

# ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ



Электродинамика изучает  
электромагнитное взаимодействие  
заряженных частиц

Электростатика- раздел  
электродинамики, изучающий  
взаимодействие неподвижных  
электрических зарядов

# Виды взаимодействий

1. Гравитационное
2. Слабое
3. Электромагнитное
4. Сильное

# Сравнение гравитационного и электромагнитного взаимодействий

|                                       | Гравитационное | Электромагнитное |
|---------------------------------------|----------------|------------------|
| Значение для Вселенной                |                |                  |
| Тип взаимодействия                    |                |                  |
| Частицы участвующие во взаимодействии |                |                  |

# Сравнение гравитационного и электромагнитного взаимодействий

|                                       | Гравитационное                          | Электромагнитное              |
|---------------------------------------|---|-------------------------------|
| Значение для Вселенной                | Упорядоченное расположение небесных тел | Сохранение структуры вещества |
| Тип взаимодействия                    | Притяжение                              | Притяжение и отталкивание     |
| Частицы участвующие во взаимодействии | Все, имеющие массу                      | Заряженные                    |

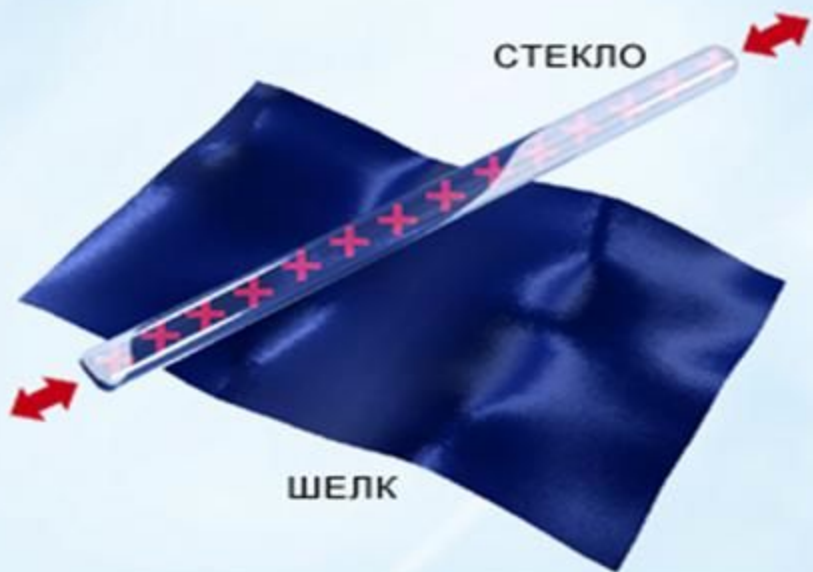
## БЛОК №1. Электрическое поле.

### План.

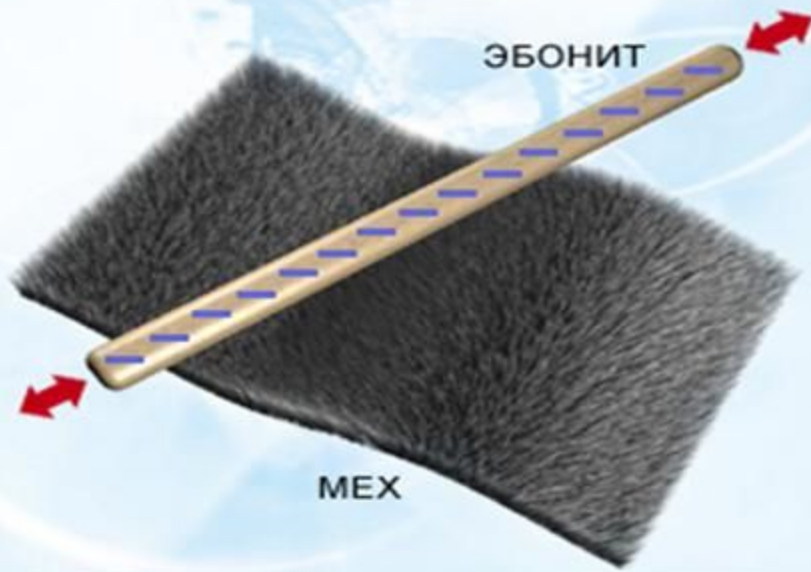
1. Электрический заряд.
2. Электризация тел.
3. Закон сохранения электрического заряда.
4. Закон Кулона.
5. Электрическое поле.
6. Силовые линии электрического поля.
7. Напряженность электрического поля.
8. Принцип суперпозиции электрических полей.

# 1. Электрический заряд:

- характеризует способность частиц к электромагнитному взаимодействию;
- Электрический заряд – физическая величина, определяющая силу электромагнитного взаимодействия



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



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

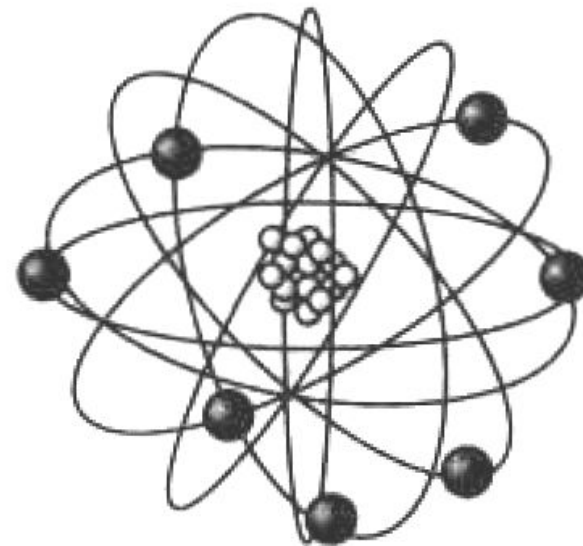
### ДВА РОДА ЗАРЯДОВ

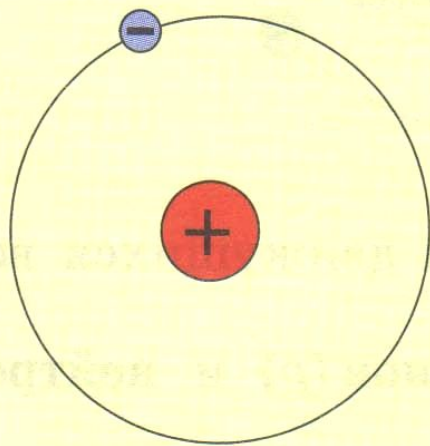




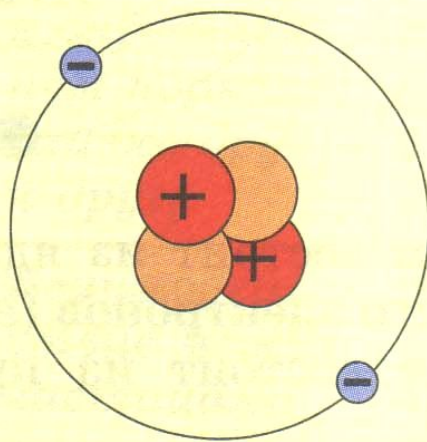
# Планетарная модель атома Э. Резерфорда

- атом состоит из ядра и электронов
- Ядро состоит из протонов (+) и нейтронов (нет заряда);
- Электроны (-) вращаются вокруг ядра;
- Количество протонов, нейтронов и электронов одинаково и равно порядковому номеру элемента в таблице Менделеева

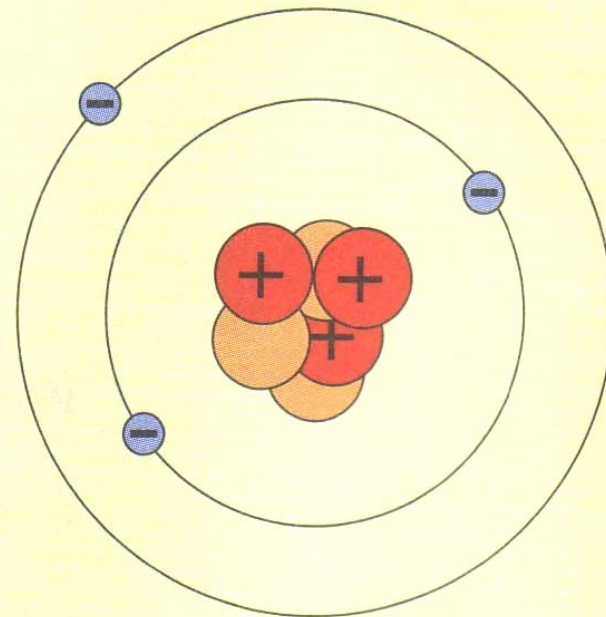




*Атом водорода*

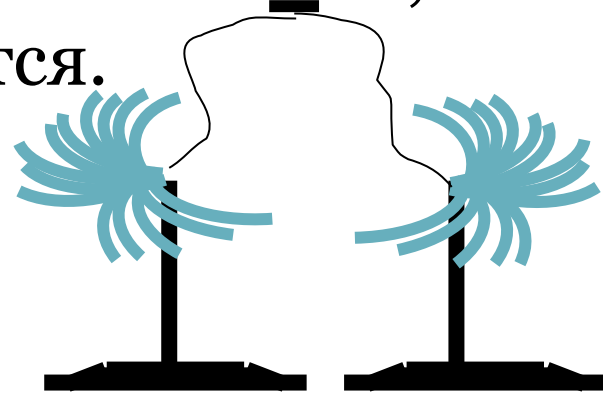
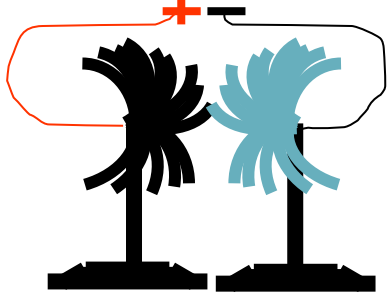


*Атом гелия*



*Атом лития*

- Разноимённые заряды притягиваются, одноимённые отталкиваются.



- Заряд можно обнаружить по действию на другое тело или с помощью приборов:

Пример: с помощью электроскопа и электрометра (обнаруживает и измеряет).



## Заряд и масса электрона

$$q_e = - 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$
$$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг.}$$

**Электрический заряд дискретен,**  
т.е заряд любого тела кратен заряду электрона

$$Q = N \cdot q_e$$

N- целое число.

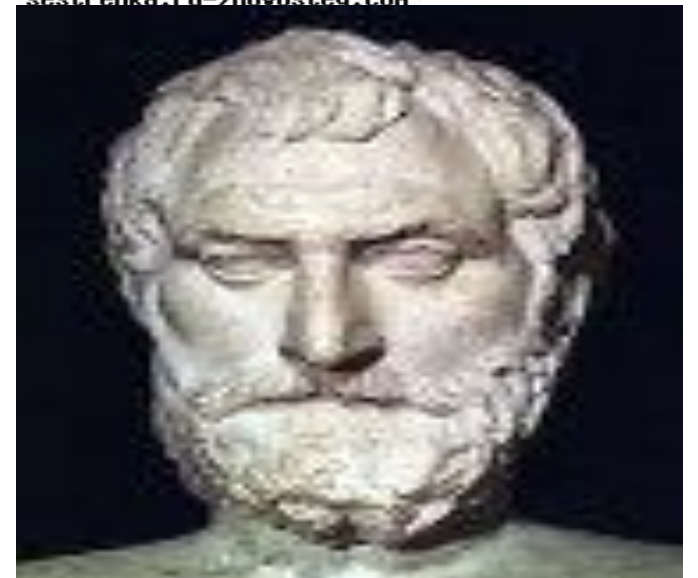
Дискретность электрического заряда была доказана  
опытами А.Ф.Иоффе и Р.Миллекена в 1909 году

## 2. Электризация

произошла от греческого «elektron», что в переводе означает янтарь - желтая смола. При натирании о мех, приобретал способность притягивать другие тела. В древней Греции явлением электризации занимался Ф. Милетский. Он и дал этому явлению название.



[sestrenka.ru](http://sestrenka.ru) → [novosteu.com](http://novosteu.com)



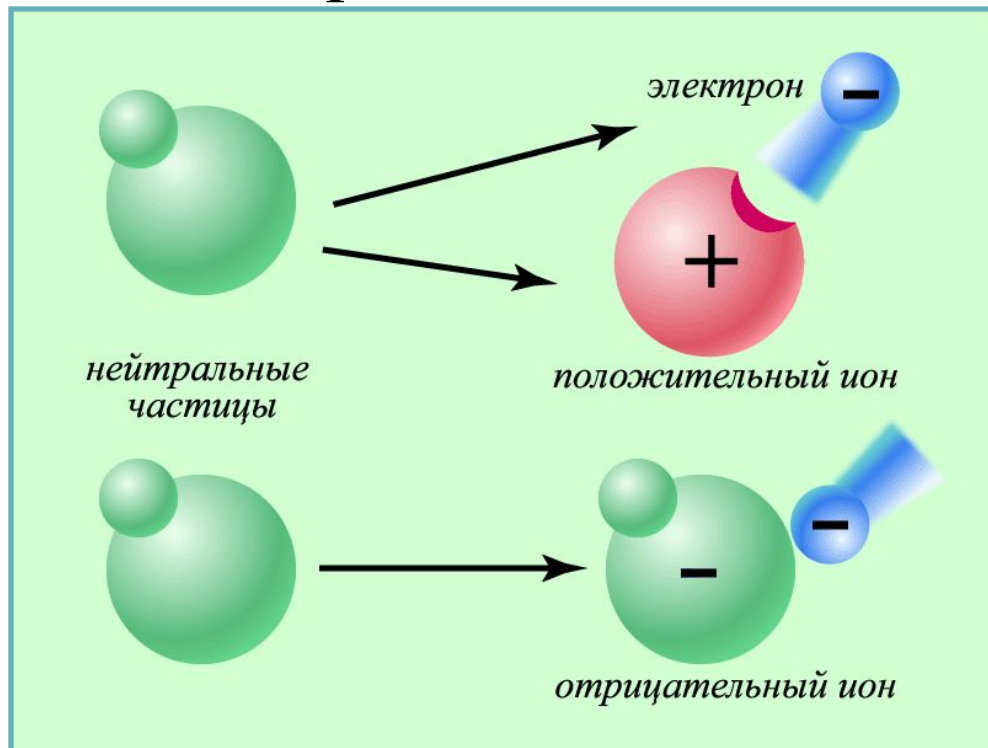
# Электризация

- явление приобретения телом электрического заряда.

## Способы электризации

- трением
- освещением
- соприкосновением
- ударом

Механизм электризации: атом электрически нейтрален (суммарные заряды протонов и электронов одинаковы), но его можно ионизировать.



Тела, состоящие из ионов, заряжены. Они притягиваются или отталкиваются в зависимости от знака заряда.

# Вредное действие электризации

- электризация одежды



- ВОЛОС



- бензина в бочках бензобаков







## Средства защиты:

- ✓ заземляющие устройства;
- ✓ нейтрализаторы;
- ✓ увлажняющие устройства;
- ✓ антиэлектростатические вещества;
- ✓ экранирующие устройства.



# Полезная электризация

- поглощение пыли электрофильтрами
- смешивание веществ
- покраска поверхностей
- электрокопчение продуктов
- действие лазерного принтера
- дактилоскопия
- в медицинских целях используют отрицательные ионы



## 3. Закон сохранения электрического заряда

Во всех явлениях электризации тел в замкнутой системе суммарный электрический заряд сохраняется.

Замкнутая или электрически изолированная система тел - это система тел, через границу которой не проникают заряды.

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

## 4. Закон Кулона - закон о силе взаимодействия двух заряженных тел

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



# *Крутильные весы*

*шкала для  
измерения расстояний  
между сферами*

*серебряная нить*

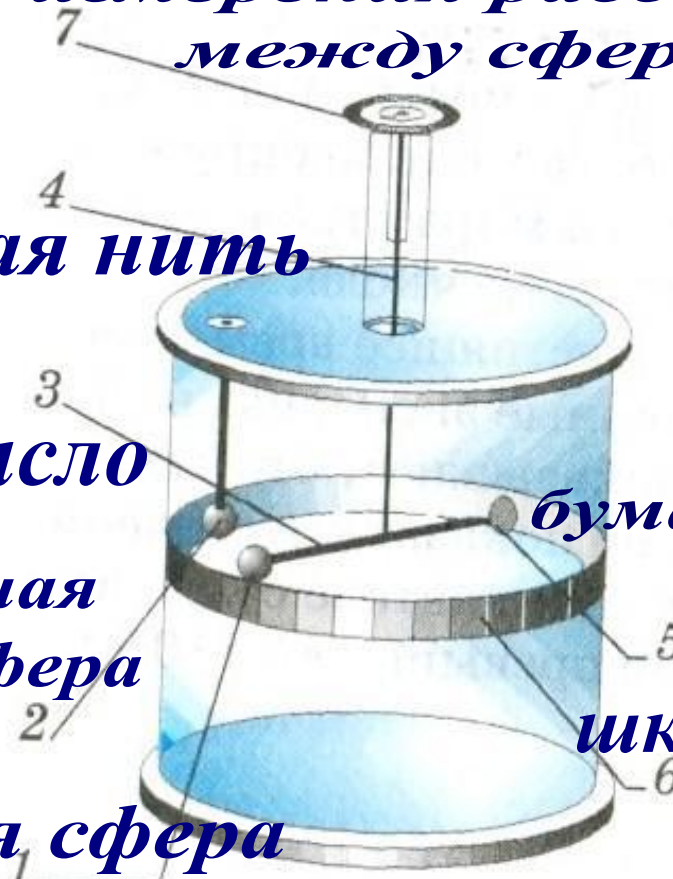
*коромысло*

*заряженная  
золотая сфера*

*золотая сфера*

*бумажный диск*

*шкала*



*Точечный заряд - это заряженное тело,  
размер которого много меньше расстояния его  
возможного действия на другие тела.*

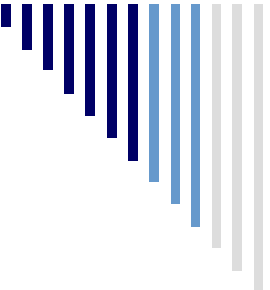


# *Сила Кулона*

*Сила взаимодействия двух точечных неподвижных заряженных тел в вакууме прямо пропорциональна произведению модулей заряда и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.*

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

---

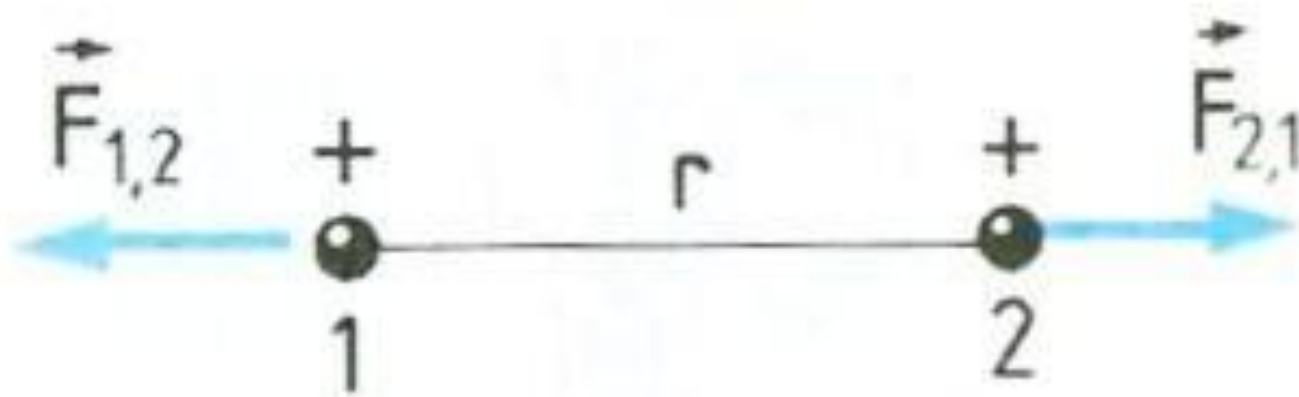


---

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

***к** - коэффициент пропорциональности  
численно равен силе взаимодействия  
единичных зарядов на расстоянии,  
равном единице длины.*

---



***Силы взаимодействия двух точечных заряженных тел направлены вдоль прямой, соединяющей эти тела***





*1 Кулон*

$$1\text{ Кл} = \frac{1\text{ А}}{1\text{ с}}$$

$$k = \frac{Fr^2}{|q_1| |q_2|}$$

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

---



---

*Взаимодействие зарядов в среде  
(кроме воздуха и вакуума)*

*диэлектрическая постоянная среды*

$$\varepsilon = \frac{F_v}{F_{cp}}, F = \frac{|q_1||q_2|}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon r^2}$$

---

# 5. Электрическое поле - вид материи,

который существует вокруг заряженных частиц



Близкодействие

Идея: М. Фарадей (англ.)

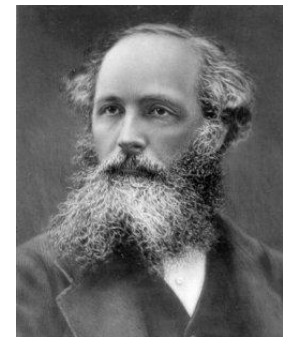
Теория: Дж. Максвелл (англ.)

$c$  – скорость распространения электромагнитных взаимодействий ( $300\,000\text{ км/с} = 3 \cdot 10^8\text{ м/с}$ )

Электрическое поле:

- **материально**: существует независимо от нас и наших знаний о нём (радиоволны)
- **создаётся зарядами**
- главное свойство: **действует на  $q$  с некоторой  $F$**

Электрическое поле неподвижных зарядов называют **электростатическим**.

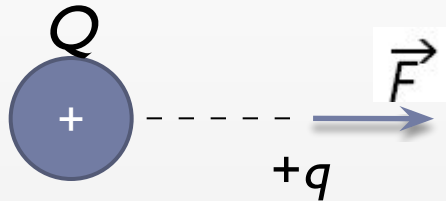


## 6. Силовые линии электрического поля - линии, изображающие эл. поле



# 7. Напряжённость электрического

## поля – силовая характеристика поля



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

$$\vec{E} \uparrow \uparrow \vec{F}_+$$

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

$$[E] = [1 \text{ Н/Кл}] = [1 \text{ В/м}]$$

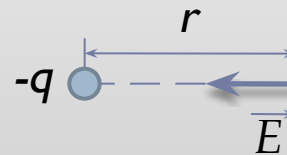
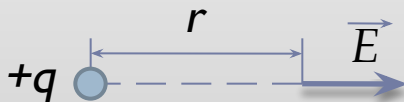
*Напряжённость поля равна отношению силы, с которой поле действует на точечный заряд, к модулю этого заряда.*

$$E_T = \frac{F}{|q|}$$

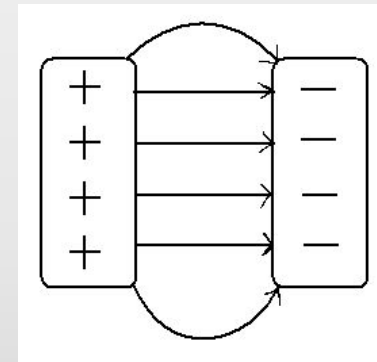
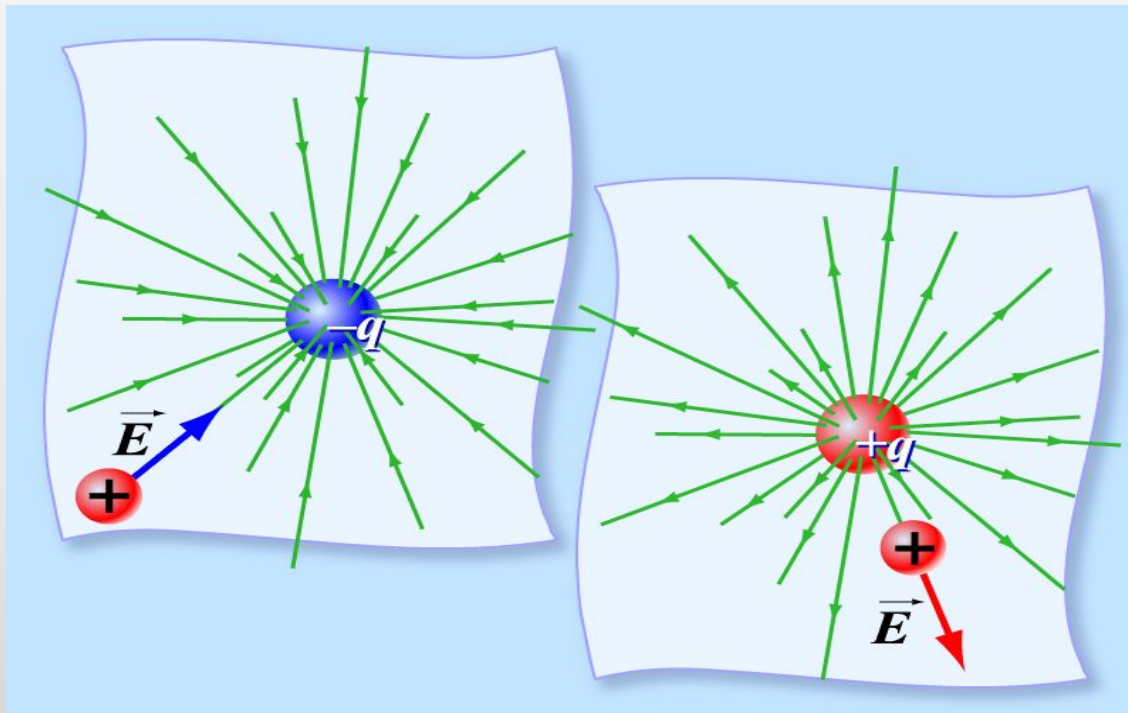
$$F = k \frac{|q_0||q|}{r^2}$$

$$E_T = k \frac{|q_0|}{r^2}$$

$E_T$  - напряжённость поля точечного  $q_0$



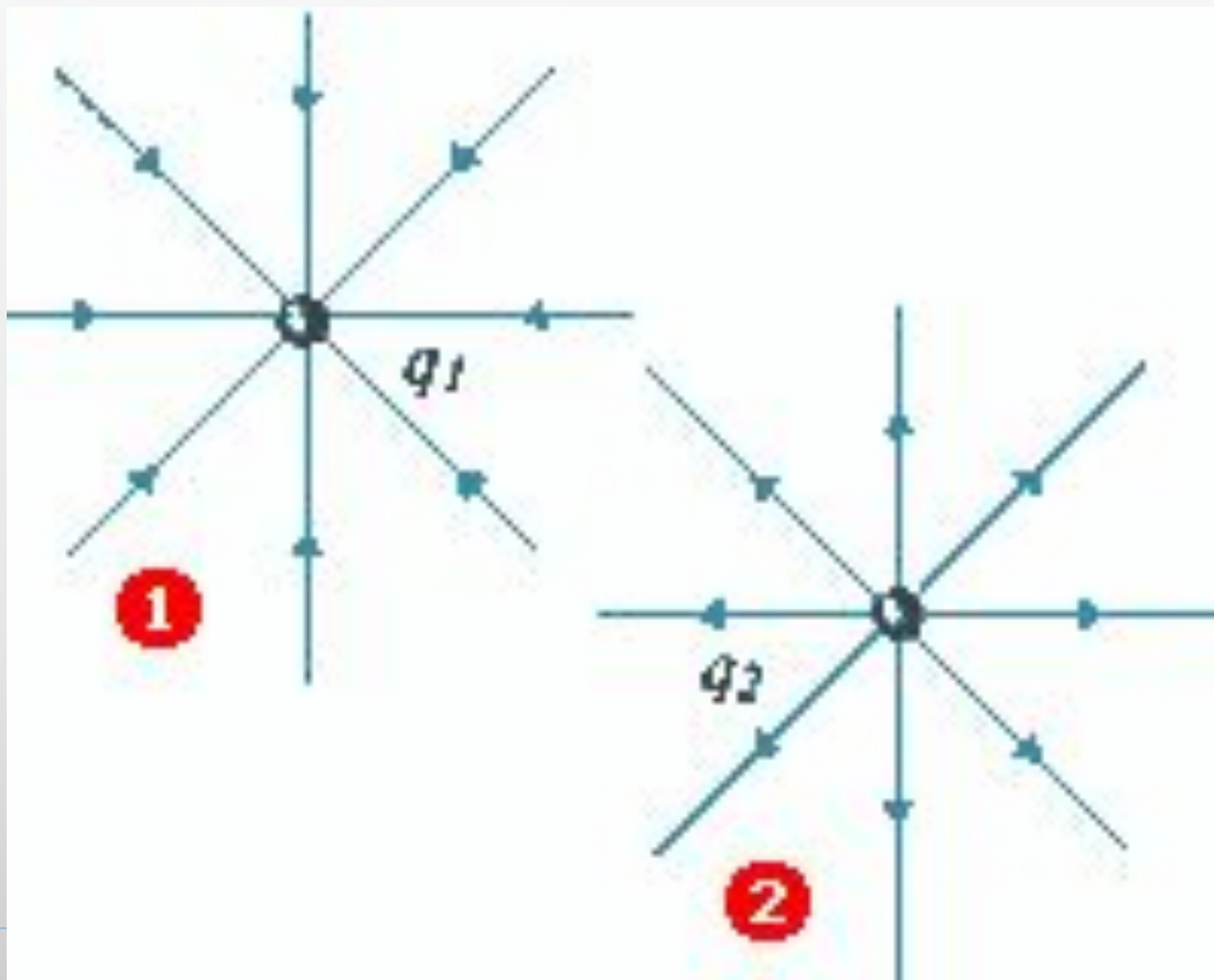
**СИЛОВЫЕ ЛИНИИ** – ЭТО ЛИНИИ, касательная к которым в любой точке **поля** совпадает с направлением вектора напряженности



$E = \text{const}$  однородн.  
эл. поле

? вопрос:

Какой из зарядов  
положительный?

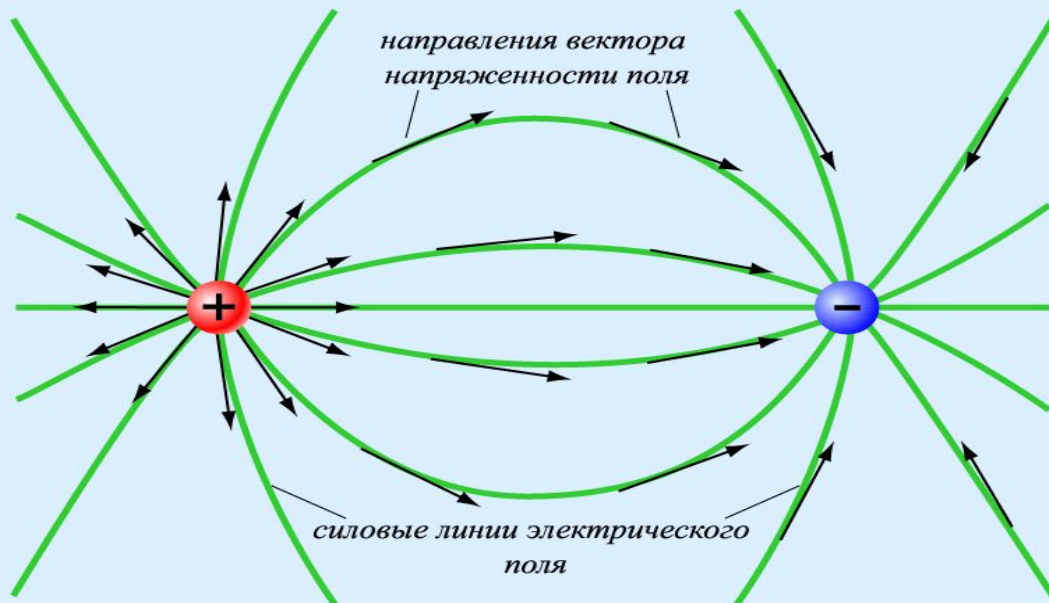
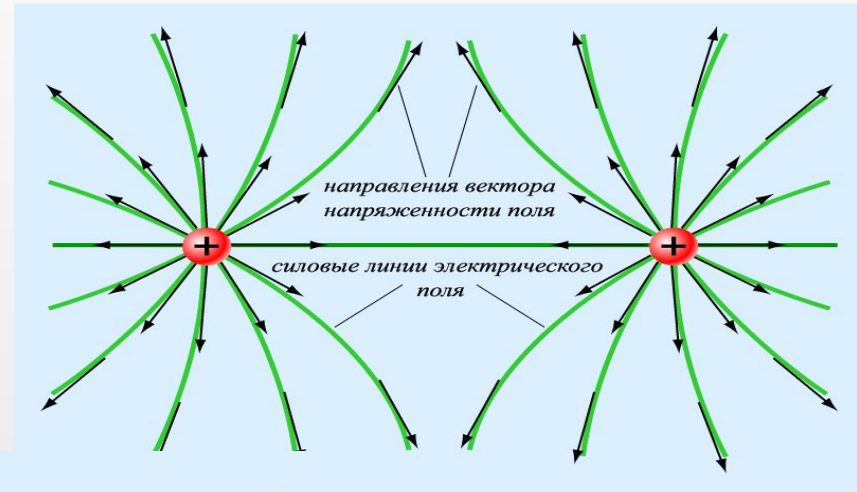


1

2

Линии электрического поля начинаются на положительных зарядах и уходят в бесконечность или входят в отрицательные заряды.

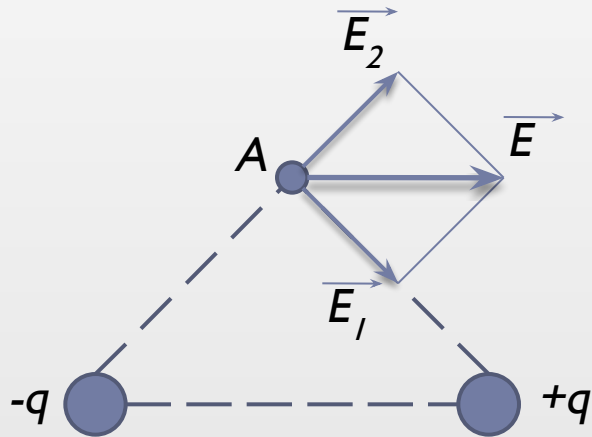
---





## 8. Принцип суперпозиции полей

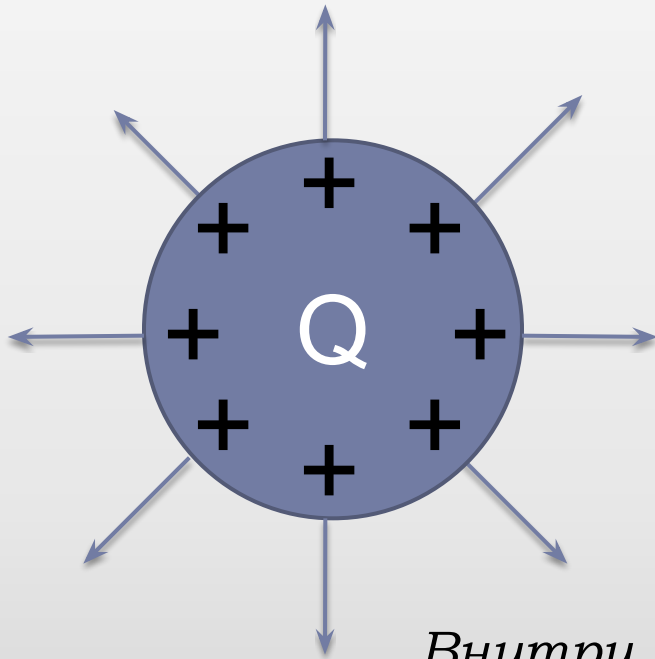
Применяется в случае наличия в данной точке пространства двух и более полей



$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \dots + \vec{E}_n$$

# Поле заряженного объемного тела.

---



$$E_{\text{Шара}} = k \frac{|Q|}{r^2}$$

$$r \geq R_{\text{ш}}$$

*Внутри шара, тела любой другой формы  
 $E=0$*

*Электростатическая защита*

---



# Завершение блока 1.

---

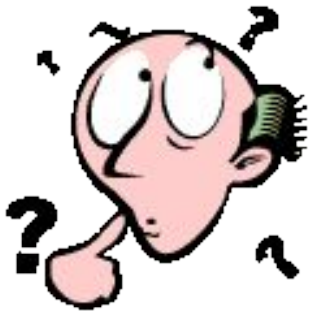


# Задача

Мастеру прядильного цеха Иванову Степану Ивановичу был объявлен выговор за то, что он не следил за влажностным режимом в цеху. По его вине, нити при электризации друг о друга и о детали станка, путались и рвались. Степан Иванович с выговором был не согласен. Он считал, что в разрыве нитей виноваты работницы, которые плохо следили за работой станка.

# Вопросы:

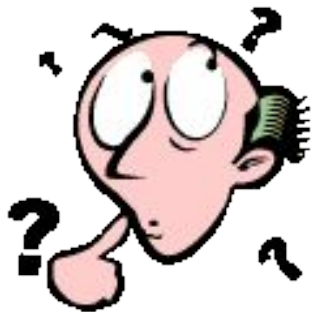
1. Почему так важен влажностный режим в цехах текстильной промышленности?
2. Справедливо ли был наказан мастер Степан Иванович?
3. Могли ли быть последствия при трении нитей и не соблюдении влажностного режима более серьёзными?



## Задача

Комиссия, проверяющая работу в типографии была возмущена тем, что несколько раз в день печатные (ротационные) машины отключались, для проведения в цеху влажной уборки. Это, по их мнению, снижало производительность труда, повышало себестоимость печатной продукции. Мастер цеха Петров Иван Иванович объяснил, что это необходимо делать для того, чтобы снять статическое электричество с бумаги и машины, для предотвращения заминания и порыва бумаги и возможности пожара.

- # Вопросы:
1. Кто прав? Иван Иванович или комиссия?
  2. Как повысить производительность труда и понизить себестоимость печатной продукции?



## **Закрепление**

- **1. Определите силу взаимодействия двух одинаковых точечных зарядов по  $1\text{мкКл}$ , находящихся на расстоянии  $30\text{см}$  друг от друга.**
- **2. Сила взаимодействия двух одинаковых точечных зарядов, находящихся на расстоянии  $0,5\text{м}$ , равна  $3,6\text{Н}$ . Найдите величины этих зарядов.**



***Домашнее задание:***

- 1. Понравился ли тебе урок?
- 2. Что совсем не понравилось?
- 3. Что очень понравилось?
- 4. Какую оценку ты бы поставил себе за работу на уроке?