

Электростатика

Тема 1 Закон сохранения
заряда. Закон Кулона

1.1 Электрический заряд. Закон сохранения заряда.

Электростатика изучает неподвижные заряды.

Электризация — процесс, в результате которого тело приобретает электрический заряд. Если тело начинает притягивать к себе другие тела, то говорят, что оно наэлектризовано, или приобрело электрический заряд.

Электрический заряд q (Кл) определяет способность тел участвовать в электромагнитных взаимодействиях. В природе существуют два вида зарядов, которые условно назвали *положительными и отрицательными*. Одноимённые заряды отталкиваются, а разноимённые притягиваются.

Закон сохранения заряда: *алгебраическая сумма зарядов в замкнутой системе сохраняется:*

$$\Sigma q_i = \text{const} .$$

Систему называют *замкнутой*, если она не обменивается зарядами с окружающей средой.

1.1 Электрический заряд. Закон сохранения заряда.

Экспериментально доказано, что заряды можно делить, но до определённого предела. Носитель наименьшего электрического заряда — отрицательно заряженный *электрон*:

$$q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}; m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}.$$

Модуль любого заряда кратен заряду электрона:

$$q = Nq_e,$$

где $N = q / q_e$ — избыток электронов.

Учтите: в процессе электризации от одного тела к другому переходят **только** электроны. Если у тела избыток электронов, то оно заряжено отрицательно, а если недостаток, то — положительно. *Внимание:* заряженные тела притягивают к себе нейтральные тела и тела с противоположным зарядом. Отталкивание наблюдается **только** между одноимённо заряженными телами.

ЗАДАЧИ

A1. Когда мы снимаем одежду, особенно изготовленную из синтетических материалов, мы слышим характерный треск. Какое явление объясняет этот треск?

- | | |
|-----------------|------------------------------|
| 1) Электризация | 2) Трение |
| 3) Нагревание | 4) Электромагнитная индукция |

A2. На какую минимальную величину может изменяться заряд золотой пылинки?

- 1) На величину, равную по модулю заряду электрона
- 2) На величину, равную по модулю заряду ядра атома золота
- 3) На сколь угодно малую
- 4) Ответ зависит от размера пылинки

A3. При трении пластмассовой линейки о шерсть линейка заряжается отрицательно. Это объясняется тем, что

- 1) электроны переходят с линейки на шерсть
- 2) протоны переходят с линейки на шерсть
- 3) электроны переходят с шерсти на линейку
- 4) протоны переходят с шерсти на линейку

A4. При трении стеклянной линейки о шёлк линейка заряжается положительно. Это объясняется тем, что

- 1) электроны переходят с линейки на шёлк
- 2) протоны переходят с линейки на шёлк
- 3) электроны переходят с шёлка на линейку
- 4) протоны переходят с шёлка на линейку

A5. Пылинка, имеющая положительный заряд $+e$, потеряла электрон. Каким стал заряд пылинки?

1) 0

2) $-2e$

3) $+2e$

4) $-e$

A6. Капля, имеющая отрицательный заряд $-e$, при освещении потеряла электрон. Каким стал заряд капли?

1) 0

2) $-2e$

3) $+2e$

4) $-e$

A7. Лёгкий незаряженный шарик из металлической фольги подвешен на тонкой шёлковой нити. При поднесении к шарiku стержня с положительным электрическим зарядом (без прикосновения) шарик

1) притягивается к стержню

2) отталкивается от стержня

3) не испытывает ни притяжения, ни отталкивания

4) на больших расстояниях притягивается к стержню, на малых расстояниях отталкивается

А8. Лёгкий незаряженный шарик из металлической фольги подвешен на тонкой шёлковой нити. К шарiku поднесли (без прикосновения) сначала стержень с положительным электрическим зарядом, а затем стержень с отрицательным зарядом. Шарик

- 1) притягивается к стержням в обоих случаях
- 2) отталкивается от стержней в обоих случаях
- 3) не испытывает ни притяжения, ни отталкивания в обоих случаях
- 4) притягивается к стержню в первом случае, отталкивается от стержня во втором случае

1.2 Электрическое поле

Вокруг заряженных тел существует особая среда — электрическое поле. Именно это поле является посредником в передаче электрического взаимодействия.

Свойства электрического поля:

- материально, т.е. существует независимо от нашего сознания;
- возникает вокруг зарядов и обнаруживается по действию на пробный заряд;
- непрерывно распределено в пространстве;
- ослабевает по мере удаления от заряда;
- скорость распространения электрического поля в вакууме равна скорости света $c = 3 \cdot 10^8$ м/с .

1.2 Закон Кулона

Закон Кулона — основной закон электростатики был открыт экспериментально в 1785 г.: *два неподвижных точечных заряда в вакууме взаимодействуют друг с другом с силой прямо пропорциональной произведению модулей зарядов и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними:*

$$F_{\text{К}} = \frac{k |q_1| \cdot |q_2|}{r^2},$$

где $|q_1|$ (Кл) и $|q_2|$ (Кл) — модули зарядов, r (м) — расстояние между зарядами, k — коэффициент пропорциональности, который численно равен силе взаимодействия между двумя точечными зарядами по 1 Кл, находящимися на расстоянии 1 м друг от друга:

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2;$$

$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Кл}^2 / (\text{Н} \cdot \text{м}^2)$ — электрическая постоянная.

1.2 Закон Кулона

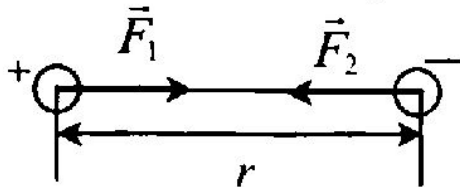
Закон Кулона в среде:

$$F_K = \frac{k |q_1| \cdot |q_2|}{\epsilon r^2},$$

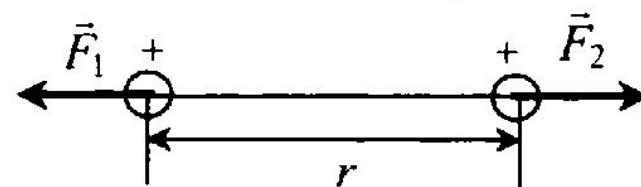
где ϵ — диэлектрическая проницаемость (табличная величина, показывающая, во сколько раз электрическое взаимодействие в среде уменьшается по сравнению с вакуумом).

Направление силы Кулона зависит от знаков зарядов.

Взаимное притяжение
разноимённых зарядов:



Взаимное отталкивание
одноимённых зарядов:



1.2 Задачи

1. Два маленьких одинаковых металлических шарика заряжены положительными зарядами q и $5q$ и находятся на некотором расстоянии друг от друга. Шарики привели в соприкосновение и раздвинули на прежнее расстояние. Как изменилась сила взаимодействия шариков? (Увеличилась в 1,8 раза)

1.2 Задачи

2. Два маленьких одинаковых металлических шарика заряжены разноимёнными зарядами $+q$ и $-5q$ и находятся на некотором расстоянии друг от друга. Шарики привели в соприкосновение и раздвинули на прежнее расстояние. Как изменился модуль силы взаимодействия шариков? (Уменьшился в 1,25 раза)

1.2 Задачи

3. Как изменится модуль силы взаимодействия двух небольших металлических шариков одинакового диаметра, имеющих заряды $q_1 = +6$ нКл и $q_2 = -2$ нКл, если шары привести в соприкосновение и раздвинуть на прежнее расстояние? **(Уменьшится в 3 раза)**

1.2 Задачи

4. Два одинаковых металлических шарика заряжены положительными зарядами q и $4q$. Центры шариков находятся на некотором расстоянии друг от друга. Шарика привели в соприкосновение. Во сколько раз необходимо увеличить расстояние между их центрами, чтобы сила взаимодействия осталась прежней?
(В 1,25 раза)