

# Электризация тел

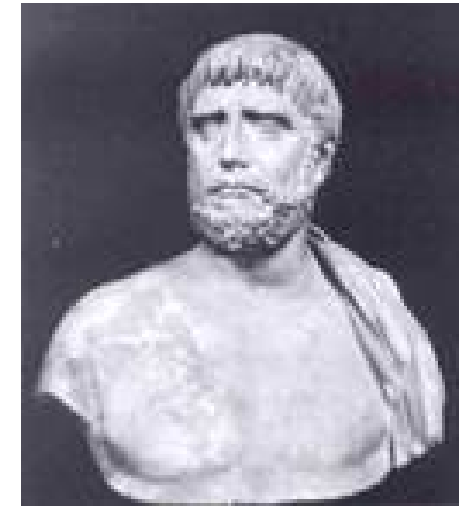
Древние греки ещё в 600 г. до н. э. открыли, что если янтарь натереть шерстью, то он может притягивать другие предметы.

Сегодня мы говорим, что янтарь приобрёл чистый электрический заряд или стал заряженным. Слово «электрический» происходит от греческого слова «электрон», что означает «янтарь».



# Немного истории

Первые наблюдения электрических явлений относят к 5–6 вв до н. э. Считается, что Фалес Милетский (древнегреческий философ и математик из Милета) впервые пронаблюдал электрическое взаимодействие тел.



Он провел следующий опыт: натер янтарь мехом, затем приблизил его к небольшим телам (пылинкам, стружке или перьям) и пронаблюдал, что эти тела стали притягиваться к янтарю без объяснимой на то время причины.

Фалес был не единственным ученым, который впоследствии активно проводил электрические опыты с янтарем, что и привело к возникновению слова «электрон» и понятию «электрический».



# Заряд и взаимодействие заряженных тел

Впервые процесс взаимодействия заряженных тел был достаточно полно объяснен только в 16 веке.

Тогда стало известно, что существует два вида электричества, и они взаимодействуют друг с другом.

Понятие электрического взаимодействия появилось в середине 18 века и связано с именем американского ученого Бенджамина Франклина - он впервые ввел такое понятие, как **электрический заряд**.



**Электрический заряд** – физическая величина, которая характеризует величину взаимодействия заряженных тел.

*То, что мы имели возможность пронаблюдать на опыте с притяжением бумажек к наэлектризованной палочке, доказывает наличие сил электрического взаимодействия, а величину этих сил характеризует такое понятие, как заряд. То, что силы электрического взаимодействия могут быть различными, легко проверяется экспериментальным путем, например, при натирании одной и той же палочки с различной интенсивностью.*

# Виды электризации

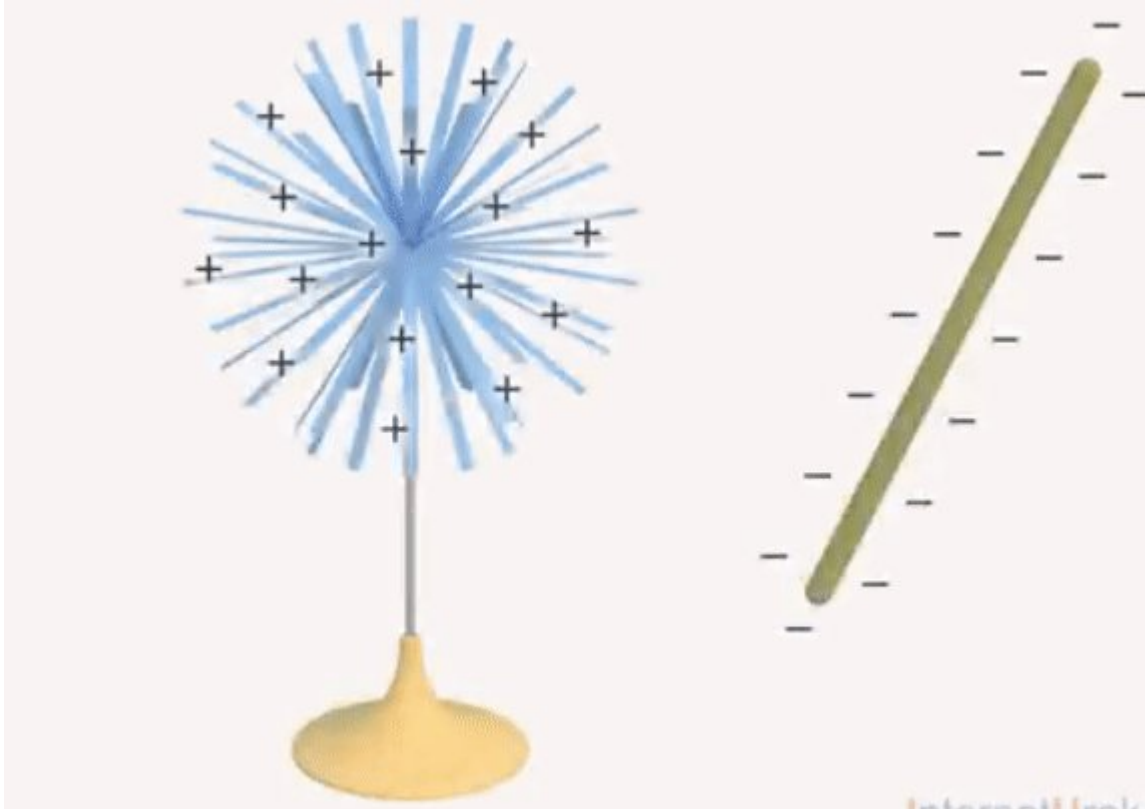


Если потереть палочку листом бумаги, а затем прикоснуться ей к железному стержню, то будет заметно явление отталкивания полосок бумаги султана друг от друга, причем, если повторить натирание и прикосновение несколько раз, то будет видно, что эффект усиливается.

***Наблюдаемое явление называют электризацией прикосновением.***

***Рассмотрим электризацию наведением.*** Для этого возьмем линейку и положим ее на вершину железного стержня, на котором закреплен бумажный султан, после этого прикоснемся к стержню, чтобы снять на нем заряд, и расправим полоски султана. Затем наэлектризуем стеклянную палочку трением о бумагу и подведем ее к линейке, результатом станет то, что линейка начнет вращаться на вершине железного стержня. При этом стеклянной палочкой прикасаться к линейке не следует. Это доказывает то, что существует электризация без непосредственного соприкосновения между телами – электризация наведением.

**Электризация** – разделение электрических зарядов в результате тесного контакта двух или более тел.



## Виды электризации

- электризация трением
- электризация прикосновением
- электризация наведением



# существует **два вида электрических зарядов**

## Отрицательный

на эбонитовом, пластиковом или янтарном стержне, натёртом мехом

## Положительный

на стеклянном стержне, натёртом бумагой или шёлком

*Первые исследования значений электрических зарядов датируются более поздним периодом истории, чем открытие и попытки описания электрических взаимодействий тел. В конце 18 века ученые пришли к выводу, что деление заряда приводит к двум принципиально различным результатам. Бенджамин Франклин предложил называть их **отрицательным** и **положительным** зарядами.*

*Для того чтобы была возможность различать эти два типа зарядов и определять, какой является положительным, а какой – отрицательным, договорились использовать два базовых опыта:*

*если потереть стеклянную палочку о бумагу (шелк), то на палочке образуется положительный заряд;*

*если потереть эбонитовую палочку о мех, то на палочке образуется отрицательный заряд*



# Проведем эксперимент

Наэлектризованную эбонитовую палочку подносим сначала к одному «султанчику», затем ко второму - листочки будут отталкиваться, когда «султанчики» будем подносить друг к другу (рис.1).

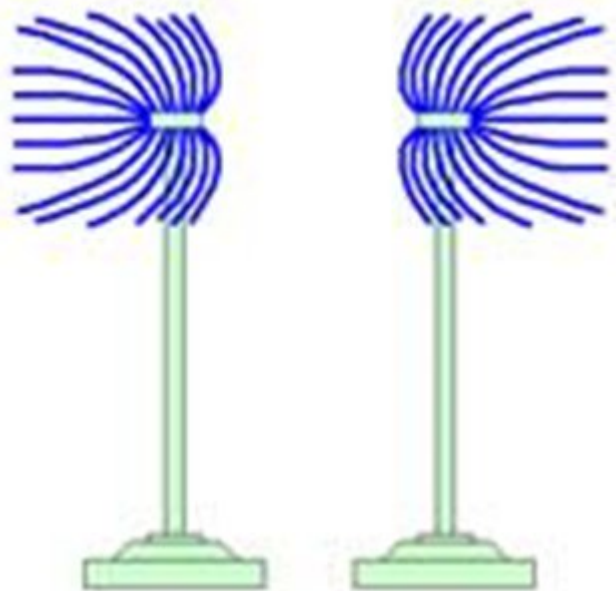


Рис. 1

Второй «султанчик» электризуем палочкой, изготовленной из стекла, потертую о шелк. Поднесем его к первому «султанчику», и увидим притяжение их листочков (рис. 2).

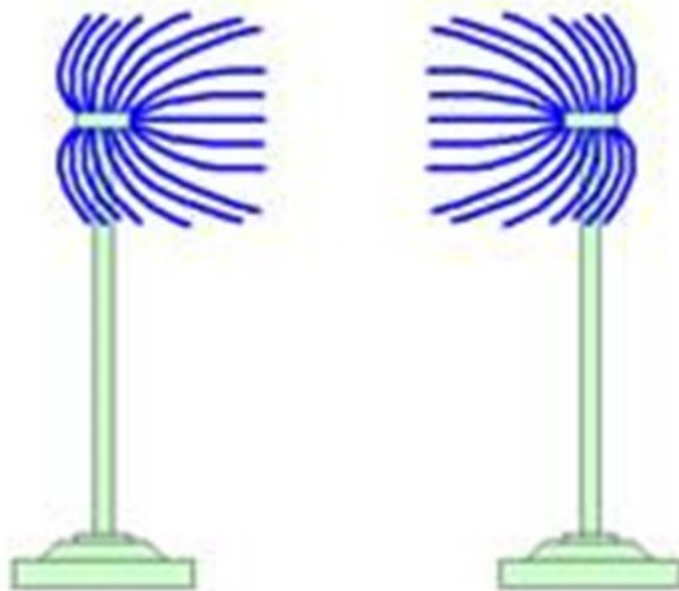


Рис. 2

## Правила взаимодействия заряженных тел

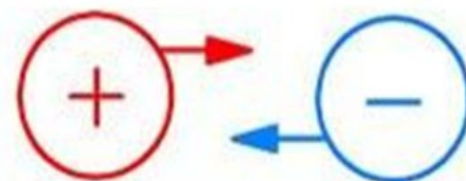


Отрицательный заряд



Положительный заряд

Одноименные заряды отталкиваются друг от друга



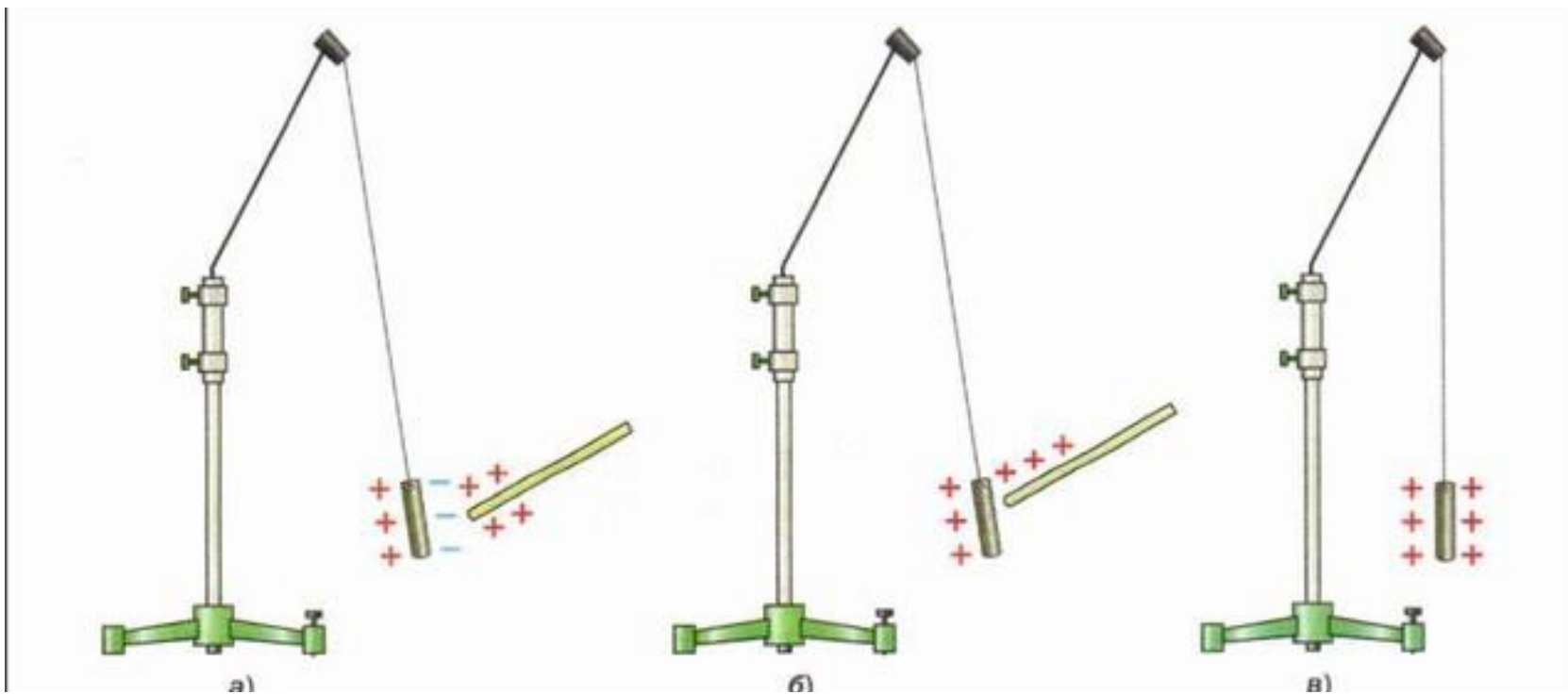
Разноименные заряды притягиваются друг к другу



# Проведем эксперимент

Возьмем стеклянную палочку, бумагу и гильзу из фольги, закрепленную нитью на штативе. Если натереть палочку бумагой и поднести ее к незаряженной гильзе, то гильза сначала притянется к палочке, а после прикосновения начнет отталкиваться.

Поясняется это тем, что сначала гильза, пока не будет иметь заряда, притянется к палочке, палочка передаст ей часть своего заряда, и одноименно заряженная гильза оттолкнется от палочки.



Одновременно два явления – притяжение разноименно заряженных тел и отталкивание одноименно заряженных

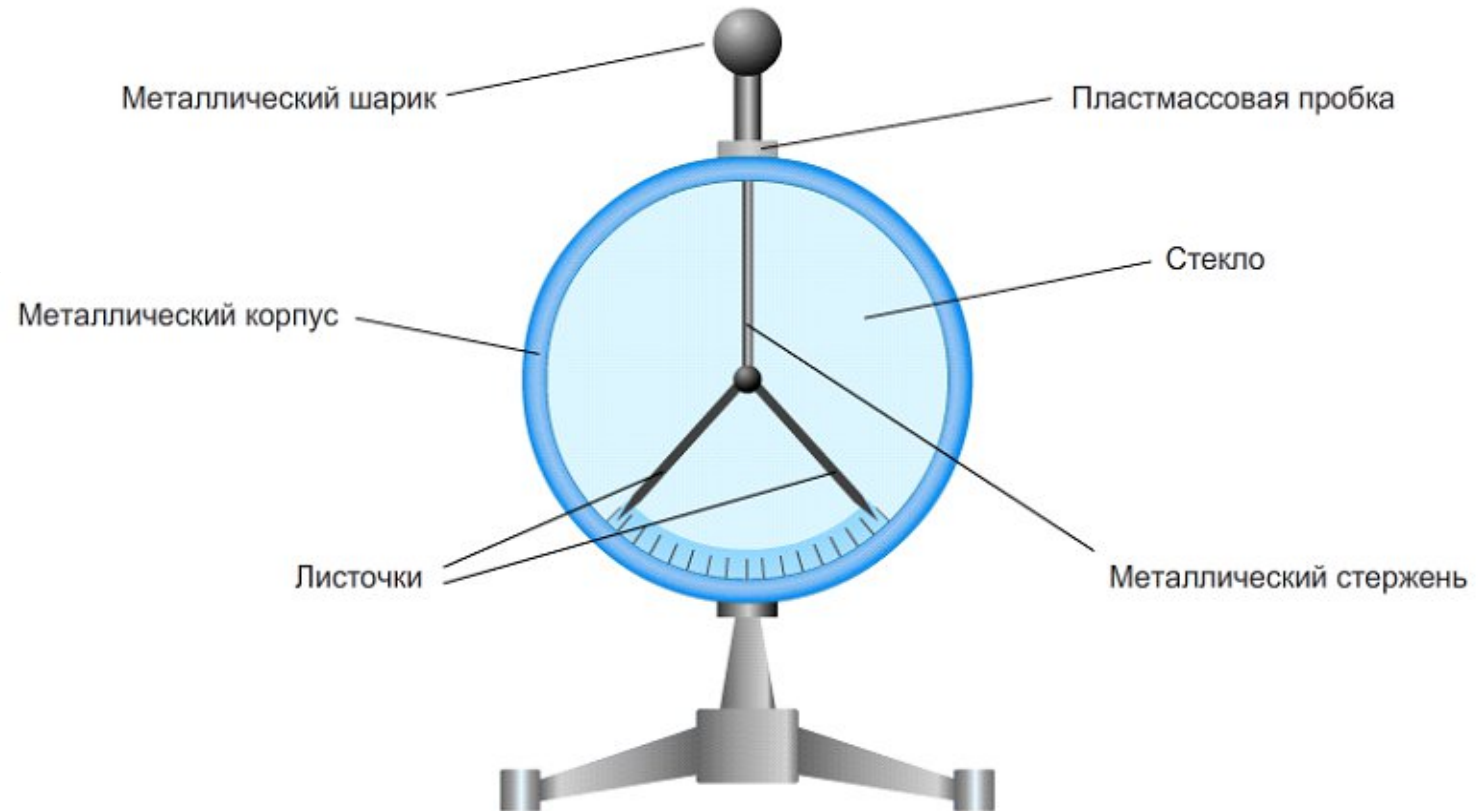
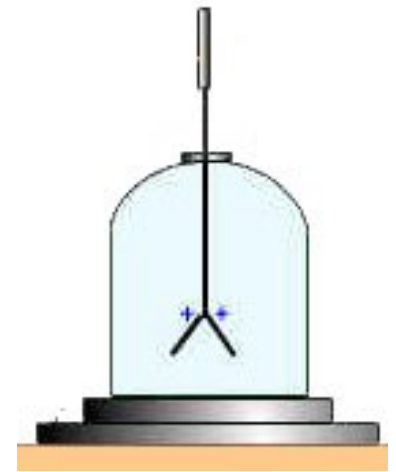
# Электроскоп

(«электро» – электрический, «скопио» – наблюдаю)

Самый первый прибором – для фиксации наличия электрического заряда и оценивания величины электрического заряда.

Электроскоп представляет собой очень несложную конструкцию - стеклянная банка, внутри которой через стеклянную или пластмассовую пробку продевается стержень, а на конце стержня укрепляются два лёгких бумажных лепестка.

Если прикоснуться к стержню наэлектризованной палочкой (стеклянной или эбонитовой), то лепестки, получая одноимённый заряд, отталкиваются, и тем самым мы видим наличие этих зарядов в электроскопе.



# Электрометр и опыты Ломоносова

В XVIII веке также появился несколько усовершенствованный прибор, созданием которого занимался Михайло Васильевич Ломоносов.



## Электрометр

*(«электро» – электрический, «метриум» – измеряю).*



В верхней части электроскопа располагается шар (специально делается таким образом, чтобы можно было на нём разместить как можно большее количество зарядов). Металлический стержень проходит через пластмассовую пробку внутри металлического корпуса, который с двух сторон защищён стёклами. В нижней части стержня укреплена стрелка.

Стрелка, получая заряд от металлического стержня, знак которого совпадает с зарядом стержня, отталкивается, и по отклонению этой стрелки от вертикали можно судить о величине электрического заряда. Как видно на рисунке, в электрометре есть некая шкала, которая позволяет по углу отклонения стрелки судить о величине электрического заряда.

# Электризация тел





### (a) Взаимодействие между эбонитовыми стержнями, натёртыми мехом



### (b) Взаимодействие между стеклянными стержнями, натёртыми о шёлк



### (c) Взаимодействие между заряженными эбонитовым и стеклянным стержнями

заряженный эбонитовый стержень и заряженный стеклянный стержень притягиваются друг к другу



**1. Тело, которое наэлектризовано:**

- А) нагревается,
- Б) охлаждается,
- В) приходит в движение,
- Г) притягивает к себе другие тела.

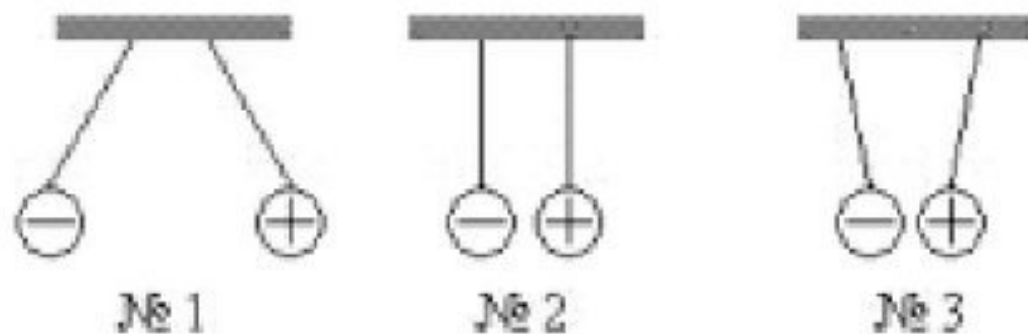
**3. Как взаимодействуют наэлектризованные тела?**

- А) тела с зарядами одного знака притягиваются,
- Б) тела с зарядами разного знака отталкиваются,
- В) если у тел заряды одного знака, они отталкиваются, если разног, то притягиваются.

**2. Электрические заряды бывают:**

- А) положительными,
- Б) отрицательными,
- В) положительными и отрицательными.
- Г) разными.

**4. В каком случае правильно изображено взаимодействие заряженных тел?**



- Пробковые шарики, подвешенные на нитях, заряжены. Какого знака заряды на шариках?

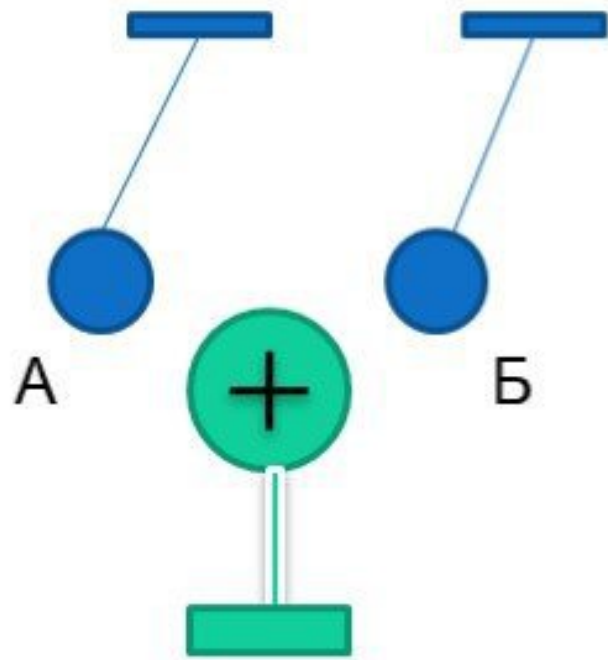


Рис.1

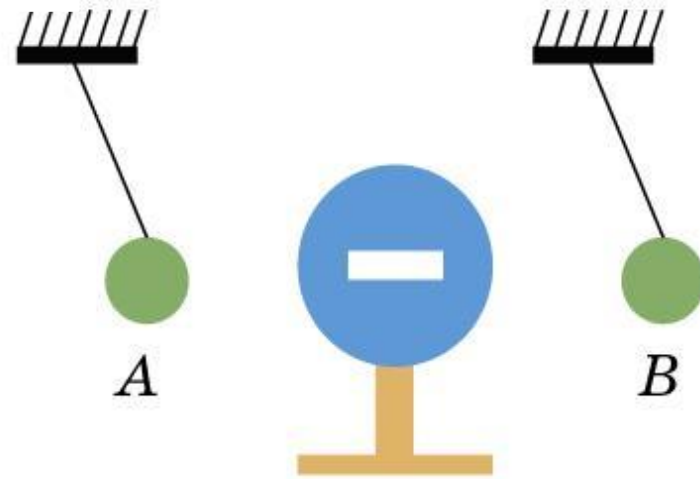
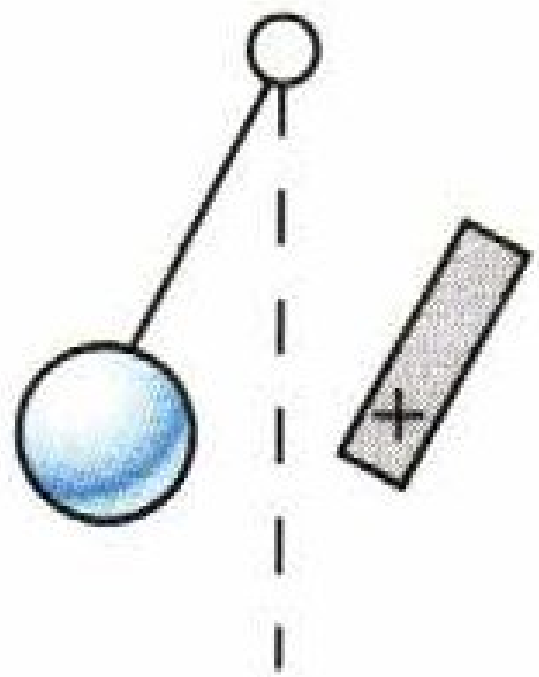
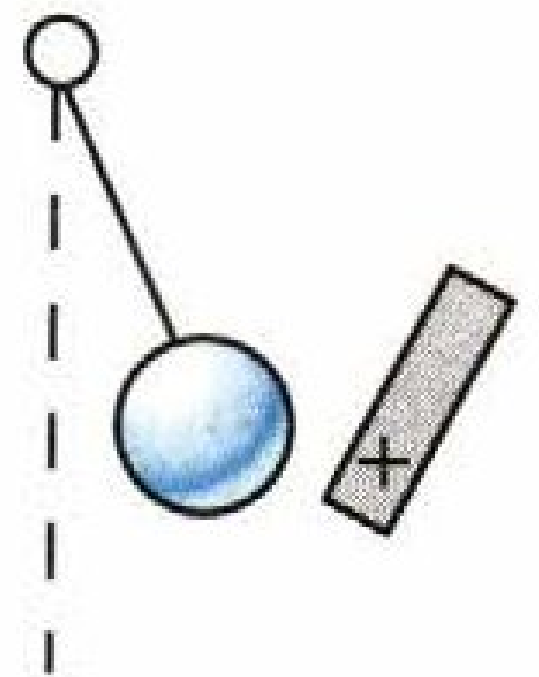


Рис.2

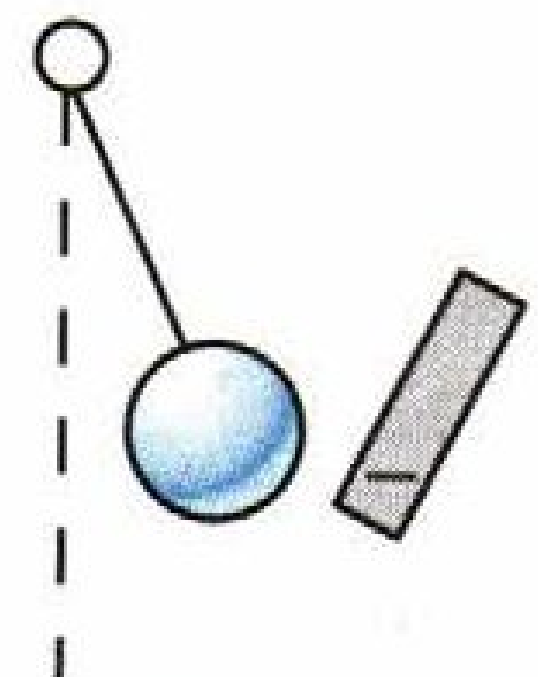




**№ 1**



**№ 2**

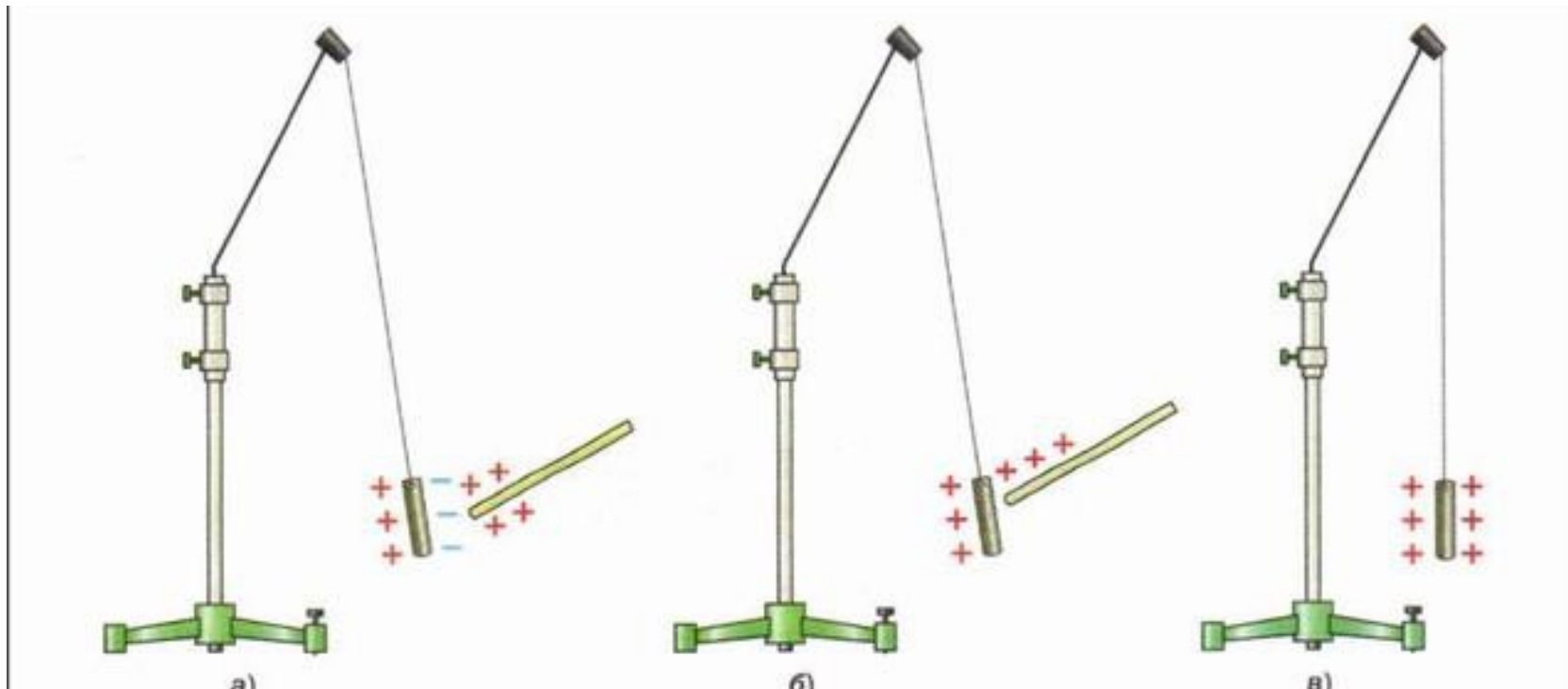


**№ 3**

# Проведем эксперимент

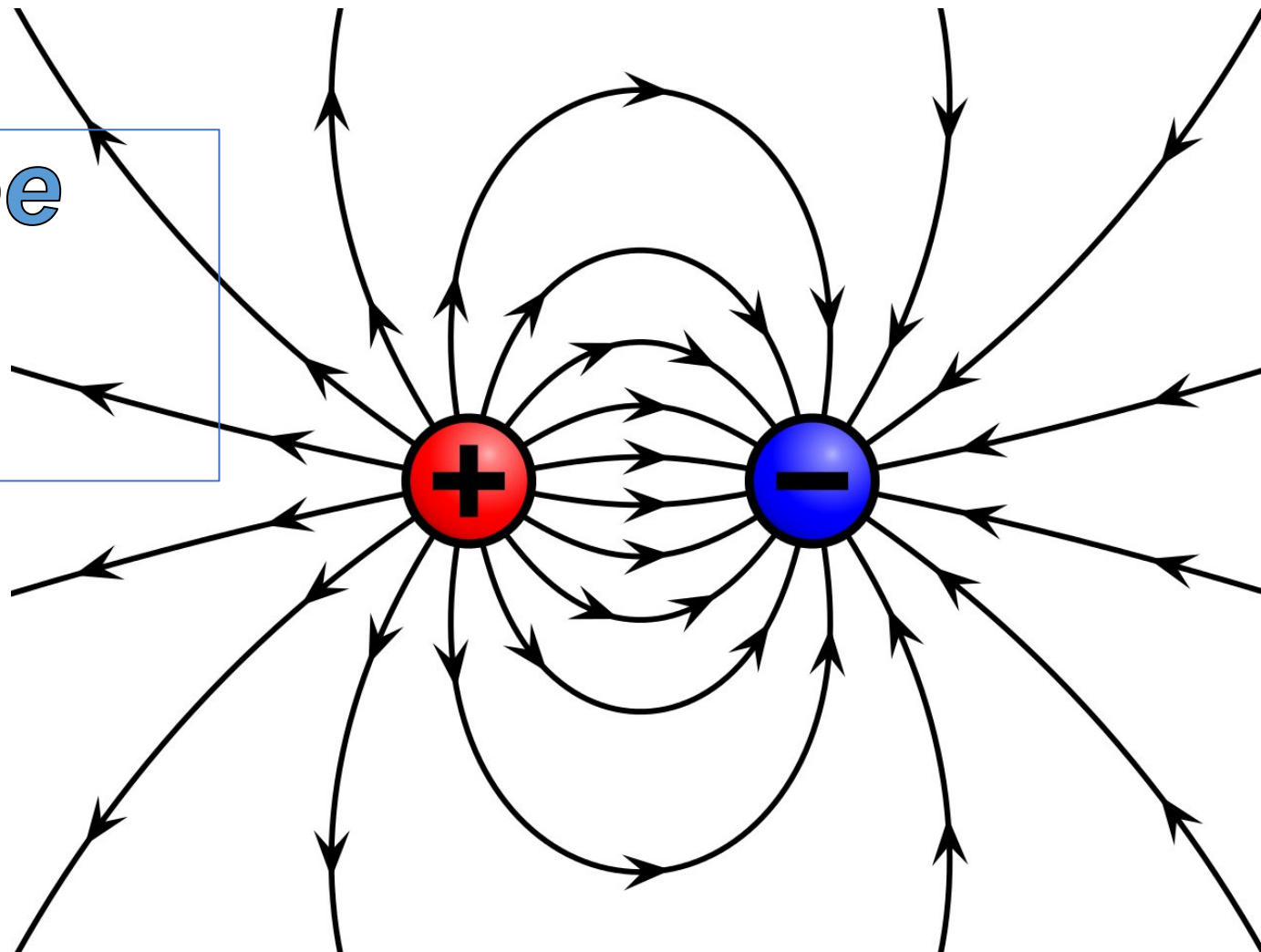
Возьмем стеклянную палочку, бумагу и гильзу из фольги, закрепленную нитью на штативе. Если натереть палочку бумагой и поднести ее к незаряженной гильзе, то гильза сначала притянется к палочке, а после прикосновения начнет отталкиваться.

Поясняется это тем, что сначала гильза, пока не будет иметь заряда, притянется к палочке, палочка передаст ей часть своего заряда, и одноименно заряженная гильза оттолкнется от палочки.

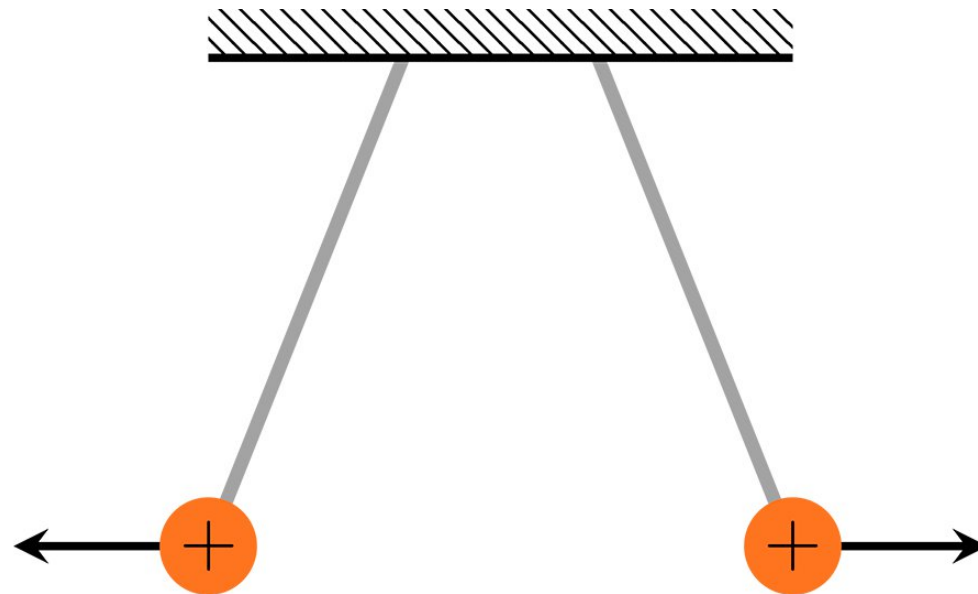


Одновременно два явления – притяжение разноименно заряженных тел и отталкивание одноименно заряженных

*Электрическое  
поле*



Заряженные тела взаимодействуют, даже когда они не контактируют, то есть электрическая сила действует на расстоянии.



Электрическое поле — это особый вид материи, который окружает каждый электрический заряд и оказывает силовое действие на другие заряды, притягивая их к заряду-источнику или отталкивая от него.

Наши органы чувств не воспринимают это поле.

Обнаружить его можно только с помощью другого заряженного тела по силовому воздействию.

Силовое воздействие зависит от расстояния между зарядом-источником и пробным зарядом: чем дальше от источника, тем воздействие меньше.

Электрическое поле совершает работу, значит, обладает энергией.

Распространяется со скоростью 300 000 км/с.

*Электрическое поле, созданное неподвижными зарядами, называют **электростатическим**.*

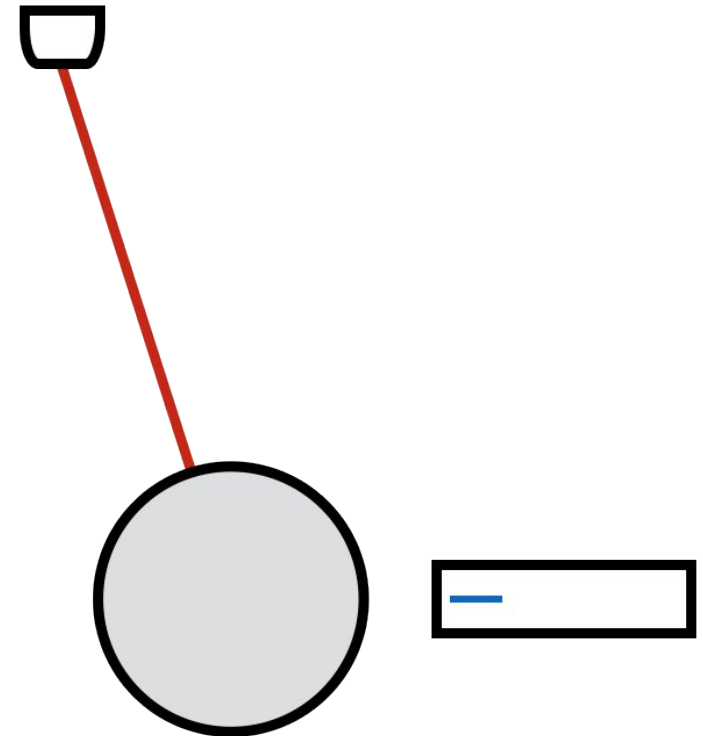
## Решим задачу

Отрицательно заряженный стержень притягивает подвешенный на нити лёгкий шарик из алюминиевой фольги.

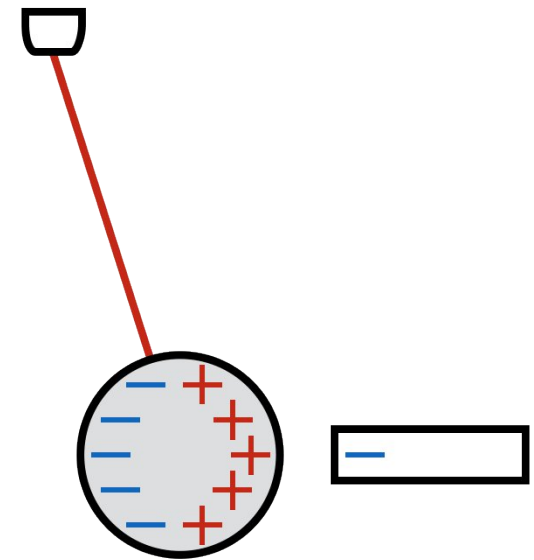
Заряд шарика:

- А) положительный;
- Б) равен нулю.

Какое(-ие) утверждение(-я) является(-ются) верным(-и)?



**Пусть заряд шарика равен нулю.** Заряженный стержень создаёт электрическое поле. Когда его подносят к шарика, то в нём происходит явление электростатической индукции, ведь шарик сделан из проводника. Свободные заряды в шарике перераспределяются: отрицательные будут дальше от стержня (так как «-» с «-» отталкиваются), а положительные – ближе к стержню (так как «+» с «-» притягиваются). Чем ближе заряды друг к другу располагаются, тем больше их сила взаимодействия, поэтому положительный заряд шарика будет сильнее притягиваться к стержню, чем его отрицательный заряд будет отталкиваться от стержня. В результате шарик будет притягиваться к стержню.

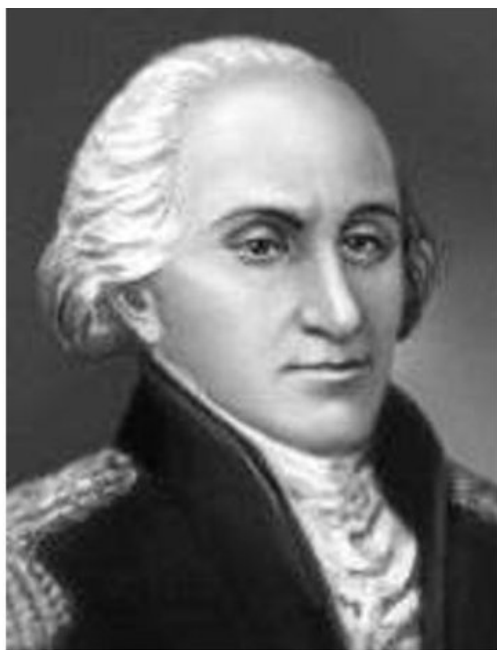


**Пусть заряд шарика является отрицательным.**

Вопреки перераспределению зарядов в шарике, которое возникнет и в этом случае, основным фактом, влияющим на его взаимодействие со стержнем, будет наличие нескомпенсированных положительных электрических зарядов. Поскольку разноимённые заряды притягиваются, то конечно положительно заряженный шарик будет притягиваться к отрицательно заряженному стержню.

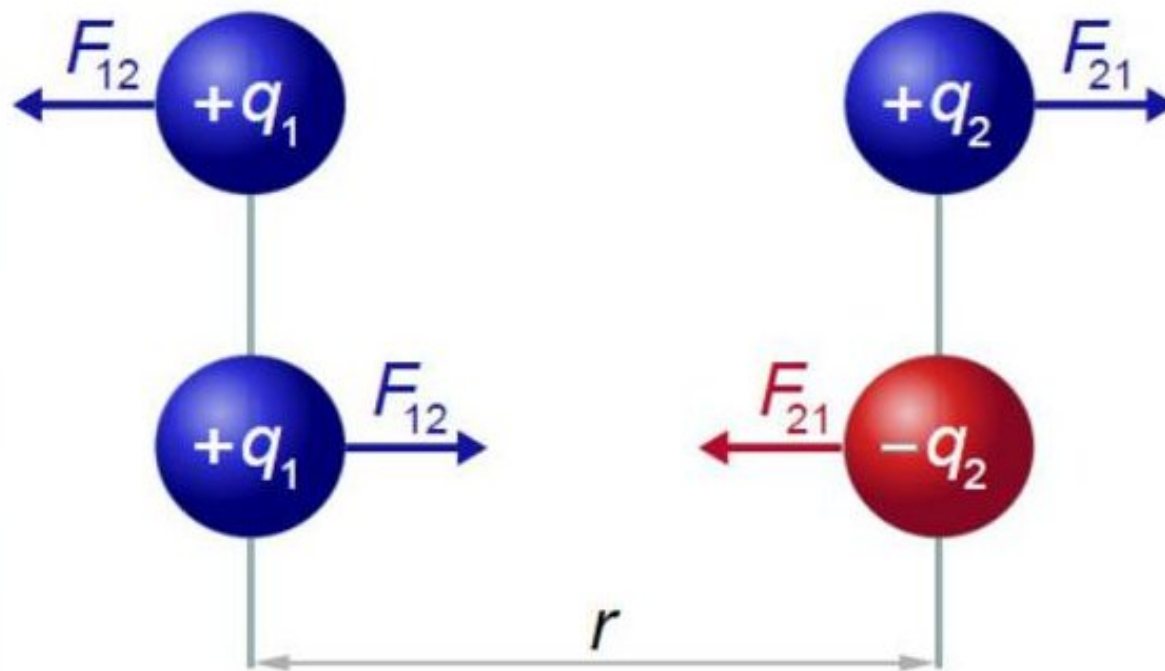
**Вывод: шарик будет притягиваться в обоих случаях, а вот отталкиваться он будет, только если заряжен отрицательно.**





Шарль Кулон,  
фр. физик,  
1736-1806

# Закон Кулона

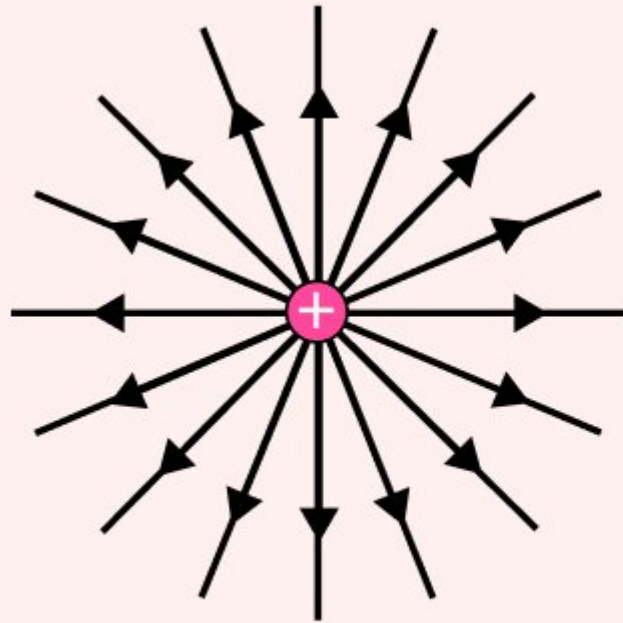


$$F_{12} = F_{21} = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

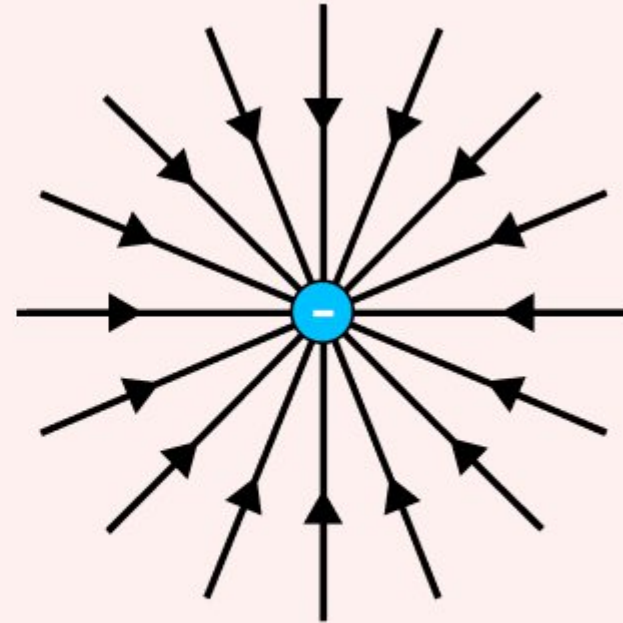
*Силовое воздействие зависит от расстояния между зарядом-источником и пробным зарядом: чем дальше от источника, тем воздействие меньше.*

# Графическое изображение электрического поля

*Силовые линии –  
это геометрическое изображение распространения поля в  
пространстве.*



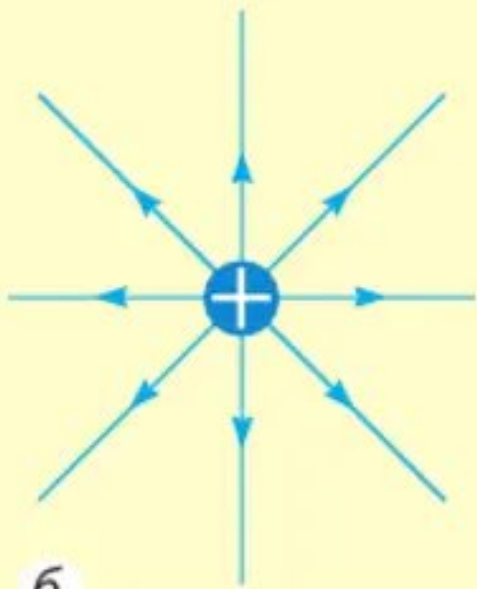
Положительный заряд



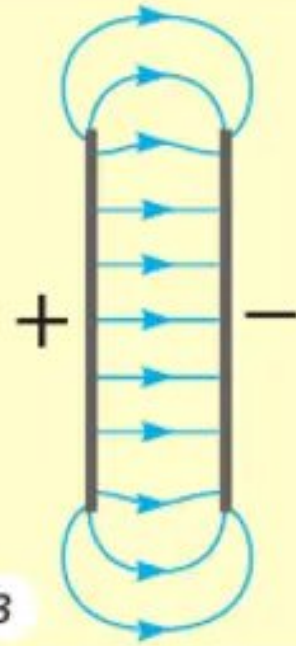
Отрицательный заряд



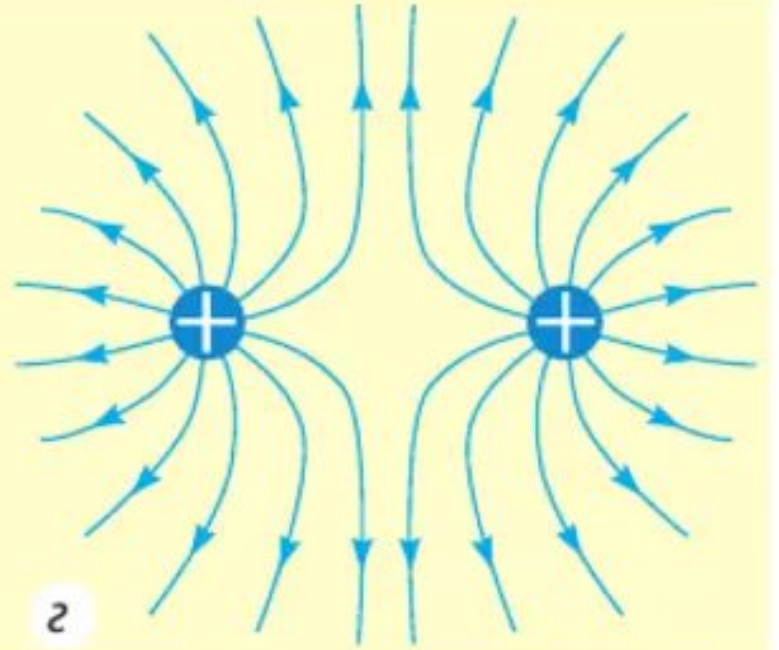
a



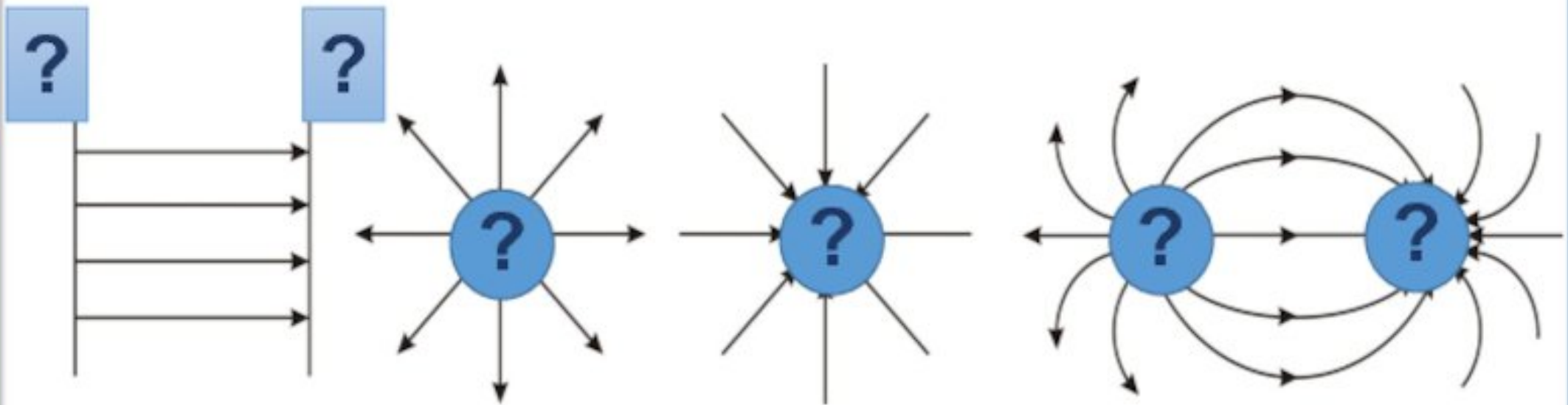
б



в



г



Определите знаки зарядов на рисунках.

# Напряженность электростатического поля

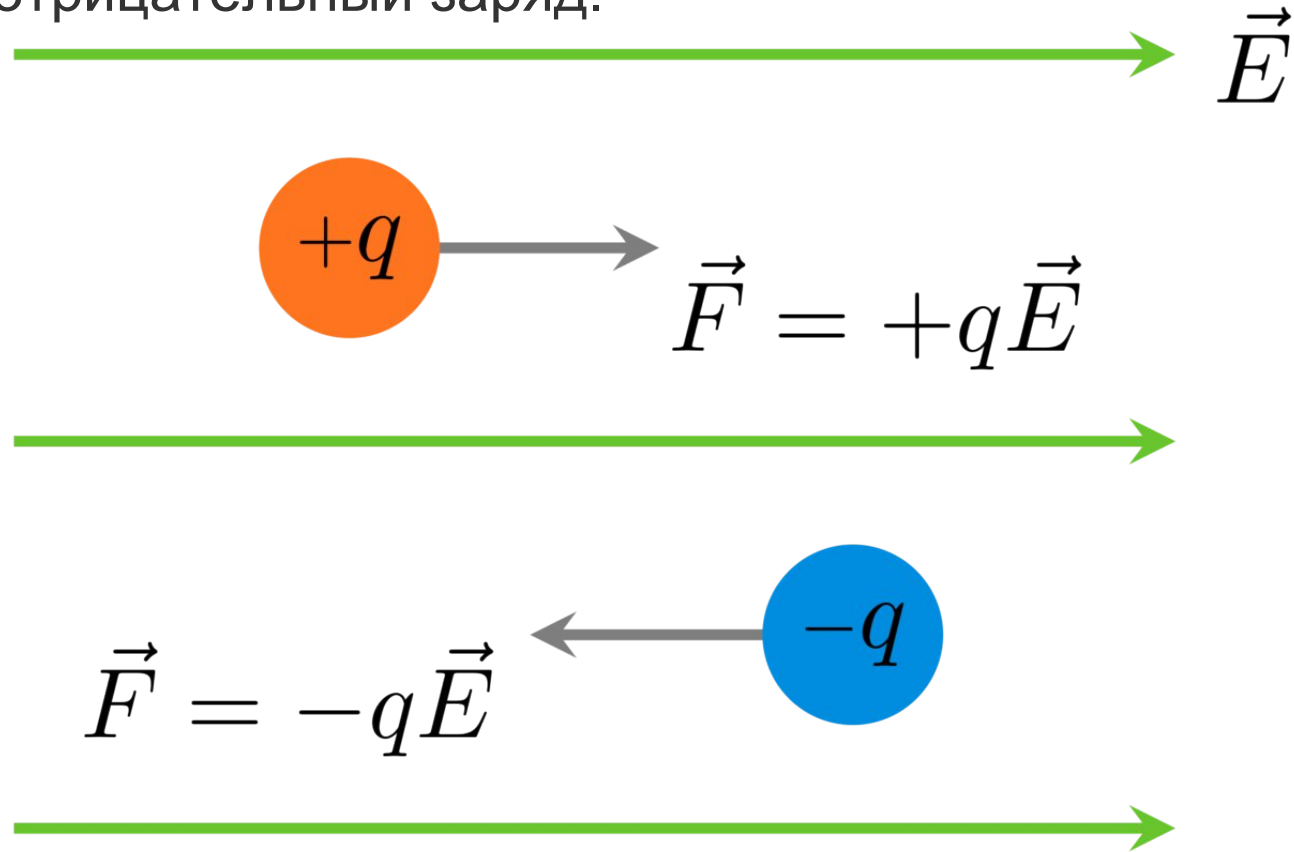
— это векторная физическая величина, характеризующая электрическое поле в данной точке и равная отношению силы, действующей на неподвижный точечный заряд, помещённый в эту точку, к величине этого заряда.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

$\vec{E}$  – напряженность электрического поля  
 $\vec{F}$  – сила, с которой поле действует на пробный положительный заряд  
 $q$  – величина этого заряда

Единица измерения напряжённости **Н/Кл.**

**Направление вектора напряжённости** совпадает с направлением силы, действующей на положительный заряд, и противоположно направлению силы, действующей на отрицательный заряд.

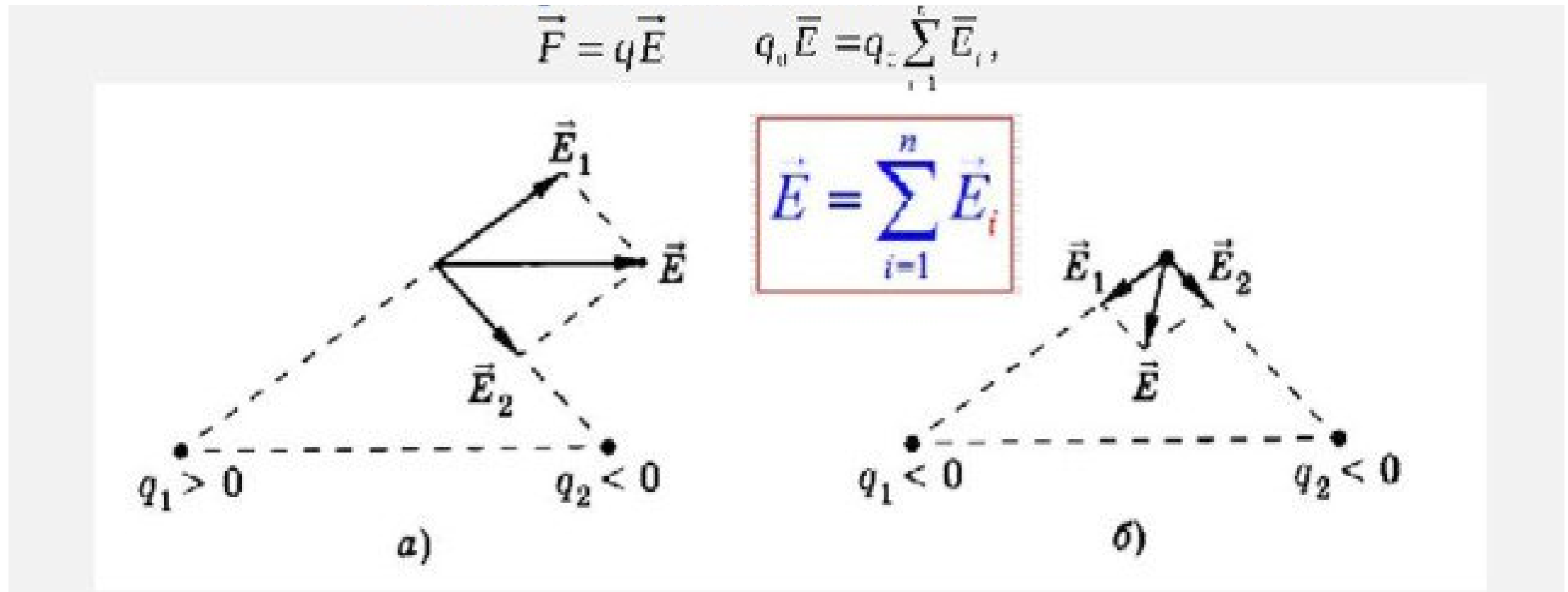


**Напряженность электрического поля** в определённой точке численно равна силе, которая будет действовать на единичный положительный заряд, если его поместить в эту точку. Сила, действующая на такой же отрицательный заряд, будет направлена в противоположную сторону.

# Принцип суперпозиции электростатических полей

В большинстве реальных ситуаций, связанных с электрическими полями и силами, мы сталкиваемся с зарядом, распределённым по пространству.

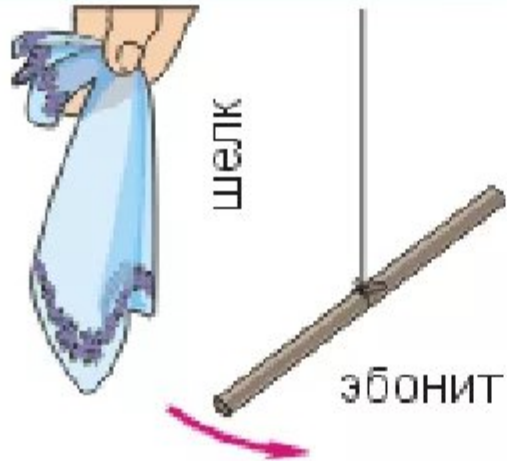
**Напряжённость результирующего поля, создаваемого системой зарядов, равна геометрической сумме напряжённостей полей, создаваемых в данной точке каждым из зарядов в отдельности.**



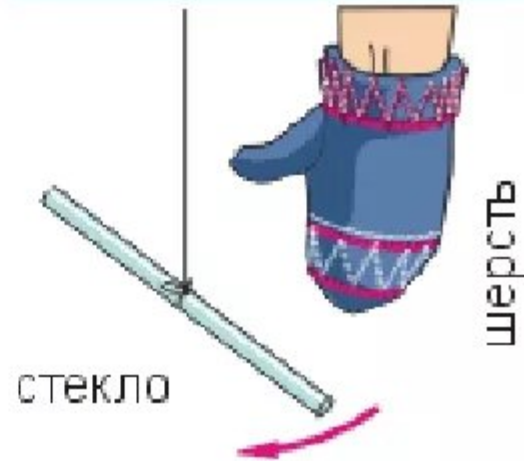


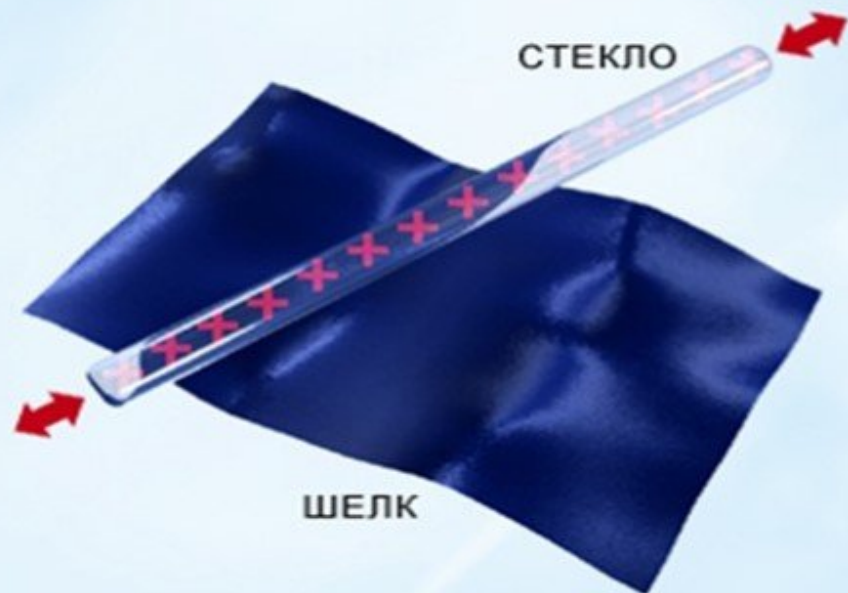
# Два рода заряда

**Отрицательный  
(эбонит о мех)**

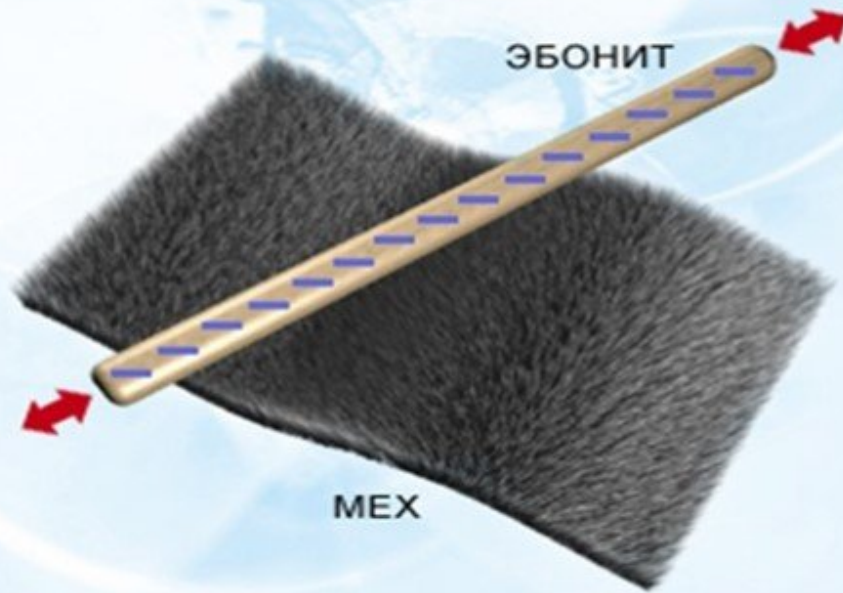


**Положительный  
(стекло о шелк)**



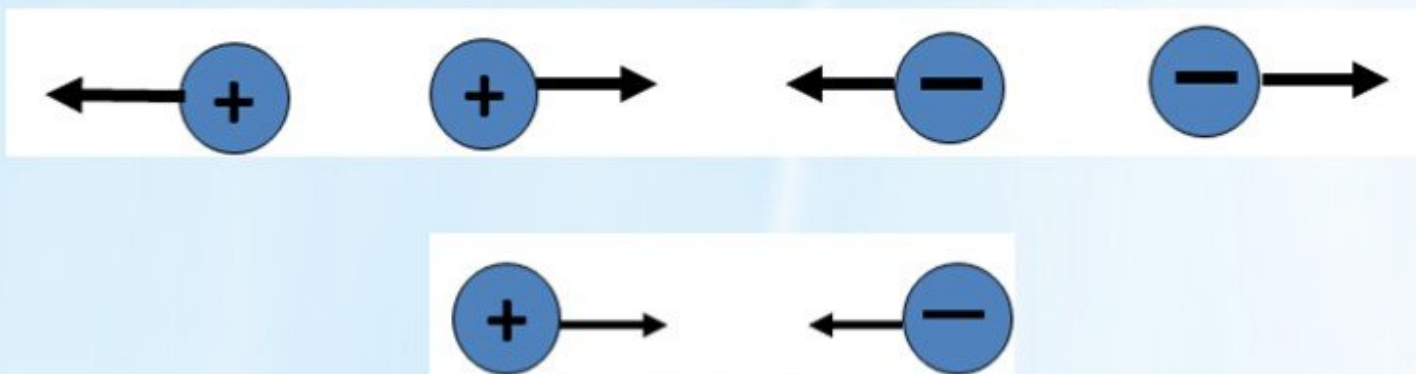


**ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЙ** заряд  
образуется на стекле,  
потертом о шелк



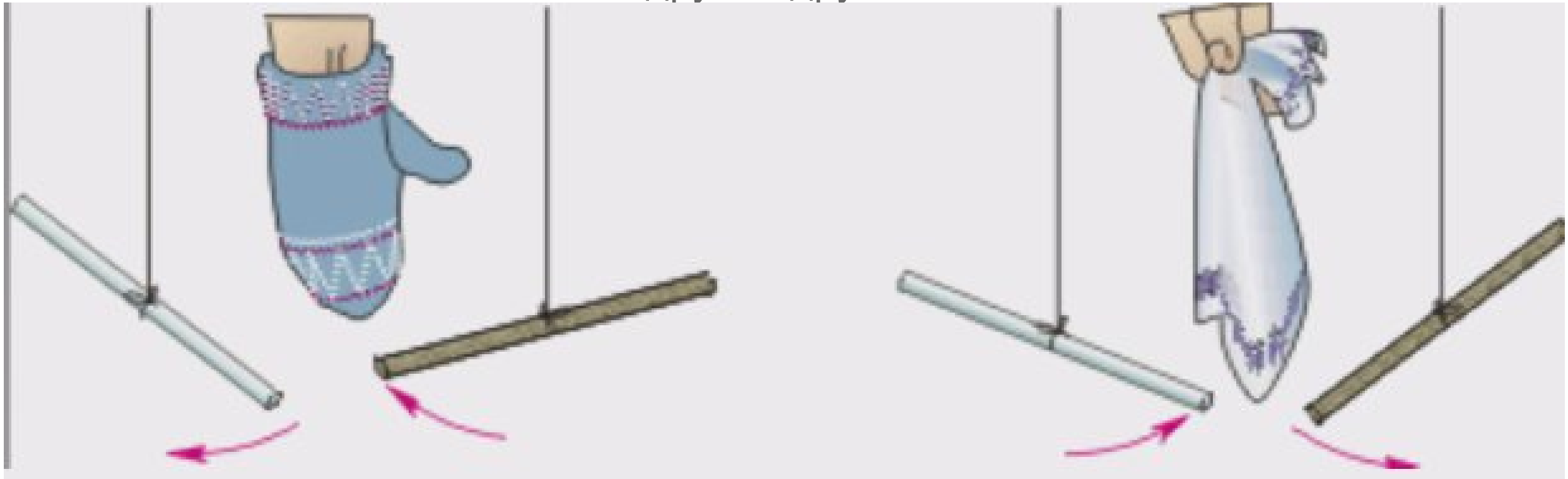
**ОТРИЦАТЕЛЬНЫЙ** заряд  
образуется на эбоните(янтаре),  
потертом о мех

### ДВА РОДА ЗАРЯДОВ

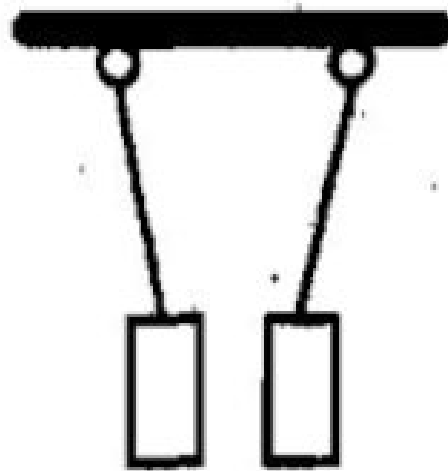


Если наэлектризовать эбонитовую палочку шерстяной варежкой, а шелковым платком стеклянную палочку, то подвесив палочки на нитях, можно увидеть, что:

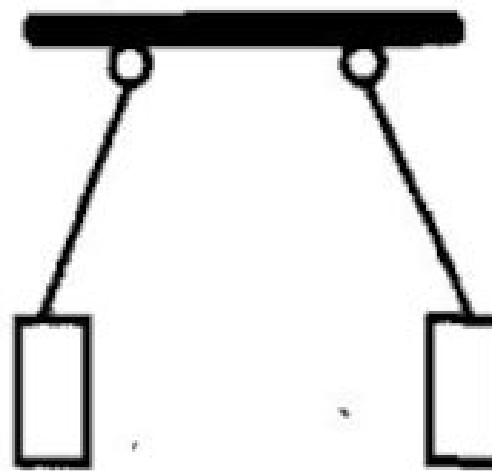
- эбонит и шерсть притягивают друг друга;
- стекло и шелк притягивают друг друга;
- стекло и шерсть отталкиваются друг от друга;
- эбонит и шелк отталкиваются друг от друга.



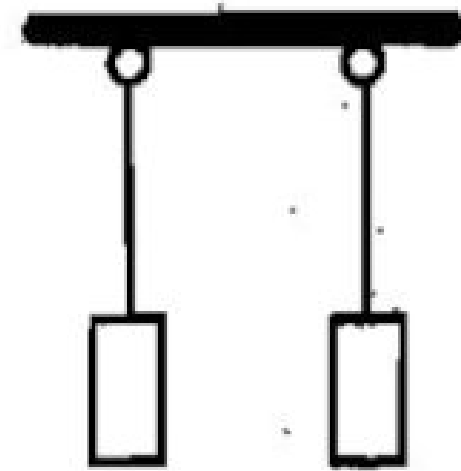
5. Какие бумажные цилиндрики, показанные на рисунке, не заряжены, а каким сообщены одноимённые заряды?



№ 1

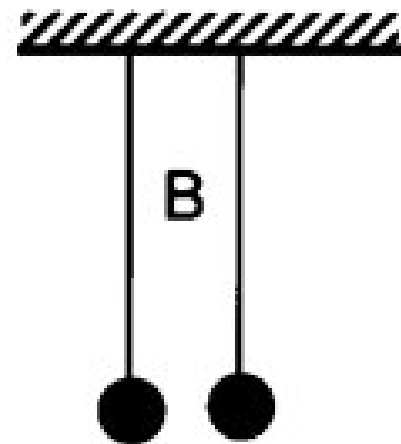
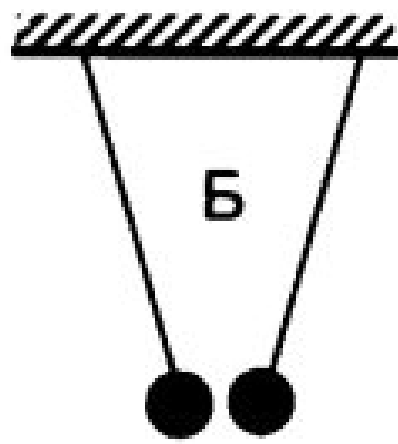
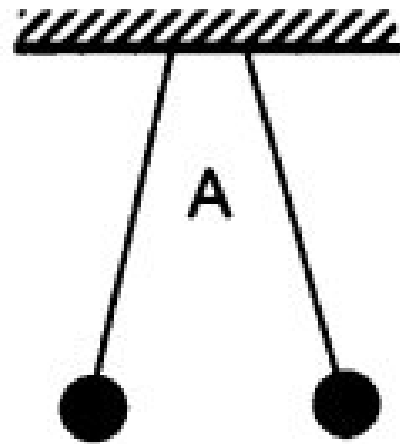


№ 2



№ 3

Два легких одинаковых шарика подвешены на шелковых нитях. Шарик зарядили одинаковыми одноименными зарядами. На каком рисунке изображены эти шарики?



# Виды электризации

- Электризация трением:

- а) участвуют два тела;

- б) оба заряжаются:

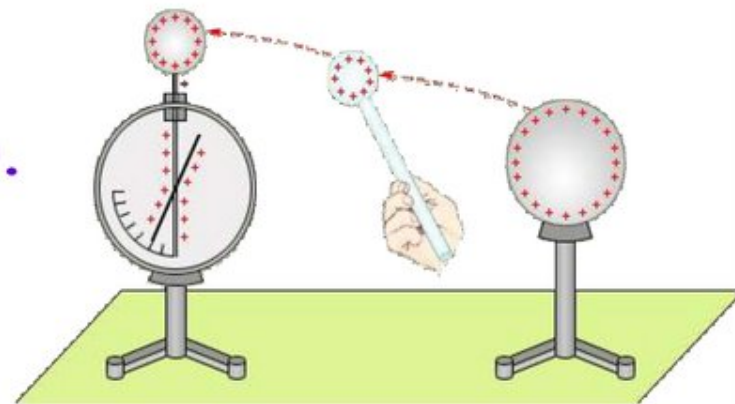
- одно – положительно, другое – отрицательно.

- в) заряды обоих тел одинаковы по величине.



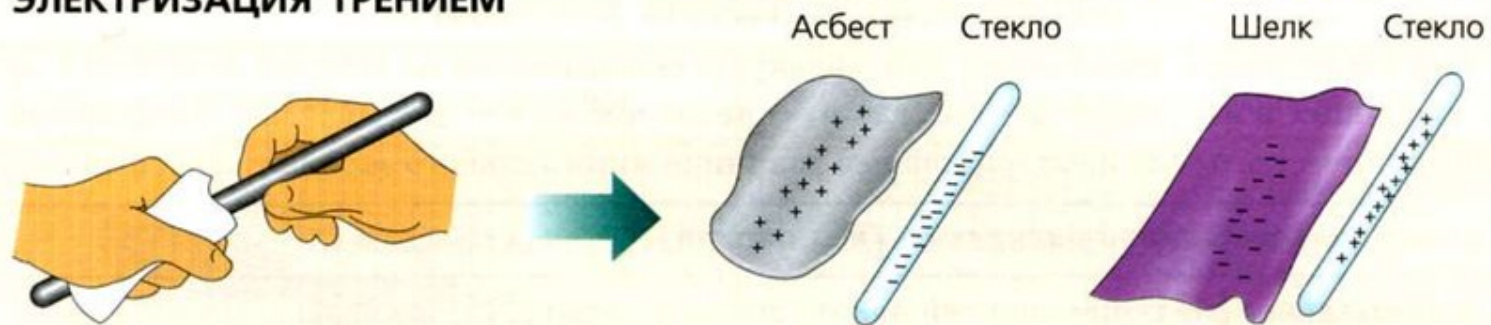
- Электризация соприкосновением с заряженным телом.

- Электризация через влияние (электростатическая индукция).

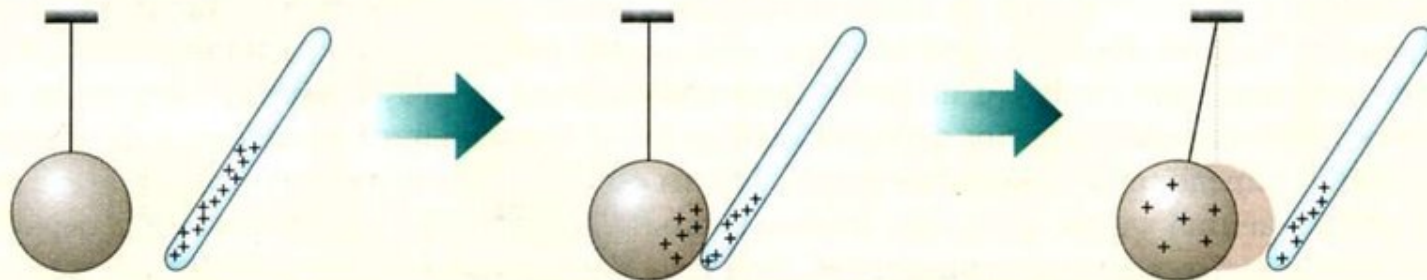




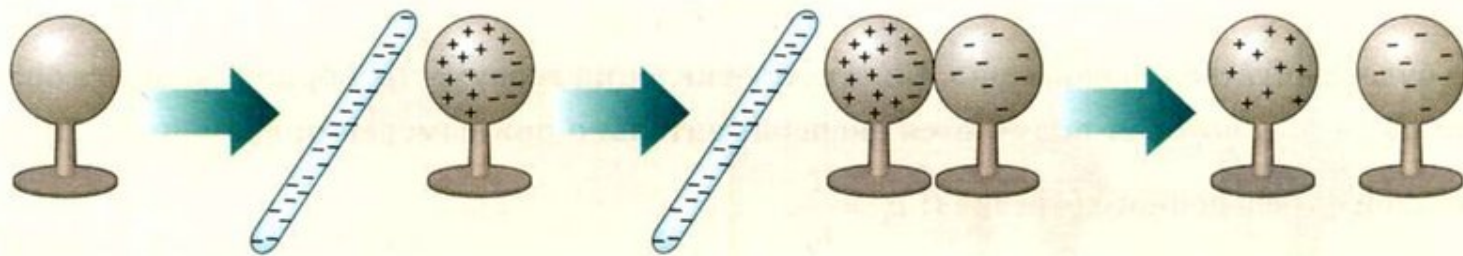
① ЭЛЕКТРИЗАЦИЯ ТРЕНИЕМ



② ЭЛЕКТРИЗАЦИЯ СОПРИКОСНОВЕНИЕМ



③ ЭЛЕКТРИЗАЦИЯ ВЛИЯНИЕМ



Попытки учёных ответить, как именно каждый из шаров узнаёт о существовании другого, привели к бурным спорам: одни придерживались концепции дальнего действия, другие были сторонниками теории ближнего действия.

- **Дальнее действие** — гипотеза, согласно которой действие передаётся мгновенно, независимо от расстояния между телами и наличия какой-либо среды между ними. Согласно этой гипотезе, два электрически заряженных тела воздействуют друг на друга без какого-либо посредника мгновенно. Эта точка зрения была особенно популярна после того, как Исаак Ньютон открыл закон всемирного тяготения.
- **Ближнее действие** — гипотеза, в рамках которой для взаимодействия тел на расстоянии необходим посредник или особая среда, передающая воздействие. Вокруг заряженных тел существует такая особая среда — электрическое поле.



# Победа теории близкодействия

Споры между сторонниками этих гипотез велись довольно долго, пока Майкл Фарадей и немного позже Джеймс Максвелл не склонили чашу весов в сторону представлений о близкодействии. Оказалось, что влияние частиц друг на друга передаётся не мгновенно, а с определённой скоростью, совпадающей со скоростью света  $300\,000\text{ км/с}$ . Согласно Фарадею, электрически заряженные частицы окружает электрическое поле — особый вид материи, который отличается от обычного вещества.



*Майкл Фарадей*



*James Clerk Maxwell*

*Джеймс Клерк  
Максвелл*

Электрическое поле, созданное неподвижными зарядами, называют **электростатическим**.