

Билет 18

Ток в различных средах

Ток часто запускают в металле, электролите, газе, вакууме, полупроводниках.

Ток в газе

Электрический ток в газах, как и ток в любой другой среде, требует наличия свободных электрических зарядов. В нормальном состоянии газа таких зарядов там нет, поэтому их необходимо создать искусственно. Существует два способа это сделать. Первый – это расщепить нейтральные молекулы газа на электроны и положительные ионы. Второй – привнести в газ эти свободные носители извне. Как правило, применяется способ ионизации.

Для протекания процесса ионизации необходимо каким-либо способом придать частицам дополнительную энергию, чтобы они смогли разорвать внутримолекулярные связи. Для этого используется либо некоторое излучение (например световое), либо нагревание. После ионизации газа, если приложить некоторую разность потенциалов, разноименно заряженные частицы начнут движение в противоположных направлениях, что будет означать протекание тока.

Протекание тока в газе называется газовым разрядом.

Виды разрядов:

1) тлеющий

2) дуговой

3) коронный

4) искровой

Подробнее и с картинками:

<https://nenuda.ru/%D1%82%D0%BE%D0%BA-%D0%B2-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%BB%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%8B%D1%85-%D1%81%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B0%D1%85.html>

Если сильно нагреть газ, он будет ионизироваться и станет **плазмой**.

Ток в вакууме

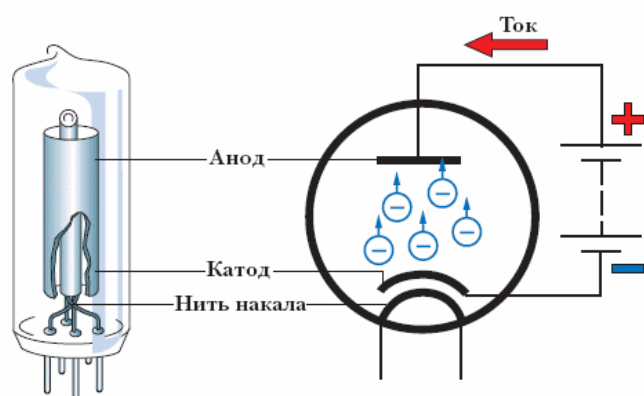
Высоким вакуумом считается газ настолько разреженный, что средняя длина пробега частиц больше размеров сосуда.

Чтобы в вакууме существовал ток, необходимо поместить в вакуум источник свободных электронов. Наибольшая концентрация свободных электронов в металлах. Но при комнатной температуре они не могут покинуть металл, потому что их в нем удерживают силы кулоновского притяжения положительных ионов. Для преодоления этих сил электрону, чтобы покинуть поверхность металла, необходимо затратить определенную энергию, которую называют работой выхода.

Если кинетическая энергия электрона превысит или будет равна работе выхода, то он покинет поверхность металла и станет свободным. Металл надо нагреть.

Для существования тока необходимо выполнение двух условий: наличие свободных заряженных частиц и электрического поля.

Принцип работы вакуумного диода



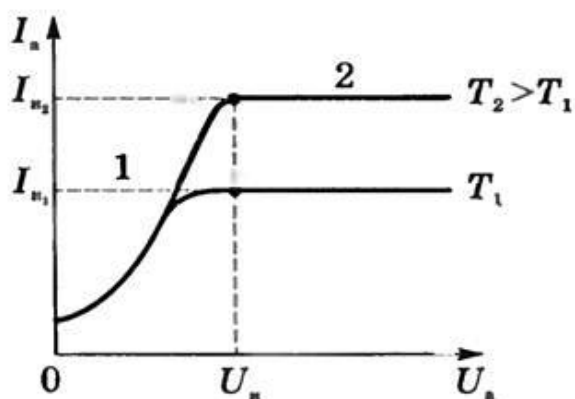
Диод вакуумного типа представляет собой баллон, выполненный из металлокерамики или стекла, лишенный воздуха. Из этого баллона выкачивают воздух до

давления, находящегося на уровне 10^{-6} — 10^{-7} мм рт. ст.

Катод имеет вид вертикального металлического цилиндра, покрываемого обычно слоем оксида щелочно-земельных металлов — бария, стронция, кальция. Такой катод называют оксидным. При нагревании поверхность оксидного катода испускает гораздо больше электронов, чем поверхность катода из чистого металла. Внутри катода расположен изолированный проводник, нагреваемый отдельно постоянным или переменным током. Анод представляет собой круглый или овальный цилиндр, имеющий общую ось с катодом.

Катод диода нагревается до температур, при которых возникает термоэлектронная эмиссия (emission = испускание, выброс) . При подаче на анод отрицательного относительно катода напряжения все эмитированные катодом электроны возвращаются на катод, при подаче на анод положительного напряжения часть эмитированных электронов устремляется к аноду, возникает ток.

При напряжении между катодом и анодом, равном нулю, вылетевшие из катода электроны образуют вокруг него электронное облако (пространственный отрицательный заряд), отталкивающее вылетающие из катода электроны. Большинство электронов возвращается на катод, и лишь незначительное их число достигает анода. С увеличением напряжения на аноде U_a число электронов, достигающих анода, увеличивается и электронное облако постепенно уменьшается. Когда же все термоэлектроны, вылетающие из катода, попадают на анод, сила анодного тока достигает насыщения $I_{нас}$ (на графике горизонтальный участок).



В области 1 графика, т.е. при увеличении анодного напряжения от 0 до $U_{на}$ ток через диод возрастает, но не пропорционально напряжению, а по закону $I_a = k \cdot U^{\frac{3}{2}}$

Это формула Богуславского—Ленгмюра. Предлагаю ее не доказывать. При $U \geq U_{\text{нас}}$ ток через диод не зависит от напряжения. Сила тока насыщения определяется формулой $I_{\text{нас}} = en$, где n — число электронов, вылетающих в единицу времени с поверхности катода; e — заряд электрона. Для увеличения тока насыщения нужно повысить температуру катода, увеличив силу тока через греющий катод проводник.

Вакуумный триод

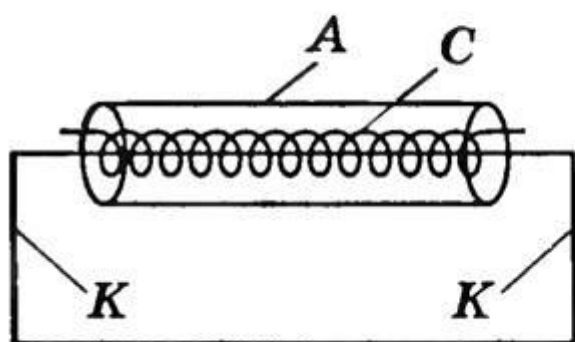
В отличие от диода трехэлектродная электронная лампа — триод — содержит, кроме катода и анода, еще и третий электрод — *управляющую сетку*. Обычно сетка представляет собой спиральную проволочку, окружающую прямолинейный катод, а ось цилиндрического анода совпадает с осью катода и сетки.

Схема включения триода в цепь для усиления анодного тока приведена на рисунке ниже. Здесь A — анод лампы; K — ее катод; C — сетка; B_a — анодная батарея; B_c — сеточная батарея, создающая напряжение между сеткой и катодом; R — потребитель тока.

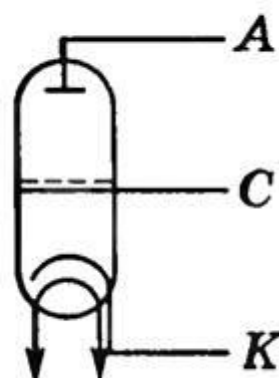
Сетка расположена ближе к катоду, чем анод, и на пути катод — сетка на электроны действует суммарное поле, создаваемое между анодом и катодом ($\phi_A - \phi_K$) и между сеткой и катодом ($\phi_C - \phi_K$). Во время работы лампы лишь часть электронов попадает на сетку и движется к катоду по внешней цепи, образуя сеточный ток I_c .

Если потенциал сетки выше потенциала катода, то

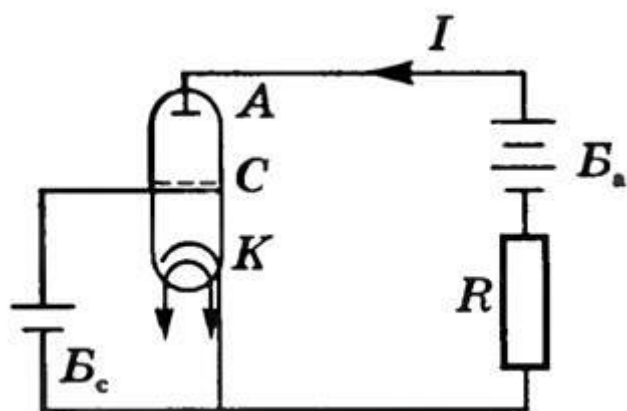
a



б



движение электронов от катода к аноду ускоряется, сила анодного тока растет. Если же потенциал сетки меньше потенциала катода, то движение электронов к аноду замедляется, и сила анодного тока уменьшается. При достаточно большом по абсолютному значению



отрицательном потенциале сетки анодный ток полностью прекращается — в этом случае говорят, что "лампа заперта".

Для управления током внутри электронной лампы вводят

дополнительные сетки. Лампу с двумя сетками

называют тетродом, т.е. четырехэлектродной, с тремя
— пентодом (пятиэлектродной).