

## Индивидуальное задание № 2

### Постоянный ток

#### Вариант № 1

1. К гальванометру сопротивлением 290 Ом подключен шунт, повышающий предел измерения гальванометра в 10 раз. Какое сопротивление надо подключить последовательно с гальванометром с шунтом, чтобы его общее сопротивление осталось прежним? [261 Ом]
2. Гальванический элемент замыкается один раз на сопротивление 4 Ом, другой раз на сопротивление 9 Ом. В том и другом случаях количество теплоты, выделяющееся за одно и то же время, оказывается одинаковым. Каково внутреннее сопротивление элемента? [6 Ом]
3. Определите толщину слоя меди, выделившейся за время 5 ч при электролизе медного купороса, если плотность тока 80 А/м<sup>2</sup>.

[54 мкм]

4. Найдите значение и направление тока через сопротивление  $R$  в схеме (рис. 4.11), если  $\mathcal{E}_1 = 1,5$  В,  $\mathcal{E}_2 = 3,7$  В,  $R_1 = 20$  Ом,  $R_2 = 20$  Ом и  $R = 5,0$  Ом. Внутренние сопротивления источников тока пренебрежимо малы.

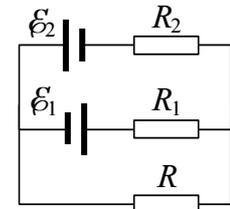


Рис. 4.11

$$[I = \frac{R_1 \mathcal{E}_2 - R_2 \mathcal{E}_1}{RR_1 + R_1 R_2 + R_2 R} = 0,02 \text{ А, ток течет слева направо}]$$

#### Вариант № 2

1. Определите заряд, прошедший по проводу сопротивлением 3 Ом, при равномерном нарастании напряжения на концах провода от 2 В до 4 В в течение 20 с. [20 Кл]
2. Какое сопротивление  $R$  нужно подключить к  $n$  одинаковым последовательно соединенным источникам с ЭДС  $\mathcal{E}$  и внутренним сопротивлением  $r$ , чтобы выделяемая полезная мощность была максимальной? [ $nr$ ]
3. Какое количество меди выделилось из раствора медного купороса за 100 с, если ток, протекающий через электролит, менялся по закону  $I(t) = (5 - 0,02t)$  А, где  $t$  – время в секундах? [0,13 г]
4. Из материала с удельным сопротивлением  $\rho$  изготовлено плоское кольцо толщиной  $d$ . Радиусы кольца равны  $a$  и  $b$  ( $b > a$ ). Между внешней и внутренней цилиндрическими поверхностями кольца поддерживается разность потенциалов. Найдите сопротивление кольца в этих условиях.

$$[R = \frac{\rho}{2\pi d} \cdot \ln \frac{b}{a}]$$

### Вариант № 3

1. Сила тока в проводнике равномерно нарастает от 0 до 2 А в течение времени 5 с. Определите заряд, прошедший в проводнике. [5 Кл]
2. Плотность электрического тока в медном проводе равна 10 А/см<sup>2</sup>. Определите удельную тепловую мощность тока. [170 Дж/м<sup>3</sup>·с]
3. Сила тока, проходящего через электролитическую ванну с раствором медного купороса, равномерно возрастает в течение времени 20 с от 0 до 2 А. Найдите массу меди, выделившейся за это время на электроде ванны. [6,6 мг]

4. В схеме (рис. 4.12)  $\mathcal{E}_1 = 1,5$  В,  $\mathcal{E}_2 = 1,5$  В,  $\mathcal{E}_3 = 2,0$  В,  $R_1 = 10$  Ом,  $R_2 = 20$  Ом,  $R_3 = 30$  Ом. Внутренние сопротивления источников пренебрежимо малы. Найдите ток через сопротивление  $R_1$ .

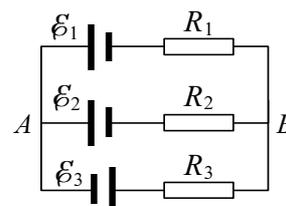
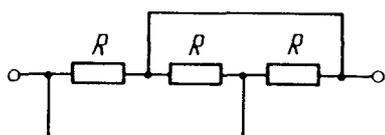


Рис. 4.12

$$[I_1 = [R_3(\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2) + R_2(\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_3)] / (R_1R_2 + R_2R_3 + R_3R_1) = 0,06 \text{ А}]$$

### Вариант № 4

1. Шесть аккумуляторов с внутренним сопротивлением 0,1 Ом каждый соединены последовательно в батарею. К этой батарее подключена лампочка сопротивлением 11,4 Ом, через которую течет ток 2 А. Определите ЭДС одного аккумулятора. [4 В]
2. Батарея состоит из пяти последовательно соединенных элементов с ЭДС 1,4 В и внутренним сопротивлением 0,3 Ом каждый. Мощность во внешней цепи равна 8 Вт. При каких значениях силы тока это возможно? [2 или 8/3 А]
3. Воздух между двумя близко расположенными параллельными пластинами равномерно ионизируют ультрафиолетовым излучением. Объем воздуха между пластинами 500 см<sup>3</sup>, наблюдаемый ток насыщения 0,48 мкА. Найдите: а) число пар ионов, создаваемых ионизатором за единицу времени в единице объема; б) равновесную концентрацию ионов, если коэффициент рекомбинации ионов  $1,67 \cdot 10^{-6}$  см<sup>3</sup>/с. [а)  $6 \cdot 10^9$  см<sup>-3</sup>·с<sup>-1</sup>; б)  $6 \cdot 10^7$  см<sup>-3</sup>]



4. К источнику постоянного тока с внутренним сопротивлением  $R_0$  подключили три одинаковых сопротивления  $R$  каждое, соединенных между собой, как показано на рисунке. При каком значении  $R$  тепловая мощность, выделяемая на этом участке, будет максимальна? [ $3R_0$ ]

### Вариант № 5

1. Электрическая лампочка накаливания потребляет ток силой 0,2 А. Диаметр вольфрамового волоска 0,02 мм. Температура вольфрама при горении лампы 2000 °С. Определите напряженность поля в волоске, считая поле однородным. [281 В/м]
2. За время 40 с в цепи, состоящей из трех одинаковых проводников, соединенных параллельно, подключенных к идеальному источнику постоянного тока, выделилось некоторое количество теплоты. За какое время выделится такое же количество теплоты, если проводники соединить последовательно? [360 с]
3. Между двумя плоскими параллельными пластинами конденсатора, отстоящими друг от друга на расстоянии  $d$ , находится газ. Одна из пластин эмитирует каждую секунду  $\nu_0$  электронов, которые, двигаясь в электрическом поле, ионизируют молекулы газа так, что каждый электрон создает на единице длины пути  $\alpha$  новых электронов (и ионов). Найдите электронный ток у противоположной пластины, пренебрегая ионизацией молекул газа ионами. [ $I = e\nu_0 e^{\alpha d}$ ]

4. В схеме, показанной на рис. 4.13, один конденсатор зарядили до напряжения  $U_0$  и в момент  $t = 0$  замкнули ключ  $K$ . Найдите: а) ток  $I$  в цепи как функцию времени  $t$ ; б) количество выделившегося тепла, зная функцию  $I(t)$ .

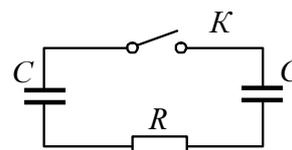


Рис. 4.13

$$\text{[а) } I = \frac{U_0}{R} \exp\left(-\frac{2t}{RC}\right); \text{ б) } Q = CU_0^2/4]$$

### Вариант № 6

1. Определите среднюю скорость упорядоченного движения свободных электронов в медном проводнике сечением 1 мм<sup>2</sup>, если сила тока в нем 10 А. Принять, что на каждый атом меди приходится два электрона проводимости. [0,39 мм/с]
2. Два цилиндрических проводника одинаковой длины и одинакового сечения, один из меди, другой из алюминия, соединены параллельно. Определите отношение токов для этих проводников. [1,58]
3. При никелировании пластины ее поверхность покрывается слоем никеля толщиной 0,05 мм. Определите среднюю плотность тока, если никелирование длилось 2,5 ч. Никель считать двухвалентным. [161 А/м<sup>2</sup>]
4. Два металлических шарика одинакового радиуса  $a$  находятся в однородной слабо проводящей среде с удельным сопротивлением  $\rho$ . Найдите сопротивление среды между шариками при условии, что расстояние между ними значительно больше  $a$ . [ $R = \rho/(2\pi a)$ ]

### Вариант № 7

1. Ученик собрал электрическую цепь, состоящую из батарейки (1), реостата (2), ключа (3), амперметра (4) и вольтметра (5). После этого он провел измерения напряжения на полюсах и силы тока в цепи при различных сопротивлениях внешней цепи (рис. 4.14). Определите силу тока короткого замыкания батарейки. [6,12 А]

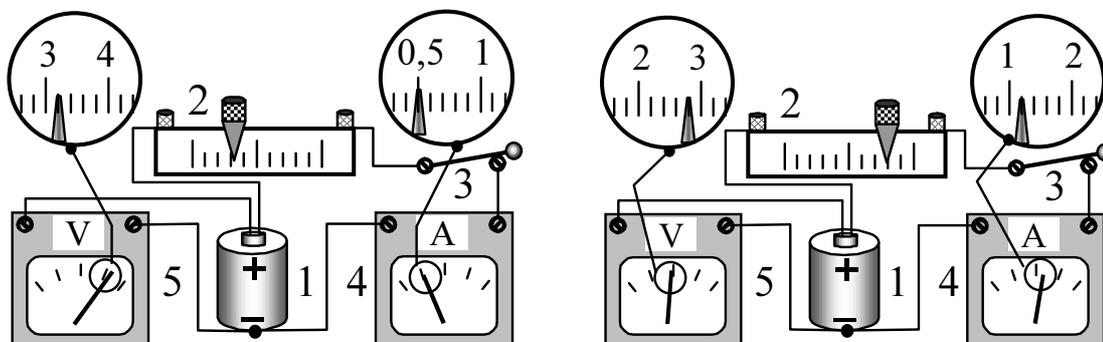


Рис. 4.14

2. Два одинаковых гальванических элемента с внутренними сопротивлениями 0,2 Ом соединены параллельно и нагружены на внешнее сопротивление  $R$ . Если эти элементы соединить последовательно, то мощность, выделяющаяся на сопротивлении нагрузки, возрастает в 2,25 раза. Чему равно сопротивление  $R$  нагрузки? [0,8 Ом]
3. При серебрении пластины через раствор нитрата серебра протекает ток плотностью  $2 \text{ кА/м}^2$ . С какой средней скоростью растет толщина серебряного покрытия пластины? Валентность серебра принять равной 1. [0,21 мкм/с]
4. катушка радиусом  $r = 25 \text{ см}$ , содержащая  $l = 500 \text{ м}$  тонкого медного провода, вращается с угловой скоростью  $\omega = 300 \text{ рад/с}$  вокруг своей оси. Через скользящие контакты катушка подключена к баллистическому гальванометру. Общее сопротивление всей цепи  $R = 21 \text{ Ом}$ . Найдите удельный заряд носителей тока в меди, если при резком затормаживании катушки через гальванометр проходил заряд  $q = 10 \text{ нКл}$ . [ $e/m = l\omega r / (qR) = 1,8 \cdot 10^{11} \text{ Кл/кг}$ ]

### Вариант № 8

1. Источники тока, имеющие одинаковые внутренние сопротивления  $0,5 \text{ Ом}$ , подключены к резисторам, каждый из которых имеет сопротивление  $R$ . ЭДС источников тока:  $\mathcal{E}_1 = 12 \text{ В}$ ,  $\mathcal{E}_2 = 6 \text{ В}$ , (рис. 4.15). Чему должно быть равно это сопротивление, чтобы ток, протекающий через источник  $\mathcal{E}_2$ , был равен нулю? [1 Ом]

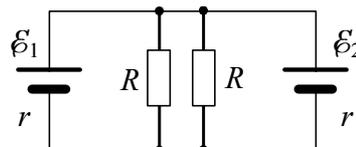


Рис. 4.15

2. Линия электропередачи имеет сопротивление  $250 \text{ Ом}$ . Какое напряжение должен иметь генератор, если его мощность  $25 \text{ кВт}$ , а потери мощности в линии не должны превышать  $4 \%$  мощности генератора?

[12,5 кВ]

3. Воздух между двумя параллельными пластинами, отстоящими друг от друга на расстоянии  $20 \text{ мм}$ , ионизируют рентгеновским излучением. Площадь каждой пластины  $500 \text{ см}^2$ . Найдите концентрацию положительных ионов, если при напряжении  $100 \text{ В}$  между пластинами протекает ток  $3,0 \text{ мкА}$ , значительно меньший тока насыщения. Подвижности ионов  $b_+ = 1,37 \text{ см}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$  и  $b_- = 1,91 \text{ см}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$ . [ $2,3 \cdot 10^8 \text{ см}^{-3}$ ]

4. Металлический шар, удаленный от окружающих предметов, заземлен через резистор, имеющий сопротивление  $R$ . На шар налетает пучок электронов, скорость которых вдали от шара равна  $\vec{v}_0$ , так что на шар попадает  $n_t$  электронов в единицу времени. Какое количество  $Q_t$  теплоты выделяется в шаре в единицу времени?

$$[Q_t = n_t \frac{mv^2}{2} \left( 1 - \frac{2n_t e^2 R}{mv^2} \right)]$$

### Вариант № 9

1. Два аккумулятора включены, как показано на рис. 4.16, ЭДС первого аккумулятора равна 5 В, второго – 15 В. Внутреннее сопротивление первого аккумулятора равно

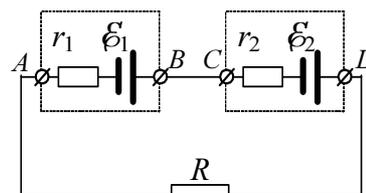


Рис. 4.16

- 2 Ом, второго – 3 Ом. Каким должно быть сопротивление нагрузки  $R$ , чтобы напряжение на клеммах  $AB$  первого аккумулятора было равно нулю? [3 Ом]
2. Конденсатор, электрическая емкость которого 1000 мкФ, заряжают до напряжения 50 В, к его выводам подключают цепочку из трех резисторов 100 Ом, 200 Ом и 400 Ом, соединенных параллельно. Какое количество теплоты выделится в резисторе 200 Ом? [0,36 Дж]
3. Какова должна быть температура атомарного водорода, чтобы средняя кинетическая энергия поступательного движения атомов была достаточна для ионизации путем соударений? Потенциал ионизации атомарного водорода равен 13,6 В. [105 кК]
4. Куб из проволочек, каждая из которых имеет сопротивление  $R = 1$  Ом, включен в цепь, как показано на рис. 4.17. Найдите полное сопротивление  $R_k$  куба. [ $R_k = 5/6 R = 0,83$  Ом]

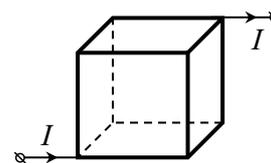


Рис. 4.17

### Вариант № 10

1. На рис. 4.18 изображена электрическая цепь, состоящая из источника тока с ЭДС  $\mathcal{E} = 50$  В и внутренним сопротивлением  $r = 1$  Ом, а также внешнего сопротивления  $R = 9$  Ом и конденсатора емкостью  $C = 1$  мкФ. Ключ  $K$  замыкают. Найдите величину заряда на конденсаторе. [45 мкКл]

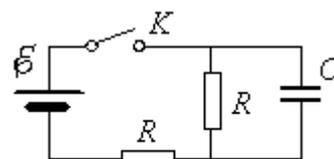


Рис. 4.18

2. Определите ЭДС аккумулятора, подзаряжаемого от сети напряжением 12 В, если половина потребляемой аккумулятором энергии расходуется на теплоту. [6 В]
3. Объем газа, заключенного между электродами ионизационной камеры, равен 0,5 л. Газ ионизируется рентгеновским излучением. Сила тока насыщения равна 4 нА. Сколько пар ионов образуется в  $1 \text{ см}^3$  газа в 1 с? Заряд каждого иона равен элементарному заряду. [ $5 \cdot 10^7 \text{ см}^{-3} \cdot \text{с}^{-1}$ ]
4. Длинный проводник круглого сечения радиусом  $a$  сделан из материала, удельное сопротивление которого зависит только от расстояния  $r$  до оси проводника по закону  $\rho = \alpha/r^2$ , где  $\alpha$  – постоянная. Найдите: а) сопротивление единицы длины такого проводника; б) напряженность электрического тока в проводнике, по которому будет протекать ток  $I$ . [а)  $R_1 = 2\alpha/(\pi a^4)$ ; б)  $E = 2\alpha I/(\pi a^4)$ ]

### Вариант № 11

1. Два тонких медных проводника одинаковой длины  $l$  соединены последовательно. Диаметр первого равен  $d_1$ , второго –  $d_2$ . Определите отношение напряженности электростатического поля в первом проводнике к напряженности поля во втором проводнике  $E_1/E_2$  при протекании по ним тока. [ $d_2^2/d_1^2$ ]
2. При длительном протекании тока 1,4 А через проволоку последняя нагрелась до температуры 55 °С, а при протекании тока 2,8 А до температуры 160 °С. До какой температуры нагреется проволока при токе 5,5 А? Теплоотдача с единицы поверхности проволоки пропорциональна разности температур проволоки и воздуха. Температура воздуха неизвестна. Зависимость сопротивления проволоки от температуры пренебречь. [560 °С]
3. Никелирование металлического изделия площадью 120 см<sup>2</sup> продолжалось 5 ч при силе тока 0,9 А. Определите толщину слоя никеля на изделии. Валентность никеля принять равной 1. [101 мкм]

4. Ключ  $K$  на схеме (рис. 4.19) замыкают поочередно с каждым из контактов на малые промежутки времени, так что изменение заряда конденсатора за время каждого замыкания мало. Какой заряд  $q_{уст}$  установится на конденсаторе?

$$[q_{уст} = CU_{уст} = C(\mathcal{E}_2 R_1 + \mathcal{E}_1 R_2)/(R_1 + R_2)]$$

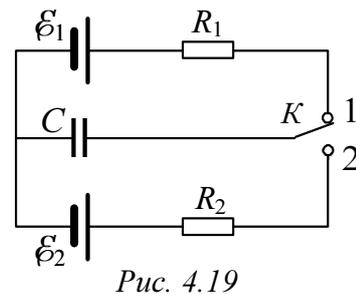


Рис. 4.19

### Вариант № 12

1. Два медных проводника одинаковой длины  $l$  соединены последовательно. Площадь поперечного сечения первого равна  $S_1$ , второго –  $S_2$ . Определите отношение  $E_1/E_2$  напряженности электростатического поля в первом проводнике к напряженности поля во втором при протекании по ним тока. [ $S_2/S_1$ ]
2. У дна зоны проводимости электроны обладают квадратичным законом дисперсии  $E = kA^2$ , где константа  $A = 5 \cdot 10^{-37}$  Дж·м<sup>2</sup>. Какова величина эффективной массы электрона? [ $1,09 \cdot 10^{-32}$  кг]
3. Аэростат объемом 250 м<sup>3</sup> наполняется водородом при температуре 27 °С и давлении  $2 \cdot 10^5$  Па. Какое количество электричества необходимо пропустить через слабый раствор серной кислоты, чтобы получить нужное количество водорода? [4 ГКл]
4. Найдите зависимость от времени напряжения на конденсаторе  $C$  (рис. 4.20) после замыкания ключа  $K$  в момент  $t = 0$ .

$$[U = [1 - \exp(-2t/RC)]\mathcal{E}/2]$$

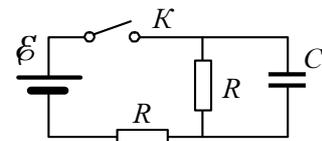


Рис. 4.20

### Вариант № 13

1. Пластины плоского конденсатора присоединены к батарее, напряжение которой 600 В. Какой величины ток будет проходить по проводам при перемещении одной пластины вдоль другой, если скорость движения 6 см/с? Пластины конденсатора квадратные площадью  $100 \text{ см}^2$ , расстояние между пластинами, равное 0,1 см, остается во время движения постоянным. [32 нА]
2. Какое сопротивление  $R$  нужно подключить к  $n$  одинаковым параллельно соединенным источникам с ЭДС  $\mathcal{E}$  и внутренним сопротивлением  $r$ , чтобы выделяемая полезная мощность была максимальной? [ $r/n$ ]
3. Сколько атомов двухвалентного металла выделится на  $1 \text{ см}^2$  поверхности электрода за время 5 мин при плотности тока  $10 \text{ А/м}^2$ ? [ $9,3 \cdot 10^{17}$ ]
4. Имеются две проволоки одинаковой длины, но разного квадратного сечения, сделанные из одного и того же материала. Сторона сечения первой проволоки  $d_1 = 1 \text{ мм}$ , второй –  $d_2 = 4 \text{ мм}$ . Для того чтобы расплавить первую проволоку, через нее нужно пропустить ток  $I_1 = 10 \text{ А}$ . Определите силу тока  $I_2$ , который нужно пропустить через вторую проволоку, чтобы она расплавилась. Считать, что количество теплоты, уходящее в окружающую среду за 1 с, подчиняется закону  $Q = kS \cdot (T - T_{\text{ср}})$ , где  $S$  – площадь поверхности проволоки,  $T$  – температура проволоки,  $T_{\text{ср}}$  – температура окружающей среды вдали от проволоки,  $k$  – коэффициент пропорциональности, одинаковый для обеих проволок. [ $I_2 \geq I_1 \sqrt{d_2^3/d_1^3} = 80 \text{ А}$ ]

### Вариант № 14

1. Найдите суммарный импульс электронов в прямом проводе длиной 100 м, по которому течет ток силой 70 А. [ $4 \cdot 10^{-8} \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ ]
2. Электромотор питается от источника напряжением 24 В. При силе тока в цепи 8 А механическая мощность на валу 96 Вт. Какой ток пойдет в цепи, если якорь электромотора остановить? [16А]
3. Средняя напряженность электрического поля Земли составляет  $130 \text{ В/м}$ . Определите плотность тока проводимости в воздухе, если в  $1 \text{ м}^3$  воздуха находится  $7 \cdot 10^8$  пар одновалентных ионов, обуславливающих проводимость. Подвижности ионов воздуха  $b_+ = 1,37 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$ ,  $b_- = 1,91 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$ . [ $4,8 \cdot 10^{-12} \text{ А/м}^2$ ]
4. Два цилиндрических проводника равной длины, изготовленные из одного и того же материала, соединены последовательно. Найдите отношение температур проводников при подключении их в сеть, если площадь поперечного сечения первого из них в четыре раза больше, чем второго, а теплоотдача пропорциональна площади поверхности проводника и разности температур проводника и окружающей среды. Температура окружающей среды  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ . При решении задачи зависимость удельного сопротивления проводников от температуры не учитывайте, температуру проводника и окружающей среды выражайте в градусах Цельсия. [ $t_2/t_1 = \sqrt{(S_1/S_2)^3} = 8$ ]

### Вариант № 15

1. По алюминиевому проводу сечением  $0,2 \text{ мм}^2$  течет ток  $0,2 \text{ А}$ . Определите силу, действующую на отдельные свободные электроны со стороны электрического поля. [ $4,16 \cdot 10^{-21} \text{ Н}$ ]
2. Определите плотность тока в медном проводе, если удельная тепловая мощность тока равна  $1,7 \text{ Дж}/(\text{м}^3 \cdot \text{с})$ . [ $10 \text{ кА}/\text{м}^3$ ]
3. Найдите закон убывания ионов в газе после прекращения действия ионизатора, если скорость убывания их пропорциональна как числу отрицательных  $n_-$ , так и положительных  $n_+$  ионов в единице объема, причем  $n_- = n_+$ . В начальный момент после прекращения действия ионизатора  $n = n_0$ .

[ $n = n_0 / (1 + \gamma n_0 t)$ , где  $\gamma$  – коэффициент пропорциональности].

4. Конденсатор емкостью  $C_1$  разряжается через резистор сопротивлением  $R$  (рис. 4.21). Когда сила тока разряда достигает значения  $I_0$ , ключ  $K$  размыкают. Найдите количество теплоты  $Q$ , которое выделится на резисторе, начиная с этого момента времени. [ $Q = \frac{(I_0 R)^2}{2} \cdot \frac{C_2}{C_1(C_1 + C_2)}$ ]

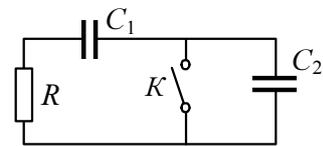


Рис. 4.21

### Вариант № 16

1. При замыкании элемента на сопротивление  $2,3 \text{ Ом}$  сила тока в цепи  $0,56 \text{ А}$ , а при замыкании на сопротивление  $1,8 \text{ Ом}$  сила тока в цепи  $0,7 \text{ А}$ . Определите силу тока короткого замыкания. [ $7 \text{ А}$ ]
2. Сила тока в проводнике сопротивлением  $12 \text{ Ом}$  равномерно убывает от  $5 \text{ А}$  до  $0$  в течение времени  $10 \text{ с}$ . Какое количество теплоты выделяется в этом проводнике за указанный промежуток времени?  
[ $1 \text{ кДж}$ ]
3. Определите подвижность  $b_+$  одновалентных ионов азота, если плотность тока  $5 \cdot 10^{-11} \text{ А}/\text{м}^2$ , концентрация ионов  $10^9 \text{ м}^{-3}$ , напряженность поля  $1000 \text{ В}/\text{м}$ . Подвижность отрицательных ионов азота  $b_- = 1,9 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$ . [ $1,3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$ ]
4. Амперметр и вольтметр подключили последовательно к батарее с ЭДС  $\mathcal{E} = 6,0 \text{ В}$ . Если параллельно вольтметру подключить некоторое сопротивление, показание вольтметра уменьшается в  $\eta = 2,0$  раза, а показание амперметра во столько же раз увеличивается. Найдите показание вольтметра после подключения сопротивления.

$$[U = \mathcal{E} / (\eta + 1) = 2,0 \text{ В}]$$

### Вариант № 17

1. Сколько одинаковых элементов с внутренним сопротивлением  $0,5 \text{ Ом}$  и ЭДС  $1,5 \text{ В}$  каждый надо соединить последовательно, чтобы напряжение на зажимах батареи было равно  $80 \text{ В}$  при силе тока  $0,5 \text{ А}$ ? [64]
2. По проводнику сопротивлением  $3 \text{ Ом}$  течет ток, сила которого равномерно возрастает. Количество теплоты, выделившееся в проводнике за время  $8 \text{ с}$ , равно  $200 \text{ Дж}$ . Определите количество электричества, протекшее за это время по проводнику. В момент времени, принятый за начальный, сила тока в проводнике равна нулю. [20 Кл]
3. Между пластинами плоского конденсатора площадью  $250 \text{ см}^2$  каждая находится  $500 \text{ см}^3$  водорода. Концентрация ионов водорода в газе  $n = 5,3 \cdot 10^{13} \text{ м}^{-3}$ . Подвижность ионов:  $b_+ = 5,4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$ ,  $b_- = 7,2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$ . Между пластинами течет ток  $2 \text{ мкА}$ . Какое напряжение приложено к пластинам? [150 В]
4. Металлический шар радиусом  $a$  окружен концентрической тонкой металлической оболочкой радиусом  $b$ . Пространство между этими электродами заполнено однородной изотропной слабо проводящей средой с удельным сопротивлением  $\rho$ . Найдите сопротивление  $R$  межэлектродного промежутка. Рассмотреть случай  $b \rightarrow \infty$ .  
[ $R = \rho(b - a)/(4\pi ab)$ . При  $b \rightarrow \infty$  сопротивление  $R = \rho/(4\pi a)$ ]

### Вариант № 18

1. В конце зарядки аккумулятора током  $2 \text{ А}$  присоединенный к нему вольтметр показывал напряжение  $12 \text{ В}$ , при разрядке аккумулятора током  $0,4 \text{ А}$  тот же вольтметр показывал напряжение  $8 \text{ В}$ . Определите ток короткого замыкания, пренебрегая током, протекающим по вольтметру. [5,2 А]
2. Сила тока в проводнике равномерно увеличивается от 0 до некоторого максимального значения в течение  $10 \text{ с}$ . За это время в проводнике выделилось количество теплоты  $1 \text{ кДж}$ . Определите скорость нарастания тока в проводнике, если его сопротивление равно  $3 \text{ Ом}$ . [1 А/с]
3. Площадь каждого электрода ионизационной камеры  $100 \text{ см}^2$  и расстояние между ними  $6,2 \text{ см}$ . К электродам ионизационной камеры приложена разность потенциалов  $20 \text{ В}$ . Подвижность ионов  $b_+ = b_- = 10^{-4} \text{ м}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$ . Коэффициент рекомбинации  $10^{-12} \text{ м}^{-3} \cdot \text{с}^{-1}$ . Ионизатор образует  $10^{15}$  ионов в  $1 \text{ м}^3$ . Найдите ток в камере. Принять, что убыль ионов происходит только в результате рекомбинации. [3,3 нА]
4. Зазор между обкладками плоского конденсатора заполнен последовательно двумя диэлектрическими слоями 1 и 2 толщиной  $d_1$  и  $d_2$  с проницаемостями  $\epsilon_1$  и  $\epsilon_2$  и удельными сопротивлениями  $\rho_1$  и  $\rho_2$ . Конденсатор находится под постоянным напряжением  $U$ , причем электрическое поле направлено от слоя 1 к слою 2. Найдите  $\sigma$  – поверхностную плотность сторонних зарядов на границе раздела диэлектрических слоев и условие, при котором  $\sigma = 0$ .

$$[\sigma = \epsilon_0 U \frac{\epsilon_2 \rho_2 - \epsilon_1 \rho_1}{\rho_1 d_1 + \rho_2 d_2}; \sigma = 0 \text{ при } \epsilon_1 \rho_1 = \epsilon_2 \rho_2]$$

### Вариант № 19

- Какова должна быть ЭДС батареи в схеме, приведенной на рис. 4.22, чтобы напряженность поля в плоском конденсаторе  $C$  была равна  $2 \text{ кВ/м}$ , если расстояние между пластинами конденсатора  $5 \text{ мм}$ , а  $R_1 = R_2 = r$ , где

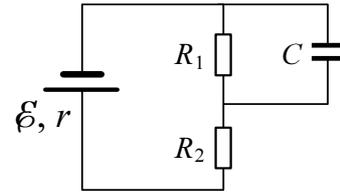


Рис. 4.22

- $r$  – внутреннее сопротивление источника ЭДС? [30 В]
- ЭДС источника постоянного тока  $\mathcal{E} = 2,0 \text{ В}$ , а внутреннее сопротивление  $r = 1,0 \text{ Ом}$ . Определите сопротивление  $R$  внешней цепи, если в ней выделяется мощность  $P = 0,75 \text{ Вт}$ , и известно, что  $R > 1 \text{ Ом}$ . [3 Ом]
- Ток насыщения ионизационной камеры равен  $8 \text{ мкА/м}^2$ . Расстояние между электродами  $0,05 \text{ м}$ . Определите, сколько пар ионов образуется под действием ионизатора. [ $1 \cdot 10^9 \text{ см}^{-3} \cdot \text{с}^{-1}$ ]
- Моток голой проволоки, состоящей из семи с половиной витков, растянут между двумя вбитыми в доску гвоздями, к которым прикреплены концы проволоки. Подключив к гвоздям приборы, измерили сопротивление цепи между гвоздями. Определите, во сколько раз изменится это сопротивление, если моток размотать, оставив концы, присоединенными к гвоздям. [Увел. в 225 раз]

### Вариант № 20

- Три одинаковых источника тока, соединенные последовательно в батарею так, что отрицательный полюс одного источника соединен с положительным полюсом последующего, подключены к внешнему сопротивлению. Во сколько раз ток в цепи уменьшится, если полярности двух источников переключить на противоположные? [3]
- Конденсатор емкостью  $100 \text{ мкФ}$  заряжают постоянным током через резистор сопротивлением  $100 \text{ Ом}$ . Через какое время после начала зарядки конденсатора энергия, запасенная в конденсаторе, станет равной энергии, выделенной на резисторе? [0,02 с]
- Две электролитические ванны соединены последовательно. В первой ванне выделилось  $3,9 \text{ г}$  цинка, во второй за то же время  $2,24 \text{ г}$  железа. Цинк двухвалентен. Определите валентность железа. [3]

- Конденсатор емкостью  $C = 5,0 \text{ мкФ}$  подключен к источнику постоянной ЭДС  $\mathcal{E} = 200 \text{ В}$  (рис. 4.23). Затем переключатель  $K$  перевели с контакта 1 на контакт 2. Найдите количество тепла, выделившееся на сопротивлении  $R_1 = 500$

Ом, если  $R_2 = 330 \text{ Ом}$ . [ $Q = \frac{C\mathcal{E}^2 R_1}{2(R_1 + R_2)} = 60 \text{ мДж}$ ]

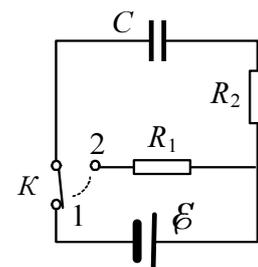


Рис. 4.23

### Вариант № 21

- Одни и те же элементы соединены в электрическую цепь сначала по схеме 1, затем по схеме 2 (рис. 4.24). Сопротивление резистора равно  $R$ , сопротивление амперметра  $0,1R$ , сопротивление вольтметра  $9R$ . Каковы показания вольтметра в первой схеме, если во второй они равны  $100\text{ В}$ ? Внутренним сопротивлением источника тока и сопротивлением проводов пренебречь. [ $90\text{ В}$ ]

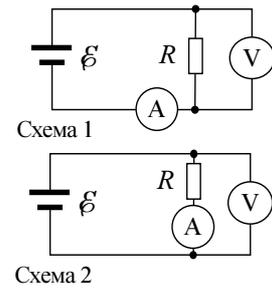


Рис. 4.24

- Напряжение на шинах электростанции равно  $10\text{ кВ}$ , расстояние до потребителя  $500\text{ км}$ . Станция должна передать потребителю мощность  $100\text{ кВт}$ . Потери напряжения в линии  $4\%$ . Найдите массу медных проводов на участке электростанция – потребитель. [ $3,94\text{ т}$ ]
- Электрический пробой воздуха наступает при напряженности  $3 \cdot 10^6\text{ В/м}$ . Определите потенциал ионизации молекул воздуха и скорость электрона перед ударом о молекулу, если длина свободного пробега его в воздухе  $5\text{ мкм}$ . [ $15\text{ В}$ ;  $2,3 \cdot 10^6\text{ м/с}$ ]

- В схеме (рис. 4.25) найдите сопротивление между точками  $A$  и  $B$ , если  $R = 100\text{ Ом}$  и  $r = 50,0\text{ Ом}$ .

$$[R_{AB} = r(r + 3R)/(R + 3r) = 70\text{ Ом}]$$

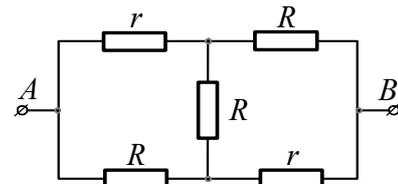


Рис. 4.25

### Вариант № 22

- Цепь состоит из аккумулятора с внутренним сопротивлением  $r$  и нагрузки сопротивлением  $R$ . Вольтметр, подключенный последовательно и параллельно к сопротивлению  $R$ , дает одно и то же показание. Найдите сопротивление вольтметра. [ $R^2/r$ ]
- Конденсатор, подключенный к источнику тока проводами сопротивлением  $100\text{ Ом}$ , имеет первоначальную емкость  $2\text{ мкФ}$ . Затем его емкость за некоторое время равномерно увеличивают в  $5$  раз. При этом в подводящих проводах выделяется в виде тепла  $2,56\text{ мДж}$  энергии. Сколько времени длилось увеличение емкости конденсатора? Напряжение на конденсаторе считать постоянным и равным  $2\text{ кВ}$ . [ $10\text{ с}$ ]

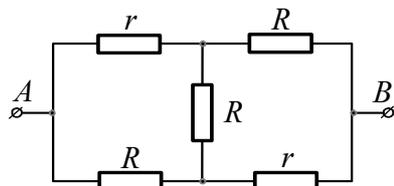


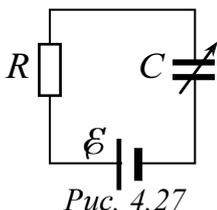
Рис. 4.26

- Найдите силу тока насыщения между пластинами конденсатора, если под действием ионизатора в каждом кубическом сантиметре пространства между пластинами конденсатора каждую секунду образуется  $10^8$  пар ионов, каждый из которых несет один элементарный заряд. Расстояние между пластинами конденсатора равно  $1\text{ см}$ , площадь пластины равна  $100\text{ см}^2$ . [ $1,6 \cdot 10^{-9}\text{ А}$ ]

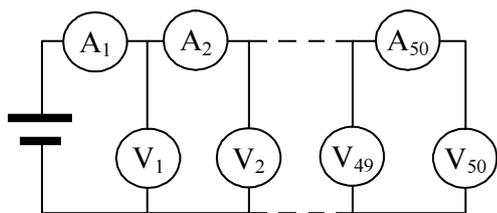
- Найдите, используя законы Кирхгофа, сопротивление цепи между точками  $A$  и  $B$  (рис. 4.26), если сопротивление  $R = 120\text{ Ом}$ . [ $R_{ц} = 5R/7 = 85,7\text{ Ом}$ ]

### Вариант № 23

1. Сколько электронов проходит в единицу времени через единицу площади поперечного сечения алюминиевой проволоки длиной 5 м, если разность потенциалов на ее конце 9 В? [ $4 \cdot 10^{26} \text{ м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ ]



2. Аккумулятор с ЭДС 100 В подключен через резистор к конденсатору переменной емкости, расстояние между пластинами которого можно изменять (рис. 4.27). Медленно раздвинув пластины, емкость конденсатора изменили на 0,01 мкФ. При этом против сил притяжения совершена работа 80 мкДж. Какое количество теплоты выделилось в электрической цепи с момента начала движения пластин до полного затухания возникших при этом переходных процессов? [30 мкДж]
3. В атмосфере вблизи поверхности Земли образуется из-за радиоактивности почв и космического излучения в среднем 5 пар ионов за 1 с в  $1 \text{ см}^3$  воздуха. Определите ток насыщения между плоскими электродами площадью  $100 \text{ см}^2$ , расположенными на расстоянии 10 см. Ионы считать однозарядными. [ $8 \cdot 10^{-16} \text{ А}$ ]



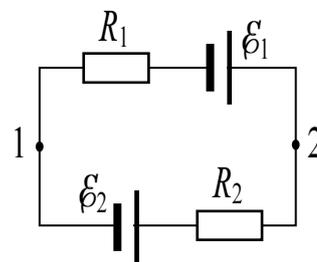
4. Схема, приведенная на рис. 4.28, содержит 50 разных амперметров и 50 одинаковых вольтметров сопротивлением  $R$ . Показания первого вольтметра  $U_1 = 9,6 \text{ В}$ , первого амперметра  $I_1 = 9,5 \text{ мА}$ , второго амперметра  $I_2 = 9,2 \text{ мА}$ .

Определите по этим данным сумму показаний всех вольтметров.

$$\left[ \sum_{i=1}^{50} U_{Vi} = RI_1 = I_1 \frac{U_1}{I_1 - I_2} = 304 \text{ В} \right]$$

### Вариант № 24

1. Через поперечное сечение медного проводника диаметром 2 мм за время 2 мин был перенесен заряд 2 Кл. Определите напряженность электрического поля в проводнике. [91,2 мкВ/м]
2. Обмотка электрического кипятильника имеет две секции. Если включена только первая секция, то вода закипает через 15 мин, если только вторая, то через 30 мин. Через какое время закипит вода, если обе секции включить: последовательно, параллельно? [45 мин; 10 мин]
3. Определите скорость, с которой растет слой никеля на плоской поверхности металла при электролизе, если плотность тока, протекающего через электролит, равна  $30 \text{ А/м}^2$ . Никель считать двухвалентным. [3,74 мкм/ч]
4. Найдите разность потенциалов  $\varphi_1 - \varphi_2$  между точками 1 и 2 схемы (рис. 4.29), если  $R_1 = 10 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 20 \text{ Ом}$ ,  $\mathcal{E}_1 = 5 \text{ В}$  и  $\mathcal{E}_2 = 2,0 \text{ В}$ . Внутренние сопротивления источников тока пренебрежимо малы.



$$[\varphi_1 - \varphi_2 = -(\mathcal{E}_1 R_1 + \mathcal{E}_2 R_2)R_1 / (R_1 + R_2) = -4 \text{ В}]$$

### Вариант № 25

1. В ускорителе пучок заряженных частиц движется по круговой орбите радиусом 0,25 м со скоростью  $1,5 \cdot 10^7$  м/с. Величина среднего тока, создаваемого пучком, равна 15 мкА. Определите заряд пучка. [1,57 пКл]
2. Найдите силу тока короткого замыкания аккумуляторной батареи, если при силе тока 5 А батарея отдает во внешнюю цепь мощность 9,5 Вт, а при силе тока 8 А – 14,4 Вт. [62 А]
3. Найдите плотность тока насыщения в газоразрядной трубке, расстояние между электродами которой 10 см, если под действием космического излучения в  $1 \text{ см}^3$  трубки за 1 с возникает 10 пар одновалентных ионов. [ $2 \cdot 10^{-17}$  А/см<sup>2</sup>]
4. Резистор с сопротивлением  $R$  и нелинейное сопротивление, вольтамперная характеристика которого имеет вид  $U = a\sqrt{I}$ , где  $a$  – постоянная, соединены последовательно и подключены к источнику напряжения  $U_0$ . Найдите ток в цепи. [ $I = \left(\frac{a}{2R}\right)^2 \left(\sqrt{1 + 4RU_0/a^2} - 1\right)^2$ ]