Электрический ток в полупроводниках

Полупроводники – вещества, проводимость которых занимает промежуточное положение между проводниками и диэлектриками
(кремний, германий)

Классификация веществ по проводимости

Разные вещества имеют различные электрические свойства, однако по электрической проводимости их можно разделить на 3 основные группы:

Хорошо проводят электрический ток
К ним относятся металлы, электролиты, плазма … Наиболее используемые проводники – **Au, Ag, Cu, Al, Fe …**

Занимают по проводимости **промежуточное положение** между проводниками и диэлектриками **Si, Ge, Se, In, As**

Практически не проводят электрический ток
К ним относятся пластмассы, резина, стекло, фарфор, сухое дерево, бумага …

Полупроводники

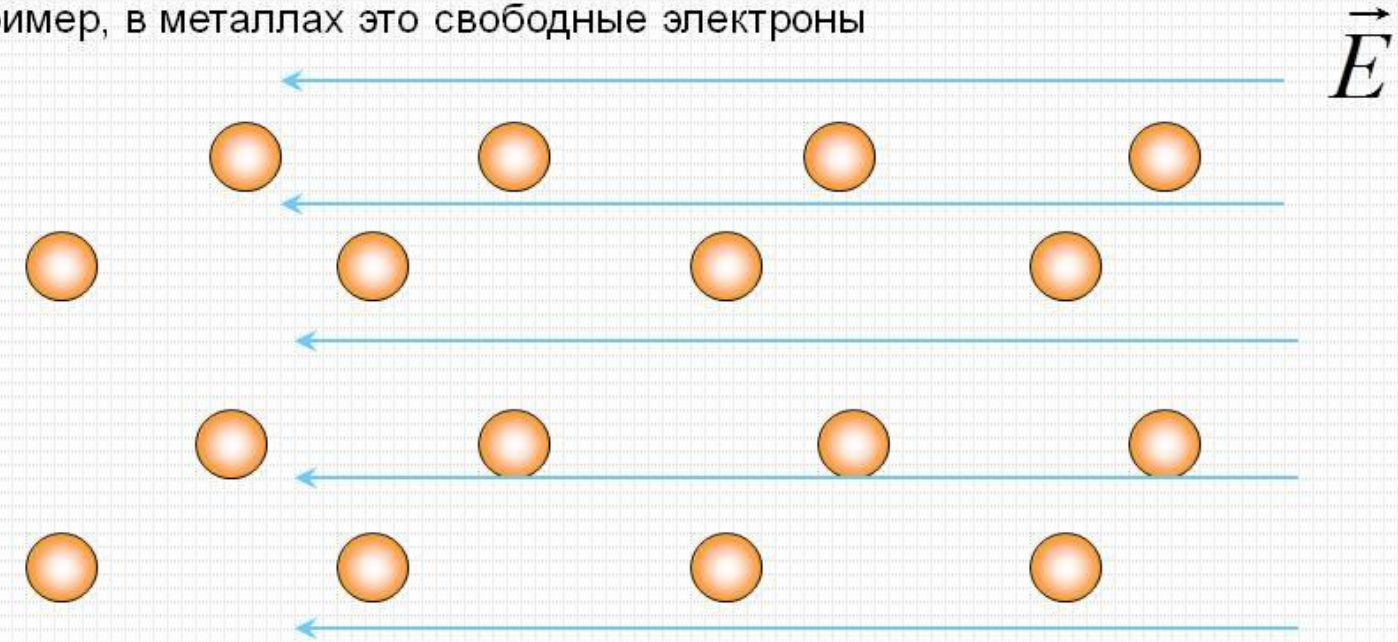
Период	Группа				
	III	IV	Y	VI	VII
1					
2	B	C	N	O	F
3	Al	Si	P	S	Cl
4	Ga	Ge	As	Se	Br
5	In	Sn	Sb	Te	I
6	Tl	Pb	Bi	Po	Al

Полупроводники - это 12 элементов таблицы Менделеева, большинство минералов, различные окислы, сульфиды, и другие химические соединения.

Классификация веществ по проводимости

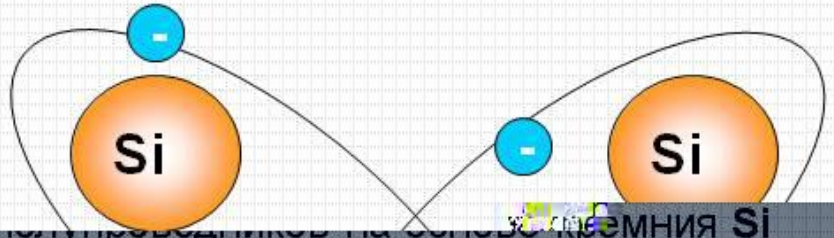
Вспомним, что проводимость веществ обусловлена наличием в них свободных заряженных частиц

Например, в металлах это свободные электроны

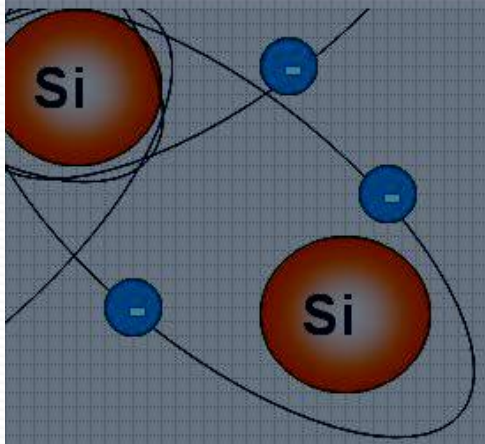


? **Вспомните и объясните характер проводимости металлов и его зависимость от температуры**

Рассмотрим проводимость полупроводников на основе кремния **Si**

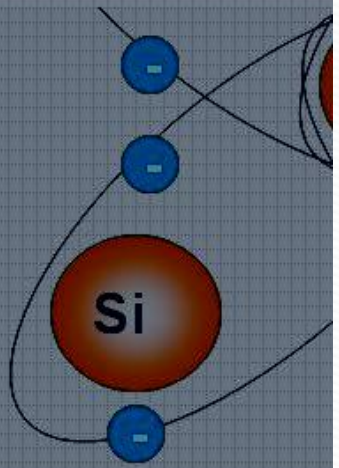


Кремний – **4 валентный** химический элемент. Каждый атом имеет во внешнем электронном



кремния **Si**

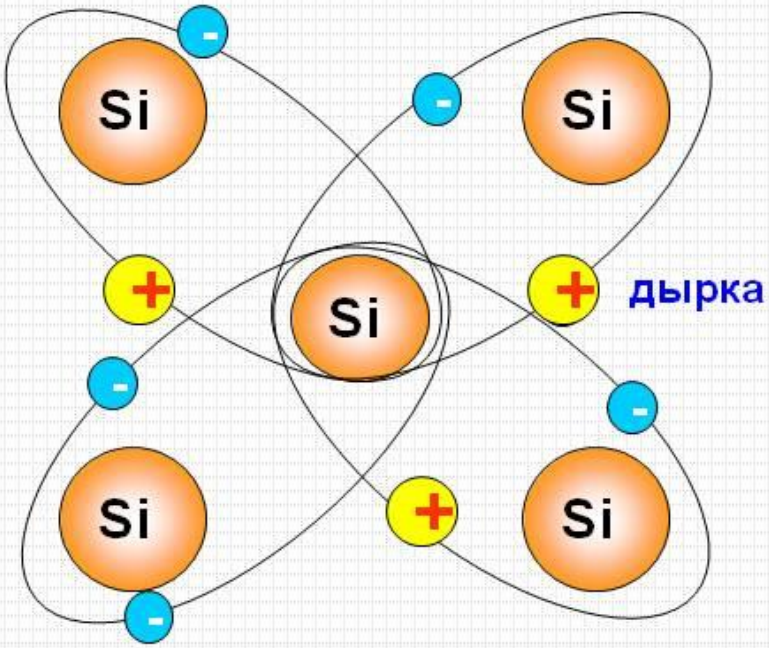
которые используются для образования **парноэлектронных (ковалентных) связей** с 4 соседними атомами



виях (невысоких температурах) в полупроводниках дные заряженные частицы, поэтому полупроводник ический ток

При обычных усло отсутствуют свобо не проводит электр

Рассмотрим изменения в полупроводнике при увеличении температуры



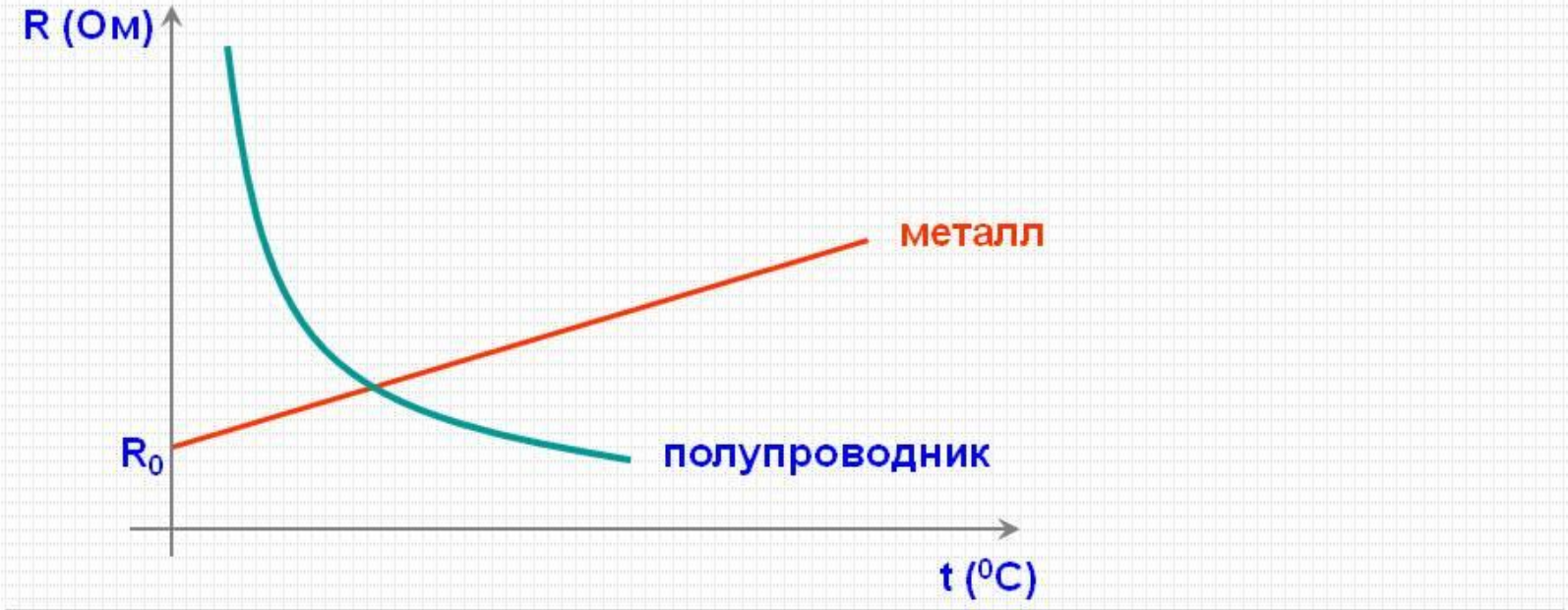
свободный электрон

Под воздействием электрического поля электроны и дырки начинают упорядоченное (встречное) движение, образуя электрический ток

При увеличении температуры энергия электронов увеличивается и некоторые из них покидают связи, становясь **свободными электронами**. На их месте остаются некомпенсированные электрические заряды (виртуальные заряженные частицы), называемые **дырками**

Таким образом, **электрический ток в полупроводниках** представляет собой упорядоченное движение **свободных электронов** и положительных виртуальных частиц - **дырок**

При **увеличении температуры** растет число свободных носителей заряда, **проводимость полупроводников растет**, сопротивление уменьшается



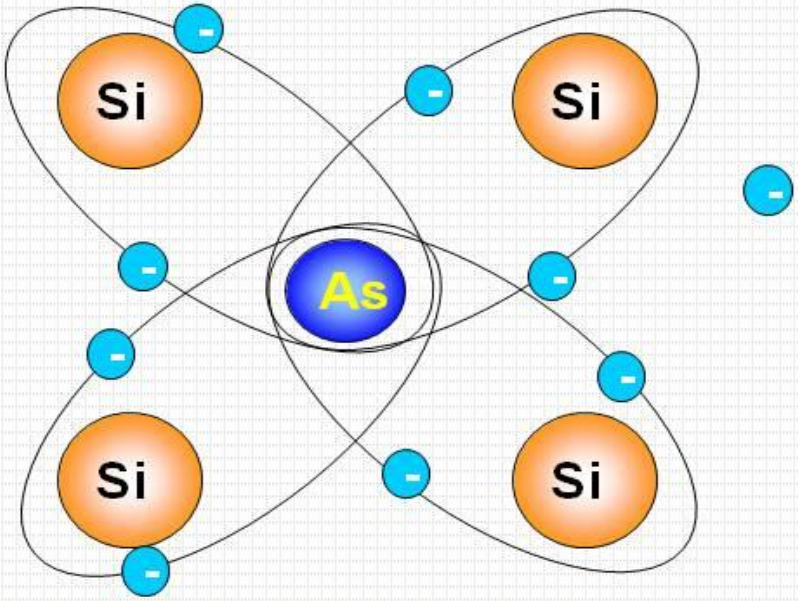
? **Объясните графики зависимости сопротивления металлов и полупроводников от температуры**

ПРИМЕСНАЯ ПРОВОДИМОСТЬ ПОЛУПРОВОДНИКОВ.

Примесная проводимость полупроводников

Собственная проводимость полупроводников явно недостаточна для технического применения полупроводников

Поэтому для увеличение проводимости в чистые полупроводники внедряют примеси (легируют) , которые бывают **донорные** и **акцепторные**



Донорные примеси

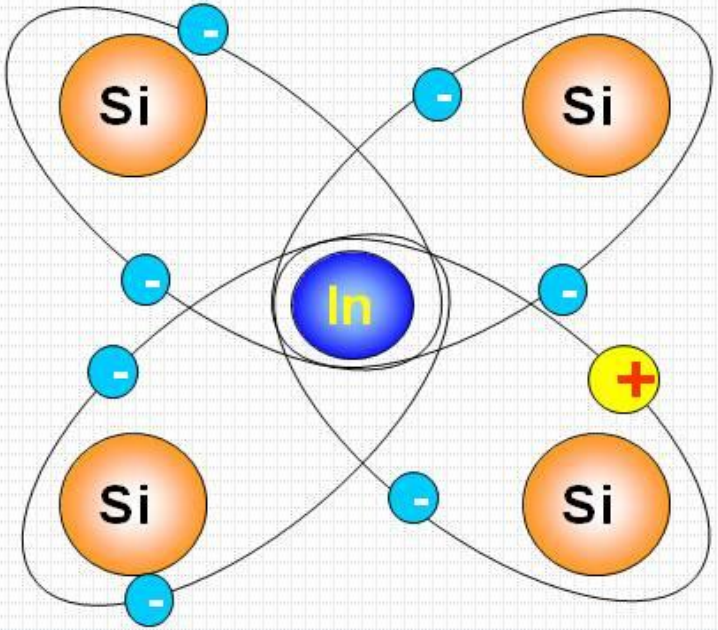
При легировании **4 – валентного кремния Si 5 – валентным мышьяком As**, один из 5 электронов мышьяка становится **свободным**

Таким образом изменяя концентрацию мышьяка, можно в широких пределах изменять проводимость кремния

Такой полупроводник называется полупроводником n – типа, основными носителями заряда являются электроны, а примесь мышьяка, дающая свободные электроны, называется донорной

Акцепторные примеси

Если **кремний** легировать трехвалентным **индием**, то для образования связей с кремнием у индия не хватает одного электрона, т.е. образуется **дырка**



Изменяя концентрацию индия, можно в широких пределах изменять проводимость кремния, создавая полупроводник с заданными электрическими свойствами

Такой полупроводник называется полупроводником p – типа, основными носителями заряда являются дырки, а примесь индия, дающая дырки, называется акцепторной

Итак, существует 2 типа полупроводников, имеющих большое практическое применение:

+ **p - типа**	− **n - типа**
Основные носители заряда - дырки	**Основные носители заряда - электроны**

Помимо основных носителей в полупроводнике существует очень малое число неосновных носителей заряда (в полупроводнике p – типа это электроны, а в полупроводнике n – типа это дырки), количество которых растет при увеличении температуры

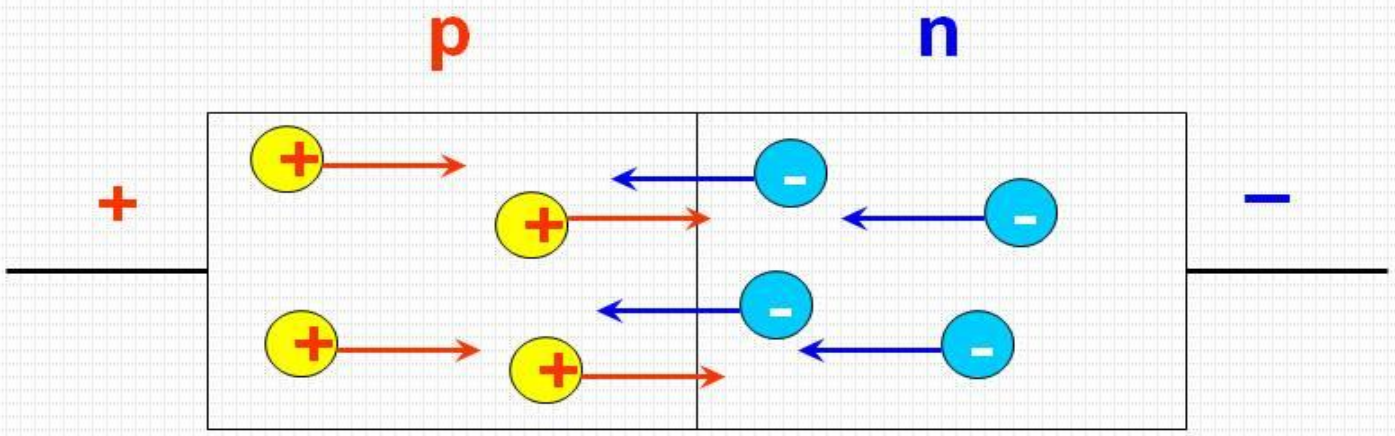
? **Объясните, как изменяется количество неосновных носителей заряда в примесном полупроводнике при увеличении температуры**

P-n ПЕРЕХОД.

p – n переход и его свойства

Рассмотрим электрический контакт двух полупроводников **p** и **n** типа, называемый **p – n** переходом

1. Прямое включение

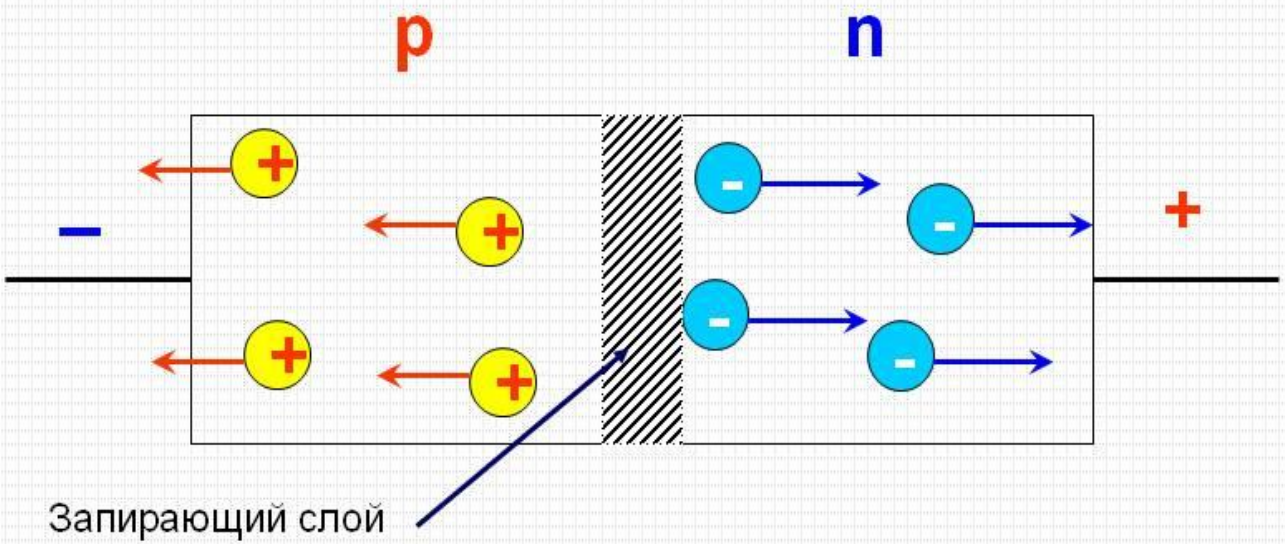


Ток через **p – n** переход осуществляется **основными носителями заряда** (дырки двигаются вправо, электроны – влево)

Сопротивление перехода мало, ток велик.

Такое включение называется **прямым,** в прямом направлении **p – n** переход **хорошо проводит электрический ток**

2. Обратное включение



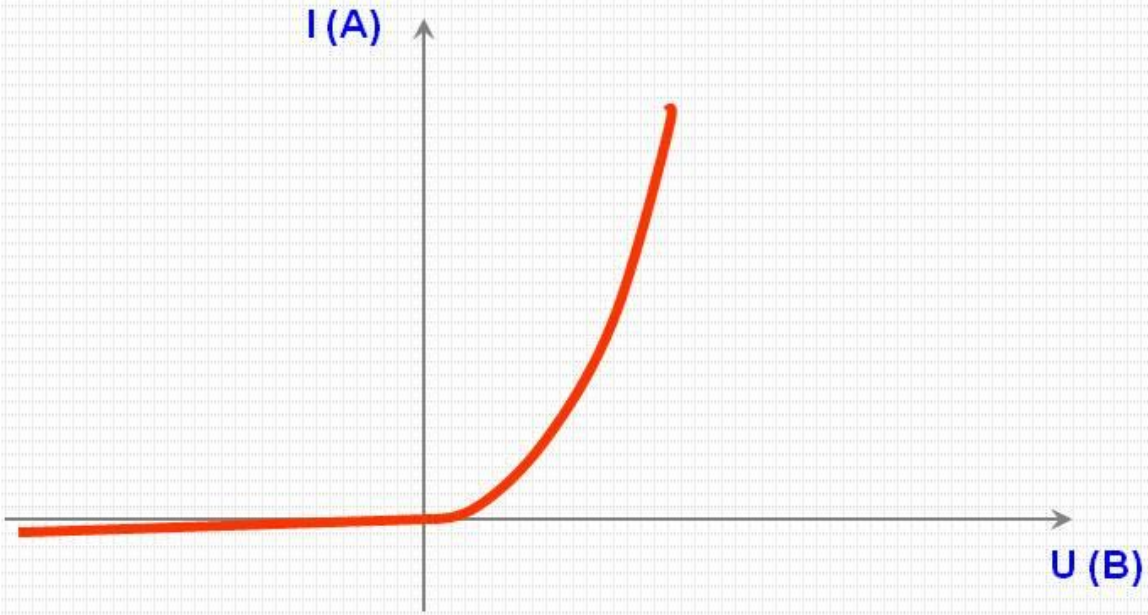
Основные носители заряда не проходят через **p – n** переход

Сопротивление перехода велико, ток практически отсутствует

Такое включение называется **обратным,** в обратном направлении **p – n** переход **практически не проводит электрический ток**

Итак, основное свойство **p – n** перехода заключается в его **односторонней проводимости**

Вольт – амперная характеристика p – n перехода (ВАХ)

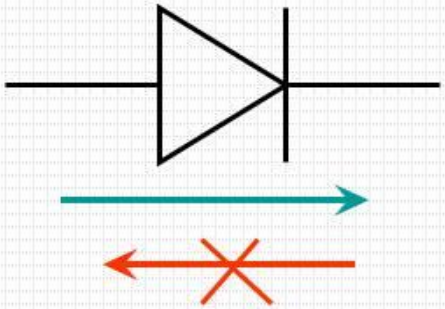


?

Объясните на основе строения полупроводников и свойствах p – n перехода график зависимости силы тока от напряжения (ВАХ) перехода

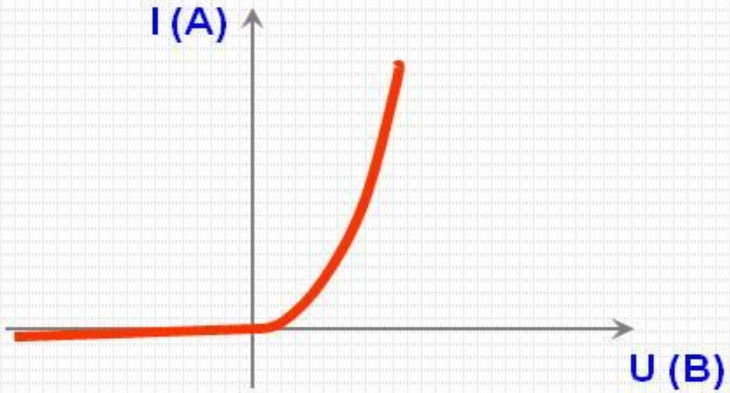
ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ ДИОД И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ.

Полупроводниковый диод – это **p** – **n** переход, заключенный в корпус

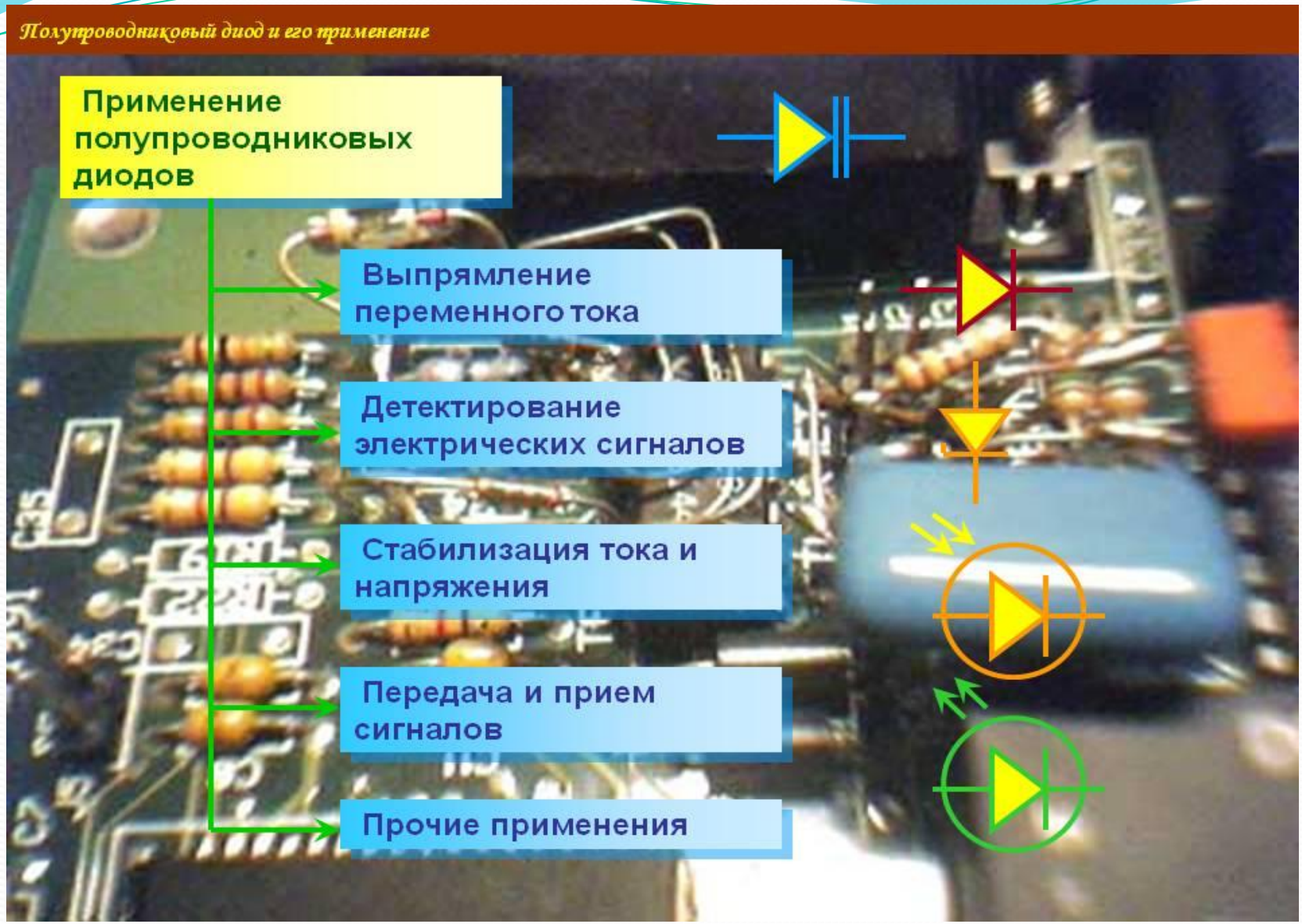


Обозначение полупроводникового диода на схемах

Вольт – амперная характеристика полупроводникового диода (ВАХ)



Основное свойство диода – его односторонняя электрическая проводимость


Применение полупроводниковых диодов
Выпрямление переменного тока
Детектирование электрических сигналов
Стабилизация тока и напряжения
Передача и прием сигналов
Прочие применения

Широкое применение полупроводников началось сравнительно недавно, а сейчас они получили очень широкое применение. Они преобразуют световую и тепловую энергию в электрическую и, наоборот, с помощью электричества создают тепло и холод.

Полупроводниковые приборы можно встретить в обычном радиоприемнике и в квантовом генераторе - лазере, в крошечной атомной батарее и в микропроцессорах.

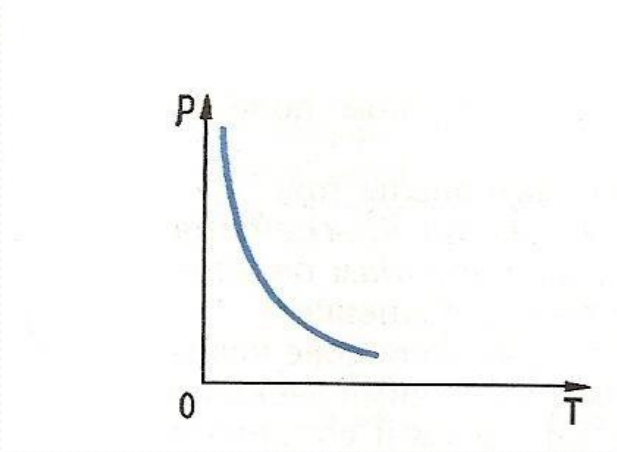
Инженеры не могут обходиться без полупроводниковых выпрямителей, переключателей и усилителей. Замена ламповой аппаратуры полупроводниковой позволила в десятки раз уменьшить габариты и массу электронных устройств, снизить потребляемую ими мощность и резко увеличить надежность.

Электрический ток в полупроводниках.

1. Электрический ток – упорядоченное движение свободных электронов и дырок.
2. Носители свободных зарядов – электроны и дырки.

   Число носителей заряда зависит от температуры, освещенности, наличия примесей.
3. При повышении температуры ρ полупроводников уменьшается.

А) собственная проводимость



Число свободных электронов = числу дырок.

R уменьшается при нагревании, облучении.

Б) примесная проводимость

Донорная примесь (полупроводник n – типа)

мышьяк

Основные носители – электроны,

Неосновные - дырки

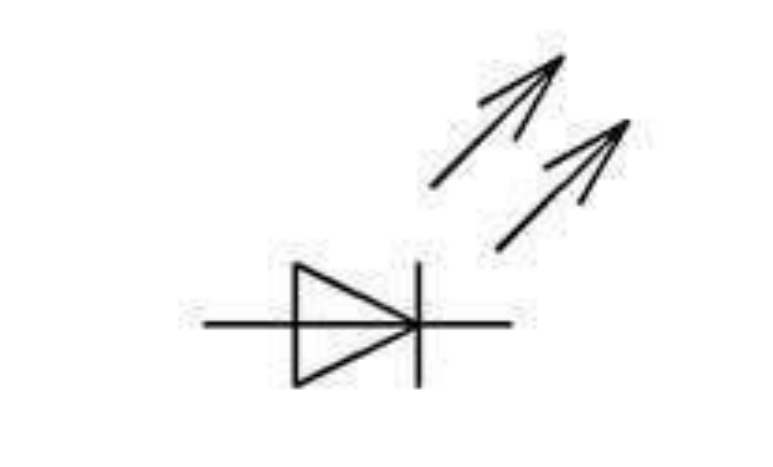
Акцепторная примесь (полупроводник p – типа)

индий

Основные носители – дырки,

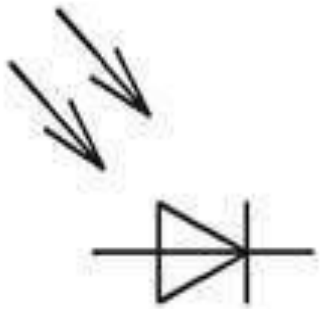
Неосновные - электроны

Диоды имеют вид



Светодиоды

Фотодиоды



5. *Применение полупроводников*

1) Собственная проводимость

Термо и фоторезисторы

(для измерения t◦ ,
противопожарная сигнализация,
для определения качества обработки поверхности, контроля размера изделий и др.)

2) Примесная проводимость

ДИОД

(ВЫПРЯМЛЯЕТ ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК)

ТРАНЗИСТОР

- ДЛЯ УСИЛЕНИЯ ЭЛ. КОЛЕБАНИЙ,
- В КАЧЕСТВЕ РЕЛЕ,
- КАК ДЕТАЛЬ ГЕНЕРАТОРА ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

Преимущества полупроводников

- Малые размеры
- Большой срок службы
- Высокая чувствительность

Недостатки полупроводников

- Ограниченный интервал температур
- Чувствительность к электрическим перегрузкам

Ответить письменно на вопросы:

1. Чем полупроводники отличаются от проводников?
2. Модель электрического тока в полупроводниках

   а) структурные единицы, носители заряда.

   б) как расположены структурные единицы?

Закрепление

в) как они движутся?

г) как взаимодействуют между собой?

д) какими микро- и макропараметрами характеризуется модель?

3. Закономерности протекания тока

а) зависимость I(U)

б) зависимость R(T)

в) зависимость I (T)

Закрепление

4. Что называют p-n – переходом?
5. Что происходит в контакте двух проводников p и n – типов?
6. Что такое запирающий слой?
7. Какой переход называют прямым?
8. Для чего служит полупроводниковый диод?