



Ток в вакууме

**Группа: Большакова, Полушина,
Федорова, Макарова, Шевченко,
Ефременков**

Что называют электрическим током?



- *Электрический ток - упорядоченное движение заряженных частиц под действием сил электрического поля или сторонних сил.*
- *За направление тока выбрано направление движения положительно заряженных частиц.*
- *Электрический ток называют **постоянным**, если сила тока и его направление не меняются с течением времени.*

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.*



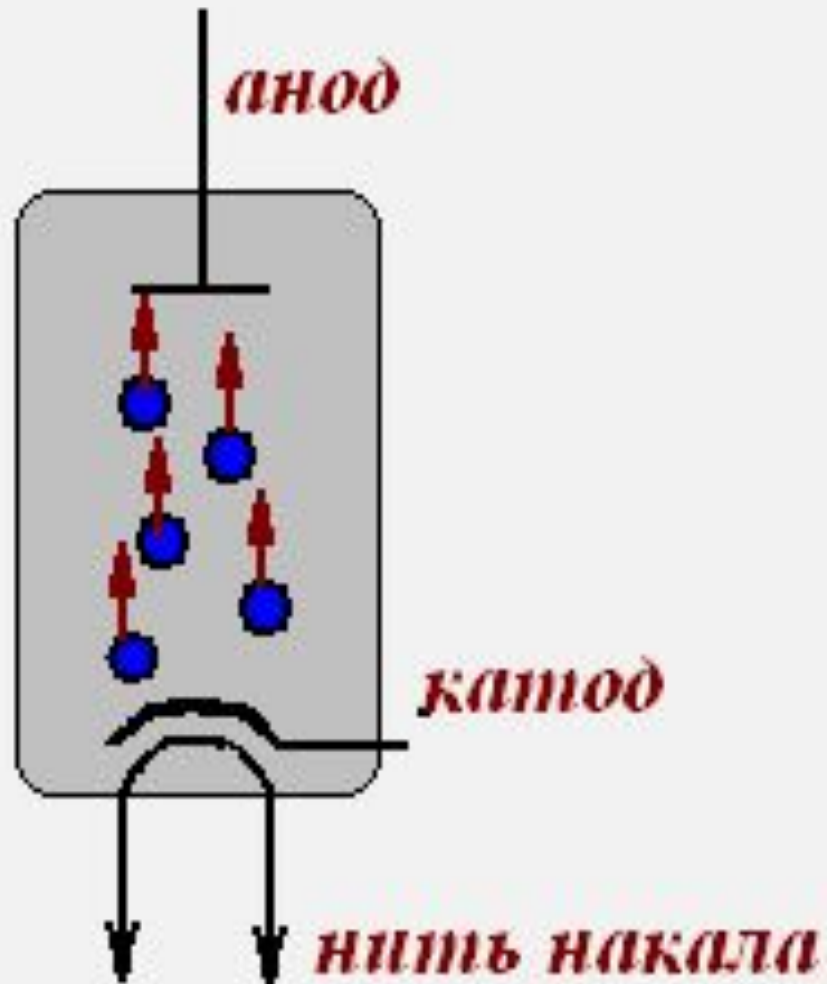
$$\frac{mv^2}{2} \geq A_{\text{ВЫХ}}$$



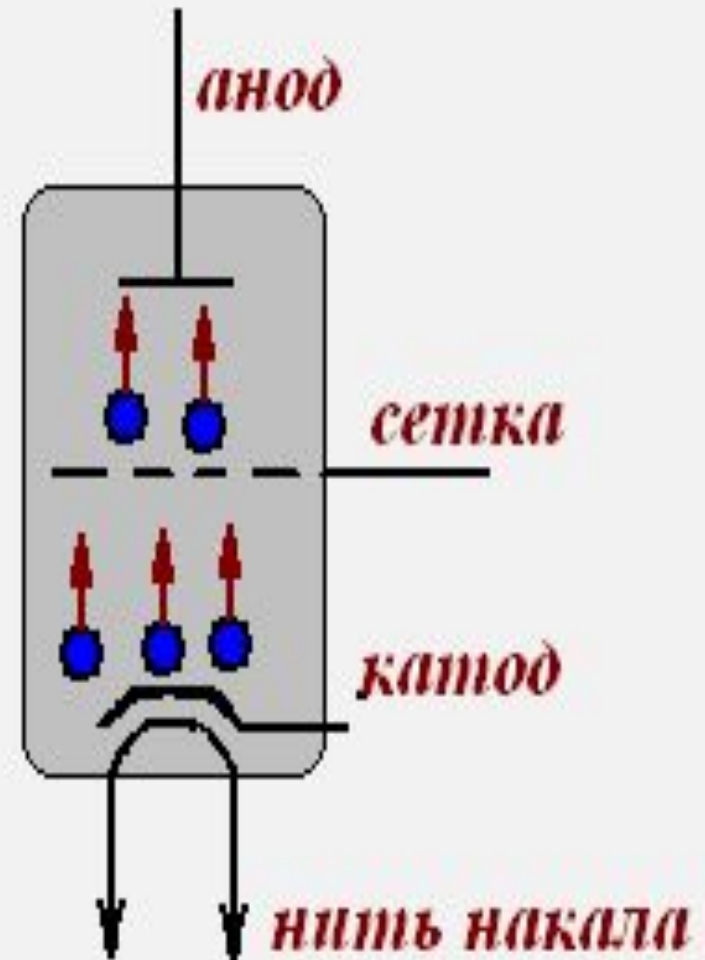
- *При нагревании металла количество электронов с кинетической энергией, большей работы выхода, увеличивается, поэтому из металла вылетает большее количество электронов. Испускание электронов из металлов при его нагревании называют **термоэлектронной эмиссией**. Для осуществления термоэлектронной эмиссии 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



- Сопротивление R однородного проводника постоянного сечения зависит от свойств вещества проводника, его длины и сечения следующим образом:



-
- где ρ — удельное сопротивление вещества проводника, L — длина проводника, а S — площадь сечения. Величина, обратная удельному сопротивлению называется удельной проводимостью. Эта величина связана с температурой формулой Нернст-Эйнштейна:
- где
- T — температура проводника;
- D — коэффициент диффузии носителей заряда;
- Z — количество электрических зарядов носителя;
- e — элементарный электрический заряд;
- C — Концентрация носителей заряда;
- — постоянная Больцмана.
- Следовательно, сопротивление проводника связано с температурой следующим соотношением:

Зависимость сопротивления от температуры.



- Сопротивление R однородного проводника постоянного сечения зависит от свойств вещества проводника, его длины и сечения следующим образом:

где ρ — удельное сопротивление вещества проводника, L — длина проводника, а S — площадь сечения. Величина, обратная удельному сопротивлению называется удельной проводимостью. Эта величина связана с температурой формулой Нернст-Эйнштейна:

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S}$$



$$\sigma = \frac{DZ^2e^2C}{k_B T}$$

- **T** — температура проводника;
- **D** — коэффициент диффузии носителей заряда;
- **Z** — количество электрических зарядов носителя;
- **e** — элементарный электрический заряд;
- **C** — Концентрация носителей заряда;
- **k_B** — постоянная Больцмана.



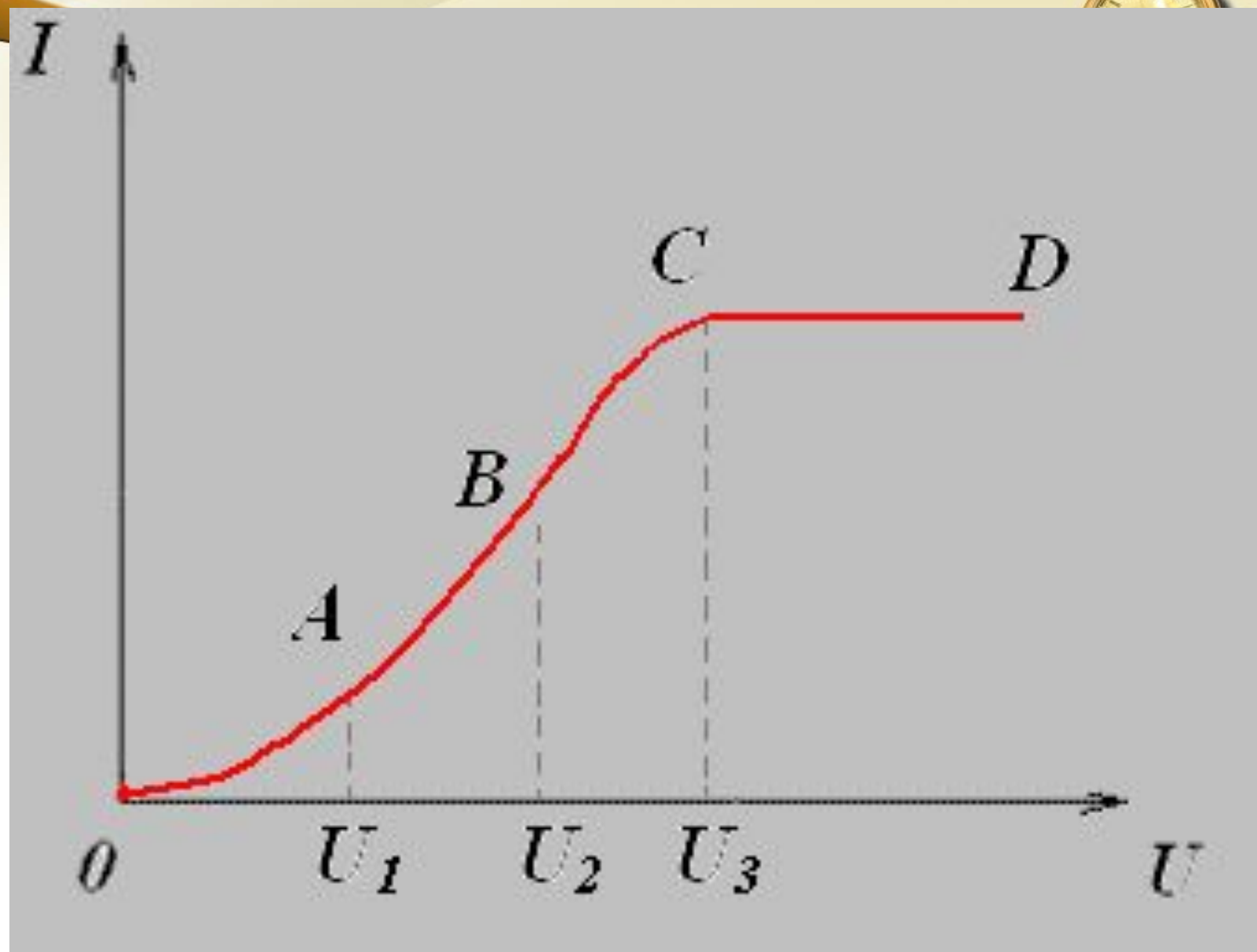
- **Следовательно, сопротивление проводника связано с температурой следующим соотношением:**

$$R = \frac{l \cdot k_B T}{SDZ^2 e^2 C}$$

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* является характеризует прямую зависимость силы тока от напряжения, т.е. в интервале напряжений $U_1 - U_2$ выполняется закон Ома.





- *Нелинейная зависимость на участке VCD 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.*
-
- *Так же 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).*

Применение тока в среде



- **Электрические токи в вакууме имеют широчайшую область применения. Это все без исключения радиолампы, ускорители заряженных частиц, масс-спектрометры, вакуумные генераторы СВЧ, такие как магнетроны, лампы бегущей волны и т.п.**

- **Электроника и радио почти ровесники. Правда, поначалу радио обходилось без**
- **помощи своей сверстницы, но позднее электронные приборы стали материальной**
- **основой радио, или, как говорят, его элементарной базой.**
- **Начало электроники можно отнести к 1883 году, когда знаменитый Томас**
- **Альфа Эдисон, пытаясь продлить срок службы осветительной лампы с угольной**
- **нитью накаливания, ввел в баллон лампы, из которой откачан воздух,**
- **металлический электрод.**
- **Именно этот опыт привел Эдисона к его единственному фундаментальному**
- **научному открытию, которое легло в основу всех электронных ламп и всей**
- **электроники дотранзисторного периода. Открытое им явление впоследствии**
- **получило название термоэлектронной эмиссии.**



- Внешне опыт Эдисона выглядел довольно просто. К выводу электрода и
- одному из выводов раскаленной электрическим током нити он подсоединил
- батарею и гальванометр.
- Стрелка гальванометра отклонялась всякий раз, когда к электроду
- подсоединялся плюс батареи, а к нити – минус. Если полярность менялась, то
- ток в цепи прекращался.
- Эдисон обнаружил этот эффект и получил патент на открытие. Правда,
- работу свою он, как говорится, до ума не довел и физическую картину явления
- не объяснил. В это время электрон еще не был открыт, а понятие
- «термоэлектронная эмиссия», естественно, могло появиться лишь после
- открытия электрона.
- Вот в чем ее суть. В раскаленной металлической нити скорость движения и
- энергия электронов повышаются настолько, что они отрываются от поверхности
- нити и свободным потоком устремляются в окружающее ее пространство.
- Вырывающиеся из нити электроны можно уподобить ракетам, преодолевшим
- силу
- земного притяжения. Если к электроду будет присоединен плюс батареи, то
- электрическое поле внутри баллона между нитью накаливания и электродом
- устремит к нему электроны. То есть внутри лампы потечет электрический ток.
- Использование тока в вакууме.
- В электронных лампах, электровакуумных печах, рентгеновских трубках,
- электронно-
- лучевых трубках, применяемых в телевизорах, в осциллографах, в дисплеях ЭВМ.

