

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

Заочная школа

ФИЗИЧЕСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

8 класс. Задание № 3(2)

ЭЛЕКТРОСТАТИКА

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 Преподаватель оценит объем задания, который Вам удалось выполнить.

² Например, обвести его рамкой.

1. Отделение (физическое).
2. Класс, в котором Вы учитесь в Заочной школе.
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 6x10 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

³ Вы можете узнать и о другом способе решения.

В окружающем нас мире разнообразие физических и химических явлений в значительной степени определяется электромагнитными взаимодействиями: это и различные упругие силы, связанные с деформациями твердых тел и жидких сред; давление газов; силы трения, силы сопротивления, возникающие при движении твердых тел в средах. Строение электронных оболочек атомов, взаимодействие атомов в молекулах, разнообразие кристаллических решеток в твердых телах – все это определяется электромагнитным взаимодействием.

Электрическое взаимодействие известно с давних времен. Экспериментально установлено, что в природе существуют заряды двух типов. Условились различать их знаками «плюс» и «минус». Знаки зарядов проявляются при их взаимодействии: одноименные заряды отталкиваются, разноименные – притягиваются.

Закон, определяющий силу взаимодействия двух точечных зарядов, был установлен опытным путем выдающимся французским инженером и ученым - физиком, одним из основателей электростатики Шарлем Огюстеном Кулоном (1736–1806) в 1785 г. Согласно *закону Кулона* **сила взаимодействия двух точечных зарядов q_1 и q_2 прямо пропорциональна произведению зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния r между ними**

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}.$$

Здесь k – коэффициент, который определяется выбором системы единиц.

Сила электростатического взаимодействия двух точечных зарядов направлена вдоль прямой, их соединяющей.

Как уже говорилось, коэффициент k в выражении для силы взаимодействия точечных зарядов, определяется выбором системы единиц. В Международной системе единиц (СИ) коэффициент k записывают в виде: $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ численное значение величины

$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ кг}^{-1} \text{ м}^{-3} \text{ с}^4 \text{ А}^2$. Удобнее использовать непосредственно коэффициент $k = 9 \cdot 10^9 \text{ кг м}^3 \text{ с}^{-4} \text{ А}^{-2}$.

В экспериментах установлено, что заряды передаются от тела к телу только отдельными порциями. Иными словами, существует некоторый «элементарный» заряд e , такой, что частиц, имеющих заряд меньше, чем элементарный, нет.

Исторически сложилось так, что элементарный отрицательный заряд приписан электрону, а положительный – протону. Величина элементарного заряда $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$.

ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

1. Найдите силу взаимодействия одноименных зарядов $q_1 = 1 \text{ Кл}$ и $q_2 = 2 \text{ Кл}$ на расстоянии $r = 1 \text{ км}$ друг от друга.

Решение. По закону Кулона сила взаимодействия между зарядами:

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}. \text{ Подставляя числа, получим: } F = 9 \cdot 10^9 \frac{1 \cdot 2}{10^6} = 1,8 \cdot 10^4 \text{ Н}.$$

2. Одинаковые металлические шарики, заряженные одноимёнными зарядами q и $4q$, находятся на расстоянии r друг от друга. Шарики

привели в соприкосновение. На какое расстояние x надо их развести, чтобы сила взаимодействия осталась прежней?

Решение. По условию до соприкосновения шарики взаимодействовали с силой $F = k \frac{4q^2}{r^2}$. При соприкосновении заряды распределились поровну, Новый заряд каждого шарика стал $Q = \frac{5q}{2} = 2,5q$. Тогда $F = k \frac{(2,5q)^2}{x^2}$.

Сравнивая силы, получим $x = 1,25r$.

3. Говорят, что тело «заряжено». Поймем, о каком допустимом масштабе разницы в зарядах разного знака может идти речь. Допустим, что из 1 г воды удалось убрать 1 % электронов. Оценим величину оставшегося положительного заряда. Молекулярная масса воды – 18. Так как в одном моле содержится $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \approx 6 \cdot 10^{23}$ молекул (число Авогадро), то в 1 г воды содержится $\frac{N_A}{18}$ молекул. Каждая молекула воды содержит 10 электронов (восемь предоставляет кислород и по одному каждый из двух атомов водорода). Полная величина заряда электронов, содержащихся в 1 г воды, $Q = \frac{N_A}{18} \cdot 10e = 533 \cdot 10^2$ Кл.

Один процент от этой величины составляет 533 Кл. Напомним, что два заряда в 1 Кл каждый, расположенные на расстоянии 1 м друг от друга, взаимодействуют с силой $9 \cdot 10^9$ Н (см. пример 1 этого задания). А тут заряд в пятьсот с лишним раз больший! Из приведенной оценки можно сделать вывод что, когда речь идет о «заряженном теле», всегда

предполагается лишь небольшой дефицит или избыток заряда того или иного знака.

Задачи для самостоятельного решения

1. Пусть один заряд увеличился в 4 раза, а другой уменьшился в 2 раза. Найдите отношение сил, действующих между ними в первом и во втором случае.

2. Расстояние электрона от ядра атома водорода $r = 10^{-10}$ м. Найти силу электростатического взаимодействия электрона с протоном ядра.

3. Два положительных точечных заряда $4q$ и q закреплены на расстоянии r друг от друга. Где нужно расположить заряд q_0 , чтобы он находился в равновесии?

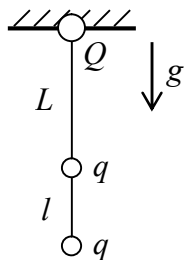
4. Что собой представляет дважды ионизованный атом гелия? Каков его заряд?

5. Два одинаковых маленьких металлических шарика, имеющих заряды $q_1 = 5$ нКл и $q_2 = 2$ нКл, расположены на расстоянии $r = 30$ см друг от друга. Шарiki на короткое время соединяют проводящей проволокой. Какими зарядами Q_1, Q_2 после этого будут обладать шарiki? Найдите силу их взаимодействия.

6. Два небольших шарика — один положительного заряда $q_1 = 20$ нКл, а второй отрицательного заряда $q_2 = -10$ нКл расположены на расстоянии $R = 1$ м друг от друга. Шарiki на короткое время соединяют проводящей проволокой. На каком расстоянии r друг от друга надо расположить шарiki, чтобы модули сил взаимодействия в обоих случаях были равны?

7. В одной точке на двух одинаковых нитях длины l подвешены небольшие металлические шарики массы m каждый. Какие одинаковые заряды q нужно поместить на шарики, чтобы система образовала равносторонний треугольник?

8. Два одинаковых шарика массы m подвешены на нити так, как показано на рисунке. Расстояние между шариками l . Найдите силы натяжения нитей, если шарикам сообщили одинаковые положительные заряды q , а в точке подвеса, отстоящей от верхнего шарика на расстояние L , поместили заряд Q того же знака.



Разработка задания: доцент В.Г.Харитонов

Подписано к печати 07.07.21

Формат 60x84/16

Уч.изд.л. 0,5

Тираж 100 экз.

© Специализированный учебно-научный центр НГУ, 2021