

**КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗАДАНИЯ ВТОРОГО ТУРА ОЛИМПИАДЫ  
ПО ЭЛЕКТРОНИКЕ ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ**

9 класс

1. Для изготовления нагревателя имеется кусок нихромовой проволоки, сопротивление которого 1000 Ом. Нагреватель рассчитан на напряжение 220 В. Какой наибольшей мощности нагреватель можно сделать из этой проволоки, если максимально допустимая сила тока через проволоку равна 1 А?

Решение: 1) найти ток через проволоку  $I = U/R = 0,22$  А. – 2 балла;

2) Т.к.  $I < I_{\max}$ , то для увеличения тока надо уменьшить сопротивление, т.е. проволоку разрезать на части сопротивлением  $r = 220/I_{\max} = 220$  Ом – 4 балла;

3) таких частей будет  $n = R/r = 1000/220 \approx 4,54$ , значит надо взять 4 куска – 6 баллов;

4) четыре куска проволоки надо соединить параллельно – 4 балла.

Всего: 16 баллов.

Ответ: 880 Вт

2. Какие сопротивления можно получить, соединив три резистора  $R_1 = 1$  Ом,  $R_2 = 2$  Ом,  $R_3 = 3$  Ом? Нарисуйте схемы возможных вариантов соединения резисторов.

Решение: т.к. возможны восемь вариантов соединения резисторов, то за каждый правильный вариант – 2 балла.

Ответ: а) 6 Ом; в) 1,5 Ом; с) 5/6 Ом; д) 11/3 Ом; е) 11/4 Ом; ж) 6/5 Ом; и) 11/5 Ом; к) 6/11 Ом.

3. После протягивания проволоки через волочильный станок длина ее увеличилась в 4 раза. Каким стало сопротивление этой проволоки, если до обработки ее сопротивление было  $R = 20$  Ом?

Решение: 1) известно, что сопротивление  $R = \rho l / S$  – 2 балла.

2) Если длина проволоки увеличилась в 4 раза, то сопротивление также возрастет в 4 раза – 6 баллов;

3) т.к. масса проволоки не меняется, то увеличение длины в 4 раза приведет к уменьшению площади сечения в 4 раза, поэтому сопротивление проволоки возрастет в 16 раз до  $R_{\text{кон.}} = 320$  Ом. – 8 баллов.

Всего: 16 баллов.

Ответ: 320 Ом.

4. Заряженный шарик приводят в соприкосновение с точно таким же незаряженным шариком и удаляют на расстояние  $r = 15$  см. Найти первоначальный заряд заряженного шарика, если сила отталкивания  $F = 1$  мН?

Решение: 1) если не учитывается перераспределение заряда между шариками, то за вычисление по закону Кулона – 4 балла;

2) вычисление заряда шариков после соприкосновения  $q_1 = q_2 = q_0/2$  – 8 баллов;

3) вычисление первоначального заряда шарика по закону Кулона – 4 балла.

Всего: 16 баллов.

Ответ: 0,1 мкКл.

5. Напряженность электрического поля, созданного зарядом  $Q$  в точках  $A$  и  $B$ , лежащих на одной прямой, соответственно равна  $E(A) = 0,2$  кВ/м и  $E(B) = 0,1$  кВ/м. Найти напряженность поля в точке  $C$ , лежащей посередине между точками  $A$  и  $B$ .

Решение: 1) если точки лежат по одну сторону от заряда  $Q$ , то вычисление по формуле напряженности поля точечного заряда  $E = kQ/r^2$  позволяет найти  $r_A$  и  $r_B$  – по 4 балла ;

2) вычисление расстояния от  $Q$  до точки  $C$   $r_C = (r_A + r_B)/2$  – 4 балла;

3) вычисление  $E_C = kQ/(r_C)^2$  – 4 балла

Всего: 16 баллов.

Ответ: 0,13 кВ/м.

6. Если сложить десятичные **опечатка надо «двоичные»** числа 0101 и 1010, каков будет результат в десятичной системе счисления?

Решение: при сложении десятичных чисел выполняется операция арифметического сложения. Результат определяется суммой  $0101+1010=1111$

Примечание: (вариант решения) если данные числа представлять в двоичном коде, то полученный результат (1111) следует перевести из двоичной в десятичную систему счисления, т.е.  $1*1+1*2+1*4+1*8=15$ .

За правильный ответ – 10 баллов, за неправильный – 0 баллов.

7. Опишите основные физические принципы радиовещания и приема радиостанций детекторным радиоприемником

Решение: Надо в свободной форме описать принцип работы.

В зависимости от полноты освещения данного вопроса работа оценивается в пределах 10 баллов.

## **КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗАДАНИЯ ОЛИМПИАДЫ ПО ЭЛЕКТРОНИКЕ ВТОРОЙ ТУР**

### **10 КЛАСС.**

1. Присоединение к вольтметру некоторого добавочного сопротивления увеличивает предел измерения напряжения в  $n$  раз. Другое добавочное сопротивление увеличивает предел измерения в  $m$  раз. Во сколько раз увеличится предельно измеримое вольтметром напряжение, если включить последовательно с вольтметром эти два сопротивления, соединив между собой параллельно?

Решение: 1) Для первого случая  $U_1 = U_v + U_{доб.}$ , поэтому  $nU_v = U_v(1 + R_1/R_v)$ , значит,  
 $R_1 = R_v(n - 1)$  – 4 балла;

2) Для второго случая аналогично  $R_2 = R_v(m - 1)$  – 4 балла;

3) Для последнего случая  $R_3 = R_1 \cdot R_2 / (R_1 + R_2)$  – 4 балла;

4) Окончательно  $U_3 = U_v + U_v(n - 1)(m - 1)/(n + m - 2)$  – 4 балла.

Всего: 16 баллов.

Ответ: увеличится в  $(mn-1)/(m+n-2)$  раз.

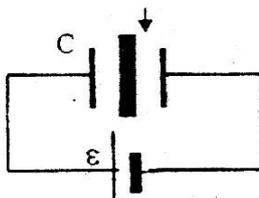
2. Емкость конденсатора  $C_1 = 50$  мкФ, разность потенциалов между пластинами  $U_1 = 400$  В. Конденсатор соединили с другим конденсатором, имеющим разность потенциалов  $U_2 = 550$  В, в результате разность потенциалов на них стала равной  $U = 500$  В. Определить емкость  $C_2$  второго конденсатора.

- Решение: 1) Вычисление емкости параллельно соединенных конденсаторов  $C = C_1 + C_2$  - 4 балла;  
 2) Вычисление общего заряда  $q = q_1 + q_2$  - 4 балла;  
 3) Вычисление общего напряжения  $U = (C_1 U_1 + C_2 U_2) / (C_1 + C_2)$  - 4 балла;  
 4) Вычисление  $C_2 = (U - U_1) C_1 / (U_2 - U)$  - 4 балла.

Всего: 16 баллов.

Ответ:  $C_2 = 100$  мкФ.

3. Плоский конденсатор с площадью пластин  $S = 10 \text{ см}^2$  и расстоянием между ними  $d = 0,2 \text{ см}$  подключен к источнику с ЭДС  $\mathcal{E} = 2 \text{ В}$ . В пространство между пластинами вводят металлическую пластину толщиной  $d_1 = 0,1 \text{ см}$ . Какой заряд  $q$  пройдет через источник при введении пластины, если ее поверхность полностью перекрывает полость конденсатора?  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$ .

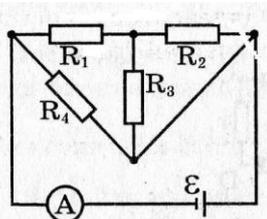


- Решение: 1) Введение металлической пластинки надо рассмотреть как образование двух конденсаторов  $C_2$  и  $C_3$  - 4 балла;  
 2) Данные конденсаторы соединены последовательно, общая емкость  $C_1 = \epsilon_0 S / (d - d_1)$  - 4 балла;  
 3) Вычислить заряд  $q_1 = C_1 \mathcal{E}$  - 4 балла;  
 4) Вычислить  $q = C_1 - \epsilon_0 S / d$  - 4 балла.

Всего: 16 баллов.

Ответ: пройдет заряд  $q = 8,85 \times 10^{-12} \text{ Кл}$ .

4. В схеме, приведенной на рисунке, сопротивления резисторов  $R_1 = 1,25 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 1 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 3 \text{ Ом}$ ,  $R_4 = 7 \text{ Ом}$ , ЭДС источника  $\mathcal{E} = 2,8 \text{ В}$ . Найти показания амперметра  $I_A$ . Внутреннее сопротивление источника напряжения много меньше сопротивления резисторов и соединительных проводов.



- Решение: 1) Из схемы видно, что  $R_2$  и  $R_3$  соединены параллельно, значит, надо найти их общее сопротивление - 4 балла.  
 2) Вычислить общее сопротивление с  $R_1$  - 4 балла;  
 3) Вычислить общее сопротивление с  $R_4$  - 4 балла;  
 4) Вычислить показания амперметра по закону Ома - 4 балла.

Всего: 16 баллов.

Ответ:  $I_A = 1,8 \text{ А}$ .

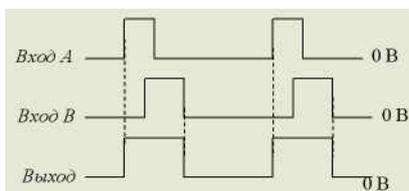
5. Определите среднюю скорость  $v$  направленного движения электронов в медном проводе сечением  $S = 1 \text{ мм}^2$ , когда по нему течет ток  $I = 1 \text{ А}$ . Плотность меди  $\rho = 8,9 \text{ г/см}^3$ ,

молярная масса меди  $M = 64$  г/моль. Считать, что на каждый атом меди приходится один свободный электрон.

Решение: 1) Скорость дрейфа электронов вычисляется по формуле  $v_{др.} = I/qnS$  – 7 баллов;  
 2) Концентрация электронов вычисляется по формуле  $n = \rho N_A/M$  – 7 баллов;  
 3) Окончательный расчет скорости дрейфа  $v_{др.} = MI /Sq\rho N_A$  – 2 балла.  
 Всего: 16 баллов.

Ответ:  $v = 7,5 \times 10^{-4}$  м/с

6. Какую логическую схему представляет собой данный элемент.



Решение: Диаграммы, приведенные на рисунке следует рассматривать как иллюстрацию таблицы истинности, которая может быть построена в данном задании. На основании построенной таблицы истинности логического элемента можно определить его тип и реализуемую логическую операцию.

Вход А	Вход В	Выход
1	0	1
1	1	1
0	1	1
0	0	0

Из таблицы истинности следует, что логический элемент выполняет операцию логического сложения. Тип элемента – «ИЛИ»

За правильный ответ – 10 баллов, за неправильный – 0 баллов.

7. Опишите основные физические принципы радиовещания и приема радиостанций детекторным радиоприемником.

Решение: Надо в свободной форме описать принцип работы.

В зависимости от полноты освещения данного вопроса работа оценивается в пределах 10 баллов.

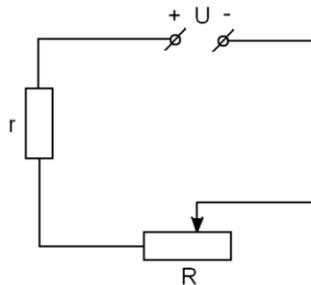
## КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗАДАНИЯ ОЛИМПИАДЫ ПО ЭЛЕКТРОНИКЕ ВТОРОЙ ТУР

### 11 КЛАСС

1. Реостат и резистор, сопротивление которого постоянно, подсоединены к источнику постоянного напряжения  $U$  (см. рисунок). При силе тока в цепи  $I_1=2$  А на реостате

выделяется мощность  $P_1=48$  Вт, а при силе тока  $I_2=5$  А на нем выделяется мощность  $P_2=30$  Вт. При решении задачи необходимо:

1. Определить напряжение источника  $U$  и сопротивление резистора  $r$ .
2. Найти силу тока  $I$  в цепи, когда сопротивление реостата равно нулю.
3. Найти максимальную мощность  $P_{\max}$ , которая может выделяться на реостате.
4. Чему равно сопротивление реостата  $R_M$  при максимальной мощности?

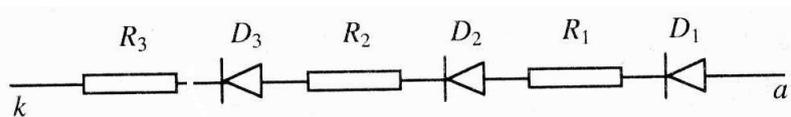


Решение:

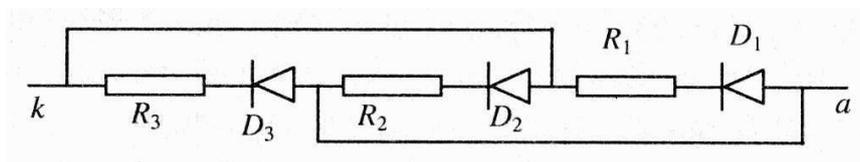
- 1) Составить систему уравнений, вычислить напряжение источника  $U$  и сопротивление резистора  $r$  – 6 баллов;
  - 2) Найти силу тока, когда сопротивление реостата равно нулю – 2 балла;
  - 3) Определить сопротивление реостата, при котором выделяется максимальная мощность – 4 балла;
  - 4) Найти максимальную мощность, которая может выделиться на реостате – 4 балла;
- Всего: 16 баллов.

Ответ:  $U = 36$  В,  $r = 6$  Ом,  $I = 6$  А,  $P_{\max} = 54$  Вт,  $R_M = 6$  Ом.

2. Схемы на рисунках включают три одинаковых резистора и три идеальных диода. Сила тока в цепи (1) –  $I_1$ , в цепи (2) –  $I_2$ . Определите отношение тока  $I_1$  к току  $I_2$  при одинаковой разности потенциалов на концах цепи.



(1)

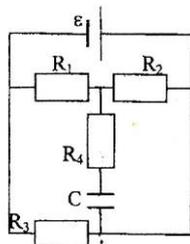


Решение:

- 1) Составить эквивалентную схему для первой цепи – 3 балла;
  - 2) Посчитать общее сопротивление и ток первой цепи – 3 балла;
  - 3) Составить эквивалентную схему для второй цепи – 5 баллов;
  - 4) Посчитать общее сопротивление и ток первой цепи – 4 балла;
  - 5) Определить отношение токов  $I_1$  к  $I_2$  – 1 балл.
- Всего: 16 баллов.

Ответ: отношение тока  $I_1$  к току  $I_2$  равно  $1/6$ .

3. Определите заряд  $q$  на конденсаторе емкостью  $C = 2$  мкФ, включенном в цепь (см. рис), если  $\mathcal{E} = 24$  В,  $R_1 = R_2 = 5$  Ом,  $R_3 = R_4 = 10$  Ом,  $r = 1$  Ом.



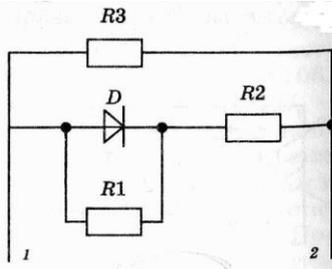
Решение:

- 1) Разобраться в схеме и показать, что напряжение на конденсаторе  $C$  равно напряжению на сопротивлении  $R_2$  – 6 баллов;
- 2) Определить общее сопротивление цепи – 4 балла;
- 3) Определить напряжение на конденсаторе – 4 балла;
- 4) Определите заряд  $q$  на конденсаторе – 2 балла.

Всего: 16 баллов.

Ответ:  $q = C(\mathcal{E} - Ir)/2 = 20$  мкКл.

4. Какая мощность  $P$  выделяется в цепи переменного тока, изображенной на рисунке? К клеммам 1 и 2 приложено напряжение  $U = 220$  В, сопротивления резисторов  $R_1 = R_2 = R_3 = 200$  Ом. Параллельно резистору  $R_1$  включен идеальный диод.



Решение:

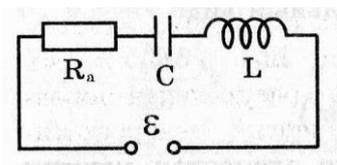
- 1) Составить эквивалентную схему цепи для полупериода переменного тока, когда диод включен в прямом направлении – 3 балла;
- 2) Рассчитать мощность, которая выделяется за прямой полупериод – 3 балла;
- 3) Составить эквивалентную схему цепи для полупериода переменного тока, когда диод включен в обратном направлении – 3 балла;
- 4) Рассчитать мощность, которая выделяется за прямой полупериод – 3 балла;
- 5) Определить общую мощность – 4 балла.

Всего: 16 баллов.

Ответ: 423,5 Вт.

5. Контур, состоящий из резистора сопротивлением  $R = 100$  Ом, конденсатора емкостью  $C = 35,4$  мкФ и катушки с индуктивностью  $L = 0,7$  Гн, включен в сеть переменного тока с действующим напряжением  $U = 220$  В и частотой  $\nu = 50$  Гц. Написать уравнение зависимости от времени тока  $I(t)$  и напряжения  $U(t)$ . Найти падение напряжения на

резисторе R, конденсаторе C и катушке L. Определить частоту переменного тока  $\nu_0$ , при которой в данной цепи наступит резонанс.



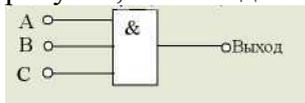
Решение:

- 1) Написать уравнение зависимости от времени тока  $I(t)$  – 2 балла;
- 2) Определить сдвиг фаз между током и напряжением и уравнение зависимости от времени напряжения  $U(t)$  – 6 баллов;
- 3) Найти падение напряжения на резисторе R – 2 балла;
- 4) Найти падение напряжения на конденсаторе C – 2 балла;
- 5) Найти падение напряжения на катушке L – 2 балла;
- 6) Определить частоту переменного тока  $\nu_0$ , при которой в данной цепи наступит резонанс – 2 балла.

Всего: 16 баллов.

Ответ:  $I(t) = 1,9\sin(100\pi t)$ ;  $U(t) = 311\sin(100\pi t + 0,3\pi)$ ;  $U_R = 134$  В;  $U_C = 121$  В;  $U_L = 295$  В;  $\nu_0 = 32$  Гц.

6. При какой комбинации сигналов на входе логического элемента, показанного на рисунке, на выходе его будет присутствовать логическая единица?



Решение: на рисунке представлен логический элемент «И» с тремя входами, реализующий функцию логического умножения. Для получения на выходе логического элемента логической единицы, необходимо, чтобы каждый из множителей принял единичное значение, т.е.  $A=B=C=1$ . Если хотя бы один из множителей (входов) принимает нулевое значение, произведение (выход логического элемента) обращается в нуль.

За правильный ответ – 10 баллов, за неправильный – 0 баллов.

7. Опишите основные физические принципы радиовещания и приема радиостанций детекторным радиоприемником.

Решение: Надо в свободной форме описать принцип работы.

В зависимости от полноты освещения данного вопроса работа оценивается в пределах 10 баллов.