

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

Электродинамика – это наука о свойствах и закономерностях поведения особого вида материи – электромагнитного поля, осуществляющего взаимодействие между электрически заряженными телами или частицами.

Многие физические явления, наблюдаемые в природе и окружающей нас жизни, не могут быть объяснены только на основе законов механики, молекулярно-кинетической теории и термодинамики. В этих явлениях проявляются силы, действующие между телами на расстоянии, причем эти силы не зависят от масс взаимодействующих тел и, следовательно, не являются гравитационными. Эти силы называют **электромагнитными силами**.

О существовании электромагнитных сил знали еще древние греки. Но систематическое, количественное изучение физических явлений, в которых проявляется электромагнитное взаимодействие тел, началось только в конце XVIII века. Трудami многих ученых в XIX веке завершилось создание стройной науки, изучающей электрические и магнитные явления. Эта наука, которая является одним из важнейших разделов физики, получила название **электродинамики**.

Электростатика.

*Раздел электродинамики,
посвященный изучению
покоящихся электрически
заряженных тел,
называют
электростатикой.*

**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЗАРЯД.
ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЗАРЯДА.**

**ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ: П.П.83-86, СТР.222
(ЗАДАНИЕ ЕГЭ)**

Электрический заряд

Подобно понятию гравитационной массы тела в механике Ньютона, понятие заряда в электродинамике является первичным, основным понятием.

Электрический заряд – это физическая величина, характеризующая свойство частиц или тел вступать в электромагнитные силовые взаимодействия и определяющая силу этих взаимодействий.

Электрический заряд обычно обозначается буквами q или Q .

Единица измерения заряда – *кулон* (**Кл**)

Электрический заряд и элементарные частицы.

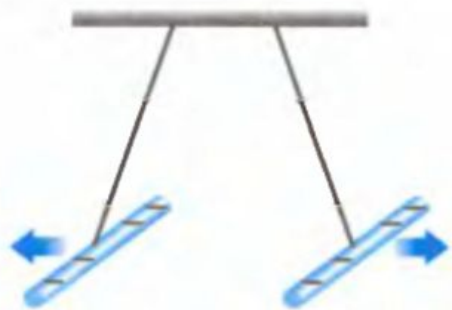
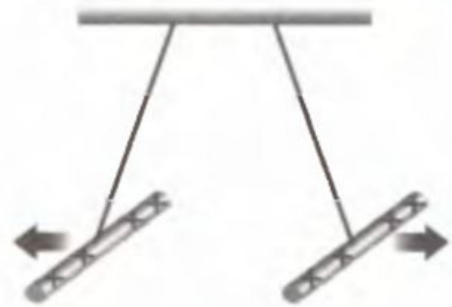
- 1. Все тела состоят из мельчайших частиц, которые неделимы на более простые и поэтому называются **элементарными**.**
- 2. Все элементарные частицы имеют массу и благодаря этому **притягиваются** друг к другу согласно **закону всемирного тяготения**.**
- 3. Если частицы взаимодействуют друг с другом с силами, которые убывают с увеличением расстояния так же, как и силы всемирного тяготения, но превышают силы тяготения во много раз, то говорят, что эти **частицы имеют электрический заряд**.**

4. Сами частицы называются **заряженными**.
Бывают частицы без электрического заряда, но не существует электрического заряда без частицы.

5. Взаимодействия между заряженными частицами носят название **электромагнитных**.

6. Электрический заряд определяет **интенсивность** электромагнитных взаимодействий, подобно тому как масса определяет интенсивность гравитационных взаимодействий.

Два знака электрических зарядов.



a)



b)

Заряженные тела могут как притягиваться, так и отталкиваться друг от друга.

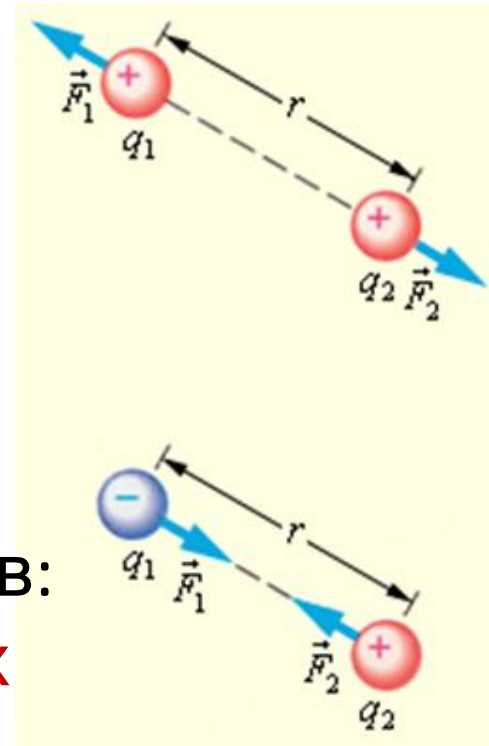
Этот важнейший факт означает, что в природе есть частицы с электрическими зарядами

противоположных знаков:

при зарядах одинаковых знаков частицы

отталкиваются, а при различных –

притягиваются



Экспериментально было установлено, что существует минимальная величина электрического заряда, одинаковая по модулю для положительных и отрицательных зарядов. Отделить часть этого заряда невозможно. Наименьший электрический заряд имеют элементарные частицы: *протон* обладает минимальным положительным зарядом ($+e$), *электрон* — минимальным отрицательным зарядом ($-e$).



Квантование заряда

Квантование заряда. Результирующая величина заряда атома или молекулы складывается из зарядов протонов и электронов, входящих в их состав:

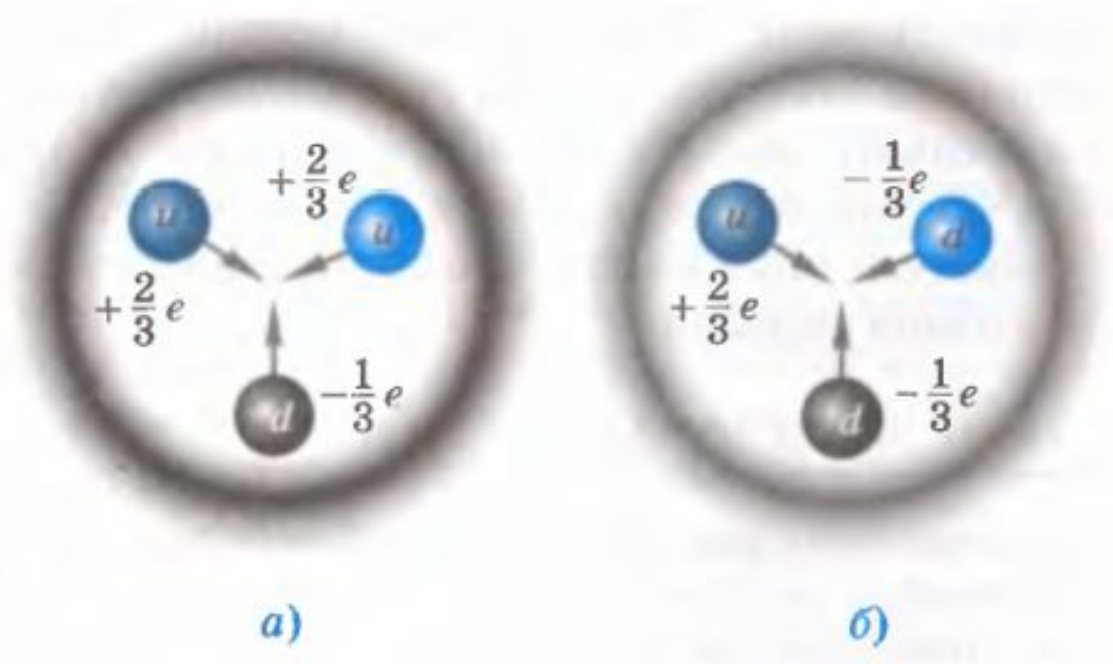
$$Q = ne,$$

где n — целое число, $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Суммарный заряд пропорционален величине минимального заряда.

Электрический заряд дискретен (квантован). Минимальное различие величин любых зарядов равно e .

Согласно современной квантовой теории протон и нейтрон являются комбинацией других элементарных частиц — кварков u и d с зарядом $+\frac{2}{3}e$ и $-\frac{1}{3}e$ соответственно (рис. 262).



*Кварковая модель
протона и нейтрона:
а) протон;
б) нейтрон*

Кварки, как независимые частицы, в экспериментах не наблюдались. Однако даже если будет обнаружен заряд, в 3 раза меньший заряда электрона, то и это не нарушит квантование заряда: изменится лишь величина минимального заряда.

Полный заряд электронейтрального атома равен нулю, так как число протонов в ядре равно числу электронов в атоме (рис. 263, а).

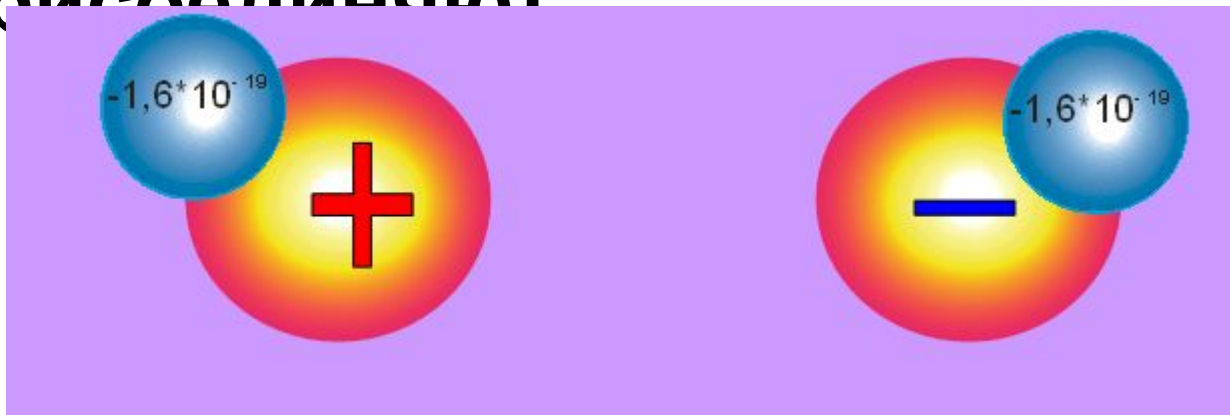
Макроскопические тела, состоящие из нейтральных атомов, электронейтральны.

Электризация

- При электризации заряжаются оба тела, в ней участвующие.
- **Электризация** - это процесс получения электрически заряженных тел из электронейтральных.
- Степень электризации тел в результате взаимного трения характеризуется **значением** и **знаком** электрического заряда, полученного телом.

Причины

ЭЛЕКТРИЗАЦИИ вещества
отдают электроны, а другие их
присоединяют



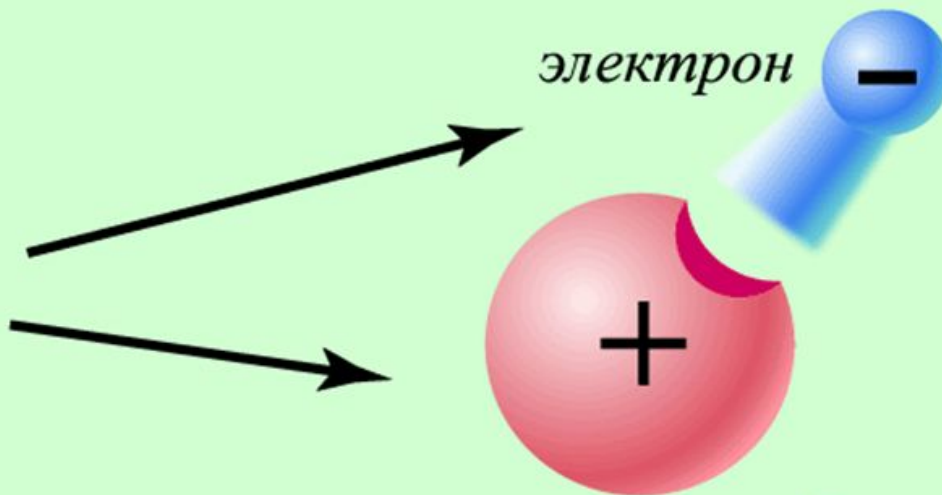
- Различие энергии связи электрона с атомом в различных веществах.

Схема образования

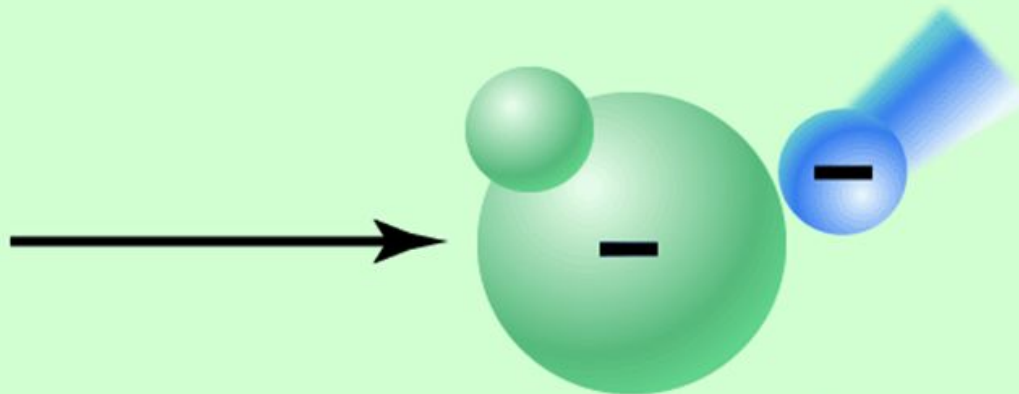
ИОНОВ



*нейтральные
частицы*



положительный ион



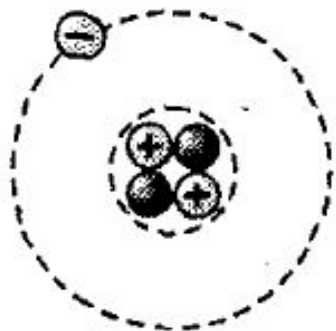
отрицательный ион

ИОНЫ

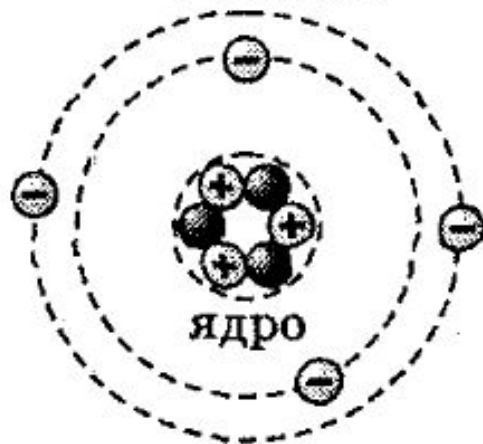
+ ион = атом - электроны

- ион = атом + электроны

+ ион гелия



- ион лития



ЯДРО = ПРОТОНЫ + НЕЙТРОНЫ



	электрон	протон	нейтрон
заряд	$q_э = -1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл	$q_п = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл	$q_н = 0$
масса	$m_э = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг	$m_п \approx 1836m_э$	$m_н \approx 1839m_э$

$$q_{\text{ядра}} = \Sigma q_п > 0$$

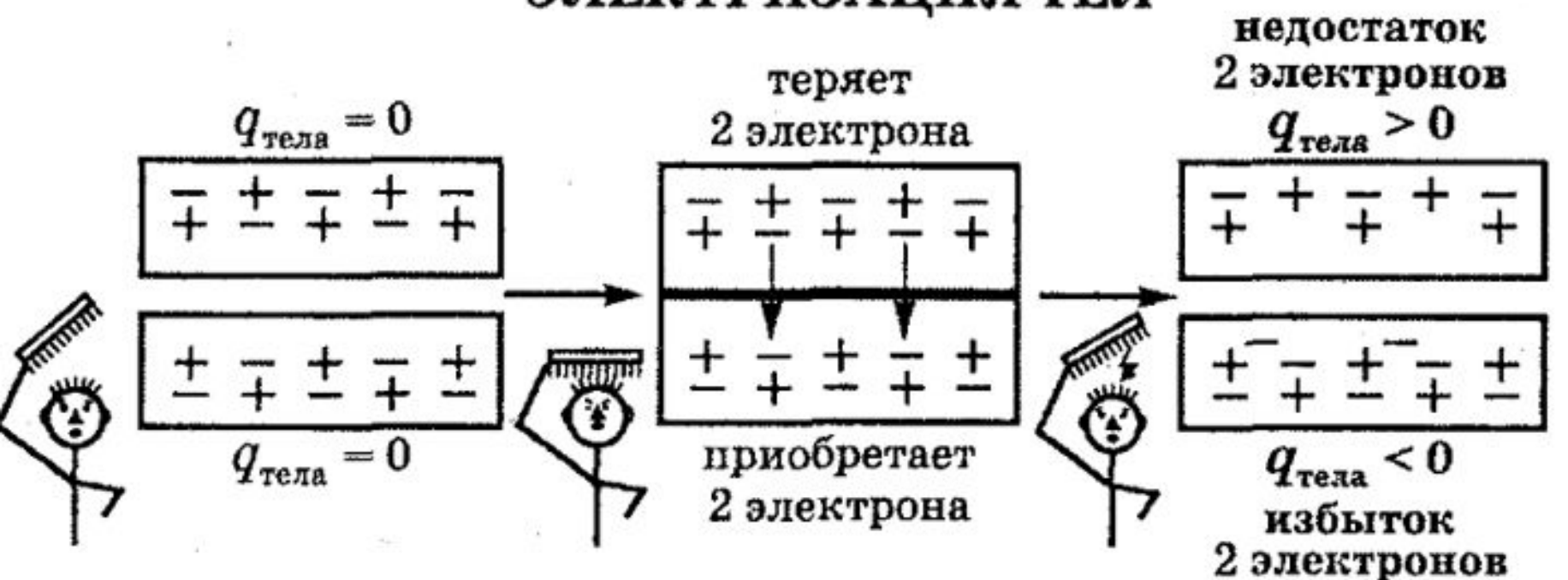
$$q_{\text{ядра}} = -\Sigma q_э$$



$$q_{\text{атома}} = \Sigma q_э + q_{\text{ядра}} = 0$$

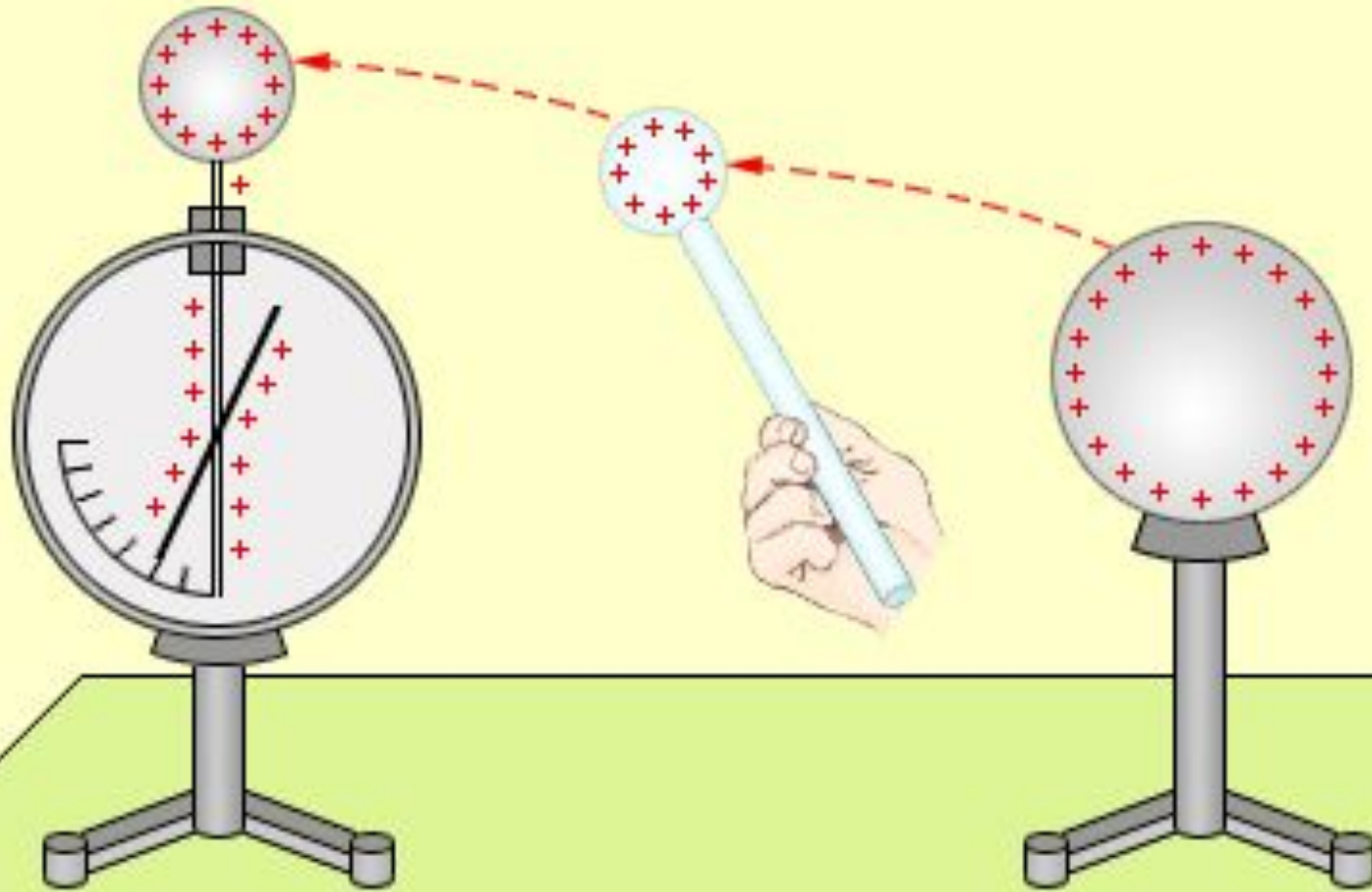
АТОМ НЕЙТРАЛЕН!!!

ЭЛЕКТРИЗАЦИЯ ТЕЛ



при электризации → разделение имеющихся зарядов

Перенос заряда с заряженного тела на электрометр



Закон сохранения электрического заряда.

Опыт с электризацией тел доказывает, что при электризации **трением** происходит **перераспределение имеющихся зарядов между телами**, нейтральными в первый момент.

Небольшая часть электронов переходит с одного тела на другое. При этом новые частицы не возникают, а существовавшие ранее не исчезают.

При электризации тел выполняется **закон сохранения электрического заряда**. Этот закон справедлив для системы, в которую не входят извне и из которой не выходят наружу заряженные частицы, **т.е. для замкнутой системы**.

В замкнутой системе алгебраическая сумма зарядов всех частиц остается неизменной. Если заряды частиц обозначить через q_1, q_2, q_3 и т.д.
, то

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

Закон сохранения заряда имеет глубокий смысл.

Если число заряженных элементарных частиц не меняется, то выполнение закона сохранения заряда очевидно.

Но элементарные частицы могут превращаться друг в друга, рождаться и исчезать, давая жизнь новым частицам.

Однако во всех случаях заряженные частицы рождаются только парами, с одинаковыми по модулю и противоположным по знаку зарядами; исчезают заряженные частицы тоже только парами, превращаясь в нейтральные. И во всех этих случаях сумма зарядов остается одной и той же.

Справедливость закона сохранения заряда подтверждают наблюдения над огромным числом превращений элементарных частиц. Этот закон выражает одно из самых фундаментальных свойств электрического заряда. Причина сохранения заряда до сих пор неизвестна.

Электрический заряд во Вселенной сохраняется. Полный электрический заряд Вселенной скорее всего равен нулю; число положительно заряженных элементарных частиц равно числу отрицательно заряженных элементарных частиц.

ЗАКОН КУЛОНА.

**ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ: П.П.87-88,
СТР.223-224 (ЗАДАНИЕ ЕГЭ)**

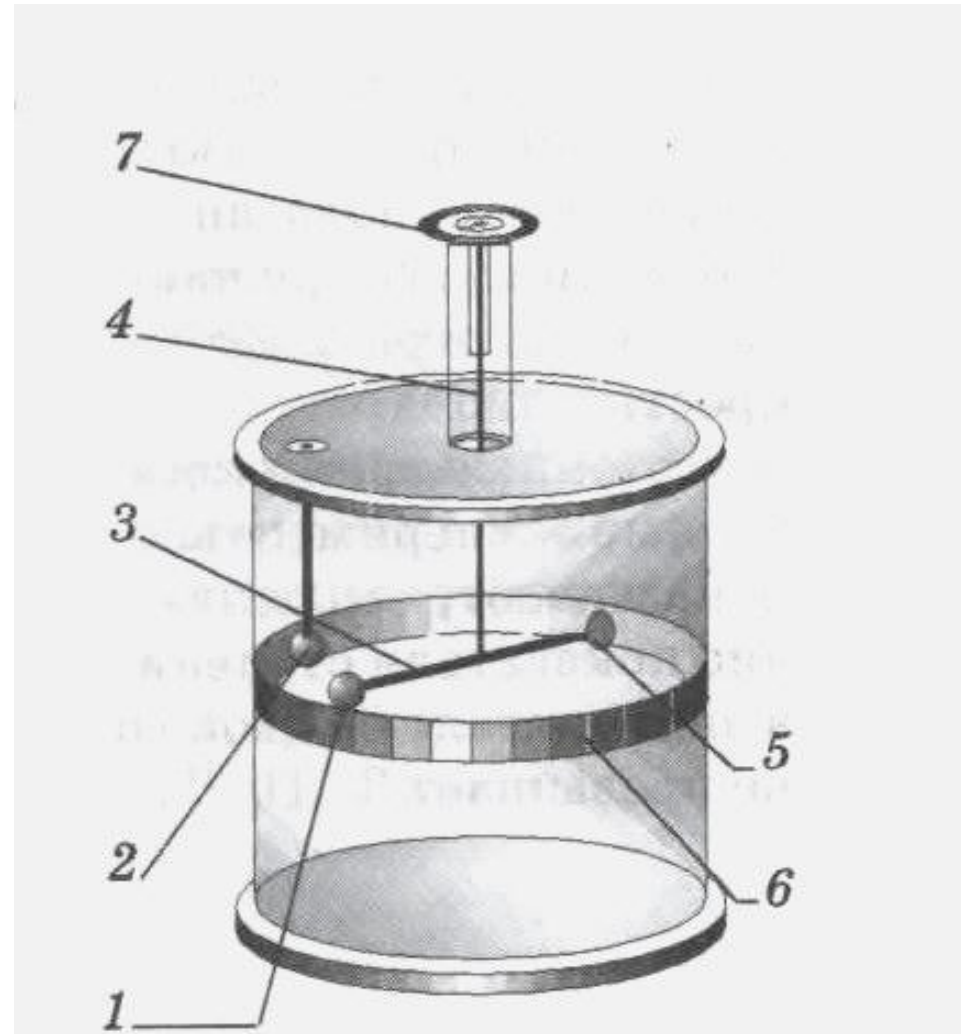


В 1785 году французским ученым Шарлем Огюстеном **Кулоном** были получены первые результаты опытов по измерению силы взаимодействия двух точечных зарядов.

- Для измерения этой силы Кулон использовал крутильные весы.

Крутильные весы:

- 1. Незаряженная сфера**
- 2. Неподвижная заряженная сфера**
- 3. Легкий изолирующий стержень**
- 4. Упругая нить**
- 5. Бумажный диск**
- 6. Шкала**



ЗАКОН КУЛОНА

(установлен экспериментально, 1785г)

$$F_{1,2} = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2} \quad K = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$$

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

Сила взаимодействия между двумя неподвижными точечными зарядами, находящимися в вакууме, прямо пропорциональна произведению модулей зарядов, обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними и направлена по прямой, соединяющей заряды.

где:

q_1, q_2 - величины зарядов [Кл]

r - расстояние между ними [м]

k - коэффициент

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

пропорциональности,

$F_{1,2}$ - сила Кулона [Н]

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

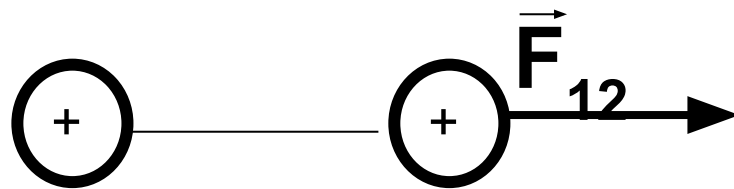
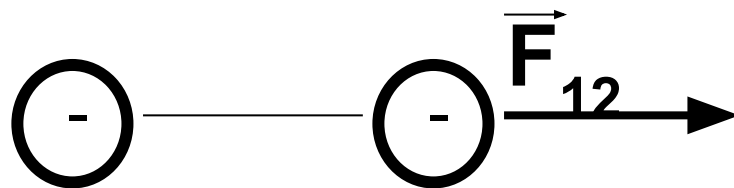
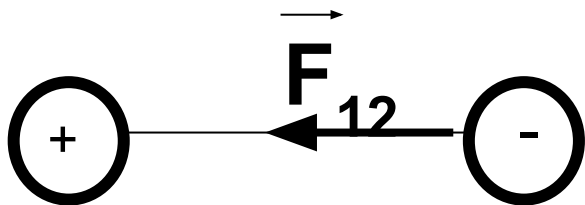
постоянная

Границы применимости закона Кулона:

1. Кулоновская сила является центральной, т.е. силы взаимодействия двух неподвижных точечных заряженных тел направлены вдоль прямой, соединяющей эти тела.

3. Кулоновская сила подчиняется 3 закону

Ньютона: $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$



4. Заряженные тела должны быть точечными: размеры тел много меньше расстояний между ними.

Либо шарами, радиусы которых соизмеримы с расстояниями между их центрами (заряды распределены равномерно).

5. Заряженные тела должны быть неподвижными т.к. при движении заряженных тел проявляется действие магнитного поля, возникающего в результате движения.

6. Сила взаимодействия заряженных тел зависит от свойств среды между ними.

9. Величина, характеризующая электрические свойства среды, называется диэлектрической постоянной среды:

$$\varepsilon = F_k / F_{cp},$$

показывает, во сколько раз сила взаимодействия точечных зарядов в вакууме больше их силы взаимодействия в среде (для вакуума и воздуха равна 1).

Закон Кулона в общем виде:

$$F_{1,2} = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{\varepsilon r^2}$$

Отвечать на вопросы:

- 1 Как изменится сила взаимодействия между двумя зарядами, если расстояние между ними увеличить в 2 раза?**
- 2 Как изменится сила взаимодействия между зарядами, если один из зарядов увеличить в 3 раза, не меняя расстояния между ними?**
- 3 Как изменится сила взаимодействия между зарядами, если один из зарядов уменьшить в 2 раза, а расстояние между ними увеличить в 3 раза ?**

**4. Косса мвлопамасм оосжоу, ооосстпо
изготовленную из синтетических
материалов, мы слышим характерный
треск. Какое явление объясняет этот
треск?**

- 1. Электризация.**
- 2. Трение**
- 3. Нагревание.**
- 4. Электромагнитная индукция.**

**5. Как изменится сила взаимодействия
зарядов, если их перенести из вакуума в
среду с диэлектрической проницаемостью
7?**

6. Два разноименных заряда по 10^{-8} Кл находились на расстоянии $3 \cdot 10^{-2}$ м друг от друга. С какой силой они взаимодействуют? Притягиваются или отталкиваются заряды?

- 1. Притягиваются с силой $3 \cdot 10^{-5}$ Н.***
- 2. Притягиваются с силой 10^{-3} Н.***
- 3. Отталкиваются с силой $3 \cdot 10^{-5}$ Н.***
- 4. Отталкиваются с силой 10^{-3}***

7. К незаряженному проводнику АВ поднесли, не касаясь его, положительно заряженную стеклянную палочку (рис. 1). Затем, не убирая палочку, разделили проводник на две части (рис. 2). Какое утверждение о знаках зарядов частей А и В после разделения будет верным?

1. Обе части будут иметь положительный заряд.

2. Обе части будут иметь отрицательный заряд.

3. Часть В будет иметь положительный заряд, часть А – отрицательный.

4. Часть В будет иметь отрицательный заряд, часть А – положительный.

