

Новосибирский государственный аграрный университет

ПОЛУПРОВОДНИКИ. СОБСТВЕННАЯ
ПРОВОДИМОСТЬ ПОЛУПРОВОДНИКОВ.
ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРИБОРЫ.

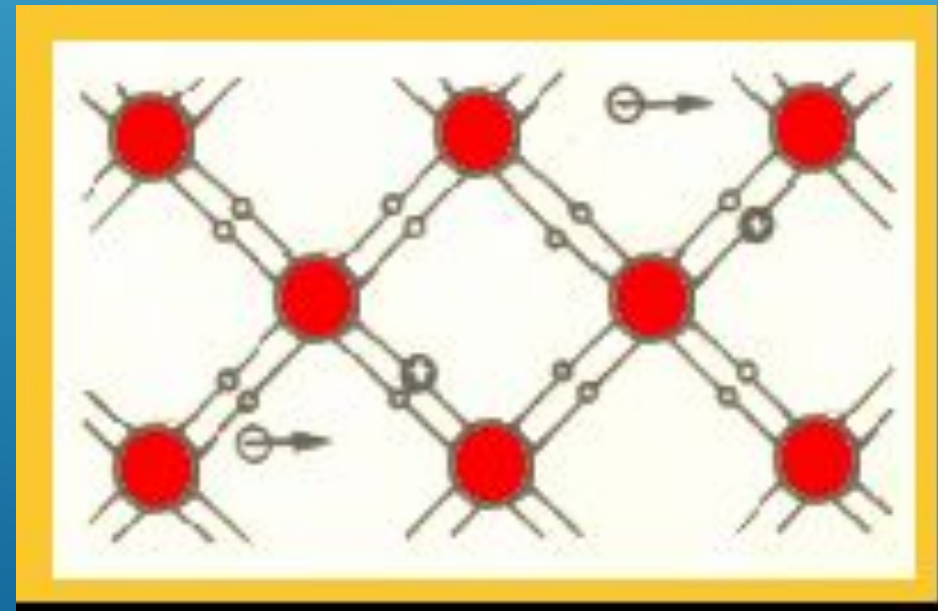


Выполнил :Кононов К.Е. 3307 гр.

ОСОБЕННОСТИ И СТРОЕНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

- ▶ **Полупроводник** — материал, который по своей удельной проводимости занимает промежуточное место между проводниками и диэлектриками и отличается от проводников сильной зависимостью удельной проводимости от концентрации примесей, температуры и воздействия различных видов излучения.

Наиболее типичными полупроводниками являются германий и кремний.



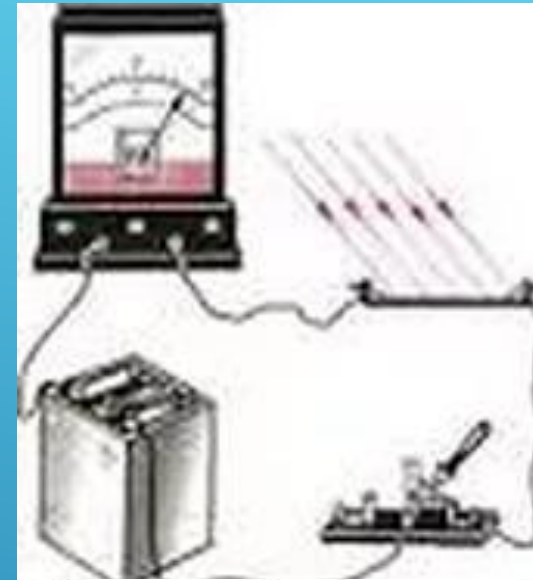
ОСОБЕННОСТИ И СТРОЕНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Основным свойством полупроводника является увеличение электрической проводимости с ростом температуры. Вблизи температуры абсолютного нуля полупроводники имеют свойства диэлектриков.

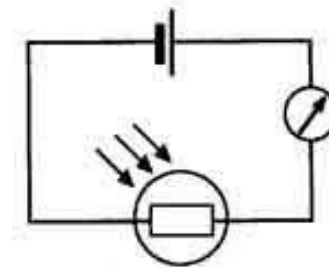


ОСОБЕННОСТИ И СТРОЕНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

- ▶ Кроме нагревания, разрыв ковалентных связей и возникновение собственной проводимости полупроводников могут быть вызваны освещением (фотопроводимость) и действием сильных электрических полей



Зависимость R от освещенности



Фоторезистор

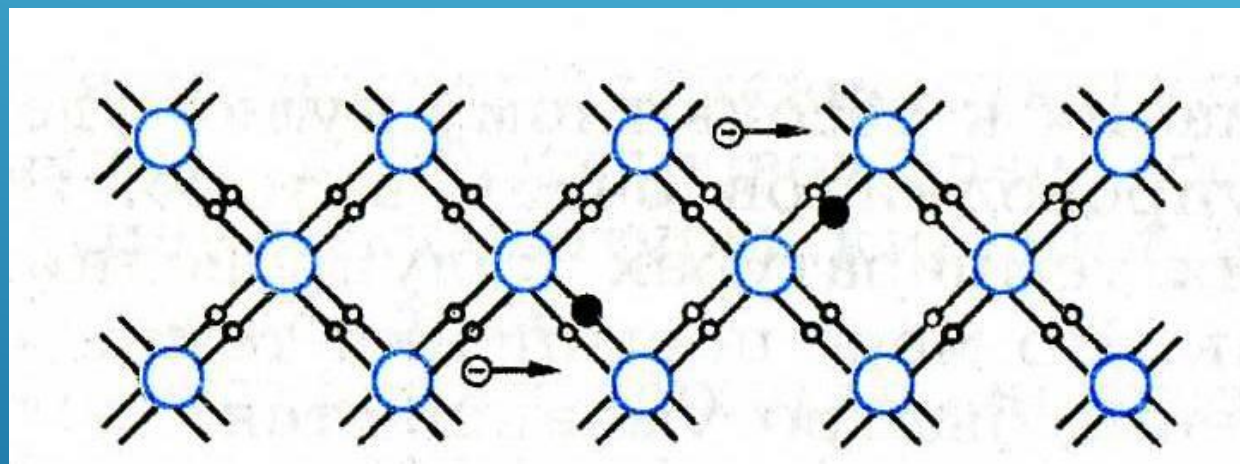
- Фотореле;
- аварийные выключатели.

ПОЛУПРОВОДНИКИ



МЕХАНИЗМ ПРОВОДИМОСТИ У ПОЛУПРОВОДНИКОВ

- ▶ Если полупроводник чистый (без примесей), то он обладает **собственной** проводимостью, которая невелика.



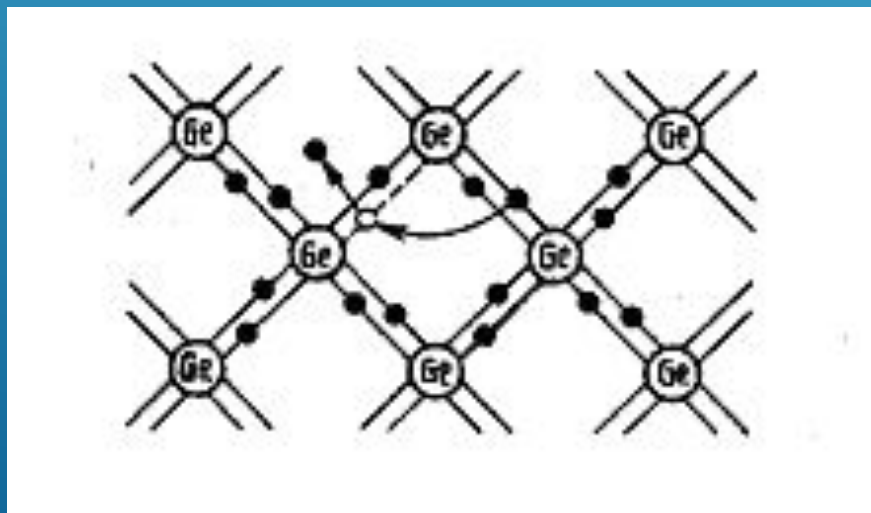
Собственная проводимость бывает двух видов:
электронная и дырочная

Электронная (проводимость "n" - типа)

При низких температурах в полупроводниках все электроны связаны с ядрами и сопротивление большое; при увеличении температуры кинетическая энергия частиц увеличивается, рушатся связи и возникают свободные электроны - сопротивление уменьшается.

Свободные электроны перемещаются противоположно вектору напряженности эл.поля.

Электронная проводимость полупроводников обусловлена наличием свободных электронов.



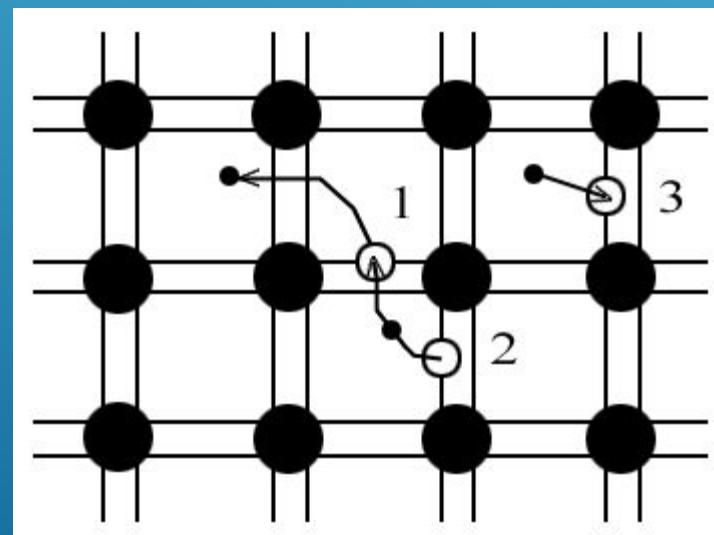
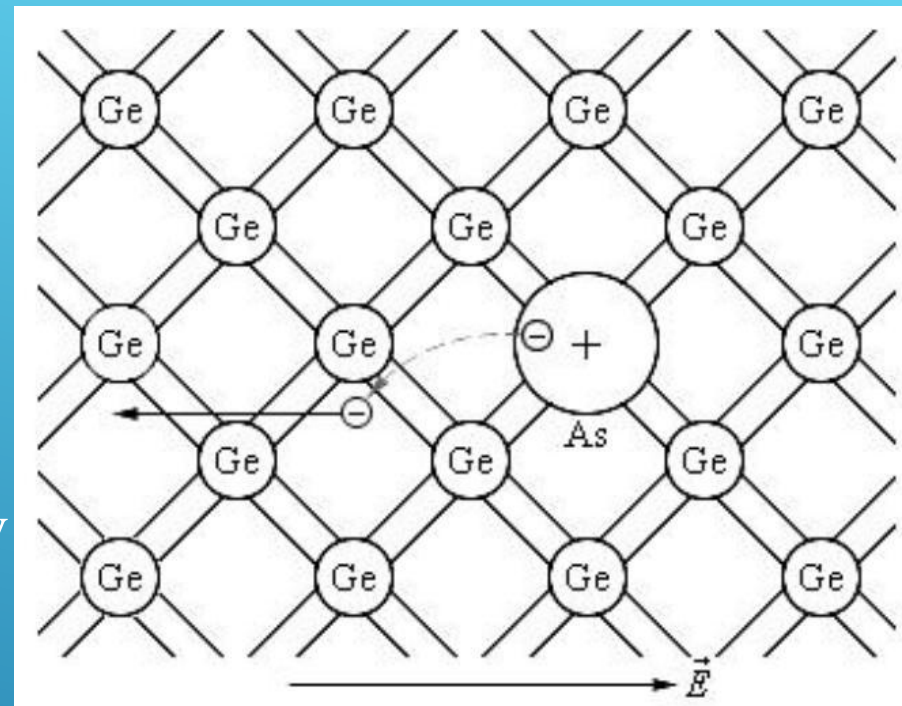
Дырочная (проводимость " p" - типа)

При увеличении температуры разрушаются ковалентные связи, осуществляемые валентными электронами, между атомами и образуются места с недостающим электроном - "дырка".

Она может перемещаться по всему кристаллу, т.к. ее место может замещаться валентными

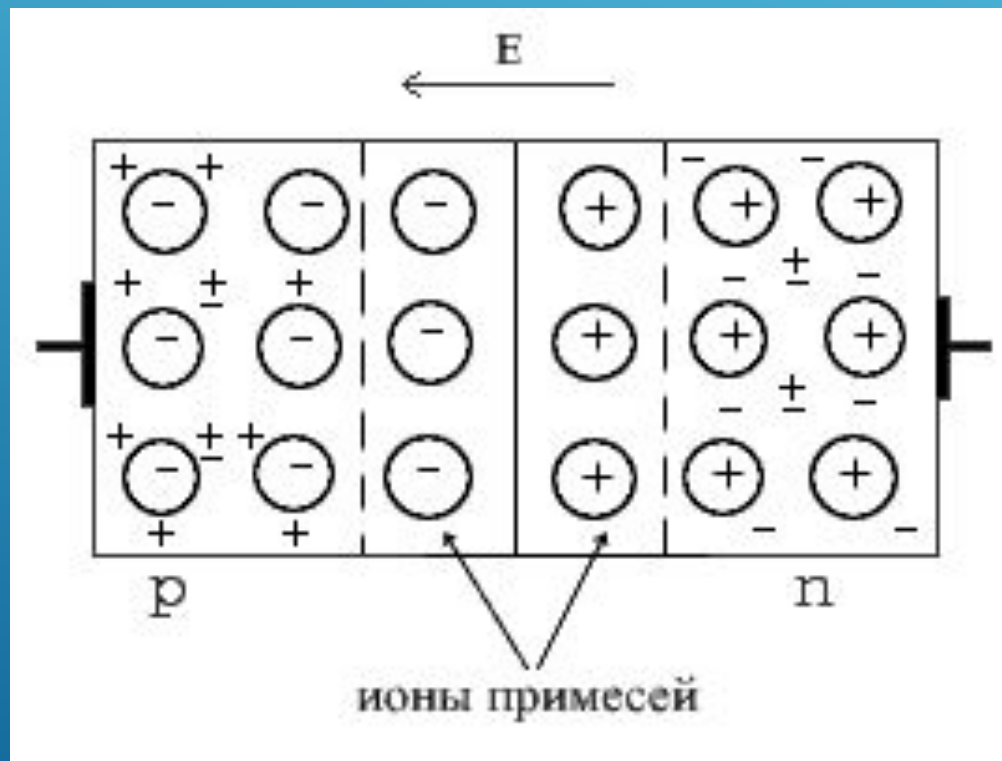
электронами. Перемещение "дырки" равноценно перемещению положительного заряда.

Перемещение дырки происходит в направлении вектора напряженности электрического поля.



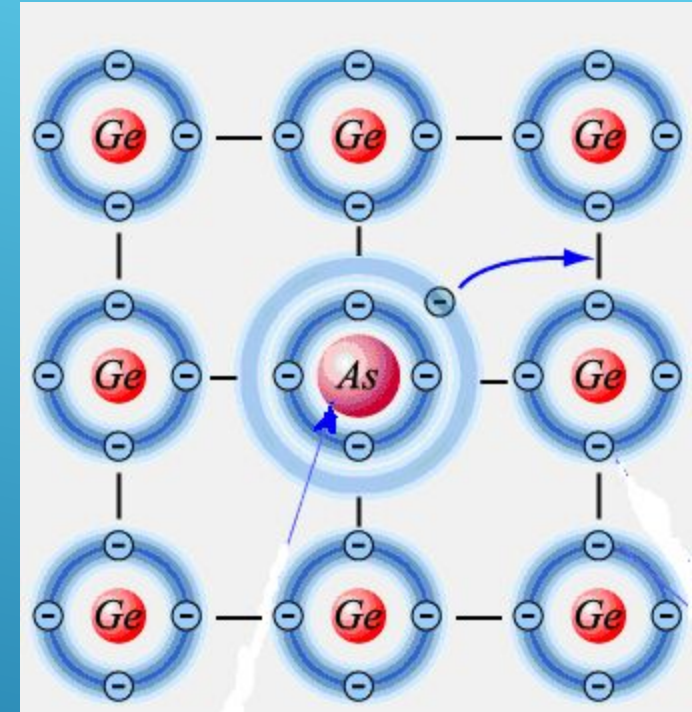
МЕХАНИЗМ ПРОВОДИМОСТИ У ПОЛУПРОВОДНИКОВ

- ▶ Общая проводимость чистого полупроводника складывается из проводимостей "р" и "n" -типов и называется электронно-дырочной проводимостью.



ПОЛУПРОВОДНИКИ ПРИ НАЛИЧИИ ПРИМЕСЕЙ

- ▶ Наличие примесей сильно увеличивает проводимость. При изменении концентрации примесей изменяется число носителей эл.тока - электронов и дырок. Возможность управления током лежит в основе широкого применения полупроводников.

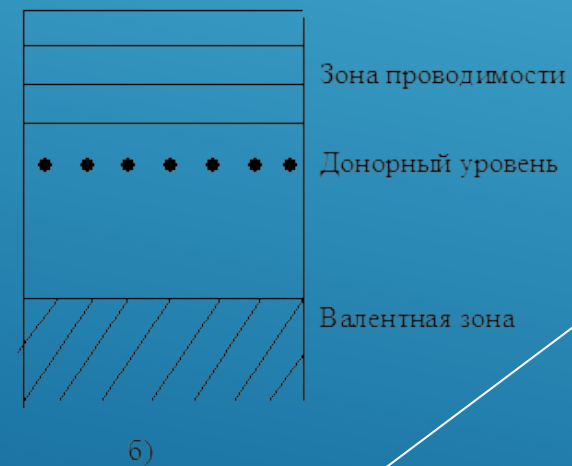
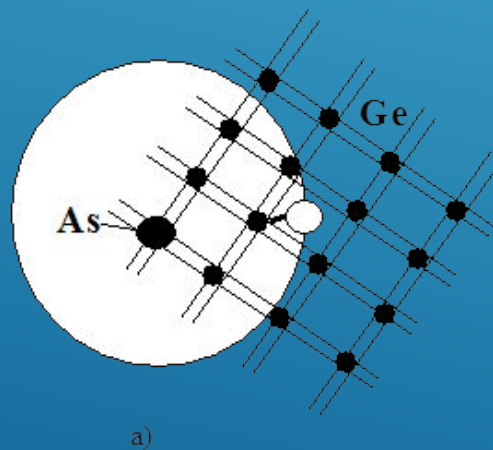


Донорные примеси (отдающие)

- являются дополнительными поставщиками электронов в кристаллы полупроводника, легко отдают электроны и увеличивают число свободных электронов в полупроводнике.

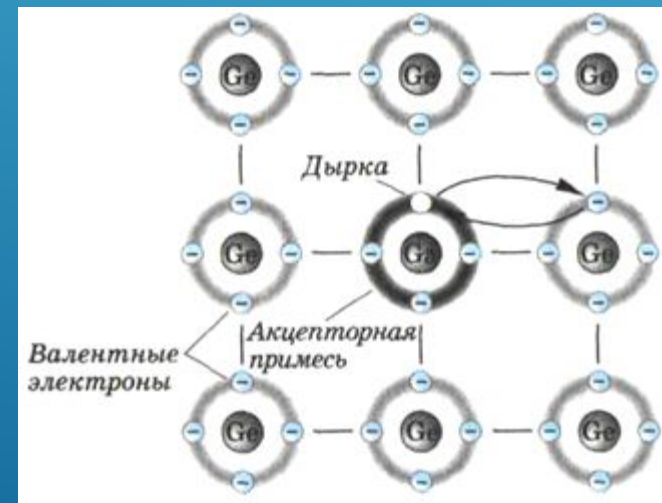
Это проводники " **n** " - **типа**, т.е. полупроводники с донорными примесями, где основной носитель заряда - электроны, а неосновной - дырки.

Такой полупроводник обладает электронной примесной проводимостью.



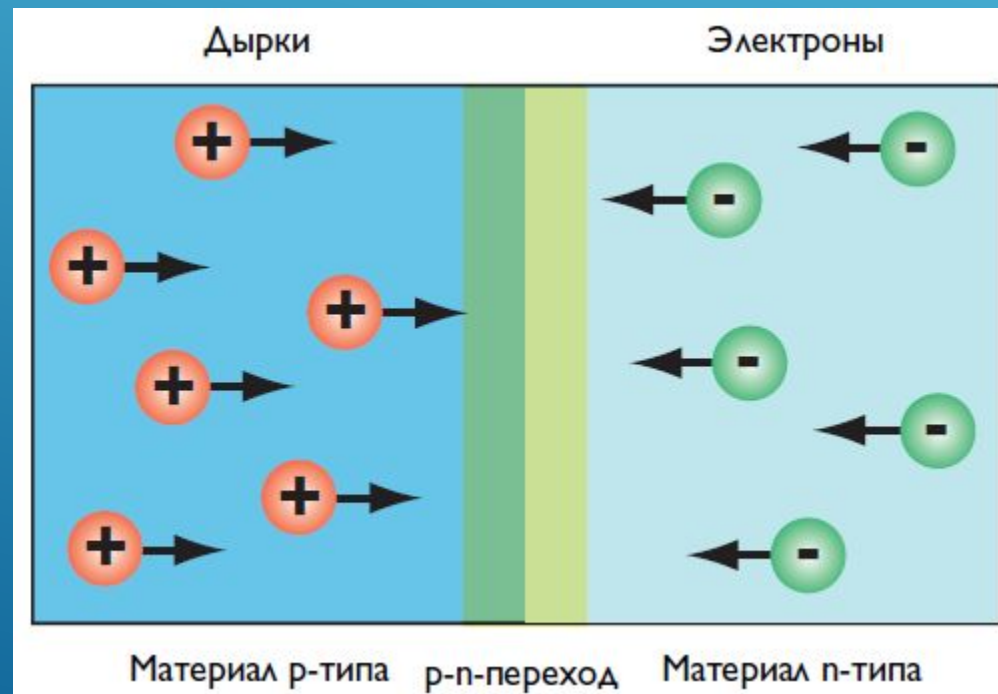
Акцепторные примеси (принимающие)
- создают "дырки" , забирая в себя
электроны.

Это полупроводники "**р**" - **типа**, т.е.
полупроводники с акцепторными
примесями, где основной носитель заряда -
дырки, а неосновной - электроны.
Такой полупроводник обладает дырочной
примесной проводимостью.



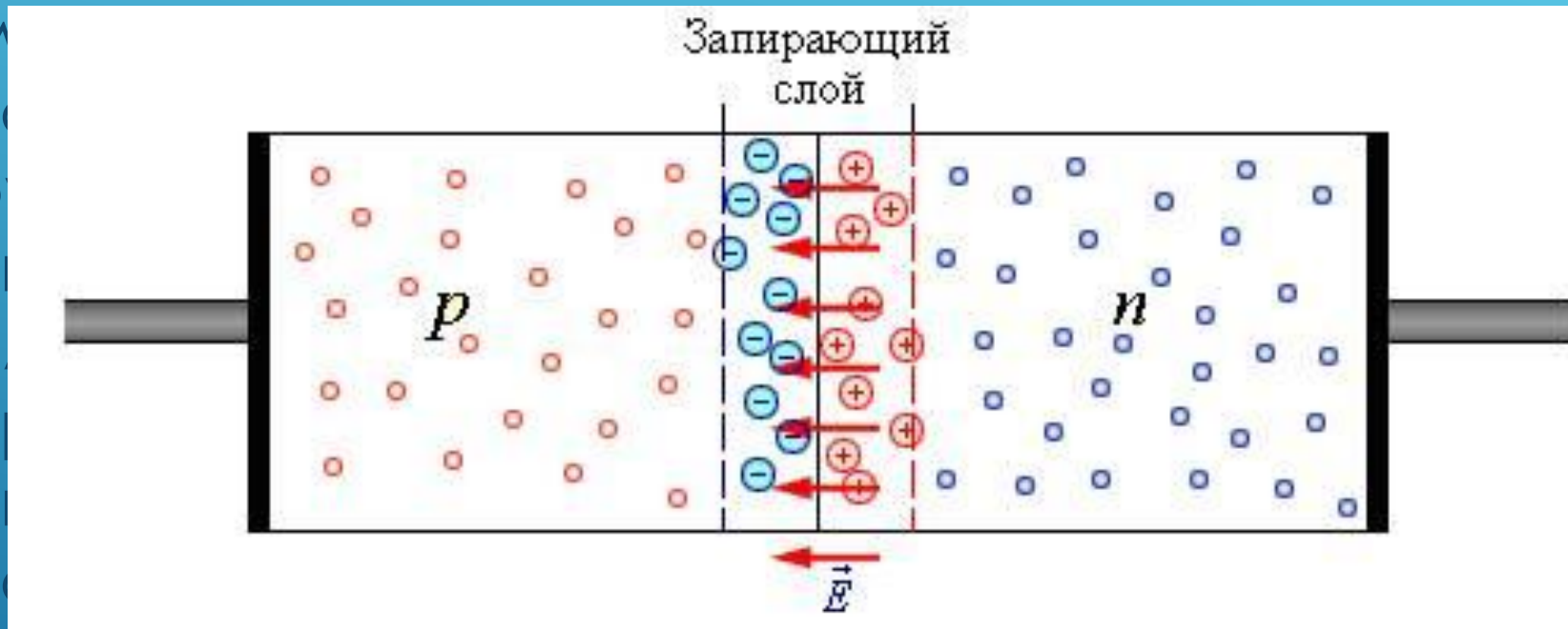
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА "P-N" ПЕРЕХОДА

- ▶ **"p-n" переход** (или электронно-дырочный переход) - область контакта двух полупроводников, где происходит смена проводимости с электронной на дырочную (или наоборот).



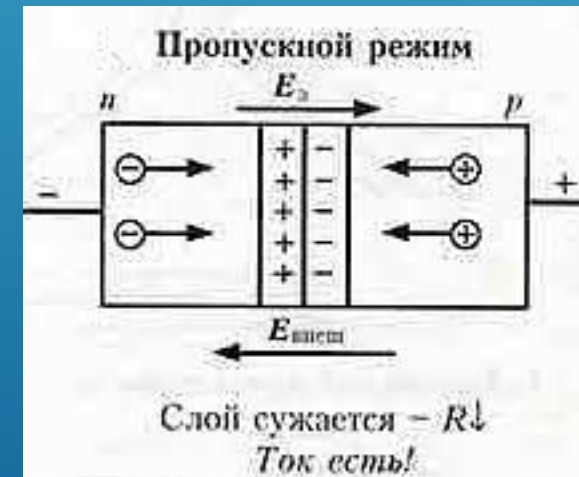
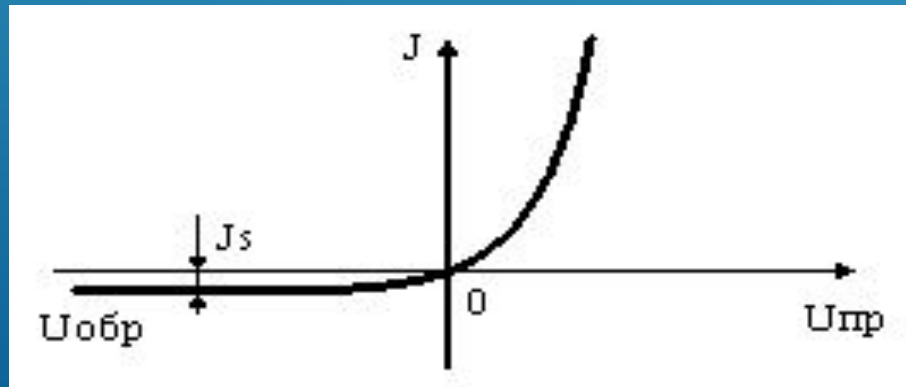
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА "P-N" ПЕРЕХОДА

- ▶ В кристалле полупроводника введением примесей



другими областями полупроводника.

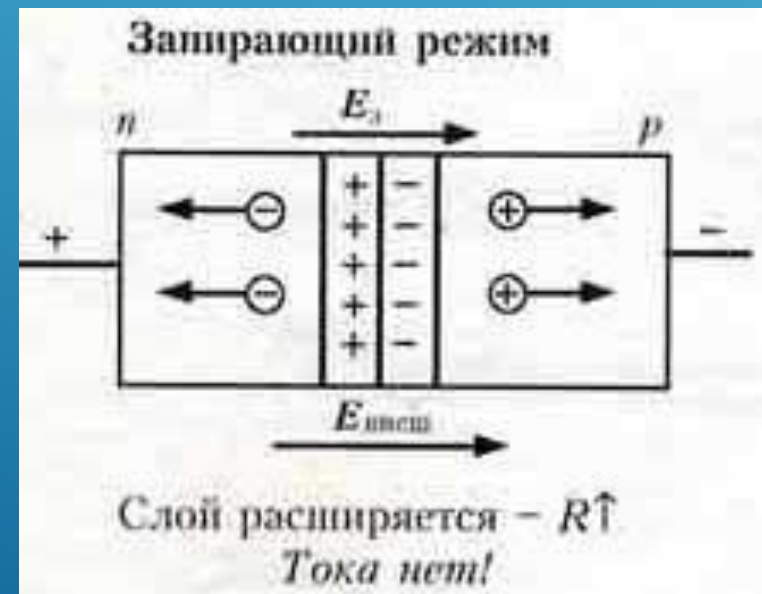
- ▶ Внешнее электрическое поле влияет на сопротивление запирающего слоя. При прямом (пропускном) направлении внешнего эл.поля эл.ток проходит через границу двух полупроводников. Т.к. электроны и дырки движутся навстречу друг другу к границе раздела, то электроны, переходя границу, заполняют дырки. Толщина запирающего слоя и его сопротивление непрерывно уменьшаются.



- ▶ При запирающем (обратном) направлении внешнего электрического поля электрический ток через область контакта двух полупроводников проходить не будет.

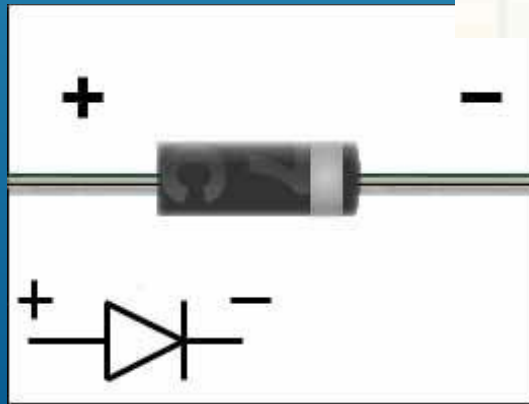
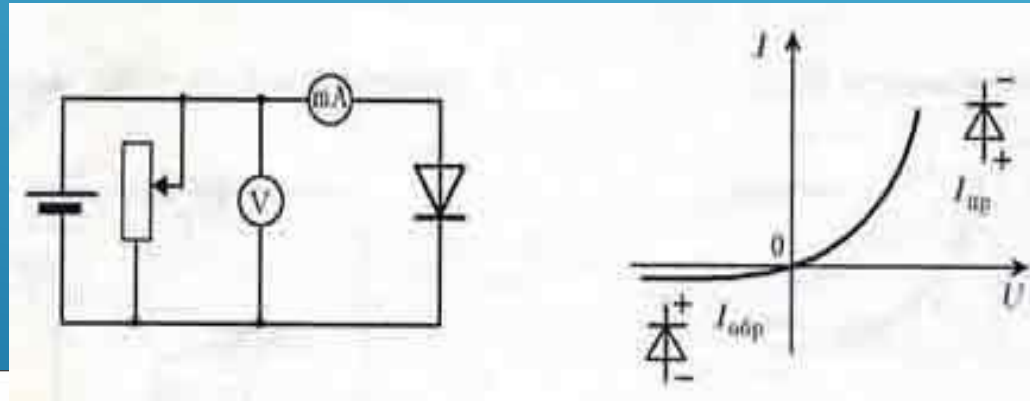
Т.к. электроны и дырки перемещаются от границы в противоположные стороны, то запирающий слой утолщается, его сопротивление.

Таким образом, электронно-дырочный переход обладает односторонней проводимостью.



ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ДИОДЫ

- ▶ Полупроводник с одним "р-п" переходом называется полупроводниковым диодом.
- ▶ Полупроводниковые диоды основные элементы выпрямителей переменного тока.



ВЫВОД

- ▶ Область применения полупроводников не ограничивалась радиотехникой. Еще в 1932 г. А. Ф. Иоффе создал из закиси меди, а затем из селена фотоэлементы, вырабатывавшие при их освещении электрический ток без помощи внешних источников энергии. Однако их КПД при использовании солнечной энергии не превышал 0,05–0,1%.
- ▶ Но уже перед Великой Отечественной войной в СССР были созданы фотоэлементы из сернистого таллия и сернистого серебра с КПД до 1%. В 1954 г. был создан кремниевый фотоэлемент. В этом же году впервые была построена солнечная батарея, состоявшая из большого числа кремниевых фотоэлементов. В начале 1955 г. были созданы фотоэлементы с КПД до 6%. Современные фотоэлементы имеют КПД до 20% и выше.
- ▶ Располагая полупроводниковый диод рядом с радиоактивным материалом, получают атомную батарею, которая может вырабатывать электрическую энергию на протяжении многих лет.
- ▶ На основе полупроводников были созданы фотодиоды. В сочетании с электрическими счетчиками они ведут учет движущихся объектов – от производимых деталей до пассажиров в метро. Приборы, созданные с применением фотодиодов, могут определять бракованные изделия на конвейере и выключать оборудование, если в его опасную зону попадают руки рабочих. Создание приборов на основе полупроводников произвело в середине XX в. техническую революцию.
- ▶ Дальнейшее их развитие привело к созданию интегральных микросхем, появлению новых поколений электронно-вычислительных машин и персональных компьютеров. Сейчас ни одна область науки и техники не обходится без их применения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- ▶ 1. Электротехника и электроника: Учебник. В 2 томах. Том 1: Электротехника / А.Л. Марченко, Ю.Ф. Опачий - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 574 с
- ▶ 2. Тырышкин И.С. Физические основы полупроводниковой электроники: учеб. пособие. – Новосибирск: СибГУТИ, 2000.
- ▶ 3. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники: учеб. пособие для вузов. — М.: Сов. радио, 1980.