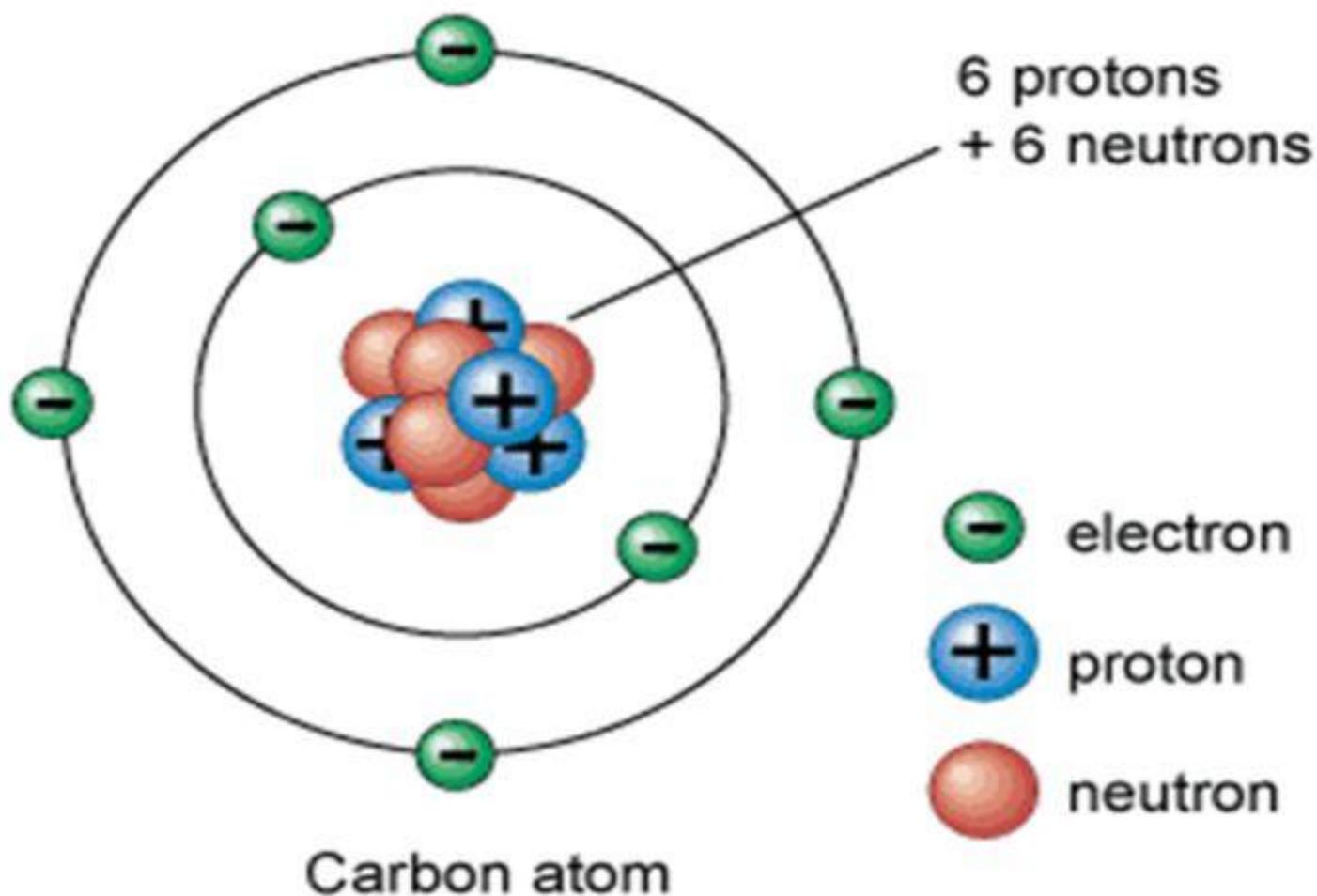


# ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

# Электрическое поле

# Строение атома



# Проводники и диэлектрики

Проводники



все металлы

Имеются заряженные частицы (заряды частиц = свободные заряды)

Способные перемещаться внутри проводника под действием электрического поля

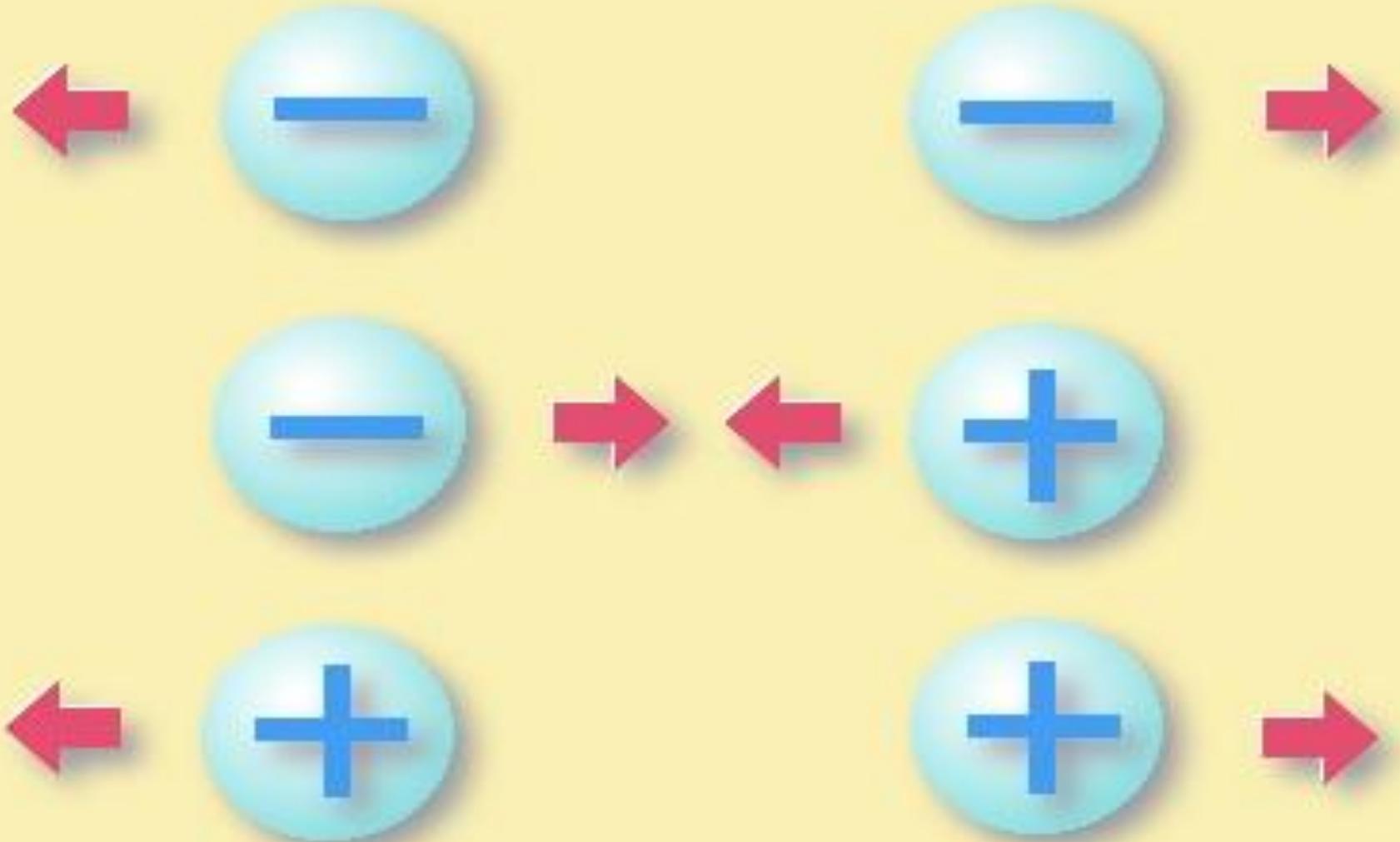
Диэлектрики



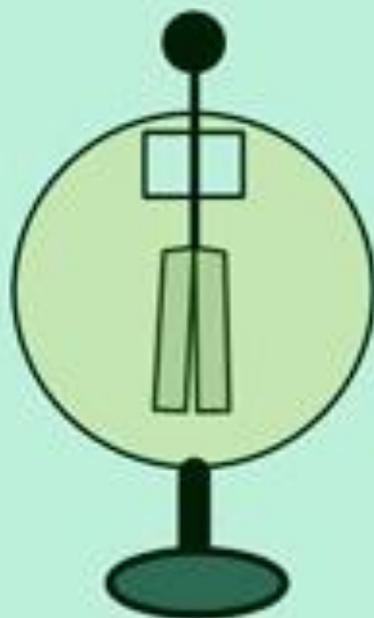
Состоят из нейтральных в целом атомов или молекул

Заряженные частицы связаны друг с другом и не могут перемещаться под действием поля по всему объему тела

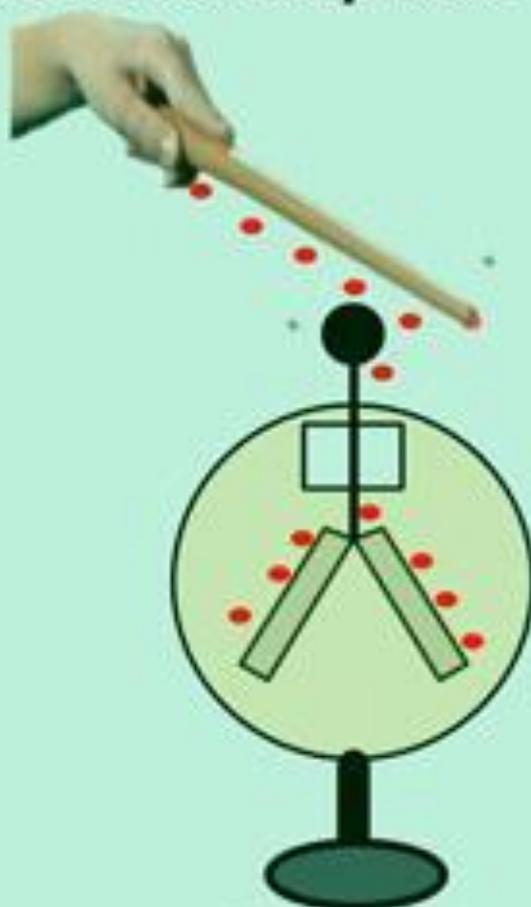
# Виды зарядов



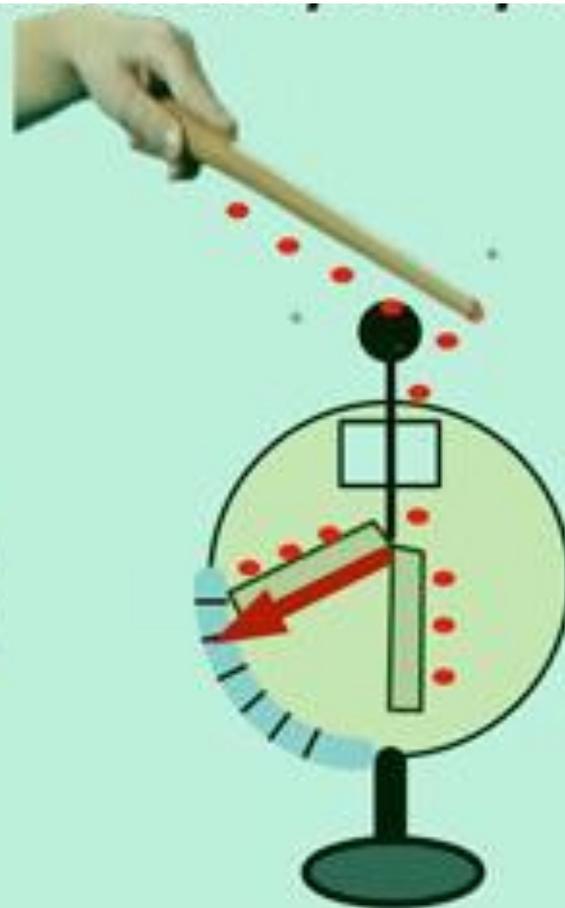
# Электроскоп и электрометр



**Электроскоп без зарядов**



**Электроскоп с зарядами**



**Электрометр**

В замкнутой системе алгебраическая сумма зарядов всех частиц остаётся неизменной.

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

**Элементарный электрический заряд  $e$**  – это фундаментальная физическая постоянная, определяющая минимальную порцию электрического заряда

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

**Электрический заряд тела** пропорционален величине элементарного заряда

$$q = N e$$

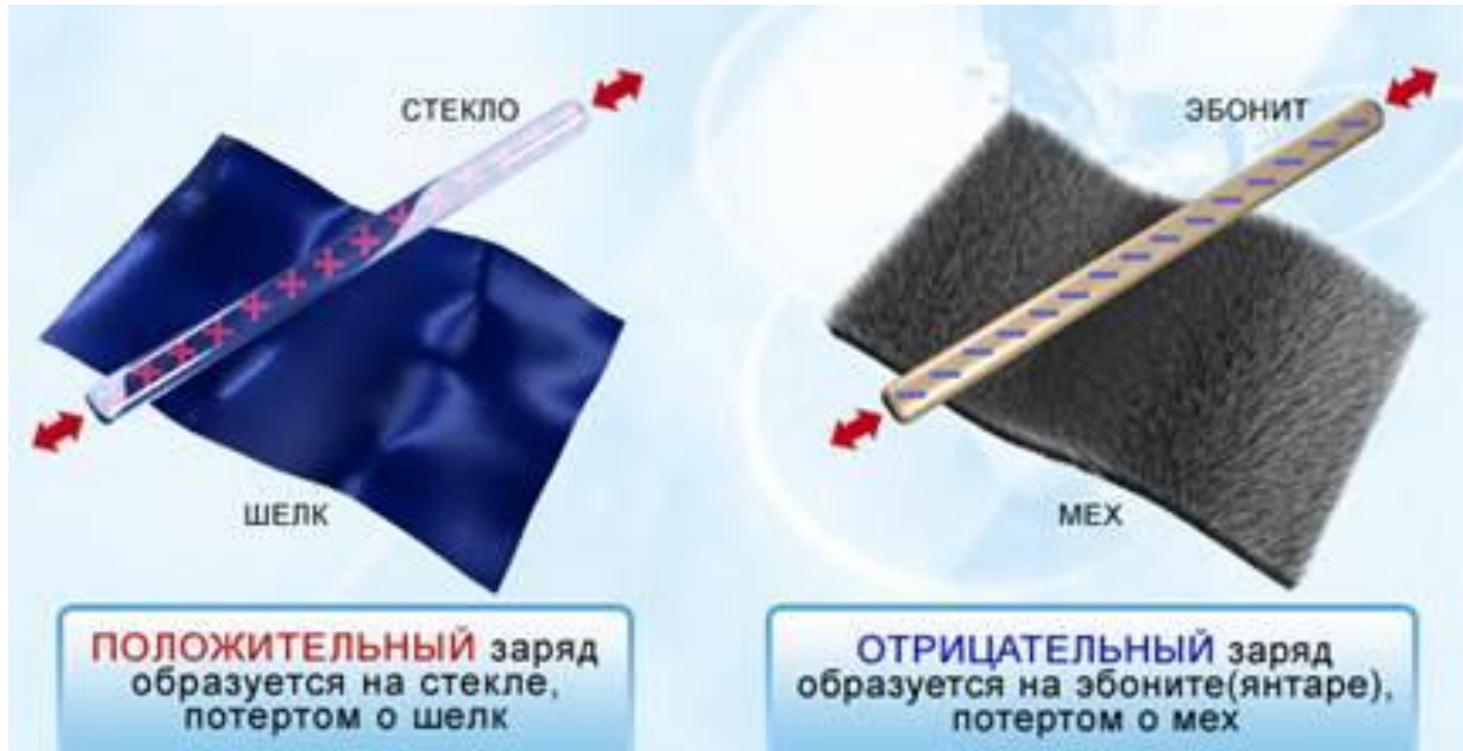
$N$  – число зарядов

**Точечный заряд** – это заряд, размером которого можно пренебречь в условиях данной задачи

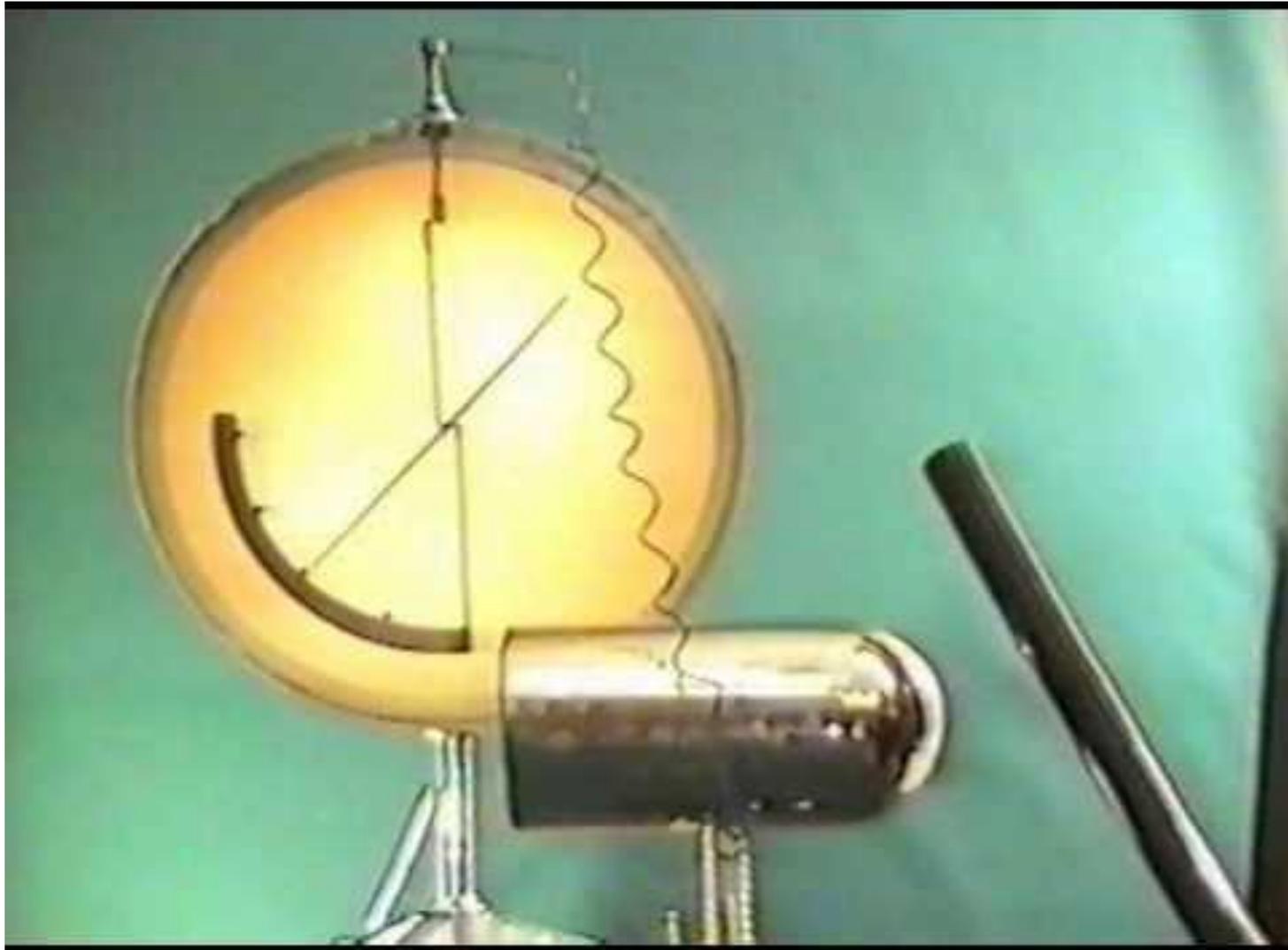
# Электризация

- Трением
- Влиянием
- Под действием света (фотоэффект)

# Электризация трением



# Электризация через влияние



# Фотоэлектрический эффект

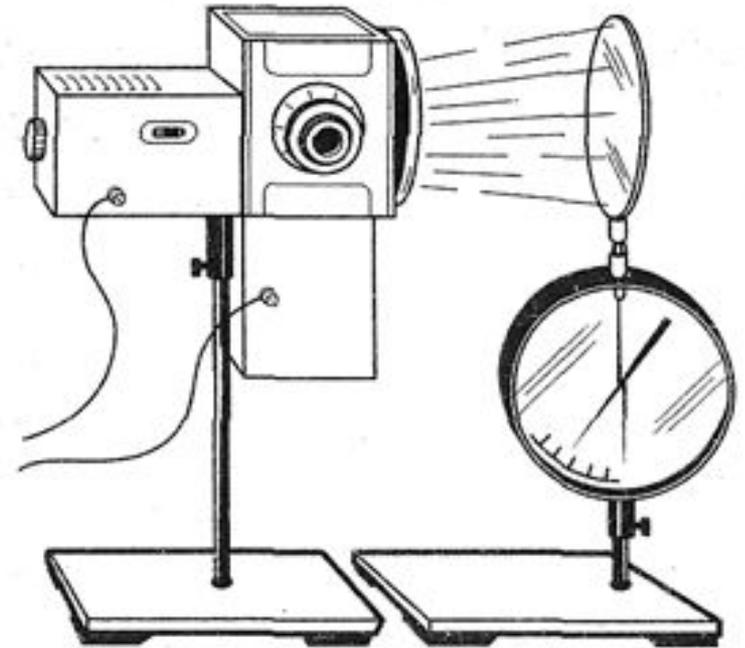
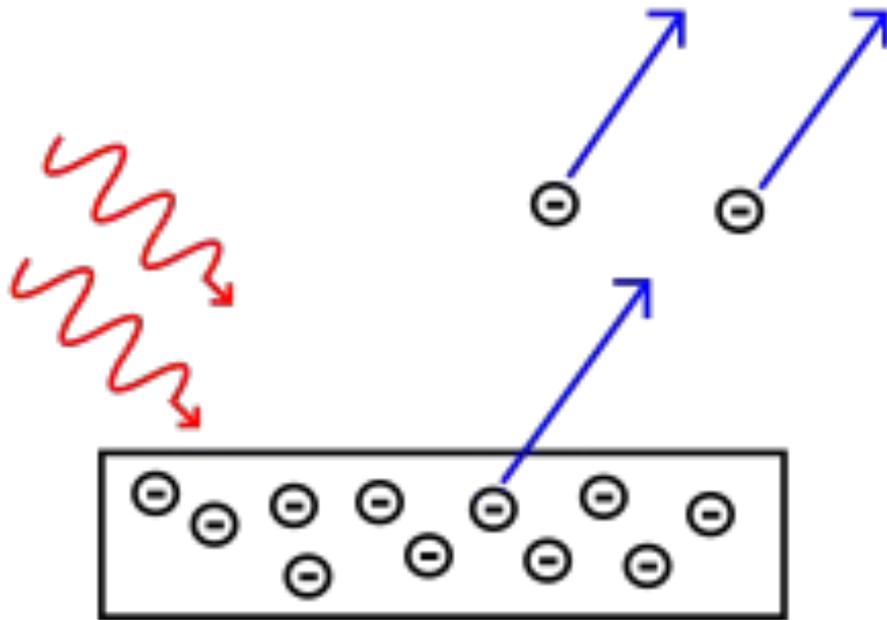
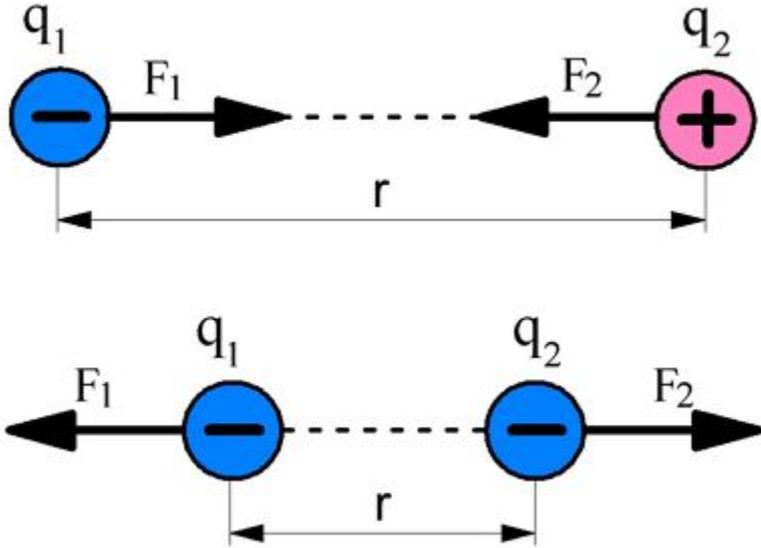


Рис. 35

# Закон Кулона



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

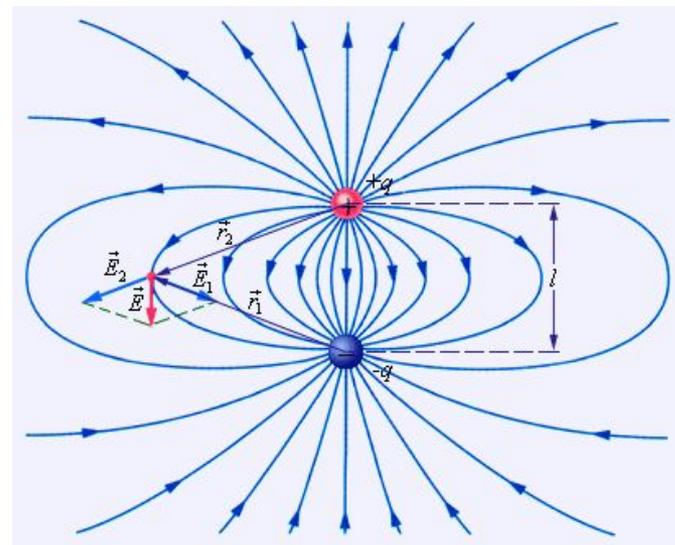
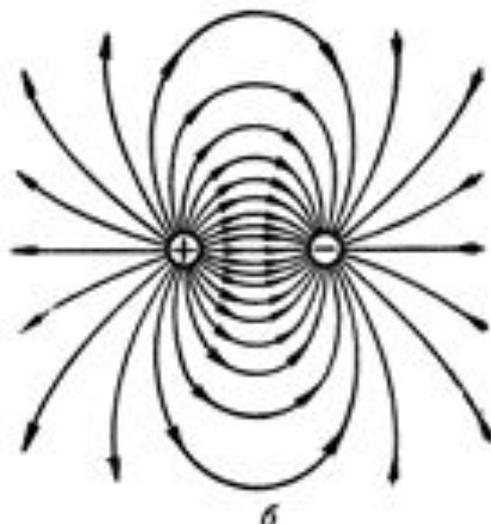
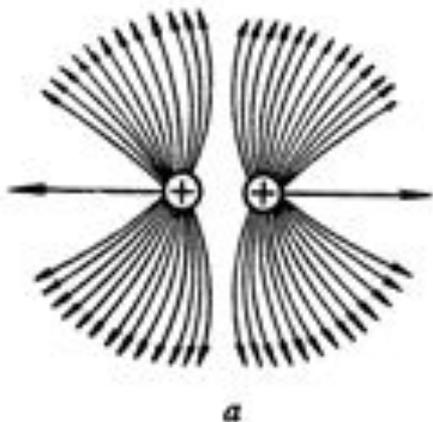
$$k = 9 \cdot 10^{10} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$$

$$k = 1/4\pi\varepsilon_0$$

$$\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Кл}^2 / \text{Н} \cdot \text{м}^2$$

$\varepsilon_0$  - электрическая постоянная

# Электрическое поле



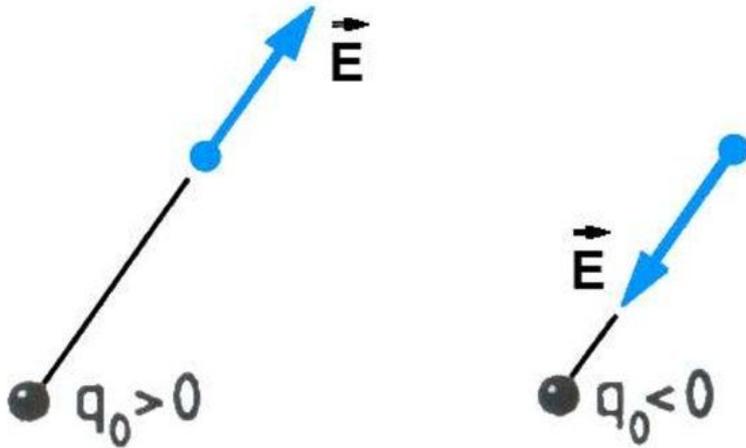
**Электрическое поле** — одна из составляющих электромагнитного поля; особый вид материи, существующий вокруг тел или частиц, обладающих электрическим зарядом, а также при изменении магнитного поля (например, в электромагнитных волнах). Электрическое поле непосредственно невидимо, но может быть обнаружено благодаря его силовому воздействию на заряженные тела.

# Характеристики электрического поля

- Напряженность
- Потенциал
- Разность потенциалов

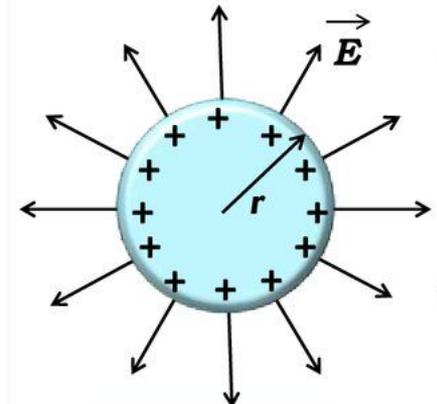
# Напряженность

## Напряженность поля точечного заряда



$$E = \frac{k|q_0|}{r^2} \quad \vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \quad [\text{В/м}]$$

*Вектор напряженности в любой точке электрического поля направлен вдоль прямой, соединяющей эту точку и заряд*



# Потенциал

**Потенциал – Энергетическая характеристика электрического поля – она определяет энергию, которую приобретает заряженная частица в электрическом поле.**

Потенциал

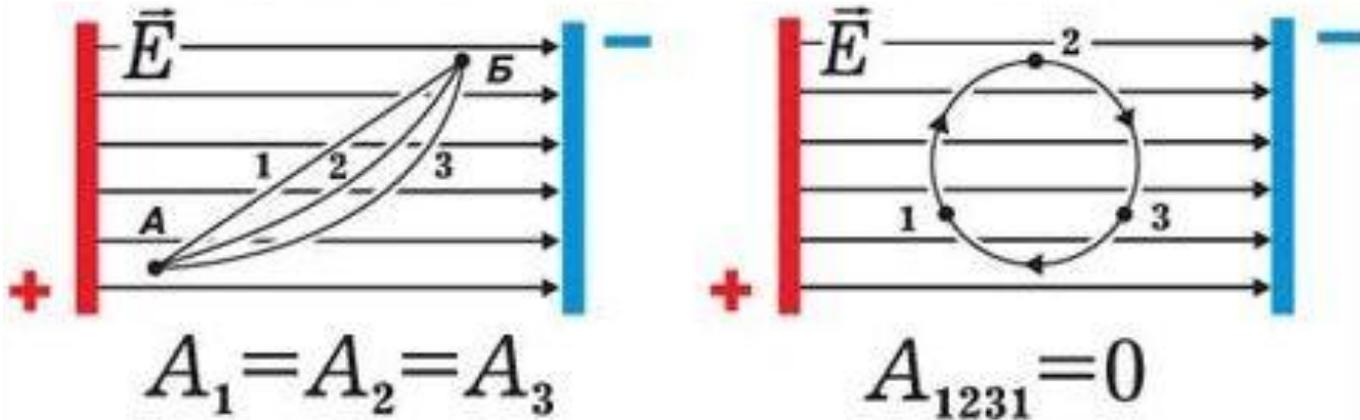
$$\varphi = \frac{W_n}{q}$$

Потенциал поля

$$\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r}$$

[В]

# Разность потенциал



Потенциал

$$\varphi = \frac{W_n}{q}$$

Напряжение

$$U = \varphi_1 - \varphi_2$$

Потенциал поля

$$\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r}$$

Работа поля по перемещению

$$A = q(\varphi_1 - \varphi_2)$$

Разность потенциалов

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{A}{q}$$

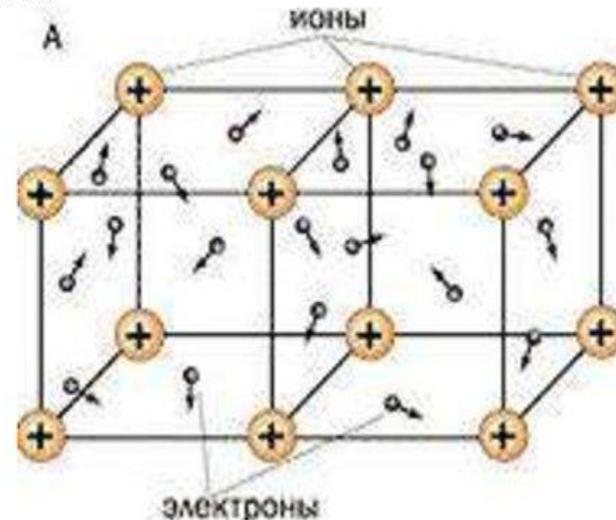
$$A = qU$$

[В]

Если в данной точке пространства различные заряженные частицы создают электрические поля, напряженности которых  $\vec{E}_1, \vec{E}_2, \vec{E}_3$  и т.д. , то результирующая напряженность поля равна их векторной сумме

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

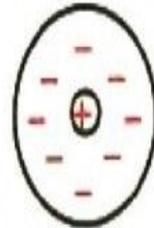
- Проводниками называют вещества, в которых электрически заряженные частицы - **носители заряда** - способны свободно перемещаться по всему объему вещества.
- Внутри проводника  $E=0$ .
- На поверхности проводника  $\varphi = \text{const}$ .



# Виды диэлектриков

## Неполярные диэлектрики

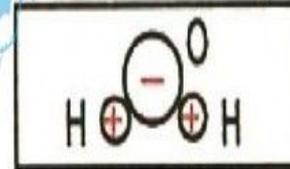
Центры положительного и отрицательного зарядов каждой молекулы в отсутствие поля совпадают.



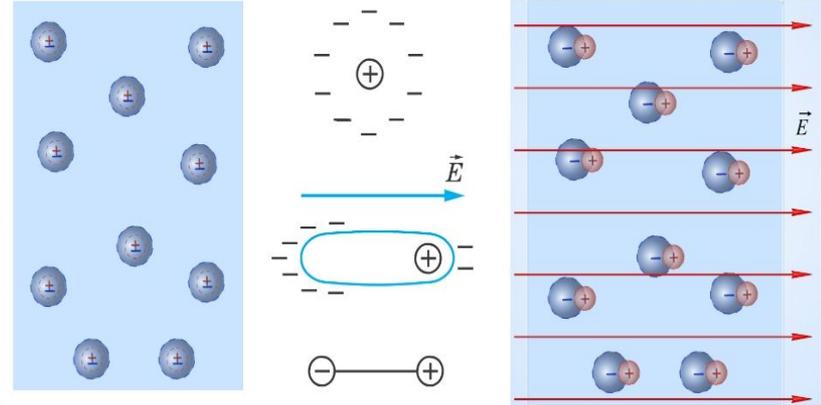
Атомы H, He

## Полярные диэлектрики

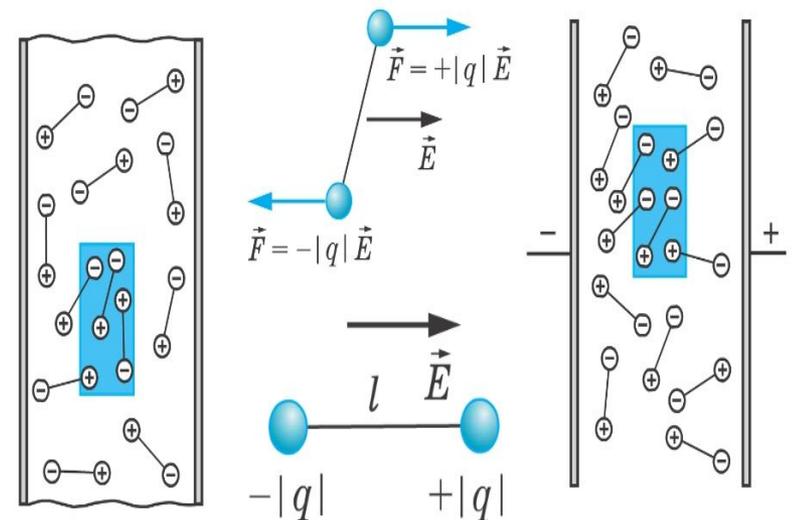
Центры положительного и отрицательного зарядов каждой молекулы разделены даже в отсутствие поля, т.е. молекулу можно рассматривать как диполь (диполем называется электрически нейтральная система из двух точечных разноименных зарядов).

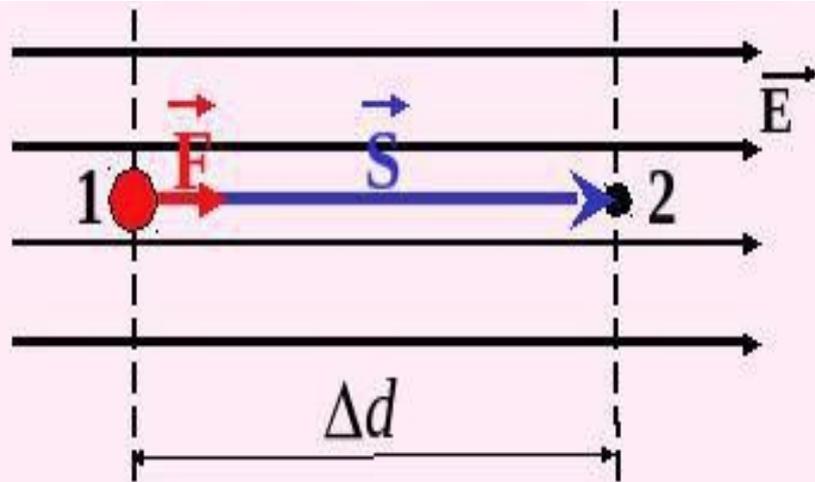


Молекула воды (H<sub>2</sub>O)  
↕  
Эквивалентный диполь



Поляризация – смещение положительных и отрицательных связанных зарядов диэлектрика в противоположные стороны.





$$A = F \cdot S \cdot \cos \alpha$$

$$F = E \cdot q$$

$$S = \Delta d$$

$$\cos \alpha = 0$$

$$A = Eq\Delta d$$

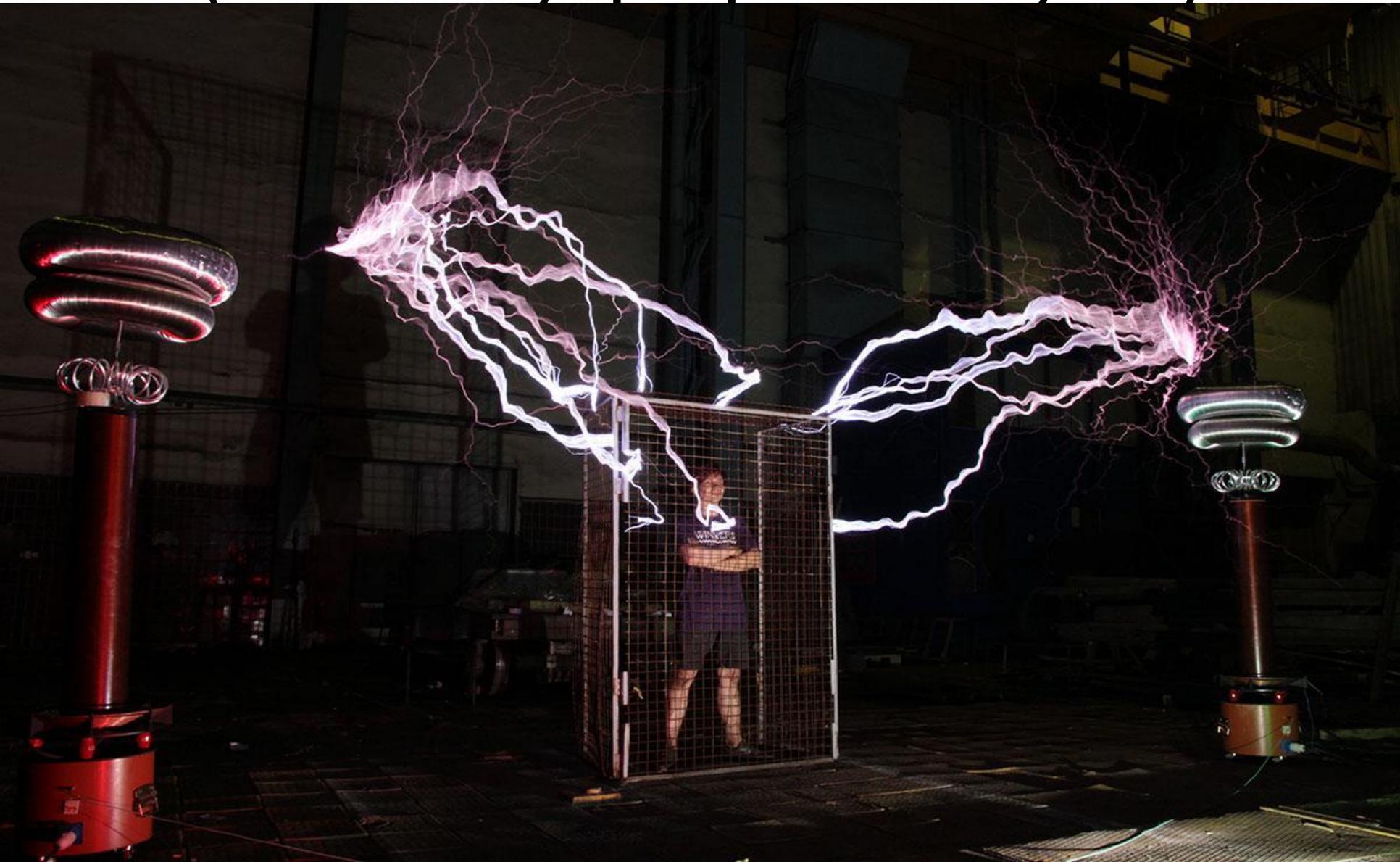
Работа однородного  
электростатического поля по  
перемещению электрического  
заряда.

$$A_{12} = -\Delta W = -(W_{\Pi 2} - W_{\Pi 1}) = W_{\Pi 1} - W_{\Pi 2}$$

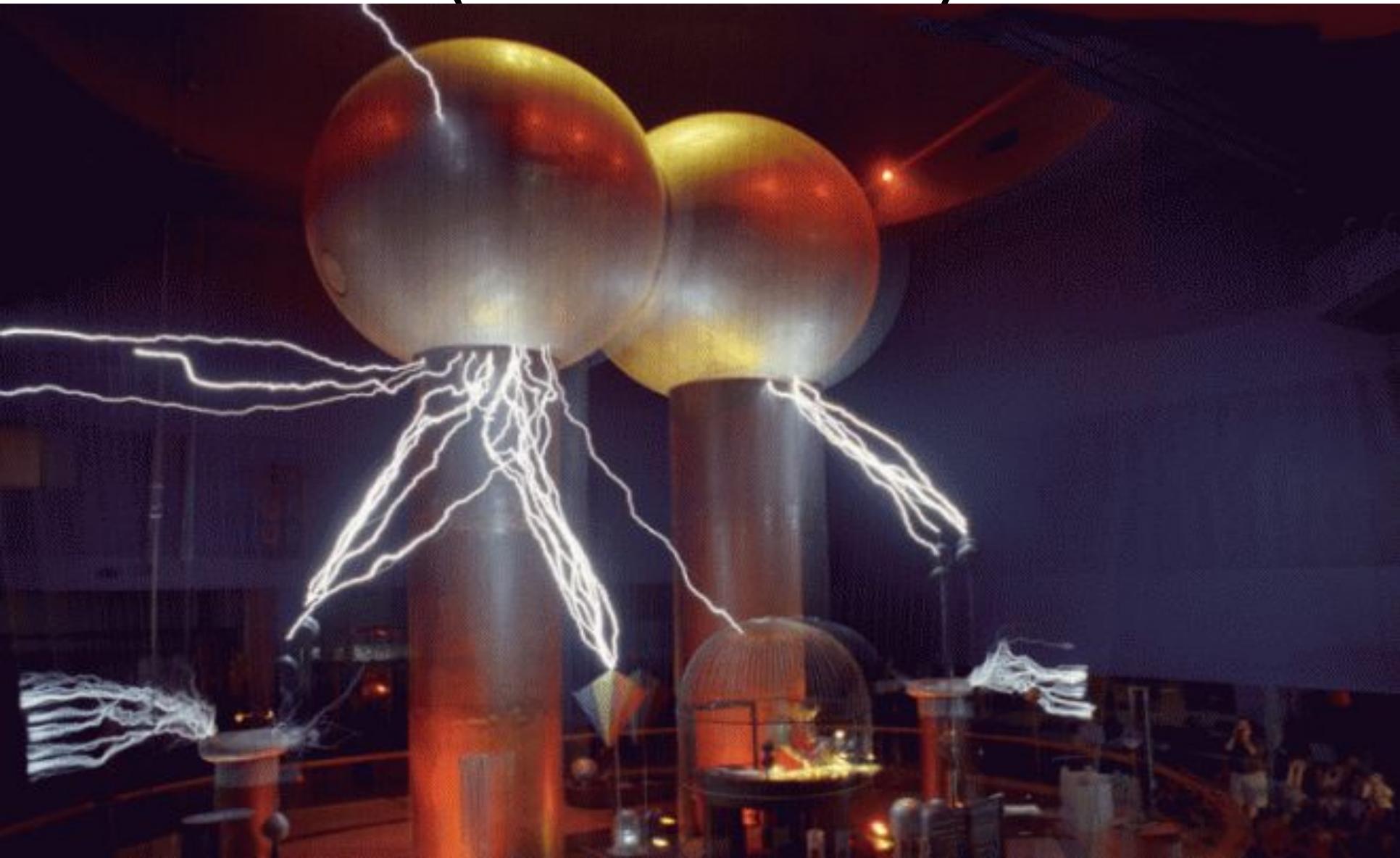
$$W_p = Eqd$$

$$W_{\Pi} = k \frac{q_1 q_2}{r}$$

# Клетка Фарадея (поле внутри равно нулю)



# Генератор Ван-де-Граафа (~млн. Вольт)



# Конденсаторы



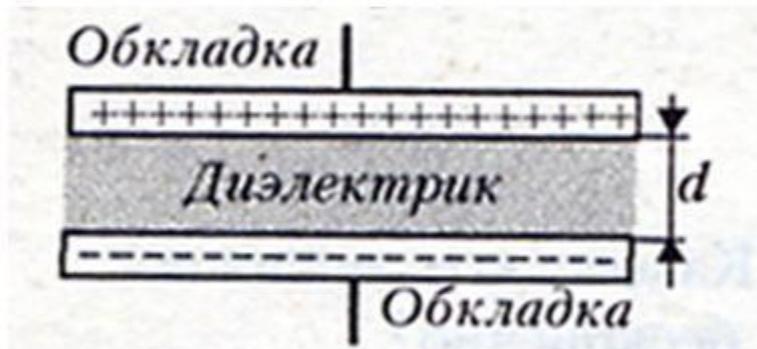
# Лейденская банка – первый конденсатор

РИС. 2



# Конденсаторы

- ❑ **Конденсаторы - два проводника (обкладки конденсатора), разделенные слоем диэлектрика, толщина которого мала по сравнению с размерами проводников.**



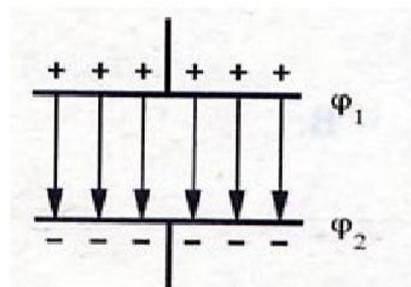
**q-заряд конденсатора**  
**конденсаторы способны**  
**накапливать большой Q**

$$C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d}$$

**Емкость плоского конденсатора**

$$C = \frac{q}{U}$$

- ❑ **C не зависит от соседства с другими телами (все поле внутри)**

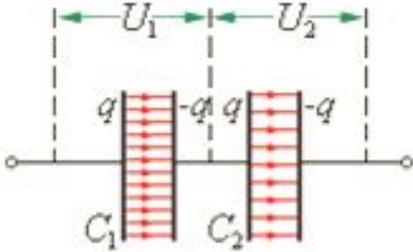
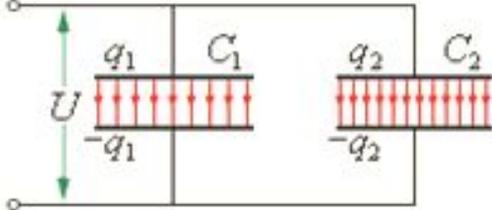
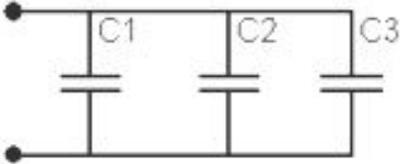


$$C = \frac{q}{U} = \text{const}$$

$$C = \frac{q}{U} = \frac{q}{\varphi_1 - \varphi_2}$$

$$W = \frac{qU}{2} = \frac{CU^2}{2} = \frac{q^2}{2C}$$

# Соединение конденсаторов

Последовательное соединение	Параллельное соединение
	
	
$U = U_1 + U_2 + \dots + U_i$	$U = U_1 = U_2 = \dots = U_i$
$q = q_1 = q_2 = \dots = q_i$	$q = q_1 + q_2 + \dots + q_i$
$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_i}$	$C = C_1 + C_2 + \dots + C_i$

# Темы докладов

- Происхождение слова электрон и первые опыты по электричеству
- Применение проводников и диэлектриков
- Альберт Эйнштейн
- Александр Столетов
- Шарль Кулон
- Майкл Фарадей
- Применение конденсаторов

# Решение задач

1. С какой силой притягиваются два разноименных заряда равных  $1 \text{ мкКл}$  каждый, помещенные на  $0,3 \text{ м}$  друг от друга
2. На маленьком шарике находится заряд  $10 \text{ нКл}$ . Чему равна напряженность поля на расстоянии  $0,1 \text{ м}$  от шарика?
3. Вычислите напряженность поля, создаваемого зарядом  $5 \text{ Кл}$  на  $1 \text{ км}$  от него.
4. Конденсатор ёмкости  $0,001 \text{ мкФ}$  заряжен до разности потенциалов  $1 \text{ кВ}$ . Какой заряд на каждой пластине?