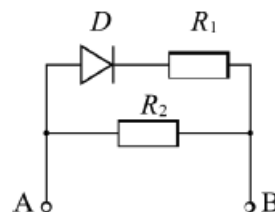


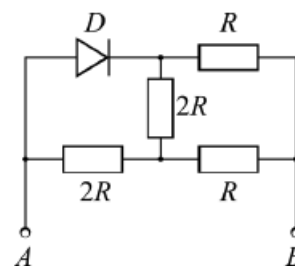
Диод и резисторы

ЗАДАЧА 1. («Курчатов», 2018, 9) Из идеального диода D и двух резисторов собрана электрическая цепь, схема которой показана на рисунке. Школьник Иннокентий измерил с помощью омметра сопротивление между клеммами A и B . Прибор показал значение 30 кОм. Затем Иннокентий изменил полярность подключения омметра и вновь измерил сопротивление между A и B . В этот раз прибор показал сопротивление 12 кОм. Помогите Иннокентию вычислить сопротивления резисторов R_1 и R_2 .



$$R_1 = 20 \text{ кОм}, R_2 = 30 \text{ кОм}$$

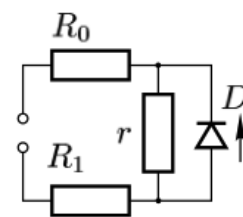
ЗАДАЧА 2. («Курчатов», 2018, 10) Из четырёх резисторов и идеального диода собрана электрическая цепь, схема которой показана на рисунке. Сопротивление $R = 10$ кОм. Определите силу тока, который будет протекать через диод, если к клеммам A и B подключить идеальный источник напряжения $U = 10$ В.



$$I = 1,25 \text{ мА}$$

ЗАДАЧА 3. (Всеросс., 2009, PЭ, 9) В электрической цепи (рис.) сопротивления резисторов $R_0 = 15$ Ом, $r = 16$ Ом. Параллельно резистору r подсоединён электронный ключ D (диод). Вычислите сопротивление резистора R_1 , если суммарная мощность, выделяемая на резисторах R_1 и r , не зависит от полярности приложенного напряжения.

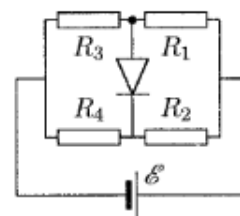
Примечание. Полупроводниковый диод — это электронное устройство, которое пропускает электрический ток только в одном направлении (по стрелке на рисунке). При этом сопротивление диода пренебрежимо мало.



$$R_1 = \frac{r}{2} \left(\sqrt{r^2 + 4R_0^2} - r \right) = 9 \text{ Ом}$$

ЗАДАЧА 4. (МФТИ, 2006) 1) При каких значениях сопротивления резистора R_1 идеальный диод в схеме, изображённой на рисунке, будет открыт, если $R_2 = 2$ Ом, $R_3 = 3$ Ом, $R_4 = 4$ Ом?

2) Чему будет равен ток через диод при $R_1 = 1$ Ом, если ЭДС батареи $\mathcal{E} = 10$ В, а её внутренним сопротивлением можно пренебречь?

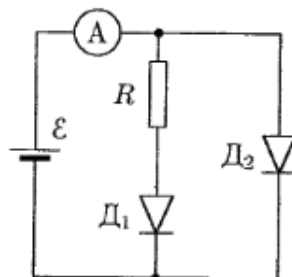
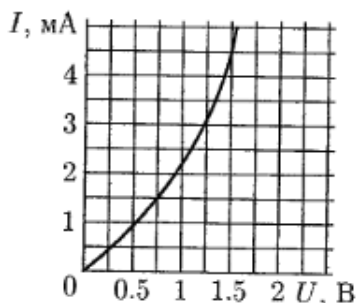


$$1) R_1 > \frac{R_2 R_3}{R_4} = 1,5 \text{ Ом}; 2) I = 0,4 \text{ А}$$

ЗАДАЧА 5. (МФТИ, 2003) Вольт-амперная характеристика диода в прямом направлении изображена на рисунке слева. Два таких диода D_1 и D_2 включены в схему, изображённую на правом рисунке. ЭДС батареи $\mathcal{E} = 1,5$ В, сопротивление резистора $R = 500$ Ом.

- 1) Чему равно напряжение на диоде D_1 ?
- 2) Что покажет амперметр А?

Внутренним сопротивлением батареи и амперметра пренебречь.

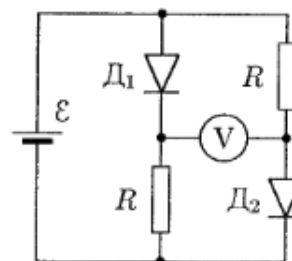
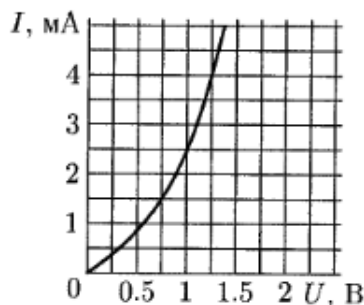


$$U_1 = 0,75 \text{ В}; I = 6 \text{ mA}$$

ЗАДАЧА 6. (МФТИ, 2003) Вольт-амперная характеристика диода в прямом направлении изображена на рисунке слева. Два таких диода D_1 и D_2 включены в схему, изображённую на правом рисунке. ЭДС батареи $\mathcal{E} = 2$ В, сопротивление резисторов $R = 800$ Ом.

- 1) Чему равен ток через каждый диод?
- 2) Что покажет идеальный вольтметр V?

Внутренним сопротивлением батареи пренебречь.



$$I_1 = I_2 = 1,5 \text{ mA}; V = 0,5 \text{ В}$$

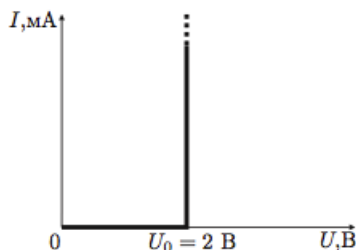
ЗАДАЧА 7. («Покори Воробьёвы горы!», 2017, 10–11) «Слабонеидеальный» диод открывается при напряжении, равном 1 В, и в открытом состоянии может пропустить любой ток без увеличения напряжения. Его подключают к источнику с ЭДС, равной 4 В. Чему будет равно отношение мощности тепловых потерь на диоде к мощности тепловых потерь на внутреннем сопротивлении источника? Сопротивлением соединительных проводов пренебречь.

$$\frac{\mathcal{E}}{I}$$

ЗАДАЧА 8. (Всеросс., 2012, финал, 9) Полупроводниковый диод — это устройство, которое пропускает электрический ток только в одном направлении (рисунок слева). Если диод включить в обратном направлении (рисунок справа), ток через него течь не будет.

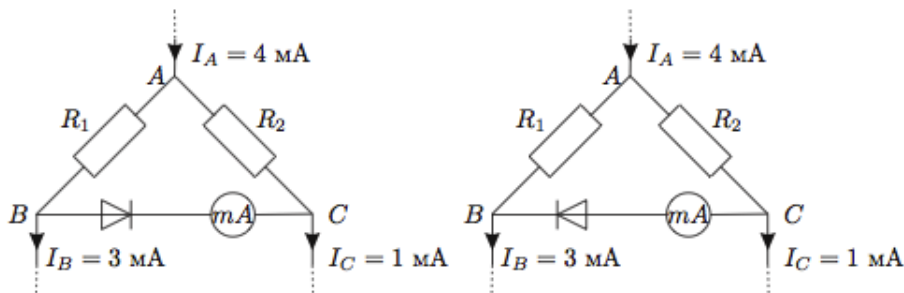


Вольт-амперная характеристика (зависимость силы тока через диод от напряжения на диоде) идеализированного диода приведена ниже на графике.



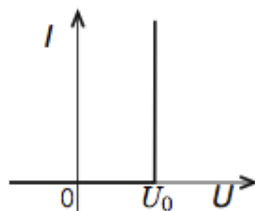
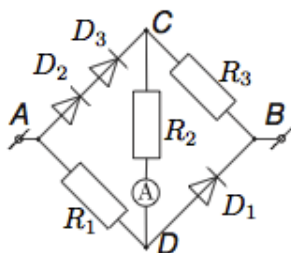
1) На нижнем левом рисунке изображён фрагмент разветвлённой электрической цепи. Сопротивления резисторов равны: $R_1 = 6 \text{ кОм}$, $R_2 = 5 \text{ кОм}$. Определите падение напряжения на диоде и силу тока, протекающего через миллиамперметр.

2) Диод включили в цепь другой полярностью (нижний правый рисунок). Сопротивления резисторов не изменились. Для этого случая определите падение напряжения на диоде и силу тока, текущего через миллиамперметр. В обоих случаях миллиамперметр считайте идеальным.



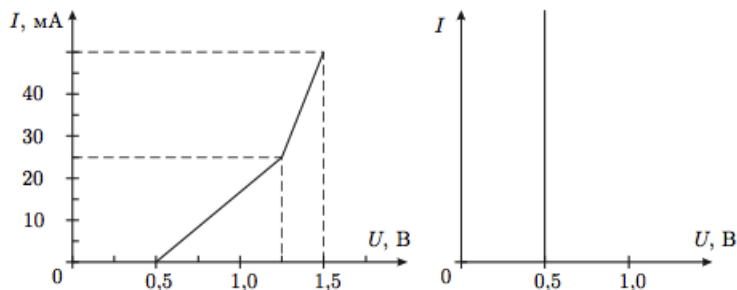
$$\boxed{1) U^{BC} = -13 \text{ В}, I = 0; 2) U^{BC} = 2 \text{ В}, I = 1 \text{ мА}}$$

ЗАДАЧА 9. (Всеросс., 2015, финал, 9) Электрическая цепь, схема которой представлена на рисунке слева, содержит три одинаковых резистора сопротивлением $R_1 = R_2 = R_3 = R$ и три одинаковых диода D_1, D_2 и D_3 . Зависимость силы тока, протекающего через диод, от напряжения на нём представлена на рисунке справа. Определите силу тока через амперметр I_A в зависимости от напряжения U_{AB} между точками A и B. Амперметр идеальный. Постройте график зависимости I_A от U_{AB} , указав значение силы тока и напряжение в характерных точках (например, максимум, минимум, излом).



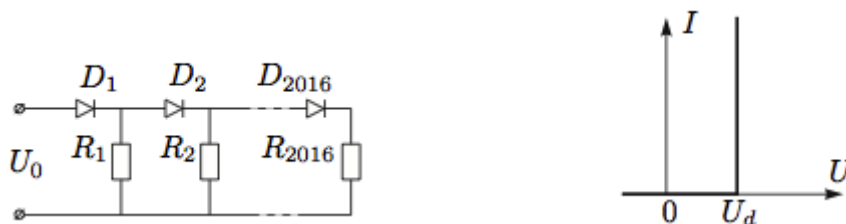
$$\boxed{I_A = \begin{cases} U_{AB}/(3R), & \text{если } U_{AB} > \frac{2}{3}U_0; \\ U_0/(2R), & \text{если } \frac{2}{3}U_0 > U_{AB} > \frac{1}{3}U_0; \\ (3U_0 - U_{AB})/R, & \text{если } U_{AB} < \frac{1}{3}U_0. \end{cases}}$$

ЗАДАЧА 10. (Всеросс., 2014, РЭ, 10) Теоретик Баг предложил экспериментатору Глюку определить схему электрического «чёрного ящика» (ЧЯ) с двумя выводами. В ящике находятся два одинаковых диода и два разных резистора. Вольт-амперная характеристика (ВАХ) «чёрного ящика» приведена на левом рисунке, а ВАХ диода — на правом рисунке. Восстановите схему ЧЯ и определите сопротивление каждого из резисторов.



См. конец листка

ЗАДАЧА 11. (Всеросс., 2016, финал, 10) Электрическая цепь (рисунок слева) состоит из 2016 звеньев, состоящих из одинаковых диодов и резисторов. Вольтамперная характеристика диода приведена на рисунке справа, напряжение $U_d = 1$ В. Сопротивление каждого резистора $R = 1$ Ом. На вход схемы подаётся постоянное напряжение U_0 .

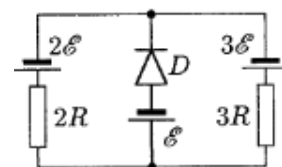


- 1) Определите силы токов через диоды и через резисторы при входном напряжении $U_0 = 4,4$ В.
- 2) Постройте вольтамперную характеристику схемы (зависимость тока I_0 от U_0) в диапазоне от 0 В до 3 В.
- 3) Определите входное напряжение U_0 , при котором ток через цепь равен $I_0 = 14$ А.

2) См. конец листка; 3) $U_0 = 5,8$ В

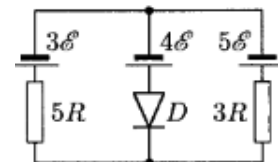
$$I_1 = 3,4 \text{ А}, I_2 = 2,4 \text{ А}, I_3 = 1,4 \text{ А}, I_4 = 0,4 \text{ А}; I_{D1} = 7,6 \text{ А}, I_{D2} = 4,2 \text{ А}, I_{D3} = 1,8 \text{ А}, I_{D4} = 0,4 \text{ А}$$

ЗАДАЧА 12. (МФТИ, 2005) В схеме, изображённой на рисунке, определите ток через идеальный диод D и напряжение на диоде. Параметры схемы указаны на рисунке, внутренними сопротивлениями батарей пренебречь.



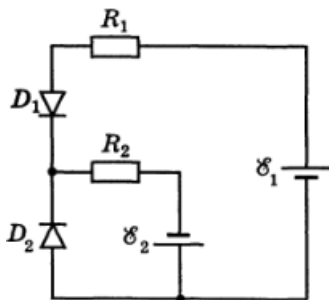
$$I = \frac{2\epsilon}{3R} = I$$

ЗАДАЧА 13. (МФТИ, 2005) В схеме, изображённой на рисунке, определите напряжение на идеальном диоде D и ток через диод. Параметры схемы указаны на рисунке, внутренними сопротивлениями батарей пренебречь.



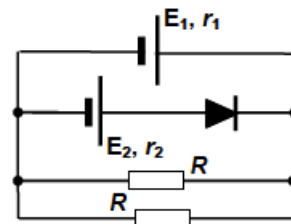
$$0 = I \cdot \mathcal{E}_1 - \Omega$$

ЗАДАЧА 14. (Всеросс., 1998, финал, 10) Определите силы токов, протекающих через диоды D_1 и D_2 в электрической цепи, параметры которой указаны на рисунке. Диоды считать идеальными.



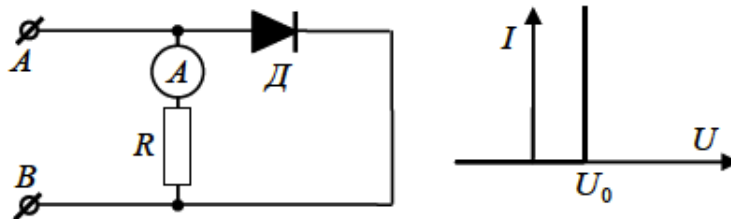
$$0 = I_2 \cdot \mathcal{E}_2 - I_1 \cdot \mathcal{E}_1 + I_1 R_1 - I_2 R_2 = I_1 (\mathcal{E}_1 - R_1) - I_2 (R_2 - \mathcal{E}_2) = 0$$

ЗАДАЧА 15. («Покори Воробьёвы горы!», 2015, 10–11) В схеме, приведённой на рисунке, диод можно считать идеальным. ЭДС аккумуляторов равны $\mathcal{E}_1 = 36$ В и $\mathcal{E}_2 = 32$ В, их внутренние сопротивления $r_1 = 5$ Ом и $r_2 = 2$ Ом соответственно. Нагрузкой являются два резистора с одинаковым сопротивлением $R = 50$ Ом, соединённые параллельно. Во сколько раз изменится выделяющаяся на нагрузке мощность P , если подключить в качестве нагрузки эти же два резистора, соединённые последовательно?



$$P \text{ изменится в } \frac{(\mathcal{E}_1 + r_1 + \mathcal{E}_2 + r_2)(I_1)}{(R + r_1)(I_2)} \approx 3,34 \text{ раза}$$

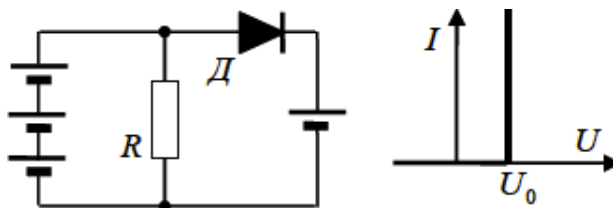
ЗАДАЧА 16. («Покори Воробьёвы горы!», 2016, 10–11) В схеме, показанной на рисунке слева, диод \mathcal{D} не является идеальным — его вольтамперная характеристика показана на рисунке справа



При подключении к клеммам A и B одного аккумулятора амперметр показывает ток $I_1 = 0,36$ А, при подключении двух таких аккумуляторов, соединённых последовательно — ток $I_2 = 0,48$ А, трёх — ток $I_3 = 0,50$ А. При последовательном подключении четырёх таких аккумуляторов ток в ветви с амперметром остается равным $I_3 = 0,50$ А. Найти ЭДС и внутреннее сопротивление источника, а также сопротивление резистора R , если пороговое напряжение диода $U_0 = 4,5$ В. Внутреннее сопротивление амперметра пренебрежимо мало.

$$r_{\text{вн}} = \frac{\varepsilon U}{0,6} = 1,5 \text{ Ом}; \quad r_{\text{вн}} = \frac{\varepsilon I (\varepsilon - I r)}{0,6 (\varepsilon - I r)} = 1,5 \text{ Ом}; \quad \varepsilon = \frac{I_1 (\varepsilon - I_1 r)}{0,36} = 6 \text{ В}$$

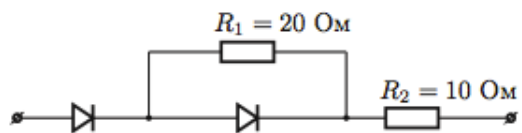
ЗАДАЧА 17. («Покори Воробьёвы горы!», 2016, 10–11) В схеме, показанной на рисунке слева, диод \mathcal{D} не является идеальным — его вольтамперная характеристика показана на рисунке справа.



Все источники одинаковы, их внутреннее сопротивление равно r , а сопротивление резистора $R = 2r$. Найдите зависимость мощности тепловыделения в резисторе от величины ЭДС источников. Пороговое напряжение диода U_0 считать известным.

$$P = \begin{cases} \frac{18\varepsilon^2}{25r}, & \text{если } \varepsilon \geq 5U_0; \\ \frac{18(2\varepsilon + U_0)^2}{25r}, & \text{если } \varepsilon < 5U_0 \end{cases}$$

Ответ к задаче 10



Ответ к задаче 11

