**Конспект урока по физике для учащихся 11 класса**

**на тему: «Свободные электромагнитные колебания. Колебательный контур»**

**Цель урока:** составить представление о процессах, происходящих в колебательном контуре; установить закономерности.

**Задачи:**

***образовательные:*** сформировать понятия электромагнитных колебаний и колебательного контура; сформировать представление о том, 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.

**Тип урока:** комбинированный.

**Учебно-методическое обеспечение:** УМК Г.Я.Мякишев, Б.Б.Буховцев, В.М.Чаругин «Физика. 11 класс», ЕГЭ. Физика. Универсальный справочник/О.П. Бальва, презентация «Электромагнитные колебания»

**Оборудование:** компьютер, мультимедийный проектор, экран, раздаточный материал на столы (таблица, задания)

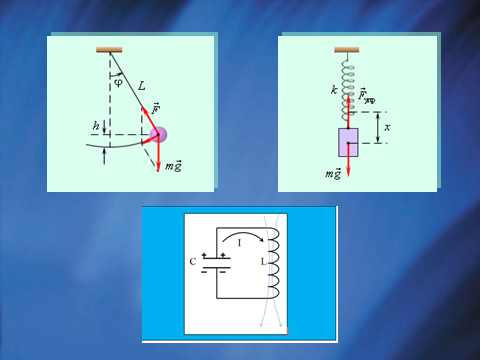
**ХОД УРОКА**

**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). Как вы думаете:**



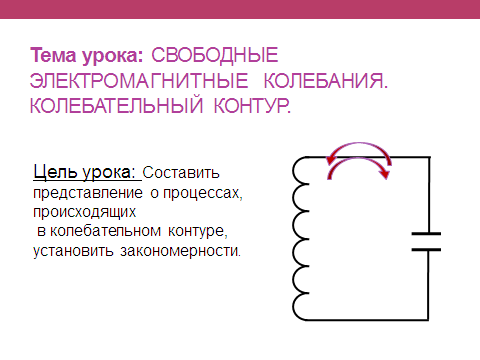
***Вопросы к слайду 1***

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

**3. Актуализация знаний. Первичное усвоение новых знаний.**

Ребята, вы совершенно правы, действительно: кроме свободных механических колебаний существуют еще и свободные электромагнитные колебания.

Открываем тетради и записываем. **(Слайд 2)**



Тема нашего сегодняшнего урока: **«Свободные электромагнитные колебания. Колебательный контур».** На протяжении урока мы должны: составить представление о процессах, происходящих в колебательном контуре, установить закономерности**.**

**Переходим к изучению темы.**

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.

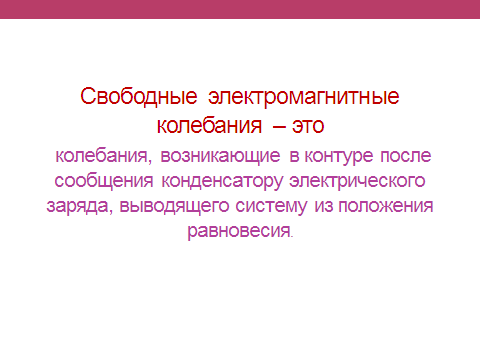
В этом ничего удивительного не было: электрический ток и должен намагничивать стальной сердечник катушки.

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?

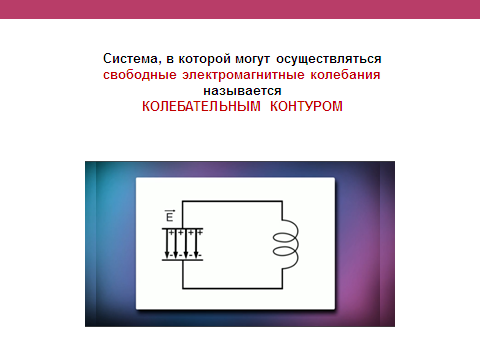
**Ответ учителя**: Далеко не сразу поняли, что при разрядке конденсатора через катушку в электрической цепи возникают колебания.

За время разрядки конденсатор успевает много раз перезарядиться, и ток меняет направление много раз, в результате чего сердечник может намагничиваться различным образом. **(Слайд 4)**



А сейчас записываем в тетрадях определение свободных электромагнитных колебаний:

**«Свободные электромагнитные колебания – это колебания, возникающие в контуре после сообщения конденсатору электрического заряда, выводящего систему из положения равновесия» (Слайд 5)**

****

Простейшая система, в которой могут происходить свободные электромагнитные колебания, состоит из конденсатора и катушки, присоединенной к его обкладкам называется **колебательным контуром.** Давайте рассмотрим и начертим в тетрадях схему колебательного контура.

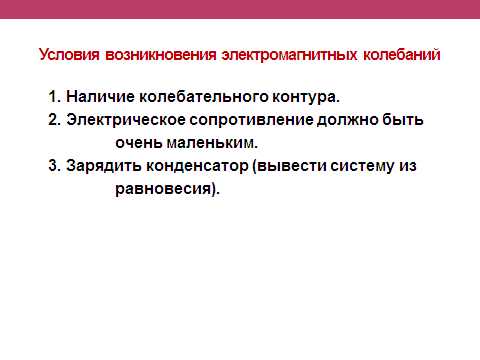
- Что необходимо сделать, чтобы в этом колебательном контуре возникли колебания? (Вывести его из равновесия)

- Как это сделать? (Зарядить конденсатор)

- Обнаружить наличие колебаний позволяет прибор осциллограф. **(Слайд 6)**

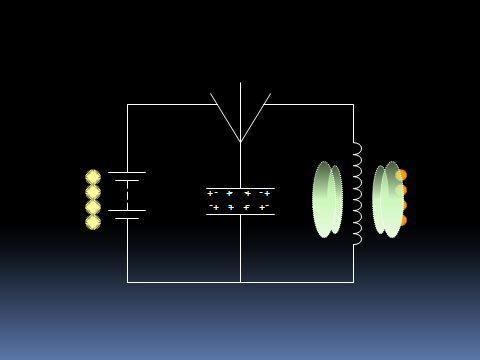


Свободные электромагнитные колебания являются затухающими **(Слайд 7)**



**Что это значит**? ( С течением времени амплитуда колебаний уменьшается из-за сил сопротивления. Происходит потеря энергии, т. к. катушка и провода обладают сопротивлением).

- Перечислите что нужно для возникновения электромагнитных колебаний. **(После ответов учащихся – слайд 8)**



Условия возникновения электромагнитных колебаний:

1. Наличие колебательного контура.

2. Электрическое сопротивление должно быть очень маленьким.

3.Зарядить конденсатор (вывести систему из равновесия)

А сейчас мы с вами поработаем с таблицей **«Процессы, происходящие в колебательном** **контуре».** Я буду анализировать процессы, а вы одновременно делать записи в таблице. (Таблица находится на каждом столе)

Рассмотрим весь колебательный процесс в контуре за 1 период. Дайте определение периода.

Зарядим конденсатор, присоединив его на время к батарее с помощью переключателя, при этом в конденсаторе сосредоточено электрическое поле с энергией

http://festival.1september.ru/articles/501918/Image4885.gif (описываем величины, входящие в формулу). Между обкладками возникнет разность потенциалов. Переведем переключатель в положение 2. Конденсатор начнет разряжаться и в цепи появится электрический ток. Сила тока не сразу достигает максимального значения, а увеличивается постепенно. Это связано с явлением самоиндукции. ЭДС самоиндукции возникает при появлении тока в цепи и препятствует его увеличению, поэтому ток в цепи растет постепенно.

По мере разрядки конденсатора энергия электрического поля уменьшается, но одновременно возрастает энергия магнитного поля, которая определяется формулой

http://festival.1september.ru/articles/501918/Image4888.gif( описываем величины, входящие в формулу).

Полная энергия W электромагнитного поля контура равна сумме энергий его магнитного и электрического полей: W=+

В момент, когда конденсатор полностью разрядится (q = 0), энергия электрического поля станет равной нулю. Энергия же магнитного поля тока, согласно закону сохранения энергии, будет максимальной. В этот момент сила тока также достигнет, конечно, максимального значения Iм.

Несмотря на то, что к этому моменту разность потенциалов на концах катушки становится равной нулю, электрический ток не может прекратиться сразу. Этому препятствует явление самоиндукции. Как только сила тока и созданное им магнитное поле начнут уменьшаться, возникает ЭДС самоиндукции, стремящаяся поддержать ток.

В результате конденсатор будет перезаряжаться до тех пор, пока сила тока, постепенно уменьшаясь, не станет равной нулю. Энергия магнитного поля в этот момент также будет равна нулю, энергия электрического поля конденсатора опять станет максимальной.

После этого конденсатор вновь начнет перезаряжаться, и система возвратится в исходное состояние.

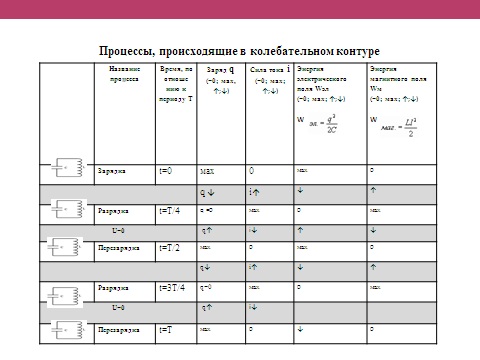
Давайте сначала вычленим процессы, происходящие в контуре, записываем их названия:

1. Зарядка конденсатора (для выведения системы из положения равновесия)
2. Разрядка
3. Перезарядка
4. Разрядка
5. Перезарядка

Эти процессы происходят за 1 период, т. е. начало колебаний соответствует времени t=0, полное колебание t=T. Как вы думаете, какому моменту времени соответствует половина колебания? (t=T/2). По аналогии расставьте в таблице оставшиеся промежутки времени.

Теперь проанализируем, что происходит с зарядом и силой тока и энергией (обратите внимание на значки в таблице, означающие увеличение и уменьшение величины):

1. Зарядка конденсатора: на конденсаторе сосредоточен максимальный заряд qмах, тока пока нет i=0, Wэл мах, Wм=0
2. Разрядка: т.к. заряд уходит, сила тока начинает увеличиваться постепенно (явление самоиндукции), конденсатор разряжается, Wэл ↓, Wм↑, в момент полной разрядки: Wэл=0, Wм мах
3. Перезарядка: В момент, когда заряд конденсатора q=0, Wэл=0, электрический ток не исчезает (явление самоиндукции), электроны продолжают двигаться по инерции к противоположной обкладке, и происходит перезарядка обкладок конденсатора. В момент происхождения самой перезарядки i=0, qмах, Wэл мах, Wм=0
4. Разрядка: т.к. заряд уходит, сила тока начинает увеличиваться постепенно (явление самоиндукции), конденсатор разряжается Wэл ↓, Wм↑,
5. Перезарядка: В момент, когда заряд конденсатора q=0, электрический ток не исчезает (явление самоиндукции), электроны продолжают двигаться по инерции к противоположной обкладке, и происходит перезарядка обкладок конденсатора. В момент происхождения перезарядки i=0, qмах, Wэл мах, Wм=0 **(Слайд 10)**



Если бы не было потерь энергии, то этот процесс продолжался бы сколь угодно долго. Колебания были бы незатухающими. Через промежутки времени, равные периоду колебаний, состояние системы в точности повторялось бы. Полная энергия при этом сохранялась бы неизменной, и ее значение в любой момент времени было бы равно максимальной энергии электрического поля или максимальной энергии магнитного поля:

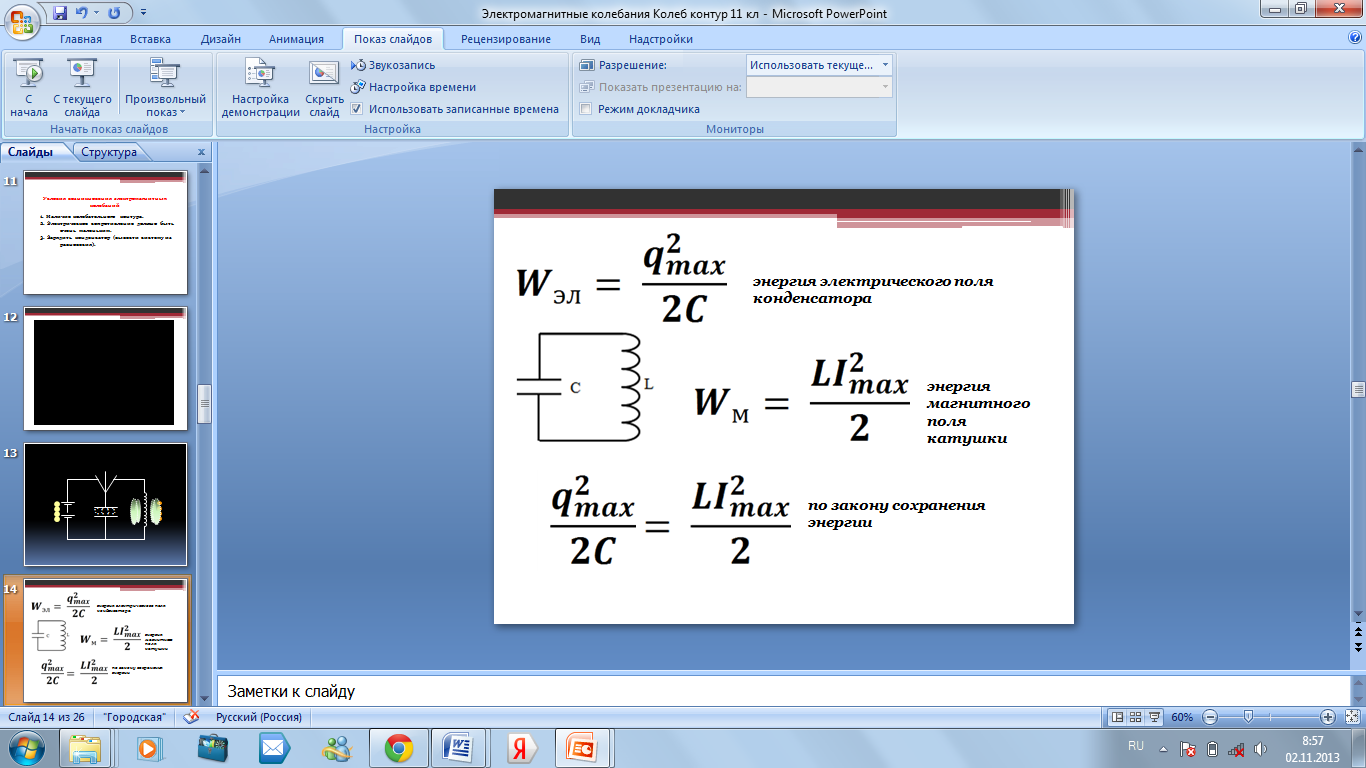
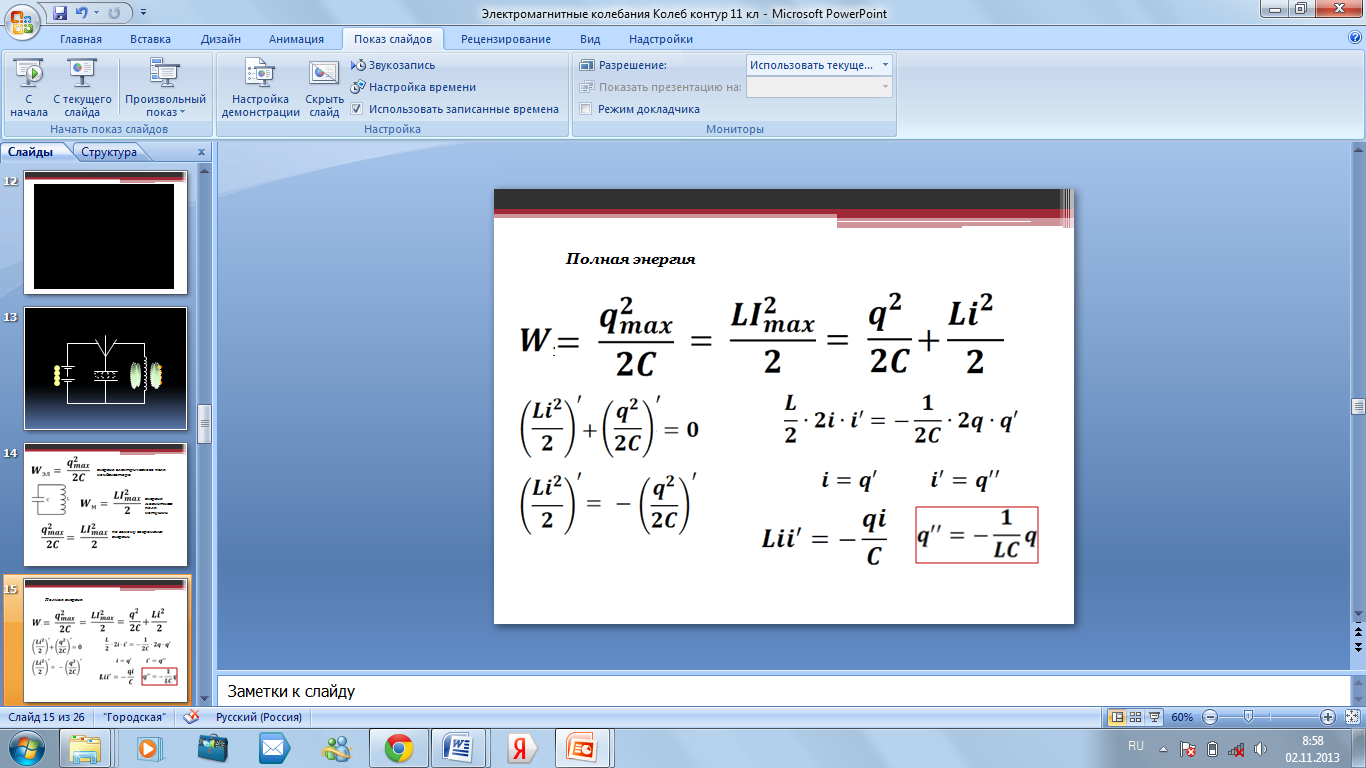
W=+= =

Но в действительности потери энергии неизбежны. Так, в частности, катушка и соединительные провода обладают сопротивлением R, а это ведет к постепенному превращению энергии электромагнитного поля во внутреннюю энергию проводника.

В колебательном контуре энергия электрического поля заряженного конденсатора периодически переходит в энергию магнитного поля тока. При отсутствии сопротивления в контуре полная энергия электромагнитного поля остается неизменной. Именно так происходит  **преобразование энергии в колебательном контуре**.

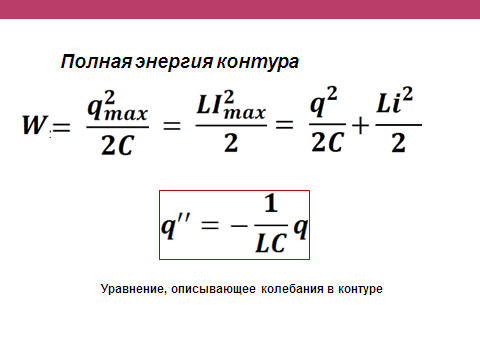
Исходя из всего выше изложенного, делаем следующие записи в тетрадях:

(**Слайд 11)**

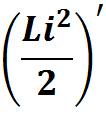
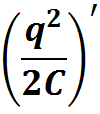
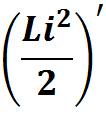
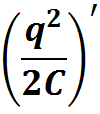
 

**Физкультминутка.** Зарядка для глаз «Бабочка»

**(Слайд 12)** Мы с вами уже выводили уравнение механических гармонических колебаний, давайте посмотрим, как выводится **основное уравнение**, описывающего свободные электромагнитные колебания.



Уравнение, описывающее свободные электрические колебания в контуре, можно получить с помощью закона сохранения энергии. Полная электромагнитная энергия W контура в любой момент времени равна сумме его энергий магнитного и электрического полей: W=+ ,эта энергия не меняется с течением времени, если сопротивление R контура равно нулю. Значит, производная полной энергии по времени равна нулю. Следовательно, равна нулю сумма производных по времени от энергий магнитного и электрического полей:

   ;     (1)

Физический смысл уравнения (1) состоит в том, что скорость изменения энергии магнитного поля по модулю равна скорости изменения энергии электрического поля; знак «-» указывает на то, что, когда энергия электрического поля возрастает, энергия магнитного поля убывает (и наоборот).

Вычислив производные в уравнении (1), получим

∙2ii`= -∙2 q q` (2)

Но производная заряда по времени представляет собой силу тока в данный момент времени:q`= i

Поэтому уравнение (2) можно переписать в следующем виде: Li`I =- (3)

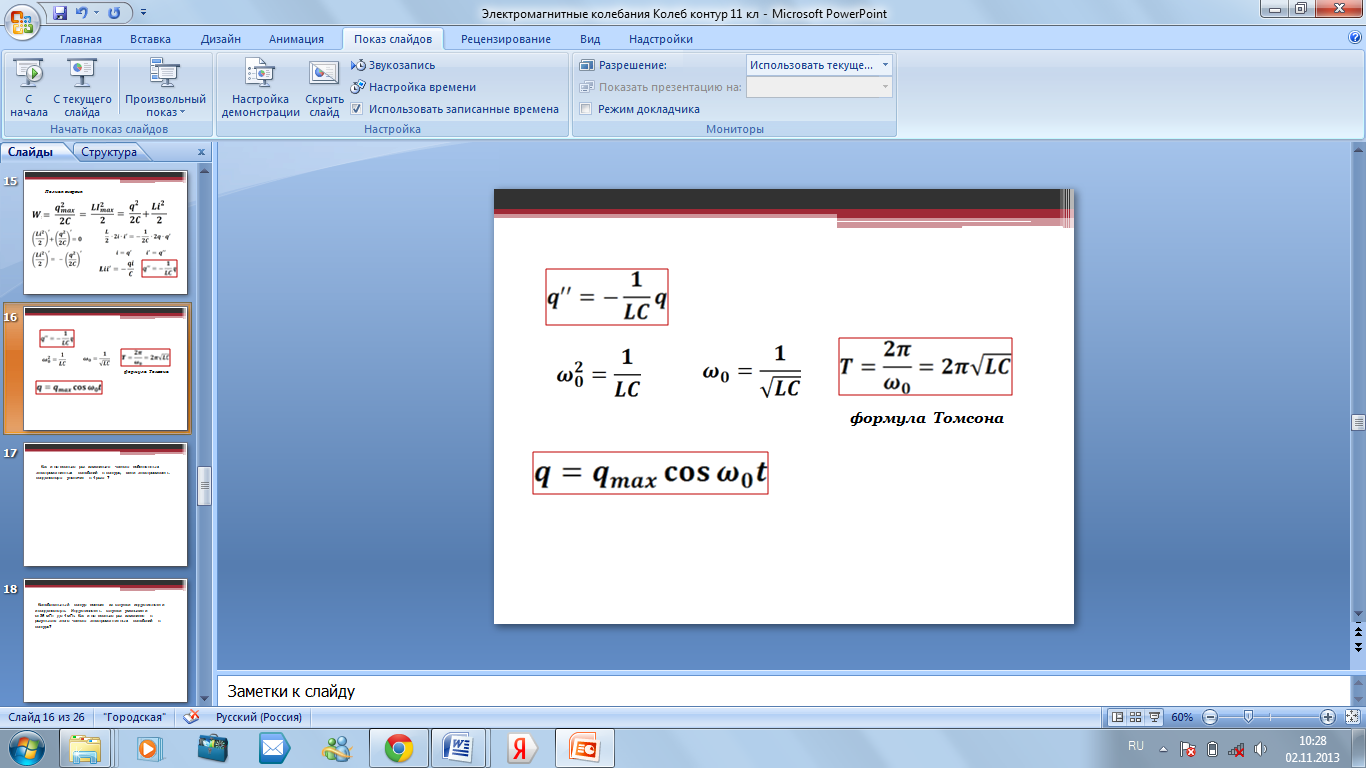
Производная силы тока по времени есть не что иное, как вторая производная заряда по времени, подобно тому, как производная скорости по времени (ускорение) есть вторая производная координаты по времени. Подставив в уравнение (3) i` = q" и разделив левую и правую части этого уравнения на Li, получим основное уравнение, описывающее свободные электрические колебания в контуре:

q``= - q

- **Что может являться решением этого 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 13).**



- Коэффициентв уравнении представляетсобой квадрат **циклической частоты.**

**-** Формулапериода свободных колебаний в контуре называется **формулой Томсона** в честь английского физика У.Томсона (Кельвина), который ее впервые вывел.

Уравнение

 является решением **основного уравнения**, описывающего свободные электромагнитные колебания. Вы можете дома, продифференцировав это уравнение, проверить справедливость данного утверждения. (Ученик ….. представит это доказательство на следующий урок).

**5. Закрепление. Исследование характеристик колебательного контура.**

**Работа в группах.**

Поработаем в группах. (Раздаются тексты заданий)

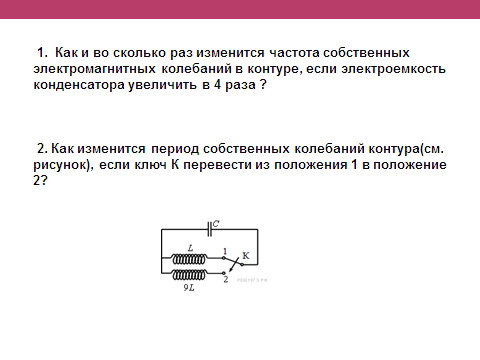
Руководителем первой группы «Первооткрыватели» будет ученик……, к нему присоединяются ребята, сидящие с ним на одном ряду. Ваша задача, не производя никаких математических вычислений, размышляя только логически, прийти к правильному решению.

Вторая группа «Теоретики», под руководством ученика……., решают эту задачу с применением математического решения.

(Руководителям групп раздаются «Оценочные листы учащихся», которые они заполняют в ходе работы с группой, после обсуждения решений листы сдаются учителю)

**Данные задания были взяты из каталога заданий КИМов ЕГЭ (часть А, В)** *(ЕГЭ. Физика. Универсальный справочник/О.П. Бальва -  М. : Эксмо, 2012г.)*

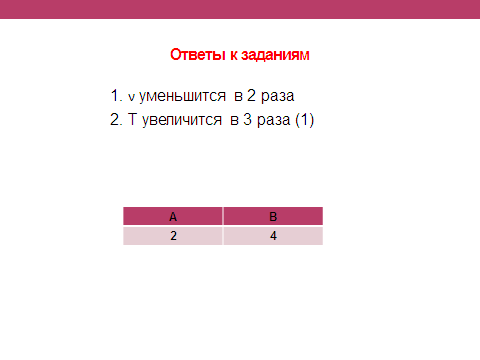
**Учащиеся получают задания**. (**Слайд 14).**



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

2. Как из­ме­нит­ся пе­ри­од соб­ствен­ных ко­ле­ба­ний кон­ту­ра (см. ри­су­нок), если ключ *К* пе­ре­ве­сти из по­ло­же­ния 1 в по­ло­же­ние 2?

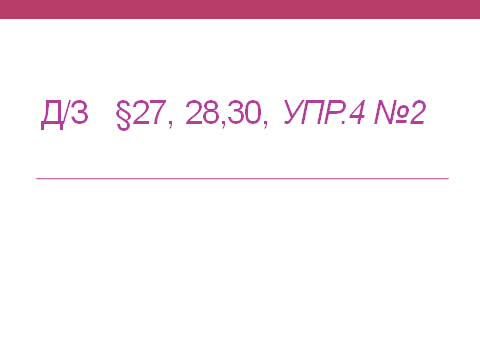
**Обсуждение решений.** (**Слайд 15**)



Учащиеся выходят к доске или с места выдают решения своих задач. Делают выводы: о зависимости (обратной пропорциональности) частоты и величин L и C

**6. Домашнее задание (Слайд 16 )**

Д/з §27, 28,30, *упр.4 №2*

**

**7. Рефлексия**

* Вспомните, те цели, что мы ставили в начале урока.
* Все ли выполнили?
* Какие вопросы вызывают затруднение?
* Понравился ли вам урок?

**Выставление обучающимся оценок за работу на уроке с учетом**

**«Оценочных листов» руководителей групп.**