

## Химия. ЛД. Лекция (2 часа).

### Тема: Электролиз растворов и расплавов

Что произойдёт, если в раствор или расплав электролита опустить электроды, которые присоединены к источнику электрического тока? Для этого вспомним:

1. Что такое окислительно-восстановительный процесс?

2. Что такое постоянный электрический ток?

3. Чем раствор электролита отличается от расплава?

*Электролиз – окислительно – восстановительный процесс, протекающий на электродах при прохождении постоянного электрического тока через раствор или расплав электролита.*

Рассмотрим самостоятельно по YouTube видеоурок по данной теме

Разберём эту тему на примере электролиза расплава хлорида натрия.

Под действием электрического поля катионы  $\text{Na}^+$  движутся к катоду и принимают от него электроны.

$\text{Na}^+ + e = \text{Na}^0$  - процесс восстановления.

Анионы  $\text{Cl}^-$  движутся к аноду и отдают электроны:

$2\text{Cl}^- - 2e = \text{Cl}_2^0$  - процесс окисления.

Суммарная реакция:  $2\text{NaCl} \text{ ===== } 2\text{Na} + \text{Cl}_2$

На катоде выделяется металлический натрий, а на аноде – газообразный хлор.

*Сделаем вывод:* 1. Эта реакция является окислительно-восстановительной: на катоде всегда идёт процесс восстановления, на аноде всегда идёт процесс окисления.

2. Электролиз растворов и расплавов отличаются друг от друга.

В растворе соли кроме ионов металла и кислотного остатка присутствуют молекулы воды и ионы  $\text{H}^+$  и  $\text{OH}^-$  - продукты диссоциации воды. Поэтому при рассмотрении реакций на электродах необходимо учитывать возможность участия молекул воды в этом электролизе.

*Для определения результатов электролиза водных растворов существуют следующие правила:* =Процесс на катоде не зависит от материала катода, а зависит от положения металла в электрохимическом ряду напряжений.

= Процесс на аноде зависит от материала анода и от природы аниона.

1. Если анод растворимый (железо, медь, цинк, серебро и все металлы, которые окисляются в процессе электролиза), то независимо от природы аниона всегда идёт окисление металла анода.

2. Если анод нерастворимый, т.е. инертный (уголь, графит, платина, золото), то результаты зависят от анионов кислотных остатков.

*Разберем процесса электролиза раствора хлорида натрия.*

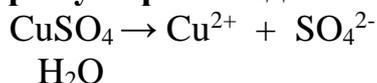
Проанализируем процесс электролиза водного раствора сульфата натрия.

- Используя инструкции, запишем катодный и анодный процессы.
- Почему данный процесс сводится к электролизу воды?

*Вывод: Сущность электролиза состоит в том, что за счёт электрической энергии осуществляется химическая реакция, которая не может протекать самопроизвольно.*

*Разберем самостоятельно записывая процесс электролиза сульфата меди, используя памятку и свои записи в тетрадях.*

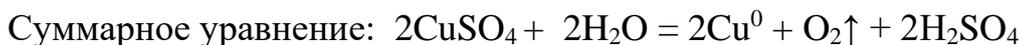
**Электролиз водного раствора сульфата меди.**



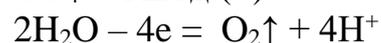
Катод (-)  $\text{Cu}^{2+}$



восстановление



$\text{SO}_4^{2-}$  Анод (+)



окисление

## Электролиз

Электролизом называется окислительно-восстановительный процесс, протекающий на электродах при прохождении постоянного электрического тока через *растворы* или *расплавы* электролитов. На отрицательно заряженном электроде – катоде происходит электрохимическое *восстановление* частиц (атомов, молекул, катионов), а на положительно заряженном электроде – аноде идет электрохимическое *окисление* частиц (атомов, молекул, анионов).

## ЭЛЕКТРОЛИЗ

- **это выделение на электродах веществ, входящих в электролиты.**
- Положительно заряженные анионы под действием электрического поля стремятся к отрицательному катоду, а отрицательно заряженные катионы - к положительному аноду.
- На аноде отрицательные ионы отдают лишние электроны (окислительная реакция).
- **На катоде положительные ионы получают недостающие электроны (восстановительная реакция).**

## **Видеофрагмент. Электролиз раствора иодида калия.**

После просмотра видеофрагмента разбираем сущность реакции и процессы, происходящие на катоде и аноде.

### **Работа с инструкцией:**

Для определения результатов электролиза водных растворов существуют следующие правила:

**Процесс на катоде не зависит от материала катода, а зависит от положения металла в электрохимическом ряду напряжений.**

1. Если катион электролита находится в начале ряда напряжений (по Al включительно), то на катоде идёт процесс восстановления воды (выделяется  $H_2$ ). Катионы металла не восстанавливаются, остаются в растворе.
2. Если катион электролита находится в ряду напряжений между алюминием и водородом, то на катоде восстанавливаются одновременно и ионы металла, и молекулы воды.
3. Если катион электролита находится в ряду напряжений после водорода, то на катоде идёт только процесс восстановления ионов металла.
4. Если в растворе находится смесь катионов разных металлов, то первым восстанавливается катион того металла, который имеет наибольшее алгебраическое значение электродного потенциала.

#### **Катодные процессы в водных растворах солей.**

| Электрохимический ряд напряжений металлов                          |  |       |                    |
|--|--|-------|--------------------|
| Li, K, Ca, Na, Mg, Al  | Mn, Zn, Fe, Ni, Sn, Pb                                     | $H_2$ | Cu, Hg, Ag, Pt, Au |
| - не восстанавливается<br>$2H_2O + 2\bar{e} = H_2\uparrow + 2OH^-$ | + $n\bar{e} =$<br>$2H_2O + 2\bar{e} = H_2\uparrow + 2OH^-$ |       | + $n\bar{e} =$     |

#### **Процесс на аноде зависит от материала анода и от природы аниона.**

1. Если анод растворимый (железо, медь, цинк, серебро и все металлы, которые окисляются в процессе электролиза), то независимо от природы аниона всегда идёт окисление металла анода.
2. Если анод нерастворимый, т.е. инертный (уголь, графит, платина, золото), то:  
А) при электролизе растворов солей бескислородных кислот (кроме фторидов) на аноде идёт процесс окисления аниона;  
Б) при электролизе растворов солей оксокислот и фторидов на аноде идёт процесс окисления воды (выделяется кислород); анион не окисляется, остаётся в растворе. При электролизе растворов щелочей идёт окисление гидроксид-ионов

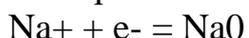
#### **Анодные процессы в водных растворах.**

| Анод          | Кислотный остаток  |   |
|---------------|--|---|
|               | бескислородный   | кислородсодержащий  |
| Растворимый   | Окисление металла анода<br>- $n\bar{e} =$<br>анод<br>раствор |   |
| Нерастворимый | Окисление аниона<br>(кроме фторидов)<br>- $m\bar{e} =$       | В щелочной среде:<br>$4OH^- - 4\bar{e} = O_2\uparrow + 2H_2O$<br>В кислой, нейтральной средах:<br>$2H_2O - 4\bar{e} = O_2\uparrow + 4H^+$ |

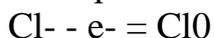
## Процессы, происходящие на катоде и аноде

В растворах и расплавах различных электролитов имеются разноименные по знаку ионы, т.е. катионы и анионы, которые находятся в хаотическом движении. Но если в такой расплав электролита, например расплав хлорида меди NaCl, опустить электроды и пропускать постоянный электрический ток, то катионы  $\text{Na}^+$  будут двигаться к катоду, а анионы  $\text{Cl}^-$  -- к аноду.

На катоде электролизера происходит процесс восстановления катионов  $\text{Na}^+$  электронами внешнего источника тока:



На аноде идет процесс окисления анионов хлора, причем отрыв избыточных электронов от  $\text{Cl}^-$  осуществляется за счет энергии внешнего источника тока:



Выделяющиеся электронейтральные атомы хлора соединяются между собой, образуя молекулярный хлор:



который и выделяется на аноде. Суммарное уравнение электролиза расплава хлорида натрия:



Окислительно-восстановительное действие электрического тока может быть во много раз сильнее действия химических окислителей и восстановителей.

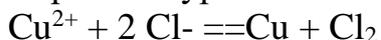
Меняя напряжение на электродах, можно создать почти любой силы окислители и восстановители, которыми являются электроды электролитической ванны или электролизера.

**Так, при электролизе расплава хлорида меди (II) электродные процессы могут быть выражены полуреакциями:**

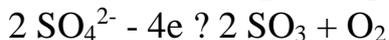
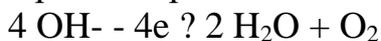
на катоде (-)  $\text{Cu}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}^0$  - катодное восстановление

на аноде (+)  $2\text{Cl}^- - 2e^- \rightarrow \text{Cl}_2$  - анодное окисление

Общая реакция электрохимического разложения вещества представляет собой сумму двух электродных полуреакций, и для хлорида меди она выразится уравнением:



При электролизе щелочей и солей оксокислот на аноде выделяется кислород:



# ЭЛЕКТРОЛИЗ РАСТВОРОВ

## I КАТОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ (ПРИ НЕЙТРАЛЬНЫХ УГОЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОДАХ)

Ряд стандартных электродных потенциалов

Li, K, Rb, Cs, Ca, Na, Mg, Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Cd, Co, Ni, Sn, Pb, H, Cu, Hg, Ag, Au, Pt

К(-)

1. От Li до Al → восстанавливается  $\text{H}_2\text{O}$  до  $\text{H}_2^{\circ}\uparrow$
2. От Al до Ni → восстанавливается  $\text{Me}^{n+}$  до  $\text{Me}^{\circ}$  и  $\text{H}_2\text{O}$  до  $\text{OH}^-$  ( $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\uparrow + 2\text{OH}^-$ )
3. От Ni до Pt → восстанавливается  $\text{Me}^{n+}$  до  $\text{Me}^{\circ}$
4. Кислота → восстанавливается  $2\text{H}^+$  до  $\text{H}_2^{\circ}\uparrow$

## II АНОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ (ПРИ НЕЙТРАЛЬНЫХ УГОЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОДАХ)

А(+)

1. Кислоты бескислородные → окисляются  $\text{HeMe}^{n-}$  →  $\text{HeMe}^{\circ}$
2. Кислоты кислородосодержащие → окисляются  $\text{H}_2\text{O}$  →  $\text{O}_2\uparrow + \text{H}^+$
3. Щелочь →  $\text{OH}^-$  →  $\text{O}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
4. Вода →  $2\text{OH}^- - 2\text{e}^- \rightarrow \text{O}_2^{\circ}\uparrow + \text{H}_2^{\circ}\uparrow$

## Практическое применение электролиза.

В промышленности электролиз нашел свое применение в нескольких областях. Значительная часть электроэнергии, вырабатываемой электростанциями, потребляется химической промышленностью.

1. Электрометаллургия – выделение металлов из минералов.
2. Выделение активных неметаллов (галогенов) из минералов.
3. Рафинирование – разделение и очистка металлов от примесей (рафинирование  $\text{Ag}_2\text{S}$ ).

Одной из разновидности руды на серебро является аргентит. Помимо серебра эта руда содержит примеси меди, свинца и железа. Чтобы выделить серебро в «чистом» виде используют метод рафинирования.

4. Гальваностегия – покрытие поверхностей металлами (никелирование, хромирование, серебрение и т.д.).

5. Гальванопластика – изготовление металлических копий (например, с медалей, монет).

Гальваностегия и гальванопластика являются областями гальванотехники.

### Домашнее задание:

1. Посмотреть видеоуроки по теме Электролиз растворов и расплавов солей по YouTube.