

*Электрический ток в  
растворах и расплавах  
электролитов.*



Я Вас приветствую!

Сегодня сразу два  
удивительных явления  
на одном уроке!

**УРОК № 13**

**ТЕМА: ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В РАСТВОРАХ И РАСПЛАВАХ  
ЭЛЕКТРОЛИТОВ.**

**ЭЛЕКТРОЛИЗ и ЭКОЛОГИЯ.**

**ЦЕЛИ:**

- 1. Осмыслить процесс электролитической диссоциации, понятия электролиз, электролит, гальваностегия, гальванопластика.**
- 2. Углубление межпредметных связей.**
- 3. Расширение политехнического кругозора.**

**ТИП УРОКА:** комбинированный.

**ВИД УРОКА:** диалог-общение.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** дистиллированная вода, наборы солей, кислот, щелочей.



# ЗАДАЧИ УРОКА

Изучить

Узнать

Усвоить

Повторить

Оценить

Обобщить

Организовать

ь

Продемонстрировать

...

## 1. Понятия:

- электролитическая диссоциация;
- рекомбинация;
- электролиз.

## 2. Явления:

- электролиз.

## 3. Законы:

- закон электролиза Фарадея.

# ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОВОДИМОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ

Вещества (по электропроводности)

Проводник  
и

Полупрово  
д-ники

Диэлектрик  
и

Вакуум

Металлы

Растворы  
электролита  
в

Расплавы  
электролита  
в

Плазма

# ЖИДКОСТИ

Проводники

Полупроводники

Диэлектрики

Расплавы  
электролитов

Растворы  
электролитов

Расплавлен-  
ный селен

Дистиллиро-  
ванная  
вода

## Электрический ток в жидкостях



Жидкости бывают изоляторы, проводники, полупроводники.

Жидкие проводники

- С эл. проводимостью (ртуть, расплавы металлов.)
- С ионной провод. (электролиты).





## Электролиты

*вещества, растворы и расплавы которых обладают ионной проводимостью.*



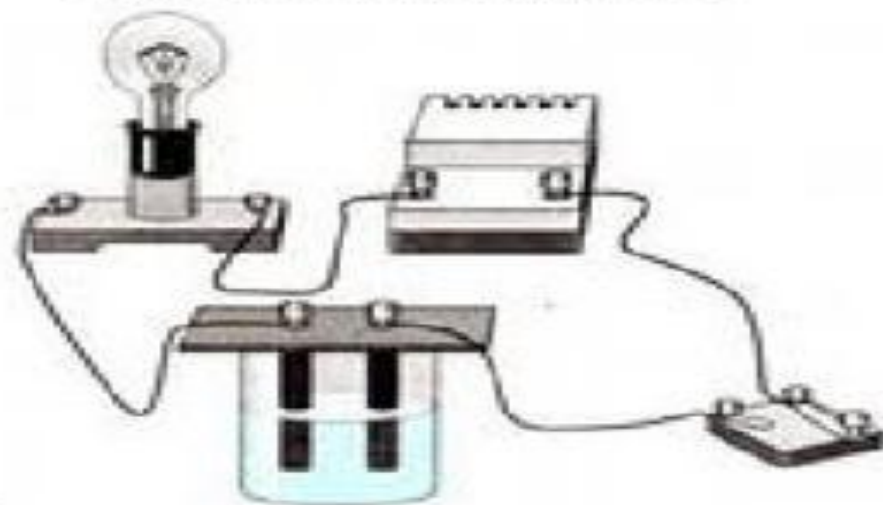
# Электрический ток в жидкостях

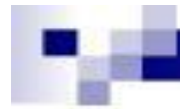
- Электролитами принято называть проводящие среды, в которых протекание электрического тока сопровождается переносом вещества. Носителями свободных зарядов в электролитах являются положительно и отрицательно заряженные ионы. Электролитами являются водные растворы неорганических кислот, солей и щелочей.

электролиты



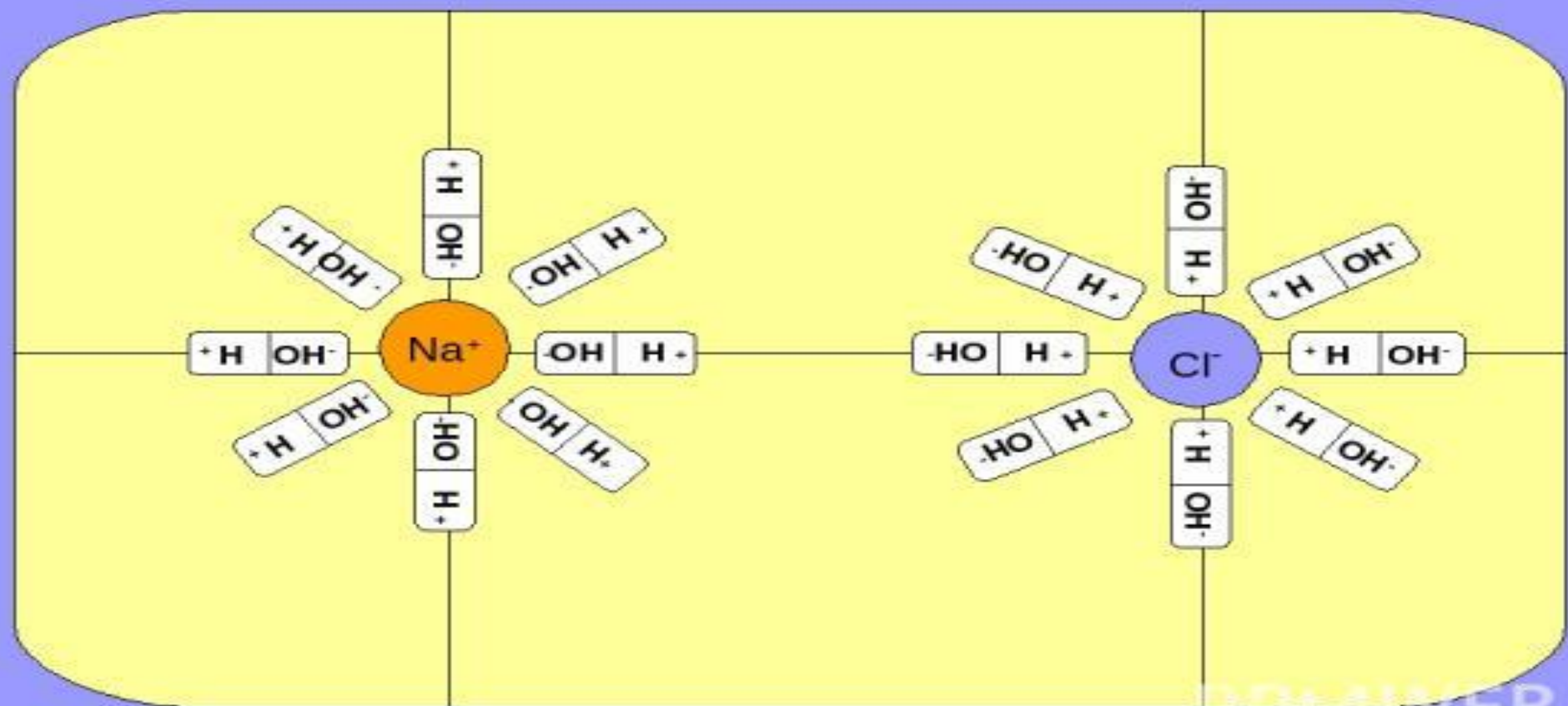
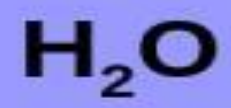
водные растворы электролитов





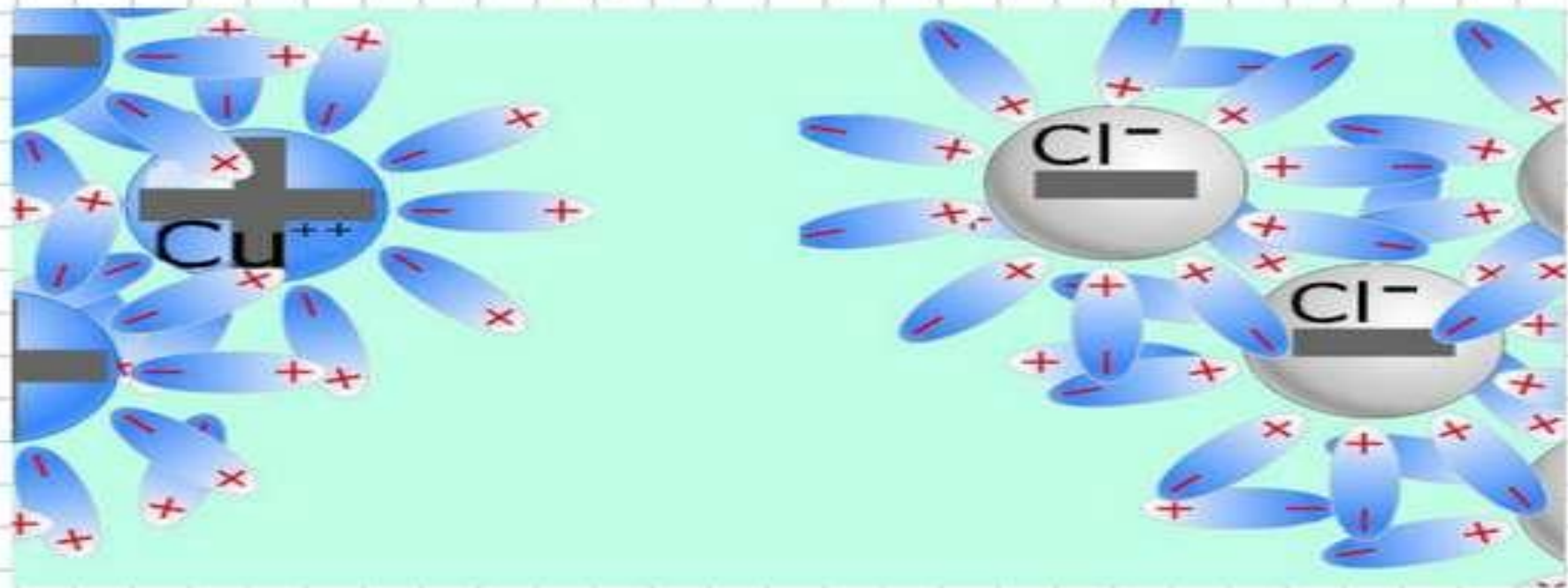
**NaCl**

**H<sub>2</sub>O**



## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В ЖИДКОСТЯХ

**Электролитическая диссоциация** – процесс распада нейтральных молекул электролита на положительные и отрицательные ионы под влиянием эл. поля полярных молекул воды





## Электролитическая диссоциация

*расщепление молекул электролита на положительные и отрицательные ионы под действием растворителя (от лат. dissociatio - разъединение).*

# ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В ЖИДКОСТЯХ

**Электролиты** – жидкие проводники, в которых подвижными носителями зарядов являются ионы

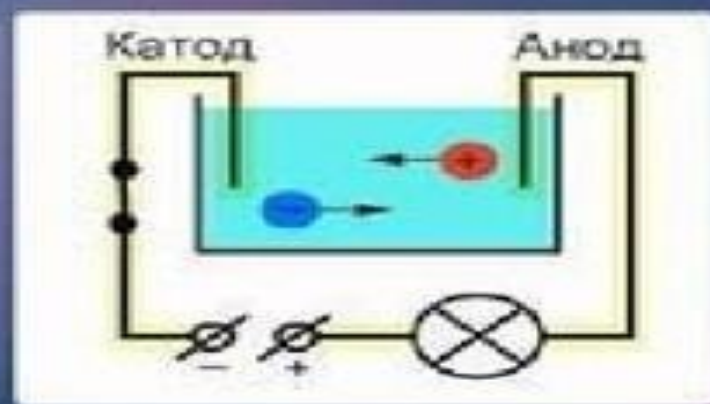




## Степень диссоциации

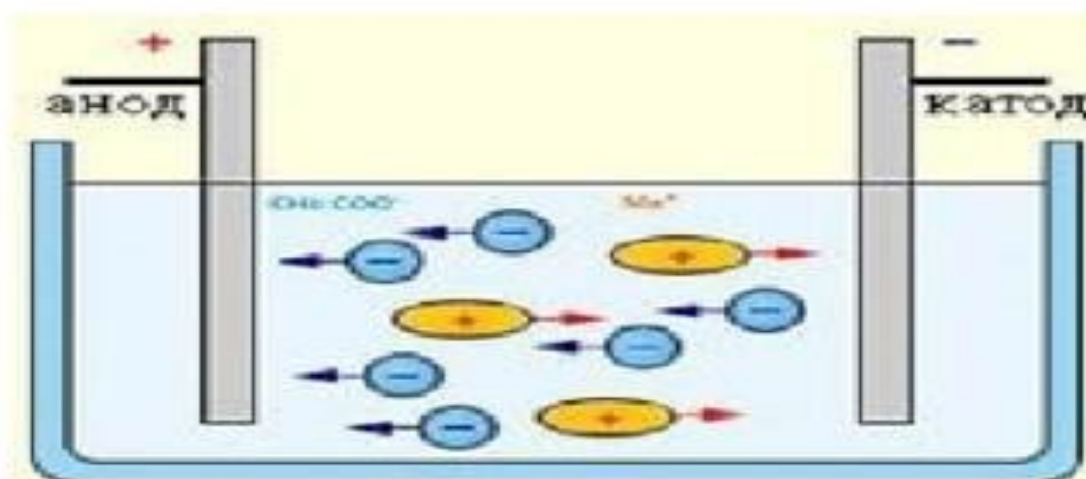
*отношение количества молекул, диссоциировавших на ионы, к общему количеству молекул данного вещества.*

Электрическим током в жидкости называется направленное движение положительных ионов к катоду, а отрицательных – к аноду.





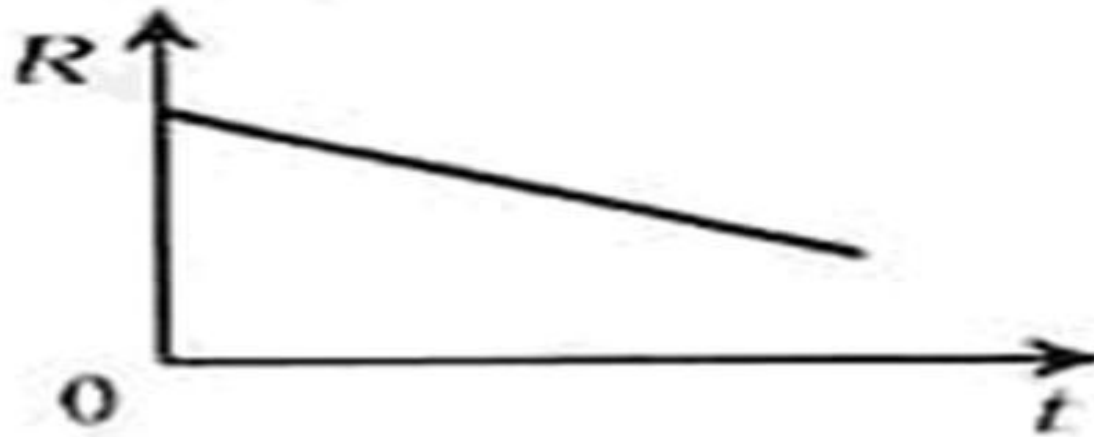
**Электролиз** – выделение вещества на электродах при окислительно – восстановительных реакциях



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

Сопротивление электролитов падает с ростом температуры, так как с ростом температуры растёт количество ионов.

- **График зависимости сопротивления электролита от температуры.**

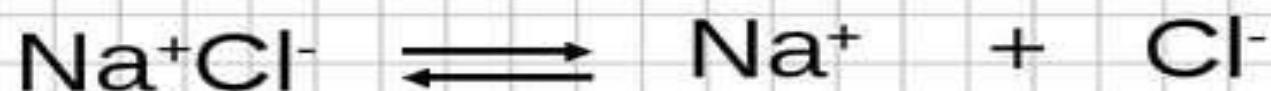


## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В ЖИДКОСТЯХ

Степень диссоциации (отношение распавшихся на ионы молекул к числу первоначально имеющихся) зависит:

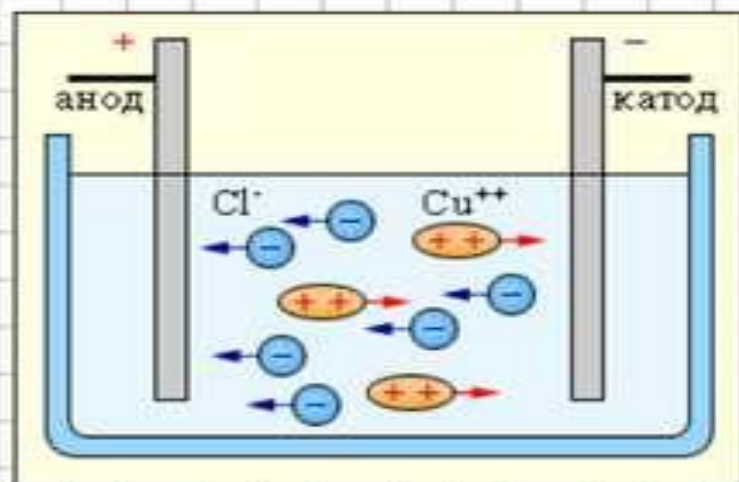
- от температуры;
- от концентрации раствора;
- от диэлектрической проницаемости растворителя.

**Рекомбинация** – процесс соединения положительных и отрицательных ионов в нейтральные молекулы



# ЭЛЕКТРОЛИЗ

При ионной проводимости происходит перенос вещества



Видеоролик  
«Электролиз»

Видеоролик 1  
на с 329  
электронного учебника физики

Видеоролик 2  
на с 329  
электронного учебника физики

**Электролиз** – процесс выделения на электродах вещества, связанный с окислительно-восстановительными реакциями



## Электролиз

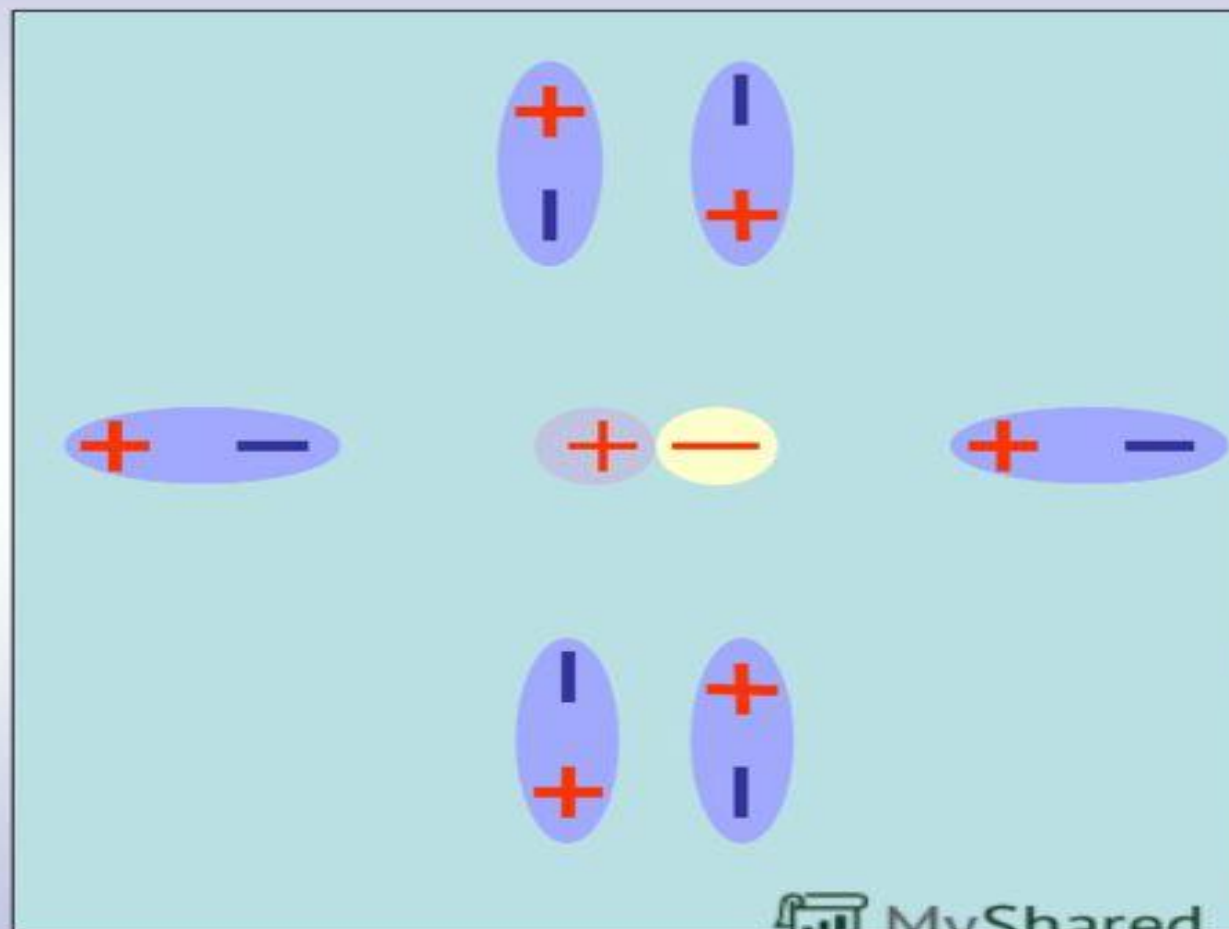
*выделение на электродах веществ, входящих в состав электролита, при протекании через его раствор (или расплав) электрического тока.*

4. Какое влияние на молекулы вещества оказывают молекулы растворителя?

5. Какое явление называется электролитической диссоциацией?

6. Что следует понимать под степенью диссоциации?

7. Что называется рекомбинацией?



4. Какое влияние на молекулы вещества оказывают молекулы растворителя?

5. Какое явление называется электролитической диссоциацией?

... расщепление молекул вещества на ионы под действием растворителя

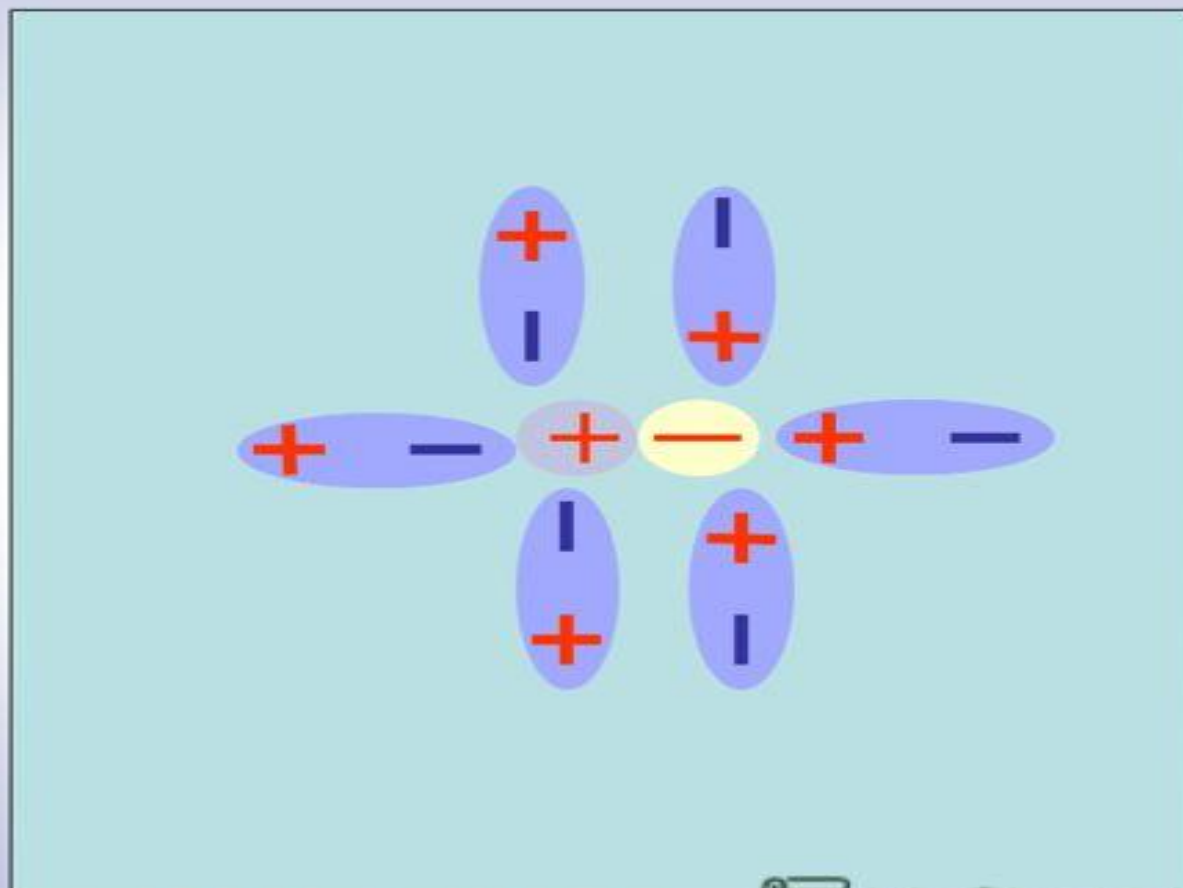


6. Что следует понимать под степенью диссоциации?

... отношение количества молекул, диссоциировавших на ионы, к общему количеству молекул данного вещества.

7. Что называется рекомбинацией?

... объединение ионов разных знаков в одну молекулу.



8. Что происходит в электролите под действием электрического поля?

- При подключении электродов к источнику тока ионы под действием электрического поля начинают упорядоченное движение: положительные ионы меди движутся к катоду, а отрицательно заряженные ионы хлора – к аноду

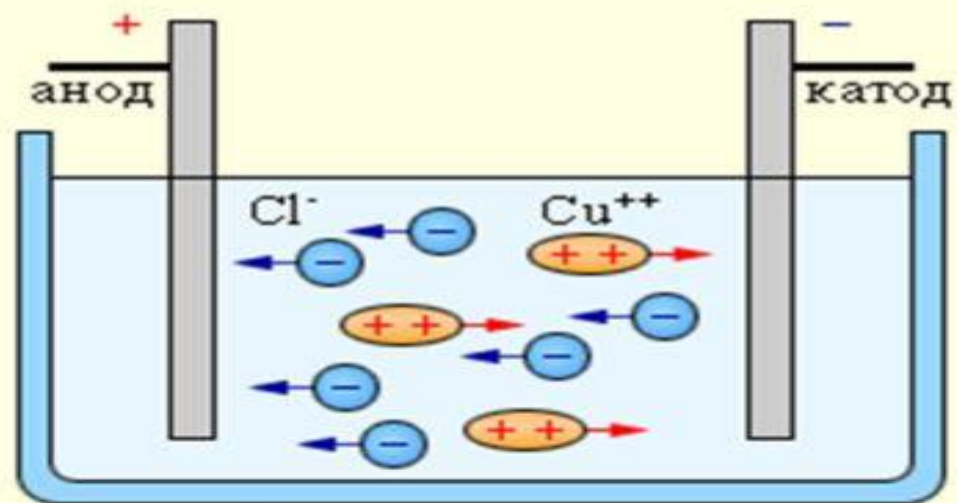
- Достигнув катода, ионы меди нейтрализуются избыточными электронами катода и превращаются в нейтральные атомы, оседающие на катоде. Ионы хлора, достигнув анода, отдают по одному электрону. После этого нейтральные атомы хлора соединяются попарно и образуют молекулы хлора  $Cl_2$ . Хлор выделяется на аноде в виде пузырьков.

**Демонстрация выделения вещества на электродах.**

9. Что называется электролизом?

– выделение на электродах веществ, входящих в состав электролита, при протекании через его раствор (или расплав) электрического тока.

1800 г. – открыт английскими учёными У. Никольсоном и А. Карлейлем.



№ 11



# Электролиз включает два процесса

---

*миграция  
реагирующих  
частиц под  
действием  
электрического  
поля к поверхности  
электрода*

*переход заряда с  
частицы на  
электрод или с  
электрода на  
частицу*

10. Чему равна масса выделившегося на электроде вещества?

$$m = m_0 N, \quad Q = q_0 N,$$

$$\underbrace{m/Q = m_0 / q_0 = k.}_{\text{→}}$$

Масса выделившегося на электроде вещества равна массе всех ионов, пришедших к электроду:

Здесь  $m_0$  и  $q_0$  – масса и заряд одного иона,  $N$  – число ионов, пришедших к электроду при прохождении через электролит заряда  $Q$ .

$$m = k Q = k I t.$$



Майкл Фарадей.

**Масса вещества, выделившегося на электроде, прямо пропорциональна заряду, прошедшему через раствор (расплав) электролита.**

Величину  $k$  называют *электрохимическим эквивалентом вещества*, который численно равен массе вещества, выделившегося на электроде при прохождении через электролит заряда 1 Кл.

Закон электролиза был экспериментально установлен английским физиком М. Фарадеем в 1833 году. **Закон Фарадея** определяет количества первичных продуктов, выделяющихся на электродах при электролизе.

## ЗАКОН ЭЛЕКТРОЛИЗА (ФАРАДЕЯ)



**Закон электролиза (Фарадея):**  
масса вещества, выделившегося  
на электроде за время  $\Delta t$  при  
прохождении электрического  
тока, пропорциональна силе  
тока и времени

$$m = kI\Delta t$$

$k$  – электрохимический эквивалент  
(кг/Кл)

$$k = \frac{M}{N_A n e}$$

## Закон Фарадея:

$$m = m_i N_i \quad (1)$$

$$Q = q_i N_i \quad (2)$$

$$\frac{m}{Q} = \frac{m_i}{q_i} = k \quad (3)$$

*k* -электрохимический эквивалент вещества

*Масса вещества, выделившегося на электроде, прямо пропорциональна заряду, прошедшему через раствор (расплав) электролита:*

$$m = kQ$$

*Учитывая, что  $Q=It$ , получим:*

*Масса вещества, выделившегося на электроде, прямо пропорциональна силе тока и времени прохождения тока через раствор (расплав) электролита:*

$$m = kIt$$


$$m_i = \frac{M}{N_A} \quad (4) \quad q_i = ne \quad (5)$$

*Согласно (3):*

$$k = \frac{1}{eN_A} \frac{M}{n} \quad (6)$$

*(6) – второй закон Фарадея*

$$F = eN_A = 9,65 \cdot 10^4 \text{ Кл/ моль} \quad (7)$$

*F- постоянная Фарадея*

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

$$m = kq$$

$k$  – электрохимический эквивалент вещества  
(равен массе вещества, выделившегося при прохождении через электролит заряда 1 Кл)

Если учесть, что  $q = I t$ , то

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





*Объединенный закон Фарадея:*

$$m = \frac{1}{F} \frac{M}{n} Q$$

**Электрический ток в жидкостях. Законы электролиза и его применение.**

Электрический ток может выделять в некоторых проводниках их составные части. Явление выделения током химических составных частей проводника получило название **электролиза**. Проводники, в которых происходит электролиз, называются **электролитами**. Ряд жидкостей, водные растворы неорганических кислот, солей и оснований, являются электролитами. Носителями тока в них являются ионы. Ионы образуются в электролите в результате расщепления молекул на ионы противоположного знака. Распад молекул электролитов на ионы называется **электролитической диссоциацией**.

**Электрическим током в жидкости** называется направленное движение положительных ионов к катоду, а отрицательных ионов – к аноду.

Масса любого вещества, отложившегося на электроде, пропорциональна полному заряду, прошедшему через электролит.

М. Фарадей установил два основных закона электролиза.

**Первый закон Фарадея:**

**Масса вещества  $m$ , выделяющегося на каком-либо из электродов, прямо пропорциональна величине заряда  $q$ , прошедшего через электролит:**

$$m = K \cdot q = K \cdot I \cdot \Delta t$$

где  $K$  – электрохимический эквивалент, численно равный массе вещества, выделяющегося при электролизе зарядом в 1 Кл, прошедшем через электролит,

$I$  – сила тока, протекающего через раствор за время  $\Delta t$

В СИ единицей электрохимического эквивалента является килограмм на кулон:

$$[K] = 1 \frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$$

**Второй закон Фарадея:**

**Электрохимический эквивалент пропорционален химическому эквиваленту данного вещества**

$K = C$  Здесь  $M$  – молярная масса вещества,  $Z$  – валентность вещества,  $C$  – коэффициент пропорциональности, который имеет одно и то же значение для всех веществ.

Оба закона Фарадея можно выразить одной формулой:

$$m = \frac{M}{Z} \frac{Q}{F}$$

где  $F = \frac{1}{C}$  постоянная Фарадея, численно равна заряду, который должен пройти через электролит, чтобы на электроде выделился 1 моль одновалентного вещества. Величина  $F$  равна произведению заряда электрона на число Авогадро

$F = e \cdot NA = 96500 \frac{Кл}{моль}$  Закон Фарадея позволяет определить заряд одновалентного иона, т.е. заряд электрона.

**Применение электролиза:**

**в электрометаллургии** – для получения чистых щелочных и щелочноземельных металлов (алюминий, магний, бериллий, натрий, кальций);

**для очистки металлов от примесей;**

**в гальваностегии** – для покрытия поверхностей металлов защитным слоем (никелирование, хромирование);

**в гальванопластике** – для изготовления рельефных металлических копий предметов;

**для получения водорода;**

**в химических источниках тока** – аккумуляторах и гальванических элементах.

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



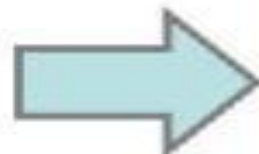
$$F = N_A \cdot e$$



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

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

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



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

Отношение  
массы иона к  
заряду иона

Как экспериментально  
определить заряд электрона?

## Определение заряда электрона

$$e = \frac{M}{m \cdot n \cdot N_A} I \cdot t = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$q$  – общий заряд,

$q_0$  – заряд иона,

$e$  – заряд электрона,

$n$  – валентность иона,

$M$  – молярная масса,

$m$  – масса вещества.



$$m = kI\Delta t$$

## ЗАКОН ЭЛЕКТРОЛИЗА (ФАРАДЕЯ)



$$k = \frac{M}{N_A n e}$$

Таблица. Электрохимический эквивалент

Вещество	Электрохимические эквиваленты, К
Алюминий	0,093
Водород	0,01045
Железо	0,29
Золото	0,68
Кислород	0,0829
Медь	0,33
Никель	0,3
Серебро	1,118
Цинк	0,34

Определение заряда  
электрона

$$e = \frac{M}{m n N_A} I \Delta t$$

## 11. Как вычислить электрохимический эквивалент вещества?

•Масса иона...

•Масса иона равна отношению молярной массы к числу Авогадро  $m_0 = M / N_A$ ,

•Заряд иона...

•Заряд иона равен произведению валентности вещества  $n$  на элементарный заряд  $e$  ( $q_0 = ne$ ).

$$k = m_0 / q_0 = M / neN_A, \quad k = M / n F,$$

$$F = e N_A = 9,65 \cdot 10^4 \text{ Кл/моль} - \text{постоянная Фарадея}$$

## 12. Каков физический смысл постоянной Фарадея?

... численно равна заряду, который надо пропустить через электролит, чтобы выделить на электроде 1 моль одновалентного вещества.

## 13. Работа в группах

а) **Применение электролиза в технике** (самостоят. по учебнику стр. 59).  
Гальваностегия. Гальванопластика. Электрометаллургия.  
Рафинирование металлов.

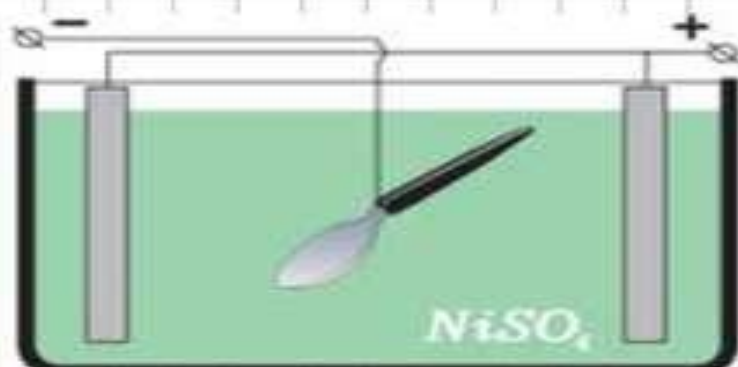
б) **Электролитическая диссоциация, электролиз и природа.**

- Работа с дополнительной литературой.
- Знакомство с рефератами по теме (фонд кабинета).
- Поиск информации в Интернете.



## ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОЛИЗА

Гальваностегия – декоративное или антикоррозийное покрытие металлических изделий тонким слоем другого металла (никелирование, хромирование, омеднение, золочение, серебрение)



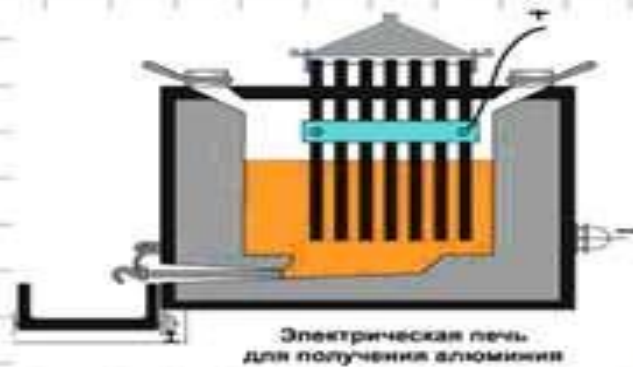
Гальванопластика – электролитическое изготовление металлических копий, рельефных предметов



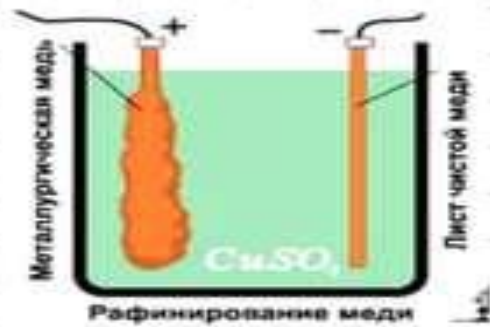


## ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОЛИЗА

Электрометаллургия – получение чистых металлов (Al, Na, Mg, Be) при электролизе расплавленных руд



Рафинирование металлов – очистка металлов от примесей с помощью электролиза, когда неочищенный металл является анодом, а на катоде оседает очищенный.



# Применение электролиза

Гальваностегия



Гальванопластика



Электрофорез



Цинкование



Никелирование



## Применение электролиза:

- **получение чистых металлов** (Алюминий, магний, натрий, кадмий получают только электролизом)



## Применение электролиза.

- Для получения щёлочных, щёлочноземельных металлов, алюминия, лантаноидов
- Для получения точных металлических копий, что называется **гальванопластикой**
- Для защиты металлических изделий от коррозии и для придания декоративного вида. Отрасль прикладной электрохимии, которая занимается покрытием металлических изделий другими металлами называется **ГАЛЬВАНОСТЕГИЕЙ**.



### 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

**Вывод:** 1. носители заряда – положительные и отрицательные ионы;

■ 2. процесс образования носителей заряда – электролитическая диссоциация;

■ 3. электролиты подчиняются закону Ома;

■ **4. Применение электролиза :**

*получение цветных металлов (очистка от примесей - рафинирование);*

*гальваностегия - получение покрытий на металле (никелирование, хромирование, золочение, серебрение и т.д. );*

*гальванопластика - получение отслаиваемых покрытий (рельефных копий).*

## Выполните тестовые задания

➤ **I. Укажите неверный ответ**

1. Жидкости могут быть диэлектриками, проводниками, полупроводниками.
2. Все жидкости являются электролитами.
3. Растворы солей, щелочей, кислот и расплавленные соли, обладающие электрической проводимостью, называются электролитами.

**II. Электролитической диссоциацией называется ...**

**III. Рекомбинацией называется ...**

**IV. Электролизом называется ...**

- 1. процесс выделения на электродах веществ, входящих в состав электролита.
- 2. объединение ионов разных знаков в нейтральные молекулы.
- 3. образование положительных и отрицательных ионов при растворении веществ в жидкости.

➤ **V. С увеличением температуры электролита его электропроводность ...**

- 1. увеличивается.
- 2. уменьшается.
- 3. не изменяется.

**8. Решить задачу.** (№ 4 стр. 60 – учебник).

Для серебрения 12 ложек (площадь поверхности каждой  $50 \text{ см}^2$ ) через раствор соли серебра пропускается ток. Толщина покрытия должна составить 50 мкм. В течение какого времени должно проходить серебрение при силе тока 1,3 А? Молярная масса серебра 0,108 кг/моль, валентность 1, плотность  $10,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ .

$$m = k I t, m = \rho V = \rho h S,$$

$$k I t = \rho h S, t = \rho h S / k I, k = M / F n, \quad \underline{t = \rho h S F n / M I}$$

$$\frac{10,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 50 \cdot 10^{-6} \text{ м} \cdot 12 \cdot 50 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \cdot 9,65 \cdot 10^4 \text{ Кл/моль}}{0,108 \text{ кг/моль} \cdot 1,3 \text{ А}} = 21650,6 \text{ с} = 6 \text{ ч.}$$

$$[t] = \frac{\text{кг} \cdot \text{м} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{Кл} \cdot \text{моль} \cdot \text{с}}{\text{м}^3 \cdot \text{моль} \cdot \text{кг} \cdot \text{Кл}} = \text{с}$$



## VI. Тест на обученность

### 1. Явление электролитической диссоциации – это

- А – выделение на электродах веществ, входящих в состав электролита, при протекании через его раствор (или расплав) электрического тока;
- В – расщепление молекул на ионы под действием электрического поля;
- С – расщепление молекул вещества на ионы под действием растворителя.

### 2. Электролиз – это

- А – объединение ионов разных знаков в одну молекулу;
- В – выделение на электродах веществ, входящих в состав электролита, при протекании через его раствор (или расплав) электрического тока;
- С – расщепление молекул на ионы под действием электрического поля;

### 3. Электрохимический эквивалент вещества численно равен

- А ...отношению количества молекул, диссоциировавших на ионы, к общему количеству молекул данного вещества;
- В ...массе вещества, выделившегося на электроде при прохождении через электролит заряда 1 Кл;
- С ... заряду, который надо пропустить через электролит, чтобы выделить на электроде 1 моль одновалентного вещества.



# Электролиз -



## удивительное явление !

- Вы убедились в важности межпредметных связей.
- С удивлением обнаружили на бижутерии, часах, инструментах, посуде следы электролиза.
- Узнали на сколько важным для Природы являются явления электролитической диссоциации и электролиз.
- Ваш политехнический кругозор расширился.
- Вы довольны собой. У Вас прекрасное настроение.



## Удачи Вам !!!

