**Творческая группа учителей физики** «Подготовка учащихся к выполнению заданий С1-С6 ЕГЭ по физике»

Составление алгоритма решения заданий С1-С6 по физике

**Алгоритм решения задач по физике части С ЕГЭ по теме «Электромагнитные колебания».**

***Арапова Елена Викторовна***

учитель физики и математики

2 категории

МБОУ СОШ 47г Владимира

**Комментарий.**

Важность раздела определяется, в первую очередь, значением этих явлений в природе и технике: возникновение и изменение электромагнитных колебаний в контуре, распространение, излучение и прием электромагнитных волн. Содержание некоторых задач соответствует реальным техническим, радиотехническим, космическим проблемам.

**Основные формулы.**

Дифференциальное уравнение для заряда в колебательном контуре:

**Или (1)**

q - заряд на обкладках конденсатора

собственная круговая частота колебаний заряда

**(2)**

Период и частота колебаний в -контуре (Формула Томсона):

**, , (3)**

L - Индуктивность катушки контура,

C – Емкость конденсатора.

Мгновенные значения заряда, напряжения и силы тока в колебательном контуре меняются по закону:

**q=**, (4)

**U=**, (5)

**I=-** (6)

- амплитудные значения заряда на конденсаторе, напряжение на нем и силы тока в колебательном контуре, круговая частота собственных колебаний; время отсчитывается от момента максимальной зарядки конденсатора.

Величина электродвижущей силы, напряжения и силы переменного тока зависят от времени по закону:

или (7)

**U=** или **U=** (8)

**I=** (9)

начальная фаза колебаний , которая зависит от момента, с которого ведется отсчет времени.

Связь действующих значений силы тока, напряжения и ЭДС с амплитудными значениями:

; ;  (10)

Сопротивление конденсатора в цепи переменного тока

(11)

Сопротивление катушки в цепи переменного тока

(12)

Величина сопротивления цепи переменного тока, содержащей последовательное соединение резистора, конденсатора и катушки индуктивности:

**=** (13)

Величина Z называется импедансом цепи.

Закон Ома для цепи переменного тока:

(14)

Сдвиг по фазе между силой тока и напряжением в такой цепи определяется формулой

**,** (15)

Или

(15/1)

Средняя мощность, выделяющаяся в цепи переменного тока,

(16)

Коэффициент трансформации трансформатора:ᵑ

(17)

**-** ЭДС самоиндукции в первичной и ЭДС индукции во вторичной обмотках трансформатора,  **-** число витков в первичной и вторичной обмотках трансформатора, соответственно. Если сопротивлении е проводов первичной и вторичной обмоток малы , то можно считать, что  **и**  . При этом коэффициент трансформации определяется формулой

. (18)

Коэффициент полезного действия трансформатора :

***η=*** (19)

Если потери в трансформаторе малы, то , и можно записать, что мощность во вторичной и первичной катушках примерно одинаковы:

, или **,**  (20)

**-** напряжение, поданное на первичную обмотку трансформатора,

**-** напряжение, снимаемое со вторичной обмотки.

*Потеря энергии* происходит на активном сопротивлении.

**Методика решения задач.**

**1** Задачи, в которых рассматриваются процессы в колебательном контуре:

* Определяется связь между величинами емкости, индуктивности и параметрами возникших колебаний (T, V, ), решаются с использованием формул 2 и 3.

К ним в соответствии с данными задачи, могут быть добавлены формулы, связывающие частоту или период, длину возникшей волны и скорость электромагнитных волн:

С=λ/Т= λν,

С- скорость электромагнитных волн, в вакууме 3м/с.

* Для измерения собственной частоты колебаний контура, помимо конденсатора постоянной емкости, последовательно или параллельно ему включают конденсатор переменной емкости. Обычно для таких случаев требуется рассчитать диапазон частот, которые возникают в контуре: (или диапазон длин волн). Для расчета эквивалентной емкости С контура надо вспомнить формулы для последовательного соединения конденсаторов,

,

И для параллельного соединения :

С=.

Иногда в таких случаях нужна формула емкости плоского конденсатора

.

**2** Для идеального колебательного контура справедлив закон сохранения энергии. Поэтому в любой момент времени в течении периода энергия в контуре одна и та же и равна начальному запасу энергии:

W=const, или

При максимальном заряде на обкладках конденсатора (и соответственно, максимальном значении напряжения) энергия контура сосредоточена в электрическом поле конденсатора и равна

В промежуточные моменты времени имеются и электрическая энергия , и магнитная , но их сумма постоянна:

*,*

W- величина полной электромагнитной энергии колебательного контура. Последнее соотношение можно использовать для решения задач, в которых даны или требуется найти амплитудные или мгновенные значения силы тока, напряжения или заряда на конденсаторе.

**3** Все задачи, в которых задана аналитическая или графическая зависимость от времени ЭДС , силы тока I, напряжения U и заряда q решаются точно так же, как и задачи такого типа на механические колебания. Задачи, в которых по заданной аналитической зависимости надо найти амплитуду, круговую частоту и начальную фазу, решаются просто сопоставлением данного уравнения с соответствующим уравнением в общем виде (4-9). Для определения периода и частоты используются формулы T=, T=, ν=, где n- количество колебаний за время t.

**4**  В задачах о переменном токе мы рассматриваем только технический (синусоидальный) ток.

* Во всех случаях, когда указаны значения ℰ,I, U, и нет специальных указаний, речь идет о действующих (или эффективных) значениях этих величин. Если надо найти амплитудные значения, то они для гармонических колебаний связаны с действующими значениями формулами 10.

1. Задачи на расчет цепей переменного тока решаются по закону Ома (14).

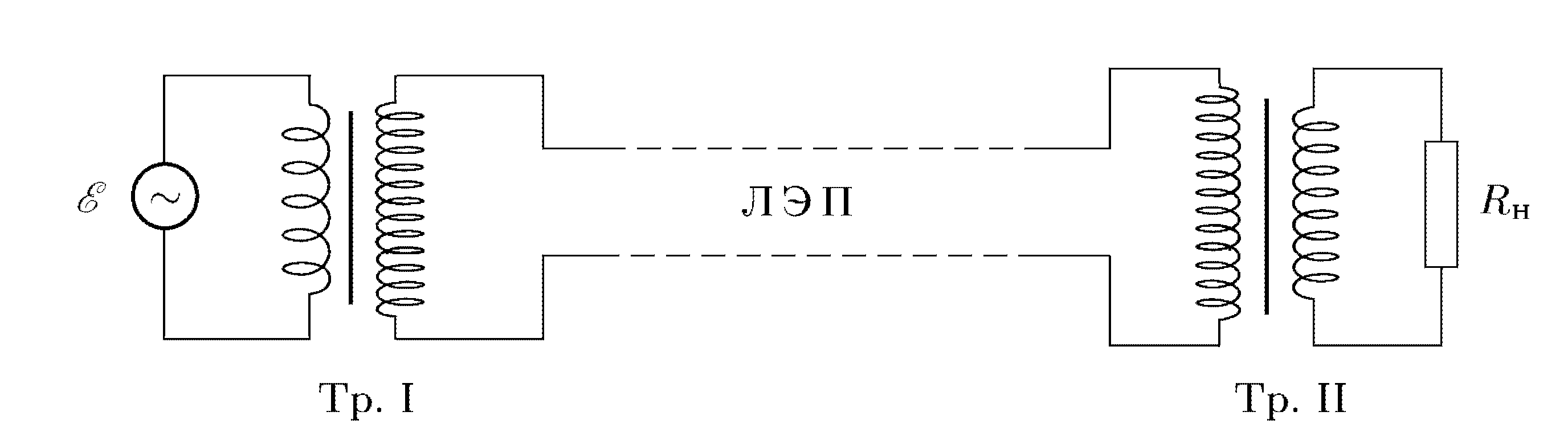
* Цепи переменного тока кроме активного сопротивления R содержат емкостное и индуктивное сопротивления, которые определяются формулами (11)и (12); полное сопротивление Z цепи переменного тока (импеданс) рассчитывается по формуле (13).
* Нельзя забывать о том, что в цепях переменного тока имеется сдвиг по фазе между силой тока и напряжением. Его вычисляют по формулам (15) и (15/1), используя затем таблицы тригонометрических функций.
* В цепи, содержащей активное и реактивное сопротивления, мощность выделяется только на активном сопротивлении. Значение мощности будет меньше, чем на том же активном сопротивлении в отсутствии реактивных элементов – конденсатора и катушки. Это определяется сдвигом мгновенных значений силы тока и напряжения по фазе. Формула для вычисления мощности в цепи с активным и реактивным сопротивлениями (16) имеет вид **,** - сдвиг фаз между силой тока и наряжением;  **–** коэффициент мощности. Значение можно найти по формуле (15/1) или сначала найти tgи по формуле (15) и воспользоваться тригонометрическими таблицами.

1. В задачах, где рассматривается работа трансформатора, основными являются формулы (17)-(20). Формула (17) – используется для режима холостого хода, (18) – в случаях, когда падением напряжения на витках вторичной обмотки нагруженного трансформатора можно пренебречь. При больших токах во вторичной цепи необходимо записать следующее:

,

- напряжение на зажимах вторичной обмотки, –сила тока во вторичной обмотке, – ее сопротивление. В таких случаях коэффициент трансформации .

1. Небольшую группу составляют задачи на передачу энергии переменного тока от генератора к потребителю. Полная схема электрической цепи, соответствующая этим случаям, представлена на рисунке 1. Она состоит из генератора переменного напряжения, дающего электродвижущую силу ℰ, повышающего трансформатора 1, линии электропередач (ЛЭП), понижающего трансформатора 2, потребителя электроэнергии (нагрузки) - . решаются обычно по этапам.



I На первом этапе рассматривается генератор переменного напряжения и повышающий трансформатор I. ЭДС генератора ℰ равна сумме падений напряжения на внутреннем сопротивлении генератора и на первичной обмотке повышающего трансформатора: ℰ=.

Часто дается не значение ЭДС ℰ, а падение напряжения на зажимах генератора. Оно равно величине ℰ минус падение напряжение внутри генератора, то есть напряжению на первичной обмотке трансформатора I. Если сопротивлением первичной обмотки по условию задачи можно пренебречь, то можно использовать формулы (17 )и(18).

II На втором этапе рассматриваются оба трансформатора и линия электропередачи. ЭДС индукции , которая наводится н вторичной обмотке первого трансформатора, равна сум падений напряжений:

,

падение напряжения на вторичной обмотке первого трансформатора, – падение напряжения на проводах, ,- напряжение на первичной обмотке второго трансформатора.

Сопротивление проводов или силу тока в проводах часто приходится находить используя формулу мощности тепловых потерь или закон Джоуля – Ленца: – сопротивление проводов линии электропередачи.

Вычисляя по формуле , следует учесть, что длина провода равна удвоенному расстоянию от повышающего трансформатора до понижающего (или от генератора до нагрузки).

Сила тока одинакова во вторичной обмотке первого трансформатора, на проводах и на первичной обмотке второго трансформатора.

III На третьем этапе (второй трансформатор-нагрузка) можно использовать кроме формул (17) (18) еще и (20). Кроме того, мощность потерь на проводах можно найти по формуле .

В случаях, если какой- либо элемент полной цепи отсутствует, то соответственно падение напряжения и сопротивления следует опустить, что упростит задачу. Если в задаче дан коэффициент полезного действия линии электропередачи, то он равен отношению мощности полезной, то есть нагрузке , к мощности, которую дает генератор :

**Примеры решения задач.**

1 (С4 2008 год) В момент времени t заряд конденсатора в идеальном колебательном контуре равен 4 Кл, а сила тока в катушке равна 3мА. Амплитуда заряда Кл. Найдите период колебаний в контуре.

Дано: **Решение:** *в алгоритме пункт 2*

q=4 Кл 1) В идеальном колебательном контуре, состоящем из

I=3мА=3 конденсатора и катушки индуктивности, **энергия**

Кл **остается величиной постоянной**. Она лишь переходит

T-? из электрического вида в магнитный и обратно.

В тот момент, когда на конденсаторе заряд максимальный, вся энергия сосредоточена в конденсаторе. Значит , где C- емкость конденсатора. В любой другой момент энергия в конденсаторе и катушке (за исключением ситуации, когда на конденсаторе заряда нет совсем – тогда вся энергия только в катушке). То есть , где L- индуктивность катушки. Следовательно: . Отсюда можно выразить такую комбинацию: LC=.

2) И по формуле Томсона (3) найти период :

**==**6,28

**Ответ:**

2 (С5 2009 год) Простой колебательный колебательный контур содержит конденсатор емкостью C=1 мкФ и катушку индуктивности L=0,01 Гн. Какой должна быть емкость конденсатора, чтобы циклическая частота колебаний электрической энергии в контуре увеличилась на ?

Дано: Решение:

C=1 мкФ 1) Из формулы 3 **формулы Томсона** период колебаний L=0,01 Гн заряда на конденсаторе или тока в колебательном контуре .

-? 2) Так как электрическая энергия (да и магнитная) при колебаниях **меняется в два раза быстрее**, то ее период колебаний

. Следовательно, частота колебаний электрической энергии : по формуле (2) (\*).

Тогда, =2 – начальная частота колебаний электрической энергии.

3) =- конечная частота колебаний. Если теперь выразить емкость конденсатора из (\*), то получим ответ:

==2,5

**Ответ**:

3(с6 2010) Конденсатор электрической емкостью 2мкФ, катушка индуктивностью 20мГн и резистор электрическим сопротивлением 10 Ом соединены последовательно и подключены к выходу генератора переменного напряжения. При каком значении частоты с амплитудой колебаний напряжения на конденсаторе достигнет максимального значения? Каким будет это значение напряжения на конденсаторе при амплитуде колебаний напряжения, на выходе генератора 10В?

Дано: Решение *(пункт 4 в методике решения задач)*

C=2мкФ Амплитуда колебаний напряжения на конденсаторе будет им

L=20мГн еть максимальное значение при максимальном значении

R=10 Ом амплитуда силы тока в цепи:

=10В .

-? Сила тока достигает максимального значения при условии

электрического резонанса:

, , формулы (11) (12)

=500.

Полное напряжение в последовательной цепи при резонансе

равно напряжению на активном сопротивлении, а

максимальная амплитуда колебаний силы тока в цепи равна

=.

Максимальное значение напряжения на конденсаторе равно

*, =*100В

**Ответ:** 500, 100В

*Используемая Литература*

1. *В. С. Игропуло, Н. В. Вязников Физика. Алгоритмы, Задачи , решения.* М *«Илекса», 2002*
2. *Требецкова С.В. Физика.Вопросы – ответы. Задачи – решения. М .Физматлит, 2004*
3. [*www.reppofiz.info*](http://www.reppofiz.info) *(Шабалин Евгений Иванович)*