

Тема 3.3.2. Электрический ток в вакууме.

Если два электрода поместить в герметичный сосуд, и удалить из него воздух электрический ток в вакууме не возникает. Причина заключается в том, что в вакууме нет заряженных частиц, способных переносить электрические заряды от одного электрода к другому. Заряженные частицы — электроны и положительно заряженные ионы — есть в каждом из электродов, но они не могут выйти в вакуум, так как удерживаются силами кулоновского притяжения друг к другу.

Для освобождения электрона с поверхности твердого тела нужно совершить работу против сил электростатического притяжения, действующих на отрицательный электрон со стороны положительно заряженных атомных ядер. Работа, которую нужно совершить для освобождения электрона с поверхности тела, называется работой выхода.

Если кинетическая энергия электрона превысит работу выхода, то он может преодолеть действие сил притяжения со стороны положительных ионов и выйти с поверхности тела в вакуум. Такой процесс может происходить, например, с поверхности нагретого электрода.

Явление испускания свободных электронов с поверхности нагретых тел называется термоэлектронной эмиссией.

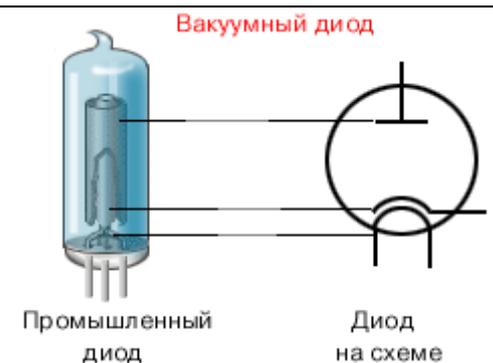
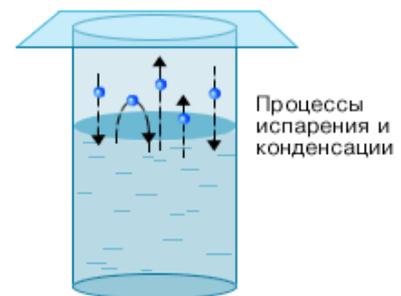
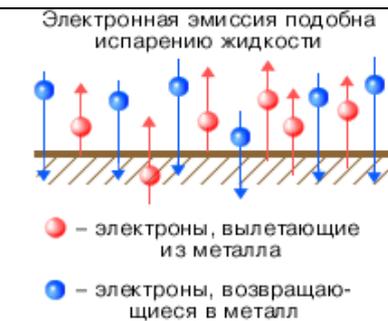
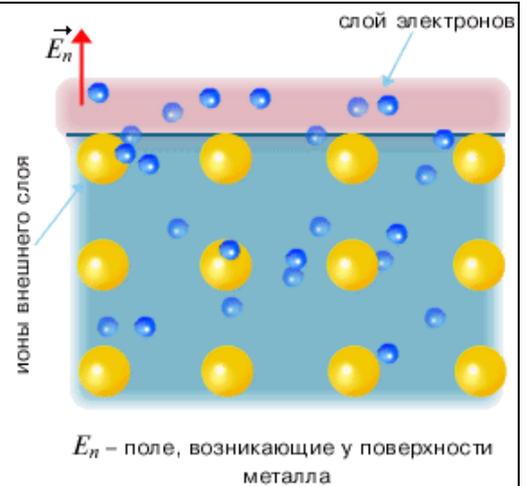
Явление термоэлектронной эмиссии объясняется тем, что при повышении температуры тела увеличивается кинетическая энергия некоторой части электронов в веществе. Термоэлектронная эмиссия напоминает процесс испарения жидкости или твердого тела с той разницей, что с нагретого металла, испаряются электроны, а из жидкости — нейтральные молекулы.

Пространственный отрицательный заряд, возникший около нагретой поверхности в результате выхода электронов, называется электронным облаком.

На явлении термоэлектронной эмиссии основана работа различных электронных ламп.

Простейшая электронная лампа - вакуумный диод. Это вакуумированный баллон, обычно стеклянный, с двумя электродами — анодом и катодом. Катод лампы — обычно цилиндр из тонкой фольги, внутри которого находится спиральная нить накала. Второй электрод — анод — металлический цилиндр, на оси которого находится катод.

При подключении нити накала к источнику тока катод нагревается, и с его поверхности испускаются свободные электроны. При отсутствии электрического поля между катодом и анодом лишь небольшая часть электронов, испускаемых катодом, достигает анода. Большинство вылетающих из катода электронов возвращаются на катод под действием сил электростатического отталкивания со стороны электронов, ранее вылетевших с катода и образующих вокруг него «электронное облако». При подключении положительного полюса источника постоянного тока к аноду и отрицательного полюса к катоду электроны, испускаемые нагретым катодом, движутся под действием электрического поля через вакуум к аноду — в цепи течет электрический ток.



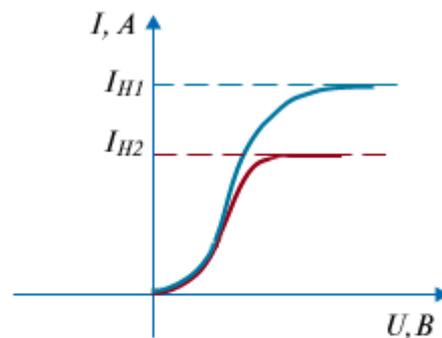
Для управления действием электронных приборов необходимо знать зависимость силы тока от приложенного напряжения. Этот график называется вольт-амперной характеристикой вакуумного диода.

При малом напряжении не все электроны достигают анода, т.к. вылетевшие ранее электроны отталкивают те, которые следуют за ними. Поэтому часть электронов возвращается назад на катод, и вокруг катода имеется электронное облако. При малом напряжении между электродами анода достигает лишь часть электронов.

По мере увеличения анодного напряжения все большее число вылетающих электронов может преодолеть силы отталкивания и достигнуть анода. Сила тока увеличивается, и электронное облако постепенно рассасывается.

Нужно вполне определенное напряжение, чтобы все электроны, вылетающие из катода, достигли анода. Дальнейшее увеличение напряжения уже не может вызвать роста силы тока. Этот ток называется током насыщения..

Вольт-амперная характеристика диода



$I_{Н1}$ — ток насыщения при T_1

$I_{Н2}$ — ток насыщения при T_2

$T_2 > T_1$

Чем выше температура катода, тем больше число электронов, вылетающих ежесекундно из него, тем больше, следовательно, сила тока насыщения.

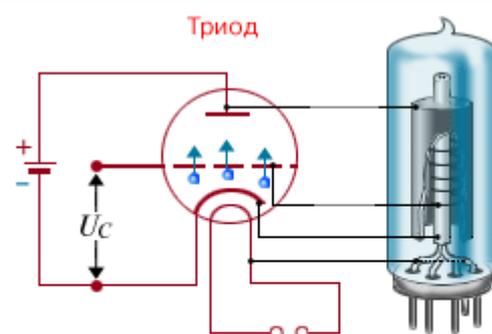
Через диод ток может протекать только тогда, когда нить накала является катодом. При перемене полюсов источника тока ток в цепи прекращается. Поэтому вакуумный диод, включенный в цепь переменного тока, превращает переменный ток в ток постоянного направления.

Простейшим электровакuumным прибором, в котором осуществляется управление потоком электронов с помощью электрического поля, является вакуумный триод. Баллон, анод и катод вакуумного триода имеют такую же конструкцию, как и у диода, однако на пути электронов от катода к аноду в триоде располагается третий электрод, называемый сеткой. Обычно сетка — это спираль из нескольких витков тонкой проволоки вокруг катода.

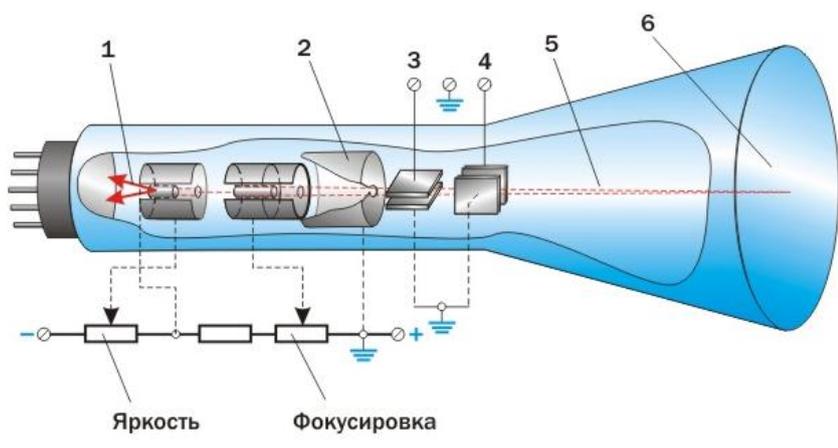
Если на сетку подается положительный потенциал относительно катода, то электрическое поле между сеткой и катодом способствует увеличению числа электронов, поступающих на анод. Так как сетка — это всего лишь тонкая проволока, то большинство отрицательно заряженных электронов пролетает мимо нее и движется к положительному аноду. В результате сила тока в цепи возрастает.

При подаче на сетку отрицательного потенциала относительно катода электрическое поле между сеткой и катодом препятствует движению электронов от катода к аноду и сила анодного тока убывает.

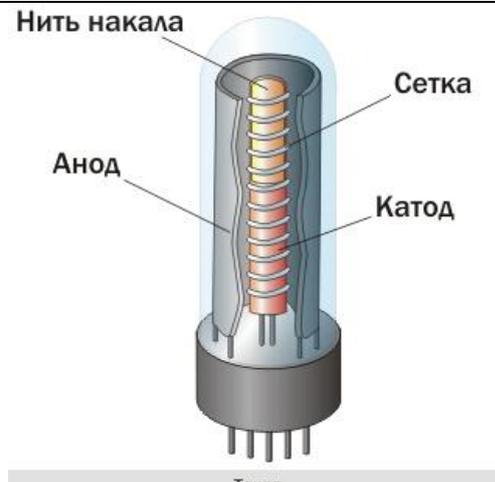
Таким образом, между сеткой и катодом можно регулировать силу тока в цепи анода. При включении резистора в цепь анода изменение анодного тока сопровождается изменением напряжения на нем. Колебания напряжения в анодной цепи могут в десятки раз превышать изменения напряжения между сеткой и катодом, поэтому вакуумный триод может быть использован в радиоэлектронных схемах для усиления электрических сигналов.



Изменяя напряжение U_c , можно влиять на число электронов, проходящих сквозь сетку к аноду.



Электронно-лучевая трубка



Триод