

# Проверочные и контрольные работы по физике в школе в форме ЕГЭ



**Составитель:** Анатолий Найдин



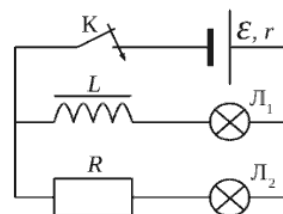
**г. Томск, ТФТЛ**

**2024**

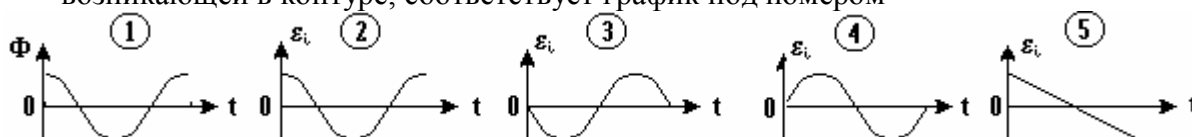
ВАРИАНТ 1  
ЭЛЕКТРОМАГНАЯ ИНДУКЦИЯ (В ФОРМЕ ЕГЭ)

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число, последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Две одинаковые лампы Л1 и Л2 подключены к источнику тока, одна -последовательно с катушкой индуктивности L с железным сердечником, а другая - последовательно с резистором R (см. рисунок). Первоначально ключ K разомкнут. Опишите разницу в работе лампочек при замыкании ключа K.

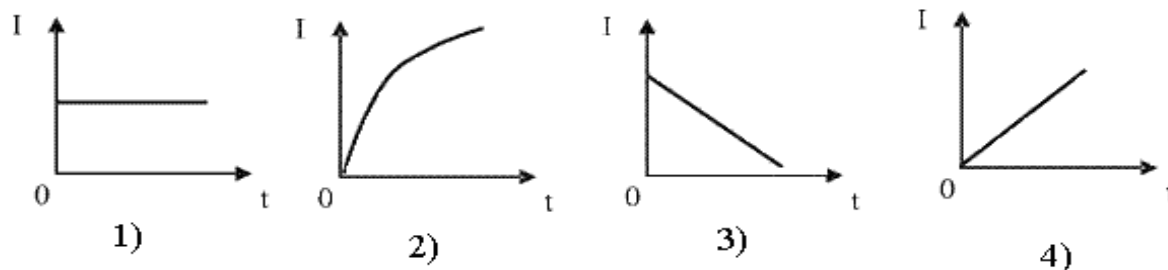
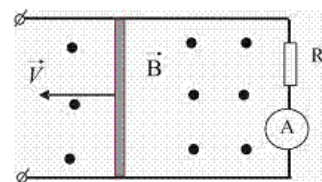


- 1) Загорятся одновременно; 2) первая лампа загорится позже второй; 3) вторая лампа загорится позже первой; 4) лампы будут моргать.
2. Магнитный поток  $\Phi$ , сцепленный с проводящим контуром, изменяется со временем так, как показано на графике под номером 1. ЭДС индукции  $\varepsilon_i$ , возникающей в контуре, соответствует график под номером

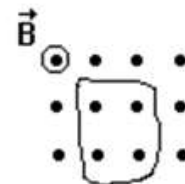


- 1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4; 5) 5.:4
3. Контур площадью  $S = 10^{-2} \text{ м}^2$  расположен перпендикулярно к линиям магнитной индукции. Магнитная индукция изменяется по закону  $B = (2 + 5t^2) \cdot 10^{-2}$ , Тл. Модуль ЭДС индукции, возникающей в контуре, изменяется по закону...

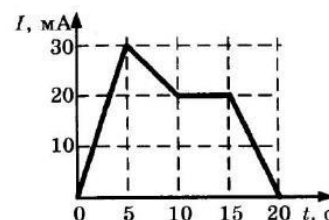
- 1)  $\varepsilon_i = 10^{-3} t$ ; 2)  $\varepsilon_i = (2 + 5t^2) \cdot 10^{-4}$ ; 3)  $\varepsilon_i = 10^{-2} t$ .:1
4. По параллельным металлическим проводникам, расположенным в однородном магнитном поле, с постоянной скоростью перемещается перемычка. Зависимости индукционного тока, возникающего в цепи, от времени соответствует график:



5. Проводящий контур находится в магнитном поле, индукция которого возрастает по модулю (см. рисунок). Можно утверждать, что: 1) в контуре возникает ЭДС индукции; 2) индукционный ток направлен против движения часовой стрелки; 3) на свободные носители электрического заряда в контуре действуют силы Лоренца; 4) сторонними силами, вызывающими ЭДС индукции в контуре, являются силы вихревого электрического поля.



6. В цепи индуктивностью 1 Гн протекает переменный ток. График изменения силы тока I изображен на рисунке. Какое значение принимает ЭДС самоиндукции в период времени с 5 по 10 секунду?
7. В проводящем контуре с индуктивностью 20 Гн протекает ток силой 3 А, создавая внутри контура магнитное поле. Величина полного

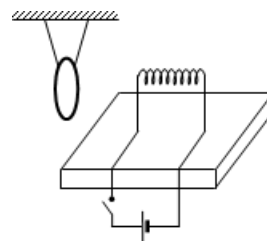


магнитного потока, пронизывающего контур, равна...

1) 30 Вб; 2) 90 Вб; 3) 60 Вб; 4) 0.

8. Электрон в бетатроне за один оборот приобретает кинетическую энергию  $\Delta W_k = 15$  эВ, двигаясь по орбите радиусом  $r_0 = 0,3$  м. Вычислить скорость изменения магнитной индукции  $dB/dt$ , считая эту скорость в течение интересующего нас промежутка времени постоянной.

9. Замкнутое медное кольцо подвешено на тонких длинных нитях вблизи катушки индуктивности, закрепленной на столе и подключенной к источнику постоянного тока. Первоначально электрическая цепь катушки разомкнута. Как будет двигаться кольцо при замыкании цепи?



1) Оттолкнется от катушки, затем притянется к ней. 2) Притянется к катушке. 3) **О**ттолкнется от катушки, затем вернется в исходное положение. 4) Останется на месте.

10. Катушка длиной 50 см и площадью поперечного сечения  $2 \text{ см}^2$  имеет индуктивность  $0,2$  мкГн. При какой силе тока в катушке энергия единицы объема магнитного поля внутри катушки равна  $1 \text{ мДж/м}^3$ ?

1) 0,1 А; 2) 0,5 А; 3) **1** А; 4) 1,5 А.

11. Линии индукции однородного магнитного поля пронизывают рамку площадью  $0,6 \text{ м}^2$  под углом  $30^\circ$  к её поверхности, создавая магнитный поток, равный  $0,3$  Вб. Чему равен модуль вектора индукции магнитного поля? (Ответ дать в теслах.)

## Часть 2

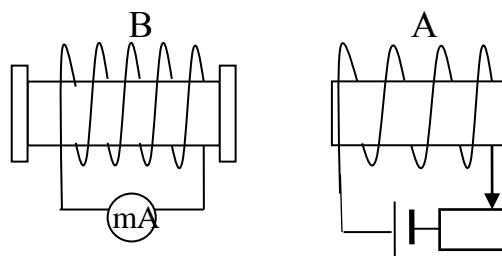
Ответом к заданиям 25–27 является число. Это число запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Тяжёлая квадратная проволочная рамка с длиной стороны 10 см и сопротивлением 2 Ом свободно висит на горизонтальной оси, проходящей через одну из сторон рамки. В пространстве вокруг рамки создано однородное магнитное поле с индукцией  $0,08$  Тл, линии которого направлены горизонтально и перпендикулярны оси подвеса рамки. Рамку выводят из положения равновесия, отклонив её на угол  $30^\circ$  от вертикали. Какой заряд протекает через рамку в процессе её поворота из начального положения в конечное?

## Часть 2

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

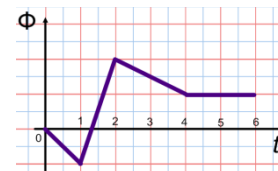
28. На железный стержень намотаны две катушки изолированного медного провода: А и Б. Катушка А подключена к источнику с ЭДС  $\varepsilon$  и внутренним сопротивлением  $r$ , как показано на рисунке. Катушка Б замкнута на амперметр малого сопротивления. Ползунок реостата передвигают влево. В каком направлении протекает при этом ток через амперметр, подключённый к катушке Б?



Ответ обоснуйте, указав, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения.

29. Соленоид из медной проволоки поперечным сечением  $0,2 \text{ мм}^2$  замкнут накоротко на конденсатор емкостью  $10 \text{ мкФ}$  и помещен в изменяющееся со скоростью  $10 \text{ мТл/с}$  магнитное поле. Определить заряд конденсатора и тепловую мощность в соленоиде, если он имеет 1000 витков диаметром 5 см.

28. По графику зависимости магнитного потока от времени охарактеризуйте появление индукционного тока на всех участках, а также укажите, где его значение максимально.



## ВАРИАНТ 1

### ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ (В ФОРМЕ ЕГЭ)

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число, последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

12. Гармоническое колебание точки описывается уравнением  $x = 2\cos(8\pi t + \pi/3)$  (м). Определите частоту колебаний и циклическую частоту.

1) 0,25 Гц,  $8\pi$  рад/с; 2) 4 Гц,  $8\pi$  рад/с; 3) 4 Гц, 8 рад/с; 4) 8 Гц;  $8\pi$  рад/с.

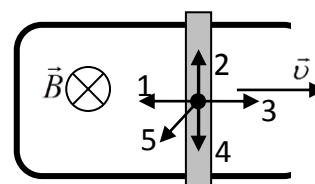
13. Квадратную рамку со стороной 5 см и с током 1 А, находящуюся в однородном магнитном поле с индукцией 0,02 Тл, повернули из положения устойчивого равновесия на угол  $90^\circ$ . Чему равен момент вращающих сил, действующих на рамку в новом ее положении?

1.  $5 \cdot 10^{-4}$  Н·м; 2)  $2 \cdot 10^{-3}$  Н·м; 3)  $3 \cdot 10^{-5}$  Н·м; 4)  $5 \cdot 10^{-5}$  Н·м.

14. Чему равно максимальное значение силы Ампера, действующей на прямолинейный проводник длиной 0,5 м с током 2 А, находящийся в однородном магнитном поле с индукцией 0,2 Тл?

1) 0,02 Н; 2) 0,1 Н; 3) 0,2 Н; 4) 0,4 Н.

4. П-образный проводящий контур расположен горизонтально в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией (см. рисунок, вид сверху). Контур замкнут медной перемычкой, которую можно перемещать по проводам без трения. Перемычку начинают перемещать с постоянной скоростью в направлении, указанном на рисунке. Какой цифрой обозначено правильное направление силы Ампера, действующей на перемычку?



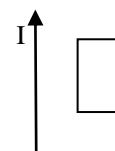
1. 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4; 5) 5.

5. Проволочный виток диаметром  $D = 10$  см и сопротивлением  $R = 3,14$  Ом находится в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,4$  Тл. Нормаль к плоскости витка образует с направлением вектора  $B$  угол  $\alpha = 60^\circ$ . Заряд  $q$ , прошедший по витку при выключении магнитного поля, равен ... мКл.

1) 1,5; 2) 3,5; 3) 0,5; 4) 4,5.

6. В одной плоскости с прямолинейным проводником, по которому течет **возрастающий** со временем ток, находится проволочная квадратная рамка. Индукционный ток в рамке направлен...

1) по часовой стрелке; 2) против часовой стрелки; 3) индукционный ток в рамке не возникает; 4) направление может быть любым.



7. Как изменится частота свободных электромагнитных колебаний в контуре, если воздушный промежуток между пластинами конденсатора заполнить диэлектриком с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon = 3$ ?

1) уменьшится в  $\sqrt{3}$  раза; 2) увеличится в  $\sqrt{3}$  раза; 3) увеличится в 3 раза; 4) уменьшится в 3 раза.

8. Радиолокатор работает на длине волны 20 см и посылает 5000 импульсов в секунду длительностью 0,02 мкс каждый. Определите максимальную дальность действия, на которую рассчитан радиолокатор.

1) 3 км; 2) 30 км; 3) 300 км; 4) 3000 км.

9. В колебательном контуре из конденсатора и катушки индуктивностью 0,5 Гн происходят свободные электромагнитные колебания с циклической частотой  $\omega = 1000$  с $^{-1}$ . Амплитуда колебаний силы тока в контуре 0,01 А. Амплитуда колебаний напряжения на катушке равна...

1)  $2 \cdot 10^{-5}$  В; 2) 0,05 В; 3) 0,02 В; 4) 5 В.

10. По двум параллельным проводникам, находящимся в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости проводников, двигают проводящую перемычку (см. рис. а).

Концы проводников соединены через резистор с сопротивлением  $R = 5 \text{ Ом}$ . На графике (см. рис. б) приведена зависимость ЭДС индукции, возникающей в перемычке при её движении в магнитном поле, от времени  $t$ . Модуль индукции магнитного поля равен  $B = 0,2 \text{ Тл}$ , длина перемычки  $\ell = 0,2 \text{ м}$ . Выберите **все верные утверждения** о результатах этого опыта. Сопротивлением проводников и перемычки можно пренебречь.

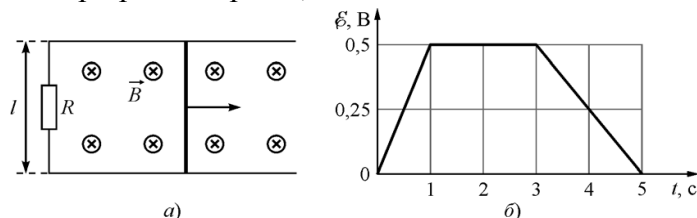
1) В промежутке времени от 0 с до 1 с модуль скорости перемычки увеличивался.

2) За промежуток времени от 0 с до 1 с через резистор протёк заряд 0,05 Кл.

3) В момент времени 3 с модуль силы Ампера, действовавшей на перемычку, был равен 5 мН.

4) В момент времени 5 с перемычка остановилась.

5) В промежутке времени от 1 с до 3 с в перемычке выделилось количество теплоты 0,2 Дж.



11. За время  $\Delta t = 0,5 \text{ с}$  на концах катушки наводится ЭДС самоиндукции  $\varepsilon_i = 25 \text{ В}$ . Если при этом сила тока в цепи изменилась от  $I_1 = 20 \text{ А}$  до  $I_2 = 10 \text{ А}$ , то индуктивность катушки равна ... Гн.

1) 2,5; 2) 0,25; 3) 1,25; 4) 25.

12. Напряжение на обкладках конденсатора и сила тока в катушке колебательного контура меняются соответственно по законам  $u_c = 2 \cdot \sin(2000 \cdot t)$  (В) и  $i = 2 \cdot \cos(2000 \cdot t)$  (А). Индуктивность катушки этого контура равна:

1) 25 мГн; 2) 2,5 мГн; 3) 0,5 мГн; 4) 0,025 мГн.

13. На какую длину волны нужно настроить радиоприемник, чтобы слушать радиостанцию «Европа +», которая вещает на частоте 106,2 МГц?

1) 2,825 дм; 2) 2,825 см; 3) 2,825 км; 4) 2,825 м.

14. Колебательный контур состоит из конденсатора и катушки индуктивности. Период колебаний идеального колебательного контура  $T = 6 \cdot 10^{-3} \text{ с}$ . Амплитуда колебаний силы тока в катушке  $I_m = 3 \text{ мА}$ . В момент времени  $t$  сила тока в катушке  $i = 1 \text{ мА}$ . Чему равен заряд конденсатора в этот момент времени? Потерями энергии на нагревания проводников пренебречь.

1) 2,7 мкКл; 2) 2,7 Кл; 3) 2,7 мКл; 4) 85 мкКл.

15. Напряжение на концах первичной обмотки трансформатора 110 В, сила тока в ней 0,1 А. Напряжение на концах вторичной обмотки 220 В, сила тока в ней 0,04 А. Чему равен КПД трансформатора?

1) 120 %; 2) 93%; 3) 80 %; 4) 67 %.

16. Как изменяется индуктивность замкнутого проводника с током при увеличении тока в нем в два раза?

1) Увеличивается в 2 раза; 2) Уменьшается в 2 раза; 3) Не изменяется. 4) Увеличивается в 4 раза.

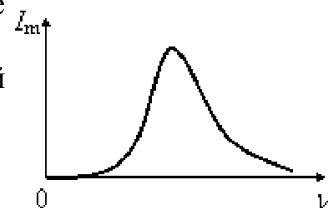
17. На рисунке показана зависимость амплитуды  $I_m$  колебаний силы тока в колебательном контуре от частоты  $\nu$ . О каких колебаниях и о какой частоте  $\nu$  идет речь?

1) О свободных колебаниях и собственной частоте колебательного контура;

2) О вынужденных колебаниях и собственной частоте колебательного контура;

3) О свободных колебаниях и частоте внешнего воздействия;

4) О вынужденных колебаниях и частоте внешнего воздействия.



18. Через контур, индуктивность которого  $L = 0,02 \text{ Гн}$ , течет ток, изменяющийся по закону  $I = 0,5 \sin 500t$ . Амплитудное значение ЭДС самоиндукции, возникающей в контуре, равно ... В.

1) 0,01; 2) 0,5; 3) 500; 4) 5.

19. В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялся заряд одной из обкладок конденсатора в колебательном контуре с течением времени.

$t, 10^{-6} \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q, 10^{-6} \text{ Кл}$	2	1,42	0	-1,42	-2	-1,42	0	1,42	2	1,42

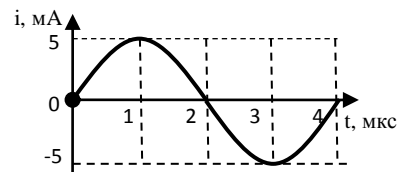
Выберите два верных утверждения о процессе, происходящем в контуре.

- 1) Период колебаний равен  $8 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ .
  - 2) В момент  $t = 4 \cdot 10^{-6} \text{ с}$  энергия конденсатора минимальна.
  - 3) В момент  $t = 2 \cdot 10^{-6} \text{ с}$  сила тока в контуре максимальна.
  - 4) В момент  $t = 6 \cdot 10^{-6} \text{ с}$  сила тока в контуре равна 0.
  - 5) Частота колебаний равна 25 кГц.
20. Конденсатор колебательного контура заряжают от источника постоянного напряжения, а затем замыкают на катушку с переменной индуктивностью. Подберите во втором столбце таблицы слова, правильно характеризующие изменения параметров гармонических колебаний в колебательном контуре при уменьшении индуктивности катушки в опыте. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ЕЁ ИЗМЕНЕНИЯ
А) Амплитуда колебаний заряда конденсатора.	1) увеличится.
Б) Частота колебаний.	2) уменьшится.
В) Амплитуда колебаний силы тока.	3) не изменится.

А	Б	В

21. Определите индуктивность цепи, если при изменении силы тока в ней по закону  $i = 1 \text{ А} - (0,2 \text{ А/с}) \cdot t$ , в цепи возникает ЭДС самоиндукции 0,02 В.  
1) 0,05 Гн; 2) 0,1 Гн; 3) 25 мГн; 4) 1 Гн.
22. Укажите элемент детекторного приемника, с помощью которого производится сглаживание пульсаций тока.  
1) Антенна. 2) Колебательный контур. 3) Диод. 4) Телефонный конденсатор. 5) Телефон.
23. Самолет находится на расстоянии 60 км от локатора. Через сколько примерно секунд возвращается отраженный от него сигнал локатора?  
1) 20000 с; 2) 0,0004 с; 3) 0,0001 с; 4) 0,000025 с; 5) Среди этих ответов нет правильного.
24. На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре с последовательно включёнными конденсатором и катушкой, индуктивность которой равна 0,2 Гн. Максимальное значение энергии электрического поля конденсатора равно  $W$ . Найдите  $W$ , ответ укажите в миллиджоулах.  
1) 0,0025; 2) 0,02; 3) 0,005; 4) 2,5.



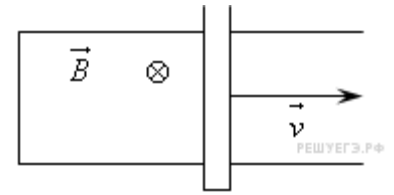
## Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Это число запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялся заряд конденсатора в колебательном контуре с течением времени. Вычислите по этим данным примерное значение максимальной силы тока в катушке. Ответ приведите в мА, с точностью до десятых.

$t, 10^{-6} \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q, 10^{-9} \text{ Кл}$	2	1,42	0	-1,42	-2	-1,42	0	1,42	2	1,42

26. Математический маятник, грузик которого имеет массу  $m = 8$  г, совершает малые колебания в поле силы тяжести с периодом  $T_1 = 0,7$  с. Грузик зарядили и включили направленное вниз однородное вертикальное электрическое поле, модуль напряжённости которого равен  $E = 3$  кВ/м. В результате этого период колебаний маятника стал равным  $T_2 = 0,5$  с. Найдите заряд  $q$  грузика.

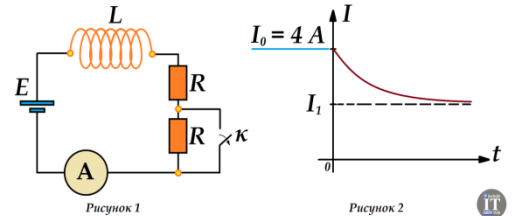


27. П-образный контур с пренебрежимо малым сопротивлением находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура (см. рис.). Индукция магнитного поля  $B = 0,2$  Тл. По контуру со скоростью  $v = 1$  м/с скользит перемычка сопротивлением  $R = 5$  Ом. Сила индукционного тока в контуре  $I = 4$  мА. Чему равна длина перемычки?

### Часть С

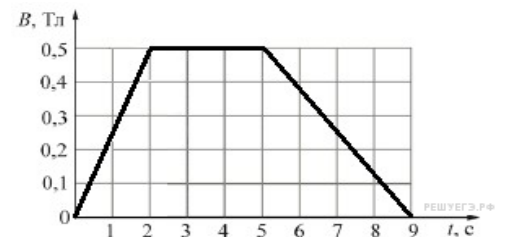
Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

29. Катушка, обладающая индуктивностью  $L$ , соединена с источником питания с ЭДС  $E$  и двумя одинаковыми резисторами  $R$ . Электрическая схема показано на рисунке 1. В начальный момент времени ключ замкнут. В момент времени  $t = 0$  ключ размыкают, что приводит к изменениям силы тока, регистрируемым амперметром, как показано на рисунке 2. Основываясь на известных физических законах, объясните, почему при размыкании ключа сила тока плавно уменьшается к значению  $I_1$ . Определите значение силы тока  $I_1$ . Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь.

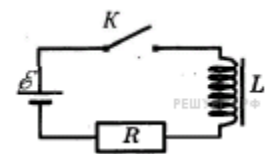


30. В процессе колебаний в идеальном колебательном контуре в момент времени  $t$  заряд конденсатора  $q = 4 \cdot 10^{-9}$  Кл, а сила тока в катушке  $i = 3$  мА. Период колебаний  $T = 6,3 \cdot 10^{-6}$  с. Определите амплитуду колебаний заряда.

31. На рисунке приведён график зависимости модуля индукции  $B$  магнитного поля от времени  $t$ . В это поле перпендикулярно линиям магнитной индукции помещён проводящий прямоугольный контур сопротивлением  $R = 50$  мОм. Найдите площадь контура, если за все время в контуре выделилось  $1,5$  мДж теплоты.

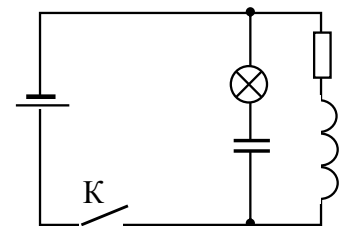


32. Катушка индуктивности подключена к источнику тока с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением через резистор  $R = 40$  Ом (см. рисунок). В момент  $t = 0$  ключ  $K$  замыкают. Значения силы тока в цепи, измеренные в последовательные моменты времени с точностью  $\pm 0,01$  А, представлены в таблице. Чему равна ЭДС самоиндукции катушки в момент времени  $t = 2,0$  с?



$t, \text{с}$	0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
$I, \text{А}$	0	0,12	0,19	0,23	0,26	0,29	0,29	0,30	0,30

33. В электрической цепи, показанной на рисунке, ЭДС источника тока равна  $12$  В; емкость конденсатора  $2$  мФ; индуктивность катушки  $5$  мГн, сопротивление лампы  $5$  Ом и сопротивление резистора  $3$  Ом. В начальный момент времени ключ  $K$  замкнут. Какая энергия выделится в лампе после размыкания ключа? Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь. Сопротивлением катушки и проводов пренебречь.



## ВАРИАНТ 2

### ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ (В ФОРМЕ ЕГЭ)

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число, последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

15. Амплитуда гармонических колебаний тела вдоль оси ОХ равна 0,5 м. Какой путь прошло тело за время, равное пяти периодам колебаний.

- 1) 10 м; 2) 2,5 м; 3) 0,5 м; 4) 2 м.

16. На неизвестной планете маятник с длиной нити 80 см совершил 36 полных колебаний за 1 мин. Чему равно ускорение свободного падения на этой планете?

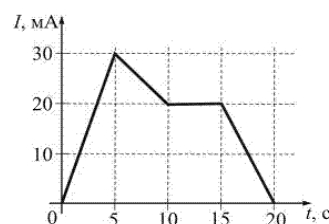
- 1) 9,8 м/с<sup>2</sup>; 2) 11,4 м/с<sup>2</sup>; 3) 4,9 м/с<sup>2</sup>; 4) нет правильного ответа.

17. Амплитуда колебаний пружинного маятника равна 2 см. Жесткость пружины маятника составляет 40 Н/м, масса груза — 0,1 кг. С какой скоростью груз проходит положение равновесия?

- 1) 0,2 м/с; 2) 0,4 м/с; 3) 4 м/с; 4) 10 м/с.

18. На рисунке показана зависимость силы тока от времени в электрической цепи с индуктивностью  $L = 1$  мГн. Модуль среднего значения ЭДС самоиндукции в интервале от 15 до 20 с равен ... мкВ.

- 1) 0; 2) 10; 3) 20; 4) 4.



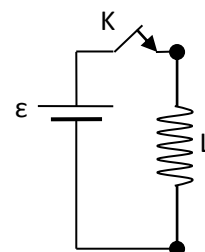
19. Подвешенный на пружине груз совершает установившиеся вынужденные гармонические колебания под действием силы, меняющейся с частотой  $\nu$ . Установите соответствие между физическими величинами этого процесса и частотой их изменения.

Величина	Частота изменения
А) Кинетическая энергия	1) $0,5\nu$
Б) Проекция скорости	2) $\nu$
В) Потенциальная энергия	3) $2\nu$

А	Б	В

20. На рисунке показана идеальная цепь, состоящая из источника ЭДС  $\varepsilon$  и катушки индуктивности  $L$ . Пусть полное сопротивление цепи равно нулю. Какой ток будет в цепи спустя 1 с после замыкания ключа, если  $L = 0,1$  Гн, а  $\varepsilon = 1,5$  В?

- 1) 2 А; 2) 10 А; 3) 0,15 А; 4) 15 А.



21. Контур радиоприёмника настроен на длину волны 30 м. Как нужно изменить индуктивность катушки колебательного контура приёмника, чтобы он при неизменной электроёмкости конденсатора в контуре был настроен на волну длиной волны 15 м?

- 1) Увеличить в 2 раза; 2) уменьшить в 2 раза; 3) увеличить в 4 раза; 4) уменьшить в 4 раза.

22. Электромагнитная волна преломляется на границе раздела воздуха и воды. Как изменяются при переходе из воздуха в воду следующие характеристики электромагнитной волны: частота волны, длина волны и скорость её распространения? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения: 1) увеличивается; 2) уменьшается; 3) не изменяется. Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота волны	Длина волны	Скорость волны

23. Индуктивность катушки увеличили в 2 раза, а силу тока в ней уменьшили в 2 раза. Энергия магнитного поля катушки при этом:



1) увеличилась в 8 раз; 2) уменьшилась в 2 раза; 3) уменьшилась в 8 раз; 4) уменьшилась в 4 раза.

24. В колебательном контуре с индуктивностью  $L$  и ёмкостью  $C$  происходят электромагнитные колебания с периодом  $T$  и амплитудой  $q_0$ . Что произойдёт с периодом и максимальной энергией конденсатора, если при неизменных амплитуде и ёмкости уменьшить индуктивность?

Величина		Изменение величины
А) Период		1) Увеличится
Б) Максимальная энергия конденсатора		2) Уменьшится
		3) Не изменится
А	Б	

25. В двух идеальных колебательных контурах происходят незатухающие электромагнитные колебания. Во втором контуре амплитуда колебаний силы тока в 2 раза меньше, а максимальное значение заряда в 6 раз меньше, чем в первом контуре. Определите отношение частоты колебаний в первом контуре к частоте колебаний во втором.

1) 1/12; 2) 1/3; 3) 3; 4) 12.

12. В электрическом колебательном контуре ёмкость конденсатора равна 1 мкФ, а индуктивность катушки 1 Гн. Если для свободных незатухающих колебаний в контуре амплитуда силы тока составляет 100 мА, то амплитуда напряжения на конденсаторе при этом равна:

2) 100 В; 2) 10 В; 3) 30 В; 4) 80 В.

13. Изменение тока в антенне радиопередатчика происходит по закону  $I = 0,3 \cdot \sin(15,7 \cdot 10^5 \cdot t)$ . А. Какова длина излучающейся электромагнитной волны?

1)  $1,2 \cdot 10^3$  м; 2)  $0,4 \cdot 10^3$  м; 3)  $0,6 \cdot 10^3$  м; 4)  $1,2 \cdot 10^4$  м.

14. Напряжение на концах первичной обмотки трансформатора 110 В, сила тока в ней 0,1 А. Напряжение на концах вторичной обмотки 220 В, сила тока в ней 0,04 А. Чему равен КПД трансформатора?

1) 120 %; 2) 93%; 3) 80 %; 4) 67 %.

15. В идеальном колебательном контуре амплитуда силы тока катушке индуктивности  $I_{\max} = 5$  мА, а амплитуда напряжения на конденсаторе  $U_{\max} = 2,0$  В. В момент времени  $t$  сила тока в катушке  $i = 3$  мА. Определите напряжение на конденсаторе в этот момент.

1) 1,6 В; 2) 1,2 В; 3) 0,8 В; 2,4 В.

16. При гармонических колебаниях напряжение в цепи переменного тока изменяется в пределах от +100 В до -100 В. Действующее значение напряжения равно:

1) +100 В; 2) -100 В; 3) 200 В; 4) 71,4 В.

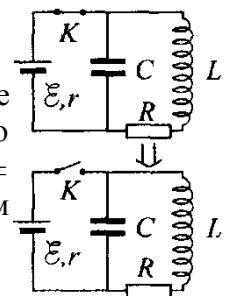
17. Число витков в первичной обмотке трансформатора в 2 раза больше числа витков в его вторичной обмотке. Какова амплитуда колебаний напряжения на концах вторичной обмотки трансформатора в режиме холостого хода при амплитуде колебаний напряжения на концах первичной обмотки 50 В?

1) 50 В; 2) 100 В; 3) 250 В; 4) 25 В.

18. Контур подключен к батарее с помощью ключа  $K$  (см. рис.). Какое количество теплоты выделится на резисторе  $R$  после размыкания ключа  $K$  до полного затухания колебаний в контуре? Параметры элементов на схеме  $R = 1000$  Ом,  $\varepsilon = 5$  В,  $L = 0,2$  Гн,  $C = 0,1$  мкФ. Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь.

1) 5 мкДж; 2) 10,25 мкДж; 3) 3,75 мкДж; 4) 0,25 мкДж.

19. Рамка равномерно вращается в однородном магнитном поле, вектор магнитной индукции  $\vec{B}$  которого перпендикулярен оси вращения рамки. Индукционный ток, возбуждаемый в рамке, максимален в момент, когда: 1) плоскость рамки



перпендикулярна вектору  $\vec{B}$ ; 2) плоскость рамки параллельна вектору  $\vec{B}$ ; 3) плоскость рамки составляет угол  $45^\circ$  с вектором  $\vec{B}$ ; 4) среди ответов нет правильного.

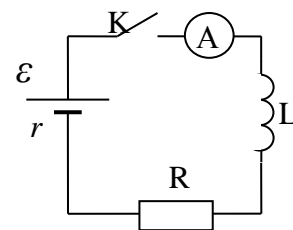
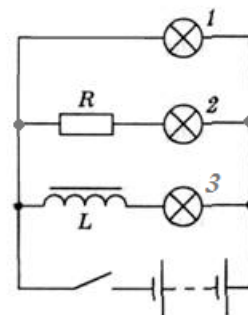
20. Замкнутый контур площадью  $S$  из тонкой проволоки помещён в магнитное поле. Плоскость контура перпендикулярна вектору магнитной индукции поля. В контуре возникают колебания тока с амплитудой  $I_{\max} = 35$  мА, если магнитная индукция поля меняется с течением времени в соответствии с формулой  $B = a \cos(bt)$ , где:  $a = 6 \cdot 10^{-3}$  Тл,  $b = 3500$  с $^{-1}$ . Электрическое сопротивление контура  $R = 1,2$  Ом. Чему равна площадь контура?

- 1) 20 см $^2$ ; 2) 4 см $^2$ ; 3) 0,01 м $^2$ ; 4) 0,25 м $^2$ .

21. Три лампы подключены к источнику постоянного тока так, как показано на рисунке. Первоначально ключ разомкнут. В какой последовательности загораются лампы при замыкании ключа?

- 1) 321; 2) 123; 3) 231; 4) 312.

22. В схеме, показанной на рисунке, ключ  $K$  замыкают в момент времени  $t = 0$ . Показания амперметра в последовательные моменты времени приведены в таблице. Определите ЭДС источника, если сопротивление резистора 100 Ом. Сопротивлением проводов и амперметра, активным сопротивлением катушки индуктивности и внутренним сопротивлением источника пренебречь.



t, мс	0	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700
I, мА	0	23	38	47	52	55	57	59	59	60	60

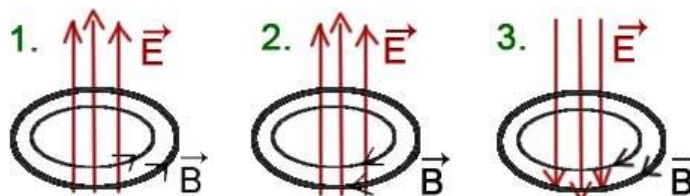
- 1) 100 В; 2) 6 В; 3) 6 мВ; 4) 60 мВ.

23. Угол падения плоской волны на препятствие равен  $30^\circ$ . Чему равен угол между падающим и отраженным лучом?

- 1)  $30^\circ$ ; 2)  $60^\circ$ ; 3)  $90^\circ$ ; 4)  $120^\circ$ ; 5) В задаче не хватает данных.

24. Какой из рисунков соответствует появлению магнитного поля при убывании электрического?

- 1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 1 и 3; 5) 2 и 3.



**Часть 2**

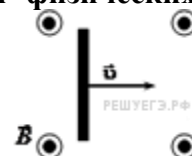
Ответом к заданиям 25–27 является

число. Это число запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки.

Каждый символ пишите в отдельной клеточке в

соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Горизонтальный проводник длиной 1 м движется равноускоренно в вертикальном однородном магнитном поле, индукция которого равна 0,5 Тл. Скорость проводника горизонтальна и перпендикулярна проводнику (см. рисунок). При начальной скорости проводника, равной нулю, проводник переместился на 1 м. ЭДС индукции на концах проводника в конце перемещения равна 2 В. Каково ускорение проводника?



Ответ: \_\_\_\_\_

26. На рисунке приведён график зависимости модуля индукции  $B$  магнитного поля от времени  $t$ . В это поле перпендикулярно линиям магнитной индукции помещён проводящий прямоугольный контур сопротивлением  $R = 0,2$  Ом. Длина прямоугольника равна 4 см, а ширина — 2,5 см.



Найдите величину индукционного тока, протекающего по этому контуру в интервале времени от 1 с до 2 с. Ответ выразите в мА.

Ответ: \_\_\_\_\_

27. За время  $\Delta t = 4$  с магнитный поток через площадку, ограниченную проволочной рамкой, равномерно уменьшается от некоторого значения  $\Phi$  до нуля. При этом в рамке генерируется ЭДС, равная 6 мВ. Определите начальный магнитный поток  $\Phi$  через рамку. Ответ дайте в мВб.

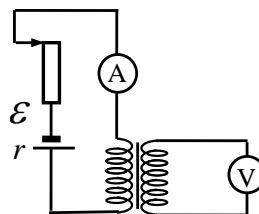
Ответ: \_\_\_\_\_

### Часть С

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

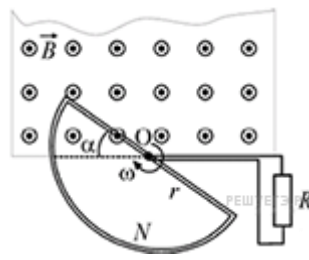
28. К колебательному контуру последовательно подсоединили источник тока, на клеммах которого напряжение гармонически меняется с частотой  $\nu$ . Электроёмкость  $C$  конденсатора колебательного контура можно плавно менять от минимального значения  $C_{\min}$  до максимального  $C_{\max}$ , а индуктивность его катушки постоянна. Ученик постепенно увеличивал ёмкость конденсатора от минимального значения до максимального и обнаружил, что амплитуда силы тока в контуре всё время возрастала. Опираясь на свои знания по электродинамике, объясните наблюдения ученика.

29. На рисунке приведена электрическая цепь, состоящая из гальванического элемента, реостата, трансформатора, амперметра и вольтметра. В начальный момент времени ползунок реостата установлен в крайнее верхнее положение и неподвижен. Опираясь на законы электродинамики, объясните, как будут изменяться показания приборов в процессе перемещения ползунка реостата вниз.



30. Проволока сопротивлением 5 Ом намотана на катушку. Если соединить концы проволоки друг с другом и включить постоянное однородное магнитное поле так, что линии его индукции будут параллельны оси катушки, то через катушку протечёт заряд 0,1 Кл. Найдите амплитуду ЭДС индукции, которая возникнет в катушке, если при включённом магнитном поле начать вращать в нём катушку с угловой скоростью 4 рад/с. Ось вращения перпендикулярна оси катушки. Ответ приведите в В.

31. В зазоре между полюсами электромагнита вращается с угловой скоростью  $\omega = 50 \text{ с}^{-1}$  проволочная рамка в форме полуокружности радиусом  $r = 4$  см, содержащая  $N = 10$  витков провода. Ось вращения рамки проходит вдоль оси  $O$  рамки и находится вблизи края области с постоянным однородным магнитным полем с индукцией  $B = 0,5$  Тл (см. рисунок), линии которого перпендикулярны плоскости рамки. Концы обмотки рамки замкнуты через скользящие контакты на резистор с сопротивлением  $R = 10$  Ом. Пренебрегая сопротивлением рамки, найдите тепловую мощность, выделяющуюся в резисторе.



32. По горизонтально расположенным шероховатым рельсам с пренебрежимо малым сопротивлением могут скользить два одинаковых стержня массой  $m = 100$  г и сопротивлением  $R = 0,1$  Ом каждый. Расстояние между рельсами  $l = 10$  см, а коэффициент трения между стержнями и рельсами  $\mu = 0,1$ . Рельсы со стержнями находятся в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией  $B = 1$  Тл. Под действием горизонтальной силы, действующей на первый стержень вдоль рельса, оба стержня движутся поступательно равномерно с разными скоростями. Какова скорость движения первого стержня относительно второго? Самоиндукцией контура пренебречь.

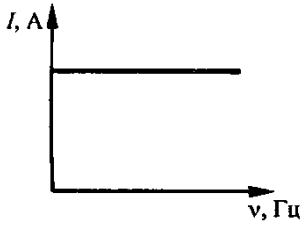


### ВАРИАНТ 3

#### ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ (В ФОРМЕ ЕГЭ)

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число, последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

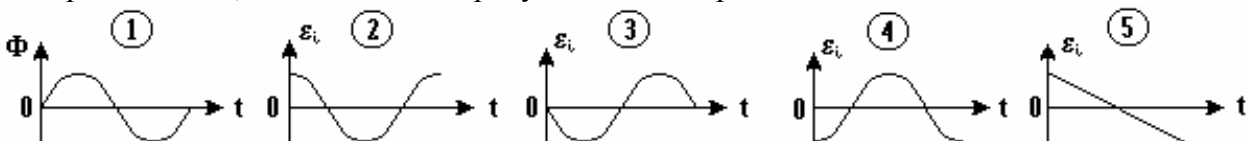
1. Если, при подключении неизвестного элемента электрической цепи к выходу генератора переменного тока с изменяемой частотой гармонических колебаний при неизменной амплитуде колебаний напряжения обнаружена зависимость амплитуды колебаний силы тока от частоты, представленная на рисунке, то этот элемент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



  - 1) катушкой индуктивности; 2) активным сопротивлением конденсатором; 3) конденсатором; 4) колебательным контуром.
2. Горизонтальная доска совершает гармонические колебания в горизонтальном направлении с периодом  $T = 2$  с. При какой амплитуде колебаний  $A$  лежащее на ней тело начнет скользить? Коэффициент трения между доской и телом  $\mu = 0,2$ ,  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.
  - 1) 0,4 м; 2) 0,2 м; 3) 0,8 м; 4) 10 см.
3. При гармонических колебаниях напряжение в цепи переменного тока изменяется в пределах от +100 В до -100 В. Действующее значение напряжения равно:
  - 1) +141 В; 2) -100 В; 3) 380 В; 4) 71,4 В.
4. Когда не происходит излучения электромагнитных волн при движении электрического заряда?
  - 1) если заряд неподвижен в данной инерциальной системе отсчета;
  - 2) при равномерном прямолинейном движении;
  - 3) при колебательном движении по гармоническому закону;
  - 4) при любом движении с ускорением.
5. Один конец лёгкой пружины жёсткостью  $k$  прикреплен к бруску, а другой закреплен неподвижно. Брусок скользит вдоль оси  $Ox$  по горизонтальной направляющей так, что координата его центра изменяется со временем по закону  $x(t) = A \sin \omega t$ . Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими движение бруска, и формулами, выражающими их зависимость от времени. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) кинетическая энергия бруска $E_k(t)$	1) $-kA \sin \omega t$
Б) проекция $a_x(t)$ ускорения бруска	2) $(kA^2/2) \cos^2 \omega t$
	3) $-A\omega^2 \sin \omega t$
	4) $(kA^2/2) \sin^2 \omega t$

6. ЭДС индукции в контуре постоянна. По какому закону меняется от времени магнитный поток через площадь, ограниченную контуром?
  - 1) По гармоническому закону; 2) по экспоненциальному закону; 3) по линейному закону; 4) по квадратичному закону.
7. Магнитный поток через поверхность, ограниченную проводящим контуром, изменяется со временем так, как показано на рисунке под номером 1.



График, соответствующий зависимости от времени ЭДС индукции, возникающей в контуре, представлен на рисунке: 1) 5; 2) 2; 3) 3; 4) 4.

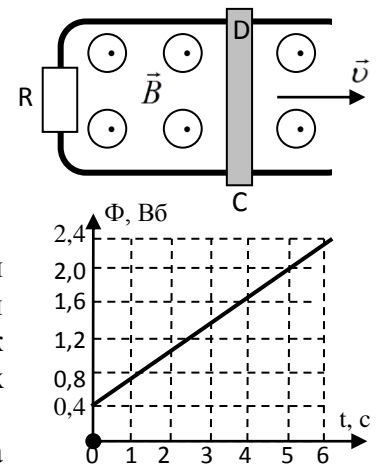
8. Какой процесс объясняется явлением электромагнитной индукции?  
 1) отклонение магнитной стрелки вблизи проводника с током; 2) отклонение заряженной частицы в магнитном поле; 3) возникновение электрического тока в замкнутой катушке при изменении тока в другой катушке, находящейся рядом с ней; 4) возникновение силы, действующей на заряженную частицу, движущуюся в магнитном поле.
9. При проведении опытов по изучению электромагнитной индукции измеряют изменение магнитного потока  $\Delta\Phi$ , пронизывающего замкнутый проволочный контур, и заряд  $\Delta q$ , протекший в результате этого по контуру. Ниже приведена таблица, полученная в результате этих опытов. Чему равно сопротивление контура? (Ответ дать в омах.)

$\Delta\Phi$ , Вб	0,01	0,02	0,03	0,04
$\Delta q$ , мКл	5	10	15	20

- 1) 5 Ом; 2) 2 Ом; 3) 7 Ом; 4) 4 Ом.
10. Проволочное кольцо находится в однородном магнитном поле, линии индукции которого перпендикулярны плоскости кольца. Модуль индукции магнитного поля уменьшают с постоянной скоростью. Затем кольцо заменяют на другое, вдвое большей площади, сохраняя прежнее расположение кольца относительно линий индукции. При этом скорость изменения модуля индукции магнитного поля уменьшают в 4 раза. Как в результате этого изменятся следующие физические величины: магнитный поток через контур кольца в момент начала изменения модуля магнитной индукции и ЭДС индукции, возникающая в кольце. 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.

Магнитный поток через контур кольца в момент начала изменения модуля магнитной индукции.	ЭДС индукции, возникающая в кольце.

11. Медная перемычка в момент времени  $t_0 = 0$  с начинает двигаться со скоростью 2 м/с по параллельным горизонтальным проводящим рельсам, к концам которых подсоединён резистор сопротивлением 10 Ом (см. рисунок). Вся система находится в вертикальном однородном магнитном поле. Сопротивление перемычки и рельсов пренебрежимо мало, перемычка всё время расположена перпендикулярно рельсам. Поток  $\Phi$  вектора магнитной индукции через контур, образованный перемычкой, рельсами и резистором, изменяется с течением времени  $t$  так, как показано на графике. Используя график, выберите два верных утверждения и укажите в ответе их номера.



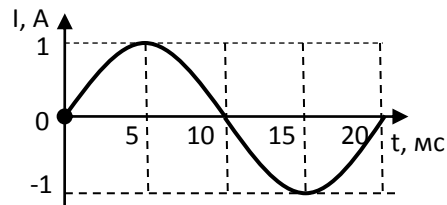
- 1) К моменту времени  $t = 5$  с изменение магнитного потока через контур равно 0,16 Вб.  
 2) Модуль ЭДС индукции, возникающей в контуре, равен 32 В.  
 3) Индукционный ток в перемычке течёт в направлении от точки С к точке D.  
 4) Сила индукционного тока, текущего в перемычке, равна 32 мА.  
 5) Модуль силы Ампера, действующей на перемычку, равен 5,12 мН.
12. В контуре индуктивностью 2 мГн сила тока в течение 0,2 с равномерно возрастает с 2 А до какого-то конечного значения. При этом в контуре возникает ЭДС самоиндукции 0,2 В. Определите конечное значение силы тока в проводнике.  
 1) 10 А; 2) 6 А; 3) 4 А; 4) 22 А.
13. Колебательный контур состоит из конденсатора и катушки индуктивности. Амплитуда колебаний силы тока в катушке  $I_{\max} = 3$  мА, амплитуда напряжения на конденсаторе  $U_{\max} = 2$  В. В момент времени  $t$  сила тока в катушке  $i = 1$  мА. Какое напряжение на конденсаторе в этот момент? Потерями энергии на нагревание проводников пренебречь.  
 1) 6 В; 2) 5,6 В; 3) 2 В; 4) 1,9 В.

14. 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, ёмкости которых  $C_1 = 30$  пФ и  $C_2 = 40$  пФ. С какой наибольшей собственной частотой можно составить колебательный контур из двух элементов этого набора? Ответ выразите в МГц и округлите до целого числа.)

1) 20 МГц; 2) 25 МГц; 3) 35 МГц; 4) 29 МГц.

15. Электрический ток протекает через катушку индуктивностью 6 мГн. На графике приведена зависимость силы  $I$  этого тока от времени  $t$ . Чему равна энергия магнитного поля (в мДж), запасённая в катушке в момент времени  $t = 15$  мс?

1) 1 мДж; 2) 10 мДж; 3) 3 мДж; 4) 6 мДж.

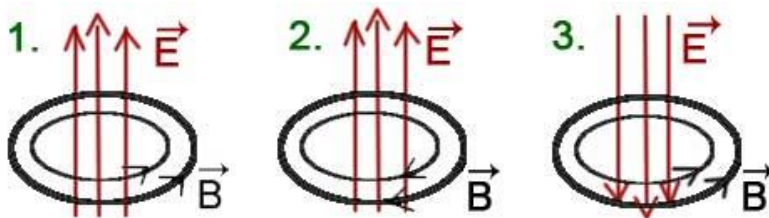


16. В состав колебательного контура входят конденсатор ёмкостью 2 мкФ, катушка индуктивности и ключ. Соединение осуществляется при помощи проводов с пренебрежимо малым сопротивлением. Вначале ключ разомкнут, а конденсатор заряжен до напряжения 4 В. Затем ключ замыкают. Чему будет равна запасённая в конденсаторе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

1) 20 мкДж; 2) 10 мкДж; 3) 12 мкДж; 4) 18 мкДж.

17. Какой из рисунков соответствует появлению магнитного поля при возрастании электрического поля?

1) 1; 2) 2; 3) 1 и 2; 4) 1 и 3.



18. Укажите элемент детекторного приемника, с помощью которого производится настройка на определенную станцию.

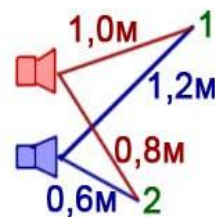
1) Антенна. 2) Колебательный контур. 3) Диод. 4) Телефонный конденсатор. 5) Телефон.

19. Укажите, на каком примерно расстоянии от локатора находится самолет, если отраженный от него сигнал принимают через  $0,0001$  с с момента посылки?

1) 30 км; 2) 15 км; 3) 3000000000 км; 4) 1500000000 км; 5) Среди этих ответов нет правильного.

20. Два динамика излучают одинаковые волны длиной 0,4 м. Определить результат интерференции в точках 1 и 2.

1) В обеих точках минимум. 2) В обеих точках максимум. 3) В точке 1 максимум, в точке 2 минимум. 4) В точке 1 минимум, в точке 2 максимум.

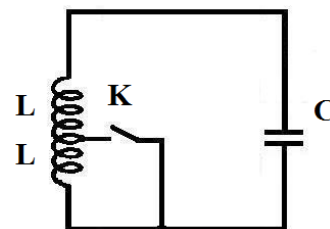


21. Контур приемника настроен на волну 50 м. Как надо изменить ёмкость конденсатора, чтобы настроить приемник на волну длиной 25 м?

1) Увеличить в 2 раза. 2) Увеличить в 4 раза. 3) Уменьшить в 2 раза. 4) Уменьшить в 4 раза. 5) Среди этих ответов нет правильного.

22. Как изменится собственная частота колебаний колебательного контура радиоприёмника, если замкнуть ключ К?

1) Уменьшится в  $\sqrt{2}$  раза; 2) Возрастает в  $\sqrt{2}$  раза; 3) Возрастают в 2 раза; 4) Возрастает в 4 раза.



23. Колебательный контур радиоприемника настроен на некоторую длину волны  $\lambda$ . Как изменятся период колебаний в контуре, их частота и соответствующая им длина волны, если уменьшить расстояние между пластинами конденсатора? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения: 1) не изменится; 2) уменьшится; 3) увеличится. Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период колебаний в контуре	Частота	Длина волны
----------------------------	---------	-------------

--	--	--

24. Катушка индуктивностью  $L = 200$  мкГн и сопротивлением  $R = 2,5$  Ом подключена к источнику ЭДС  $\varepsilon = 6$  В и внутренним сопротивлением  $r = 0,5$  Ом. Чему равна сила тока в цепи?  
 1) 1 А; 2) 3 А; 3) 2 А; 4) 4 А.

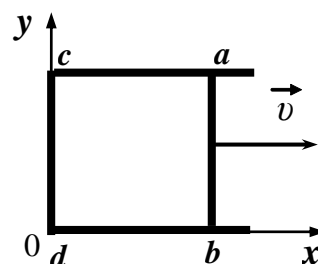
### Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Это число запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Рамка из 1000 витков, с площадью каждого витка  $5$  см<sup>2</sup>, замкнута на гальванометр с сопротивлением  $10$  кОм и помещена в однородное магнитное поле с индукцией  $10$  мТл, причем линии магнитной индукции перпендикулярны ее плоскости. Какой заряд протечет по цепи гальванометра, если направление линий индукции магнитного поля изменить на обратное?

Ответ: \_\_\_\_\_ Кл

26. По П-образному проводнику  $acdb$  постоянного сечения скользит со скоростью  $\vec{v}$  медная перемычка  $ab$  длиной  $l$  из того же материала и такого же сечения. Проводники, образующие контур, помещены в постоянное однородное магнитное поле, вектор индукции которого направлен перпендикулярно плоскости проводников (см. рисунок). Какова индукция магнитного поля  $B$ , если в тот момент, когда  $ab = ac$ , разность потенциалов между точками  $a$  и  $b$  равна  $U$ ? Сопротивление между проводниками в точках контакта пренебрежимо мало, а сопротивление проводов велико.



Ответ: \_\_\_\_\_

27. В колебательном контуре происходят свободные незатухающие колебания с энергией  $5$  мДж. Пластины конденсатора медленно раздвинули так, что частота колебаний увеличилась в  $2$  раза. Какую работу совершили при этом против электрических сил?

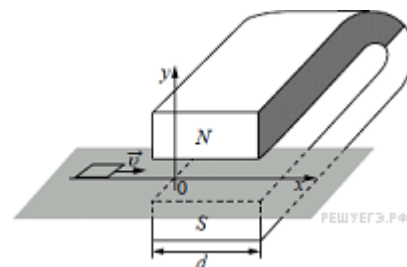
Ответ: \_\_\_\_\_ мДж

### Часть С

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. Во время грозы было видно, как между облаками проскакивает длинная молния, а затем, через некоторое время, был слышен удар грома и его раскаты, как бы «разбегающиеся» в разные стороны от середины молнии. Объясните описанные выше явления, наблюдаемые во время грозы.
29. Математический маятник, грузик которого имеет массу  $m = 10$  г, совершает малые колебания в поле силы тяжести с периодом  $T_1 = 0,6$  с. Грузик зарядили и включили направленное вниз однородное вертикальное электрическое поле, модуль напряжённости которого равен  $E = 2$  кВ/м. В результате этого период колебаний маятника стал равным  $T_2 = 0,4$  с. Найдите заряд  $q$  грузика.
30. Виток площадью  $50$  см<sup>2</sup>, находящийся в изменяющемся однородном магнитном поле, замкнут на конденсатор емкостью  $20$  мкФ. Линии магнитной индукции перпендикулярны плоскости витка. Определите скорость изменения магнитной индукции, если заряд конденсатора  $10^{-9}$  Кл.

31. В однородном магнитном поле с индукцией  $B = 10^{-3}$  Тл начинает падать проводник длиной  $l = 0,1$  м и массой  $m = 0,1$  кг, скользящий без трения и без нарушения контакта по вертикально расположенным шинам, замкнутым внизу



резистором сопротивлением  $R = 0,5 \text{ Ом}$ . Параллельно резистору подключен конденсатор емкостью  $C = 400 \text{ пФ}$ . Определите максимальную энергию электрического поля, запасенную в конденсаторе. Сопротивлением шин пренебречь. Линии магнитной индукции перпендикулярны плоскости, в которой лежат шины.

32. Квадратную рамку из медной проволоки со стороной  $b = 5 \text{ см}$  и сопротивлением  $R = 0,1 \text{ Ом}$  перемещают вдоль оси  $Ox$  по гладкой горизонтальной поверхности с постоянной скоростью  $v$ . Начальное положение рамки изображено на рисунке. За время движения рамка успевает пройти между полюсами магнита и оказаться в области, где магнитное поле отсутствует. Ширина полюсов магнита  $d = 20 \text{ см}$ , магнитное поле имеет резкую границу и однородно между полюсами, а его индукция равна  $1 \text{ Тл}$ . Возникающие в рамке индукционные токи нагревают проволоку. Чему равна скорость движения рамки, если за время движения в ней выделяется количество теплоты  $Q = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$ ?

## ВАРИАНТ 4

### ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ (В ФОРМЕ ЕГЭ)

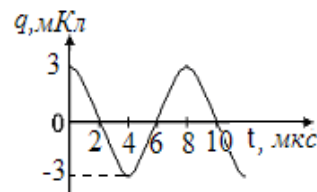
Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число, последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Катушка сопротивлением  $5 \text{ Ом}$  подключена к идеальной батарее с ЭДС  $10 \text{ В}$ . При этом через катушку протекает постоянный ток, и в ней запасена энергия  $10 \text{ мДж}$ . Чему равна индуктивность катушки?

1)  $20 \text{ мГн}$ ; 2)  $10 \text{ мГн}$ ; 3)  $5 \text{ мГн}$ ; 4)  $2,5 \text{ мГн}$ .

2. На рисунке приведен график зависимости заряда  $q$  от времени  $t$  в идеальном колебательном контуре. Циклическая частота колебаний энергии электрического поля конденсатора равна ... рад/с.

1)  $0,102 \cdot 10^6$ ; 2)  $0,435 \cdot 10^6$ ; 3)  $0,785 \cdot 10^6$ ; 4)  $1,570 \cdot 10^6$ .



3. На длинный цилиндрический картонный каркас намотали много витков медной изолированной проволоки, после чего концы этой проволоки замкнули накоротко. К торцу получившейся катушки подносят постоянный магнит, приближая его южный полюс к катушке. Что будет происходить в результате этого? Выберите два верных утверждения.

1. На катушку будет действовать сила, отталкивающая её от магнита.
2. На катушку будет действовать сила, притягивающая её к магниту.
3. На катушку не будет действовать сила со стороны магнита.
4. Магнитный поток через сечение катушки не будет изменяться.
5. В катушке будет выделяться теплота, согласно закону Джоуля–Ленца.

4. Установите соответствие между научными открытиями и именами учёных, которым эти открытия принадлежат. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

НАУЧНОЕ ОТКРЫТИЕ	ИМЯ УЧЁНОГО
А) Экспериментальное открытие магнитного действия электрического тока.	1) А.С. Попов. 2) Х.К. Эрстед.
Б) Экспериментальное открытие явления электромагнитной индукции.	3) Г. Герц. 4) Дж. Максвелл.
В) Экспериментальное открытие электромагнитных волн.	5) М. Фарадей.

А	Б	В

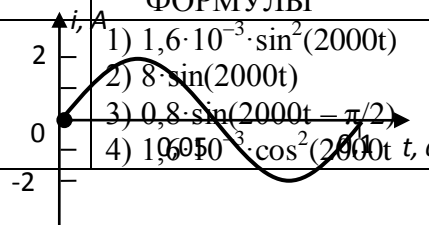
5. В опытах по наблюдению электромагнитной индукции квадратная рамка из тонкого провода со стороной  $a$  находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном



плоскости рамки. Индукция поля равномерно возрастает от значения  $\vec{B}$  до значения  $2\vec{B}$ . Как в течение этого процесса изменяется ЭДС индукции в рамке?

- 1) Увеличивается в 2 раза. 2) Уменьшается в 2 раза. 3) Не изменяется. 4) Увеличивается в 4 раза.
6. Из ружья выстрелили вертикально вверх. Пуля достигла высоты 660 м одновременно со звуком выстрела. Какой максимальной высоты достигла пуля? Примите, что сопротивлением воздуха можно пренебречь.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) напряжение $u(t)$ на обкладках конденсатора	1) $1,6 \cdot 10^{-3} \cdot \sin^2(2000t)$
Б) энергия $W_C(t)$ электрического поля конденсатора	2) $8 \cdot \sin(2000t)$
	3) $0,8 \cdot \sin(2000t - \pi/2)$
	4) $1,6 \cdot 10^{-3} \cdot \cos^2(2000t)$



1. 1200 м; 2) 1320 м; 3) 5780 м; 4) 6600 м.

7. Дан график зависимости силы тока от времени при гармонических колебаниях в колебательном контуре. Пользуясь графиком, определите максимальный заряд конденсатора.
  - 1) 5 Кл; 2) 32 мКл; 3) 3,75 мкКл; 4) 0,25 нКл.
8. Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью 50 мкФ и катушки индуктивности. Заряд на одной из пластин конденсатора изменяется во времени в соответствии с формулой  $q(t) = 4 \cdot 10^{-4} \cdot \sin(2000t)$  (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.
9. Чему равен угол между нормалью к рамке и вектором магнитной индукции, если поток, пронизывающий рамку равен 1,6 мкВб, магнитная индукция 8 мТл, а площадь рамки 4 см<sup>2</sup>?
  1. 60°; 2) 50°; 3) 45°; 4) 30°.
10. Установите соответствие:

	Физическая величина		Формула		Единица измерения
А	Магнитный поток	1	$L = \frac{\Phi}{I}$	1	Н
В	Индукция	2	$F = BIl$	2	А
С	Индуктивность	3	$\Phi = BScos\alpha$	3	Вб
		4	$U = IR$	4	Тл
		5	$B = F/Il$	5	Вт
		6	$Q = I^2Rt$	6	Дж
				7	Гн

А	Б	С

11. В колебательном контуре с активным сопротивлением, подключенном к источнику переменного напряжения, ёмкостное сопротивление оказалось равным индуктивному сопротивлению. Какое из следующих утверждений справедливо?
  - 1) Ток в контуре равен нулю;
  - 2) Полное сопротивление контура равно нулю;
  - 3) Сдвиг фаз между током и напряжением равен 90°;
  - 4) Полное сопротивление контура равно его активному сопротивлению;
  - 5) Резонанс невозможен.
12. Электrolампа включена в цепь переменного тока. Каково ее электрическое сопротивление, если при амплитудном значении напряжения 200 В через электrolампу протекает ток, действующее значение которого 5 А?



- 4) кольцо намагничивается, и возникший магнит обращён к выдвигаемому магниту южным полюсом.
23. В участок цепи из последовательно соединенной катушки и конденсатора, течет синусоидальный ток. Действующее значение напряжения на катушке  $U_L = 127$  В, а на конденсаторе —  $U_C = 20$  В. Найдите действующее значение напряжения на всем участке цепи и сдвиг по фазе между этим напряжением и током в цепи.  
1. 147 В,  $\pi/2$ ; 2) 107 В,  $\pi/2$ ; 3) 129 В,  $\pi/2$ ; 4) 107 В,  $\pi$ .
24. По длинному тонкому соленоиду течёт ток  $I$ . Как изменятся следующие физические величины, если уменьшить радиус соленоида, оставляя без изменений число его витков и длину: модуль вектора индукции магнитного поля на оси соленоида, поток вектора магнитной индукции через торец соленоида, индуктивность соленоида. Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
А) Модуль вектора индукции магнитного поля на оси соленоида	1) увеличилась
Б) Поток вектора магнитной индукции через торец соленоида	2) уменьшилась
В) Индуктивность соленоида.	3) не изменилась

А	Б	В

## Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Это число запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. К переменному напряжению величиной  $U = 127$  В подключена цепь, состоящая из последовательно соединённых резистора сопротивлением  $R = 100$  Ом и конденсатора ёмкостью  $C = 40$  мкФ. Определить амплитуду силы тока в цепи при частоте  $\nu = 50$  Гц.

Ответ: \_\_\_\_\_ А

26. Резонанс в последовательном колебательном контуре, содержащем конденсатор ёмкостью  $C = 1$  мкФ, наступает при частоте  $\nu_1 = 400$  Гц. Если параллельно конденсатору ёмкостью  $C$  подключить конденсатор ёмкостью  $C'$ , то резонансная частота становится равной  $\nu_2 = 100$  Гц. Найти ёмкость конденсатора  $C'$ .

Ответ: \_\_\_\_\_ мкФ

27. Линия электропередачи длиной  $L = 100$  км находится под напряжением  $U = 200$  кВ. Линия выполнена медным кабелем площадью сечения  $S = 150$  мм<sup>2</sup>. Передаваемая мощность составляет  $P = 300$  МВт. Какая часть мощности передаётся на нагрузку?

Ответ: \_\_\_\_\_ Кл

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

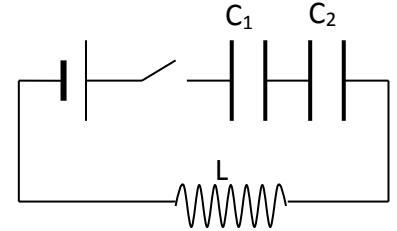
28. Намагниченный стальной стержень начинает свободное падение с нулевой начальной скоростью из положения, изображённого на рис. 1. Пролетая сквозь закреплённое проволочное кольцо, стержень создаёт в нём электрический ток, сила которого изменяется со временем так, как показано на рис. 2. Почему в моменты времени  $t_1$  и  $t_2$  ток в кольце имеет различные направления? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения. Влиянием тока в кольце на движение магнита пренебречь.



29. Датчик сконструирован таким образом, что его антенна ловит радиосигнал, который затем преобразуется в электрический сигнал, изменяющийся со временем по закону  $u = U_0 \cdot \sin(\omega t + \varphi_0)$ , где  $t$  — время в секундах, амплитуда  $U_0 = 1$  В, частота  $\omega = (2/3)\pi$ ,  $\varphi_0 = -\pi/6$ . Датчик настроен так, что если напряжение на нем ниже чем 0,5 В, то загорается лампочка. Какую часть времени (в процентах) на протяжении трех секунд после начала работы лампочка

будет гореть?

30. В электрической цепи, состоящей из последовательно соединенных резистора сопротивлением  $R$ , катушки индуктивностью  $L$  и конденсатора емкостью  $C$ , происходят затухающие колебания. За некоторое время амплитуда колебаний силы тока в цепи уменьшилась от  $I_1$  до  $I_2$ . Какое количество теплоты выделилось за это время на резисторе, если затухание связано только с потерями энергии на нагревание резистора?
31. На какую длину волны  $\lambda$  настроен колебательный контур с индуктивностью  $L = 10$  мкГн, если максимальный ток в контуре  $I_m = 0,1$  А, а максимальное напряжение на конденсаторе  $U_m = 6,28$  В? Активным сопротивлением в контуре пренебречь.
32. В схеме все элементы можно считать идеальными, параметры элементов указаны на рисунке. До замыкания ключа конденсаторы были не заряжены. После замыкания ключа максимальный ток в катушке  $I_0$ . Найдите ЭДС источника тока.



### ВАРИАНТ 5

#### ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ (В ФОРМЕ ЕГЭ)

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число, последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Груз подвешен на нити и отклонен от положения равновесия так, что его высота над Землей увеличилась на 20 см. Чему примерно равна скорость, с которой тело будет проходить положение равновесия при свободных колебаниях?  
1) 1 м/с; 2) 20 м/с; 3) 2 м/с; 4) 4 м/с.
2. Определите полное сопротивление цепи переменного тока с последовательно включенными активным сопротивлением  $R = 39$  Ом и емкостным сопротивлением  $x_c = 52$  Ом.  
1) 35 Ом; 2) 65 Ом; 3) 45 Ом; 4) 4,5 кОм.
3. По гладким параллельным горизонтальным проводящим рельсам, замкнутым на лампочку накаливания, перемещают легкий тонкий проводник, прикладывая к нему горизонтальную силу  $\vec{F}$ . Контур находится в однородном магнитном поле с индукцией  $\vec{B}$  (рис. а). При движении проводника площадь контура изменяется так, как показано на рисунке б. Выберите все верные утверждения, соответствующие приведенным данным и описанию опыта.  
1) Ток течет через лампочку непрерывно в течение первых 8 секунд.  
2) В интервале времени от 12 до 18 с через лампочку течет ток.  
3) Поскольку рельсы гладкие. То проводник движется по инерции.  
4) Максимальная ЭДС индуцируется в контуре в интервале времени от 10 до 20 с.  
5) Максимальная ЭДС индуцируется в контуре в интервале времени от 0 до 5 с.
4. При последовательном включении активного сопротивления, катушки и конденсатора в цепь переменного тока амплитуда напряжения на активном сопротивлении оказалась 3 В, на конденсаторе 8 В, на катушке 12 В. Считая конденсатор и катушку идеальными, определите амплитуду колебаний полного напряжения на концах последовательной цепи.  
1) 23 В; 2) 7 В; 3) 5 В; 4) 127 В

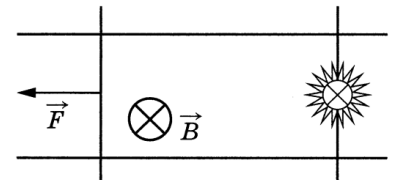


Рис. а

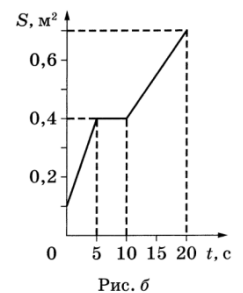


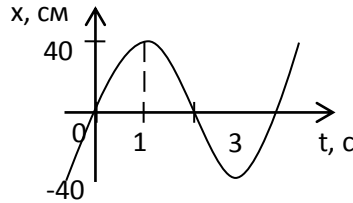
Рис. б

5. Контур радиоприёмника настроен на длину волны 30 м. Как нужно изменить индуктивность катушки колебательного контура приёмника, чтобы он при неизменной электроёмкости конденсатора в контуре был настроен на волну длиной волны 15 м?

- 1) Увеличить в 2 раза;            3) уменьшить в 2 раза;  
2) увеличить в 4 раза;        4) уменьшить в 4 раза.

6. Уравнение гармонического колебания, график которого представлен на рисунке, имеет вид...

- 1)  $x = 80\sin\pi t$   
2)  $x = 40\sin\pi t$   
3)  $x = 0,4\sin 0,5\pi t$   
4)  $x = 80\sin 0,5\pi t$   
5)  $x = 40\sin(0,25\pi t)$



7. 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, ёмкости которых  $C_1 = 3$  пФ и  $C_2 = 4$  пФ. При каком выборе двух элементов из этого набора период собственных колебаний контура  $T$  будет наименьшим?

- 1)  $L_1$  и  $C_1$ ; 2)  $L_2$  и  $C_2$ ; 3)  $L_2$  и  $C_1$ ; 4)  $L_1$  и  $C_2$ .

8. В цепи с индуктивным сопротивлением напряжение  $u = U_m \cdot \cos \omega t$ , при этом сила тока равна:

- 1)  $i = I_m \cdot \cos \omega t$ ; 2)  $i = I_m \cdot \cos(\omega t + \pi/2)$ ; 3)  $i = I_m \cdot \cos(\omega t - \pi/2)$ ; 4)  $I = I_m/2$ .

9. Проволочная рамка площадью  $2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$  вращается в однородном магнитном поле вокруг оси, перпендикулярной вектору магнитной индукции. Магнитный поток, пронизывающий площадь рамки, изменяется по закону:  $\Phi = 4 \cdot 10^{-6} \cos 10\pi \cdot t$ , где все величины выражены в СИ. Чему равен модуль магнитной индукции? Ответ выразите в мТл.

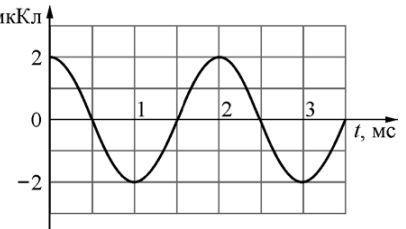
- 1) 2 мТл; 2) 1 мТл; 3) 4 мТл; 4) 8 мТл.

10. Электрическая составляющая электромагнитного поля изменяется по закону:  $E_z(t,x) = 2 \cdot \sin(3 \cdot 10^{15}t - 1,5 \cdot 10^7 r)$  В/м. Найдите показатель преломления среды, в которой электромагнитная волна распространяется.

- 1) 1,33; 2) 1,5; 3) 2; 4) 2,4.

11. На рисунке изображён график зависимости заряда  $q$  конденсатора от времени  $t$  в идеальном колебательном контуре. Электроёмкость конденсатора  $q$ , мкКл, равна 20 мкФ. Чему в процессе колебаний равна максимальная энергия магнитного поля катушки, входящей в состав этого контура? Ответ в мкДж.

- 1) 0,2 мкДж; 2) 0,1 мкДж; 3) 0,91 мкДж; 4) 1 мкДж.



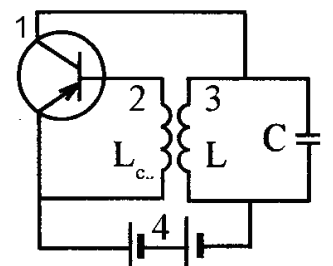
12. Колебательный контур радиоприёмника настроен на некоторую длину волны  $\lambda$ . Как изменятся период колебаний в контуре, их частота и соответствующая им длина волны, если увеличить расстояние между пластинами конденсатора? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения: 1) не изменится; 2) уменьшится; 3) увеличится. Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период колебаний в контуре	Частота	Длина волны

13. Для излучения ЭМ волн высокой частоты необходимо было создать генератор таких волн. На рисунке приведена принципиальная схема генератора незатухающих гармонических колебаний на основе транзистора. Какую функцию выполняет элемент, обозначенный на схеме цифрой 1?

- 1) поставяет энергию;  
2) задаёт частоту колебаний;  
3) подключает источник энергии к колебательному контуру;  
4) отслеживает фазу колебания и «отпирает» транзистор.

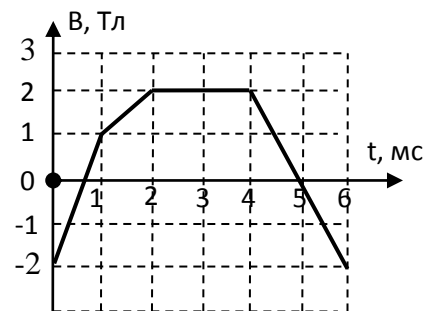
14. Рамка гальванометра длиной  $\ell = 4$  см и шириной  $b = 1,5$  см, содержащая  $N = 200$  витков тонкой проволоки, находится в магнитном поле с индукцией  $B = 0,1$  Тл. Плоскость рамки



параллельна линиям индукции. Определить вращающий момент, действующий на рамку, если по виткам течет ток  $I = 1$  мА.

1)  $2 \cdot 10^{-3}$  Н·м; 2)  $2 \cdot 10^{-6}$  Н·м; 3)  $1,2 \cdot 10^{-4}$  Н·м; 4)  $12 \cdot 10^{-6}$  Н·м.

15. Проволочная рамка площадью  $60 \text{ см}^2$  помещена в однородное магнитное поле так, что плоскость рамки перпендикулярна вектору индукции  $\vec{B}$ . Модуль вектора индукции магнитного поля изменяется во времени  $t$  согласно графику. Из приведенного ниже списка выберите два правильных утверждения о процессах, происходящих в рамке.



- 1) Модуль ЭДС электромагнитной индукции, возникающей в рамке, минимален в интервале времени от 0 до 1 мс.
- 2) Магнитный поток через рамку в интервале времени от 2 до 4 мс равен 6 мВб.
- 3) Модуль ЭДС электромагнитной индукции, возникающей в рамке, в интервале времени от 4 до 6 мс равен 12 В.
- 4) Модуль скорости изменения магнитного потока через рамку максимален в интервале времени от 0 до 1 мс.
- 5) Модуль ЭДС электромагнитной индукции, возникающей в рамке, максимален в интервале времени от 1 до 2 мс.

16. Зависимость координаты материальной точки от времени дается законом:  $x(t) = A \cos \omega t + B \sin \omega t$ . Чему равна амплитуда колебаний?

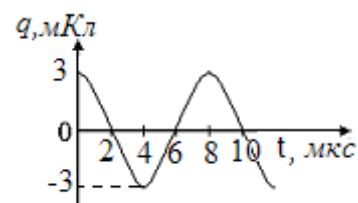
1.  $AB$ ; 2)  $A + B$ ; 3)  $(A + B)/2$ ; 4)  $\sqrt{A^2 + B^2}$ .

17. Соленоид с железным сердечником имеет площадь поперечного сечения  $S = 20 \text{ см}^2$  и число витков  $N = 500$ . Индуктивность соленоида с сердечником  $L = 0,28$  Гн при силе тока через обмотку  $I = 5$  А. По графику зависимости магнитной индукции от напряженности магнитного поля определите магнитную проницаемость железного сердечника при этих условиях.

1) 1000; 2) 1400; 3) 400; 4) 200.

18. На рисунке приведен график зависимости заряда  $q$  от времени  $t$  в идеальном колебательном контуре. Амплитудное значение силы тока в контуре равно ... А.

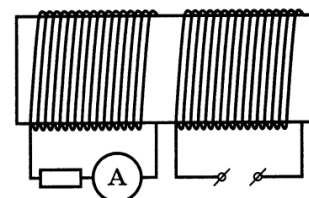
1. 6102; 2) 4356; 3) 2356; 4) 1570.



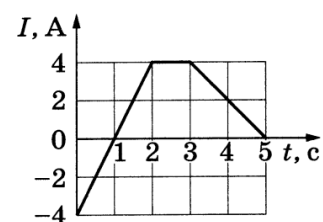
19. Колебания напряжения на конденсаторе в цепи переменного тока описываются уравнением  $U = 40 \cdot \cos(500t)$ , где все величины выражены в СИ. Емкость конденсатора равна  $C = 6$  мкФ. Найдите амплитуду силы тока. (Ответ дать в амперах.)

1) 120 мА; 2) 20 мА; 3) 220 мА; 4) 180 мА.

20. Когда две механические волны встречаются в некоторой области пространства, то происходит суперпозиция двух волн. Это явление называют интерференцией. Какое из следующих утверждений является неверным: 1) итоговое колебание, вызванное двумя волнами, может быть получено путем сложения их отдельных колебаний; 2) после того, как волны покинут эту область, энергия, которую они переносят, будет меньше, чем она была до интерференции; 3) частота каждой волны не изменяется после интерференции; 4) после того, как волны покинут эту область, все характеристики волн останутся точно такими же, какими они и были до интерференции?



21. На железный сердечник надеты две катушки, как показано на рисунке. По правой катушке пропускают ток, который меняется согласно приведенному ниже графику. На основании этого графика



выберите все верные утверждения о процессах, происходящих в катушках и в сердечнике.

- 1) В промежутках времени 0-1 и 3-5 с направления тока в левой катушке одинаковы.
  - 2) В промежутке времени 2-3 сила тока в левой катушке равна 0.
  - 3) Величина силы тока в левой катушке в промежутках времени 1-2 и 3-5 с одинакова.
  - 4) В промежутке времени 0-2 с модуль индукции магнитного поля в сердечнике равна 0.
  - 5) В левой катушке величина силы тока в промежутке времени 0-1 с больше, чем в промежутке времени 3-5 с.
22. Во сколько раз нужно повысить напряжение высоковольтной линии электропередачи, чтобы потери в ней при передаче той же мощности (т. е. мощности на входе линии) уменьшились в два раза?  
1) в 2 раз; 2) в  $\sqrt{2}$  раза; 3) в 4 раза; 4) в 12 раз.
23. Уравнение движения точки дано в виде  $x = 2 \cdot \sin(\pi/6)t$ , где  $x$  в см, а  $t$  в секундах. Найти момент времени, в который достигается максимальное ускорение  $a_{\max}$ .  
1) 1 с; 2) 2 с; 3) 3 с; 4) 4 с.
24. Определите энергию магнитного поля соленоида, индуктивность которого 0,02 Гн, а магнитный поток через него составляет 0,4 Вб.  
1); 2); 3); 4) 4 Дж.

## Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Это число запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

## Часть 2

25. Два динамика расположены на расстоянии 2 м друг от друга и воспроизводят один и тот же музыкальный тон на частоте 1000 Гц. В 4 м от них находится слушатель. На какое расстояние слушатель должен удалиться от центральной линии вправо или влево, чтобы достичь первого узла интерференционной картины? Скорость звука 330 м/с.

Ответ: \_\_\_\_\_ м

25. Математический маятник на нити длиной  $\ell = 40$  см совершает колебания в вертикальной плоскости вдоль стены. Под точкой подвеса на расстоянии  $\ell' = 30$  см от нее вбит гвоздь. Определите период колебаний маятника.

Ответ: \_\_\_\_\_ с

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. Колебательный контур радиоприемника настроен на длину волны  $\lambda = 500$  м. Индуктивность катушки контура  $L = 3$  мкГн. В контуре используется плоский воздушный конденсатор, расстояние между пластинами которого  $d = 1$  мм. Максимальная напряженность электрического поля конденсатора в ходе колебаний  $E_{\max} = 3$  В/м. Каков максимальный ток в катушке индуктивности?
29. Поплавок массой 10 г площадью поперечного сечения  $2 \text{ см}^2$  колеблется в воде с амплитудой 1 см. Определить период колебаний, энергию колебаний и максимальную скорость поплавок.
30. Цилиндрическая индукционная катушка площадью  $S = 40 \text{ см}^2$ , состоящая из  $N = 2000$  витков, находится в однородном магнитном поле с индукцией  $B_0 = 0,5$  Тл, направленной параллельно оси катушки. Выводы катушки соединены через резистор с сопротивлением  $R = 2$  кОм. В некоторый момент времени  $t = 0$  индукция магнитного поля начинает изменяться, причём проекция вектора магнитной индукции на направление оси катушки уменьшается от начального значения  $B_0$  по закону  $B(t) = B_0 - 2B_0 t / \tau$ , где  $\tau = 30$  с. Какое количество теплоты  $Q$  выделится в резисторе  $R$  спустя время  $\tau$ ? Сопротивлением катушки можно пренебречь.

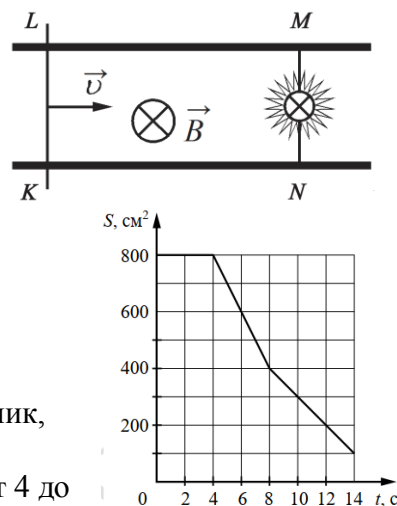
31. При передаче электроэнергии на большое расстояние используется трансформатор, повышающий напряжение до 6 кВ, нагруженный до номинальной мощности 1000 кВт. При этом разность показаний счетчиков электроэнергии, установленных на трансформаторной подстанции и в приемном пункте, увеличивается ежедневно на 216 кВт·ч. Во сколько раз необходимо повысить напряжение, чтобы потери электроэнергии не превышали 0,1%?
32. Кусочек пластилина массой  $m$  запускают вверх со скоростью  $v_0$ . На высоте  $h$  от точки броска он сталкивается с закрепленной на вертикальной пружине платформой, которая в начальный момент времени была неподвижна, и прилипает к ней. Жесткость пружины  $k$ , масса платформы  $M$ . Определите амплитуду возникающих колебаний.

### ВАРИАНТ 6

#### ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ (В ФОРМЕ ЕГЭ)

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число, последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

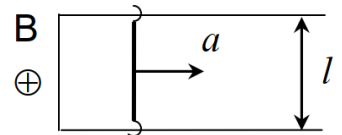
1. По гладким параллельным горизонтальным проводящим рельсам, замкнутым на лампочку накаливания, перемещают лёгкий тонкий проводник. Образовавшийся контур KLMN находится в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией. При движении проводника площадь контура изменяется так, как указано на графике. Выберите все верные утверждения, соответствующие приведённым данным и описанию опыта.



- 1) В течение первых 6 с индукционный ток течёт через лампочку непрерывно.
  - 2) В интервале времени от 0 до 4 с лампочка горит наиболее ярко.
  - 3) В момент времени  $t = 2$  с сила Ампера, действующая на проводник, направлена влево.
  - 4) Максимальная ЭДС наводится в контуре в интервале времени от 4 до 8 с.
  - 5) Индукционный ток в интервале времени от 6 до 12 с течёт в одном направлении.
2. Колебательный контур включен в сеть переменного напряжения. Действующее значение напряжения на конденсаторе  $U_C = 100$  В, на катушке индуктивности  $U_L = 60$  В, на резисторе  $U_R = 30$  В. Найти действующее значение напряжения в сети.
- 1) 50 В; 2) 190 В; 3) 120 В; 4) 40 В.
3. Катушка сечением  $10 \text{ см}^2$  помещена в однородное магнитное поле, индукция которого изменяется со временем так, как показано на графике. Линии индукции параллельно оси катушки. Сколько витков имеет катушка, если максимальная ЭДС индукции в ней 0,1 В?
- 1) 50; 2) 20; 3) 40; 4) 200; 5) 80.
- 
- | t, c | B, T |
|------|------|
| 0    | 0    |
| 2    | 2.0  |
| 4    | 2.0  |
| 4    | 0    |
4. Конденсатор и электрическая лампочка соединены последовательно и включены в цепь переменного тока напряжением  $U = 220$  В и частотой  $\nu = 50$  Гц. Какую емкость должен иметь конденсатор для того, чтобы через лампочку протекал ток  $I = 0,5$  А и падение потенциала на ней было равным  $U_L = 110$  В?
- 1) 3,2 мкФ; 2) 10,8 мкФ; 3) 4,1 мкФ; 4) 8,3 мкФ.
5. Уравнение движения точки дано в виде  $x = 5 \sin(\pi/6)t$  см. Найти момент времени, в который достигается максимальная скорость  $v_{\max}$ .
- 1) 2 с; 2) 3 с; 3) 4 с; 4) 6 с.



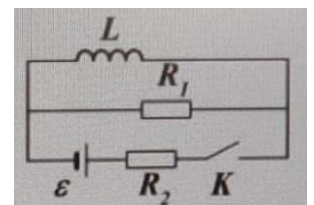
6. В радиоприёмнике коротковолнового диапазона, настроенном на приём длины волны  $\lambda = 25$  м, ёмкость конденсатора входного контура  $C = 1200$  пФ. В некоторый момент времени амплитуда колебаний силы тока в контуре была равна  $I_0 = 2$  мкА. Какова была при этом амплитуда  $U_0$  колебаний напряжения на конденсаторе?  
1) 5,3 В; 2) 2,65 В; 3) 1,2 В; 4) 12,2 В.
7. В цепи с индуктивным сопротивлением сила тока  $i = I_m \cdot \cos \omega t$ . При этом напряжение равно:  
1)  $u = U_m \cdot \cos \omega t$ ; 2)  $u = U_m \cdot \cos(\omega t - \pi/2)$ ; 3)  $u = U_m \cdot \cos(\omega t + \pi/2)$ ; 4)  $U = U_m / \sqrt{2}$
8. Напряжение на конденсаторе электроёмкостью  $C = 0,5$  мкФ изменяется по закону  $u_c = 10 \sin(100\pi t)$  В. Найдите как изменяется со временем сила тока.  
1)  $i = 1,6 \cdot \sin(100\pi t + \pi/2)$  мА; 2)  $i = 2,6 \cdot \sin(100\pi t - \pi/2)$  мА; 3)  $i = -1 \cdot \sin(100\pi t)$  мА; 4)  $i = 2,8 \cos(100\pi t)$  мА.
9. Определите ЭДС индукции в катушке, имеющей 1000 витков, если за время 0,02 с магнитный поток через площадь, ограниченную одним витком, меняется от нуля до 0,002 Вб.  
1) 1 В; 2) 10 В; 3) 100 В; 4) 1 мВ.
10. П – образный проводник находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости проводника и изменяющемся во времени со скоростью  $dB/dt = 0,1$  Тл/с. Вдоль параллельных сторон этого проводника перемещают без начальной скорости проводник – перемычку с ускорением  $a = 10$  см/с<sup>2</sup>. Длина перемычки  $\ell = 20$  см. Определить э.д.с. индукции в контуре через  $t = 2$  с после начала перемещения, если в момент  $t = 0$  площадь контура и индукция магнитного поля равны нулю. Индуктивностью контура пренебречь.  
1) 2 мВ; 2) 4 мВ; 3) 40 мВ; 4) 8 мВ.
11. Два конденсатора ёмкостью  $C_1 = 0,2$  мкФ и  $C_2 = 0,1$  мкФ включены последовательно в цепь переменного тока напряжением  $U = 220$  В и частотой  $\nu = 50$  Гц. Найти: 1) силу тока в цепи, 2) падение потенциала на первом и втором конденсаторе.  
1) 0,4 мА, 73 В, 147 В; 2) 4,6 мА, 147 В, 73 В; 3) 4,2 мА, 147 В, 73 В; 4) 2,2 мА, 110 В, 110 В.
12. Почему сердечники в трансформаторе делают из тонких стальных изолированных пластин?  
1) для усиления магнитного поля и уменьшения потерь при перемагничивании;  
2) для уменьшения нагрева сердечника;  
3) для уменьшения силы тока во вторичной обмотке трансформатора;  
4) для увеличения коэффициента трансформации.



## Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Это число запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. В схеме  $R_1 \gg R_2$ , а внутренние сопротивления катушки и источника пренебрежимо малы. Какой будет сила тока  $I$  в катушке через время  $t$  после размыкания ключа  $K$ ?

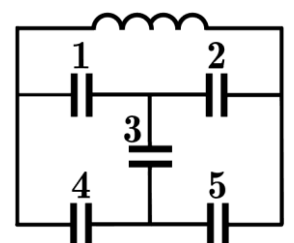


26. Катушку радиусом 3,0 см с числом витков 1000 помещают в однородное магнитное поле (ось катушки направлена вдоль линий поля). Индукция поля изменяется со скоростью 10 мТл/с. Какой заряд будет на конденсаторе ёмкостью 20 мкФ, который подключен к концам катушки?

Ответ: \_\_\_\_\_ Кл

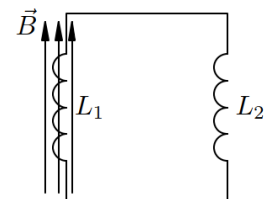
Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. Катушка с числом витков  $N = 1000$  и диаметром  $d = 1$  см помещена в однородное магнитное поле, параллельное её оси. Индукция поля



равномерно возрастает со скоростью  $\Delta B/\Delta t = 0,01$  Тл/с. Концы катушки замкнуты на батарею из пяти одинаковых конденсаторов общей ёмкостью  $C = 1$  мкФ. Найдите заряд  $Q_5$  на пятом конденсаторе.

29. Катушка из  $n_1$  витков, площадь каждого из которых равна  $S$ , расположена в однородном магнитном поле с индукцией  $B$ , которая направлена перпендикулярно виткам катушки. Вне поля расположена вторая катушка. Обе катушки соединены проводниками. Пренебрегая омическим сопротивлением катушек и проводников, определить величину тока, возникающего в катушках после выключения поля. Индуктивности катушек равны  $L_1$  и  $L_2$ .



#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Основы методики преподавания физики в средней школе / В.Г. Разумовский и др.; Ред. А.В. Перышкин. – М.: Просвещение, 1984.
2. А.П. Рымкевич, П.А. Рымкевич. Сборник задач по физике для 8 – 10 классов средней школы. – М.: Просвещение, 1978
3. В.А. Касьянов. Физика. 10, 11 кл. – М.: Дрофа, 2002.
4. М.Е. Тульчинский. Качественные задачи по физике в средней школе. - М.: Просвещение, 1972.
5. В.А. Буров, Б.С. Зворыкин, А.П. Кузьмин и др. Демонстрационный эксперимент по физике в старших классах средней школы. - М.: Просвещение, 1972.
6. Д. Джанколи. Физика. - М.: Мир, 1989.
7. А.А. Найдин. Использование обобщающих таблиц при формировании понятий. Физика в школе, 3 (1989).
8. О.Я. Савченко. Задачи по физике. Новосибирский государственный университет, 1999.
9. Н.В. Любимов, С.М. Новиков. Знакомимся с электрическими цепями. – М.: Наука, 1972.
10. Дж. Орир. Физика: Пер. с англ.-М.: Мир, 1981.
11. В.И. Лукашик. Сборник вопросов и задач по физике. – М.: Просвещение, 1981.
12. А.М. Прохоров и др. Физический энциклопедический словарь – М.: Советская энциклопедия, 1983.
13. Е.И. Бутиков, А.С. Кондратьев. Физика: Учебное пособие: В 3 кн.– М; ФИЗМАТЛИТ, 2004.
14. Мякишев Г.Я., Сияков А.З., Слободсков Б.А. Физика: Электродинамика: Учебник для 10-11 классов с углубленным изучением физики. – М.: Дрофа, 2010 г.
15. А.А. Найдин. Система задач из одной задачи?! //ИД "Первое сентября", газета "Физика", № 8, 2011 г.
16. А.А. Найдин. Как научить школьников открывать и применять законы? ж. «Физика в школе», №7, 2012 г.
17. Исаков А. Я. Физика. Решение задач ЕГЭ, часть 1 - 9. Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2012.
18. Славов А.В., Щеглова О.А., Абражевич Э.Б., Чудов В.Л., ФИЗИКА, ЗАДАЧИ, КАЧЕСТВЕННЫЕ ВОПРОСЫ, ТЕСТЫ. «Издательский дом МЭИ», 2016
19. Физика. 10—11 кл.: Сборник задач и заданий с ответами и решениями. Пособие для учащихся общеобразоват. учреждений / С.М. Козел, В. А. Коровин, В. А. Орлов. — М.: Мнемозина, 2001. — 254 с.: ил.
20. Демидова М. Ю., Грибов В. А., Гиголо А. И. ЕГЭ. ФИЗИКА. Механика. Молекулярная физика. Издательство «ЭКЗАМЕН», 2014.
21. Демидова М. Ю., Грибов В. А., Гиголо А. И. ЕГЭ. ФИЗИКА. Электродинамика. Квантовая физика. Качественные задачи. Издательство «ЭКЗАМЕН», 2014.
22. Личный сайт Найдина Анатолия Анатольевича. <https://naidin.ru>