

Дата: 03.02.2022

Предмет: Физика

Преподаватель: Мищенко А. В.

Группа 14

Тема занятия:

Напряжённость электрического поля. Принцип суперпозиции полей.

Силовые линии электрического поля. Напряжённость поля заряженного шара.

Уроки № 87, 88

Тип урока: комбинированный спаренный урок

Цели урока:

Предметные:

- дать учащимся понятие о напряжённости электрического поля и принципе суперпозиции полей;
- дать учащимся понятие о силовых линиях электрического поля, научиться определять напряжённость электрического поля заряженного шара.

Развивающая:

- развитие логического мышления, смекалки; формирование интереса к физическому эксперименту;
- активизация творческого мышления учащихся; умение анализировать, делать выводы.

Воспитывающая:

- воспитать интерес к физике для познаваемости мира и объективности наших знаний о нем.

Деятельностная:

- формирование у студентов способностей к самостоятельному построению новых способов действия на основе метода рефлексивной самоорганизации.

Образовательная:

- расширение понятийной базы по учебному предмету за счет включения в нее новых элементов.

Задание:

Ознакомиться с текстом по теме урока. Написать в тетради краткий конспект. Ответить на контрольные вопросы.

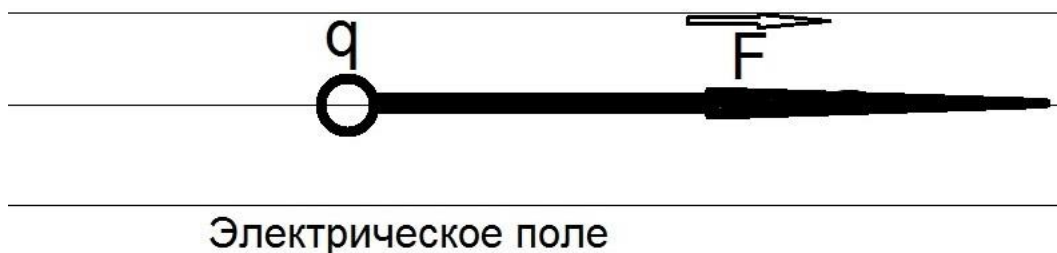
План конспекта:

- 1) Напряжённость электрического поля
- 2) Единица напряжённости
- 3) Принцип суперпозиции полей
- 4) Иллюстрация принципа суперпозиции (рисунок)
- 5) Силовые линии электрического поля
- 6) Силовые линии параллельных заряженных пластин
- 7) Напряжённость электрического поля точечного заряда
- 8) Напряжённость электрического поля заряженного шара

Напряжённость электрического поля

Электрическое поле обнаруживается по силам, действующим на заряд. Можно утверждать, что мы знаем о поле всё, что нам нужно, если будем знать силу, действующую на любой заряд в любой точке поля. Поэтому надо ввести такую характеристику поля, знание которой позволит определить эту силу.

Если поочерёдно помещать в одну и ту же точку поля небольшие заряженные тела и измерять силы, то обнаружится, что сила, действующая на заряд со стороны поля, прямо пропорциональна этому заряду. Действительно, пусть поле создаётся точечным зарядом q_1 . Согласно закону Кулона (14.2) на точечный заряд q действует сила, пропорциональная заряду q . Поэтому отношение силы, действующей на помещаемый в данную точку поля заряд, к этому заряду для каждой точки поля не зависит от заряда и может рассматриваться как характеристика поля.



Запомни

Отношение силы, действующей на помещаемый в данную точку поля точечный заряд, к этому заряду, называется **напряжённостью электрического поля**.

Подобно силе, напряжённость поля — *векторная величина*; её обозначают буквой $\vec{E}$:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}.$$

(14.7)

Отсюда сила, действующая на заряд q со стороны электрического поля, равна:

$$\vec{F} = q \vec{E}. \quad (14.8)$$

Направление вектора $\vec{E}$ совпадает с направлением силы, действующей на положительный заряд, и противоположно направлению силы, действующей на отрицательный заряд.

Единица напряжённости в СИ — Н/Кл (Ньютон/Кулон).

Принцип суперпозиции полей

Если на тело действует несколько сил, то согласно законам механики результирующая сила равна геометрической сумме этих сил:

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots$$

На электрические заряды действуют **силы** со стороны электрического поля. Если при наложении полей от нескольких зарядов эти поля не оказывают никакого влияния друг на друга, то результирующая сила со стороны всех полей должна быть равна геометрической сумме сил со стороны каждого поля.

Опыт показывает, что именно так и происходит на самом деле. Это означает, что напряжённости полей складываются геометрически.

В этом состоит принцип суперпозиции полей.

Принцип суперпозиции полей

Если в данной точке пространства различные заряженные частицы создают электрические поля, напряжённости которых $\vec{E}_1$, $\vec{E}_2$, $\vec{E}_3$ и т. д., то результирующая напряжённость поля в этой точке равна сумме

напряжённостей этих полей:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \dots \quad (14.11)$$

Напряжённость поля, создаваемого отдельным зарядом, определяется так, как будто других зарядов, создающих поле, не существует.



Согласно **принципу суперпозиции полей** для нахождения напряжённости поля системы заряженных частиц в любой точке достаточно знать выражение (14.9) для напряжённости поля точечного заряда. Для определения направления векторов напряжённостей полей отдельных зарядов мысленно помещаем в выбранную точку положительный заряд.

На рисунке 14.16 показано, как определяется напряжённость поля $\vec{E}$ в точке А, созданного двумя точечными зарядами q_1 и q_2 .

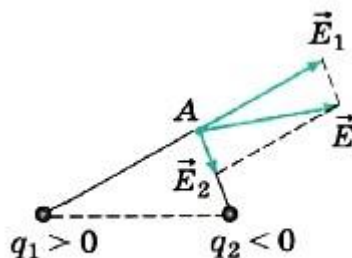


Рис. 14.16

Силовые линии электрического поля

Электрическое поле не действует на органы чувств. Его мы не видим. Однако мы можем получить некоторое представление о распределении поля, если нарисуем векторы напряжённости поля в нескольких точках пространства (рис. 14.9, а). Картина будет более наглядной, если нарисовать непрерывные линии.

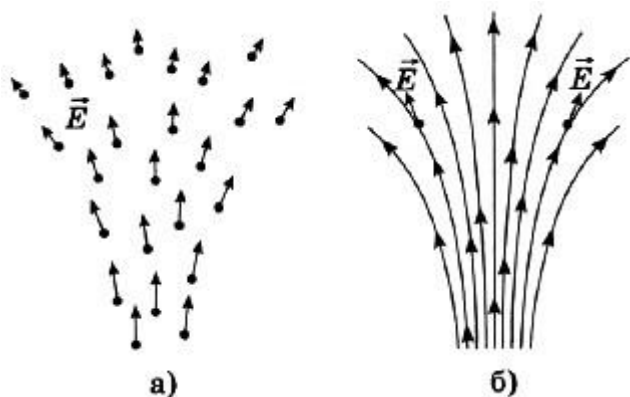


Рис. 14.9

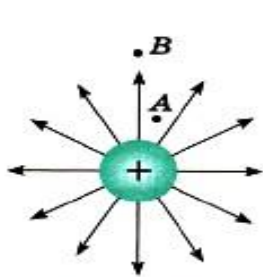


Рис. 14.10

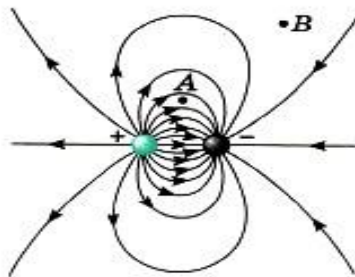


Рис. 14.11

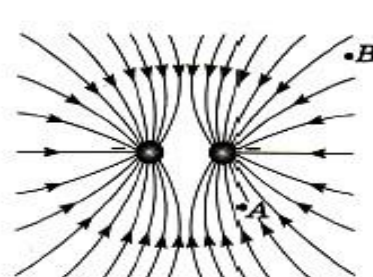


Рис. 14.12

Запомни

Линии, касательная в каждой точке которых совпадает с вектором напряжённости электрического поля, называют **силовыми линиями** или **линиями напряжённости поля** (рис. 14.9, б).

Направление силовых линий позволяет определить направление вектора напряжённости в различных точках поля, а густота (число линий на единицу площади) силовых линий показывает, где напряжённость поля больше. Так, на рисунках 14.10—14.13 густота силовых линий в точках А больше, чем в точках В. Очевидно, что $\vec{E}_A > \vec{E}_B$.

Не следует думать, что линии напряжённости существуют в действительности вроде растянутых упругих нитей или шнуров, как предполагал сам Фарадей. Линии напряжённости помогают лишь наглядно представить распределение поля в пространстве. Они не более реальны, чем меридианы и параллели на земном шаре.

Силовые линии можно сделать видимыми. Если продолговатые кристаллики изолятора (например, хинина) хорошо перемешать в вязкой жидкости (например, в касторовом масле) и поместить туда заряженные тела, то вблизи этих тел кристаллики выстроятся в цепочки вдоль линий напряжённости.

На рисунках приведены примеры линий напряжённости: положительно заряженного шарика (см. рис. 14.10), двух разноимённо заряженных шариков (см. рис. 14.11), двух одноимённо заряженных шариков (см. рис. 14.12), двух пластин, заряды которых равны по модулю и противоположны по знаку (см. рис. 14.13). Последний пример особенно важен.

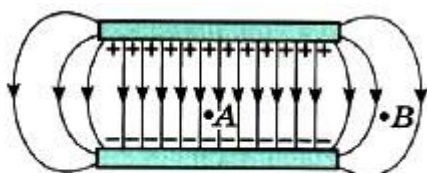


Рис. 14.13

На рисунке 14.13 видно, что в пространстве между пластинами силовые линии в основном параллельны и находятся на равных расстояниях друг от друга: электрическое поле здесь одинаково во всех точках.

Электрическое поле, напряжённость которого одинакова во всех точках, называется **однородным**.

В ограниченной области пространства электрическое поле можно считать приближённо однородным, если напряжённость поля внутри этой области меняется незначительно.

Почему линии, изображающие электрическое поле, называются силовыми линиями?

Важно

Силовые линии электрического поля **не замкнуты**, они **начинаются на положительных зарядах и оканчиваются на отрицательных**. Силовые линии непрерывны и не пересекаются, так как пересечение означало бы отсутствие определённого направления напряжённости электрического поля в данной точке.

Напряжённость поля точечного заряда

Найдём напряжённость электрического поля, создаваемого точечным зарядом q_0 . По закону Кулона этот заряд будет действовать на положительный заряд q с силой

$$F = k \frac{|q_0| q}{r^2}.$$

Модуль напряжённости поля точечного заряда q_0 на расстоянии r от него равен:

$E = \frac{F}{q} = k \frac{|q_0|}{r^2}.$

 (14.9)

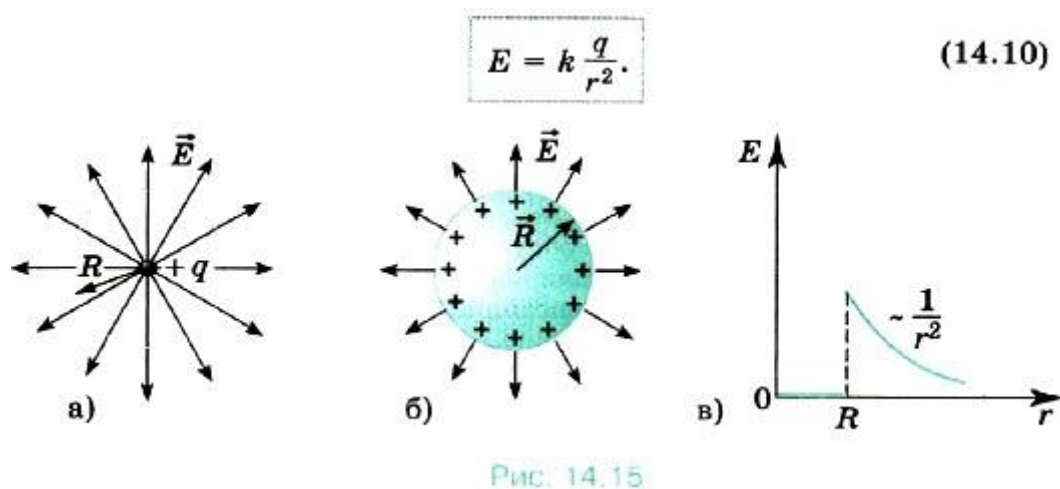
Вектор напряжённости в любой точке электрического поля направлен вдоль прямой, соединяющей эту точку и заряд, и совпадает с силой, действующей на точечный положительный заряд, помещённый в данную точку. Силовые линии электрического поля точечного заряда, как следует из соображений симметрии, направлены вдоль радиальных линий (рис. 14.15, а).

Поле заряженного шара

Рассмотрим теперь вопрос об электрическом поле заряженного проводящего шара радиусом R . Заряд q равномерно распределён по поверхности шара.

Силовые линии электрического поля, также из соображений симметрии, направлены вдоль продолжений радиусов шара (рис. 14.15, б).

Распределение в пространстве силовых линий электрического поля шара с зарядом q на расстояниях $r \geq R$ от центра шара аналогично распределению силовых линий поля точечного заряда q (см. рис. 14.15, а). Следовательно, на расстоянии $r \geq R$ от центра шара напряжённость поля определяется той же формулой (14.9), что и напряжённость поля точечного заряда, помещённого в центре сферы:

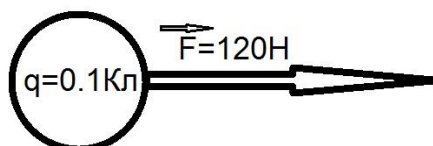


Важно

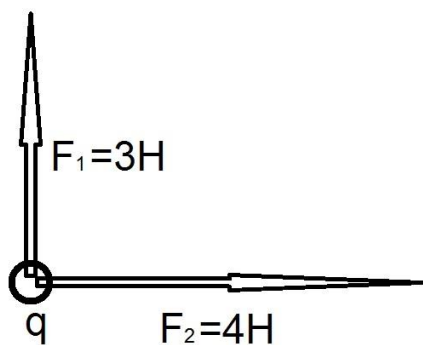
Внутри проводящего шара ($r < R$) напряженность поля равна нулю.

Контрольные вопросы:

- 1) Какова напряжённость электрического поля в точке, где расположен заряд q ?



- 2) Какова суммарная напряжённость поля в точке расположения пробного заряда $q = 0,1$ Кл? Угол между силами F_1 и F_2 равен 90° .



- 3) В каком случае создаётся однородное электрическое поле?
- 4) Что называют силовыми линиями электрического поля?
- 5) Могут ли силовые линии пересекаться? Обоснуйте свой ответ.

Литература:

Мякишев Г. Я. Физика 10 класс. Учебник для общеобразовательных учреждений. М., 2010. §91 упр. 1-4; §92 упр. 1-4