

Электродинамика

Электромагнитные взаимодействия принадлежат к числу наиболее фундаментальных взаимодействий в природе.

Силы упругости и трения, давление газа и многое другое можно свести к электромагнитным силам между частицами вещества.

Сами электромагнитные взаимодействия уже не сводятся к другим, более глубоким видам взаимодействий.

Особенности:

1. *Участвовать в электромагнитных взаимодействиях могут не любые, а только заряженные тела.*
2. *Электромагнитные взаимодействия могут быть как притяжением, так и отталкиванием.*
3. *Электромагнитное взаимодействие гораздо интенсивнее гравитационного.*

Виды взаимодействий

Гравитационное

$6 \cdot 10^{-39}$

Электромагнитное

Слабое

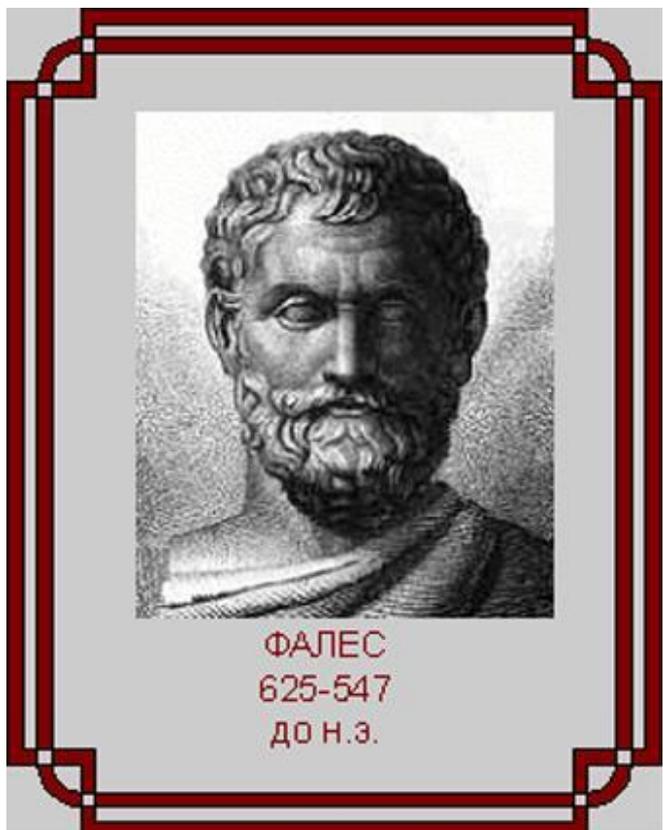
10^{-6}

Сильное (ядерное)

1

Электростатика в вакууме(история)

Фалес Милетский
(640/624—548/545 до н.э.)
греч. "электрон" - янтарь



Электростатика в вакууме(история)

Первые научные представления об электричестве были изложены придворным врачом английской королевы Елизаветы **У. Гильбертом** (1544 - 1603), который доказал, что способностью натертого янтаря обладают стекло, сургуч, сера и притягивают они не только соломинки, но и металлы, дерево, листья, камешки, комочки земли и воду.



Электростатика в вакууме(история)

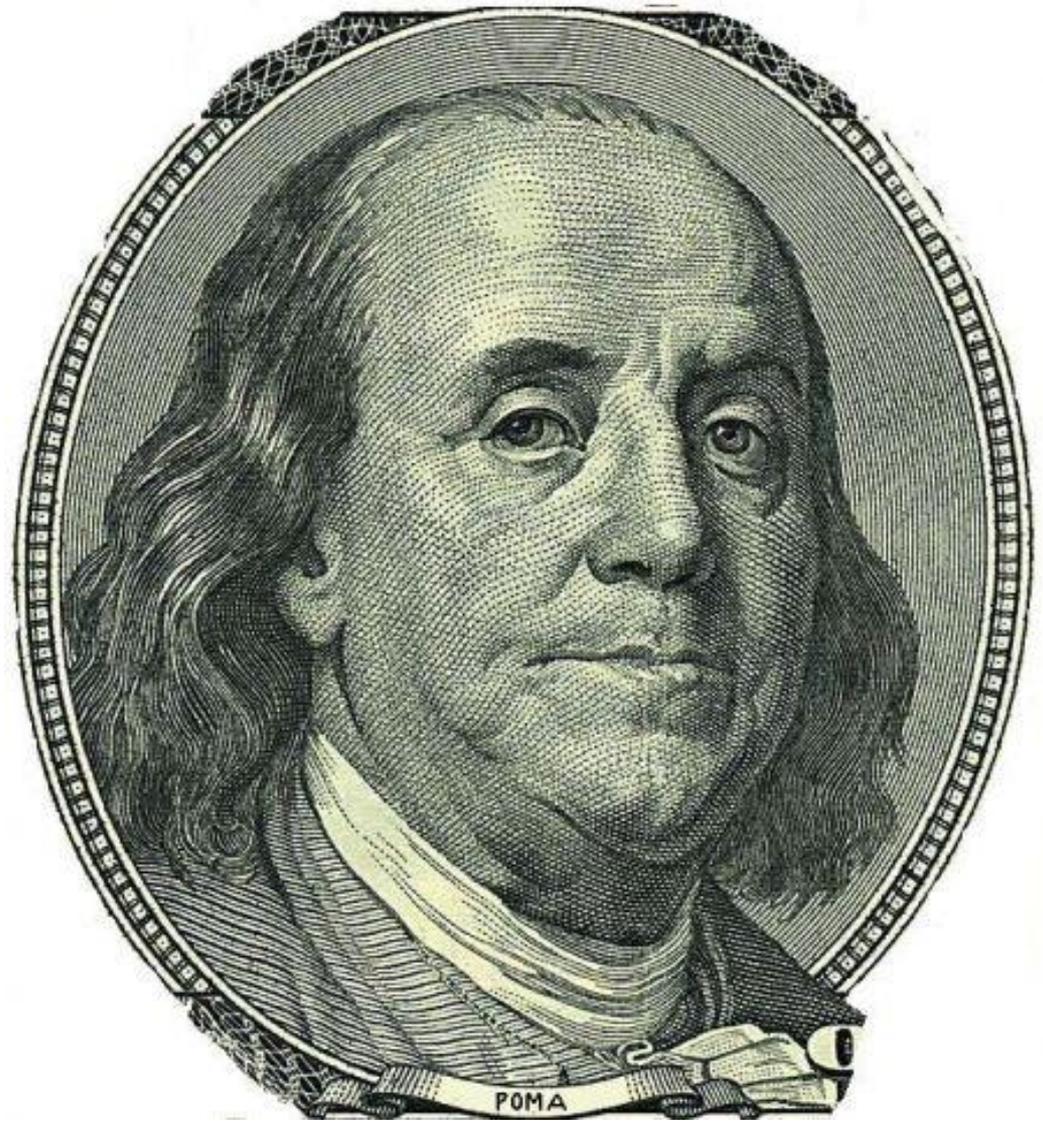
Французский физик Шарль Дюфе в 1730 г. изучил взаимодействие наэлектризованных тел.

Он впервые заметил, что натертые шелком стеклянные палочки отталкиваются друг от друга, а к эбонитовой палочке притягиваются.



Электростатика в вакууме(история)

А американский физик и политический деятель Бенжамин Франклин в 1778 г. изменил понятие «стеклянное» электричество на положительное, а «смоляное» назвал отрицательным электричеством.



Электростатика в вакууме(история)

К этому моменту ученые старались не только описать и объяснить электричество, но и каким-то образом измерить заряды и силу их взаимодействия.

В последнем преуспел **Шарль Огюстен Кулон** (1736 — 1806). Вы уже, наверное, поняли, что речь пойдет о законе, который носит его имя.



Электростатика в вакууме(история)

С 1895 года **Джозеф Джон Томсон** начинает методическое количественное изучение отклонения катодных лучей в электрических и магнитных полях.

В своем опыте Томсон доказал, что все частицы, образующие катодные лучи, тождественны друг другу и входят в состав вещества.

Суть опытов и гипотезу о существовании материи в состоянии ещё более тонкого дробления, чем атомы, Томсон изложил на вечернем заседании Королевского общества **29 апреля 1897 г**

За это открытие Томсон в 1906 году получил Нобелевскую премию по физике.



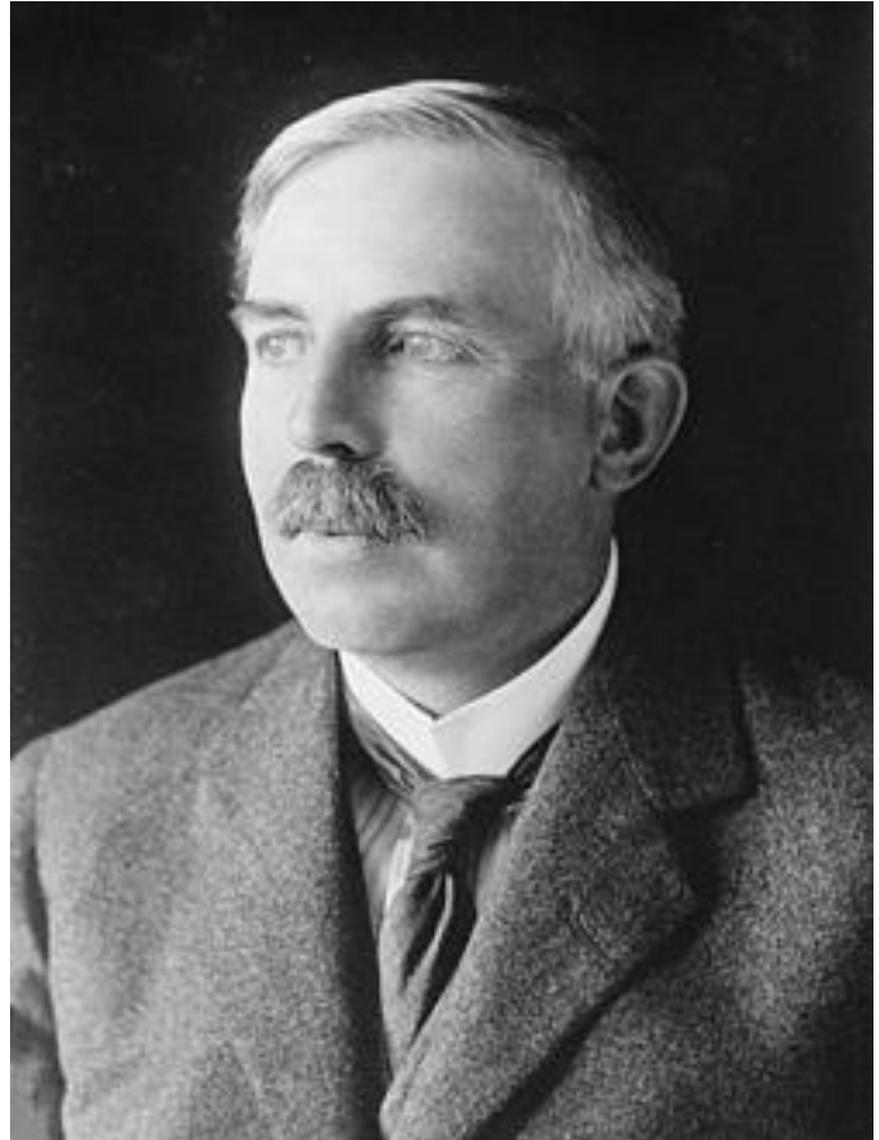
29 апреля 1897 г открытие электрона

Электростатика в вакууме(история)

Эрне́ст Ре́зерфорд

В 1911 году своим знаменитым опытом рассеяния α -частиц доказал существование в атомах положительного заряженного ядра и отрицательно заряженных электронов вокруг него.

На основе результатов опыта создал планетарную модель атома.



О существовании электромагнитных взаимодействий знали еще древние греки. Но систематическое, количественное изучение физических явлений, в которых проявляется электромагнитное взаимодействие тел, началось только в конце XVIII века.

Трудами 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*.

Основными объектами изучения в электродинамике являются *электрические и магнитные* поля, создаваемые электрическими *зарядами и токами*.

Электростатика

Основное понятие в электродинамике является *электрический заряд*.

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

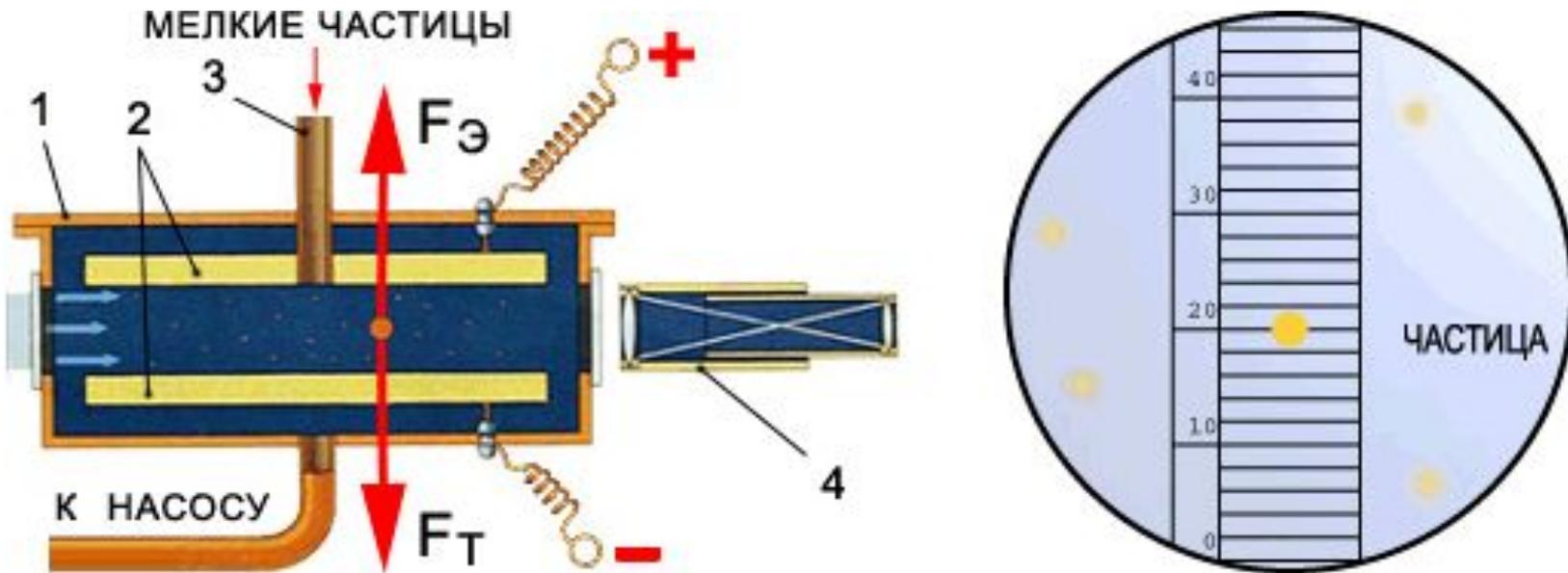
q – электрический заряд

- Существует два рода электрических зарядов, условно названных положительными и отрицательными.
- Заряды могут передаваться от одного тела к другому. В отличие от массы тела электрический заряд не является неотъемлемой характеристикой данного тела. Одно и то же тело в разных условиях может иметь разный заряд.
- Одноименные заряды отталкиваются, разноименные – притягиваются.

Раздел электродинамики, изучающий покоящийся заряд, называется *электростатика*.

Опыт Иоффе и Милликена

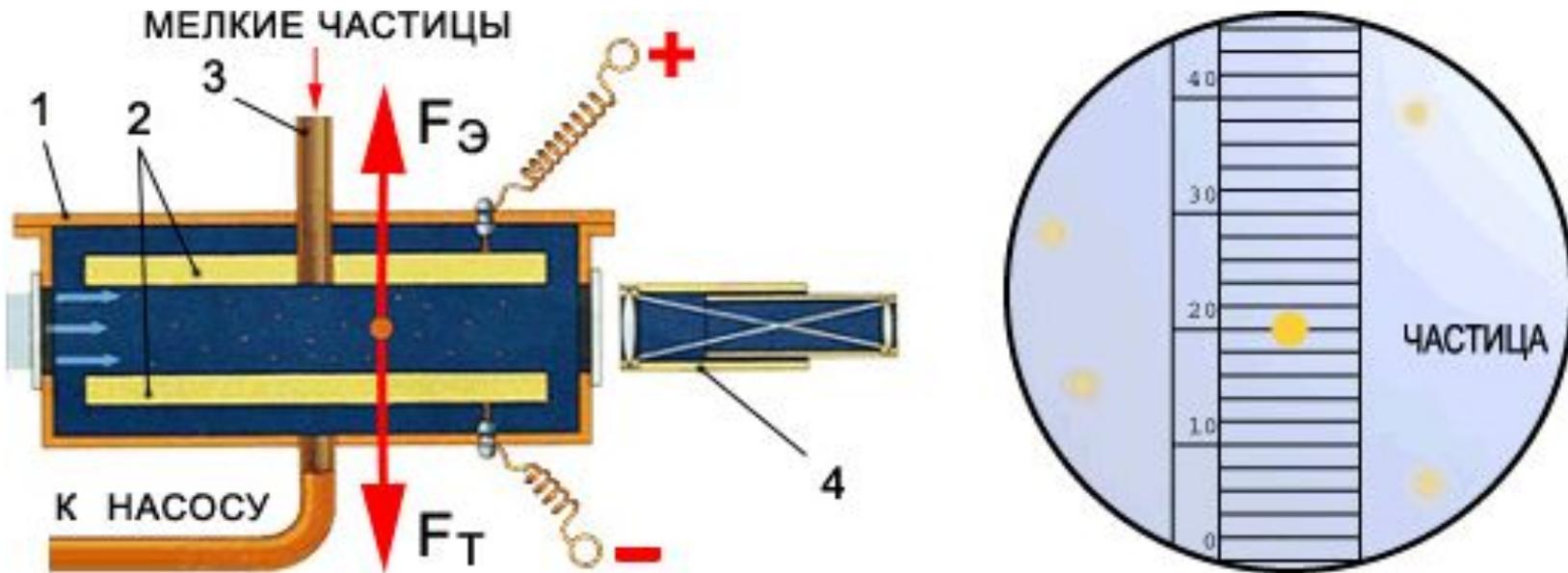
в 1910-1911 - американский учёный Роберт Эндрюс Милликен и советский физик Абрам Фёдорович Иоффе



В их опытах в закрытом сосуде 1, воздух из которого откачан насосом до высокого вакуума, находились две горизонтально расположенные заряженные металлические пластины 2. Между ними через трубку 3 помещали облако заряженных металлических пылинок или капелек масла. За ними наблюдали в микроскоп 4 со специальной шкалой, позволявший наблюдать за их оседанием (падением) вниз.

Опыт Иоффе и Милликена

в 1910-1911 - американский учёный Роберт Эндрюс Милликен и советский физик Абрам Фёдорович Иоффе



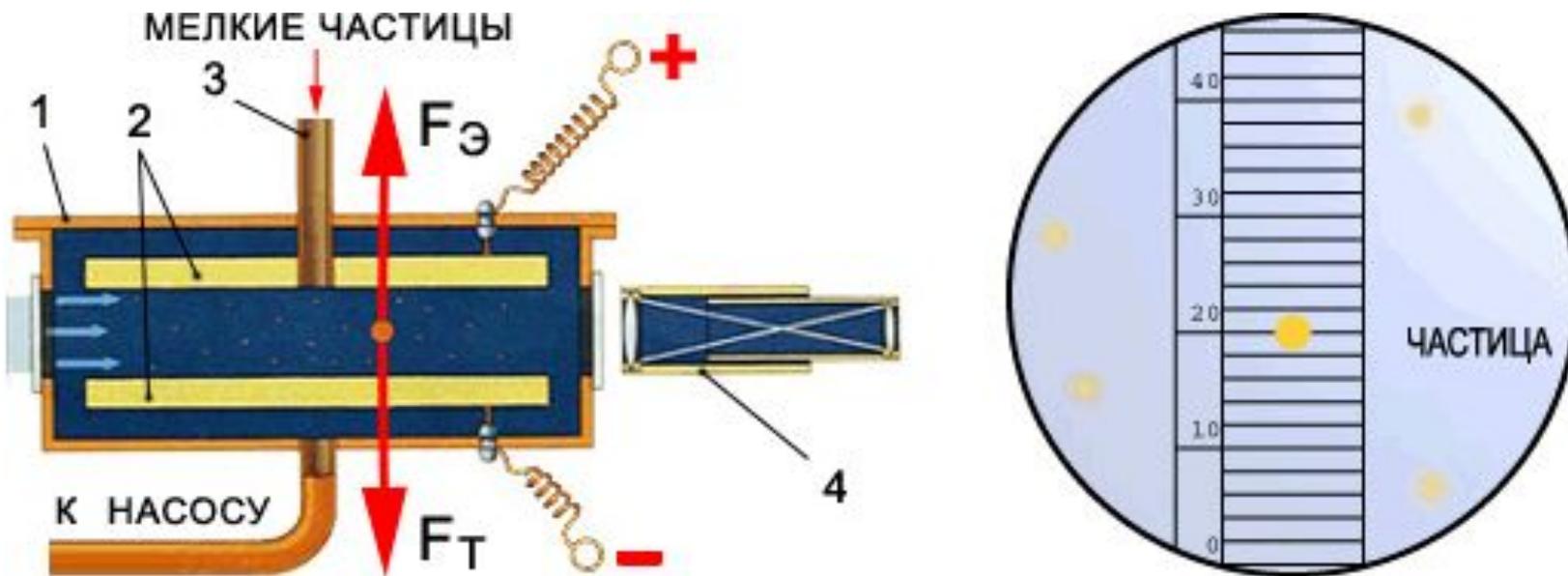
Затем заряд пылинок (капелек) уменьшали, действуя на них ультрафиолетовым или рентгеновским излучением.

Пылинки (капельки) начинали падать, так как уменьшалась поддерживающая электрическая сила.

Сообщая металлическим пластинам дополнительный заряд и этим усиливая электрическое поле, пылинку снова останавливали. Так поступали несколько раз.

Опыт Иоффе и Милликена

в 1910-1911 - американский учёный Роберт Эндрюс Милликен и советский физик Абрам Фёдорович Иоффе



Опыты Милликена и Иоффе показали, что заряды капель и пылинок всегда изменяются дискретно.

Минимальная «порция» электрического заряда $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

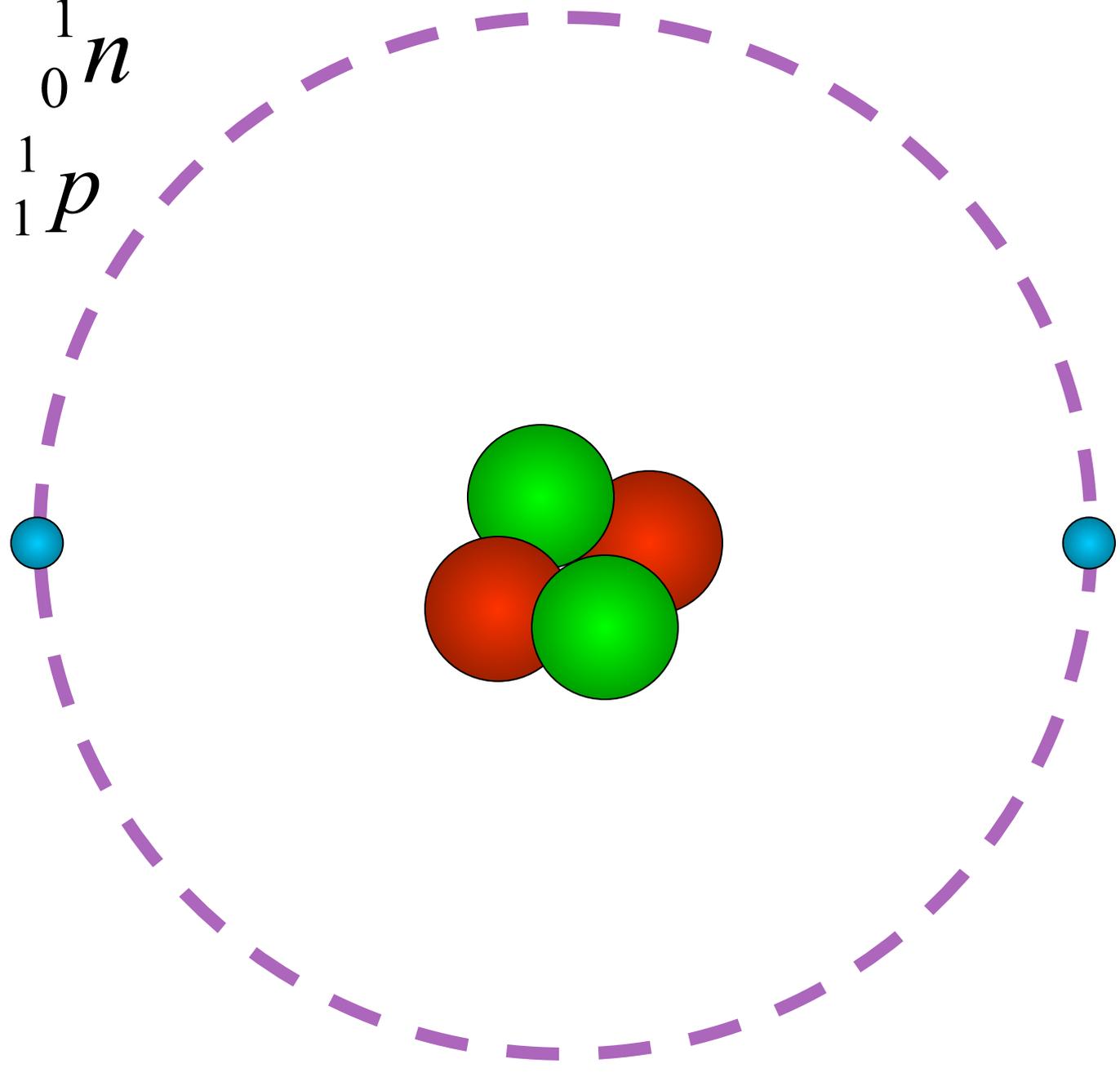
$e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл - *элементарный электрический заряд*

Носителем элементарного заряда является частица - *электрон.*

● нейтрон 1_0n

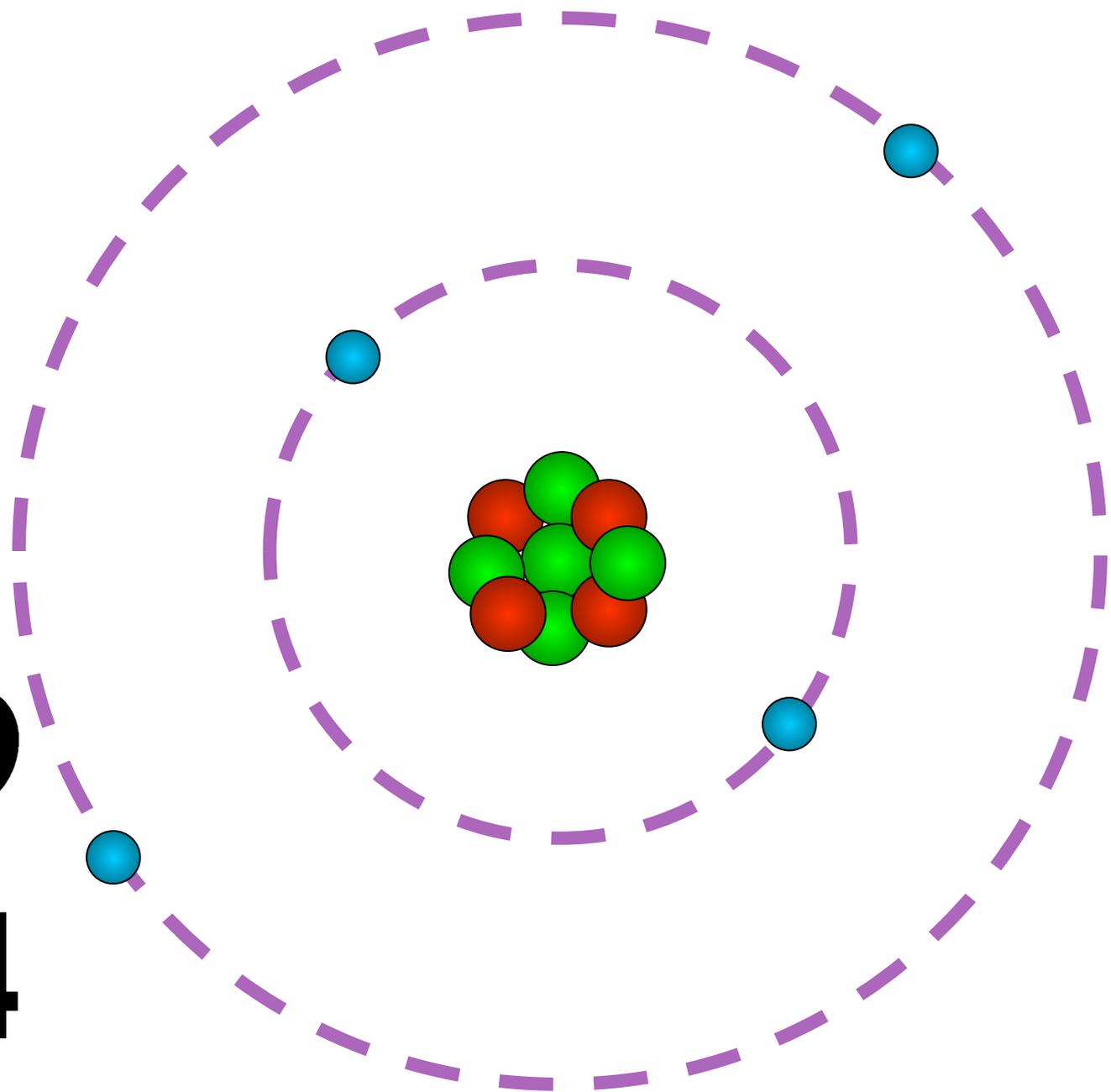
● протон 1_1p

● электрон ${}^0_{-1}e$



He⁴₂

Be⁹₄



Заряд любого тела q всегда складывается из целого количества элементарных зарядов:

$$q = \pm Ne$$

Если тело заряжено отрицательно ($q < 0$), то оно имеет избыточное количество N электронов (по сравнению с количеством протонов).

Если же тело заряжено положительно ($q > 0$), то наоборот, у него электронов недостаёт: протонов на N больше.

В Международной системе СИ за единицу заряда принят *кулон* (Кл).

Кулон – это заряд, проходящий за 1 с через поперечное сечение проводника при силе тока 1 А.

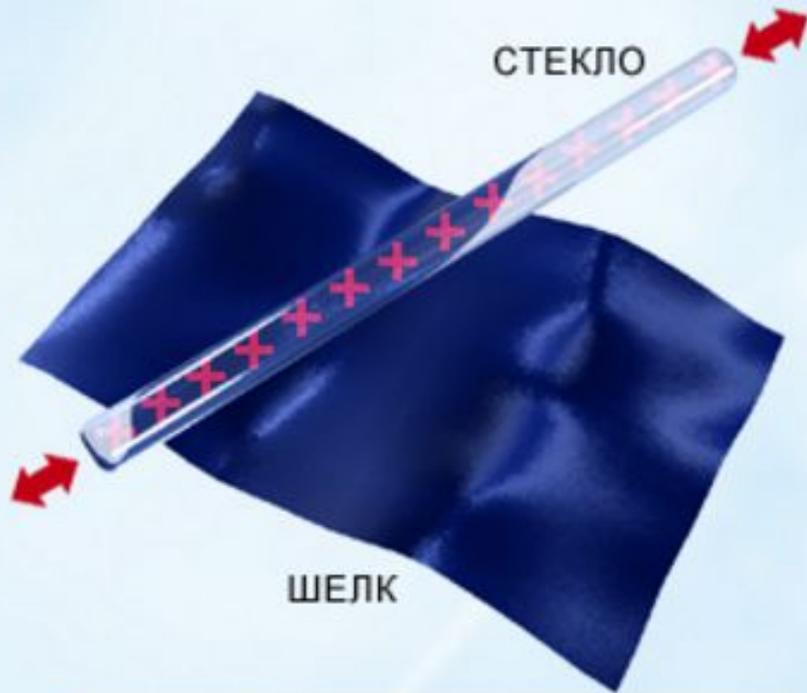
Электризация тел

Процесс сообщения телу электрического заряда называется электризацией.

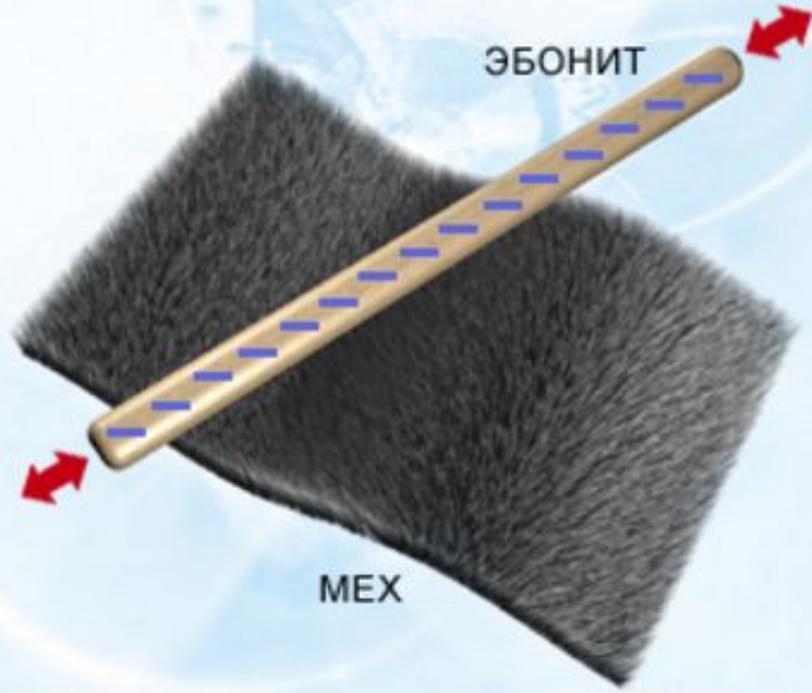
Способы электризации:

1. Трением
2. Соприкосновением
3. Влиянием

1. Трением



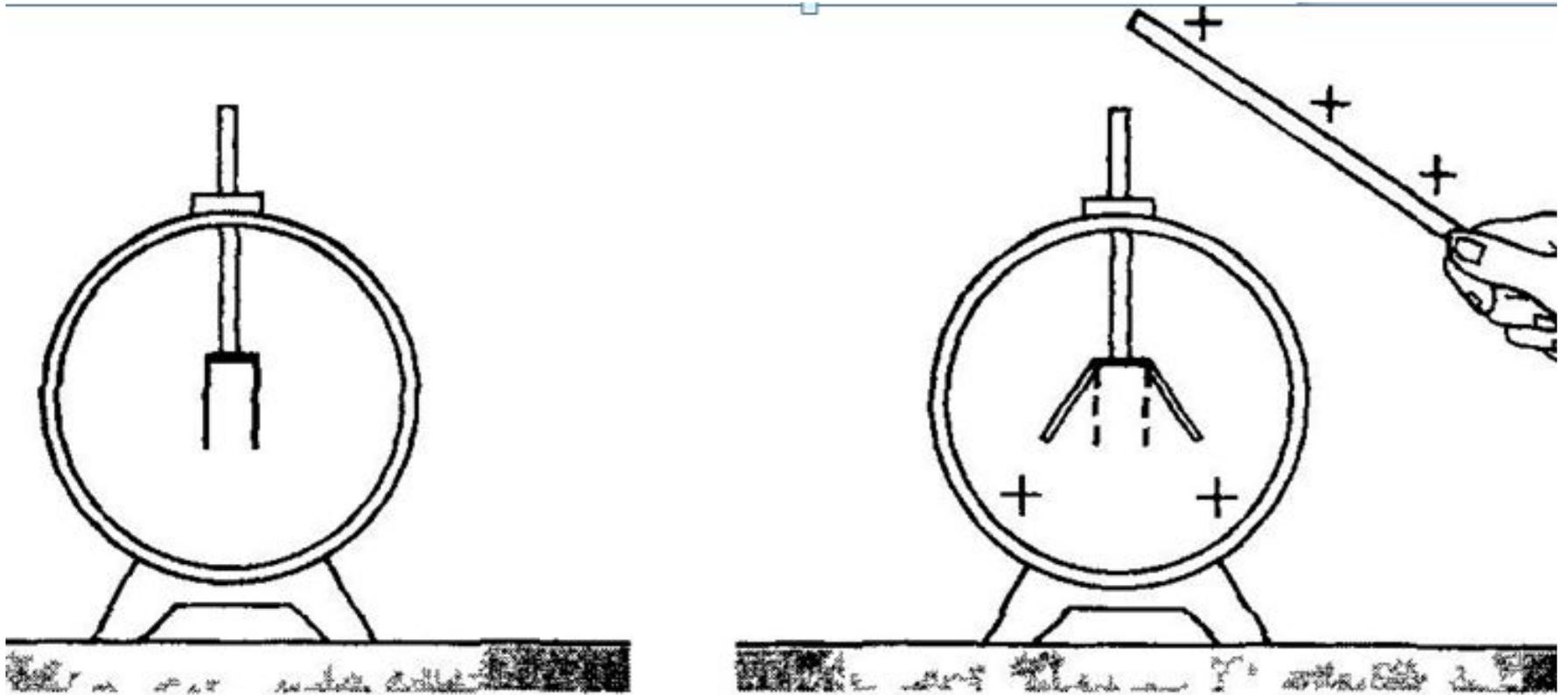
ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЙ заряд
образуется на стекле,
потертом о шелк



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

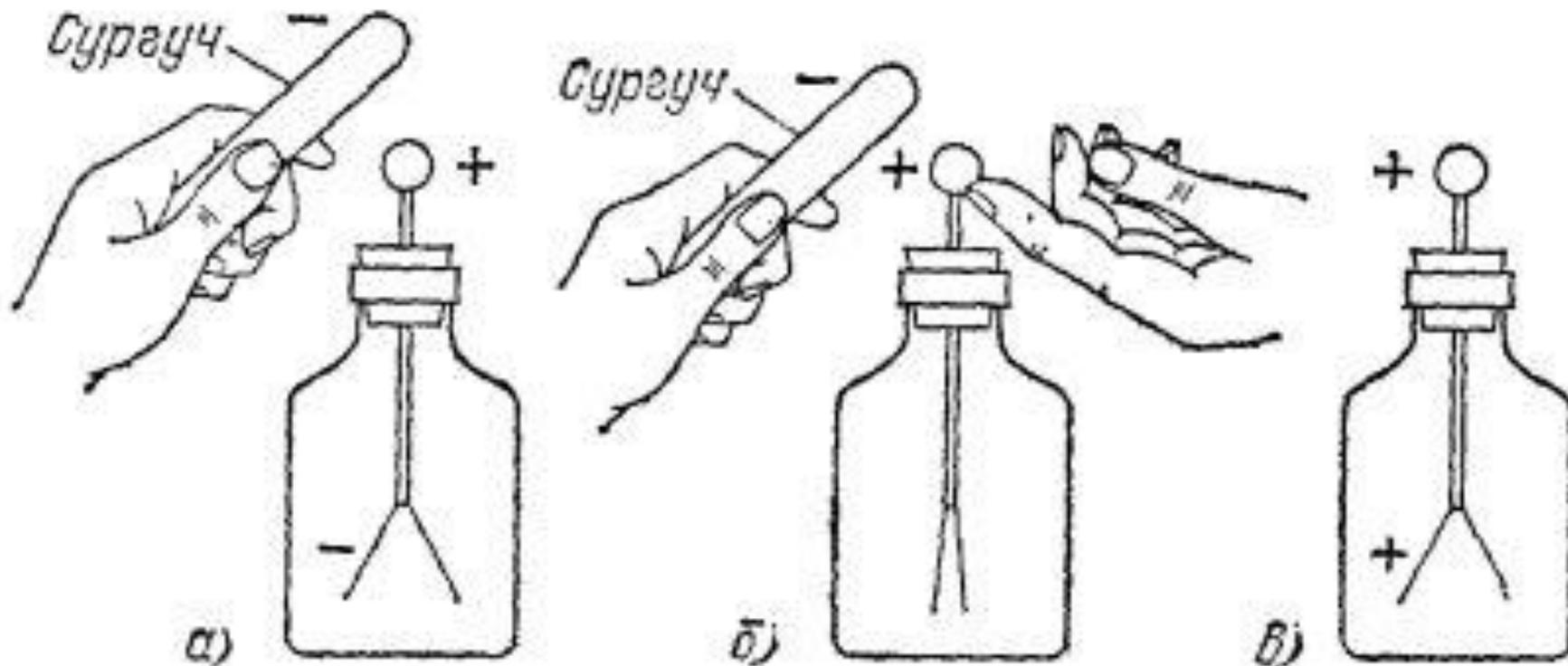
При трении происходит разделение зарядов.

2. Касанием



Происходит перенос частиц с одного тела на другое.

3. Влиянием

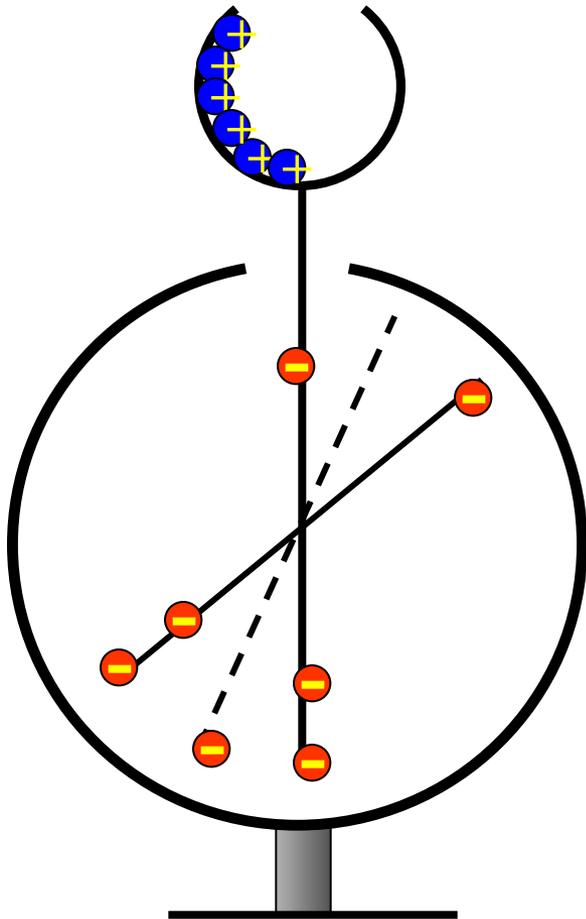


Заряженное тело вытесняет заряженные частицы через руку.

Такой способ еще называется *электростатической индукцией*

Электромметр

Электромметр – это прибор для обнаружения и измерения электрических зарядов.



Закон сохранения заряда

В замкнутой системе тел алгебраическая сумма зарядов остаётся неизменной при любых процессах, происходящих с этими телами:

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

Замкнутость системы тел означает, что эти тела могут обмениваться зарядами только между собой, но не с какими-либо другими объектами, внешними по отношению к данной системе.

Закон Кулона

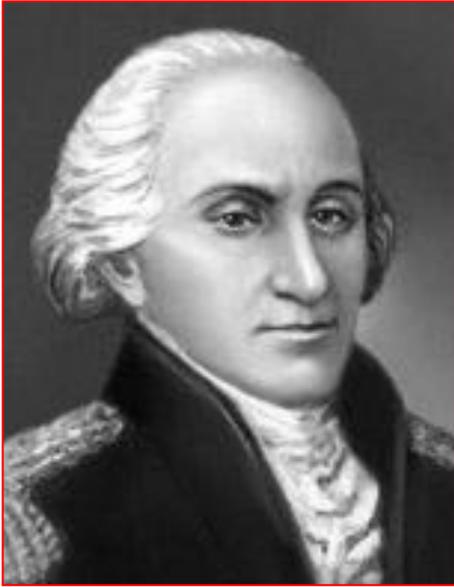
Основной закон электростатики — это закон Кулона.

Точечный заряд — это заряженное тело, размерами которого можно пренебречь.

Размеры точечных зарядов пренебрежимо малы по сравнению с расстояниями между ними.

Точечный заряд — это физическая модель.

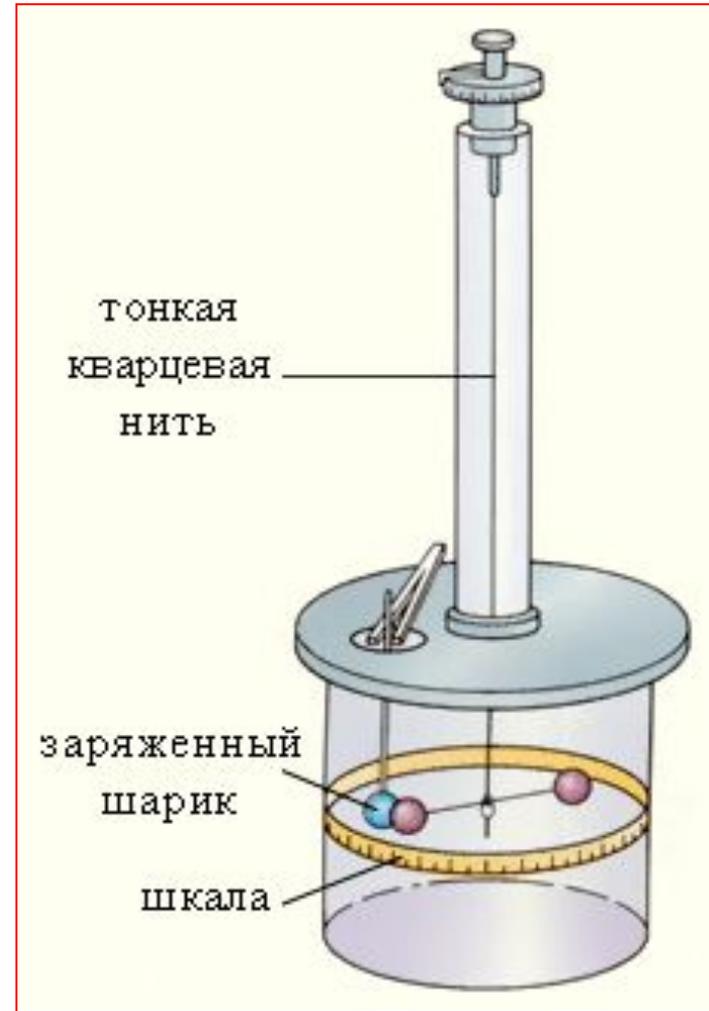
Закон Кулона



Закон взаимодействия неподвижных зарядов был открыт французским физиком *Ш. Кулоном* в 1785 г.

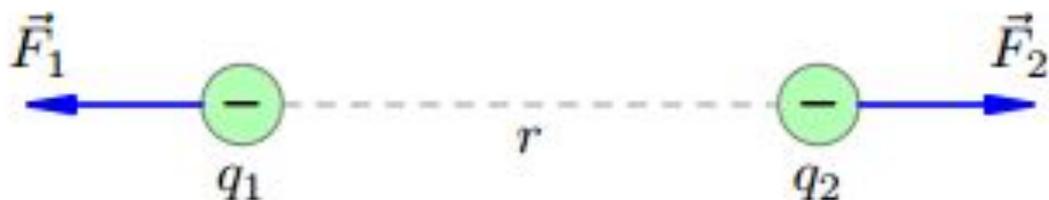
В своих опытах Кулон измерял силы притяжения и отталкивания заряженных шариков с помощью сконструированного им прибора – крутильных весов.

Крутильные весы имели чрезвычайно высокую чувствительность. Так, например, коромысло весов поворачивалось на 1° под действием силы порядка 10^{-9} Н.



Закон Кулона

Силы взаимодействия неподвижных зарядов в вакууме прямо пропорциональны произведению модулей зарядов и обратно пропорциональны квадрату расстояния между ними:



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

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

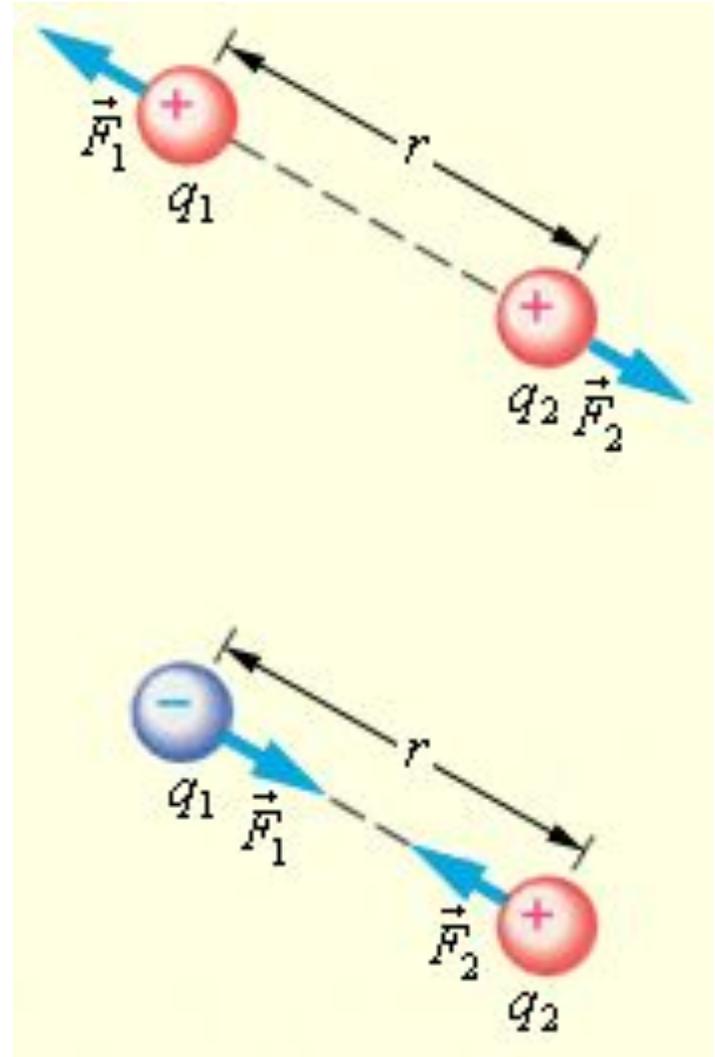
$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

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

ϵ_0 - электрическая постоянная

Закон Кулона

Силы взаимодействия
подчиняются третьему закону
Ньютона:
 $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$
Они являются силами
отталкивания при одинаковых
знаках зарядов и силами
притяжения при разных знаках.



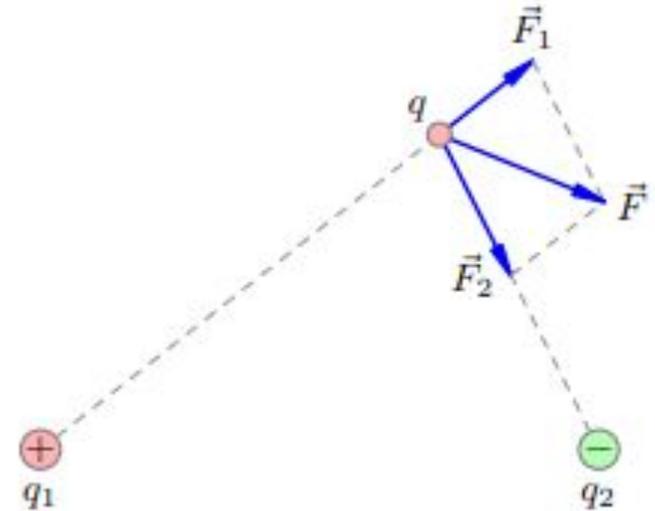
Принцип суперпозиции

Опыт показывает, что выполнен так называемый *принцип суперпозиции*.

Он состоит из двух утверждений.

1. Кулоновская сила

взаимодействия двух зарядов не зависит от присутствия других заряженных тел.



2. Предположим, что заряд q взаимодействует с системой зарядов q_1, q_2, \dots, q_n . Если каждый из зарядов системы действует на заряд q с силой $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n$ соответственно, то результирующая сила \vec{F} , приложенная к заряду q со стороны данной системы, равна векторной сумме отдельных сил:

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

Закон Кулона

Границы применимости закона

1. Заряженные тела должны быть точечными.
2. Если же размеры и расстояния соизмеримы, то закон Кулона неприменим. В этом случае необходимо мысленно "разбить" тело на такие малые объемы, чтобы каждый из них отвечал условию точечности. Суммирование сил, действующих между элементарными объемами заряженных тел, дает возможность определить электрическую силу.
3. Заряженные тела должны быть неподвижными, т.к. при движении заряженного тела проявляется действие магнитного поля, возникающего в результате движения.

Домашнее задание

- § 86-90, записи в тетради
- № 683, 684, 685 (Рымкевич)