



Муниципальное казенное учреждение
«Центр поддержки образования»
муниципального образования Динской район

Сборник №1
по подготовке к ГИА по
ФИЗИКЕ
«Постоянный и переменный
электрический ток»



ст. Динская, 2019

Содержание

1	Нестеренко Антон Александрович (учитель физики БОУ СОШ №38). «Переменный ток».	3
5	Гиголаева Елена Викторовна (учитель физики БОУ СОШ №21). «Постоянный электрический ток»	15

Переменный ток

Нестеренко Антон Александрович,
учитель физики БОУ СОШ №38

Задание №1.

Число витков в первичной обмотке трансформатора в 2 раза больше числа витков в его вторичной обмотке. Какова амплитуда колебаний напряжения на концах вторичной обмотки трансформатора в режиме холостого хода при амплитуде колебаний напряжения на концах первичной обмотки 50 В? (Ответ дать в вольтах.)

Решение.

Напряжения на первичной и вторичной обмотках трансформатора в режиме холостого хода относятся как числа витков: $\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$. Поскольку, согласно условию $\frac{N_1}{N_2} = 2$, получаем, что амплитуда колебаний напряжения на концах вторичной обмотки в два раз меньше амплитуды колебаний напряжения на концах первичной обмотки и равна 25 В.

Ответ: 25.

Задание №2.

Число витков в первичной обмотке трансформатора в 2 раза меньше числа витков в его вторичной обмотке. Какова амплитуда колебаний напряжения на концах вторичной обмотки трансформатора в режиме холостого хода при амплитуде колебаний напряжения на концах первичной обмотки 50 В? (Ответ дать в вольтах.)

Решение.

Напряжения на первичной и вторичной обмотках трансформатора в режиме холостого хода относятся как числа витков: $\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$. Поскольку, согласно условию $\frac{N_1}{N_2} = \frac{1}{2}$, получаем, что амплитуда колебаний напряжения на концах вторичной обмотки в два раз больше амплитуды колебаний напряжения на концах первичной обмотки и равна 100 В.

Ответ: 100.

Задание №3.

Трансформатор представляет собой изготовленный из специального материала замкнутый сердечник, на который плотно намотаны две катушки. Первая катушка содержит 200 витков, а вторая – 1000 витков. К выводам первой катушки подключили источник переменного напряжения амплитудой 10 В и частотой 100 Гц. Выводы второй катушки разомкнуты (трансформатор не нагружен). Установите соответствие между физическими величинами и их значениями (в СИ).

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ЧИСЛОВЫЕ ЗНАЧЕНИЯ

А) Амплитуда напряжения на выводах второй катушки

1) 2

Б) Частота изменения напряжения на выводах второй катушки

2) 50

3) 100

4) 500

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б

Решение.

Трансформатор представляет собой устройство, предназначенное для преобразования напряжения за счет явления электромагнитной индукции без изменения частоты.

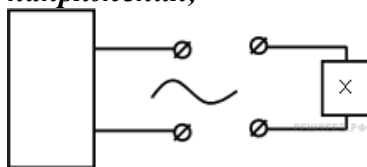
Напряжения на первичной и вторичной обмотках трансформатора относятся как числа витков: $\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$. Поскольку, согласно условию $\frac{N_1}{N_2} = \frac{1}{5}$, получаем, что амплитуда колебаний напряжения на концах вторичной обмотки в пять раз больше амплитуды колебаний напряжения на концах первичной обмотки и равна 50 В. (А — 2)

Частота напряжения на первичной и вторичной обмотке совпадают и равны 100 Гц. (Б — 3)

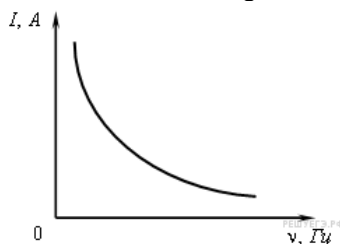
Ответ: 23.

Задание №4.

Если, при подключении неизвестного элемента электрической цепи к выходу генератора переменного тока с изменяемой частотой гармонических колебаний при неизменной амплитуде колебаний напряжения,



обнаружена зависимость амплитуды колебаний силы тока от частоты, представленная на рисунке, то этот элемент электрической цепи является



- 1) активным сопротивлением
- 2) конденсатором
- 3) катушкой
- 4) последовательно соединенными конденсатором и катушкой

Решение.

Генератор переменного тока, к которому подключен некоторый неизвестный элемент электрической цепи X, возбуждает в этом элементе вынужденные электромагнитные колебания. По характеру зависимости амплитуды колебаний силы тока от частоты при неизменной амплитуде колебаний напряжения можно установить качественно, что из себя представляет элемент X. Из графика видно, что амплитуда силы тока падает с ростом частоты как $\frac{1}{\nu}$. Так ведет себя катушка индуктивности. Существует несколько способов в этом убедиться (на самом деле оба способа очень близки друг к другу).

1 способ:

Катушка обладает реактивным сопротивлением, связанным с частотой колебаний тока в ней и ее индуктивностью соотношением $X_L = 2\pi\nu L$. Генератор создает переменное напряжение $U(t) = U_0 \cos 2\pi\nu t$ и подает его на катушку. По закону Ома, амплитуды колебаний напряжения и тока, связаны с величиной реактивного сопротивления соотношением $I_m = \frac{U_0}{X_L} = \frac{U_0}{2\pi\nu L}$. Именно такая зависимость от частоты нам и нужна.

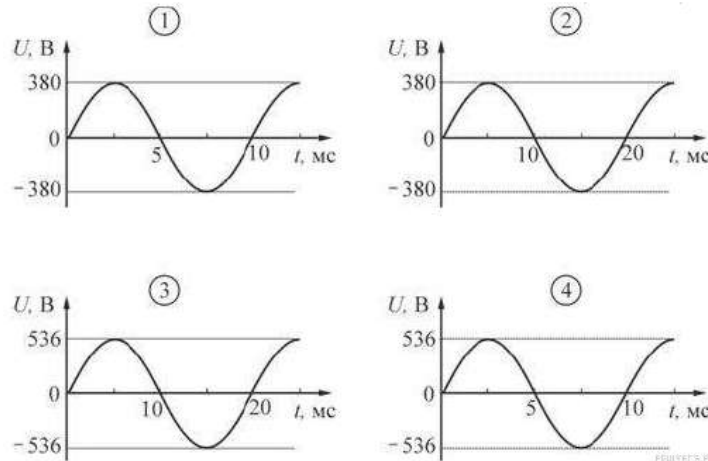
2 способ:

Напряжение на катушке, согласно закону электромагнитной индукции, связано со скоростью изменения тока через нее соотношением $U_L(t) = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$. По закону Ома, $U_L(t) = U(t) = U_0 \cos 2\pi \nu t$, а значит, скорость изменения тока $\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{U_0}{L} \cos 2\pi \nu t$. Отсюда получаем (используя соотношения для колебательного контура, а именно, связь амплитуды колебания некоторой величины и амплитуды колебания скорости изменения этой величины), что амплитуда колебаний силы тока равна $I_m = \frac{U_0}{2\pi L \nu}$.

Ответ: 3

Задание №5.

Какой из приведенных ниже графиков зависимости напряжения U от времени t соответствует промышленному переменному напряжению (частота 50 Гц, действующее значение напряжения (380 ± 3) В)?



1) 12) 23) 34) 4

Решение.

Период колебаний связан с частотой соотношением $T = \frac{1}{\nu}$. Следовательно, период колебаний напряжения на искомом графике должен быть равен $T = \frac{1}{50 \text{ Гц}} = 20 \text{ мс}$.

Действующим значением напряжения называют постоянное напряжение, действие которого производит равнозначную работу, что и рассматриваемое переменное напряжение за время одного периода. Для гармонического переменного тока значения действующего напряжения $U_{\text{д}}$ и амплитуды колебания U_0 связаны соотношением: $U_0 = \sqrt{2} U_{\text{д}}$. Следовательно, для тока с действующим напряжением около 380 В амплитуда колебания должна быть порядка $U_0 = \sqrt{2} \cdot 380 \text{ В} \approx 537 \text{ В}$ (поскольку значение действующего напряжения давно с некоторой погрешностью, значение амплитуды также получается с такой же относительной погрешностью). Таким образом, промышленному переменному напряжению соответствует график 3.

Ответ: 3

Задание №6.

Для изготовления кипятильника использовали проволоку длиной $l = 1 \text{ м}$ и поперечным сечением $S = 0,05 \text{ мм}^2$ с удельным сопротивлением $\rho = 1,2 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}$. Кипятильник включили в сеть с синусоидальным напряжением $U(t) = U_0 \sin \omega t$ и погрузили в сосуд с

двумя литрами воды с начальной температурой $t_1 = 20^\circ\text{C}$, которая закипела за время $\tau = 5,5$ мин. Пренебрегая потерями теплоты, найдите амплитуду изменения напряжения U_0 .

Решение.

Сопротивление кипятильника по формуле, выражающей эту величину через удельное сопротивление, длину и поперечное сечение проволоки, равно

$$R = \rho \frac{l}{S} = 1,2 \cdot 10^{-6} \frac{1}{0,05 \cdot 10^{-6}} = 24 \text{ Ом.}$$

При включении в сеть с синусоидальным напряжением в кипятильнике выделяется,

$$P(t) = \frac{U^2(t)}{R} = \frac{U_0^2 \sin^2 \omega t}{R}.$$

согласно закону Джоуля — Ленца, тепловая мощность

$$\langle P(t) \rangle \equiv P = \frac{U_0^2}{2R},$$

Среднее значение этой мощности равно $\langle P(t) \rangle \equiv P = \frac{U_0^2}{2R}$, так что за время τ кипятильник потратит количество теплоты $Q = P\tau$, которое в силу условия задачи пойдёт

на нагревание 2 литров, то есть $m = 2$ кг воды с удельной теплоёмкостью $c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$ от $t_1 = 20^\circ\text{C}$ до $t_2 = 100^\circ\text{C}$ за время $\tau = 5,5$ мин:

$$Q = P\tau = \frac{U_0^2 \tau}{2R} = c \cdot m \cdot (t_2 - t_1).$$

Из написанных выражений получаем:

$$U_0 = \sqrt{\frac{2R}{\tau} cm(t_2 - t_1)} = \sqrt{\frac{2 \cdot 24}{5,5 \cdot 60} \cdot 4200 \cdot 2 \cdot 80} \approx 313 \text{ В.}$$

Ответ: 313 В.

Задание №7.

Колебания напряжения на конденсаторе в цепи переменного тока описываются уравнением $U = 40 \cos(500t)$, где все величины выражены в СИ. Емкость конденсатора равна $C = 6$ мкФ. Найдите амплитуду силы тока. (Ответ дать в амперах.)

Решение.

Общий вид зависимости напряжения на конденсаторе в колебательном контуре: $U = U_0 \cos(\omega t + \varphi_0)$ где U_0 — амплитудное значение напряжения. Сравнивая с $U = 40 \cos(500t)$, находим, что $U_0 = 40$ В, $\omega = 500 \text{ с}^{-1}$. Значение максимального заряда на обкладках конденсатора равно $q_0 = CU_0 = 6 \text{ мкФ} \cdot 40 \text{ В} = 0,24 \text{ мКл}$. Амплитуда колебаний силы тока связана с частотой колебаний и максимальным значением заряда конденсатора соотношением $I_0 = q_0 \omega$. Отсюда находим $I_0 = 0,24 \text{ мКл} \cdot 500 \text{ с}^{-1} = 0,12 \text{ А}$.

Ответ: 0,12.

Задание №8.

Поток вектора магнитной индукции через некоторый проводящий контур изменяется от 10 мкВб до 30 мкВб. Сопротивление контура 5 Ом. Найдите модуль электрического заряда, который при этом протекает через контур. Ответ выразите в мкКл.

Решение.

$$\mathcal{E} = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right|.$$

При изменении магнитного потока в контуре возникает ЭДС индукции

Под действием этой ЭДС возникает ток, равный согласно закону Ома для полной

цепи $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$.

С другой стороны, сила тока есть отношение заряда, прошедшего за единицу времени: $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$.

Объединяя все уравнения, получим выражения для электрического заряда в контуре

$$\Delta q = \frac{|\Delta\Phi|}{R} = 4 \text{ мкКл.}$$

Ответ: 4.

Задание №9.

В колебательном контуре, ёмкость конденсатора которого равна 20 мкФ, происходят собственные электромагнитные колебания. Зависимость напряжения на конденсаторе от времени для этого колебательного контура имеет вид $U = U_0 \cos(500t)$, где все величины выражены в единицах СИ. Какова индуктивность катушки в этом колебательном контуре? (Ответ дать в Гн.)

Решение.

Закон изменения напряжения на конденсаторе от времени при собственных электромагнитных колебаниях в колебательном контуре в общем случае имеет вид: $U = U_0 \cos(\omega t + \phi_0)$. Сравнивая с формулой, приведенной в условии, получаем, что циклическая частота равна $\omega = 500 \text{ Гц}$

Циклическая частота собственных колебаний в колебательном контуре связана с индуктивностью катушки и емкостью конденсатора соотношением $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$.

Следовательно, индуктивность катушки в колебательном контуре равна

$$L = \frac{1}{C\omega^2} = \frac{1}{20 \text{ мкФ} \cdot (500 \text{ Гц})^2} = \frac{1}{20 \cdot 10^{-6} \text{ Ф} \cdot (500 \text{ Гц})^2} = 0,2 \text{ Гн.}$$

Ответ: 0,2.

Задание №10.

В состав колебательного контура входят конденсатор ёмкостью 2 мкФ, катушка индуктивности и ключ. Соединение осуществляется при помощи проводов с пренебрежимо малым сопротивлением. Вначале ключ разомкнут, а конденсатор заряжен до напряжения 8 В. Затем ключ замыкают. Чему будет равна запасённая в конденсаторе энергия через 1/6 часть периода колебаний, возникших в контуре? Ответ выразите в мкДж.

Решение.

Энергия конденсатора может быть посчитана по формуле:

$$E = \frac{CU^2}{2}.$$

В колебательном контуре зависимость напряжения на конденсаторе описывается выражением: $U = U_m \cos(2\pi t/T)$.

Через 1/6 периода: $U = 8 \cdot \cos(\pi/3) = 8 \cdot 0,5 = 4 \text{ В.}$

$$E = \frac{2 \cdot 10^{-6} \cdot 16}{2} = 16 \cdot 10^{-6} \text{ Дж.}$$

Найдём запасённую энергию:

Ответ: 16.

Задание №11.

В состав колебательного контура входят конденсатор ёмкостью 2 мкФ, катушка индуктивности и ключ. Соединение осуществляется при помощи проводов с пренебрежимо малым сопротивлением. Вначале ключ разомкнут, а конденсатор заряжен до напряжения 4 В. Затем ключ замыкают. Чему будет равна запасённая в конденсаторе энергия через 1/12 часть периода колебаний, возникших в контуре? Ответ выразите в мкДж.

Решение.

$$E = \frac{CU^2}{2}.$$

Энергия конденсатора может быть посчитана по формуле:

В колебательном контуре зависимость напряжения на конденсаторе описывается выражением:

$$U = U_m \cos\left(\frac{2\pi t}{T}\right).$$

Через 1/12 периода: $U = 4 \cos\left(\frac{\pi}{6}\right) = 2\sqrt{3}$ В.

$$E = \frac{2 \cdot 10^{-6} \cdot 12}{2} = 12 \cdot 10^{-6} \text{ Дж.}$$

Найдем запасенную энергию:

Ответ: 12

Задание №12.

В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялся заряд конденсатора в колебательном контуре с течением времени. Индуктивность катушки равна 1 мГн. Чему равна ёмкость конденсатора? (Ответ дайте в нФ с точностью до десятых.)

t, 10 ⁻⁶ с	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
q, 10 ⁻⁹ Кл	2	1,42	0	-1,42	-2	-1,42	0	1,42	2	1,42

Решение.

Определим период колебаний. Из таблицы видно, что первый раз заряд был равен 2·10⁻⁹ Кл в начальный момент времени и вновь стал равен 2·10⁻⁹ Кл в 8·10⁻⁶ с. Следовательно, период колебаний равен 8·10⁻⁶ с.

Период колебаний связан с индуктивностью катушки и ёмкостью конденсатора соотношением $T = 2\pi\sqrt{LC}$.

$$C = \frac{T^2}{4\pi^2 L} = \frac{(8 \cdot 10^{-6} \text{ с})^2}{4\pi^2 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}} \approx 1,6 \cdot 10^{-9} \text{ Ф} = 1,6 \text{ нФ.}$$

Откуда

Ответ: 1,6.

Задание №13.

В колебательном контуре, состоящем из конденсатора и катушки индуктивности, происходят свободные электромагнитные колебания. Как изменится частота и длина волны колебательного контура, если площадь пластин конденсатора уменьшится в два раза?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Цифры в ответе могут повторяться.

Частота	Длина волны

Решение.

Ёмкость плоского конденсатора вычисляется по формуле: $C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}$, где ϵ_0 — электрическая постоянная, ϵ — диэлектрическая проницаемость материала внутри конденсатора, S — площадь конденсатора, d — расстояние между пластинами конденсатора. Таким образом, уменьшение площади пластин приведет к уменьшению емкости конденсатора.

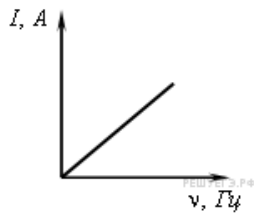
Длина волны колебательного контура связана с индуктивностью катушки и электроемкостью конденсатора колебательного контура соотношением $\lambda = 2\pi c \sqrt{LC}$.

При уменьшении емкости конденсатора длина волны колебательного контура также уменьшается.

Частота колебательного контура рассчитывается по формуле $\nu = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$, а значит, она увеличится.

Ответ: 12.

Задание №14.

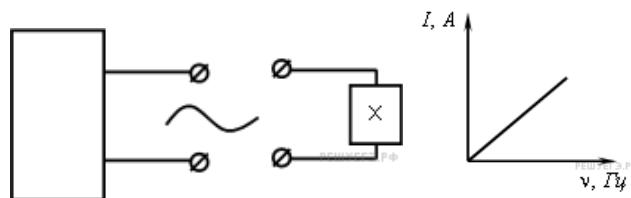


Если, при подключении неизвестного элемента электрической цепи к выходу генератора переменного тока с изменяемой частотой гармонических колебаний при неизменной амплитуде колебаний напряжения, обнаружена зависимость амплитуды колебаний силы тока от частоты, представленная на рисунке, то этот элемент электрической цепи является

- 1) активным сопротивлением
- 2) конденсатором
- 3) катушкой
- 4) последовательно соединенными конденсатором и катушкой

Решение.

Генератор переменного тока, к которому подключён некоторый неизвестный элемент электрической цепи X , возбуждает в этом элементе вынужденные электромагнитные колебания. По характеру зависимости амплитуды колебаний силы тока от частоты при неизменной амплитуде колебаний напряжения можно установить качественно, что из себя представляет элемент X .

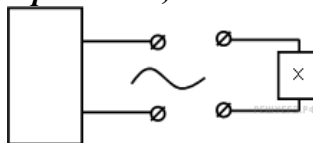


Из графика видно, что амплитуда силы тока линейно возрастает с ростом частоты. Так ведёт себя конденсатор. Действительно, напряжение на конденсаторе связано с зарядом на его обкладках соотношением $q(t) = CU_C(t)$. По закону Ома, $U_C(t) = U(t) = U_0 \cos 2\pi\nu t$, значит, $q(t) = CU_0 \cos 2\pi\nu t$. Отсюда получаем (используя соотношения для колебательного контура), что амплитуда колебаний силы тока равна $I_m = 2\pi q_m \nu = 2\pi CU_0 \nu$.

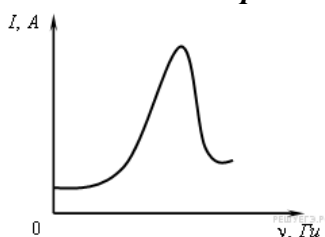
Ответ: 2

Задание №15.

Если, при подключении неизвестного элемента электрической цепи к выходу генератора переменного тока с изменяемой частотой гармонических колебаний при неизменной амплитуде колебаний напряжения,



обнаружена зависимость амплитуды колебаний силы тока от частоты, представленная на рисунке, то этот элемент электрической цепи является



- 1) активным сопротивлением
- 2) конденсатором
- 3) катушкой
- 4) последовательно соединенными конденсатором и катушкой

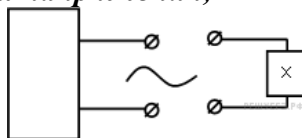
Решение.

Генератор переменного тока, к которому подключен некоторый неизвестный элемент электрической цепи X , возбуждает в этом элементе вынужденные электромагнитные колебания. По характеру зависимости амплитуды колебаний силы тока от частоты при неизменной амплитуде колебаний напряжения можно установить качественно, что из себя представляет элемент X . Из рисунка видно, что амплитуда силы тока имеет достаточно резкий максимум при некотором определенном значении частоты. Такое поведение напоминает резонанс. Отсюда заключаем, что неизвестный элемент представляет собой колебательный контур, то есть последовательно соединенные конденсатор с катушкой. Резонанс происходит, когда частота генератора переменного тока совпадает с частотой собственных колебаний колебательного контура.

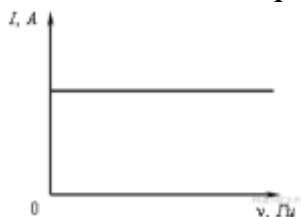
Ответ: 4

Задание №16.

Если, при подключении неизвестного элемента электрической цепи к выходу генератора переменного тока с изменяемой частотой гармонических колебаний при неизменной амплитуде колебаний напряжения,



обнаружена зависимость амплитуды колебаний силы тока от частоты, представленная на рисунке, то этот элемент электрической цепи является



- 1) активным сопротивлением
- 2) конденсатором
- 3) катушкой
- 4) последовательно соединенными конденсатором и катушкой

Решение.

Генератор переменного тока, к которому подключен некоторый неизвестный элемент электрической цепи X , возбуждает в этом элементе вынужденные электромагнитные колебания. По характеру зависимости амплитуды колебаний силы тока от частоты при неизменной амплитуде колебаний напряжения можно установить качественно, что из себя представляет элемент X . Из рисунка видно, что амплитуда колебаний силы тока не изменяется с ростом частоты. Так ведет себя активное сопротивление. Действительно, напряжение на активном сопротивлении связано с силой текущего через него тока соотношением $U(t) = I(t)R$. По закону Ома, $U_R(t) = U(t) = U_0 \cos 2\pi\nu t$, а значит, $I(t) = \frac{U_0}{R} \cos 2\pi\nu t$. Следовательно, амплитуда колебаний тока не зависит от частоты и равна $I_m = \frac{U_0}{R}$.

Правильный ответ: 1.

Ответ: 1

Задание № 17.

Как изменится индуктивное сопротивление катушки при уменьшении частоты переменного тока в 4 раза?

- 1) не изменится
- 2) увеличится в 4 раза
- 3) уменьшится в 2 раза
- 4) уменьшится в 4 раза

Решение.

Индуктивное сопротивление катушки пропорционально циклической частоте текущего через нее переменного тока: $X_L = \omega L$. Следовательно, уменьшение частоты переменного тока в 4 раза приведет к уменьшению индуктивного сопротивления также в 4 раза.

Ответ: 4

Задание № 18.

При увеличении частоты переменного тока в 4 раза индуктивное сопротивление катушки

- 1) не изменится
- 2) увеличится в 4 раза
- 3) уменьшится в 2 раза
- 4) уменьшится в 4 раза

Решение.

Индуктивное сопротивление катушки пропорционально циклической частоте текущего через нее переменного тока: $X_L = \omega L$. Следовательно, увеличение частоты переменного тока в 4 раза приведет к увеличению индуктивного сопротивления также в 4 раза.

Ответ: 2

Задание №19.

По участку цепи с сопротивлением R течет переменный ток. Как изменится мощность переменного тока на этом участке цепи, если действующее значение силы тока на нем увеличить в 2 раза, а его сопротивление в 2 раза уменьшилось?

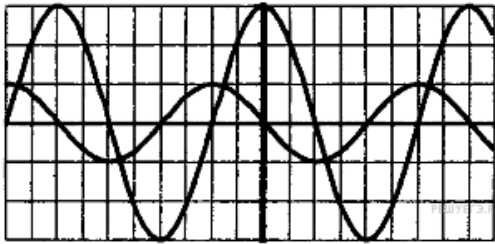
- 1) не изменится
- 2) увеличится в 2 раза
- 3) уменьшится в 3 раза
- 4) увеличится в 4 раза

Решение.

Мощность переменного тока на участке цепи с сопротивлением пропорциональна произведению квадрата действующего значения тока и величины сопротивления. Следовательно, увеличение действующего значения тока в 2 раза и уменьшение сопротивления в 2 раза приведет к увеличению мощности тока на этом участке цепи в 2 раза.

Ответ: 2

Задание № 20.



На рисунке приведены осциллограммы напряжений на двух различных элементах электрической цепи переменного тока. Колебания этих напряжений имеют

- 1) одинаковые периоды, но различные амплитуды
- 2) различные периоды, но одинаковые амплитуды
- 3) различные периоды и различные амплитуды
- 4) одинаковые периоды и одинаковые амплитуды

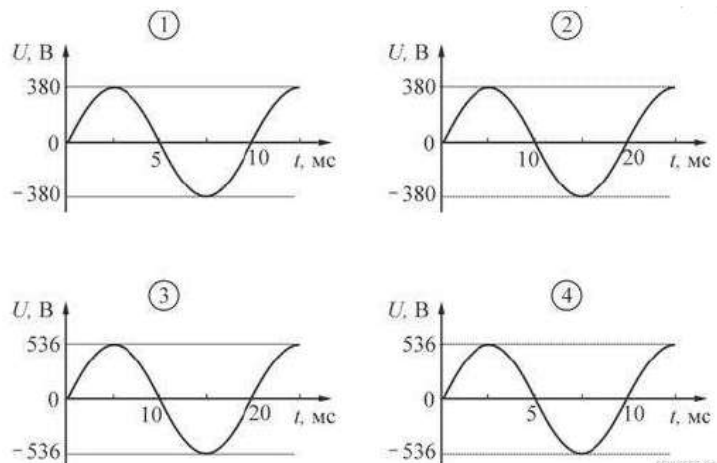
Решение.

Амплитудой называется величина максимального отклонения от положения равновесия (это половина размаха колебаний). Периодом называется минимальное время, через которое колебание повторяется. Из графика видно, что амплитуды колебаний отличаются в три раза, а периоды колебаний совпадают.

Ответ: 1

Задание №21.

Какой из приведенных ниже графиков зависимости напряжения U от времени t соответствует промышленному переменному напряжению (частота 50 Гц, действующее значение напряжения (380 ± 3) В)?



1) 1

2) 2

3) 3

4) 4

Решение.

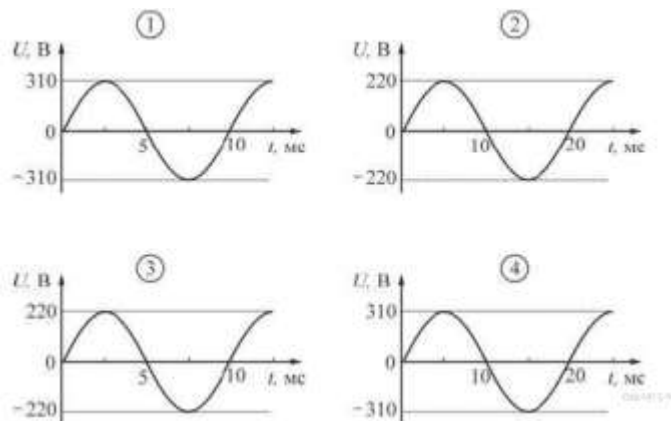
Период колебаний связан с частотой соотношением $T = \frac{1}{\nu}$. Следовательно, период колебаний напряжения на искомом графике должен быть равен $T = \frac{1}{50 \text{ Гц}} = 20 \text{ мс}$.

Действующим значением напряжения называют постоянное напряжение, действие которого производит равнозначную работу, что и рассматриваемое переменное напряжение за время одного периода. Для гармонического переменного тока значения действующего напряжения $U_{\text{д}}$ и амплитуды колебания U_0 связаны соотношением: $U_0 = \sqrt{2}U_{\text{д}}$. Следовательно, для тока с действующим напряжением около 380 В амплитуда колебания должна быть порядка $U_0 = \sqrt{2} \cdot 380 \text{ В} \approx 537 \text{ В}$ (поскольку значение действующего напряжения дано с некоторой погрешностью, значение амплитуды также получается с такой же относительной погрешностью). Таким образом, промышленному переменному напряжению соответствует график 3.

Ответ: 3

Задание №22.

Какой из приведенных ниже графиков зависимости напряжения U от времени t соответствует промышленному переменному напряжению (частота 50 Гц, действующее значение напряжения $(220 \pm 2) \text{ В}$)?



1) 1

2) 2

3) 3

4) 4

Решение.

Период колебаний связан с частотой соотношением $T = \frac{1}{\nu}$. Следовательно, период колебаний напряжения на искомом графике должен быть равен $T = \frac{1}{50 \text{ Гц}} = 20 \text{ мс}$.

Действующим значением напряжения называют постоянное напряжение, действие которого производит равнозначную работу, что и рассматриваемое переменное напряжение за время одного периода (на активном сопротивлении должна выделяться одинаковое количество теплоты). Для гармонического переменного тока значения действующего напряжения $U_{\text{д}}$ и амплитуды колебания U_0 связаны соотношением: $U_0 = \sqrt{2}U_{\text{д}}$. Следовательно, для тока с действующим напряжением около 220 В амплитуда колебания должна быть порядка $U_0 = \sqrt{2} \cdot 220 \text{ В} \approx 311 \text{ В}$ (поскольку значение действующего напряжения дано с некоторой погрешностью, значение амплитуды также получается с такой же относительной погрешностью). Таким образом, промышленному переменному напряжению соответствует график 4.

Ответ: 4

Задание №23.

Для повышения электрического напряжения при передаче электрической энергии на большие расстояния используется

- 1) трансформатор**
- 2) генератор**
- 3) аккумулятор**
- 4) стабилизатор**

Решение.

1) Трансформатор используется для повышения или понижения электрического напряжения.

2) Генератор используется для производства электрической энергии в промышленных целях.

3) Аккумулятор используется для накопления энергии и автономного электропитания различных устройств.

4) Стабилизатор — преобразователь электрической энергии, позволяющий получить на выходе напряжение или ток, находящиеся в заданных пределах при значительно больших колебаниях входного напряжения, тока и сопротивления нагрузки.

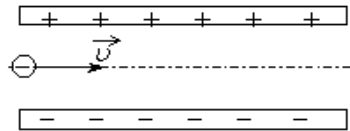
Ответ: 1

Постоянный электрический ток

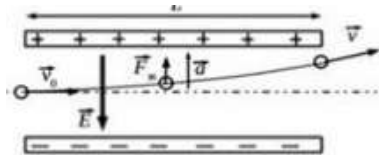
*Гиголаева Елена Викторовна,
учитель физики БОУ СОШ №21*

Задание 1.

Пылинка, имеющая массу 10^{-8} г и заряд $(-1,8) \times 10^{-14}$ Кл, влетает в электрическое поле конденсатора в точке, находящейся посередине между его пластинами (см. рисунок). Чему должна быть равна минимальная скорость, с которой влетает пылинка в конденсатор, чтобы она смогла пролететь его насквозь? Длина пластин конденсатора 10 см, расстояние между пластинами 1 см, напряжение на пластинах конденсатора 5000 В. Силой тяжести пренебречь. Система находится в вакууме. (Источник: открытый банк заданий ЕГЭ ФИПИ)



Решение



$F_{эл} = Eq = ma$ – сила, действующая на частицу в конденсаторе со стороны поля и сообщающая ей ускорение

$E = \frac{U}{d}$ – напряженность электрического поля, связанная с напряжением на пластинах конденсатора.

Подставляем $\frac{qU}{d} = ma$; отсюда $a = \frac{qU}{md}$

Время полета конденсатора вдоль пластин должно быть больше времени приближения к положительной пластине.

Движение по горизонтали равномерное, т.к. ускорение создает электрическое поле

$t = \frac{L}{v_0}$ – время пролёта вдоль пластин

Вертикальная составляющая начальной скорости равна нулю

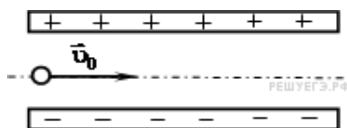
$\frac{d}{2} = \frac{at^2}{2}$ – смещение в сторону пластины

$$\frac{d}{2} = \frac{|q|UL^2}{2dmv_0^2}; \quad v_0^2 = \frac{qUL^2}{2dmd}; \quad v_0 = \frac{L}{d} \sqrt{\frac{qU}{m}}$$

Ответ: 30 м/с

Задание 2.

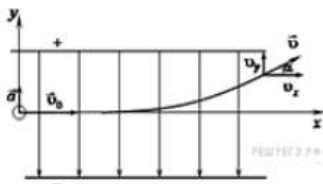
Электрон влетает в плоский конденсатор со скоростью \vec{v}_0 ($v_0 \ll c$) параллельно пластинам (см. рисунок), расстояние между которыми d . На какой угол отклонится при вылете из конденсатора вектор скорости электрона от первоначального направления, если конденсатор заряжен до разности потенциалов $\Delta\phi$? Длина пластин L ($L \gg d$) Действием на электрон силы тяжести пренебречь. (Источник: Решу ЕГЭ)



Дано

- m
- q
- L
- d
- v_0

Решение



$$\alpha = ? \quad x = v_0 t \quad y = \frac{at^2}{2}$$

$$v_x = v_0 \quad v_y = at$$

$$x = L = v_0 t, \text{ отсюда } t = \frac{L}{v_0}$$

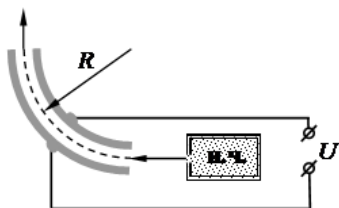
$$a_y = \frac{F}{m} = \frac{eE}{m} = \frac{e\Delta\varphi}{m}$$

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{v_y}{v_x} = \frac{e\Delta\varphi L}{mdv_0^2}$$

Ответ: $\alpha = \operatorname{arctg}\left(\frac{e\Delta\varphi L}{mdv_0^2}\right)$

Задание 3.

На рисунке показана схема устройства для предварительного отбора заряженных частиц с целью последующего детального исследования. Устройство представляет собой конденсатор, пластины которого изогнуты дугой радиуса $R \approx 50$ см. Предположим, что в промежуток между обкладками конденсатора из источника заряженных частиц (и. ч.) влетают, как показано на рисунке, ионы с зарядом e . Напряжённость электрического поля в конденсаторе по модулю равна 50 кВ/м. При каком значении кинетической энергии ионы пролетят сквозь конденсатор, не коснувшись его пластин? Считать, что расстояние между обкладками конденсатора мало, напряжённость электрического поля в конденсаторе всюду одинакова по модулю, а вне конденсатора электрическое поле отсутствует. Влиянием силы тяжести пренебречь. (Источник: открытый банк заданий ЕГЭ ФИПИ)



Решение.

Движение электрона в электрическом поле подчиняется второму закону Ньютона $F_{эл} = ma$, где $F_{эл} = qE$ – сила действующая со стороны электрического поля.

Электрон движется по окружности с центростремительным ускорением

$$a_{ц} = \frac{v^2}{R}$$

Подставляем и делаем замену $\frac{mv^2}{2} = W_k$

$$qE = m \frac{v^2}{R} = 2 m \frac{v^2}{2R} = \frac{2W_k}{R}$$

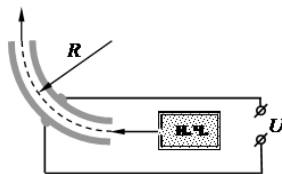
отсюда $W_k = \frac{qER}{2}$

$$W_k = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 5 \cdot 10^4 \frac{\text{В}}{\text{м}} \cdot 0,5 \text{ м}}{2} = 2 \cdot 10^{-15} \text{ Дж}$$

Ответ: $2 \cdot 10^{-15}$

Задание 4.

На рисунке показана схема устройства для предварительного отбора заряженных частиц из источника частиц (и.ч.) для последующего детального исследования. Устройство представляет собой конденсатор, пластины которого изогнуты дугой радиусом R . Предположим, что в промежутке между обкладками конденсатора, не касаясь их, пролетают молекулы интересующего нас вещества, потерявшие один электрон. Во сколько раз нужно изменить напряжение на обкладках конденсатора, чтобы сквозь него могли пролетать такие же ионы, но имеющие в 2 раза большую кинетическую энергию? Считать, что расстояние между обкладками конденсатора мало, напряжённость электрического поля в конденсаторе всюду одинакова по модулю, а вне конденсатора электрическое поле отсутствует. Влиянием силы тяжести пренебречь (Источник: Открытый банк заданий ЕГЭ ФИПИ)



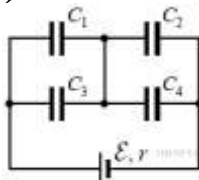
Решение.

Центростремительное ускорение иона в конденсаторе $a = \frac{v^2}{R}$ определяется силой Кулона $F = qE$, действующей со стороны электрического поля. По второму закону Ньютона $qE = m \frac{v^2}{R}$, где q , m и v — соответственно заряд, масса и скорость иона, E — напряжённость электрического поля. С другой стороны, кинетическая энергия тела определяется соотношением $E_x = \frac{mv^2}{2}$. Отсюда: $R = \frac{2E_x}{qE}$. Если E_x увеличивается в 2 раза, то для сохранения прежнего значения радиуса траектории иона напряжённость поля нужно тоже увеличить в 2 раза. Поскольку напряжённость электрического поля E прямо пропорциональна напряжению между обкладками конденсатора U , следовательно, его нужно увеличить в 2 раза.

Ответ: увеличить в 2 раза.

Задание 5.

Батарея из четырёх конденсаторов электроёмкостью $C_1=2C$, $C_2=C$, $C_3=4C$ и $C_4=2C$ подключена к источнику постоянного тока с ЭДС ε и внутренним сопротивлением r (см. рисунок). Определите энергию конденсатора C_1 (Источник: открытый банк заданий ЕГЭ ФИПИ)



Решение.

В батарее конденсаторы C_1 и C_3 , C_2 и C_4 соединены в пары параллельно, а образовавшиеся пары — последовательно. Общая электроёмкость системы равна

$$C_0 = \frac{C_{13} \cdot C_{24}}{C_{13} + C_{24}} = \frac{(C_1 + C_3) \cdot (C_2 + C_4)}{C_1 + C_3 + C_2 + C_4} = \frac{(2C + 4C) \cdot (C + 2C)}{2C + 4C + C + 2C} = 2C$$

Общий заряд батареи, а также заряд на парах C_1 и C_3 , C_2 и C_4 равен:

$$q_0 = q_{13} = q_{24} = C_0 E = 2CE,$$

Напряжение на паре С1 и С3 равно, т. к. пары соединены последовательно

$$U_{13} = \frac{q_0}{C_{13}} = \frac{2CE}{6C} = \frac{E}{3}.$$

энергия конденсатора С1, равна

$$W_1 = \frac{C_1 U_{13}^2}{2} = \frac{2CE^2}{2 \cdot 9} = \frac{CE^2}{9}$$

Ответ: $\frac{CE^2}{9}$

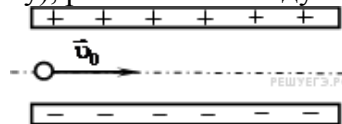
Задачи для самостоятельного решения.

1) Пылинка, имеющая массу 10^{-8} и заряд $(-1,8) \cdot 10^{-14}$ Кл, влетает в электрическое поле вертикального плоского конденсатора в точке, находящейся посередине между его пластинами (см. рисунок, вид сверху).



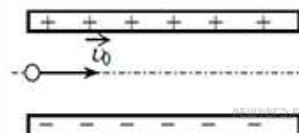
Чему должна быть равна минимальная скорость, с которой пылинка влетает в конденсатор, чтобы она смогла пролететь его насквозь? Длина пластин конденсатора 10 см, расстояние между пластинами 1 см, напряжение на пластинах конденсатора 5 000 В. Система находится в вакууме. (Источник: Решу ЕГЭ)

2) Электрон влетает в плоский конденсатор со скоростью \vec{v} ($v_0 \ll c$) параллельно пластинам (см. рисунок, вид сверху), расстояние между которыми d .



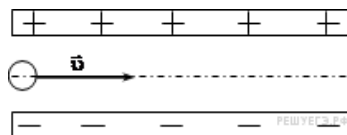
Какова разность потенциалов между пластинами конденсатора, если при вылете из конденсатора вектор скорости электрона отклоняется от первоначального направления на угол α ? Длина пластин L ($L \gg d$). (Источник: Решу ЕГЭ)

3) Электрон влетает в пространство между двумя разноименно заряженными пластинами плоского конденсатора со скоростью \vec{v}_0 ($v_0 \ll c$) параллельно пластинам (см. рисунок, вид сверху, пластины расположены вертикально). Расстояние между пластинами d длина пластин L ($L \gg d$), разность потенциалов между пластинами $\Delta\phi$. Определите тангенс угла, на который отклонится электрон после вылета из конденсатора (Источник: Решу ЕГЭ)

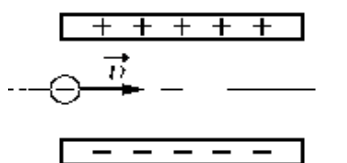


4) Пылинка массой $m = 10^{-6}$ г и зарядом $q = -1,8 \cdot 10^{-11}$ Кл влетает в электрическое поле вертикального плоского конденсатора в точке, находящейся посередине между его пластинами (см. рисунок, вид сверху). Длина пластин конденсатора $l = 10$ см. Минимальная скорость, при которой пылинка вылетит из конденсатора, составляет $v = 30$ м/с. Найдите

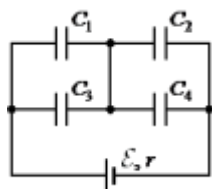
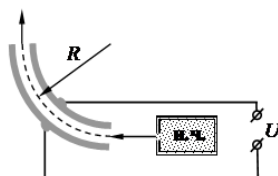
расстояние между пластинами, если напряженность электрического поля конденсатора $E = 50$ кВ/м (Источник: Решу ЕГЭ)



5) Частица, имеющая заряд $q=5 \cdot 10^{-9}$ Кл, влетает в электрическое поле конденсатора параллельно его пластинам в точке, находящейся посередине между пластинами (см. рисунок). Минимальная скорость, с которой частица должна влететь в конденсатор, чтобы затем вылететь из него, $v=250$ м/с. Длина пластин конденсатора $l=5$ см; расстояние между пластинами $d=1$ см; напряжённость электрического поля конденсатора $E=5000$ В/м. Чему равна масса частицы? Поле внутри конденсатора считать однородным, силой тяжести пренебречь. Считать, что конденсатор находится в вакууме (Источник: открытый банк заданий ЕГЭ ФИПИ)



6) На рисунке показана схема устройства для предварительного отбора заряженных частиц для последующего детального исследования. Устройство представляет собой конденсатор, пластины которого изогнуты дугой радиусом $R \approx 50$ см. Предположим, что в промежуток между обкладками конденсатора из источника заряженных частиц (и.ч.) влетают ионы, как показано на рисунке. Напряжённость электрического поля в конденсаторе по модулю равна 5 кВ/м. Скорость ионов равна 10^5 м/с. При каком значении отношения заряда к массе ионы пролетят сквозь конденсатор, не коснувшись его пластин? Считать, что расстояние между обкладками конденсатора мало, напряжённость электрического поля в конденсаторе всюду одинакова по модулю, а вне конденсатора электрическое поле отсутствует. Влиянием силы тяжести пренебречь (Источник: открытый банк заданий ЕГЭ ФИПИ)



7) Батарея из четырёх конденсаторов ёмкостью $C_1 = 2C$, $C_2 = C$, $C_3 = 4C$ и $C_4 = 2C$ подключена к источнику постоянного напряжения с ЭДС E и внутренним сопротивлением r (см. рисунок). На сколько и как изменится общая энергия, запасённая в батарее, если в конденсаторе C_3 возникнет пробой? (Источник: открытый банк заданий ЕГЭ ФИПИ)