

Подготовка к ЕГЭ

№18 и не только

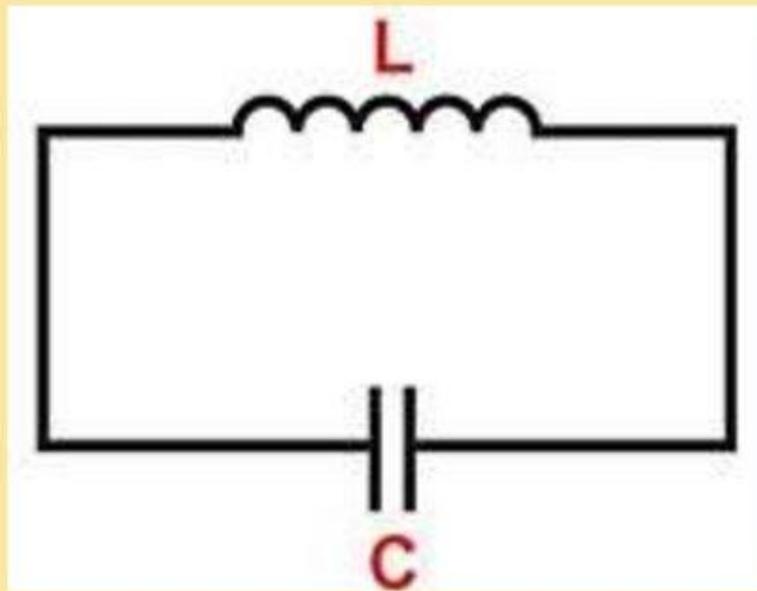
**КОЛЕБАТЕЛЬН
ЫЙ
КОНТУР**

Колебательный контур - это

цепь, состоящая из включенных последовательно

1) катушки индуктивностью L

2) конденсатора емкостью C

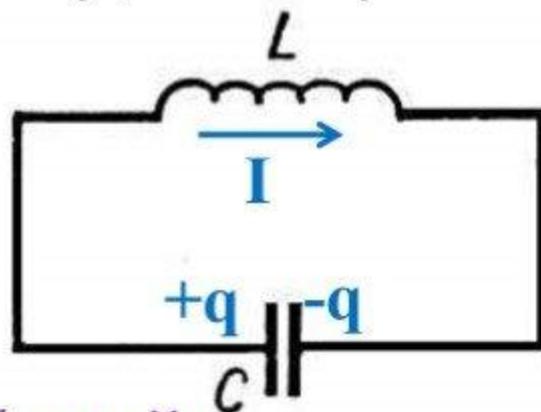


Электромагнитные колебания

Колебательный контур – замкнутая цепь, содержащая конденсатор и катушку, в которой возникают ЭМК

Энергия контура:

$$W = \frac{LI^2}{2} + \frac{q^2}{2C}$$



Колебания тока:

$$i = I_m \sin \omega t$$

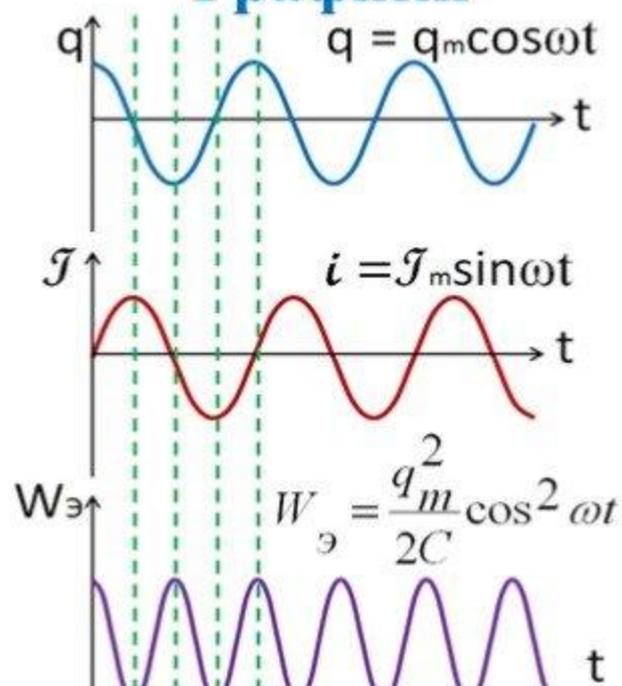
Колебание заряда:

$$q = q_m \cos \omega t$$

Параметры колебаний:

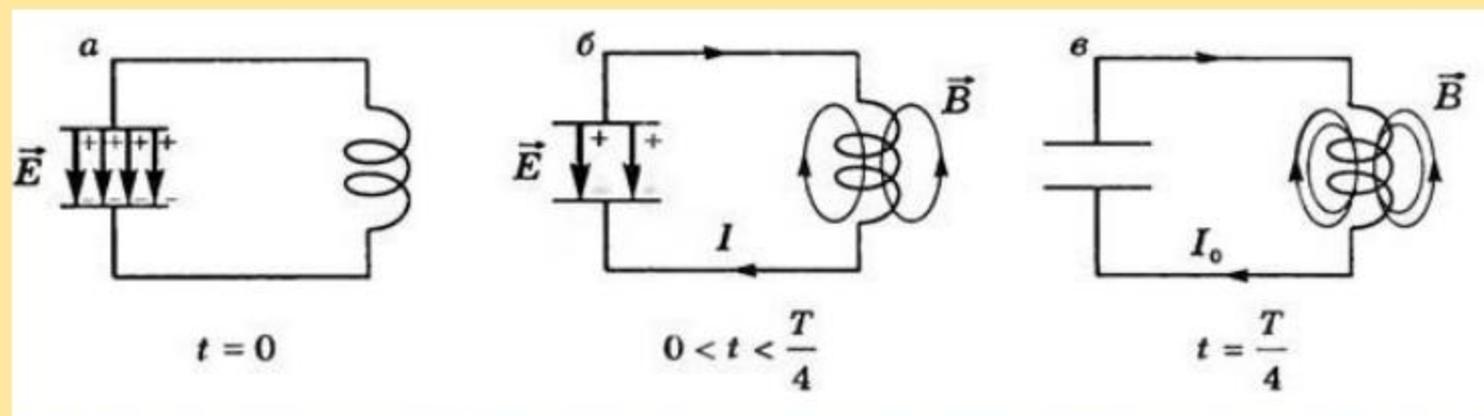
Период колебаний	$T = 2\pi\sqrt{LC}$
Частота	$\nu = 1/T \quad \nu = \omega/2\pi$
Циклическая частота	$\omega = 2\pi/T \quad \omega = 1/\sqrt{LC}$
Максимальный заряд	$q_m = U_m C$
Амплитуда силы тока	$I_m = q_m \omega$
Амплитуда напряжения	$U_m = q_m / C$

Графики

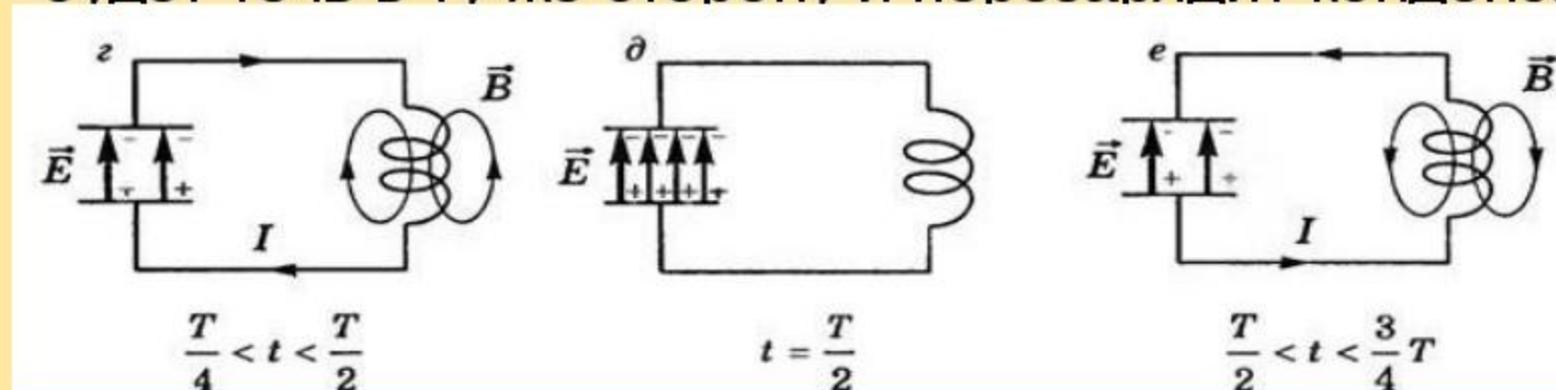


Возникновение свободных э.м. колебаний

- Если конденсатор зарядить и замкнуть на катушку, то по катушке потечет ток. Когда конденсатор разрядится, ток в цепи не прекратится из-за самоиндукции в катушке.



- Индукционный ток, в соответствии с правилом Ленца, будет течь в ту же сторону и перезарядит конденсатор.

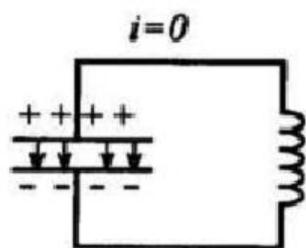


ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ

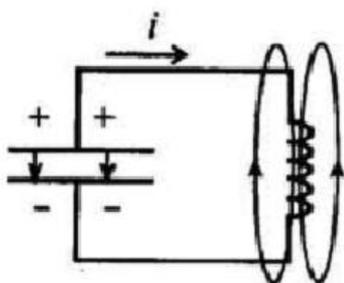
Свободные электромагнитные колебания происходят в колебательном контуре.

Период $T = 2\pi\sqrt{LC}$ (формула Томсона)

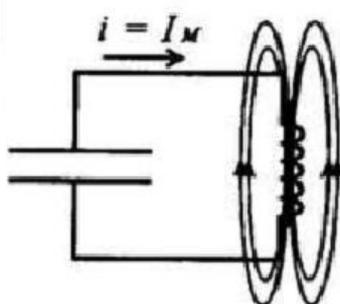
При замыкании обкладок заряженного конденсатора через катушку в цепи возникает ток.



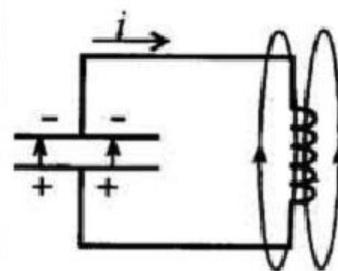
Вследствие явления самоиндукции сила тока нарастает постепенно.



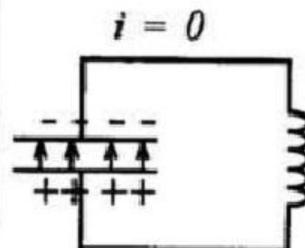
К моменту полной разрядки конденсатора сила тока достигает максимальной величины.



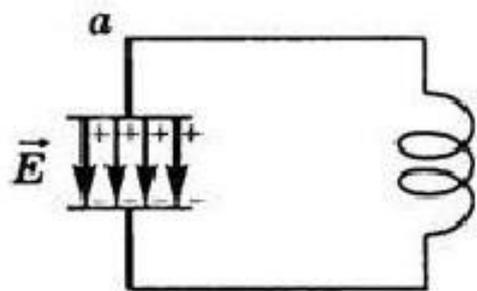
После этого сила тока начинает постепенно убывать, однако ток продолжает идти в ту же сторону, перезаряжая конденсатор.



Состояние колебательного контура через половину периода.

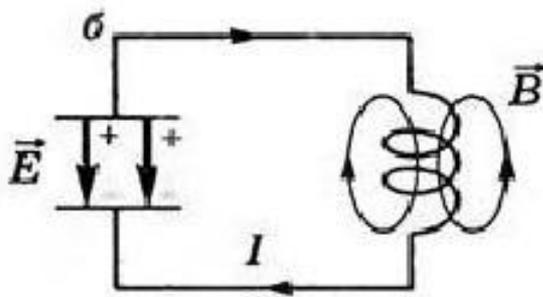


Полная энергия в колебательном контуре



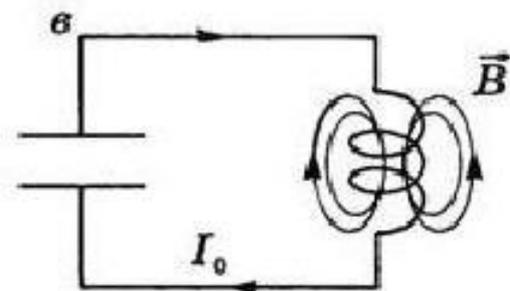
$t = 0$

$$W = W_{эм} = \frac{CU_m^2}{2}$$



$0 < t < \frac{T}{4}$

$$W = \frac{Cu^2}{2} + \frac{Li^2}{2}$$

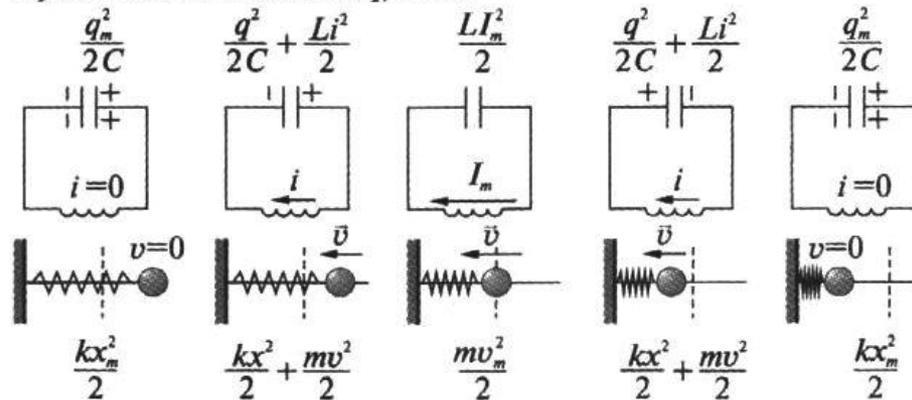


$t = \frac{T}{4}$

$$W = W_{mm} = \frac{LI_m^2}{2}$$

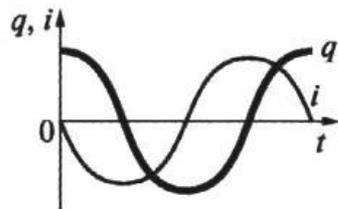
$$W = \frac{Cu^2}{2} + \frac{Li^2}{2} = \frac{CU_m^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2} = \frac{q_m^2}{2C}$$

Электромагнитные колебания – периодические или почти периодические изменения q , I и U .



Аналогия

Механическая величина	Электрическая величина
x – координата	q – заряд
v – скорость	I – сила тока
m – масса	L – индуктивность
k – жесткость пружины	$1/C$ – величина, обратная емкости
$\frac{kx^2}{2}$ – потенциальная энергия	$\frac{q^2}{2C}$ – энергия электрического поля
$\frac{mv^2}{2}$ – кинетическая энергия	$\frac{Li^2}{2}$ – энергия магнитного поля



$$q = q_m \cos \omega_0 t$$

$$i = I_m \cos (\omega_0 t + \pi/2)$$

э/м колебания гармонические

формула Томсона

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

ЗАДАЧИ

18

Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора и катушки индуктивностью 4 мГн. Заряд на пластинах конденсатора изменяется во времени в соответствии с формулой $q(t) = 2 \cdot 10^{-4} \cdot \cos(5000t)$ (все величины выражены в СИ).

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их зависимость от времени в условиях данной задачи.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) напряжение $u(t)$ на конденсаторе

Б) энергия $W_C(t)$ электрического поля конденсатора

ФОРМУЛЫ

1) $1 \cdot \cos\left(5000t + \frac{\pi}{2}\right)$

2) $20 \cdot \cos(5000t)$

3) $2 \cdot 10^{-3} \cdot \sin^2(5000t)$

4) $2 \cdot 10^{-3} \cdot \cos^2(5000t)$

Ответ:

А	Б

$$T = 2\pi\sqrt{LC} \Rightarrow C = \frac{T^2}{4\pi^2 L}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

По условию $q(t) = 2 \cdot 10^{-4} \cos(5000t)$

$$q = q_m \cos \omega t$$

$$T = \frac{2\pi}{5000} = 0,0004 \pi = 4 \cdot 10^{-4} \pi$$

$$C = \frac{(4 \cdot 10^{-4} \pi)^2}{4\pi^2 \cdot 4 \cdot 10^{-3}} = \frac{16 \cdot 10^{-8} \pi^2}{16 \pi^2 \cdot 10^{-3}} = 10^{-5} \text{ ф}$$

$$1) u = \frac{q}{C} = \frac{2 \cdot 10^{-4}}{10^{-5}} \cos(5000t) = 20 \cos(5000t)$$

$$2) W = \frac{Cu^2}{2} = \frac{10^{-5} \cdot 400}{2} \cos^2(5000t) = 2 \cdot 10^{-3} \cos^2(5000t)$$

Ответ: 2,4

18

Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора и катушки индуктивностью 4 мГн. Заряд на пластинах конденсатора изменяется во времени в соответствии с формулой $q(t) = 2 \cdot 10^{-4} \cdot \cos(5000t)$ (все величины выражены в СИ).

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их зависимость от времени в условиях данной задачи.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) сила тока $i(t)$ в колебательном контуре
 Б) энергия $W_L(t)$ магнитного поля катушки

ФОРМУЛЫ

- 1) $1 \cdot \cos\left(5000t + \frac{\pi}{2}\right)$
 2) $20 \cdot \sin(5000t)$
 3) $2 \cdot 10^{-3} \cdot \sin^2(5000t)$
 4) $2 \cdot 10^{-3} \cdot \cos^2(5000t)$

Ответ:

А	Б

$$q' = (q_m \cos \omega t)' = -q_m \omega \sin \omega t$$

$$q'(t) = i(t)$$

$$q'(t) = \left(2 \cdot 10^{-4} \cos(5000 t) \right)' = -2 \cdot 10^{-4} \cdot 5000 \cdot \sin(5000 t)$$
$$= -1 \cdot \sin(5000 t) = 1 \cos\left(5000 t + \frac{\pi}{2}\right)$$

Antwort: A 1)

$$W = \frac{L \dot{i}^2}{2} = \frac{4 \cdot 10^{-3} \cdot (-1 \sin(5000 t))^2}{2} =$$
$$= 2 \cdot 10^{-3} \cdot \sin^2(5000 t)$$

Antwort: B 3)

18

Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью C и катушки индуктивностью L . При свободных электромагнитных колебаниях, происходящих в этом контуре, максимальная сила тока, протекающего через катушку индуктивности, равна I . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Сопротивлением контура пренебречь.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) максимальная энергия магнитного поля катушки индуктивности

Б) максимальный заряд конденсатора

ФОРМУЛЫ

1) $\frac{I^2}{\sqrt{LC}}$

2) $I\sqrt{LC}$

3) $\frac{LI^2}{2}$

4) $\frac{I^2}{2L}$

Ответ:

А	Б

$$\frac{q_{\max}^2}{2C} = \frac{LI_{\max}^2}{2}$$

По условию $I_{\max} = I$

$$\frac{q_{\max}^2}{2C} = \frac{LI^2}{2}$$

$$q_{\max}^2 = LI^2C$$

$$q = \sqrt{I^2LC}$$

$$q = I\sqrt{LC}$$

Ответ: Б 2)

А 3)

18

Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью C и катушки индуктивностью L . При свободных электромагнитных колебаниях, происходящих в этом контуре, максимальный заряд пластины конденсатора равен q . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Сопротивлением контура пренебречь.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) максимальная энергия электрического поля конденсатора
Б) максимальная сила тока, протекающего через катушку

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{q^2}{2C}$ 3) $\frac{q}{\sqrt{LC}}$
2) $q\sqrt{\frac{C}{L}}$ 4) $\frac{Cq^2}{2}$

Ответ:

А	Б

18

Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью C и катушки индуктивностью L . При свободных электромагнитных колебаниях, происходящих в этом контуре, максимальный заряд пластины конденсатора равен q . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Сопротивлением контура пренебречь.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) максимальная энергия электрического поля конденсатора
Б) максимальная сила тока, протекающего через катушку

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{q^2}{2C}$ 3) $\frac{q}{\sqrt{LC}}$
2) $q\sqrt{\frac{C}{L}}$ 4) $\frac{Cq^2}{2}$

Ответ:

А	Б

А 1)
Б 3)

Вариант 28 закончить

26

В двух идеальных колебательных контурах с одинаковыми конденсаторами происходят свободные электромагнитные колебания, причём период колебаний в первом контуре $8 \cdot 10^{-8}$ с, во втором $2 \cdot 10^{-8}$ с. Во сколько раз амплитудное значение напряжения на конденсаторе во втором контуре меньше, чем в первом, если максимальная сила тока в обоих случаях одинакова?

Ответ: в _____ раз(-а).

Вариант 25 закончить

32

Колебательный контур радиоприёмника настроен на длину волны $\lambda = 2000$ м. Индуктивность катушки контура $L = 6$ мкГн, максимальный ток в ней $I_{\max} = 1,6$ мА. В контуре используется плоский воздушный конденсатор, расстояние между пластинами которого $d = 2$ мм. Чему равно максимальное значение напряжённости электрического поля в конденсаторе в процессе колебаний?

ДЗ по ЕГЭ 2020

- Вариант 1,2,9,10,15,16, 19,20,25,26,29,30 № 15
- Вариант 1,2 №26
- Вариант 3,4,13,14 №18
- Вариант 3,4 №23
- Вариант 26 № 32
- Вариант 27 №26