

Блок № 7. Электростатика.

Лекции:

1. Электрический заряд. Элементарный электрический заряд. Два вида зарядов. Единица заряда. Закон Кулона.
2. Электростатическое поле. Напряженность электростатического поля. Линии напряженности. Аналогия между линиями напряженности и направлением вытекания жидкости. Однородное электростатическое поле.
3. Потенциальная энергия электрического заряда. Потенциальная энергия взаимодействия двух точечных зарядов. Потенциальная энергия заряда в однородном электростатическом поле. Закон сохранения энергии для электрических зарядов. Потенциал электростатического поля. Связь разности потенциалов с напряженностью электрического поля и работой электростатических сил.

Лекции:

7.1 Электрический заряд. Элементарный электрический заряд. Два вида зарядов. Единица заряда. Закон Кулона.

7.1.1 Элементарный электрический заряд.

Один из способов определения понятия электрического заряда – воспользоваться понятием элементарных частиц. По современным представлениям физики: *элементарная частица* – мельчайшая неделимая частица вещества. Такими частицами являются: *протон, электрон, нейтрон* и др. (существуют сотни элементарных частиц, но протон, электрон и нейтрон наиболее важны для нас так как именно они составляют окружающее нас вещество). То, что частицы мельчайшие значит, что все их свойства уже никаким образом неотделимы от самих частиц и выражают их суть. Одним из таких свойств является свойство притягивать или отталкивать другие частицы определенным образом. Договорились считать, что частицы которые действуют друг на друга так, обладают электрическим зарядом. Таким образом понятие заряда отражает свойство элементарных частиц взаимодействовать друг с другом, т.е. электрон и протон, которые притягиваются, обладают электрическими зарядами, а протон, который не взаимодействует с ними – не обладает.

Так как оказалось, что некоторые частицы обладающие электрическим зарядом притягиваются друг к другу, а другие отталкиваются, договорились что заряды бывают двух видов: положительные и отрицательные. Частицы обладающие зарядами разного знака – притягиваются, а частицы одного знака – отталкиваются.

Заряд электрона договорились считать отрицательным, тогда заряд протона – положительный. Все остальные частицы, которые отталкиваются от электрона обладают отрицательным зарядом, а притягивающиеся к нему – положительным.

Единицей электрического заряда является Кулон (Кл), 1 Кулон – это очень большая величина.

Оказалось, что все элементарные частицы обладают зарядами одинаковыми по величине. Эту величину назвали **элементарным зарядом**. Элементарный заряд равен $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

7.1.2 Макроскопический заряд вещества.

Известно, что атом любого вещества, состоит из ядра, состоящего из протонов и нейтронов и вращающихся вокруг них электронов. Количество электронов и протонов в ядре одинаково, поэтому суммарный заряд атома равен 0. Протоны и нейтроны в ядре связаны очень крепко, их практически невозможно оторвать друг от друга, но электроны, вращающиеся на периферии ядра достаточно легко могут быть оторваны от ядра. Более детальное изучение свойств веществ выяснило, что иногда атомы способны захватывать чужие электроны или отдавать свои.

Из вышесказанного следует, что макроскопический заряд вещества возникает, если вещество захватывает дополнительные электроны (заряжается отрицательно) или отдает часть своих электронов (заряжается положительно).

Наиболее простым способом получения электрического заряда является процесс **электризации**, который состоит в то, что определенные пары веществ (например стекло и бумага или шерсть и янтарь) приведенные в соприкосновение заряжаются. Одно из пары заряжается отрицательно, а второе – положительно. Очевидно, что отрицательно заряженное вещество захватывает часть электронов вещества, которое при этом заряжается положительно. И суммарный заряд при этом остается равным 0.

7.1.3 Проводники и диэлектрики.

Все вещества можно разделить на две группы: проводники и диэлектрики. *Проводники* способны пропускать заряд сквозь себя, а *диэлектрики* не способны. Во всех проводниках внутри имеются заряженные частицы, способные свободно двигаться в толще вещества, именно движение таких частиц и дает проводникам возможность пропускать электрический заряд. Проводниками являются металлы, в которых имеются *свободные электроны* (электроны оторвавшиеся от своих атомов и свободно перемещающиеся в толще металла). Диэлектриками является – пластмасса, керамика, резина, дистиллированная вода. Во всех этих веществах положительные и отрицательные заряды сцеплены друг с другом и поэтому не могут свободно перемещаться по одиночке.

7.1.4 Закон сохранения электрического заряда

В замкнутой системе алгебраическая сумма заряда сохраняется.

Этот закон очевиден если представлять любой электрический заряд как большое количество элементарных зарядов, являющихся неотделимыми свойствами элементарных частиц. В таком случае перераспределяя количество положительных и отрицательных элементарных частиц мы можем менять электрические заряды различных тел, но при этом суммарный заряд будет оставаться

неизменным. Интересно, что в микромире существуют процессы, когда одни элементарные частицы способны поражать другие. Но и в этом случае оказалось, что суммарный заряд всех частиц остается неизменным. Таким образом закон сохранения электрического заряда является одним из самых общих законов природы наряду с законом сохранения энергии.

7.1.5 Закон Кулона.

Сила, возникающая между двумя заряженными частицами (электрические силы) описывается законом Кулона:

Точечные заряды действуют друг на друга с силами, прямопропорционально их величинам и обратно пропорционально квадрату расстояния между ними.

$$F = k \frac{q_1 q_2}{R^2} \quad (7.1) \quad \text{где } k=9 \cdot 10^9 \text{ Нм}^2/\text{Кл}^2 \text{ – электрическая Постоянная.}$$

Если имеются более двух зарядов, то, чтобы найти силу, которая действует на заряд со стороны всех остальных зарядов, нужно рассчитать силу, действующую со стороны всех остальных зарядов по формуле (7.1), а потом сложить геометрически.

7.2 Электростатическое поле. Напряженность электростатического поля. Линии напряженности. Аналогия между линиями напряженности и направлением вытекания жидкости. Однородное электростатическое поле.

7.2.1 Электростатическое поле.

При изучении электрического взаимодействия возникает вопрос о механизме передачи силы от одного заряда к другому. Существует две основных теории, пытающихся описать это взаимодействие: теория дальнего действия и теория ближнего действия.

По теории дальнего действия один заряд непосредственно способен действовать на второй заряд. Расстояние между зарядами влияет только на величину силы. В этом случае воздействие должно передаваться мгновенно.

По теории ближнего действия существует некий посредник, передающий воздействие от одного заряда к другому. В этом случае воздействие передается от заряда к посреднику, находящемуся в той же точке пространства, затем сам посредник перемещается в точку пространства где находится второй заряд и уже после этого действует на него. В случае справедливости второй теории – воздействие передается не мгновенно, а с некоторым запаздыванием.

Справедливость той или иной теории мог подтвердить эксперимент, который зафиксировал бы конечную скорость передачи воздействия от одного заряда к другому. Такие эксперименты были проведены и оказалось, что скорость передачи электрического сигнала конечна, хотя и очень велика. Она оказалась равна $c=300\,000$ км/с. (эта константа сейчас называется скоростью света). Таким образом, если один из двух зарядов, расположенных на расстоянии L убрать, другой почувствует изменение силы только через время $t=L/c$.

Итак, эксперимент подтвердил теорию ближнего действия: действие от заряда к заряду передается с помощью посредника. Этот посредник назвали электрическое поле.

Электрическое поле – особая форма материи при помощи которого взаимодействуют электрические заряды.

Механизм передачи электрического воздействия можно изобразить так: Первый заряд создает электрическое поле, поле распространяется во все стороны со скоростью света. Когда оно достигает второго заряда, на него начинает действовать электрическая сила.

Электрическое поле является материей потому, что оно способно существовать независимо от заряда, его породившего. Действительно, если уничтожить один из двух взаимодействующих зарядов, на другой некоторое время еще будет действовать сила. Эту силу будет создавать электрическое поле, т.е. поле будет существовать даже, когда заряд, его создавший уже исчезнет.

7.2.2 Напряженность электростатического поля.

Как у любой материи, у электростатического поля есть свои характеристики. Главная из них – электрическая напряженность. *Электрическая напряженность* векторная величина, которая показывает какая сила будет действовать в данной точке пространства на единичный электрический заряд. Чтобы рассчитать напряженность электрического поля в некоторой точке пространства, не обходимо поместить в данную точку поля небольшой точечный заряд, измерить силу, действующую на этот заряд и рассчитать напряженность по формуле:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \quad (7.2)$$

Отметим, что напряженность не зависит от величины заряда. При увеличении заряда, увеличивается сила, действующая на заряд со стороны электрического поля. Электрическая напряженность – характеристика именно электрического поля в данной точке пространства.

Единица измерения напряженности Н/Кл (или как будет показано дальше В/м).

Направление напряженности совпадает с направлением силы, действующей на положительный заряд в этой точке и противоположна силе, действующей на отрицательный заряд.

Если электрическое поле создает точечный электрический заряд, то напряженность электростатического поля на расстоянии R от него можно рассчитать по формуле:

$$E = \frac{kq}{R^2} \quad (7.3)$$

Эта формула легко получается, если в формулу (7.2) подставить значение силы из формулы (7.1).

Если зарядов несколько, то для того, чтобы найти суммарную напряженность в некоторой точке пространства, нужно рассчитать напряженность, которую создает каждый заряд в данной точке пространства по формуле (7.3), а потом геометрически (векторно) сложить эти напряженности между собой. Этот способ называется *принципом суперпозиции электростатических полей*.

7.2.3 Линии напряженности электростатического поля.

Для того, чтобы изобразить особенности электростатического поля в целом применяют понятие линий напряженности.

Линии напряженности: линии, проведенные так, чтобы касательная к ним в каждой точке указывала направление напряженности электростатического поля в данной точке. Таким образом линии напряженности характеризуют направление напряженности в каждой точке пространства. Также легко можно показать, что в областях, где густота линий напряженности больше – больше и величина электростатического поля.

Свойства линий напряженности:

- 1) В каждой точке указывают направление напряженности. Густота линий пропорциональна величине напряженности.
- 2) Линии напряженности начинаются на положительном заряде или на бесконечности и заканчиваются на отрицательном заряде или на бесконечности.
- 3) Линии напряженности не могут пересекаться.

7.2.4 Аналогия между линиями напряженности и направлением вытекания жидкости.

Рассмотрим линии напряженности характерных объектов: положительного (отрицательного) точечного заряда, двух одноименных (разноименных) зарядов, заряженного шара, равномерно заряженной пластины.

Из рисунков можно заметить, что для электрическое поле можно представить как жидкость или газ, вытекающие (втекающие) из трубы. В этом случае линии напряженности показывают направление движения жидкости или газа.

7.2.5 Однородное электростатическое поле.

Если линии напряженности параллельны друг другу, то их густота не меняется, а значит в каждой точке пространства напряженность электрического поля одинакова по величине и направлению. Такое поле называется однородным.

Чтобы получить однородное электрическое поле можно использовать равномерно заряженную пластину. Чаще используют две пластины, расположенные параллельно друг другу: одну из них заряжают положительно, а другую отрицательно.

7.3 Потенциальная энергия электрического заряда. Потенциальная энергия взаимодействия двух точечных зарядов. Потенциальная энергия заряда в однородном электростатическом поле. Закон сохранения энергии для электрических зарядов. Потенциал электростатического поля. Связь разности потенциалов с напряженностью электрического поля и работой электростатических сил.

7.3.1 Потенциальная энергия взаимодействия двух точечных зарядов.

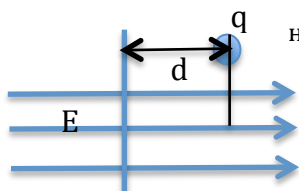
Если имеются два и больше зарядов, между ними начинают действовать силы, которые, следовательно способны производить работу. Можно доказать, что эта работа не зависит от того, как конкретно двигались заряды, а зависит только от начального и конечного положения зарядов. Это значит, что электростатическим силам можно сопоставить потенциальную энергию.

Если имеется два точечных заряда, то энергия их взаимодействия можно рассчитать по формуле:

$$W = \frac{kq_1q_2}{R} \quad (7.4)$$

7.3.2 Потенциальная энергия заряда в однородном электрическом поле.

Отметим, что если заряды имеют одинаковый знак - энергия будет положительной, а если разный, то энергия будет отрицательна. Эта формула значит, что если увеличить расстояние между зарядами от R до бесконечности, электрические силы произведут над зарядом работу, равную $A = \frac{kq_1q_2}{R}$. Отметим, что эта энергия приходится на оба взаимодействующих заряда.



Если точечный заряд находится в однородном электростатическом поле напряженностью E, то ему можно сопоставить потенциальную энергию:

$$W = -qEd \quad (7.5)$$

Где d- расстояние между точкой, где находится заряд и линией, нулевого уровня. (Для понимания этой формулы можно воспользоваться

аналогией с потенциальной энергией тела массой m на высоте h : $W=mgh$. В этой формуле h – расстояние между точкой, где находится тело и линией нулевого уровня, которую мы выбираем сами).

7.3.3 Закон сохранения энергии для электрических зарядов.

Потенциальная энергия взаимодействия электрических зарядов нужна для того, чтобы можно было бы применять для расчета движения электрических зарядов закон сохранения энергии.

Во многих случаях можно считать что сумма потенциальной энергии взаимодействия зарядов и кинетической энергии зарядов сохраняется.

7.3.4 Потенциал электростатического поля.

С потенциальной энергией электрического заряда связана вторая важнейшая характеристика электростатического поля: потенциал. Пусть у нас имеется электрическое поле. Поместим в некоторую точку этого поля точечный заряд. Этот заряд в данной точке поля будет обладать некоторой потенциальной энергией W . Тогда потенциал электростатического поля в данной точке пространства равен энергии, приходящейся на единичный электрический заряд.

$$\varphi = \frac{W}{q} \quad (7.6)$$

Чем больше потенциал электрического поля в данной точке пространства, тем большей потенциальной энергией обладает любой заряд в данной точке. Отметим, что потенциал величина скалярная (не имеет направление). Потенциал также как и напряженность не зависит от величины электрического заряда, который помещен в данную точку, так как при увеличении заряда, увеличивается и приходящаяся на него потенциальная энергия.

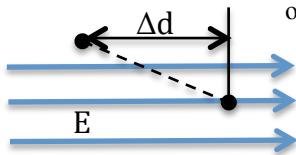
Единица измерения потенциала Вольт (В).

Если подставить в формулу (7.6) значения для энергии (7.5) или (7.4), мы сможем получить потенциал поля создаваемого точечным зарядом: $\varphi = \frac{kq}{R}$ и потенциал точки в однородном электростатическом поле:

$$\varphi = -Ed.$$

7.3.5 Связь между напряженностью и потенциалом.

Часто для решения задач удобно получить формулу для расчета разности потенциалов в однородном поле:



$$\varphi_1 - \varphi_2 = E\Delta d. \quad (7.7)$$

Δd – смещение вдоль поля между начальной и конечной точкой.

Из формулы 7.7 видно, что напряженность также можно измерять в В/м.

7.3.6. Связь разности потенциалов с работой электростатических сил.

Вспомним, что потенциал электростатического поля равен потенциальной энергии, единичного заряда, тогда получим:

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{W_1}{q} - \frac{W_2}{q} = \frac{A_{эл}}{q} \quad (7.8)$$

Здесь мы учитывали, что по определению потенциальной энергии: уменьшение потенциальной энергии равно работе, которые совершают при этом потенциальные силы (силы, которые связаны с этой энергией). Т.е. если потенциальная энергия тела уменьшилась с 100 Дж до 80 Дж, то при этом силы, соответствующие этой энергии совершили работу $100-80=20$ Дж.

Формула (7.8) будет очень важна для нас впоследствии, так как она связывает разность потенциалов двух точек и работу, которая будет совершаться над зарядом, который перемещается из одной точки в другую.

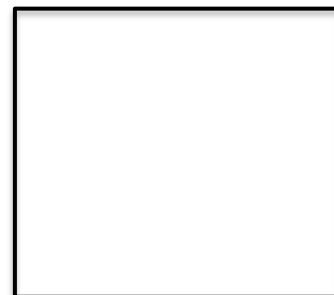
Например, если заряд $q=1$ мкКл переместился из точки с потенциалом 100 В в точку с потенциалом -20 В, то электростатические силы совершили над ним работу $(100-(-20)) \text{ В} \cdot 10^{-6} \text{ Кл} = 120 \text{ мкДж}$.

Задания для самостоятельного выполнения.

7.1. Электрический заряд. Два вида зарядов. Закон сохранения зарядов. Закон Кулона.

- Схематично изобразите атом.
 - Подпишите основные элементы (ядро, электроны, протоны, нейтроны).
 - Какие элементы рисунка указаны без соблюдения пропорции? _____
 - Какая часть атома изображена максимально условно (существует ряд моделей, которые позволяют изобразить ее поразному)? _____

Обсудите пункты b и c или найдите ответ в интернете.



- Определите количество протонов, нейтронов, электронов в атоме кислорода, гелия, водорода, серы (заполните таблицу)

Символ элемента	Кол-во электронов	Кол-во протонов	Кол-во нейтронов
O			
H			
He			
S			

- Какую из элементарных частиц можно отделить максимально просто (*подчеркните*) протон, электрон, нейтрон.

- Ионом называется атом или связанная группа атомов, у которых имеется избыток (недостаток) электронов. Заряд иона (количество элементарных зарядов) указывается сверху справа от символа элементов (например H^+ , O^{2-}).

Напишите количество протонов и электронов, а также заряд иона (в Кулонах) для: Cl^- , Cu^{2+} , H^+ (заполните таблицу)

Символ элемента	Кол-во электронов	Кол-во протонов	Заряд иона (Кл)
Cl^-			
Cu^{2+}			
H^+			

- При натирании янтаря о шерсть на янтаре возник отрицательный заряд. Этот факт значит: (*выберите правильные утверждения*)

- суммарное количество протонов в янтаре стало больше, чем суммарное количество электронов.
 - суммарный заряд янтаря равен по величине и противоположен по знаку суммарному заряду, образовавшемуся при этом на шерсти.
 - при поднесении натертого янтаря к незаряженной легкой алюминиевой гильзе, гильза притягивается к янтарию.
 - если коснуться натертым янтарем двух легких незаряженных алюминиевых гильз, они станут отталкиваться друг от друга.
 - при прикосновении янтаря и шерсти, янтарь захватывает электроны у шерсти.
- Два одинаковых металлических шарика имеют заряды 1 мкКл и -5 мкКл. Шарик соединили друг с другом и снова разнесли. Какой заряд будет у каждого из шариков после этого. _____

- Какой заряд будет у заряженного шарика, если у него он будет иметь 0.01 моля лишних

электронов? *Напишите формулу и численный ответ* _____

- Два заряда в 1 Кл каждый расположены на расстоянии 1 м друг от друга. С какой силой они действуют друг на друга?

Напишите формулу и численный ответ: _____

- Как изменится сила между двумя точечными зарядами, если величину каждого из зарядов уменьшить в 3 раза? *уменьшится(увеличится) в _____ раз(a)*

- Как изменится сила между двумя точечными зарядами, если расстояние между зарядами уменьшить в 2 раза? *уменьшится(увеличится) в _____ раз(a)*

- Как изменится сила между двумя точечными зарядами, один из зарядов уменьшить в 3 раза а расстояние между зарядами увеличить в 9 раз? *уменьшится(увеличится) в _____ раз(a)*

- Как нужно изменить расстояние между зарядами, чтобы при увеличении одного из зарядов в 4 раза, сила взаимодействия не изменилась? *уменьшить(увеличить) в _____ раз(a)*

- Как вы думаете, почему практически всегда суммарный заряд любого тела равен 0 (хотя там имеется огромное количество положительных и отрицательных зарядов)?

14. Определите на каком расстоянии должны находиться два заряженных шарика 1 мкКл и 2 мкКл, чтобы между ними действовала сила 10 Н. *Напишите расчетную формулу и численный ответ*

15. Три шарика обладающие зарядами 1 мкКл каждый находятся на одной прямой на расстоянии 10 см от соседа.

a. Нарисуйте силы, действующие, на крайний заряд

b. Определите суммарную силу, действующую на крайний заряд со стороны двух других.

16. Три шарика находятся на одной прямой на расстоянии 10 см от соседних. Крайние шарика имеют заряд 1 мкКл. Какой заряд нужно поместить посередине, чтобы заряды находились в состоянии равновесия.

Нарисуйте рисунок, указав знаки зарядов и направление сил, действующих на каждый заряд.

17. Как вы считаете: какие силы более мощные: гравитационные или электрические.

Приведите несколько аргументов в пользу своего утверждения.

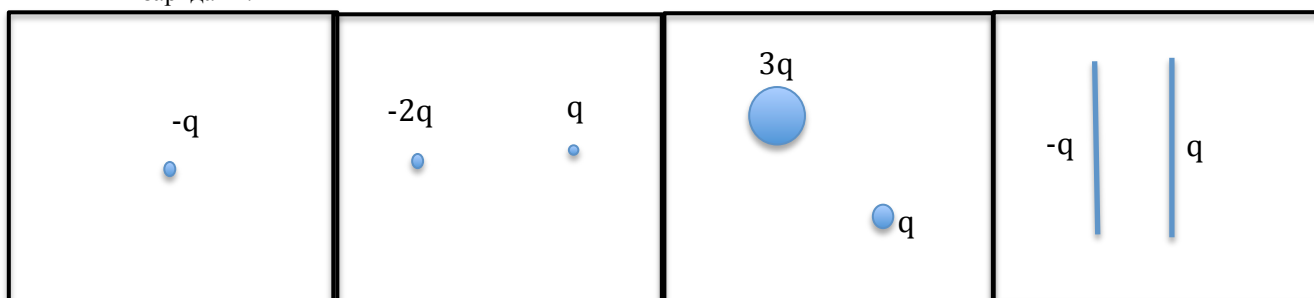
7.2 Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Линии напряженности.

- Нарисуйте схему осуществления воздействия одного заряда на другой при помощи электрического поля.
- В некоторой точке пространства создано электростатическое поле. Если поместить в эту точку заряд равный 1 мкКл, то на него будет действовать сила 0.1 Н.
 - Какая сила будет действовать на заряд 3 мкКл, помещенный в эту точку? _____
 - Чему будет равна напряженность электрического поля, в данной точке? _____
- В некоторой точке пространства создано электростатическое поле. В данную точку поместили положительный заряд, на который начала действовать сила F , направленная как показано на рисунке.
 - Нарисуйте силу, которая будет действовать на отрицательный заряд, помещенную в данную точку пространства.
 - Нарисуйте направление напряженности электростатического поля.
- Выберите факторы, влияющие на напряженность электростатического поля:
 - Величина зарядов, создающих электрическое поле.
 - Величина пробного заряда
 - Сила, действующая на пробный заряд
 - Расстояние между зарядами, создающими электростатическое поле и точкой, где оно создается.
- Определите напряженность электрического поля, которое создает точечный заряд 10 мкКл, на расстоянии 10 см, если на это расстояние поместить заряд 1 мкКл.

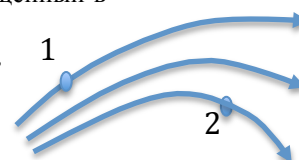


Напишите расчетную формулу и численный ответ _____

- Определите напряженность электрического поля, которое создают два точечных заряда (1 мкКл и -2 мкКл) расположенных на расстоянии 20 см друг от друга:
 - в точке расположенной посередине между зарядами (нарисуйте заряды и укажите направление напряженности в указанной точке)
 - в точке расположенной на одной прямой с зарядами на расстоянии 20 см от положительного заряда.
 - в точке, расположенной на расстоянии 20 см от каждого из зарядов.
- Представляя каждый положительный заряд как источник, испускающий жидкость, а отрицательный как место стока жидкости нарисуйте картину линий напряженности создаваемых следующими зарядами:



- Линии напряженности электростатического поля изображены на рисунке.
 - Нарисуйте напряженность электростатического поля в точке 1 и 2
 - Нарисуйте силу, которая действует на положительный заряд, помещенный в точку 1.
 - Нарисуйте силу, которая действует на отрицательный заряд, помещенный в точку 2.
 - В какой точке 1 или 2 напряженность электрического поля больше.



д) Нарисуйте приблизительную траекторию положительного заряда (заряженной пылинки, помещенной в точку 1)

е) Диполем называется частица, обладающая одинаковым положительным и отрицательным зарядами, разделенными в пространстве. Диполь можно представить как гантельку, у которой один из грузов имеет положительный заряд, а второй - отрицательный. Предположим диполь поместили в точку где-то посередине между точками 1 и 2. Нарисуйте как развернется заряд в электростатическом поле.

Как будет направлена суммарная сила, действующая на диполь.

Свяжите этот факт с явлением притягивания нейтральной по заряду пыли к заряженному телу (например экрану телевизора).

9. Однородное электростатическое поле имеет напряженность 1000 В/м . Определите ускорение, которое будет иметь в этом поле электроны и протоны.

10. Чему должно быть равна напряженность однородного электростатического поля и как оно должно быть направлено, чтобы пылинки, массой 1 мкг и зарядом 1 нКл свободно бы парили в нем.

7.3 Потенциальная энергия. Потенциал. Разность потенциалов.

1. Почему электрические силы, возникающие между электрическими зарядами связаны с потенциальной энергией (выберите правильное утверждение).

a. Потому, что работа электрических сил над любым зарядом всегда одинакова.

b. Потому, что работа электрических сил не зависит от того, как движется заряд, а зависит только от того откуда и куда переместился заряд.

c. Потому, что мы заранее можем рассчитать, какую работу совершит электрическое поле над зарядом, если мы знаем откуда и куда он будет перемещаться.

d. Потому что, если мы перемещаем заряд по замкнутой траектории в электростатическом поле других зарядов, работа электростатического поля будет равна 0.

2. Два положительных заряда расположены на некотором расстоянии друг от друга, их сблизили, совершив работу 10 Дж. Как изменится их общая потенциальная энергия? Увеличится/уменьшится в _____ раз.

3. Точечный заряд находится в однородном электрическом поле. Заряд начинает двигаться в поле, и поле совершает над ним работу 200 Дж. Как изменится потенциальная энергия заряда? Увеличится/уменьшится в _____ раз.

4. Два заряда 1 мкКл и -1 мкКл находятся на расстоянии 20 см друг от друга. Определите, чему равна энергия взаимодействия зарядов?

Напишите расчетную формулу и численное значение _____

5. Заряд 1 мкКл находится в однородном электростатическом поле с напряженностью 2000 В/м. Определите потенциальную энергию заряда _____. Чего не хватает в условии задачи?

6. Заряд 1 мкКл находится в однородном электростатическом поле с напряженностью 2000 В/м. Как изменится потенциальная энергия заряда если он переместится на 10 см

a. вдоль по направлению поля? _____

b. против направления поля _____

c. перпендикулярно направлению поля _____

7. Заряженная частица свободно движется в электростатическом поле. При перемещении частицы из точки 1 в точку 2 потенциальная энергия заряда увеличивается на 25 Дж. Как при этом изменяется его кинетическая энергия?

8. Заряженная частица свободно движется в электростатическом поле. В первоначальный момент потенциальная энергия частицы равна 10 Дж, а ее кинетическая энергия равна 5 Дж.

a. Определите максимальную потенциальную энергию, которая может иметь частица _____

b. Определите кинетическую энергию частицы в момент, когда потенциальная будет равна 10 Дж.

9. Две заряженные частицы имеют заряды 1 мкКл каждая и находятся на расстоянии 1 см. Одна частица закреплена, вторая движется свободно. Какую скорость приобретет вторая частица на бесконечности. Масса частицы 0.1 г.

a. Напишите уравнение закона сохранения энергии _____

b. Напишите формулу для расчета скорости и численное значение _____

10. Потенциал является характеристикой (подчеркните нужное): напряженности электрического поля, электрического поля в данной точке, пробного заряда.

11. Если точечный заряд 1 мкКл поместить в определенную точку электростатического поля, его потенциальная энергия будет равна 10 Дж.

a. Какой потенциальной энергией в данной точке будет обладать заряд 2 нКл? _____

b. Чему равен потенциал электростатического поля в данной точке пространства? _____

12. Определите потенциал создаваемый точечным зарядом 2 мкКл на расстоянии 10 см от него, если величина пробного заряда равна 1 мкКл.

Напишите расчетную формулу и численное значение _____

13. Определите потенциал, создаваемый двумя точечными зарядами по 1 мкКл, расположенными на расстоянии 20 см друг от друга в точке, находящейся посередине между ними. _____

14. Что происходит с потенциалом в однородном электростатическом поле в направлении в доль поля: (подчеркните) увеличивается, уменьшается, остается без изменения.

15. Заряженная частица с зарядом 1 нКл перемещается из точки с потенциалом 5 В в точку с потенциалом -15 В. Определите работу, совершенную при этом над зарядом электростатическими силами _____

7.4. Напряженность. Потенциал.

1. Точечный заряд 1 мкКл находится в однородном поле напряженностью 1000 В/м . Заряд перемещается на 10 см вдоль направления поля. Определите:

- На сколько изменится потенциал: *уменьшится/увеличится* на _____ В
- Какая работа совершена над зарядом электростатическими силами _____
- На сколько изменится кинетическая энергия этого заряда _____

2. Заряженная частица 20 мкКл находится в точке с потенциалом 2000 В и движется со скоростью 10 м/с . Двигаясь под действием электростатического поля она перемещается в другую точку поля, меняя скорость до 11 м/с . Масса заряженной частицы 1 мг . Определите:

- Потенциальную энергию частицы в начальной точке. _____
- Потенциал поля в конечной точке. _____
- Точку с каким максимальным потенциалом может достигнуть данная частица? _____

3. Два заряда 1 мКл и -2 мКл находятся на расстоянии 10 см друг от друга.

- Определите потенциал точки, расположенной на 10 см от обоих зарядов.

b. Определите энергию заряда 3 мкКл , помещенного в эту точку?

c. Какую работу нужно совершить над зарядом 3 мкКл , чтобы переместить его на бесконечность?

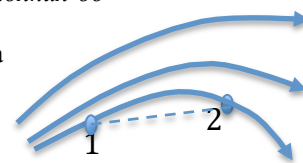
d. Какую работу нужно совершить над зарядом 3 мкКл , чтобы переместить его в точку, расположенную посередине между зарядами.

4. Электрон влетает со скоростью 100 м/с в однородное электростатическое поле с напряженностью 1000 В/м . Определите расстояние которое может пролететь электрон по направлению против поля?

5. На некотором расстоянии от точечного заряда напряженность электрического поля составляет 100 В/м , а потенциал равен 10 В . Какой потенциал будет в точке, где напряженность равна 25 В/м (*подсказка: вспомните как зависит напряженность и потенциал от расстояния до точечного заряда*)?

6. Линии напряженности электростатического поля изображены на рисунке. Что можно сказать про изменение модуля напряженности и потенциала при перемещении из 1 в 2?

- Модуль напряженности растёт/не меняется/убывает
- Потенциал растёт/не меняется/убывает.



7. Металлический шарик с зарядом 10 мкКл приводят в соприкосновение с другим таким же незаряженным шариком. Какая сила будет действовать между шариками после этого, если их разместить на расстоянии 1 м друг от друга?

8. Заряженная отрицательно пылинка массой 1 мг свободно парит в электростатическом поле напряженностью 1000 В/м .

a. Сделайте рисунок (изобразите направление напряженности и силы, действующие на пылинку).

b. Напишите 2 закон Ньютона для пылинки.

c. Определите заряд пылинки.

d. Определите количество лишних электронов у пылинки.

Практическая работа по теме: «Конденсаторы».

Найдите ответы на следующие вопросы.

1. Что такое конденсатор. (Найти 2-3 определения. Сравнить. Выбрать наиболее понятное).
2. Какое назначение у конденсатора. (Привести примеры. Подобрать небольшие заметки к каждому примеру, сослаться на источник).
3. Устройство простейших конденсаторов. Найти картинку. Написать комментарий к частям.
4. Характеристики конденсаторов. (Написать: как называются, что показывают).