

# Электролиз. Законы электролиза.

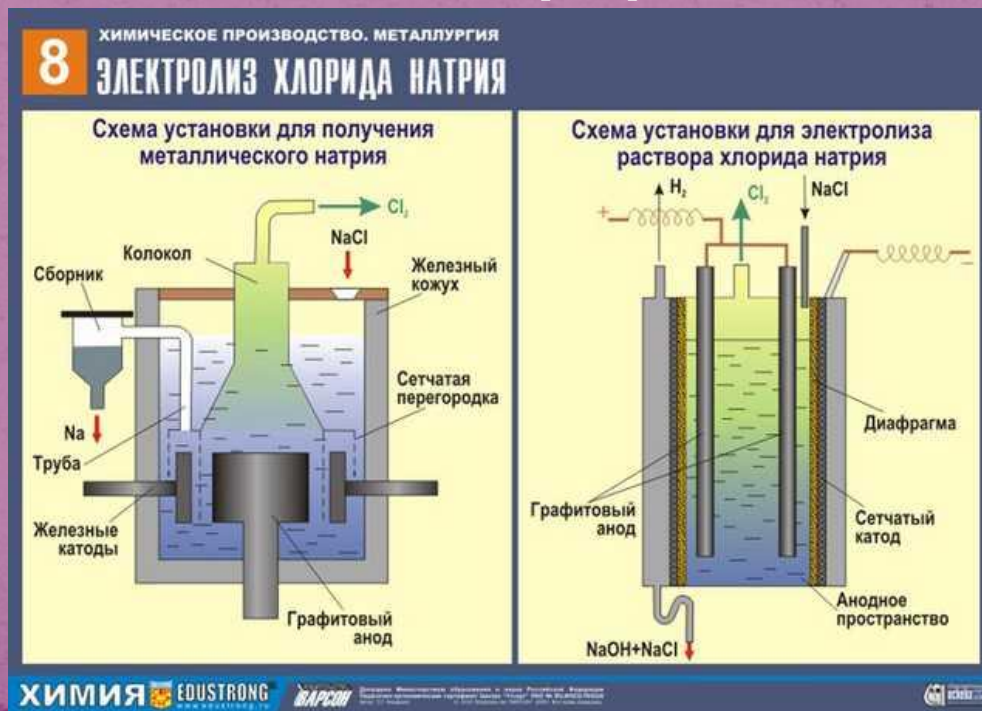
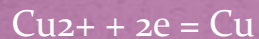
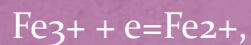
---

Выполнила :  
Кочемазова Оксана  
группа ТЭ-112

● **Электролиз** — это физико-химическое явление, состоящее в выделении на электродах составных частей растворённых веществ или других веществ, являющихся результатом вторичных реакций на электродах, которое 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 называется положительный электрод, катодом — отрицательный. 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.

● Электролиз, совокупность электрохимических окислительно-восстановительных процессов, происходящих при прохождении электрического тока через электролит с погруженными в него электродами. На катоде катионы восстанавливаются в ионы более низкой степени окисления или в **атомы**, например:





Электролиз включает два процесса: миграцию реагирующих частиц под действием электрического поля к поверхности электрода и переход заряда с частицы на электрод или с электрода на частицу. Миграция ионов определяется их подвижностью и числами переноса. Процесс переноса нескольких электрических зарядов осуществляется, как правило, в виде последовательности одноэлектронных реакций, т. е. постадийно, с образованием промежуточных частиц (ионов или радикалов), которые иногда существуют некоторое время на электроде в адсорбированном состоянии.

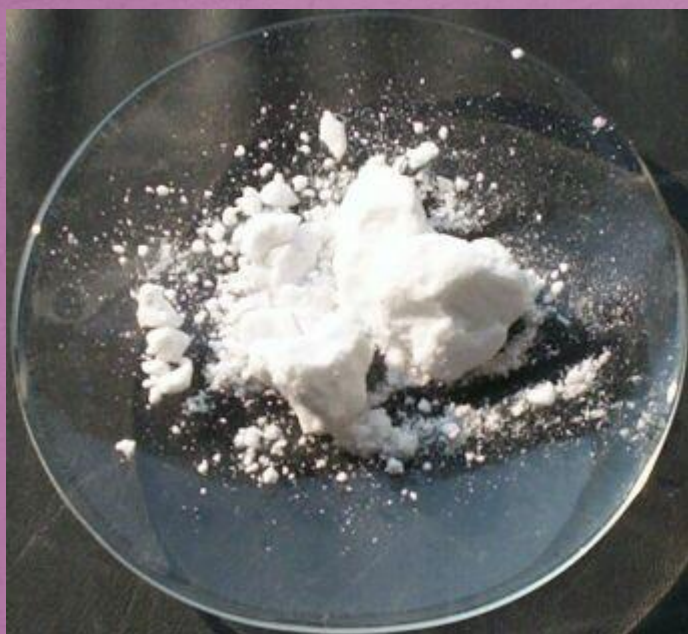
Скорости электродных реакций зависят от состава и концентрации электролита, материала электродов, электродного потенциала, температуры, гидродинамических условий. Мерой скорости служит плотность тока - количество переносимых электрических зарядов через единицу площади поверхности электрода в единицу времени. Количество образующихся при электролизе продуктов определяется Фарадея законами. Для выделения 1 грамм-эквивалента вещества на электроде необходимо количество электроэнергии. Если на каждом из электродов одновременно образуется несколько продуктов в результате ряда электрохимических реакций, доля тока (в %), идущая на образование товара одной из реакций, называется выходом данного товара по току.

В электродном процессе участвуют вещества, требующие для переноса заряда наименьшего электрического потенциала; это может быть не те вещества, которые обуславливают перенос электроэнергии в объеме раствора.



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).

Гидроксид натрия.



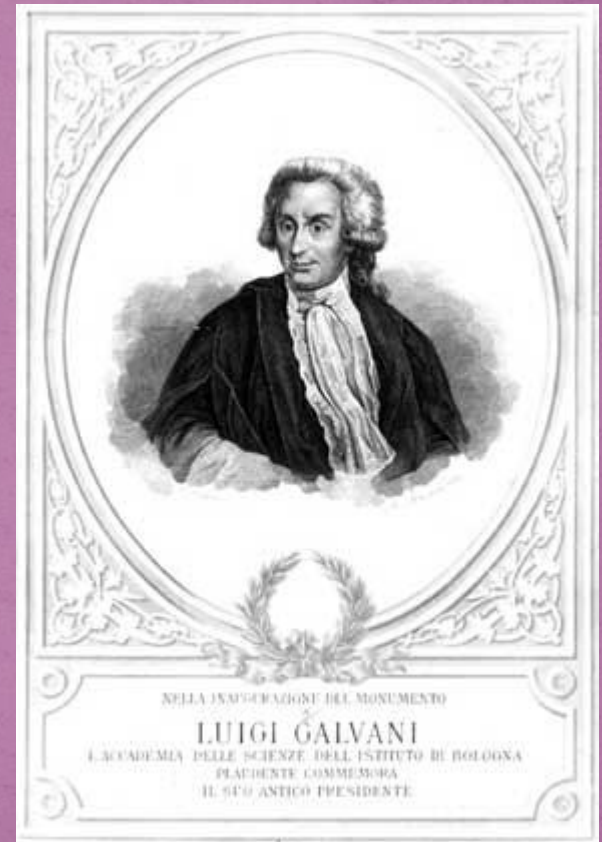
Алюминий.





● Электролиз – это совокупность процессов, протекающих в растворе или расплаве электролита, при пропускании через него электрического тока. Электролиз является одним из важнейших направлений в электрохимии.

● Электрохимия принадлежит к числу тех немногих наук, дата рождения которых может быть установлена с высокой точностью. Это рубеж XVIII и XIX веков, когда благодаря знаменитым опытам итальянского физиолога Л. Гальвани и созданию итальянским физиком А. Вольта в 1799 г. "вольтова столба" - первого в истории человечества химического источника тока - были сформулированы проблемы, решение которых определило основные задачи электрохимии.



- Еще в начале позапрошлого столетия было установлено, что при прохождении электрического тока через водные растворы солей происходят химические превращения, приводящие к образованию новых веществ. В результате этого, в начале прошлого века возникло научное направление по изучению электрохимических процессов в растворах и расплавах веществ – электрохимия. К концу семидесятых годов оно разделилось на два самостоятельных раздела – ионику, изучающую явления электропроводности и движения заряженных частиц под воздействием электрического поля, и электродику, изучающую явления происходящие непосредственно на поверхности электродов, когда через границу электрод-раствор (расплав) протекает электрический ток. Химические превращения, происходящие при воздействии электрического тока на вещества, называются электролитическими.
- Электролиз представляет собой довольно сложную совокупность процессов, к которым относятся: миграция ионов (положительных к катоду, отрицательных к аноду), диффузия ионов, разряжающихся на электродах, электрохимические реакции разряда ионов, вторичные химические реакции продуктов электролиза между собой, с веществом электролита и электрода.
- Технический или прикладной электролиз характеризуется сложностью протекающих в промышленных условиях электролитических процессов, различными видами электролиза, их зависимостью от природы электролита, типа электролитической ванны, оптимизации самих электролизных процессов.
- Электролитические процессы классифицируются следующим образом:
  - получение неорганических веществ(водорода, кислорода, хлора, щелочей и т.д.)
  - получение металлов(литий, натрий, калий, бериллий, магний, цинк, алюминий, медь и т.д.)
  - очистка металлов(медь, серебро,...)
  - получение металлических сплавов
  - получение гальванических покрытий
  - обработка поверхностей металлов(азотирование, борирование, электрополировка, очистка)
  - получение органических веществ
  - электродиализ и обессоливание воды
  - нанесение пленок при помощи электрофореза



Актуальность электролиза объясняется тем, что многие вещества по металлы как никель, натрий, чистый водород и другие, получают только электролиза относительно легко можно получить чистые металлы, मात्रа процентам. В промышленности алюминий и медь в большинстве случаев. Преимущество этого способа в относительной дешевизне и простоте. более выгодным: с наименьшими издержками электричества и с наибольшими различными факторами, влияющие на количество и качество продуктов электролиза, материал электродов и др.).



мер, такие  
о с его помощью  
стремиться к  
и.  
более  
тывать  
температура

На сегодняшний день большой популярностью пользуются различные предметы, покрытые драгоценными металлами (позолоченные или посеребренные вещи).



К тому же металлические предмета торговли покрывают слоем другого металла электролитическим способом с целью защитить его от коррозии.



Таким образом, исследование электрохимических процессов, определение факторов, влияющих на них, установление новых способов использования процессов электролиза в промышленных условиях сохранило свою актуальность и востребованность в наши дни.



## Теоретическое обоснование процессов электролиза.

Электролиз протекает только в тех средах, которые проводят электрический ток. Способностью проводить ток обладают также водные растворы оснований и солей. Безводные кислоты – очень плохие проводники, но водные растворы кислот хорошо проводят ток. Растворы кислот, оснований и солей в других жидкостях в большинстве случаев тока не проводят, но и осмотическое давление таких растворов оказывается нормальным, точно так же не проводят тока водные растворы сахара, спирта, глицерина и другие растворы с нормальным осмотическим давлением.

Различные отношения веществ к электрическому току можно иллюстрировать следующим опытом.

Соединим провода идущие от осветительной сети, с двумя угольными электродами. В один из проводов включим электрическую лампу, позволяющую грубо судить о наличии тока в цепи. Погрузим теперь свободные концы электродов в сухую поваренную соль или безводную серную кислоту. Лампа не загорается, т.к. эти вещества не проводят тока и цепь остается не замкнутой. То же самое происходит, если погрузить электроды в стакан с чистой дистиллированной водой. Но стоит только растворить в воде немного соли или прибавить к ней какой-нибудь кислоты или основания, как лампа тотчас же начинает ярко светиться. Свечение прекращается если опустить электроды в раствор сахара или глицерина и т.п.

Таким образом, среди растворов способностью проводить ток обладают преимущественно водные растворы кислот, оснований и солей. Сухие соли, безводные кислоты и основания (в твердом виде) тока не проводят; почти не проводит тока чистая вода, очевидно, что при растворении в воде кислоты основания или соли подвергаются каким-то глубоким изменениям, которые и обуславливают электропроводность получаемых растворов.

Электрический ток, проходя через растворы, вызывает в них, так же как и в расплавах, химические изменения, выражающиеся в том, что из растворов выделяются продукты разложения растворенного вещества или растворителя. Вещества, растворы которые проводят электрический ток, получили названия электролитов. Электролитами являются кислоты, основания и соли.

Химический процесс, происходящий при пропускании тока через раствор электролита, называется электролизом.



# Законы Фарадея.

Количественные характеристики электролиза выражаются двумя законами Фарадея:

- 1) Масса вещества, выделяющегося на электроде, прямо пропорциональна количеству электричества, прошедшего через электролит.
- 2) При электролизе различных химических соединений одинаковые количества электричества выделяют на электродах массы веществ, пропорциональные их электрохимическим эквивалентам.

Эти два закона можно объединить  $M$  одним уравнением:

$$m = \frac{M}{nF} I t$$

где,  $m$  – масса выделяющегося вещества, г;

$n$  – количество электронов, переносимых в электродном процессе;

$F$  – число Фарадея ( $F=96485$  Кл/моль)

$I$  – сила тока, А;

$t$  – время, с;

$M$  – молярная масса выделяющегося вещества, г/моль.

Величина называется электрохимическим эквивалентом вещества. Если продолжительность электролиза измерять в часах, то число Фарадея должно быть выражено в ампер-часах. В этом случае  $F=26,8$  А·ч/моль.

Вследствие параллельных побочных процессов масса вещества, получаемого при электролизе, оказывается часто меньше той, которая соответствует количеству прошедшего электричества. Отношение массы вещества, реально выделенного на электроде, к теоретической и умноженное на 100%, называют выходом по току:

## Факторы от которых зависит электролиз.

Эффективность электролиза оценивают рядом факторов, к которым относятся: сила тока, напряжение, плотность тока, КПД источника тока, выход по току, выход по веществу, коэффициент полезного действия электроэнергии (выход по энергии), расход электроэнергии на единицу полученного продукта.

Сила тока или нагрузка на электролизёр характеризуют его производительность. Чем выше сила тока, пропускаемого через электролизёр, тем больше продукта можно получить при эксплуатации данного электролизёра. Наблюдается тенденция к созданию мощных электролизёров, рассчитанных в некоторых случаях на десятки и сотни тысяч Ампер (производство хлора, алюминия и т.д.) напряжение на электролизёре складывается из нескольких составляющих:

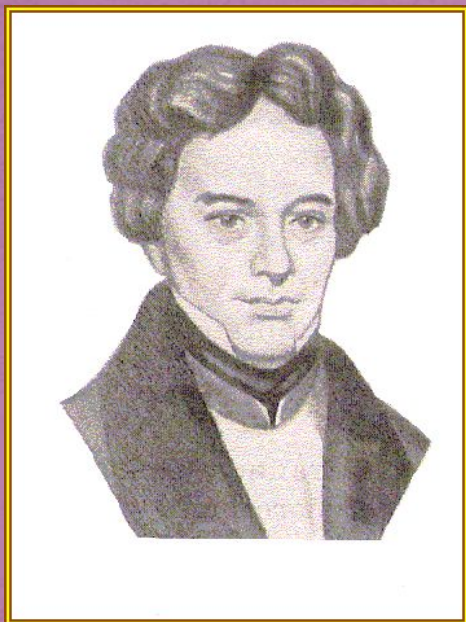
$$U = e_a - e_k + \Delta e_a + \Delta e_k + e_{\text{эл.}} - e_{\text{диафр.}} + e_{\text{конт.}}$$

где:  $U$ —общее напряжение на ячейке;  $e_a$  и  $e_k$  – равновесные потенциалы анодной и катодной реакции;  $e_{\text{эл.}}$  и  $e_{\text{диафр.}}$  – падение напряжения в электролите и в диафрагме;  $e_{\text{конт.}}$ —падение напряжения в контактах. Сумма  $e_a - e_k$  называется напряжением разложения. Эта величина соответствует расходу на электролиз электроэнергии, которая идёт непосредственно на изменение внутренней энергии веществ.



# Электролиз в газах.

Электролиз в газах, при наличии ионизатора, объясняется тем, при прохождении через них постоянного электрического тока, наблюдается выделение веществ на электродах. Законы Фарадея в газах не действительны, но существуют несколько закономерностей;



## Применение электролиза.

Получение целевых продуктов путем электролиза позволяет сравнительно просто (регулируя силу тока) управлять скоростью и направленностью процесса, благодаря чему можно осуществлять процессы как в самых "мягких", так и в предельно "жестких" условиях окисления или восстановления, получая сильнейшие окислители и восстановители. Путем электролиза производят  $H_2$  и  $O_2$  из воды,  $Cl_2$  из водных растворов  $NaCl$ ,  $F_2$  из расплава  $KF$  в  $KH_2F_3$ .

Гидроэлектрометаллургия - важная отрасль металлургии цветных металлов ( $Cu$ ,  $Bi$ ,  $Sb$ , tin metal,  $Pb$ ,  $Ni$ ,  $Co$ ,  $Cd$ ,  $Zn$ ); она применяется также для получения благородных и рассеянных металлов. Электролиз используют непосредственно для катодного выделения металла после того, как он переведен из руды в раствор, а раствор подвергнут очистке. Такой процесс называется электроэкстракцией. Электролиз применяют также для очистки металла - электролитического рафинирования (электрорафинирование). Этот процесс состоит в анодном растворении загрязненного металла и в последующем его катодном осаждении. Рафинирование и электроэкстракцию проводят с жидкими электродами из ртути и амальгам (амальгамная металлургия) и с электродами из твердых металлов.

Электролиз расплавов электролитов - важный способ производства многих металлов. Так, например, алюминий-сырец получают электролизом криолит-глиноземного расплава, очистку сырца осуществляют электролитическим рафинированием. При этом анодом служит расплав  $Al$ , содержащий до 35%  $Cu$  (для утяжеления) и потому находящийся на дне ванны электролизера.



Электролиз расплава хлорида магния или обезвоженного карналлита - наиболее распространенный способ получения Mg. В промышленном масштабе электролиз расплавов используют для получения щелочных и щелочно-земельных металлов: бериллий, вольфрам, цирконий.

Be

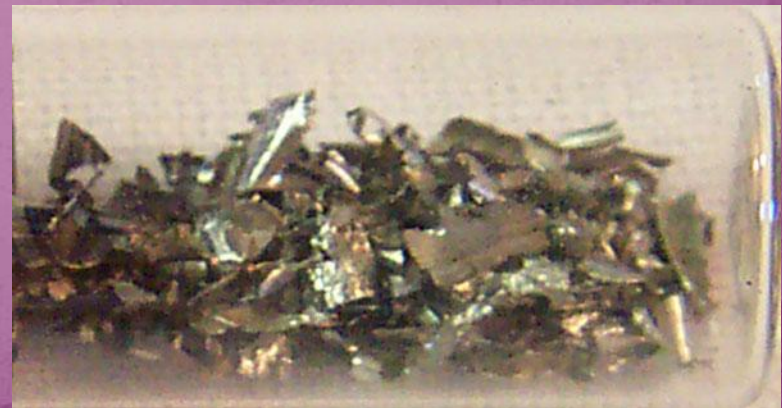


W



И другие.

Zr





# Электролизеры.

Конструкция промышленных аппаратов для проведения электролитических процессов определяется характером процесса. В гидрометаллургии и гальванотехнике используют преимущественно так называемые ящичные электролизеры, представляющие собой открытую емкость с электролитом, в которой размещают чередующиеся катоды и аноды, соединенные соответственно с отрицательными и положительными полюсами источника постоянного тока. Для изготовления анодов применяют графит, углеграфитовые материалы, Платину, оксиды железа, свинца, никеля, свинец и его сплавы; используют малоизнашивающиеся титановые аноды с ак и титана (оксидные рутениево-титановые сплавы). Для катодов в большинстве электролизеров используют защитными покрытиями с учетом агрессивности электролита, температуры и др. условий процесса. Некоторые электролизеры работают при высоких давлениях. В современных электролизерах используют массы, стекло и стеклопластики, керамику.







*Спасибо  
за внимание!*