

Электрический ток в вакууме

В вакууме отсутствуют заряженные частицы, а следовательно, он является диэлектриком. Т.е. необходимо создать определенные условия, которые помогут получить заряженные частицы.

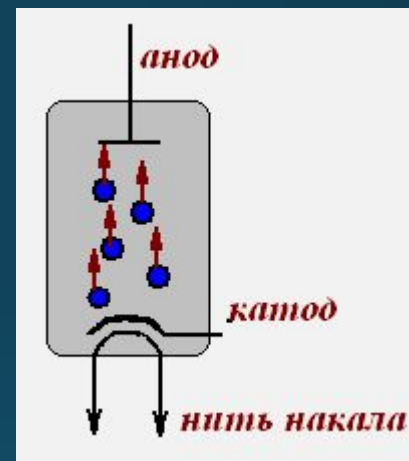
*Свободные электроны есть в металлах. При комнатной температуре они не могут покинуть металл, т. к. удерживаются в нем силами кулоновского притяжения со стороны положительных ионов. Для преодоления этих сил электрону необходимо затратить определенную энергию, которая называется **работой выхода**. Энергию, большую или равную работе выхода, электроны могут получить при разогреве металла до высоких температур.*

$$\frac{m v^2}{2} \geq A_{\text{вых}}$$

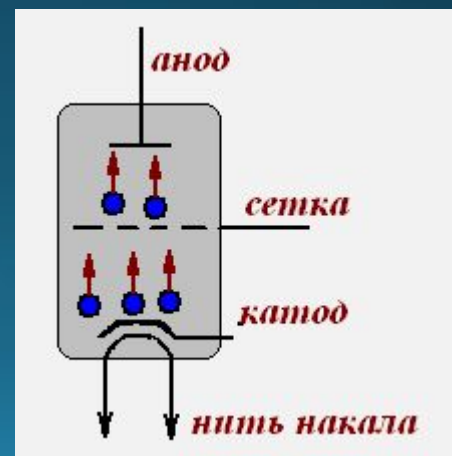
Электрический ток в вакууме

При нагревании металла количество электронов с кинетической энергией, большей работы выхода, увеличивается, поэтому из металла вылетает большее количество электронов. Испускание электронов из металлов при его нагревании называют термоэлектронной эмиссией. Для осуществления термоэлектронной эмиссии в качестве одного из электродов используют тонкую проволочную нить из тугоплавкого металла (нить накала). Подключенная к источнику тока нить раскаляется и с ее поверхности вылетают электроны. Вылетевшие электроны попадают в электрическое поле между двумя электродами и начинают двигаться направленно, создавая электрический ток. Явление термоэлектронной эмиссии лежит в основе принципа действия электронных ламп: вакуумного диода, вакуумного триода.

Вакуумный диод



Вакуумный триод



Вакуум

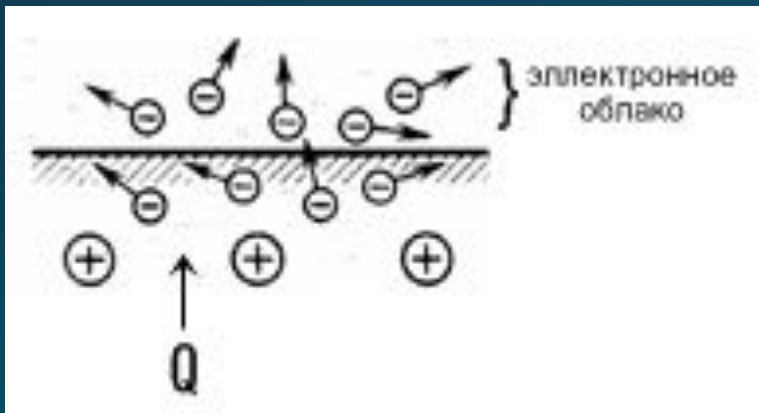
Вакуум – сильно разряженный газ, в котором длина свободного пробега частиц (от столкновения до столкновения) больше размеров сосуда

- - электрический ток невозможен, т.к. возможное количество ионизированных молекул не может обеспечить электропроводность;
- создать эл.ток в вакууме можно, если использовать источник заряженных частиц;
- действие источника заряженных частиц может быть основано на явлении термоэлектронной эмиссии.

$$p \ll p_{\text{атм}} \text{ (до } 10^{-13} \text{ мм рт. ст.)}$$

Термоэлектронная эмиссия (ТЭЭ)

Термоэлектронная эмиссия (эффект Ричардсона, эффект Эдисона) — явление вырывания электронов из металла при высокой температуре.

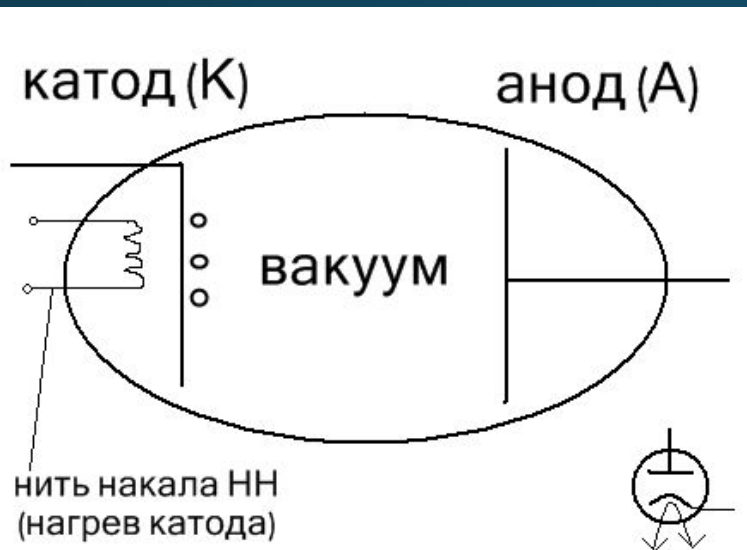


- это испускание электронов твердыми или жидкими телами при их нагревании до температур, соответствующих видимому свечению раскаленного металла. Нагретый металлический электрод непрерывно испускает электроны, образуя вокруг себя электронное облако. В равновесном состоянии число электронов, покинувших электрод, равно числу электронов, возвратившихся на него (т.к. электрод при потере электронов заряжается положительно). Чем выше температура металла, тем выше плотность электронного облака.

Вакуумный диод

Электрический ток в вакууме возможен в электронных лампах.

Электронная лампа - это устройство, в котором применяется явление термоэлектронной эмиссии.

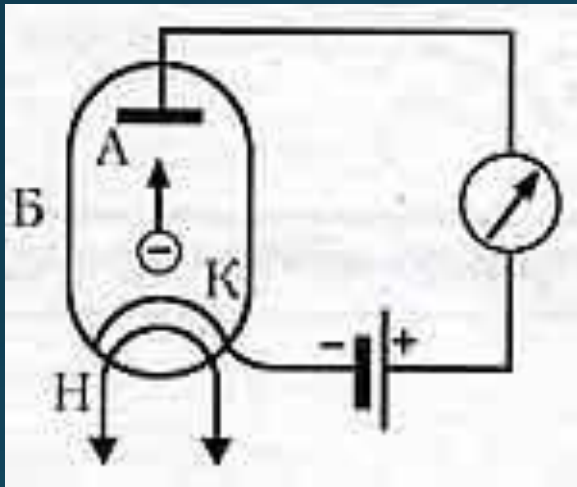


Вакуумный диод - это двухэлектродная (А- анод и К - катод) электронная лампа. Внутри стеклянного баллона создается очень низкое давление

Подробное строение вакуумного диода

- Вакуумный диод - это двухэлектродная (А- анод и К - катод) электронная лампа.

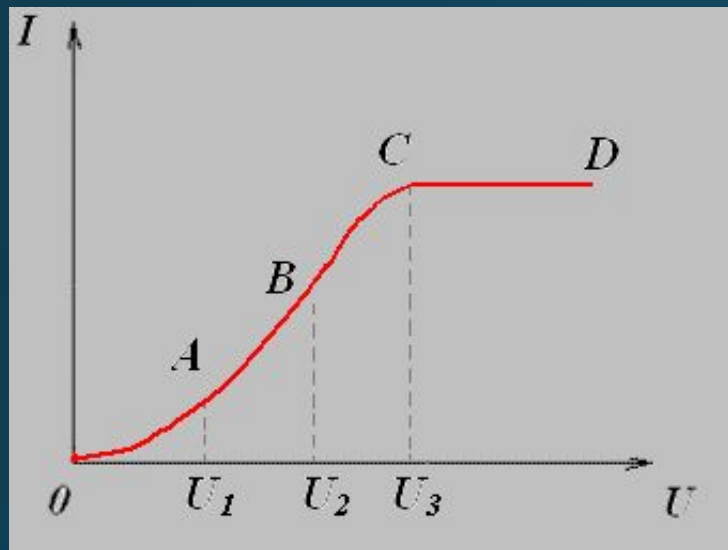
Внутри стеклянного баллона создается очень низкое давление



$(10^{-6} \div 10^{-7} \text{ мм рт. ст.})$

Н - нить накала, помещенная внутри катода для его нагревания. Поверхность нагретого катода испускает электроны. Если анод соединен с + источника тока, а катод с -, то в цепи протекает постоянный термоэлектронный ток. Вакуумный диод обладает односторонней проводимостью. Т.е. ток в аноде возможен, если потенциал анода выше потенциала катода. В этом случае электроны из электронного облака притягиваются к аноду, создавая эл. ток в вакууме.

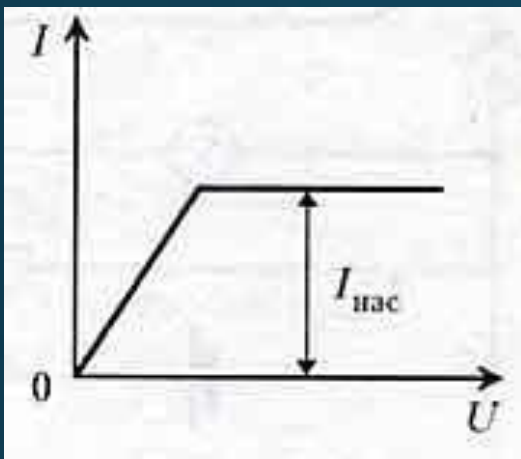
Вольт-амперная характеристика вакуумного диода.



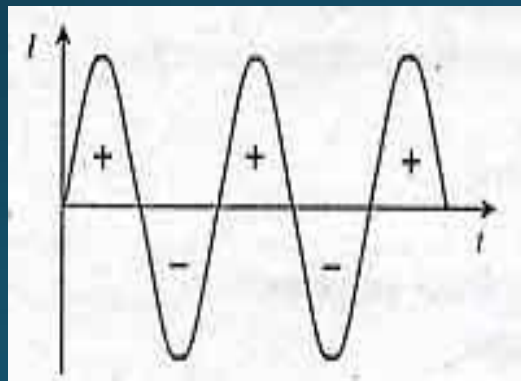
Зависимость силы тока от напряжения выражена кривой **OABCD**. При испускании электронов катод приобретает положительный заряд и поэтому удерживает возле себя электроны. При отсутствии электрического поля между катодом и анодом, вылетевшие электроны образуют у катода электронное облако. По мере увеличения напряжения между анодом и катодом большее количество электронов устремляется к аноду, а следовательно сила тока увеличивается. Эта зависимость выражена участком графика **OAB**. Участок **AB** характеризует прямую зависимость силы тока от напряжения, т.е. в интервале напряжений $U_1 - U_2$ выполняется закон Ома.

Нелинейная зависимость на участке **BСD** объясняется тем, что число электронов, устремляющихся к аноду, становится больше числа электронов, вылетающих с катода. При достаточно большом значении напряжения U_3 все электроны, вылетающие с катода, достигают анода, и электрический ток достигает насыщения.

Вольтамперная характеристика вакуумного диода.



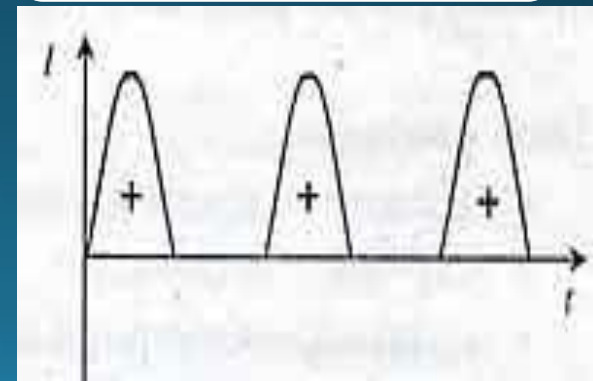
Ток на входе диодного выпрямителя:



Вакуумный диод используется для выпрямления переменного тока.

В качестве источника заряженных частиц можно использовать радиоактивный препарат, испускающий α -частицы. Под действием сил электрического поля α -частицы будут двигаться, т.е. возникнет электрический ток. Таким образом, электрический ток в вакууме может быть создан упорядоченным движением любых заряженных частиц (электронов, ионов).

Ток на входе диодного выпрямителя:



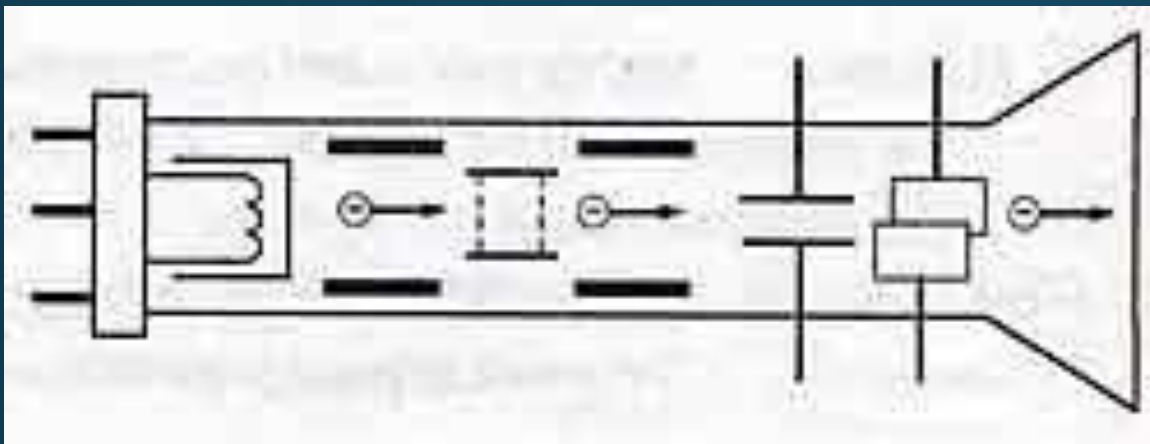
Электронные пучки

- это поток быстро летящих электронов в электронных лампах и газоразрядных устройствах.

Свойства и применение:

- Попадая на тела, вызывают их нагревание (электронная плавка в вакууме)
- Отклоняются в электрических полях;
- Отклоняются в магнитных полях под действием силы Лоренца;
- При торможении пучка, попадающего на вещество возникает рентгеновское излучение;
- Вызывает свечение (люминесценцию) некоторых твердых и жидких тел (люминофоров);

Электронно - лучевая трубка (ЭЛТ)



- используются явления термоэлектронной эмиссии и свойства электронных пучков.

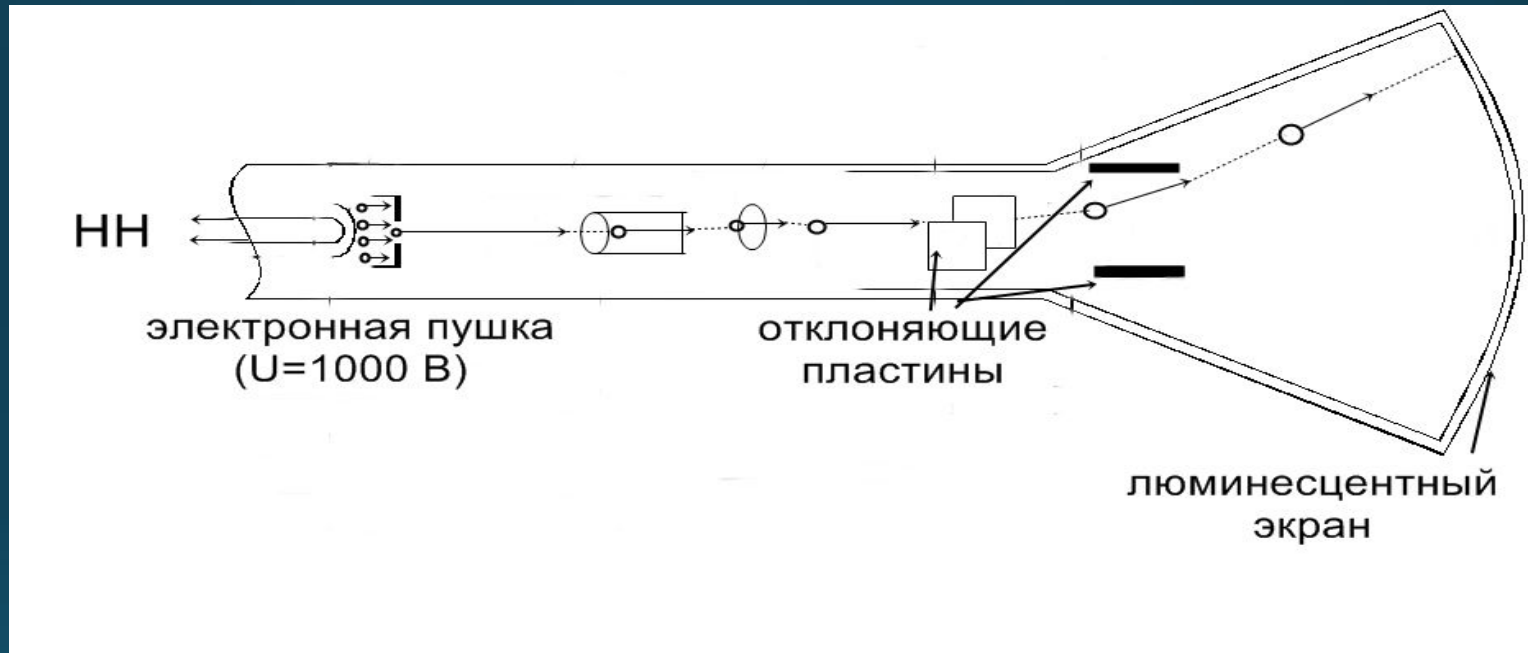
ЭЛТ состоит из электронной пушки, горизонтальных и вертикальных отклоняющих пластин-электродов и экрана.

В электронной пушке электроны, испускаемые подогревным катодом, проходят через управляющий электрод-сетку и ускоряются анодами. Электронная пушка фокусирует электронный пучок в точку и изменяет яркость свечения на экране. Отклоняющие горизонтальные и вертикальные пластины позволяют перемещать электронный пучок на экране в любую точку экрана. Экран трубки покрыт люминофором, который начинает светиться при бомбардировке его электронами.

Существуют два вида трубок:

- 1) с электростатическим управлением электронного пучка (отклонение эл. пучка только лишь эл. полем);
- 2) с электромагнитным управлением (добавляются магнитные отклоняющие катушки).

Электронно-лучевая трубка



Применение:

- В кинескопах телевизора
- В осциллографах
- В дисплеях

