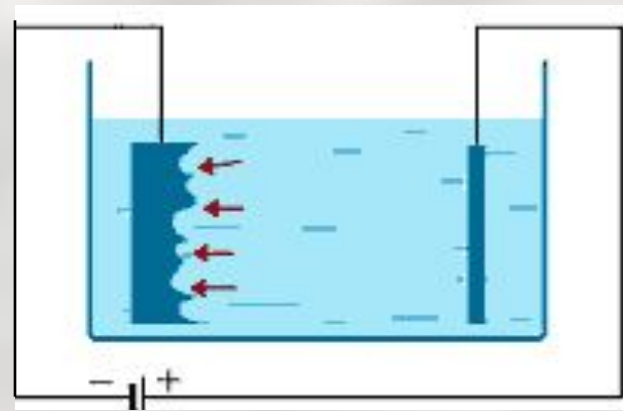
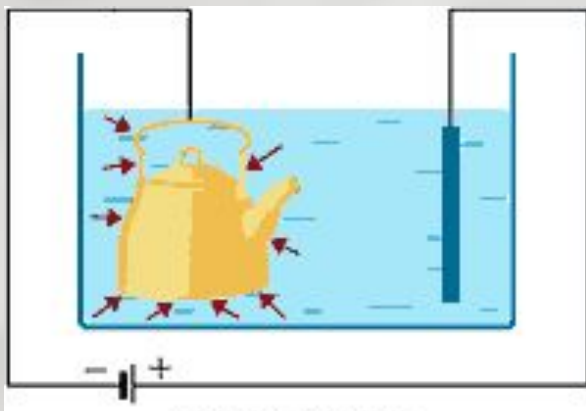


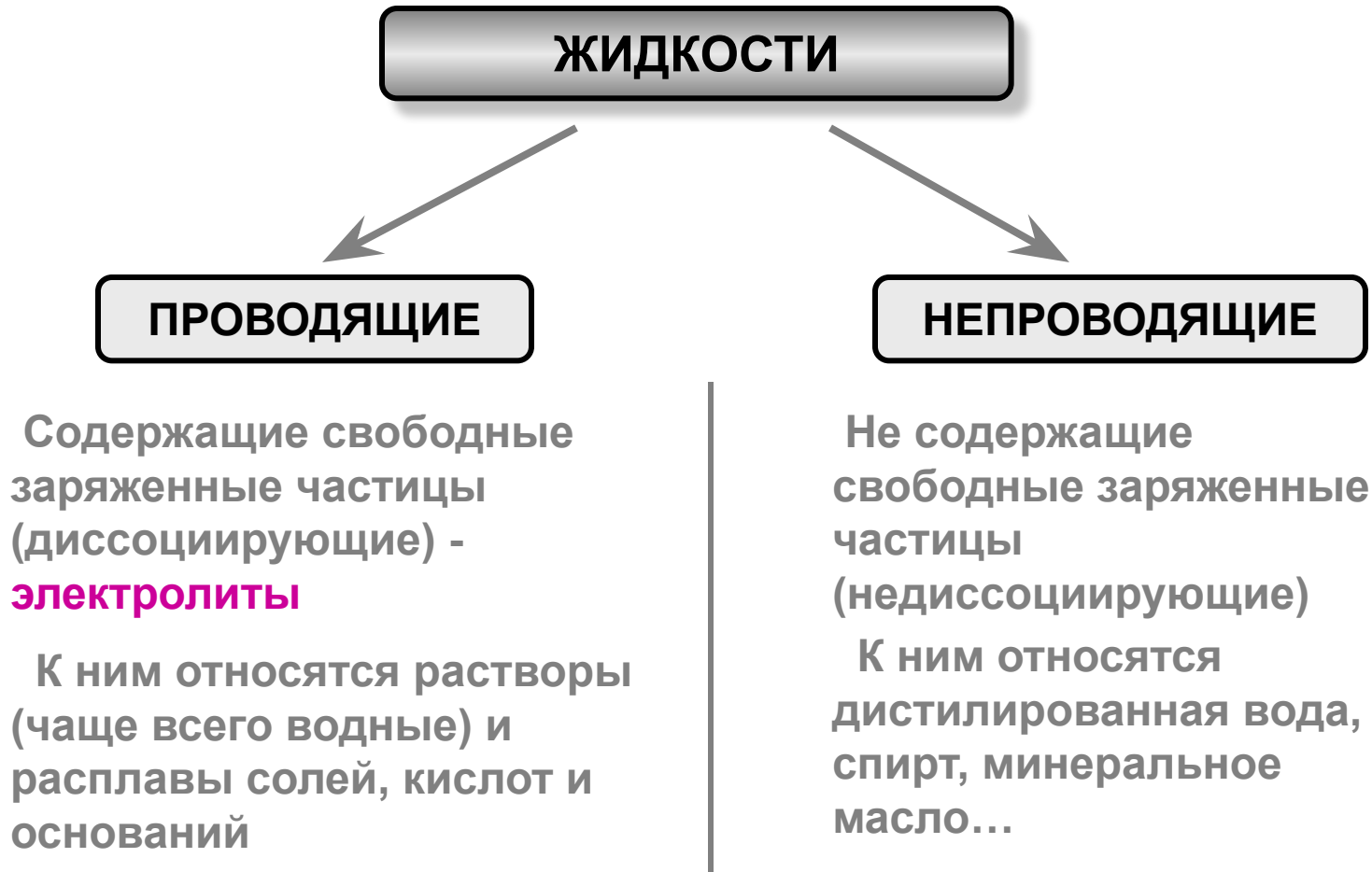
# Электрический ток в жидкостях



Вопрос 1

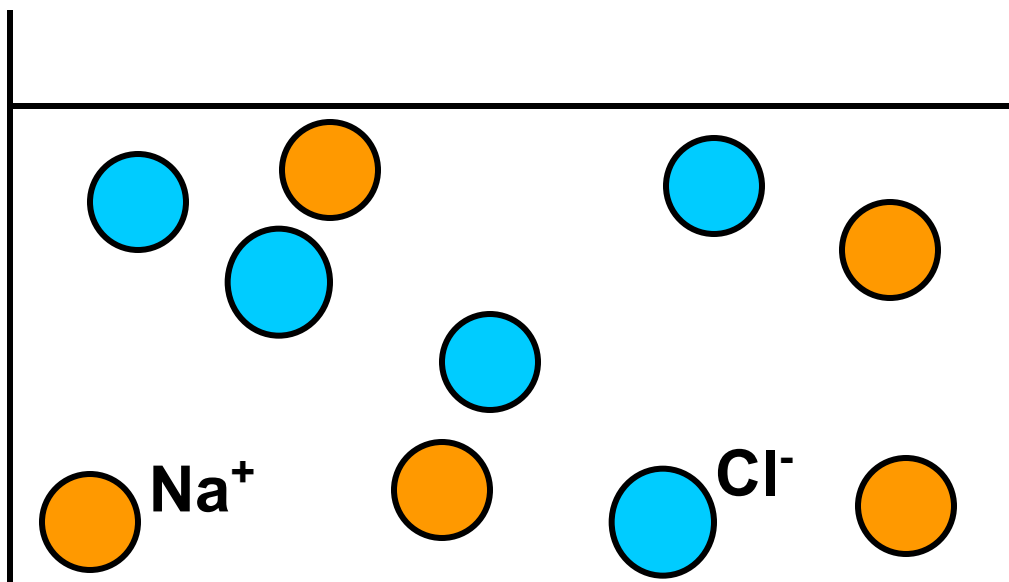
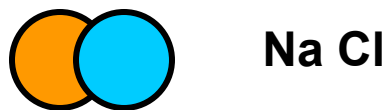
# Электролитическая диссоциация

По электрическим свойствам все жидкости можно разделить на 2 группы:

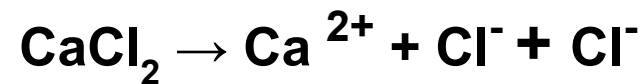
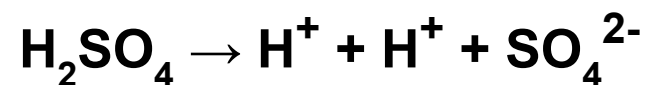


**Электролитической диссоциацией** называется распад нейтральных молекул вещества в растворителе на положительные и отрицательные ионы

## Электролитическая диссоциация поваренной соли



Диссоциация других  
веществ:



При диссоциации **ионы металлов и водорода** всегда заряжены **положительно**, а ионы кислотных радикалов и группы **ОН** - **отрицательно**

**Степень диссоциации** – доля молекул в растворенном веществе, распавшихся на ионы, зависит от температуры, концентрации раствора и электрических свойств растворителя.

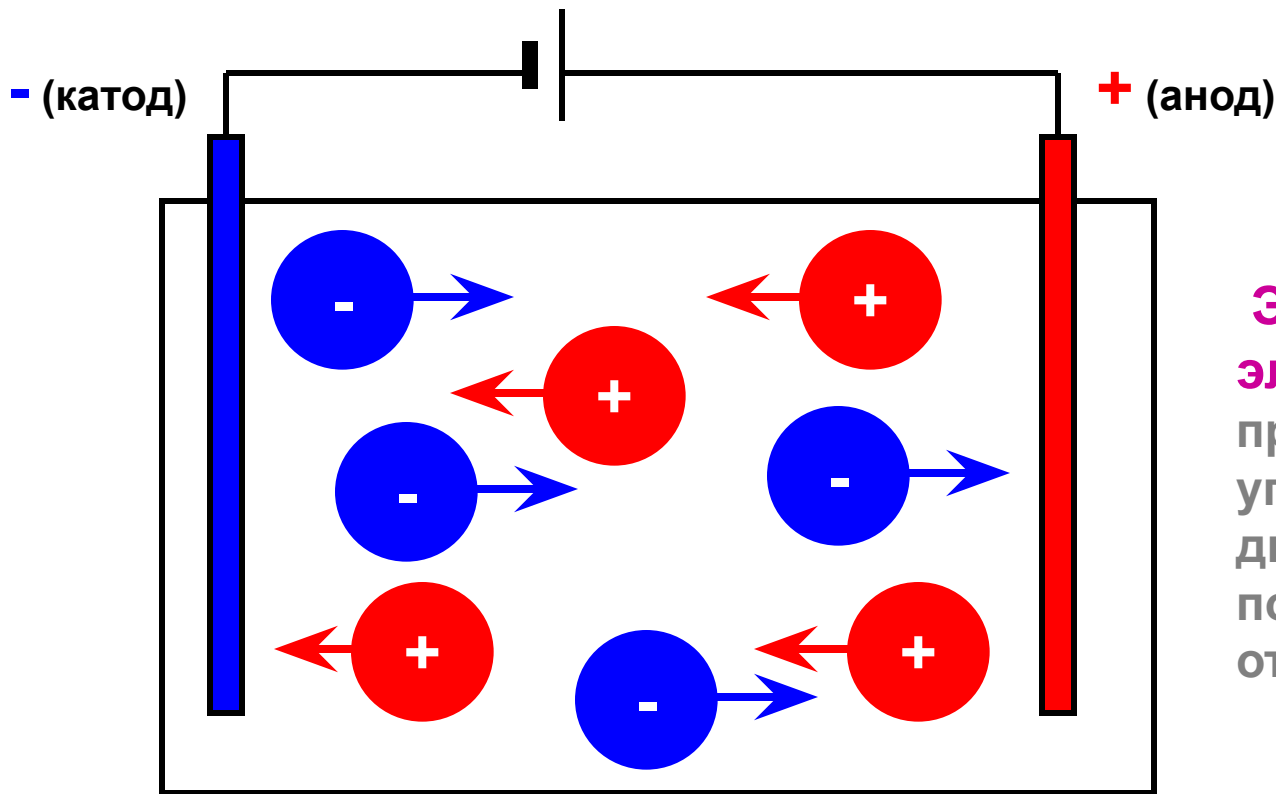
Обратный процесс диссоциации – **рекомбинация**.

Так как перенос заряда осуществляется ионами, такую проводимость называют **ионной**.

Вопрос 2

**Электрический ток в  
электролитах. Электролиз**

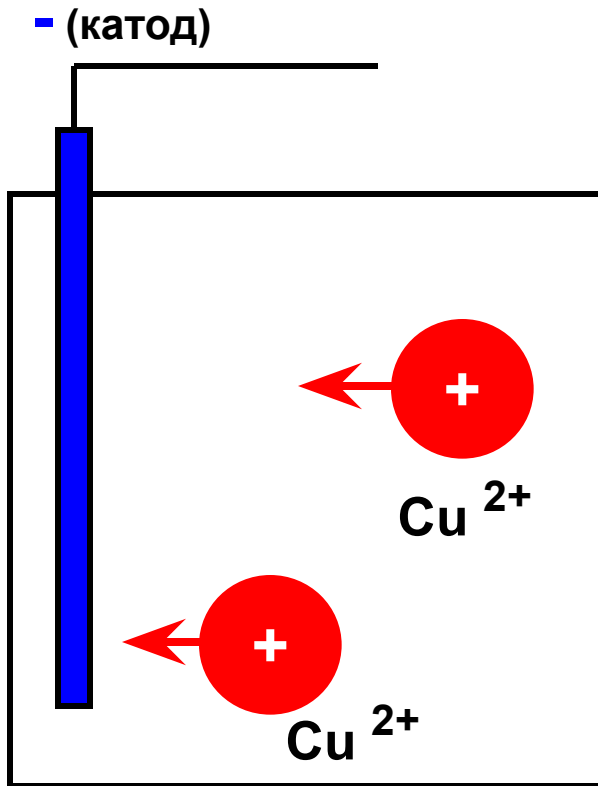
Ионы в электролите движутся хаотично, но при создании электрического поля характер движения становится упорядоченным: **положительные ионы (катионы) движутся к катоду**, **отрицательные ионы (анионы) движутся к аноду**



**Электрический ток в электролитах** представляет собой упорядоченное движение положительных и отрицательных ионов

Рассмотрим, что происходит, когда ионы достигают электродов (на примере медного купороса)

На катоде:



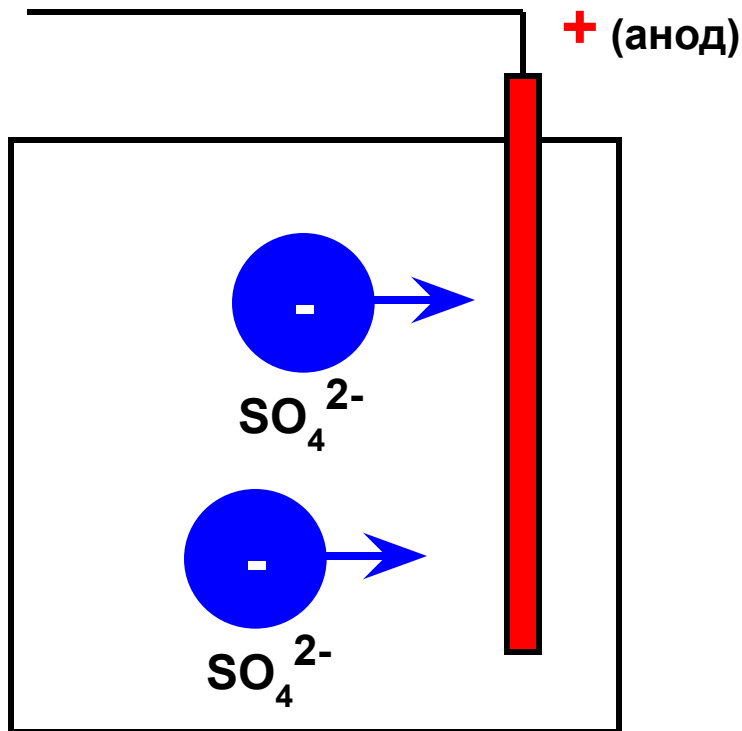
Положительные ионы меди, подходя к катоду, получают два недостающих электрона, восстанавливаясь до металлической меди



В процессе протекания тока через электролит на катоде происходит оседание слоя чистой меди – **электролиз раствора медного купороса**



На аноде:



Сульфат - ионы  $\text{SO}_4^{2-}$ , подходя к аноду, отдают ему два лишних электрона, которые через источник тока поступают на катод и присоединяются к положительным ионам меди

Выделение вещества на электродах вследствие окислительно – восстановительных реакций при прохождении тока через электролит называется **электролизом**

Вопрос 3

# **Законы электролиза**

Исследовал электролиз и открыл его законы английский физик **Майкл Фарадей** в 1834 году



**Майкл Фарадей (1791 – 1867)**

Открыл явление электромагнитной индукции, законы электролиза, ввел представления об электрическом и магнитном поле

## Первый закон электролиза

Масса вещества, выделившегося на электродах при электролизе, прямо пропорциональна величине заряда, прошедшего через электролит или силе тока  $I$  и времени  $\Delta t$

$$m = kq$$

$k$  – электрохимический эквивалент вещества

(равен массе вещества, выделившегося при прохождении через электролит заряда 1 Кл)

Если учесть, что  $q = I t$ , то

$$m = k \cdot I \cdot t$$

## Второй закон электролиза

При одинаковом количестве электричества (электрическом заряде, прошедшем через электролит) масса вещества, выделившегося при электролизе, пропорциональна отношению молярной массы вещества к валентности

$$m_1 : m_2 = k_1 : k_2 = \frac{M_1}{n_1} : \frac{M_2}{n_2}$$

$m$  – масса выделившегося вещества  
 $k$  – электрохимический эквивалент  
 $M$  – молярная масса вещества  
 $n$  – валентность вещества (при одновалентных  $n=1$ )

Заряд, необходимый для выделения 1 моля вещества, одинаков для всех электролитов. Он называется **числом Фарадея  $F$**

$$F = N_A \cdot q = 9.65 \cdot 10^4 \text{ Кл / моль}$$

Электрохимический эквивалент и число Фарадея связаны соотношением

$$k = \frac{M}{nF}$$

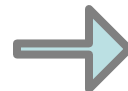


Как отсюда экспериментально определить заряд электрона?

$$k = \frac{M}{nF}$$

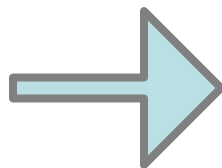


$$F = N_A \cdot q$$



$$k = \frac{M}{nqNa}$$

$$m_{oi} = \frac{M}{Na}$$



$$k = \frac{m_{oi}}{q_{oi}}$$

Отношение  
массы иона к  
заряду иона

$$q_{oi} = n \cdot q$$

Как экспериментально  
определить заряд электрона?

$$m = k \cdot I \cdot t$$

$$k = \frac{M}{neN_A}$$

$$m = \frac{M}{neN_A} \cdot I \cdot t$$

$m$  – масса выделившегося вещества

$M$  – молярная масса вещества

$n$  – валентность вещества (при  
одновалентных  $n=1$ )

$$e = \frac{M}{nmN_A} \cdot I \cdot t$$

**1874 г**

# Зависимость сопротивления электролита от температуры

Температурная зависимость сопротивления электролита объясняется в основном изменением удельного сопротивления.

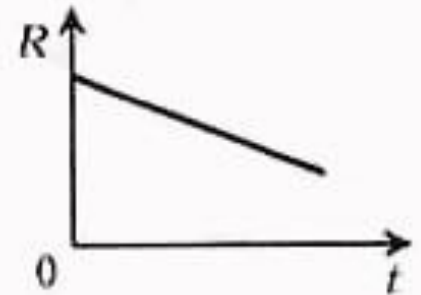
$$\rho = \rho_0 (1 + \alpha t)$$

, где альфа - температурный коэффициент сопротивления.

Для электролитов всегда

$$\alpha < 0$$

поэтому



Сопротивление электролита можно рассчитать по формуле:

$$R = R_0 (1 + \alpha t)$$

Вопрос 4

**Применение электролиза**

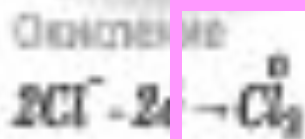


# ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОЛИЗА

Получение химически чистых веществ

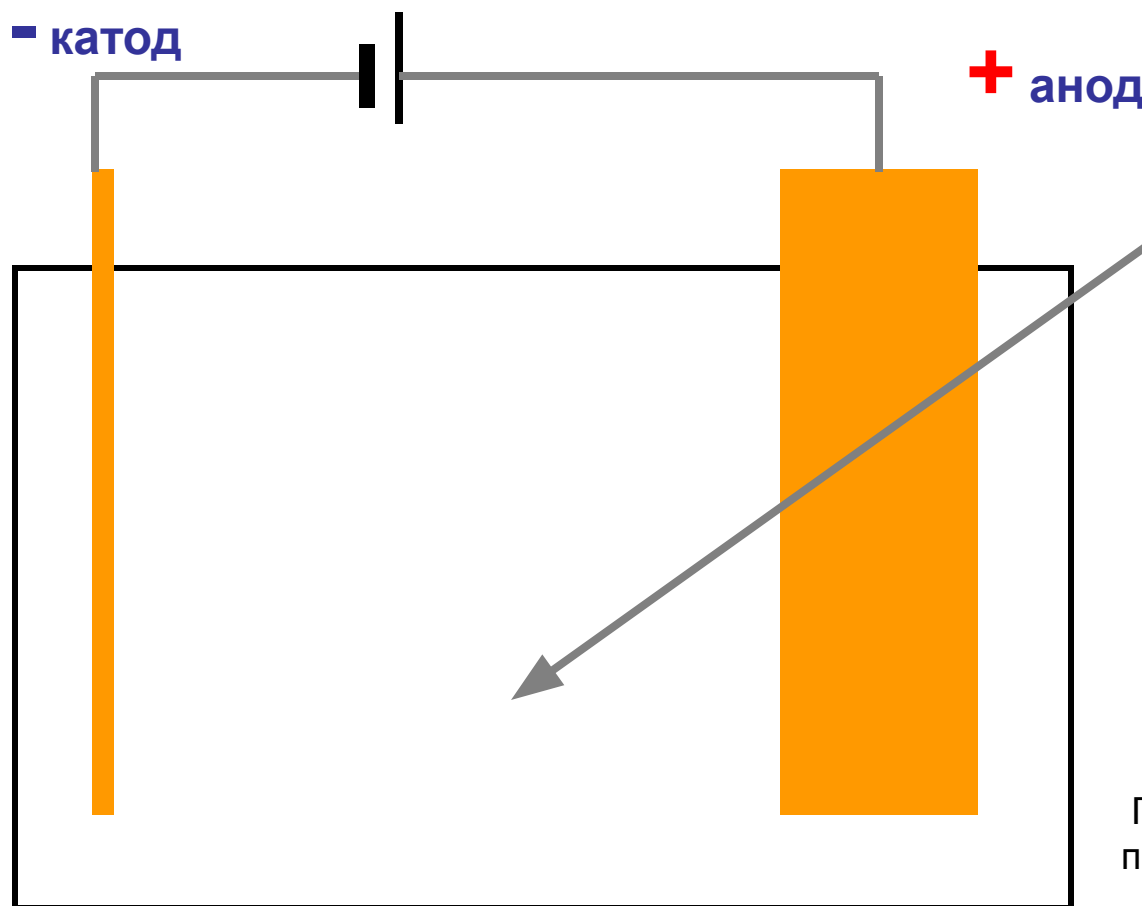
Гальваностегия

Гальванопластика



## 1. Получение химически чистых веществ

### Рафинирование меди



**Катод** – тонкая пластина чистой меди,  
**анод** – толстая пластина неочищенной меди

**CuSO<sub>4</sub>**

При прохождении тока через электролит на катоде оседает чистая медь, анод расходуеться и истощается

Примеси остаются в электролите или оседают на дно

При плотности тока 0,3 А на 1 дм<sup>2</sup> процесс идет несколько дней

## 1. Получение химически чистых веществ

---

### Получение алюминия

Алюминий получают электролитическим способом из глинозема (вспомните – алюминий является одним из самых распространенных химических элементов земной коры и содержится в любой глине)

Электролитическим способом получают:

Магний, натрий, калий, кальций ...

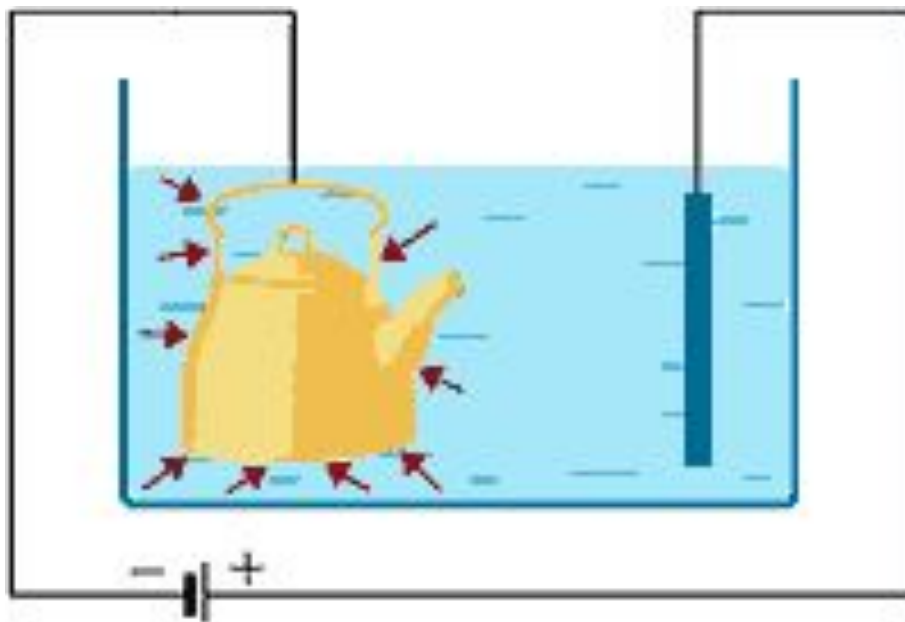
Соду, хлор, хлористый кальций ...

---

Осуществив, например, электролиз раствора поваренной соли  $\text{NaCl}$ , мы можем получить сразу 3 полезных химических вещества:

Газообразные водород и хлор, а также раствор едкого натра  $\text{NaOH}$

## 2. Гальваностегия



гальваностегия

**Гальваностегия** –  
покрытие предметов  
неокисляющимся  
металлами для защиты от  
коррозии  
(Ni, Zn, Ag, Au, Cu)



Приведите примеры защитных покрытий в быту и технике

Основателем гальванотехники и ее широчайшего применения является **Б. С. Якоби**, который изобрел в 1836 году **гальванопластику**



**Борис Семенович Якоби**  
(1801 – 1874) – русский академик, открывший гальванопластику, создавший первую конструкцию электродвигателя

**Гальванотехника** - это отрасль прикладной электрохимии, смысл которой состоит в получении электролитическим путем металлических копий каких-либо предметов (гальванопластика) или же в нанесении этим же способом металлических покрытий на какие-либо поверхности (гальваностегия). Способ этот в свое время широко использовался в полиграфической промышленности и в определенных случаях применяется и сейчас

### 3. Гальванопластика

---



Копия барельефа,  
полученная методом  
гальванопластики

**Гальванопластика** – получение отслаиваемых копий предмета, полученных путем осаждения металла на поверхности предмета электролитическим способом

Точность копирования формы предмета очень высокая, т.к. процесс идет на ионном (молекулярном) уровне

#### **Применение:**

- Получение рельефных копий барельефов, статуй
- Изготовление клише, полиграфия
- выпуск ценных бумаг, денег

**Кроме указанных выше, электролиз нашел применение и в других областях:**

получение оксидных защитных пленок на металлах (анодирование);

электрохимическая обработка поверхности металлического изделия (полировка);

электрохимическое окрашивание металлов (например, меди, латуни, цинка, хрома и др.);

очистка воды - удаление из нее растворимых примесей. В результате получается так называемая мягкая вода (по своим свойствам приближающаяся к дистиллированной);

электрохимическая заточка режущих инструментов (например, хирургических ножей, бритв и т.д.).

---

## Задачи!

1. При электролизе раствора серной кислоты расходуется мощность 37 Вт. Определить сопротивление электролита, если за 50 минут выделяется 0.3 г водорода.

Дано

$$P=37 \text{ ВТ}$$

$$t= 50 \text{ мин}=3000 \text{ с}$$

$$m=0.3 \text{ г} =3 \cdot 10^{-4} \text{ кг}$$

$$k=0,0104 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл}$$

---

R-?

Решение

$$P=I^2 \cdot R$$

$$m=kIt$$

$$I=m/kt$$

$$P=m^2 \cdot R/k^2 \cdot t^2$$

$$R=P \cdot k^2 \cdot t^2/m^2$$

$$R=40 \text{ Ом}$$



2. При электролизе воды через ванну в течение 25 мин. шел ток 20А. Какова температура выделившегося кислорода, если он находится в объеме  $10^{-3} \text{ м}^3$  под давлением  $2 \cdot 10^5 \text{ Па}$ ?

Дано:

$$t = 25 \text{ мин} = 1500 \text{ с}$$

$$I = 20 \text{ А}$$

$$V = 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$P = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$k = 0,083 \cdot 10^{-6} \text{ кг/кл}$$

$$M = 32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$$

$$R = 8,31 \text{ Дж/моль} \cdot \text{Кл}$$

T-?

Решение

$$\begin{cases} PV = m / M * RT \\ m = kIt \end{cases} \Rightarrow PV = kIt / M * RT$$

$$T = P * V * M / k * I * t * R$$

$$T = 310 \text{ К}$$

### Задача №3.

При электролизе раствора серной кислоты с сопротивлением 0,4 Ом в течение 50 мин. выделилось 3,3л водорода при нормальных условиях. Определить израсходованную энергию и мощность.

Дано

$$\begin{aligned} R_{\text{серы}} &= 0,4 \text{ Ом} \\ T &= 50 \text{ мин} = 3000 \text{ с} \\ V &= 3,3 \text{ л} = 3,3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \\ P_0 &= 10^5 \text{ Па} \\ T_0 &= 273 \text{ К} \\ R &= 8,31 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К} \\ k' &= 1,04 \cdot 10^{-8} \text{ кг/Кл} \\ M &= 2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль} \end{aligned}$$

A-? P-?

Решение

$$A = I \cdot U \cdot t = I^2 \cdot R \cdot t$$

$$P = I^2 \cdot R$$

$$m = k I t$$

$$I = m / k t$$

$$P V = m / M \cdot R \cdot T$$

$$m = P V M / R \cdot T$$

$$A = 106 \cdot 10^3 \text{ Дж}$$

$$P = 104 \cdot 10^3 / 3000 = 35 \text{ Вт}$$