ЭЛЕКТРОЛИЗ

ПОНЯТИЯ

ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ, ПРОТЕКАЮЩИЕ НА ЭЛЕКТРОДАХ ПРИ ПРОПУСКАНИИ ПОСТОЯННОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА ЧЕРЕЗ РАСТВОРЫ ИЛИ РАСПЛАВЫ ЭЛЕКТРОЛИТОВ, НАЗЫВАЮТ ЭЛЕКТРОЛИЗОМ.

- При электролизе окислителем и восстановителем является электрический ток.
- Процессы окисления и восстановления разделены в пространстве, они совершаются не при контакте частиц друг с другом, а при соприкосновении с электродами электрической цепи.
- Катод - отрицательно- заряженный электрод.
- Анод – положительно-заряженный электрод.
- Катион- «+»ион, анион- «-» ион.

ЭЛЕКТРОЛИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

- Катодные процессы в водных растворах электролитов :катионы или молекулы воды принимают электронов и восстанавливаются.
- Li,K,Ca, | Mn,Zn,Fe,Ni,| H_2|Cu,Hg,Ag,Pt

Na,Mg,Al Sn,Pb Au

Катионы металлов не | Катионы металлов и молекулы воды| Катионы
восстанавливаются. восстанавливаются металлов
Восстанавливается вода восстанавливаются

КАТИОНЫ СО СТАНДАРТНЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ

1. Катионы металлов со стандартным электродным потенциалом, большим, чем у ВОДОРОДА, расположены в ряду напряжений после него: Cu^{2+}, Hg^{2+}, Ag^{+}, Pt^{2+}, ..., до Pt^{4+}. При электролизе они почти полностью восстанавливаются на катоде и выделяются в виде металла.

- $Cu^{2+} + 2e^{-} = Cu^{0}$, $E^{0}=0,337$ В
- $2H_2O + 2e^{-} = H_2 + 2OH^{-}$, $E^{0}=-0,83$ В

КАТИОНЫ С МАЛЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ

2. Катионы металлов с малой величиной стандартного электродного потенциала (катионы металлов начала ряда напряжений Li^+, Na^+, K^+, Rb^+, ..., до Al^{3+} включительно). При электролизе на катоде они не восстанавливаются, вместо них восстанавливаются молекулы воды.

- $2H_2O + 2e^- = H_2 + 2OH^-$, $E^0 = -0{,}83$ В

КАТИОНЫ СО СРЕДНИМ ПОТЕНЦИАЛОМ

3. Катионы металлов со стандартным электродным потенциалом меньшим, чем у ВОДОРОДА, но большим, чем у алюминия (Mn^{2+}, Zn^{2+}, Cr^{3+}, Fe^{2+}, ..., до H). При электролизе эти катионы, характеризующиеся средними величинами электроноакцепторной способности, на катоде восстанавливаются одновременно с молекулами воды.

- $Zn^{2+} + 2e = Zn^{0}$
- $2H_2O + 2e^{-} = H_2 + 2OH^{-}$

РАЗРЯДКА НА КАТОДЕ

4. На катоде легче всего разряжаются катионы того металла, которому отвечает наиболее положительный потенциал. Так, например, из смеси катионов Cu^{2+}, Ag^{+} и Zn^{2+} при достаточном напряжении на клеммах электролизера вначале восстанавливаются ионы серебра (E^0=+0,79 В), затем меди (E^0=+0,337 В) и, наконец, цинка (E^0=–0,76 В).

- $Ag^{+} + 2e^{-} = Ag^{0}$, E^0=+0,79 В
- $Cu^{2+} + 2e^{-} = Cu^{0}$, E^0=+0,337 В
- $Zn^{2+} + 2e = Zn^{0}$, E^0=-0,76 В

АНОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ

- На аноде происходит окисление анионов или молекул воды (частицы отдают электронов - окисляются)
- Анионы по их способности окисляться располагаются в следующем порядке:

$I^-, Br^-, S^{2-}, Cl^-, OH^-, SO_4^{2-}, NO_3^-, F^-$

---------- ---→

Восстановительная активность уменьшается.

ОКИСЛЕНИЕ НА АНОДЕ

НА АНОДЕ ОКИСЛЯЮТСЯ АНИОНЫ БЕСКИСЛОРОДНЫХ КИСЛОТ, OH^- ИЛИ МОЛЕКУЛЫ ВОДЫ

- $2Cl^- - 2e^- = Cl_2$ $\quad 2H_2O - 4e^- = O_2 + 4H^+$

$4OH^- - 4e^- = 2H_2O + O_2$

- Анионы кислородосодержащих кислот не окисляются, так как их стандартный потенциал намного превышает потенциал воды $2SO_4^{2-} - 2e^- = S_2O_8^{2-}$, $E^0=+2,01$ В

поэтому вместо них окисляется вода:

$2H_2O - 4e^- = O_2 + 4H^+$, $E^0=1,228$ В

ПРАВИЛА ПРОЦЕССОВ ЭЛЕКТРОЛИЗА

- При электролизе водного раствора соли **из активного металла и кислородосодержащей кислоты** на катоде выделяется H_2, а на аноде – O_2.

К- Na_2SO_4 А +

$\leftarrow Na^+$ $SO_4^{2-} \rightarrow$

$2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$ $2H_2O - 4e^- \rightarrow O_2 + 4H^+$

Электролиз воды $2H_2O \rightarrow H_2\uparrow + O_2\uparrow$

ПРОЦЕСС ЭЛЕКТРОЛИЗА

При электролизе раствора соли **из активного металла и бескислородной кислоты** на катоде образуется - H_2, на аноде – неметалл, а в растворе – основание (из F^- - O_2)

$2H_2O + 2NaCl = H_2 + Cl_2 + 2NaOH$

Если **металл средней активности связан с кислородосодержащим анионом**, то на катоде образуется металл и H2, на аноде – O2.

$ZnSO_4 + 2H_2O \rightarrow Zn + H_2 + O_2 + H_2SO_4$

При электролизе раствора соли из **металла средней активности и бескислородной кислоты** на катоде образуется металл и H2, на аноде – неметалл.

$2ZnCl_2 + 2H_2O \rightarrow Zn + H_2 + Zn(OH)_2 + 2Cl_2$

ПОЛУЧЕНИЕ МЕТАЛЛА И КИСЛОРОДА

- При электролизе водного раствора соли **из малоактивного металла и кислородосодержащей кислоты** на катоде выделяется металл, а на аноде – O_2 и кислота.

K- $CuSO_4$ A+

Cu^{2+} SO_4^{2-}

← →

$Cu^{2+} + 2e^- = Cu^0$ $2H_2O - 4e^- = O_2 + 4H^+$

$2CuSO_4 + 2H_2O = 2Cu + O_2 + 2H_2SO_4$

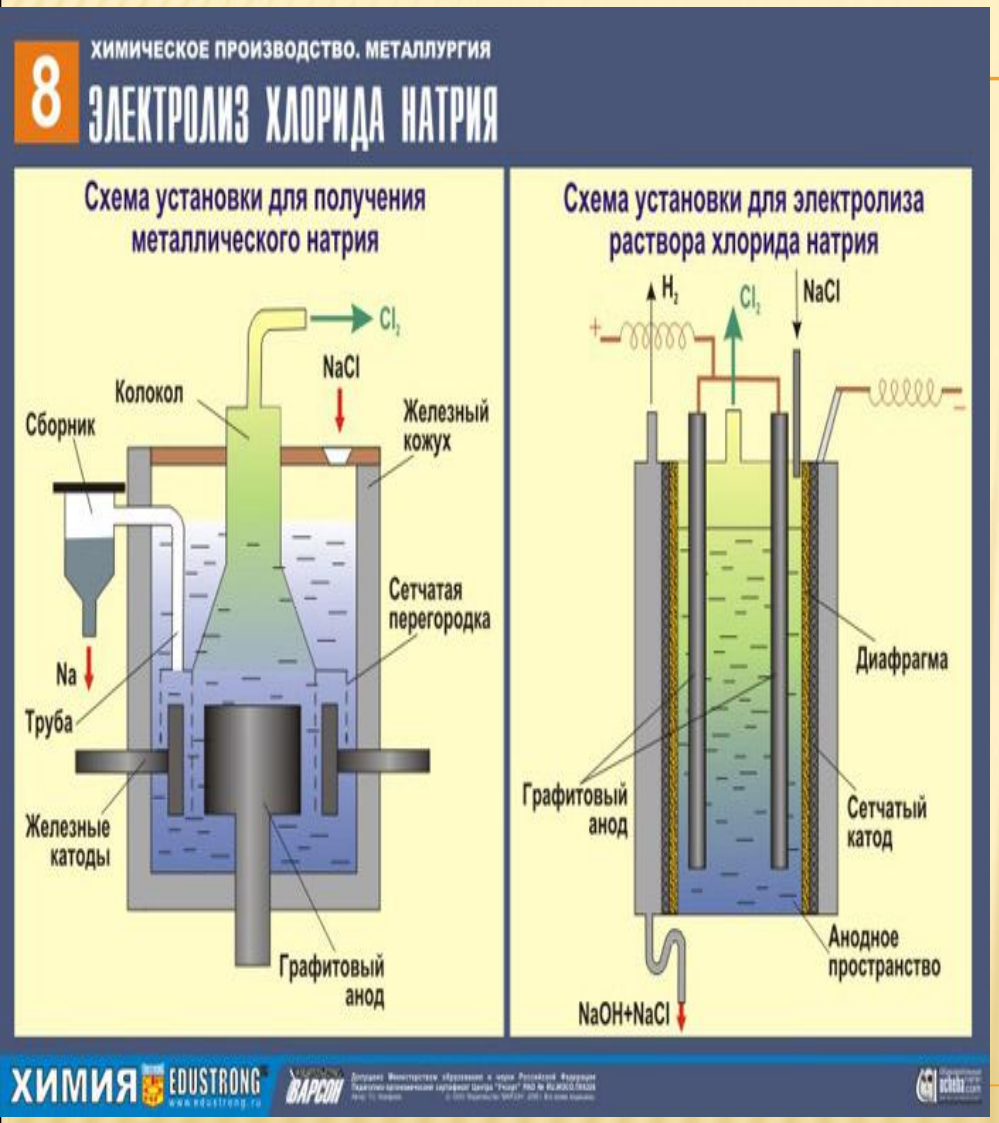
ВОССТАНОВЛЕНИЕ ВОДЫ

- При электролизе катиона аммония NH_4^+ восстанавливается вода.
- При электролизе солей органических кислот на катоде восстанавливается вода, на аноде анион кислоты с образованием алкана и углекислого газа.

$$2CH_3COONa + 2H_2O = C_2H_6\uparrow + 2CO_2\uparrow + H_2\uparrow + 2NaOH$$

ЭЛЕКТРОЛИЗ ВОДЫ

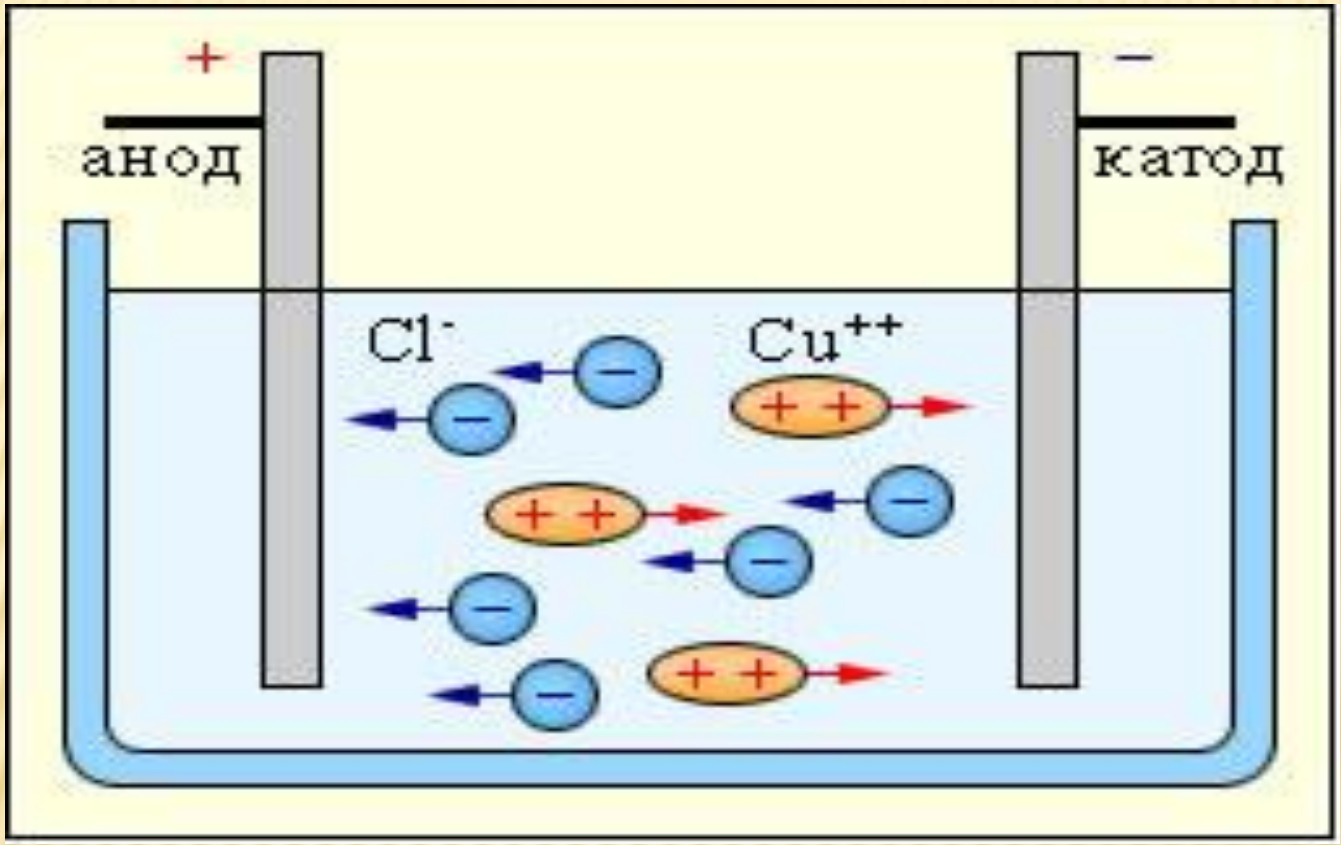
- Электролиз раствора щелочи – это электролиз воды.
- Электролиз раствора кислородосодержащей кислоты – это тоже электролиз воды.
- Электролиз бескислородной кислоты: на катоде образуется водород, на аноде – неметалл.



Электролиз раствора NaCl

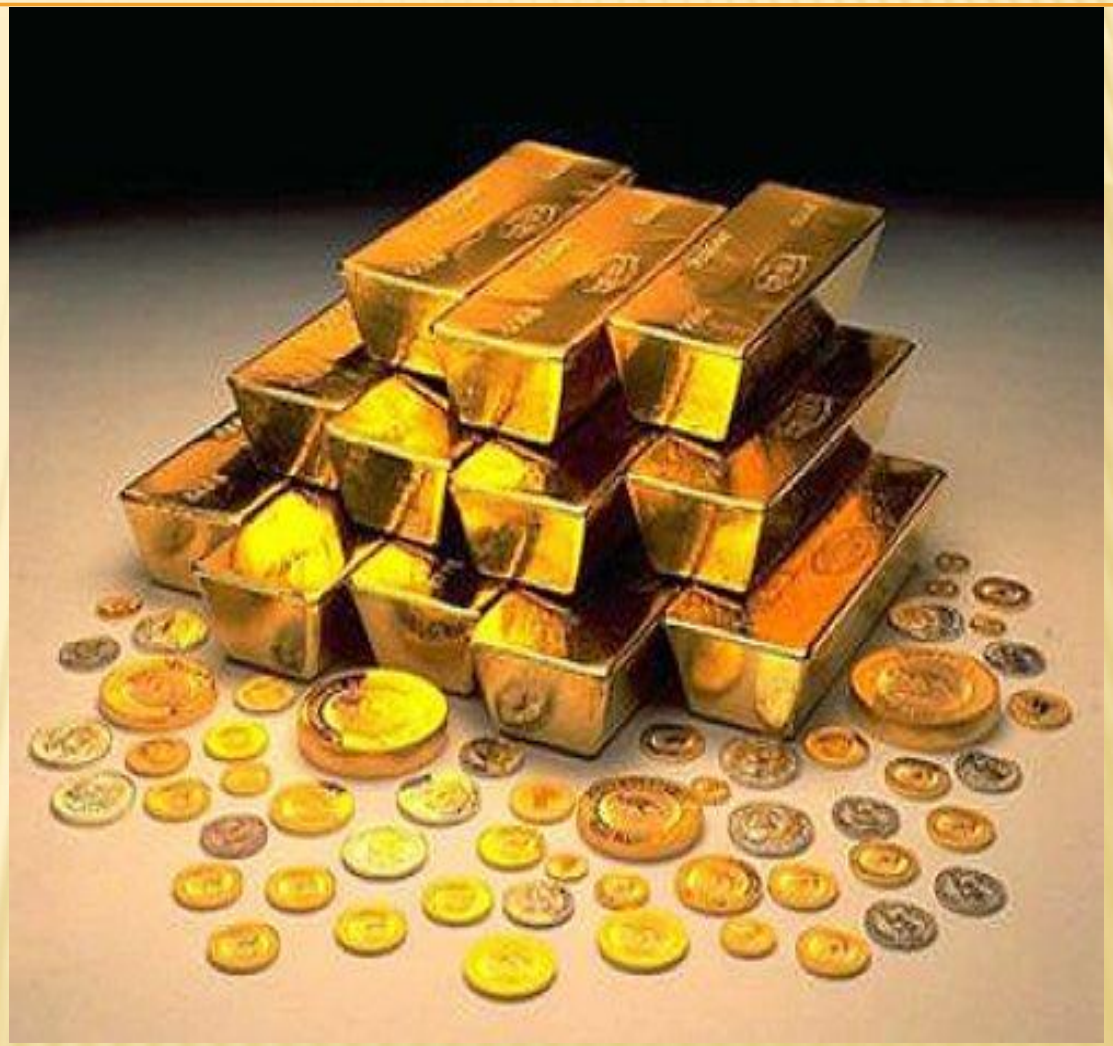
- Раствор NaCl
- (–) Катод ← Na+ Cl– → (+) Анод
- H2O H2O
- (–) Катод: $2H_2O + 2\bar{e} = H_2\uparrow + 2OH^-$
- (+) Анод: $2Cl^- - 2\bar{e} = Cl_2\uparrow$
- $2H_2O + 2Cl^- = H_2\uparrow + Cl_2\uparrow + 2OH^-$
- $2H_2O + 2NaCl = H_2\uparrow + Cl_2\uparrow + 2NaOH$

ЭЛЕКТРОЛИЗ РАСТВОРА $CUCL_2$



$2Cl^- - 2e^- = Cl_2^0$

$Cu^{2+} + 2e^- = Cu^0$

$CuCl_2 = Cu + Cl_2$

ПРИМЕНЕНИЕ