

Электрический ток в вакууме

**Урок изучения нового материала
10 класс**

Что такое вакуум?

- **Вакуум** - это такая степень разрежения газа, при которой соударений молекул практически нет (длина свободного пробега частиц от столкновения до столкновения больше размеров сосуда)

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

- Электрический ток невозможен, т.к. возможное количество ионизированных молекул не может обеспечить электропроводность.
- Создать электрический ток в вакууме можно, если использовать источник заряженных частиц.
- Действие источника заряженных частиц может быть основано на явлении **термоэлектронной эмиссии**.

Термоэлектронная эмиссия

- **Термоэлектронная эмиссия** - это испускание электронов твердыми или жидкими телами при их нагревании до температур, соответствующих видимому свечению раскаленного металла.
- Условие вылета электронов: $E_K \geq A_{\text{ВЫХ}}$
 $E_K \sim f(T)$, $A_{\text{ВЫХ}} \sim f$ (свойства вещества)
- 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.

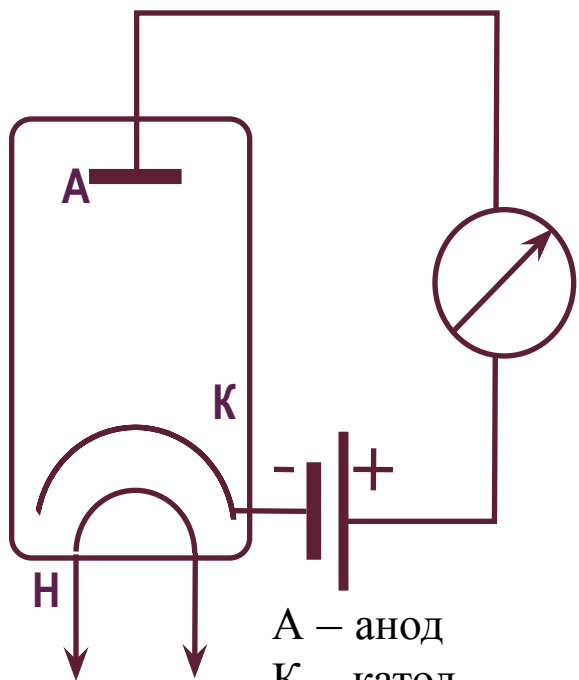
Фотоэлектронная эмиссия

- **Фотоэлектронная эмиссия** - это испускание электронов твердыми или жидкими телами при облучении
- Условие вылета электронов: $E_{\text{к}} \geq A_{\text{вых}}$
 $E_{\text{к}} \sim f(T)$, $A_{\text{вых}} \sim f$ (свойства вещества)
- Облученный металлический электрод непрерывно испускает электроны, образуя вокруг себя электронное облако.
- Чем выше энергия облучения, тем выше плотность электронного облака.
- Катод выполняется из щелочных и щелочно-земельных металлов с малой работой выхода



Вакуумный диод

- Электрический ток в вакууме возможен в электронных лампах.
- **Электронная лампа** - это устройство, в котором применяется явление термоэлектронной эмиссии.

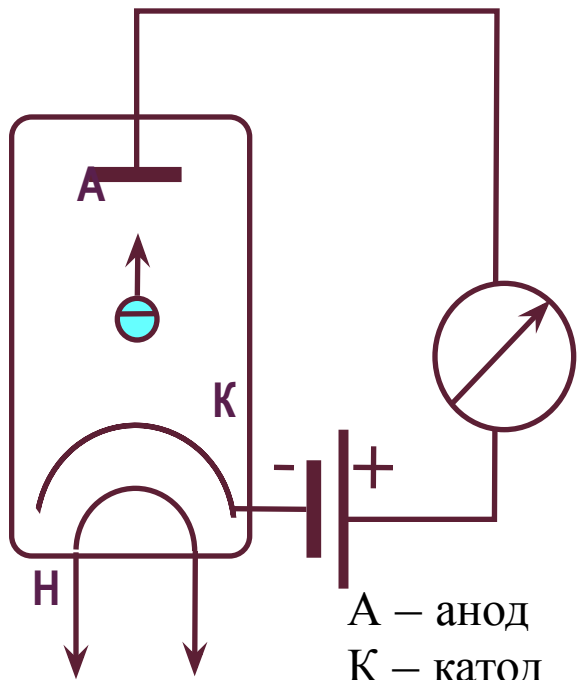


A – анод
K – катод
H – нить накала

- Вакуумный диод - это двухэлектродная электронная лампа.
- Внутри стеклянного баллона создается очень низкое давление.
- В баллон впаяны два электрода - анод и катод.
- Если сам катод подогревается – это катод прямого накала
- Если катод подогревает проводник – это катод косвенного накала

Вакуумный диод

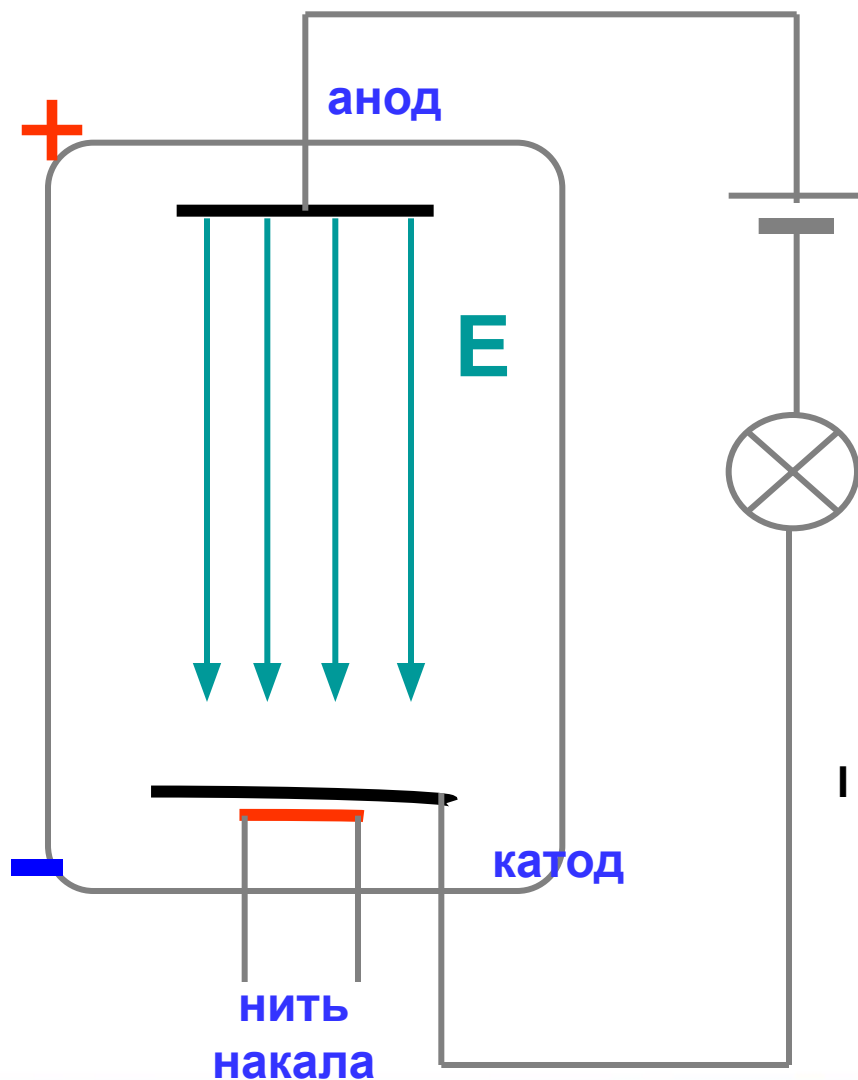
- Поверхность нагретого катода испускает электроны, поэтому проводимость в вакууме электронная
- Если анод соединен с + источника тока, а катод с -, то в цепи протекает постоянный термоэлектронный ток.



А – анод
К – катод
Н – нить накала

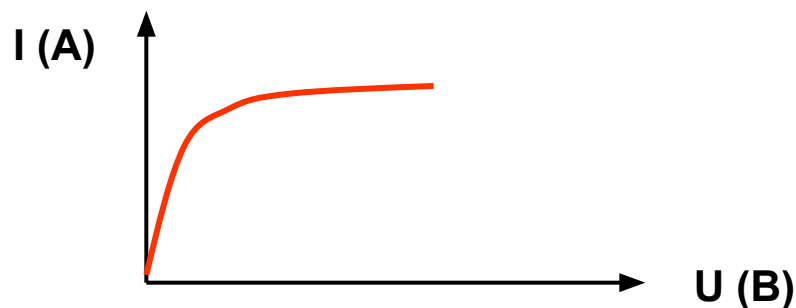
- Т.е. ток в аноде возможен, если потенциал анода выше потенциала катода.
- В этом случае электроны из электронного облака притягиваются к аноду, создавая электрический ток в вакууме.
- Вакуумный диод обладает односторонней проводимостью.

Вакуумный диод



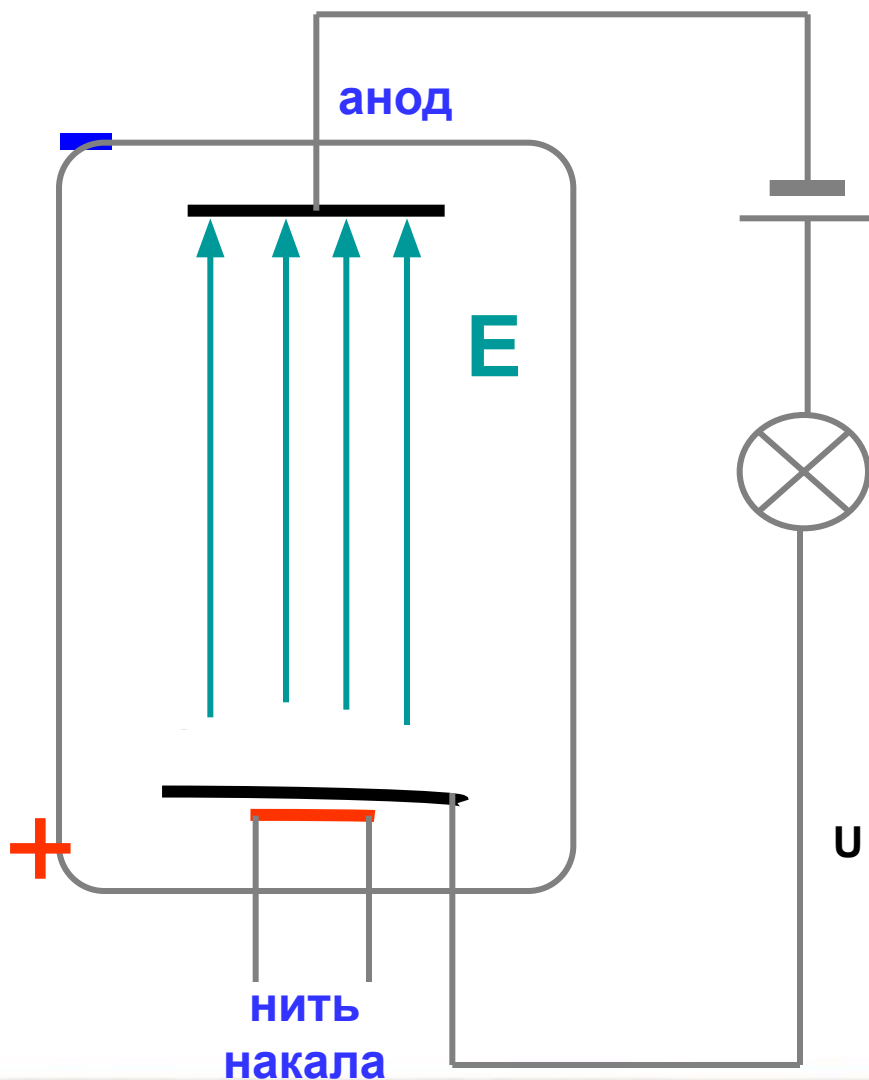
1. Прямое включение

- Электроны, вылетевшие из разогретого катода, устремляются к аноду, замыкая цепь
- **Вакуумный диод хорошо проводит ток в прямом направлении**
- При увеличении напряжения на аноде происходит **насыщение** – все электроны достигают анода



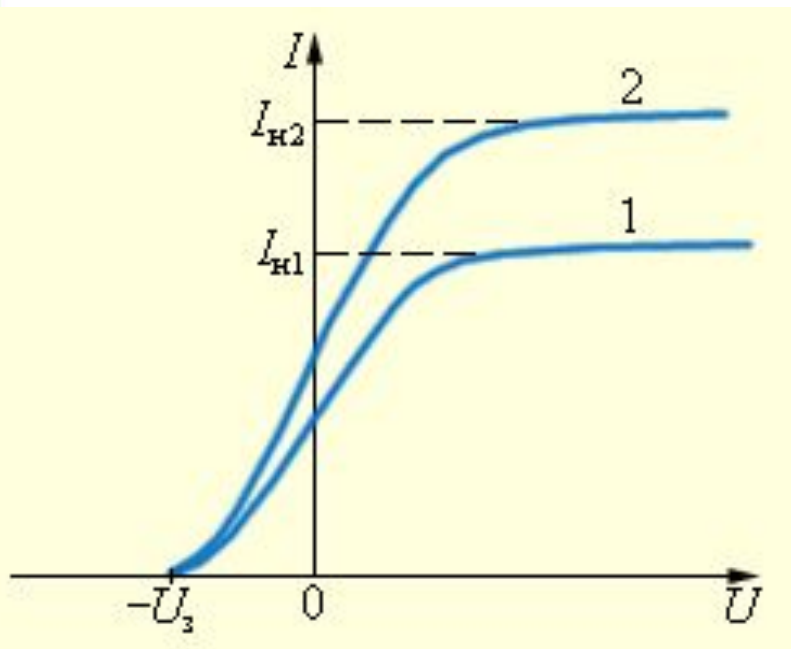
Вакуумный диод

2. Обратное включение

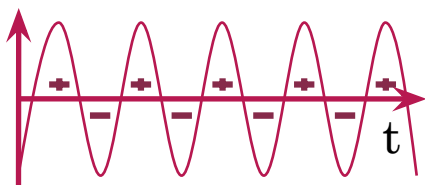


- Электроны, вылетевшие из разогретого катода, тормозятся электрическим полем и возвращаются к катоду
- Вакуумный диод не проводит ток в обратном направлении

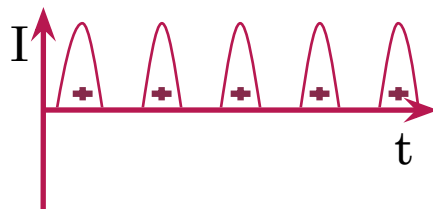
Вольт - амперная характеристика вакуумного диода



- При малых напряжениях на аноде не все электроны, испускаемые катодом, достигают анода, и ток небольшой.
- При больших напряжениях ток достигает насыщения, т. е. максимального значения.
- Вакуумный диод используется для выпрямления переменного тока (**кенотрон**)



ток до выпрямления



ток после выпрямления

Электронные пучки

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



Свойства электронных пучков

- отклоняются в электрических полях
- отклоняются в магнитных полях под действием силы Лоренца
- при торможении пучка, попадающего на вещество возникает рентгеновское излучение
- вызывают свечение (люминесценцию) некоторых твердых и жидких тел (люминофоров)
- нагревают вещество, попадая на него.

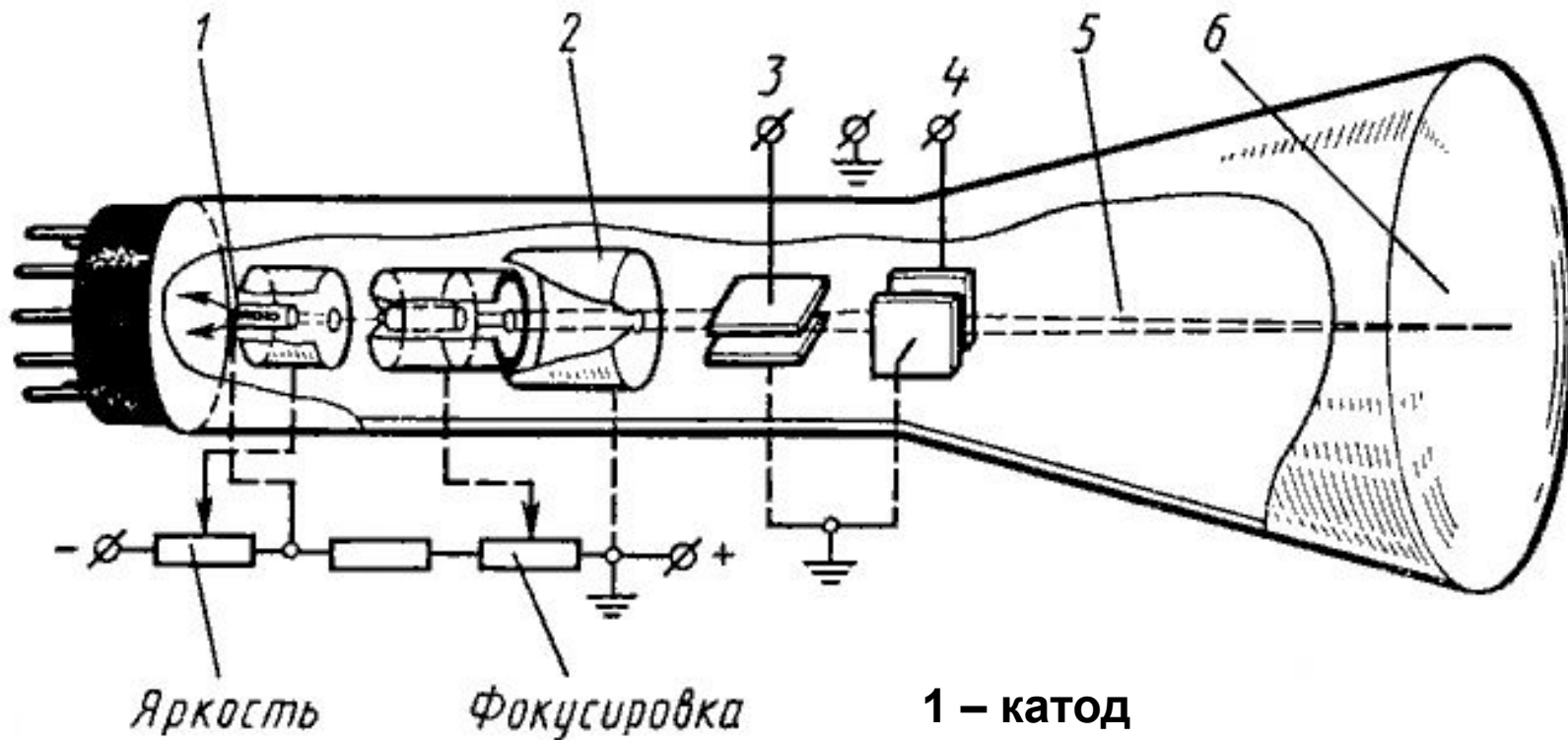


Электронно-лучевая трубка



Электронно – лучевая трубка – электровакуумный прибор, в котором используется электронный пучок малого сечения, который может отклоняться в любом направлении, и, попадая на люминесцентный экран, создавать изображение.

Устройство электронно – лучевой трубки



- 1 – катод
- 2 – анод (1-30 кВ)
- 3 – горизонтальные пластины
- 4 – вертикальные пластины
- 5 – электронный луч
- 6 – экран

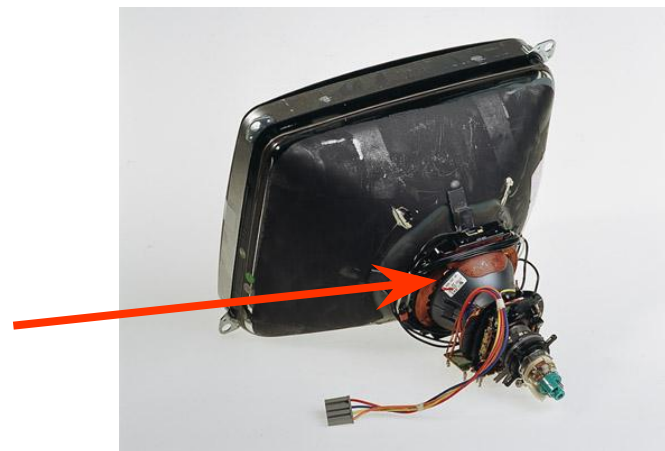
Работа электронно - лучевой трубки

- В электронной пушке электроны, испускаемые подогреваемым 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.

Электронно – лучевая трубка

Существуют два вида электронно-лучевых трубок

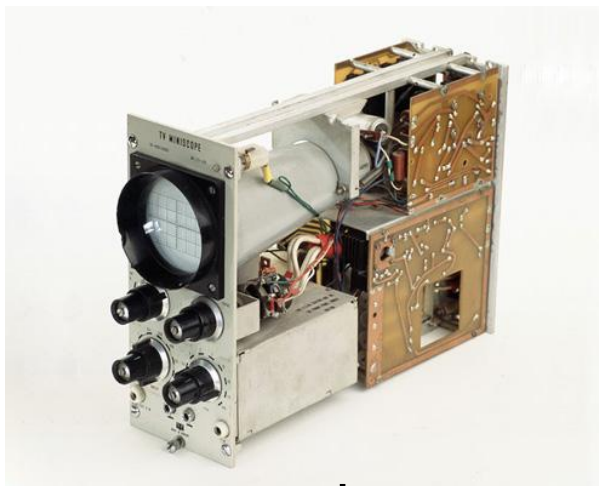
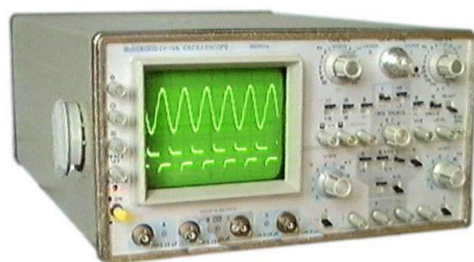
- С электростатическим управлением электронного пучка (отклонение электрического пучка только электрическим пс
- С электромагнитным управлением (есть магнитные отклоняющие катушки)



Кинескоп – электронно – вакуумная трубка, предназначенная для создания телевизионного изображения

Применение электронно – лучевой трубки

- кинескопы в телеаппаратуре
- дисплеи ЭВМ
- электронные осциллографы в измерительной технике



Электронные осциллографы широко применяются для исследования электрических сигналов, измерений, настройки радиотехнических устройств