**Ионизация газов**

Электрическая проводимость воздуха и других газов при комнатной температуре в обычных условиях мала и их можно считать диэлектриками. Однако нагретый газ является проводником и в нём устанавливается электрический ток, потому что часть атомов ионизируется. 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.

Газовый разряд – это процесс прохождения электрического тока через газ.

Ионизация – это процесс распада атомов и молекул на ионы и электроны.

**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.

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.

**Рекомбинация**

Ток прекращается после того, как все ионы и электроны достигнут электродов. Кроме того, при сближении электрона и положительно заряженного иона они могут вновь образовать нейтральный атом. Схематически это изображено на рисунке:

Рекомбинация заряженных частиц – это процесс образования из ионов и электронов нейтральных атомов и молекул.

**Несамостоятельный разряд**

Несамостоятельный разряд – это разряд, происходящий в газе при помощи внешнего ионизатора. Он прекращается при прекращении действия ионизатора.

Для исследования разряда в газе при различных давлениях удобно использовать стеклянную трубку с двумя электродами:

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. Ток достигает насыщения:

**Самостоятельный разряд**

Самостоятельный разряд – это разряд, происходящий в газе без внешнего ионизатора.

Если в газах продолжать увеличивать разность потенциалов на электродах, то сила тока снова возрастает, что 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.

**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 свободного пробега электрона (пути между двумя последовательными столкновениями):

*mυ*2​=*eEl*,

где E – напряжённость поля,

l – длина свободного пробега электрона, путь между двумя последовательными столкновениями,

e – элементарный заряд.

Если кинетическая энергия электрона превышает работу, которую нужно совершить, чтобы ионизовать нейтральный атом, т. е.

*mυ*2​⩾*Ai*​

то при столкновении электрона с атомом происходит ионизация:

Ионизация электронным ударом – это процесс выбивания быстродвижущимся свободным электроном при соударении у нейтрального атома одного или нескольких электронов.

В результате вместо одного свободного электрона образуются два (налетающий на атом и вырванный из атома). Эти электроны, в свою очередь, получают энергию в поле и ионизуют встречные атомы и т. д. Число заряженных частиц резко возрастает, возникает электронная лавина.

Но одна ионизация электронным ударом не может обеспечить длительный самостоятельный разряд. Действительно, ведь все возникающие таким образом электроны движутся по направлению к аноду и по достижении анода «выбывают из игры». Для существования разряда необходима эмиссия электронов с катода (напомним, что слово эмиссия означает «испускание»). Эмиссия электронов может быть обусловлена несколькими причинами. Положительные ионы, образовавшиеся при столкновении свободных электронов с нейтральными атомами, при своём движении к катоду приобретают под действием поля большую кинетическую энергию. При ударах таких быстрых ионов о катод с поверхности последнего выбиваются электроны.

Кроме того, катод может испускать электроны при нагревании его до высокой температуры. При самостоятельном разряде нагрев катода может происходить за счёт бомбардировки его положительными ионами, что происходит, например, при дуговом разряде.

Итак, в газах при больших напряжённостях электрических полей электроны достигают таких больших энергий, что начинается ионизация электронным ударом. Разряд становится самостоятельным и продолжается без внешнего ионизатора.