


Электрический ток в различных средах



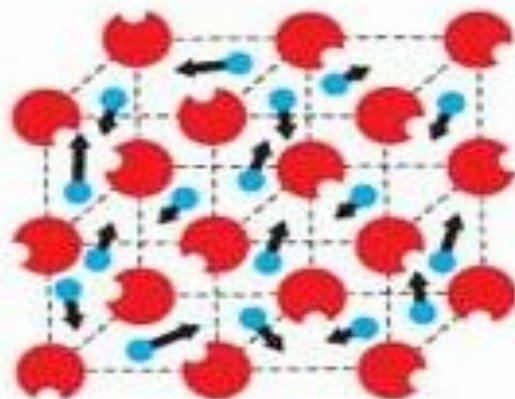
Электрический ток может протекать в пяти различных средах:

- Металлах
- Вакууме
- Полупроводниках
- Жидкостях
- Газах

Электрический ток в металлах:

- Электрический ток в металлах – это упорядоченное движение электронов под действием электрического поля.
- при протекании тока по металлическому проводнику не происходит переноса вещества, следовательно, ионы металла не принимают участия в переносе электрического заряда.

Модель строения металла

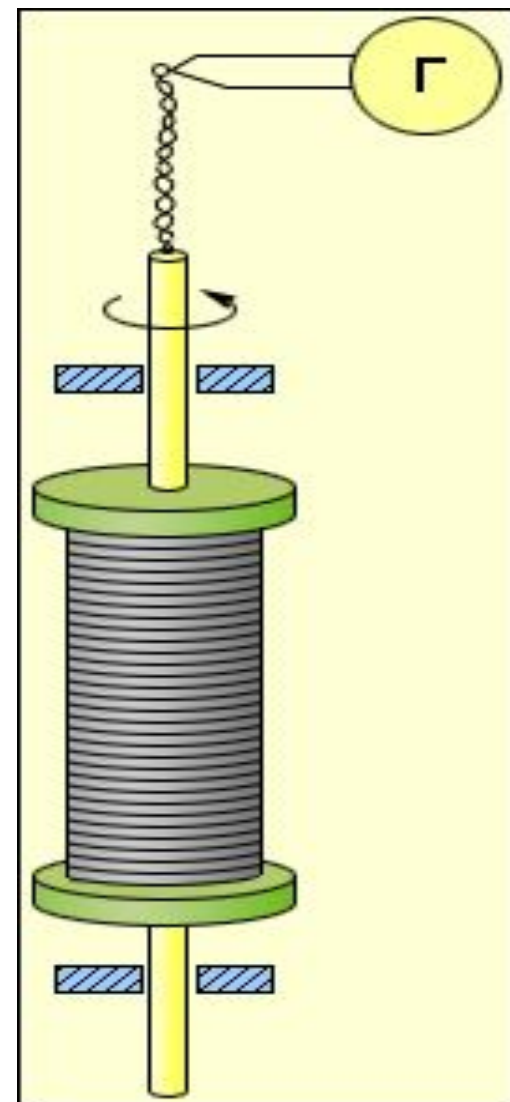


В

- ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЙ ИОН
- ЭЛЕКТРОН

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.



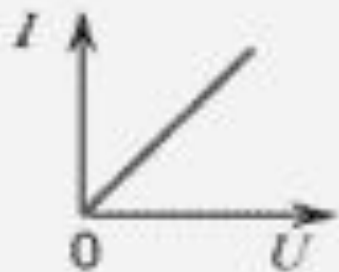
Среда	Носители заряда
Металлы	Свободные электроны

Основные законы

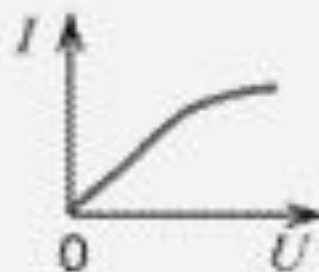
$$I = \frac{U}{R}, \quad I = nevS$$

$$R = \rho \frac{\ell}{S}, \quad \rho = \rho_0 (1 + \alpha t)$$

Вольт-амперные характеристики



$$R = \text{const}$$



$$\rho = \rho_0 (1 + \alpha t)$$

Технические применения

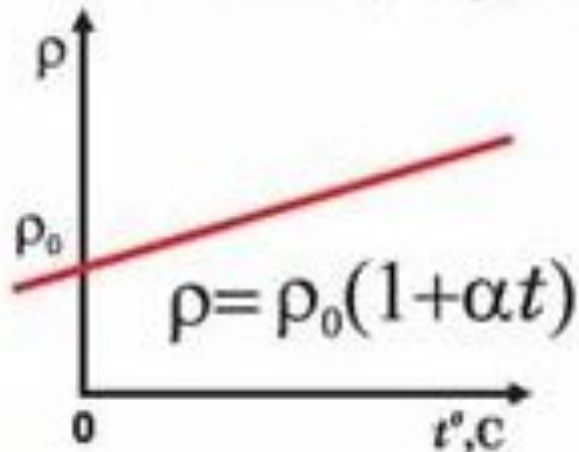
Электротехника

Выводы: носителями заряда в металлах являются электроны;

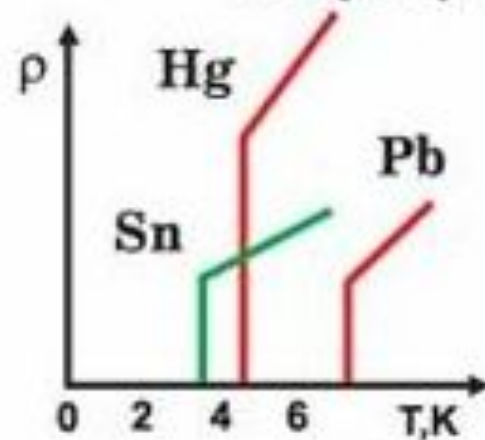
- процесс образования носителей заряда – обобществление валентных электронов;
- сила тока прямо пропорциональна напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению проводника – выполняется закон Ома;
- техническое применение электрического тока в металлах: обмотки двигателей, трансформаторов, генераторов, проводка внутри зданий, сети электропередачи, силовые кабели.

ЗАВИСИМОСТЬ СОПРОТИВЛЕНИЯ МЕТАЛЛА ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

Зависимость сопротивления от температуры



Сверхпроводимость



α - температурный коэффициент, определяется по таблицам

ТЕРМОЭЛЕКТРОННАЯ ЭМИССИЯ –

это явление «испарения» электронов с поверхности нагретого металла.

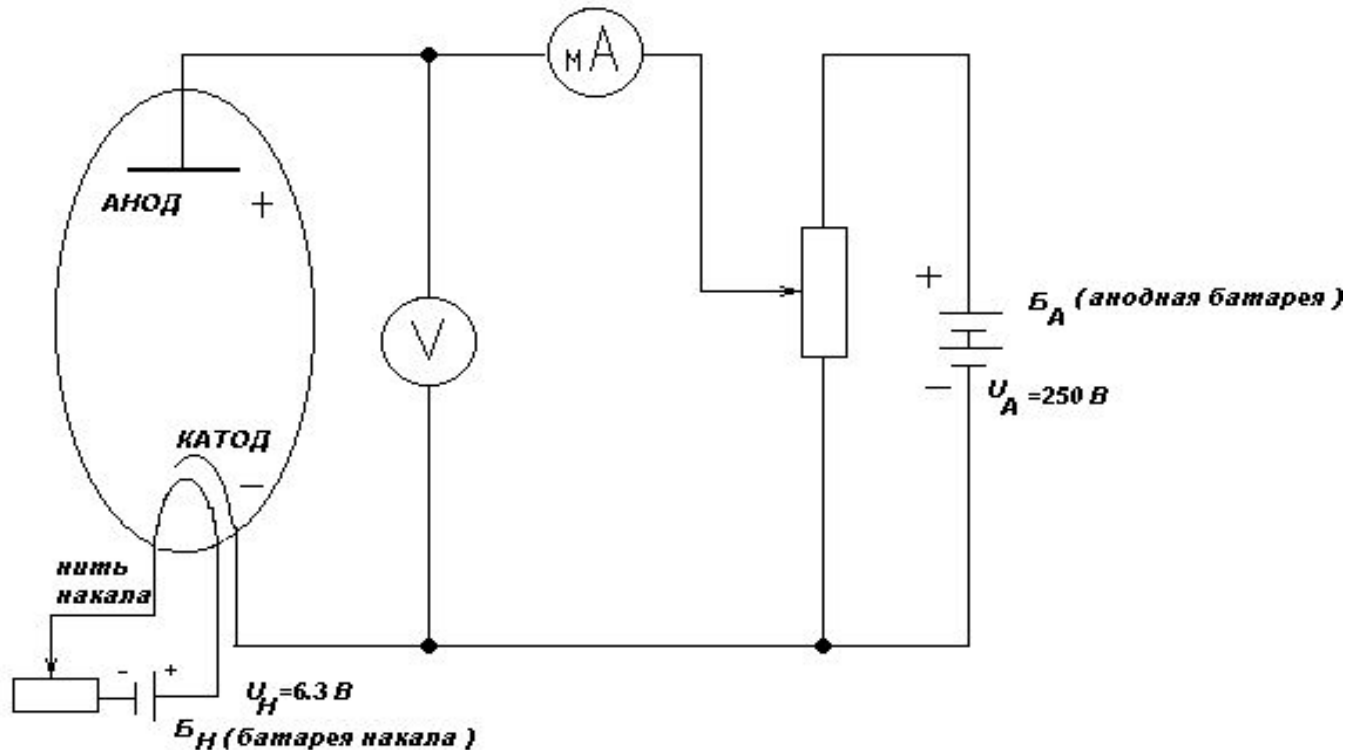
- В вакуум вносят металлическую спираль, покрытую оксидом металла, нагревают её электрическим током (цепь накала) и с поверхности спирали испаряются электроны, движением которых можно управлять при помощи электрического поля.

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.

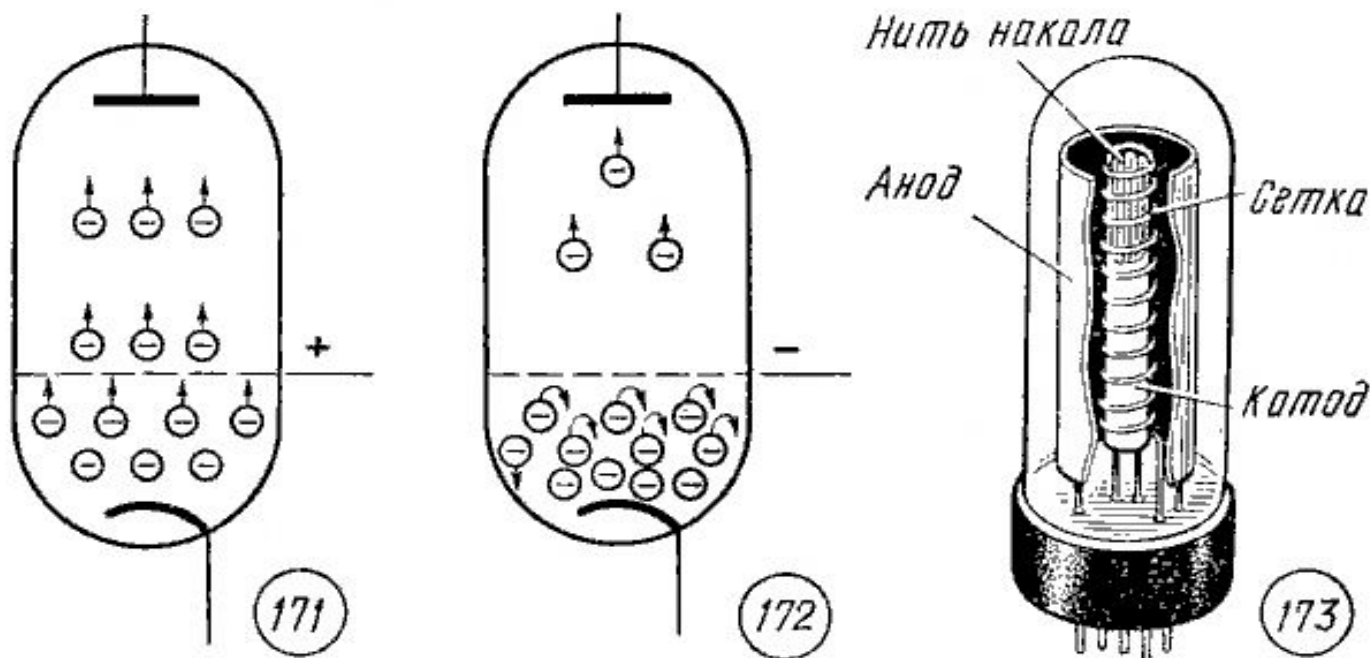
На слайде показано включение двухэлектродной лампы

- Такая лампа называется вакуумный диод



Эта электронная лампа носит название вакуумный ТРИОД.

- Она имеет третий электрод –сетку, знак потенциала на которой управляет потоком электронов .



Вакуум

Любые
заряженные
частицы,
индуцируемые в
вакуум (чаще
электроны)



$$\frac{mU^2}{2} \gg A_{\text{ЭБЛ}}$$

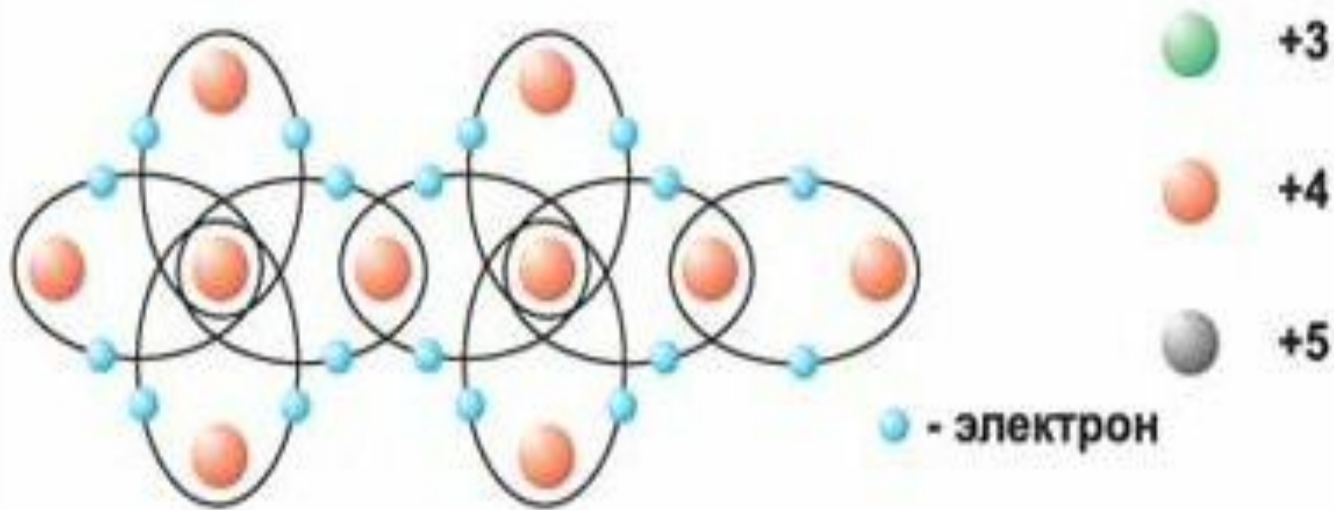
Выпрямители,
усилители,
генераторы,
электроно-лучевые
трубки
(осциллографы,
Телевизоры)

Выводы: носители заряда для тока вакуума – электроны;

- процесс образования носителей заряда – термоэлектронная эмиссия;
- закон Ома не выполняется;
- техническое применение – **вакуумные лампы** (диод, триод), электронно – лучевая трубка.

Электрический ток в полупроводниках

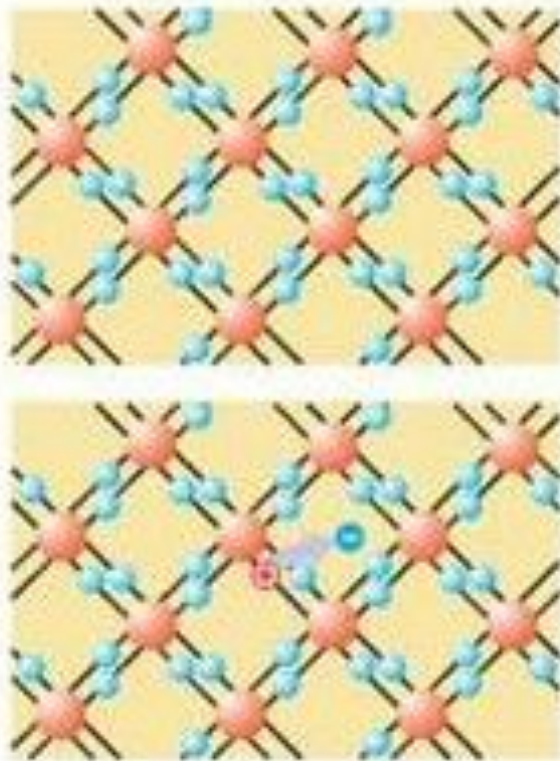
СХЕМА СТРОЕНИЯ КРЕМНИЯ



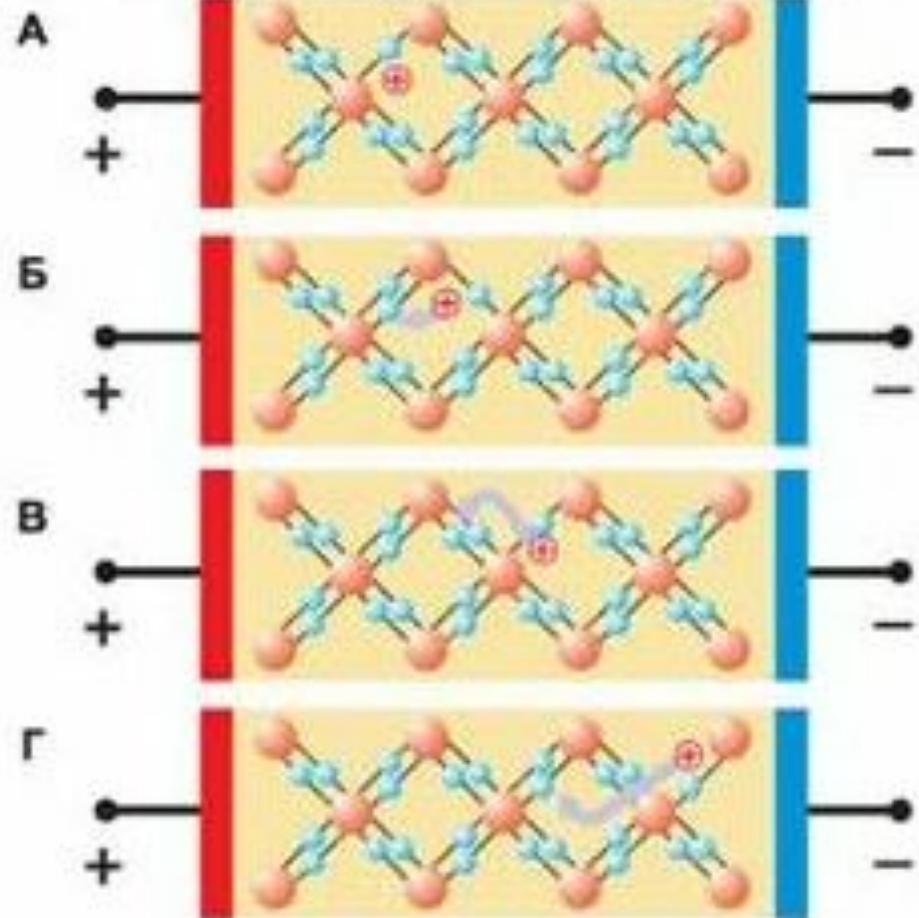
- Полупроводники - твердые вещества, проводимость которых зависит от внешних условий (в основном от нагревания и от освещения).

СОБСТВЕННАЯ ПРОВОДИМОСТЬ

Механизм образования электронов и "дырок"



Механизм дырочной проводимости

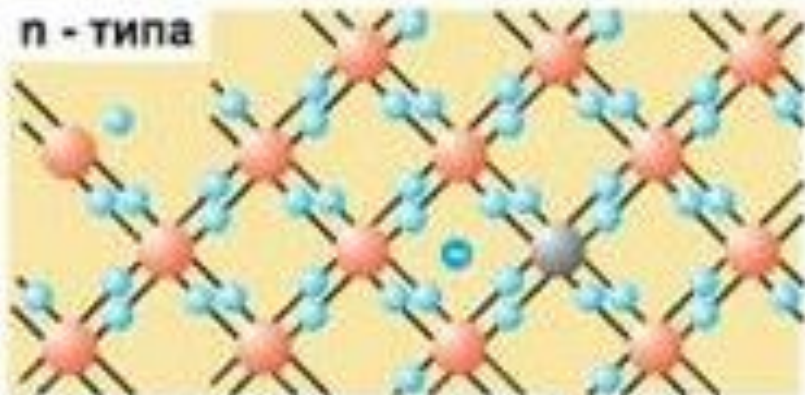


Примесная проводимость полупроводников

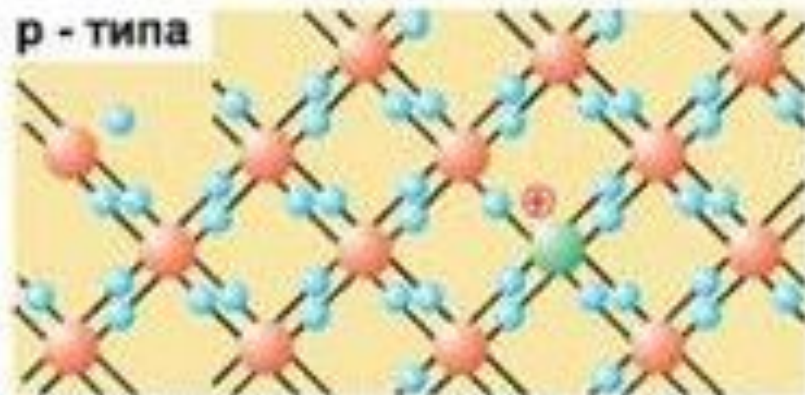
- Проводимость полупроводников при наличии примесей называется примесной проводимостью. Различают два типа примесной проводимости – **электронную** и **дырочную** проводимости.

ПРИМЕСНАЯ ПРОВОДИМОСТЬ

n - типа



p - типа



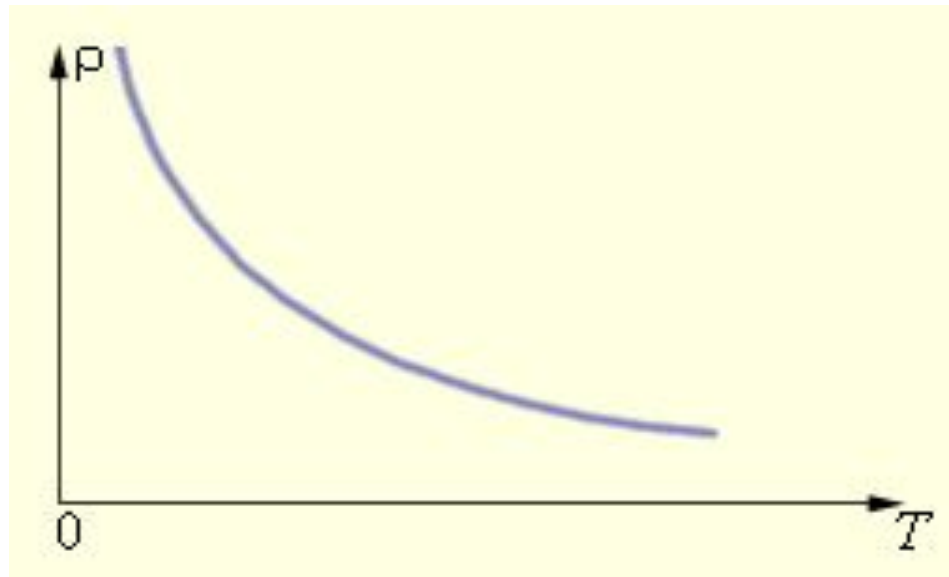
Электронная и дырочная проводимости.

- 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.

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 .



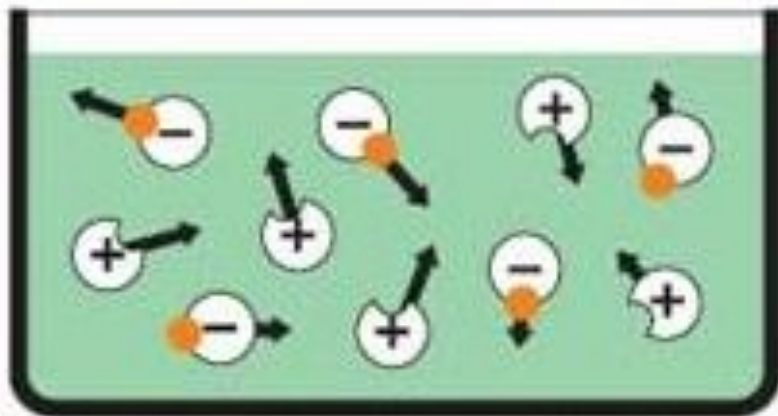
Выводы: носители заряда в полупроводниках – электроны и дырки;

- процесс образования носителей заряда – нагревание, освещение или внедрение примесей;
- закон Ома не выполняется;
- техническое применение – электроника.

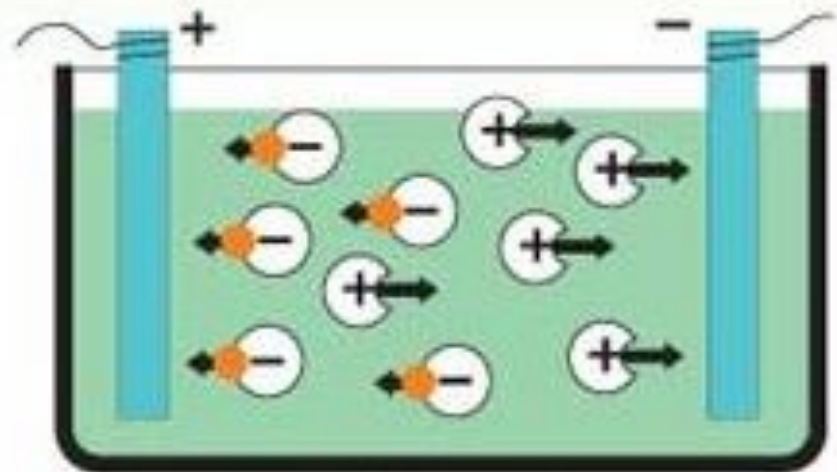
Электрический ток в жидкостях

- Электролитами принято называть *проводящие среды, в которых протекание электрического тока сопровождается переносом вещества.*
- Электролитами являются водные растворы неорганических кислот, солей и щелочей.

Ы



Электролитическая диссоциация



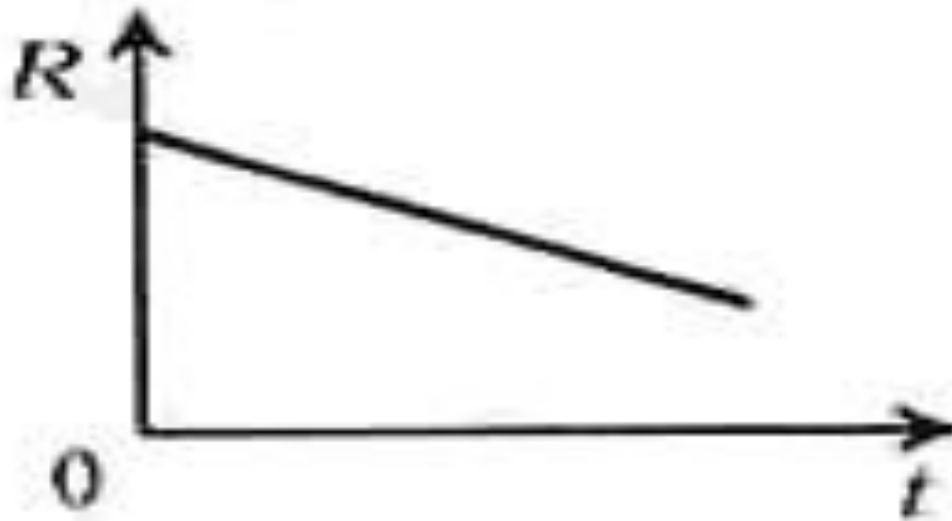
Электролиз

Явление электролиза

- - выделение на электродах веществ, входящих в электролита;
- 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).

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

- **График зависимости сопротивления электролита от температуры.**



Законы электролиза Фарадея.

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

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

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

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

Вывод - электрический ток в жидкостях: носители заряда – положительные и отрицательные ионы

- процесс образования носителей заряда – электролитическая диссоциация;
- электролиты подчиняются закону Ома;

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).

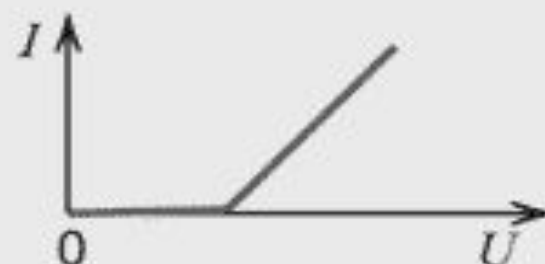
Электролиты

Положительные и отрицательные ионы

$$m = kIt = \frac{1}{N_A e} \cdot \frac{M}{n} It$$

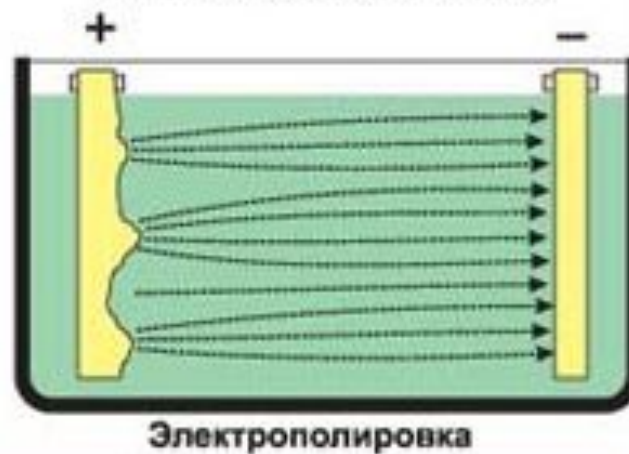
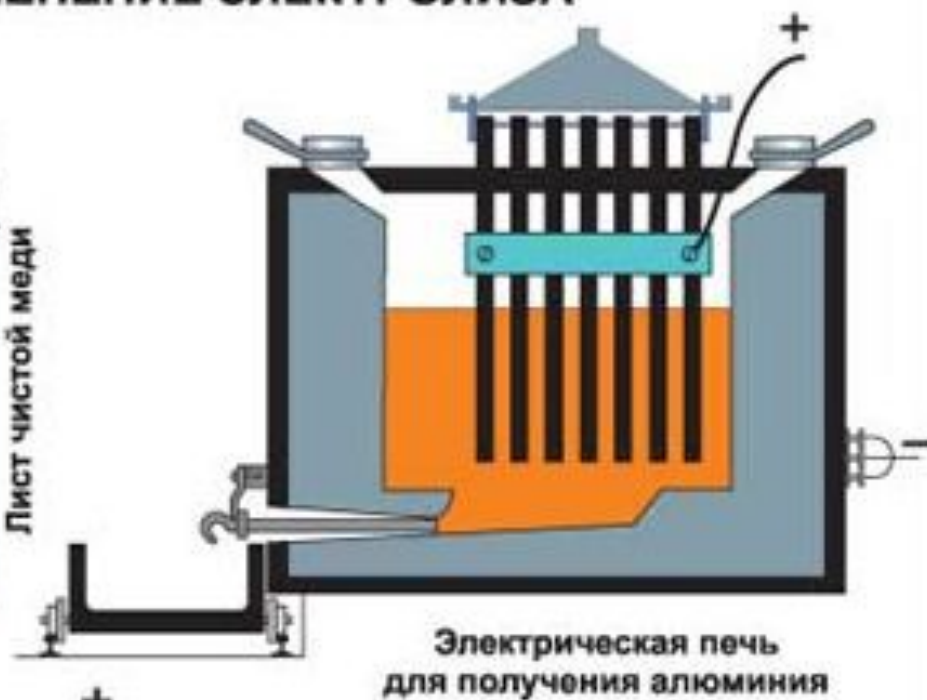
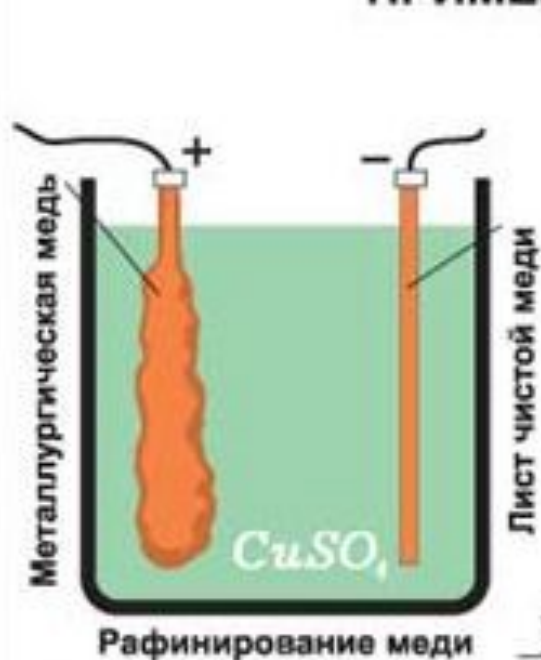
$$I = \frac{U - V}{r},$$

где V — потенциал поляризации электрода



Гальванопластика,
рафинирование
металлов,
электрsmеталлургия,
полировка,
травление

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОЛИЗА



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.

Прохождение 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**.

Виды 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.



Газы

Тлеющий разряд: рекламные трубки, люминесцентные лампы.

Искра: искровая обработка материалов.

Дуга: сварка, резка, плавка.

Коронный разряд: очистка металлов от примесей

$$qEI = \frac{mU^2}{2} \gg W_k$$

I_H — зависит от интенсивности ионизатора



Вывод электрический ток в газах:
носители заряда – положительные,
отрицательные ионы и электроны;

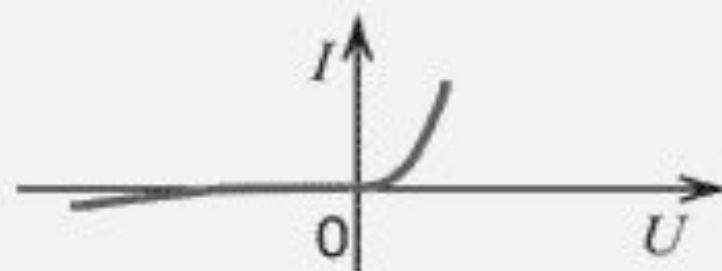
- процесс образования носителей заряда – ионизация внешним ионизатором или электронным ударом;
- газы не подчиняются закону Ома;

Техническое применение: дуговая электросварка, коронные фильтры, искровая обработка металлов, лампы дневного света и газосветная реклама.

Полупроводники

Свободные
электроны,
связанные
электроны
(дырки)

$$I = I_{\text{с}} + I_{\text{д}}$$



p-n переход

Электроника