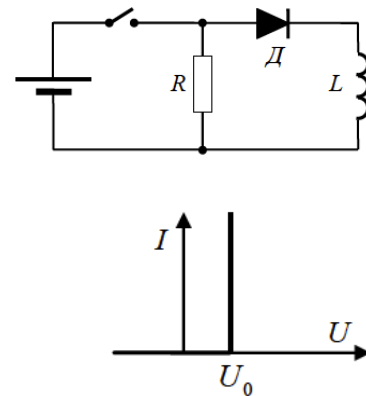


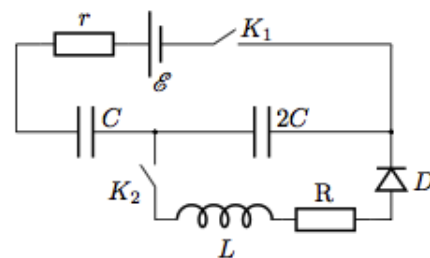
## Диод и колебательный контур

ЗАДАЧА 1. («Покори Воробьёвы горы!», 2015, 10–11) В схеме, показанной на рисунке сверху, диод  $D$  не является идеальным — его вольтамперная характеристика показана на рисунке снизу. В некоторый момент времени, когда ток в катушке был равен нулю, ключ замкнули. Найти силу тока, который будет течь через резистор спустя достаточно большой промежуток времени. ЭДС и внутреннее сопротивление источника равны соответственно  $\mathcal{E}$  и  $r$ , омическое сопротивление катушки равно по величине внутреннему сопротивлению источника, сопротивление резистора  $R$  и пороговое напряжение диода  $U_0$  считать известными.



$$\left. \begin{array}{l} \left(\frac{U}{\mathcal{E}} + 1\right) \Omega \leq \varrho \text{ ил.э.} \\ \left(\frac{U}{\mathcal{E}} + 1\right) \Omega > \varrho \text{ ил.э.} \end{array} \right\} = \nu I$$

ЗАДАЧА 2. (Всеросс., 2011, регион, 11) Электрическая цепь состоит из идеального источника тока с ЭДС  $\mathcal{E}$ , двух конденсаторов ёмкостью  $C$  и  $2C$ , катушки индуктивности  $L$ , сопротивлений  $R$  и  $r$ , идеального диода  $D$  и двух ключей  $K_1, K_2$  (см. рисунок). В начальный момент времени конденсаторы не заряжены, а ключи разомкнуты. Сначала замыкают ключ  $K_1$ . Найдите:



1) напряжение  $U_{2C}$ , установившееся на конденсаторе  $2C$ ;

2) работу  $A$ , совершённую источником тока.

После того как конденсаторы зарядятся, ключ  $K_1$  размыкают, а ключ  $K_2$  замыкают. Затухание в получившемся  $RLC$ -контуре мало, то есть теплота, которая выделяется на резисторе  $R$  за полпериода колебаний, намного меньше начальной энергии, запасённой в конденсаторе ёмкостью  $2C$ .

3) Найдите зависимость силы тока  $I = I(t)$  от времени.

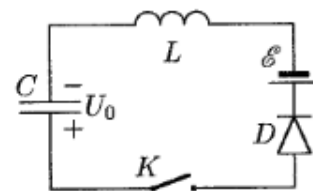
4) Постройте соответствующий график.

5) Определите количество теплоты  $Q_R$ , которое выделится на резисторе.

6) Вычислите установившееся напряжение  $U_D$  на диоде.

$$\left. \begin{array}{l} \frac{7Q_C \wedge}{1} = \omega \text{ ил. } \mathcal{E} / \varrho - = \sigma \Omega ; \nu \omega_z \varrho z C \pi^{\frac{6}{2}} = \nu \varrho \\ \omega / \nu \leq t \text{ ил.э.} \\ \omega / \pi > t \text{ ил.э.} \end{array} \right\} = I ; z \varrho C^{\frac{3}{2}} = \nu : \frac{\mathcal{E}}{\varrho} = \sigma z \Omega$$

Задача 3. (МФТИ, 2004) В схеме, приведённой на рисунке, при разомкнутом ключе  $K$  конденсатор ёмкостью  $C = 20$  мкФ заряжен до напряжения  $U_0 = 8$  В. Индуктивность катушки  $L = 0,2$  Гн, ЭДС батареи  $\mathcal{E} = 3$  В, диод  $D$  — идеальный.

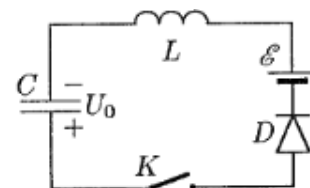


1) Определить максимальный ток в цепи после замыкания ключа  $K$ .

2) Какое напряжение установится на конденсаторе после замыкания ключа?

$$I_{\max} = \frac{1}{L} \sqrt{(\mathcal{E} - U_0) U_0} = 50 \text{ mA}; \quad U = U_0 - 2\mathcal{E} = 2 \text{ V} \quad (\text{индукция и энергия в магнитном поле})$$

Задача 4. (МФТИ, 2004) В схеме, приведённой на рисунке, при разомкнутом ключе  $K$  конденсатор ёмкостью  $C = 10$  мкФ заряжен до напряжения  $U_0 = 2$  В. Индуктивность катушки  $L = 0,1$  Гн, ЭДС батареи  $\mathcal{E} = 5$  В, диод  $D$  — идеальный.

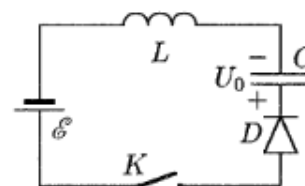


1) Определить максимальный ток в цепи после замыкания ключа  $K$ .

2) Какое напряжение установится на конденсаторе после замыкания ключа?

$$I_{\max} = \frac{1}{L} \sqrt{(\mathcal{E} + U_0) U_0} = 70 \text{ mA}; \quad U = U_0 + 2\mathcal{E} = 12 \text{ V} \quad (\text{полярность противоположная})$$

Задача 5. (МФТИ, 2004) В схеме, приведённой на рисунке, при разомкнутом ключе  $K$  конденсатор ёмкостью  $C = 30$  мкФ заряжен до напряжения  $U_0 = 4$  В. Индуктивность катушки  $L = 0,3$  Гн, ЭДС батареи  $\mathcal{E} = 10$  В, диод  $D$  — идеальный.

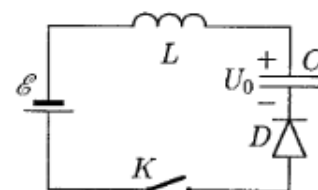


1) Определить максимальный ток в цепи после замыкания ключа  $K$ .

2) Какое напряжение установится на конденсаторе после замыкания ключа?

$$I_{\max} = \frac{1}{L} \sqrt{(\mathcal{E} - U_0) U_0} = 60 \text{ mA}; \quad U = U_0 - 2\mathcal{E} = 16 \text{ V} \quad (\text{полярность не меняется})$$

Задача 6. (МФТИ, 2004) В схеме, приведённой на рисунке, при разомкнутом ключе  $K$  конденсатор ёмкостью  $C = 40$  мкФ заряжен до напряжения  $U_0 = 5$  В. Индуктивность катушки  $L = 0,4$  Гн, ЭДС батареи  $\mathcal{E} = 2$  В, диод  $D$  — идеальный.

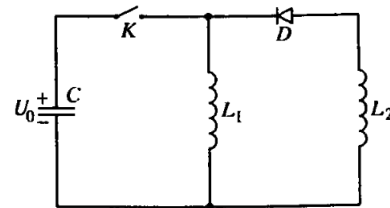


1) Определить максимальный ток в цепи после замыкания ключа  $K$ .

2) Какое напряжение установится на конденсаторе после замыкания ключа?

$$I_{\max} = \frac{1}{L} \sqrt{(\mathcal{E} + U_0) U_0} = 70 \text{ mA}; \quad U = U_0 + 2\mathcal{E} = 6 \text{ V} \quad (\text{полярность противоположная})$$

ЗАДАЧА 7. (МФТИ, 1998) В схеме, изображённой на рисунке, катушки  $L_1$  и  $L_2$  закорочены через идеальный диод  $D$ . В начальный момент ключ  $K$  разомкнут, а конденсатор ёмкости  $C$  заряжен до напряжения  $U_0$ . Через некоторое время после замыкания ключа  $K$  напряжение на конденсаторе станет равным нулю.



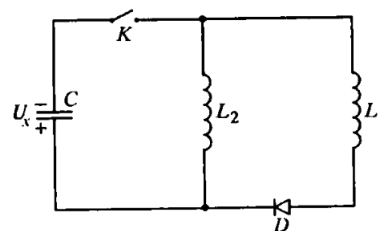
1) Найти ток через катушку  $L_1$  в этот момент времени.

Затем конденсатор перезарядится до некоторого максимального напряжения.

2) Чему будут равны в этот момент токи в катушках?

$$\frac{\tau T + \tau T}{2 \tau T \wedge 0 \Omega} = I \quad (\tau : \frac{\tau T}{2} \wedge 0 \Omega = \tau T \quad I)$$

ЗАДАЧА 8. (МФТИ, 1998) В схеме, изображённой на рисунке, катушки с индуктивностями  $L_1$  и  $L_2$  и пренебрежимо малыми сопротивлениями закорочены через идеальный диод  $D$ . В начальный момент ключ  $K$  разомкнут, а конденсатор ёмкости  $C$  заряжен до неизвестного напряжения  $U_x$ . Через некоторое время  $\tau$  после замыкания ключа напряжение на конденсаторе станет равным нулю, а затем конденсатор перезарядится до некоторого максимального напряжения, и в этот момент через диод  $D$  будет течь ток, равный  $I_0$ .



1) Определить  $\tau$ .

2) Определить начальное напряжение  $U_x$ .

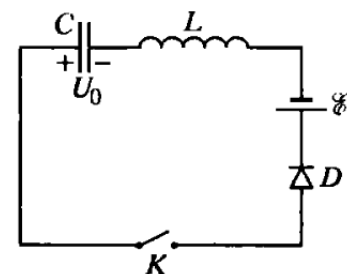
$$\frac{\tau T \wedge 0}{(\tau T + \tau T) 0 I} = x \Omega \quad (\tau : \tau T \wedge \frac{\tau}{x} = \tau \quad I)$$

ЗАДАЧА 9. (МФТИ, 1999) В схеме, изображённой на рисунке, при разомкнутом ключе  $K$  конденсатор ёмкостью  $C = 20$  мкФ заряжен до напряжения  $U_0 = 12$  В. ЭДС аккумулятора  $\mathcal{E} = 5$  В. Индуктивность катушки  $L = 2$  Гн.

1) Чему равен ток, установившийся в цепи после замыкания ключа?

2) Чему равен максимальный ток в цепи после замыкания ключа?

Внутренним сопротивлением аккумулятора и омическим сопротивлением катушки пренебречь.  $D$  — идеальный диод.



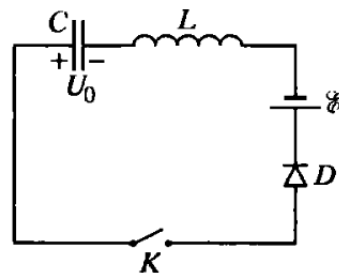
$$\forall \tau \tau' 0 = (\mathcal{E} - 0) \frac{T}{\underline{C}} \wedge = \text{max} I \quad (\tau : 0 = I \quad I)$$

Задача 10. (МФТИ, 1999) В схеме, изображённой на рисунке, при разомкнутом ключе  $K$  конденсатор ёмкостью  $C = 10$  мкФ заряжен до напряжения  $U_0 = 10$  В. ЭДС аккумулятора  $\mathcal{E} = 15$  В, индуктивность катушки  $L = 0,1$  Гн.

1) Чему равен установившийся ток в цепи после замыкания ключа?

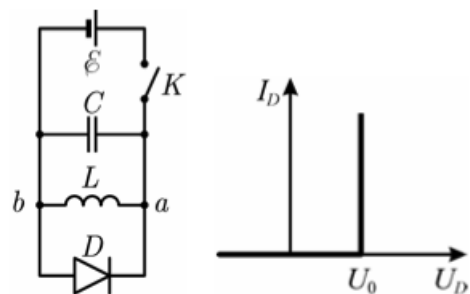
2) Чему равен максимальный ток в цепи после замыкания ключа?

Внутренним сопротивлением аккумулятора и омическим сопротивлением катушки пренебречь.  $D$  — идеальный диод.



$$\forall \varphi_0 = (\varphi_1 - \varphi_2) \frac{r}{L} = \text{const } I \quad (\varphi_1 = I)$$

Задача 11. (МФО, 2014, 11) В цепи, схема которой изображена на рисунке, катушка имеет индуктивность  $L$ , ёмкость конденсатора равна  $C$ , сопротивление источника, активное сопротивление катушки и сопротивления проводов пренебрежимо малы. Вольт-амперная характеристика диода  $D$  изображена на графике ( $I_D$  — сила текущего через диод тока;  $U_D = \varphi_b - \varphi_a$ , где  $\varphi_a$  и  $\varphi_b$  — потенциалы соответствующих точек цепи). В начальный момент ключ  $K$  разомкнут, а конденсатор  $C$  не заряжен. Ключ  $K$  замыкают на время  $t_0 < \sqrt{LC}$ , а затем снова размыкают. Определите отношение ЭДС источника  $\mathcal{E}$  к напряжению  $U_0$ , при котором открывается диод, если заряд, прошедший через диод после размыкания ключа, в  $n$  раз больше заряда, прошедшего через катушку за время  $t_0$ , пока ключ был замкнут.



$$\frac{(\varphi_1 + \varphi_2) \tau}{(\varphi_1 + \varphi_2) \varphi_1 \tau + \varphi_2 \tau \sqrt{\varphi_1 + \varphi_2}} = \frac{\varphi_1}{\varphi_2}$$