

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ УЧЕБНО-НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

Заочная школа
ФИЗИЧЕСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

8-й класс. Задание № 4 (2)

ПОСТОЯННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК

Новосибирск

Уважаемый ученик!

Приступая к выполнению задания, внимательно прочтите теоретическую часть задания, которая содержит материал в концентрированном виде, удобном для более глубокого понимания физических законов и понятий, и практического использования при решении задач. Попробуйте самостоятельно решить задачи, указанные в качестве примера. Сравните свой ход решения с решением в задании. Затем приступайте к задачам для самостоятельного решения. Присылайте нам свою работу, даже если Вам не удастся довести решение до ответа¹.

Работа может быть оформлена на бумажном носителе (в ученической тетради в клетку) или в виде файла: лучше всего в виде набранного документа в формате .doc, .docx, .rtf, формулы и рисунки можно делать с помощью встроенного в Word редактора или вставлять в виде небольших картинок, отсканированных (или сфотографированных) с белых листов бумаги. Если Вы собираетесь сканировать работу, то оформляйте **не в тетради, а на белых листах формата А4**. Старайтесь, чтобы количество листов было минимальным. Пишите разборчиво, т. к. после сканирования иногда сложно разобрать текст. **Не нужно** присылать отдельным файлом каждую страницу Вашей работы. Сканируйте все страницы подряд – в один файл! Лучше сохранять в PDF формате.

Обязательно пишите краткое условие задачи, а затем ее решение. Указывайте номера задач – они должны совпадать с теми, которые указаны в задании. Обязательно оставляйте поля для замечаний преподавателя.

Кроме того, желательно:

1. разделить решения разных задач горизонтальной чертой;
2. если решение задачи делится на этапы, отмечать начало каждого нового этапа;
3. выделить ответ²;
4. как правило, решение ищите в виде формул, а цифры подставляйте в конце.

На обложке тетради или (если работа в файле, то на 1 странице) нужно указать:

1. Отделение (физическое).
2. Класс, в котором Вы учитесь в Заочной школе.

¹ Преподаватель оценит объем задания, который Вам удалось выполнить.

² Например, обвести его рамкой.

3. Номер задания, тема.
4. Ваш почтовый адрес (с индексом отделения), конт. телефон, e-mail.

5. Фамилию, имя, отчество.

Убедительно просим оформлять обложку по указанному образцу.

Работу отправлять любым удобным для Вас способом:

- **на бумажном носителе:** простой или заказной бандеролью. В тетрадь вложите листок бумаги размером 6х10 см с Вашим почтовым адресом;

- **в электронном виде:**

- по e-mail. Тема письма должна совпадать с названием файла с работой: Фамилия_предмет класс - № задания (напр.: Иванов_Физика 7 - 2) В письме обязательно укажите: ФИО, класс, предмет, № задания, тема, регион, конт. телефон. Мы всегда подтверждаем получение Вашей работы;

- или через личный кабинет сайта ЗШ.

Требования к оформлению работ в электронном виде и вся подробная информация есть на сайте ЗШ: <https://sesc.nsu.ru/education/zfmsh>

Тел. +7(383)363 40 66; E-mail: zfmsh@yandex.ru

Адрес: ЗШ СУНЦ НГУ, ул. Ляпунова, 3, к. 455, Новосибирск-90, 630090

Вместе с рецензией к проверенной работе Вам будут высланы методические указания к решению задач и ответы. Настоятельно рекомендуем прочесть их, даже если Вы получили правильный ответ.³

© Специализированный учебно-научный центр НГУ, 2021

³ Вы можете узнать и о другом способе решения.

1. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ

Электрическим током называется упорядоченное (направленное) движение заряженных частиц.

Сила тока равна отношению электрического заряда q , прошедшего через поперечное сечение проводника, ко времени его прохождения t :

$$I = \frac{q}{t}.$$

Электрическим напряжением или, просто **напряжением** U называют работу электрического поля по перемещению единичного положительного заряда из одной точки в другую. Тогда при перемещении произвольного заряда q между этими же точками будет совершаться работа поля

$$A = qU.$$

Установлено, сила тока на участке цепи прямо пропорциональна напряжению на концах этого участка. Для участка цепи связь между напряжением и силой тока определяется **законом Ома**:

$$U = IR,$$

где R – **сопротивление участка**.

Рассмотрим однородный проводник длины L , и площади поперечного сечения S . Его сопротивление прямо пропорционально длине проводника и обратно пропорционально площади поперечного сечения:

$$R = \rho \frac{L}{S}.$$

Здесь ρ – **удельное сопротивление**, которое зависит от вещества проводника. Оно также зависит от температуры. Например, у металлов оно растёт с повышением температуры. **Однако, в задачах данного задания, этим эффектом нужно пренебречь.**

При последовательном соединении двух проводников с сопротивлениями R_1 и R_2 полное сопротивление:

$$R = R_1 + R_2.$$

При параллельном соединении полное сопротивление определяется из условия:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}, \text{ то есть } R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}.$$

ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

1.1. Определите сопротивление алюминиевой проволоки длиной 150 см, если площадь ее поперечного сечения $0,1 \text{ мм}^2$? Каково напряжение на концах этой проволоки при силе тока 0,5 А?

Решение. Сопротивление проволоки определится из формулы:

$$R = \rho \frac{L}{S}.$$

Удельное сопротивление алюминия равно $0,028 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$.

Подставляя числа, получим $R = 0,42 \text{ Ом}$.

Напряжение определится из закона Ома: $U = IR$. Численное значение 0,21 А.

1.2. Ключ K в схеме, изображенной на рис. 1, замыкают. Во сколько раз изменится сила тока через резистор R_1 ?

Решение. Пусть напряжение на входе схемы равно U . Начальный ток I_0 через резистор R_1 определяется из условия последовательно соединенных резисторов:

$$U = I_0(R_1 + R_2).$$

После замыкания ключа сопротивление цепи R будет складываться из сопротивления R_1 и сопротивления параллельно соединенных резисторов R_2 и R_3 :

$$R = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}.$$

И ток через первый резистор определится из закона Ома:

$$U = IR.$$

Откуда

$$\frac{I_0}{I} = \frac{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}{(R_1 + R_2)(R_2 + R_3)}.$$

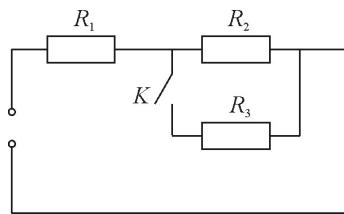


Рис. 1

Задачи для самостоятельного решения

1. Цилиндрический проводник длины L и площади сечения S разрезали пополам и сложили вплотную друг к другу. Найдите новое сопротивление проводника, если начальное сопротивление было R .

2. Имеются два проводника сопротивлениями R_1 и R_2 . Докажите, что при последовательном соединении суммарное сопротивление больше каждого из составляющих, а при параллельном – меньше каждого из них.

3. Какие сопротивления можно получить, имея три одинаковых сопротивления по 6 Ом? Не обязательно использовать одновременно все сопротивления.

4. Чему равно напряжение между клеммами A и B в схеме на рис. 2? Величины сопротивлений обозначены в Омах.

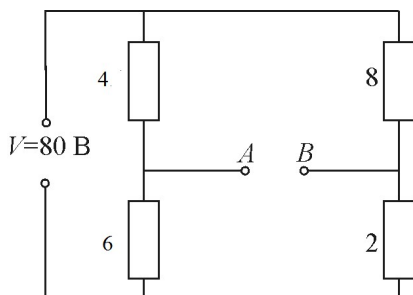


Рис. 2

2. РАБОТА И МОЩНОСТЬ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Уже говорилось, что при перемещении заряда q между точками с напряжением U будет совершаться работа

$$A = qU.$$

Если течет постоянный ток силы I , за время t протекает заряд $q = It$. Тогда

$$A = UIt.$$

Эта работа идет на повышение внутренней энергии проводника – выделяется **Джоулево тепло**. Величины сопротивлений обозначены в Омах, тепло, выделяющееся в цепи

$$Q = UIt.$$

Мощность постоянного тока P :

$$P = \frac{A}{t} = IU.$$

Используя закон Ома, последнюю формулу можно переписать в виде:

$$P = I^2 R = \frac{U^2}{R}.$$

Последние соотношения определяют **закон Джоуля – Ленца**.

ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

2.1. Два проводника, сопротивления которых $R_1 = 24$ Ом и $R_2 = 6$ Ом, соединены сначала параллельно, а затем последовательно. В обоих случаях их подключают к источнику тока с одинаковым напряжением. Во сколько раз отличаются полные выделяющиеся мощности?

Решение. Сопротивление цепи при параллельном соединении

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}.$$

Пусть сила тока при параллельном соединении равна I .

Из закона Ома: $U = IR$.

Откуда
$$I = U \frac{(R_1 + R_2)}{R_1 R_2}.$$

Мощность:
$$P = \frac{U^2 (R_1 + R_2)}{R_1 R_2}.$$

При последовательном соединении $U = I'(R_1 + R_2).$

И мощность
$$P' = \frac{U^2}{R_1 + R_2}.$$

Отношение
$$\frac{P}{P'} = \frac{(R_1 + R_2)^2}{R_1 R_2}.$$

Подставляя числа, получим:
$$\frac{P}{P'} = 6,25.$$

2.2. Две электроплитки, соединенные в цепь параллельно, потребляют мощность P . Какую мощность будут потреблять эти электроплитки, включенные последовательно, если одна из плиток потребля-

ет мощность P_1 ?

Решение. Пусть напряжение в сети U , сопротивления плиток R_1 и R_2 . Искомая мощность P' . Тогда по условию:

$$P_1 = \frac{U^2}{R_1}, \quad P = \frac{U^2(R_1 + R_2)}{R_1 R_2}, \quad P' = \frac{U^2}{R_1 + R_2}.$$

Из первого уравнения: $R_1 = \frac{U^2}{P_1},$

Из третьего: $R_1 + R_2 = \frac{U^2}{P'},$ или $R_2 = \frac{U^2}{P'} - \frac{U^2}{P_1}.$

Откуда, подставляя выражения сопротивлений во второе уравнение, получаем ответ:

$$P' = \frac{P_1(P - P_1)}{P}.$$

Задачи для самостоятельного решения

5. К источнику тока последовательно подключены три проволоки одинакового сечения и длины. Проволоки изготовлены из вольфрама, свинца и серебра. В какой из них будет выделяться больше тепла?

6. Мощность нагревателя $P = 1$ кВт. В сосуде находится при температуре 0°C смесь массы $m = 50$ г льда и воды массы $M = 450$ г. Сколько времени потребуется для нагревания в нем воды до температуры $t = 20^\circ\text{C}$, если половина всей теплоты уходит вследствие теплопередачи в окружающую среду?

7. В цепь постоянного тока включено сопротивление R . Какое сопротивление R_1 надо подключить параллельно, чтобы мощность, выделяемая в цепи, возросла в 5 раз?

8. Электрический чайник имеет две обмотки. При включении одной из них вода в чайнике закипает через 10 мин, а при включении другой – через 15 мин. Через сколько минут закипит вода в чайнике, если включить в сеть обе обмотки параллельно?

Разработка задания: доцент В.Г.Харитонов

Подписано к печати 05.07.21

Формат 60х84/16

Уч.изд.л. 0,5

Тираж 100 экз.

© Специализированный учебно-научный центр НГУ, 2021