

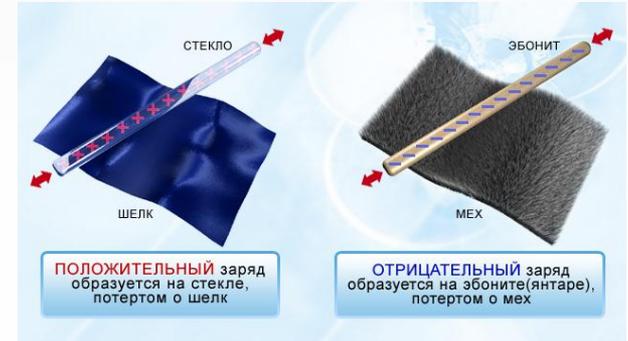
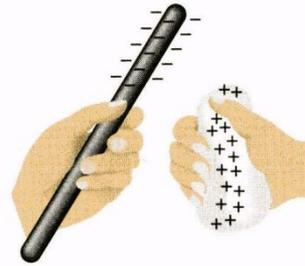
Электростатика

Способы

Электростатика

трени

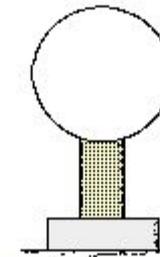
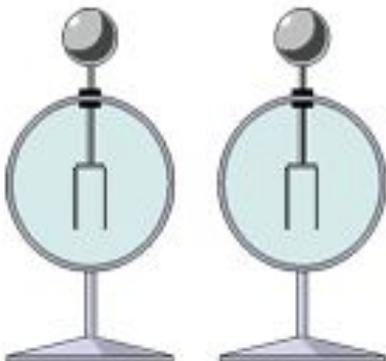
е



соприкосновение

электростатическая

ИНДУКЦИЯ



A negatively charged object is brought near to a neutral, conducting sphere. Electrons in the sphere are forced from the left side of the sphere to the right side.

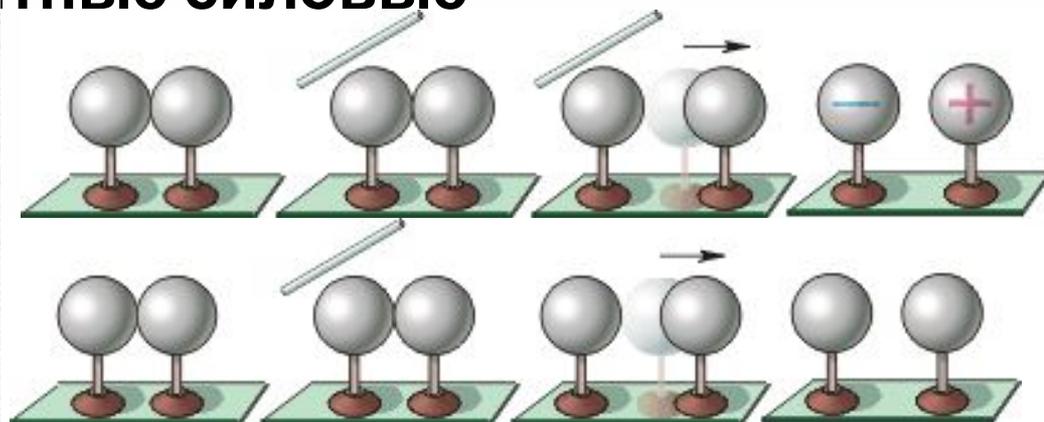
Способы электризации тел

Трением	Тела приобретают противоположные по знаку заряды
Соприкосновение	Тела приобретают одинаковые по знаку заряды
Электростатическая индукция	Тела приобретают противоположные по знаку заряды

Электризация тел

- **Электрический заряд** (q или Q) – это физическая величина, характеризующая способность частиц или тел создавать электрическое поле и взаимодействовать с заряженными телами.

Трибоэлектрические материалы



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.

(+)

Силикон

Стекло

Плексиглас

Нейлон

Шерсть

Шерсть кошки

Шелк

Целлюлоза

Хлопок

Янтарь

Полиуретан

Полистирол

Поливинил

Тефлон

Эпоксидная смола

Натуральный каучук

Полиэтилен

(-)

Заряд тела

Тела приобретают заряды в результате перераспределения электронов между телами.

$$q = N e$$

N – число избыточных или недостаточных электронов

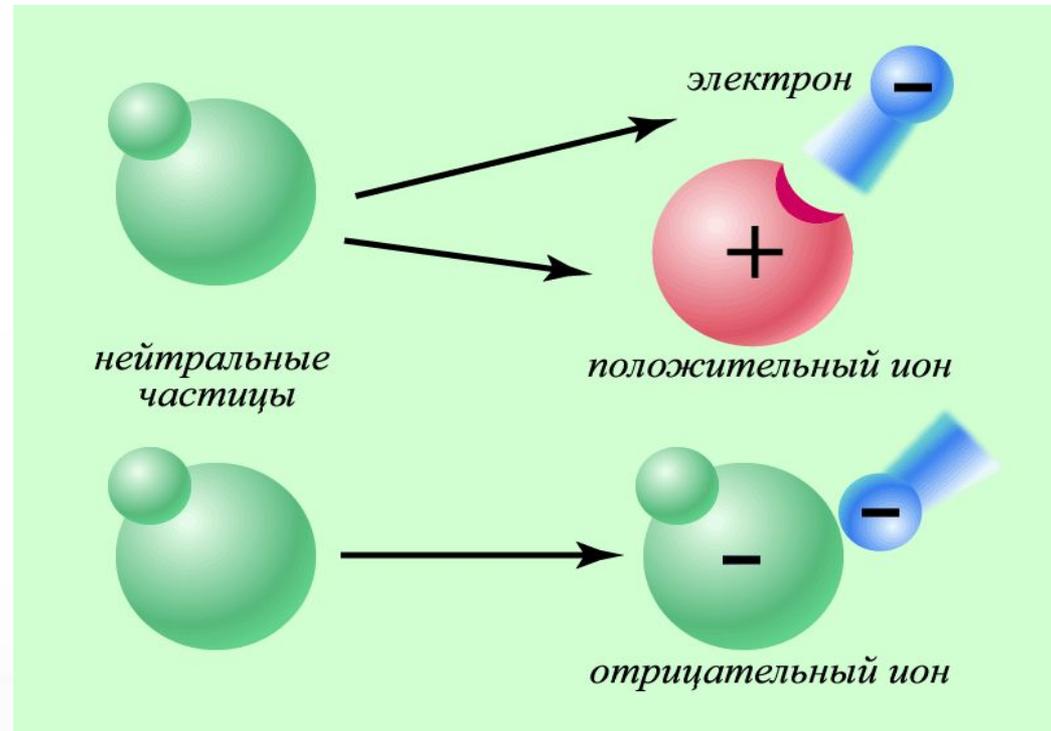
e – элементарный заряд

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

Электризация тел

- Носителями зарядов являются элементарные частицы
- Электрические заряды **протона** и **электрона** по модулю в точности **одинаковы** и равны элементарному заряду e .
 $e = 1,602177 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \approx 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$

- В нейтральном атоме число **протонов** в ядре **равно** числу **электронов** в оболочке (**атомным номер**).



дискретная величина:
 $q = \pm ne$ ($n = 0, 1, 2, \dots$).

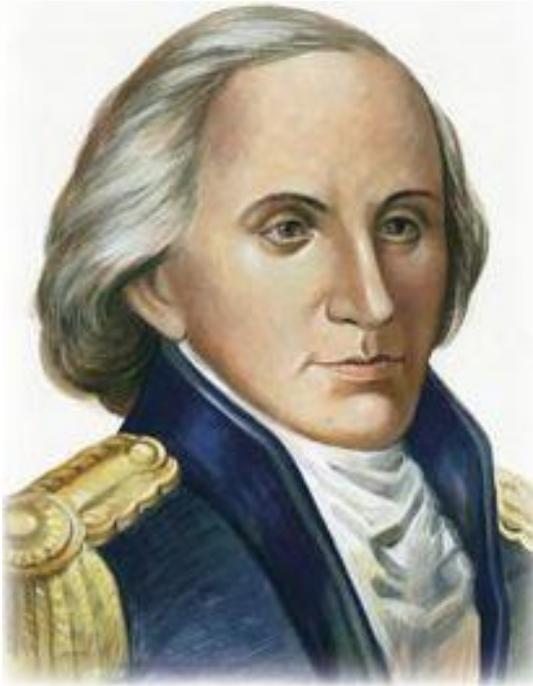
Закон сохранения заряда

$$q_1 + q_2 = q'_1 + q'_2$$

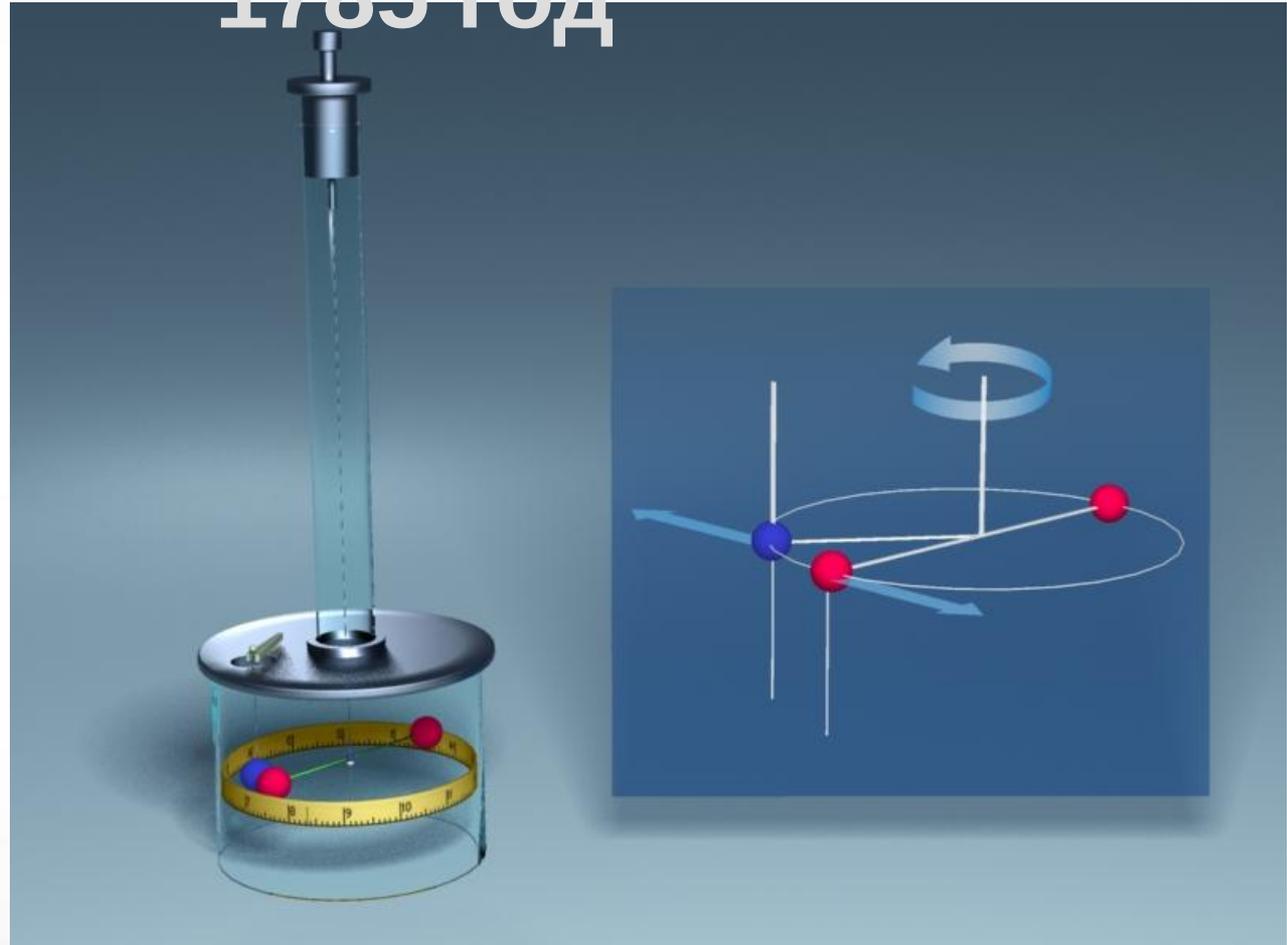
q_1, q_2 – заряды тел до соприкосновения

q'_1, q'_2 – заряды тел после
соприкосновения

Опыт Кулона 1785 год



Кулон
Шарль Огюстен



Закон Кулона

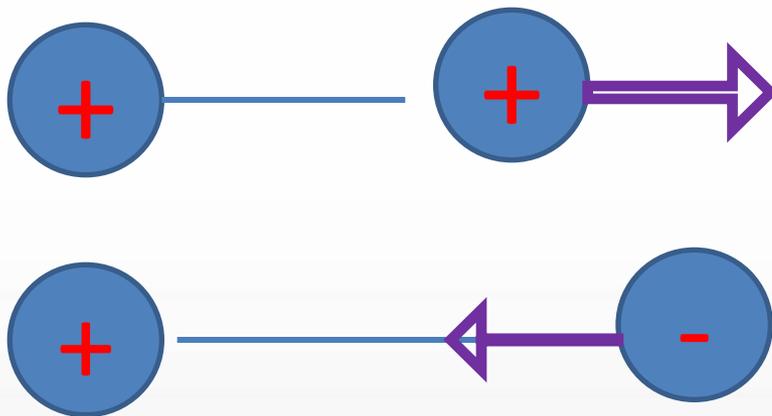
Неподвижные заряженные тела взаимодействуют с силой, прямо пропорциональной модулям зарядов тел и обратно пропорциональной квадрату расстояния между телами.

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

Направление кулоновской силы

Сила взаимодействия неподвижных зарядов направлена вдоль прямой, соединяющей точечные заряды.

Одноименные заряды отталкиваются, разноименные притягиваются



Электрическая постоянная

k - величина, равная силе взаимодействия двух точечных зарядов в 1 Кл, находящихся в вакууме на расстоянии 1 м.

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

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

ϵ_0 – электрическая постоянная

Условие применимости формулы

- **Для точечных неподвижных заряженных тел в вакууме;**
- **для шаров, радиусы которых соизмеримы с расстояниями между их центрами (заряды распределены равномерно)**

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

Закон Кулона

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

- **Точечным зарядом** называют заряженное тело, размерами которого в условиях данной задачи можно пренебречь.
- **Закон Кулона**: Силы взаимодействия неподвижных зарядов прямо пропорциональны **произведению модулей зарядов** и обратно пропорциональны **квадрату расстояния** между ними:
- Силы взаимодействия подчиняются **третьему закону Ньютона**:
- Закон Кулона хорошо выполняется для **точечных зарядов**
- В Международной системе СИ за **единицу заряда** принят **кулон (Кл)**.
- Коэффициент k в системе СИ обычно записывают в виде: $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$, где ϵ_0 – электрическая постоянная

- 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 ?

Когда электризация тел полезна

Маляр без
Корпус автомобиля
заряжают кисточки
положительно, а частицам
краски придают
отрицательный
заряд. Слой краски
получается

тонкий, равномерный.

Электрические
копчености

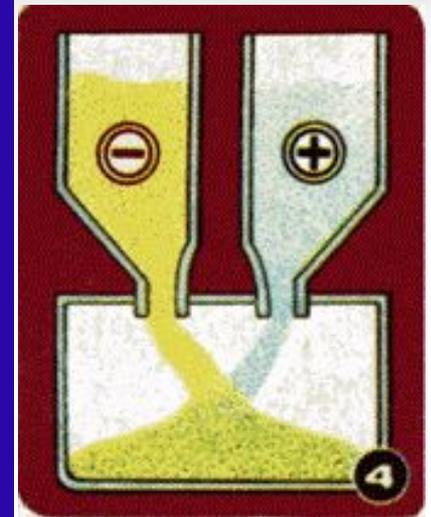
При электрокопчении частицы
копильного дыма заряжают
положительно, а отрицательным
электродом служит тушка рыбы.
Заряженные частички дыма
оседают на поверхности тушки и
частично поглощаются ею.



Смешивание Заряженные положительно крупинки муки веществ

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.
Электризация



в лечебных целях – электростатический душ, положительно воздействующий на весь организм, электроаэрозоли для лечения органов дыхания;

для очистки воздуха от пыли, сажи, кислотных и щелочных паров – электростатический фильтр;

для размножения чертежей, графиков, текстов – ксерокс.

Когда электризация тел

вредна

При трении о воздух самолёт электризуется, поэтому после посадки к нему нельзя сразу же приставлять металлический трап: может возникнуть разряд, который вызовет пожар. Сначала самолёт разряжают, для чего опускают на землю металлический трос, соединённый с обшивкой самолёта, и заряд уходит в землю.

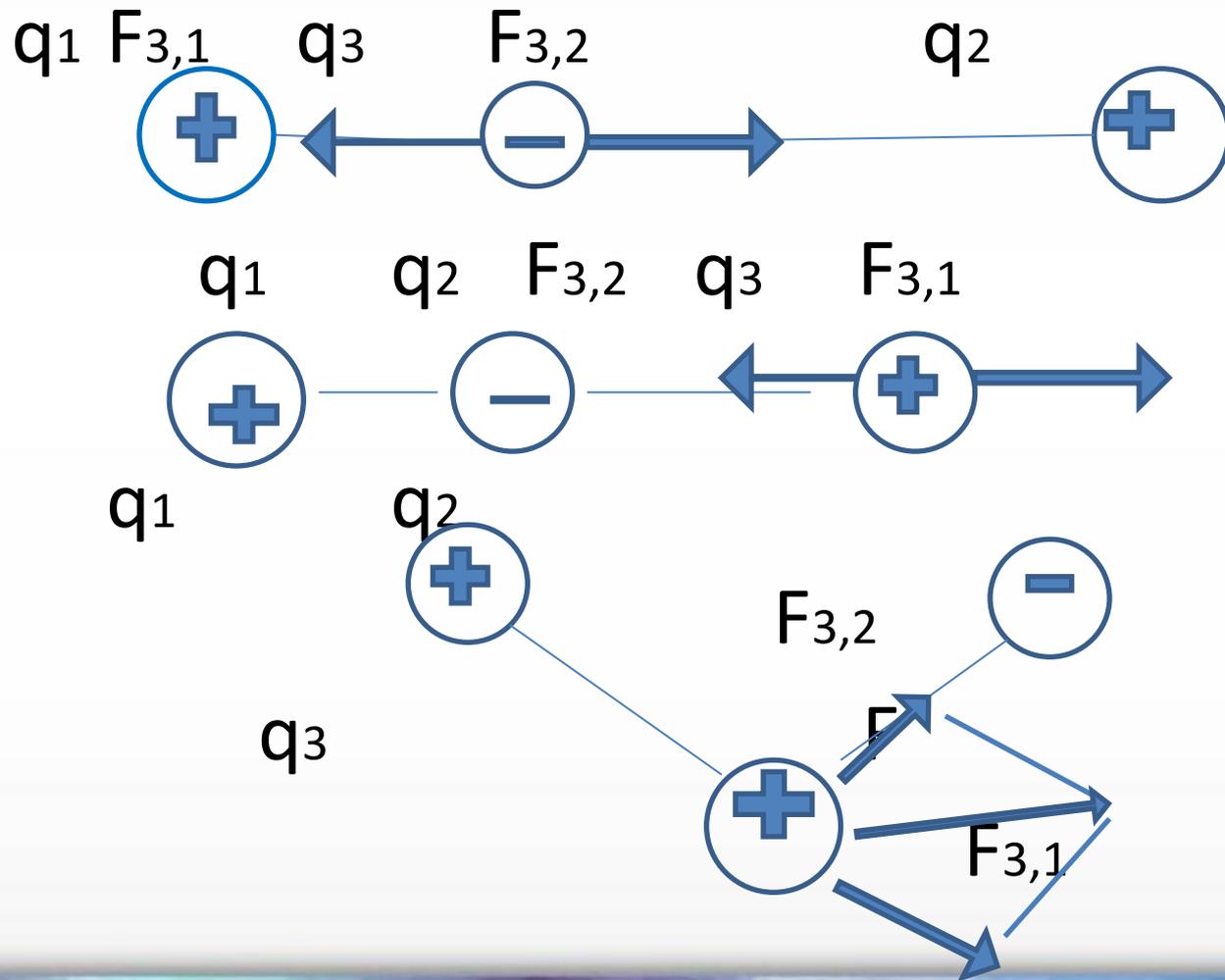
шкивах, могут стать источником искрового разряда. Проскочившая от наэлектризованного тела искра может вызвать взрыв и пожар. Вредное действие статического электричества, на производстве заземляют станки и машины, увлажняют воздух.



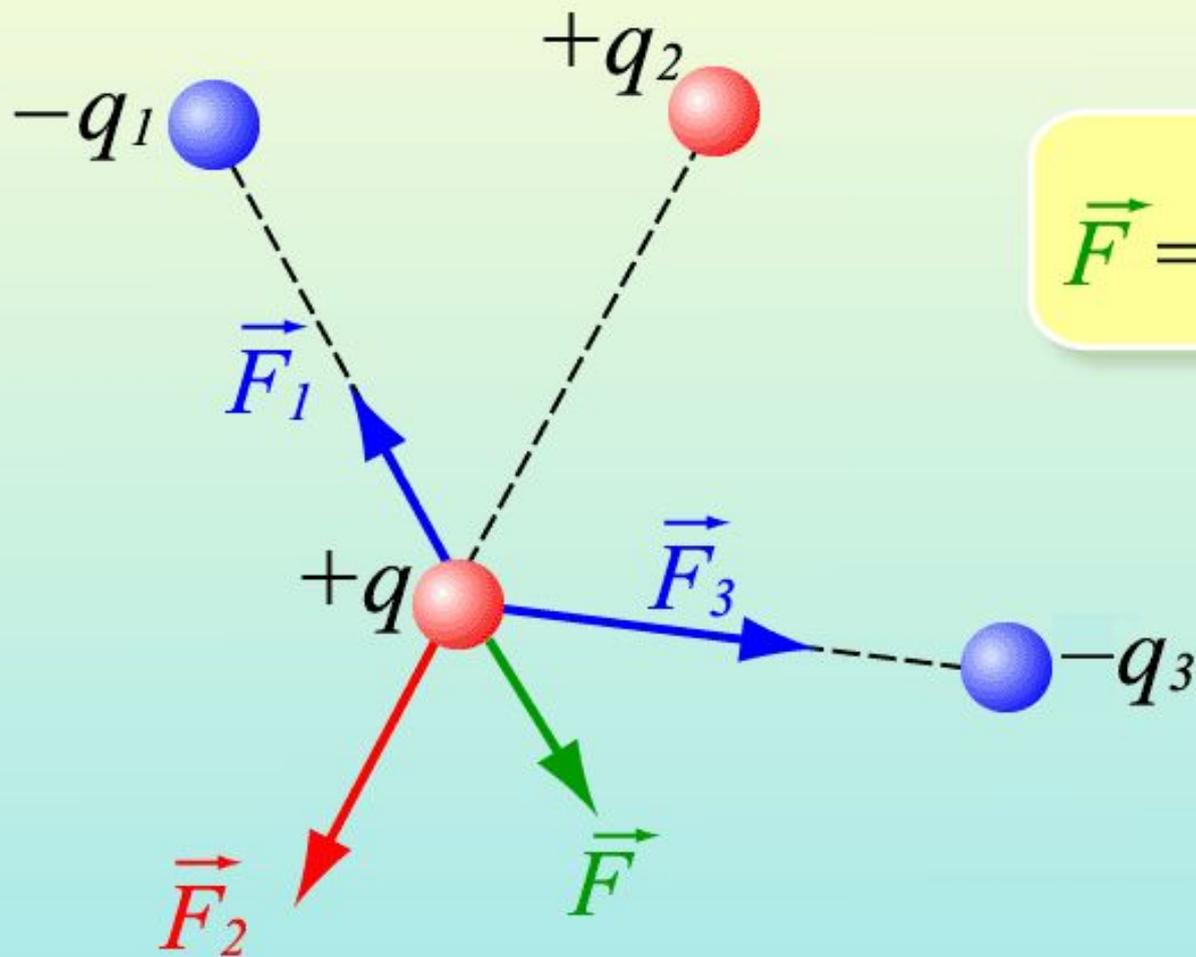
Принцип суперпозиции

Если поле создано несколькими зарядами, то сила действия на пробный заряд равна геометрической сумме сил, действующих со стороны каждого заряда

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots$$



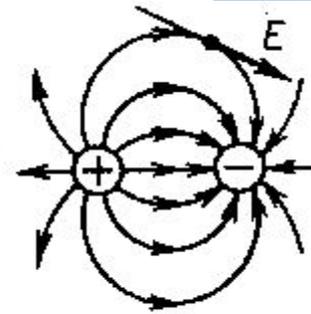
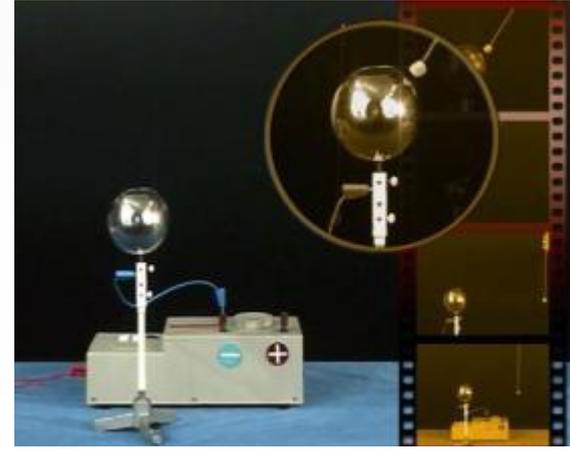
Принцип суперпозиции кулоновских сил



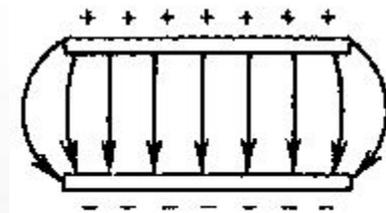
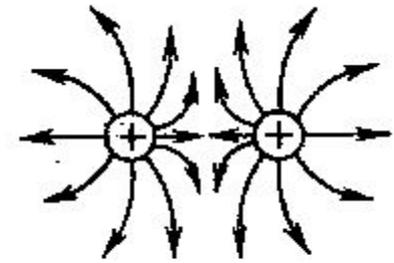
$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$$

Действие электрического поля на электрические заряды

- **Электрическое поле** — особая форма поля, существующая вокруг *тел или частиц*, обладающих *электрическим зарядом*, а также в свободном виде в электромагнитных волнах.
- Электрическое поле непосредственно *невидимо*, но может наблюдаться по его действию и с помощью приборов.
- Основным действием электрического поля является **ускорение тел или частиц, обладающих электрическим зарядом**.
- Электрическое поле можно рассматривать как **математическую модель**, описывающую значение величины **напряженности** электрического поля в данной точке пространства.
- Электрическое поле является **одной из составляющих** единого **электромагнитного поля** и



Неоднородное поле



Однородное поле

Напряженность электрического поля

Напряженность – векторная величина, характеризующая электрическое поле в данной точке и равная отношению силы, действующей на пробный заряд, к величине этого заряда.

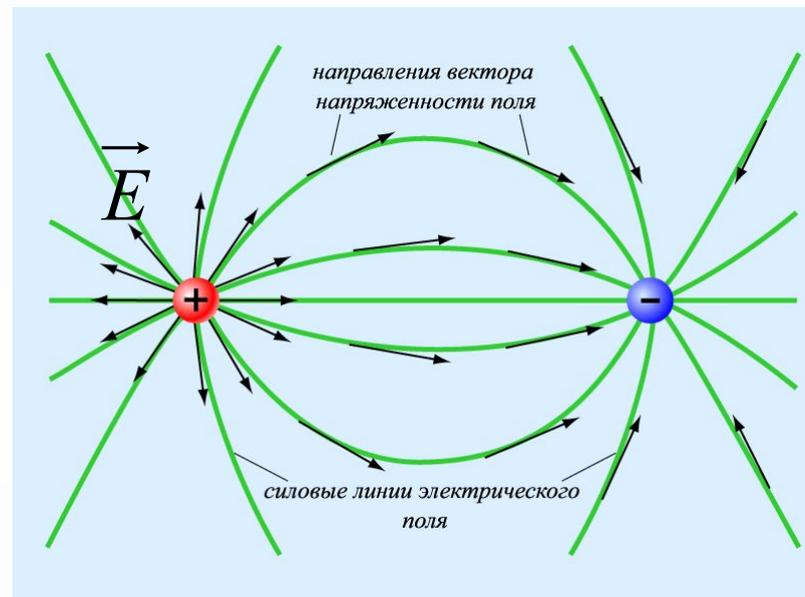
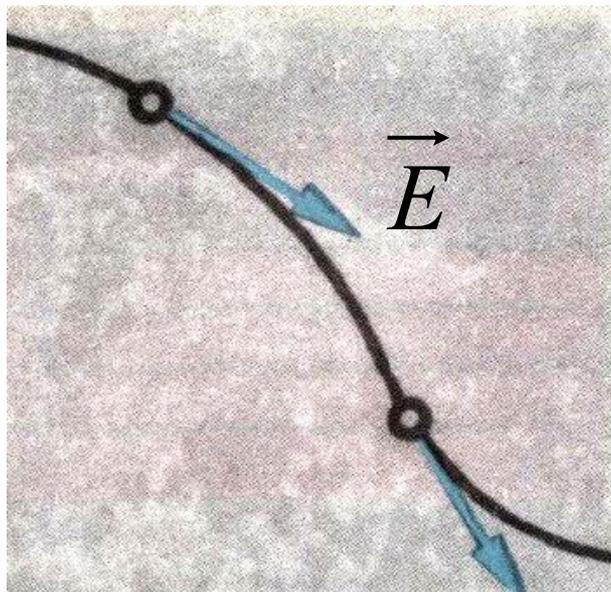
$$[E] = 1 \text{ Н/Кл} = 1 \text{ В/м}$$

Пробный заряд $q > 0 \rightarrow$

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

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

Силловые линии электрического поля – это линии, касательные к которым в каждой точке совпадают с вектором напряженности.



Свойства силовых линий:

1. Начинаются на положительных зарядах, заканчиваются на отрицательных;
2. Чем гуще расположены силовые линии, тем больше напряженность.

Силовые линии электрического поля

Библиотека наглядных пособий «Демонстрация силовых линий электрического поля»

Силовая линия – линия, касательная к которой в каждой точке направлена вдоль вектора напряженности

Направление силовых линий:

начинаются на положительном заряде и заканчиваются либо на отрицательном заряде или в бесконечности

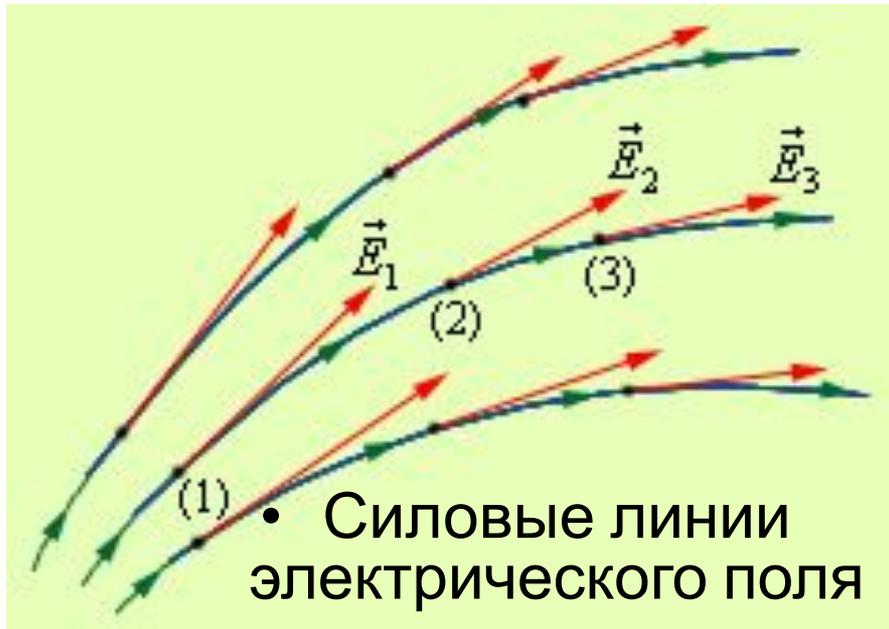
Библиотека наглядных пособий «Интерактивная модель поля точечных зарядов»

Принцип суперпозиции электрических полей

$$\vec{E} = \frac{\vec{E}_1}{\epsilon}$$

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

- **Принцип суперпозиции:** напряженность электрического поля, создаваемого системой зарядов в данной точке пространства, **равна векторной сумме напряженностей** электрических полей, создаваемых в той же точке **зарядами в отдельности:**
- Для **наглядного** представления электрического поля используют **силовые линии**



Напряженность поля, созданного точечными зарядами

Q – заряд, создающий поле, q – пробный заряд

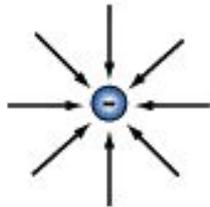
1) Поле создано



отрицательным зарядом

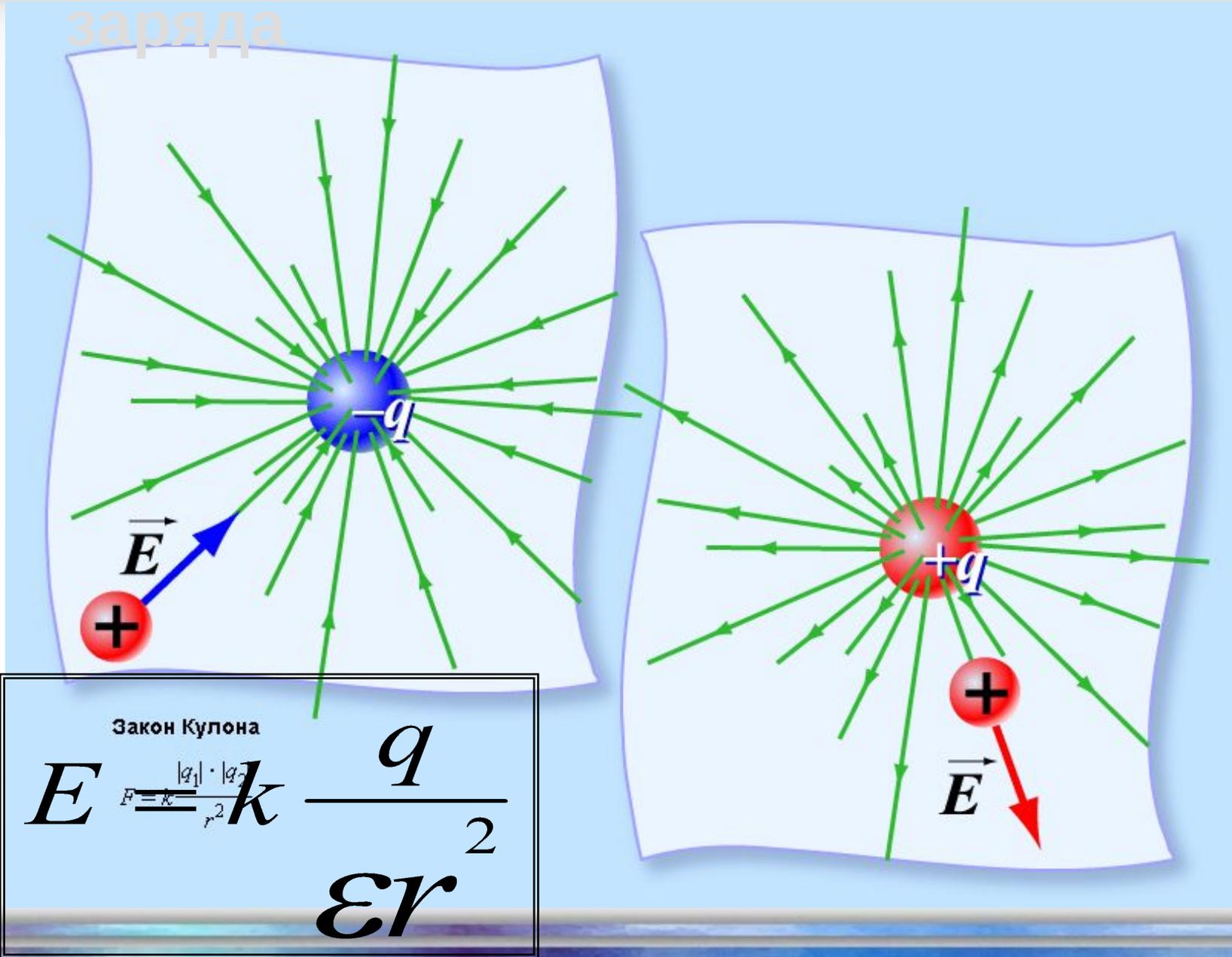
$$E = \frac{kQ}{r^2}$$

2) Поле создано отрицательным зарядом

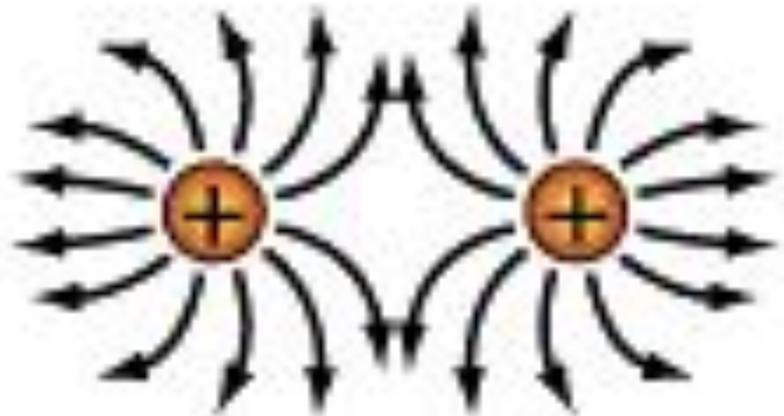
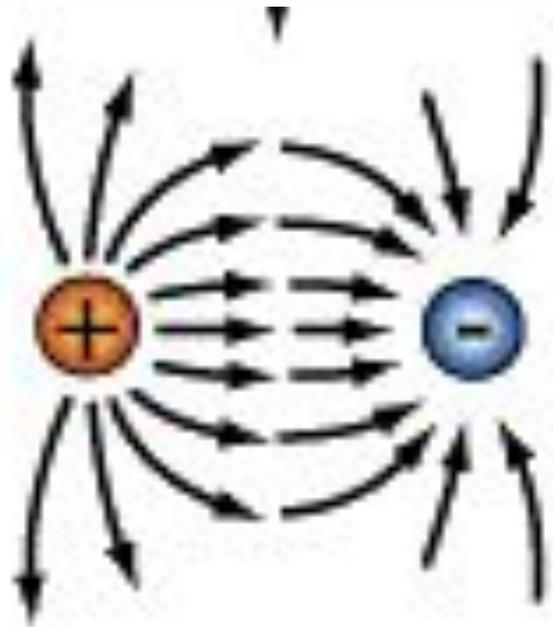


$$E = \frac{k|Q|}{r^2}$$

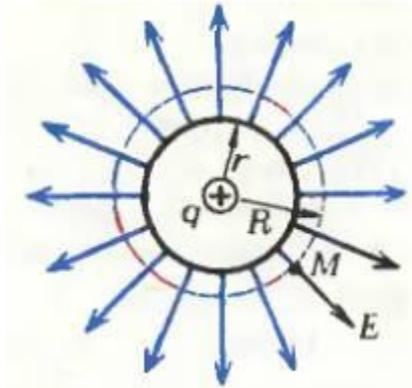
Электрическое поле точечного заряда



Напряженность поля, созданного двумя точечными зарядами



Напряженность поля, созданного заряженным шаром



$$E = \begin{cases} \frac{k|Q|}{r^2} = \frac{|Q|}{4\pi\epsilon_0 r^2}, & \text{если } r \geq R_{\text{шара}} \\ 0, & \text{если } r < R_{\text{шара}} \end{cases}$$

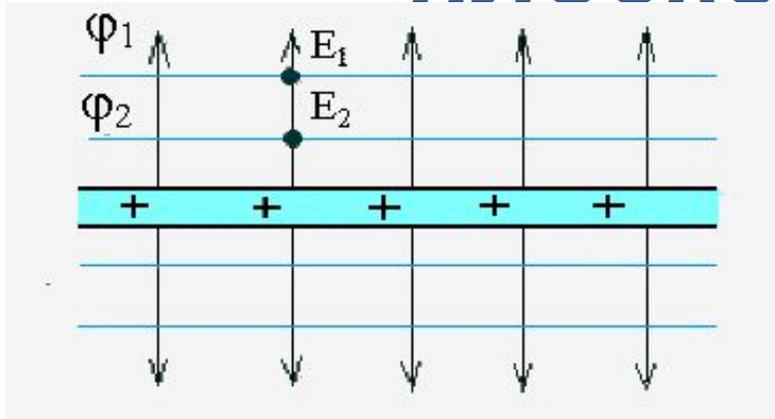
Поверхностная плотность заряда –
отношение заряда к площади

п

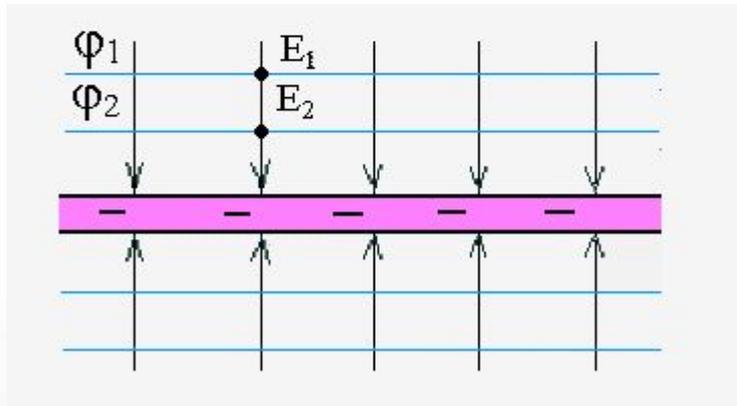
$$\sigma = \frac{Q}{S_{\text{пов}}}$$

Кл/кв.м

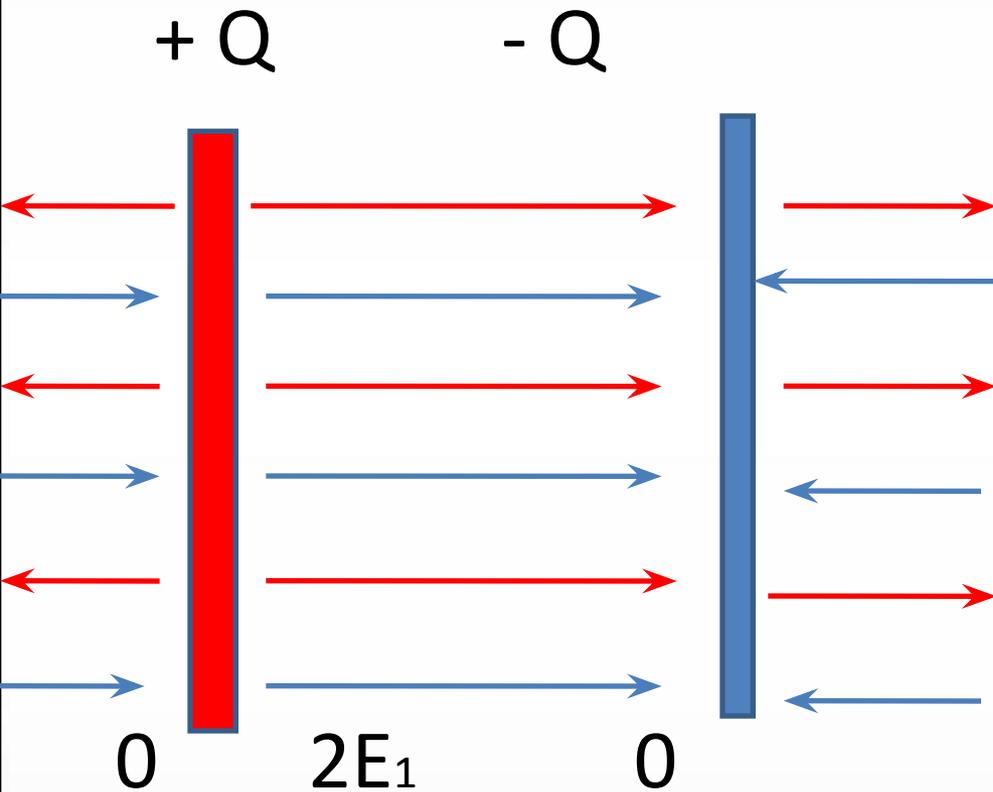
Напряженность поля, созданного заряженной плоскостью



$$E = \frac{Q}{2\varepsilon_0 S} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$



Напряженность поля между двумя заряженными плоскостями



$$E = \frac{Q}{\varepsilon_0 S} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$$