

# « Электрический ток в газах »

Тип урока : **Урок – лекция.**

**Цель:**

**Образовательная:** сформировать представление об электрическом токе в газах; ознакомить учащихся с проявлениями в природе , связанными с прохождением электрического тока в газах ;

**Развивающая:** развитие мышления, внимания и умения выделять главное;

**Воспитательная :** приобретение навыков общения и самоорганизации;

**Оборудование :** персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, электрометр, диски плоского конденсатора, газоразрядные трубки.

**Методы обучения:** объяснительно-иллюстративный, практический.

**План урока**

- Организационный момент ( цели, задачи урока, подготовка учащихся к восприятию информации).
- Мотивация учебной деятельности.
- Лекция.
- Закрепление знаний.
- Итог урока.
- Домашнее задание.

**Эпиграф к уроку:**  
*Природа так обо всем  
позаботилась, что повсюду  
ты находишь, чему учиться.*  
Леонардо да Винчи

## Ход урока.

### Организационный момент:

По оценке метеорологов, за секунду в землю ударяют 100 молний, которые высвобождают электрические заряды, накопленные в 200 грозах, это каждое мгновение бичует Землю.

Любой удар молнии распространяется со скоростью 80000 миль в секунду, составляющей около половины скорости света, и порождает температуру, достигающую около 50000 градусов по Цельсию. Искровое свечение молнии вызывает страх.

Природу данного свечения и не только, мы узнаем сегодня на уроке.

### Объявление темы урока:

Ребята, запишите в тетради тему урока :«Электрический ток в газах»

Вашему вниманию предлагается лекционная подача материала, в тетради необходимо сделать краткие записи ( конспект), которые помогут в подготовке по теме.

Учащимся на доске предлагается план лекции

## План лекции

1. Электрический разряд в газах.
2. Ионизация газов. Несамостоятельный разряд.
3. Различные типы самостоятельных разрядов, условия возникновения.

- o Тлеющий разряд.*
- o Дуговой разряд.*
- o Коронный разряд.*
- o Искровой разряд.*

4. Молния.
5. Плазма.
6. Техническое применение прохождения электрического тока в газах.

## *1. Электрический разряд в газах*

**В естественном состоянии газ диэлектрик. В обычных условиях в газе почти нет свободных носителей заряда, движение которых могло бы создать электрический ток.**

**Для того чтобы газ стал проводящим, необходимо создать в нем свободные заряженные частицы, т.е. превратить нейтральные молекулы (или атомы) в ионы.**

*Укрепим две металлические пластины параллельно друг другу, соединим одну со стержнем, а вторую с корпусом электрометра и сообщим им разноименные заряды.*

*Электрометр не заряжается. Через воздух между пластинами при небольших значениях напряжения электрический ток не проходит. Для возникновения тока необходимо действие внешнего излучения*

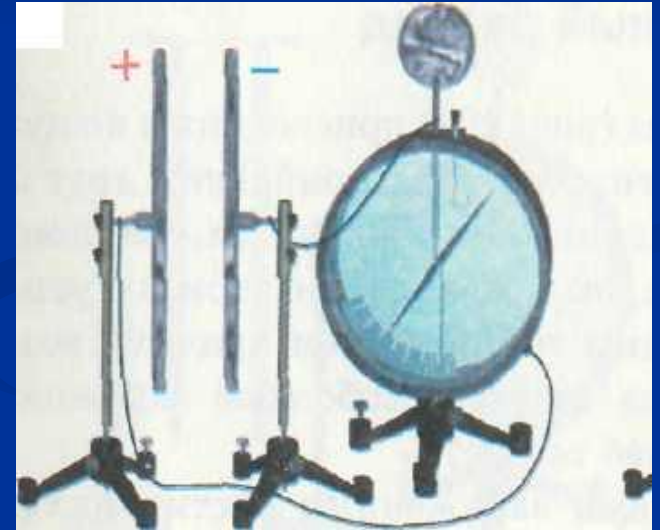
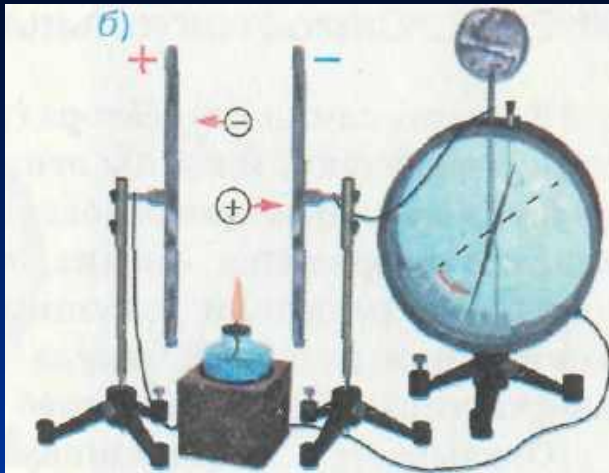


Рисунок 1

**Процесс протекания тока через газы называется электрическим разрядом в газах**

## **2. Ионизация газа. Несамостоятельный разряд.**



**Рисунок 2**

**Внесем в пространство между пластинами пламя спиртовки, и электрометр быстро зарядится. Под воздействием пламени газ стал проводником электрического тока. Повышение температуры газа делает его проводником электричества.**

**При появлении электрического тока происходит ионизация газа.**

**Распад молекул газа на электроны и положительные ионы называется ионизацией газа.**

**Нейтральные атомы или молекулы газа могут ионизоваться, т.е. приобретать электрический заряд, под воздействием ряда факторов. Факторы, вызывающие ионизацию газа, называются ионизаторами**

**Таким образом электрический ток в газах- это направленное движение положительных ионов и свободных электронов.**

Прохождение электрического тока через газы при постоянном воздействии на газ внешнего ионизатора представляет собой несамостоятельный разряд.

При изменении напряжения между электродами, сила тока через газ возрастает не пропорционально напряжению и рост тока замедляется. При достижении определенного напряжения рост тока вообще прекращается и при дальнейшем изменении напряжения, ток остается постоянным, не зависящим от напряжения.

Такой ток называют *током насыщения*.

Если после достижения насыщения продолжать увеличивать разность потенциалов, то сила тока затем станет резко возрастать, ионизатор можно убирать, разряд не нуждается во внешнем ионизаторе.

**Разряд, происходящий без внешнего ионизатора называется самостоятельным.**

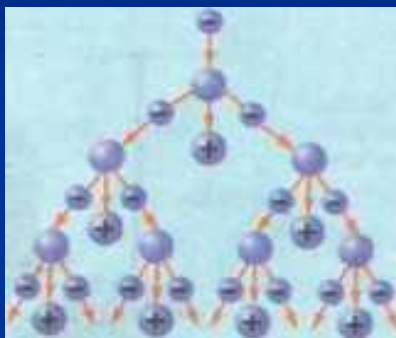
**График тока насыщения**



**Рисунок 3**

### 3. Различные типы самостоятельных разрядов, условия возникновения

С ростом напряжения между электродами увеличивается и кинетическая энергия носителей тока в газе. При достаточно высоком напряжении эта энергия становится настолько большой, что в момент столкновения движущегося электрона с нейтральной молекулой газа в результате удара она может потерять свой электрон и превратиться в положительный ион.



Это явление называют *ударной ионизацией*.

Рисунок4

Как положительные ионы так и электроны движутся в поле с одинаковой напряженностью, но длина свободного пробега электрона во много больше длины свободного пробега положительного иона. Следовательно основную роль в ударной ионизации играют свободные электроны

Чтобы в газе возник самостоятельный разряд недостаточно наличие одного лишь процесса ударной ионизации. Нужно еще, чтобы за счет процессов происходящих в газе при разрядке, непрерывно возникали электроны, которые после ускорения принимали бы участие в ударной ионизации. Таких процессов может оказаться несколько.

Иногда они действуют одновременно, иногда один из них играет доминирующую роль – это зависит от давления газа, его температуры и напряженности поля.

Вторичная электронная эмиссия с катода возникает в том случае, если кинетическая энергия положительных ионов оказывается достаточной, чтобы ударом выбить из катода электроны. Этот процесс обеспечивает *тлеющий разряд*



## *Тлеющий разряд*

Для получения тлеющего разряда удобно использовать стеклянную трубку длины около полуметра, содержащую два металлических электрода



Рисунок 5

Присоединим электроды к источнику постоянного тока с напряжением в несколько тысяч вольт и будем откачивать воздух из трубки. При атмосферном давлении газ внутри трубки остается темным, так как данное напряжение недостаточно для того, чтобы пробить длинный газовый промежуток

Этот вид разряда удобно наблюдать , если расстояние между электродами трубки около 0,5 м, а разность потенциалов – около тысячи вольт. Оказывается , что при нормальном атмосферном давлении в трубке разряда нет.

При уменьшении давления газа примерно до 40-50 мм. рт. ст. в трубке наблюдается узкий светящийся шнур; при давлении около 0,5мм.рт. ст.разряд сплошь заполняет трубку, причем положительный столб у анода разбивается на ряд слоев – страт.

При давлении около 0,02 мм. рт. ст. свечение в трубке пропадает, но ярко начинает светиться стекло против катода. Возникает электрический разряд.

*Самостоятельный разряд , возникающий в газе при пониженном давлении , называют тлеющим*

При данном разряде газ хорошо проводит электричество, значит в газе все время поддерживается сильная ионизация.

Причина ионизации является ударная ионизация и выбивание электронов из катода положительными ионами.

## *Дуговой разряд*

**В 1802 году русский физик Василий Владимирович Петров (1761-1834г.) установил, что если присоединить к полюсам большой электрической батареи два кусочка древесного угля и, приведя угли к соприкосновению, слегка их раздвинуть, то между концами углей образуется яркое пламя, а сами концы углей раскаляются добела, испуская ослепительный свет (электрическая дуга). Это явление независимо наблюдал английский химик Г. Деви, который предложил в честь А.Вольты назвать эту дугу «вольтовой»**



Рисунок 6

Проводимость газа при газовом разряде значительна и при атмосферном давлении, так как число электронов, испускаемых отрицательным электродом велико. Сила тока в небольшой дуге достигает несколько ампер, а больших дугах – несколько сотен ампер при разности потенциалов всего в 50 В.

Высокая температура катода при горении дуги поддерживается бомбардирующими катод положительными ионами. Газ сильно разогревается. На положительном электроде образуется углубление – кратер. Температура в кратере достигает 4000 0С

Электрическая дуга может возникнуть не только между угольными , но и между металлическими электродами. Дуговой разряд возникает во всех случаях, когда вследствие разогрева катода основной причиной ионизации становится термоэлектронная эмиссия

Термоэлектронная эмиссия с катода (вырывание электронов с поверхности металла под действием температуры) возникает в том случае, если катод имеет высокую температуру.  
Именно этот процесс обеспечивает *дуговой разряд*

## *Коронный разряд*

*Возникновение ионной лавины не всегда приводит к искре, а может вызвать и разряд другого типа – коронный разряд.*

*Коронный разряд представляет собой слабый ток через газ при атмосферном давлении, возникающий под действием неоднородного электрического поля, высокой напряженности. Коронный разряд сопровождается слабым свечением газа и тихим шумом.*

Коронный разряд наблюдают вблизи заостренных частей проводников в том случае, когда напряженность электрического поля, существующего возле проводника, превышает  $3 \cdot 10^6$  В/м. Причиной, вызывающей коронный разряд, является ударная ионизация газа, происходящая в области, непосредственно граничащей с проводником.

Возможность возникновения коронного разряда необходимо учитывать в любых случаях, когда приходится использовать высокое напряжение.

Особенно нежелательно возникновение этого разряда в высоковольтных линиях электропередачи, так как он приводит к потерям электрической энергии. Поэтому в таких линиях принимают специальные меры по предотвращению коронного разряда.

При повышенном напряжении коронный заряд на острие имеет вид светящейся кисти — системы тонких светящихся линий, которые выходят из острия, имеют изгибы и изломы, изменяющиеся с течением времени. Такая разновидность коронного разряда называется кистевым разрядом.

Заряженное грозовое облако индуцирует на поверхности Земли под собой электрические заряды противоположного знака. Особенно большой заряд скапливается на остриях. Поэтому перед грозой или во время грозы нередко на остриях и острых углах высоко поднятых предметов вспыхивают похожие на кисточки конусы света. С давних времен это свечение называют огнями святого Эльма.



*Особенно часто свидетелями этого явления становятся альпинисты. Иногда даже не только металлические предметы, но кончики волос на голове украшаются маленькими светящимися кисточками. Нередко ледорубы начинают гудеть подобно большому шмелю.*

Рисунок 7

## *Искровой разряд*

При *искровом разряде* необходимо создать достаточно сильное поле, чтобы электроны и ионы на длине свободного пробега успевали набрать энергию, необходимую для ионизации нейтральных атомов. Например, чтобы возник самостоятельный разряд при нормальном атмосферном давлении, надо создать напряжение 30 000 В на каждый сантиметр длины силовой линии. Если расстояние между электродами ключа очень мало, искра возникает при напряжениях в несколько вольт или даже долях вольта.

**Красивое, но небезопасное явление природы- молния представляет собой искровой разряд в атмосфере.**

Уже в середине XVIII века обратили внимание на сходство молнии с электрической искрой. Высказывалось предположение, что облака несут в себе большие электрические заряды и что молния есть гигантская, ничем, кроме размеров, не отличающаяся от искры между шарами электрической машины. На это указывал в свое время русский ученый физик и химик М.В.Ломоносов (1711-1765гг). Ломоносов построил «громовую машину»- конденсатор. Во время грозы можно было из конденсатора рукой извлекать искры.

# Молния

Таким образом грозовые облака действительно заряжены электричеством. Разные части грозового облака несут заряды различных знаков. Чаще всего нижняя часть облака (обращенная к Земле) бывает заряжена отрицательно, а верхняя – положительно. Поэтому, если два облака сближаются разноименными частями, то между ними проскакивает молния.

Однако грозовой разряд может пройти иначе. Пройдя над Землей, грозовое облако создает на ее поверхности большие индуцированные заряды, и поэтому облако и поверхность Земли образуют две обкладки большого конденсатора. Разность потенциалов между облаком и Землей достигает огромных значений, в воздухе возникает сильное электрическое поле, происходит пробой, т.е. ударяющая в Землю молния.

Гром, возникающий после молнии, имеет такое же происхождение, как и треск при проскакивании лабораторной искры. Именно. Воздух внутри канала молнии сильно разогревается и расширяется, отчего и возникают звуковые волны. Эти волны, многократно отражаясь от облаков, гор, создают длительное эхо – громовые раскаты.

# Гроза





Согласно многочисленным исследованиям, произведенными над молнией, искровой разряд характеризуется следующими показателями

Напряжение между облаком и Землей

$10^8$  В

Сила тока в молнии

$10^5$  А

Продолжительность молнии

$10^{-6}$  с

Диаметр светящегося канала

10 - 20 см

Рисунок 8

Молния, гигантский электрический искровой разряд в атмосфере, проявляющийся обычно яркой вспышкой света и сопровождающим её громом. Электрическая природа молнии была раскрыта в исследованиях американского физика Б. Франклина, по идее которого был проведён опыт по извлечению электричества из грозового облака.

Наиболее часто молния возникает в кучево-дождевых облаках, тогда они называются грозовыми; иногда молния образуется в слоисто-дождевых облаках, а также при вулканических извержениях, торнадо и пылевых бурях.

Обычно наблюдаются линейные молнии, но есть удивительная и шаровая молния.

## 5. Плазма

Ионизированный газ при значительной степени ионизации представляет собой особое состояние вещества, отличное от газообразного, жидкого или кристаллического.

Это четвертое состояние вещества называется *плазмой*

*Плазма – это частичное или полностью ионизированный газ, в котором плотности положительных и отрицательных зарядов практически одинаковы.*



Рисунок 9

Высокотемпературная плазма, возникает в результате термической ионизации. Степень ионизации очень велика, благодаря чему она и является хорошим проводником. Проводимость высокотемпературной плазмы сопоставима с проводимостью металлов.

Температура поверхности Солнца и звезд равна нескольким тысячам градусов, их недра разогреты до миллионов градусов. Следует, что значительная масса вещества Вселенной сконцентрированная в звездах, находится в состоянии высокотемпературной плазмы.

## ***6. Техническое применение***

**Тлеющий разряд применяется в газоразрядных трубках, неоновых лампах, цифровых индикаторах, лампах дневного света.**

**Дуговой разряд применяется в ртутных лампах высокого давления, при сварке металлов, в электроплавильных печах.**

**Искровой разряд, длится тысячные доли секунды при высоком напряжении и применяется при обработке металлов.**

**Коронный разряд применяется в электрофильтрах для очистки газов от твердых частиц. Отрицательно то, что данный разряд вызывает утечку энергии на высоковольтных линиях**

**Низкотемпературная плазма ( $T = 10^3$  К) находит применение в газоразрядных источниках света — в светящихся трубках для рекламных надписей, в лампах дневного света. В последних стеклянную трубку покрывают специальным составом — люминофором, который под действием излучения плазмы сам начинает светиться. Люминофор подбирают таким, чтобы его свечение было близко по составу к белому свету.**

**Газоразрядную плазму используют во многих приборах, например в газовых лазерах — квантовых источниках света**

## *Ответьте на вопросы*

- 1. Какие частицы являются носителями тока в газах?*
- 2. Какой разряд является несамостоятельным?*
- 3. Какие причины могут вызывать несамостоятельный электрический разряд?*
- 4. Какой разряд является самостоятельным?*
- 5. За счет каких факторов поддерживается самостоятельный разряд?*
- 6. Какие виды самостоятельного разряда знаете?*
- 7. Что такое плазма?*

### *Итог урока*

**Вы познаете тайны природы. Много в ней загадочного и необъяснимого. Сегодня мы прикоснулись еще к одной тайне, тайне электрических разрядов.**

### *Домашнее задание*

**Учебник «Электродинамика» § 3.7-3.10. Конспект лекции.**