

# ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЗАРЯД

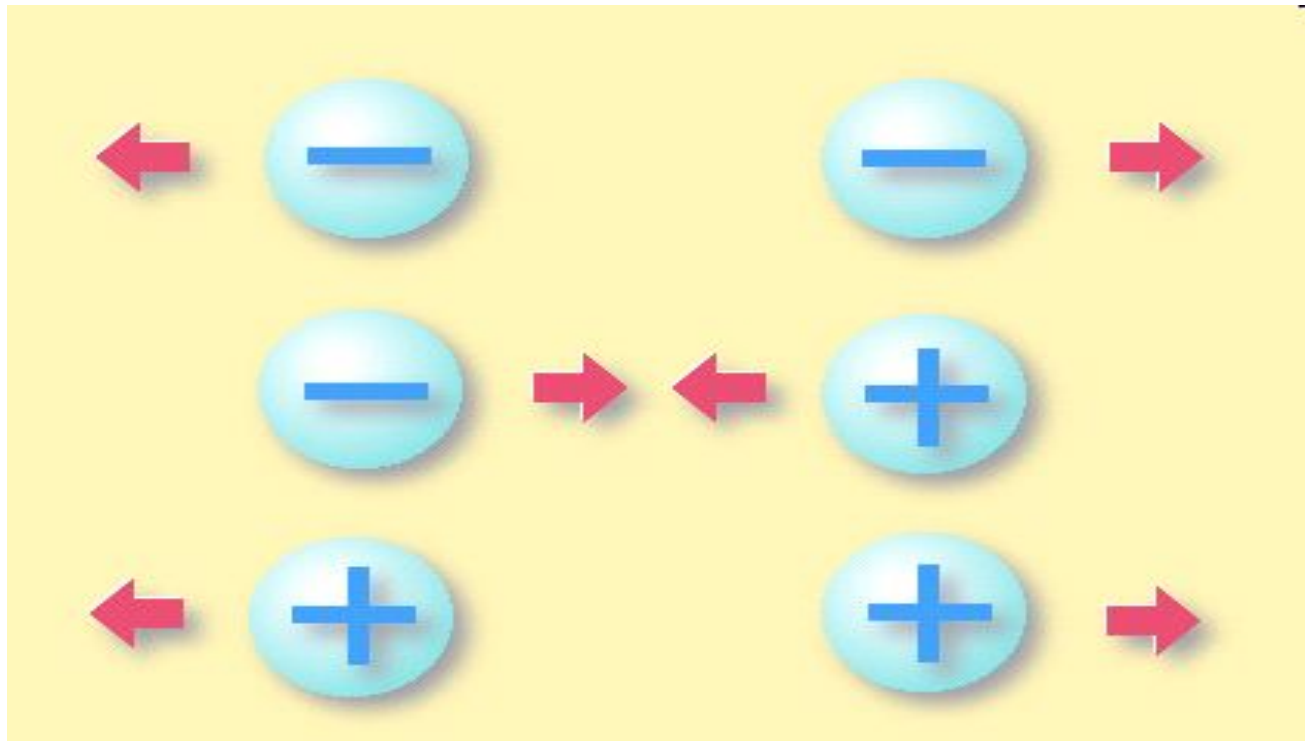
это скалярная физическая величина, определяющая интенсивность электромагнитного взаимодействия и связывающая силу этого взаимодействия с расстоянием между взаимодействующими телами.

**q** – обозначение электрического заряда

**[q] = Кл (кулон) – единицы измерения электрического заряда**

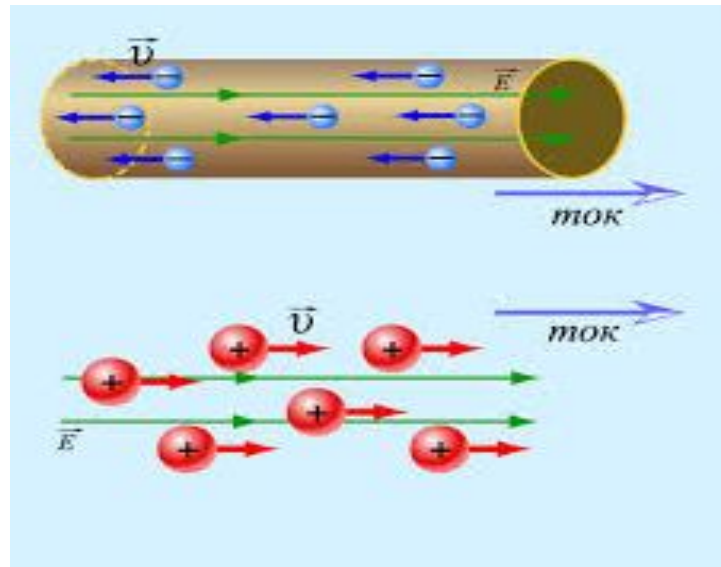
# СВОЙСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЗАРЯДА:

1. Не является знакоопределённой величиной: есть положительные и отрицательные заряды.



# СВОЙСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЗАРЯДА:

2. Электрический заряд – величина инвариантная: во всех системах отсчёта заряд данного тела (или частицы) имеет одно и тоже значение.



# СВОЙСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЗАРЯДА:

**3. Электрический заряд – величина аддитивная: заряд любой системы равен сумме зарядов в неё входящих.**

$$q_{\text{сист}} = q_1 + q_2 + \dots + q_n$$

# СВОЙСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЗАРЯДА:

4. Электрический заряд – величина дискретная.

Существует минимальный, уже не делимый заряд. Такой заряд называют элементарным.

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

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

**Заряды всех наблюдаемых элементарных частиц и макроскопических тел кратны элементарному заряду:**

$$q = n \cdot e$$

**Где  $n$  – любое целое число.**

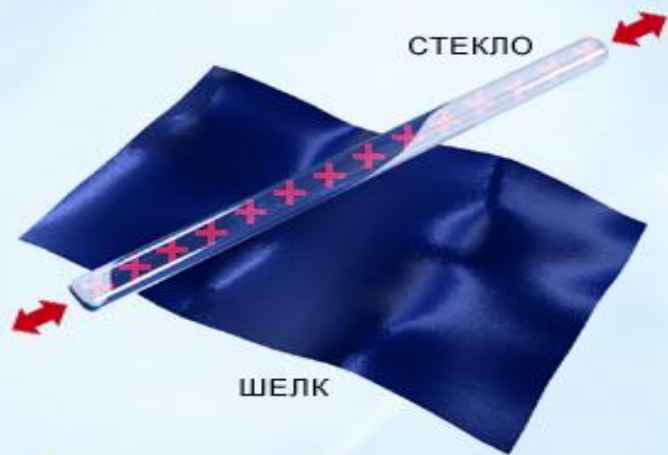
**Заряд электрона считается отрицательным:  $q_{\text{эл}} = -e$ ,**

**а заряд протона - положительным:  $q_{\text{пр}} = e$ .**

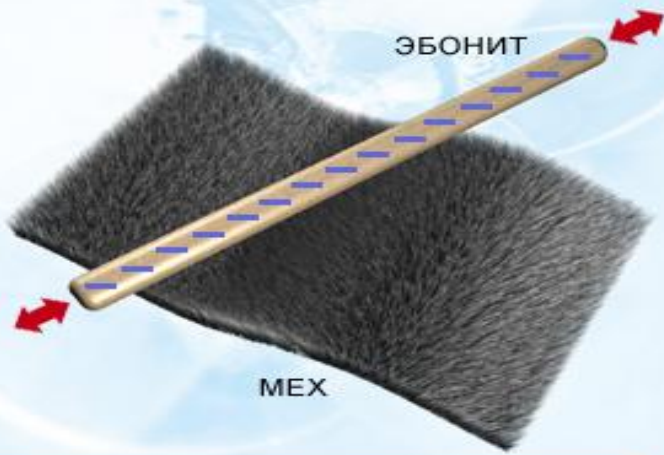
# СВОЙСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЗАРЯДА:

5. Для электрического заряда справедлив закон сохранения: **при любых взаимодействиях в замкнутой системе её полный электрический заряд остаётся неизменным:**

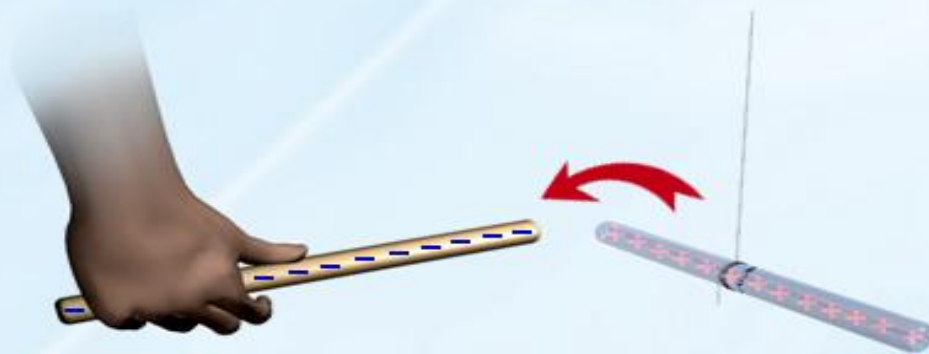
$$q_1 + q_2 = q_1' + q_2'$$



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



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





# ЗАКОН КУЛОНА

**Сила взаимодействия между двумя неподвижными точечными зарядами, находящимися в вакууме, прямо пропорциональна произведению модулей зарядов, обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.**



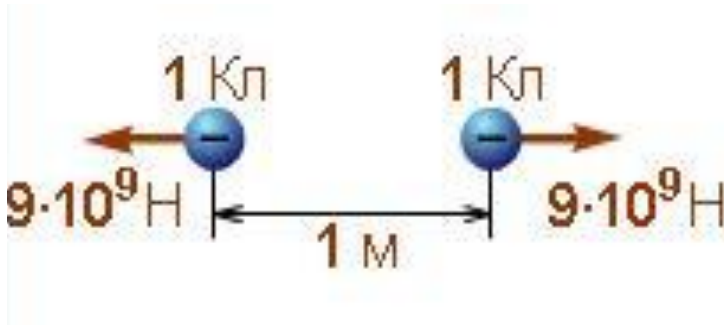
$$|\vec{F}| = k \frac{|q_1||q_2|}{\epsilon r^2}$$

$ \vec{F} $	–	модуль силы взаимодействия двух точечных неподвижных зарядов
$k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$	–	коэффициент пропорциональности
$ q_1 ,  q_2 $	–	абсолютные значения зарядов
$\epsilon$	–	диэлектрическая проницаемость среды
$r$	–	расстояние между зарядами

# ФИЗИЧЕСКИЙ СМЫСЛ ПОСТОЯННОЙ КУЛОНА

Два заряженных тела несущих каждое заряд **1 Кл** и расположенных на расстоянии **1 м**, отталкивались бы друг от друга с силами равными  **$9 \cdot 10^9 \text{ Н}$** .

$$k = \frac{1}{4 \pi \epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}, \quad \text{где } \epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{Н} \cdot \text{м}^2}$$



**Электрическое поле** – материальное поле, существующее независимо от нас и наших знаний о нем и обладающее определенными свойствами:

- 1. Действует на электрические заряды с некоторой силой
- 2. Электрическое поле неподвижных зарядов называют электростатическим.

Напряженность поля в данной точке равна отношению силы, с которой поле действует на точечный заряд, помещенный в эту точку, к этому заряду.

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

• Напряженность поля точечного заряда:

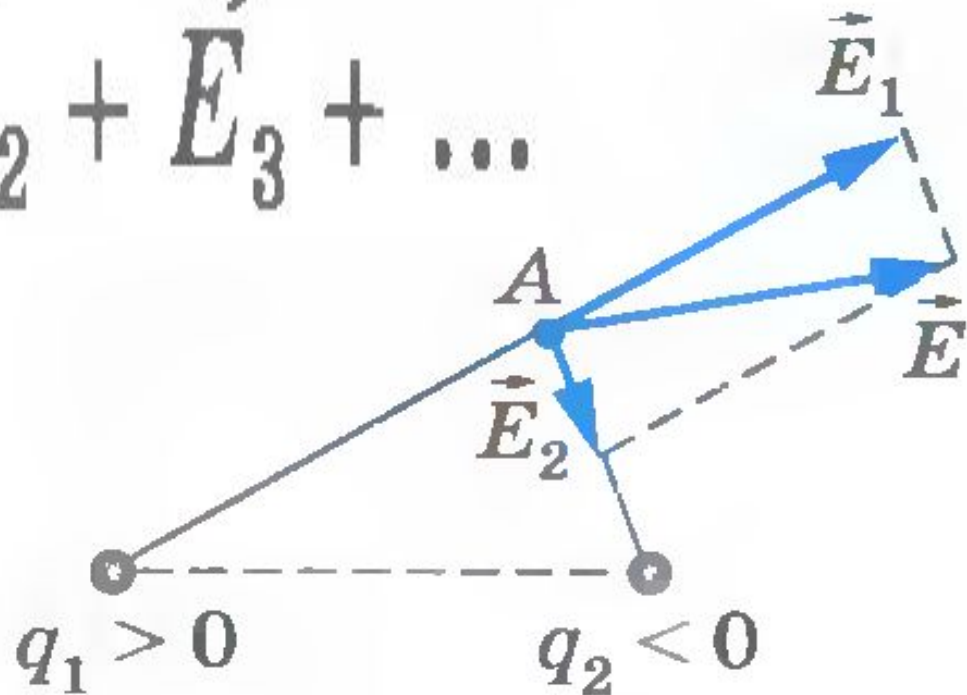
$$F = k \frac{|q_0|q}{r^2}$$

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



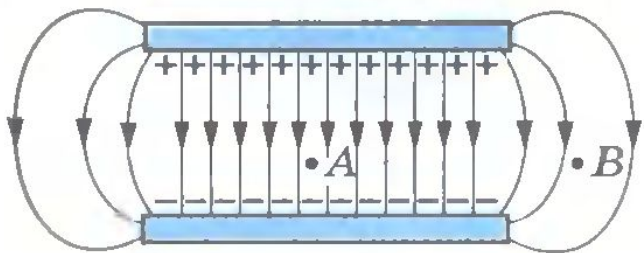
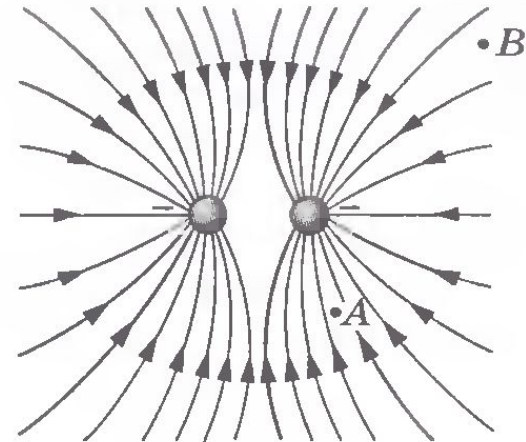
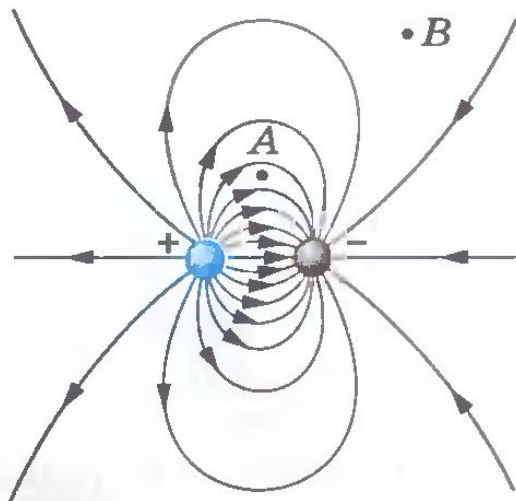
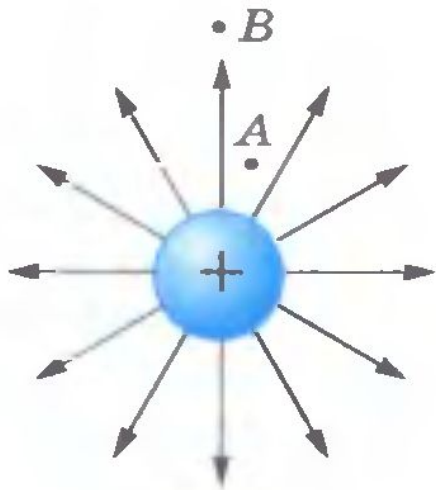
Принцип суперпозиции полей:

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



**Силовые линии  
электрического  
поля (линии  
напряженности) –  
непрерывные линии,  
касательные к  
которым в каждой  
точке, через которую  
они проходят,  
совпадают с  
векторами  
напряженности.**

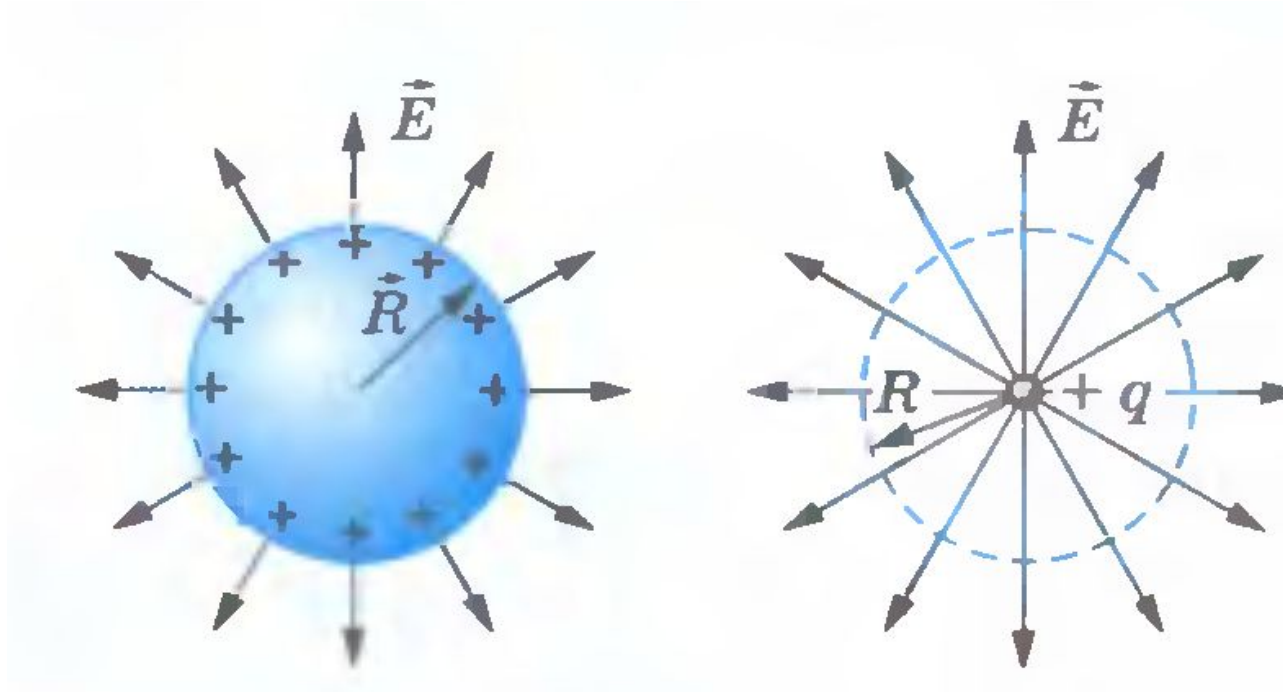




Электрическое поле,  
напряженность которого  
одинакова во всех точках  
пространства,  
называется  
**однородным.**



# Поле заряженного шара



- Внутри шара напряженность равна нулю

Проводники и диэлектрики в  
электростатическом поле.  
Поляризация диэлектриков

# Вещество

Проводники  
электричества

Непроводники  
электричества  
или диэлектрики

Полупроводники



а)



б)

Полупроводники:  
а — германий;  
б — кремний



а)



б)

Проводники электричества:  
а — железо;  
б — графит



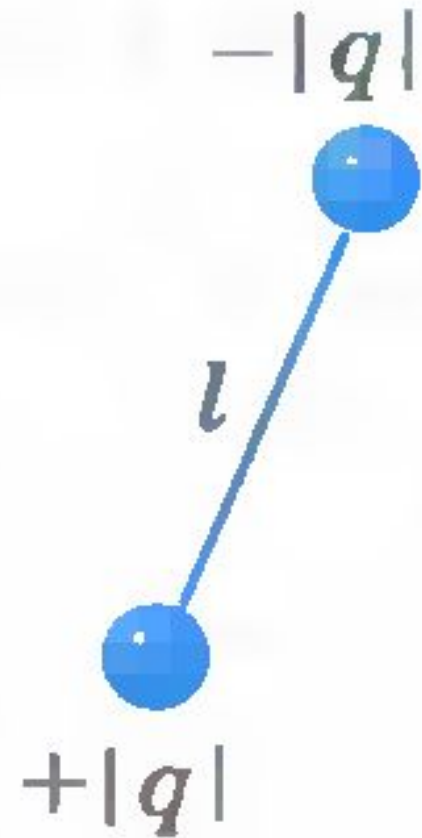
а)



б)

Непроводники электричества:  
а — янтарь;  
б — фарфор

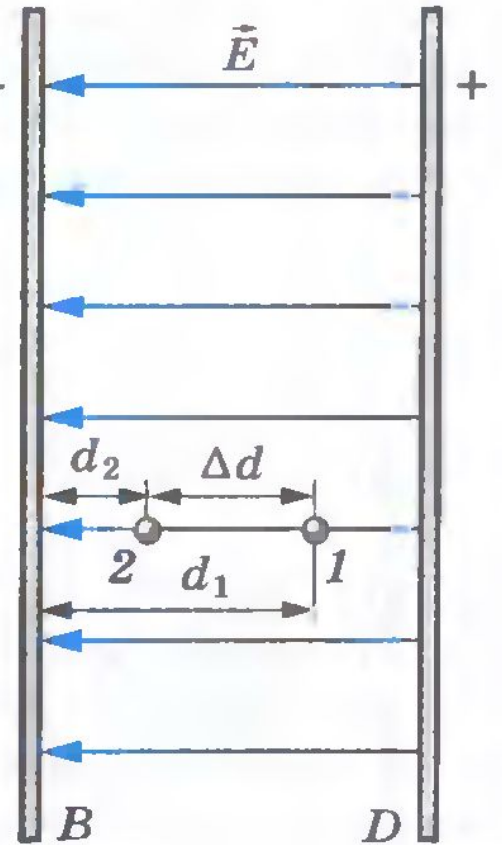
**Электрический диполь** –  
нейтральная система двух  
точечных зарядов, равных по  
модулю и противоположных по  
знаку



Потенциал  
электростатического поля и  
разность потенциалов.  
Эквипотенциальные  
поверхности

# Потенциальная энергия

$$W_{\text{п}} = qEd$$



На замкнутой траектории, когда заряд возвращается в начальную точку, работа поля равна нулю:

$$A = -\Delta W_{\text{п}} = -(W_{\text{п}1} - W_{\text{п}2}) = 0.$$

# Потенциал

Потенциалом точки электростатического поля называют отношение потенциальной энергии заряда, помещенного в данную точку, к этому заряду.

$$\varphi = \frac{W_{\text{п}}}{q}$$

- Потенциал однородного поля

$$\varphi = \frac{W_{\text{п}}}{q} = Ed$$

# Разность потенциалов

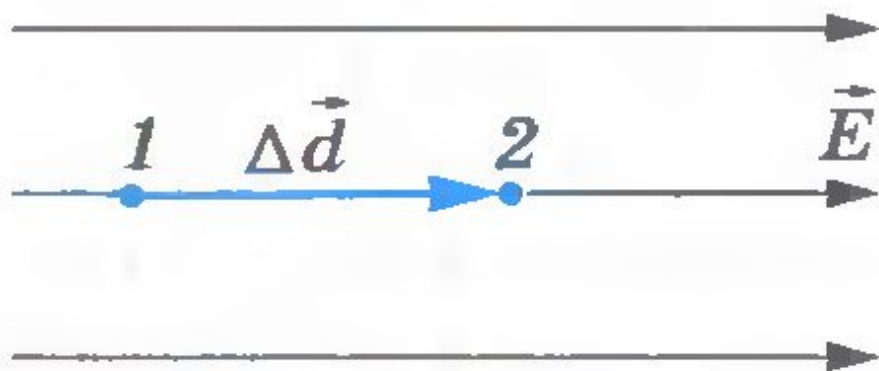
1

Разность потенциалов (напряжение) между двумя точками равна отношению работы поля при перемещении положительного заряда из начальной точки в конечную к величине этого заряда.

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

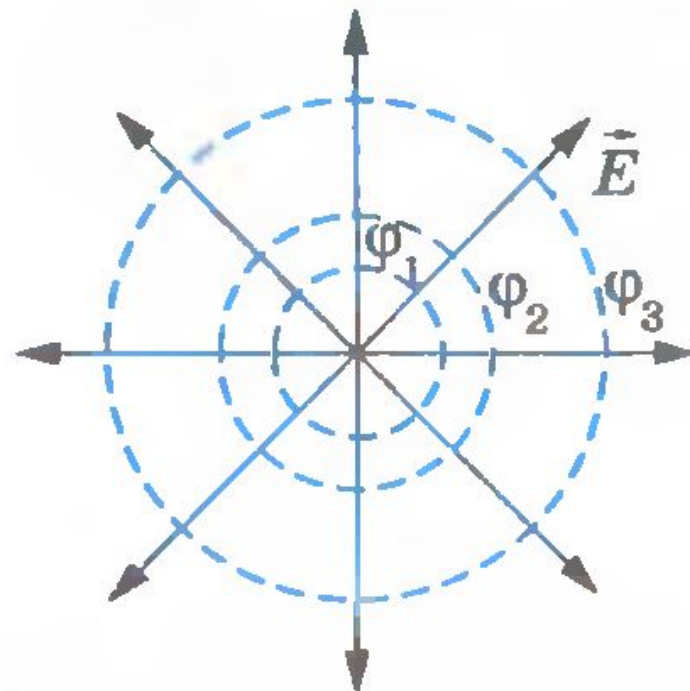


# СВЯЗЬ МЕЖДУ НАПРЯЖЕННОСТЬЮ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ И РАЗНОСТЬЮ ПОТЕНЦИАЛОВ.



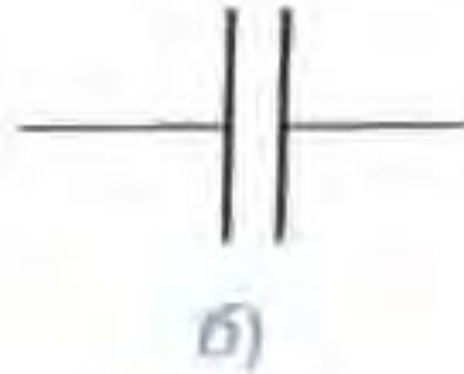
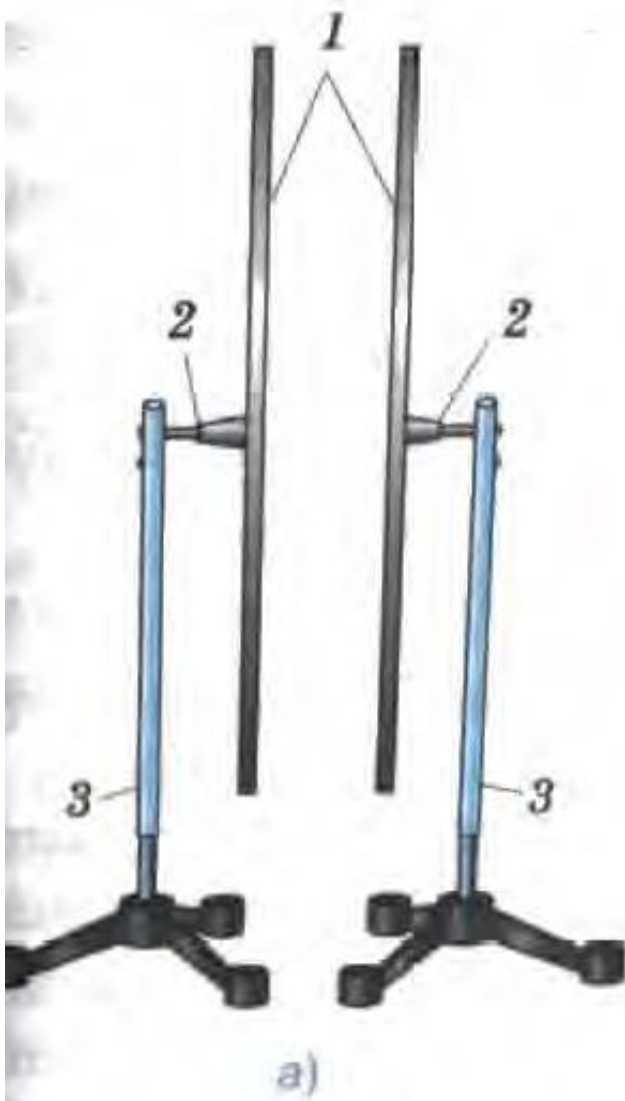
$$E = \frac{U}{\Delta d}$$

Поверхности равного потенциала называют **ЭКВИПОТЕНЦИАЛЬНЫМИ**



# Конденсаторы

**Конденсатор** – это два проводника, разделенные слоем диэлектрика, толщина которого мала по сравнению с размерами проводника.



# Емкость и энергия конденсатора

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

$$C = \frac{q}{U} \sim \frac{S}{d}$$

$$W_{\text{п}} = \frac{qU}{2} = \frac{q^2}{2C} = \frac{CU^2}{2}$$

$$1 \text{ Ф} = \frac{1 \text{ Кл}}{1 \text{ В}}$$

$$1 \text{ пФ} = 10^{-12} \text{ Ф}$$

$$1 \text{ нФ} = 10^{-9} \text{ Ф}$$

$$1 \text{ мкФ} = 10^{-6} \text{ Ф}$$

- $q$  – заряд [Кл]
- $C$  – электрическая емкость [Ф] – Фарад
- $U$  – напряжение [В]
- $W_{\text{п}}$  – энергия заряженного конденсатора

# Виды конденсаторов



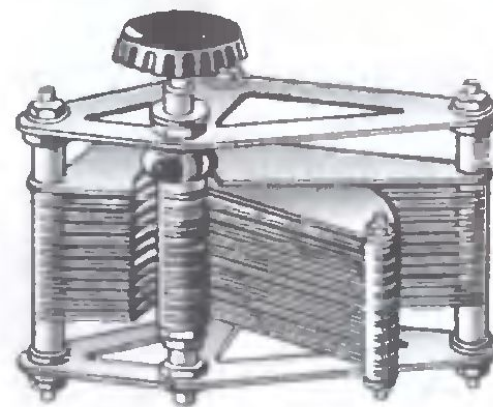
1



2



3

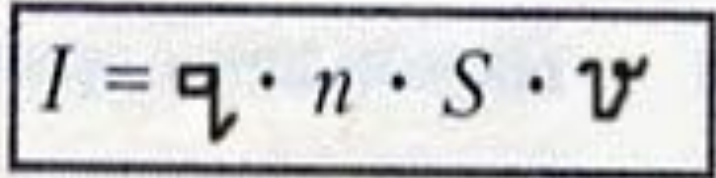


- Бумажный
- Электролитический
- Керамический
- Конденсаторы переменной емкости
- Плоские
- Цилиндрические
- Сферические

# Постоянный ток.

- **Постоянный ток** - эл. ток, у которого сила тока со временем не меняется.
- **Сила тока** зависит от **заряда** частицы, **концентрации** частиц, **скорости** направленного движения частиц и **площади** поперечного сечения проводника.

$$I = \frac{q}{t}$$

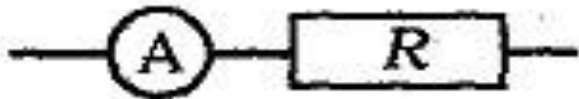

$$I = q \cdot n \cdot S \cdot v$$

где  $S$  - площадь поперечного сечения проводника,  $q$  - эл. заряд частицы,  
 $n$  - концентрация частиц,  $v$  - скорость упорядоченного движения электронов.

# Единица измерения и физический смысл.

## Сила тока.

$$[I] = \text{Кл}/\text{с} = \text{А}.$$



- 1А означает, что за 1 с через поперечное сечение проводника прошел заряд, равный 1 Кл.
- Для измерения используют амперметр
- Подключение: последовательно, «+» клемму амперметра с «+» полюсом источника тока



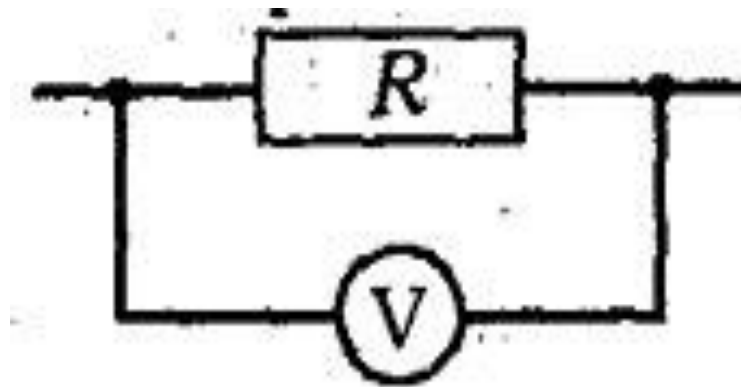
# Напряжение

- $U$ - напряжение равно отношению работы электрического поля по перемещению заряда к величине перемещаемого заряда на участке цепи.
- $1\text{В} = 1\text{ Дж}/1\text{ Кл}$

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

# Физический смысл.

- 1 В означает, что при перемещении заряда 1 Кл, электрическое поле совершает работу, равную 1 Дж.
- Для измерения используют Вольтметр.
- Подключение: параллельное, к тем точкам цепи, между которыми надо измерить напряжение.



# Сопротивление.

- 1. Мера противодействия проводника установлению в нем эл. тока.
- 2. Физическая величина, равная отношению напряжения к силе тока.
- 1 Ом означает, что сопротивление такого проводника при напряжении на концах 1 В сила тока равна 1 А.

$$R = \frac{U}{I}$$

$$[R] = \frac{\text{В}}{\text{А}} = \text{Ом}; R \text{ не зависит от } U \text{ и от } I.$$

# Удельное сопротивление.

где  $S$  - площадь поперечного сечения проводника,  $l$  - длина проводника,  $\rho$  - удельное сопротивление, характеризующее свойства вещества проводника.

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

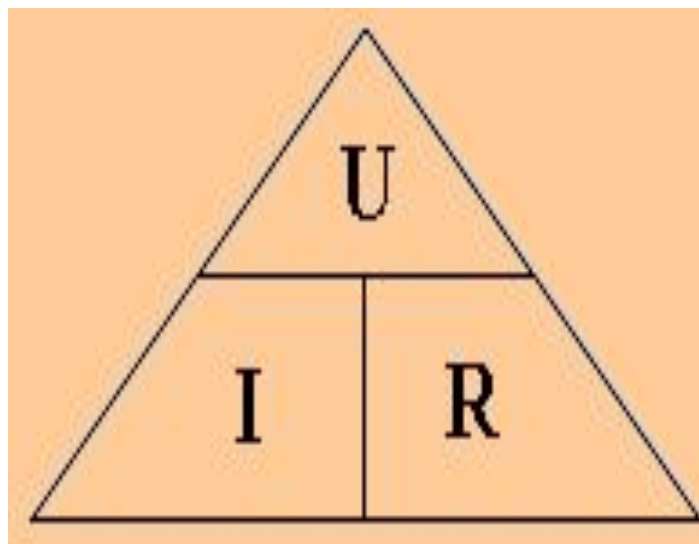
$$\rho = \frac{RS}{l}$$

$$\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

# Закон Ома для участка цепи.

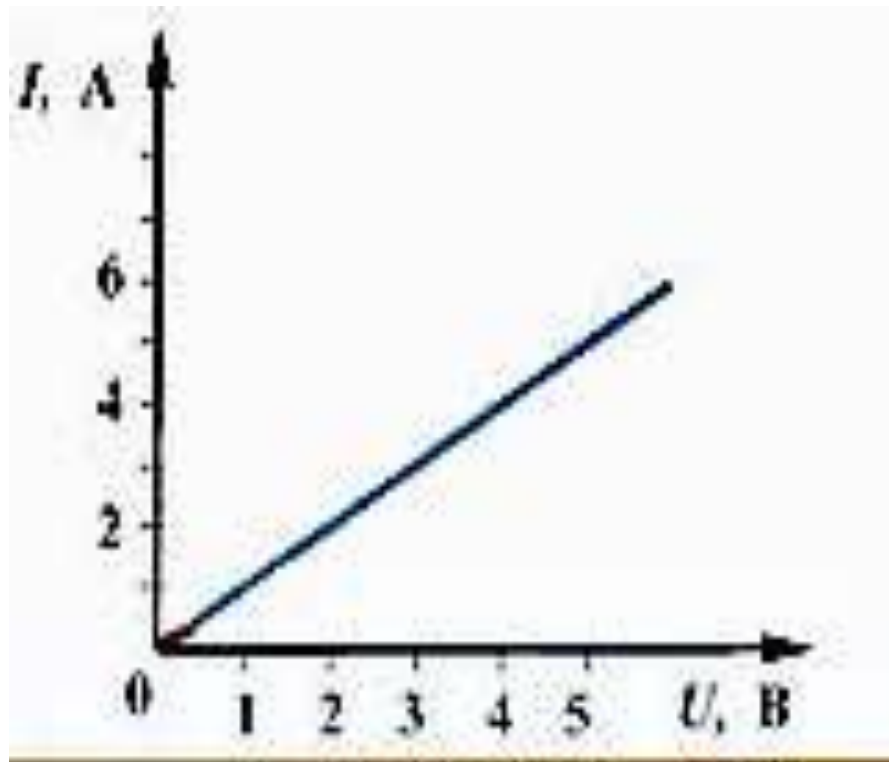
- Сила тока на участке цепи прямо пропорциональна напряжению на концах этого участка и обратно пропорциональна сопротивлению этого участка.

$$I = \frac{U}{R}$$

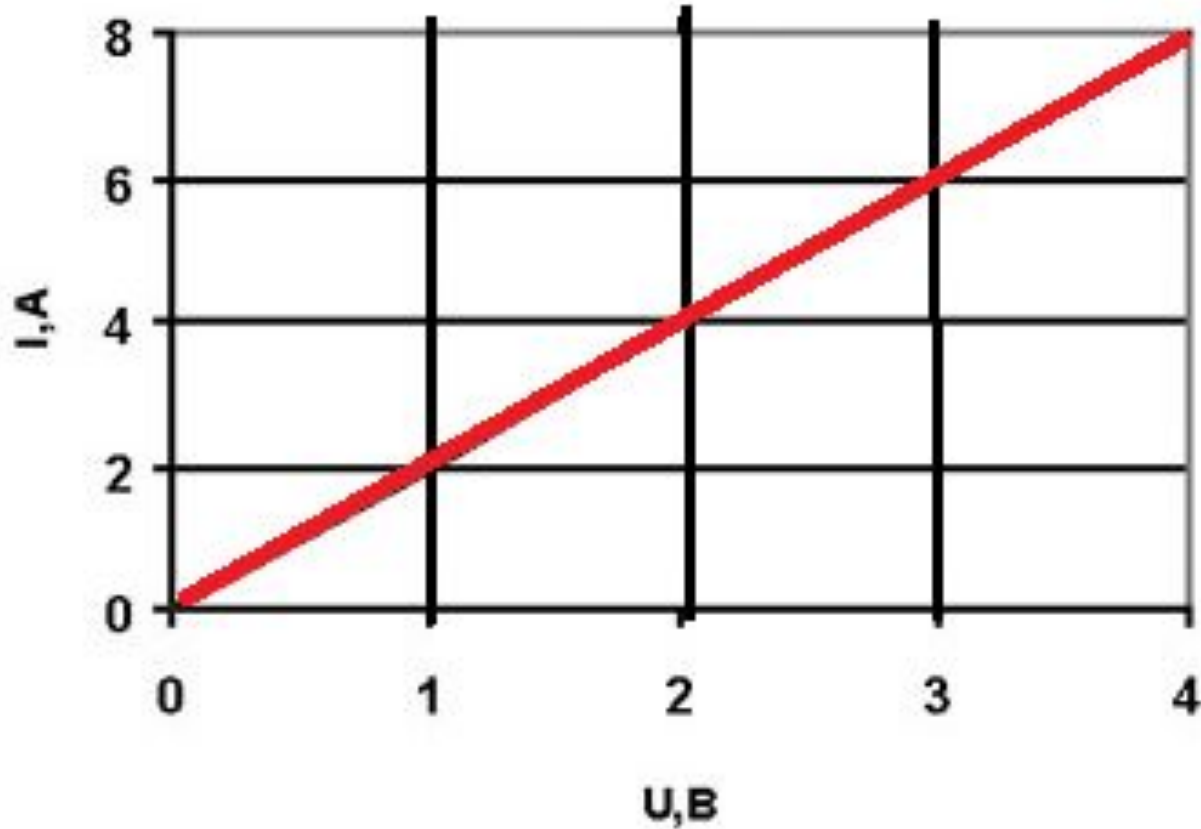


## Вольт-амперная характеристика проводника.

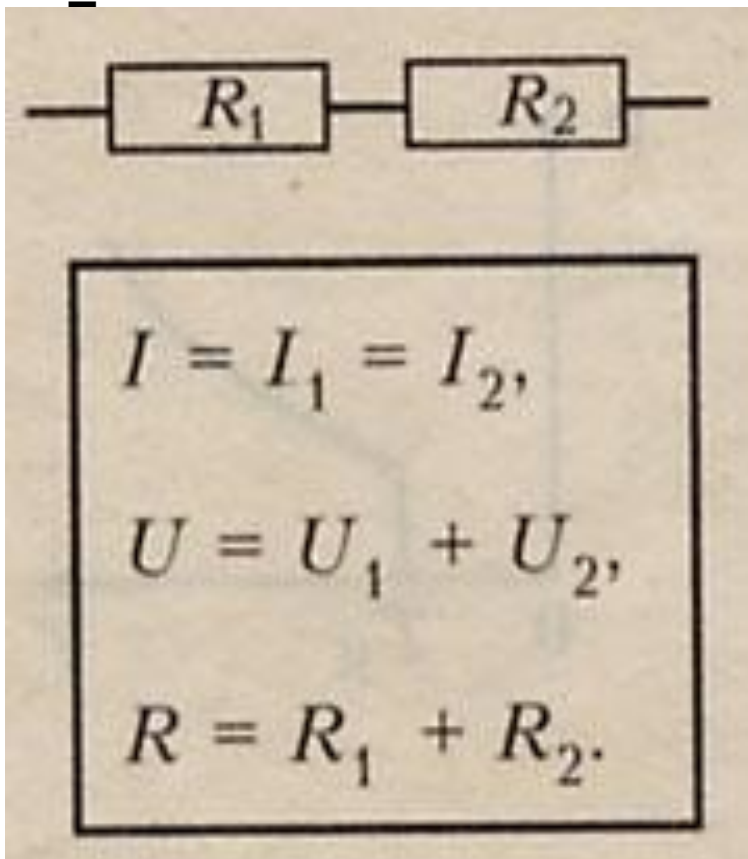
- Сила тока в проводнике прямо пропорциональна напряжению на концах проводника.
- $I \sim U$



На графике представлена зависимость силы тока в проводнике от напряжения.  
Определите по графику сопротивление проводника



# Виды соединения



Параллельное

