



Электрический заряд. Электризация.

Закон сохранения заряда. Закон Кулона

# План лекции

1. Что изучает электродинамика?
2. Что изучает электростатика?
3. Строение атома. Что такое ион?
4. Электризация.
5. Что такое электрический заряд? Два рода зарядов.  
Взаимодействие зарядов.
6. Элементарный заряд.
7. Делимость электрического заряда.
8. Закон сохранения заряда.
9. опыты Кулона. Закон Кулона.

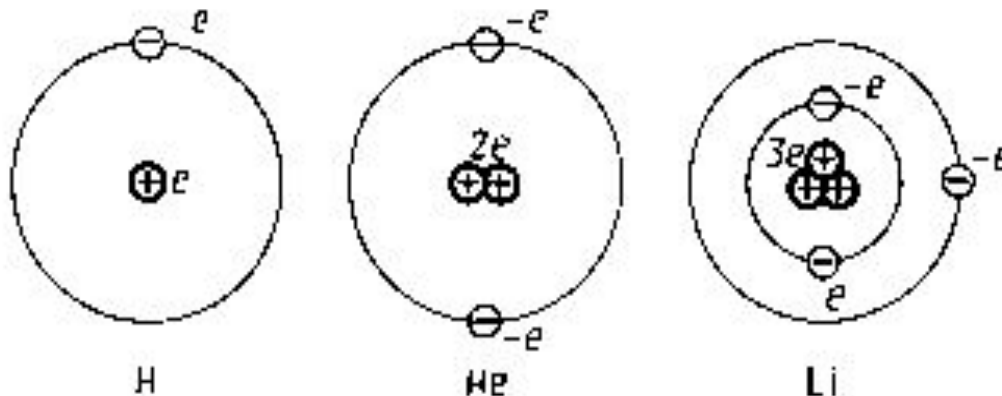


**Электродинамика** – раздел физики, изучающий законы взаимодействия электрических зарядов и действия на них электромагнитных полей.

**Электростатика** - раздел электродинамики, изучающий взаимодействие покоящихся электрических зарядов и действия на них электромагнитных полей.

# Строение атома:

Положительное **ядро**, вокруг которого вращаются отрицательные **электроны**.

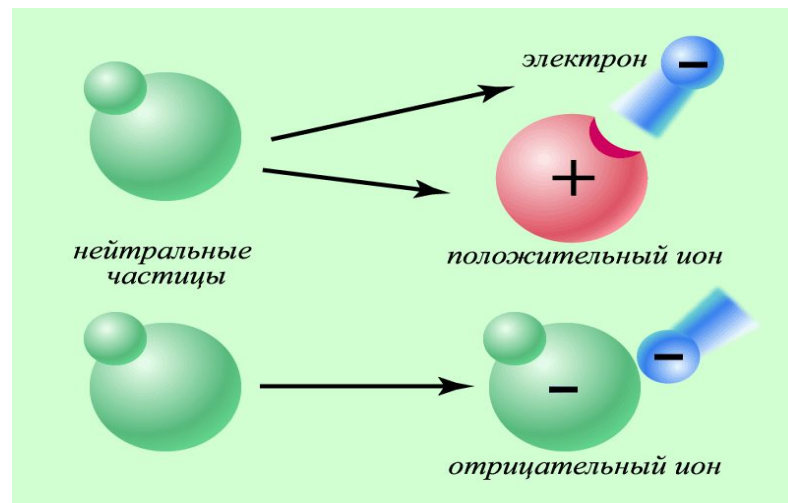
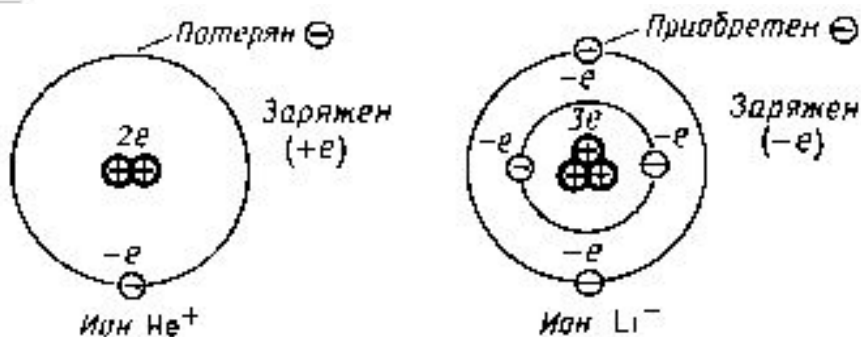


Заряд протона равен заряду электрона по величине.  
В обычных условиях тело **нейтрально**.

# Ион

Заряд тела положителен (+) - это значит, что не хватает электронов.

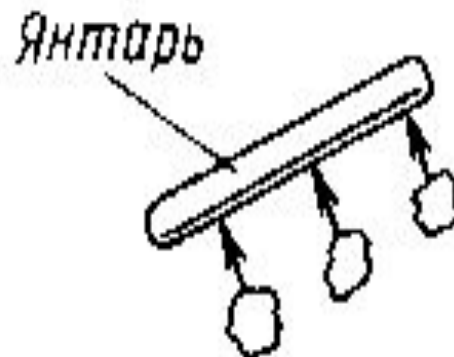
Атом с недостатком электронов - **положительный ион**.



Заряд тела отрицателен (-) - это значит, что избыток электронов.

Атом с избытком электронов - **отрицательный ион**.

В V в. до н.э. люди заметили , что пылинки притягиваются к натертому янтарю (электричество от греч. "электрон" - янтарь).

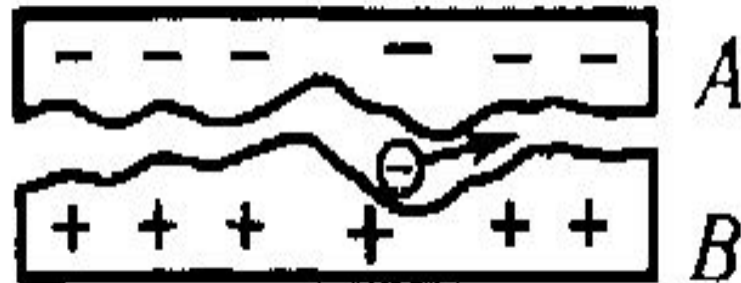


# Электризация

Тело, обладающее свойством притягивать к себе легкие тела, благодаря наличию на нем электрического заряда, называют наэлектризованным. Явление возникновения зарядов на телах называют **электризацией**.

**Электризация** - процесс сообщения телу электрического заряда.

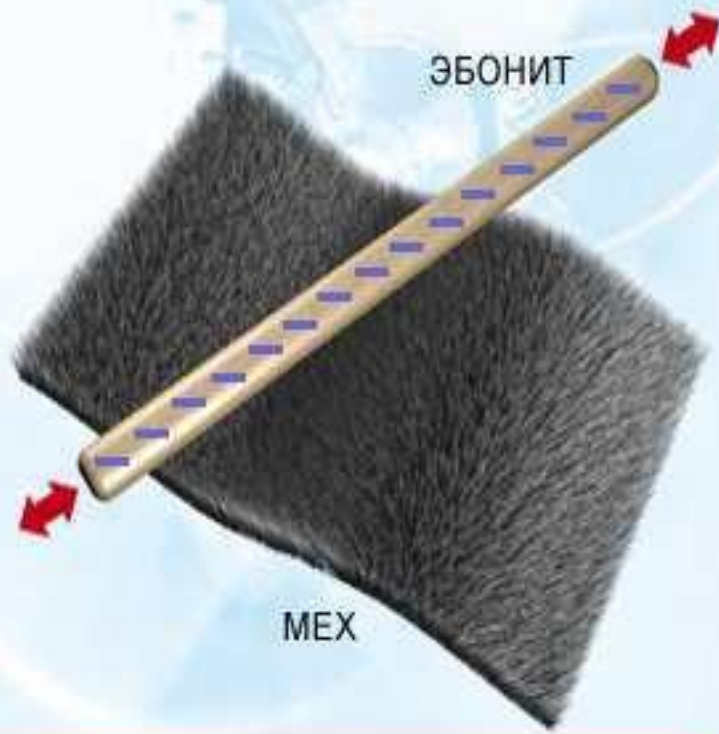
1. Электризация трением, ударом. Электроны переходят от тела В к телу А.







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



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



(+)

Силикон

Стекло

Плексиглас

Нейлон

Шерсть

Шерсть кошки

Шелк

Целлюлоза

Хлопок

Янтарь

Полиуретан

Полистирол

Поливинил

Тефлон

Эпоксидная смола

Натуральный каучук

Полиэтилен

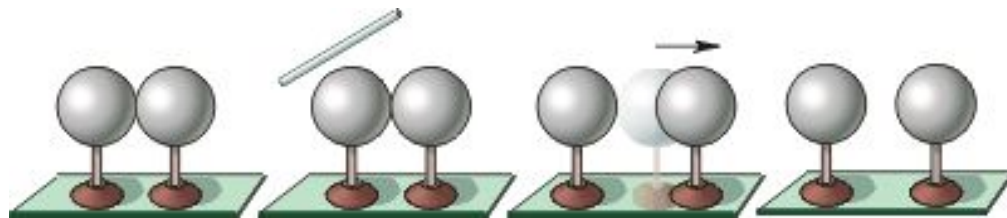
(-)

Любые тела взаимодействуют с наэлектризованными телами и сами электризуются.

### **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.

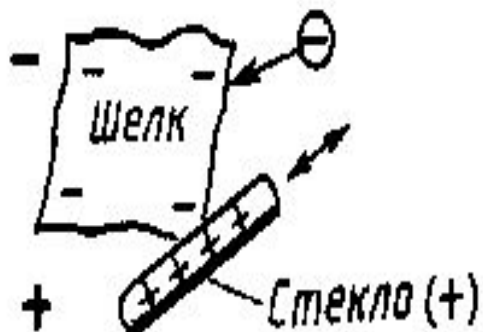
**2. Электризация через влияние (по индукции).**  
Например, подносим заряженную палочку к телу, не дотрагиваясь до него, а затем разделяем тела на две части. Обе половины будут заряжены противоположно.



# Электрический заряд.

-физическая величина, являющаяся количественной мерой электромагнитного взаимодействия. Тело обладает электрическим зарядом, если мы знаем, что при определенных условиях оно может притягиваться и отталкиваться.

Существует два "рода" зарядов, которые условно называют положительными (стекло, потертое о шелк) и отрицательными (эбонит потертый о шерсть).



Обозначение:  **$Q$  или  $q$** .

Единицы измерения в СИ:  **$[q] = \text{Кл}$**  1 (кулон).

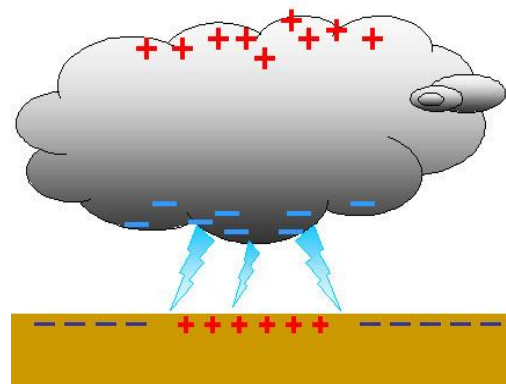
***(1 Кл - это заряд, проходящий через поперечное сечение проводника за 1 с при силе тока 1 А).***

Заряд 1 Кл - очень большой в электростатике.

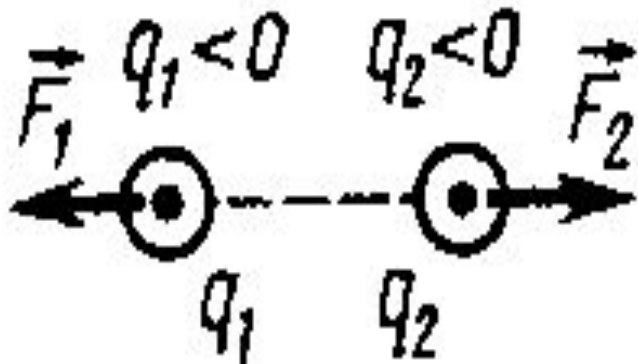
Обычные заряды мкКл, нКл.

(Заряд грозового облака  $10 \div 20$  Кл, в отдельных случаях - до 300 Кл.

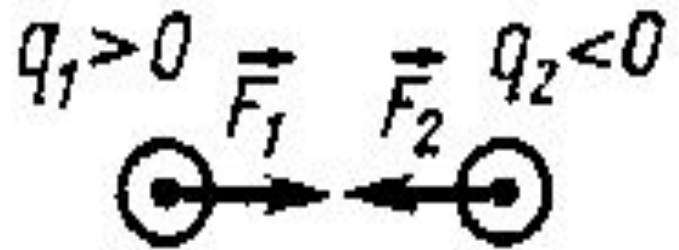
Земля имеет отрицательный заряд, равный  $5,7 \cdot 10^5$  Кл.)



## Два рода зарядов

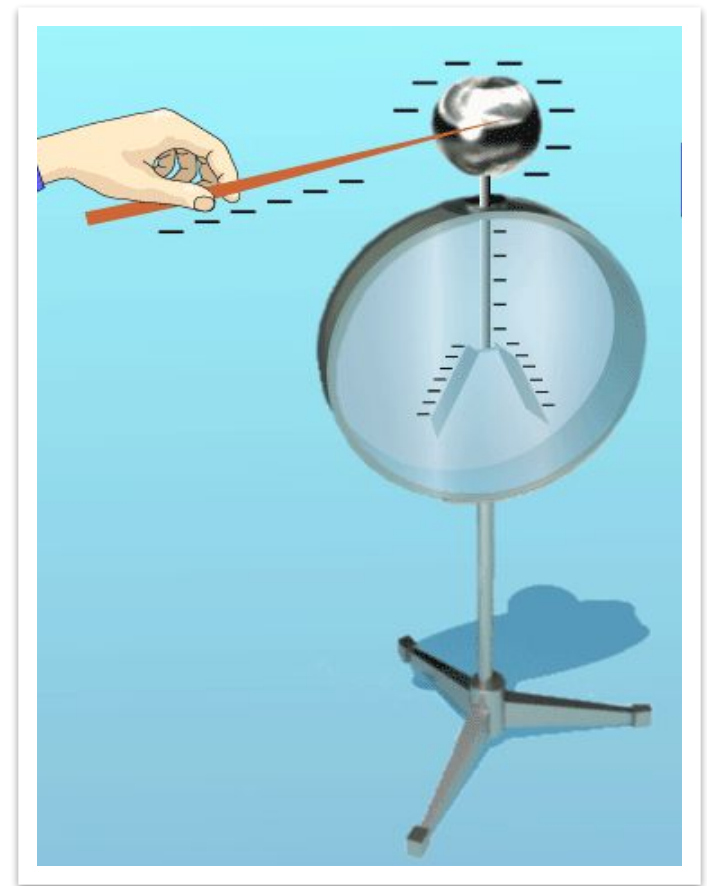
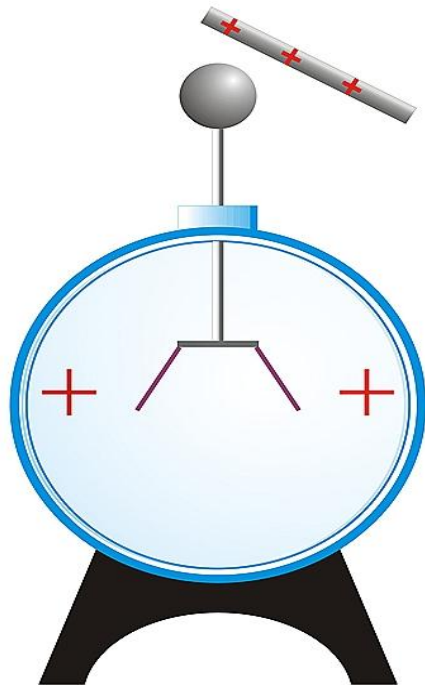


Одноименные



Разноименные

# Приборы для обнаружения заряда: электроскоп, электрометр



**В своих опытах доказали существование наименьшего  
электрического заряда**



**Милликен  
Роберт Эндрюс  
(1868-1953)**



**Иоффе  
Абрам Федорович  
(1880-1960)**



**Электрон – частица с наименьшим отрицательным зарядом.**

$$e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$m = 9,1 * 10^{-31} \text{ кг}$$

## Опыт Иоффе-Милликена.

**Цель опыта:** обнаружить элементарный электрический заряд.

**Опыт:** Маленькая капля масла облучается светом (ультрафиолетовыми лучами). В результате фотоэффекта она приобретает электрический заряд. Сила тяжести уравнивается электрической силой. По результатам опыта можно рассчитать отношение заряда частицы, выбиваемой с поверхности тела, к ее массе (удельный заряд).



Электрический заряд тела – **дискретная величина**:

*Модуль заряда тела определяется по формуле:*

$$Q = n \cdot e$$

*где  $e = 1,6 \times 10^{-19}$  Кл - элементарный заряд,  
 $n$ -количество избыточных (недостающих)  
электронов.*

# Делимость заряда!

$$\frac{q}{m} = \frac{e}{m_e} \approx 1,76 \cdot 10^{11} \frac{\text{Кл}}{\text{КГ}}$$

- удельный заряд электрона.

Величина "e" - элементарный заряд. В СИ  $e=1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл  
Такой заряд имеет электрон (-), протон (+), другие заряженные элементарные частицы.

*Любой электрический заряд, больший элементарного, выражается целым числом элементарных зарядов. Не существует (в рамках классической электродинамики) заряда, выраженного дробным числом элементарных зарядов. Т.е.  $q=Ne$ .*

# **Закон сохранения электрического заряда**

***В замкнутой системе  
алгебраическая сумма  
зарядов всех частиц  
остаётся неизменной.***

## Закон сохранения электрического заряда.

*Алгебраическая сумма зарядов, составляющих замкнутую систему, остается неизменной при любых взаимодействиях зарядов этой системы.*

$$\sum_{1}^{N} q = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + \dots = \text{const}$$

Систему называют **изолированной** или **замкнутой**, если в нее не вводятся или из нее не выводятся электрические заряды.

В телах заряды скомпенсированы очень точно. Если бы в теле человека зарядов одного знака было бы на 0,01% больше, чем зарядов другого, о сила взаимодействия между ними была бы равна силе притяжения между Землей и Солнцем.

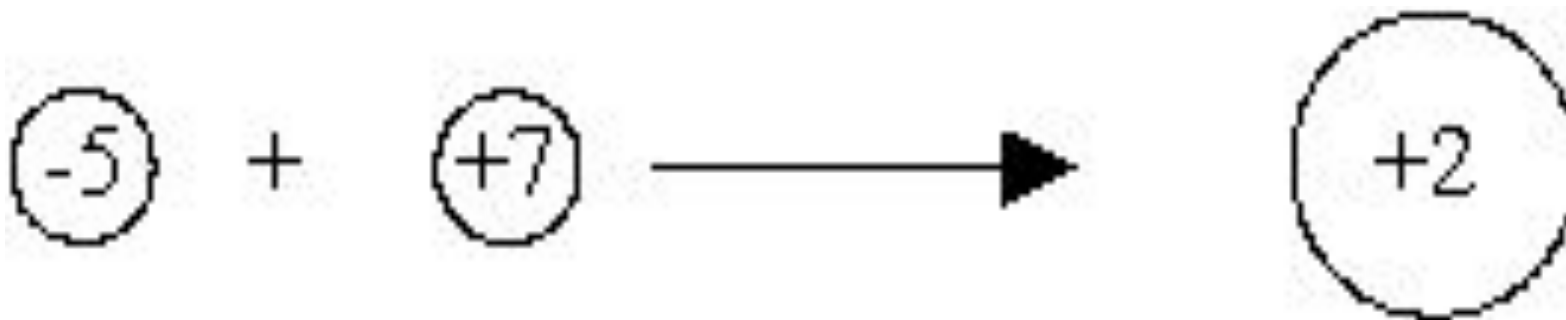
Если Вселенная имеет конечные размеры, то ее суммарный заряд должен быть равен нулю.

## Примеры выполнения закона сохранения заряда:

1. Заряженная капля делится на две равные капли.



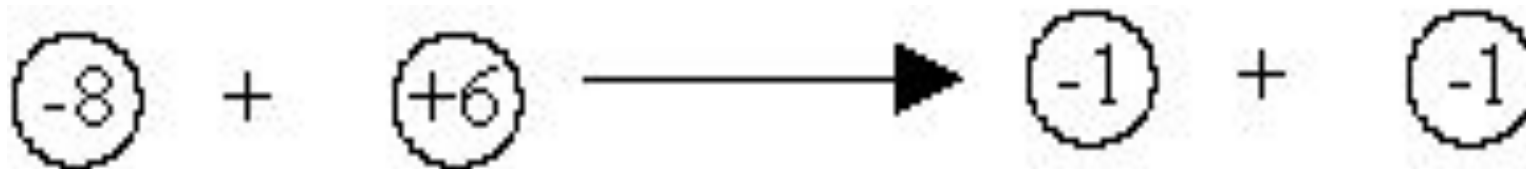
2. Соединение двух заряженных капель.



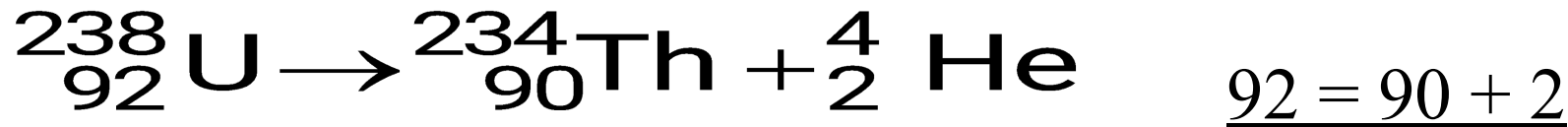
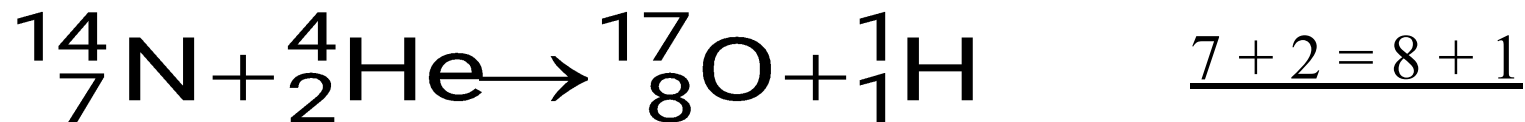


## Примеры выполнения закона сохранения заряда:

3. Соприкосновение заряженных шариков.



4. Ядерные реакции:

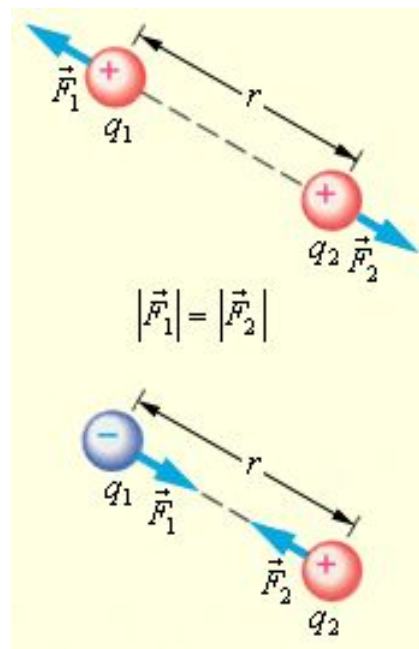
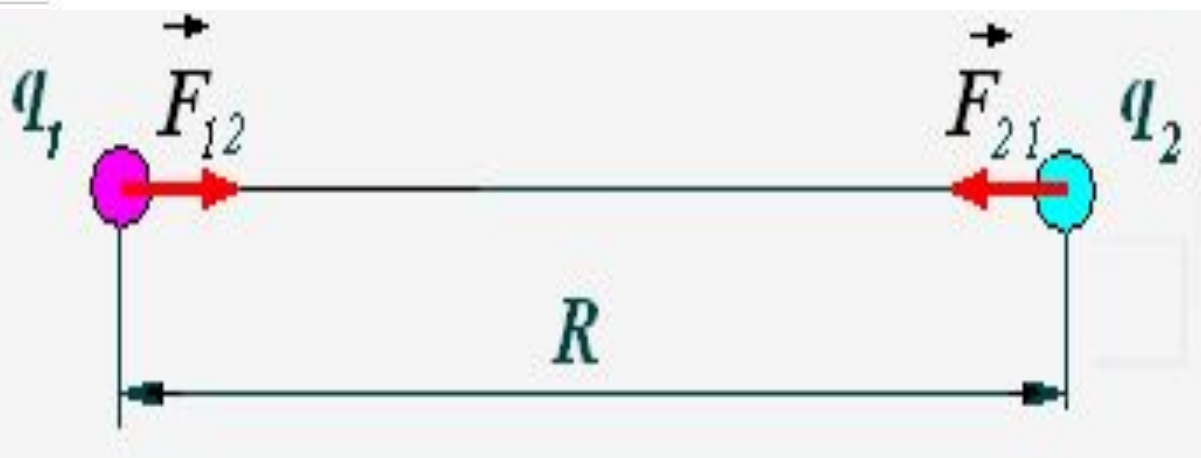


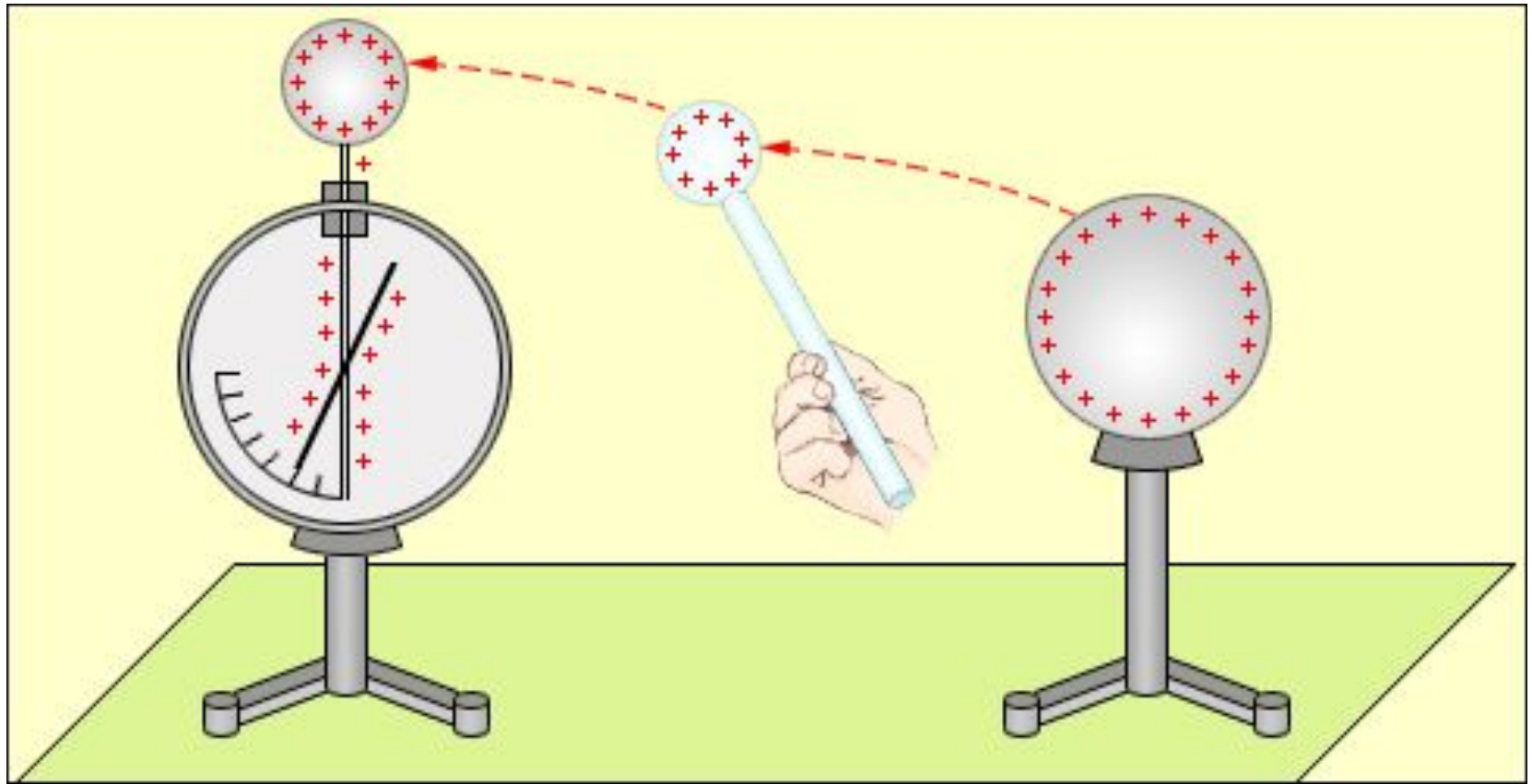
## Как взаимодействуют заряженные тела?

Мы можем наблюдать, что заряженные тела взаимодействуют (притягиваются или отталкиваются), находясь на некотором расстоянии друг от друга.

Взаимодействие неподвижных зарядов, находящихся на некотором расстоянии друг от друга, осуществляется посредством электрического поля, порожденного зарядами.

Это взаимодействие происходит не мгновенно, а распространяется в вакууме со скоростью  $c$ .



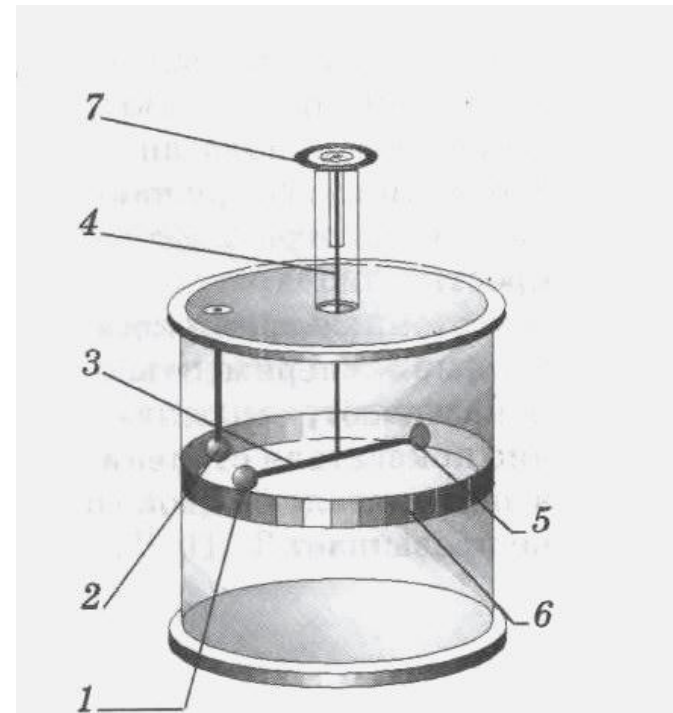


**Перенос заряда с заряженного тела на электромметр.**

Впервые закон взаимодействия неподвижных зарядов был установлен французским физиком Ш. Кулоном (1785 г.). Кулон измерял силы притяжения и отталкивания заряженных шариков с помощью сконструированного им прибора – крутильных весов.

Крутильные весы:

1. Незаряженная сфера
2. Неподвижная заряженная сфера
3. Легкий изолирующий стержень
4. Упругая нить
5. Бумажный диск
6. Шкала



# ***Электрическое поле-***

**особая форма материи,  
существующая около  
электрических зарядов.**

## ***Главное свойство поля-***

**действовать с некоторой силой на  
электрический заряд, помещённый в  
данную точку поля.**

## Закон Кулона



$$F = k \frac{|Q_1| \cdot |Q_2|}{R^2}$$

Сила взаимодействия двух точечных неподвижных зарядов в вакууме прямо пропорциональна произведению модулей этих зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния между зарядами.

$$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$$

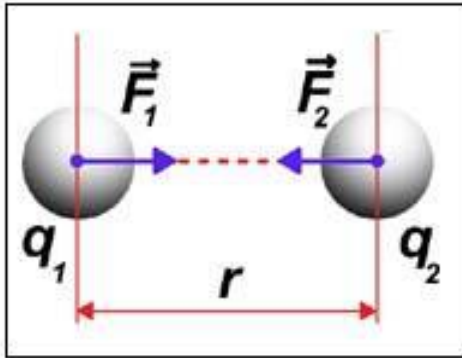
$$\text{где } \varepsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{Нм}^2}$$

*электрическая постоянная,*

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



# Закон Кулона



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

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

**Точечный заряд-  
заряженная материальная точка**



# **1 Кулон (Кл)-**

**заряд , проходящий за 1с через  
поперечное сечение проводника при  
силе тока 1 Ампер**

**Минимальный заряд-  
заряд элементарных частиц**

# Напряженность электрического поля –

силовая характеристика электростатического поля.

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

- Напряженность электростатического поля – векторная физическая величина, равная отношению силы Кулона, с которой поле действует на пробный положительный заряд, помещенный в данную точку поля, к величине этого заряда.
- Единица напряженности – ньютон на кулон

Напряженность поля, созданного точечным положительным зарядом  $Q$ , в точке, находящейся на расстоянии  $r$  от него.

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

## Направление вектора напряженности.

- Направление вектора напряженности совпадает с направлением силы Кулона, действующей на единичный положительный заряд, помещенный в данную точку поля.

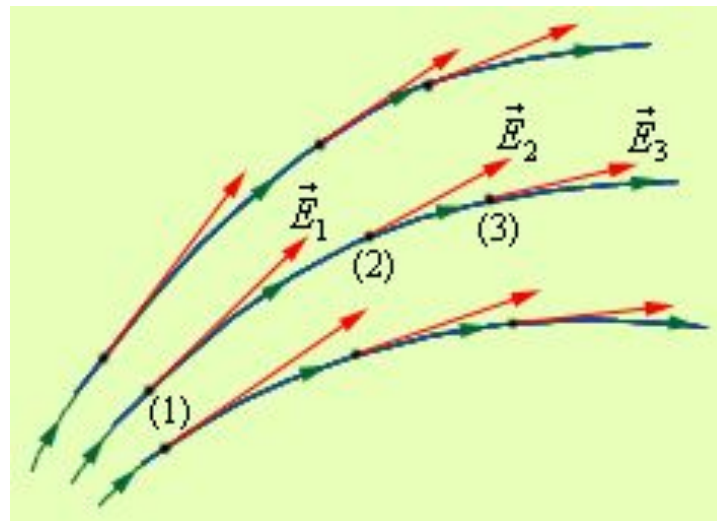


# Линии напряжённости

( силовые линии)

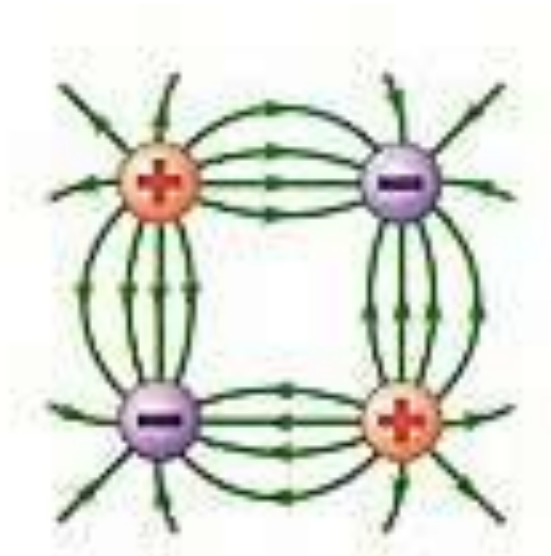
электрического поля-

*линии , касательные к которым в каждой точке, совпадают с векторами напряжённости*

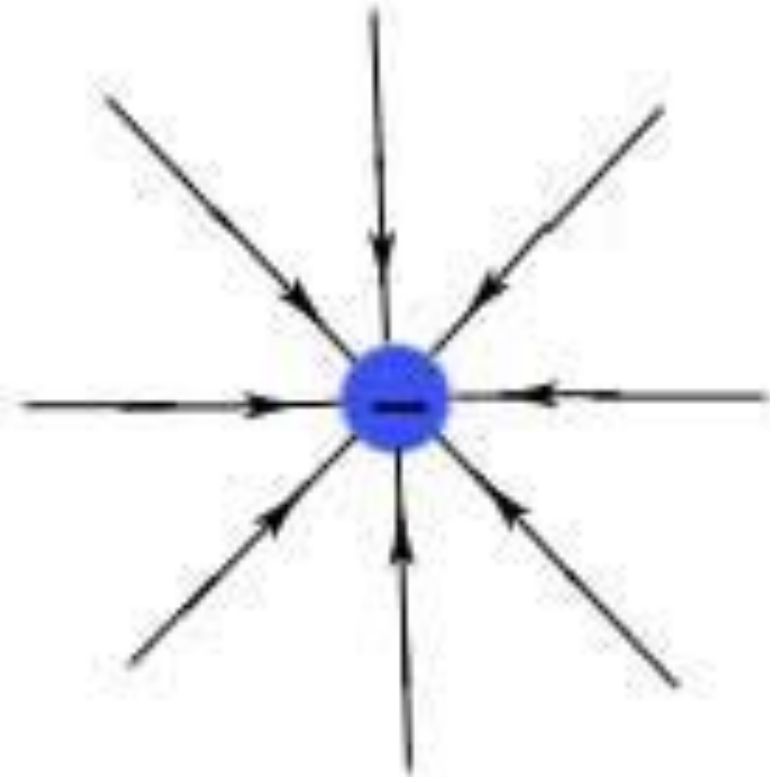


# **Свойства линий напряжённости**

- 1. Линии не замкнуты. Начинаются на +, заканчиваются на –**
- 2. Линии не пересекаются**
- 3. Где линии гуще, поле сильнее**



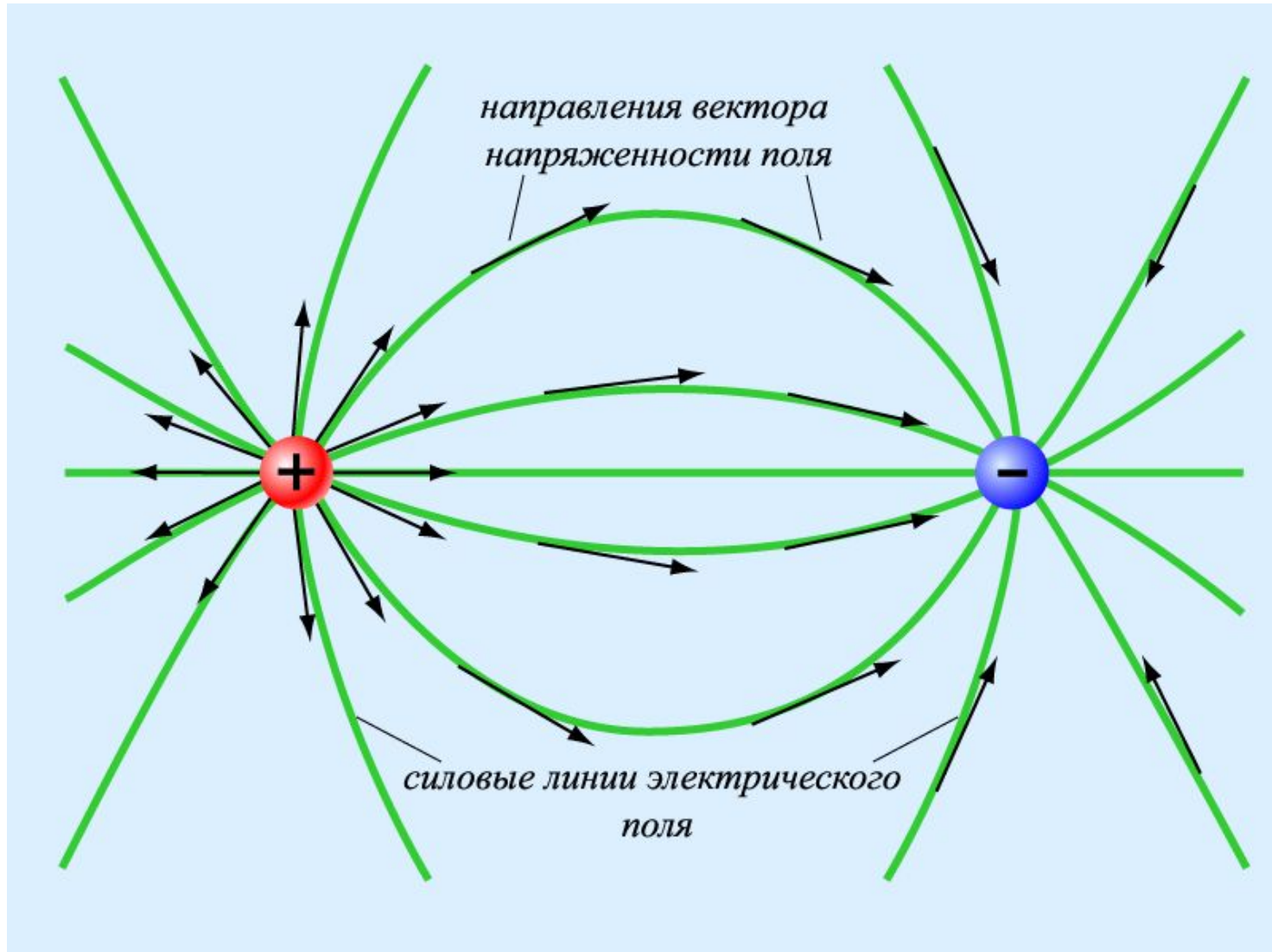
# Напряжённость точечного заряда



- Положительный заряд является источником линий напряженности – линии напряженности выходят из изолированного положительного заряда в бесконечность.
- Отрицательный заряд является стоком линий напряженности – линии напряженности входят в изолированный отрицательный заряд из бесконечности.



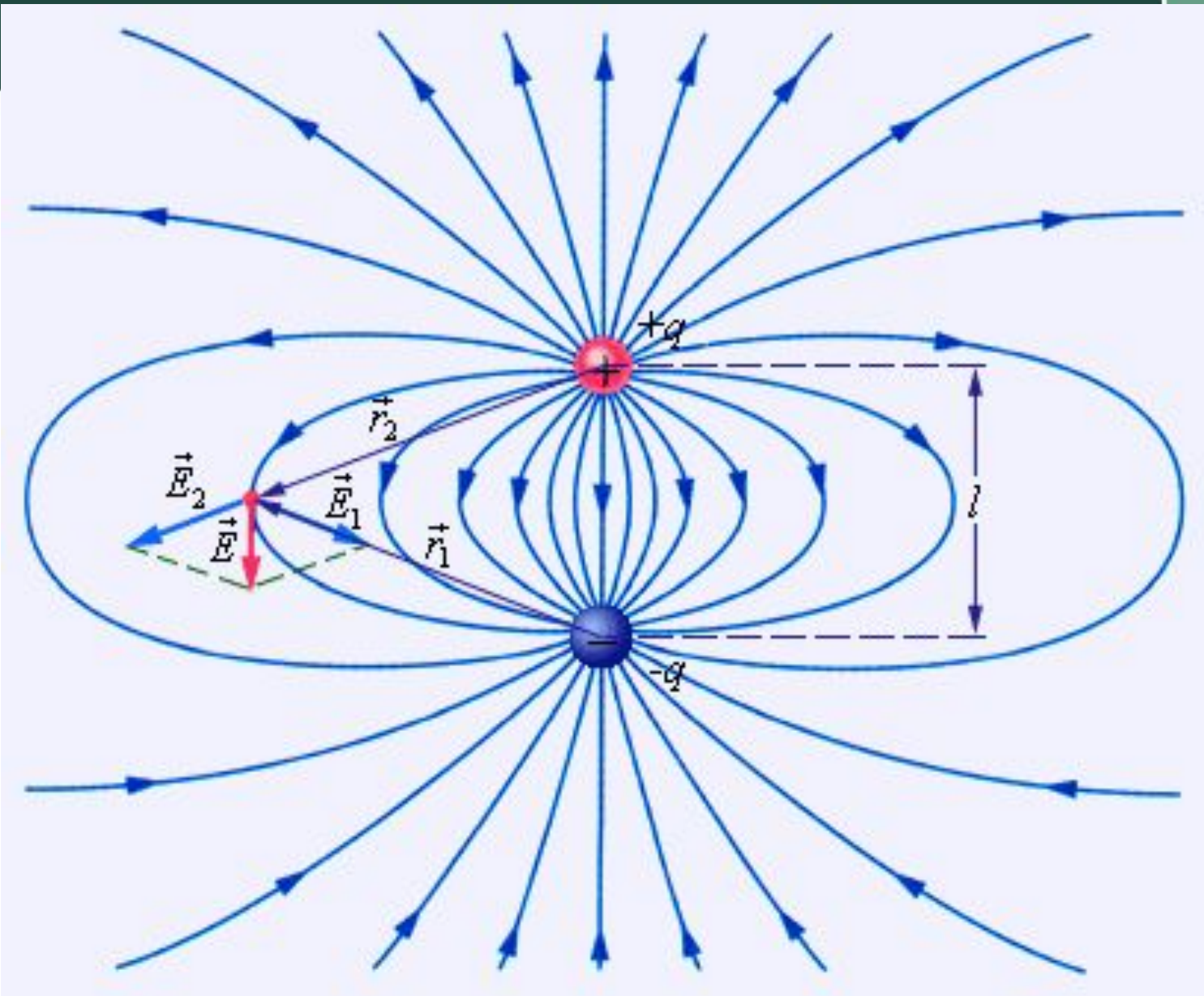
# Линии напряжённости двух точечных зарядов

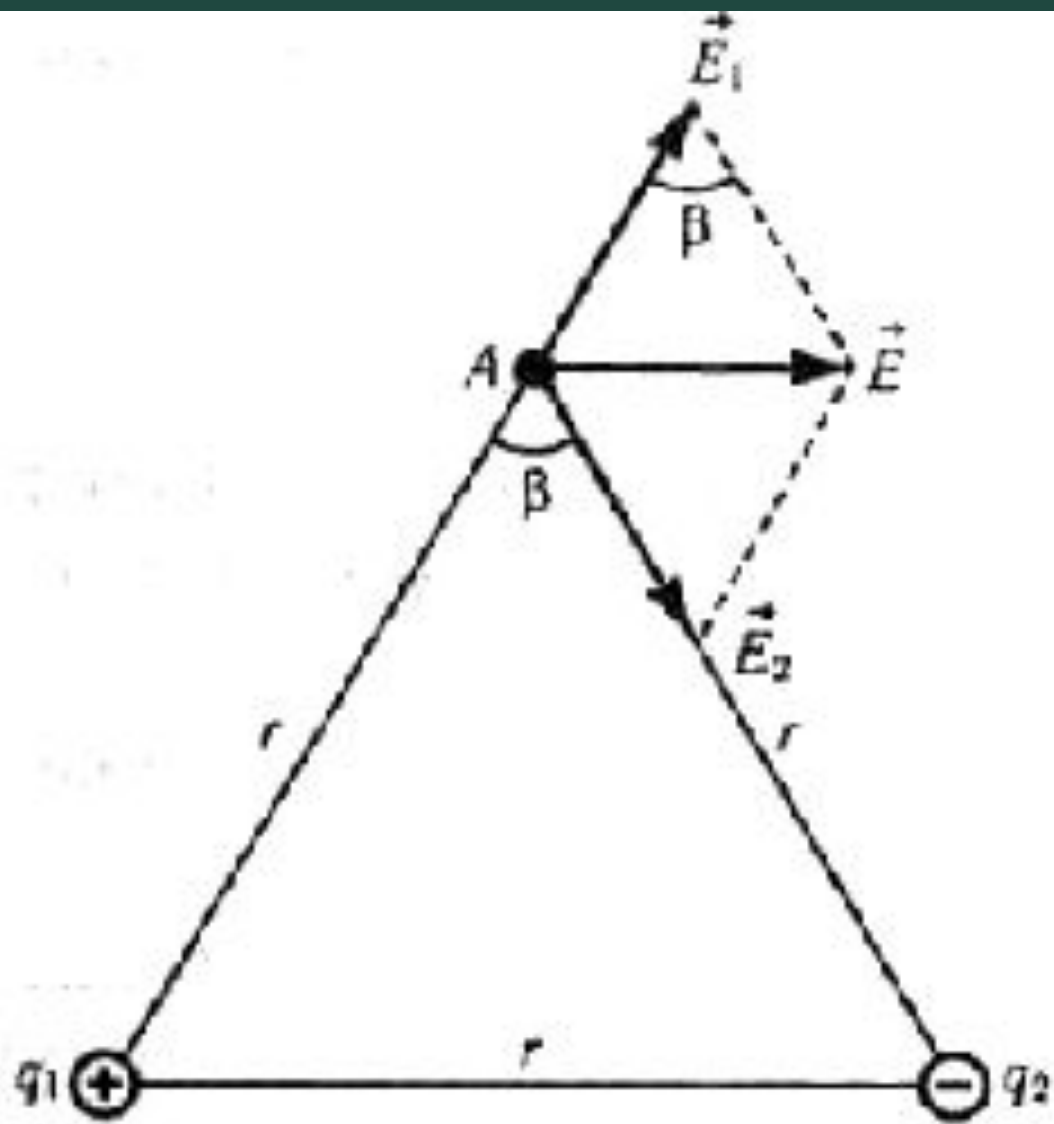


# **Принцип суперпозиции полей**

**Напряжённость электрического поля,  
создаваемого системой зарядов,  
равна векторной сумме  
напряжённостей полей,  
создаваемых каждым зарядом в  
отдельности.**

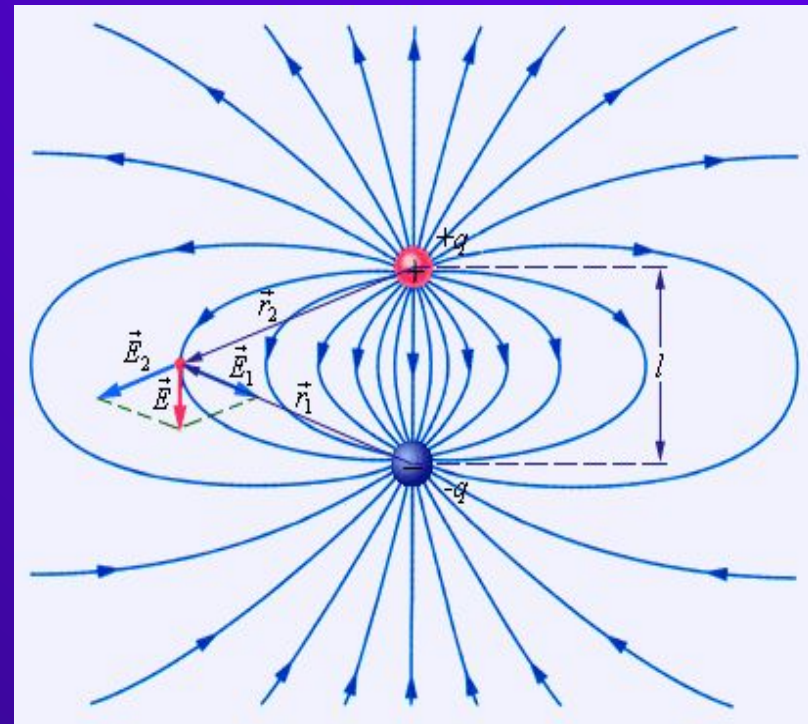
$$\begin{array}{ccc} \rightarrow & \rightarrow & \rightarrow \\ E & = & E_1 + E_2 + \dots \end{array}$$





## Силовые линии поля электрического диполя.

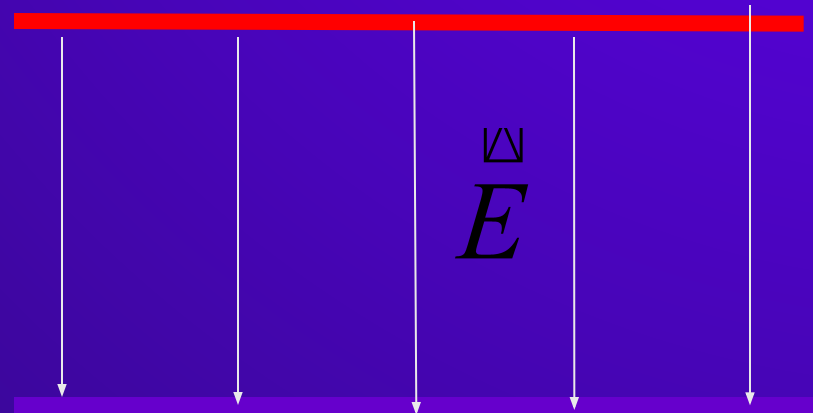
- ◆ Электрический диполь – система, состоящая из двух равных по модулю разноименных точечных зарядов.
- ◆ Плечо диполя – отрезок прямой длиной  $l$ , соединяющий заряды.






## Однородное электрическое поле.

- ◆ Если расстояние между линиями напряженности в некоторой области пространства одинаково (линии параллельны), то одинакова и напряженность поля в этой области.
- ◆ Электрическое поле, векторы напряженности которого **одинаковы** во всех точках пространства, называется **однородным**.





Задача № 1. В некоторой точке поля на заряд  $2\text{нКл}$  действует сила  $0.4\text{мкН}$ . Найти напряженность поля в этой точке.

*Дано :*

$$q = 2\text{нКл} = 2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$$

$$F = 0.4\text{мкН} = 0.4 \cdot 10^{-6} \text{ Н}$$

---

*Найти :*

$E - ?$


---

*Решение :*

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

$$E = \frac{0.4 \cdot 10^{-6} \text{ Н}}{2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}} = 0.2 \cdot 10^3 \frac{\text{Н}}{\text{Кл}} = 200 \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}.$$

*Ответ :*  $E = 200 \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}.$



Задача №2. Какая сила действует на заряд 12 нКл, помещенный в точку, в которой напряженность электрического поля равна 2кН/Кл?

*Дано :*

$$q = 12 \text{ нКл} = 12 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$$

$$E = 2 \frac{\text{кН}}{\text{Кл}} = 2 \cdot 10^3 \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}$$

---

*Найти :*

$F - ?$

---

*Решение :*

$$E = \frac{F}{q} \Rightarrow F = E \cdot q;$$

$$F = 2 \cdot 10^3 \frac{\text{Н}}{\text{Кл}} \cdot 12 \cdot 10^{-9} \text{ Кл} = 24 \cdot 10^{-6} \text{ Н} = 24 \text{ мкН}.$$

*Ответ :*  $F = 24 \text{ мкН}.$





Задача №3. С каким ускорением движется электрон в поле с напряженностью  $10 \text{ кН/Кл}$ ?

Дано :

$$q = |e| = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$E = 10 \frac{\text{кН}}{\text{Кл}} = 10^4 \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}$$

$$m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

Найти :

$a - ?$

Решение :

$$a = \frac{F}{m_e};$$

$$F = q \cdot E;$$

$$a = \frac{q \cdot E}{m_e};$$

$$a = \frac{1.6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 10^4 \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}}{9.1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}} = 1.76 \cdot 10^{15} \frac{\text{М}}{\text{с}^2}.$$

$$\text{Ответ: } a = 1.76 \cdot 10^{15} \frac{\text{М}}{\text{с}^2}.$$



Задача № 4. Найти напряженность поля заряда 36 нКл в точке, удаленной от заряда на 9 см.

*Дано :*

$$Q = 36 \text{ нКл} = 36 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$$

$$r = 9 \text{ см} = 9 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

---

*Найти :*

$E - ?$

---

*Решение :*

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

$$E = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{36 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}}{81 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2} = 4 \cdot 10^4 \frac{\text{Н}}{\text{Кл}} = 40 \frac{\text{кН}}{\text{Кл}}.$$

*Ответ :*  $E = 40 \frac{\text{кН}}{\text{Кл}}.$

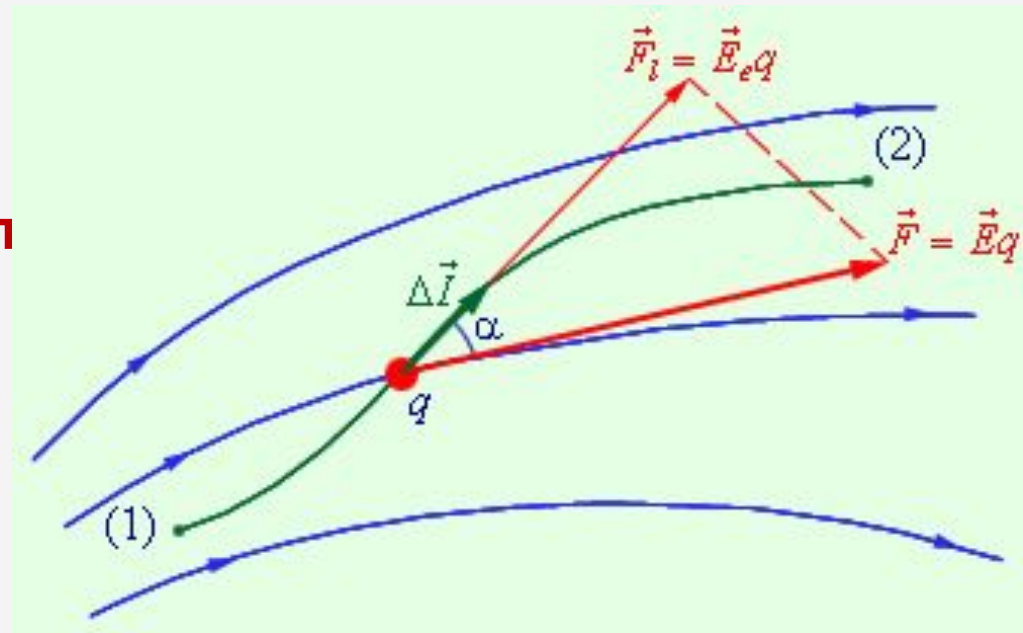
# Потенциальность электростатического поля

При **перемещении** пробного заряда  $q$  в электрическом поле электрические силы совершают **работу**.

Работа сил электростатического поля при перемещении заряда из одной точки поля в другую **не зависит от формы траектории**, а определяется только положением начальной и конечной точек и величиной заряда.

Работа сил электростатического поля при перемещении заряда **по любой замкнутой траектории равна нулю**.

$$\Delta A = \vec{F} \cdot \Delta \vec{l} \cdot \cos \alpha = E q \Delta l \cos \alpha = E_1 q \Delta l.$$



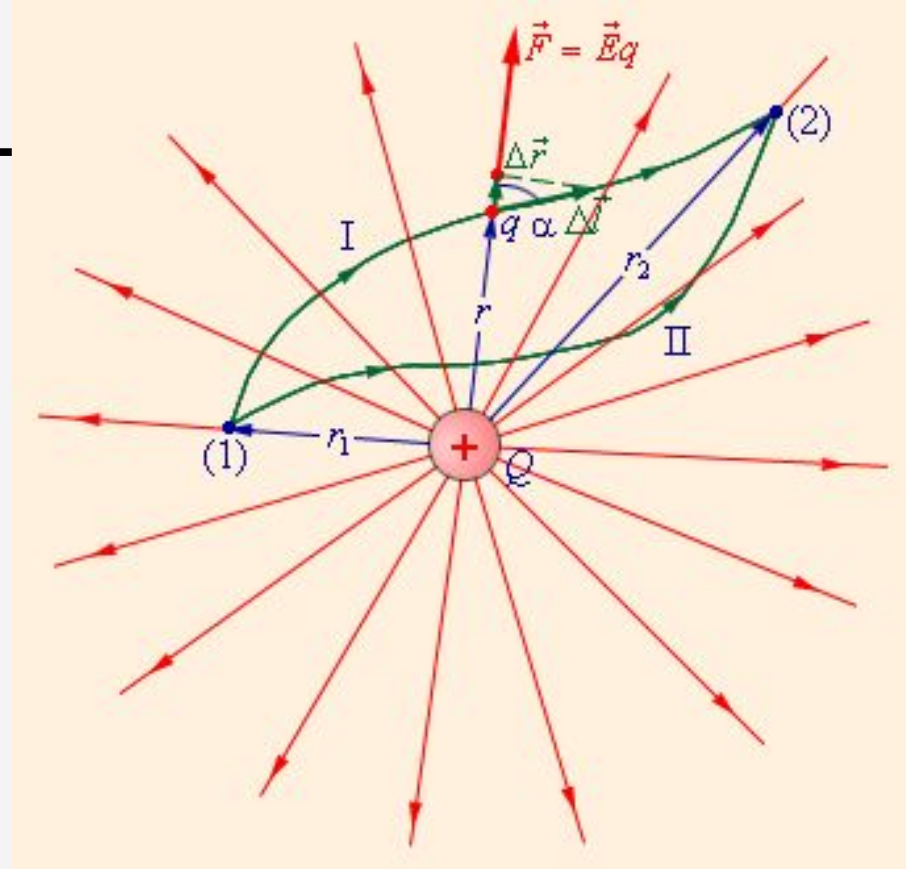
**Работа электрических сил** при малом перемещении заряда  $q$

# Потенциальность электростатического

## О ПОЛЯ

- Силовые поля, работа сил которых при перемещении заряда **по любой замкнутой траектории равна нулю**, называют **потенциальными** или **консервативными**.
- **Потенциальная энергия** заряда  $q$ , помещенного в любую точку (1) пространства, относительно фиксированной точки (0) **равна работе  $A_{10}$** , которую совершит электрическое поле при **перемещении заряда  $q$**  из точки (1) в точку (0):

- $W_{p1} = A_{10}$



**Работа**, совершаемая электрическим полем при перемещении точечного заряда  $q$  из точки (1) в точку (2), **равна разности значений потенциальной энергии** в этих точках и **не зависит от пути перемещения** заряда и от выбора точки (0).

$$A_{12} = A_{10} + A_{02} = A_{10} - A_{20} = W_{p1} - W_{p2}$$

# Потенциал электрического поля.

## Разность потенциалов

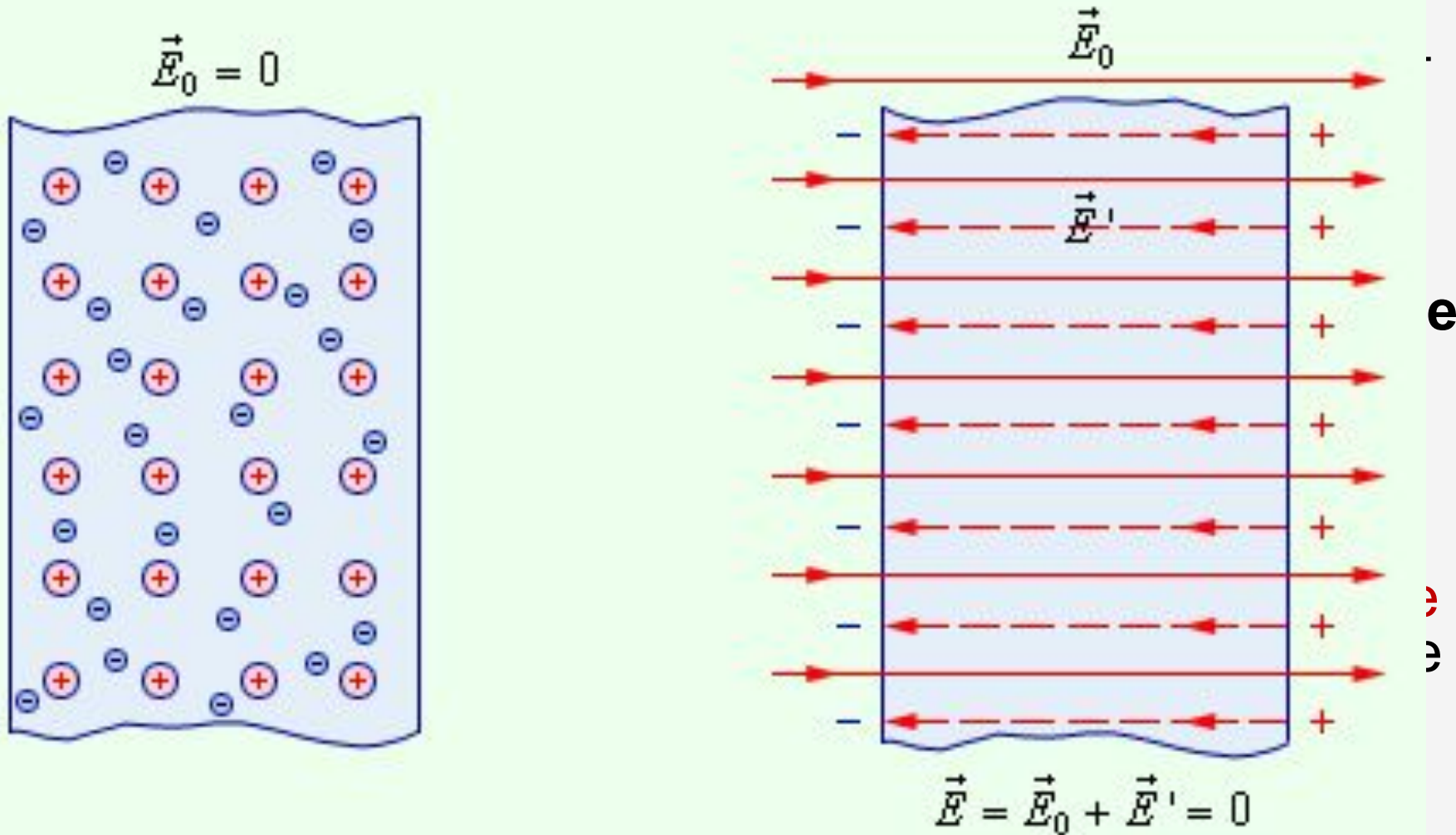
$$\varphi = \frac{W_p}{q}$$

- Физическую величину, равную **отношению потенциальной энергии** электрического заряда в электростатическом поле к величине этого **заряда**, называют **потенциалом  $\varphi$  электрического поля**:
- Потенциал  $\varphi$  является **энергетической характеристикой** электростатического поля.
- В Международной системе единиц (СИ) единицей потенциала является вольт (В):  
 **$1 \text{ В} = 1 \text{ Дж} / 1 \text{ Кл}$** .

$$\varphi_{\infty} = \frac{A_{\infty}}{q}$$

- Работа  $A_{12}$  по перемещению электрического заряда  $q$  из начальной точки (1) в конечную точку (2) равна **произведению заряда на разность потенциалов  $(\varphi_1 - \varphi_2)$**  начальной и конечной точек:
  - **$A_{12} = q(\varphi_1 - \varphi_2)$**
- **Потенциал** поля в данной точке пространства равен **работе**, которую совершают электрические силы **при удалении** единичного положительного заряда **из данной точки в бесконечность**.

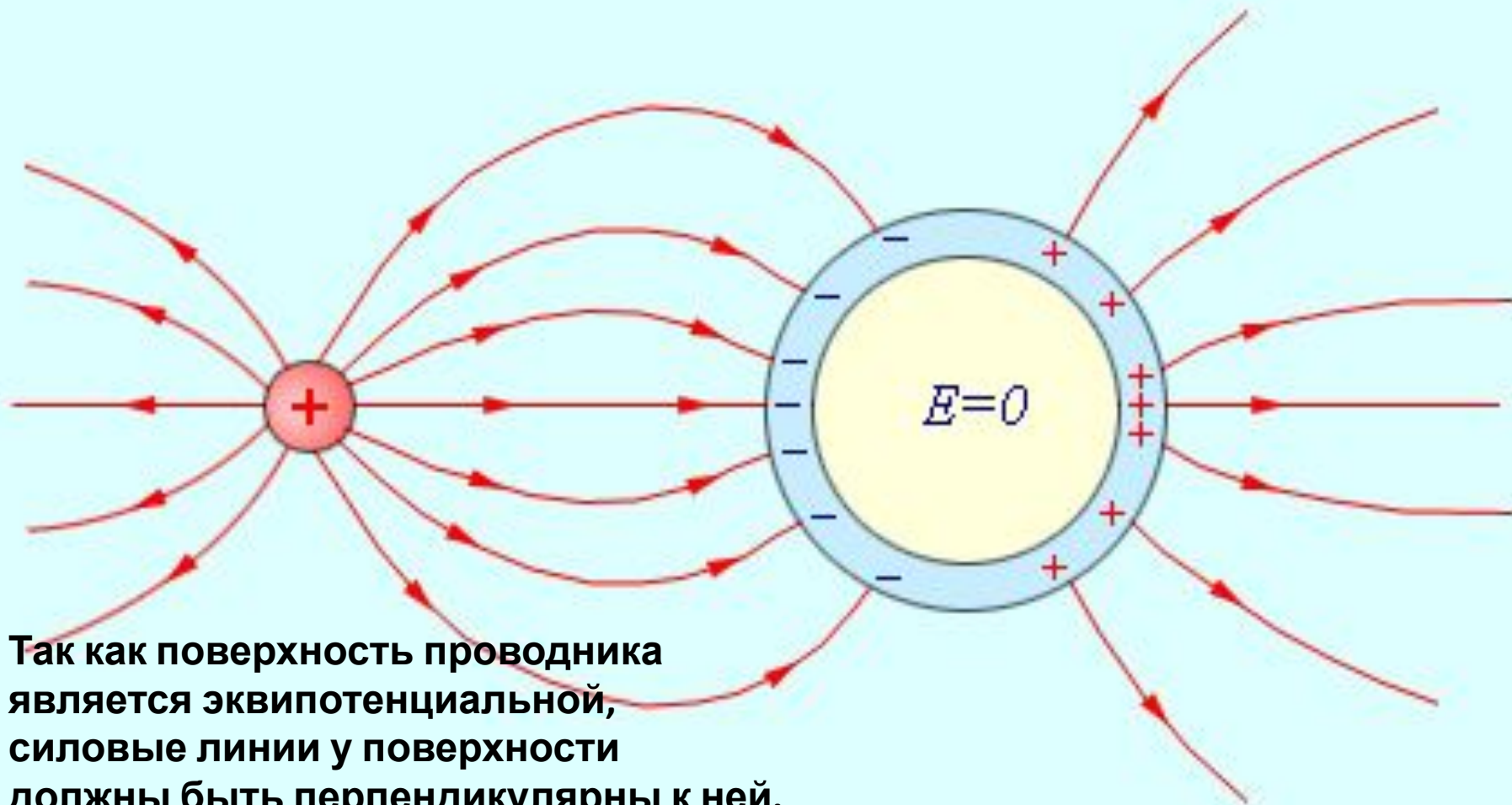
# Проводники в электрическом поле



точках одинаковы и равны потенциалу на поверхности проводника.



# Проводники в электрическом поле

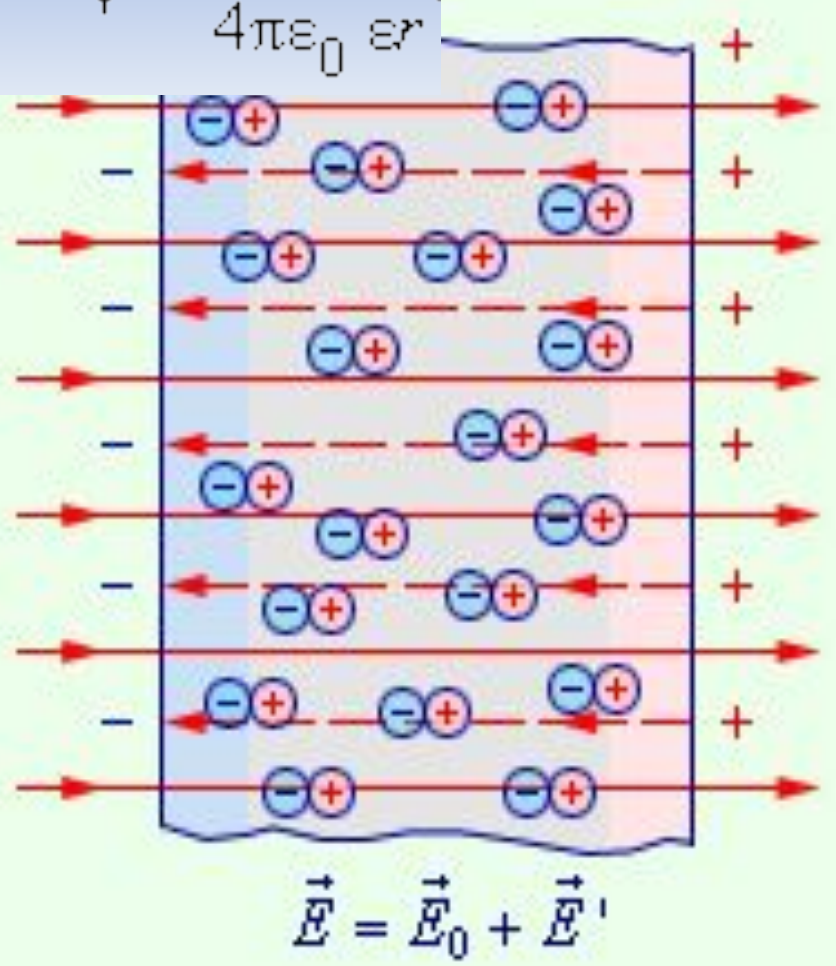
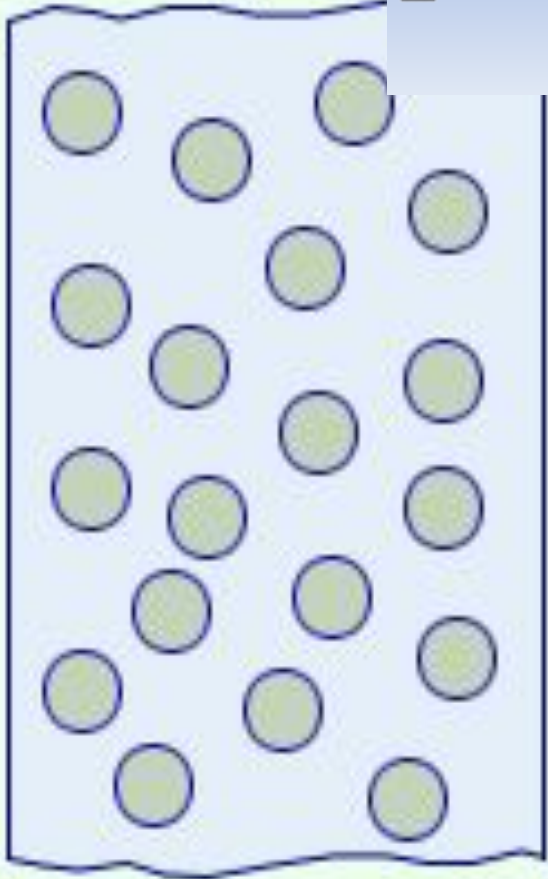


Так как поверхность проводника является эквипотенциальной, силовые линии у поверхности должны быть перпендикулярны к ней.

Если в однородном диэлектрике с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  находится точечный заряд  $Q$ , то напряженность поля создаваемого этим зарядом в некоторой точке, и потенциал  $\varphi$  в  $\epsilon$  раз меньше, чем в вакууме:

$$E \rightarrow = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{\epsilon r^3} \rightarrow$$

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





**В сильном электрическом поле (при большом напряжении) диэлектрик (например воздух) становится проводящим. Наступает так называемый пробой диэлектрика: между проводниками проскакивает искра и они разряжаются. Чем меньше увеличивается напряжение между проводниками с увеличением их зарядов, тем больше заряд на них можно накопить.**

$$E \sim q$$

$$U \sim E$$

$$U \sim q$$

Напряжение  $U$  между двумя проводниками пропорционально электрическим зарядам, которые находятся на проводниках (на одном  $+|q|$ , а на другом  $-|q|$ ). Действительно, если заряды удвоить, то напряженность электрического поля станет в 2 раза больше, следовательно, в 2 раза увеличится и работа, совершаемая полем при перемещении заряда, т. е. в 2 раза увеличится напряжение. Поэтому отношение заряда  $q$  одного из проводников (на другом находится такой же по модулю заряд) к разности потенциалов между этим проводником и соседним не зависит от заряда. Оно определяется геометрическими размерами проводников, их формой и взаимным расположением, а также электрическими свойствами окружающей среды.

Это позволяет ввести понятие электроемкости двух проводников.

# Электрическая емкость. Конденсатор

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

- **Электроемкостью** системы из двух проводников называется физическая величина, определяемая как **отношение заряда  $q$  одного из проводников к разности потенциалов  $\Delta\varphi$**  между ними:
- **Конденсатором** называется система двух проводников, разделенных слоем диэлектрика,
- а проводники, составляющие конденсатор, называются **обкладками**

В системе СИ единица емкости называется *фарад* (Ф):

$$1 \text{ Ф} = 1 \text{ Кл/1В}$$

1 Ф –это емкость двух проводников равна единице если при сообщении им зарядов +1 Кл и -1 Кл между ними возникает разность потенциалов 1 В

$$1 \text{ мкФ} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$$

$$1 \text{ нФ} = 1 \cdot 10^{-9} \text{ Ф}$$

$$1 \text{ пФ} = 1 \cdot 10^{-12} \text{ Ф}$$

# Различные типы конденсаторов:


По изменению емкости:

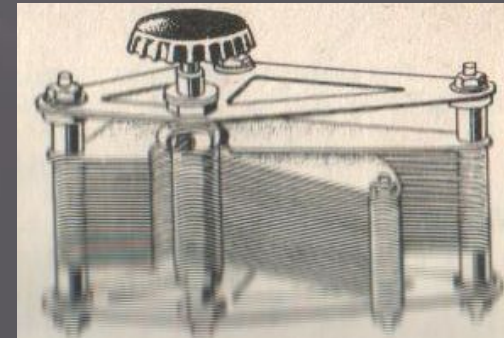
постоянные (емкость не меняется)  
переменные (изменяя физические свойства, меняем емкость).

-По форме обкладок: плоские, цилиндрические, сферические.

По типу диэлектрика: газовые, жидкостные, с твердым диэлектриком.

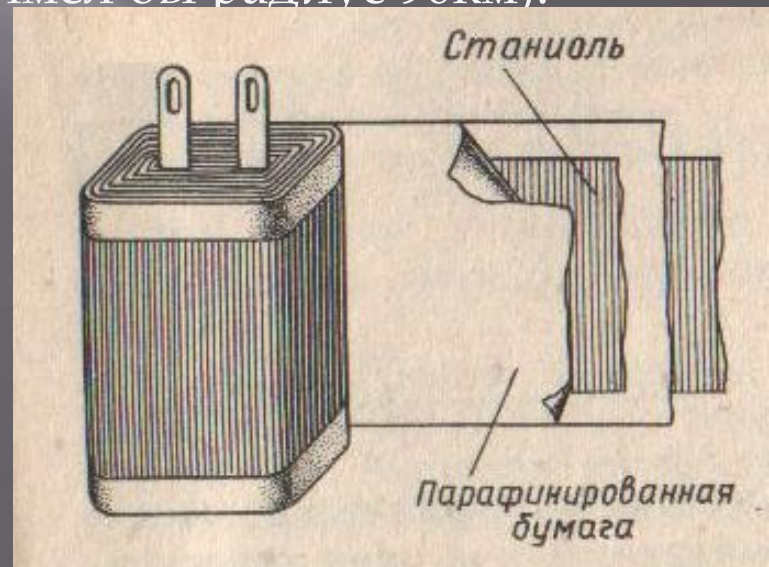
По виду диэлектрика: стеклянные, бумажные, слюдяные, керамические, электролитические.

Конденсатор	
постоянный неполярный	переменный
	
постоянный полярный	подстроечный
	



# Бумажный конденсатор

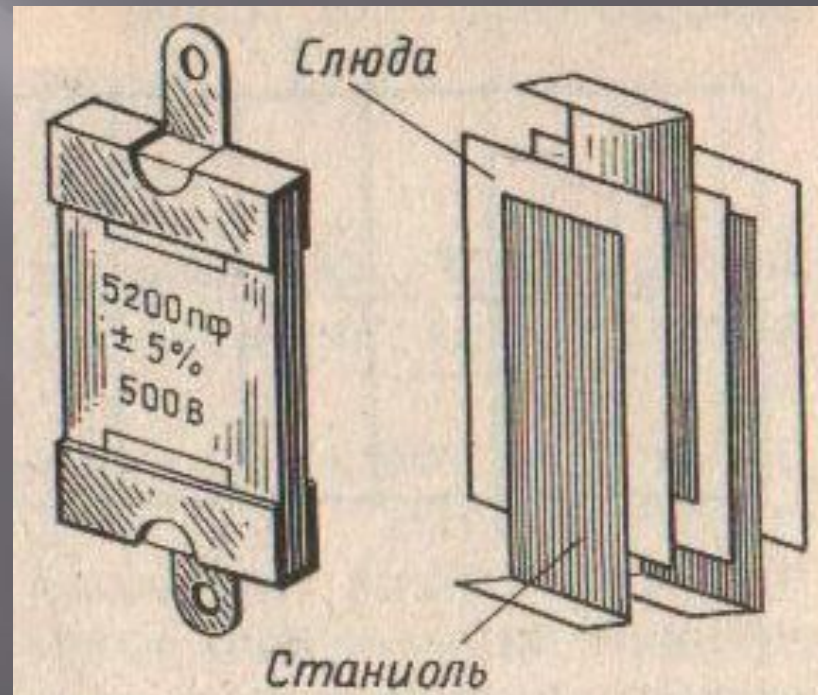
В настоящее время широко применяются бумажные конденсаторы для напряжений в несколько сот вольт и ёмкостью в несколько микрофард. В таких конденсаторах обкладками служат две длинные ленты тонкой металлической фольги, а изолирующей прокладкой между ними – несколько более широкая бумажная лента, пропитанная парафином. Бумажной лентой покрывается одна из обкладок, затем ленты туго свёртываются в рулон и укладываются в специальный корпус. Такой конденсатор, имея размеры спичечного коробка, обладает ёмкостью 10мкФ (металлический шар такой ёмкости имел бы радиус 90км).





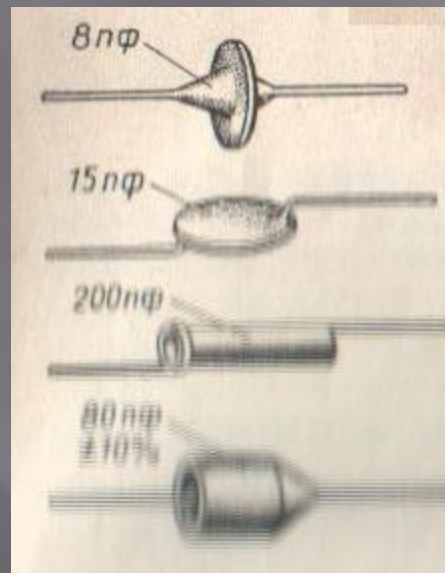
# Слюдяной конденсатор

В радиотехнике применяются слюдяные конденсаторы небольшой ёмкости (от десятков до десятков тысяч пикофарад). В них листки станиоля прокладываются слюдой так, что все нечётные листки станиоля, соединённые вместе, образуют одну обкладку конденсатора, тогда как чётные листки образуют другую обкладку. Эти конденсаторы могут работать при напряжениях от сотен до тысяч вольт.



# Керамический конденсатор

В последнее время слюдяные конденсаторы в радиотехнике начали заменять керамическими. Диэлектриком в них служит специальная керамика. Обкладки керамических конденсаторов изготавливаются в виде слоя серебра, нанесённого на поверхность керамики и защищённого слоем лака. Керамические конденсаторы изготавливаются на ёмкости от единиц до сотен пикофарад и на напряжении от сотен до тысяч вольт.





# Электролитические конденсаторы

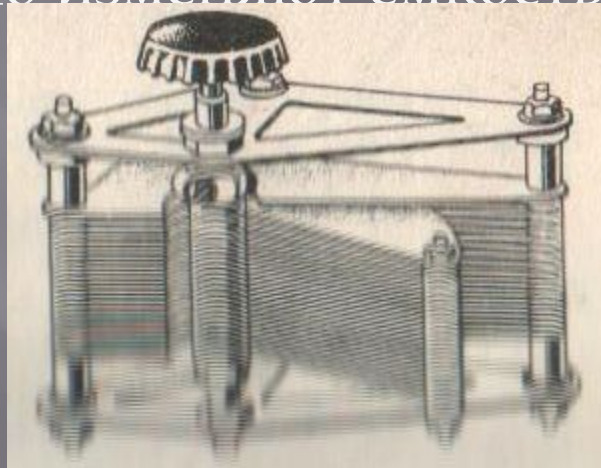
Широкое распространение получили так называемые электролитические конденсаторы, диэлектриком в которых служит очень тонкая пленка оксидов, покрывающих одну из обкладок (полосу фольги). Второй обкладкой служит бумага пропитанная раствором электролита. Эти конденсаторы имеют большую ёмкость (до нескольких тысяч микрофард)



# Конденсаторы переменной

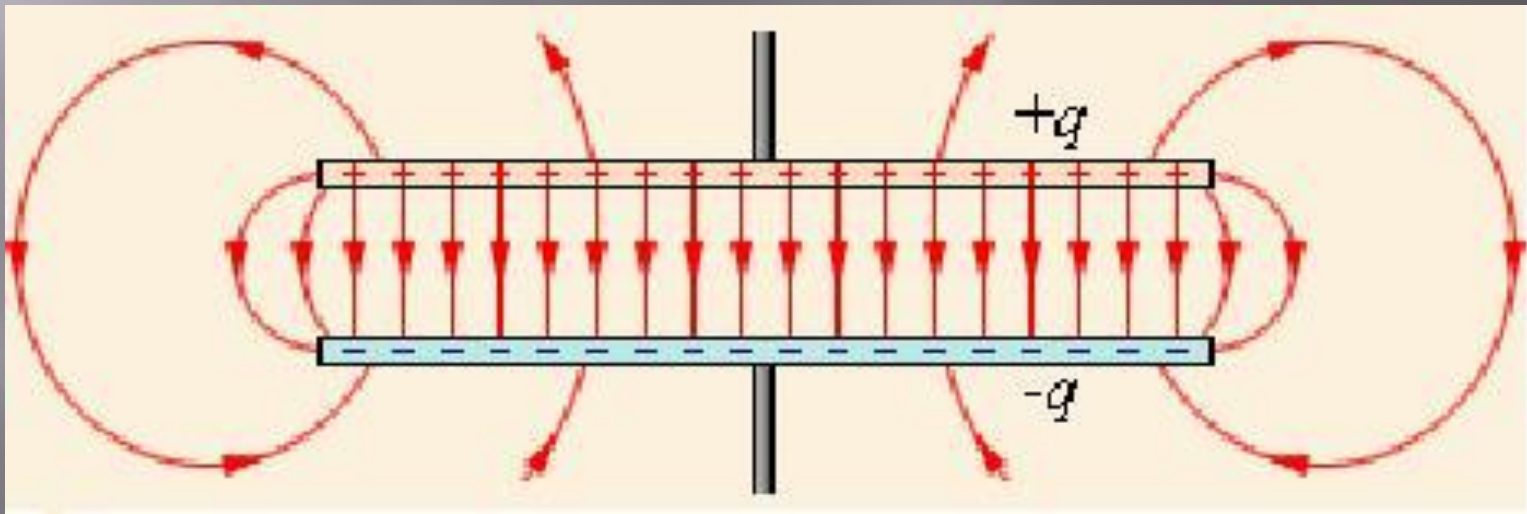
## ёмкости

Часто используются конденсаторы переменной емкости с воздушным диэлектриком. Они состоят из двух систем металлических пластин, изолированных друг от друга. Одна система пластин неподвижна, вторая может вращаться вокруг оси. Вращая подвижную систему, плавно изменяют ёмкость конденсатора.



# Плоский конденсатор

Простейший конденсатор – система из двух плоских проводящих пластин, расположенных параллельно друг другу на малом по сравнению с размерами пластин расстоянии и разделенных слоем диэлектрика. Такой конденсатор называется **плоским**. Электрическое поле плоского конденсатора в основном сосредоточено между пластинами.



# Применение конденсаторов

2. В радиотехнической технике – для получения импульсов большей мощности.

3. В телефонии и телеграфии – для разделения цепей переменного и постоянного токов, разделения токов различной частоты.

4. В автоматике и телемеханике – для создания датчиков на емкостном принципе, разделения цепей постоянного и пульсирующего токов.

5. В технике счетно-решающих устройств – в специальных запоминающих устройствах и т.д.

6. В электроизмерительной технике – для создания образцов емкости, получения переменной емкости (магазины емкости и лабораторные переменные конденсаторы), создания измерительных приборов на емкостном принципе и т. д.

7. В лазерной технике – для получения мощных импульсов.

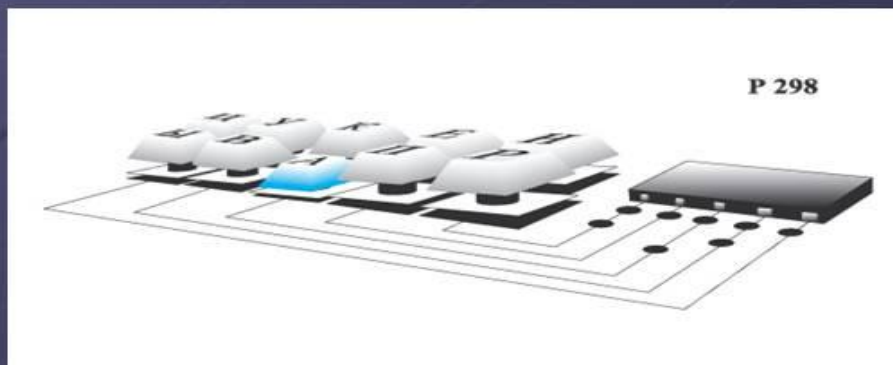
8. В электроэнергетике: для защиты от перенапряжений, для улучшения коэффициента мощности, для пуска конденсаторных двигателей, для электрической сварки разрядом, люминесцентные лампы

# Применение конденсаторов



ФОТОВСПЫШКИ

В КЛАВИАТУРЕ  
КОМПЬЮТЕРА





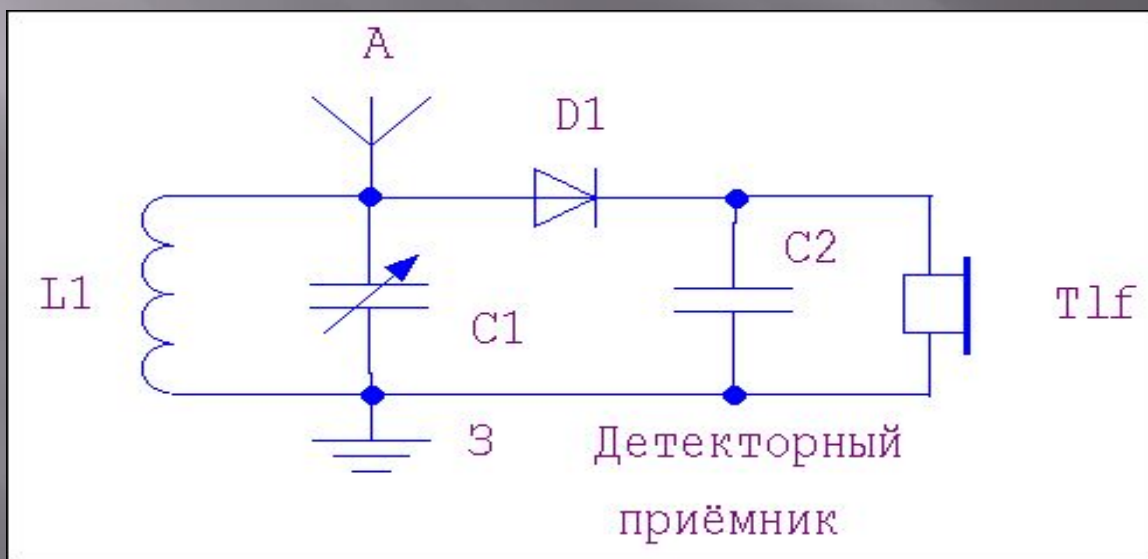
# Применение конденсаторов

В лазерной технике – для получения  
МОЩНЫХ ИМПУЛЬСОВ



# Применение конденсаторов

1. В радиотехнической и телевизионной аппаратуре – для создания колебательных контуров, их настройки, блокировки.

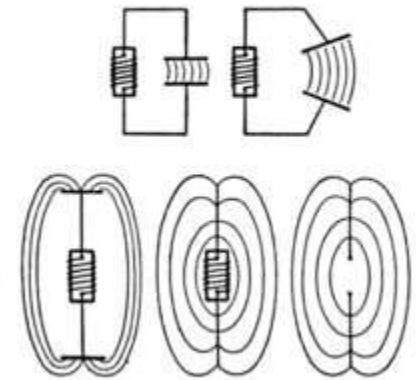


# Применение конденсаторов В радиолокационной технике



## Открытый колебательный контур

Если раздвигать пластины конденсатора, интенсивность излучения электромагнитных волн в окружающее пространство будет возрастать, а замкнутый колебательный контур превратится в открытый.

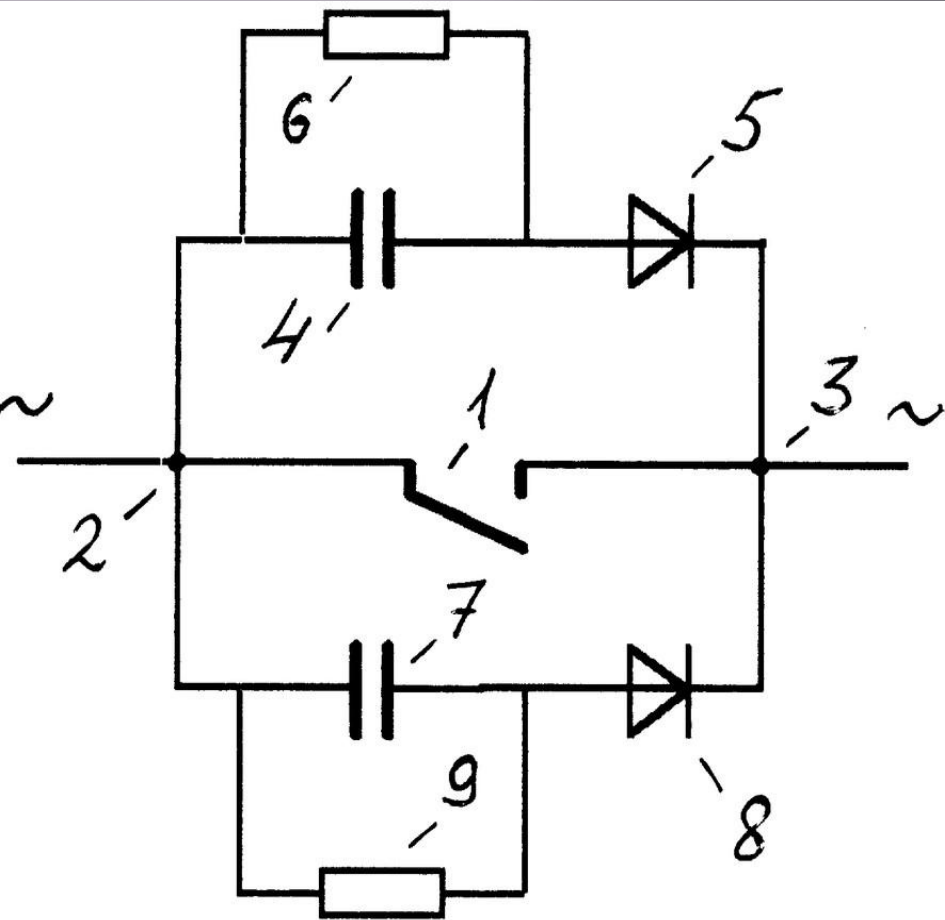




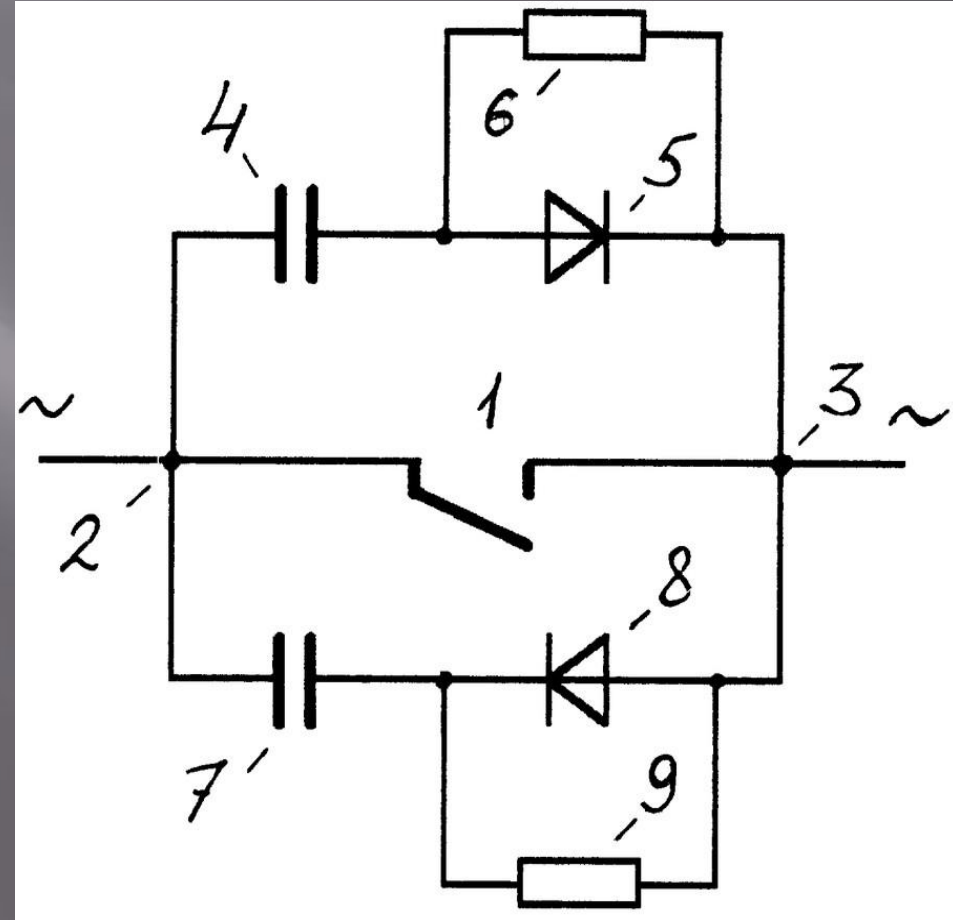
# Применение конденсаторов

В автоматике и телемеханике

Искрогашение в цепи переменного тока



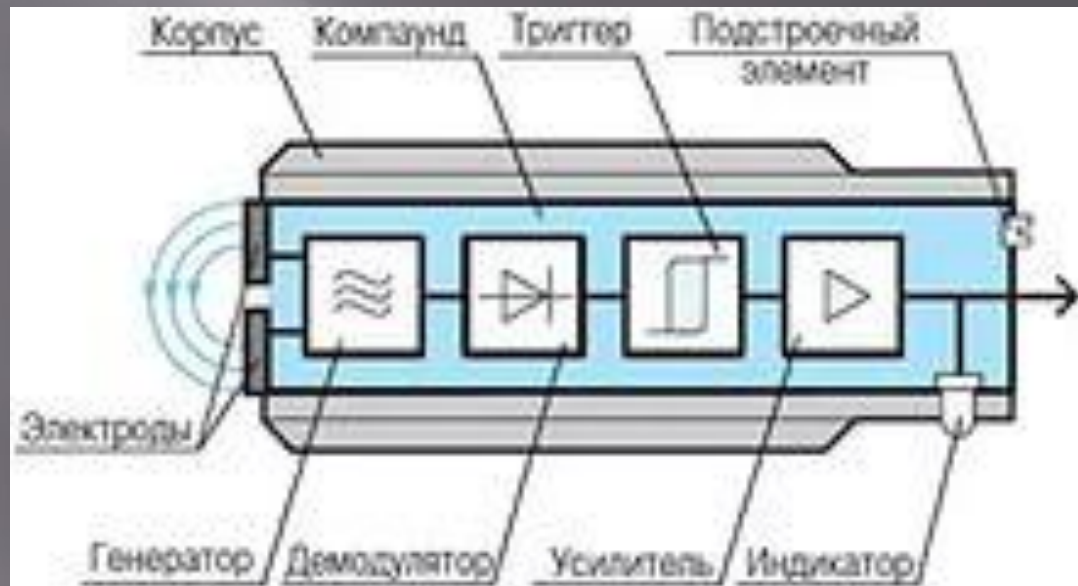
ФИГ. 2



ФИГ. 1

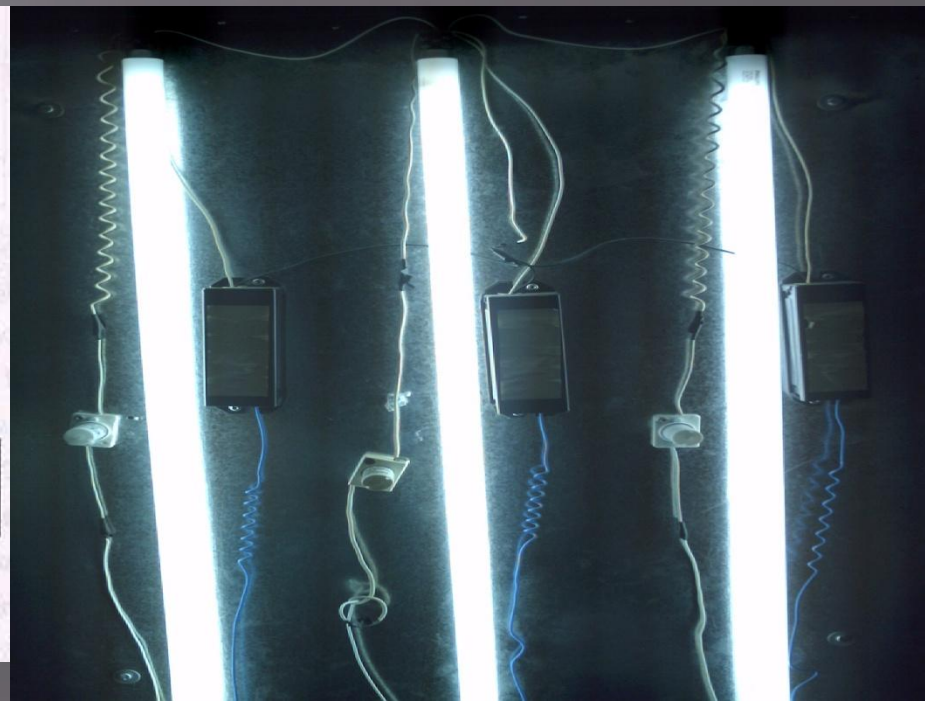
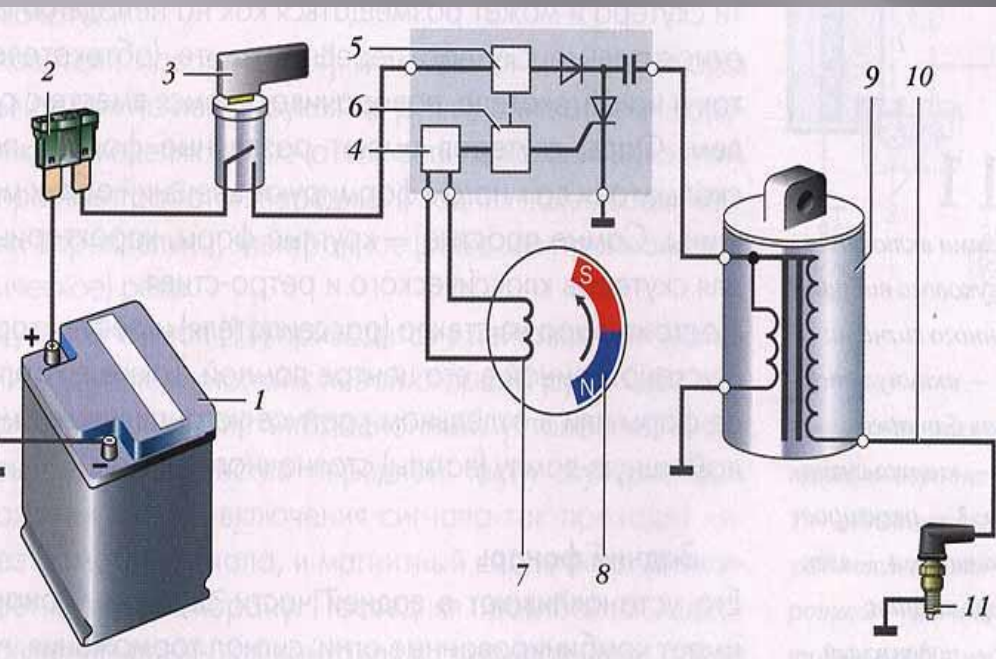
# Применение конденсаторов

В автоматике и телемеханике – для создания датчиков на емкостном принципе, разделения цепей постоянного и пульсирующего токов.



# Применение конденсаторов

## Электроэнергетика: эл. сварка разрядом, люминесцентные лампы и др.



# Применение конденсаторов

## Рентгеновская аппаратура

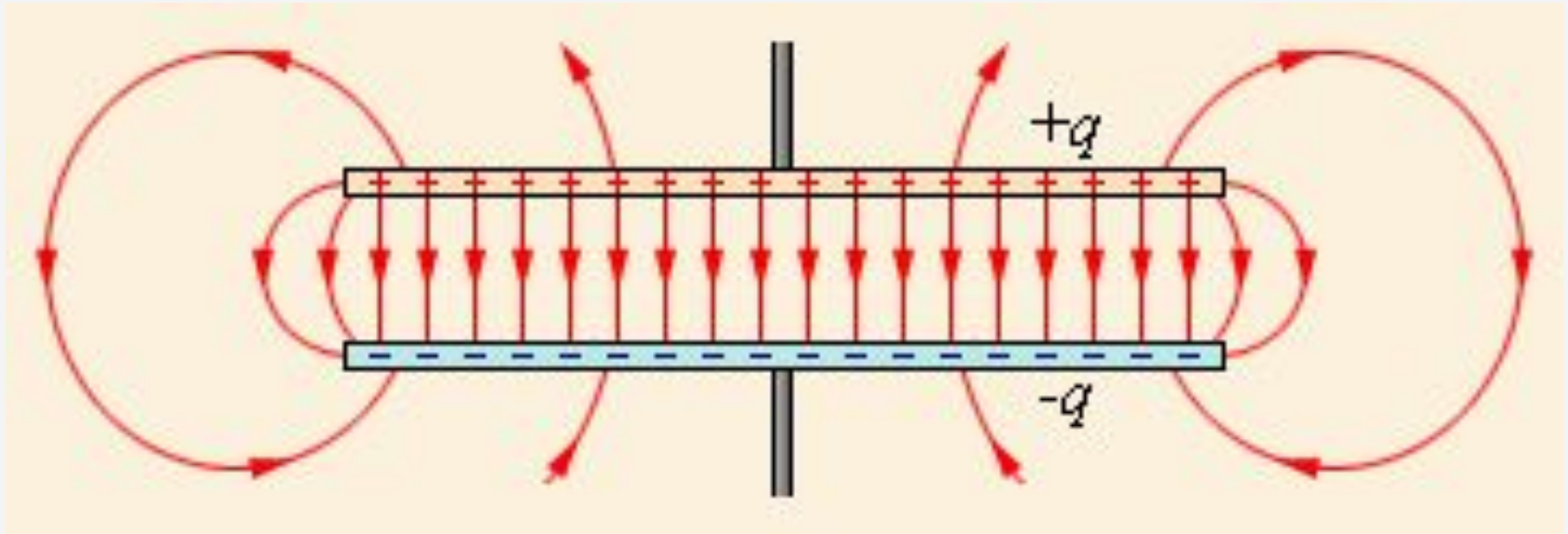


**От чего зависит  
емкость плоского  
конденсатора?**



# Электрическая емкость. Конденсатор

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



Поле плоского конденсатора

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

Емкость плоского конденсатора прямо пропорциональна площади пластин (обкладок) и обратно пропорциональна расстоянию между ними. Если пространство между обкладками заполнено диэлектриком, емкость конденсатора увеличивается

Емкость плоского конденсатора

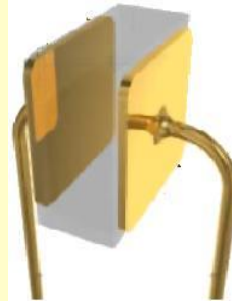
$$C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d}$$

$\epsilon$  – диэлектрическая проницаемость диэлектрика, заполняющего конденсатор

$\epsilon_0$  – электрическая постоянная,

$S$  – площадь одной из пластин,

$d$  – расстояние между пластинами.



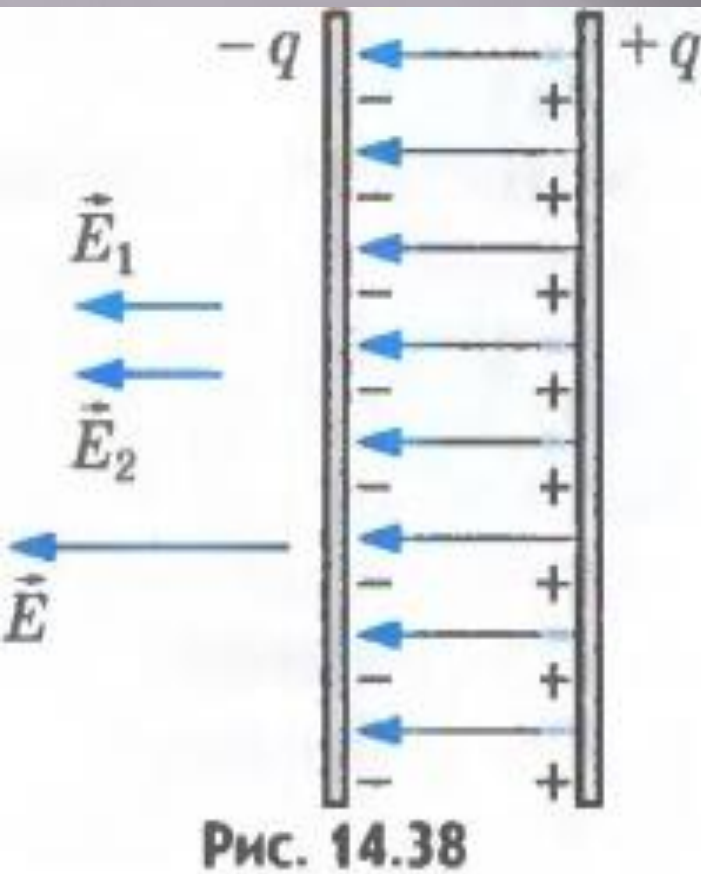
$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м – электрическая постоянная  
 $\epsilon$  – диэлектрическая постоянная вещества.

8. Диэлектрические проницаемости веществ

Винилпласт . . . . .	3,5	Парафинированная	
Вода . . . . .	81	бумага . . . . .	2,5
Керосин . . . . .	2,1	Слюда . . . . .	6
Масло . . . . .	2,5	Стекло . . . . .	4
Парафин . . . . .	2	Текстолит . . . . .	4



# Энергия заряженного конденсатора



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

# Электрическая емкость. Конденсатор

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

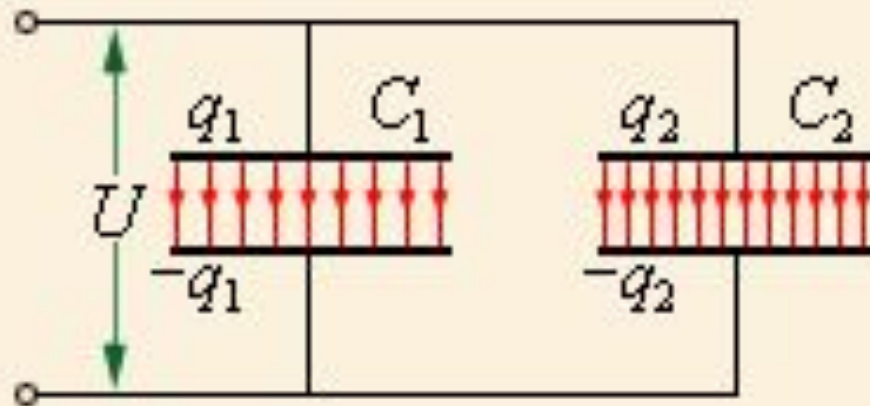
При **параллельном соединении** конденсаторов:

$$U_1 = U_2 = U$$

$$q_1 = C_1 U \text{ и } q_2 = C_2 U$$

$$q = q_1 + q_2$$

$$C = \frac{q_1 + q_2}{U} \text{ или } C = C_1 + C_2$$

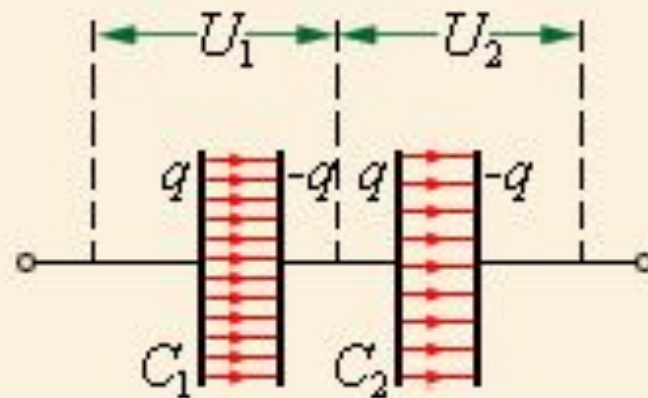


При **последовательном соединении**

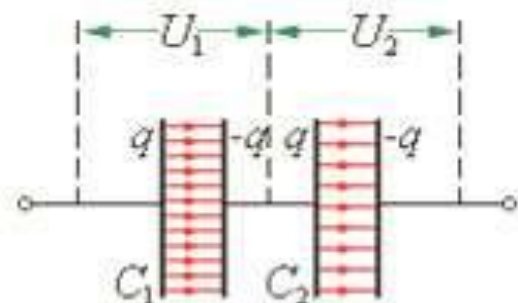
$$U_1 = \frac{q}{C_1} \quad U_2 = \frac{q}{C_2} \text{ конденсатор}$$

$$q_1 = q_2 = q$$

$$C = \frac{q}{U_1 + U_2} \text{ или } \frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$



### Последовательное соединение

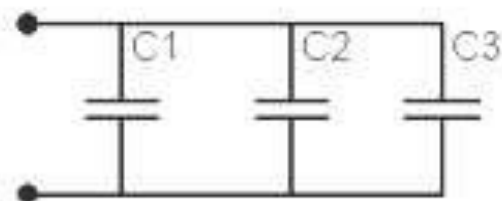
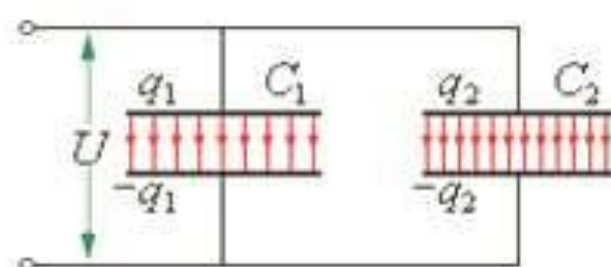


$$U = U_1 + U_2 + \dots + U_i$$

$$q = q_1 = q_2 = \dots = q_i$$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_i}$$

### Параллельное соединение



$$U = U_1 = U_2 = \dots = U_i$$

$$q = q_1 + q_2 + \dots + q_i$$

$$C = C_1 + C_2 + \dots + C_i$$

## Закрепление материала.

### Вопросы:

1. Что называют электроемкостью двух проводников?
2. В каких единицах измеряют электроемкость?
3. От чего зависит ёмкость конденсатора?
3. Что такое конденсатор?
4. Какие существуют типы конденсаторов?
5. Основные применения конденсаторов.

### Тесты

### Решение задач

# Решение задач

А самостоятельно?



- ✎ 1) Наибольшая емкость конденсатора 58 мкФ. Какой заряд он накопит при его подключении к полюсам источника постоянного напряжения 50 В?
- ✎ 2) На конденсаторе написано 100 пФ; 300 В. Можно ли использовать этот конденсатор для накопления заряда 50 нКл.



**Домашнее задание:**

**-Березкина, упр. 1,17. 1,57  
рефераты «Применение  
конденсаторов в моей  
профессии»**