**"Электрический ток в жидкости"**

**Цели урока:**

- раскрыть понятие физической природы электрического тока в жидкостях, опытное подтверждение электронной теории;

- продолжить формирование естественно-научных представлений по изучаемой теме;

- создать условия для формирования познавательного интереса, активности учащихся;

- формирование адаптивной системы обучения;

- формирование креативного мышления;

- формирование коммуникативного мышления.

|  |  |
| --- | --- |
| **Планируемый результат обучения, в том числе и формирование УУД:** | |
| **Познавательные УУД:** | самостоятельное выделение и формулирование познавательной цели,  умение осознанно и произвольно строить речевые высказывания в устной форме,  поиск и выделение необходимой информации, умение наблюдать, анализировать,  обобщать, делать выводы; |
| **Коммуникативные УУД:** | планирование учебного сотрудничества с преподавателями и  студентами — определение цели, функций участников, способов взаимодействия,  инициативное сотрудничество в поиске и сборе информации,  умение с достаточной полнотой и точностью выражать свои мысли |
| **Регулятивные УУД:** | целеполагание как постановка учебной задачи на основе соотнесения того,  что уже известно и усвоено студентами, и того, что ещё неизвестно;  планирование; оценка, выделение и осознание студентами того,  что уже усвоено и что ещё подлежит усвоению, оценивание качества  и уровня усвоения |
| **Личностные УУД:** | смыслообразование, установление студентами связи между целью  учебной деятельности и её мотивом,  адекватное самовосприятие, адекватное оценивание себя, других; |
| **Основные понятия:** | Электролиз, электролиты, законы электролиза. |
| **Междисциплинарные связи:** | История, химия, литература. |

**Оборудование:** Мультимедийный проектор, компьютер, колонки

**Метод ведения урока:** комбинированный.

**Эпиграф урока:**

*Жизнь ставит цели науке; наука освещает путь жизни.*  
Н.К. Михайловский

**Ход урока**

- Добрый день! Садитесь.

Наш урок я хочу начать словами Бориса Пастернака: «Во всем мне хочется дойти до самой сути»

- А можно ли добраться «до самой сути», если в твоем багаже данные одной науки?

На этот вопрос дает ответ поэтесса Маргарита Аллигер:

О, физика, наука из наук!  
Все впереди так мало за плечами.

Пусть химия нам будет вместо рук,

Пусть математика очами станет.

Не разлучайте этих трех сестер

Познания в подлунном мире.  
Тогда лишь будет ум и глаз остер

И знанье человеческое шире

Эти слова, как нельзя, кстати, подходят для нашей темы. Сегодня мы ещё раз убедимся, как все естественные науки связаны друг с другом. Как сложен и интересен мир, как много надо знать, чтобы сложные процессы, явления превратились в красивые логичные и понятные математические закономерности.

**План урока:**

1. **Электролитическая диссоциация**
2. **Электрический ток в электролитах. Электролиз**
3. **Законы электролиза**
4. **Применение электролиза**

**Электрический ток в электролитах. Законы Фарадея для электролиза**

Электрический ток в электролитах обусловлен движением положительных и отрицательных ионов. В растворах солей, щелочей, кислот происходит распад молекул на ионы – *электролитическая диссоциация*. Из-за взаимодействия с полярными молекулами воды молекулы растворяемых веществ распадаются на разноименные заряженные “осколки” - ионы. Положительно заряженными оказываются ионы металлов и водорода, а отрицательно заряженными – кислотные остатки и гидроксильная группа (ОН).

Рассмотрим этот процесс на примере бромида калия KBr.

Взаимодействие атомов брома и калия в молекуле бромида калия упрощенно можно представить как взаимодействие двух ионов: положительного заряженного иона К+ и отрицательно заряженного Br-. Объясняется это тем, что единственный валентный электрон у калия слабо связан с атомом. При образовании молекулы KBr можно схематически изобразить в виде диполя. При растворении соли бромида калия в воде молекулы KBr попадают в окружение молекул воды, которые тоже являются диполями. В электрическом поле, создаваемой молекулой KBr, молекулы вды ориентируются, как показано на рисунке 2. при этом они растягивают молекулу KBr настолько, что незначительная встряска при столкновении с другими молекулами, участвующими в тепловом движении, разрушает ее. Часть молекул KBr распадаются – диссоциирует на ионы K+ и Br-.

Степень диссоциации, т.е. доля молекул растворенного вещества, которые распадаются на ионы, зависит от температуры, концентрации раствора и диэлектрической проницаемости растворителя. С увеличением температуры степень диссоциации возрастает и, следовательно, увеличивается концентрация положительно и отрицательно заряженных ионов.

Наряду с процессом диссоциации в растворах электролитов происходит и обратный процесс. Ионы разных знаков при встрече могут снова объединиться в нейтральные молекулы – рекомбинировать. При неизменных условиях в растворе устанавливается динамическое равновесие, при котором число молекул, распадающихся за секунду на ионы, равно числу пар ионов, которые за то же время вновь воссоединяются в нейтральные молекулы. При наступлении динамического равновесия концентрация ионов (при неизменной температуре).

**Ионная проводимость растворов и расплавов электролитов**

При отсутствии внешнего электрического поля ионы вместе с нераспавшимися молекулами находятся в хаотическом тепловом движении.

Если сосуд с раствором электролита включить в электрическую цепь, то между электродами образуется электрическое поле, и ионы в растворе придут в упорядоченное движение. положительно заряженные ионы станут двигаться по направлению напряженности поля, т.е. к катоду, а отрицательно заряженные ионы – в противоположном направлении, т.е. к аноду.

Отрицательные ионы, пришедшие к аноду и называемые, поэтому анионами, отдают свои лишние электроны аноду, а посредством его и соединительных проводников – положительному полюсу источника, возмещая на нем недостаток электронов. Положительные ионы, пришедшие к катоду и потому называемые катионами, получают недостающие им электроны из избытка их на катоде. Так устанавливается во внешней цепи перемещение электронов от отрицательного полюса источника тока к положительному. При этом через раствор электролита заряд переносится вместе с частицами вещества – ионами. Такую проводимость называют ионной. В расплавах электролитов проводимость так же ионная, так как при плавлении твердых электролитов их молекулы распадаются на положительные и отрицательные ионы. Жидкие же металлы обладают электронной проводимостью.

**Электролиз**

При прохождении электрического тока через раствор электролита анионы отдают свои лишние электроны на аноде, а катионы на катоде получают недостающие электроны. Таким образом, на электродах при прохождении через раствор электрического тока происходит выделение веществ, входящих в состав электролитов.

Процесс выделения на электролитах вещества, связанный с окислительно-восстановительными реакциями, называют электролизом.

В ряде случаев нейтрализуемые на электродах ионы вступают в химические реакции с растворителем, растворенными веществами или с веществами электродов. Эти реакции называют вторичными.

Так, например, при электролизе раствора медного купороса (CuSO4) на катоде выделяется медь, а на аноде – кислотный остаток SO4., который вступает в реакцию с веществом анода – медью : Cu + SO4 = CuSO4

Благодаря этой реакции концентрация раствора медного купороса остается неизменной. Происходит лишь перенос меди с анода на катод, пока анод полностью не израсходуется.

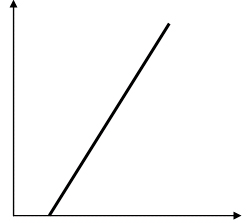
В случае платинового анода при электролизе раствора медного купороса происходит реакция с растворителем: 2SO4 + 2Н2О —> 2Н2SO4 + О2.

Молекулы серной кислоты попадают в раствор, а молекулярный кислород выделяется в виде пузырьков.

**Закон Ома**



Для растворов электролитов справедлив закон Ома. При постоянной температуре графиком, выражающим зависимость силы тока от напряжения (вольт-амперная характеристика) для растворов электролитов, является прямая линия. Эта прямая не проходит через начало координат, а “сдвинута” вправо. Это объясняется тем, что при электролизе происходит поляризация электродов, погруженных в раствор электролита, причем ЭДС поляризации имеет знак, противоположный знаку напряжения на электродах.



**Закон электролиза**

1. **Масса вещества, выделившегося на электродах при электролизе, прямо пропорциональна величине заряда, прошедшего через электролит**



***k* – электрохимический эквивалент вещества**

**(равен массе вещества, выделившегося при прохождении через электролит заряда 1 Кл)**

**Если учесть, что q = I t, то** 

1. **При одинаковом количестве электричества (электрическом заряде, прошедшем через электролит) масса вещества, выделившегося при электролизе, пропорциональна отношению молярной массы вещества к валентности**



M – масса выделившегося вещества k – электрохимический эквивалент М – молярная масса вещества z – валентность вещества

**Заряд, необходимый для выделения 1 моля вещества, одинаков для всех электролитов. Он называется числом Фарадея *F***



**Электрохимический эквивалент и число Фарадея связаны соотношением**





***М. Фарадей***

Закон электролиза был экспериментально установлен английским физиком М. Фарадеем в 1833 году.

**Технические применения электролиза**

*Гальваностегия*— покрытие металлических изделий тонким слоем другого металла (никелирование, хромирование, серебрение, золочение и т.д.) с целью предохранения от окисления и придания изделию привлекательного внешнего вида. Предмет, подлежащий покрытию, тщательно очищают, хорошо обезжиривают и помещают в качестве катода в электролитическую ванну, содержащую раствор соли того металла, которым должен быть покрыт данный предмет (рис. 3.8). Анодом служит пластинка из того же металла. Для более равномерного покрытия обычно применяют две пластинки в качестве анода, помещая предмет между ними.

*Гальванопластика* — электролитическое изготовление копий с рельефных предметов (медалей, гравюр, барельефов и т.д.). С рельефного предмета делают восковый или иной слепок. Затем поверхность слепка покрывают тонким слоем графита, чтобы она стала проводящей. В таком виде слепок используется в качестве катода, который опускают в электролитическую ванну с раствором медного купороса. Анодом служит медная пластинка. Когда на слепке нарастет достаточно толстый слой меди, электролиз прекращают и воск осторожно удаляют. Остается точная медная копия оригинала.

В полиграфической промышленности такие копии (стереотипы) получают с оттиска набора на пластичном материале (матрица), осаждая на матрицах толстый слой железа или другого материала. Это позволяет воспроизвести набор в нужном количестве экземпляров. Если раньше тираж книги ограничивался числом оттисков, которые можно получить с одного набора (при печатании набор стирается), то использование стереотипов позволяет значительно увеличить тираж.

Правда, в настоящее время с помощью электролиза получают стереотипы только для книг высококачественной печати и с большим числом иллюстраций.

Осаждая металл на длинный цилиндр, получают трубы без шва.

Процесс получения отслаиваемых покрытий был разработан русским ученым Б. С. Якоби, который в 1836 г. применил этот способ для изготовления полых фигур для Исаакиевского собора (в Санкт-Петербурге).

*Рафинирование меди*

Медь является лучшим материалом для изготовления проводников, но для этого она должна быть лишена каких бы то ни было примесей. Очищение меди от примесей называется рафинированием (очисткой) меди. Массивные куски (толстые листы) неочищенной меди, полученной при выплавке из руды, являются анодом, а тонкие пластинки из чистой меди — катодом. Процесс происходит в больших ваннах с водным раствором медного купороса. При электролизе медь анода растворяется; примеси, содержащие ценные и редкие металлы, выпадают на дно в виде осадка (шлама), а на катоде оседает чистая медь. Таким же образом производят рафинирование некоторых других металлов.

*Получение алюминия*

При помощи электролиза получают алюминий. Для этого подвергают электролизу не растворы солей этого металла, а его расплавленные оксиды.

В угольные тигли насыпают глинозем (оксид алюминия Аl2O3), полученный путем переработки бокситов — руд, содержащих алюминий. Тигель служит катодом. Анодом являются угольные стержни, вставленные в тигель. Сначала угольные стержни опускают до соединения с тиглем и пропускают сильный ток. Глинозем при прохождении тока нагревается и расплавляется. После этого угли поднимают, ток проходит через жидкость и производит электролиз. Расплавленный алюминий, выделяющийся при электролизе, опускается на дно тигля (катод), откуда его через особое отверстие выпускают в формы для отливки.

Описанный способ получения алюминия сделал его дешевым и наряду с железом самым распространенным в технике и быту металлом.

Путем электролиза расплавленных солей в настоящее время получают также натрий, калий, магний, кальций и другие металлы.

Электролиз используется для гальваностегии, гальванопластики, рафинирования меди, получения алюминия и др.

**ЗАКРЕПЛЕНИЕ (РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ)**

**Задача на ток в электролитах №1**

**Условие**

Проводящая сфера радиусом R = 5 см помещена в электролитическую ванну, наполненную раствором медного купороса. Насколько увеличится масса сферы, если отложение меди длится 30 минут, а электрический заряд, поступающий на каждый квадратный сантиметр поверхности сферы за 1 секунду, равен 0,01 Кл? Молярная масса меди М = 0,0635 кг/моль.

**Решение**

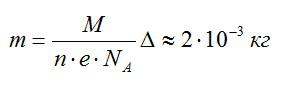
Площадь поверхности сферы вычислим по формуле:

Задача на ток в электролитах №1

Теперь можем вычислить общий заряд, перенесенный ионами за 30 минут:

Задача на ток в электролитах №1

Рассчитаем массу выделившейся меди:



**Ответ:** 2 грамма.

**Задача №2**

**Условие задачи:**В процессе электролиза под действием тока плотностью 300 https://static-interneturok.cdnvideo.ru/content/konspekt_image/94626/0a23c910_73fb_0131_c96f_22000ae82f90.gif на электроде выделился слой меди толщиной 0,03 мм. В течении какого времени протекал этот электролиз?

Эта задача прежде всего на первый закон Фарадея. Его и запишем:

https://static-interneturok.cdnvideo.ru/content/konspekt_image/94627/0bc7b530_73fb_0131_c970_22000ae82f90.gif

Отсюда выразим время, необходимое для такого электролиза:

https://static-interneturok.cdnvideo.ru/content/konspekt_image/94628/0d65a930_73fb_0131_c971_22000ae82f90.gif

Данное выражение не содержит величин из условия задачи, поэтому мы, конечно же, не можем его пока что  использовать. Распишем неизвестные величины через известные. Начнем с массы:

https://static-interneturok.cdnvideo.ru/content/konspekt_image/94629/0f004ea0_73fb_0131_c972_22000ae82f90.gif

Плотность меди – табличная величина, которая равна 9https://static-interneturok.cdnvideo.ru/content/konspekt_image/94630/10a918e0_73fb_0131_c973_22000ae82f90.gif. Объем же слоя меди можно выразить через его толщину и площадь:

https://static-interneturok.cdnvideo.ru/content/konspekt_image/94631/125eb4b0_73fb_0131_c974_22000ae82f90.gif

Силу тока также свяжем с его плотностью. Плотность тока определяется как:

https://static-interneturok.cdnvideo.ru/content/konspekt_image/94632/13fb1f80_73fb_0131_c975_22000ae82f90.gif

Отсюда:

https://static-interneturok.cdnvideo.ru/content/konspekt_image/94633/1596b440_73fb_0131_c976_22000ae82f90.gif

Подставим все выражения в первый закон Фарадея:

https://static-interneturok.cdnvideo.ru/content/konspekt_image/94634/173adc40_73fb_0131_c977_22000ae82f90.gif

Как мы видим, данное выражение не зависит от площади пластины:

https://static-interneturok.cdnvideo.ru/content/konspekt_image/94635/18f51190_73fb_0131_c978_22000ae82f90.gif

Электрохимический эквивалент также является табличной величиной, и для меди он равен 0,3https://static-interneturok.cdnvideo.ru/content/konspekt_image/94636/1b6f7210_73fb_0131_c979_22000ae82f90.gif https://static-interneturok.cdnvideo.ru/content/konspekt_image/94637/1df04ff0_73fb_0131_c97a_22000ae82f90.gif.

Подставим численные значения:

https://static-interneturok.cdnvideo.ru/content/konspekt_image/94638/1f9952d0_73fb_0131_c97b_22000ae82f90.gif

**Задача №3**

**Условие задачи:**Зная электрохимический эквивалент серебра, определите электрохимический эквивалент золота.

 Так как в условии не дано ни одного значения, нам, конечно же, понадобятся табличные значения некоторых величин. А именно: электрохимический эквивалент серебра (раз по условию он дан), валентности золота и серебра, а также молярные массы золота и серебра:

https://static-interneturok.cdnvideo.ru/content/konspekt_image/94652/353c97f0_73fb_0131_c989_22000ae82f90.gif

https://static-interneturok.cdnvideo.ru/content/konspekt_image/94653/36ce5f90_73fb_0131_c98a_22000ae82f90.gif

https://static-interneturok.cdnvideo.ru/content/konspekt_image/94654/385d1ac0_73fb_0131_c98b_22000ae82f90.gif

https://static-interneturok.cdnvideo.ru/content/konspekt_image/94655/39ec0230_73fb_0131_c98c_22000ae82f90.gif

Запишем теперь второй закон Фарадея, как для серебра, так и для золота:

https://static-interneturok.cdnvideo.ru/content/konspekt_image/94656/3b72aba0_73fb_0131_c98d_22000ae82f90.gif

https://static-interneturok.cdnvideo.ru/content/konspekt_image/94657/3cf95650_73fb_0131_c98e_22000ae82f90.gif

Теперь разделим эти два уравнения одно на другое:

https://static-interneturok.cdnvideo.ru/content/konspekt_image/94658/3f0be2a0_73fb_0131_c98f_22000ae82f90.gif

Отсюда электрохимический эквивалент золота равен:

https://static-interneturok.cdnvideo.ru/content/konspekt_image/94659/40a4b300_73fb_0131_c990_22000ae82f90.gif

- Молодцы, ребята! Вы отлично справились с заданиями

Спасибо за урок.

Запишем Д/З:

1. Определите массу серебра, которое выделилось на катоде при электролизе азотнокислого серебра за 2 часа, если к раствору приложено напряжение 2 В, а его сопротивление – 5 Ом.
2. Электролиз проходил в течение 5 минут при силе тока 1,5 А. При этом на катоде выделилось 137 мг некоторого вещества. Что это за вещество?

**Список литературы**

1. Тихомирова С. А., Яворский Б. М. Физика (базовый уровень) – М.: Мнемозина, 2012.
2. Генденштейн Л. Э., Дик Ю. И. Физика 10 класс. – М.: Илекса, 2005.
3. Мякишев Г. Я., Синяков А. З., Слободсков Б. А. Физика. Электродинамика. – М.: 2010.

**Дополнительные рекомендованные ссылки на ресурсы сети Интернет**

1. Интернет-портал «fatyf.narod.ru» ([Источник](http://fatyf.narod.ru/ELECTRON.htm))
2. Интернет-портал «ХиМиК» ([Источник](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/5304.html))
3. Интернет-портал «ens.tpu.ru» ([Источник](http://ens.tpu.ru/POSOBIE_FIS_KUSN/%DD%EB%E5%EA%F2%F0%EE%F1%F2%E0%F2%E8%EA%E0.%20%CF%EE%F1%F2%EE%FF%ED%ED%FB%E9%20%D2%EE%EA/09-4.htm))