

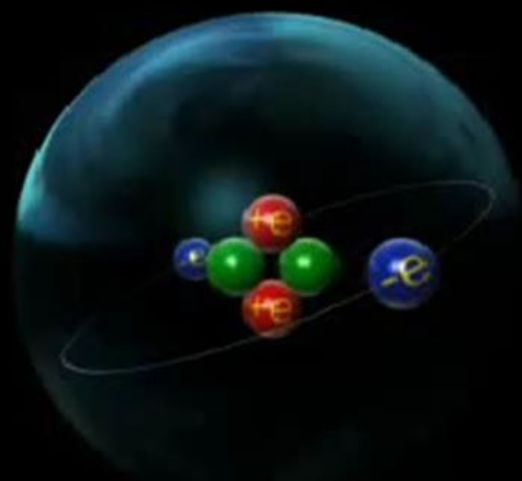
Электрический заряд

Закон Кулона

Структура атома

Атом является наименьшей частью химического элемента. Тем не менее, в нем заложены химические свойства данного элемента. Название «атом» происходит от греческого слова *атомос* – неделимый. Однако он не является самой малой частицей во Вселенной.

В каждом атоме количество электронов равно количеству протонов в ядре. Нейтроны не обладают зарядом.



Протоны и нейтроны имеют почти одинаковую массу. Масса электрона примерно в 2000 раз меньше массы протона. Поэтому можно допустить, что масса атома состоит, в основном, из массы компонентов атомного ядра.

Атомное ядро состоит из...



- нейтронов и протонов
- нейтронов и электронов
- протонов и электронов

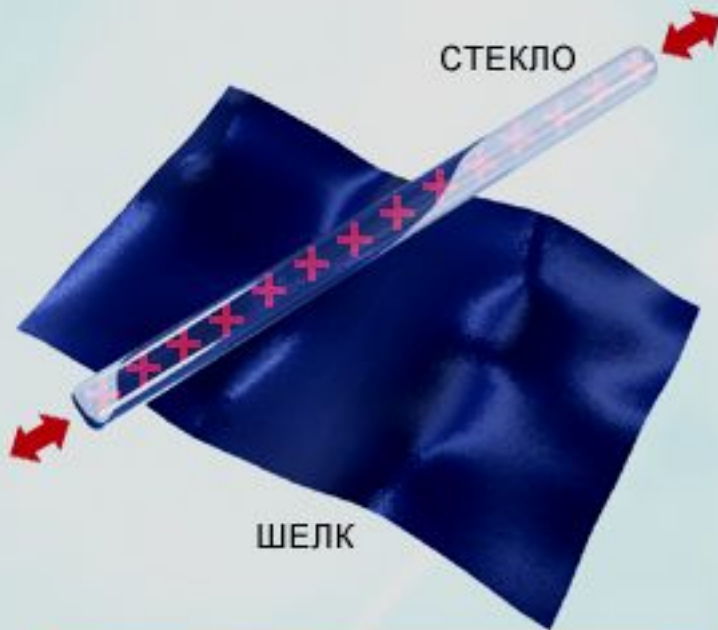
Какая из этих частиц имеет отрицательный заряд?



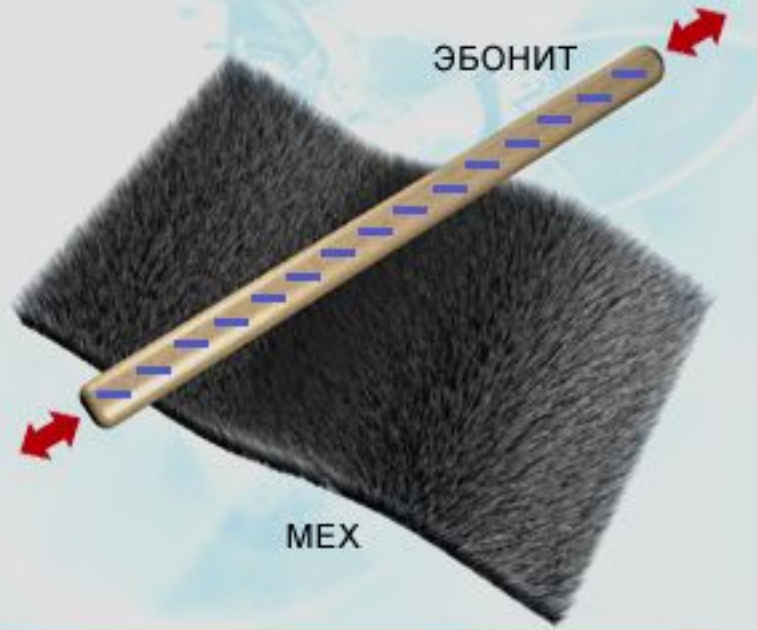
нейтрон , протон , электрон



Электрический заряд – это физическая величина, характеризующая свойство частиц или тел вступать в электромагнитные силовые взаимодействия.

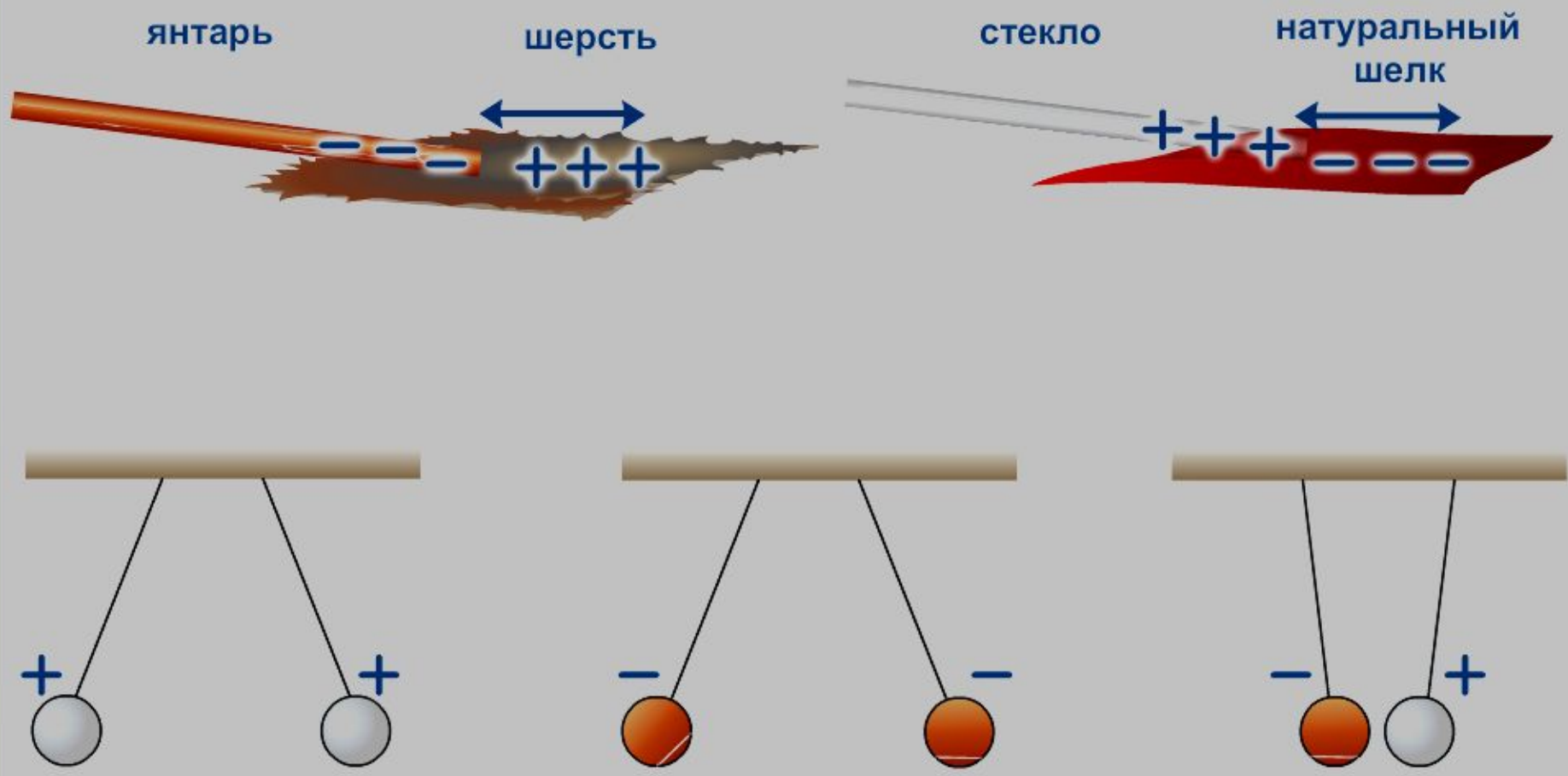


ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЙ заряд образуется на стекле, потертом о шелк



ОТРИЦАТЕЛЬНЫЙ заряд образуется на эбоните (янтаре), потертом о мех

Простейший способ получения положительного и отрицательного зарядов.
Характер взаимодействия этих зарядов



Единицы измерения электрического заряда

За единицу измерения электрического заряда принят 1 кулон, сокращенно – 1 Кл.

Примеры зарядов

Элементарный заряд e – это количество электричества, переносимое одним электроном.

Ядро урана имеет заряд, равный 92 элементарным зарядам.

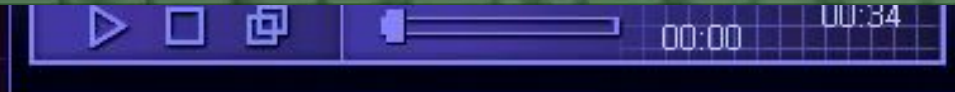
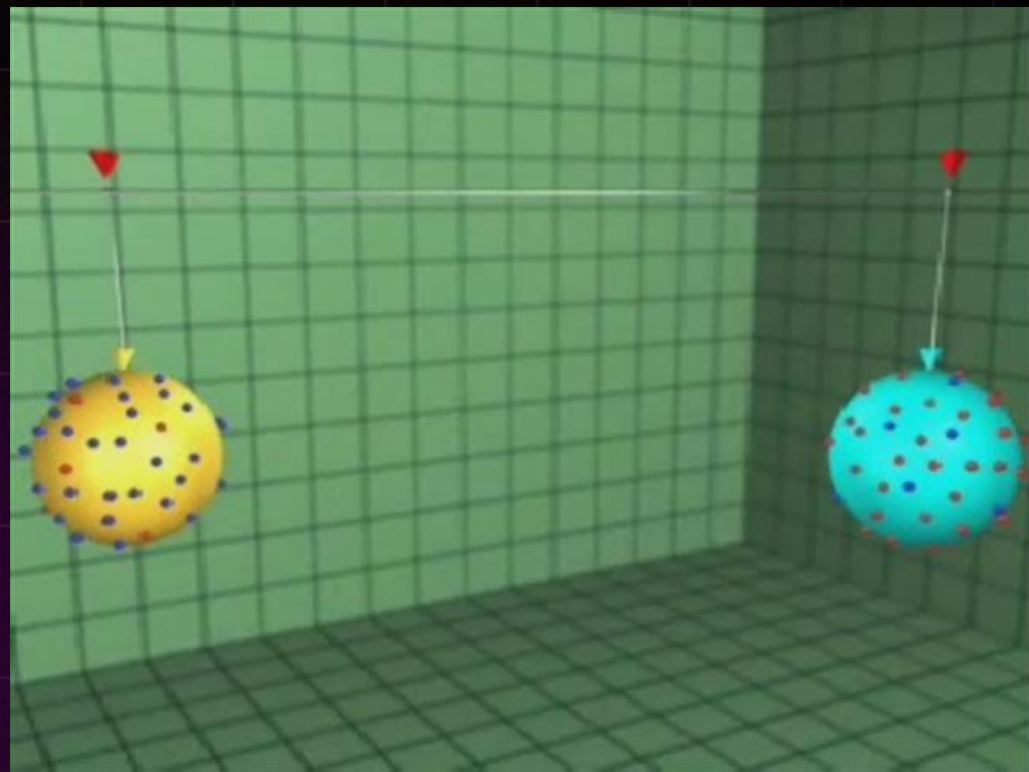
Капля дождя может нести в 600 раз больший заряд ($600 e$), а крупинка града – 60 000 000 e .

Заряд, который несет в себе молния, равен $1,25 \cdot 10^{20} e$.

Суммарный заряд планеты Земли отрицательный и равен $1,9 \cdot 10^{24} e$.

Ежедневно мы имеем дело с зарядами, составляющими доли 1 кулона. Поэтому часто используются другие единицы: 1 милликулон (мКл) = 0,001 Кл и 1 микрокулон (μКл) = 0,000001 Кл. Приблизительно $625 \cdot 10^{16}$ элементарных зарядов составляют заряд, равный 1 кулону. Запомните, что электрон или протон являются носителями электрического заряда.



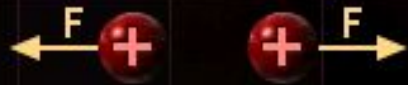


Находящиеся внутри каждого тела электрические заряды взаимодействуют друг с другом.

Разноименные электрические заряды притягиваются.



Одноименные электрические заряды отталкиваются.



Эта постоянная величина, определяющая взаимодействие между протонами и электронами, называется электрическим зарядом.



Совокупность всех известных экспериментальных фактов позволяет сделать следующие **ВЫВОДЫ**:

1. Существует два рода электрических зарядов, условно названных положительными и отрицательными.
2. Заряды могут передаваться (например, при непосредственном контакте) от одного тела к другому (электризация).
3. В отличие от массы тела электрический заряд не является неотъемлемой характеристикой данного тела.
4. Одно и то же тело в разных условиях может иметь разный заряд.
5. Одноименные заряды отталкиваются, разноименные – притягиваются.

Одним из фундаментальных законов природы является экспериментально установленный **закон сохранения электрического заряда**.

В изолированной системе алгебраическая сумма зарядов всех тел остается постоянной:

$$q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n = \text{const}$$

Закон сохранения электрического заряда утверждает, что в замкнутой системе тел не могут наблюдаться процессы рождения или исчезновения зарядов только одного знака.

Точечным зарядом называют заряженное тело, размерами которого в условиях данной задачи можно пренебречь.

Закон сохранения заряда

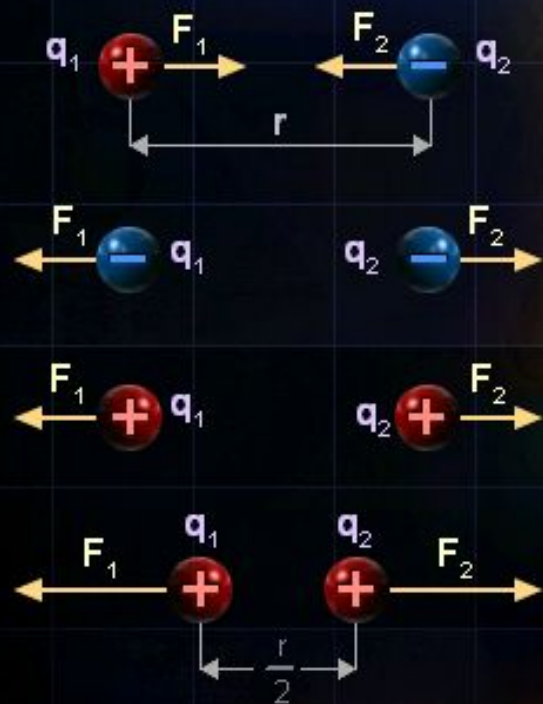
+
+
+
+
+
+
+



Закон Кулона

На сколько велика сила взаимодействия между зарядами? (1)

В XVIII веке проводилось много экспериментов с целью измерить величину силы действующей между заряженными телами, то есть телами, обладающими статическими электрическими зарядами. Французский физик Шарль Кулон первым опубликовал результаты своих исследований, которые были позднее названы в его честь законом Кулона.



Закон Кулона

Сила взаимодействия двух заряженных тел прямо пропорциональна произведению их зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния между их центрами.

Закон Кулона может быть записан следующим образом:

Формула

Закон Кулона

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

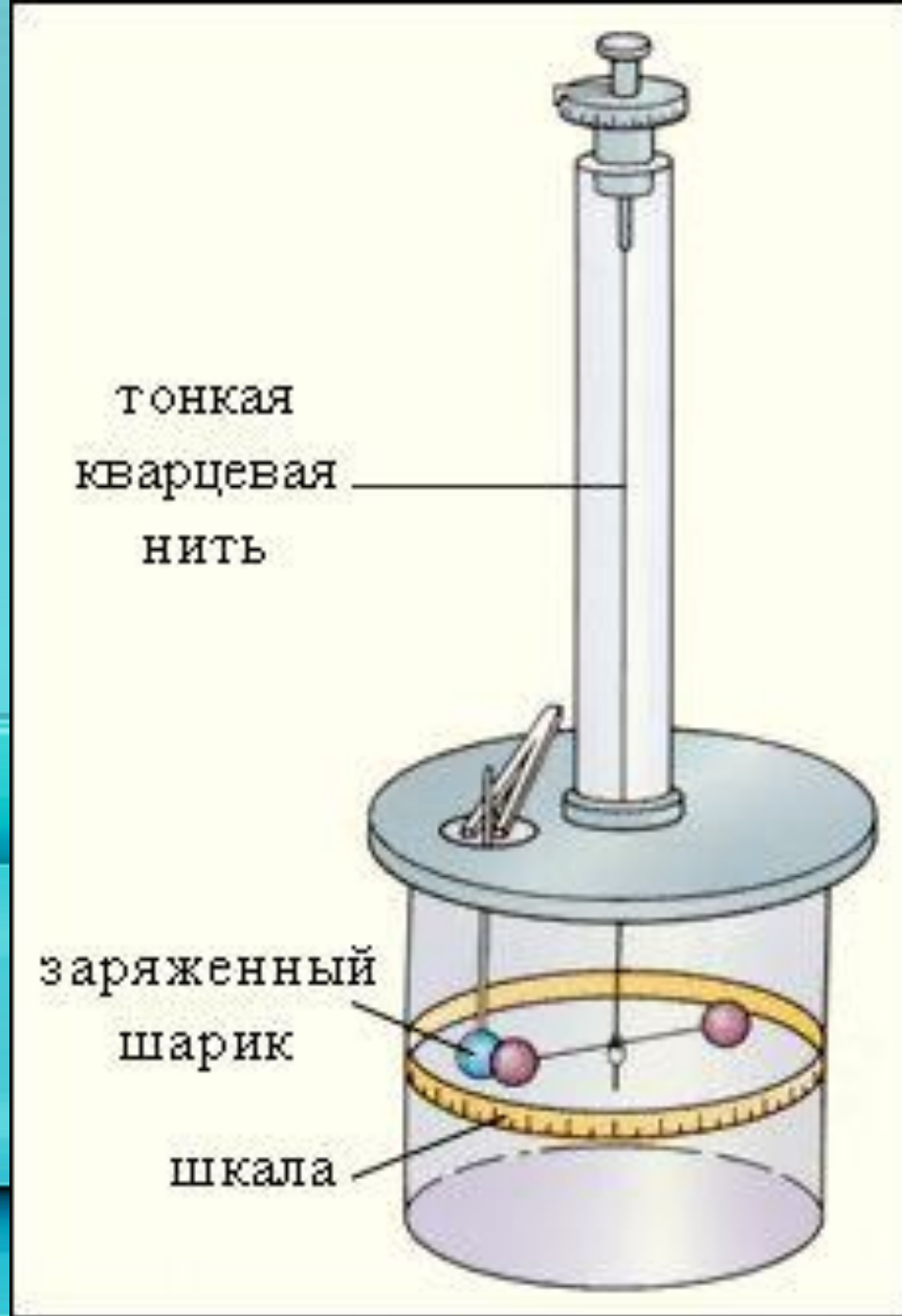
электрическая постоянная.

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0},$$

где

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{Н} \cdot \text{м}^2}$$

$$k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$$



Закон Кулона для среды в СИ:

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \cdot \frac{|q_1||q_2|}{r^2}, \text{ или}$$

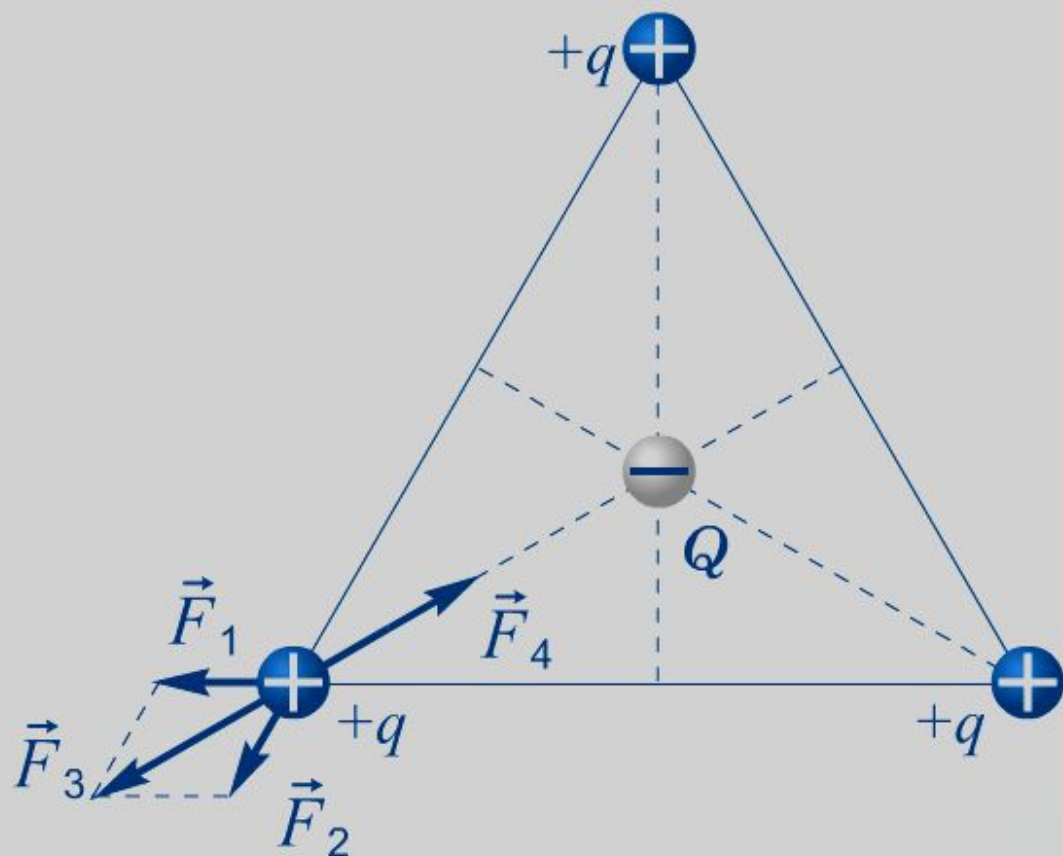
$$F = \frac{k}{\epsilon} \cdot \frac{|q_1||q_2|}{r^2}, \text{ где}$$

ϵ — диэлектрическая проницаемость среды

Принцип суперпозиции для взаимодействия точечных зарядов

Сила \vec{F} , действующая на точечный заряд q со стороны N точечных зарядов q_1, q_2, \dots, q_N , равна векторной сумме сил $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_N$, действующих со стороны каждого из зарядов системы на этот заряд, и не зависит от наличия других зарядов:

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



$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_4 = 0$$

$$\vec{F}_3 = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 \text{ и } \vec{F}_3 = -\vec{F}_4$$

Упражнения

Закон Кулона

1

Как изменится модуль силы (сила), с которой взаимодействуют два заряженных тела, если расстояние между этими телами увеличить в 2 раза?

- удвоится
- сократится вдвое
- увеличится в 4 раза
- уменьшится в 4 раза



2

Как изменится модуль силы (сила), с которой взаимодействуют два заряженных шара, если расстояние между шарами уменьшить в 4 раза?

- увеличится в 4 раза
- увеличится в 16 раз
- уменьшится в 4 раза
- уменьшится в 16 раз



Упражнения

Закон Кулона

3

Как изменится модуль силы (сила), с которой взаимодействуют два заряженных шара, если заряд одного шара увеличится в 4 раза, а заряд второго сократится вдвое?

- удвоится
- увеличится в 8 раз
- уменьшится в 4 раза
- сократится вдвое



4

Сила взаимодействия электрических зарядов...

- прямо пропорциональна произведению модулей зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними
- прямо пропорциональна произведению модулей зарядов и квадрату расстояния между ними
- обратно пропорциональна произведению модулей зарядов и квадрату расстояния между ними
- прямо пропорциональна квадрату расстояния между ними и обратно пропорциональна произведению их зарядов



Упражнения

Закон Кулона

5

Два шара взаимодействуют с силой, равной 16 Н. Чему будет равен модуль силы притяжения, если заряд на одном из шаров будет удвоен и одновременно будет удвоено расстояние между шарами?

- 8 Н
- 4 Н
- 16 Н
- 32 Н



6

После измерения сил взаимодействия двух заряженных шаров мы увеличили расстояние между ними в два раза. Как можно заставить шары притягиваться с той же силой, что и ранее, не изменяя расстояния между ними?

- удвоить один из зарядов
- удвоить оба заряда
- уменьшить один из зарядов вдвое
- уменьшить оба заряда вдвое



Упражнения

Закон Кулона

7

Как должно измениться расстояние между центрами двух заряженных шаров, чтобы при 9-кратном уменьшении заряда на одном из шаров сила притяжения между ними не изменилась?

- расстояние должно увеличиться в 9 раз
- расстояние должно увеличиться в 3 раза
- расстояние должно уменьшиться в 3 раза
- расстояние должно уменьшиться в 9 раз



11.15. Найти силу взаимодействия двух зарядов¹, величиной $q = 1$ Кл каждый, находящихся на расстоянии $R = 1$ км друг от друга.

11.16. Среднее расстояние между двумя облаками $r = 10$ км. Электрические заряды их соответственно $q_1 = 10$ Кл и $q_2 = 20$ Кл. С какой силой взаимодействуют облака?

11.17. Найти силу электрического взаимодействия протона и электрона, находящихся на расстоянии $R = 10^{-8}$ см друг от друга.

11.18. Во сколько раз сила электрического отталкивания F_e двух электронов больше силы гравитационного притяжения F_g между ними?

11.19. На каком расстоянии друг от друга заряды $q_1 = 1$ мкКл и $q_2 = 10$ нКл взаимодействуют с силой $F = 9$ мН?

11.20. Два точечных заряда находятся на расстоянии r друг от друга. Во сколько раз изменится сила взаимодействия, если: а) увеличить один из зарядов в 3 раза; б) уменьшить оба заряда в 2 раза; в) увеличить расстояние между зарядами в 3 раза?

11.21. Во сколько раз надо изменить расстояние между зарядами при увеличении одного из них в 4 раза, чтобы сила взаимодействия осталась прежней?

11.22. Во сколько раз изменится сила, действующая между двумя точечными зарядами, если расстояние между ними увеличить на $\eta = 50\%$?

11.23. Два одинаковых заряда, $q = 5$ мкКл каждый, находятся в воздухе. Какой по величине заряд нужно перенести с одного заряда на другой, чтобы сила их взаимодействия уменьшилась в $n = 2,5$ раза?

11.24. Два заряда $q_1 = 40$ нКл и $q_2 = 100$ нКл расположены на расстоянии $r = 2$ см друг от друга. На сколько изменится сила, действующая на второй заряд, если знак первого заряда изменить на противоположный?

11.25. Две отрицательно заряженные пылинки находятся в воздухе на расстоянии $r = 2$ мм друг от друга и отталкиваются с силой $F = 9 \cdot 10^{-5}$ Н. Считая заряды пылинок одинаковыми, найти число избыточных электронов на каждой пылинке.

11.26. Два шарика, массой $m = 0,1$ г каждый, имеют одинаковые отрицательные заряды и в состоянии невесомости находятся в равновесии на любом расстоянии друг от друга, заметно превышающем их размеры. Определить число избыточных электронов на каждом шарике. Найти отношение массы избыточных электронов на шарике к массе шарика.

11.27. С какой силой будут взаимодействовать протоны и электроны, содержащиеся в медном шарике объемом $V = 1$ см³, если их развести на расстояние $R = 1$ м? Число электронов в атоме меди $Z = 29$.

11.28. С какой силой взаимодействовали бы в вакууме два шарика из алюминия, массой $m = 1$ г каждый, находясь на расстоянии $R = 1$ м друг от друга, если бы суммарный заряд электронов отличался от суммарного заряда ядер на $\eta = 1\%$? Число электронов в атоме алюминия $Z = 13$.

11.29. Заряженные шарики, находящиеся на расстоянии $R = 2$ м друг от друга, отталкиваются с силой $F = 1$ Н. Общий заряд шариков $Q = 5 \cdot 10^{-5}$ Кл. Определить заряд каждого шарика.

11.30. Заряженный шарик приводят в соприкосновение с точно таким же незаряженным шариком. Находясь на расстоянии $r = 15$ см, шарики отталкиваются с силой $F = 1$ мН. Каков был первоначальный заряд заряженного шарика?

11.31. Два заряда $q_1 = 0,5$ мкКл и $q_2 = 1,5$ мкКл находятся на расстоянии $r = 10$ см друг от друга. Заряды привели в соприкосновение и раздвинули на прежнее расстояние. На сколько изменилась сила их взаимодействия?

11.32. Два маленьких одинаковых металлических шарика с зарядами $q_1 = 2$ мкКл и $q_2 = -4$ мкКл находятся на расстоянии $r = 30$ см друг от друга. На сколько изменится сила их взаимодействия, если шарики привести в соприкосновение и вновь развести на прежнее расстояние?



Домашнее задание

- & 85 - & 90;
- Упр. 16
- Презентация:
 - «Шарль Кулон»;
 - «Открытие закона Кулона»