

# 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.*

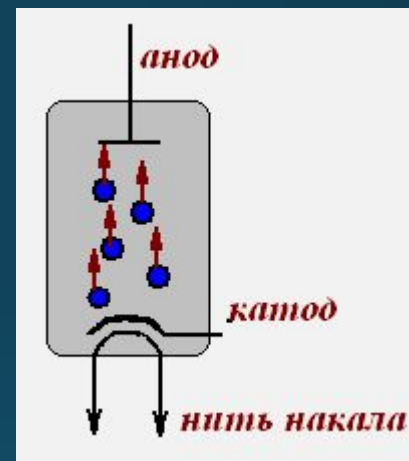
*Свободные электроны есть в металлах. При комнатной температуре они не могут покинуть металл, т. к. удерживаются в нем силами кулоновского притяжения со стороны положительных ионов. Для преодоления этих сил электрону необходимо затратить определенную энергию, которая называется **работой выхода**. Энергию,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

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

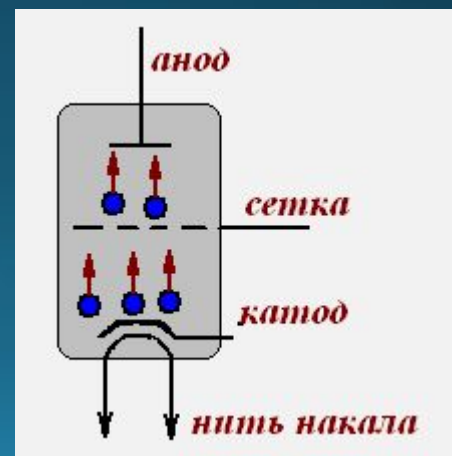
# Электрический ток в вакууме

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

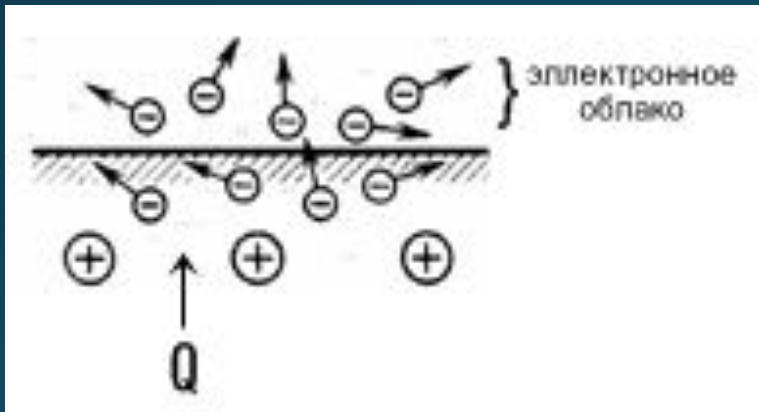
**Вакуум** – сильно разреженный газ, в котором длина свободного пробега частиц (от столкновения до столкновения) больше размеров сосуда

- - 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.

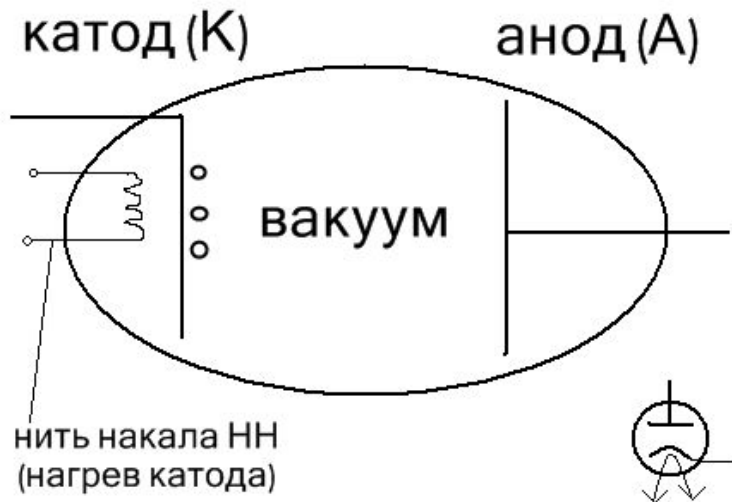


- это испускание электронов твердыми или жидкими телами при их нагревании до температур, соответствующих видимому свечению раскаленного металла. Нагретый металлический электрод непрерывно испускает электроны, образуя вокруг себя электронное облако. В равновесном состоянии число электронов, покинувших 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.*

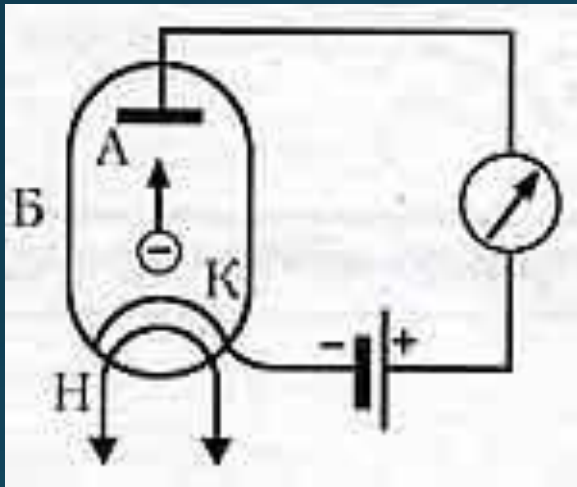


Вакуумный диод - это двухэлектродная (А- анод и К - катод) электронная лампа. Внутри стеклянного баллона создается очень низкое давление

# Подробное строение вакуумного диода

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

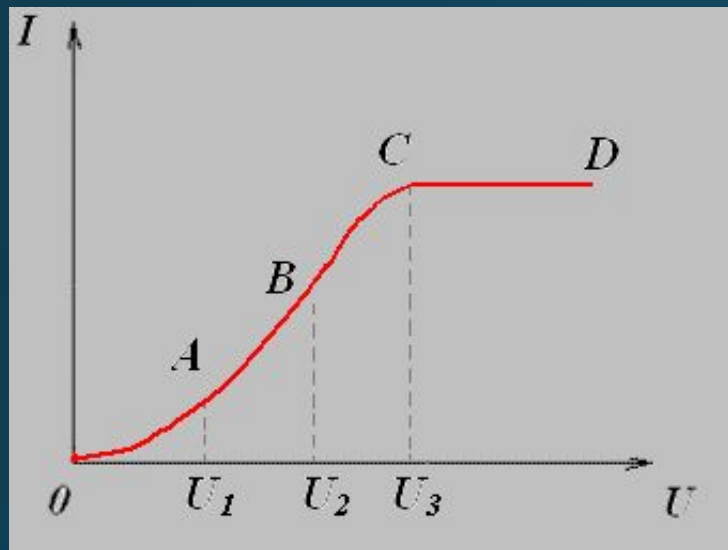
Внутри стеклянного баллона создается очень низкое давление



$(10^{-6} \div 10^{-7}$  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.

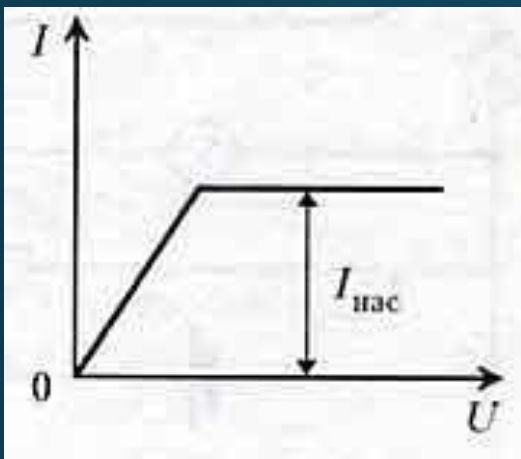
# Вольт-амперная характеристика вакуумного диода.



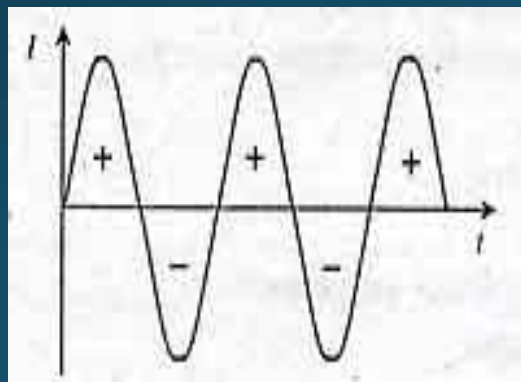
Зависимость силы тока от напряжения выражена кривой **OABCD**. При испускании электронов катод приобретает положительный заряд и поэтому удерживает возле себя электроны. При отсутствии электрического поля между катодом и анодом, вылетевшие электроны образуют у катода электронное облако. По мере увеличения 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 **BCD** 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.



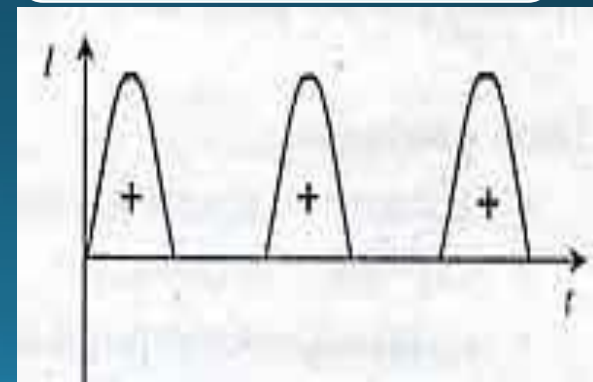
Ток на входе диодного выпрямителя:



**В**акуумный диод используется для выпрямления переменного тока.

*В качестве источника заряженных частиц можно использовать радиоактивный препарат, испускающий  $\alpha$ -частицы. Под действием сил электрического поля  $\alpha$ -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:





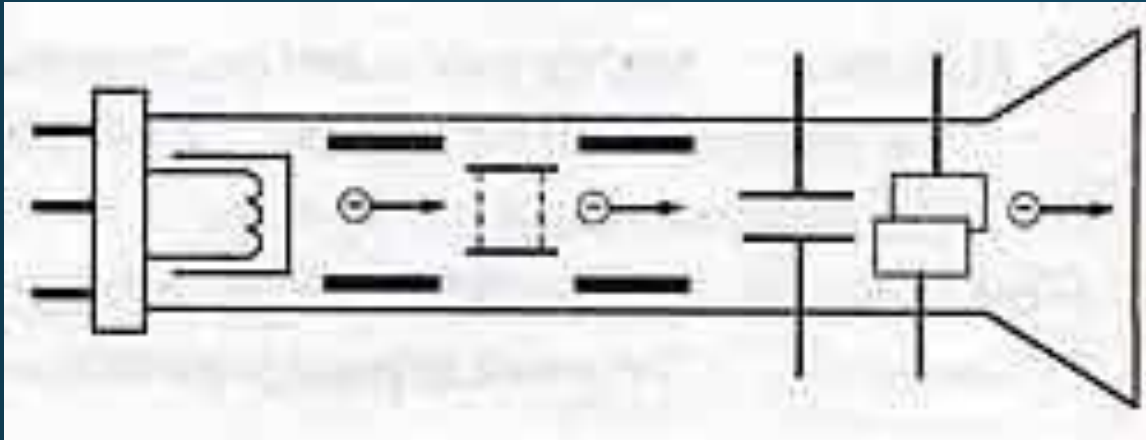
# Электронные пучки

- 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.

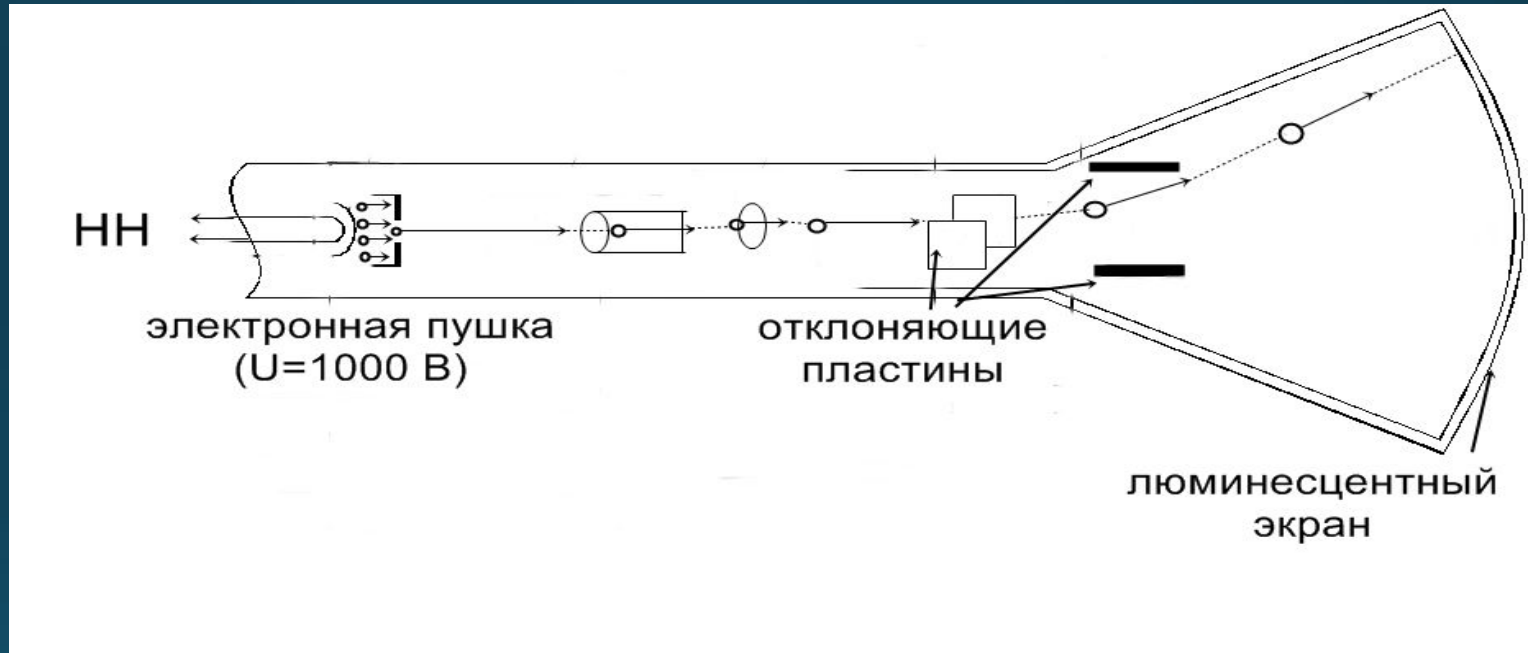
ЭЛТ состоит из электронной пушки, горизонтальных и вертикальных отклоняющих пластин-электродов и экрана.

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

