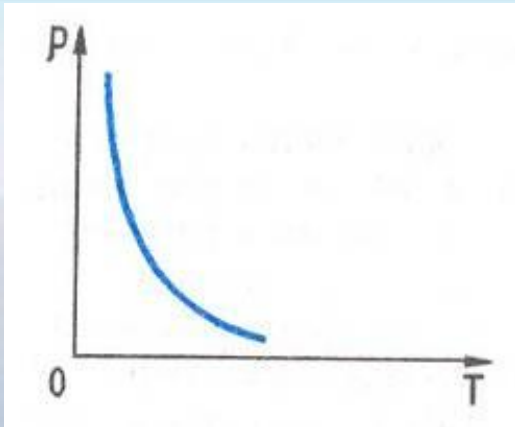


**Электрический ток**

**в полупроводниках**

# Полупроводники



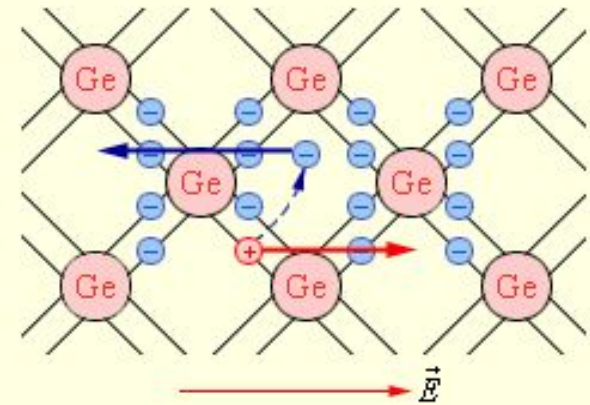
**Полупроводники – вещества у которых удельное сопротивление с повышением температуры уменьшается**

- Собственная проводимость полупроводников
- Примесная проводимость полупроводников
- *p – n* переход и его свойства



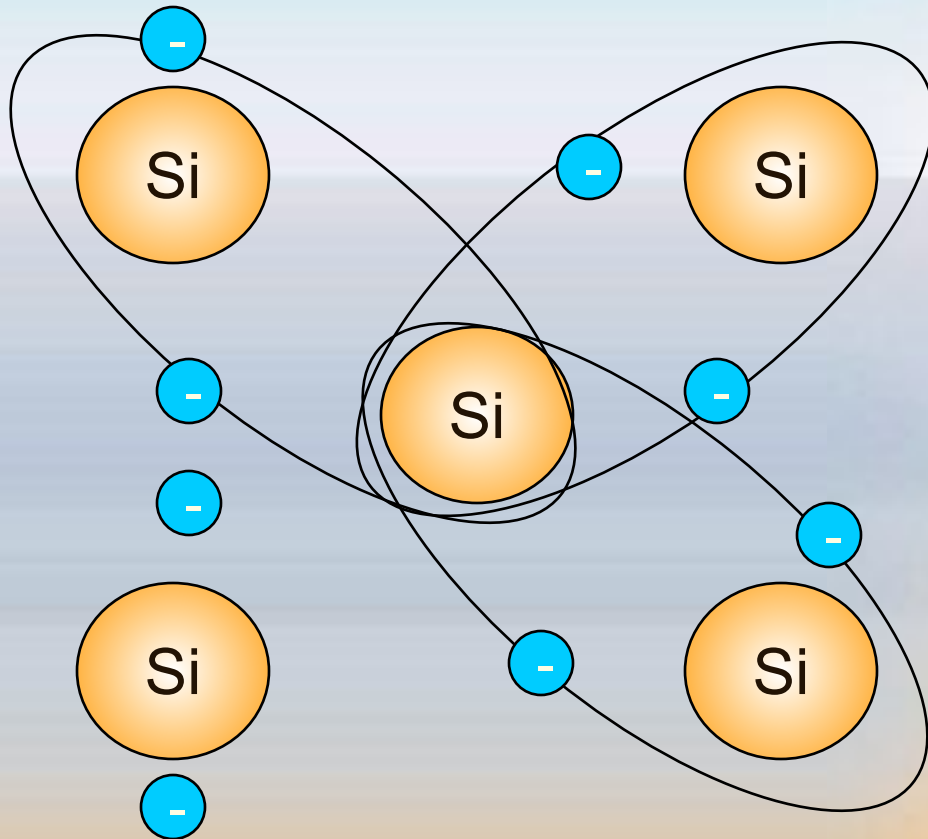
# Полупроводники

- **Полупроводники** занимают промежуточное место между хорошими проводниками и диэлектриками. К числу полупроводников относятся многие химические элементы (германий, кремний, селен, теллур, мышьяк и др.), огромное количество сплавов и химических соединений. Плохая проводимость полупроводников обусловлена малой концентрацией свободных заряженных частиц. Например, атомы германия образуют прочную парноэлектронную связь, которая при внешних воздействиях может нарушаться. Вакантное место в связи с недостающим электроном называется **дырка**.



## Собственная проводимость полупроводников

- Рассмотрим проводимость полупроводников на основе кремния Si

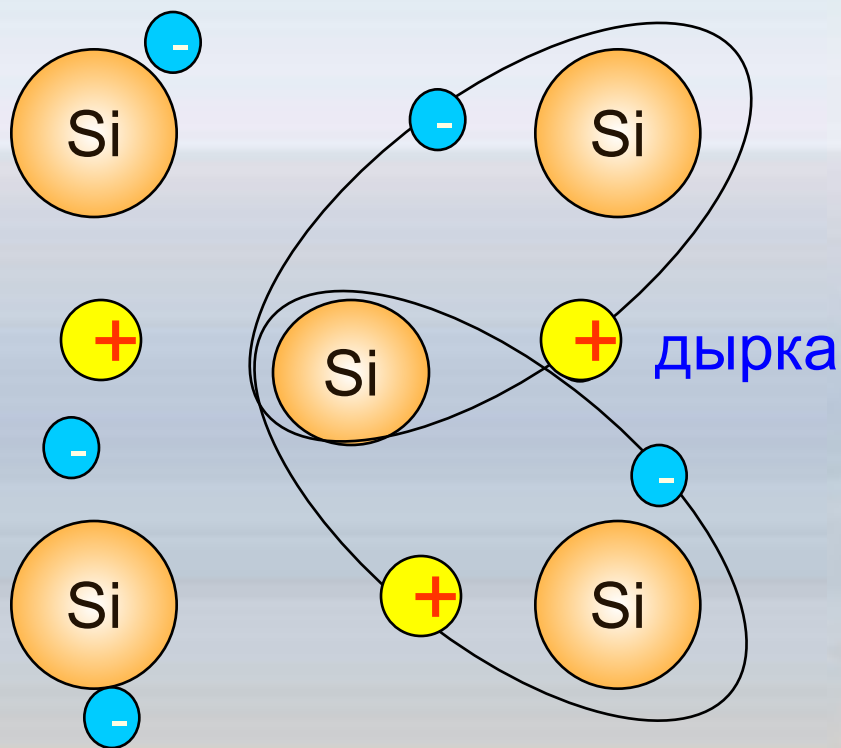


Кремний – 4 валентный химический элемент. Каждый атом имеет во внешнем электронном слое по 4 электрона, которые используются для образования парноэлектронных (ковалентных) связей с 4 соседними атомами

При обычных условиях (невысоких температурах) в полупроводниках отсутствуют свободные заряженные частицы, поэтому полупроводник не проводит электрический ток



Рассмотрим изменения в полупроводнике при увеличении температуры



свободны  
й  
электрон

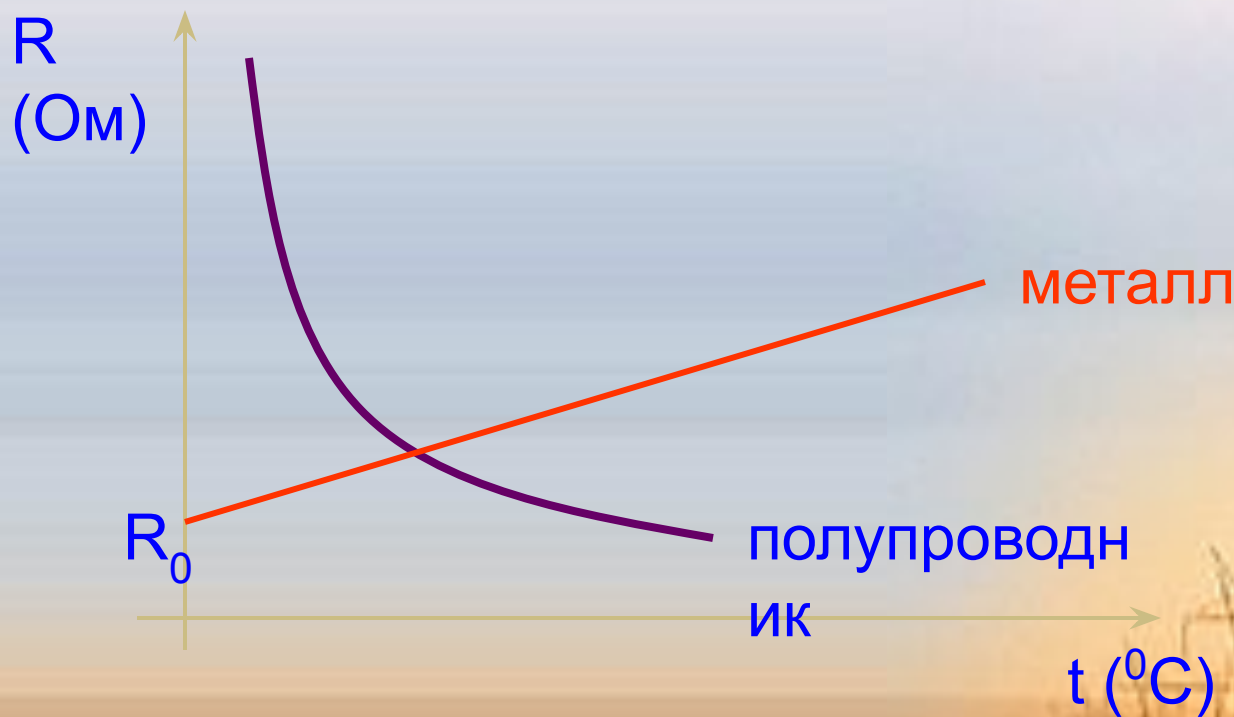
При увеличении температуры энергия электронов увеличивается и некоторые из них покидают связи, становясь **свободными электронами**. На их месте остаются некомпенсированные электрические заряды (виртуальные заряженные частицы), называемые **дырками**.



# Электрический ток в полупроводниках

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

Зависимость сопротивления от температуры



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

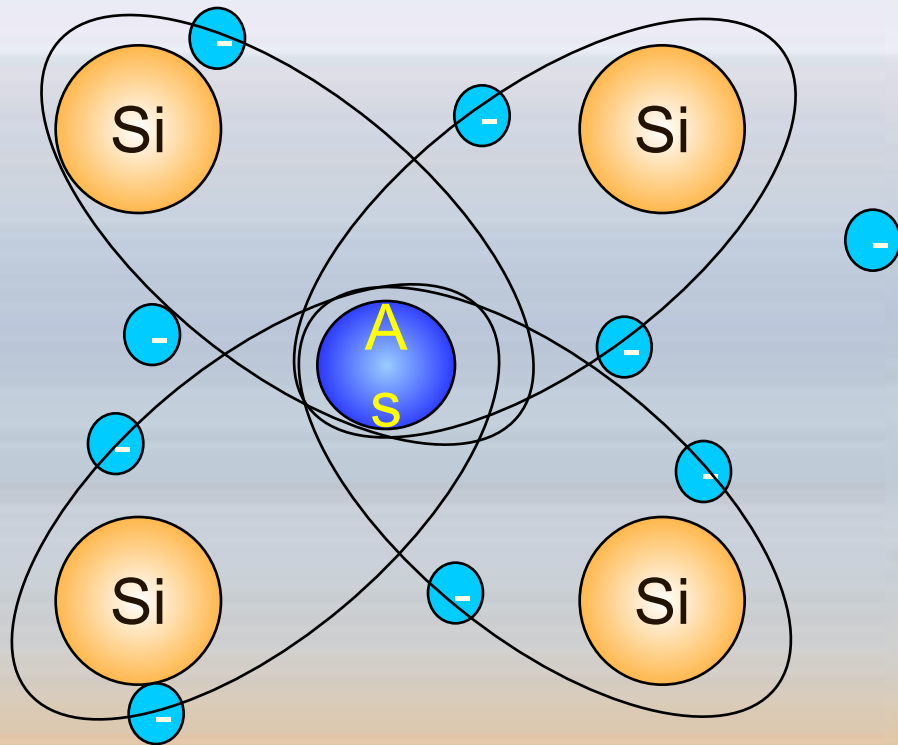


# Природа электрического тока

- Под действием электрического поля в полупроводнике возникает упорядоченное перемещение свободных электронов и дырок, т.е. электрический ток. Направление движения дырок противоположно движению электронов.
- Такая проводимость полупроводников называется **собственной**.



Собственная проводимость полупроводников явно недостаточна для технического применения полупроводников. Поэтому для увеличения 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. As – положительный ион. Дырки нет!

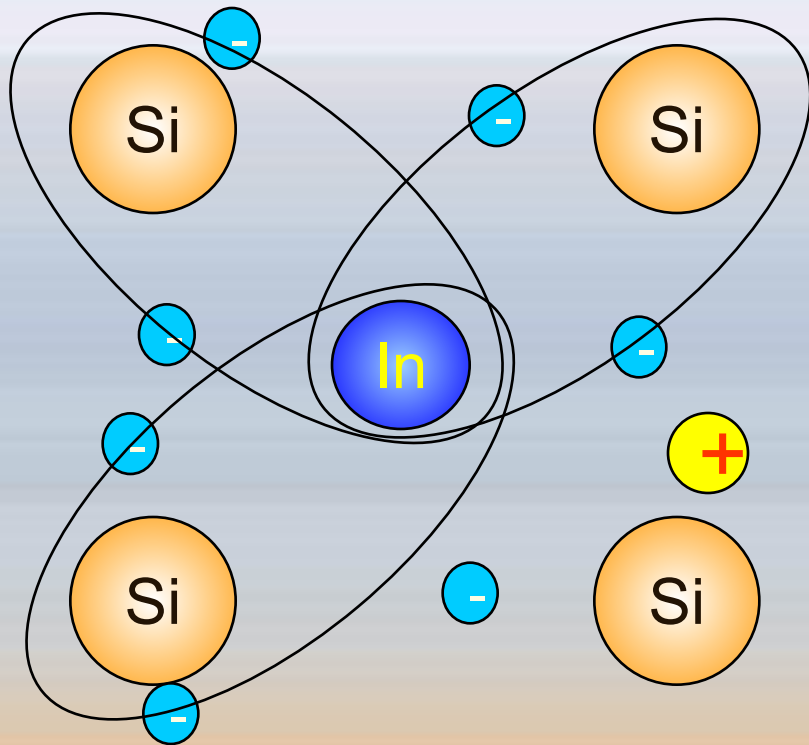
Такой полупроводник называется полупроводником **n** – типа, **основными носителями** заряда являются **электроны**, а примесь мышьяка, дающая свободные





## Акцепторные примеси

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



Основа дает электроны и дырки в равном количестве. Примесь – только дырки.

Такой полупроводник называется полупроводником

**p – типа, основными носителями заряда являются дырки, а примесь индия, дающая дырки, называется акцепторной**



# Типы проводимости

## Типы проводимости

собственная

примесная

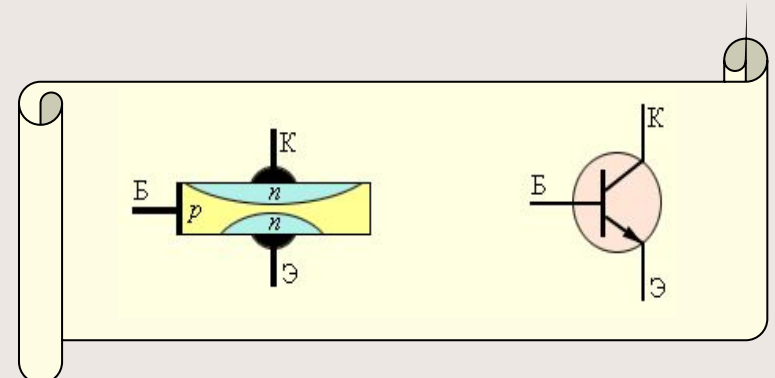
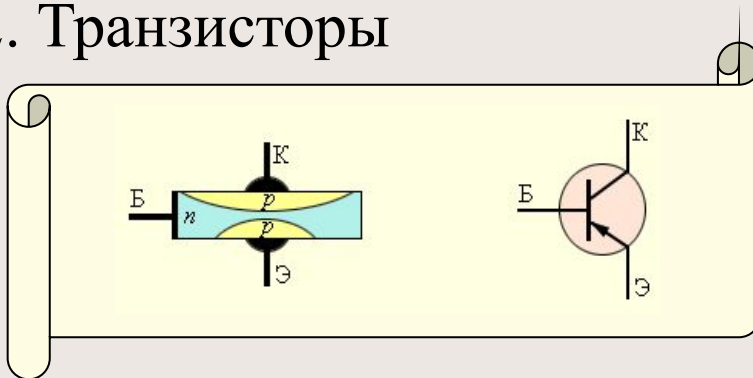
дырочная

электронная

# Полупроводниковые приборы

1. Полупроводниковый диод

2. Транзисторы



3. Фоторезисторы

4. Терморезисторы