

# Электролиз

Зотова Наталия Александровна  
МОУ СОШ п.Лопуховка

Аткарского района Саратовской области  
урок химии 11 класс

- **Электролиз** — физико-химический процесс, состоящий в выделении на *электродах* составных частей растворённых веществ или других веществ, являющихся результатом вторичных реакций на электродах, который возникает при прохождении электрического тока через раствор либо расплав электролита.
- Упорядоченное движение ионов в проводящих жидкостях происходит в электрическом поле, которое создается **электродами** — проводниками, соединёнными с полюсами источника электрической энергии. Анодом при электролизе называется положительный электрод, катодом — отрицательный<sup>1</sup>. Положительные ионы — катионы — (ионы металлов, водородные ионы, ионы аммония и др.) — движутся к катоду, отрицательные ионы — анионы — (ионы кислотных остатков и гидроксильной группы) — движутся к аноду.

# Мнемоническое правило

Для запоминания катодных и анодных процессов в электрохимии существует следующее мнемоническое правило:

- У анода анионы окисляются.
- На катоде катионы восстанавливаются.
- В первой строке все слова начинаются с гласной буквы, во второй — с согласной.
- Или проще:
- КАТод — КАТИоны (ионы у катода)
- АНОд — АНИоны (ионы у анода)

**ЭЛЕКТРОЛИЗ** – окислительно-восстановительный процесс,  
протекающий на электродах  
при прохождении электрического тока  
через расплав или раствор электролита

электроды

катод

анод

$+e$

$-e$

ПРОЦЕСС  
ВОССТАНОВЛЕНИЯ

ПРОЦЕСС  
ОКИСЛЕНИЯ

-Что называется  
электролизом?

-Какой электрод  
называют катодом,  
какой – анодом?

-Какие процессы  
протекают на катоде,  
на аноде?

-Чем отличается  
электролиз  
расплавов от  
электролиза водных  
растворов?

# Электролиз в газах

- Электролиз в газах, при наличии ионизатора, объясняется тем, что при прохождении через них постоянного электрического тока, наблюдается выделение веществ на электродах.
- При отсутствии ионизатора электролиз проводиться не будет даже при высоком напряжении.
- Электролизу подвергаются только бескислородные кислоты в газообразном состоянии и некоторые газы.
- Уравнения электролиза как в электролитах, так и в газах всегда остаются постоянными

# Процессы на аноде 1-2

## 1) Анионы бескислородных кислот:

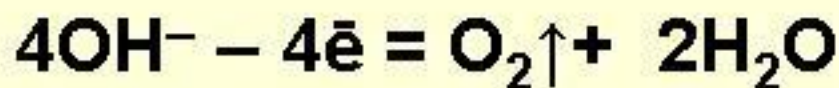
$I^-$ ,  $Br^-$ ,  $S^{2-}$ ,  $Cl^-$

Окисляются кислотные остатки



## 2) Анионы $OH^-$

Окисляются только при электролизе растворов щёлочей



# Если анод растворимый

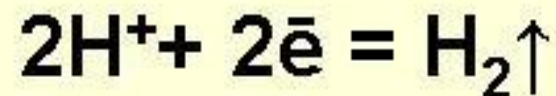
- Анод растворимый.
- Электролиз раствора  $\text{AgNO}_3$
- (анод растворимый – из  $\text{Ag}$ )
- (–) Катод:  $\text{Ag}^+ + 1\bar{e} = \text{Ag}^0$
- (+) Анод:  $\text{Ag}^0 - 1\bar{e} = \text{Ag}^+$
- $\text{Ag}^0 + \text{Ag}^+ = \text{Ag}^+ + \text{Ag}^0$
- Электролиз сводится к переносу серебра с анода на катод.



# Процессы на катоде 3.

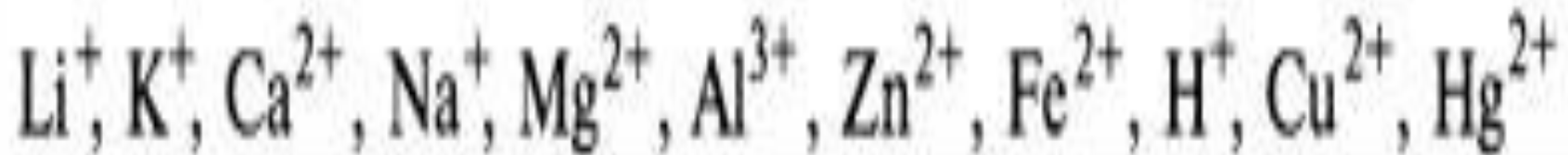
Катионы водорода  $\text{H}^+$

Ионы  $\text{H}^+$  восстанавливаются только при электролизе растворов кислот:

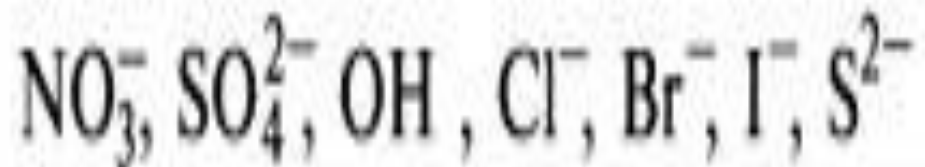




# Шкала активности ИОНОВ



Увеличение окислительной активности ионов  $\longrightarrow$



Увеличение восстановительной активности ионов  $\longrightarrow$

# Электролиз водных растворов

## Катодные процессы

Li Rb K Ba Ca Na Mg	Al Mn Zn Cr Fe Co	Sn Pb H Cu Hg Ag Pt Au
<p>Восстанавливается:</p> $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ <p>или</p> $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2$	<p>Совместное восстановление:</p> $\text{Me}^{n+} + z\text{e}^- = \text{Me}^0$ $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$	<p>Восстанавливается: металл</p> $\text{Me}^{n+} + n\text{e}^- = \text{Me}^0$

## Анодные процессы

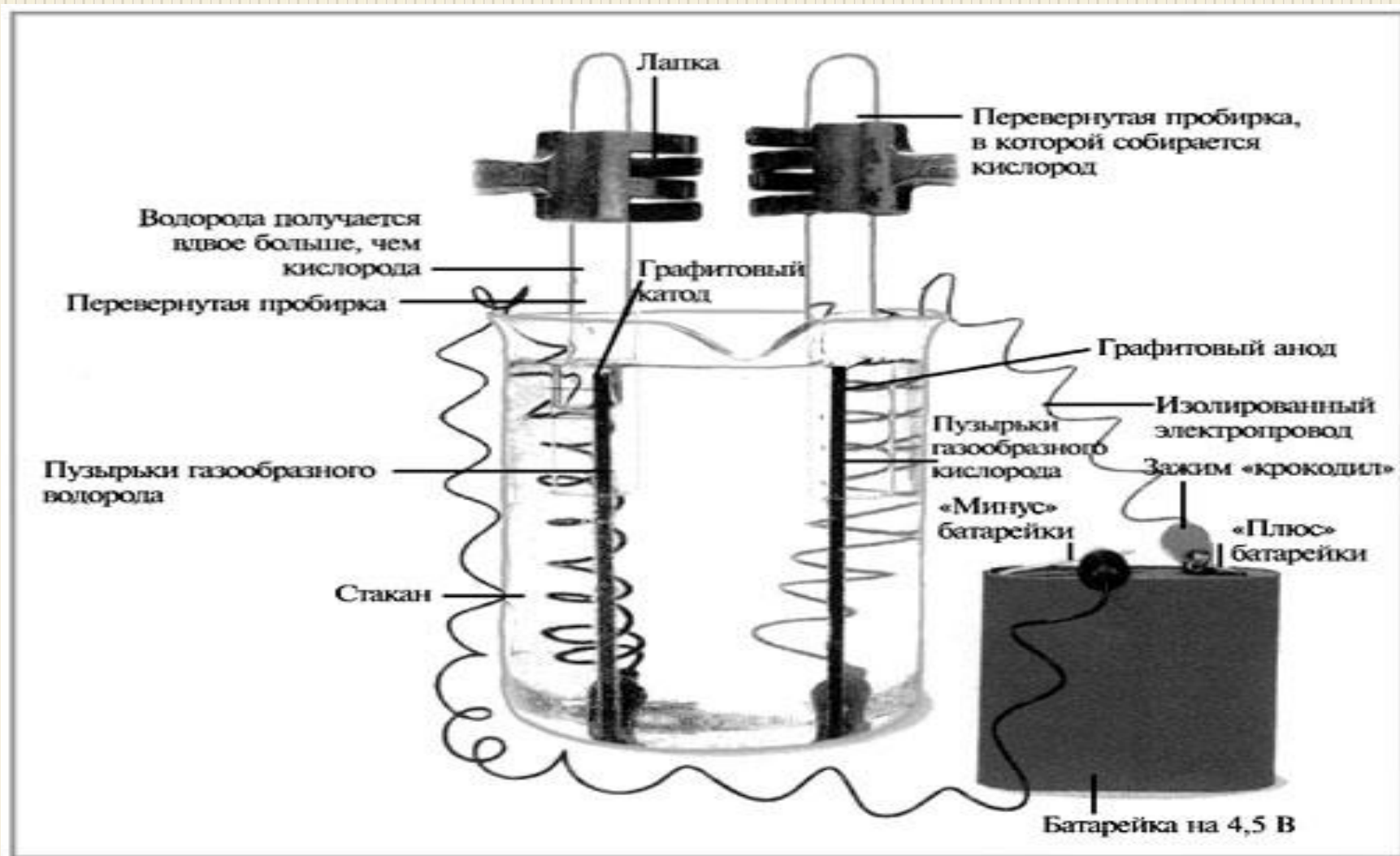
Водные растворы		Щелочные растворы
<p>Окисляются анионы:</p> $\text{R-COO}^- < \text{Cl}^- < \text{Br}^- < \text{I}^- < \text{S}^{2-}$	<p>Не окисляются анионы:</p> $\text{F}^- < \text{SO}_4^{2-} < \text{NO}_3^- < \text{CO}_3^{2-} < \text{PO}_4^{3-}$ <p>а окисляются молекулы воды:</p> $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{O}_2 + 4\text{H}^+$	<p>Окисляются:</p> $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
$2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2$ $2\text{R-COO}^- - 2\text{e}^- = 2\text{CO}_2\uparrow + \text{R-R}$		

Последовательность действий	Выполнение действий
1. Составить уравнение диссоциации щелочи	$\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{OH}^-$
2. Выбрать ионы, которые будут разряжаться на электродах	Ионы натрия не могут восстанавливаться, поэтому на катоде идет восстановление воды. На аноде окисляются гидроксид-ионы
3. Составить схемы процессов восстановления и окисления	К <sup>-</sup> : $2\text{H}_2\text{O} + 2e = \text{H}_2\uparrow + 2\text{OH}^-$ , А <sup>+</sup> : $4\text{OH}^- - 4e = \text{O}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
4. Составить уравнение электролиза водного раствора щелочи	$2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$ , т. е. электролиз водного раствора щелочи сводится к электролизу воды

Последовательность действий	Выполнение действий
1. Составить уравнение диссоциации соли	$\text{CuSO}_4 \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$
2. Выбрать ионы, которые будут разряжаться на электродах	<p>На катоде восстанавливаются ионы меди. На аноде в водном растворе сульфат-ионы не окисляются, поэтому окисляется вода</p>
3. Составить схемы процессов восстановления и окисления	<p>К<sup>-</sup>: <math>\text{Cu}^{2+} + 2e = \text{Cu}^0</math>,  А<sup>+</sup>: <math>2\text{H}_2\text{O} - 4e = 4\text{H}^+ + \text{O}_2\uparrow</math></p>
4. Составить уравнение электролиза водного раствора соли	$2\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Cu} + \text{O}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{SO}_4$



# Схема электролиза воды



## ● **Электролиз расплава хлорида натрия:**

- $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$ ;
- катод (-) ( $\text{Na}^+$ ):  $\text{Na}^+ + e = \text{Na}^0$ ,
- анод (-) ( $\text{Cl}^-$ ):  $\text{Cl}^- - e = \text{Cl}^0$ ,  $2\text{Cl}^0 = \text{Cl}_2$ ;
- $2\text{NaCl} = 2\text{Na} + \text{Cl}_2$ .

## ● **Электролиз раствора хлорида натрия:**

- $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$ ,
- $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$ ;
- катод (-) ( $\text{Na}^+$ ;  $\text{H}^+$ ):  $\text{H}^+ + e = \text{H}^0$ ,  $2\text{H}^0 = \text{H}_2$
- ( $2\text{H}_2\text{O} + 2e = \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ ),
- анод (+) ( $\text{Cl}^-$ ;  $\text{OH}^-$ ):  $\text{Cl}^- - e = \text{Cl}^0$ ,  $2\text{Cl}^0 = \text{Cl}_2$ ;
- $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2$ .

# Растворы

## Активные металлы

Соль активного металла и бескислородной кислоты

- $\text{NaCl} \leftrightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$
- К"катод"(-):  $2\text{H}_2\text{O} + 2e = \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
- А"анод"(+):  $\text{Cl}^- - 1e = \text{Cl}^0$ ;  
 $\text{Cl}^0 + \text{Cl}^0 = \text{Cl}_2$
- Вывод:  $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O}(\text{электролиз}) \rightarrow \text{H}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{NaOH}$



## Менее активные металлы

Соль менее активного металла и бескислородной  
КИСЛОТЫ

- $\text{ZnCl}_2 \leftrightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{Cl}^-$
- К "катод" (-):  $\text{Zn}^{2+} + 2e = \text{Zn}^0$
- А "анод" (+):  $2\text{Cl}^- - 2e = 2\text{Cl}^0$
- Вывод:  $\text{ZnCl}_2$  (электролиз)  
 $\rightarrow \text{Zn} + \text{Cl}_2$

## Соль менее активного металла и кислородсодержащей кислоты

- $\text{ZnSO}_4 \leftrightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$
- К(-):  $\text{Zn}^{2+} + 2e = \text{Zn}^0$
- А(+):  $2\text{H}_2\text{O} - 4e = \text{O}_2 + 4\text{H}^+$
- Вывод:  $2\text{ZnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}(\text{электролиз}) \rightarrow 2\text{Zn} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{O}_2$

Гидроксид: невозможно (нерастворим)

## *Неактивные металлы*

- Точно так же

## Соль активного металла и кислородсодержащей кислоты

- $\text{Na}_2\text{SO}_4 \leftrightarrow 2\text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-}$
- К(-):  $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
- А(+):  $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e} = \text{O}_2 + 4\text{H}^+$
- Вывод:  $2\text{H}_2\text{O}$  (электролиз)  
 $\rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$

## Гидроксид: активный металл и гидроксид-ион

- $\text{NaOH} \leftrightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$
- К(-):  $2\text{H}_2\text{O} + 2e = \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
- А(+):  $2\text{H}_2\text{O} - 4e = \text{O}_2 + 4\text{H}^+$
- Вывод:  $2\text{H}_2\text{O}$  (электролиз)  
 $\rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$

# Расплавы

## *Активные металлы*

Соль активного металла и бескислородной кислоты

- $\text{NaCl} \leftrightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$
- К "катод" (-):  $\text{Na}^+ + 1e = \text{Na}^0$
- А "анод" (+):  $\text{Cl}^- - 1e = \text{Cl}^0$ ;  $\text{Cl}^0 + \text{Cl}^0 = \text{Cl}_2$
- Вывод:  $2\text{NaCl} \rightarrow$  (электролиз)  $2\text{Na} + \text{Cl}_2$

# Электролиз расплавов

- Расплав  $\text{KOH} = \text{K}^+ + \text{OH}^-$
- (-) Катод:  $\text{K}^+ + 1\bar{e} = \text{K}^0$  | x 4
- (+) Анод:  $4\text{OH}^- - 4\bar{e} = \text{O}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$  | x 1
- $4\text{K}^+ + 4\text{OH}^- = \text{O}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}\uparrow + 4\text{K}$
- $4\text{KOH} \rightarrow 4\text{K} + \text{O}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}\uparrow$

## Соль активного металла и кислородосодержащей кислоты

- $\text{Na}_2\text{SO}_4 \leftrightarrow 2\text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-}$
- К(-):  $2\text{Na}^+ + 2e = 2\text{Na}^0$
- А(+):  $2\text{SO}_4^{2-} - 4e = 2\text{SO}_3 + \text{O}_2$
- Вывод:  $2\text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow$  (электролиз)  
 $4\text{Na} + 2\text{SO}_3 + \text{O}_2$

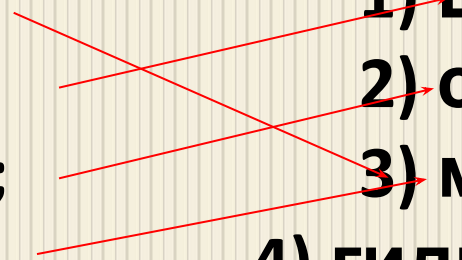


# Применение электролиза

- Явление электролиза широко применяется в современной промышленности. В частности, электролиз является одним из способов промышленного получения алюминия, водорода, а также гидроксида натрия, хлора, хлорорганических соединений диоксида марганца, пероксида водорода. Большое количество металлов извлекаются из руд и подвергаются переработке с помощью электролиза (электроэкстракция, электрорафинирование).
- Электролиз находит применение в очистке сточных вод (процессы электрокоагуляции, электроэкстракции, электрофлотации).

Пример 1. Установите соответствие между формулой вещества и продуктом, который образуется **на катоде** в результате электролиза его водного раствора.

Формула вещества    Продукт электролиза

- |                                |                     |
|--------------------------------|---------------------|
| А) <b>Cu</b> SO <sub>4</sub> ; | 1) Водород;         |
| Б) <b>K</b> 2SO <sub>4</sub> ; | 2) серебро;         |
| В) <b>Ag</b> NO <sub>3</sub> ; | 3) медь;            |
| Г) <b>Cu</b> Br <sub>2</sub> . | 4) гидроксид калия; |
|                                | 5) кислород;        |
|                                | 6) оксид серы(IV).  |
- 

Ответ: 3 1 2 3

# Выбери правильный ответ

- 1. При электролизе раствора гидроксида калия на катоде выделяется:
  - а) водород; б) кислород; в) калий.
- 2. При электролизе раствора сульфата меди(II) в растворе образуется:
  - а) гидроксид меди(II);
  - б) серная кислота;
  - в) вода.
- 3. При электролизе раствора хлорида бария на аноде выделяется:
  - а) водород; б) хлор; в) кислород.
- 4. При электролизе расплава хлорида алюминия на катоде выделяется:
  - а) алюминий; б) хлор;
  - в) электролиз невозможен.
- 5. Электролиз раствора нитрата серебра протекает по следующей схеме:
  - а)  $\text{AgNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 1 \text{ Ag} + \text{H}_2 + \text{HNO}_3;$

# ОТВЕТЫ

**Вопрос 1 -а**

**Вопрос 2-б**

**Вопрос 3-б**

**Вопрос 4-а**

**Вопрос 5-б**

## Использованная литература:

Химия: основы общей химии: учеб. для 11 кл. ОУ: базовый уровень/Г.Е. Рудзитис, Ф.Г. Фельдман - М., Просвещение, 2008

Репетитор по химии/Под ред. А.С. Егорова. – Ростов н/Д: Феникс, 2005г.

Химия. 11-й класс. Тематические тестовые задания для подготовки к ЕГЭ./Авт.-сост. Л.И. Асанова. – Ярославль:Академия развития, 2010 г.

Материалы курса «Подготовка выпускников средних учебных заведений к сдаче УГЭ по химии»: лекции 1-4 / О.С. Габриелян, С. А. Сладков – М.: Педагогический университет «Первое сентября», 2010.

# Электролиз

Зотова Наталия Александровна

МОУ СОШ п.Лопуховка

Аткарского района Саратовской области

11 класс