

Тема: Ток в различных средах

Наблюдения показывают, что электрический ток может протекать не только в твёрдых телах (например, в металлах), но и в жидкостях, газах и даже в вакууме.

Электрический ток в электролитах

Электролитами называются вещества, в которых прохождение через них электрического тока сопровождается переносом вещества. (чего не происходит в металлических проводниках).

К электролитам относятся растворы солей, кислот и щелочей в воде и некоторых других жидкостях, а также расплавы солей, являющихся в твёрдом состоянии ионными кристаллами.

Чистые жидкости являются диэлектриками, так как состоят из нейтральных молекул. Однако растворы солей, кислот и щелочей проводят электрический ток, так как молекулы растворённого вещества распадаются на положительные и отрицательные ионы. Упорядоченное движение ионов под действием сил электрического поля и создаёт электрический ток.

Если ввести в электролит два электрода (металлических или угольных), соединённых с полюсами источника постоянного напряжения, то к аноду будут двигаться отрицательные ионы (*анионы*), к катоду — положительные ионы (*катионы*).

То есть, электрический ток в электролитах представляет собой перемещение ионов обоих знаков в противоположных направлениях под действием сил электрического поля.

Достигнув электродов, ионы разряжаются: анионы отдают аноду свои избыточные электроны, катионы восстанавливаются на катоде.

Электролизом называется явление прохождение постоянного электрического тока через электролиты, которое сопровождается выделением составных частей этих веществ на электродах.

Наблюдения показывают, что при прохождении тока через электролит, выделение вещества происходит на обоих электродах. По своему химическому составу – это разные части растворённого вещества.

Отрицательные ионы, дошедшие до положительного электрода (анода), отдают ему лишние электроны и, превращаясь в нейтральные атомы, оседают на аноде. Освободившиеся электроны по цепи перетекают на отрицательный электрод (катод), на котором протекают аналогичные процессы: в результате соприкосновения с отрицательным электродом положительные ионы получают недостающие электроны и то же превращаются в нейтральные атомы.

Закон Фарадея для электролиза (1833 г.)

Закон Фарадея определяет количества первичных продуктов, выделяющихся на электродах при электролизе:

Масса m вещества, выделившегося на электроде, прямо пропорциональна заряду Q , прошедшему через электролит:

$$m = kQ = kIt.$$

где k - электрохимический эквивалент, $\frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$;

Q - заряд, прошедший через электролит, за время t , Кл;

I - сила тока, текущего через электролит, А;

t - время протекания тока, с.

Для электролитов, так же как и для металлов, справедлив **закон Ома**:

Плотность тока \vec{j} в электролите прямо пропорциональна напряжённости электрического поля \vec{E} и совпадает с ней по направлению.

$$\vec{j} = \frac{\vec{E}}{\rho} .$$

Электрический ток в газах

Газовым разрядом называется прохождение электрического тока через газы.

При нормальных условиях газы являются диэлектриками, так как состоят из нейтральных атомов или молекул, и не проводят электрический ток. Чтобы в них мог протекать электрический ток, их необходимо ионизовать (например, путём нагревания газа до высокой температуры, облучением ультрафиолетового или рентгеновского излучения или другие факторы).

Термической ионизацией называется процесс возникновения ионов газа под воздействием температуры.

Фотоионизацией называется процесс возникновения ионов под воздействием светового излучения.

При нагревании или облучении часть атомов ионизируется – распадается на положительно заряженные ионы и электроны. В газе могут образовываться и отрицательные ионы, которые появляются благодаря присоединению электронов к нейтральным атомам.

Под действием внешнего электрического поля эти ионы и свободные электроны начинают двигаться, и возникает электрический ток.

Различают *несамостоятельные* и *самостоятельные* газовые разряды

Несамостоятельным газовым разрядом называется электрический ток в газе, который обусловлен действием внешнего ионизатора.

С прекращением действия внешнего ионизатора в газе прекращается электрический ток, так как других источников образования ионов нет. Несамостоятельный газовый разряд не сопровождается свечением газа.

Самостоятельным газовым разрядом называется электрический ток в газе, который сохраняется после прекращения действия внешнего ионизатора.

Напряжением пробоя (или **напряжением зажигания**) называется напряжение в газе, при котором несамостоятельный разряд переходит в самостоятельный.

Плазма

Газ, в котором значительная часть молекул ионизирована, называется **плазмой**.

Плазма - это частично или полностью ионизированный газ, в котором плотности положительных и отрицательных зарядов практически совпадают.

Плазма - электрически нейтральная система. В полностью ионизированной плазме электрически нейтральных атомов нет.

Плазма обладает рядом специфических свойств, что позволяет рассматривать ее как особое четвертое состояние вещества.

Большая часть вещества во Вселенной находится в состоянии плазмы.

Типы газовых разрядов

В зависимости от свойств и состояния газа, а также от характера и расположения электродов и приложенного к ним напряжения возникают различные виды самостоятельного разряда в газах:

- *тлеющий,*
- *дуговой,*
- *коронный,*
- *искровой.*

Тлеющий разряд

Тлеющим разрядом называется самостоятельный электрический разряд в газе, отличающийся сравнительно малой плотностью тока и большим катодным падением потенциала.

Образуется при низком давлении газа (от сотых долей до нескольких мм. рт. столба), что объясняется повышением проводимости газа при его разрежении за счёт увеличения длины свободного пробега ионов и электронов газа.

Для возбуждения тлеющего разряда достаточно напряжения в несколько сотен вольт.

Примеры применения тлеющего разряда

Тлеющий разряд применяется:

- в трубках для свечения реклам, которые заполнены разными инертными газами;
- в лампах дневного света используется разряд в парах ртути, где с помощью нанесённого на внутреннюю поверхность лампы люминофора, невидимое ультрафиолетовое излучение преобразуется в видимый свет (явление *флуоресценции*);
- в ртутных ультрафиолетовых лампах для медицины и косметологии.

Дуговой разряд

Дуговым разрядом называется *несамостоятельный газовый разряд, в котором основным источником электронов является термоэлектронная эмиссия в результате искусственного разогрева катода от вспомогательного устройства.*

Электроны, испускаемые накалившимся катодом, способствуют возникновению и поддержанию газового разряда.

Сила тока в небольшой дуге достигает нескольких ампер, а в больших дугах – нескольких сотен ампер при напряжении порядка 50В.

Дуговой разряд - мощный источник света, его используют в прожекторах, проекционных аппаратах и киноаппаратах.

Коронный разряд

Коронный разряд - разновидность тлеющего разряда; возникает при резко выраженной неоднородности электрического поля вблизи электродов.

Подобные поля формируются у электродов с очень большой кривизной поверхности (острия, тонкие провода).

При атмосферном давлении вблизи заостренных участков проводника, несущего большой электрический заряд, наблюдается газовый разряд, светящаяся часть которого напоминает корону. Он вызывается высокой напряженностью электрического поля вблизи заряженного острия.

По мере удаления от поверхности проводника напряженность быстро убывает. Поэтому ионизация и связанное с ней свечение газа наблюдаются в ограниченной области пространства.



Этот рисунок не надо рисовать

Искровой разряд

Искровой разряд - нестационарная форма электрического разряда, происходящая в газах.

Такой разряд возникает обычно при давлениях порядка атмосферного и сопровождается характерным звуковым эффектом — «треском» искры.

При большом напряжении между электродами в воздухе возник искровой разряд, имеющий вид пучка ярких зигзагообразных полосок, разветвляющихся от тонкого канала.

Пример гигантского искрового разряда - молния, возникающая между облаками или облаком и землей.

Сила тока в молнии достигает 500000А, разность потенциалов между облаком и землей – 1млрд.В.



Этот рисунок не надо рисовать

Электрический ток в вакууме

Вакуум - это такое состояние газа в сосуде, при котором молекулы пролетают от одной стенки сосуда к другой, ни разу не испытав соударений друг с другом.

Вакуум-изолятор, ток в нем может возникнуть только за счет искусственного введения в него заряженных частиц.

Для этого используют *эмиссию* (испускание) электронов веществами.

В вакуумных лампах с нагреваемыми катодами происходит термоэлектронная эмиссия, а в фотодиоде - фотоэлектронная.

Термоэлектронная эмиссия - это явление вылета электронов из вещества при его нагревании до высокой температуры.

Фотоэлектронная эмиссия - это явление вылета электронов из вещества под действием падающего на его поверхность электромагнитного излучения