

Задание 11-01 ПОСТОЯННЫЙ ТОК. Закон Ома. Соединения проводников. Электроизмерительные приборы

° - задачи с рисунком, * - задачи для решения дома

Задачи простые

A1*. Объясните разницу между электрическим током в металлическом проводнике, разряжающим электроскоп, и соединяющим полюсы источника напряжения (батарейки)?

A2*. Известно, что в металлах электроны проводимости двигаются направленно со скоростью несколько миллиметров в секунду. Почему же электрическая лампа в люстре зажигается практически мгновенно после поворота выключателя?

A3*. Чему равна сила тока в проводнике, если за 1 мин через сечение проводника протекает заряд 30 мкКл?

A4*. По проводу течет ток силой 10 А. Найти массу электронов, проходящих через поперечное сечение этого провода за час.

A5*. Сколько электронов проходит через поперечное сечение проводника за 1 нс при силе тока 32 мкА?

A6*. Электрическая цепь состоит из двух последовательно соединенных кусков медного провода сечениями $S_1 = 2 \text{ мм}^2$ и $S_2 = 3 \text{ мм}^2$. Сравните скорости упорядоченного движения электронов в проводах.

A7*. Найдите скорость упорядоченного движения электронов в проводе с площадью поперечного сечения 5 мм^2 при силе тока 10 А, если концентрация электронов проводимости $5 \cdot 10^{28} \text{ м}^{-3}$.

A8*. По проводнику течет ток силой 0.2 А, разность потенциалов на концах проводника 7 В. Чему равно сопротивление проводника?

A9*. Может ли электрический ток течь от более низкого потенциала к более высокому? Может ли это происходить в металлическом проводнике?

A10*. Сопротивление длинного медного провода при температуре 0°C равно 0.005 Ом. Каким оно будет при температуре 80°C ? Температурный коэффициент сопротивления меди $\alpha = 4.3 \cdot 10^{-3} \text{ К}^{-1}$.

A11*. Медная проволока массы $m = 300 \text{ г}$ имеет электрическое сопротивление $R = 57 \text{ Ом}$. Найдите длину проволоки l и площадь её поперечного сечения S . Плотность меди $f = 8.9 \text{ г/см}^3$, удельное сопротивление — $\rho = 1.7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м}$.

A12*. Алюминиевая и медная проволоки имеют равные массы и одинаковые площади поперечного сечения. Какая из проволок имеет большее сопротивление? Плотность и удельное сопротивление алюминия равны $f = 8.9 \text{ г/см}^3$ и $\rho = 1.7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м}$.

A13*. Последовательно соединены N равных сопротивлений. Как изменится сопротивление цепи, при их параллельном соединении?

A14*. Плотностью тока j называется отношение силы тока в проводнике к площади сечения этого проводника: $j = I/S$. Выразите плотность тока через напряженность электрического поля E в проводнике и удельное сопротивление проводника ρ .

A15*. Постройте вольтамперную характеристику (ВАХ) для металлического проводника сопротивлением 1 Ом. Как изменится угол наклона графика к оси U при изменении сопротивления R проводника? Какую величину характеризует тангенс этого угла?

A16*. Перечислите, в чём основные различия и в чём сходство амперметра и вольтметра?

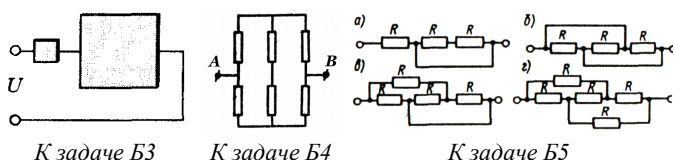
A17*. Каким сопротивлением должен обладать электроизмерительный прибор, чтобы его использовать либо в качестве вольтметра с пределом измерения 15 В, либо в качестве миллиамперметра с пределом измерения 7.5 мА?

Задачи средние

B1*. Определите сопротивление мотка стальной проволоки диаметром 1 мм, масса которого 300 г.

B2*. Какие общие сопротивления можно получить, используя три резистора сопротивлением 60 Ом каждый?

B3°. Квадратные медные пластины одинаковой толщины, площади которых $S_1 = 1 \text{ см}^2$ и $S_2 = 1 \text{ м}^2$, включены в цепь, как показано на рисунке. Покажите, что электрическое сопротивление пластин одинаково.

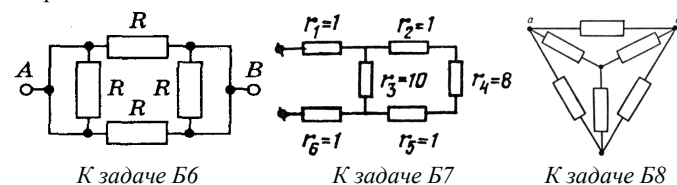


B4°. Определите общее сопротивление участка AB, состоящего из шести одинаковых резисторов с сопротивлением R каждый.

B5°. Определите сопротивления цепей, показанных на рисунке.

B6°. Четыре одинаковых резистора включили в цепь так, как показано на рисунке. Каково общее сопротивление между точками A и B?

B7°. Определите общее сопротивление цепи. Значения сопротивлений $r_1 - r_6$ даны в Омах.



B8°. Провода соединены по схеме, изображенной на рисунке. Сопротивление каждого из проводов 1 Ом. Чему равно сопротивление R_{ab} между точками a и b?

B9°. Нихромовая спираль нагревательного прибора должна иметь сопротивление 30 Ом при температуре накала 900°C . Проволоку какой длины надо взять для изготовления спирали, если площадь её поперечного сечения равна 0.3 мм^2 ? Температурный коэффициент сопротивления нихрома $\alpha = 0.2 \cdot 10^{-3} \text{ К}^{-1}$.

B10°. Вольфрамовая нить электрической лампы при температуре $t_1 = 2000^\circ\text{C}$ имеет сопротивление $R_1 = 200 \text{ Ом}$. Определите её сопротивление при температуре $t_2 = 20^\circ\text{C}$. Температурный коэффициент сопротивления вольфрама $\alpha = 4.6 \cdot 10^{-3} \text{ К}^{-1}$.

B11. До какой температуры нагревается нихромовая спираль электрогрелки, если ток, проходящий через спираль в момент её включения ($t_1 = 20^\circ\text{C}$), в 1.09 раза превышает рабочий ток?

B12. Определите температуру t_1 нити лампочки, если при включении в сеть с напряжением $U = 220 \text{ В}$ по нити идёт ток $I = 0.68 \text{ А}$. При $t = 20^\circ\text{C}$ сопротивление вольфрамовой нити электрической лампочки $R = 36 \text{ Ом}$.

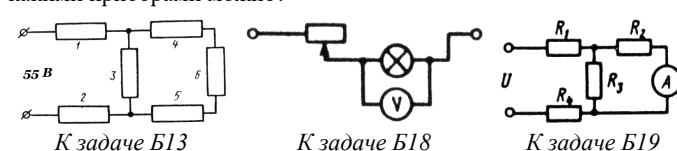
B13°. В цепи, изображённой на рисунке, поданное напряжение равно 55 В, а все сопротивления одинаковы и равны 2 Ом. Найдите значения токов и напряжений на всех сопротивлениях.

B14. К батарее с напряжением $U = 24 \text{ В}$ подключили два последовательно соединенных резистора. При этом сила тока в цепи стала равной $I_1 = 0.60 \text{ А}$. Когда резисторы подключили параллельно, суммарная сила тока стала равной $I_2 = 3.2 \text{ А}$. Определите сопротивления резисторов.

B15*. Сопротивление одного из двух последовательно включенных проводников в n раз больше сопротивления другого. Во сколько раз изменится сила тока на участке (напряжение постоянно), если эти проводники включить параллельно?

B16. Четыре лампы, рассчитанных на напряжение 3 В и силу тока 0.3 А, надо включить параллельно и питать от источника с напряжением 5.4 В. Какое дополнительное сопротивление надо включить последовательно лампам?

B17. Можно ли с помощью вольтметра и амперметра экспериментально доказать закон Ома? Если нельзя, то почему, и какими приборами можно?



B18°. Как изменятся показания вольтметра при перемещении ползунка реостата вправо?

B19°. Определите, какой силы ток идет через амперметр, если $U = 15 \text{ В}$, $R_1 = 5.0 \text{ Ом}$, $R_2 = 10 \text{ Ом}$, $R_3 = 10 \text{ Ом}$, $R_4 = 5.0 \text{ Ом}$. Внутренним сопротивлением амперметра пренебречь.

B20. Вольтметр рассчитан на измерение максимального напряжения до 30 В. При этом через вольтметр идет ток 10 мА. Какое дополнительное сопротивление нужно присоединить к вольтметру, чтобы можно было измерять напряжение до 150 В?

B21. Имеется микроамперметр с ценой деления 10 мкА. Шкала прибора содержит 100 делений, а внутреннее сопротивление равно 50 Ом. Шунт с каким сопротивлением нужно подключить к прибору для измерения силы тока до 800 мА? Найдите новую цену деления шкалы.

Задание 11-01 ПОСТОЯННЫЙ ТОК. Закон Ома. Соединения проводников. Электроизмерительные приборы

° - задачи с рисунком, * - задачи для решения дома

Задачи сложные

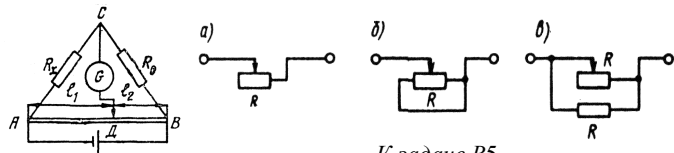
B1*. В проводнике переменного сечения течет ток. Одинакова ли напряженность электрического поля на участках с разным сечением? Одинакова ли средняя скорость направленного движения электронов проводимости на этих участках? Одинакова ли сила тока на этих участках? Ответы обосновать.

B2. Железный цилиндрический стержень соединён последовательно с графитовым стержнем такой же формы и того же сечения. При каком соотношении их длин сопротивление такой комбинации не зависит от температуры? Температурные коэффициенты сопротивления железа и графита равны $\alpha_{ж} = 6.5 \cdot 10^{-3} K^{-1}$ и $\alpha_{г} = -0.5 \cdot 10^{-3} K^{-1}$.

B3. Из куска проволоки сопротивлением 10 Ом сделано кольцо. Где следует присоединить токоподводящие провода к кольцу, чтобы получить сопротивление 1 Ом ?

B4°*. На рисунке изображена схема мостика Уитстона для измерения сопротивлений, где R_x – неизвестное сопротивление; R_0 – эталонное сопротивление; G – гальванометр, соединенный скользящим контактом D с однородным проводом большого сопротивления AB (реохорд). Показать, что при отсутствии тока через гальванометр имеет место соотношение $R_x/R_0 = l_1/l_2$. Сопротивлением соединительных проводов пренебречь.

B5°. Постройте графики зависимостей общего сопротивления цепи от сопротивления r правой части реостата с полным сопротивлением R (см. рисунок).

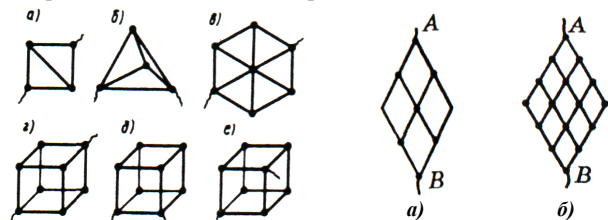


К задаче B4

К задаче B5

B6°. Определите полные сопротивления R проволочных сеток, показанных на рисунках $a - e$. Сопротивление каждого звена равно r .

B7°*. Найдите полное сопротивление R цепей между точками A и B , если сопротивление каждого звена равно r .

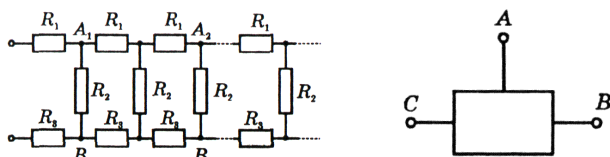


К задаче B6

К задаче B7

B8°. Найдите полное сопротивление R бесконечной цепи из резисторов R_1, R_2 и R_3 , показанной на рисунке.

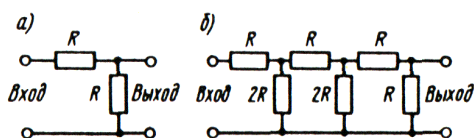
B9°. "Чёрный ящик" имеет три клеммы A, B, C . Известно, что он содержит только резисторы. Сопротивления "чёрного ящика" при подключении к различным парам клемм таковы: $R_{AB} = 5 \text{ Ом}$, $R_{BC} = 8 \text{ Ом}$, $R_{AC} = 9 \text{ Ом}$. Предложите схему "чёрного ящика", содержащую минимально возможное число резисторов.



К задаче B8

К задаче B9

B10°*. На вход цепочки из резисторов, показанной на рисунках a) и b), подано напряжение U_0 . Определите напряжение на выходе. Какое напряжение будет на выходе, если на выход подать напряжение U_0 ?



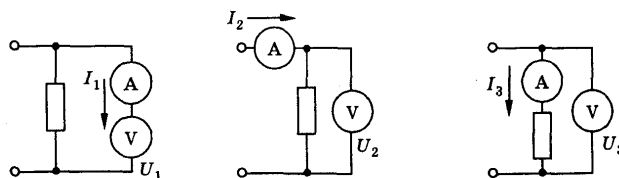
К задаче B10

B11*. Параллельно амперметру, имеющему сопротивление $r = 0.02 \text{ Ом}$, включён медный проводник длиной $l = 20 \text{ см}$ и сечением $S = 3.4 \text{ мм}^2$. Определите силу тока в цепи, если амперметр показывает $I = 0.3 \text{ А}$.

B12. Вольтметр, включенный последовательно с сопротивлением $R_1 = 70 \text{ Ом}$, показывает напряжение $U_1 = 100 \text{ В}$ при напряжении в цепи $U = 240 \text{ В}$. Что покажет вольтметр, если его включить последовательно с сопротивлением $R_2 = 35 \text{ кОм}$ в ту же сеть?

B13°. Вольтметр, соединенный последовательно с резистором сопротивлением 10 кОм , при включении в сеть с напряжением 220 В показывает 70 В , а соединенный последовательно с другим резистором показывает 20 В . Найдите сопротивление второго резистора.

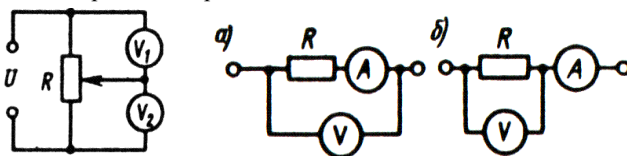
B14°. Одни и те же приборы при соединении их в три разные схемы (см. рисунок) дают показания: $U_1, I_1; U_2, I_2; U_3, I_3$. Найдите сопротивления вольтметра R_V , амперметра R_A и резистора R .



К задаче B14

B15°*. Определить показания вольтметров, подключенных к потенциометру сопротивлением $R = 100 \text{ Ом}$. Напряжение $U = 60 \text{ В}$. Ползунок потенциометра находится посередине. Сопротивления вольтметров $r_1 = 60 \text{ Ом}$, $r_2 = 40 \text{ Ом}$.

B16°. На рисунках a) и b) изображены электрические схемы для измерения сопротивления. Какую из них следует предпочесть, когда измеряемое сопротивление велико? Когда оно мало?



К задаче B15

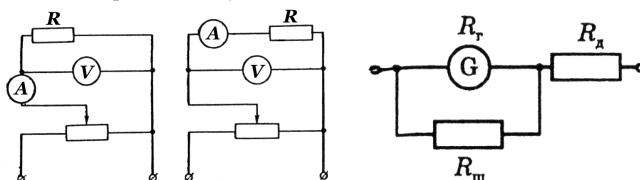
К задаче B16

B17°*. На рисунке изображены две схемы электрических цепей, предназначенных для измерения сопротивления резистора R . Какая из цепей более предпочтительна и в каком случае?

B18°. Стрелка миллиамперметра отклоняется на всю шкалу, если через миллиамперметр идет ток 0.01 А . Сопротивление прибора 5 Ом . Какой дополнительный резистор следует присоединить к прибору, чтобы использовать его как вольтметр на 300 В ?

B19°. Вольтметр постоянного тока рассчитан на измерение максимального напряжения 3 В . Сопротивление прибора равно 300 Ом . Шкала имеет 100 делений. Какой будет цена деления прибора в миллиамперах, если прибор использовать в качестве миллиамперметра?

B20°. Гальванометр с шунтом соединен последовательно с резистором, сопротивление которого R_d (см. рисунок), и используется как вольтметр. Как нужно изменить R_d , чтобы увеличить цену деления вольтметра в n раз? Сопротивление гальванометра — R_G , шунта — $R_{ш}$.



К задаче B17

К задаче B20

Теория

- Г.Я. Мякишев — Электродинамика. §§ 2.1-2.6, 2.8-2.10.
- Б.М. Яворский, А.А. Пинский – Основы физики Т.1. §§ 39.1-39.5.
- Е.И. Бутиков, А.С. Кондратьев — Физика для углублённого изучения. Т.2. Электродинамика. Оптика. §§ 10-11.
- Г.С. Ландсберг — Элементарный учебник физики Т.2. §§ 39-55.
- Д. Джанколи - Физика. Т.2. §§ 26.1-26.5, 27.1, 27.6-27.9.

Задание 11-01 ПОСТОЯННЫЙ ТОК. Закон Ома. Соединения проводников. Электроизмерительные приборы
 ° - задачи с рисунком, * - задачи для решения дома

Удельное электрическое сопротивление (ρ) и температурный коэффициент сопротивления(α)

Материал	$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \times 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м}$	$\alpha, \times 10^{-3} \text{ К}^{-1}$
Серебро	0	1,47	4,033
Медь	20	1,673	4,30
Золото	0	2,065	4,5
Алюминий	20	2,69	4,2
Вольфрам	20	5,5	4,6
Железо	20	9,71	6,51
Свинец	20	20,6	3,66
Никелин	20	42	0,02
Никель	20	6,844	6,00
Манганин	20	48	0,03
Констатан	20	45 - 50	0,01
Ртуть	20	95,8	0,89
Нихром	18	111	0,2
Фехраль	20	110 - 130	0,1
Графит	0	800 - 1400	-0,5
Фарфор	20	$10^{10} - 10^{12}$ Ом•м	–
Эбонит	20	10^{13} Ом•м	–
Олово	20	12,8	4,2
Титан	20	55	3,5