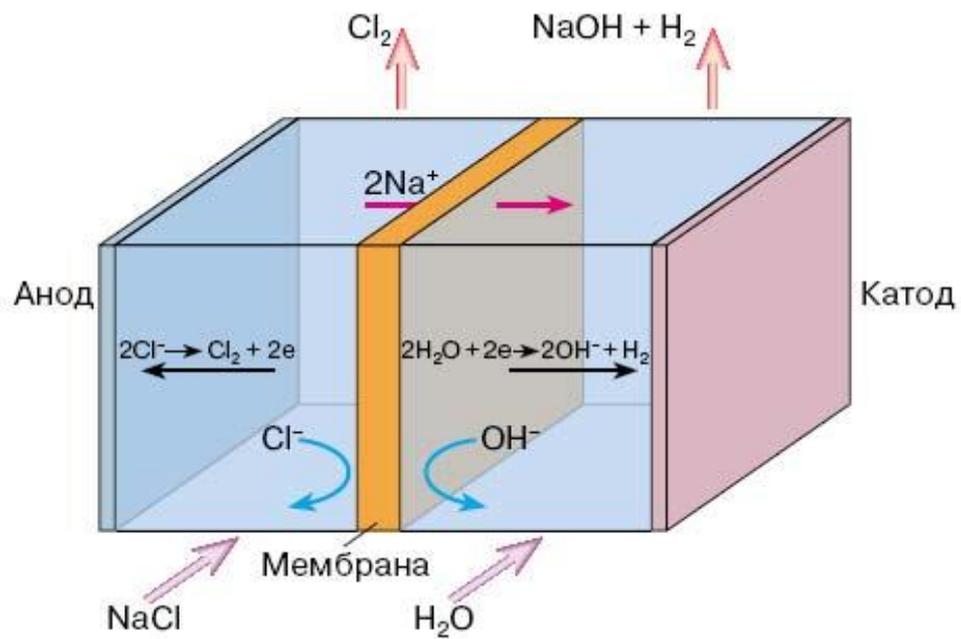
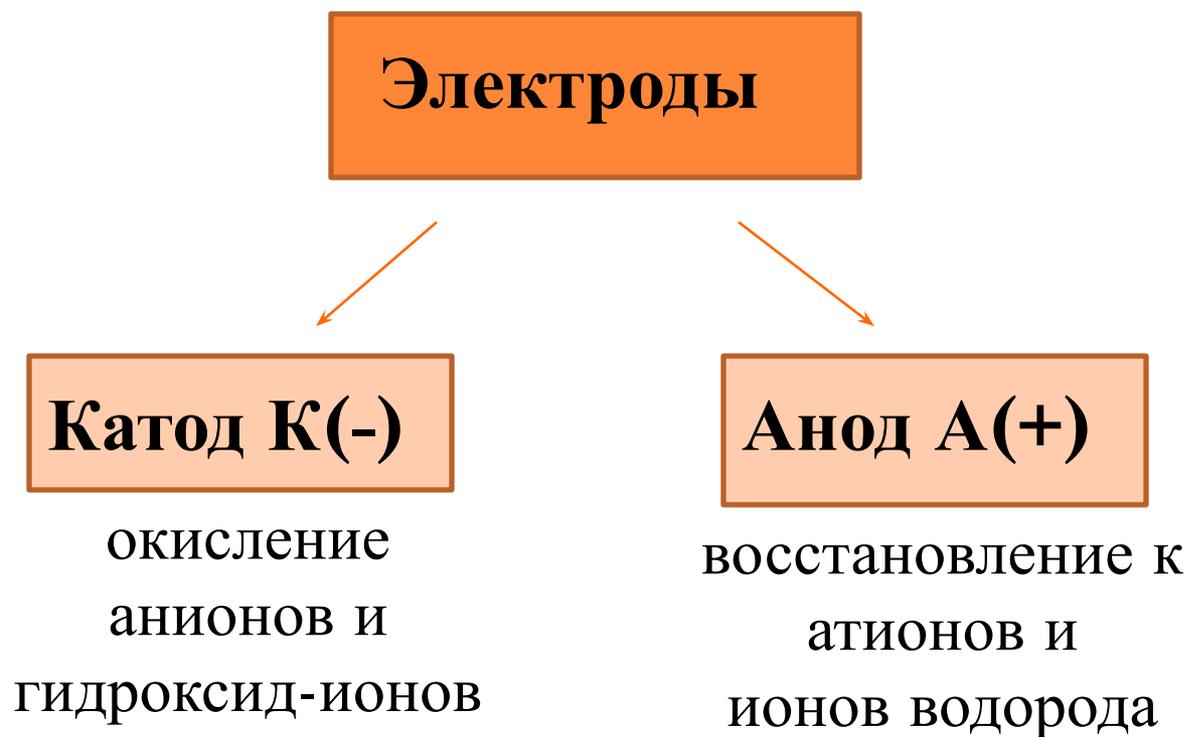


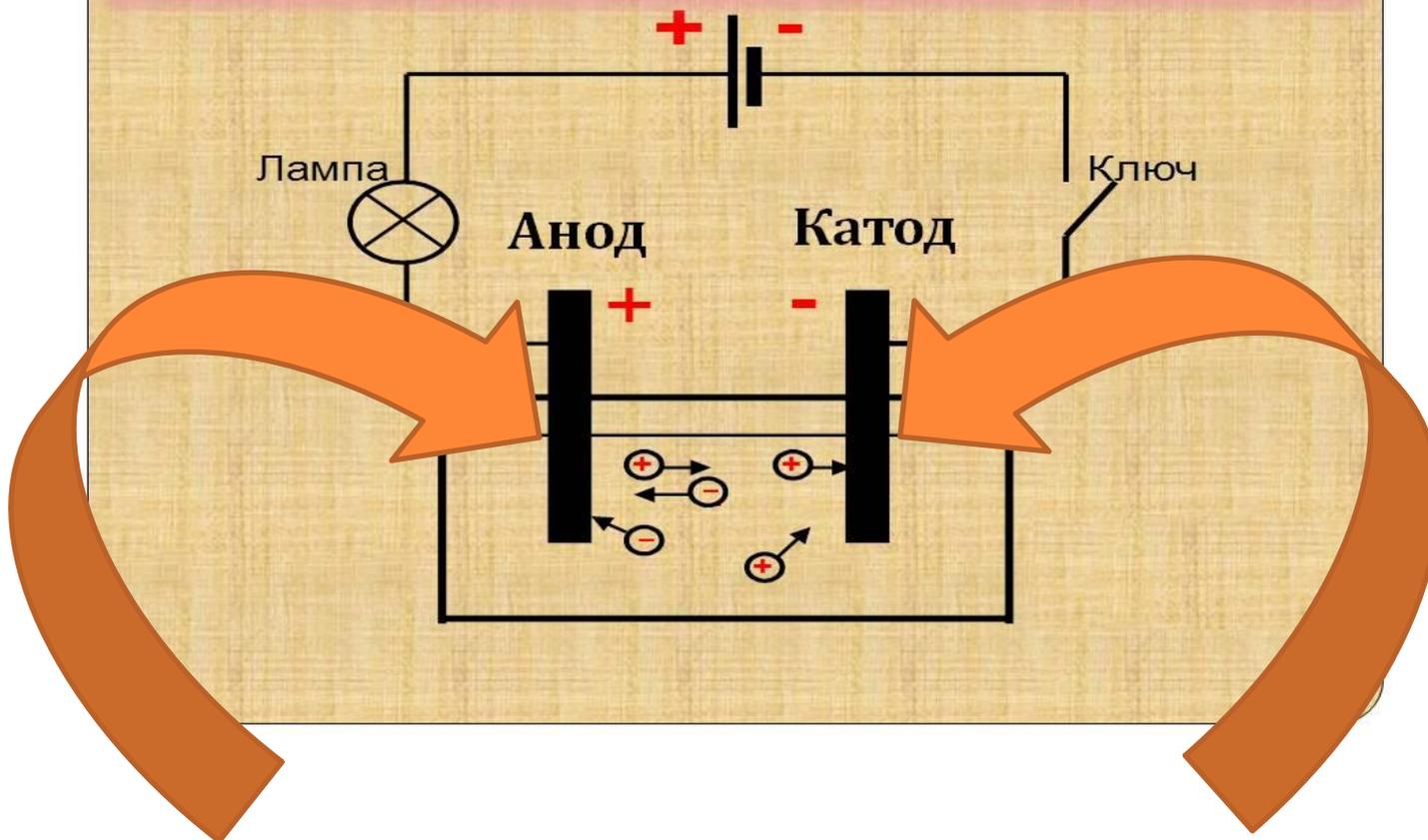
ЭЛЕКТРОЛИЗ РАСПЛАВОВ И РАСТВОРОВ



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



Перемещение ионов в электролите под действием электрического поля



Анод – это положительно-
заряженный электрод

Катод -это отрицательно -
заряженный электрод

ПРОЦЕСС НА КАТОДЕ

- Если в растворе **ионы H^+** - они разряжаются до **H_2**



Металлы правее H:

Разряжаются на катоде - Me ↓

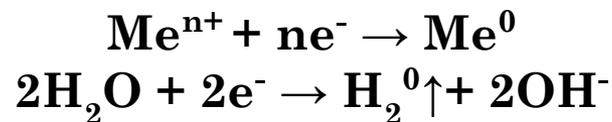


Металлы от Al до H:

Идет 2 параллельных процесса:

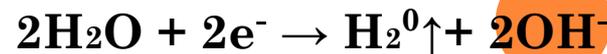
А) разрядка **металла** – Me

Б) разрядка **воды** – H_2



Металлы левее Al :

Восстанавливаются молекулы воды – H_2



ПРОЦЕСС НА АНОДЕ

- ★ если анод **растворяется** (железо, цинк, медь, серебро и все металлы, которые окисляются в процессе электролиза), то окисляется **металл** анода, несмотря на природу аниона;



★ Если анод не растворяется (его называют инертным — графит, золото, платина)

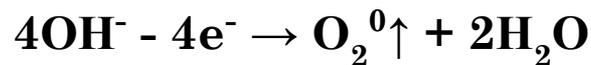
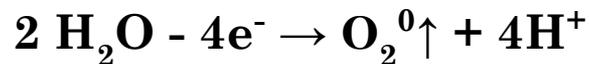
Анионы
бескислородных
кислот (кроме F^-)

Разряжаются до
простого вещества: S^{2-} ,
 I^- , Br^- , Cl^-



Анионы
кислородсодержащих
кислот и F^-

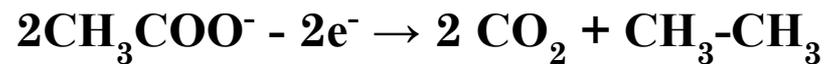
Не разряжаются,
идет разрядка воды — O_2



↓

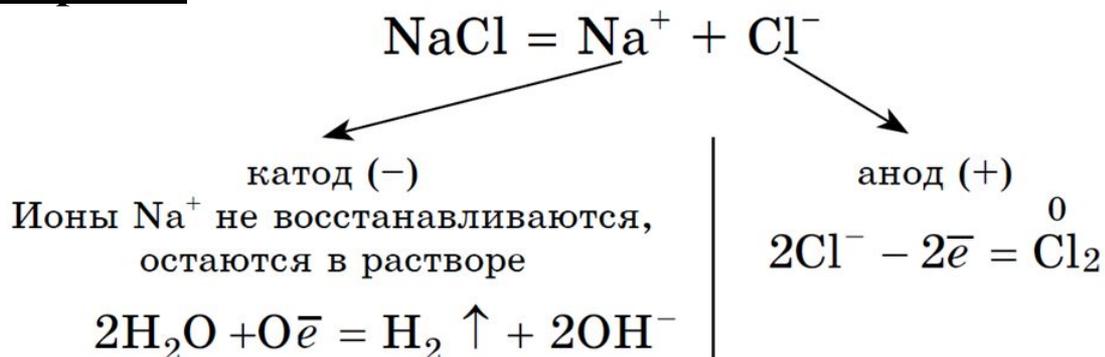
**Анионы карбоновых
кислот – реакция Кольбе**

Происходит процесс декарбоксилирования и
выделяется **алкан**

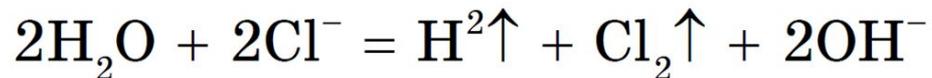


1. Анод нерастворимый (например, графитовый)

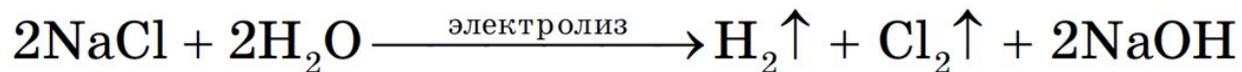
Пример №1.



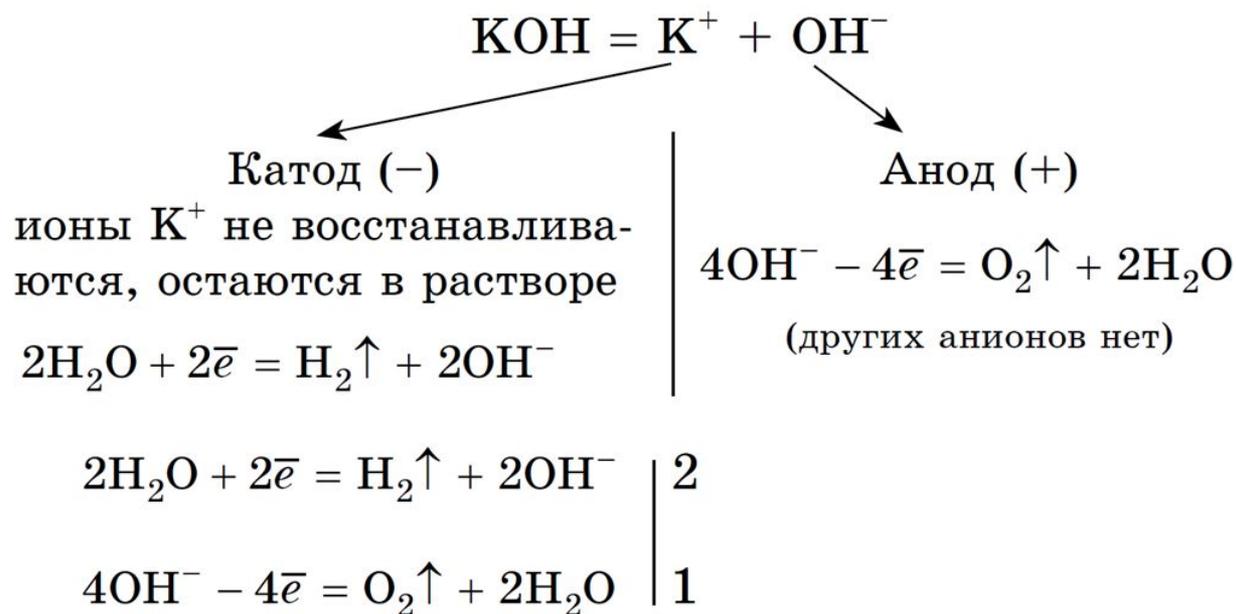
Суммарное уравнение:



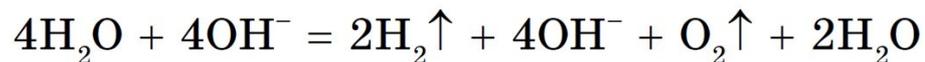
Учитывая присутствие ионов Na в растворе:



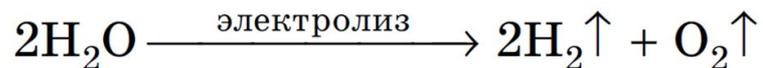
Пример №2.



Суммарное ионное уравнение:



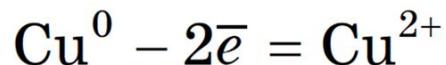
Суммарное молекулярное уравнение:



2. Анод растворимый (например, медный)



Если анод растворимый, то металл анода будет окисляться:



Катионы Cu^{2+} в ряду напряжений стоят после (H^+), поэтому они и будут восстанавливаться на катоде.



Алгоритм составления уравнений электролиза:

Исходные частицы	Процесс	Продукты
Металл	$M - n\bar{e} = M^{n+}$	Ионы металла
Анионы бескислородных кислот.	$S^{2-} > I^- > Br^- > Cl^-$ $2Hal^- - 2\bar{e} = Hal_2 \uparrow$	Свободные неметаллы
Анионы кислот с промежуточной степенью окисления элемента	$SO_3^{2-}, NO_2^-,$ и т.п. $SO_3^{2-} + H_2O - 2\bar{e} = SO_4^{2-} + 2H^+$	Анионы кислот с высшей степенью окисления элемента
Анионы карбоновых кислот	$2RCOO^- - 2\bar{e} = R-R + 2CO_2$	Углеводороды и оксид углерода(IV)
Гидроксид-ион	$4OH^- - 4\bar{e} = O_2 \uparrow + 2H_2O$	Кислород
Вода	$2H_2O - 4\bar{e} = O_2 \uparrow + 4H^+$	Кислород
Анионы кислот с высшей степенью окисления элемента	$SO_4^{2-}, NO_3^-,$ и т.п. $SO_4^{2-} - 2\bar{e} = S_2O_8^{2-}$	Перекисные соединения
Фторид-ион	$2F^- - 2\bar{e} = F_2 \uparrow$	Фтор

Проверь себя...



**Задания на
электролиз**



Задание 1



Установите соответствие между формулой соли и продуктом, образующимся на катоде при электролизе её водного раствора: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА СОЛИ

- А) CuCl_2
- Б) AgNO_3
- В) K_2S
- Г) NaBr

ПРОДУКТ НА КАТОДЕ

- 1) водород
- 2) кислород
- 3) металл
- 4) галоген
- 5) сера
- 6) азот





Задание 2



Установите соответствие между формулой соли и продуктом, который образуется на инертном аноде в результате электролиза её водного раствора: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА СОЛИ

- А) Na_2SO_4
- Б) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
- В) ZnBr_2
- Г) CuCl_2

ПРОДУКТ НА АНОДЕ

- 1) SO_2
- 2) O_2
- 3) NO_2
- 4) Br_2
- 5) Cl_2
- 6) H_2





Задание 3



Установите соответствие между формулой соли и продуктом, образующимся на катоде при электролизе её водного раствора: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА СОЛИ

- А) RbCl
- Б) K_2CO_3
- В) BaBr_2
- Г) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$

ПРОДУКТ НА КАТОДЕ

- 1) хлороводород
- 2) оксид азота(IV)
- 3) кислород
- 4) хлор
- 5) бром
- 6) углекислый газ





Задание 4



Установите соответствие между формулой соли и продуктом, образующимся на катоде при электролизе её водного раствора: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА СОЛИ

- А) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
- Б) CuSO_4
- В) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
- Г) AgNO_3

ПРОДУКТ НА КАТОДЕ

- 1) серебро
- 2) алюминий
- 3) медь
- 4) кальций
- 5) водород
- 6) кислород





Задание 5



Установите соответствие между веществом и продуктами его электролиза в растворе или расплаве: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВО

- А) KCl (водный раствор)
- Б) NaCl (расплав)
- В) KNO_3 (водный раствор)
- Г) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ (водный раствор)

ПРОДУКТЫ ЭЛЕКТРОЛИЗА

- 1) Na , Cl_2
- 2) K , NO_2 , O_2
- 3) H_2 , Cl_2 , KOH
- 4) Cu , O_2 , HNO_3
- 5) H_2 , O_2
- 6) Cu , NO_2 , H_2





Задание 6



Вычислите объём в литрах газа, выделяющегося на аноде при электролизе водного раствора гидроксида кальция с инертными электродами, если на катоде выделился газ объемом 67,2 л (при н.у.).

- 1) 16,8; 2) 11,2; 3) 33,6; 4) 5,6.

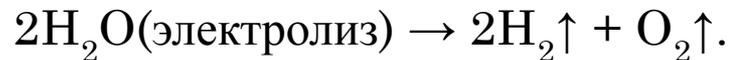
Решение:

Электролиз водного раствора гидроксида кальция с инертными электродами:

Катодный процесс К(-) будет: $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$;

Анодный процесс А(+) будет: $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+$;

Процесс электролиза сводится к разложению воды:



$$n(\text{H}_2) = 67,2/22,4 = 3 \text{ моль};$$

$$n(\text{O}_2) = n(\text{H}_2)/2 = 3/2 = 1,5 \text{ моль};$$

$$V(\text{O}_2) = 22,4*1,5 = 33,6 \text{ л}.$$





Задание 7



Какая масса (в граммах) гидроксида лития образуется в растворе при электролизе водного раствора хлорида лития с инертными электродами с инертными электродами, если на аноде выделяется 10,08 л газа (н.у.)?

1) 24; 2) 46; 3) 19; 4) 21,6.

Решение:

Электролиз водного раствора хлорида лития с инертными электродами:

Катодный процесс К(-) будет: $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$;

Анодный процесс А(+) будет: $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}_2$;

Суммарный процесс электролиза:

$2\text{LiCl} + 2\text{H}_2\text{O}$ (электролиз) $\rightarrow \text{H}_2\uparrow + \text{Cl}_2\uparrow + 2\text{LiOH}$.

$n(\text{Cl}_2) = 10,08/22,4 = 0,45$ моль;

$n(\text{LiOH}) = 2n(\text{Cl}_2) = 0,45 * 2 = 0,9$ моль;

$M(\text{LiOH}) = 24$ г/моль;

$m(\text{LiOH}) = 24 * 0,9 = 21,6$ г.





Задание 8



Какая **масса** газа выделится на аноде (в граммах) при полном электролизе 320 г 10 %-го водного раствора сульфата меди?

1) 3,2; 2) 12,8; 3) 19,2; 4) 25,6.

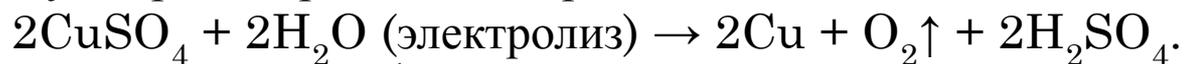
Решение:

Электролиз водного раствора сульфата меди с инертными электродами:

Катодный процесс К(-) будет: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$;

Анодный процесс А(+) будет: $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+$;

Суммарный процесс электролиза:



$$m(\text{CuSO}_4) = 320 \cdot 10/100 = 32 \text{ г};$$

$$M(\text{CuSO}_4) = 160 \text{ г/моль};$$

$$n(\text{CuSO}_4) = 32/160 = 0,2 \text{ моль};$$

$$n(\text{O}_2) = n(\text{CuSO}_4)/2 = 0,1 \text{ моль};$$

$$M(\text{O}_2) = 32 \text{ г/моль};$$

$$m(\text{O}_2) = 0,1 \cdot 32 = 3,2 \text{ г}.$$

