Например, р-р FeBr2:   
2FeBr2+2H2O---эл. ток-->Fe+H2+2Br2+Fe(OH)2   
(-)K: 2H2O+2e=H2+2OH(-)   
Fe(+2)+2e=Fe(0)   
(+)A: 2Br(-)-2e=Br2

**Задачи.**

**Задача 1. При электролизе раствора сульфата меди на катоде выделилось 48 г меди. Найдите объем газа, выде­лившегося на аноде, и массу серной кислоты, образовав­шейся в растворе.**

Сульфат меди в растворе диссоциирует ни ионы*Си2+ и S042'.*

*CuS04 = Cu2+ + S042"*

Запишем уравнения процессов, происходящих на катоде и аноде. На катоде восстанавливаются катионы Си , на аноде происходит электролиз воды:

*Cu2++2e- = Cu                           12*

*2H20-4e- = 4H+ + 02 http://school6.tgl.ru/ximiya/sait/index_files/elek.h37.gif|1*

Общее уравнение электролиза:

2Cu2+ + 2H2O = 2Cu + 4H+ + O2 (краткоеионное уравнение)

Добавим в обе части уравнения по 2 сульфат-иона, которые об­разуются при диссоциации сульфата меди, получим полное ион­ное уравнение:

2Си2+ + 2S042" + 2Н20 = 2Cu + 4Н+ + 2SO42'+ О2

 Перепишем уравнение в молекулярном виде:

2CuSO4 + 2H2O = 2Cu + 2H2SO4 + О2

Газ, выделяющийся на аноде - кислород. В растворе образуется серная кислота.

Молярная масса меди равна 64 г/моль, вычислим количество вещества меди:

http://school6.tgl.ru/ximiya/sait/index_files/elek.h38.gif

По уравнению реакции при выделении на катоде 2 моль ме­ди ла аноде выделяется 1 моль кислорода. На катоде выделилось 0,75 моль меди, пусть на аноде выделилось х моль кислорода. Составим пропорцию: http://school6.tgl.ru/ximiya/sait/index_files/elek.h39.gif

2/1=0,75/x   , x=0,75\*1/2=0,375моль

На аноде выделилось 0,375 моль кислорода,

v(O2) = 0,375 моль.

Вычислим объем выделившегося кислорода:

V(O2) = v(O2)«VM = 0,375 моль«22,4 л/моль = 8,4 л

По уравнению реакции при выделении на катоде 2 моль ме­ди в растворе образуется 2 моль серной кислоты, значит, если на катоде выделилось 0,75 моль меди, то в растворе образовалось 0,75 моль серной кислоты, v(H2SO4) = 0,75 моль. Вычислим мо­лярную массу серной кислоты:

M(H2SO4) = 2-1+32+16-4 = 98 г/моль.

 Вычислим массу серной кислоты: http://school6.tgl.ru/ximiya/sait/index_files/elek.h40.gif

m(H2S04) = v(H2S04>M(H2S04) = = 0,75 моль«98 г/моль = 73,5 г.

Ответ: на аноде выделилось 8,4 л кислорода; в растворе образо­валось 73,5 г серной кислоты

**Задача 2. Найдите объем газов, выделившихся на катоде и аноде, при электролизе водного раствора, содержащего 111,75 г хлорида калия. Какое вещество образовалось в рас­творе? Найдите его массу.**

Хлорид калия в растворе диссоциирует на ионы  К+ и Сl:

2КС1 =  К+ + Сl

Ионы калия не восстанавливаются на катоде, вместо этого про­исходит восстановление молекул воды. На аноде окисляются хлорид-ионы и выделяется хлор:

2Н2О + 2е' = Н2 + 20Н-  |1

2СГ-2е' = С12        |1

Общее уравнение электролиза:

2СГl+ 2Н2О = Н2 + 2ОН" + С12 (краткое ионное уравнение) В растворе присутствуют также ионы К+, образовавшиеся при диссоциации хлорида калия и не участвующие в реакции:

2К+ + 2Сl + 2Н20 = Н2 + 2К+ + 2ОН' + С12

Перепишем уравнение в молекулярном виде:

2КС1 + 2Н2О = Н2 + С12 + 2КОН

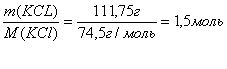
На катоде выделяется водород, на аноде хлор, в растворе обра­зуется гидроксид калия.

В растворе содержалось 111,75 г хлорида калия.

 Вычислим молярную массу хлорида калия:

М(КС1) = 39+35,5 = 74,5 г/моль

Вычислим количество вещества хлорида калия:

http://school6.tgl.ru/ximiya/sait/index_files/elek.h41.gif 

По уравнению реакции при электролизе 2 моль хлорида ка­лия выделяется 1 моль хлора. Пусть при электролизе 1,5 моль хлорида калия выделяется х моль хлора. Составим пропорцию:

http://school6.tgl.ru/ximiya/sait/index_files/elek.h43.gif                                          2/1=1,5/x , x=1,5 http://school6.tgl.ru/ximiya/sait/index_files/elek.h44.gif /2=0,75 моль

Выделится 0,75 моль хлора, v(C!2) = 0,75 моль. По уравнению реакции при выделении 1 моль хлора на аноде на катоде выде­ляется 1 моль водорода. Следовательно, если на аноде выделит­ся 0,75 моль хлора, то на катоде выделится 0,75 моль водорода, v(H2) = 0,75 моль.

Вычислим объем хлора, выделившегося на аноде:

                         V(C12) = v(Cl2)-VM = 0,75 моль«22,4 л/моль = 16,8 л.

Объем водорода равен объему хлора:

У(Н2) = У(С12)=16,8л.

По уравнению реакции при электролизе 2 моль хлорида ка­лия образуется 2 моль гидроксида калия, значит, при электроли­зе 0,75 моль хлорида калия образуется 0,75 моль гидроксида калия. Вычислим молярную массу гидроксида калия:

М(КОН) = 39+16+1 - 56 г/моль.

 Вычислим массу гидроксида калия:

                           m(KOH) = v(KOH>M(KOH) = 0,75 моль-56 г/моль = 42 г.

Ответ: на катоде выделилось 16,8 л водорода, на аноде выдели­лось 16,8 л хлора, в растворе образовалось 42 г гидроксида калия.

**Задача 3. При электролизе раствора 19 г хлорида двух­валентного металла на аноде выделилось 8,96 л хлора. Оп­ределите, хлорид какого металла подвергли электролизу. Вычислите объем водорода, выделившегося на катоде.**

Обозначим неизвестный металл М, формула его хлорида МС12. На аноде окисляются хлорид-ионы и выделяется хлор. В условии сказано, что на катоде выделяется водород, следова­тельно, происходит восстановление молекул воды:

2Н20 + 2е- = Н2 + 2ОH  |1

2Cl -2е" = С12        ! 1

Общее уравнение электролиза:

                                    2Сl + 2Н2О = Н2 + 2ОН" + С12 (краткое ионное уравнение)

 В растворе присутствуют также ионы М2+, которые при реакции не изменяются. Запишем полное ионное уравнение реакции:

2СГ + М2+ + 2Н2О = Н2 + М2+ + 2ОН- + С12

 Перепишем уравнение реакции в молекулярном виде:

МС12 + 2Н2О - Н2 + М(ОН)2 + С12

Найдем количество вещества выделившегося на аноде хлора:

http://school6.tgl.ru/ximiya/sait/index_files/elek.h45.gif

По уравнению реакции при электролизе 1 моль хлорида не­известного металла выделяется 1 моль хлора. Если выделилось 0,4 моль хлора, то электролизу подвергли 0,4 моль хлорида ме­талла. Вычислим молярную массу хлорида металла:

http://school6.tgl.ru/ximiya/sait/index_files/elek.h46.gif

Молярная масса хлорида неизвестного металла 95 г/моль. На два атома хлора приходится 35,5»2 = 71 г/моль. Следовательно, молярная масса металла равна 95-71 = 24 г/моль. Этой моляр­ной массе соответствует магний.

По уравнению реакции на 1 моль выделившегося на аноде хлора приходится 1 моль выделившегося на катоде водорода. В нашем случае на аноде выделилось 0,4 моль хлора, значит, на катоде выделилось 0,4 моль водорода. Вычислим объем водоро­да:

V(H2) = v(H2>VM = 0,4 моль«22,4 л/моль = 8,96 л.

 Ответ: электролизу подвергли раствор хлорида магния; на като­де выделилось 8,96 л водорода.

\***3адача 4. При электролизе 200 г раствора сульфата ка­лия с концентрацией 15% на аноде выделилось 14,56 л ки­слорода. Вычислите концентрацию раствора по окончании электролиза.**

В растворе сульфата калия и на катоде, и на аноде реагиру­ют молекулы воды:

2Н20 + 2е' = Н2 + 20Н-  |2

2Н2О - 4е' = 4Н+ + О2   ! 1

Сложим вместе оба уравнения:

6Н2О = 2Н2 + 4ОН" + 4Н+ + О2, или

 6Н2О = 2Н2 + 4Н2О + О2, или

                               2Н2О = 2Н2 + 02

Фактически при электролизе раствора сульфата калия происхо­дит электролиз воды.

Концентрация растворенного вещества в растворе определя­ется по формуле:

С=m(растворенного вещества) http://school6.tgl.ru/ximiya/sait/index_files/elek.h47.gif 100% / m(раствора)

Чтобы найти концентрацию раствора сульфата калия по окончании электролиза, необходимо знать массу сульфата калия и массу раствора. Масса сульфата калия при реакции не изменя­ется. Вычислим массу сульфата калия в исходном растворе. Обозначим концентрацию исходного раствора Сь

m(K2S04) = C2 (K2S04 ) http://school6.tgl.ru/ximiya/sait/index_files/elek.h50.gif m(pacтвора) = 0,15 http://school6.tgl.ru/ximiya/sait/index_files/elek.h51.gif 200 г = 30 г.

Масса раствора во время электролиза изменяется, так как часть воды превращается в водород и кислород. Вычислим ко­личество вещества выделившегося кислорода:

http://school6.tgl.ru/ximiya/sait/index_files/elek.h52.gif (O2 )=V(O2 ) / Vм =14,56л / 22,4л/моль=0,65моль

По уравнению реакции из 2 моль воды образуется 1 моль кислорода. Пусть 0,65 моль кислорода выделяется при разложе­нии х моль воды. Составим пропорцию:

http://school6.tgl.ru/ximiya/sait/index_files/elek.h56.gif

Разложилось 1,3 моль воды, v(H2O) = 1,3 моль.

Вычислим мо­лярную массу воды:

М(Н2О) =1-2+16=18 г/моль.

Вычислим массу разложившейся воды:

m(H2O) = v(H2O>M(H2O) = 1,3 моль\* 18 г/моль = 23,4 г.

Масса раствора сульфата калия уменьшилась на 23,4 г и стала равна 200-23,4 = 176,6 г. Вычислим теперь концентрацию рас­твора сульфата калия по окончании электролиза:

С2 (K2 SO4 )=m(K2 SO4 ) http://school6.tgl.ru/ximiya/sait/index_files/elek.h62.gif 100% / m(раствора)=30г http://school6.tgl.ru/ximiya/sait/index_files/elek.h63.gif 100% / 176,6г=17%

 Ответ: концентрация раствора по окончании электролиза равна 17%.

**\*3адача 5. 188,3 г смеси хлоридов натрия и калия рас­творили в воде и пропустили через полученный раствор электрический ток. При электролизе на катоде выделилось 33,6 л водорода. Вычислите состав смеси в процентах по массе.**

После растворения смеси хлоридов калия и натрия в воде в растворе содержатся ионы К+, Na+ и Сl-. Ни ионы калия, ни ио­ны натрия не восстанавливаются на катоде, восстанавливаются молекулы воды. На аноде окисляются хлорид-ионы и выделяет­ся хлор:

                2Н2О + 2е' = Н2 + 2ОН"   ] 1

    2СГl-2е' = С12   ! 1

Общее уравнение электролиза:

              2СГ + 2Н2О = Н2 + 2ОН" + С12 (краткое ионное уравнение)

Полные ионные уравнения реакций электролиза хлорида натрия и хлорида калия.

                                 2К+ + 2Cl http://school6.tgl.ru/ximiya/sait/index_files/elek.h64.gif + 2Н20 = Н2 + 2К+ + 2ОН http://school6.tgl.ru/ximiya/sait/index_files/elek.h65.gif + С12

                                                    2Na+ + 2С1 http://school6.tgl.ru/ximiya/sait/index_files/elek.h66.gif + 2Н20 = Н2 + 2Na+ + 20Н http://school6.tgl.ru/ximiya/sait/index_files/elek.h67.gif + С12

 Перепишем уравнения в молекулярном виде:

2КС1 + 2Н20 = Н2 + С12 + 2КОН

                               2NaCl + 2Н2О = Н2 + С12 + 2NaOH

Обозначим количество вещества хлорида калия, содержащегося в смеси, х моль, а количество вещества хлорида натрия у моль. По уравнению реакции при электролизе 2 моль хлорида натрия или калия выделяется 1 моль водорода. Поэтому при электроли­зе х моль хлорида калия образуется х/2 или 0,5х моль водорода, а при электролизе у моль хлорида натрия 0,5у моль водорода. Найдем количество вещества водорода, выделившегося при электролизе смеси:

http://school6.tgl.ru/ximiya/sait/index_files/elek.h68.gif

Составим уравнение:    0,5х + 0,5у =1,5

Вычислим молярные массы хлоридов калия и натрия:

                   М(КС1) = 39+35,5 = 74,5 г/моль

                  M(NaCl) = 23+35,5 = 58,5 г/моль

 Масса х моль хлорида калия равна:

m(KCl) = v(KCl)-M(KCl) = х моль-74,5 г/моль = 74,5х г.

 Масса у моль хлорида натрия равна:

m(KCl) = v(KCl)-M(KCl) = у моль-74,5 г/моль = 58,5у г.

 Масса смеси равна 188,3 г, составим второе уравнение:

74,5х + 58,5у= 188,3

 Итак, решаем систему из двух уравнений с двумя неизвестными:

                                   0,5(х + у)= 1,5

                           74,5х + 58,5у=188,3г

 Из первого уравнения выразим х:

                                         х + у= 1,5/0,5 = 3,

х = 3-у

Подставим это значение х во второе уравнение, получим:

                                        74,5-(3-у) + 58,5у= 188,3

                                 223,5-74,5у + 58,5у= 188,3

                                                         -16у = -35,2

                      у = 2,2

 Найдем теперь значение х:

х = 3-у = 3-2,2 = 0,8

В смеси содержится 0,8 моль хлорида калия и 2,2 моль хлорида натрия.

Вычислим массу хлорида калия и хлорида натрия:

                     m(KCl) = v(KCl) http://school6.tgl.ru/ximiya/sait/index_files/elek.h69.gif M(KCl) = 0,8 моль«74,5 г/моль = 59,6 г.

                      m(KCl) = v(KCl) http://school6.tgl.ru/ximiya/sait/index_files/elek.h70.gif M(KCl) = 2,2 моль-74,5 г/моль = 128,7 г.

 Вычислим массовую долю хлорида калия в смеси:

w(KCl)=m(KCl) http://school6.tgl.ru/ximiya/sait/index_files/elek.h71.gif 100% / m(смеси)=59,6г http://school6.tgl.ru/ximiya/sait/index_files/elek.h72.gif 100% / 188,3г=31,65%

Вычислим массовую долю хлорида натрия:

                                w(NaCl) = 100% - w(KCl) = 68,35%

 Ответ: в смеси содержится 31,65% хлорида калия и 68,35% хлорида натрия.

Вывод: последовательность разрядки анионов на аноде зависит от природы аниона:

1. При электролизе растворов солей бескислородных кислот (кроме фторидов) на аноде окисляются анионы кислотных остатков, например: 2Cl- - 2e - = Cl20↑
2. При электролизе растворов солей кислородсодержащих кислот и фторидов на аноде идет процесс окисления молекул воды: 2H2O – 4e- = O2↑ + 4H + (среда околоанодного пространства кислая). Анионы кислотных остатков таких кислот остаются в растворе вместе с образующимися ионами водорода H +, т.е. после электролиза получается раствор кислоты.
3. При электролизе растворов щелочей окисляются гидроксид-ионы: 4OH- - 4e - = O2↑ + 2H2O
4. Анионы по их способности окисляться располагаются в следующем порядке:

http://festival.1september.ru/articles/529575/img4.gif

**Анодные процессы в водных растворах электролитов**

|  |  |
| --- | --- |
| Кислотный остаток (анион) Аm- | |
| Бескислородный (Cl -, Br -, I -, S 2- и др., *кроме F -*) | Кислородсодержащий (SO42-, NO3-, CO32- и др.) и F - |
| Окисление аниона *(кроме фторида)* Аm- - *me-* = А0 | В кислой и нейтральной среде – окисление молекул воды: 2H2O – 4e- = O2↑ + 4H+ в щелочной среде: 4OH- - 4e- = O2↑ + 2H2O |

Задание на закрепление:

Какие вещества будут образовываться на электродах при пропускании постоянного электрического тока через раствор нитрата серебра AgNO3? (серебро на катоде и кислород на аноде). Раствор какого вещества останется в электролизере после окончания реакции? (раствор азотной кислоты HNO3) На дом: составить схему данного процесса.

3) Электролиз раствора иодида калия KI.

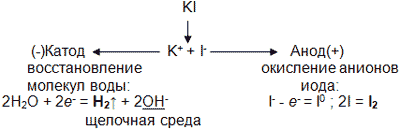
Демонстрационный процесс проводит учитель (в околокатодное пространство добавить 2-3 капли спиртового раствора фенолфталеина).

Признаки реакции: выделение газа на катоде и окрашивание околокатодного раствора в малиновый цвет; выделение молекулярного йода коричневой окраски на аноде.

Задание: сравнить электролиз растворов хлорида меди и иодида калия. Катодными или анодными процессами они отличаются? Почему во втором случае невозможно выделение металлического калия? Подсказка – в положении меди и калия в ряду активности металлов (вернее, в электрохимическом ряду напряжений металлов).

При затруднении ответа учитель напоминает, что калий – активный металл, реагирующий с водой с выделением водорода и образованием щелочи, а ведь раствор иодида калия содержит, помимо соли, и воду...

Схема процесса:



Вывод: последовательность разрядки катионов на катоде зависит от положения металла в электрохимическом ряду напряжений:

1. Если металл неактивен и расположен после водорода, то на катоде восстанавливаются ионы металлов: Men+ + ne- = Me0
2. Если металл обладает высокой химической активностью и расположен в начале ряда, от лития до алюминия включительно, то на катоде восстанавливаются молекулы воды:  
   2H2O + 2e- = Н2↑ + 2ОН- (среда околокатодного пространства щелочная). Катионы таких металлов остаются в растворе вместе с образующимися гидроксид-анионами ОН-, т. е. после электролиза получается раствор щелочи.
3. Если металл обладает средней химической активностью и расположен в ряду напряжений между алюминием и водородом, то будут происходить оба процесса (в зависимости от концентрации соли, рН среды, плотности тока и других факторов): и восстановление ионов металла, и восстановление молекул воды.
4. Если в растворе находится смесь катионов разных металлов, то сначала восстанавливаются катионы менее активного металла.
5. При электролизе растворов кислот на катоде восстанавливаются катионы водорода: H+ + 2e- = Н2↑

**Катодные процессы в водных растворах электролитов**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Электрохимический ряд напряжений металлов | | | |
| Li, K, Ba, Ca, Na, Mg, Al | Mn, Zn, Cr, Fe, Cd, Co, Ni | **Н2** | Cu, Hg, Ag, Pt, Au |
| Восстановление молекул воды: 2H2O + 2e- = **Н2↑** + 2ОН- | Оба процесса:  1) Men+ + ne- = Me0 2) 2H2O + 2e- = Н2↑ + 2ОН- |  | Восстановление катиона:  Men+ + ne- = Me0 |

Задание на закрепление:

Какие вещества будут образовываться на электродах при пропускании постоянного электрического тока через раствор хлорида натрия NaCl? (водород на катоде и хлор на аноде). Раствор какого вещества останется в электролизере после окончания реакции? (раствор щелочи NaOH) – правильность ответа проверяем с использованием таблицы «Электрохимическое получение водорода, хлора и гидроксида натрия. На дом: составить схему данного процесса.

4) Электролиз раствора сульфата натрия Na2SO4.

Эксперимент демонстрируется с помощью DVD-диска сборника Современной Гуманитарной Академии «Химия и электрический ток» (в раствор соли добавлен раствор лакмуса). Признаки реакции: на катоде – выделение газа и окрашивание лакмуса в синий цвет; на аноде – выделение газа и окрашивание лакмуса в красный цвет.

Учащиеся самостоятельно объясняют результаты эксперимента, исходя из выводов опытов 2 и 3 (см. таблицы по анодным и катодным процессам).

При определении среды раствора можно воспользоваться мнемоническим стихотворением:

Индикатор лакмус – красный, кислоту укажет ясно,  
Индикатор лакмус – синий, щелочь здесь – не будь разиней.

Схема процесса:



Вывод: электролиз данной соли сводится к разложению воды; соль необходима для увеличения электропроводности, так как чистая вода является очень слабым электролитом; масса самой соли в растворе не изменяется.

Учащиеся дают ответ на вопрос, поставленный перед изучением темы: где взять кислород на борту космического корабля? Ответ – получить его электролизом воды, в которую добавлена нужная соль. [(Приложение 3)](http://festival.1september.ru/articles/529575/pril3.doc);

**Применение электролиза (доклад учащегося):**

**Закон Фарадея.** Теоретическое соотношение между количеством прошедшего электричества и количеством вещества, окисленного или восстановленного на электроде, определяется законом Фарадея, согласно которому *масса электролита, подвергшаяся химическому превращению, а также масса веществ, выделившихся на электродах, прямо пропорциональны количеству прошедшего через электролит электричества и молярным массам эквивалентов веществ:*m = MэIt/F,

где m – масса электролита, подвергшаяся химическому превращению,

или масса веществ – продуктов электролиза, выделившихся на электродах, г; Mэ – молярная масса эквивалента вещества, г/моль; I – сила тока, А; t – продолжительность электролиза, с; F – число Фарадея – 96480 Кл/моль.

**Пример 1.** Как протекает электролиз водного раствора сульфата натрия с угольным (инертным) анодом?

Решение.

Na2SO4 = 2Na++ SO http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image450.gif

H2O D H++ OH http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image603.gif

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| (-) K |  | A (+) |
| Na+, H2O (H+) |  | SO42-, H2O (OH http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image603.gif ) |
| http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image968.gif |  | http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image970.gif = 0,82B |
| http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image972.gif |  | http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image974.gif = 2,01B |
| 2| 2H2O + 2eˉ= H2­ + 2OH http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image603.gif |  | 2H2O – 4eˉ = O2­ + 4H+ |

Суммарное уравнение:

6Н2О = 2Н2­ + О2­ + 4ОН http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image603.gif + 4Н+

или в молекулярной форме

6Н2О + 2Na2SO4 = 2Н2 + О2­ + 4NaОН + 2Н2SO4.

В прикатодном пространстве накапливаются ионы Na+ и ионы ОН-, т.е. образуется щелочь, а около анода среда становится кислой за счёт образования серной кислоты. Если катодное и анодное пространство не разделены перегородкой, то ионы Н+ и ОН http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image603.gif образуют воду, и уравнение примет вид

2Н2О = 2Н2­ + О2­.

Итак, электролиз водного раствора сульфата натрия сводится к электролизу воды, а растворённая соль остаётся неизменной.

**Пример 2.** Как протекает электролиз водного раствора хлорида меди (II) CuCl2 с угольным анодом?

Решение.

CuCl2 = Cu2++ 2Cl http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image603.gif

H2O D H+ + OH http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image603.gif .

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| (-) K |  | А (+) |
| Cu2+, H2O (H+) |  | Cl http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image603.gif , H2O (ОH http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image603.gif ) |
| http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image983.gif |  | http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image985.gif |
| http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image987.gif |  | http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image989.gif |
|  |  | из-за анодной поляризации при высоких i протекает процесс: |
| Cu2+ + 2e–= Сu |  | 2Cl http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image603.gif - 2e–= Сl2­ |

Суммарное уравнение:

Cu2++ 2Cl http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image603.gif = Cu+ Cl2

или в молекулярной форме: CuCl2=Cu+ Cl2.

**Пример 3.** Как протекает процесс электролиза раствора сульфата цинка с инертным анодом?

Решение.

ZnSO4 = Zn2+ + SO http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image450.gif

H2O D H+ + OH http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image603.gif

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| (-) K |  | (+) A |
| Zn2+, H2O (H+) |  | SO42-, H2O (OH-) |
| http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image995.gif |  | http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image997.gif |
| http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image972.gif |  | http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image989.gif |
| Из-за катодной поляризации протекают два процесса: |  |  |
| Zn2+ + 2e–= Zn |  | 2Н2О - 4е–= О2­ + 4Н+ |
| 2Н2О +2е–= Н2­ + 2ОН http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image603.gif |  |  |

Суммарное уравнение реакции:

Zn2+ + 2H2O = Zn + H2­ + O2­ + 2H+

или в молекулярном виде

ZnSO4 + 2H2O = Zn + H2­ + O2­ + H2SO4

**Пример 4.** Как протекает электролиз водного раствора сульфата меди (II) с активным анодом?

Решение.

CuSO4 = Cu2++ SO http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image450.gif

H2O D H+ + OH http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image603.gif

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| (-) K |  | А (Cu) (+) |
| Cu2+, H2O (H+) |  | SO http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image450.gif , H2O (ОH http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image603.gif ) |
| http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image983.gif |  | http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image983.gif |
| http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image1006.gif |  | http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image997.gif |
|  |  | http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image989.gif |
| Сu2+ + 2e–= Сu |  | Cu - 2e–= Сu2+ |

Суммарное уравнение:

Cu2++ Cu = Cu+ Cu2+

или в молекулярном виде

CuSO4 + Cu = Cu+ CuSO4.

Концентрация CuSO4 в растворе при этом останется постоянной. Этот процесс применяется для электролитической очистки меди (электролитическое рафинирование).

**Пример 5.** Как протекает электролиз водного раствора хлорида цинка с активным анодом?

Решение.

ZnCl2 = Zn2++ 2Cl http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image603.gif

H2O D H+ +OH-

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| (-) K |  | A (Zn) (+) |
| Zn2+, H2O(H+) |  | Cl http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image603.gif , H2O (OH http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image603.gif ) |
| http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image995.gif |  | http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image995.gif |
| http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image972.gif |  | http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image985.gif |
| Из-за катодной поляризации |  | http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image989.gif |
| будут протекать два процесса: |  |  |
| Zn2+ + 2e–= Zn |  | Zn – 2e–= Zn2+ | 2 |
| 2Н2О +2е–=Н2­+ 2ОН http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image603.gif |  |  |

Суммарное уравнение:

Zn + 2H2O = H2­ + Zn2+ + 2OH-

или в молекулярной форме

Zn + 2H2O = H2­ + Zn(OH)2 http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image676.gif.

**Пример 6.** Определите массу цинка, которая выделится на катоде при электролизе раствора сульфата цинка в течение 1 часа при токе 26,8А, если выход цинка по току равен 50%.

Решение. В соответствии с законом Фарадея определим массу цинка, который выделился бы, если бы на катоде протекал один процесс:

http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image1013.gif

Выход цинка по току равен

http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image1015.gif

Отсюда масса выделившегося цинка составляет:

http://ok-t.ru/helpiksorg/baza3/302298524055.files/image1017.gif

**Применение электролиза.**Практически нет ни одной отрасли техники, где бы он не применялся. В энергетике водород, полученный электролизом, используют для охлаждения генераторов на тепловых и атомных ЭС. Электролизом солей получают различные металлы: Cu, Zn, Cd, Ni, Mn и др. металлы. Электролиз используется для нанесения металлических покрытий на металлы и пластмассы (гальванические покрытия). Электролизом воды получают O2, H2, Cl2 и щёлочи из раствора хлорида натрия. Электролиз используют для зарядки аккумуляторов (см. раздел 10.2).