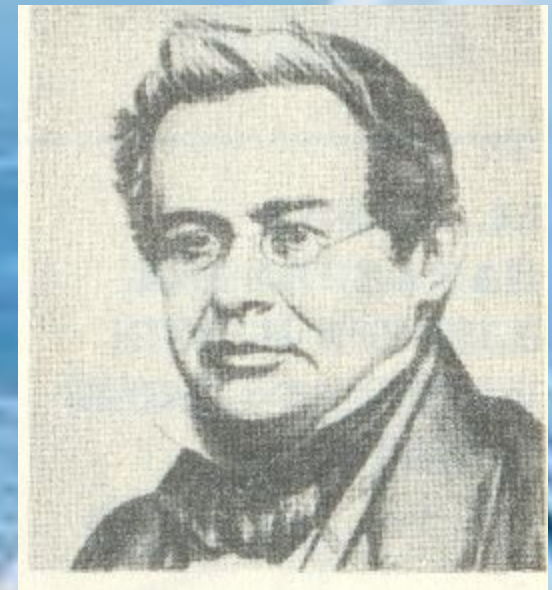
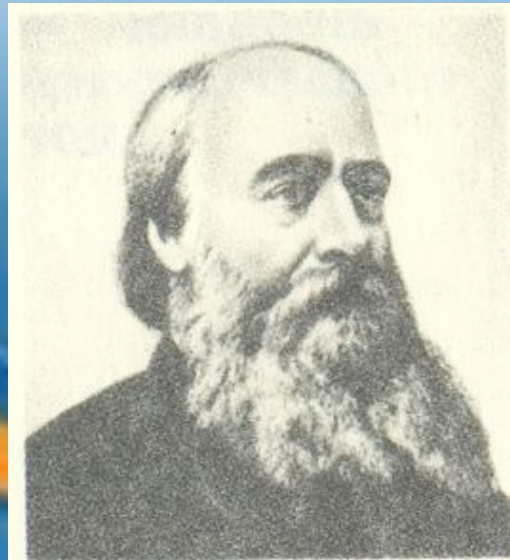


# Постоянный ток: законы и применение

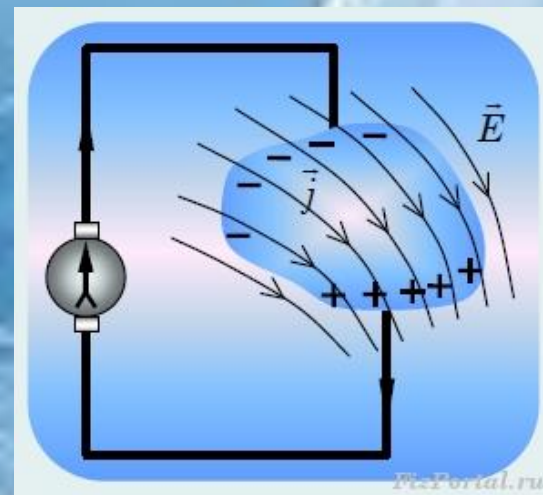


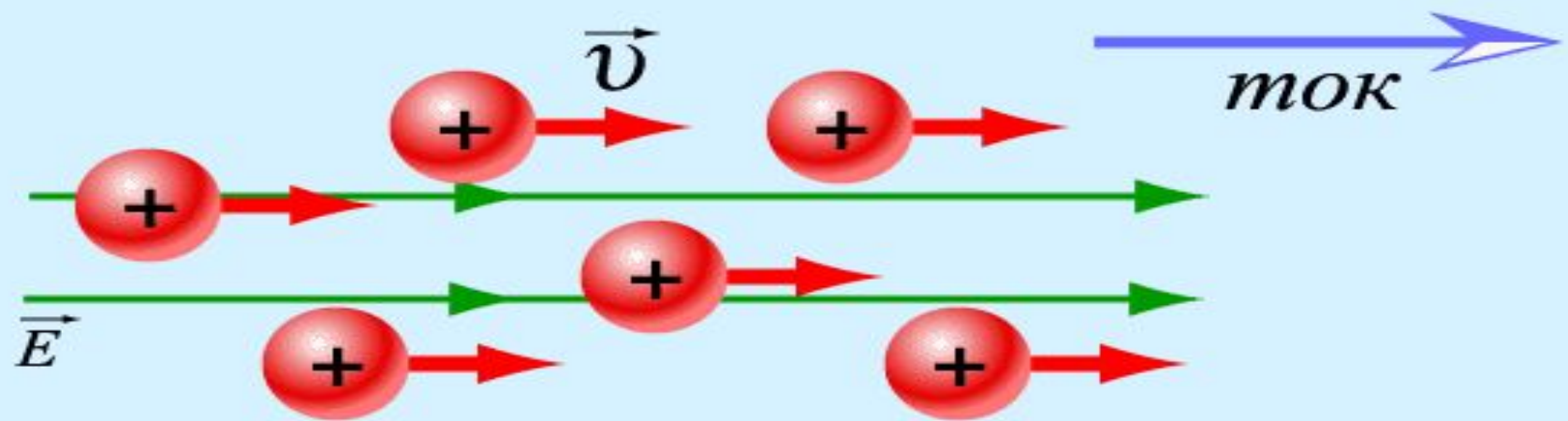
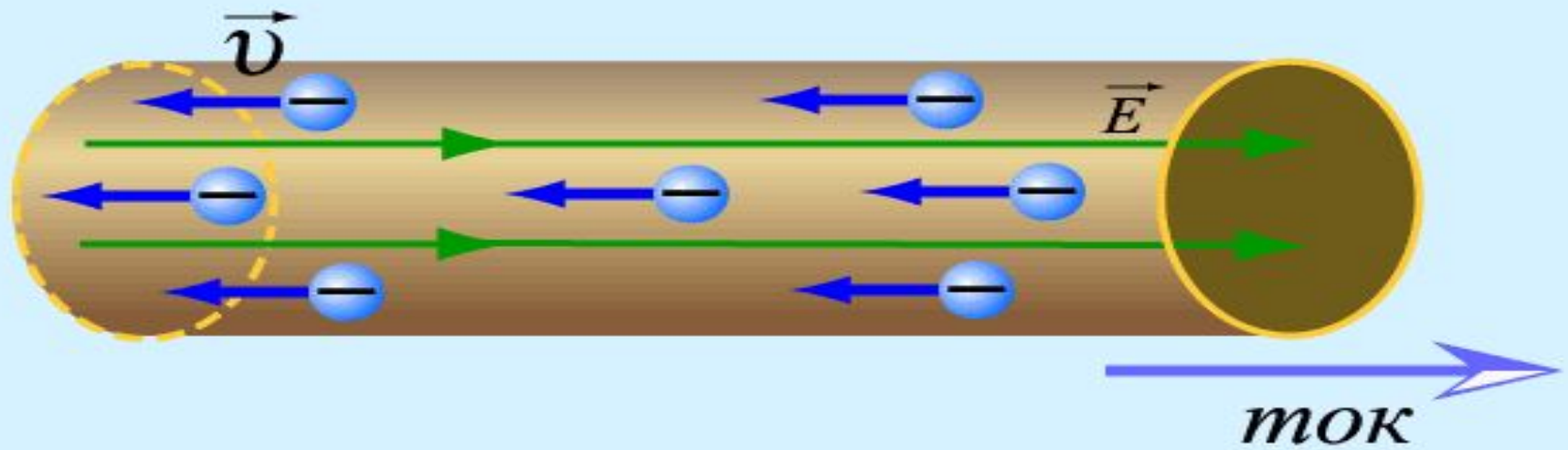
## Электрический ток – направленное движение заряженных частиц

- **Условия существования постоянного тока в цепи**

- Ток, сила и направление которого сохраняются с течением времени неизменными, называется постоянным. Для того, чтобы в проводнике мог существовать постоянный ток, необходимо выполнение следующих условий:

1. напряженность электрического поля в проводнике должна быть отлична от нуля и не должна изменяться с течением времени;
2. цепь постоянного тока должна быть замкнутой;
3. на свободные электрические заряды, помимо кулоновских сил, должны действовать неэлектростатические силы, называемые сторонними силами.





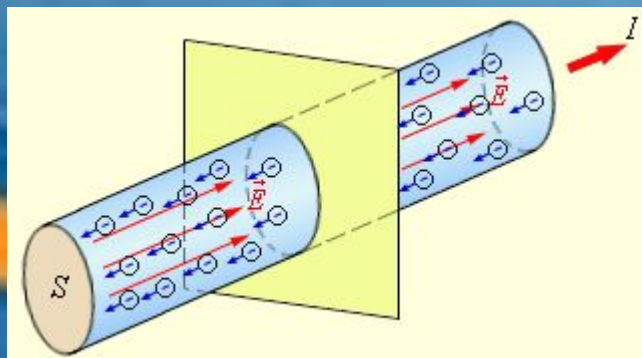
# Постоянный ток

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

Количество электричества, проходящее в единицу времени через единичную площадь поперечного сечения называется силой тока.

$$\left( A = \frac{K \Lambda}{c} \right)$$

- Электрический ток, не меняющий своего направления, называют постоянным током.





Сила тока в проводнике равна заряду, протекающему за единицу времени через поперечное сечение проводника

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = nq v S ,$$

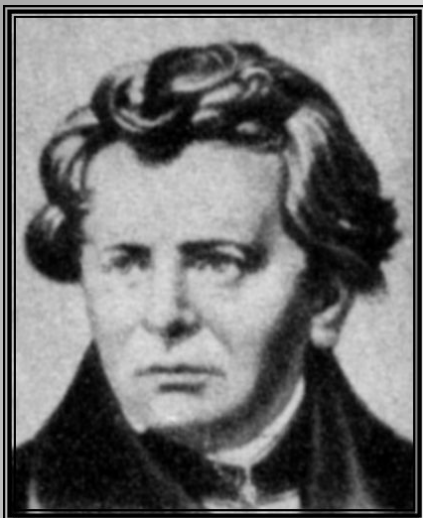
где  $n$  - концентрация электронов,  $q$  - заряд одного электрона,  $v$  - средняя скорость упорядоченного движения,  $S$  - площадь поперечного сечения проводника.

Международной системы единиц; она измеряется в амперах(А). 1 А — это сила такого тока, который, проходя по двум прямолинейным параллельным бесконечным проводникам, расположенным на расстоянии 1 м друг от друга, вызывает на каждом участке длиной 1 м силу взаимодействия  $2 \cdot 10^{-7}$  Н.

# Характеристики электрического тока

- **Сила тока** – характеризует количество электричества ( $I$ ), измеряется в Амперах, прибором амперметр, который включается в электрическую цепь последовательно.
- **Сопротивление** – характеризует способность проводника проводить ток, измеряется в Ом, прибором омметром.  
 $R = \rho \ell / s$ , где  $\rho$  – удельное сопротивление материала, из которого изготовлен проводник (таблица);  $\ell$  - длина проводника;  $s$  – площадь поперечного сечения проводника.
- **Напряжение** – характеризует падение напряжения на нагрузке ( $U$ ), измеряется в Вольтах, прибором вольтметр, который включается в электрическую цепь параллельно.  
 $U = IR$ , где  $I$  – сила тока,  $R$  – сопротивление проводника.





Немецкий физик Г. Ом в 1826 году экспериментально установил, что сила тока  $I$ , текущего по металлическому проводнику, пропорциональна напряжению  $U$  на концах проводника:

$$I = gU$$

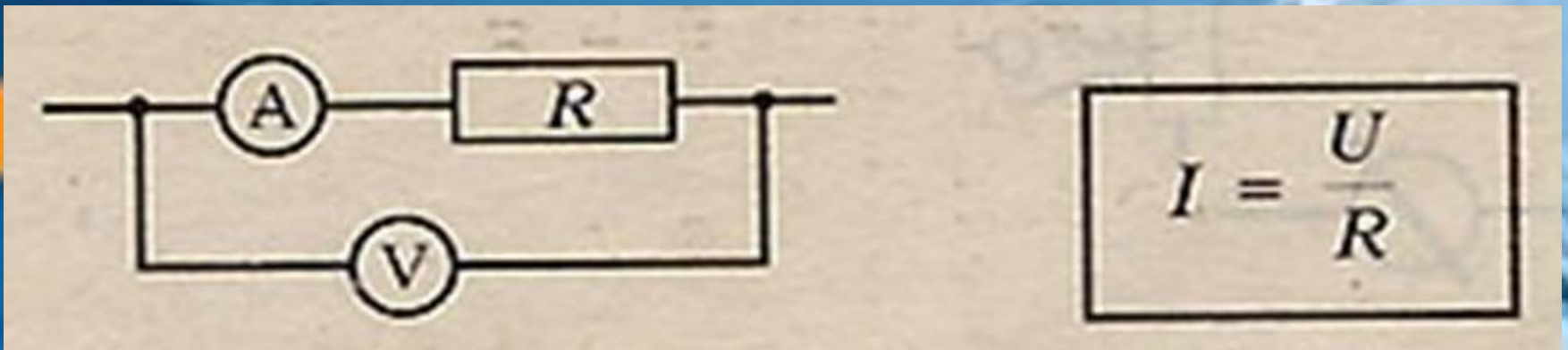
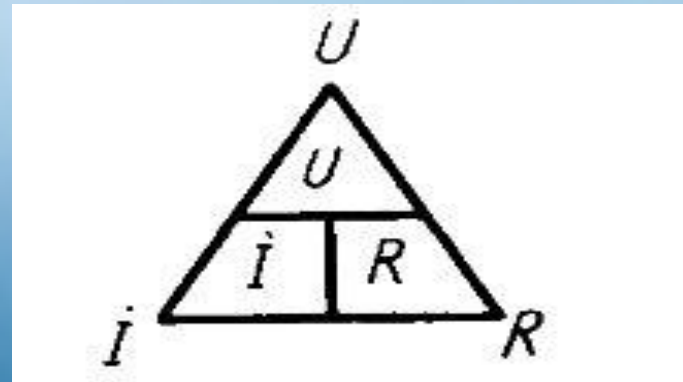
Коэффициент пропорциональности  $g$  называется проводимостью участка цепи. Он выражает зависимость силы тока в проводнике от его рода, размеров и внешних условий.

$$[g] = \frac{I}{U} = \frac{1A}{1B} = 1См(сименс)$$

# Закон Ома

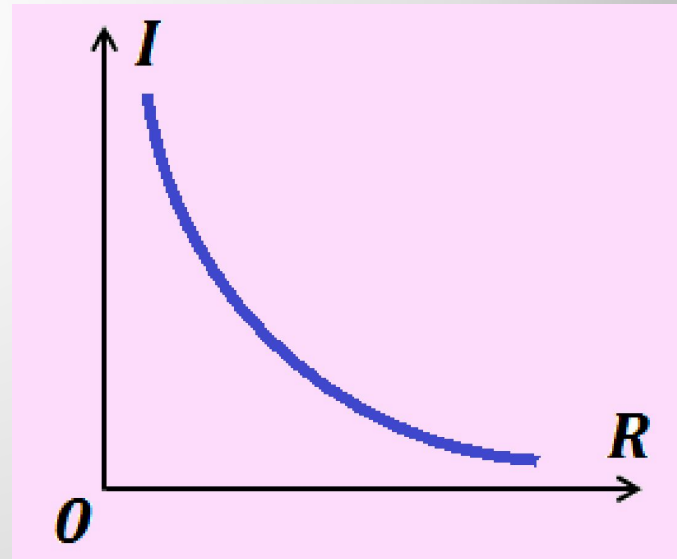
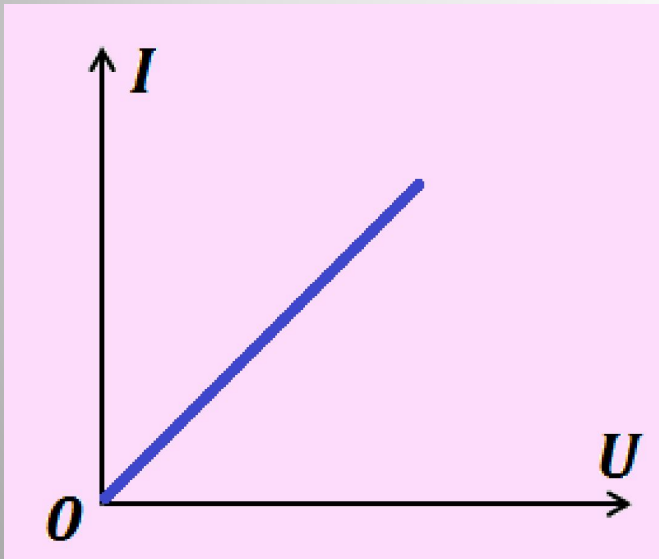


Сила тока прямо пропорциональна напряжению и обратно пропорционально сопротивлению.





Графические зависимости силы тока  $I$  от напряжения  $U$  (*вольт - амперная характеристика*) и от сопротивления  $R$  в соответствии с законом Ома представлены на рисунках:



Перепишем закон Ома следующим образом:

$$U = IR$$

Произведение  $IR$  называется *падением напряжения* на участке цепи.

Опытами установлено, что *при постоянной температуре сопротивление проводника прямо пропорционально его длине, обратно пропорционально площади его поперечного сечения и зависит от материала, из которого сделан проводник:*

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

где  $\rho$  – удельное сопротивление, зависящее от рода вещества. Оно показывает каким сопротивлением обладает 1 м проводника с площадью поперечного сечения  $1 \text{ м}^2$

В СИ единица измерения удельного сопротивления

$$[\rho] = \frac{1 \text{ Ом} \cdot 1 \text{ м}^2}{1 \text{ м}} = 1 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

Удельное сопротивление проводника зависит и от температуры:

$$\rho_t = \rho_0 (1 + \alpha t^0)$$

$\alpha$  - называется температурным коэффициентом сопротивления.



У проводников первого рода (металлов)  $\alpha > 0$ , у проводников второго рода (электролитов)  $\alpha < 0$ .

$\rho_0$  - удельное сопротивление проводника при  $0^\circ\text{C}$ .

Формулу для расчёта сопротивления  $R_t$  проводников при различных температурах можно получить, подставляя значение  $\rho_t$  в формулу:

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

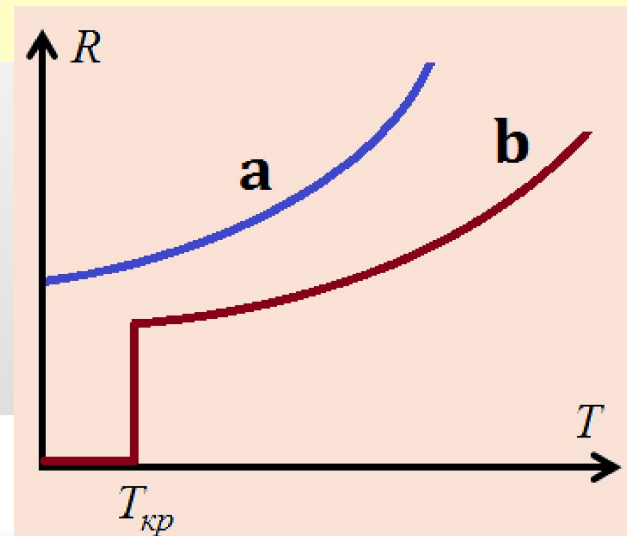
Получим:

$$R_t = R_0 (1 + \alpha t^\circ)$$

При понижении температуры до температур, близких к абсолютному нулю, сопротивление металлов скачкообразно уменьшается практически до нуля.

Такое явление было названо *сверхпроводимостью*. Оно было открыто голландским учёным *Камерлинг - Оннесом* в 1911 году.

a – нормальный металл,  
b – сверхпроводник





# Закон Ома может не соблюдаться:

- При высоких частотах, когда скорость изменения электрического поля настолько велика, что нельзя пренебрегать инерционностью носителей заряда;
- При низких температурах для веществ, обладающих сверхпроводимостью;
- При заметном нагреве проводника проходящим током, в результате чего зависимость напряжения от тока приобретает нелинейный характер. Классическим примером такого элемента является лампа накаливания;
- При приложении к проводнику или диэлектрику (например, воздуху или изоляционной оболочке) высокого напряжения, вследствие чего возникает пробой;
- В вакуумных и газонаполненных электронных лампах (в том числе люминесцентных);
- В гетерогенных полупроводниках и полупроводниковых приборах, имеющих р-п-переходы, например, в диодах и транзисторах.

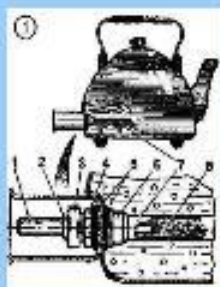


# ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

## ТЕПЛОВОЕ



ovesth.ru



## МАГНИТНОЕ

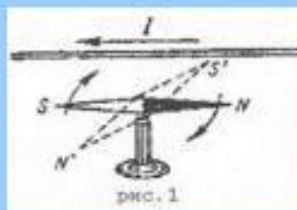
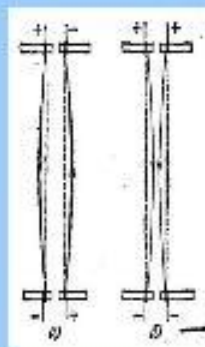
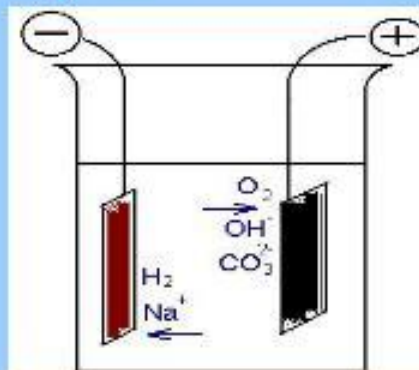


рис. 1

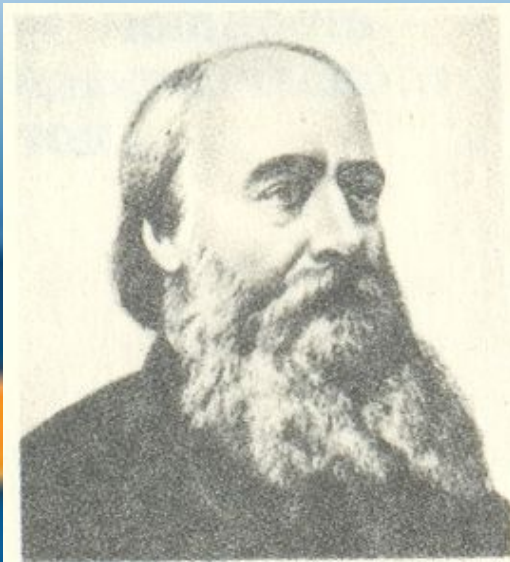


## ХИМИЧЕСКОЕ



# Тепловое действие электрического тока

- При прохождении тока через проводник, проводник нагревается.
- Тепло, выделяемое на проводнике можно рассчитать по закону Джоуля – Ленца.



$$Q = I^2 R t$$



# Тепловое действие тока

Плитка



Паяльник



Фен



Утюг



Электротермос



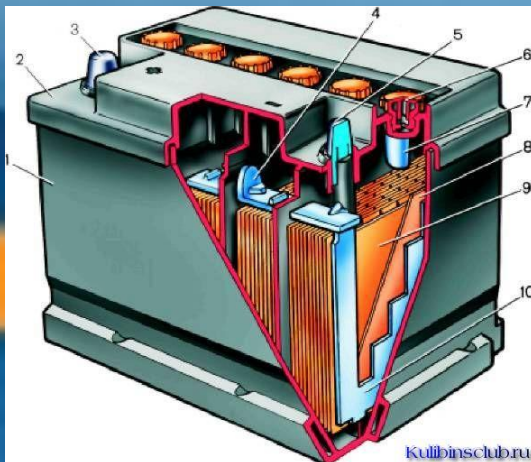
Лечение током



# \* Источники электрического Тока



- Гальванический элемент (батарейка);
- Электрическая машина – генератор постоянного тока;
- Солнечные батареи;





# Применение постоянного тока

- в электрометаллургии для расплава и электролиза руд (алюминиевых);
- в тяговых электродвигателях на транспорте;
- в электроприводах, когда необходимы двигатели, обладающие большой перегрузочной способностью;



# Применение постоянного тока



- для питания устройств связи, автоматики, сигнализации и телемеханики.



# Применение электрического тока в косметологии, медицине

- **Гальванизация** – лечебное применение постоянного электрического тока. Постоянный электрический ток низкого напряжения - 60-80 В, малой силы - до 50 мА.
- Электролиз – хорошо расщепляет жиры (антицеллюлит).
- **Электроосмос** – используется в лимфодренаже.
- Электродиффузия – повышает проницаемость клеточных мембран.
- **Электрофорез** – это введение различных лекарственных и косметических препаратов с помощью электрического тока.
- В косметологии электрофорез лекарственных препаратов чаще называют **ионофорезом**.

# Электрический ток и человеческий организм

- Ткани человеческого организма имеют различную электрическую проводимость в зависимости от содержания жидкости и количества ионов в ткани.
- К хорошим проводникам тока относятся кровь, моча, лимфа, мускулатура;
- К плохим - жировые ткани, сухожилия, суставные сумки;
- Кости, ногти и волосы вообще не проводят электрический ток. Это изоляторы.
- Протекание тока в коже осуществляется по большей части через потовые и сальные железы. Вследствие разной проводимости тканей ток проходит по телу не прямолинейно, а в направлении самого малого электрического сопротивления вдоль кровеносных и лимфатических сосудов.

# Положительное действие электрического тока

**Электрошок** - электрическое раздражение мозга , с помощью которого лечат некоторые психические заболевания.

**Дефибрилляторы** - электрические медицинские приборы, используемые при восстановлении нарушений ритма сердечной деятельности посредством воздействия на организм кратковременными высоковольтными электрическими разрядами.

**Гальванизация** - пропускание через организм слабого постоянного тока, оказывающего болеутоляющий эффект и улучшающий кровообращение.



# Правила пользования электрическим током

- Нельзя пользоваться неисправными электрическими приборами;
- Нельзя выдёргивать электрическую вилку из розетки за провод;
- Нельзя производить электрические работы без выключения электрического тока в щитке;
- Нельзя пользоваться подключёнными приборами мокрыми руками;
- Нельзя оставлять включёнными в сеть бытовые приборы: телевизоры, стиральные машины, из-за непредвиденного скачка напряжения в электрической цепи (выйдут из строя).



## Тест по теме «Законы постоянного тока»

1. Электрический ток – направленное движение ....

- А. положительных зарядов; Б. любых зарядов;
- В. отрицательных зарядов.

2. Сила тока – это .....

- А. число зарядов, проходящих через проводник;
- Б. количество электричества, проходящее через проводник за время;
- В. количество электричества, проходящее через проводник с единичной площадью за единицу времени.

3. Условия, необходимые для возникновения электрического тока:

- А. наличие заряда, источник тока;
- Б. наличие поля, источника тока
- В. наличие заряда одного знака, поля, источника тока.

4. Закон Ома включает в себя зависимость .....

- А. напряжения от сопротивления и силы тока;
- Б. силы тока от напряжения и сопротивления;
- В. сопротивления от напряжения и силы тока.



5. Единицей напряжения является .....

А. Ампер; Б. Вольт; В. Ом

6. Источниками постоянного тока являются ....

А. Аккумулятор и солнечная батарея;

Б. Батарея и генератора постоянного тока;

В. Генератор тока.

7. Единицей силы тока является ....

А. Ампер; Б. Вольт; В. Ом.

8. Приведите примеры показывающие, что прохождение тока через проводник, приводит к нагреванию проводника (3 примера).

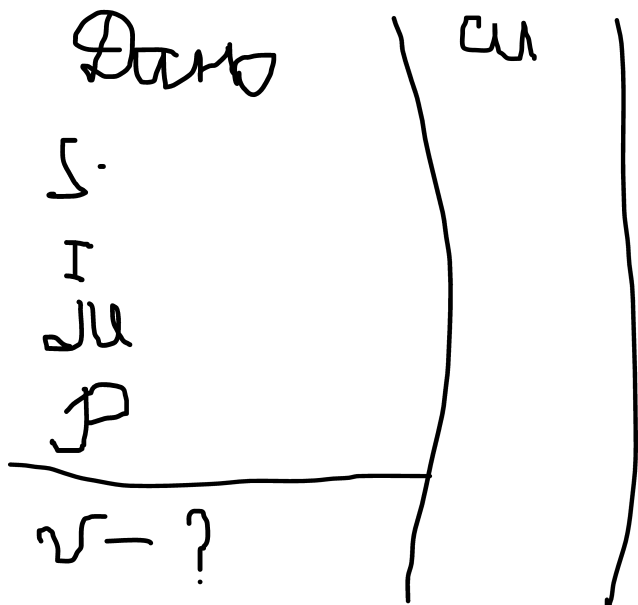
9. Единицей сопротивления является ....

А. Ампер; Б. Вольт; В. Ом.

10. Определить напряжение в проводнике сопротивлением 15кОм, если через него протекает ток 5 мА.

А. 75В; Б. 7,5В; В. 0,75В

**Задача 1.** По медному проводу сечением  $S = 1 \text{ мм}^2$  течет ток силой  $I = 10 \text{ мА}$ . Найдите среднюю скорость упорядоченного движения электронов вдоль проводника, если считать, что на каждый атом меди приходится один электрон проводимости. Молярная масса меди  $A = 63,6 \text{ г/моль}$ , плотн  $= 8,9 \text{ г/см}^3$ .



$$I = q n v S$$

$$v = \frac{I}{q n S}$$

$$n = \frac{\rho}{m}$$

$$m = \frac{M}{N_A}$$