


**Электрический
ток в
различных
средах**

Электрический ток может протекать в пяти различных средах

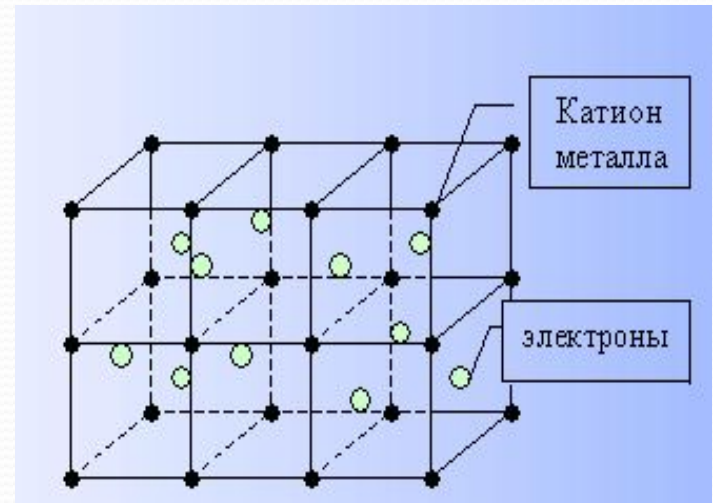
- *Металлах*
- *Вакууме*
- *Полупроводниках*
- *Жидкостях*
- *Газах*



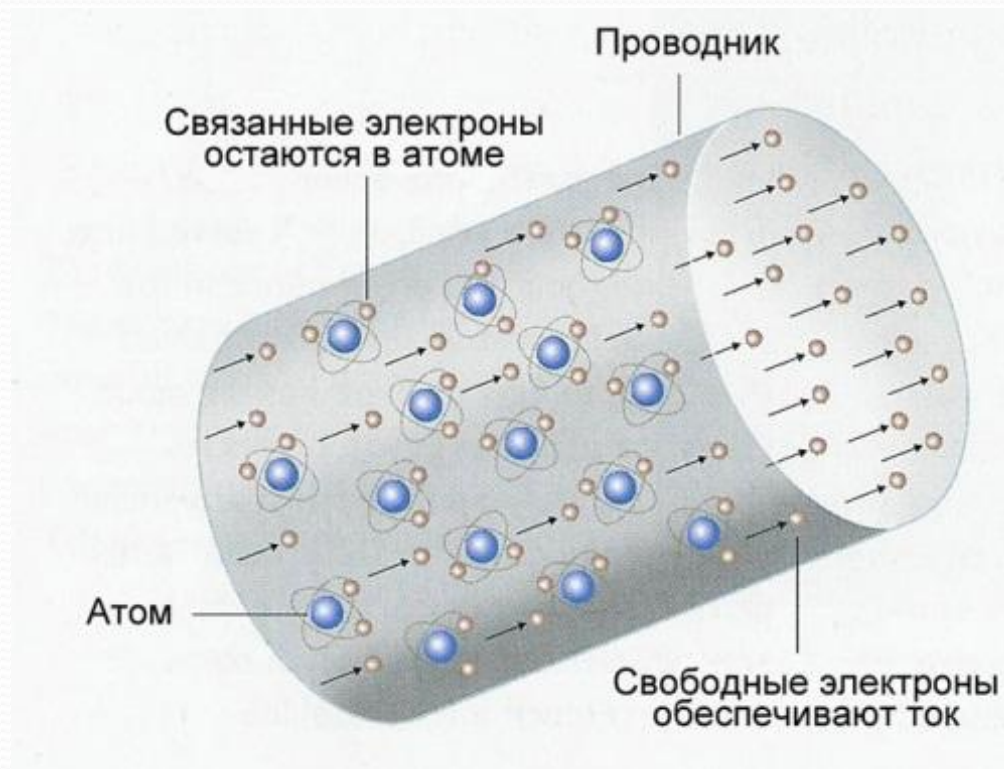
Электрический ток в металлах

Строение металлов

- Кристаллические решётки, в узлах которых находятся положительно заряженные ионы и некоторое число нейтральных атомов, между которыми передвигаются относительно свободные электроны, называют металлическими.
- Связь, которую осуществляют эти относительно свободные электроны между ионами металлов, образующих кристаллическую решётку, называют металлической

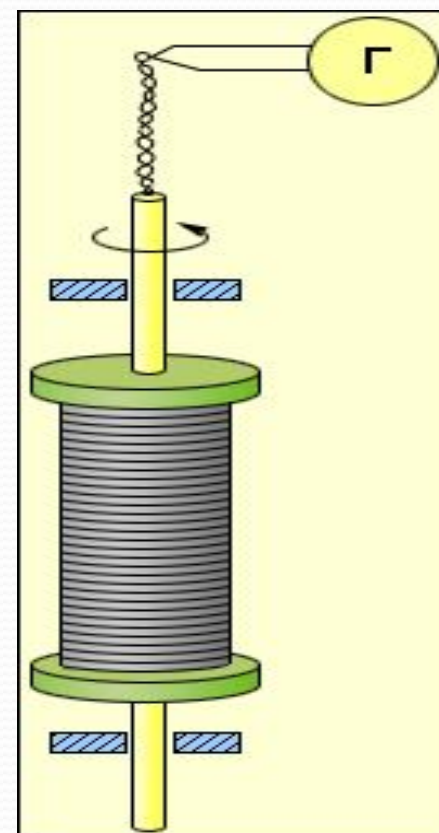


Электрический ток в металлах - это упорядоченное движение электронов под действием электрического поля.

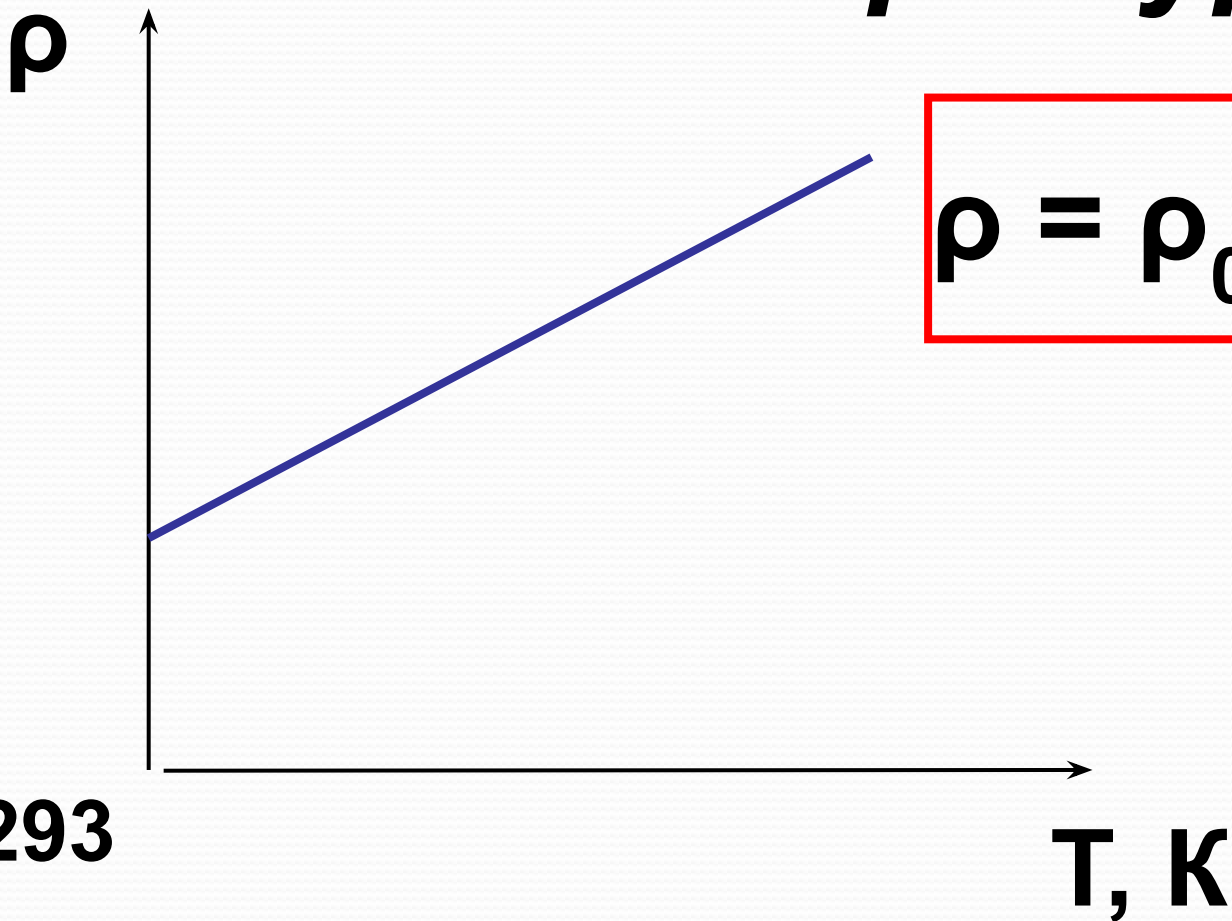


Опыты Толмена и Стюарта являются доказательством того, что металлы обладают электронной проводимостью

Катушка с большим числом витков тонкой проволоки приводилась в быстрое вращение вокруг своей оси. Концы катушки с помощью гибких проводов были присоединены к чувствительному баллистическому гальванометру «Г». Раскрученная катушка резко тормозилась, и в цепи возникал кратковременный ток, обусловленный инерцией электронов.



сопротивления проводника от температуры




$$\rho = \rho_0 (1 + \alpha \Delta T)$$

$$\alpha = \frac{1}{273} K^{-1}$$

Вывод

- *Носителями заряда в металлах являются электроны*
- *Процесс образования носителей заряда – обобществление валентных электронов*
- *Сила тока прямо пропорциональна напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению проводника – выполняется закон Ома $I = \frac{U}{R}$*
- *Техническое применение электрического тока в металлах: обмотки двигателей, трансформаторов, генераторов, проводка внутри зданий, сети электропередачи, силовые кабели*



Электрический ток в вакууме

● **Вакуум - сильно разреженный газ, в котором средняя длина свободного пробега частицы больше размера сосуда, то есть молекула пролетает от одной стенки сосуда до другой без соударения с другими молекулами. В результате в вакууме нет свободных носителей заряда, и электрический ток не возникает. Для создания носителей заряда в вакууме используют явление термоэлектронной эмиссии.**



Термоэлектронная эмиссия

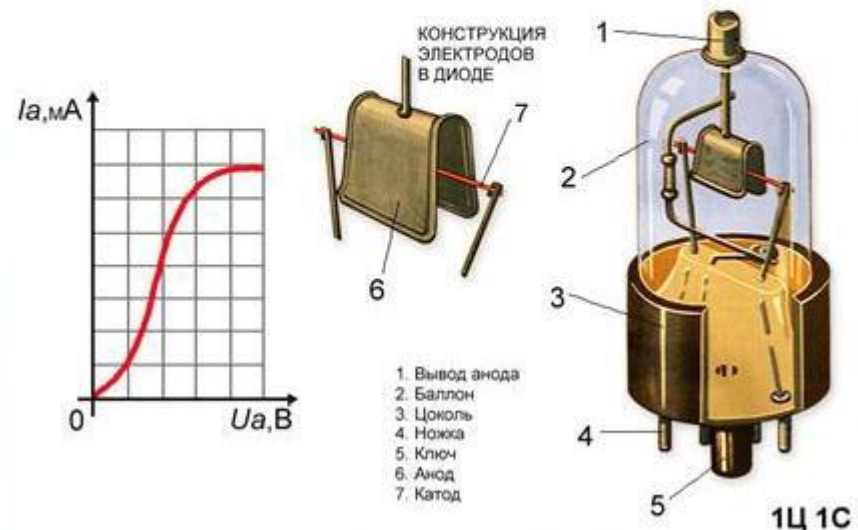
- *Термоэлектронная эмиссия – это явление «испарения» электронов с поверхности нагретого металла*
- *В вакуум вносят металлическую спираль, покрытую оксидом металла, нагревают её электрическим током (цепь накала) и с поверхности спирали испаряются электроны, движением которых можно управлять при помощи электрического поля.*

Электровакуумный диод

- **Электровакуумный диод** — вакуумная двухэлектродная электронная лампа. Катод диода нагревается до температур, при которых возникает термоэлектронная эмиссия. При подаче на анод отрицательного относительно катода напряжения эмитированные катодом электроны возвращаются на катод, при подаче анод положительного напряжения эмитированные электроны устремляются к аноду, формируя его ток. Таким образом диод выпрямляет приложенное к нему напряжение. Это свойство диода используется для выпрямления переменного тока и детектирования сигналов высокой частоты. Практический частотный диапазон традиционного вакуумного диода ограничен частотами до 500 МГц. Дисковые диоды, интегрированные в волноводы, способны детектировать частоты до 10 ГГц

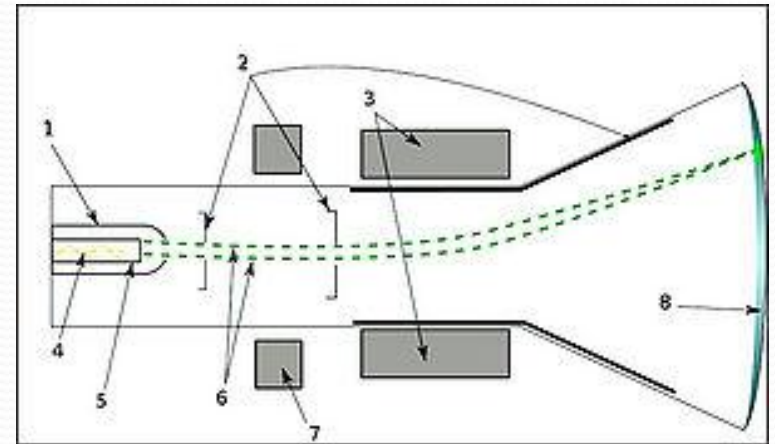
Вакуумный диод

ВАКУУМНЫЙ ДИОД



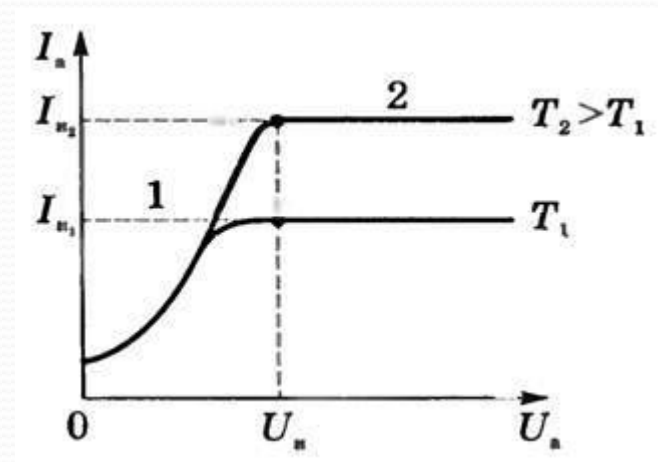
Электронно-лучевая трубка

- **Электронно-лучевая трубка (ЭЛТ), кинескоп** — электровакуумный прибор, преобразующий электрические сигналы в световые.
- В строгом смысле, электронно-лучевыми трубками называют ряд электронно-лучевых приборов, одним из которых является кинескоп.
- Принципиальное устройство (см. Рис.)
- 4,5 — электронная пушка, предназначена для формирования электронного луча, в цветных кинескопах и многолучевых осциллографических трубках объединяются в электронно-оптический прожектор;
- 8 — экран, покрытый люминофором — веществом, светящимся при попадании на него пучка электронов;
- 3 — отклоняющая система, управляет лучом таким образом, что он формирует требуемое изображение;
- 7 — электромагнитная фокусировка.
- Использовался при создании ламповых телевизоров.



Вывод

- *Носители заряда – электроны;*
- *Процесс образования носителей заряда – термоэлектронная эмиссия;*
- *Техническое применение – вакуумные лампы (диод, триод), электронно – лучевая трубка.*
- *Закон Ома не выполняется-
Вольт-амперная характеристика диода (рис) является нелинейной в отличие от вольт-амперной характеристики металлического проводника.*

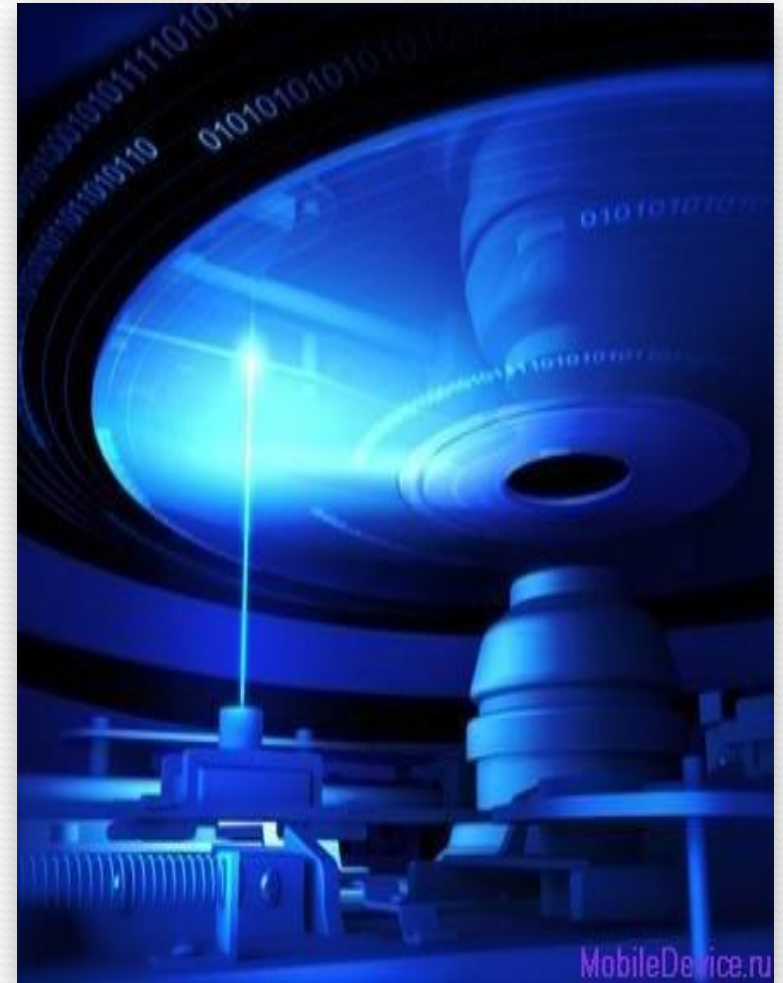




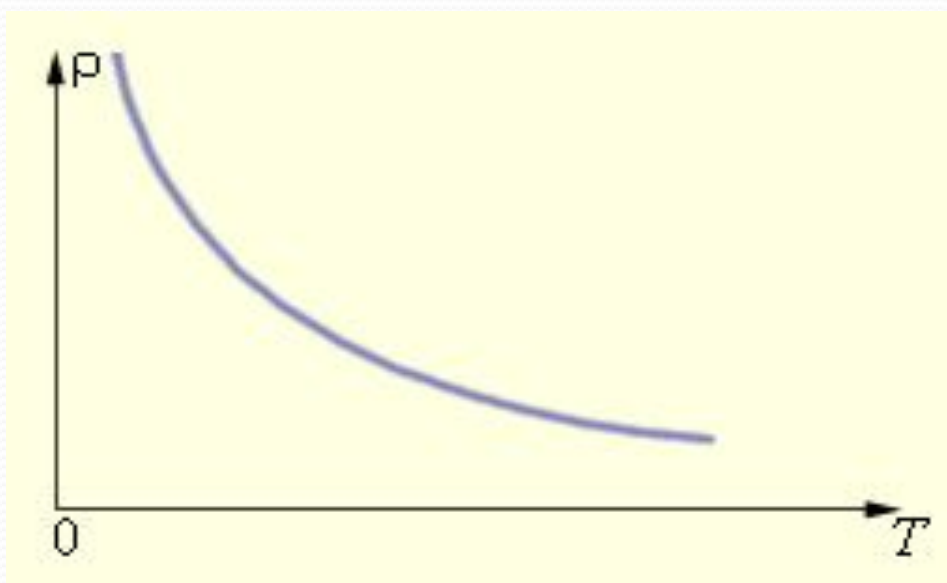
Электрический ток в полупроводниках

Полупроводники

- Полупроводники - твердые вещества, проводимость которых зависит от внешних условий (в основном от нагревания и от освещения).
- При нагревании или освещении некоторые электроны приобретают возможность свободно перемещаться внутри кристалла, так что при приложении электрического поля возникает направленное перемещение электронов.
- Полупроводники представляют собой нечто среднее между проводниками и изоляторами.



- **С понижением температуры сопротивление металлов падает. У полупроводников, напротив, с понижением температуры сопротивление возрастает и вблизи абсолютного нуля они практически становятся изоляторами.**
- **Зависимость удельного сопротивления ρ чистого полупроводника от абсолютной температуры T .**

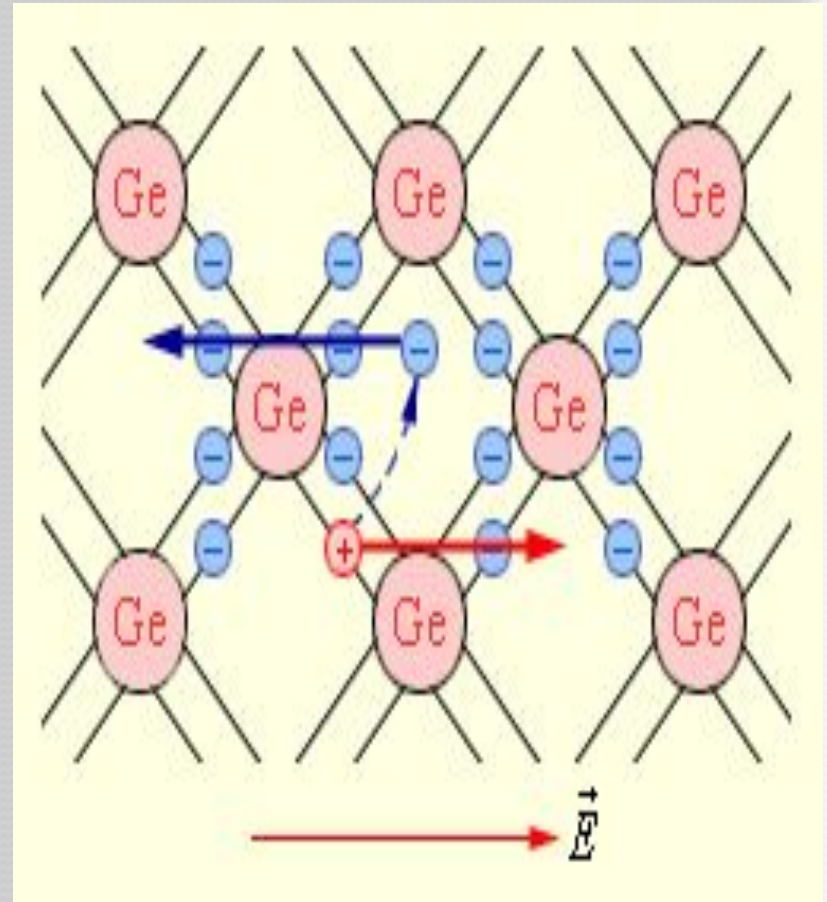


проводимость полупроводников

- *Атомы германия имеют четыре слабо связанных электрона на внешней оболочке. Их называют валентными электронами. В кристаллической решетке каждый атом окружен четырьмя ближайшими соседями. Связь между атомами в кристалле германия является ковалентной, т. е. осуществляется парами валентных электронов. Каждый валентный электрон принадлежит двум атомам . Валентные электроны в кристалле германия гораздо сильнее связаны с атомами, чем в металлах; поэтому концентрация электронов проводимости при комнатной температуре в полупроводниках на много порядков меньше, чем у металлов. Вблизи абсолютного нуля температуры в кристалле германия все электроны заняты в образовании связей. Такой кристалл электрического тока не проводит.*

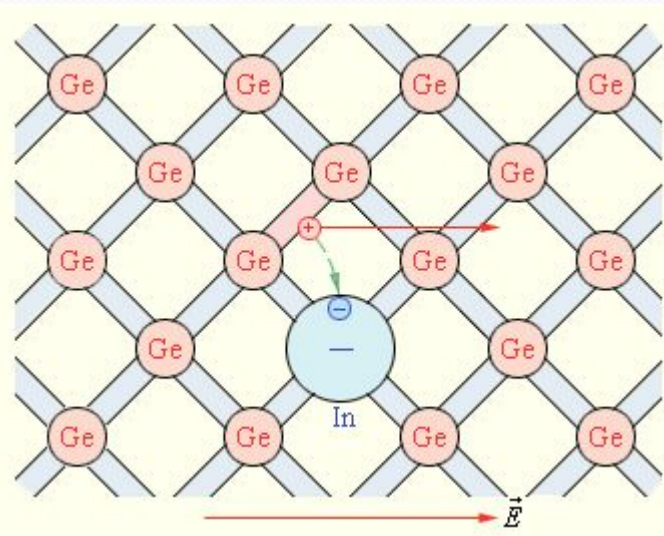
электронно-дырочной пары

- При повышении температуры или увеличении освещенности некоторая часть валентных электронов может получить энергию, достаточную для разрыва ковалентных связей. Тогда в кристалле возникнут свободные электроны (электроны проводимости). Одновременно в местах разрыва связей образуются вакансии, которые не заняты электронами. Эти вакансии получили название «дырок».



Примесная проводимость полупроводников

- Проводимость полупроводников при наличии примесей называется примесной проводимостью. Различают два типа примесной проводимости – электронную и дырочную проводимости.



Электронная и дырочная проводимости

- Если примесь имеет валентность большую, чем чистый полупроводник, то появляются свободные электроны. Проводимость – электронная, примесь донорная, полупроводник n – типа.
- Если примесь имеет валентность меньшую, чем чистый полупроводник, то появляются разрывы связей – дырки. Проводимость – дырочная, примесь акцепторная, полупроводник p – типа.

Вывод

- Носители заряда – электроны и дырки
- Процесс образования носителей заряда – нагревание, освещение или внедрение примесей
- Закон Ома не выполняется-Закон Ома утверждает, что сила тока пропорциональна приложенному напряжению, а для полупроводников (имеется в виду не чистый полупроводник, а например p-n-переход) это не так, поэтому нельзя считать, что для проводников выполняется закон Ома.
- Техническое применение – электроника



Электрический ток в жидкостях

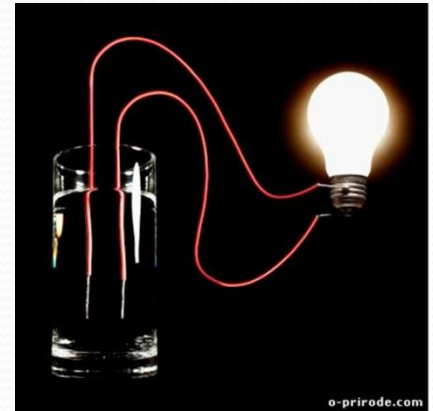
Жидкости

- *проводники (растворы кислот, щелочей и солей);*
- *диэлектрики (дистиллированная вода, керосин ...)*
- *полупроводники (расплавы сульфидов, расплавленный селен).*

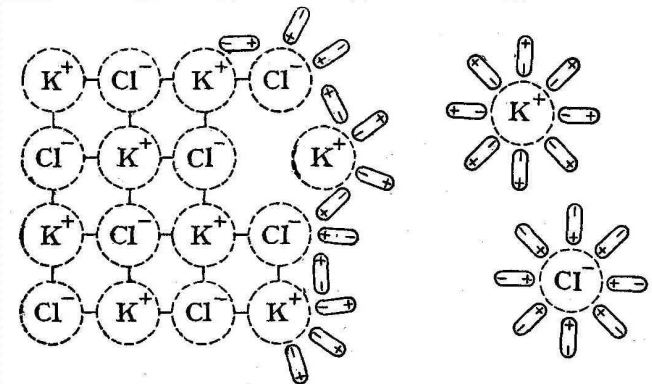
Электролиты

- Электролитами принято называть проводящие среды, в которых протекание электрического тока сопровождается переносом вещества. Носителями свободных зарядов в электролитах являются положительно и отрицательно заряженные ионы. Электролитами являются водные растворы неорганических кислот, солей и щелочей.

электролиты

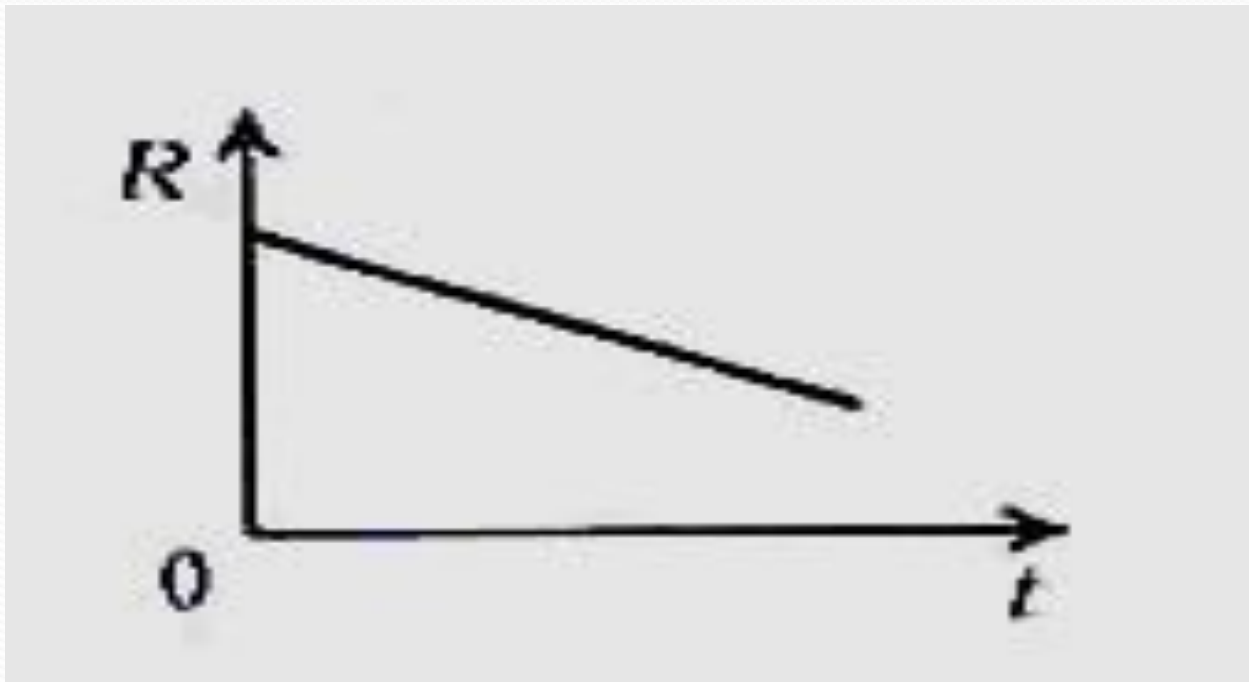


водные растворы электролитов



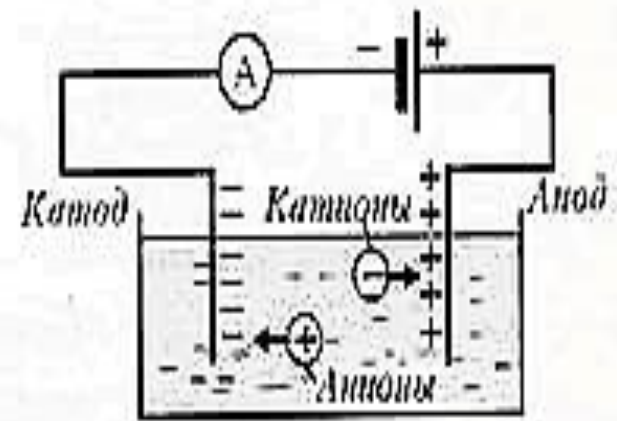
Сопротивление электролитов падает с ростом температуры, так как с ростом температуры растёт количество ионов.

- *График зависимости сопротивления электролита от температуры.*



Явление электролиза

- Это выделение на электродах веществ, входящих в электролиты; Положительно заряженные ионы (анионы) под действием электрического поля стремятся к отрицательному катоду, а отрицательно заряженные ионы (катионы) - к положительному аноду. На аноде отрицательные ионы отдают лишние электроны (окислительная реакция) На катоде положительные ионы получают недостающие электроны (восстановительная).



Законы электролиза Фарадея.

- Законы электролиза определяют массу вещества, выделяемого при электролизе на катоде или аноде за всё время прохождения электрического тока через электролит.

$$k = \frac{M}{N_A \cdot e \cdot n}$$


$$m = m_0 \cdot N = \frac{M}{N_A} \frac{q}{q_0} = \frac{M \cdot I \cdot t}{N_A \cdot e \cdot n} = k \cdot I \cdot t.$$

$$m = k \cdot I \cdot t.$$

- k - электрохимический эквивалент вещества, численно равный массе вещества, выделившегося на электроде при прохождении через электролит заряда в 1 Кл.

Вывод

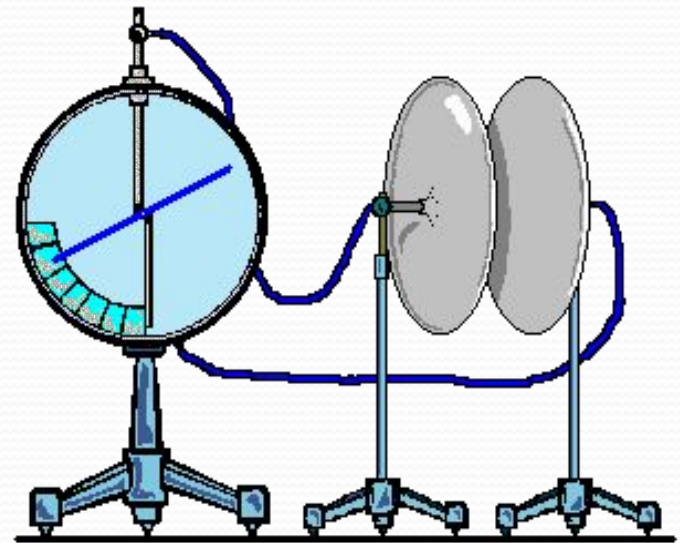
- Носители заряда – положительные и отрицательные ионы;
- Процесс образования носителей заряда – электролитическая диссоциация;
- Электролиты подчиняются закону Ома; $I = \frac{U}{R}$
- Применение электролиза :получение цветных металлов (очистка от примесей - рафинирование); гальваностегия - получение покрытий на металле (никелирование, хромирование, золочение, серебрение и т.д.)
- гальванопластика - получение отслаиваемых покрытий (рельефных копий).



Электрический ток в газах

Зарядим конденсатор и подключим его обкладки к электрометру. Заряд на пластинах конденсатора держится сколь угодно долго, не наблюдается перехода заряда с одной пластины конденсатора на другую. Следовательно воздух между пластинами конденсатора не проводит ток.

В обычных условиях отсутствует проводимость электрического тока любыми газами. Нагреем теперь воздух в промежутке между пластинами конденсатора, внося в него зажженную горелку. Электрометр укажет появление тока, следовательно при высокой температуре часть нейтральных молекул газа распадается на положительные и отрицательные ионы. Такое явление называется ионизацией газа.



электрического тока через газ называется разрядом.

- *Разряд, существующий при действии внешнего ионизатора, - несамостоятельный.*
- *Если действие внешнего ионизатора продолжается, то через определенное время в газе устанавливается внутренняя ионизация (ионизация электронным ударом) и разряд становится самостоятельным.*

самостоятельного разряда

- *Искровой*
- *Тлеющий*
- *Коронный*
- *Дуговой*

Искровой разряд

- При достаточно большой напряженности поля (около 3 МВ/м) между электродами появляется электрическая искра, имеющая вид ярко светящегося извилистого канала, соединяющего оба электрода. Газ вблизи искры нагревается до высокой температуры и внезапно расширяется, отчего возникают звуковые волны, и мы слышим характерный треск.



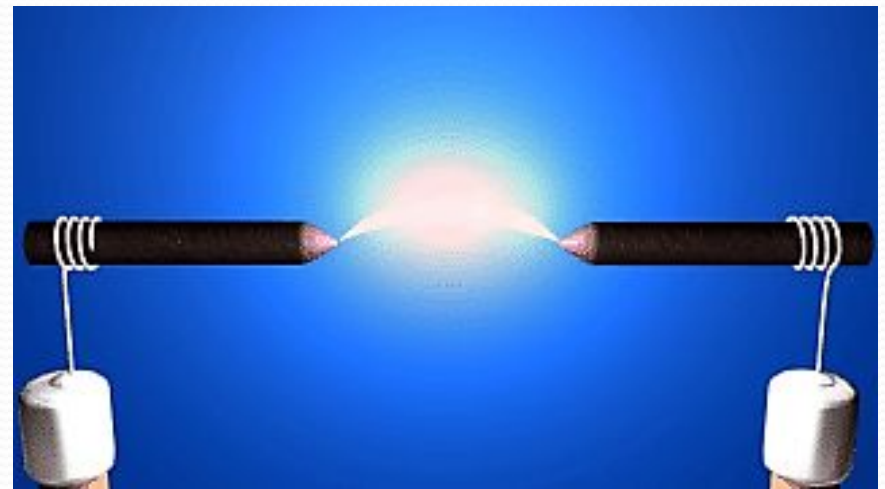
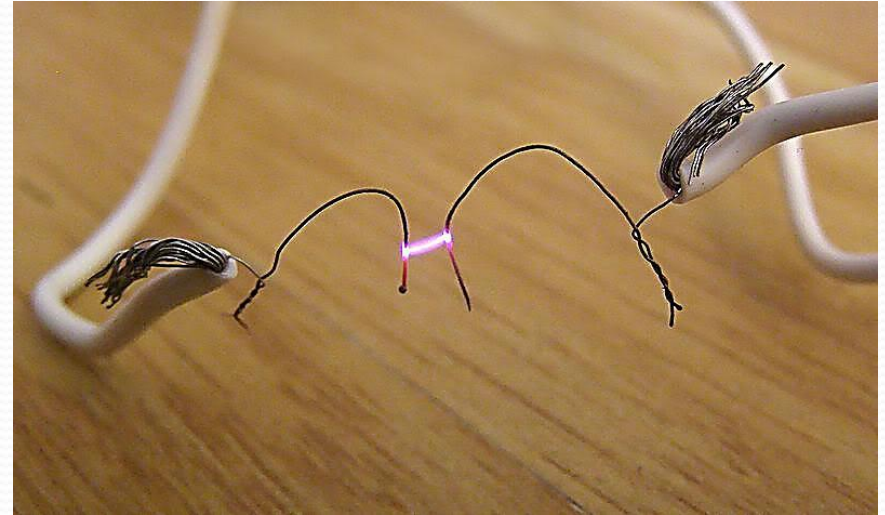
Молния- Красивое и небезопасное явление природы – молния – представляет собой искровой разряд в атмосфере.

- *Уже в середине 18-го века высказывалось предположение, что грозовые облака несут в себе большие электрические заряды и что молния есть гигантская искра, ничем, кроме размеров, не отличающаяся от искры между шарами электрической машины. На это указывал, например, русский физик и химик Михаил Васильевич Ломоносов (1711-1765), наряду с другими научными вопросами занимавшийся атмосферным электричеством.*



Электрическая дуга (дуговой разряд)

- В 1802 году русский физик В. В. Петров (1761-1834) установил, что если присоединить к полюсам большой электрической батареи два кусочка древесного угля и, приведя угли в соприкосновение, слегка их раздвинуть, то между концами углей образуется яркое пламя, а сами концы углей раскалятся добела, испуская ослепительный свет.



Вывод

- *Носители заряда – положительные, отрицательные ионы и электроны;*
- *Процесс образования носителей заряда – ионизация внешним ионизатором или электронным ударом;*
- *Газы не подчиняются закону Ома-т.к. газ не стабильное вещество*
- *Техническое применение: дуговая электросварка, коронные фильтры, искровая обработка металлов, лампы дневного света и газосветная реклама*