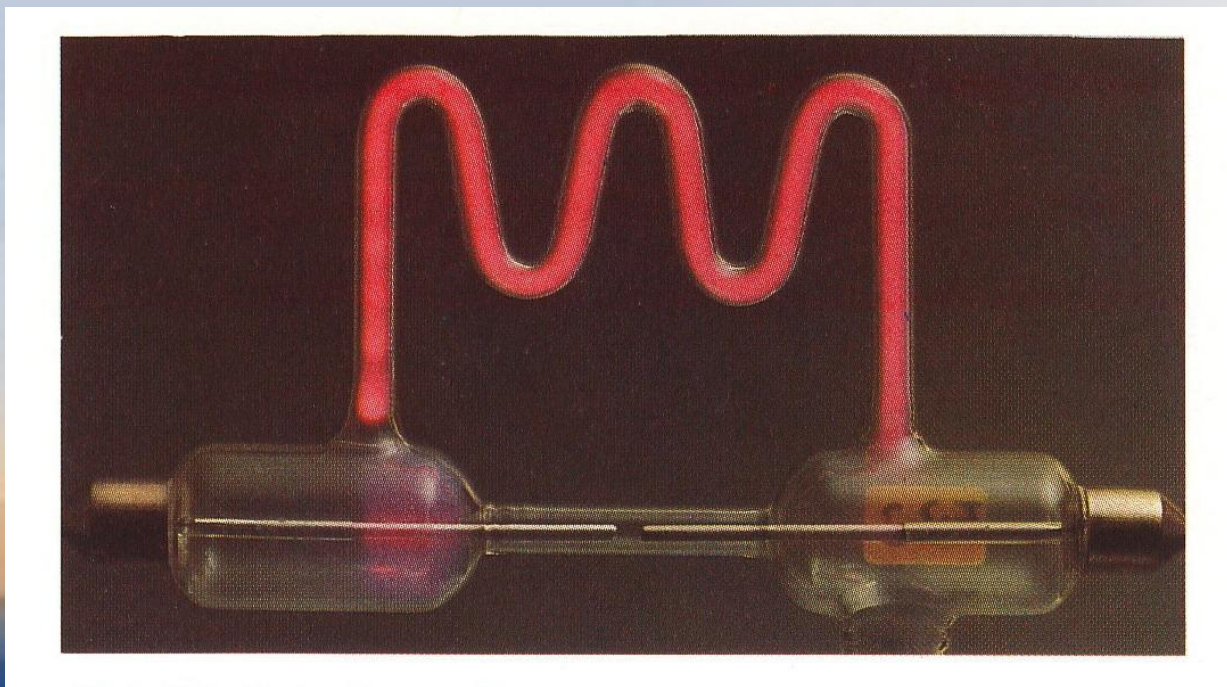


Электрический ток в газах



Электрический ток в газах

Газы в нормальном состоянии являются диэлектриками, так как состоят из электрически нейтральных атомов и молекул и поэтому не проводят электричества. Изолирующие свойства газов объясняются тем, что атомы и молекулы газов в естественном состоянии являются нейтральными незаряженными частицами. Отсюда ясно, что для того, чтобы сделать газ проводящим, нужно тем или иным способом внести в него или создать в нем свободные носители заряда – заряженные частицы. При этом возможны два случая: либо эти заряженные частицы создаются действием какого-нибудь внешнего фактора или вводятся в газ извне – **несамостоятельная проводимость**, либо они создаются в газе действием самого электрического поля, существующего между электродами – **самостоятельная проводимость**.



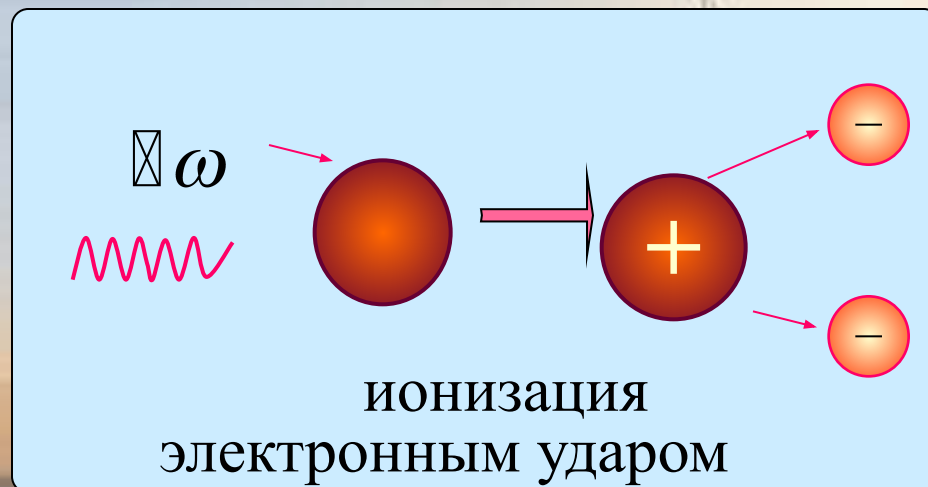
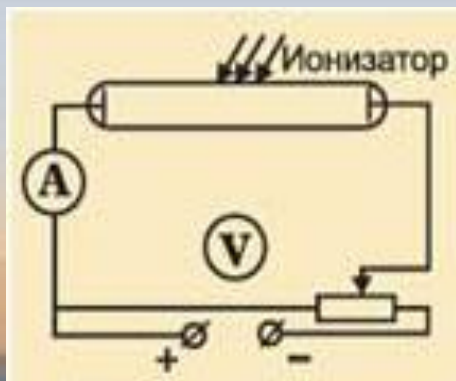
Электрический ток в газах

- Проводниками могут быть только ионизированные газы, в которых содержатся электроны, положительные и отрицательные ионы.
- **Ионизацией** называется процесс отделения электронов от атомов и молекул. Ионизация возникает под действием высоких температур и различных излучений (рентгеновских, радиоактивных, ультрафиолетовых, космических лучей), вследствие столкновения быстрых частиц или атомов с атомами и молекулами газов. Образовавшиеся электроны и ионы делают газ проводником электричества.
- **Процессы ионизации:**
 - **электронный удар**
 - **термическая ионизация**
 - **фотоионизация**



Ионизация электронным ударом

Ионизация электронным ударом происходит при столкновении электрона с атомом только в том случае, когда электрон на длине свободного пробега (λ) приобретает кинетическую энергию, достаточную для совершения работы отрыва электрона от атома.

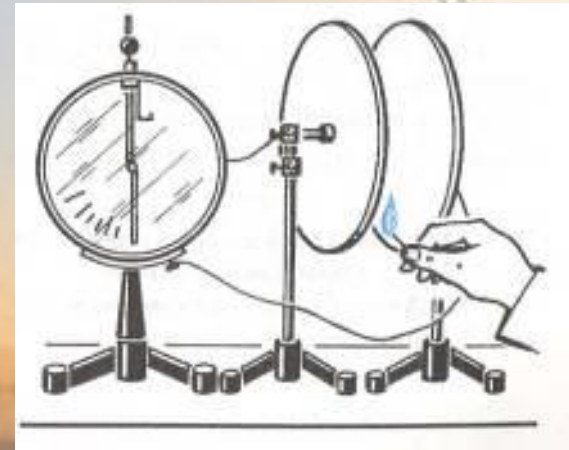
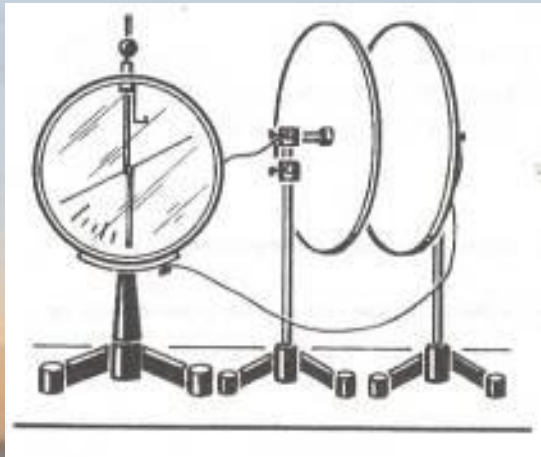


Термическая ионизация

Термическая ионизация – процесс возникновения свободных электронов и положительных ионов в результате столкновений при высокой температуре.

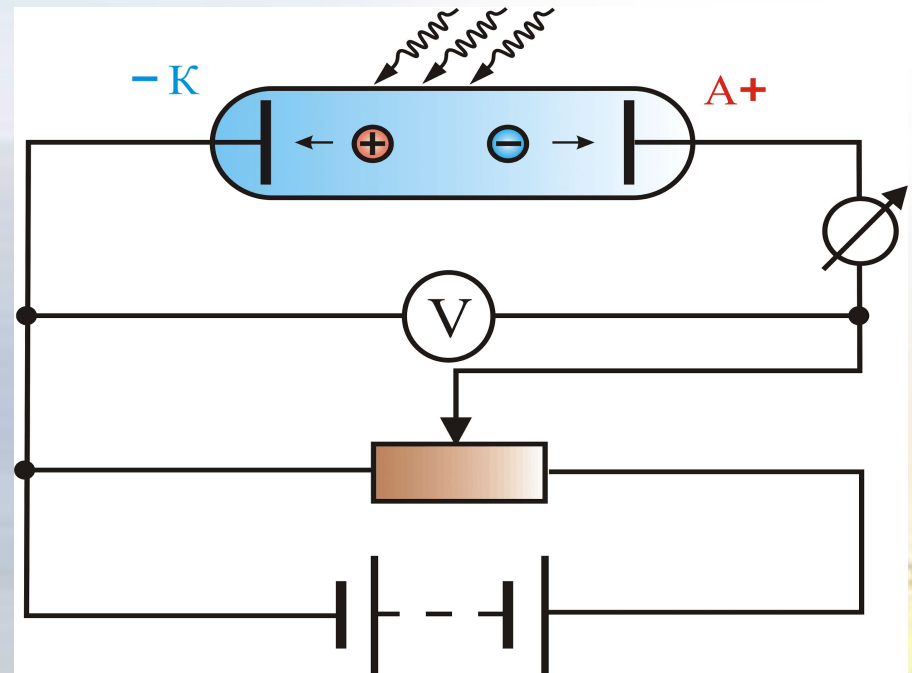
Вследствие нагревания часть атомов ионизируется – распадается на положительно заряженные ионы и электроны

Конденсатор разряжается при нагревании воздуха между дисками конденсатора



Фотоионизация

Ионизация атомов и молекул под действием света называется фотоионизацией.



Типы самостоятельных разрядов

В зависимости от процессов образования ионов в разряде при различных давлениях газа и напряжениях, приложенных к электродам, различают несколько типов самостоятельных разрядов:

- *тлеющий*
- *искровой*
- *коронный*
- *дуговой*



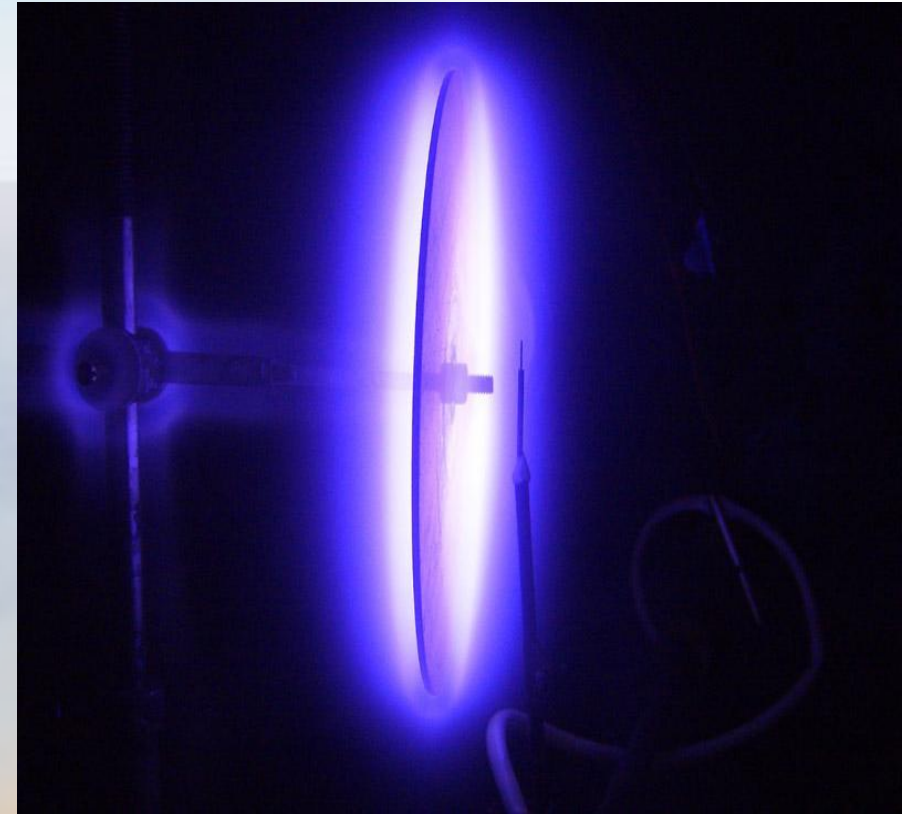
Тлеющий разряд

- Тлеющий разряд возникает при низких давлениях (в вакуумных трубках). Для разряда характерна большая напряженность электрического поля и соответствующее ей большое падение потенциала вблизи катода.
- Его можно наблюдать в стеклянной трубке с впаянными у концов плоскими металлическими электродами.
- Вблизи катода располагается тонкий светящийся слой, называемый катодной светящейся пленкой



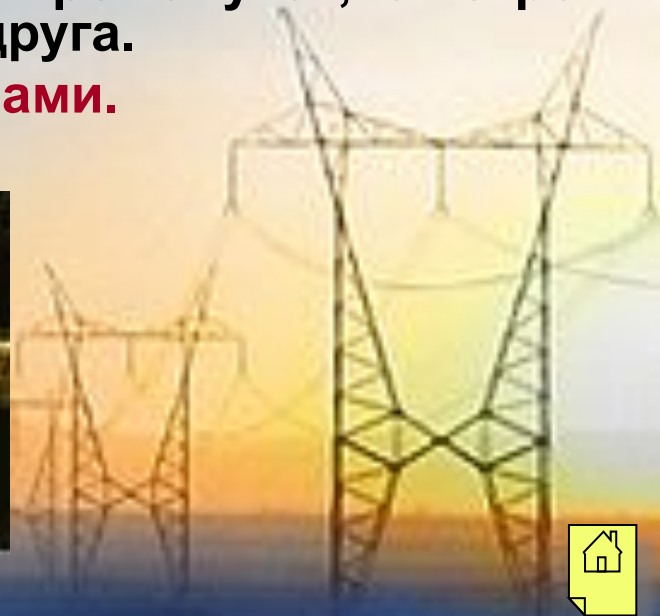
Применение тлеющего разряда

- В ионных и электронных рентгеновских трубках
- Как источник света в газоразрядных трубках
- Для катодного распыления металлов
- Для изготовления высококачественных металлических зеркал
- В газовых лазерах



Искровой разряд

- Искровой разряд – соединяющий электроды и имеющий вид тонкого изогнутого светящегося канала (стримера) с множеством разветвлений. **Искровой разряд возникает в газе обычно при давлениях порядка атмосферного $P_{ат}$.**
- По внешнему виду искровой разряд представляет собой пучок ярких зигзагообразных разветвляющихся тонких полос, мгновенно пронизывающих разрядный промежуток, быстро гаснущих и постоянно сменяющих друг друга.
- Эти полосы называют **искровыми каналами**.



Примеры искровых разрядов

- разряд конденсатора;
- искры при расчесывании волос
- МОЛНИЯ.



Молния

- Красивое и небезопасное явление природы – молния – представляет собой искровой разряд в атмосфере. Уже в середине 18-го века высказалось предположение, что грозовые облака несут в себе большие электрические заряды и что молния есть гигантская искра. Это было доказано на опыте 1752-53 г.г. Ломоносовым и американским ученым Бенджаминем Франклином (1706-90), работавшими одновременно и независимо друг от друга.



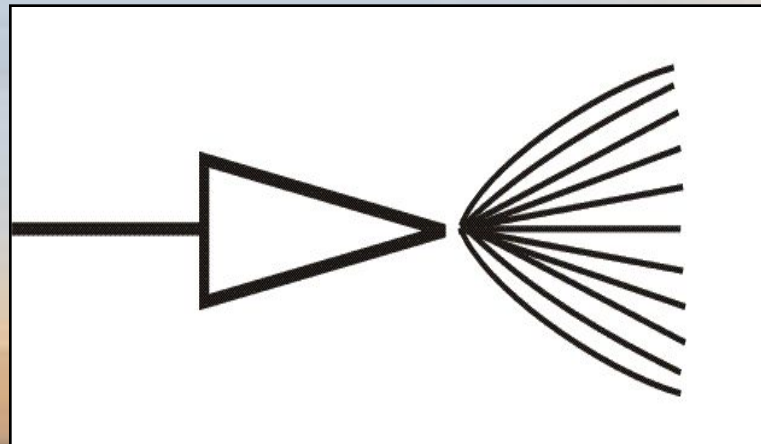
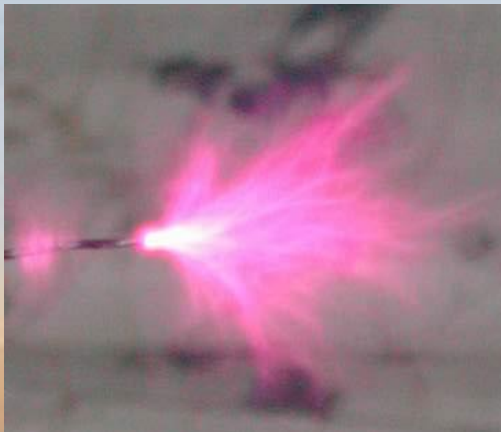
Шаровая молния

Особый вид молнии — шаровая молния, светящийся сфероид, обладающий большой удельной энергией, образующийся нередко вслед за ударом линейной молнии. Длительность существования шаровой молнии от секунд до минут, а исчезновение молнии может сопровождаться взрывом, вызывающим разрушения. Природа шаровой молнии ещё не выяснена. Молнии, как линейная, так и шаровая, могут быть причиной тяжёлых поражений и гибели людей.



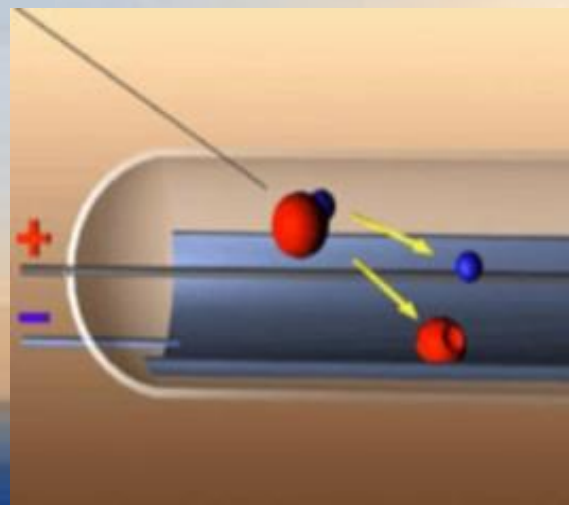
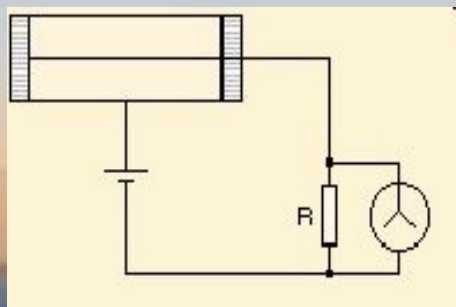
Коронный разряд

- Коронный разряд наблюдается при давлении близком к атмосферному в сильно неоднородном электрическом поле. Такое поле можно получить между двумя электродами, поверхность одного из которых обладает большой кривизной (тонкая проволоочка, острие).
- Газ светится, образуя «корону», окружающую электрод.
- Коронные разряды являются источниками радиопомех и вредных токов утечки около высоковольтных линий передач (основной источник потерь).



Применение коронного разряда

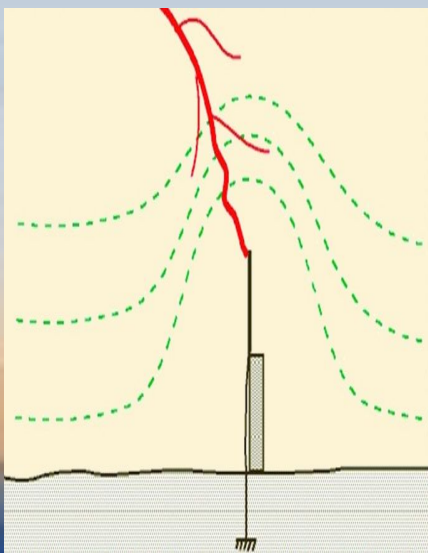
Счетчики элементарных частиц. Подобные счетчики позволяют регистрировать не только быстрые электроны, но и вообще любые заряженные, быстро движущиеся частицы, способные производить ионизацию путем соударений. Современные счетчики легко обнаруживают попадание в них даже одной частицы и позволяют поэтому с полной достоверностью и очень большой наглядностью убедиться, что в природе действительно существуют элементарные заряженные частицы.



Применение коронного разряда

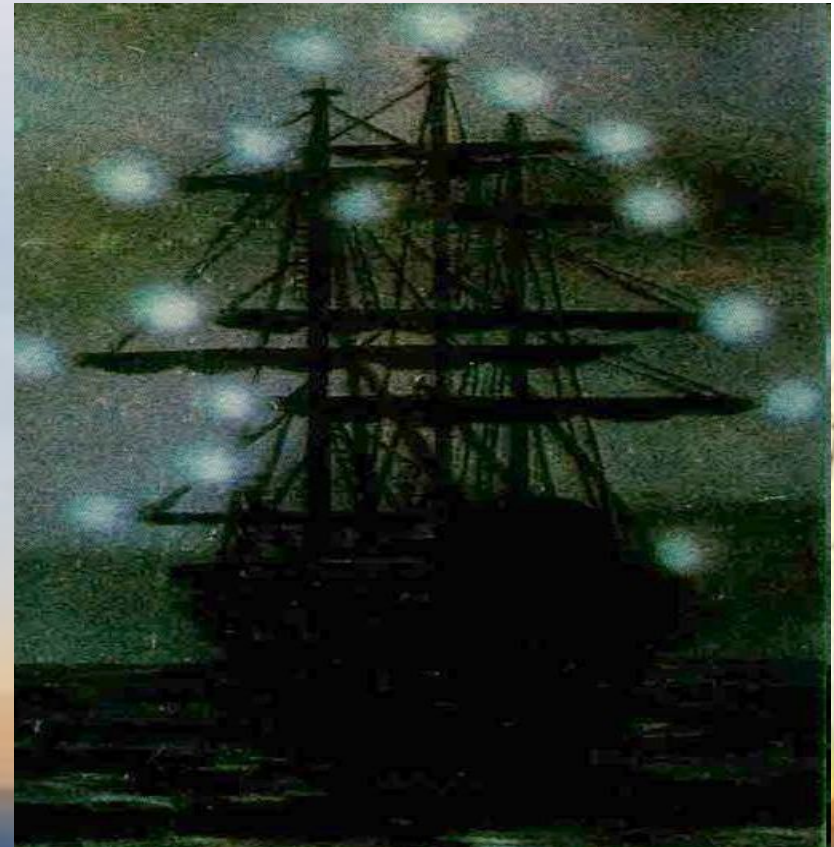
Громоотвод. Подсчитано, что в атмосфере всего земного шара происходит одновременно около 1800 гроз, которые дают в среднем около 100 молний в секунду. Около половины всех аварий в крупных линиях электропередачи вызывается молниями. Поэтому, защита от молнии представляет собой важную задачу.

Ломоносов и Франклин не только объяснили электрическую природу молнии, но и указали, как можно построить громоотвод, защищающий от удара молнии. Громоотвод представляет собой длинную проволоку, верхний конец которой заостряется и укрепляется выше самой высокой точки защищаемого здания. Нижний конец проволоки соединяют с металлическим листом, а лист закапывают в Землю на уровне почвенных вод. Во время грозы на Земле появляются большие индуцированные заряды и у поверхности Земли появляется большое электрическое поле. Напряженность его очень велика около острых проводников, и поэтому на конце громоотвода загорается коронный разряд. Вследствие этого индуцированные заряды не могут накапливаться на здании и молнии не происходит. В тех же случаях, когда молния все же возникает (а такие случаи очень редки), она ударяет в громоотвод и заряды уходят в Землю, не причиняя вреда зданию.



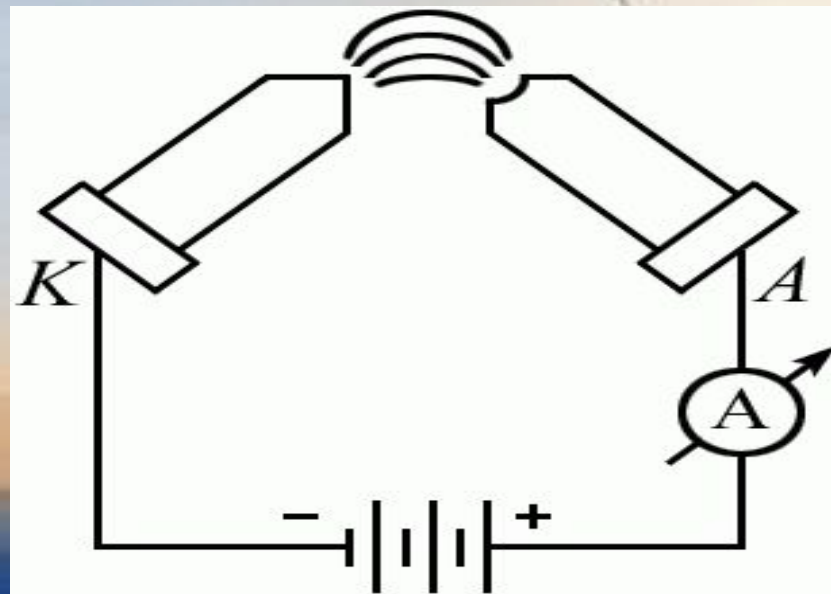
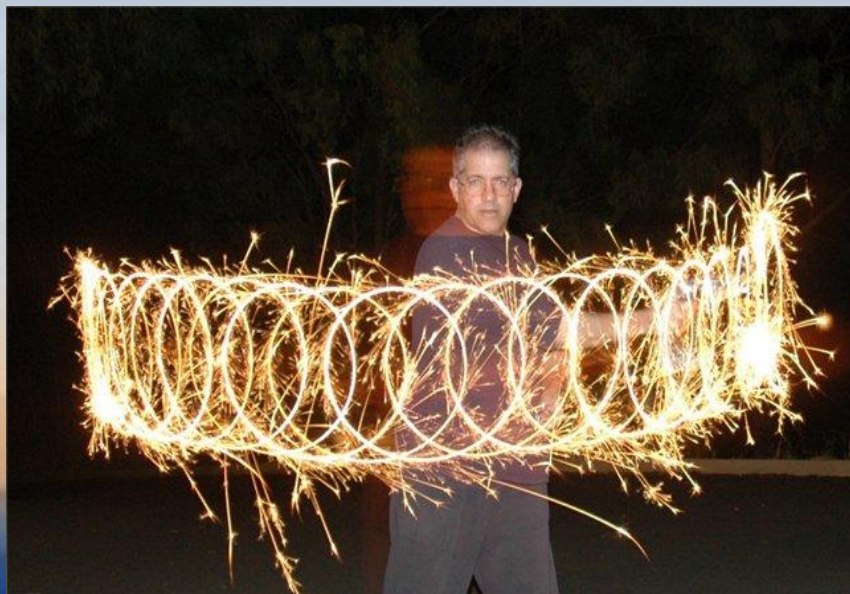
Электрический ток в газах

В некоторых случаях коронный разряд с громоотвода бывает настолько сильным, что у острия возникает явно видимое свечение. Такое свечение иногда появляется и возле других заостренных предметов, например, на концах корабельных мачт, острых верхушек деревьев, и т.д. Это явление было замечено еще несколько веков тому назад и вызывало суеверный ужас мореплавателей, не понимавших истинной его сущности («Огни святого Эльма»)



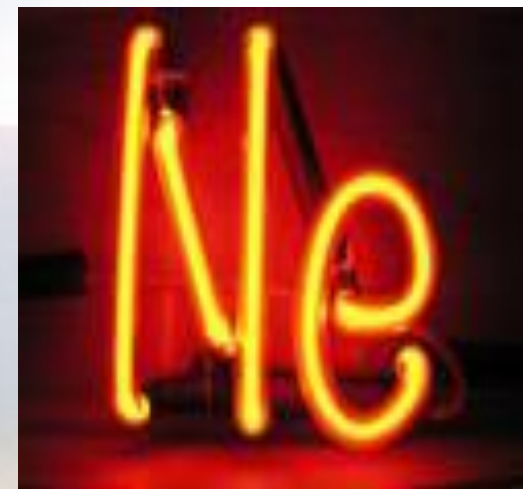
Дуговой разряд

- Если после получения искрового разряда от мощного источника постепенно уменьшать расстояние между электродами, то разряд из прерывистого становится непрерывным возникает новая форма газового разряда, называемая *дуговым разрядом*.
- $P_{ат}$
- $U=50-100 \text{ В}$
- $I = 100 \text{ А}$



Применение дугового разряда

Освещение. Вследствие высокой температуры электроды дуги испускают ослепительный свет (свечение столба дуги слабее, так как излучающая способность газа мала), и поэтому электрическая дуга является одним из лучших источников света. Она потребляет всего около 3 Вт на канделу и является значительно более экономичной, нежели наилучшие лампы накаливания. Электрическая дуга впервые была использована для освещения в 1875 году русским инженером-изобретателем П.Н. Яблочкиным (1847-1894) и получила название «русского света» или «северного света».



Применение дугового разряда

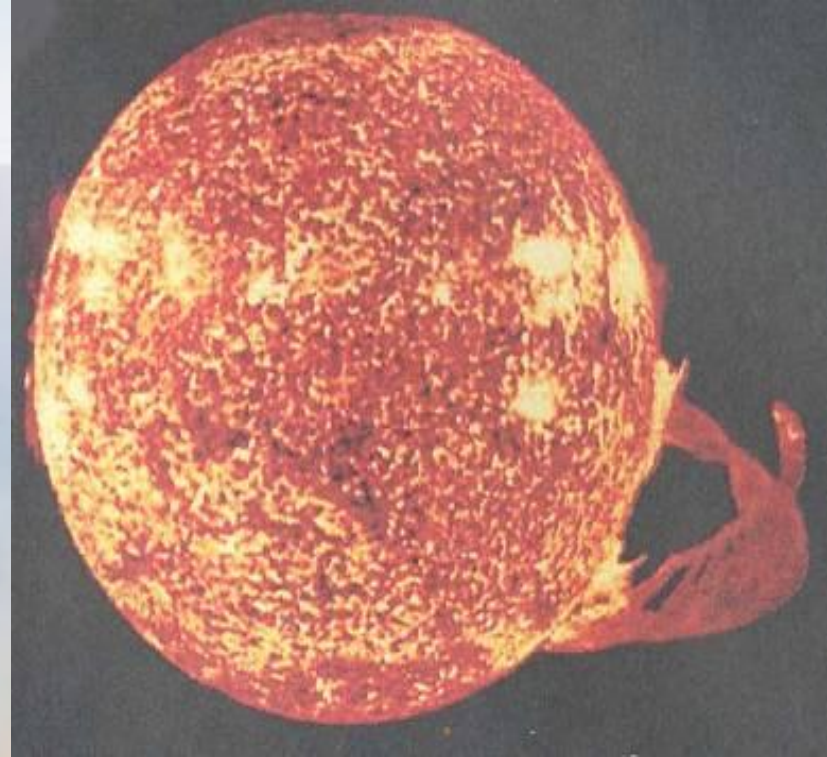
Сварка. Электрическая дуга применяется для сварки металлических деталей. Свариваемые детали служат положительным электродом; касаясь их углем, соединенным с отрицательным полюсом источника тока, получают между телами и углем дугу, плавящую металл.

Ртутная дуга. Большой интерес представляет ртутная дуга, горящая в кварцевой трубке, так называемая кварцевая лампа. В этой лампе дуговой разряд происходит не в воздухе, а в атмосфере ртутного пара, для чего в лампу вводят небольшое количество ртути, а воздух откачивают. Свет ртутной дуги чрезвычайно богат ультрафиолетовыми лучами, обладающими сильным химическим и физиологическим действием. Чтобы можно было использовать это излучение, лампу делают не из стекла, которое сильно поглощает УФО, а из плавленного кварца. Ртутные лампы широко используют при лечении разнообразных болезней, а также при научных исследованиях как сильный источник ультрафиолетового излучения.



Плазма

- Плазма – это частично или полностью ионизованный газ, в котором плотности положительных и отрицательных зарядов практически одинаковы.
- низкотемпературная, $T < 10^5$ К;
- высокотемпературная, $T > 10^5$ К.
- При $T = 20 \cdot 10^3$, $30 \cdot 10^3$ К любое вещество - плазма.



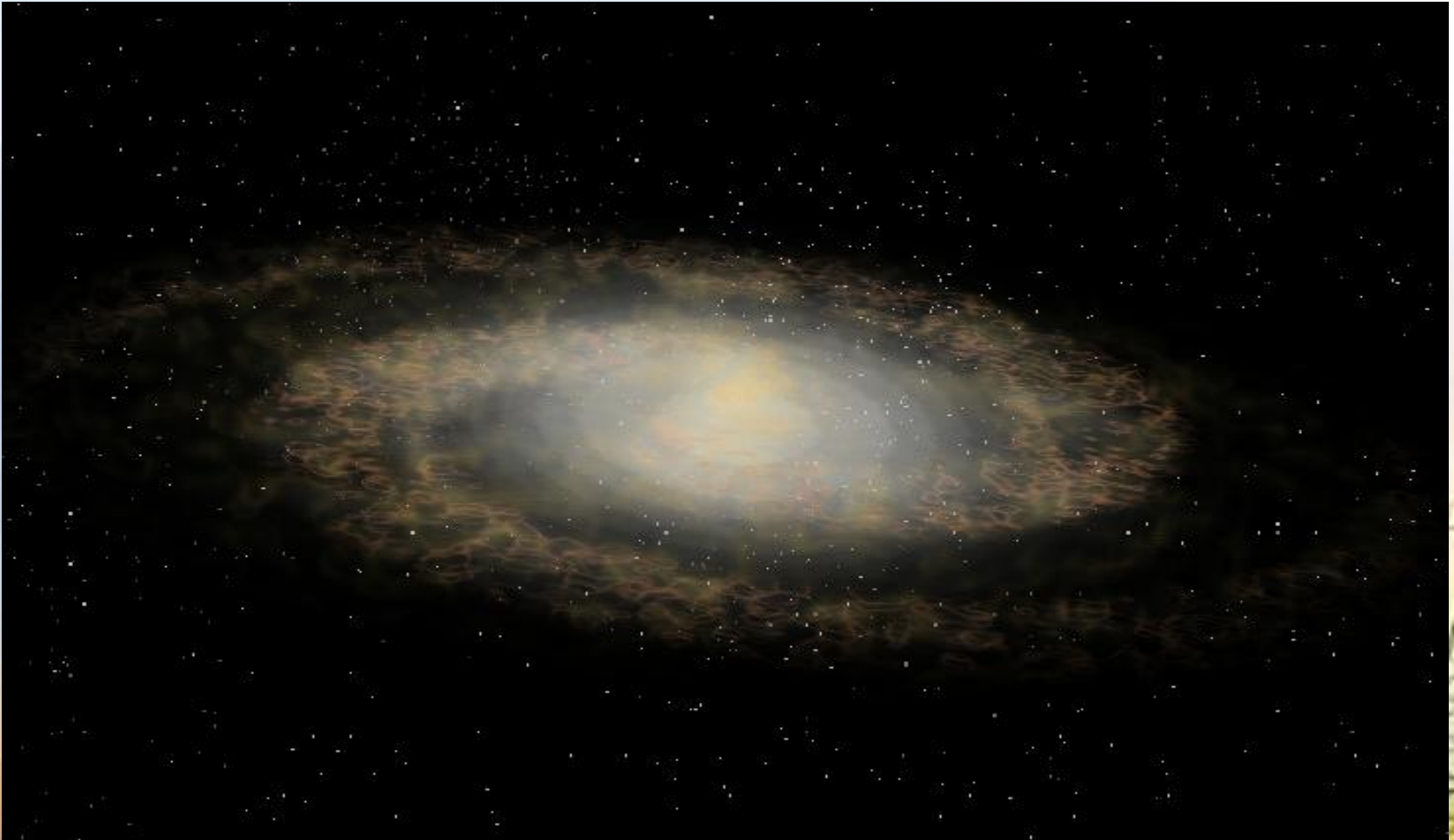
Электрический ток в газах

Плазма – наиболее распространенное состояние вещества во Вселенной. Солнце и другие звезды состоят из полностью ионизованной высокотемпературной плазмы. Основным источником энергии излучения звезд – термоядерные реакции синтеза, протекающие в недрах звезд при огромных температурах.



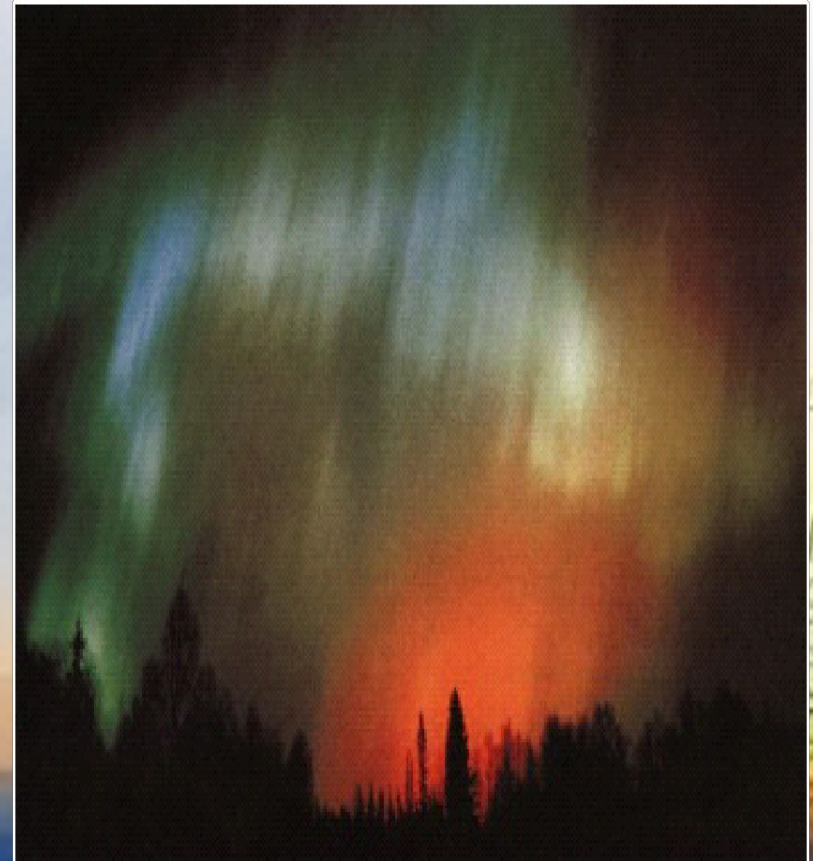
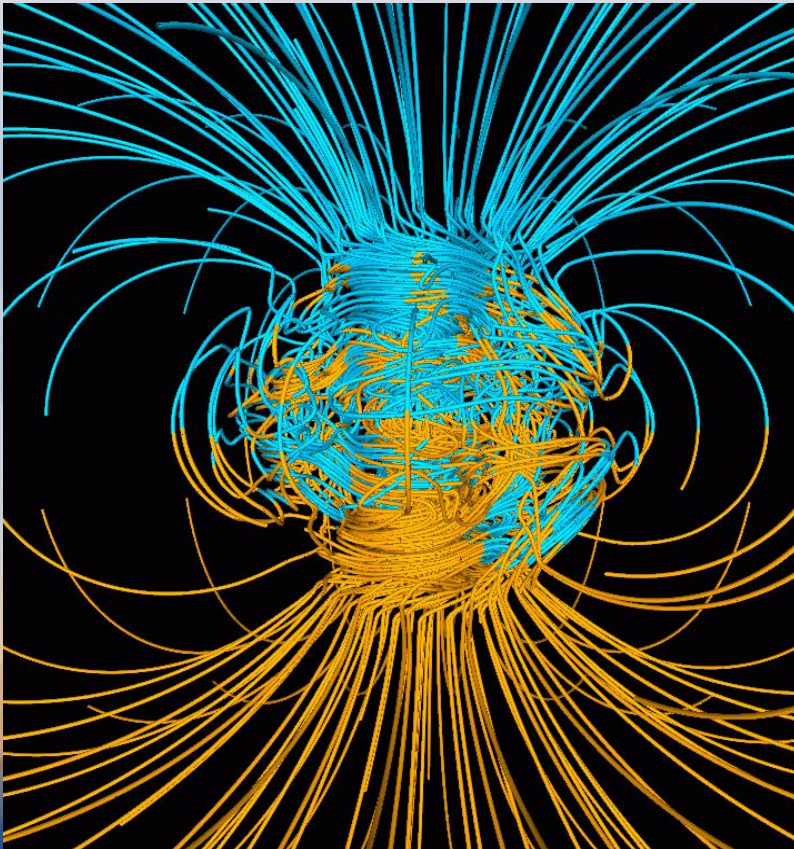
Электрический ток в газах

- **Холодные туманности и межзвездная среда также находятся в плазменном состоянии.**



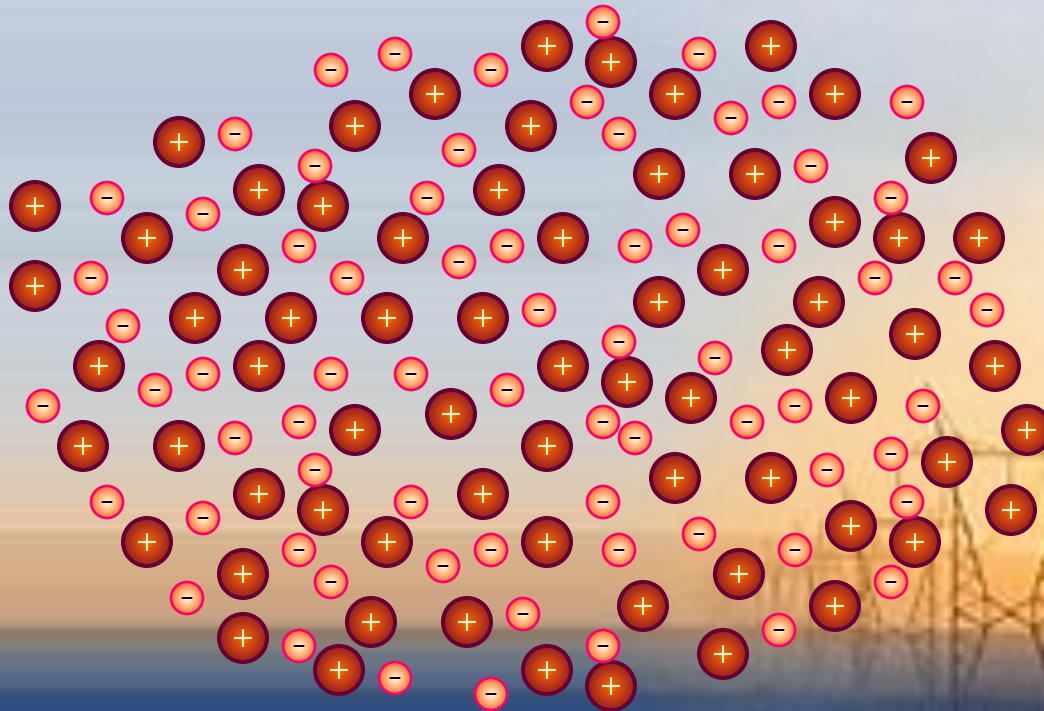
Электрический ток в газах

В околоземном пространстве слабоионизованная плазма находится в радиационных поясах и ионосфере Земли. С процессами, происходящими в этой плазме, связаны такие явления, как магнитные бури, нарушения дальней радиосвязи и полярные сияния.



Важнейшие свойства плазмы

- а) **сильное** взаимодействие с внешними магнитными и электрическими полями, связанное с ее высокой электропроводностью;
- б) **специфическое коллективное взаимодействие частиц** плазмы, осуществляющееся через усредненные электрические и магнитные поля, которые создают сами эти частицы
- д) **удельная электрическая проводимость** полностью ионизованной плазмы столь велика, что плазму можно приближенно считать идеальным проводником.



Термоядерный реактор

- Основной практический интерес к физике плазмы связан с решением проблемы *управляемого термоядерного синтеза* – *процесс слияния легких атомных ядер при высоких температурах* в управляемых условиях. Энергетический выход реактора составляет 105 кВт/м³.

Осуществление управляемой термоядерной реакции в высокотемпературной плазме позволит человечеству в будущем получить *практически неисчерпаемый источник энергии.*

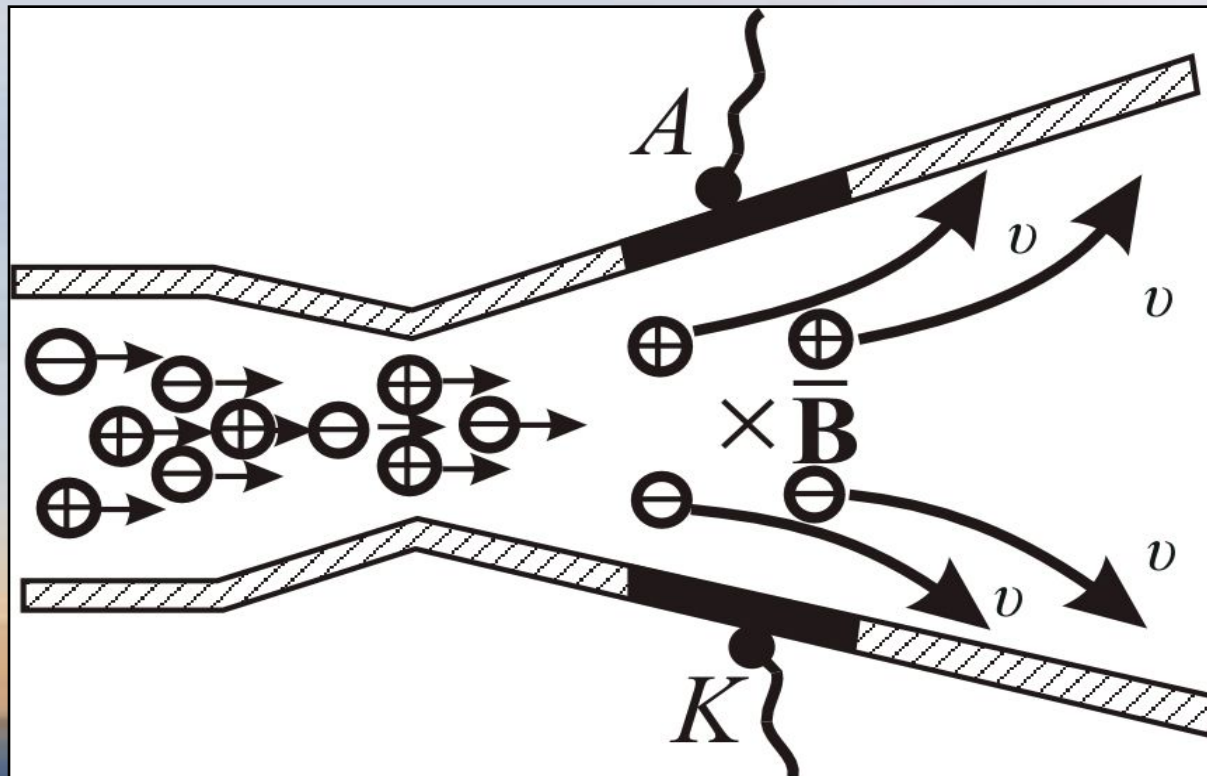


Схема токамака



МГД - генератор

Движение плазмы в магнитном поле используется в методе прямого преобразования внутренней энергии ионизованного газа в электрическую. Этот метод осуществлен в *магнитогазодинамическом генераторе*.



Электрический ток в газах

- Свойства плазмы излучать электромагнитные волны ультрафиолетового диапазона используются в современных телевизорах с плоским плазменным экраном.
- Ионизация плазмы в плоском экране происходит в газовом разряде. Разряд возникает при бомбардировке молекул газа электронами, ускоренными электрическим полем – самостоятельный разряд.
- Плоский телевизор с экраном из газоразрядных элементов содержит около миллиона маленьких плазменных ячеек, собранных в триады RGB – пиксели (*pixel – picture element*).

