

тельно получим

$$P_x = \frac{1}{\alpha} \left(\frac{R_1}{R_2 R_3} \right)^2 = 1 \text{ Вт} .$$

Задача 3. В схеме, изображенной на рисунке 3, конденсатор емкостью $C = 100 \text{ мкФ}$, заряженный до напряжения $U_0 = 5 \text{ В}$, подключен через

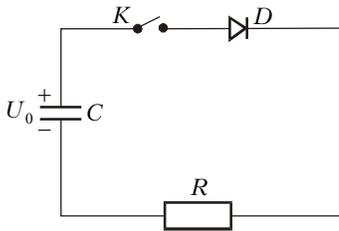


Рис. 3

диод D к резистору сопротивлением $R = 100 \text{ Ом}$. Вольт-амперная характеристика диода изображена на рисунке 4. В начальный момент ключ K разомкнут. Ключ замыкают. Чему равен ток в цепи сразу после замыкания ключа? Чему равно напряжение на конденсаторе, когда ток в цепи равен 10 мА ? Какое количество теплоты выделится на диоде после замыкания ключа?

Сразу после замыкания ключа напряжение на конденсаторе остается неизменным по величине и по знаку. Предположим, что начальный ток I_0 в цепи больше 10 мА . Закон Ома для нашей замкнутой цепи в этот момент имеет вид

для нашей замкнутой цепи в этот момент имеет вид

$$U_0 = U_n + I_0 R ,$$

где U_n – пороговое напряжение диода ($U_n = 1 \text{ В}$). Подставляя числовые значения, получим

$$I_0 = \frac{U_0 - U_n}{R} = 40 \text{ мА} .$$

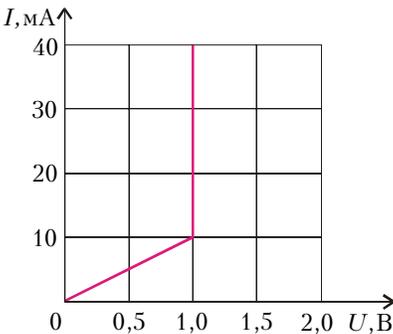


Рис. 4

Поскольку полученное значение тока больше

10 мА , наше предположение верно.

После замыкания ключа конденсатор будет разряжаться, а ток в цепи будет уменьшаться. Когда ток станет равным $I_1 = 10 \text{ мА}$, из закона Ома найдем напряжение U_c на конденсаторе:

$$U_c = U_n + I_1 R = 2 \text{ В} .$$

От момента замыкания ключа и до полной разрядки конденсатора диод будет находиться в двух режимах: когда ток в цепи изменяется от $I_0 = 40 \text{ мА}$ до $I_1 = 10 \text{ мА}$ и когда ток изменяется от $I_1 = 10 \text{ мА}$ до нуля. В первом режиме напряжение на диоде будет оставаться постоянным и равным $U_n = 1 \text{ В}$, а напряжение на конденсаторе будет падать от $U_0 = 5 \text{ В}$ до $U_c = 2 \text{ В}$. За это время через диод пройдет заряд

$$q = C(U_0 - U_c) = 3 \cdot 10^{-4} \text{ Кл} ,$$

и выделившееся на диоде количество теплоты будет равно

$$Q_1 = qU_n = 3 \cdot 10^{-4} \text{ Дж} .$$

Во втором режиме диод ведет себя как обычный резистор с сопротивлением $R_d = U_n / I_1 = 100 \text{ Ом}$. После окончания первого режима напряжение на конденсаторе равно $U_c = 2 \text{ В}$, а оставшаяся энергия электрического поля конденсатора составляет

$$W = \frac{CU_c^2}{2} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ Дж} .$$

Поскольку сопротивление диода R_d равно сопротивлению резистора R , эта энергия разделится поровну между диодом и резистором. Следовательно, на диоде во втором режиме выделится количество теплоты

$$Q_2 = \frac{W}{2} = 10^{-4} \text{ Дж} .$$

Тогда полное количество теплоты, которое выделится на диоде после замыкания ключа, будет равно

$$Q_d = Q_1 + Q_2 = 4 \cdot 10^{-4} \text{ Дж} .$$

Задача 4. При каких сопротивлениях резистора R в цепи на рисунке 5 в случае размыкания рубильника K может возникнуть дуговой разряд? Известно, что напряжение U на участке дугового разряда связано с током I в цепи соотношением $U = a + b/I$, где a и b – константы, причем $a = 10 \text{ В}$ и $b = 100 \text{ В} \cdot \text{А}$. ЭДС батареи $E = 100 \text{ В}$. Считать, что все сопротивление цепи сосредоточено в резисторе. Какой ток установится в цепи, если $R = 8 \text{ Ом}$?

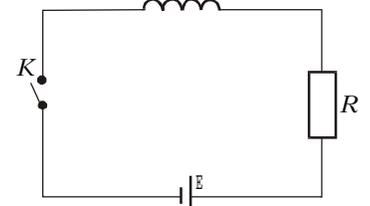


Рис. 5

Сначала несколько слов о включенной в цепь катушке, величина индуктивности которой не задана. Сразу отметим, что дуговой разряд потому и возникает при разрыве цепи с током, что в цепи имеется достаточно большая индуктивность. В момент разрыва цепи индуктивность, благодаря своей инерционности, стремится сохранить в цепи ток, а это приводит к появлению достаточно большой разности потенциалов на воздушном зазоре рубильника, что и вызывает появление дугового разряда. В дальнейшем мы будем рассматривать стационарные режимы, когда при наличии дугового разряда в цепи течет постоянный ток. В этом случае индуктивность не влияет на величину тока в цепи.

Рассмотрим условие возникновения дугового разряда в зависимости от величины сопротивления резистора R . Качественно можно сказать, что дуга будет поддерживаться при малых сопротивлениях резистора, поскольку при больших R на резисторе будет выделяться большое количество теплоты и батарея будет не в состоянии (по энергетическим соображениям) поддерживать дуговой разряд. Пусть в цепи течет ток I , а напряжение на разряде равно U . Закон Ома для замкнутой цепи будет иметь вид

$$U = E - IR .$$

В координатах U и I это уравнение прямой, которую обычно называют нагрузочной прямой. С другой стороны, вольт-амперная характеристика дугового разряда имеет вид гипер-

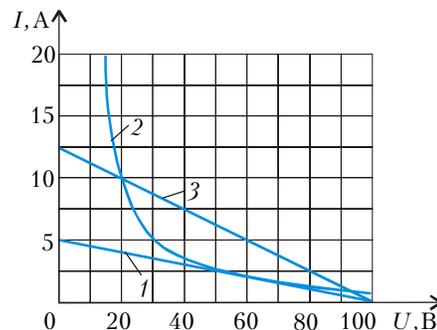


Рис. 6