**Неорганическая химия. 10 класс (2 часа)**

**Учитель** Категор Г.И.

**Тема.** Электролиз растворов электролитов

**Задачи**

*образовательные:* научиться объяснять окислительно-восстановительные процессы, происходящие на электродах, составлять уравнения химических реакций.  
*развивающие:* совершенствовать умения учащихся анализировать, сравнивать, наблюдать, делать выводы, устанавливать взаимосвязь между физическими и химическими процессами.  
*воспитательные:* продолжать воспитывать у учащихся культуру умственного труда, положительного отношения к знаниям и их применению в жизни.

**Дидактическое и методическое оснащение урока:**

1. Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева.
2. Электрохимический ряд напряжения металлов
3. Новошинский И.И., Новошинская Н.С. Учебник «Химия. 10 класс».
4. Презентация «Электролиз растворов электролитов».
5. ЦОР «Электролиз раствора сульфата меди (II)».
6. УЭИ «Виртуальная лаборатория»

**Оборудование и реактивы** к демонстрационному опыту № 9-10

Опыт 1. Электролиз раствора иодида калия KI

Опыт 2. Электролиз раствора сульфата натрия Na2SO4

**Ноутбук, медиапроектор, экран.**

**Ход урока**

1. **Организация учащихся**
2. **Актуализация полученных знаний**

*(Фронтально)*

– определение процесса электролиза

– схема электролиза расплава сульфида магния (индивидуально у доски)

– решение расчетной задачи № 20, с.91. Учебник «Химия. 10 класс» *(индивидуальная и самостоятельная работа учащихся)*

При пропускании постоянного электрического тока силой 6,4 А в течение 30 мин через расплав хлорида неизвестного металла на катоде выделилось 1,07 г металла. Определить состав соли, которую подвергли электролизу.

Решение:

Cогласно закону Фарадея: m = M I τ / nF , следовательно, M/ n = m F/ I τ, время τ = 30 мин или 0,5 ч, постоянная Фарадея F = 26,8 А∙ч/моль. M/ n = 1,07 г ∙ 26,8 А∙ч/моль / 6,4 А ∙ 0,5 ч = 9 г/моль, т.е. числовое значение М в 9 раз больше n.

Выписываем возможные значения n и М:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| n | 1 | 2 | **3** | 4 |
| M | 9 | 18 | **27** | 36 |

М = 9 г/моль соответствует бериллию Ве, но для него n = 2, а не 1, т.е. Ве не удовлетворяет условию. М = 27 г/моль и n = 3 соответствует алюминию Al.

*Ответ: состав соли AlCl3.*

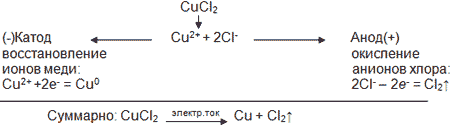
1. **Формирование новых знаний. Активизация познавательной деятельности учащихся**

1) Электролиз раствора хлорида меди (II).

Демонстрационный эксперимент проводится с помощью УЭИ «Виртуальная лаборатория». Признаки реакции: выделение красной металлической меди на катоде и хлора (газа, вызывающего обесцвечивание влажной лакмусовой бумаги) на аноде.

Задание: сравните электролиз расплава и раствора хлорида меди (II), есть ли разница в продуктах? Самостоятельно составьте схему электролиза раствора данной соли.

Схема процесса



Вывод: электролиз раствора данной соли практически не отличается от электролиза ее расплава.

2. ЦОР. Электролиз раствора сульфата меди (II).

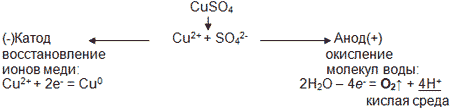
Признаки реакции: выделение красной металлической меди на катоде и кислорода (газа, вызывающего загорание тлеющей лучины) на аноде.

Задание: сравните состав хлорида и сульфата меди (II), найдите принципиальную разницу и сделайте вывод, от чего зависит состав продуктов окисления на аноде.

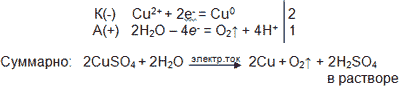
*(разница в составе анионов кислотных остатков: хлорид-анион Cl - простой, а сульфат-анион SO42- сложный).*

Выделяющийся на аноде кислород выделяется не из сульфат-анионов, а образуется при окислении молекул воды.

Схема процесса:



Для подбора коэффициентов используем метод электронно-ионного баланса:



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-, S2- 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 |

- 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) **Задание на дом:** составить схему данного процесса.

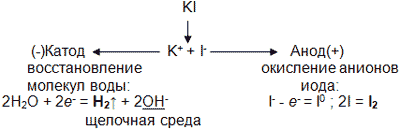
3) Электролиз раствора иодида калия KI.

*Демонстрационный опыт* (в околокатодное пространство добавим 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; при затруднении напоминаю, 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 |

**4.Формирование, продолжение формирования новых знаний**

*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.

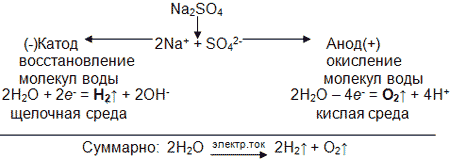
Эксперимент демонстрируется с помощью DVD-диска сборника Современной Гуманитарной Академии «Химия и электрический ток» (в раствор соли добавлен раствор лакмуса). Признаки реакции: на катоде – выделение газа и окрашивание лакмуса в синий цвет; на аноде – выделение газа и окрашивание лакмуса в красный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

**Контроль**

1. Расплав какого вещества подвержен электролизу?  
   а) оксид кальция;  б) парафин;  в) глюкоза;  г) азот.
2. Что следует подвергнуть электролизу для получения хлора?  
   а) хлорную воду;  б) раствор хлората калия;  в) расплав хлорида калия;  г) хлор электролизом не получают.
3. Какое вещество нельзя получить при электролизе раствора поваренной соли?  
   а) Na;  б) H2;  в) Cl2;  г) NaOH;
4. Вставьте в предложение пропущенные слова: «При никелировании предмет, на который наносят слой никеля, надо соединять с ... полюсом батареи, чтобы он выступал в качестве ... ».

**Подведение итогов урока, сообщение домашнего задания.**

Домашнее задание записывалось учащимися в ходе урока; в качестве дополнительного задания предлагается небольшой кроссворд по теме «Электролиз»

**5.Домашнее задание**

п.20.

-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) Составить схему данного процесса.

***Материалы к уроку***

1. *Электрометаллургия:*
   * получение активных металлов (K, Na, Ca, Mg, Al и др.) электролизом расплавов природных соединений;
   * получение металлов средней активности (Zn, Cd, Co) электролизом растворов их солей.
2. В химической промышленности – получение газов: F2, Cl2, H2, O2; щелочей: NaOH, KOH; пероксида водорода H2O2, тяжелой воды D2O и др.
3. *Электролитическое рафинирование* – очистка металлов (Cu, Pb, Sn и др.) от примесей электролизом с применением активных (растворимых) анодов. Неочищенная медь, которая является анодом, растворяется, т. е. переходит в раствор соли меди в виде ионов. Энергия электрического тока расходуется на перенос этих ионов к катоду, их восстановление и осаждение чистой меди (степень чистоты – 99,95%). Примеси (Ag, Au и другие благородные металлы), которые имеют больший стандартный электродный потенциал, не восстанавливаются, а выпадают в осадок на дне ванны, тем самым окупая расходы на проведение рафинирования меди. Данный процесс – одно их старейших электрохимических производств. Впервые этот метод был применен в России в 1847 г.
4. *Гальваностегия* – нанесение металлических покрытий на поверхность металлического изделия для защиты от коррозии или придания декоративного вида. Например, оцинковка, хромирование, никелирование и пр.
5. *Гальванопластика* – получение металлических копий с различных матриц, а также покрытие неметаллических предметов слоем металлов. Последний процесс (золочение деревянных статуй и ваз) был известен еще в Древнем Египте, но научные основы гальванопластики были заложены русским ученым Б. Якоби в 1838 г.

**Тест**

1. Расплав какого вещества подвержен электролизу?  
   а) оксид кальция;  б) парафин;  в) глюкоза;  г) азот.
2. Что следует подвергнуть электролизу для получения хлора?  
   а) хлорную воду;  б) раствор хлората калия;  в) расплав хлорида калия;  г) хлор электролизом не получают.
3. Цвет лакмуса в околокатодном пространстве при электролизе раствора бромида натрия  
   а) малиновый;  б) фиолетовый;  в) красный;  г) синий.
4. Какое вещество нельзя получить при электролизе раствора поваренной соли?  
   а) Na;  б) H2;  в) Cl2;  г) NaOH;
5. При электролизе раствора сульфата цинка с инертными электродами на аноде выделяется  
   а) Zn;  б) O2;  в) H2;  г) SO2.
6. При электролизе раствора нитрата меди(II) с медными электродами на аноде будет происходить  
   а) выделение NO2;  б) выделение меди;  в) выделение O2; г) растворение анода.
7. Расставьте анионы в порядке уменьшения их восстановительной активности. Ответ запишите в виде последовательности букв.  
   а) Cl-;  б) F-;  в) I-  г) OH-.
8. Вставьте в предложение пропущенные слова: «При никелировании предмет, на который наносят слой никеля, надо соединять с ... полюсом батареи, чтобы он выступал в качестве ... ».

*Ответы: 1а, 2в, 3г, 4а, 5б, 6г, 7 – вагб, 8 – отрицательным, катода*