебаний и повторили некоторые вопросы из раздела Электродинамика. Посмотрите на экран (Слайд 1)



Вопросы к слайду 1

- | | |
|--|---|
| 1. Что изображено на экране? | Колебательные системы. |
| 2. Почему мы называем эти системы колебательными? | В них возникают колебания. |
| 3. Дайте определение
Что называется колебаниями | это движения, которые точно или приблизительно повторяются через определенные интервалы времени. |
| 4. Какие колебания называются свободными? | свободные - колебания в системе под действием внутренних сил, после того как система выведена из положения равновесия |

5. Выскажите свои предположения: почему это тоже колебательная система рядом в этих двумя рисунками я расположила третий?
6. Правильно, это колебательная система. Изучать эту колебательную систему. Предположите, чем сегодня на уроке мы будем заниматься?
7. Попробуйте конкретизировать цели -- из чего состоит
 -- какие колебания возникают
 -- как возникают колебания
 -- условия возникновения
 -- уравнение колебаний
 -- основные характеристики колебаний
8. Добавлю: мы еще наблюдаем за превращениями энергии в этом колебательном контуре.

3. Актуализация знаний. Первичное усвоение новых знаний.

Сообщаю учащимся, что кроме свободных механических колебаний существуют свободные электромагнитные колебания. (Слайд 2)

Электромагнитные колебания были открыты почти случайно. (Слайд 3)

После того как изобрели лейденскую банку (первый конденсатор) и научились сообщать ей большой заряд с помощью электростатической машины, начали изучать электрический разряд банки.

Замыкая обкладки лейденской банки с помощью катушки, обнаружили, что стальные спицы внутри катушки намагничиваются.

В этом ничего удивительного не было: электрический ток и должен намагничивать стальной сердечник катушки.

Странным же было то, что нельзя было предсказать, какой конец сердечника катушки окажется северным полюсом, а какой южным.

Повторяя опыт примерно в одинаковых условиях, получали в одних случаях один результат, а в других другой.

-- Ребята, есть ли у вас объяснение этому?

Далеко не сразу поняли, что при разрядке конденсатора через катушку в электрической цепи возникают колебания.

За время разрядки конденсатор успевает много раз перезарядиться, и ток меняет направление много раз, в результате чего сердечник может намагничиваться различным образом.

Слайд 4. Даю учащимся определение электромагнитных колебаний и колебательного контура. Представляю схему колебательного контура.

- Что необходимо сделать, чтобы в этом колебательном контуре возникли колебания? (Вывести его из равновесия)

- Как это сделать? (Зарядить конденсатор)

Э/м колебания отличаются большой частотой:

- радио – 90-108 МГц
- мобильный телефон – 900, 1800, 1900 МГц
- компьютер, СВЧ – 1500-2500 МГц

- Тогда в диэлектрике конденсатора возникнет электрическое поле. На обкладках конденсатора появится разность потенциалов.

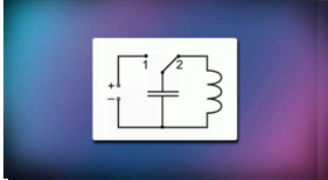
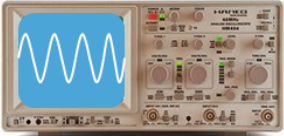
- Электромагнитные колебания обычно происходят с очень большой скоростью.
Примечание: только высокочастотные колебания могут передаваться на расстояние и переносить информацию (звук, изображение).

- Как можно пронаблюдать за тем, что будет происходить дальше? (Слайд 5)

Свободные колебания – без внешней силы в замкнутой системе, если вынужденные - то какая-то сила.

Вынужденные э/м колебания: к колебательному контуру добавляется источник тока

Обнаружить наличие колебаний позволяет прибор - **ОСЦИЛЛОГРАФ**

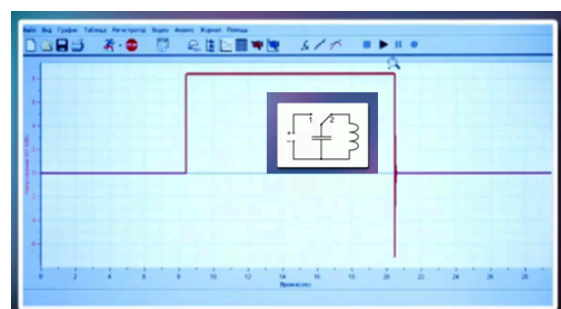
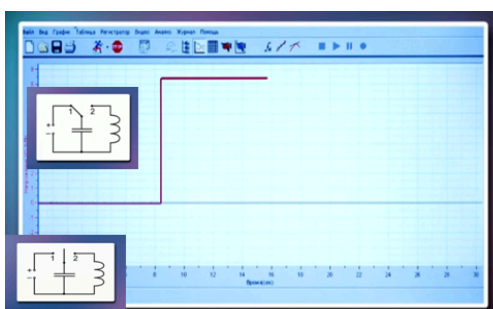


- Обнаружить наличие колебаний позволяет прибор -- осциллограф. (Краткое описание прибора.)

Осциллограф подключаем к конденсатору.

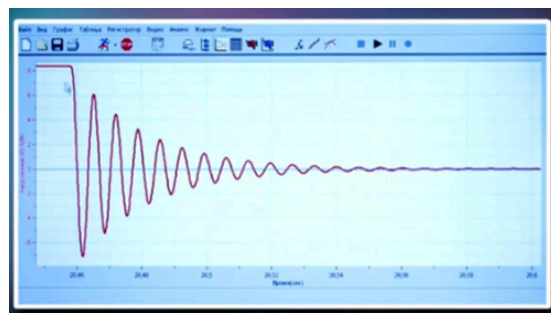
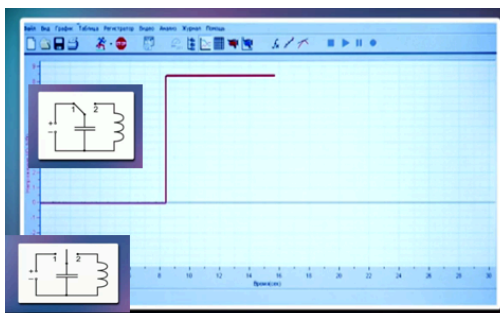
Сначала зарядим конденсатор. Ключ в положении 1. Затем переведем ключ в положение 2.

- Что увидим на экране осциллографа? (Слайды 6-9)



Соотнесим состояние конденсатора с изображением на экране осциллографа. Увеличим область графика. Видим затухающие колебания.

- Почему колебания напряжения в колебательном контуре будут затухающими? (Учащиеся указывают на сопротивления проводников, конденсатора и катушки)

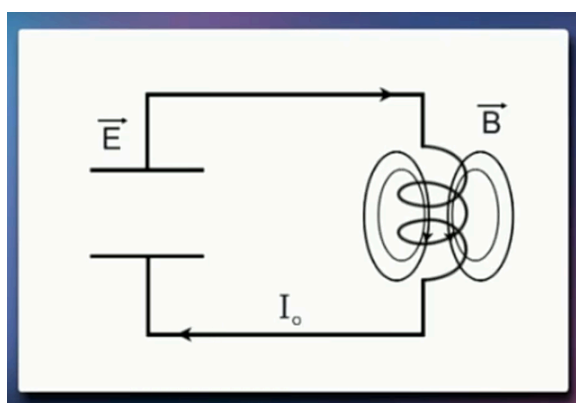
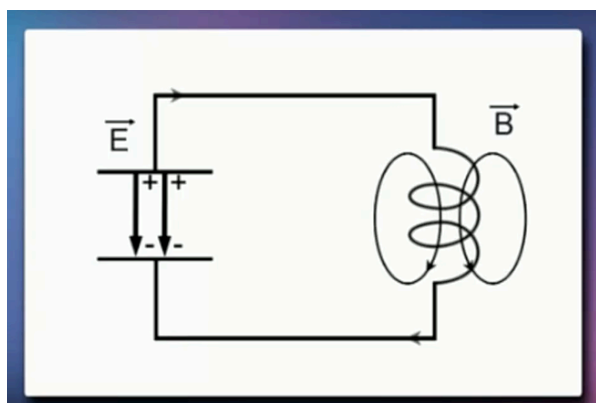


- Перечислите что нужно для возникновения электромагнитных колебаний. (После ответов учащихся - слайд 10)

Условия возникновения электромагнитных колебаний:

1. Наличие колебательного контура.
2. Электрическое сопротивление должно быть очень маленьким.
3. Зарядить конденсатор (вывести систему из равновесия)

- Рассмотрим весь колебательный процесс. (Слайд 11 - видеофрагмент)
(Даю описание процессов происходящих в колебательном контуре за один период)



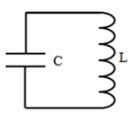
(Для большей наглядности использую еще и другую модель - слайд 12)

Вывод: (учащиеся делают обобщение, подводят итог этой части урока) - понятие колебательного контура, свободных колебаний, условия возникновения колебаний, процессы протекающие в колебательном контуре (разрядка конденсатора, ЭДС самоиндукции, ...)

Физкультминутка. Зарядка для глаз.

- Продолжим разговор. Рассмотрим подробнее **преобразования энергии в колебательном контуре.**

(Слайд 13-14)

$$W_{\text{эл}} = \frac{q_{\text{max}}^2}{2C} \quad \text{энергия электрического поля конденсатора}$$


$$W_{\text{м}} = \frac{LI_{\text{max}}^2}{2} \quad \text{энергия магнитного поля катушки}$$

$$\frac{q_{\text{max}}^2}{2C} = \frac{LI_{\text{max}}^2}{2} \quad \text{по закону сохранения энергии}$$

Полная энергия

$$W = \frac{q_{\text{max}}^2}{2C} = \frac{LI_{\text{max}}^2}{2} = \frac{q^2}{2C} + \frac{Li^2}{2}$$

$$\left(\frac{Li^2}{2}\right)' + \left(\frac{q^2}{2C}\right)' = 0 \quad \frac{L}{2} \cdot 2i \cdot i' = -\frac{1}{2C} \cdot 2q \cdot q'$$

$$\left(\frac{Li^2}{2}\right)' = -\left(\frac{q^2}{2C}\right)' \quad i = q' \quad i' = q''$$

$$Lii' = -\frac{qi}{C} \quad q'' = -\frac{1}{LC}q$$

Некоторые вопросы по ходу вывода **основного уравнения**, описывающего свободные электромагнитные колебания:

- В чем заключается закон сохранения энергии?
 - Что представляет собой первая производная по времени от энергий магнитного и электрического полей? (Скорость их изменения)
 - Что означает знак "-" в уравнении производных? Каков его физический смысл? (Когда одна энергия убывает, другая возрастает)
 - Что может являться решением уравнения? Вспомните механические колебания. (Являются функции синуса и косинуса.)
 - Вспомните, как называются колебания происходящие по закону синуса или косинуса. (**Гармонические колебания**).
- Продолжим работать с формулами. (Слайд 15)

$$q'' = -\frac{1}{LC}q$$

$$\omega_0^2 = \frac{1}{LC} \quad \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad T = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{LC}$$

формула Томсона

$$q = q_{\text{max}} \cos \omega_0 t$$

- Коэффициент в уравнении представляет собой квадрат **циклической частоты**.
- Формула периода свободных колебаний в контуре называется **формулой Томсона** в честь английского физика У.Томсона (Кельвина), который ее впервые вывел.

4. Первичная проверка понимания

Учащимся предлагается решить тест для самопроверки.

1. Периодические изменения заряда, силы тока, напряжения называются

- А. механическими колебаниями
- Б. электромагнитными колебаниями
- В. свободными колебаниями
- Г. вынужденными колебаниями

2. Колебательный контур состоит из

- А. катушки и резистора
- Б. конденсатора и лампы

- В. конденсатора и катушки индуктивности
Г. конденсатора и вольтметра
3. **Условия возникновения электромагнитных колебаний:**
А. Наличие колебательного контура
Б. Электрическое сопротивление должно быть очень маленьким.
В. Зарядить конденсатор (вывести систему из равновесия).
Г. Все три условия (А, Б и В)
4. **Какой энергией обладает колебательный контур в момент, когда заряд конденсатора максимален?**
А. Энергией электрического поля
Б. Энергией магнитного поля
В. Энергией магнитного и электрического полей
Г. Энергией гравитационного, магнитного и электрического полей.
5. **Какой энергией обладает колебательный контур в момент, когда ток в катушке максимален?**
А. Энергией электрического поля
Б. Энергией магнитного поля
В. Энергией магнитного и электрического полей
Г. Энергией гравитационного, магнитного и электрического полей
6. **В колебательном контуре после разрядки конденсатора ток исчезает не сразу, а постепенно уменьшается, перезаряжая конденсатор. Это связано с явлением**
А. инерции
Б. электростатической индукции
В. самоиндукции
7. **В колебательном контуре энергия электрического поля конденсатора периодически превращается**
А. в энергию магнитного поля тока
Б. в энергию электрического поля
В. в механическую энергию
Г. в световую энергию
8. **Каким выражением определяется период T электромагнитных колебаний в контуре, состоящем из конденсатора и катушки индуктивности?**
А. \sqrt{LC} Б. $2\pi\sqrt{LC}$ В. $\frac{1}{\sqrt{LC}}$ Г. $\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$
9. **Каким выражением определяется частота ν электромагнитных колебаний в контуре, состоящем из конденсатора и катушки индуктивности?**
А. \sqrt{LC} Б. $2\pi\sqrt{LC}$ В. $\frac{1}{\sqrt{LC}}$ Г. $\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$
10. **Какие из описанных ниже колебательных процессов можно отнести к электромагнитным колебаниям?**
А. Колебания груза на пружине в магнитном поле, создаваемом электромагнитом.
Б. Колебания математического маятника в магнитном поле Земли.
В. Колебания силы тока в контуре, состоящем из конденсатора и катушки индуктивности.
Г. Все три из описанных колебательных процессов.

Предлагается сверить свои ответы с ответами на экране.(Слайд 16)

5. Первичное закрепление. Исследование характеристик колебательного контура.

Работа в малых группах.

Учащиеся получают задания.

1 группа

1. Как и во сколько раз измениться частота собственных электромагнитных колебаний в контуре, если емкость конденсатора увеличит в 4 раза?

2. Колебательный контур состоит из катушки индуктивности и конденсатора. Индуктивность катушки уменьшили от 36 мГн до 4 мГн. Как и во сколько раз изменится в результате этого частота электромагнитных колебаний в контуре?

2 группа

В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с индуктивностями $L_1=1$ мкГн и $L_2=2$ мкГн, а также два конденсатора, емкость которых $C_1=30$ пФ и $C_2=40$ пФ. При каком выборе двух элементов из этого набора частота собственных колебаний контура будет наибольшей?

3 группа

В колебательном контуре зависимость заряда q на конденсаторе от времени t имеет вид

$$q = 10^{-4} \cos \cos 10\pi t.$$

Какую информацию о колебаниях заряда в контуре можно получить из этого уравнения?

(Учтите, что $i = \dot{q}$)

4 группа

Заполнить таблицу для электромагнитных колебаний в контуре и построить график зависимости $q(t)$ и $i(t)$ (схематично).

часть периода T	0	T/4	T/2	3T/4	T
q	max				
i	0				

Обсуждение решений. (Слайды 17 - 21)

Учащиеся выходят к доске или с места выдают решения своих задач. Делают выводы: о зависимости (обратной пропорциональности) частоты и величин L и C ; о том, что колебания силы тока опережают по фазе на $\frac{\pi}{2}$ колебания заряда; устанавливают графическое соответствие между колебаниями силы тока в контуре и изменениями энергии электрического поля конденсатора.

6. Домашнее задание (Слайд 22)

Д/з §27, 28,30, упр.4 №2

CD "Формула Томсона" тесты 1-4