



# ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

A decorative graphic consisting of several parallel white lines of varying lengths, slanted diagonally from the bottom-left towards the top-right, located in the lower right quadrant of the page.

# Электродинамика:

- Электростатика
  - Постоянный ток
  - Электромагнетизм
- 
- A decorative graphic consisting of several parallel white lines of varying lengths, slanted diagonally from the bottom-left towards the top-right, located in the lower right quadrant of the slide.

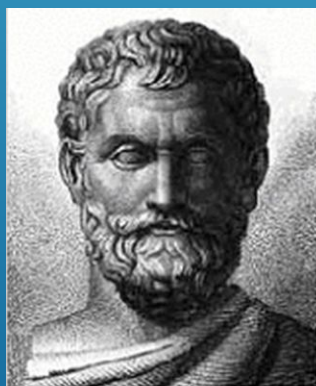
**Электродинамика** – это наука о свойствах и закономерностях поведения особого вида материи – электромагнитного поля, осуществляющего взаимодействие между электрически заряженными телами или частицами.



# ИСТОРИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА



История электричества начинается с Фалеса Милетского. Вначале, свойство притягивать мелкие предметы приписывалось только янтарю. От названия которого произошло слово электричество, т. к греч. *elektron*—янтарь. Поэтому явление, когда тела после трения начинают притягивать другие тела, получило название электризация. В конце XVI века и начале XVII века вспомнили об этом открытии. Английский врач и естествоиспытатель Уильям Гильберт (1544—1603) выяснил, что при трении могут электризоваться многие вещества. Он был одним из первых ученых, утвердивших эксперимент как основу исследования.



ФАЛЕС  
625-547  
до н.э.



Исследование электрических явлений началось английским врачом Гильбертом ( 1540 – 1603 ), которому и принадлежит термин “электричество”. Гильберт подробно исследовал множество самых различных тел и построил для этой цели специальный электрический указатель, который он описывает таким образом: “Сделай себе из любого металла стрелку длиной три или четыре дюйма, достаточно подвижную на своей игле, наподобие магнитного указателя”. С помощью этого указателя Гильберт установил, что способностью притягивать обладают многие тела, “не только созданные природой, но и искусственно приготовленные”. Он показал, что при трении электризуется не только янтарь, но и многие другие вещества: алмаз, сапфир, сургуч и что притягивают они не только соломинки, но и металлы, дерево, листья, камешки, комки земли и даже воду и масло. Однако он нашел, что многие тела “не притягиваются и не возбуждаются никакими натираниями”. К числу их относится ряд драгоценных камней и металлы: “серебро, золото, медь, железо, также любой магнит”. Тела обнаруживающие способность притяжения, Гильберт назвал электрическими, тела не обладающие такой способностью, — неэлектрическими.

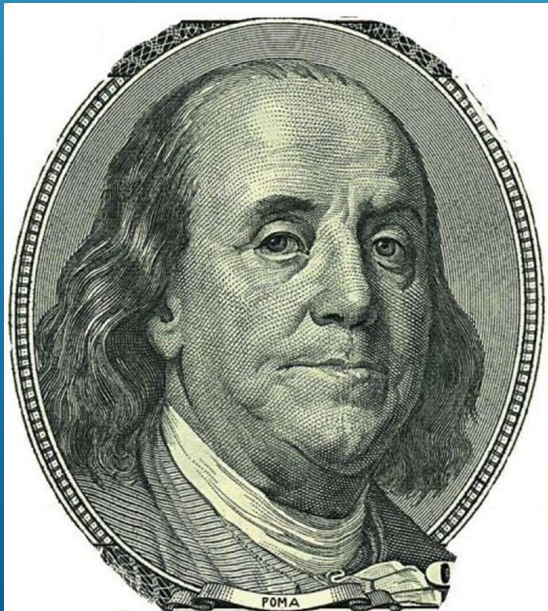


**Бенджамин  
Франклин  
Benjamin Franklin  
1706 - 1790**

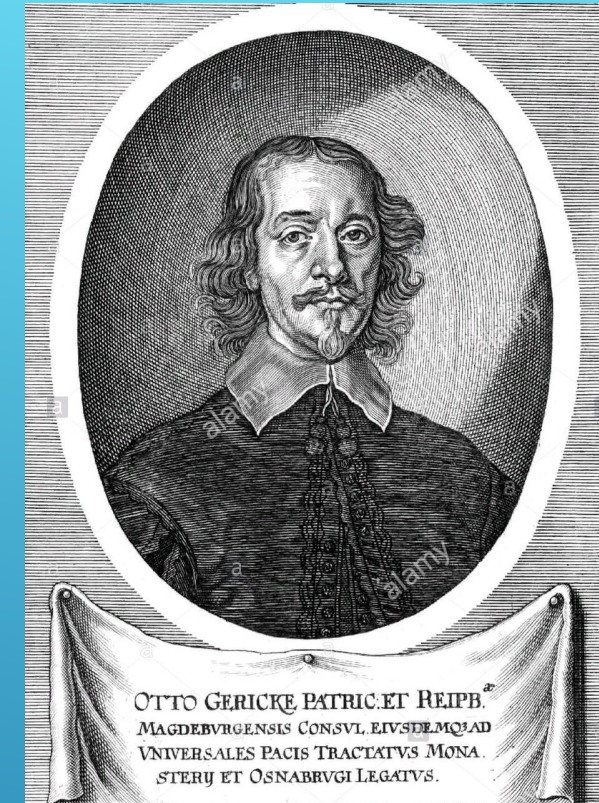
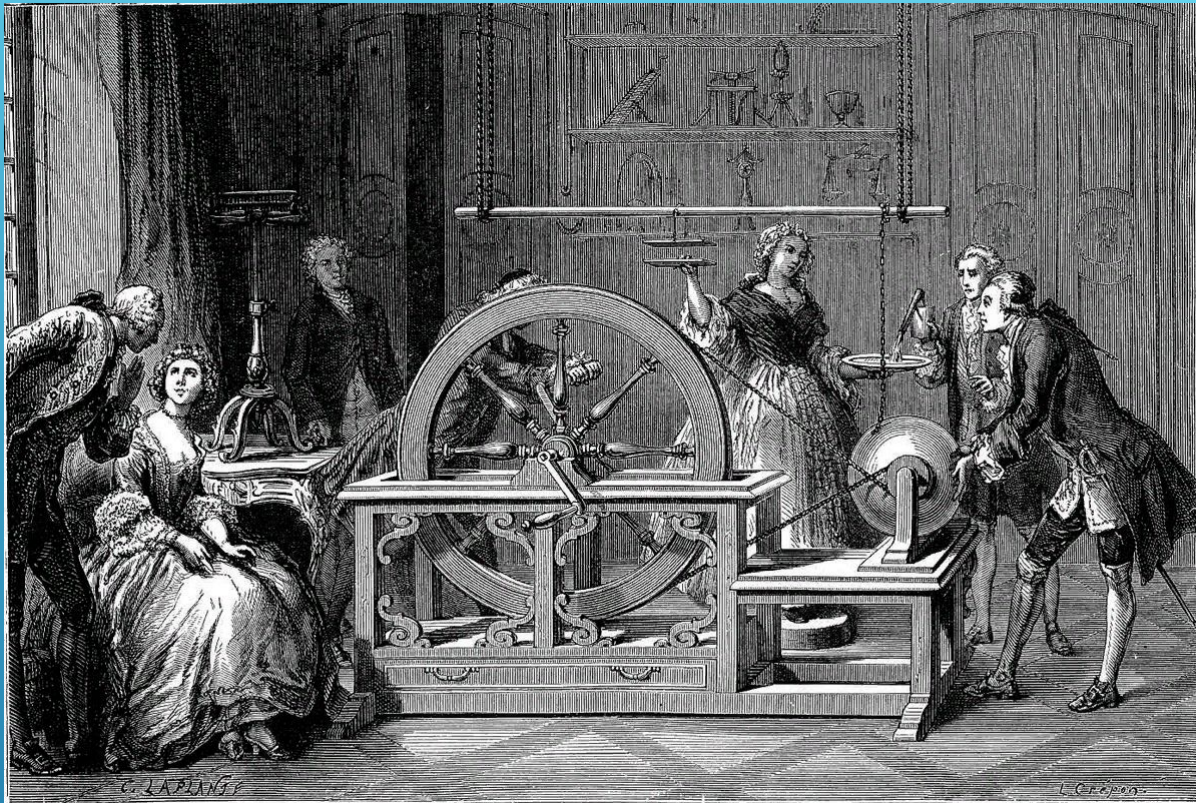
Первыми известными человеку проявлениями "животного электричества" были разряды электрических рыб. Электрического сома изображали еще на древнеегипетских гробницах, а "электротерапию" с помощью этих рыб рекомендовал Гален (130-200 годы нашей эры), проходивший врачебную практику на гладиаторских боях в Древнем Риме.

В 1746-54 гг. Франклин объяснил действие лейденской банки, построил первый плоский конденсатор, состоящий из двух параллельных металлических пластин, разделенных стеклянной прослойкой, изобрел в 1750 г. молниеотвод, доказал в 1753 г. электрическую природу молнии (опыт с воздушным змеем) и тождественность земного и атмосферного электричества. В 1750 г. он разработал теорию электрических явлений – так называемую "унитарную теорию", согласно которой электричество представляет особую тонкую жидкость, пронизывающую все тела.

Бенджамин Франклин (1706 – 1790) - американский физик, политический и общественный деятель. Написал основные работы в области электричества. Объяснил действие лейденской банки, построил первый плоский конденсатор. Изобрел молниеотвод, доказал электрическую природу молнии и тождественность земного и атмосферного электричества. Разработал теорию электрических явлений – так называемую «унитарную теорию». Работы относятся также к теплопроводности тел, к распространению звука в воде и воздухе и т. п. Является автором ряда технических изобретений. В 1778 г. он изменил понятие «стеклянное» электричество на положительное, а «смоляное» назвал отрицательным электричеством.








Важное место в истории науки об электричестве принадлежит немецкому бургомистру Герике. Он изобрел электрическую машину: круг из серы, вращающийся на оси. Экспериментатор подносил руку к вращающемуся кругу, и таким образом машина получала электрический заряд.

Благодаря работам Грея (Англия, 1701-1770 гг.), опыты по передаче электричества на расстояние вышли за пределы помещения. Для электризации использовались стеклянные трубки. Для передачи электрических зарядов – бечевки, а позднее – шелковые шнуры. Сообщение телам "электрической силы" Грей проверял с помощью пушинки, которая могла притягиваться к телу.



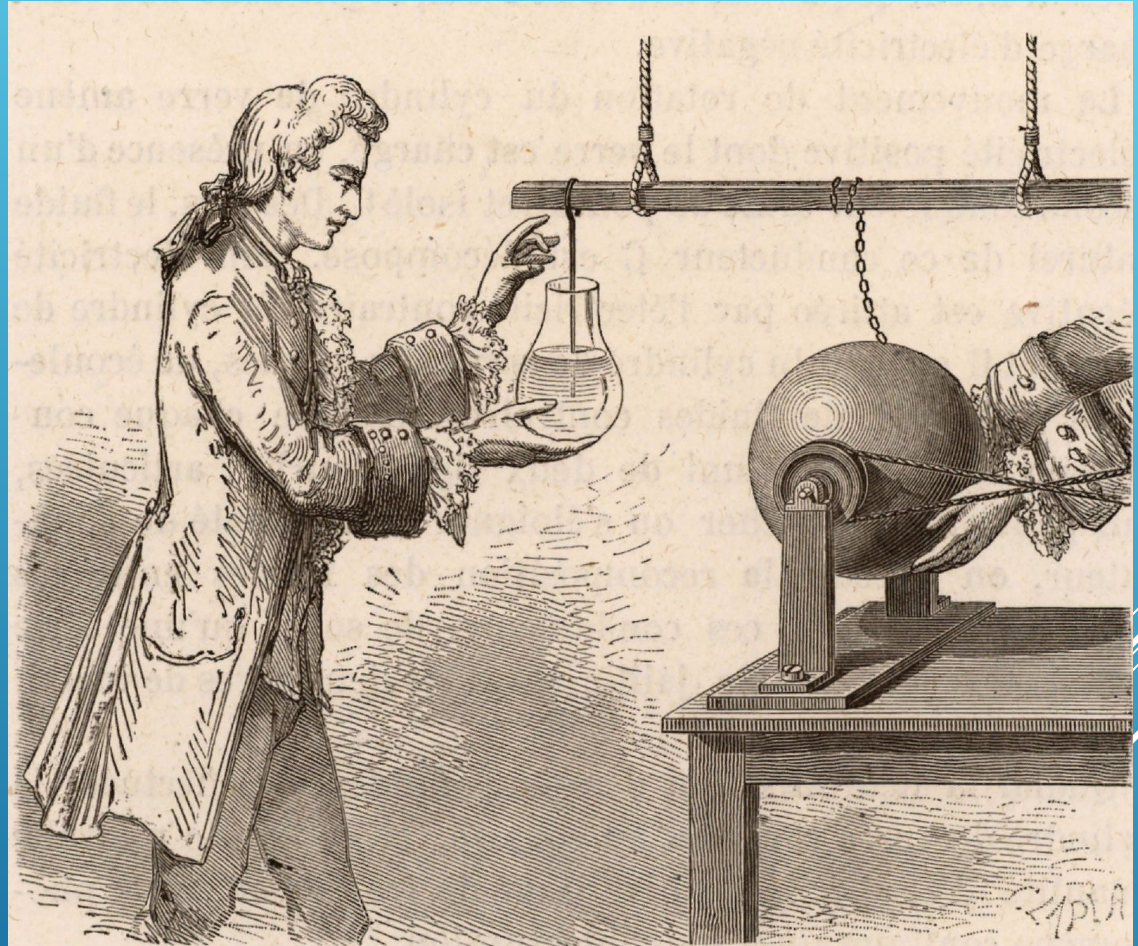
Для обнаружения малого заряда Грей пользовался длинным куском тонкой нити, подвешенным к концу палки. 31 мая 1729 г. Грей, стоя на балконе, передал электричество вверх по шесту длиной 5,5 м. В успешно проведенных в 1729 г. опытах длина линии (веревки) доходила до 233 м, а в 1730 г. - до 270 м. Линии держались на 15 отрезках шелковых шнурков, натянутых в горизонтальной плоскости между деревянными стойками.

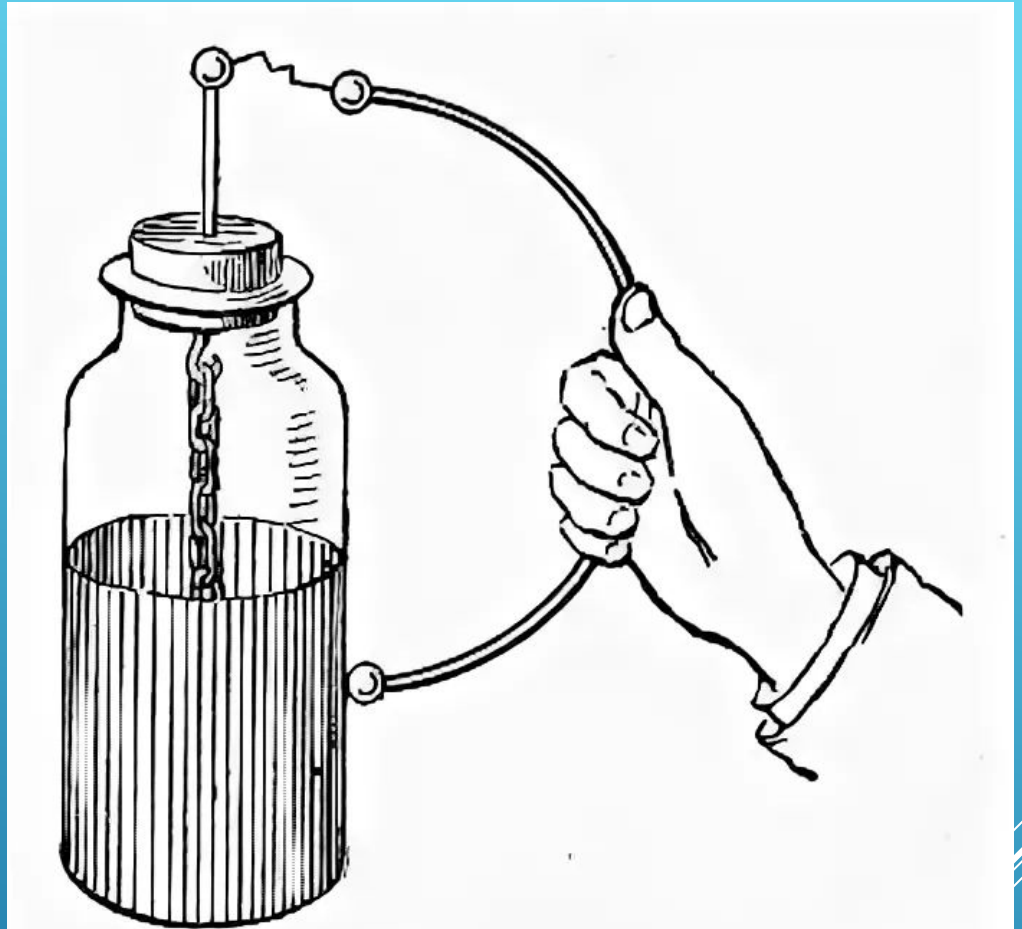
## «Мушенброкова машина», или лейденская банка

Лейденская банка была изобретена в 1745 г. независимо голландским профессором Питером Ван Мушенброком (1692-1761 гг.) и немецким прелатом Эвальдом Георгом фон Клейстом. Диэлектриком в этом конденсаторе служило стекло сосуда, а обкладками - вода в сосуде и ладонь экспериментатора, которая держала сосуд. Выводом внутренней обкладки служил металлический проводник, пропущенный в сосуд и погруженный в воду. В 1746 г. появились различные модификации лейденской банки. Лейденская банка позволяла накапливать и хранить сравнительно большие заряды, порядка микрокулона.

«Зная, что стекло не проводит электричества, Мушенброк взял стеклянную банку (колбу), наполненную водой, опустил в нее медную проволоку, висевшую на кондукторе электрической машины и, взяв банку в правую руку, попросил своего помощника вращать шар машины. При этом он правильно предположил, что заряды, поступающие с кондуктора, будут накапливаться в стеклянной банке. После того, как, по его мнению, в банке накопилось достаточное количество зарядов, он решил левой рукой отсоединить медную проволоку. При этом он ощутил сильный удар, ему показалось, что пришел конец. В письме к Реомюру в Париж (1746 г.) он писал, что этот “новый и страшный опыт советую самим никак не повторять” и что “ради короны Франции” он не согласится подвергнуться “столь ужасному сотрясению”»

Изобретение лейденской банки ознаменовалось ее разрядом через тело экспериментатора. Вскоре стали проводить опыты с разрядом лейденской банки через цепочку людей, взявшихся за руки. Иногда соседние люди соединялись через металлические стержни. В Версале под Парижем в присутствии короля аббат Нолле демонстрировал электрический удар одновременно 240 человек, взявшихся за руки. О своих опытах Нолле доложил Парижской академии наук весной 1746 г.





Лейденская банка из Королевского шотландского музея в Эдинбурге




# ЭЛЕКТРОСТАТИКА



**ЭЛЕКТРОСТАТИКА – РАЗДЕЛ  
ФИЗИКИ, ИЗУЧАЮЩИЙ  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ И СВОЙСТВА  
СИСТЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ  
НЕПОДВИЖНЫХ ЗАРЯДОВ  
ОТНОСИТЕЛЬНО ВЫБРАННОЙ  
ИНЕРЦИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ  
ОТСЧЕТА.**

**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЗАРЯД –  
это мера электрических свойств  
тел или их составных частей.**



# СВОЙСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЗАРЯДОВ


1) В природе существуют 2 рода электрических зарядов: положительные и отрицательные.

Между одноименными электрическими зарядами действуют силы отталкивания, а между разноименными – силы притяжения.

Выбор наименований зарядов исторически случаен. Безусловный смысл имеет только различие знаков заряда. Законы не изменились бы, если бы положительные заряды переименовали в отрицательные и наоборот: законы взаимодействия зарядов симметричны к замене  $+q$  на  $-q$ .

# СВОЙСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЗАРЯДОВ

Фундаментальное свойство – наличие зарядов в двух видах – это то, что заряды одного знака отталкиваются, а противоположного – притягиваются. Причина этого современной теорией не объяснена. Существует мнение, что положительные и отрицательные заряды – это противоположное проявление одного качества.



# СВОЙСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЗАРЯДОВ

2) **Закон сохранения заряда** – фундаментальный закон (экспериментально подтвержден Фарадеем в 1845 г.)

**Алгебраическая сумма электрических зарядов любой замкнутой системы остается неизменной, какие бы процессы ни происходили внутри данной системы.**

$$\sum_{i=1}^n q_i = \text{const}$$

Полный электрический заряд – сумма положительных и отрицательных зарядов, составляющих систему.

Под изолированной в электрическом поле системой понимают систему, через границы которой не может пройти никакое вещество, кроме света.

# СВОЙСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЗАРЯДОВ

В соответствии с законом сохранения заряда разноименные заряды рождаются и исчезают попарно: сколько родилось (исчезло) положительных зарядов, столько родилось (исчезло) отрицательных зарядов. Два элементарных заряда противоположных знаков в соответствии с законом сохранения заряда всегда рождаются и исчезают одновременно.

Пример: электрон и позитрон, встречаясь друг с другом, аннигилируют, рождая два или более гамма-фотонов.



# СВОЙСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЗАРЯДОВ

- 3) Электрический заряд – **инвариант**, т. е. его величина не зависит от выбора системы отсчета.
- 4) Электрический заряд – **величина релятивистки инвариантная**, т. е. не зависит от того движется заряд или покоится.
- 5) **Квантование заряда**, электрический заряд дискретен, т. е. его величина изменяется скачком.

$q = \pm N \cdot e$ , где  $N$  – целое число. Заряд любого тела составляет целое кратное от элементарного электрического заряда:

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл (Кулон).}$$

# СВОЙСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЗАРЯДОВ

Суммарный заряд элементарных частиц, если частица им обладает, равен элементарному заряду.

Наименьшая частица, обладающая отрицательным элементарным электрическим зарядом, – электрон,  $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$  кг,

Наименьшая частица, обладающая положительным элементарным электрическим зарядом, – позитрон,  $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$  кг.

Таким же зарядом обладает протон, входящий в состав ядра атома.

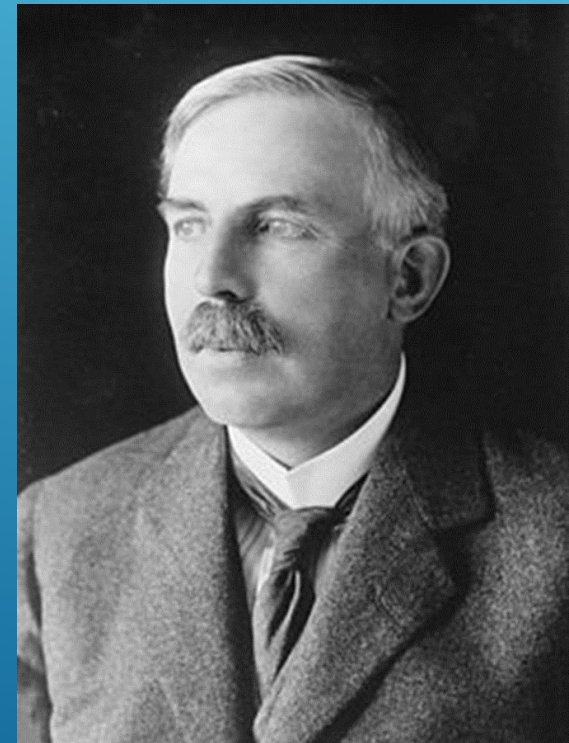
Удельный заряд электрона равен:

$$\frac{q}{m} = \frac{e}{m_e} \approx 1,76 \cdot 10^{11} \frac{\text{Кл}}{\text{кг}}$$



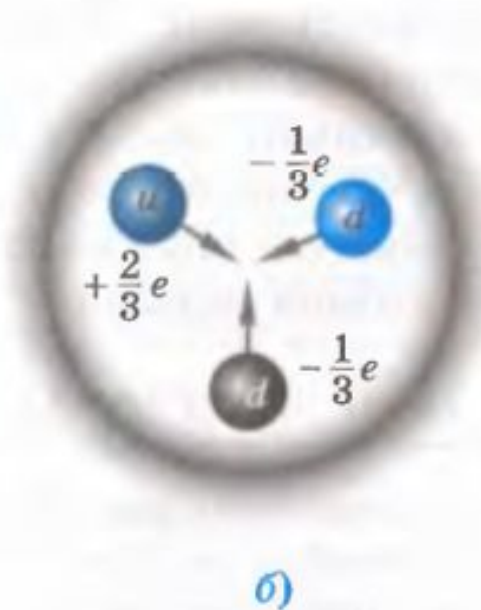
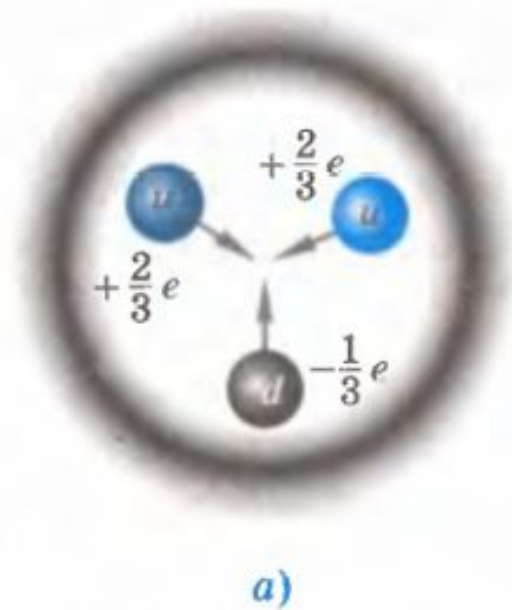
# СВОЙСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЗАРЯДОВ

В 1911 году Эрнест Резерфорд в знаменитом опыте рассеяния  $\alpha$ -частиц доказал существование в атомах положительного заряженного ядра, состоящего из протонов и нейтронов, и отрицательно заряженных электронов вокруг него. На основе результатов опыта он создал свою планетарную модель строения атома.



# СВОЙСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЗАРЯДОВ

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*

# СВОЙСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЗАРЯДОВ

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.*

# СВОЙСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЗАРЯДОВ

б) Различные тела в классической физике в зависимости от концентрации свободных зарядов делятся на:

- ▶ **проводники** (электрические заряды могут свободно перемещаться по всему их объему),
- ▶ **диэлектрики** (практически отсутствуют свободные электрические заряды, содержит только связанные заряды, входящие в состав атомов и молекул),
- ▶ **полупроводники** (по электропроводящим свойствам занимают промежуточное положение между проводниками и диэлектриками).

# СВОЙСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЗАРЯДОВ

Проводники делятся на две группы:

- 1) проводники **первого рода** (металлы), в которых перенос зарядов (свободных электронов) не сопровождается химическими превращениями,
- 2) проводники **второго рода** (растворы солей, кислот), перенос зарядов (+ и – ионов) в них сопровождается химическими изменениями.

# СВОЙСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЗАРЯДОВ

7) Единица электрического заряда в СИ [1 Кл] электрический заряд, проходящий через поперечное сечение проводника при силе тока 1 А за время 1 с.

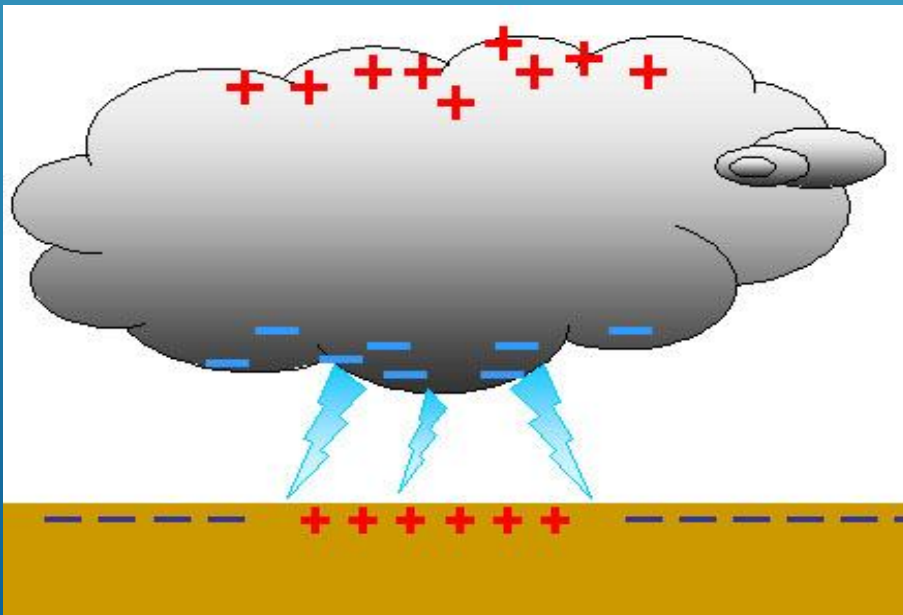
$$q = I \cdot t.$$

Заряд 1 Кл в электростатике - очень большой. Обычные заряды мкКл, нКл.

(Заряд грозового облака 10÷20 Кл, в отдельных случаях - до 300 Кл).

В обычных телах заряды скомпенсированы очень точно. Если бы в теле человека зарядов одного знака было бы на 0,01% больше, чем зарядов другого, то сила взаимодействия между ними была бы равна силе притяжения между Землей и Солнцем.

Земля имеет отрицательный заряд порядка  $-6 \cdot 10^5$  Кл, что установлено по измерению напряженности электростатического поля в атмосфере Земли



1. Облако заряжается в результате трения
2. Поверхность Земли заряжается в результате электростатической индукции.

С 1895 года **Джозеф Джон Томсон** начинает 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. Таким образом, Дж. Дж. Томсон фактически открыл электрон.

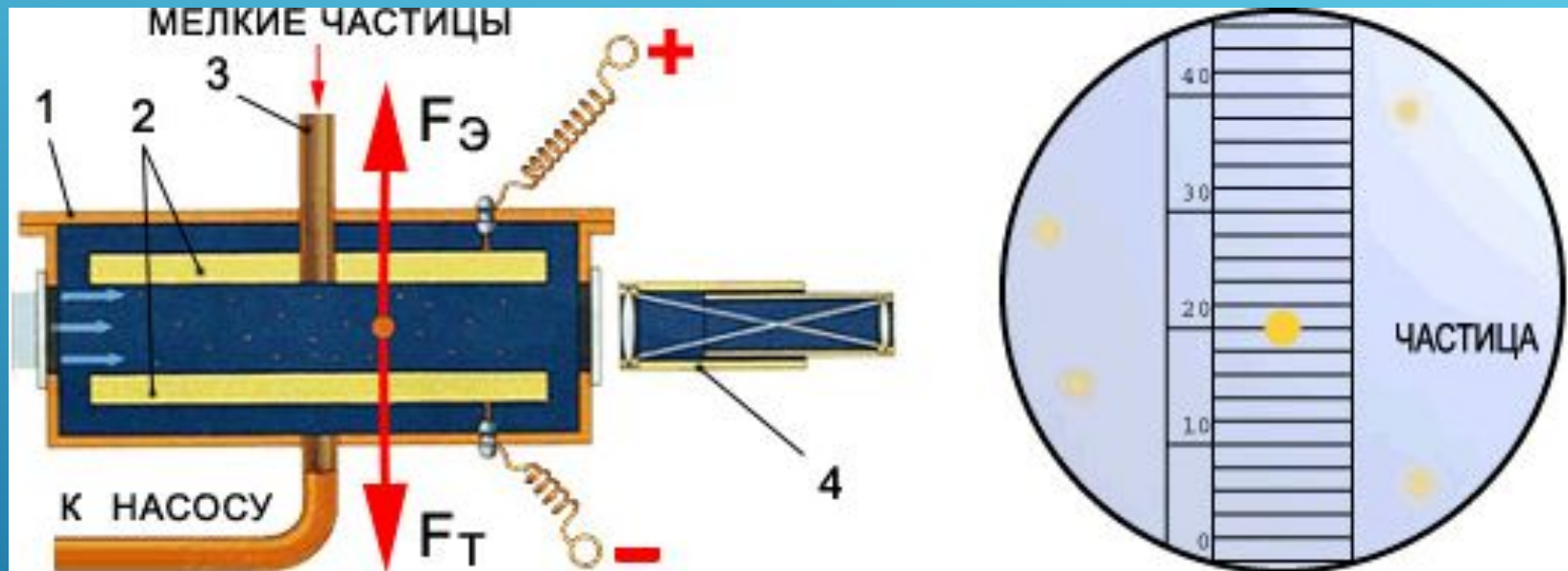
Суть опытов и гипотезу о существовании материи в состоянии еще более тонкого дробления, чем атомы, Томсон изложил на очередном заседании Королевского общества **29 апреля 1897 г.**

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



# ОПЫТ ИОФФЕ И МИЛЛИКЕНА

Опыт поставлен в 1910 - 1911 гг. американским ученым Робертом Милликеном и советским физиком Абрамом 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

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.



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

Минимальная «порция» электрического заряда *равна:*

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

# ОПЫТ ИОФФЕ И МИЛЛИКЕНА

Впервые дискретность электрических зарядов была доказана в опыте американского физика *Роберта Милликена* ①, поставленном в 1909–1913 гг. в Чикагском университете. В этом опыте была определена величина заряда электрона. Идея эксперимента состоит в следующем. При распылении машинного масла обыкновенным пульверизатором часть капель электризуется в результате трения. Заряды этих капель, оказываясь различными как по величине, так и по знаку, отличаются друг от друга на величину, обязательно кратную заряду электрона. Найдя минимально возможную разницу зарядов капель (или наименьший делитель для величин зарядов), можно определить заряд электрона. Таким образом, эксперимент сводится к наиболее точному определению зарядов капель масла. В опыте Милликена исследовалось движение заряженных капель масла в электрическом поле плоского конденсатора с горизонтально расположенными пластинами. В отсутствие электрического поля ② на каплю радиусом  $r$  и плотностью  $\rho$ , движущуюся вниз, действуют сила тяжести  $m\vec{g}$  и сила сопротивления воздуха  $\vec{F}_{C0}$  (если пренебречь силой Архимеда  $\vec{F}_A$ ). При равенстве этих сил

$$mg = F_{C0} \quad (1)$$

капля будет двигаться равномерно. Сила сопротивления воздуха пропорциональна скорости  $v_0$  капли:  $F_{C0} = \gamma v_0$ , которая получается экспериментально при измерении времени  $t_0$  прохождения капель определенного отрезка  $l$ :  $v_0 = \frac{l}{t_0}$ .

# ОПЫТ ИОФФЕ И МИЛЛИКЕНА

Если верхняя пластина заряжается положительно ③, то отрицательно заряженные капли начинают двигаться вверх, притягиваясь к ней кулоновской силой (§61)

$$F_K = \frac{qU}{d},$$

где  $U$  — разность потенциалов между пластинами,  $d$  — расстояние между ними. Движение капли становится равномерным со скоростью  $v$ , когда

$$mg + F_C = F_K, \quad (F_C = \gamma v). \quad (2)$$

Скорость  $v$  движения капли вверх можно найти, измеряя время  $t$  прохождения каплей отрезка  $l$ :  $v = \frac{l}{t}$ . Подстановка (1) в (2), дает:

$$\gamma l \frac{(t_0 + t)}{(t_0 t)} = \frac{qU}{d}. \quad (3)$$

В соответствии с равенством (1) коэффициент  $\gamma$  зависит от  $t_0$ , т.е.  $\gamma = \gamma(t_0)$ . Из формулы (3) получаем окончательно заряд капли:

$$q = \frac{\gamma l d (t_0 + t)}{t_0 t U}. \quad (4)$$

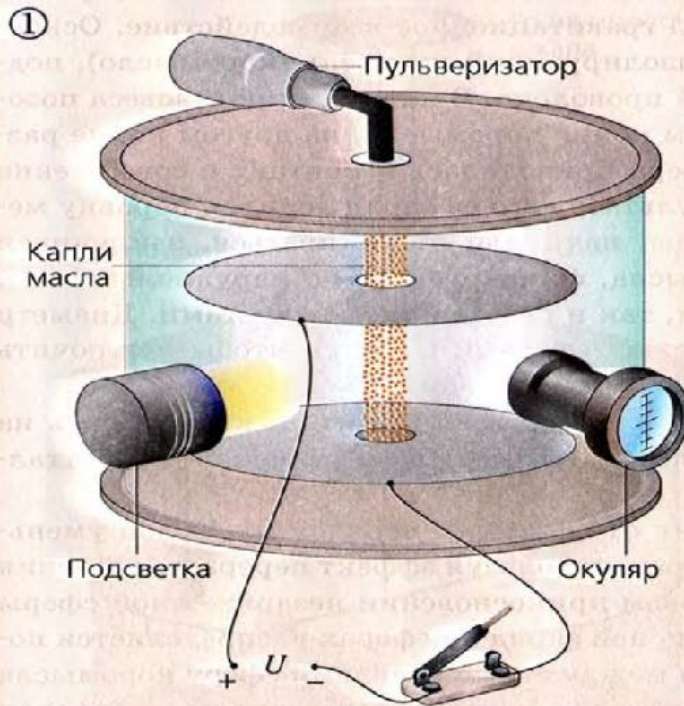
Измерения времени  $t_0$  движения капли вниз и времени  $t$  движения вверх производятся каждый раз для одной и той же капли.

Планетарные модели атома и ионов лития иллюстрируют дискретность (квантованность) электрических зарядов ④.

# ОПЫТ ИОФФЕ И МИЛЛИКЕНА

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАРЯДА КАПЕЛЬ МАСЛА

Схема экспериментальной установки



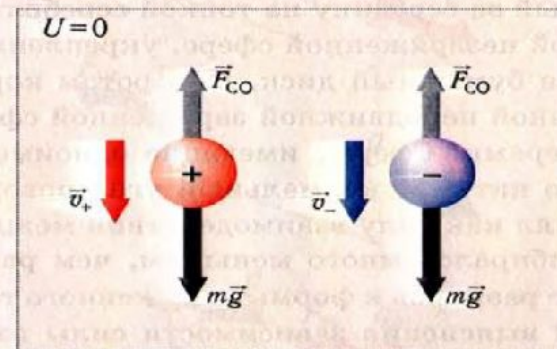
ЗАРЯД ЛЮБОГО ТЕЛА  
КРАТЕН ЗАРЯДУ ЭЛЕКТРОНА

$$q = Ne$$

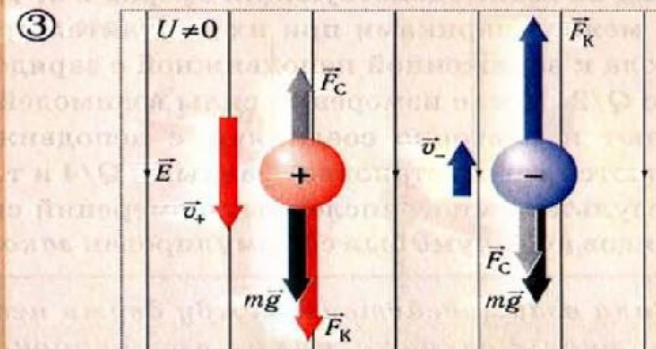
$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

Силы, действующие на каплю масла:

②  $m\vec{g}$  — сила тяжести;  $\vec{F}_K$  — сила Кулона;  
 $\vec{F}_{CO}$  — сила сопротивления воздуха

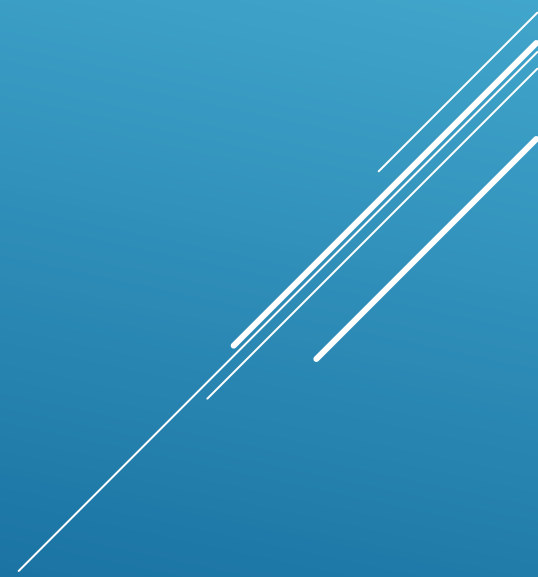


В отсутствие поля направление  
и скорость движения капли  
не зависят от ее заряда



В электрическом поле направление  
и скорость движения капли зависят  
от знака и величины ее заряда

# ЭЛЕКТРИЗАЦИЯ



Большинство тел электрически нейтральны в обычном состоянии. Таким образом, чтобы тело приобрело заряд его нужно зарядить. Такой процесс называется **электризацией**.

- ▶ При электризации заряжаются оба тела, участвующие в ней.
- ▶ Степень электризации тел в результате взаимного воздействия характеризуется значением и знаком электрического заряда, полученного телом.

Способы электризации:

- 1.Трением
- 2.Соприкосновением
- 3.Влиянием
- 4.Фотоэлектризация или облучением

1. Степень электризации тел в результате трения характеризуется значением и знаком электрического заряда, полученного телом. При трении стекла об асбест стекло заряжается отрицательно, а асбест — положительно. В результате трения стекла о шелк стекло заряжается положительно, а шелк — отрицательно. Положительно заряжается вещество, отдающее электроны (асбест). В атоме такого вещества электрон слабо связан с атомом. В другом веществе (стекле) атом готов присоединить (удержать) электрон, образуя отрицательный ион. При этом стекло заряжается отрицательно. В общем случае при взаимном трении положительно заряжается вещество, имеющее меньшую энергию связи электрона в атоме, а отрицательно — большую. Уменьшение числа электронов в одном теле равно увеличению их числа в другом.

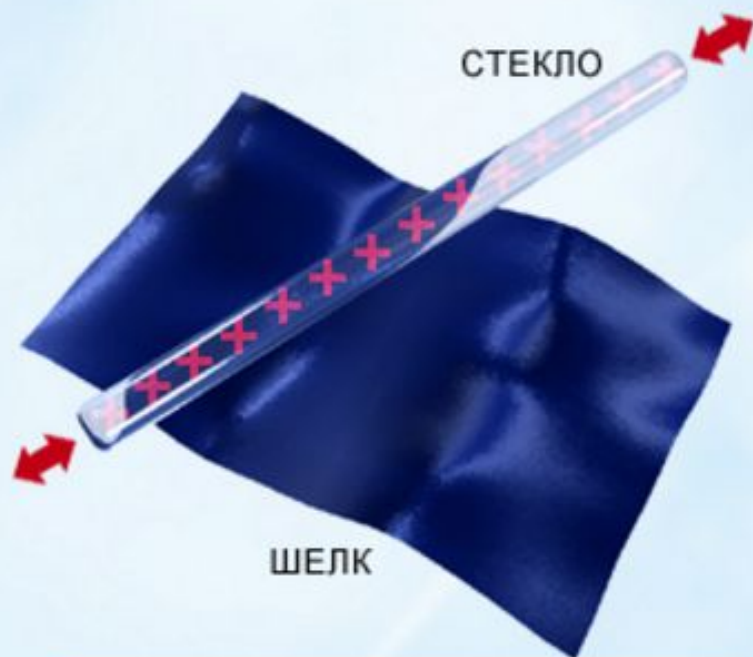
2. При соприкосновении заряженной стеклянной палочки с электронейтральным шаром, подвешенным на нити, часть заряда переходит на шар. Последующее отталкивание одноименных зарядов отклоняет шар от положения равновесия.

3. Электризация влиянием иллюстрируется перераспределением зарядов на поверхности электронейтральной металлической сферы под действием электрического поля отрицательно заряженного стеклянного стержня. Положительные заряды притягиваются к стержню, отрицательные — отталкиваются от него. В результате соприкосновения поляризованной сферы с электронейтральной часть заряда переходит на вторую сферу.

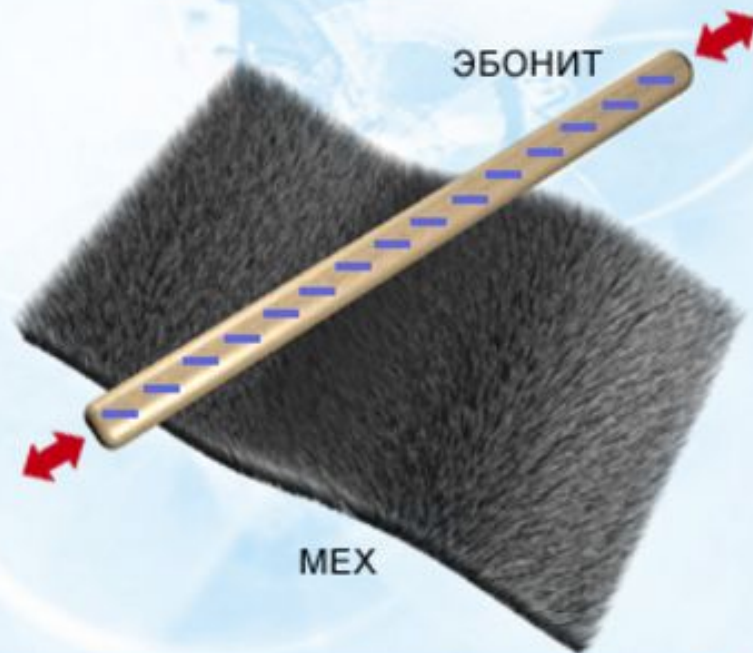
4. Электризация селена, заряжающегося отрицательно при облучении светом, используется, например, в ксерокопировальных машинах.



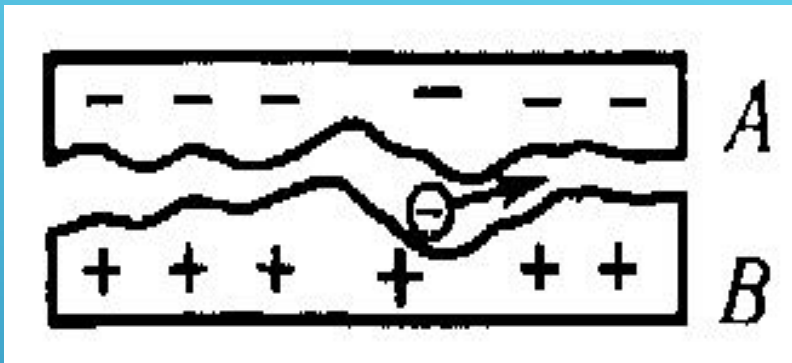
# 1. ЭЛЕКТРИЗАЦИЯ ТРЕНИЕМ



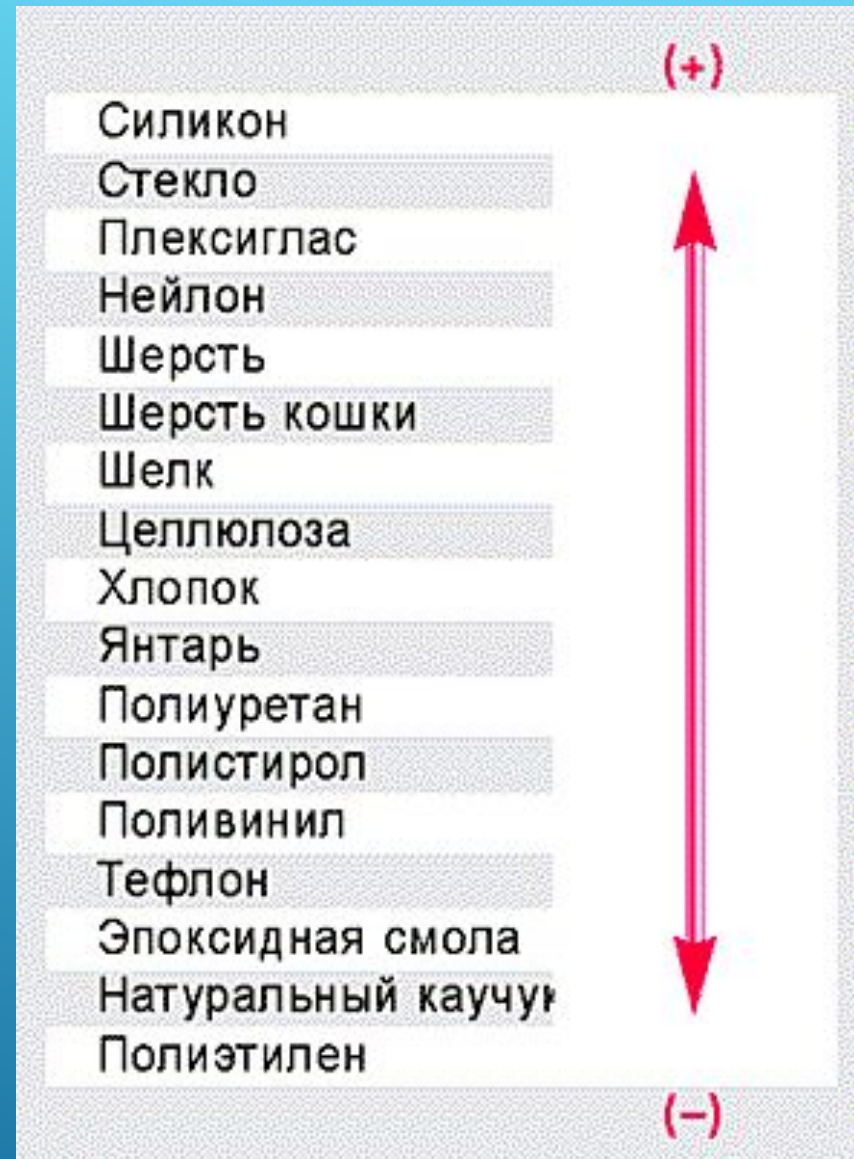
**ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЙ** заряд  
образуется на стекле,  
потертом о шелк



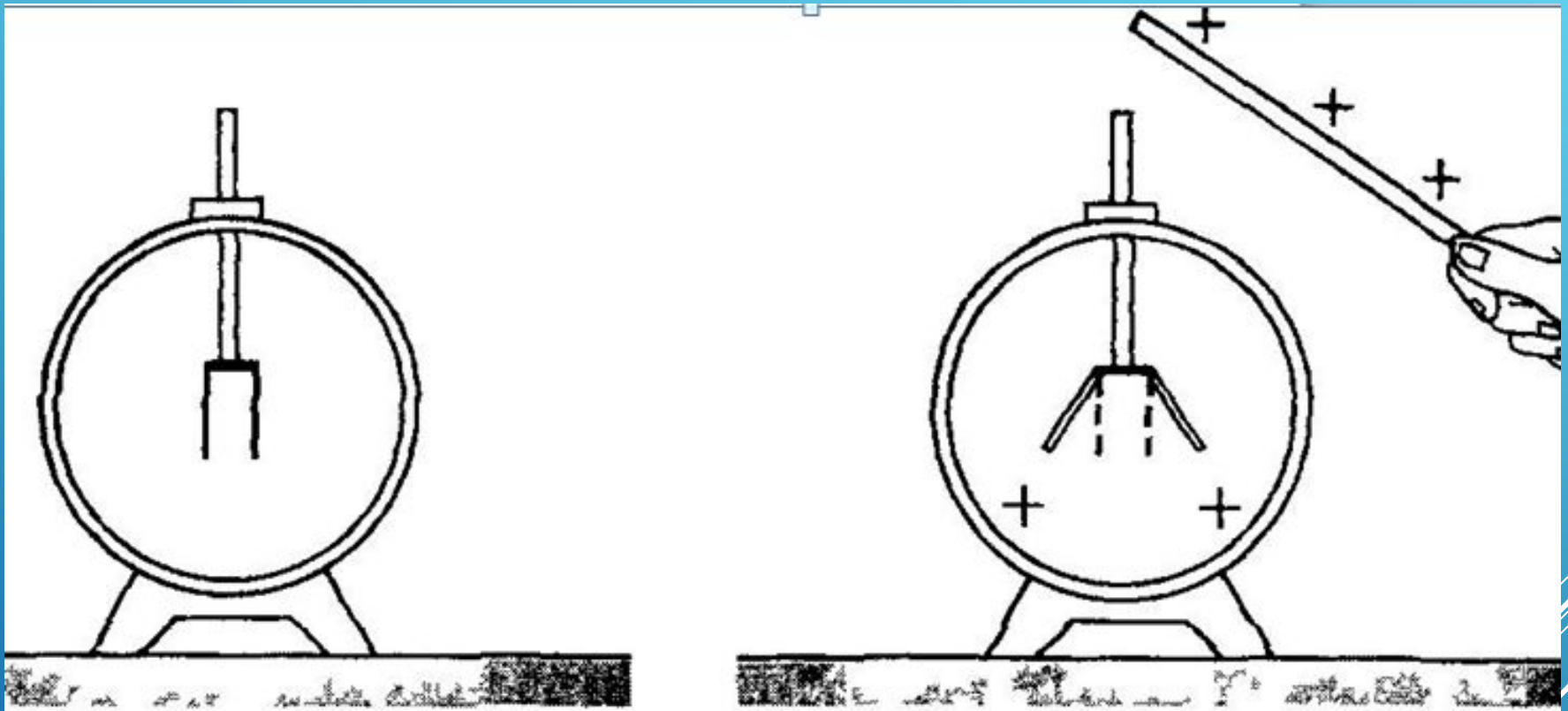
**ОТРИЦАТЕЛЬНЫЙ** заряд  
образуется на эбоните(янтаре),  
потертом о мех



**Трибоэлектрическая шкала.**  
 При трении двух материалов тот из них, что расположен в ряду выше, заряжается положительно и тем сильнее, чем более разнесены материалы по шкале.

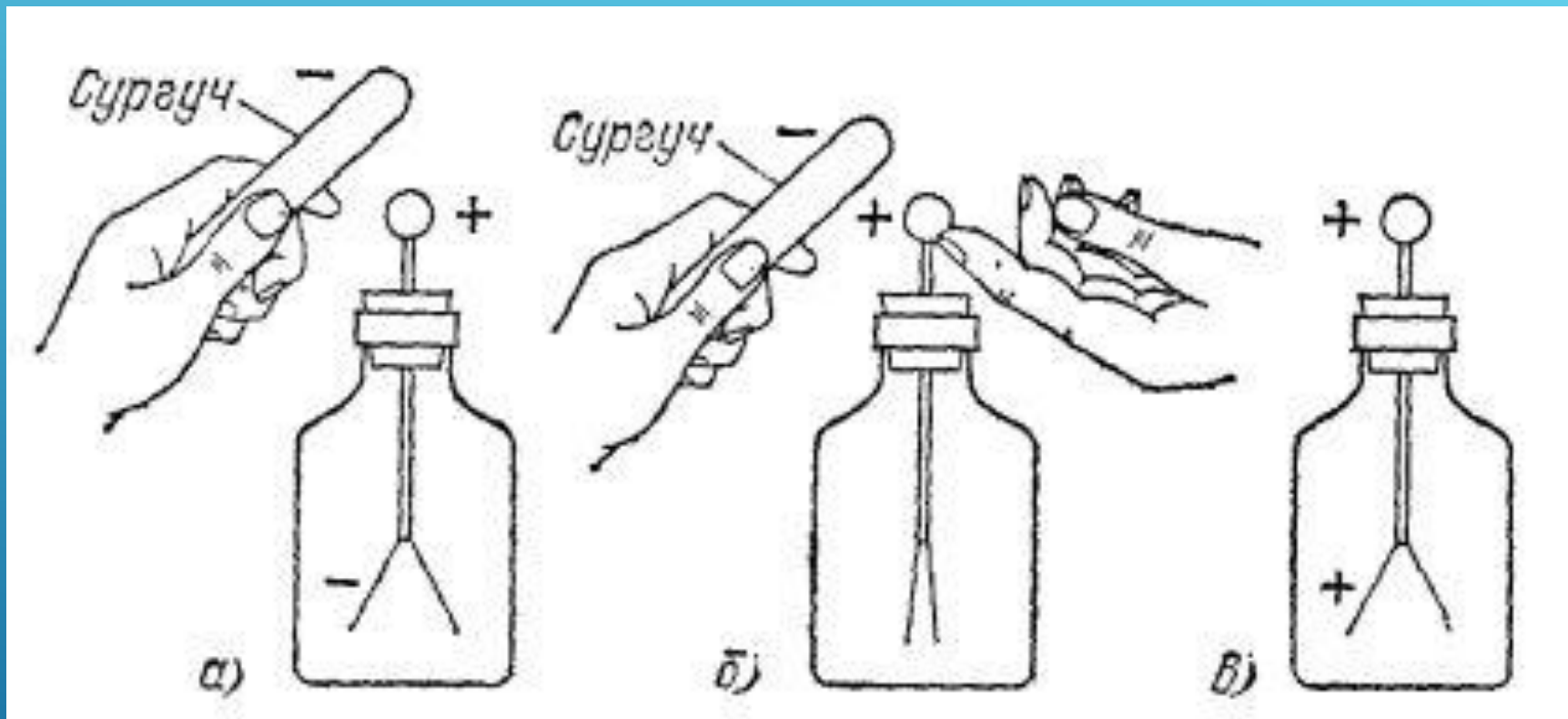


## 2. ЭЛЕКТРИЗАЦИЯ СОПРИКОСНОВЕНИЕМ



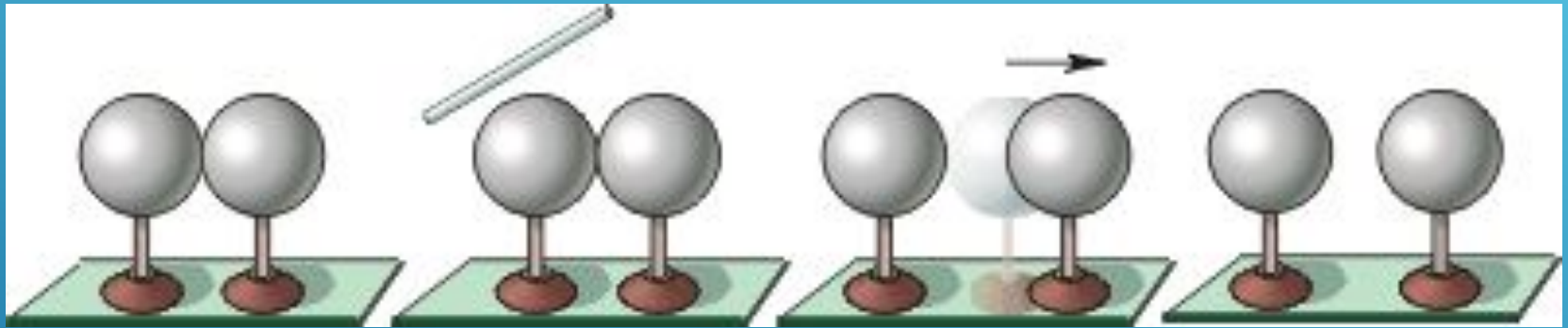
Если наэлектризованным телом прикоснуться к не наэлектризованному телу , то последнее тоже электризуется.

### 3. ЭЛЕКТРИЗАЦИЯ ВЛИЯНИЕМ (ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКАЯ ИНДУКЦИЯ)

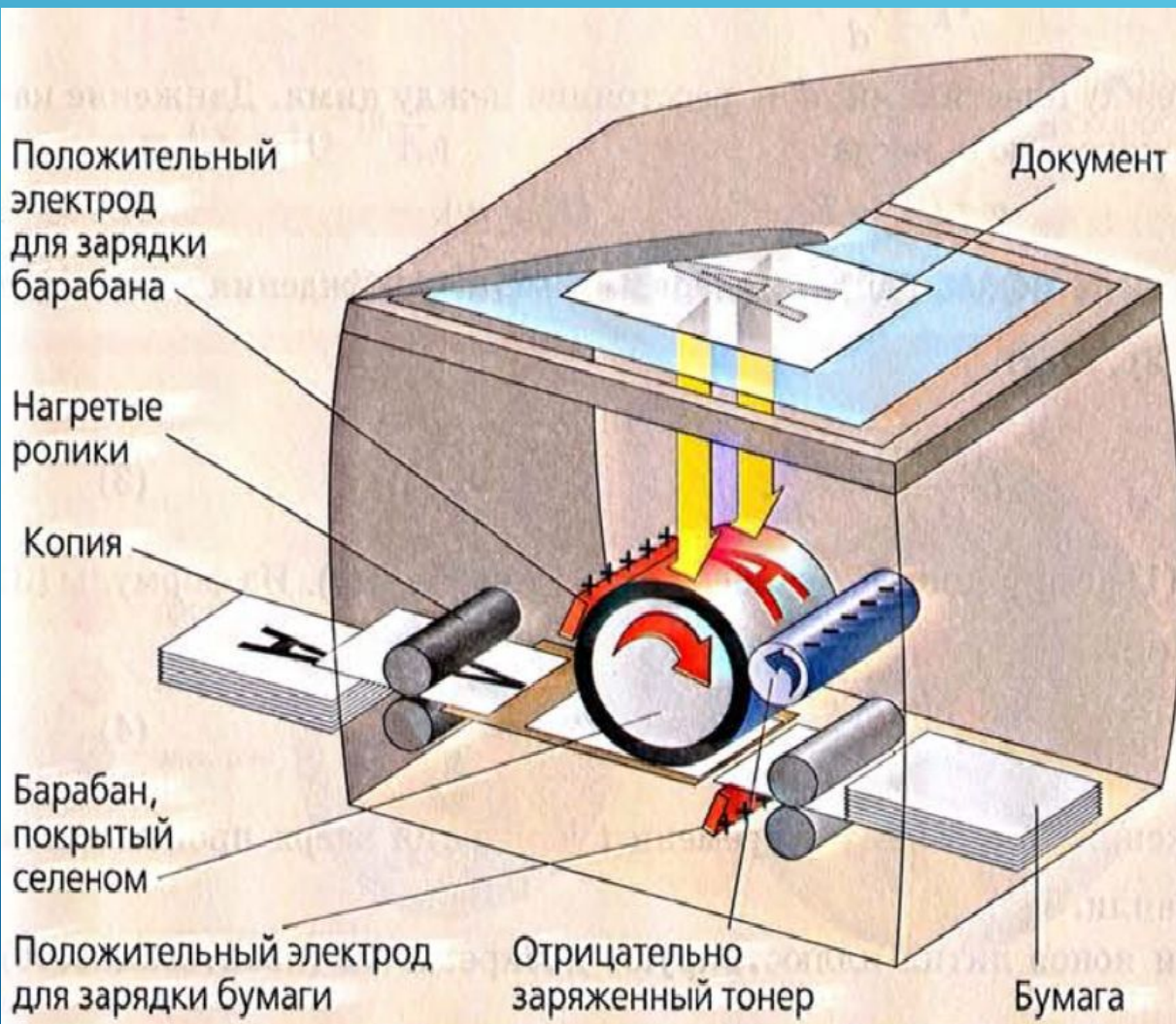


Заряженное тело вытесняет заряженные частицы через руку.  
Такой способ еще называется электростатической индукцией

Например, подносим заряженную палочку к телу, не дотрагиваясь до него, а затем разделяем тела на две части. Обе половины будут заряжены противоположным зарядом.

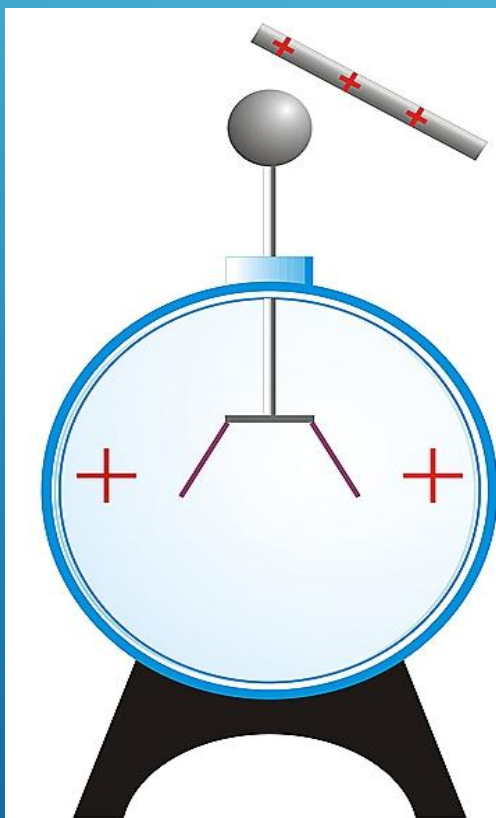


## 4. ЭЛЕКТРИЗАЦИЯ ОБЛУЧЕНИЕМ



Положительно заряженный алюминиевый цилиндр ксерокопировальной машины покрыт селеном, электризующимся отрицательно под действием света. Области цилиндра, освещаемые светом, становятся электронейтральными. Части цилиндра, на которые свет не попадает, остаются положительно заряженными и притягивают отрицательно заряженный черный порошок. Порошок фиксируется нагретыми роликами на положительно заряженной бумаге

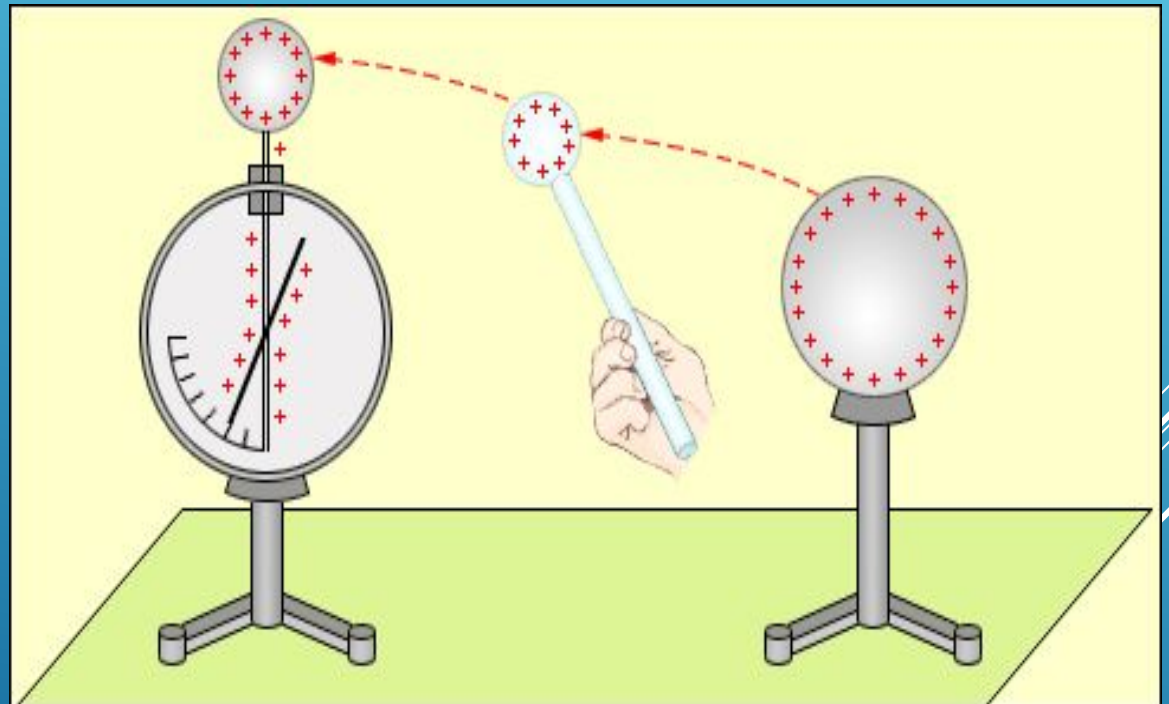
# Приборы для обнаружения заряда: электроскоп, электрометр



Один из вариантов простейшего электроскопа состоит из металлического стержня — электрода и подвешенных к нему двух листочков фольги. При прикосновении к электроду заряженным предметом заряды стекают через электрод на листочки фольги, листочки оказываются одноименно заряженными и поэтому отклоняются друг от друга. Для того, чтобы листочки фольги не колебались от движения воздуха, их обычно помещают в стеклянный сосуд. Из сосуда при этом может быть откачан воздух для предотвращения быстрой утечки заряда с фольги.



Электрометр позволяет измерять заряд. Первый электрометр изобрел русский ученый Г. Рихман





# ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЗАЦИИ



Электризация наблюдается при трении жидкостей о металлы в процессе течения, а также разбрызгивания при ударе. Впервые электризация жидкости при ударе была замечена у водопадов в Швейцарии в 1786 году. С 1913 года явление получило название баллоэлектрического эффекта.

Покоритель Эвереста Н. Тенсинг в 1953 г на высоте 7,9 км над уровнем моря при  $-30^{\circ}$  С и сухом ветре до 25 м/с наблюдал сильную электризацию обледеневших брезентовых палаток, вставленных одна в другую. Пространство между палатками было наполнено многочисленными электрическими искрами.

Движение лавин в горах в безлунные ночи иногда сопровождается зеленовато-желтым свечением, благодаря чему лавины становятся видимыми.

СИЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПОЛЯ ИСПОЛЬЗУЮТ В МЕДИЦИНЕ. ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ АЭРОЗОЛЕЙ И ЛУЧШЕГО ПРОНИКНОВЕНИЯ ИХ В ТКАНИ ОРГАНИЗМА С ПОМОЩЬЮ СПЕЦИАЛЬНЫХ АППАРАТОВ ЧАСТИЦАМ АЭРОЗОЛЕЙ ПРИДАЮТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЗАРЯД. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЗАРЯД СПОСОБСТВУЕТ ЛУЧШЕМУ ОСАЖДЕНИЮ ЧАСТИЦ НА ТКАНИ И БОЛЕЕ ГЛУБОКОМУ ПРОНИКНОВЕНИЮ В НИХ ЛЕКАРСТВЕННОГО ВЕЩЕСТВА



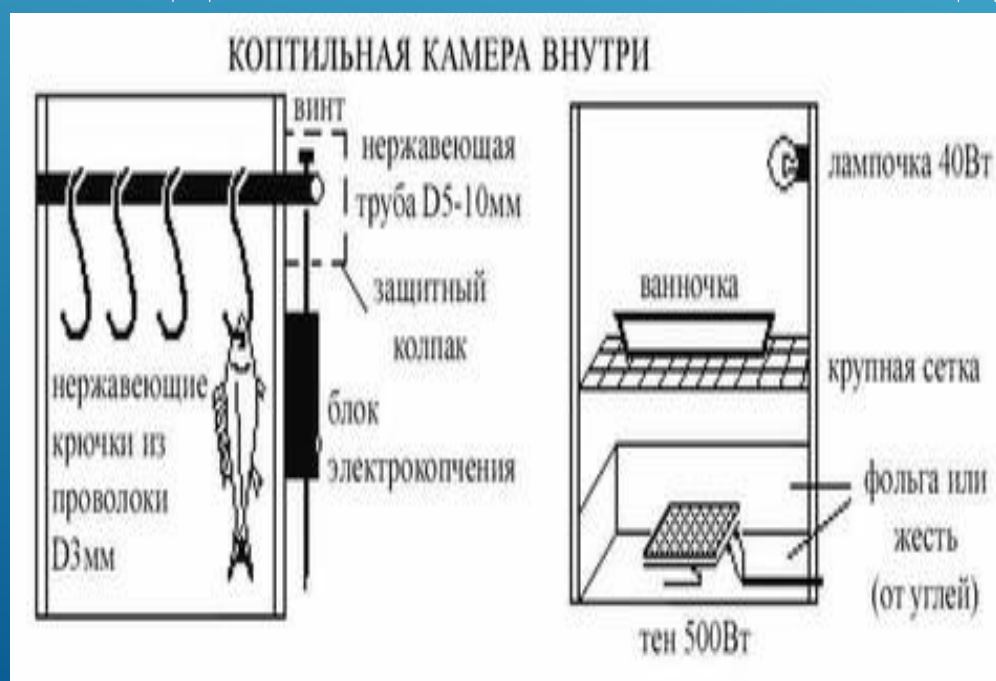
С помощью явления электризации получают дактилоскопические отпечатки пальцев. Положительно заряженные частицы белка притягивают отрицательно заряженные частицы золотой пыли, наносимой на купюру, создавая видимые отпечатки



На автомобильных заводах, для лучшей покраски используют электризацию. Движущиеся на конвейере окрашиваемые детали, например корпус автомобиля, заряжают положительно, а частицам краски придают отрицательный заряд, и они устремляются к положительно заряженной детали. Слой краски получается тонкий, равномерный и плотный. Действительно одноименно заряженные частицы красителя отталкиваются друг от друга — отсюда равномерность окрашиваемого слоя. Частицы, разогнанные электрическим полем, с силой ударяются об изделие — отсюда плотность окраски. Расход краски снижается, так как она осаждается только на детали.




ЭЛЕКТРОКОПЧЕНИЕ - ПРОПИТЫВАНИЕ ПРОДУКТА ДРЕВЕСНЫМ ДЫМОМ. ЧАСТИЦЫ ДЫМА НЕ ТОЛЬКО ПРИДАЮТ ПРОДУКТАМ ВКУС, НО И ПРЕДОХРАНЯЮТ ИХ ОТ ПОРЧИ. ПРИ ЭЛЕКТРОКОПЧЕНИИ ЧАСТИЦЫ КОПТИЛЬНОГО ДЫМА ЗАРЯЖАЮТ ПОЛОЖИТЕЛЬНО, А ОТРИЦАТЕЛЬНЫМ ЭЛЕКТРОДОМ СЛУЖИТ, НАПРИМЕР, ТУШКА РЫБЫ. ЗАРЯЖЕННЫЕ ЧАСТИЧКИ ДЫМА ОСЕДАЮТ НА ПОВЕРХНОСТИ ТУШКИ И ЧАСТИЧНО ПОГЛОЩАЮТСЯ ЕЮ. ВЕСЬ ПРОЦЕСС ПРОДОЛЖАЕТСЯ НЕСКОЛЬКО МИНУТ; ПРЕЖДЕ КОПЧЕНИЕ СЧИТАЛОСЬ ДЛИТЕЛЬНЫМ ПРОЦЕССОМ.



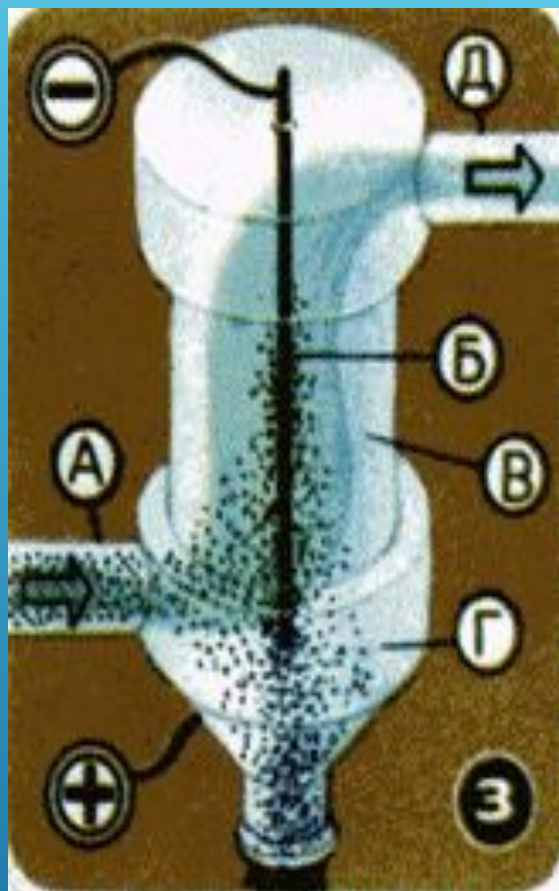
При трении о воздух самолет электризуется. Если сразу подвести трап, может произойти сильный разряд и пожар. Вначале с самолета спускают металлический трос, для снятия излишнего заряда. Происходит разрядка самолета при взаимодействии троса с землей.

Во время перевозки и при переливании бензин электризуется, может возникнуть искра, и бензин вспыхнет. Чтобы этого не произошло, обе цистерны и соединяющий их трубопровод заземляют

A decorative graphic consisting of several parallel white lines of varying lengths, slanted diagonally from the bottom right towards the top right, set against a dark blue background.

Смешение веществ. Если мелкие частицы одного вещества зарядить положительно, а другого — отрицательно, то легко получить их смесь, где частицы распределены равномерно. Например, на хлебозаводе теперь не приходится совершать большую механическую работу, чтобы замесить тесто. Заряженные положительно крупинки муки воздушным потоком подаются в камеру, где они встречаются с отрицательно заряженными капельками воды, содержащей дрожжи. Крупинки муки и капельки воды, притягиваясь друг к другу, образуют однородное тесто. Основанная на этом явлении технология удобна: потоком заряженных частиц можно управлять, изменяя электрическое поле, а весь процесс легко автоматизировать





Электропылеуловители Чистый воздух нужен особо точным производствам. Все машины из-за пыли преждевременно изнашиваются, а каналы их воздушного охлаждения засоряются. Кроме того, часто пыль, улетающая с отходящими газами, представляет собой ценное сырье. Очистка промышленных газов стала необходимостью. Практика показала, что с этим хорошо справляется электризация. По центру металлической трубы устанавливают проволоку *Б*, которая служит одним из электродов, вторым являются стенки трубы *В*. В электрическом поле газ в трубе ионизируется. Отрицательные ионы «прилипают» к частицам дыма, поступающим вместе с газом через вход *А*, и заряжают их. Под воздействием поля эти частицы движутся к проволоке *Б* и осаждаются на ней, а очищенный газ направляется к выходу *Д*. Трубу время от времени встряхивают, и уловленные частицы поступают в бункер *Г*.

Мелкие частички шерсти и хлопка продувают через заряженную металлическую сетку. Двигаясь к тканевой основе, обработанной клеем и заряженной противоположно, равномерно распределяются по ней и после просушки создают ворс. Аналогично можно наносить на любую поверхность волокна звукоизолирующих и теплоизолирующих веществ, делать толь, рубероид, линолеум, шифер, наждачную бумагу.

На целлюлозно-бумажных комбинатах часто обрываются быстродвигающиеся бумажные ленты. Причина — электризация ленты при трении о валики. Такая электризация очень опасна. Она может вызвать пожар.

В текстильной промышленности электризация волокон вызывает их взаимное отталкивание, что мешает работе ткацких станков. Заряженную ткань трудно кроить. Она сильно загрязняется пылью.

Влияние электризации на организм человека до сих пор изучается. В результате исследований было установлено, что электризация не вызывает заметных физиологических сдвигов в организме человека даже при длительном воздействии. Отрицательные частицы воздуха благоприятно влияют на наш организм: они создают хорошее самочувствие и настроение и являются профилактикой простудных и сердечно-сосудистых заболеваний. Воздух в горах, в сосновом лесу или у водопада насыщен отрицательными частицами.

Если человек устал или болен, на нем накапливается положительный заряд и вызывает плохое самочувствие. Коты и кошки помогают снять положительный заряд, т.к. их шерсть заряжена отрицательно.