**31.01-4.02.22 Тема: Электрический ток в жидкостях. Закон электролиза**

Жидкости, как и твёрдые тела, могут быть диэлектриками, проводниками и полупроводниками. К диэлектрикам относится дистиллированная вода, к проводникам — растворы и расплавы электролитов: кислот, щелочей и солей. Жидкими полупроводниками являются расплавленный селен, расплавы сульфидов и др.

**Электролитическая диссоциация.** При растворении электролитов под влиянием электрического поля полярных молекул воды происходит распад молекул электролитов на ионы.

|  |
| --- |
| Запомни Распад молекул на ионы под влиянием электрического поля полярных молекул воды называется **электролитической диссоциацией**.  **Степень диссоциации** — доля в растворённом веществе молекул, распавшихся на ионы. |

|  |
| --- |
| Важно С увеличением температуры степень диссоциации возрастает и, следовательно, увеличивается концентрация положительно и отрицательно заряженных ионов. |

|  |
| --- |
|  |

.

**Ионная проводимость.**

|  |
| --- |
| Важно Носителями заряда в водных растворах или расплавах электролитов являются положительно и отрицательно заряженные ионы. |

Если сосуд с раствором электролита включить в электрическую цепь, то отрицательные ионы начнут двигаться к положительному электроду — аноду, а положительные — к отрицательному — катоду. В результате по цепи пойдёт электрический ток.

|  |
| --- |
| Запомни Проводимость водных растворов или расплавов электролитов, которая осуществляется ионами, называют **ионной проводимостью**. |

Жидкости могут обладать и электронной проводимостью. Такой проводимостью обладают, например, жидкие металлы.

**Электролиз.** При ионной проводимости прохождение тока связано с переносом вещества. На электродах происходит выделение веществ, входящих в состав электролитов. На аноде отрицательно заряженные ионы отдают свои лишние электроны (в химии это называется окислительной реакцией), а на катоде положительные ионы получают недостающие электроны (восстановительная реакция).

|  |
| --- |
| . |

|  |
| --- |
| Запомни Процесс выделения на электроде вещества, связанный с окислительновосстановительными реакциями, называют **электролизом**. |

От чего зависит масса вещества, выделяющегося за определённое время? Очевидно, что масса m выделившегося вещества равна произведению массы m0i одного иона на число Ni ионов, достигших электрода за время Δt:

m = m0iNi.                     (16.3)

Масса иона m0i равна:

Масса иона m<sub>0i</sub> равна

где М — молярная (или атомная) масса вещества, a NA — постоянная Авогадро, т. е. число ионов в одном моле.

Число ионов, достигших электрода, равно:

Число ионов, достигших электрода, равно

где Δq = IΔt — заряд, прошедший через электролит за время Δt; q0i — заряд иона, который определяется валентностью n атома: q0i = пе (е — элементарный заряд). При диссоциации молекул, например КВr, состоящих из одновалентных атомов (n = 1), возникают ионы К+ и Вr-. Диссоциация молекул медного купороса ведёт к появлению двухзарядных ионов Си2+ и SO2-4 (n = 2). Подставляя в формулу (16.3) выражения (16.4) и (16.5) и учитывая, что Δq = IΔt, a q0i = nе, получаем

(16.6)

**Закон Фарадея.** Обозначим через k коэффициент пропорциональности между массой m вещества и зарядом Δq = IΔt, прошедшим через электролит:

Коэффициент пропорциональности между массой m вещества и зарядом

где F = eNA = 9,65 • 104 Кл/моль — *постоянная Фарадея*.

Коэффициент k зависит от природы вещества (значений М и n). Согласно формуле (16.6) имеем

m = kIΔt.                     (16.8)

|  |
| --- |
| Закон электролиза Фарадея Масса вещества, выделившегося на электроде за время Δt. при прохождении электрического тока, пропорциональна силе тока и времени. |

Это утверждение, полученное нами теоретически, впервые было установлено экспериментально Фарадеем.

|  |
| --- |
| Запомни Величину k в формуле (16.8) называют **электрохимическим эквивалентом** данного вещества и выражают в *килограммах на кулон* (кг/Кл). |

|  |
| --- |
|  |

Электрохимический эквивалент имеет простой физический смысл. Так как M/NA = m0i и еn = q0i, то согласно формуле (16.7) k = rn0i/q0i, т. е. k — отношение массы иона к его заряду.

Измеряя величины m и Δq, можно определить электрохимические эквиваленты различных веществ.

|  |
| --- |
|  |

Определение заряда электрона. Формулу (16.6) для массы выделившегося на электроде вещества можно использовать для определения заряда электрона. Из этой формулы вытекает, что модуль заряда электрона равен:

модуль заряда электрона равен

Зная массу m выделившегося вещества при прохождении заряда IΔt, молярную массу М, валентность п атомов и постоянную Авогадро NA, можно найти значение модуля заряда электрона. Оно оказывается равным e = 1,6 • 10-19 Кл.

Именно таким путём и было впервые в 1874 г. получено значение элементарного электрического заряда.

**Применение электролиза.** Электролиз широко применяют в технике для различных целей. Электролитическим способом покрывают поверхность одного металла тонким слоем другого (*никелирование, хромирование, позолота* и т. п.). Это прочное покрытие защищает поверхность от коррозии. Процесс получения отслаиваемых покрытий — *гальванопластика* — был разработан русским учёным Б. С. Якоби (1801—1874), который в 1836 г. применил этот способ для изготовления полых фигур для Исаакиевского собора в Санкт-Петербурге.

|  |
| --- |
|  |

При помощи электролиза осуществляют очистку металлов от примесей. Так, полученную из руды неочищенную медь отливают в форме толстых листов, которые затем помещают в ванну в качестве анодов. При электролизе медь анода растворяется, примеси, содержащие ценные и редкие металлы, выпадают на дно, а на катоде оседает чистая медь.

При помощи электролиза получают алюминий из расплава бокситов. Именно этот способ получения алюминия сделал его дешёвым и наряду с железом самым распространённым в технике и быту.

С помощью электролиза получают электронные платы, служащие основой всех электронных изделий. На диэлектрик наклеивают тонкую медную пластину, на которую наносят особой краской сложную картину соединяющих проводов. Затем пластину помещают в электролит, где вытравливаются не закрытые краской участки медного слоя. После этого краска смывается, и на плате появляются детали микросхемы.

|  |
| --- |
|  |

**Д/З Вопросы:**

1. Почему при прохождении тока по раствору электролита происходит перенос вещества, а при прохождении по металлическому проводнику перенос вещества не происходит?

2. В чём состоит сходство и различие собственной проводимости у полупроводников и у растворов электролитов?

3. Сформулируйте закон электролиза Фарадея.

4. Почему отношение массы вещества, выделившегося при электролизе, к массе иона равно отношению прошедшего заряда к заряду иона?

[**leyla.alkhuvatova@mail.ru**](mailto:leyla.alkhuvatova@mail.ru)

**Тема: Электрический ток в газах. Несамостоятельный и самостоятельный разряды**

**Электрический разряд в газе.** Возьмём электрометр с присоединёнными к нему дисками плоского конденсатора и зарядим его (рис. 16.26, а). При комнатной температуре, если воздух достаточно сухой, конденсатор разряжается очень медленно.

Это показывает, что электрический ток, вызываемый разностью потенциалов в воздухе между дисками, очень мал. Следовательно, электрическая проводимость воздуха при комнатной температуре мала и воздух можно считать диэлектриком.

Теперь нагреем воздух между дисками горящей спичкой (рис. 16.26, б). Заметим, что стрелка электрометра быстро приближается к нулю, значит, конденсатор разряжается. Следовательно, нагретый газ является проводником и в нём устанавливается электрический ток.

|  |
| --- |
| Запомни Процесс прохождения электрического тока через газ называют газовым разрядом. |

**Ионизация газов.** При обычных условиях газы почти полностью состоят из нейтральных атомов или молекул и, следовательно, являются диэлектриками. Вследствие нагревания или воздействия излучением часть атомов ионизуется (рис. 16.27).

В газе могут образовываться и отрицательные ионы, которые появляются благодаря присоединению электронов к нейтральным атомам.

|  |
| --- |
| Запомни Процесс распада атомов и молекул на ионы и электроны называется **ионизацией**. |

|  |
| --- |
| действием излучений: ультрафиолетового, рентгеновского, радиоактивного и др. |

Ионизация газов при нагревании объясняется тем, что по мере нагревания молекулы движутся всё быстрее и быстрее. При этом некоторые молекулы начинают двигаться так быстро, что часть из них при столкновениях распадается, превращаясь в ионы. Чем выше температура, тем больше образуется ионов.

**Проводимость газов.** Механизм проводимости газов похож на механизм проводимости растворов и расплавов электролитов. Различие состоит в том, что отрицательный заряд переносится в основном не отрицательными ионами, как в водных растворах или расплавах электролитов, а электронами.

|  |
| --- |
| Важно Таким образом, в газах сочетается электронная проводимость, подобная проводимости металлов, с ионной проводимостью, подобной проводимости водных растворов или расплавов электролитов. Есть ещё одно различие. В растворах электролитов образование ионов происходит вследствие ослабления внутримолекулярных связей под действием молекул растворителя (молекул воды). В газах образование ионов происходит либо при нагревании, либо за счёт действия внешних ионизаторов, например излучений. |



|  |
| --- |
| Запомни Процесс образования из ионов и электронов нейтральных атомов и молекул называют **рекомбинацией** заряженных частиц. |

В отсутствие внешнего поля заряженные частицы исчезают только вследствие рекомбинации, и газ становится диэлектриком. Если действие ионизатора не прерывается, то устанавливается динамическое равновесие, при котором среднее число вновь образующихся пар заряженных частиц равно среднему числу пар, исчезающих вследствие рекомбинации. Разряд в газе может происходить и без внешнего ионизатора.

**Несамостоятельный разряд.** Для исследования разряда в газе при различных давлениях удобно использовать стеклянную трубку с двумя электродами (рис. 16.29).

|  |
| --- |
| Запомни Если действие ионизатора прекратить, то прекратится и разряд. Такой разряд называют несамостоятельным разрядом. |

Пусть с помощью какого-либо ионизатора в газе образуется в секунду определённое число пар заряженных частиц: положительных ионов и электронов.

При небольшой разности потенциалов между электродами трубки положительно заряженные ионы перемещаются к отрицательному электроду, а электроны и отрицательно заряженные ионы — к положительному электроду. В результате в трубке возникает электрический ток, т. е. происходит *газовый разряд*.

Не все образующиеся ионы достигают электродов; часть их воссоединяется с электронами, образуя нейтральные молекулы газа. По мере увеличения разности потенциалов между электродами трубки доля заряженных частиц, достигающих электродов, увеличивается. Возрастает и сила тока в цепи. Наконец наступает момент, при котором все заряженные частицы, образующиеся в газе за секунду, достигают за это время электродов. При этом дальнейшего роста силы тока не происходит (рис. 16.30). Ток достигает *насыщения*.

**Самостоятельный разряд.** Что будет происходить с разрядом в газе, если продолжать увеличивать разность потенциалов на электродах?

Казалось бы, сила тока и при дальнейшем увеличении разности потенциалов должна оставаться неизменной. Однако опыт показывает, что в газах при увеличении разности потенциалов между электродами, начиная с некоторого её значения, сила тока снова возрастает (рис. 16.31). Это означает, что в газе появляются дополнительные ионы помимо тех, которые образуются за счёт действия ионизатора. Сила тока может возрасти в сотни и тысячи раз, а число ионов, возникающих в процессе разряда, может стать таким большим, что внешний ионизатор будет уже не нужен для поддержания разряда. Если убрать внешний ионизатор, то разряд может не прекратиться.

|  |
| --- |
| Запомни Разряд, происходящий в газе без внешнего ионизатора, называется **самостоятельным разрядом**. |

**Ионизация электронным ударом.** Каковы же причины резкого увеличения силы тока в газе при больших напряжениях?

Рассмотрим какую-либо пару заряженных частиц (положительный ион и электрон), образовавшуюся благодаря действию внешнего ионизатора. Появившийся таким образом свободный электрон начинает двигаться к положительному электроду — аноду, а положительный ион — к катоду. На своём пути электрон встречает ионы и нейтральные атомы. В промежутках между двумя последовательными столкновениями кинетическая энергия электрона увеличивается за счёт работы сил электрического поля. Чем больше разность потенциалов между электродами, тем больше напряжённость электрического поля.

Кинетическая энергия электрона перед очередным столкновением пропорциональна напряжённости поля и длине *l* свободного пробега электрона (пути между двумя последовательными столкновениями):

Кинетическая энергия электрона перед очередным столкновением пропорциональна напряжённости поля и длине l свободного пробега электрона

|  |
| --- |
|  |

|  |
| --- |
| Запомни Процесс выбивания быстродвижущимся свободным электроном при соударении у нейтрального атома одного или нескольких электронов называют **ионизацией электронным ударом**. |

В результате вместо одного свободного электрона образуются два (налетающий на атом и вырванный из атома).

|  |
| --- |
|  |

|  |
| --- |
|  |

**Д/З Вопросы:**

1. В чём различие между диссоциацией электролитов и ионизацией газов?

2. Что такое рекомбинация?

3. Почему после прекращения действия ионизаторов газ снова становится диэлектриком?

4. При каких условиях несамостоятельный разряд в газах превращается в самостоятельный?

5. Почему ионизация электронным ударом не может обеспечить существование разряда в газах?

[**leyla.alkhuvatova@mail.ru**](mailto:leyla.alkhuvatova@mail.ru)