

Занятие 3-4 Законы постоянного тока

1. Лампочки мощностью 25 Вт и 100 Вт, рассчитанные на одно и то же напряжение, соединены последовательно и включены в сеть. При этом отношение количества теплоты, выделившейся на первой и второй лампочках за одно и то же время, равно ...

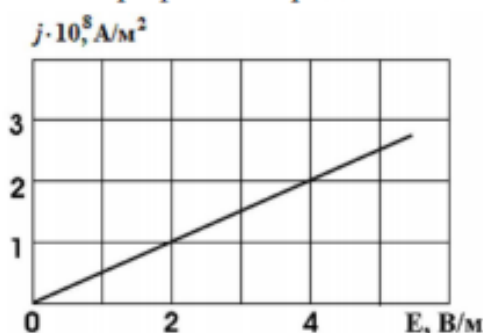
Решение

Поскольку лампочки соединены последовательно, то для расчёта количества теплоты следует воспользоваться формулой $Q = I^2 R t$, так как в этом случае ток через лампочки одинаков. Сопротивление каждой лампочки можно найти, зная мощность:

$$P = \frac{U^2}{R}; R = \frac{U^2}{P}. \text{ Тогда } \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{P_2}{P_1} = \frac{100}{25} = 4.$$

Ответ: 4.

2. На графике представлена зависимость плотности тока в проводнике от напряжённости электрического поля. Удельное сопротивление проводника в единицах Ом·м равно ...



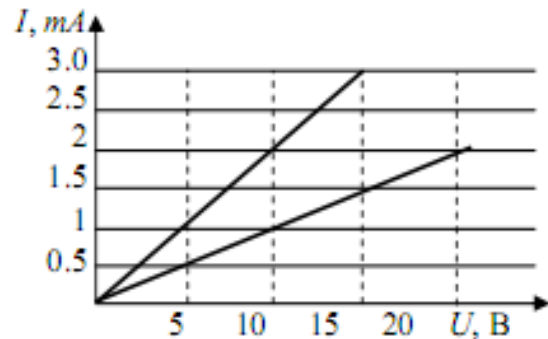
Решение

Согласно закону Ома в дифференциальной форме, плотность тока в проводнике равна $j = \frac{1}{\rho} E$, где ρ – удельное сопротивление материала, E – напряженность электрического поля в проводнике. Взяв любое значение напряженности поля и соответствующее ему значение плотности тока из графика, можно определить удельное сопротивление материала:

$$\rho = \frac{E}{j} = \frac{2}{10^8} = 2 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

Ответ: $2 \cdot 10^{-8}$.

3. Вольт-амперные характеристики двух нагревательных спиралей изображены на рисунке. Из графиков следует, что сопротивление одной спирали больше сопротивления другой на ...



Решение

Согласно закону Ома $R = \frac{U}{I}$.

По верхнему графику определяем сопротивление первой спирали $R_1 = \frac{15 \text{ В}}{3 \text{ А}} = 5 \text{ Ом}$. По нижнему графику определяем сопротивление

второй спирали $R_2 = \frac{20 \text{ В}}{2 \text{ А}} = 10 \text{ Ом}$. Тогда сопротивление второй спирали будет больше сопротивления первой спирали на 5 Ом.

Ответ: 5 Ом.

4. Если увеличить длину проводника и площадь его поперечного сечения вдвое, не изменяя приложенного напряжения, то плотность тока в проводнике ...

Решение

Плотность тока находится как отношение силы тока к площади поперечного сечения проводника: $j = \frac{I}{S}$. Согласно закону Ома для

участка цепи $I = \frac{U}{R}$. С учётом того, что $R = \rho \frac{l}{S}$, получаем

$j = \frac{I}{S} = \frac{U}{RS} = \frac{US}{\rho l S} = \frac{U}{\rho l}$. Здесь U — разность потенциалов, R —

сопротивление, l — длина проводника, ρ — удельное сопротивление материала. Следовательно, плотность тока обратно пропорциональна длине проводника. Тогда плотность тока в проводнике уменьшится в 2 раза.

Ответ: уменьшится в 2 раза.

5. Четыре сопротивления величиной R каждое соединили сначала последовательно, а затем параллельно. При этом общее сопротивление ...

Решение

Сопротивления при последовательном и параллельном соединении одинаковых проводников равны соответственно $R_{общ.1} = 4R$; $R_{общ.2} = \frac{R}{4}$. $\frac{R_{общ.2}}{R_{общ.1}} = \frac{1}{16}$. Таким образом, общее сопротивление уменьшится в 16 раз.

Ответ: уменьшится в 16 раз.

6. Круглосуточно горящая в течение года лампочка мощностью 40 Вт в подъезде вашего дома при тарифе 3 руб. за 1 кВт·час обходится в ___ рубля. Ответ округлите до целых.

Решение

Работа электрического тока связана с потребляемой мощностью и временем соотношением

$$A = p \cdot t = 40 \cdot 365 \cdot 24 = 350,4 \text{ кВт}\cdot\text{ч.}$$

Учитывая тариф, получаем ответ 1051,2 руб. \approx 1051 руб.

Ответ: 1051 руб.

7. Сила тока за 10 с равномерно возрастает от 1 А до 3 А. За это время через поперечное сечение проводника перенесётся заряд, равный ...

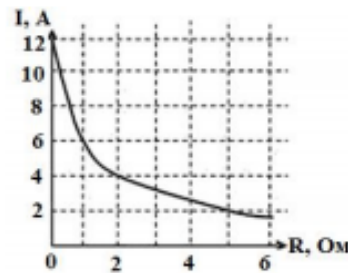
Решение

Сила тока равна скорости переноса заряда через поперечное сечение проводника: $I = \frac{dq}{dt}$. Зависимость силы тока от времени описывается выражением $I = I_0 + kt$, где $I_0 = 1 \text{ А}$, $k = 0,2 \text{ А/с}$. Поэтому

$$Q = \int_0^{10} (I_0 + kt) dt = \left(I_0 t + \frac{kt^2}{2} \right) \Big|_0^{10} = 10 + 10 = 20 \text{ Кл.}$$

Ответ: 20 Кл.

8. К источнику тока с внутренним сопротивлением 1,0 Ом подключили реостат. На рисунке показан график зависимости силы тока в реостате от его сопротивления. Максимальная мощность, которая выделится в реостате, равна ...



Решение

Согласно закону Ома для замкнутой цепи, сила тока, который протекает по проводнику, рассчитывается по формуле $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$, где ε – ЭДС источника тока, R – сопротивление проводника (в данном случае реостата), r – внутреннее сопротивление источника тока.

Мощность, выделяемая в реостате, равна: $P = I^2 R = \frac{\varepsilon^2 R}{(R + r)^2}$. Можно

доказать, исследовав функцию $P(R)$ на экстремум, что максимальная мощность выделяется, если $R=r$, следовательно, $R=1$ Ом, соответствующее значение силы тока найдём из графика $I = 6$ А. Тогда $P_{max} = I^2 R = 36$ Вт.

Ответ: 36 Вт.

9. На рисунке показана зависимость силы тока в электрической цепи от времени. Заряд, прошедший по проводнику на интервале времени от 5 до 15 с (в мКл) равен ...

Решение

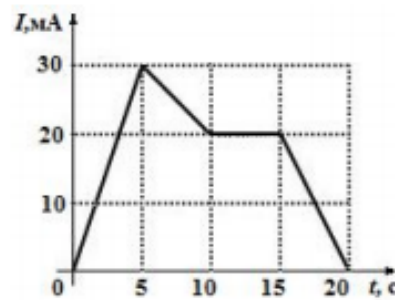
По определению сила тока в цепи равна

$I = \frac{dq}{dt}$, следовательно, $dq = I dt$, где dq –

заряд, прошедший по проводнику за бесконечно малый промежуток времени dt . Заряд, прошедший в заданном интервале времени,

можно определить по формуле $q = \int_{t_1}^{t_2} I dt$. Геометрический смысл

определённого интеграла – площадь под графиком функции. На рисунке представлен график зависимости силы тока от времени.



Следующие задачи рекомендовано решить самостоятельно.

Следует предоставить не только ответ, но и решение. Ответы предоставлены после условий задач. Для оценки удовлетворительно необходимо предоставить решение 10 задач.

1. Условиями существования тока являются следующие утверждения:

Варианты ответа:

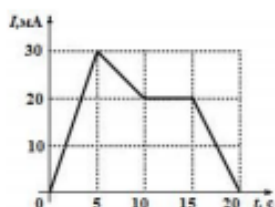
- а) проводник представляет эквипотенциальную поверхность;
- б) наличие свободных заряженных частиц;
- в) наличие электрического поля в проводнике;
- г) наличие ионов в узлах кристаллической решётки.

2. Плотность тока в проводящей среде зависит от ...

Варианты ответа:

- а) заряда проводника;
- б) сечения проводника;
- в) напряжённости электрического поля;
- г) удельного сопротивления среды.

3. На рисунке представлен график изменения тока, протекающего по проводнику, от времени. Какой заряд пройдёт через сечение проводника в интервале времени от 15 до 20 с ?



Варианты ответа:

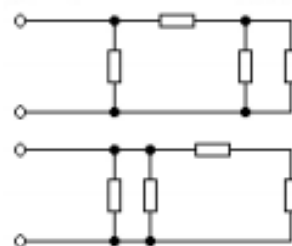
- а) 10 мКл; б) 20 мКл; в) 100 мКл; г) 50 мКл.

3. Согласно выводам классической электронной теории металлов удельное сопротивление металла зависит от ...

Варианты ответа:

- а) концентрации электронного газа;
- б) скорости теплового движения электронов;
- в) постоянной кристаллической решетки металла;
- г) массы и заряда ионов металла.

5. На рисунке представлены две цепи соединения резисторов. Сопротивление каждого резистора $3,0 \text{ Ом}$. Отношение эквивалентного сопротивления первой цепи ко второй равно ...



Варианты ответа:

- а) 1; б) 1,5; в) 2; г) 0,75.

6. Источник тока замыкается сначала сопротивлением 2 Ом , а затем сопротивлением 8 Ом . В обоих случаях на внешнем сопротивлении выделяется одинаковая мощность. Найти внутреннее сопротивление источника.

Варианты ответа:

- а) 4 Ом ; б) 2 Ом ; в) 3 Ом ; г) 6 Ом .

7. Нагреватель номинальной мощностью $4,4 \text{ кВт}$ при 220 В включён в сеть 220 В проводом, сопротивление которого 9 Ом . Какой окажется мощность нагревателя при таком включении?

Варианты ответа:

- а) $1,3 \text{ кВт}$; б) $4,0 \text{ кВт}$; в) $0,8 \text{ кВт}$; г) $2,4 \text{ кВт}$.

8. Цепь состоит из элемента и проводника с сопротивлением 2 Ом . Найти напряжение на зажимах элемента, если его электродвижущая сила равна $1,4 \text{ В}$, а внутреннее сопротивление – $0,8 \text{ Ом}$.

Варианты ответа:

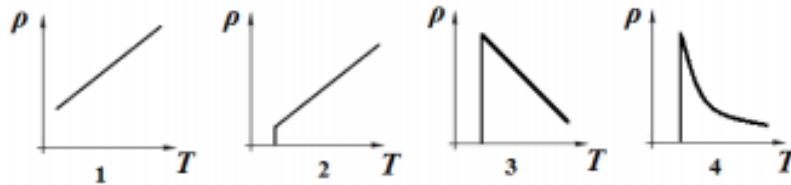
- а) $1,2 \text{ В}$; б) $1,0 \text{ В}$; в) $1,3 \text{ В}$; г) $1,1 \text{ В}$.

9. К аккумулятору с ЭДС $12,6 \text{ В}$ подключено сопротивление, в котором протекает ток силой $5,0 \text{ А}$. Определить работу сторонних сил по разделению заряда в аккумуляторе за 1 мин .

Варианты ответа:

- а) 63 Дж; б) 0,38 кДж; в) 3,8 кДж; г) 6,3 Дж.

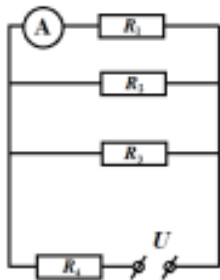
10. Зависимость удельного сопротивления от температуры в области сверхпроводящего перехода представлена графиком ...



Варианты ответа:

- а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.

11. Электрическая цепь состоит из четырех резисторов и амперметра, подключённых к источнику постоянного напряжения U указанным на схеме способом. При этом сопротивления резисторов $R_1 = 6$ Ом, $R_2 = 3$ Ом, $R_3 = 3$ Ом, $R_4 = 2$ Ом, а показание амперметра равно 1,0 А. Напряжение U равно ...



Варианты ответа:

- а) 16 В; б) 7 В; в) 8 В; г) 9 В.

12. Через резистор с сопротивлением 6,0 Ом течёт ток силой 5,0 А. Количество теплоты 300 Дж выделится на этом резисторе за время ...

Варианты ответа:

- а) 0,8 с; б) 2 с; в) 4 с; г) 8 с.

13. Три проводника с сопротивлениями 12 Ом, 9 Ом и 3 Ом соединены последовательно. Напряжение на концах цепи 120 В. Найти напряжения на проводнике с сопротивлением 9,0 Ом.

Варианты ответа:

- а) 40 В; б) 15 В; в) 45 В; г) 60 В.

14. Работа по разделению зарядов, совершаемая в батарее за 2 мин, равна 2,4 кДж. Найти внутреннее сопротивление батареи, если она поддерживает напряжение 12 В на лампе мощностью 15 Вт.

Варианты ответа:

- а) 2,0 Ом; б) 2,6 Ом; в) 1,6 Ом; г) 3,2 Ом.

15. Нагреватель сопротивлением 50 Ом за 0,50 ч вскипятит 4,2 кг воды, взятой при 20 °С. Определить падение напряжения на спирали нагревателя, если его КПД равен 80%. Удельная теплоёмкость воды равна 4200 Дж/(кг · К).

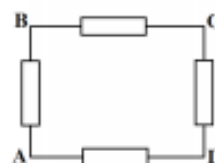
Варианты ответа:

- а) 110 В; б) 240 В; в) 220 В; г) 120 В.

16. Сопротивление каждого резистора равно 2,0 Ом. Эквивалентное сопротивление участка цепи AC равно ...

Варианты ответа:

- а) 2,0 Ом; б) 2,4 Ом; в) 2,6 Ом; г) 1,5 Ом.



17. Контактная разность потенциалов зависит от:

Варианты ответа:

- а) сечения приведённых в контакт металлов;
- б) природы контактируемых металлов;
- в) качества обработки контактов;
- г) температуры контакта.

18. Напряжение – это физическая величина, которая характеризует ...

Варианты ответа:

- а) работу сторонних сил;
- б) работу сил электрического поля;
- в) работу сторонних сил и работу сил электрического поля;
- г) силовую характеристику поля.

19. Электрический ток – это ...

Варианты ответа:

- а) движение заряженных частиц;
- б) направленное движение заряженных частиц;
- в) направленное движение электронов;
- г) направленное движение ионов.

20. Недостатками классической электронной теории являются ...

Варианты ответа:

- а) неполное объяснение закона Ома;
- б) неполное объяснение закона Джоуля-Ленца;
- в) неверная зависимость удельного сопротивления проводников от температуры;
- г) не совпадение теоретических выводов с экспериментальными данными относительно теплоёмкости металлов.

Ответы к тесту по постоянному электрическому току

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
б, в	в, г	г	а, б, в	б	а	а	б	в	б

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
а	б	в	г	в	а	б, г	в	б	в, г