

## Группа 15. Физика

Дата: 02.07.2020

### Урок № 119

Тип урока: комбинированный урок

Тема урока:

### Виды самостоятельных разрядов. Плазма.

**Цели урока:**

**Предметные:**

- формирование новых понятий: искровой, дуговой, тлеющий и коронный разряды в газах;
- знакомство с четвертым состоянием вещества – плазмой.

**Развивающая:**

- развитие логического мышления, смекалки; формирование интереса к физическому эксперименту;
- активизация творческого мышления учащихся; умение анализировать, делать выводы.

**Воспитывающая:**

- воспитать интерес к физике для познаваемости мира и объективности наших знаний о нем.

**Деятельностная:**

- формирование у студентов способностей к самостоятельному построению новых способов действия на основе метода рефлексивной самоорганизации.

**Образовательная:**

- расширение понятийной базы по учебному предмету за счет включения в нее новых элементов.

**Задание:**

*Ознакомиться с текстом по теме занятия. Написать в тетради краткий конспект. Ответить на контрольные вопросы, желательно в программе Word.*

**План конспекта:**

- 1) Тлеющий разряд
- 2) Применение тлеющего разряда
- 3) Коронный разряд
- 4) Огни святого Эльма
- 5) Искровой разряд
- 6) Применение искрового разряда
- 7) Молния
- 8) Как себя вести во время грозы
- 9) Дуговой разряд
- 10) Применение дугового разряда
- 11) Плазма
- 12) Свойства плазмы
- 13) Ионосфера

---

## Тлеющий разряд

**Тлеющий разряд** — один из видов стационарного самостоятельного электрического разряда в газах. Формируется, как правило, при низком давлении газа и малом токе. При увеличении проходящего тока переходит в дуговой разряд.

Тлеющий разряд наблюдается в газах при низких давлениях порядка нескольких десятков миллиметров ртутного столба и меньше.

Основными частями тлеющего разряда являются катодное темное пространство, резко отдаленное от него отрицательное, или тлеющее свечение, которое постепенно переходит в область фарадеева темного пространства. Эти три области образуют катодную часть разряда, за которой следует основная светящаяся часть разряда, определяющая его оптические свойства и называемая положительным столбом.



При достаточно низких давлениях электроны, выбиваемые из катода положительными ионами, проходят через газ почти без столкновений с его молекулами, образуя электронные, или катодные лучи.

### Применение тлеющего разряда

Тлеющий разряд используется в газосветных трубках, лампах дневного света, стабилизаторах напряжения, для получения электронных и ионных пучков.

Если в катоде сделать щель, то сквозь нее в пространство за катодом проходят узкие ионные пучки, часто называемые каналовыми лучами.

Широко используется явление катодного распыления, т.е. разрушение поверхности катода под действием ударяющихся о него положительных ионов. Ультрамикроскопические осколки материала катода летят во все стороны по прямым линиям и покрывают тонким слоем поверхность тел (особенно диэлектриков), помещенных в трубку.

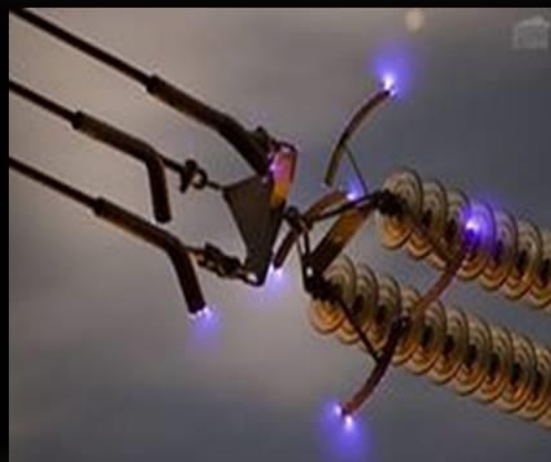
Таким способом изготавливают зеркала для ряда приборов, наносят тонкий слой металла на селеновые фотоэлементы.

### Коронный разряд

*Коронный разряд* возникает при нормальном давлении в газе, находящемся в сильно неоднородном электрическом поле (например, около заострений проводов линий высокого напряжения).

## КОРОННЫЙ РАЗРЯД

- Одно из проявлений этого разряда — свечение атомов или молекул газа, в которых возбуждаются оптические переходы под действием ударов электронов.



При коронном разряде ионизация газа и его свечение происходят лишь вблизи коронирующих электродов. В случае коронирования катода (отрицательная корона) электроны, вызывающие ударную ионизацию молекул газа, выбиваются из катода при бомбардировке его положительными ионами.

Если коронируют анод (положительная корона), то рождение электронов происходит вследствие фотоионизации газа вблизи анода.

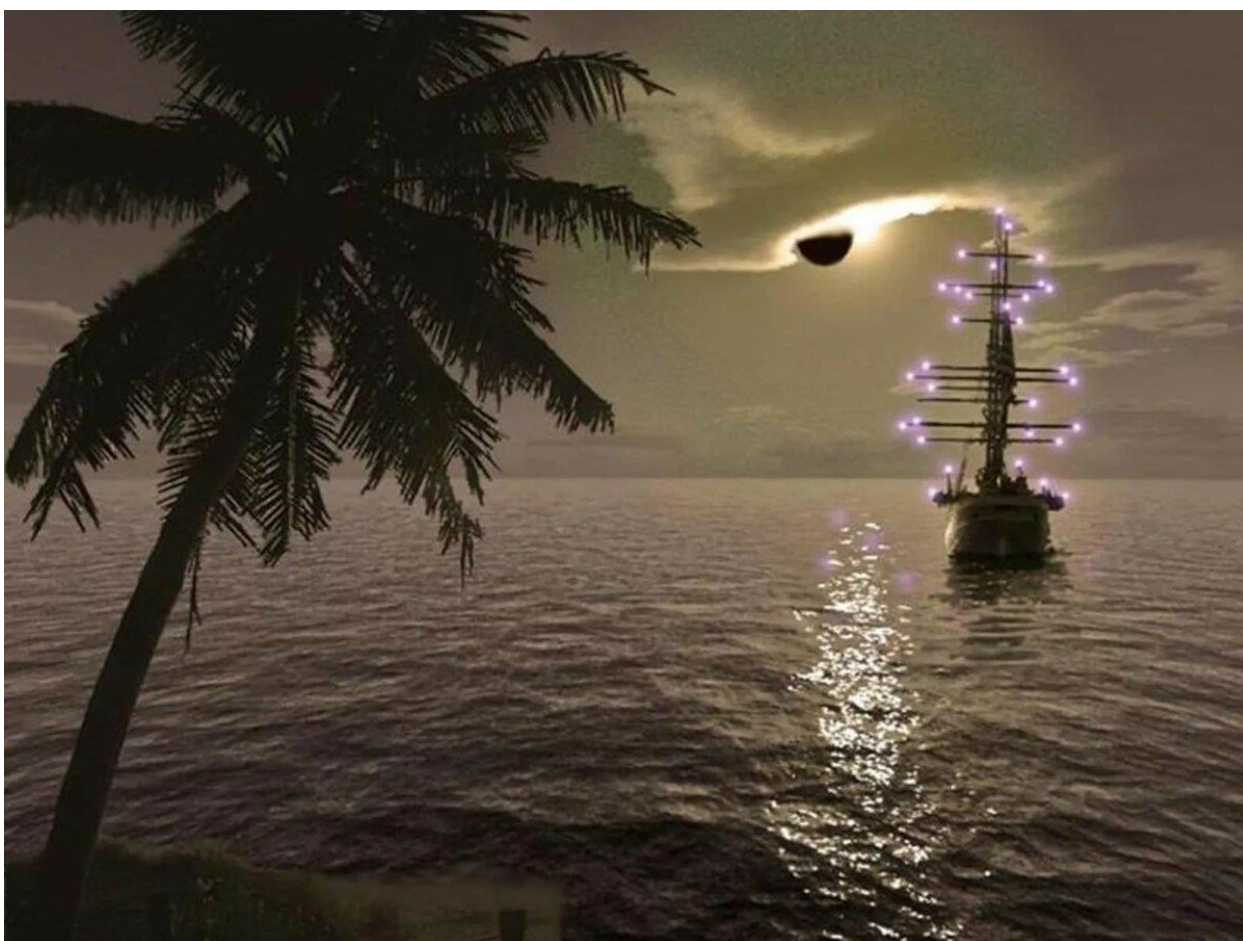
Корона - вредное явление, сопровождающееся утечкой тока и потерей электрической энергии. Для уменьшения коронирования увеличивают радиус кривизны проводников, а их поверхность делают более гладкой.

### **Огни святого Эльма**

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.

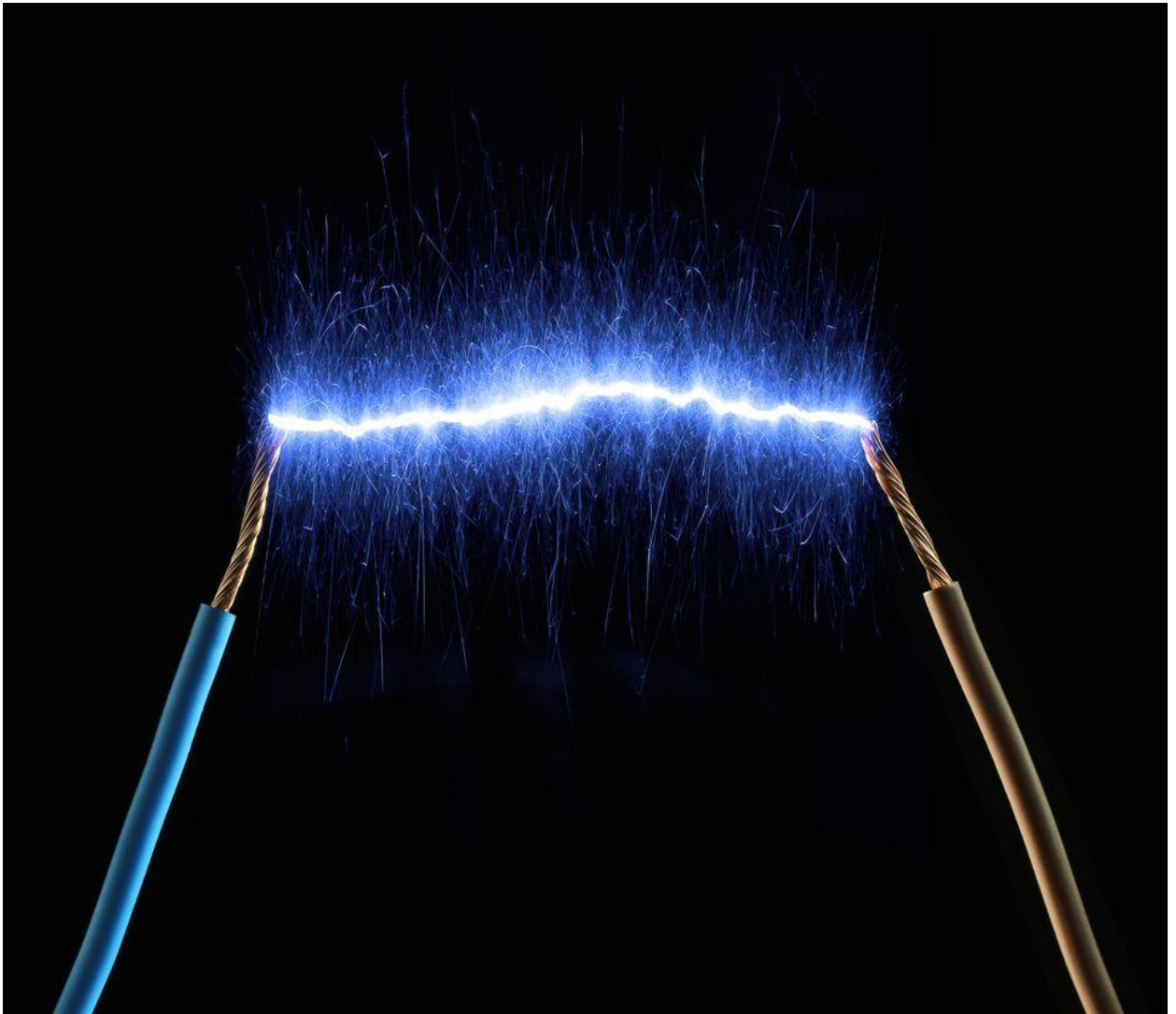
Особенно часто свидетелями этого явления становятся альпинисты. Иногда даже не только металлические предметы, но и кончики волос на голове украшаются маленькими светящимися кисточками.

Огни святого Эльма перед грозой в океане:



### **Искровой разряд**

Искровой разряд имеет вид ярких зигзагообразных разветвляющихся нитей-каналов, которые пронизывают разрядный промежуток и исчезают, сменяясь новыми.



Каналы искрового разряда начинают расти иногда от положительного электрода, иногда от отрицательного, а иногда и от какой-нибудь точки между электродами.

Искровой разряд сопровождается выделением большого количества теплоты, ярким свечением газа, треском или громом.

Все эти явления вызываются электронными и ионными лавинами, которые возникают в искровых каналах и приводят к огромному увеличению давления,

достигающему  $10^7 \dots 10^8$  Па, и повышению температуры до 10000 С.

### **Применение искрового разряда**

При малой длине разрядного промежутка искровой разряд вызывает специфическое разрушение анода, называемое эрозией. Это явление было использовано в электроискровом методе резки, сверления и других видах точной обработки металла.

Искровой промежуток применяется в качестве предохранителя от перенапряжения в электрических линиях передач (например, в телефонных линиях).

Электрическая искра применяется для измерения больших разностей потенциалов с помощью шарового разрядника, электродами которого служат два металлических шара с полированной поверхностью.

**Характерным примером искрового разряда является молния.**

Главный канал молнии имеет диаметр от 10 до 25 см., а длина молнии может достигать нескольких километров. Максимальная сила тока импульса молнии достигает десятков и сотен тысяч ампер.



Молнии бывают линейные и шаровые.

Шаровая молния - это одиночная ярко светящаяся относительно стабильная небольшая масса, которая наблюдается в атмосфере, плавающая в воздухе и перемещающаяся вместе с потоками воздуха, содержащая в своем теле большую энергию, исчезающая тихо или с большим шумом типа взрыва и не оставляющая после своего исчезновения никаких материальных следов, кроме тех разрушений, которые она успела натворить.

### **Шаровая молния**



### **Как вести себя во время грозы?**

1. Нельзя укрываться в грозу возле одиноко стоящих деревьев, столбов и других высоких местных предметов, надо отойти на 15 метров.
2. Опасно находиться в воде или поблизости от неё.
3. Палатку ставить у воды нельзя, так как молнии часто ударяют в речные берега.

4. Никогда не следует недооценивать опасность молнии.
5. Если гроза застала вас в автомобиле, не выходите из него. Закройте все двери и окна и переждите ненастье внутри.
6. Находясь во время грозы в загородном доме, отключите из сети электроприборы, а телевизор – от индивидуальной антенны.
7. Молния редко ударяет в кустарник, практически не попадает в клён и берёзу, чаще всего попадает в дуб и тополь.

### Дуговой разряд

Дуговой разряд был открыт В. В. Петровым в 1802 году. Этот разряд представляет собой одну из форм газового разряда, осуществляющуюся при большой плотности тока и сравнительно небольшом напряжении между электродами (порядка нескольких десятков вольт).



Основной причиной дугового разряда является интенсивное испускание термоэлектронов раскаленным катодом. Эти электроны ускоряются электрическим полем и производят ударную ионизацию молекул газа, благодаря чему электрическое сопротивление газового промежутка между электродами сравнительно мало.

В ряде случаев дуговой разряд наблюдается и при сравнительно низкой температуре катода (ртутная дуговая лампа).

Дуговой разряд нашел применение в ртутном выпрямителе, преобразующем переменный электрический ток в ток постоянного направления.

### Применение дугового разряда

В 1876 году П. Н. Яблочков впервые использовал электрическую дугу как источник света.

Дуговой разряд применяется как источник света в прожекторах и проекционных аппаратах.

Высокая температура дугового разряда позволяет использовать его для устройства дуговой печи. Дуговые печи, питаемые током очень большой силы, применяются в ряде

областей промышленности: для выплавки стали, чугуна, ферросплавов, бронзы, получения карбида кальция, окиси азота и т.д.

В 1882 году Н. Н. Бенардос дуговой разряд впервые использовал для резки и сварки металла.

В 1888 году Н. Г. Славянов усовершенствовал этот метод сварки, заменив угольный электрод металлическим.



## Дуговая сварка

### Плазма

При очень низких температурах все вещества находятся в твёрдом состоянии. Их нагревание вызывает переход веществ из твёрдого состояния в жидкое. Дальнейшее повышение температуры приводит к превращению жидкостей в газ.

При достаточно больших температурах начинается ионизация газа за счет столкновений быстро движущихся атомов или молекул. Вещество переходит в новое состояние, называемое *плазмой*.

**Плазма** — это частично или полностью ионизованный газ, в котором локальные плотности положительных и отрицательных зарядов практически совпадают.

Таким образом, плазма в целом является электрически нейтральной системой. В зависимости от условий степень ионизации плазмы (отношение числа ионизованных атомов к их полному числу) может быть различной. В полностью ионизованной плазме нейтральных атомов нет.

#### ИНТЕРЕСНО

Древние философы считали, что основу мироздания составляют четыре стихии: земля, вода, воздух и огонь. В



известном смысле это отвечает принятому ныне делению на агрегатные состояния вещества, причём четвертой стихии — огню и соответствует, очевидно, плазма.

### Свойства плазмы

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

Из-за большой подвижности заряженные частицы плазмы легко перемещаются под действием электрических и магнитных полей. Поэтому любое нарушение электрической нейтральности отдельных областей плазмы, вызванное скоплением частиц одного знака заряда, быстро ликвидируется. Возникающие электрические поля перемещают заряженные частицы до тех пор, пока электрическая нейтральность не восстановится и электрическое поле не станет равным нулю.

В отличие от нейтрального газа, между молекулами которого существуют короткодействующие силы, между заряженными частицами плазмы действуют кулоновские силы, сравнительно медленно убывающие с расстоянием. Каждая частица взаимодействует сразу с большим количеством окружающих частиц. Благодаря этому наряду с беспорядочным (тепловым) движением частицы плазмы могут участвовать в разнообразных упорядоченных (коллективных) движениях. В плазме легко возбуждаются разного рода колебания и волны.

Проводимость плазмы увеличивается по мере роста степени её ионизации. При высоких температурах полностью ионизованная плазма по своей проводимости приближается к сверхпроводникам.

#### ИНТЕРЕСНО

Наряду с нагреванием ионизация газа и образование плазмы могут быть вызваны различными излучениями или бомбардировкой атомов газа быстрыми заряженными частицами. При этом получается так называемая *низкотемпературная плазма*.

Плазма в космическом пространстве. В состоянии плазмы находится подавляющая (около 99%) часть вещества Вселенной. Вследствие высокой температуры **Солнце** и другие звёзды состоят в основном из полностью ионизованной плазмы.

Из плазмы состоит и межзвёздная среда, заполняющая пространство между звёздами и галактиками. Плотность межзвёздной среды очень мала — в среднем менее одного атома на 1 см<sup>3</sup>. Ионизация атомов межзвёздной среды вызывается излучением звёзд и космическими лучами — потоками быстрых частиц, пронизывающими пространство Вселенной по всем направлениям. В отличие от горячей плазмы звёзд температура межзвёздной плазмы очень мала.

### Ионосфера

**Плазмой окружена и наша планета.** Верхний слой атмосферы на высоте 100—300 км представляет собой ионизованный газ — *ионосферу*. Ионизация воздуха в верхнем слое атмосферы вызывается преимущественно излучением Солнца и потоком заряженных

частиц, испускаемых Солнцем. Выше ионосферы простираются радиационные пояса Земли, открытые с помощью спутников. Радиационные пояса также состоят из плазмы. Многими свойствами плазмы обладают свободные электроны в металлах. В отличие от обычной плазмы в плазме твёрдого тела положительные ионы не могут перемещаться по всему телу.

---

### **Контрольные вопросы**

1. Из каких частиц состоит плазма?
  2. Как получить плазму?
  3. От чего зависит степень ионизации плазмы?
  4. Как плазма проводит электрический ток?
  5. Каково значение плазмы?
  6. Для чего используют дуговой разряд?
- 

### **Литература:**

Мякишев Г. Я. Физика 10 класс. Учебник для общеобразовательных учреждений. М., 2010. §123