

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

*Курс подготовки к Единому
государственному экзамену*

Учитель физики МОУ «ТС СОШ № 2»
Ланских Е.Ю.

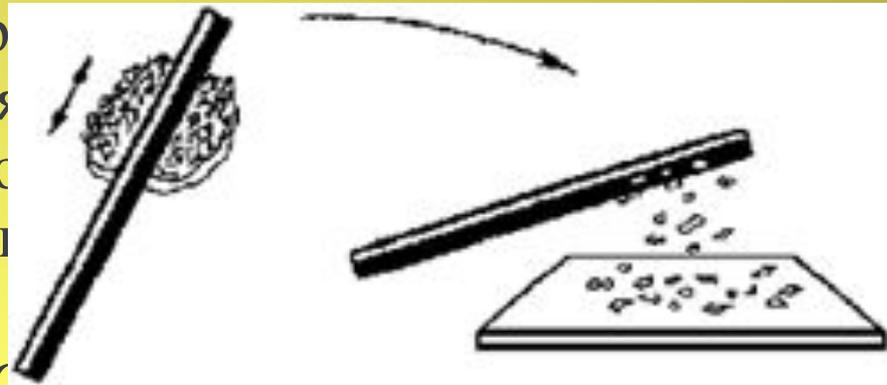
ЦЕЛЬ: ПОВТОРЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ, ЗАКОНОВ И ФОРМУЛ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ В СООТВЕТСТВИИ С КОДИФИКАТОРОМ ЕГЭ.

Элементы содержания, проверяемые на ЕГЭ 2012:

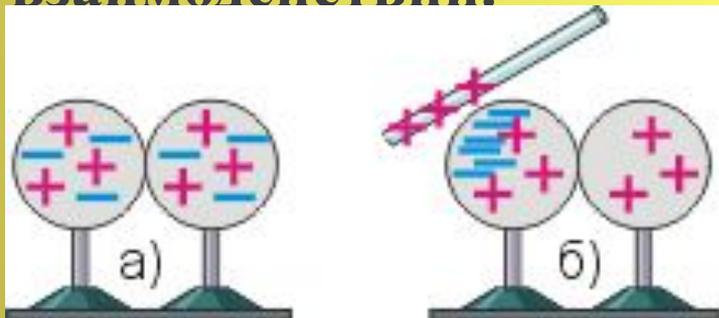
1. Электризация тел . Два вида заряда.
2. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона.
3. Электрическое поле и его характеристики: напряженность, потенциал.
4. Разность потенциалов.
5. Проводники в электрическом поле.
6. Диэлектрики в электрическом поле.
7. Электрическая емкость. Конденсатор .Энергия электрического поля конденсатора.
8. Электрический ток и его характеристики: сила тока, напряжение, сопротивление.
9. Законы Ома для участка и для полной цепи.
10. Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца.

Электризация тел

- Если потереть янтарь о шерсть себе легкие предметы. Это явление называется **электризацией**. Тела, способные электризовать другие предметы называются **наэлектризованными**.

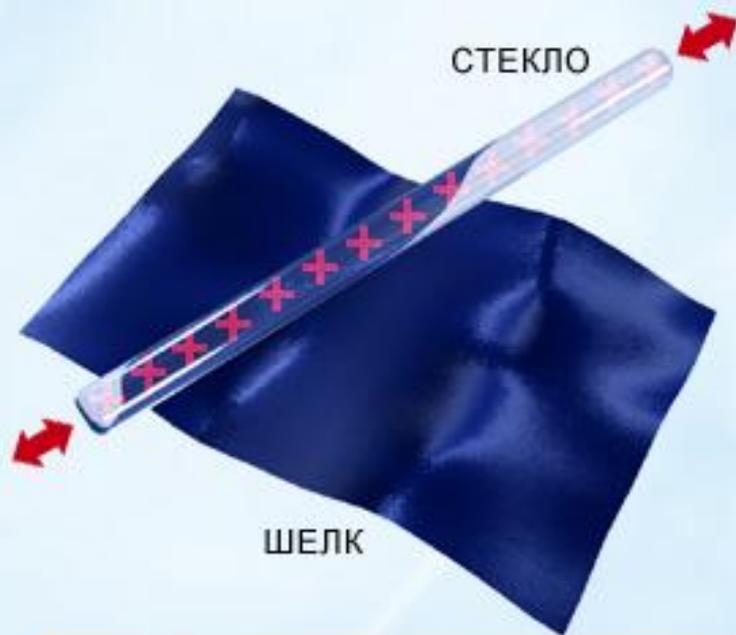


- **Электрический заряд q (C)** — это физическая величина, определяющая интенсивность взаимодействия.

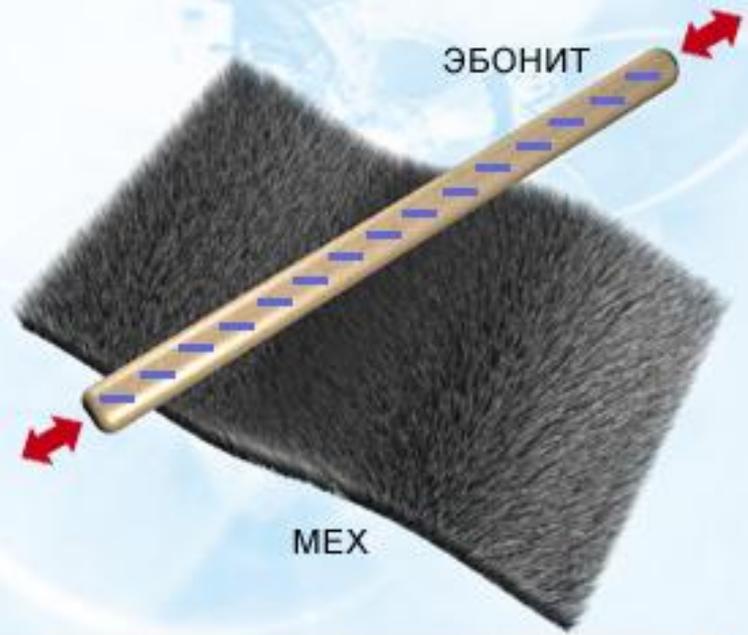


— электризация индукцией.





ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЙ заряд
образуется на стекле,
потертом о шелк

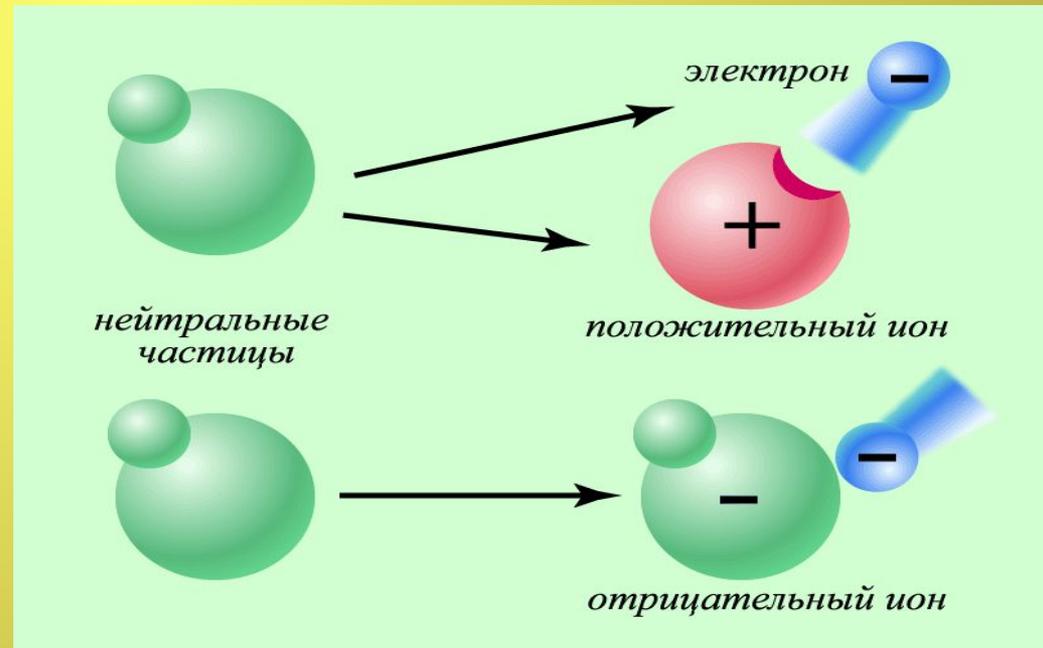


ОТРИЦАТЕЛЬНЫЙ заряд
образуется на эбоните(янтаре),
потертом о мех

- При электризации трением заряд приобретают оба тела, причем одно – положительный, а другое – отрицательный, причем $|q_1| = |q_2|$.

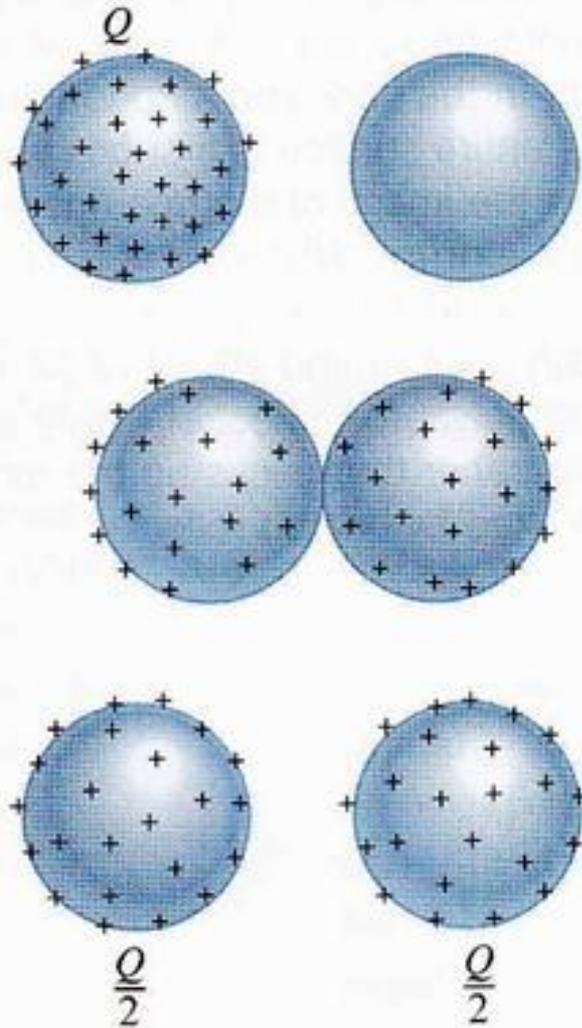
Элементарный заряд

- Атомы состоят из *элементарных частиц* – отрицательно заряженных – *электронов*, положительно заряженных *протонов* и нейтральных частиц – *нейтронов*.
- Электроны и протоны являются носителями зарядов .
- Электрические заряды протона и электрона по модулю в точности одинаковы и равны элементарному заряду $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.
- В нейтральном атоме число протонов в ядре равно числу электронов в оболочке (атомный номер).
- Тела электризуются, когда они теряют или приобретают электроны.



Закон сохранения электрического заряда

$$q_1 + q_2 + \dots$$



электрически
нной системы

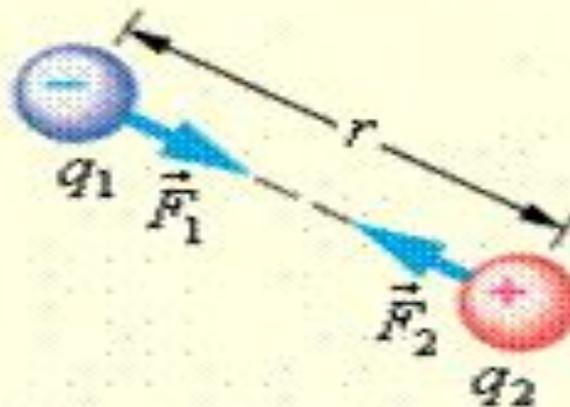
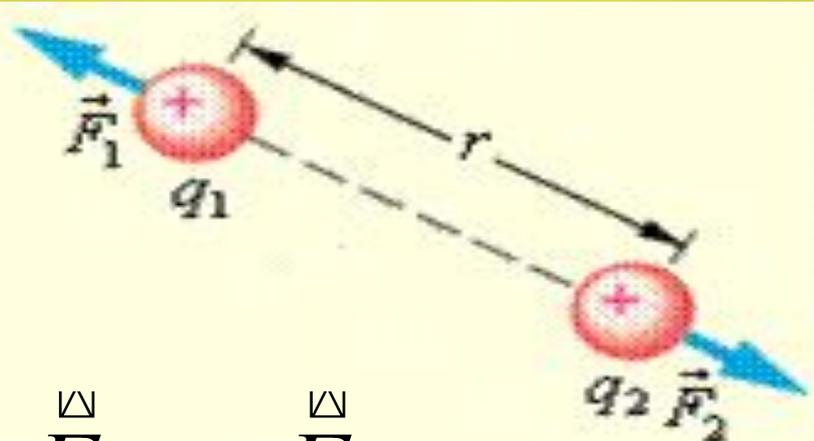
Закон Кулона

- **Точечным зарядом** называют заряд, размеры которого в условиях данной задачи можно пренебречь.
- **Закон Кулона:** Силы взаимодействия между двумя точечными зарядами в вакууме прямо пропорциональны произведению модулей зарядов и обратно пропорциональны квадрату расстояния между ними.

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

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

- Силы взаимодействия направлены вдоль прямой, соединяющей заряды.
- В Международной системе единиц (СИ) заряд измеряется в кулонах (Кл), а сила — в ньютонах (Н).
1 Кл = 1 А · с
- Коэффициент k в СИ называется постоянной Кулона и равен $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$.
- где $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Кл}^2 / \text{В} \cdot \text{м}$ — электрическая постоянная.
- В среде с диэлектрической проницаемостью ϵ закон Кулона имеет вид:



и которого в

неподвижных
относительно модулей
расстояния между

ньютона.

кулон.

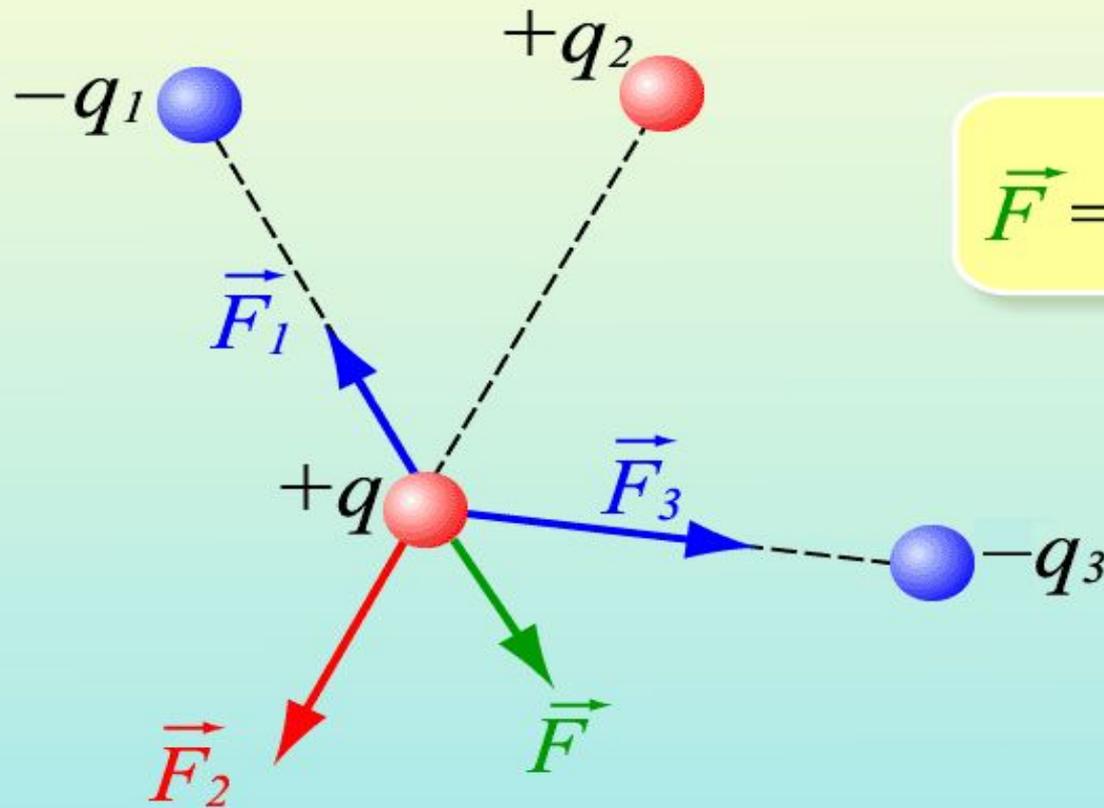
$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

я

$$F = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 \epsilon r^2}$$

Закон Кулона

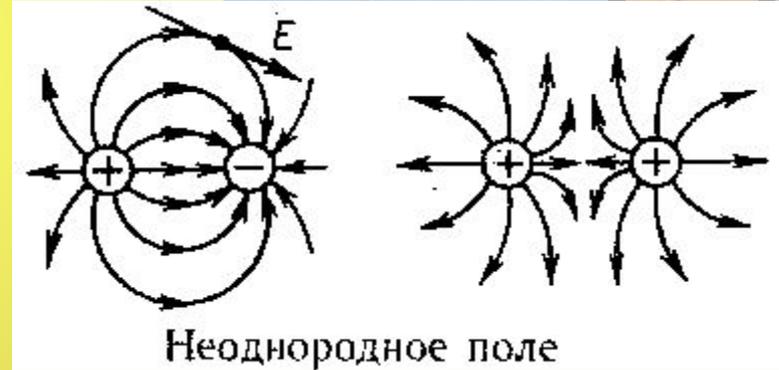
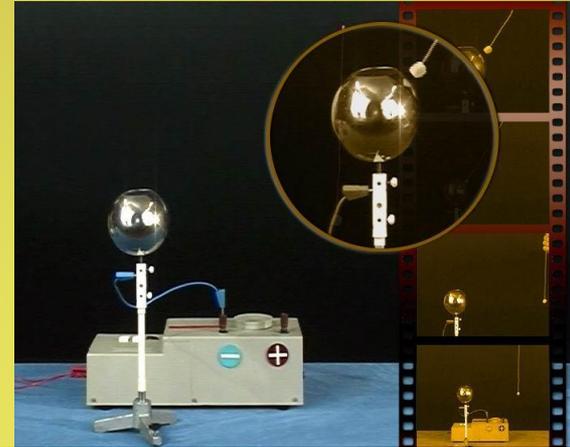
Принцип суперпозиции кулоновских сил



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

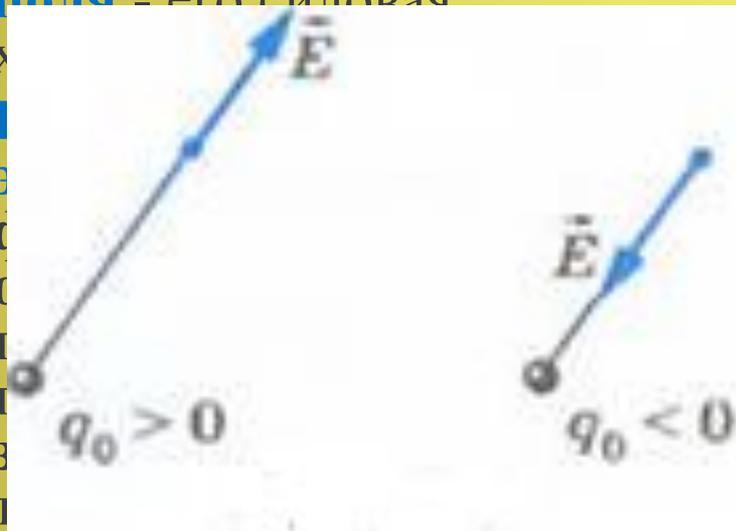
Действие электрического поля на электрические заряды

- **Электрическое поле** — особая форма материи, существующая вокруг *тел или частиц*, обладающих *электрическим зарядом*, а также в свободном виде в электромагнитных волнах.
- Электрическое поле материально, оно существует независимо от нашего сознания.
- Главным свойством электрического поля является действие его на электрические заряды с некоторой силой.
- Электромагнитные взаимодействия распространяются со скоростью света в вакууме $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.
- Электрическое поле является одной из составляющих единого электромагнитного поля и проявлением электромагнитного взаимодействия.



Напряженность электрического поля

- Напряженность электрического поля – его силовая характеристика



- Напряженность электрического поля – векторная физическая величина. Направление вектора совпадает в каждой точке пространства с направлением силы, действующей на положительный пробный заряд.

- Напряженность поля точечного заряда q_0 на расстоянии r от него равна:

величине этого заряда:

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

$$[E] = \left[\frac{H}{Кл} = \frac{В}{м} \right]$$

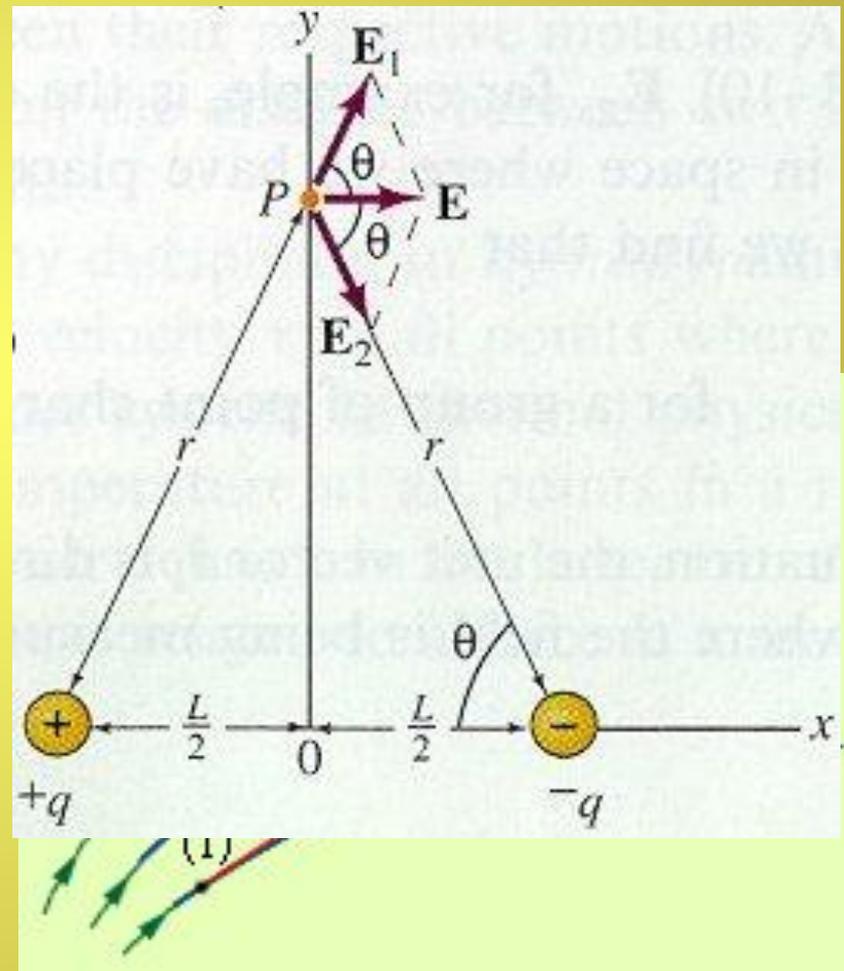
$$E = k \frac{|q_0|}{r^2}$$

Принцип суперпозиции электрических полей

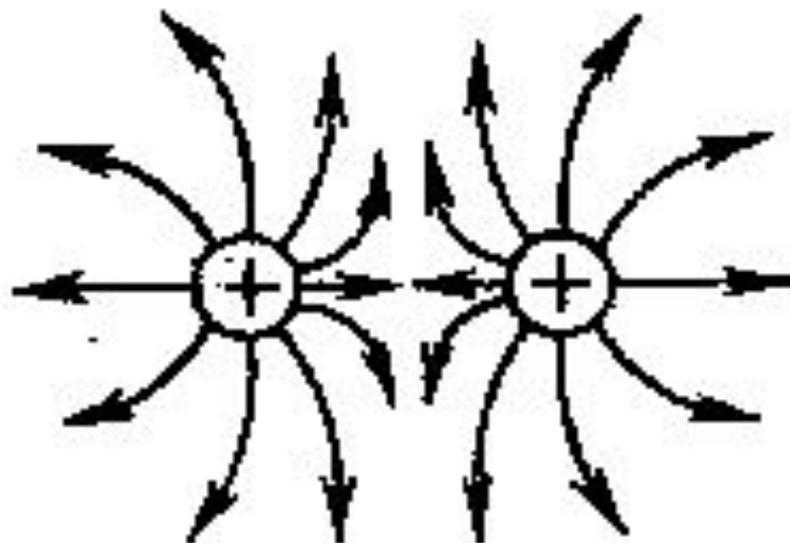
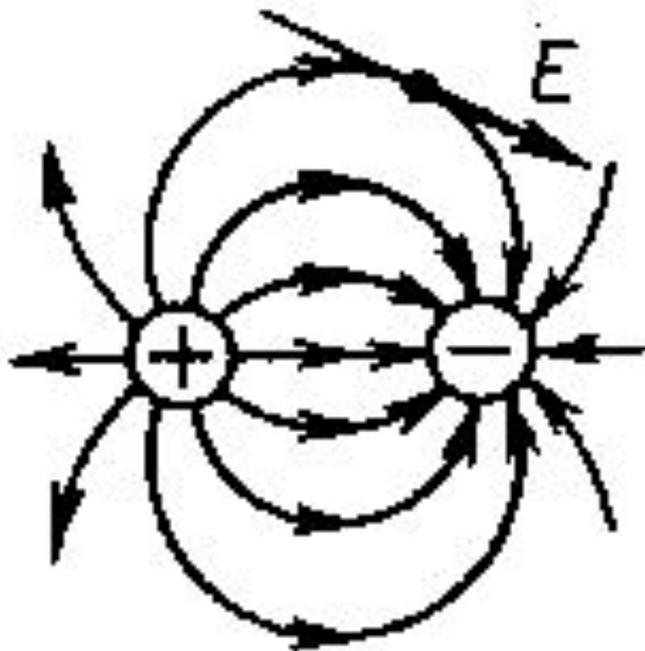
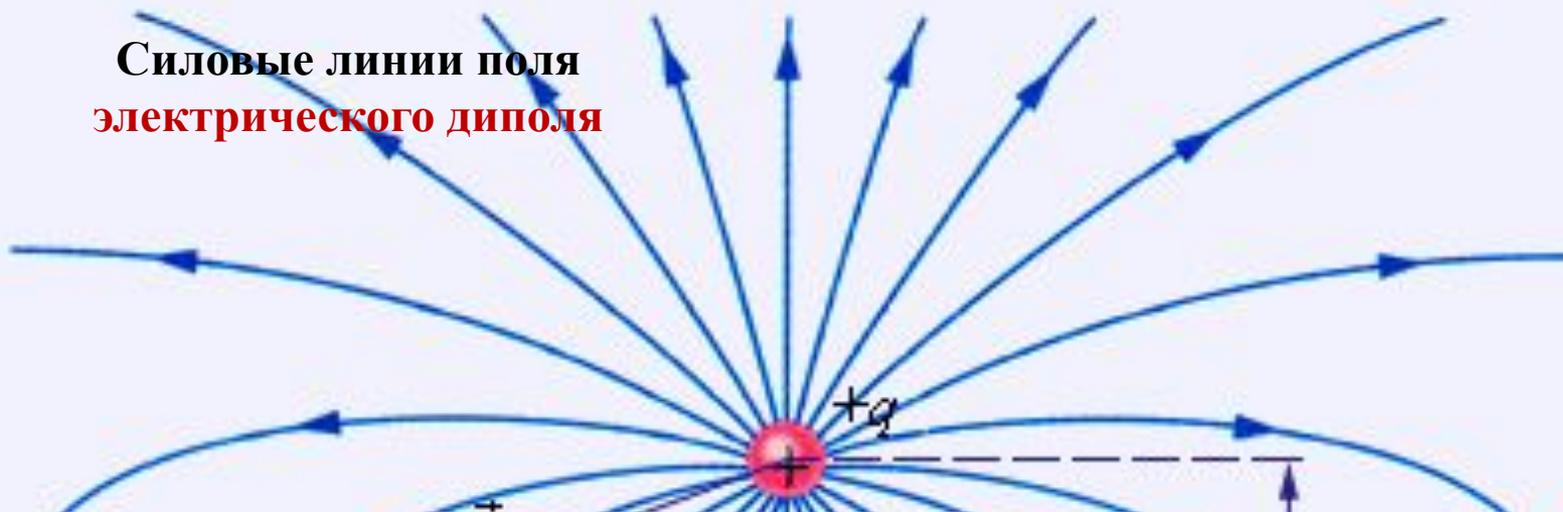
- **Принцип суперпозиции:** если в данной точке пространства различные заряженные частицы создают электрические поля, напряженность которых E_1 , E_2 , E_3 и т. д., то результирующая напряженность поля в этой точке равна:

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

- Для **наглядного** представления электрического поля используют **силовые линии**.
- **Силовая линия электрического поля** - это линия, касательная к которой в каждой ее точке совпадает с направлением вектора напряженности



Силовые линии поля
электрического диполя



Неоднородное поле

Потенциальность электростатического поля

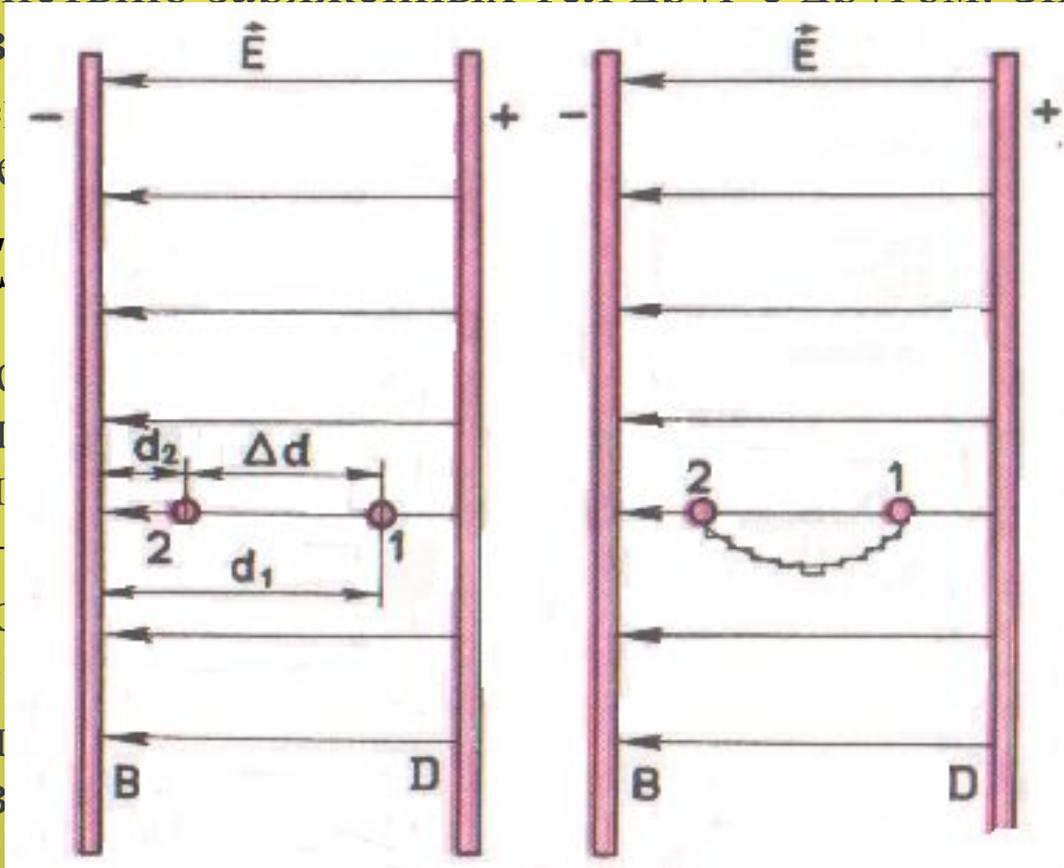
- Электрические силы совершают работу благодаря взаимодействию заряженных тел друг с другом. Значит, система заряженных тел обладает энергией.

- При перемещении заряда в электрическом поле совершается работа. Например, при перемещении заряда q из точки 1 в точку 2

$$A = F \cdot d$$

- Если работа совершается при изменении расстояния между зарядами, то работа против сил взаимодействия равна разности потенциалов $V_1 - V_2$. Энергия заряда q в электрическом поле равна $q(V_1 - V_2)$.

- **Потенциальность** электрического поля называют потенциалом. Потенциал энергии заряда q в электрическом поле равен qV .



d_1)

на равна

ная энергия

$$\frac{V_p}{q} = Ed$$

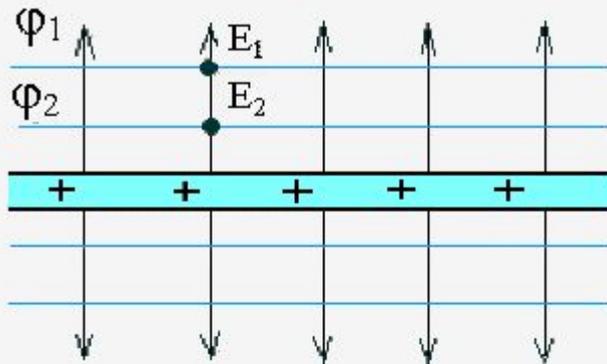
Разность потенциалов

- Значение потенциала зависит от выбора нулевого уровня. Поэтому практическое значение имеет изменение потенциала, которое не зависит от выбора нулевого уровня.
- **Разность потенциалов (напряжение)** между двумя точками равна отношению работы поля при перемещении заряда из начальной точки в конечную к этому заряду.

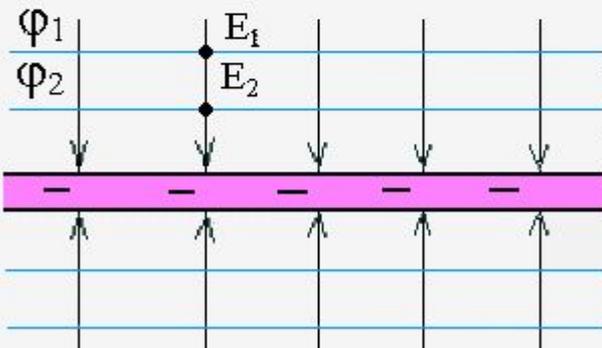
$$U = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{A}{q}$$

- В Международной системе единиц (СИ) единицей потенциала является вольт (В): $1 \text{ В} = 1 \text{ Дж} / 1 \text{ Кл}$.
 - Связь между напряженностью электростатического поля и разностью потенциалов:
- $$E = \frac{U}{\Delta d}$$
- Напряженность электрического поля направлена в сторону убывания потенциала.

Эквипотенциальные поверхности



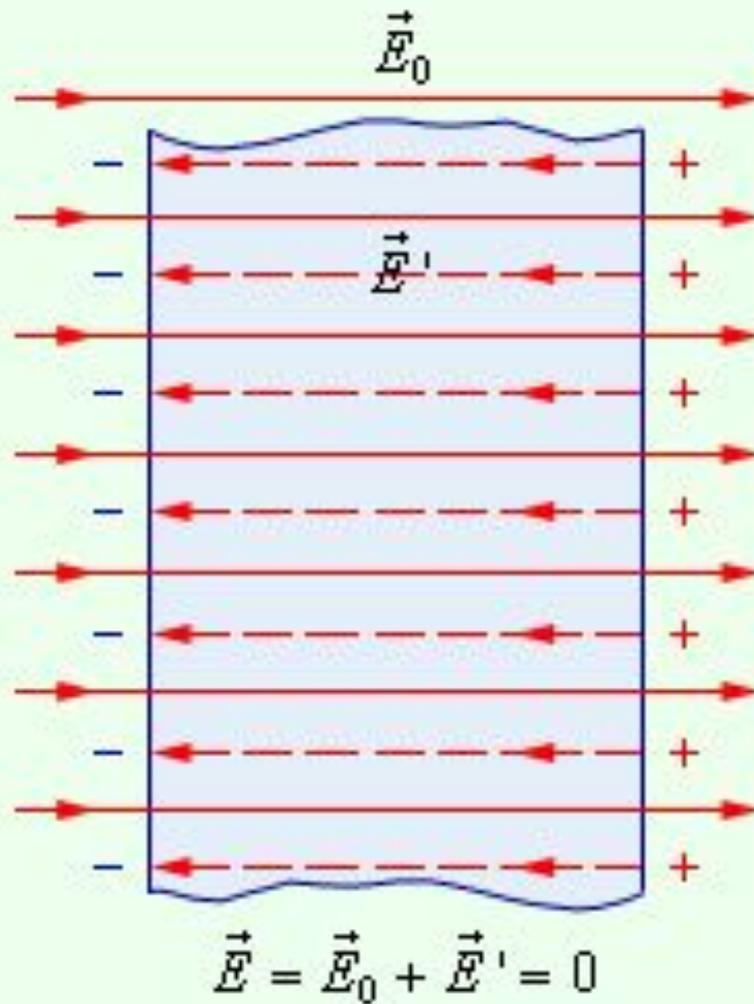
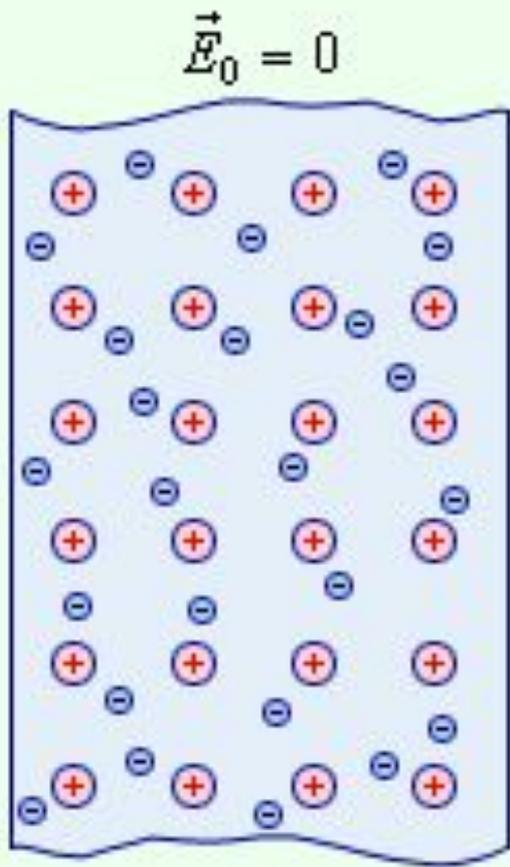
$$E_1 = E_2 \quad \varphi_1 < \varphi_2$$



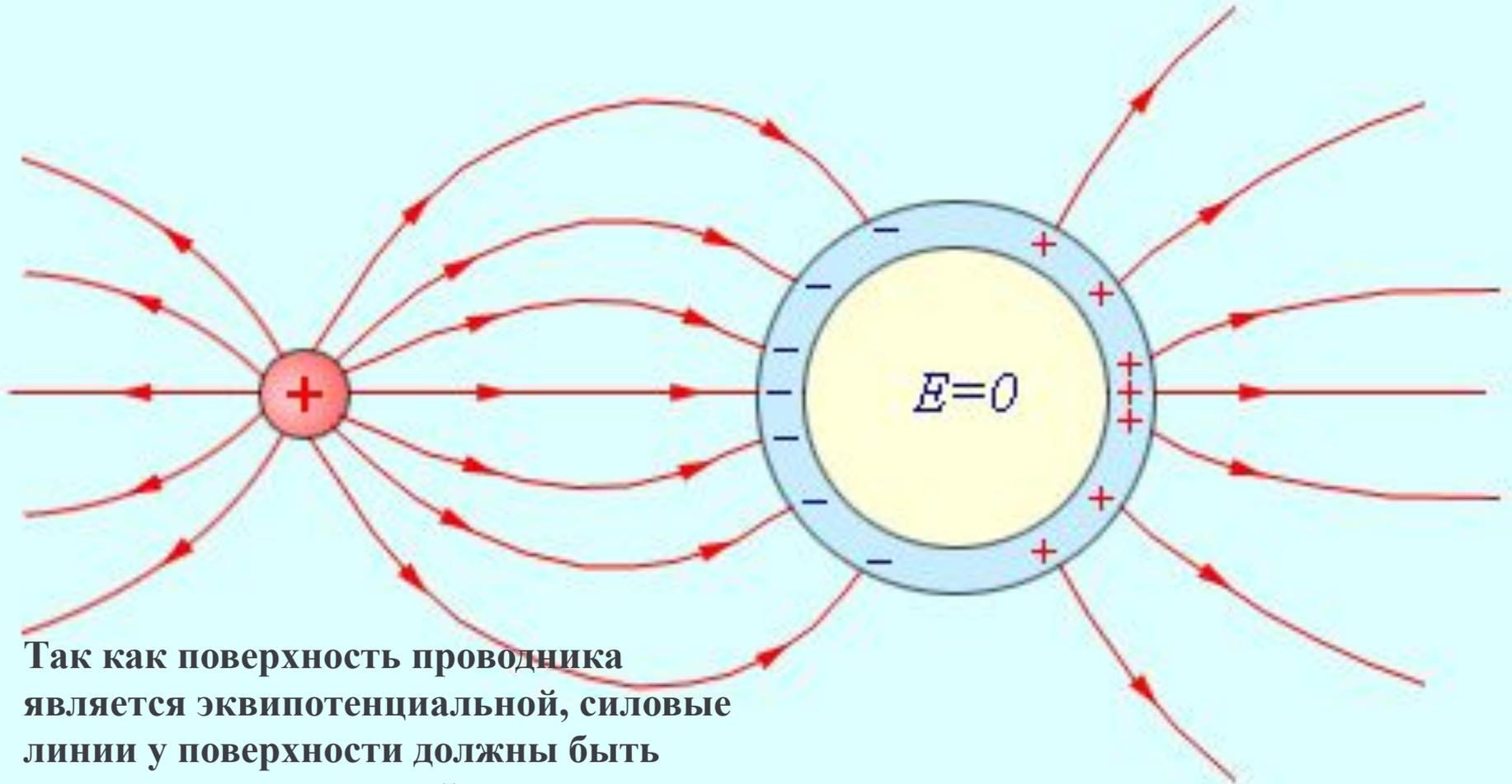
$$E_1 = E_2 \quad \varphi_1 > \varphi_2$$

- Силовые линии электрического поля всегда **перпендикулярны** эквипотенциальным поверхностям.
При перемещении заряда вдоль этой поверхности работа **не совершается**.
Эквипотенциальные поверхности (синие линии) и силовые линии (красные линии) простых электрических полей:
точечного заряда;
электрического диполя;
двух равных положительных зарядов;
- однородного поля

Проводники в электрическом поле



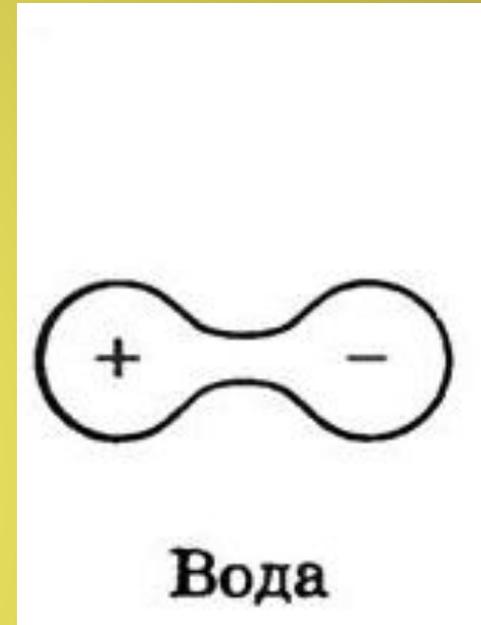
Проводники в электрическом поле



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

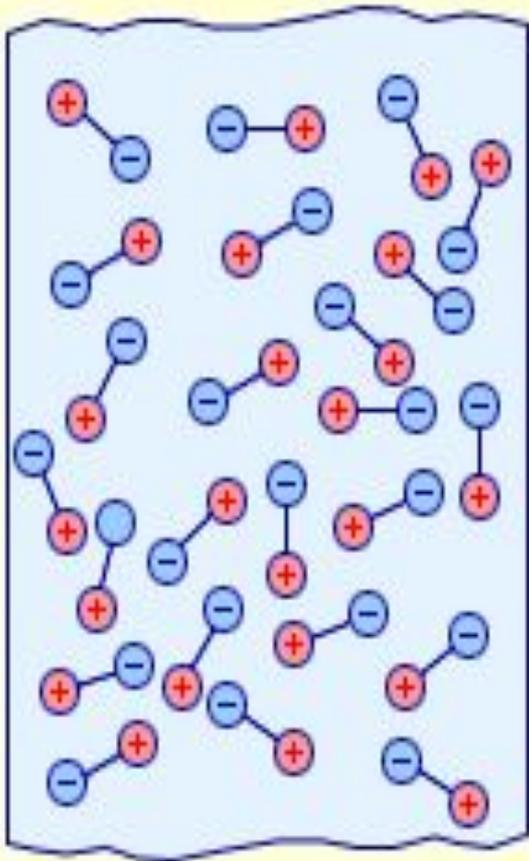
Диэлектрики в электрическом поле

- В **диэлектриках** (изоляторах) нет свободных электрических зарядов.
- Заряженные частицы в нейтральном атоме связаны друг с другом и не могут перемещаться под действием электрического поля по всему объему диэлектрика.
- Диэлектрики делятся на **полярные** и **неполярные**.
- Полярные диэлектрики состоят из молекул, в которых центры распределения положительных и отрицательных зарядов не совпадают. Такие молекулы называют **диполем**.
- К полярным диэлектрикам относятся спирты, вода, поваренная соль и др.

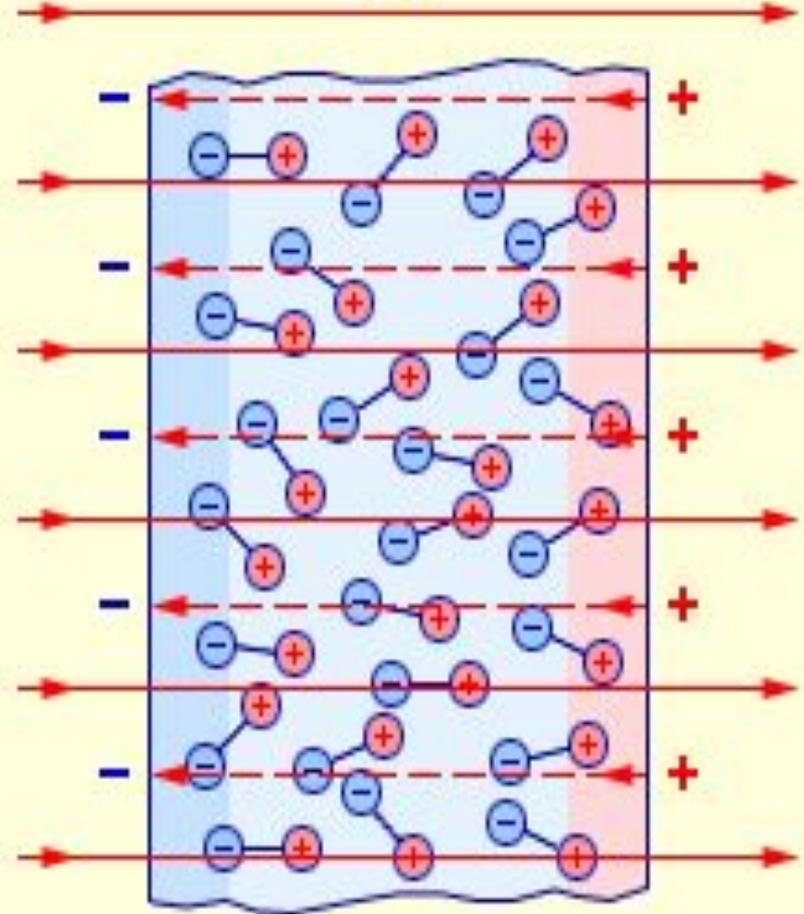


Диэлектрики в электрическом поле

$$\vec{E}_0 = 0$$

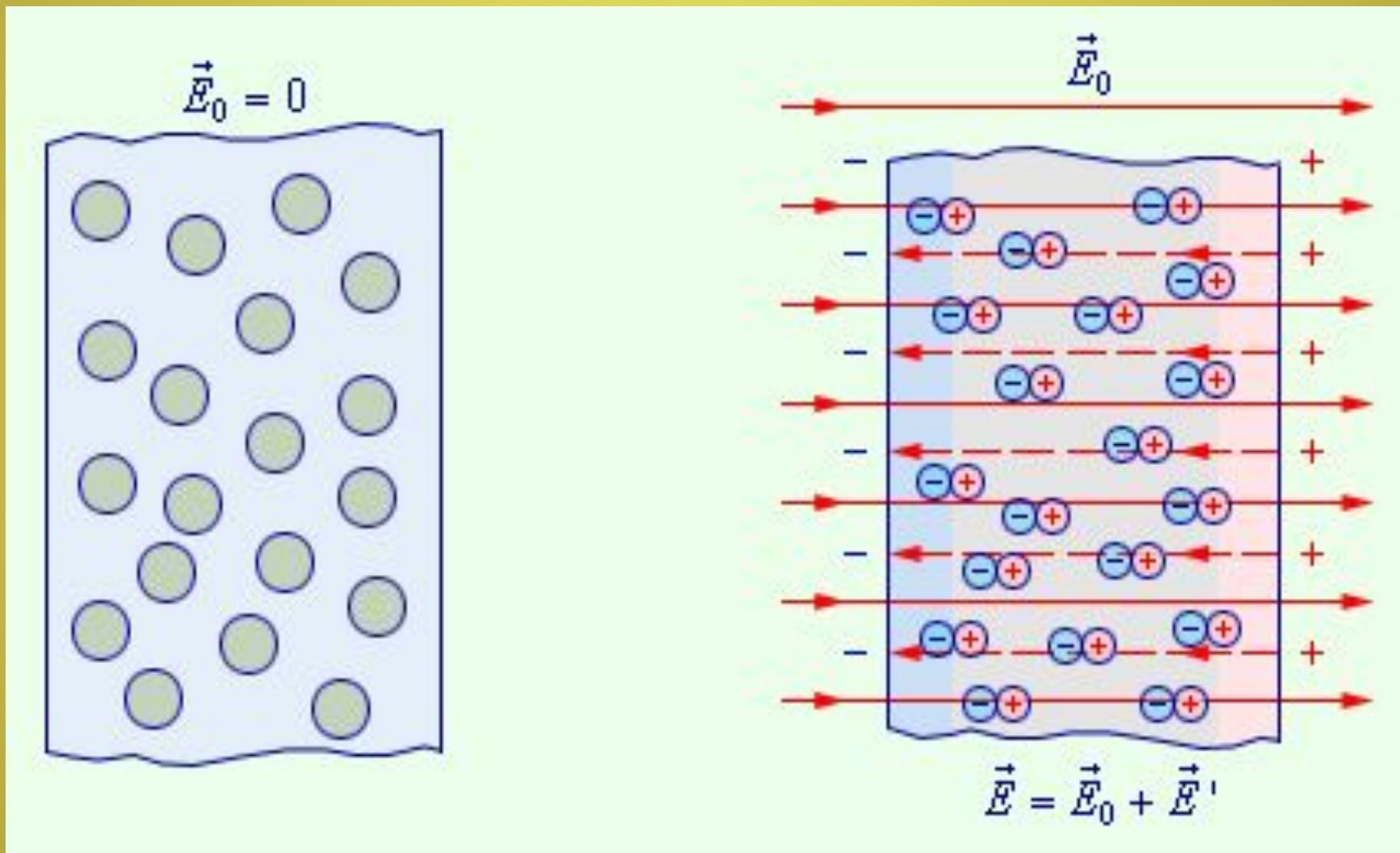


$$\vec{E}_0$$



$$\vec{E} = \vec{E}_0 + \vec{E}_1$$

Диэлектрики в электрическом поле



Электр

сатора

- **Электростатическая индукция** — явление, вызывающее электризацию тел вследствие появления на их поверхности зарядов, обусловленных перемещением зарядов с соседних тел.

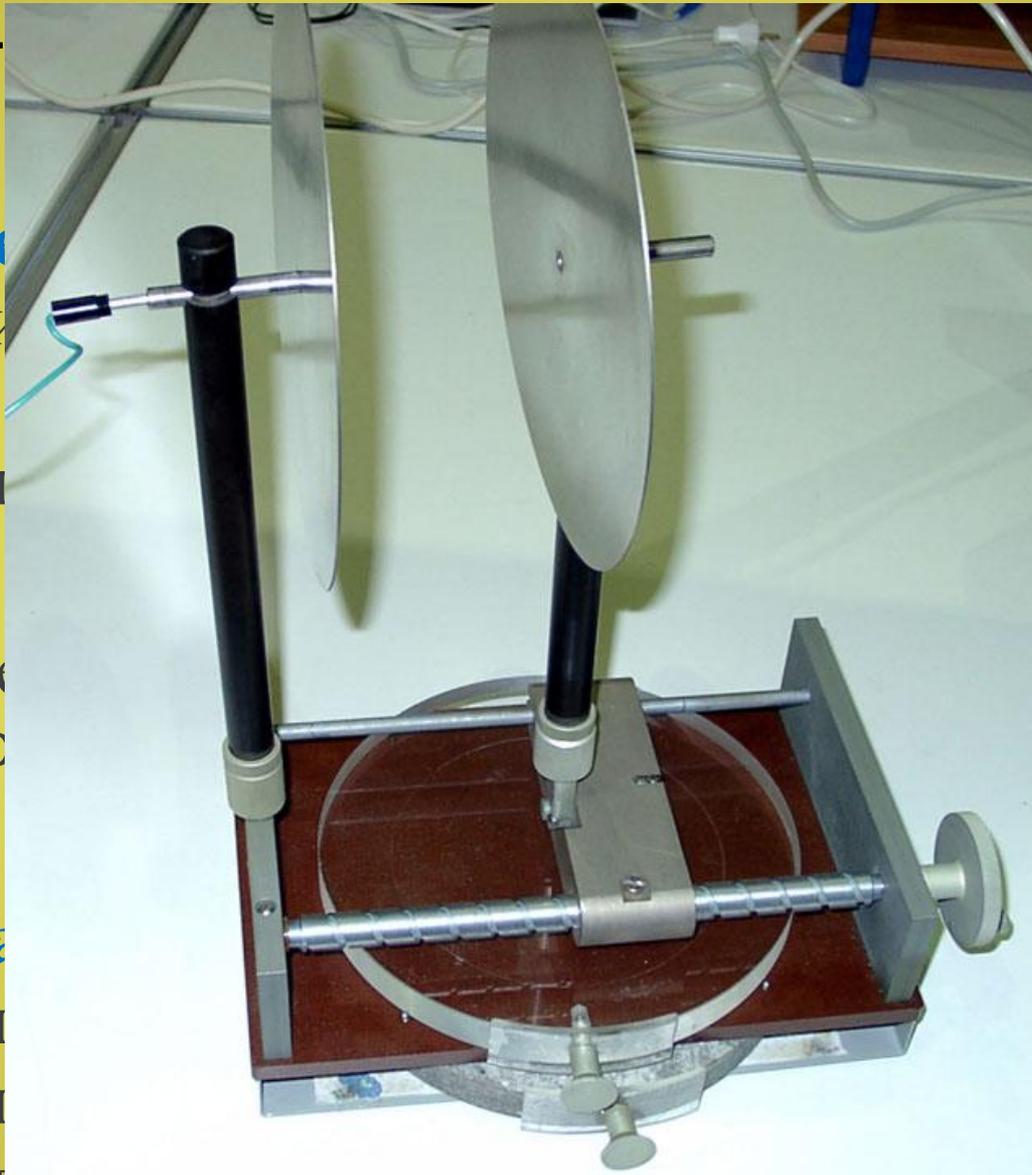
вызывают
в к
дником и

- В системе конденсаторов используется единица измерения — фарад (Ф).

зывается

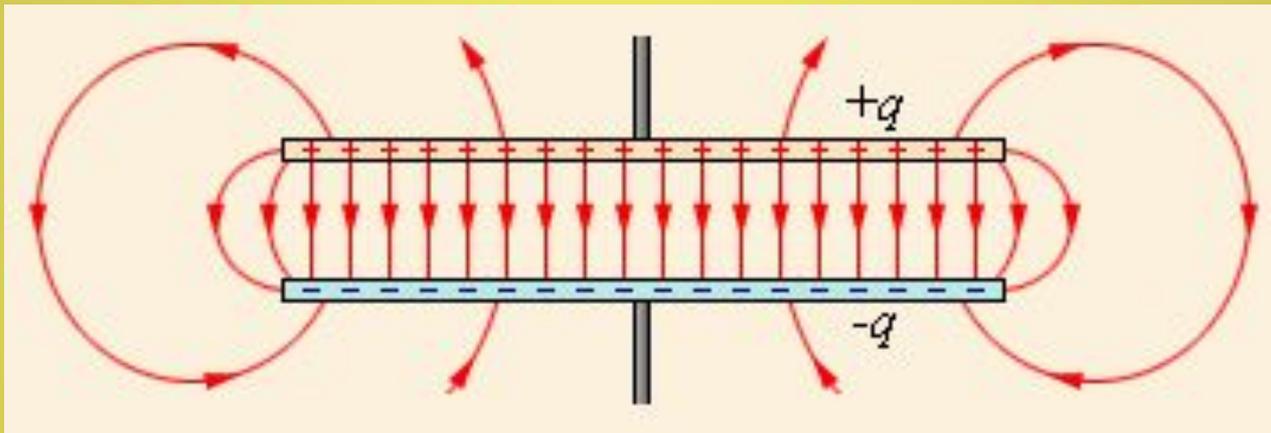
- **Конденсатор** — устройство, состоящее из проводников, способных накапливать электрические заряды. Проводники называются обкладками.

рика, а



Электрическая емкость конденсатора

Поле плоского конденсатора.



- Электроемкость плоского конденсатора:
- Энергия заряженного конденсатора:

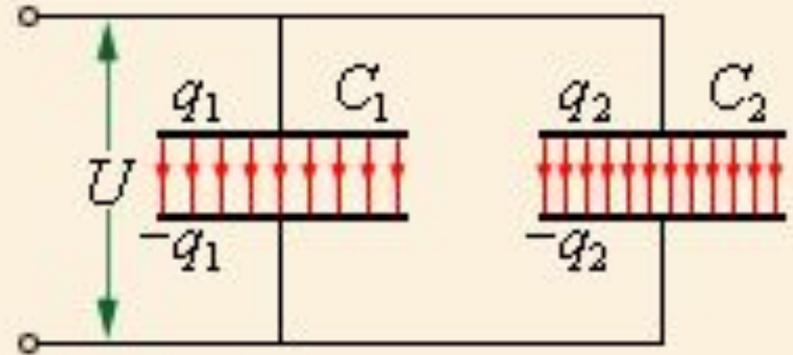
$$C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{d}$$

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

Соединение конденсаторов

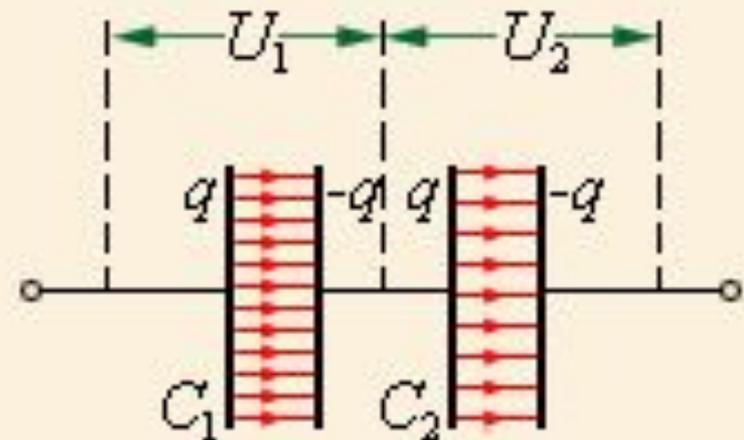
**Параллельное
соединение
конденсаторов:**

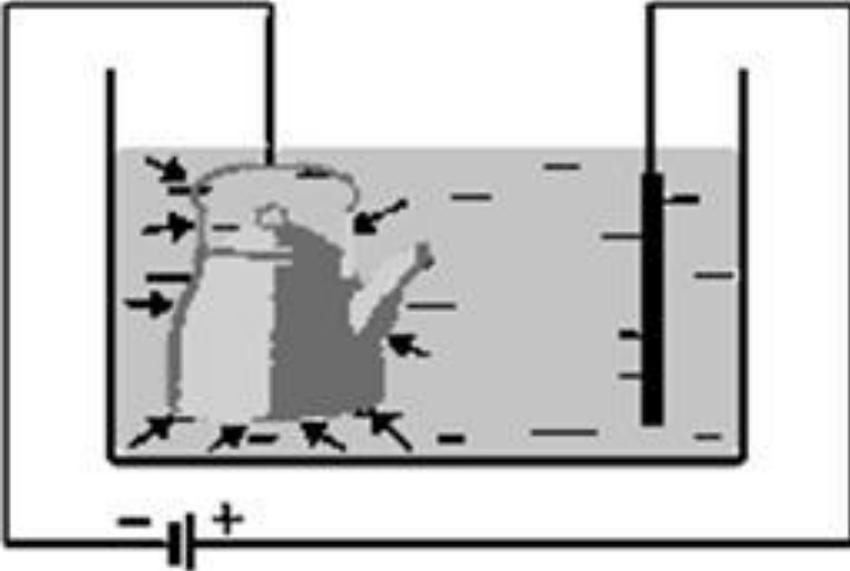
$$C = C_1 + C_2$$



**Последовательное
соединение
конденсаторов:**

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





гальваностегія

Я

ом
ра

ни

аряжені



– наличие электрического поля
которое создает между конца



нмається направлення
зарядов.

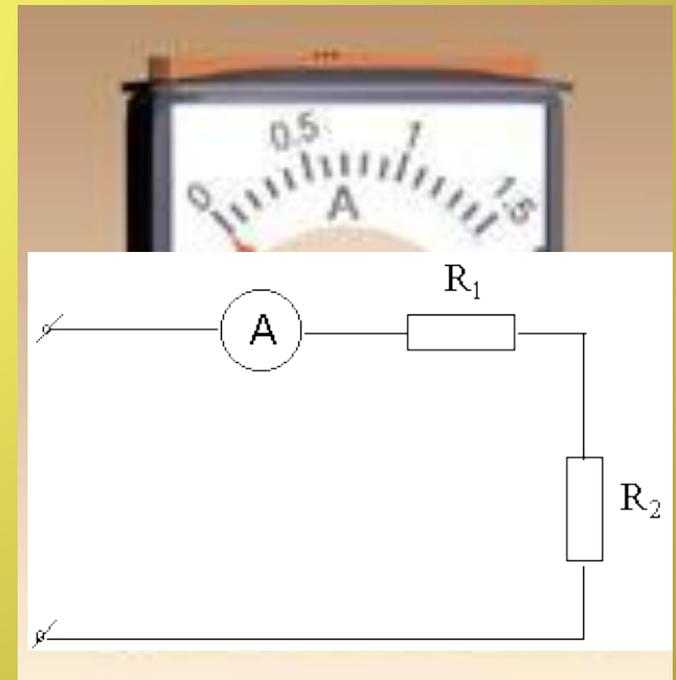
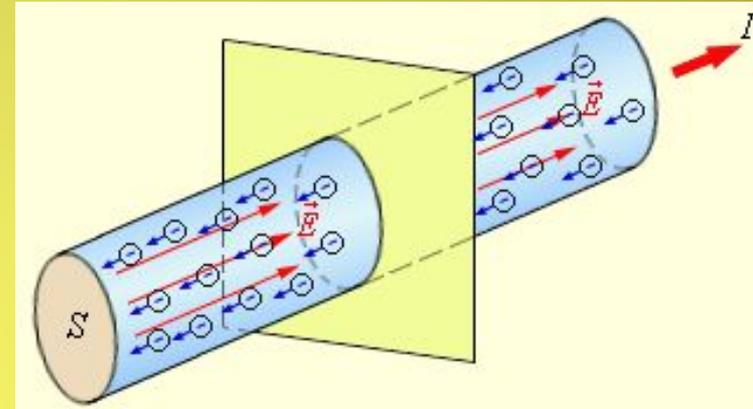
тока:

Сила тока

- **Сила тока I** – скалярная физическая величина, равная отношению заряда Δq , переносимого через поперечное сечение проводника за интервал времени Δt , к этому интервалу времени:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = q_0 n v S$$

- В Международной системе единиц СИ сила тока измеряется в **амперах (А)**.
- Силу тока измеряют **амперметром**.
- Амперметр включают в цепь последовательно с тем элементом цепи, в котором измеряют силу тока.
- При подключении амперметра соблюдают полярность.

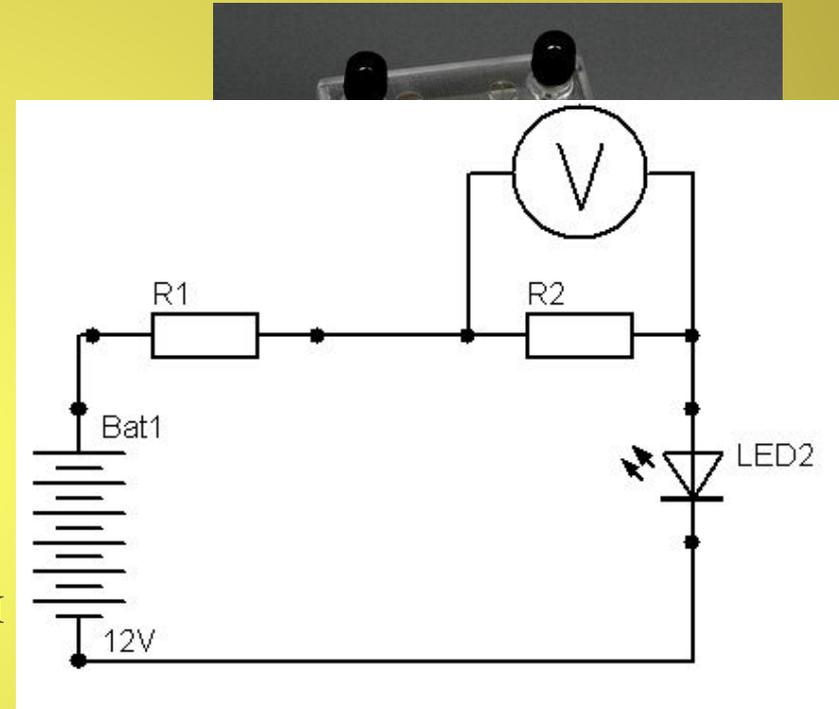


Напряжение

- **Напряжение** — это отношение работы тока на определенном участке электрической цепи к заряду, протекающему по этому же участку цепи.

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

- Единица напряжения называется **вольт** (**V**).
- Прибор для измерения напряжения называется **вольтметром**.
- Вольтметр присоединяют параллельно к тому участку цепи напряжение на котором нужно измерить.
- При подключении вольтметра соблюдают полярность.



Электрическое сопротивление

- **Электрическое сопротивление** — скалярная физическая величина, характеризующая противодействие проводника электрическому току.
- Сопротивление объясняется взаимодействием электронов с узлами кристаллической решетки.
- Сопротивление однородного проводника:
- l — длина проводника,
- S — площадь сечения.
- ρ — удельное сопротивление вещества проводника.
- **Удельное сопротивление вещества** — физическая величина, показывающая, каким сопротивлением обладает проводник единичной длины и единичной площади поперечного сечения.
- С повышением температуры сопротивление металлов растет.

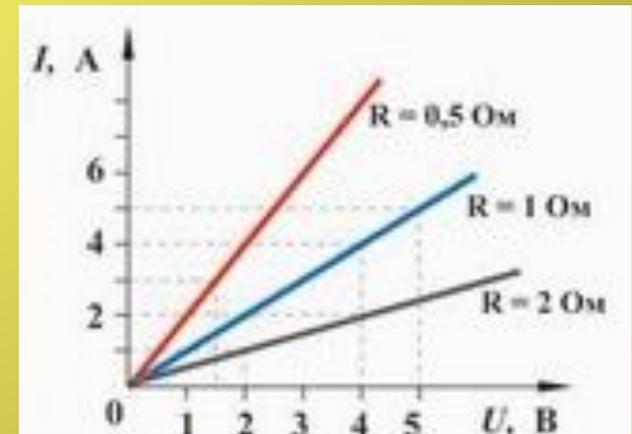
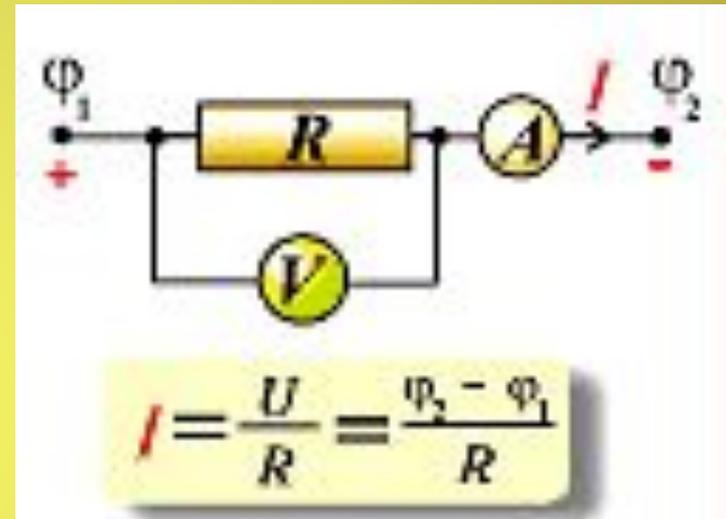
$$R = \rho \frac{l}{S}$$

$$\rho = \rho_0 (1 + \alpha t)$$

где α — температурный коэффициент сопротивления.

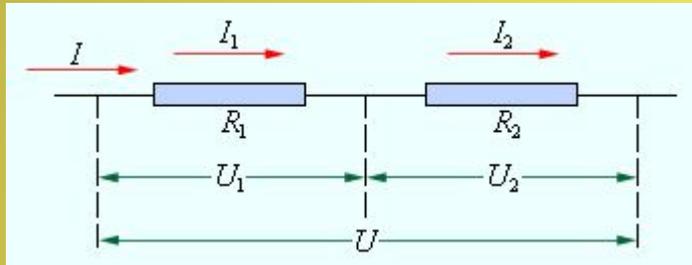
Закон Ома для участка цепи

- Закон Ома для однородного участка цепи: сила тока в участке цепи прямо пропорциональна напряжению на концах этого участка и обратно пропорциональна его сопротивлению.
- Графическая зависимость силы тока I от напряжения U называется *вольт-амперной характеристикой*.



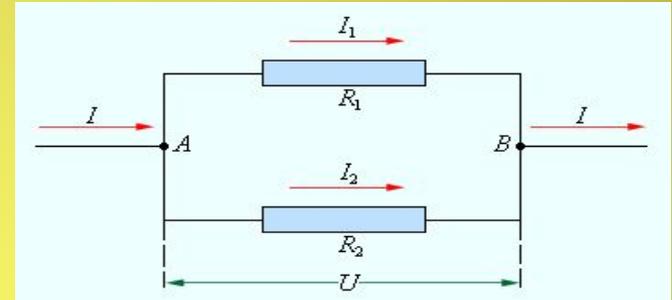
Виды соединения проводников

При последовательном соединении



- $I_1 = I_2 = I$
- $U = U_1 + U_2 = IR$
- $R = R_1 + R_2$
- При последовательном соединении полное сопротивление цепи равно сумме сопротивлений отдельных проводников

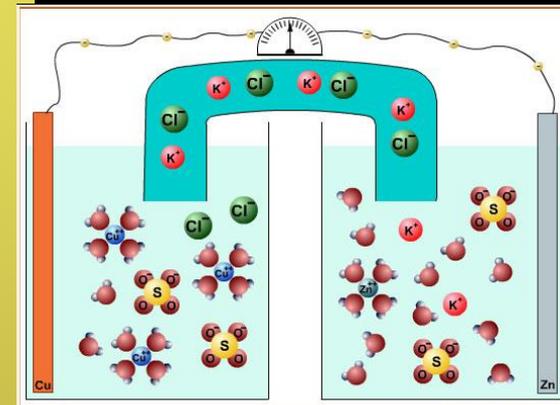
При параллельном соединении



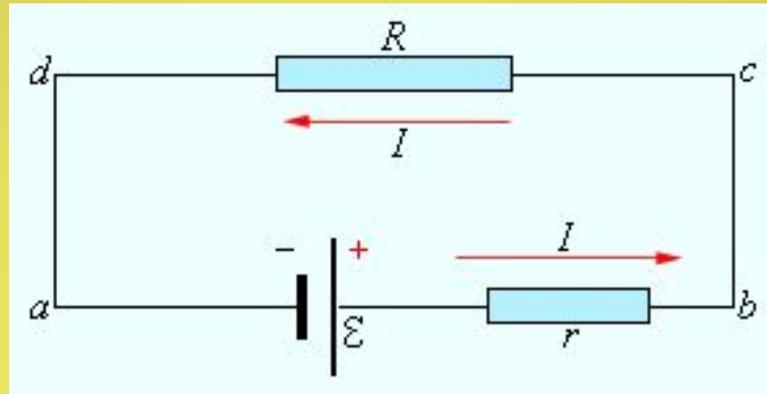
- $U_1 = U_2 = U$
- $I = I_1 + I_2$
- $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$
- При параллельном соединении проводников величина, обратная общему сопротивлению цепи, равна сумме величин, обратных сопротивлениям параллельно включенных проводников

Электродвижущая сила

- Для существования постоянного тока необходимо наличие в электрической цепи устройства, способного создавать и поддерживать разности потенциалов на участках цепи за счет работы сил неэлектростатического происхождения. Такие устройства называются **источниками постоянного тока**.
- Силы неэлектростатического происхождения, действующие на свободные носители заряда со стороны источников тока, называются **сторонними силами**.
- Физическая величина, равная отношению работы $A_{\text{ст}}$ сторонних сил при перемещении заряда q от отрицательного полюса источника тока к положительному к величине этого заряда, называется **электродвижущей силой источника (ЭДС)**:
- Электродвижущая сила, как и разность потенциалов, измеряется в **вольтах (В)**.



Закон Ома для полной электрической цепи



- **Закон Ома для полной цепи:** сила тока в полной цепи равна отношению ЭДС цепи к ее полному сопротивлению.
- **Ток короткого замыкания:**
- **Сила тока короткого замыкания** – максимальная сила тока, которую можно получить от данного источника с электродвижущей силой и внутренним сопротивлением r .

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}$$

$$I_{кз} = \frac{\varepsilon}{r}$$

Работа и мощность электрического тока.

Закон Джоуля–Ленца

- Работу сил электрического поля, создающего электрический ток, называют **работой тока**:

$$A = IU\Delta t = I^2 R\Delta t = \frac{U^2}{R} \Delta t$$

- Работа электрического тока на участке цепи равна произведению напряжения на концах этого участка на силу тока и на время, в течение которого совершалась работа.
- Мощность электрического тока равна отношению работы тока ко времени, за которое эта работа совершена:

$$P = \frac{A}{\Delta t} = IU = I^2 R = \frac{U^2}{R}$$

- **Закон Джоуля–Ленца**: количество теплоты, выделяемое проводником с током, равно произведению квадрата силы тока, сопротивления проводника и времени прохождения тока по проводнику.
- **Закон Джоуля-Ленца**:

$$Q = I^2 R\Delta t$$

РАССМОТРИМ ЗАДАЧИ:

Задачи уровня В

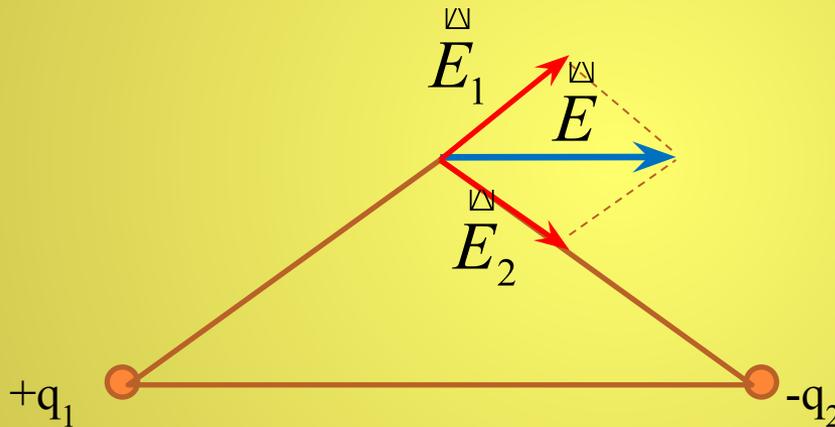
- Какую массу должен иметь каждый из двух шариков с зарядом $q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, чтобы сила электростатического отталкивания шариков уравновешивалась силой их гравитационного притяжения?

$$F_{\text{эл}} = F_{\text{гп}} \Rightarrow k \frac{q^2}{r^2} = G \frac{m^2}{r^2} \Rightarrow m = q \sqrt{\frac{k}{G}}$$

$$m = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot \sqrt{\frac{9 \cdot 10^9}{6,67 \cdot 10^{-11}}} = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot \sqrt{1,35 \cdot 10^{20}} = 1,86 \cdot 10^{-9} \text{ кг}$$

Задачи уровня В

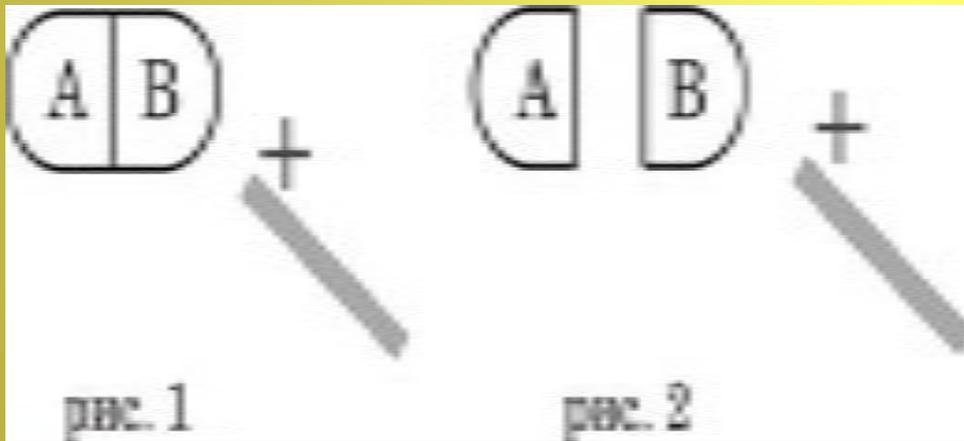
- Два разноименных заряда по $0,1$ мкКл расположены на расстоянии 8 см друг от друга. Найдите напряженность электростатического поля в точке, удаленной на 5 см от каждого заряда.



$$\frac{E}{E_1} = \frac{8}{5}$$

$$E = \frac{8}{5} E_1 = \frac{8}{5} k \frac{q}{r^2} = \frac{8 \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-7}}{5 \cdot 5^2 \cdot 10^{-4}} = 0,58 \cdot 10^6 \frac{B}{m}$$

К незаряженному проводнику АВ поднесли, не касаясь его, положительно заряженную стеклянную палочку (рис. 1). Затем, не убирая палочку, разделили проводник на две части (рис. 2). Какое утверждение о знаках зарядов частей А и В после деления будет верным?



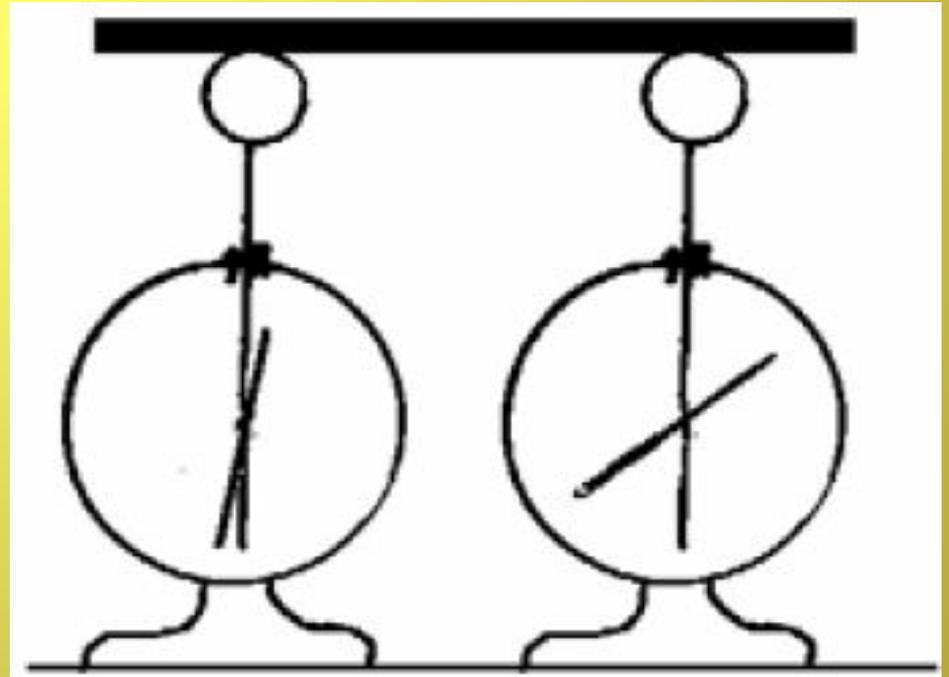
1. Обе части будут иметь положительный заряд.
2. Обе части будут иметь отрицательный заряд.
3. Часть В будет иметь положительный заряд, часть А – отрицательный.
4. Часть В будет иметь отрицательный заряд, часть А – положительный.

На рисунке изображены одинаковые электрометры, соединенные стержнем. Из какого материала может быть сделан этот стержень?

А. Медь.

Б. Сталь.

1. только А
2. только Б
3. и А, и Б
4. ни А, ни Б

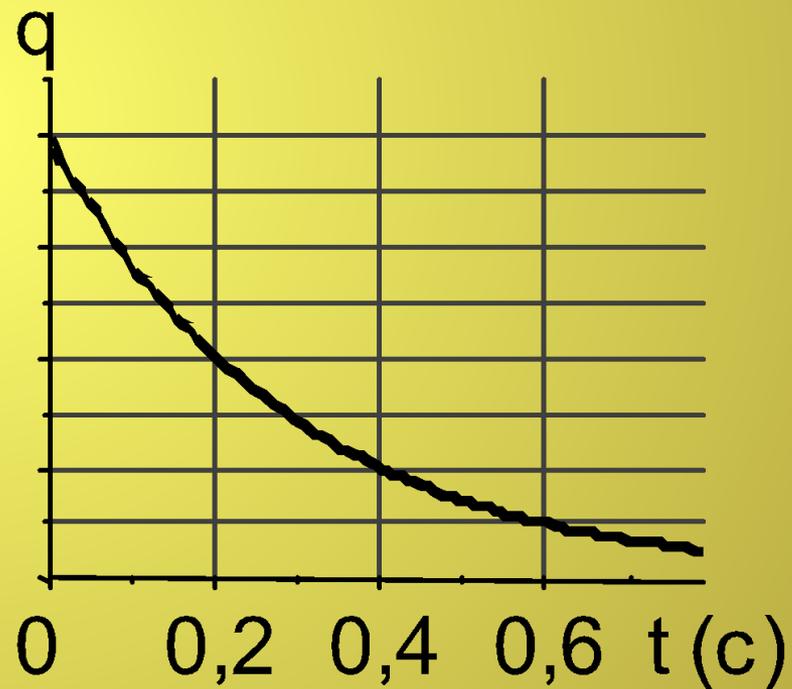


Металлическая пластина, имевшая положительный заряд, по модулю равный $10 e$, при освещении потеряла четыре электрона. Каким стал заряд пластины?

1. $6 e$
2. $-6 e$
3. $14 e$
4. $-14 e$

Электрический заряд сферы меняется со временем согласно графику на рисунке. Через какое время на сфере останется четверть первоначального заряда?

1. 0,2 с
2. 0,1 с
3. 0,4 с
4. 0,6 с



В таблице зафиксированы значения силы притяжения заряженных тел при разных расстояниях между ними. Какой вывод о связи силы и расстояния можно сделать по этой таблице?

r (см)	1	2	4	10
F (Н)	10^{-8}	$2.3 \cdot 10^{-9}$	$0.6 \cdot 10^{-9}$	10^{-10}

- 1. сила очень мала и ее можно не учитывать**
- 2. сила уменьшается с расстоянием**
- 3. зависимость не прослеживается**
- 4. при r больше 10 см сила обращается в 0**

Когда мы снимаем одежду, особенно изготовленную из синтетических материалов, мы слышим характерный треск. Какое явление объясняет этот треск?

1. Электризация.
2. Трение
3. Нагревание.
4. Электромагнитная
индукция

Два разноименных заряда по 10^{-8} Кл находились на расстоянии $3 \cdot 10^{-2}$ м друг от друга. С какой силой они взаимодействуют? Притягиваются или отталкиваются заряды?

1. Притягиваются с силой $3 \cdot 10^{-5}$ Н.
2. Притягиваются с силой 10^{-3} Н.
3. Отталкиваются с силой $3 \cdot 10^{-5}$ Н.
4. Отталкиваются с силой 10^{-3} Н.

$$F = k \frac{q^2}{r^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-16}}{9 \cdot 10^{-4}} = 10^{-3} \text{ Н}$$

Плоский воздушный конденсатор зарядили и отключили от источника тока. Как изменится энергия электрического поля внутри конденсатора, если расстояние между пластинами конденсатора увеличить в 2 раза?

1. увеличится в 2 раза
2. уменьшится в 2 раза
3. увеличится в 4 раза
4. уменьшится в 4 раза

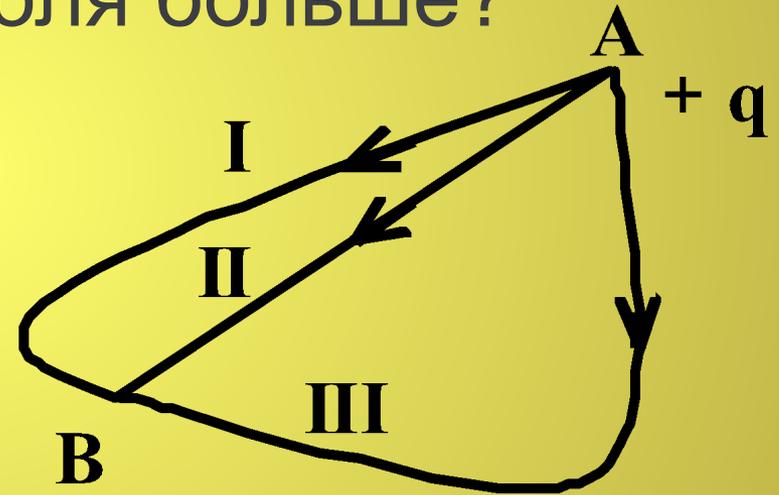
$$W = \frac{q^2}{2C} = \frac{q^2 d}{2\epsilon\epsilon_0 S}$$

- Как изменится сила кулоновского взаимодействия двух точечных зарядов, если расстояние между ними увеличить в 3 раза?

1. Уменьшится в 9 раз
2. Увеличится в 3 раза
3. Уменьшится в 3 раза
4. Увеличится в 9 раз

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

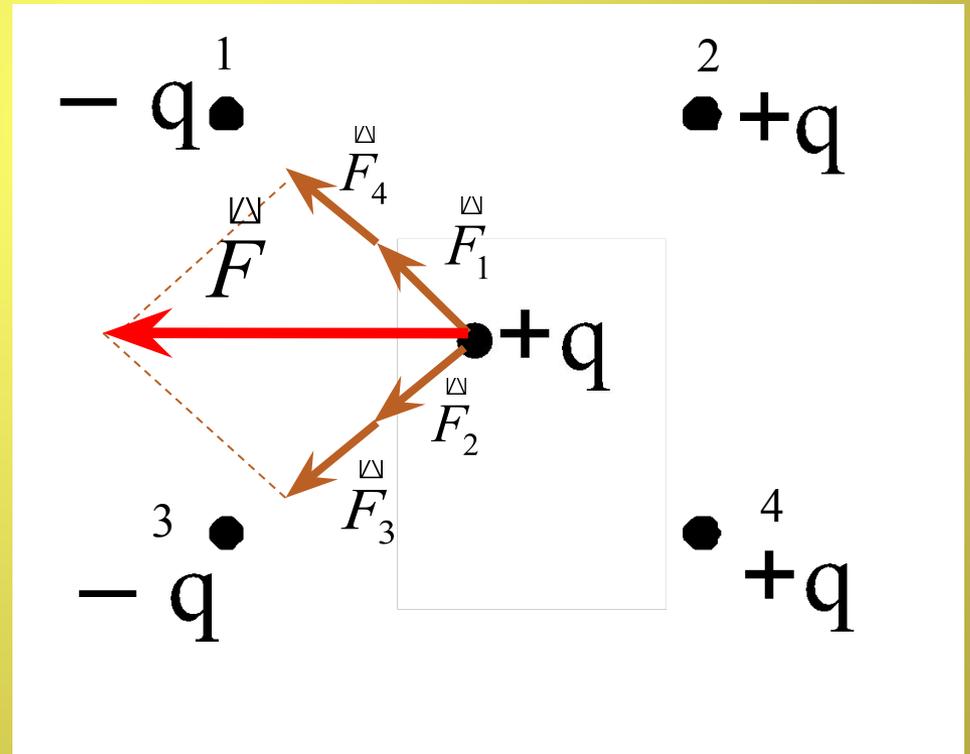
В однородном электростатическом поле перемещается положительный заряд из точки А в точку В по траекториям I, II, III. В каком случае работа сил электростатического поля больше?



1. I
2. II
3. III
4. работа сил электростатического поля по траекториям I, II, III одинакова

Как направлена кулоновская сила \vec{F} , действующая на положительный точечный заряд, помещенный в центр квадрата, в вершинах которого находятся заряды: $+q$, $+q$, $-q$, $-q$?

1. \rightarrow
2. \downarrow
3. \uparrow
4. \leftarrow



Как изменится сила кулоновского взаимодействия двух точечных неподвижных зарядов, если расстояние между ними увеличить в n раз?

1. увеличится в n раз
2. уменьшится в n раз
3. увеличится в n^2 раз
4. уменьшится в n^2 раз

Изменится ли емкость конденсатора, если заряд на его обкладках увеличить в n раз?

1. увеличится в n раз
2. уменьшится n раз
3. не изменится
4. увеличится в n^2 раз

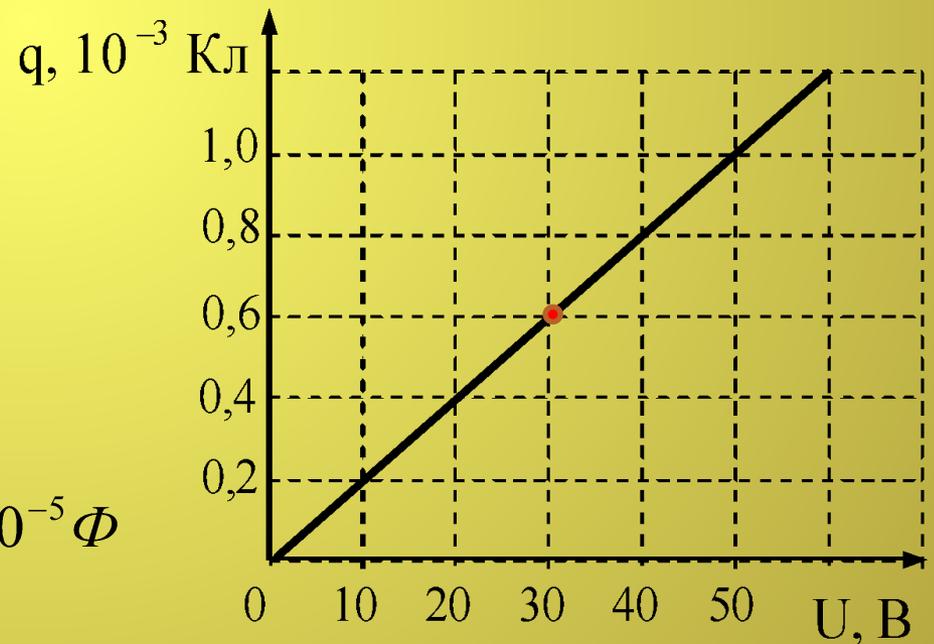
Легкий незаряженный шарик из металлической фольги подвешен на тонкой шелковой нити. При поднесении к шарiku стержня с положительным электрическим зарядом (без прикосновения) шарик

1. притягивается к стержню
2. отталкивается от стержня
3. не испытывает ни притяжения, ни отталкивания
4. на больших расстояниях притягивается к стержню, на малых расстояниях отталкивается

При исследовании зависимости заряда на обкладках конденсатора от приложенного напряжения был получен изображенный на рисунке график. Согласно этому графику, емкость конденсатора равна

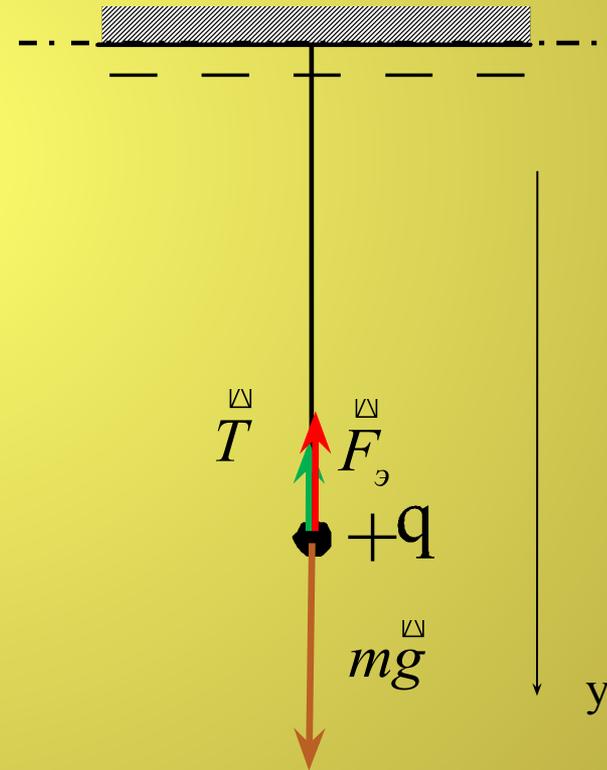
1. $2 \cdot 10^{-5}$ Ф
2. $2 \cdot 10^{-9}$ Ф
3. $2,5 \cdot 10^{-2}$ Ф
4. 50 Ф

$$C = \frac{q}{U} = \frac{0,6 \cdot 10^{-3}}{30} = \frac{6 \cdot 10^{-4}}{3 \cdot 10^1} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Ф}$$



К бесконечной горизонтальной отрицательно заряженной плоскости привязана невесомая нить с шариком, имеющим положительный заряд (см. рисунок). Каково условие равновесия шарика, если mg – модуль силы тяжести, $F_{\text{э}}$ – модуль силы электростатического взаимодействия шарика с пластиной, T – модуль силы натяжения нити ?

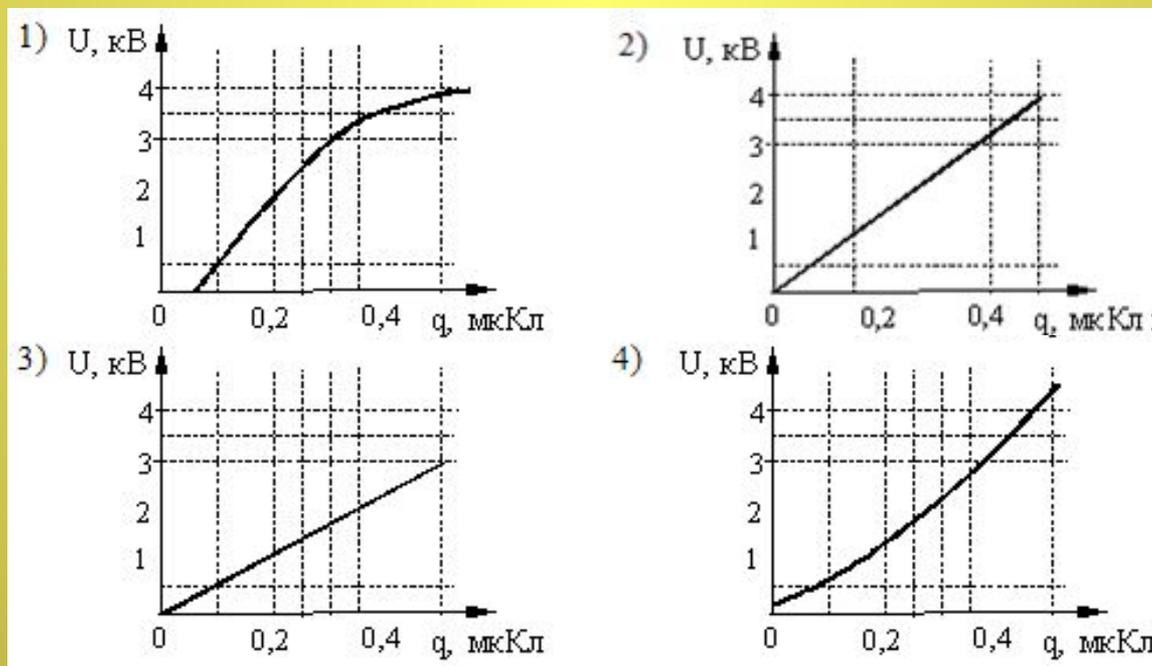
1. $-mg - T + F_{\text{э}} = 0$
2. $mg + T + F_{\text{э}} = 0$
3. $mg - T + F_{\text{э}} = 0$
4. $mg - T - F_{\text{э}} = 0$



В лаборатории исследовалась зависимость напряжения на обкладках конденсатора от заряда этого конденсатора. Результаты измерений представлены в таблице

q , мкКл	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
U , кВ	0,5	1,5	3,0	3,5	3,8

Погрешности измерений величин q и U равнялись соответственно 0,05 мкКл и 0,25 кВ. Какой из графиков приведен правильно с учетом всех результатов измерения и погрешностей этих измерений?



Как изменится сила электростатического взаимодействия двух электрических зарядов при перенесении их из вакуума в среду с диэлектрической проницаемостью 81, если расстояние между ними останется прежним?

1. увеличится в 81 раз
2. уменьшится в 81 раз
3. увеличится в 9 раз
4. уменьшится в 9 раз

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

Плоский воздушный конденсатор отключили от источника тока, а затем увеличили расстояние между его пластинами. Что произойдет при этом с зарядом на обкладках конденсатора, электроемкостью конденсатора и напряжением на его обкладках?

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ	ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
А) Заряд конденсатора	1) увеличится
Б) Электроемкость	2) уменьшится
В) Напряжение на обкладках	3) не изменится

А	Б	В
3	2	1

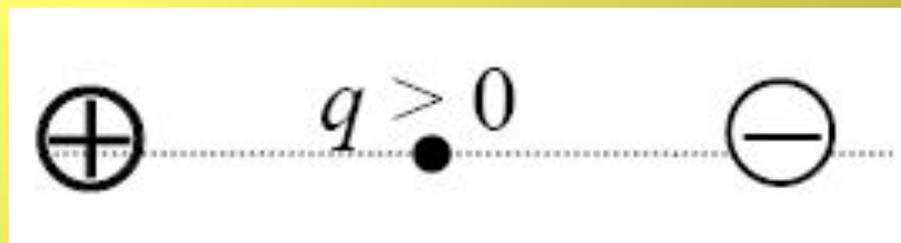
$$C \equiv \frac{q \epsilon_0 S}{U d} \Rightarrow U = \frac{q}{C}$$

Расстояние между двумя точечными электрическими зарядами уменьшили в 3 раза, а один из зарядов увеличили в 3 раза. Сила взаимодействия между ними

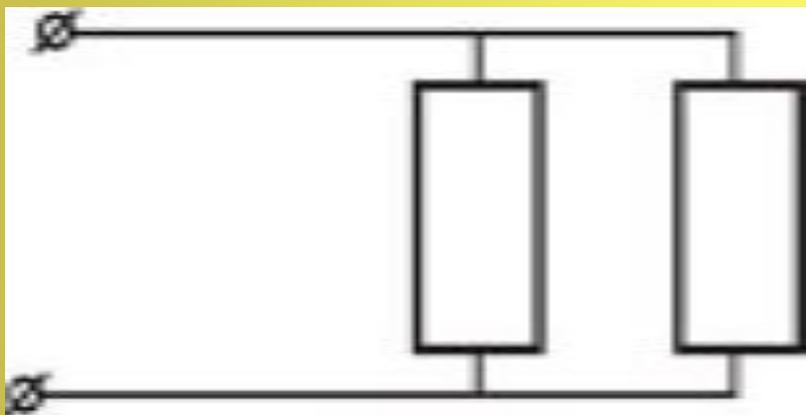
1. не изменились
2. уменьшились в 3 раза
3. увеличились в 3 раза
4. увеличились в 27 раз

Точечный положительный заряд q помещен между разноименно заряженными шариками (см. рисунок). Куда направлена равнодействующая кулоновских сил, действующих на заряд q ?

1. \rightarrow
2. \downarrow
3. \uparrow
4. \leftarrow



Сопротивление каждого резистора на участке цепи, изображенном на рисунке, равно 3 Ом. Найдите общее сопротивление участка.



1. $2/3$ Ом
2. 1,5 Ом
3. 3 Ом
4. 6 Ом

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{3} + \frac{1}{3} = \frac{2}{3} \Rightarrow R = \frac{3}{2} = 1,5 \text{ Ом}$$

При ремонте электроплитки ее спираль укоротили в 2 раза. Как изменилась мощность электроплитки?

1. увеличилась в 2 раза
2. увеличилась в 4 раза
3. уменьшилась в 2 раза
4. уменьшилась в 4 раза

$$P = \frac{U^2}{R}; R = \rho \frac{l}{S} \Rightarrow P = \frac{U^2 S}{\rho l}$$

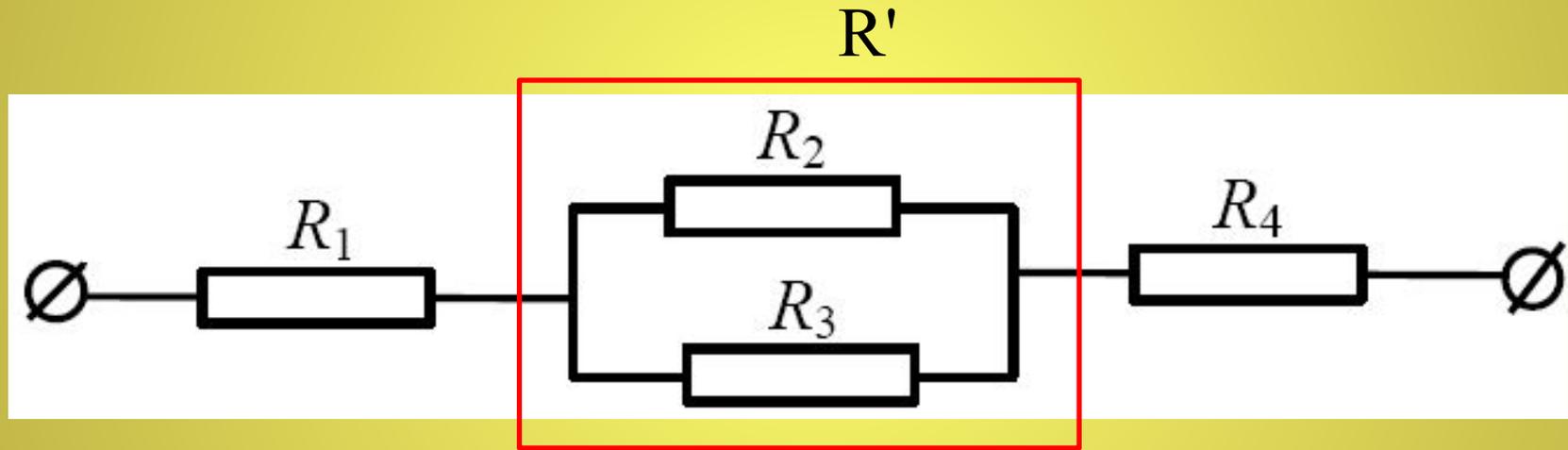
Сопротивление нагревательного элемента электрического чайника 20 Ом.

Определите мощность тока, проходящего через нагревательный элемент при напряжении 220 В.

$$P = \frac{U^2}{R}$$

$$P = \frac{220^2}{20} = \frac{48400}{20} = 2420 \text{ Вт}$$

Чему равно общее сопротивление участка цепи, изображенного на рисунке, если $R_1 = 1 \text{ Ом}$, $R_2 = 10 \text{ Ом}$, $R_3 = 10 \text{ Ом}$, $R_4 = 5 \text{ Ом}$?



1. 9 Ом
2. 11 Ом
3. 16 Ом
4. 26 Ом

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{10} + \frac{1}{10} = \frac{2}{10} = \frac{1}{5} \Rightarrow R' = 5(\text{Ом})$$

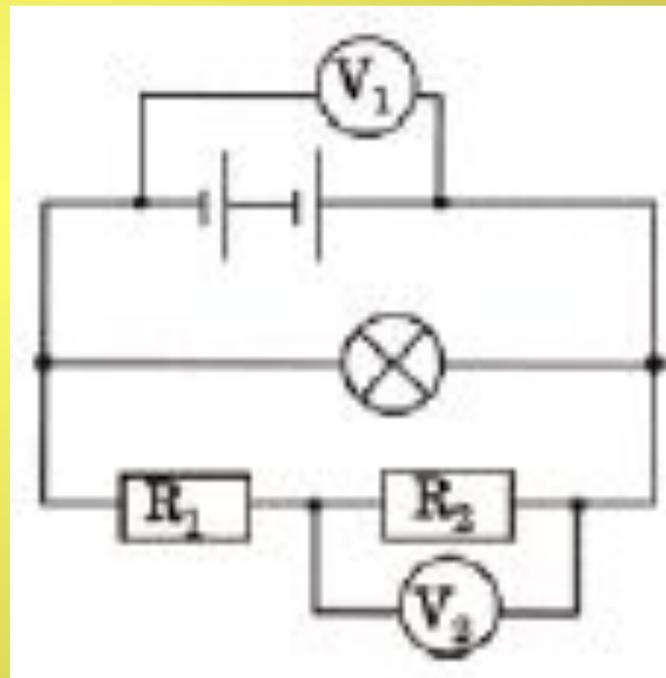
$$R = R_1 + R' + R_4 = 1 + 5 + 5 = 11(\text{Ом})$$

Две спирали электроплитки сопротивлением по 10 Ом каждая соединены последовательно и включены в сеть с напряжением 220 В. Через какое время на этой плитке закипит вода массой 1 кг, если ее начальная температура составляла 20°C, а КПД процесса 80%? (Полезной считается энергия, необходимая для нагревания воды.)

<i>Дано:</i>	$A\eta = Q$
$R_1 = R_2 = R = 10 \text{ Ом}$	$A = \frac{U^2}{2R}t; Q = mc(t_2^\circ - t_1^\circ);$
$U = 220 \text{ В}$	$\eta \frac{U^2}{2R}t = mc(t_2^\circ - t_1^\circ);$
$m = 1 \text{ кг}$	$t = \frac{cm(t_2^\circ - t_1^\circ)2R}{U^2\eta}.$
$t_1^\circ = 20 \text{ }^\circ\text{C}$	
$t_2^\circ = 100 \text{ }^\circ\text{C}$	
$\eta = 0,8$	
$c = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$	
$t — ?$	<i>Ответ:</i> $t \approx 174 \text{ с.}$

В электрической цепи (см. рисунок) вольтметр V_1 показывает напряжение 2 В, вольтметр V_2 – напряжение 0,5 В. Напряжение на лампе равно

1. 0,5 В
2. 1,5 В
3. 2 В
4. 2,5 В



Ученик проводил опыты с двумя разными резисторами, измеряя значения силы тока, проходящего через них при разных напряжениях на резисторах, и результаты заносил в таблицу.

$U, \text{В}$	0	1	2	3
$I_1, \text{А}$	0	0,2	0,4	0,6
$I_2, \text{А}$	0	0,1	0,3	0,6

ПРЯМАЯ ПРОПОРЦИОНАЛЬНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ СИЛОЙ ТОКА В РЕЗИСТОРЕ И НАПРЯЖЕНИЕМ НА КОНЦАХ РЕЗИСТОРА

1. выполняется только для первого резистора
2. выполняется только для второго резистора
3. выполняется для обоих резисторов
4. не выполняется для обоих резисторов

Среднее время разрядов молнии равно 0,002 с. Сила тока в канале молнии около $2 \cdot 10^4$ А. Какой заряд проходит по каналу молнии?

1. 40 Кл
2. 10^{-7} Кл
3. 10 Кл
4. $4 \cdot 10^{-8}$ Кл

$$q = I\Delta t = 2 \cdot 10^4 \cdot 0,002 = 40 \text{ Кл}$$

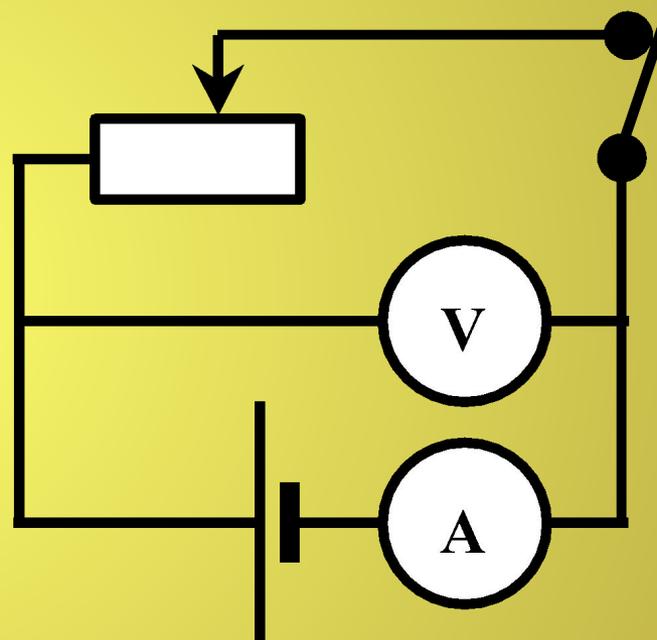
Гальванический элемент с ЭДС 1,6 В и внутренним сопротивлением 0,3 Ом замкнут проводником с сопротивлением 3,7 Ом. Сила тока в цепи равна...

1. 0,3 А.
2. 0,4 А.
3. 2,5 А.
4. 6,4 А.

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{1,6}{3,7 + 0,3} = \frac{1,6}{4} = 0,4 \text{ А}$$

В электрической цепи, изображенной на рисунке, ползунок реостата перемещают вправо. Как изменились при этом показания вольтметра и амперметра?

1. показания обоих приборов увеличились
2. показания обоих приборов уменьшились
3. показания амперметра увеличились, вольтметра уменьшились
4. показания амперметра уменьшились, вольтметра увеличились



$$I = \frac{\xi}{R + r}$$

$$U = IR = \frac{\xi R}{R + r} = \frac{\xi}{1 + \frac{r}{R}}$$

Если площадь поперечного сечения однородного цилиндрического проводника и электрическое напряжение на его концах увеличатся в 2 раза, то сила тока, протекающая по нему.

1. не изменится
2. увеличится в 2 раза
3. увеличится в 4 раза
4. уменьшится в 4 раза

$$I = \frac{U}{R}; R = \rho \frac{l}{S} \Rightarrow I = \frac{US}{\rho l}$$

Как изменится мощность, потребляемая электрической лампой, если, не изменяя её электрическое сопротивление, уменьшить напряжение на ней в 3 раза?

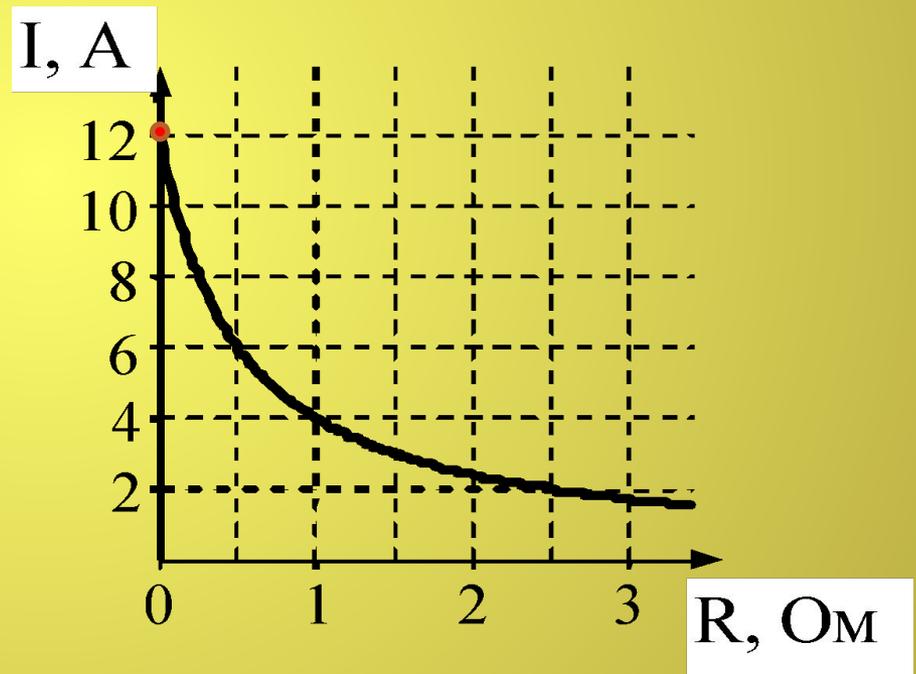
1. уменьшится в 3 раза
2. уменьшится в 9 раз
3. не изменится
4. увеличится в 9 раз

$$P = \frac{U^2}{R}$$

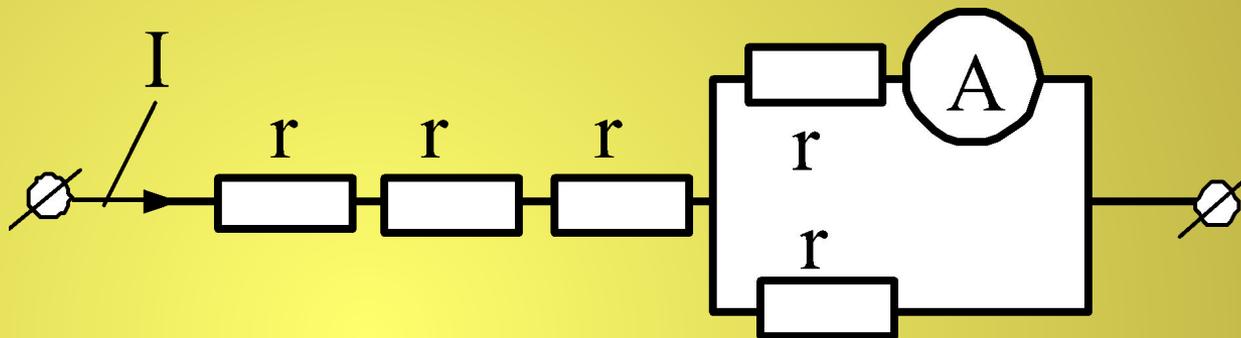
К источнику тока с ЭДС = 6 В подключили реостат. На рисунке показан график изменения силы тока в реостате в зависимости от его сопротивления. Чему равно внутреннее сопротивление источника тока?

1. 0 Ом
2. 0,5 Ом
3. 1 Ом
4. 2 Ом

$$I_{кз} = \frac{\varepsilon}{r} \Rightarrow r = \frac{\varepsilon}{I_{кз}} = \frac{6}{12} = 0,5 \text{ Ом}$$



Через участок цепи (см. рисунок) течет постоянный ток $I = 10 \text{ A}$. Какую силу тока показывает амперметр?
Сопротивлением амперметра пренебречь.



1. 2 A
2. 3 A
3. 5 A
4. 10 A

В электронагревателе, через который течет постоянный ток, за время t выделяется количество теплоты Q . Если сопротивление нагревателя и время t увеличить вдвое, не изменяя силу тока, то количество выделившейся теплоты будет равно

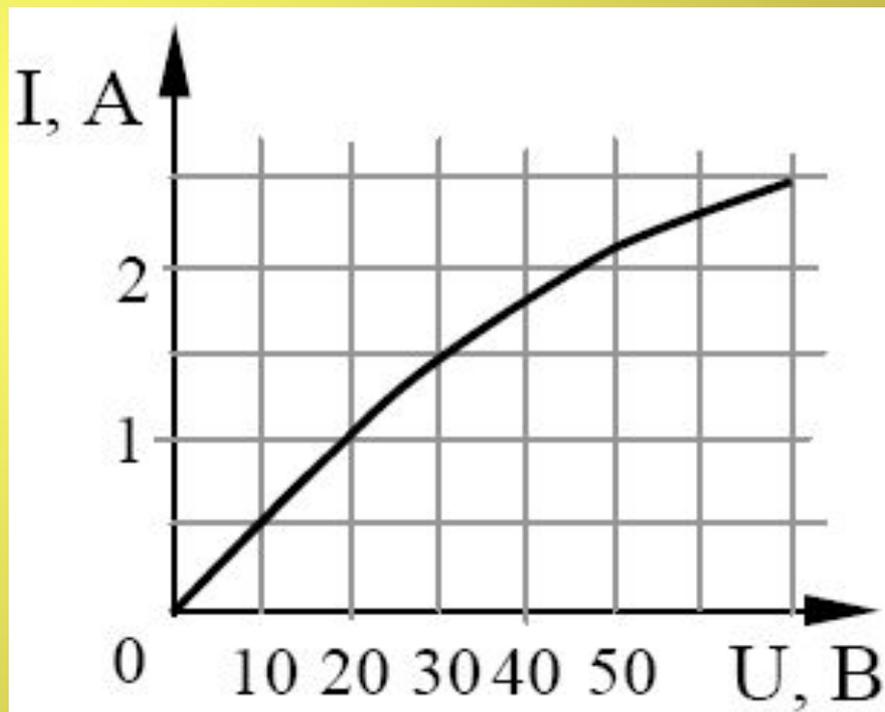
1. $8Q$
2. $4Q$
3. $2Q$
4. Q

$$Q = I^2 R \Delta t$$

На рисунке показан график зависимости силы тока в лампе накаливания от напряжения на ее клеммах. При напряжении 30 В мощность тока в лампе равна

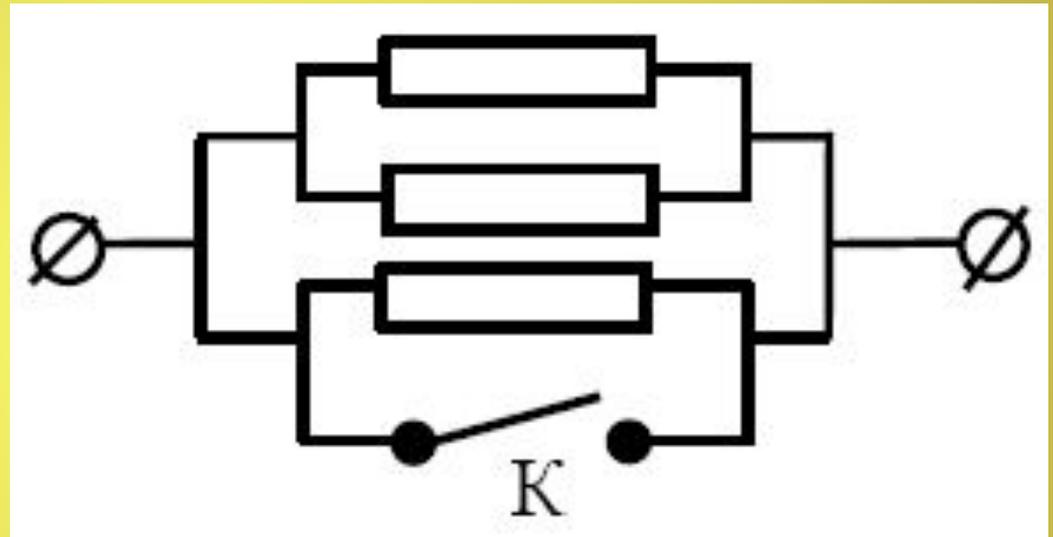
1. 135 Вт
2. 67,5 Вт
3. 45 Вт
4. 20 Вт

$$P = UI$$



Каким будет сопротивление участка цепи (см. рисунок), если ключ K замкнуть? (Каждый из резисторов имеет сопротивление R .)

1. R
2. $2R$
3. $3R$
4. 0



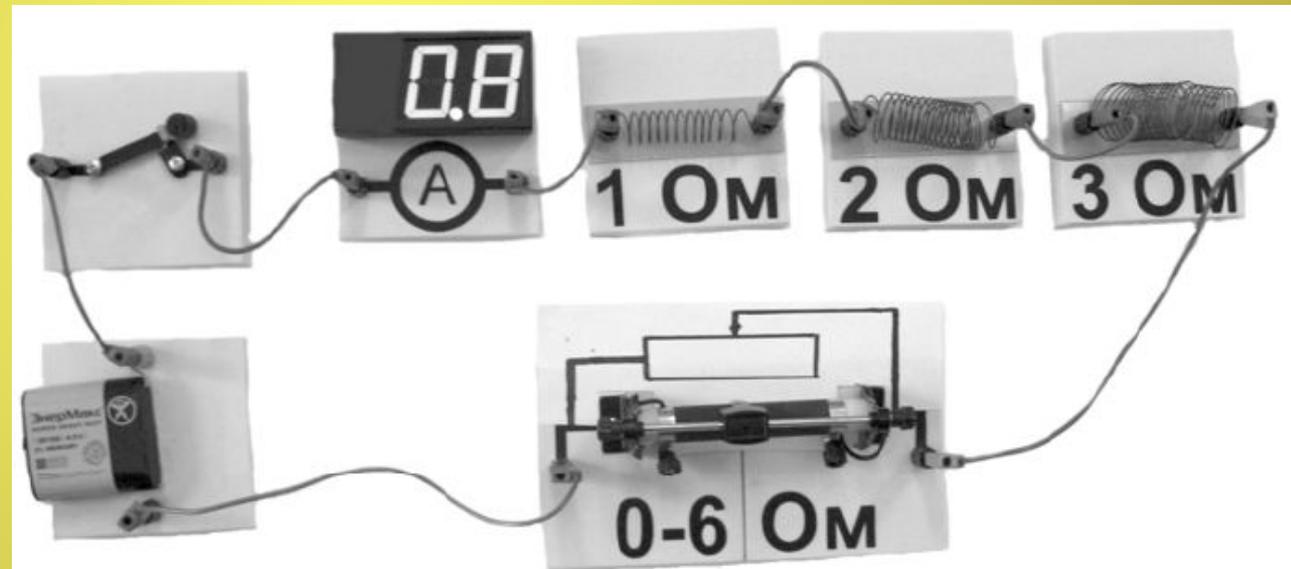
На входе в электрическую цепь квартиры стоит предохранитель, размыкающий цепь при силе тока 10 А. Подаваемое в цепь напряжение равно 110 В. Какое максимальное число электрических чайников, мощность каждого из которых равна 400 Вт, можно одновременно включить в квартире?

1. 2,75
2. 2
3. 3
4. 2,8

$$n = \frac{P}{P_1} = \frac{UI}{P_1} = \frac{110 \cdot 10}{400} = 2,75$$

На фотографии – электрическая цепь. Показания включенного в цепь амперметра даны в амперах. Какое напряжение покажет идеальный вольтметр, если его подключить параллельно резистору 3 Ом?

1. 0,8 В
2. 1,6 В
3. 2,4 В
4. 4,8 В



- При подключении положительного полюса батареи к точке A потенциал точки A выше потенциала точки B ($\phi A > \phi B$), поэтому ток через резистор $R1$ не течёт, а течёт через резистор $R2$. Эквивалентная схема цепи имеет вид, изображённый на рис. 1.
- Потребляемая мощность
- 2. При изменении полярности подключения батареи $\phi A < \phi B$, ток через резистор $R2$ не течёт, но течёт через резистор $R1$. Эквивалентная схема цепи в этом случае изображена на рис. 2. При этом потребляемая мощность
- 3. Из этих уравнений:
- 4. Подставляя значения физических величин,
- указанные в условии, получаем: $R1 = 10 \text{ Ом}$, $R2 = 20 \text{ Ом}$.

1. Берков, А.В. и др. Самое полное издание типовых вариантов реальных заданий ЕГЭ 2010, Физика [Текст]: учебное пособие для выпускников. ср. учеб. заведений / А.В. Берков, В.А. Грибов. – ООО "Издательство Астрель", 2009. – 160 с.
2. Касьянов, В.А. Физика, 11 класс [Текст]: учебник для общеобразовательных школ / В.А. Касьянов. – ООО "Дрофа", 2004. – 116 с.
3. МАЙЕР В.В. Электростатика: элементы учебной физики/
<http://fiz.1september.ru/2007/17/01.htm>
4. Мякишев, Г.Я. и др. Физика. 11 класс [Текст]: учебник для общеобразовательных школ / учебник для общеобразовательных школ Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев . – " Просвещение ", 2009. – 166 с.
5. Открытая физика [текст, рисунки]/ <http://www.physics.ru>
6. Подготовка к ЕГЭ [/http://egefizika](http://egefizika)
7. Федеральный институт педагогических измерений. Контрольные измерительные материалы (КИМ) Физика // [Электронный ресурс]// <http://fipi.ru/view/sections/92/docs/>
8. ФИЗИКА / <http://www.ido.rudn.ru/nfpk/fizika/electro/1.html>
9. ФИЗИКА. РУ. / <http://cit.vvsu.ru/MIRROR/www.fizika.ru/theory>

Используемая литература