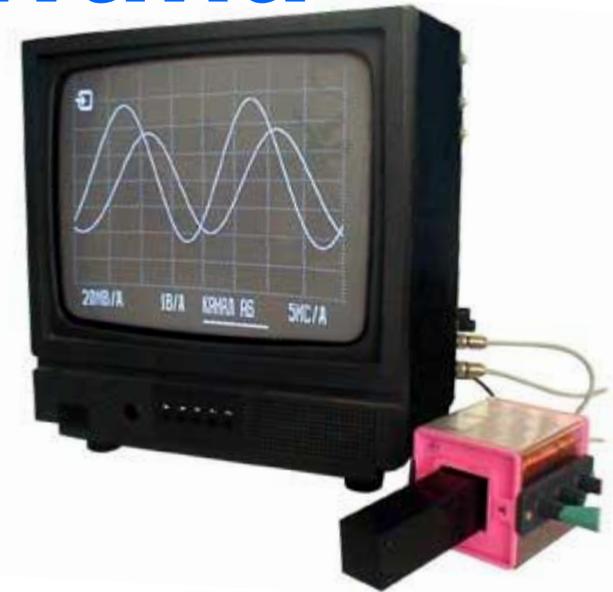


Электрический ток

Урок изучения нового материала в полупроводниках 10 класс



Классификация веществ по

проводимости

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

Проводники

Хорошо проводят электрический ток

К ним относятся металлы, электролиты, плазма ...

Удельное сопротивление

$10^{-8} - 10^{-6} \text{ Ом}\cdot\text{м}$

Полупроводники

Занимают по проводимости промежуточное положение между проводниками и диэлектриками

Удельное сопротивление

$10^{-3} - 10^7 \text{ Ом}\cdot\text{м}$

Диэлектрики

Практически не проводят электрический ток

К ним относятся пластмассы, резина, стекло

Удельное сопротивление

$10^{10} - 10^{16} \text{ Ом}\cdot\text{м}$

Полупроводники

Период	Группа				
	III	IV	V	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	At

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

Свойства полупроводников



Майкл Фарадей
(Michael Faraday, 1791-1867)

R ↓



Уиллоуби Смит
(Willoughby Smith, 1828 – 1891)



Абрам Фёдорович Иоффе
(1880-1960)

t ↑

освещение

добавление примеси

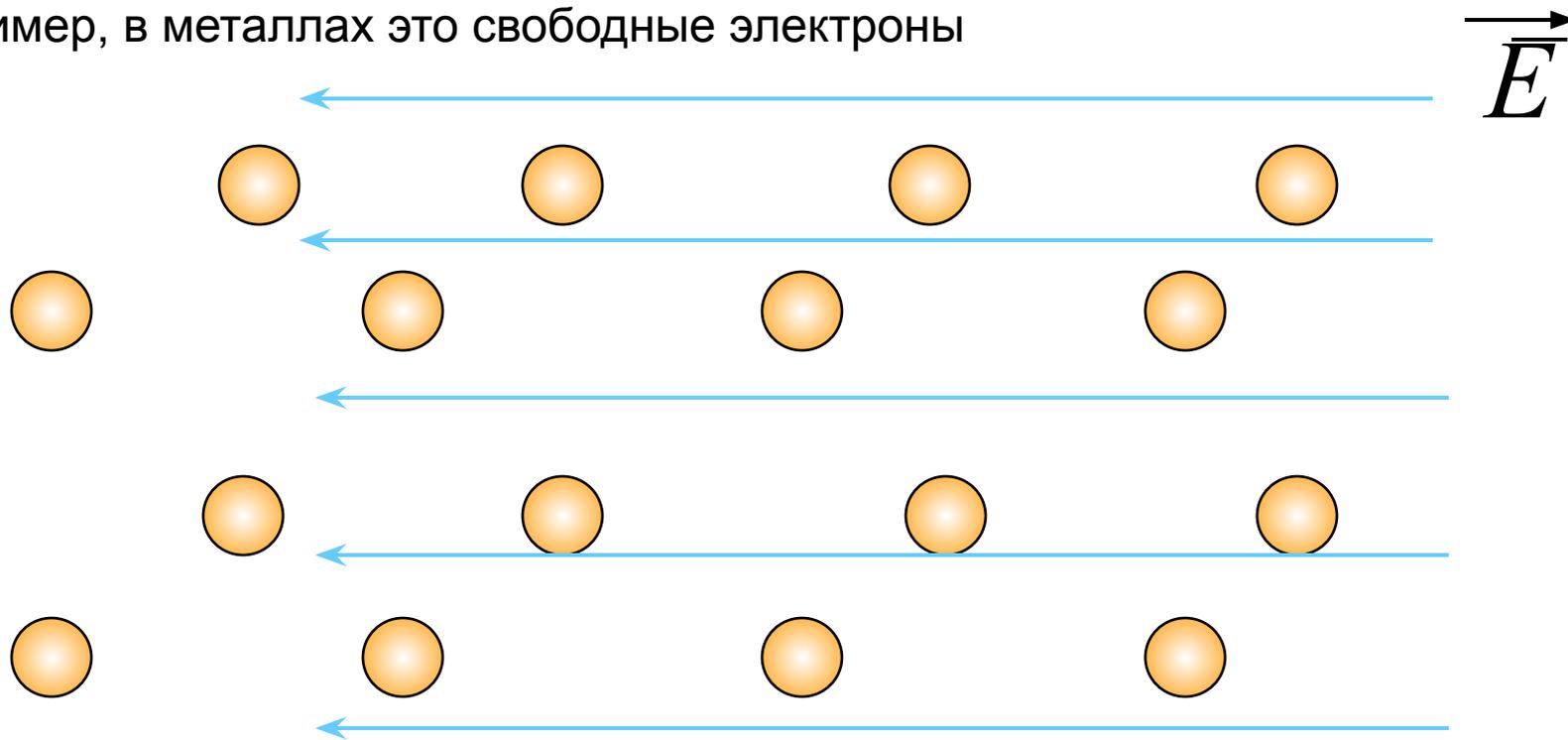
Свойства полупроводников

Свойства полупроводников

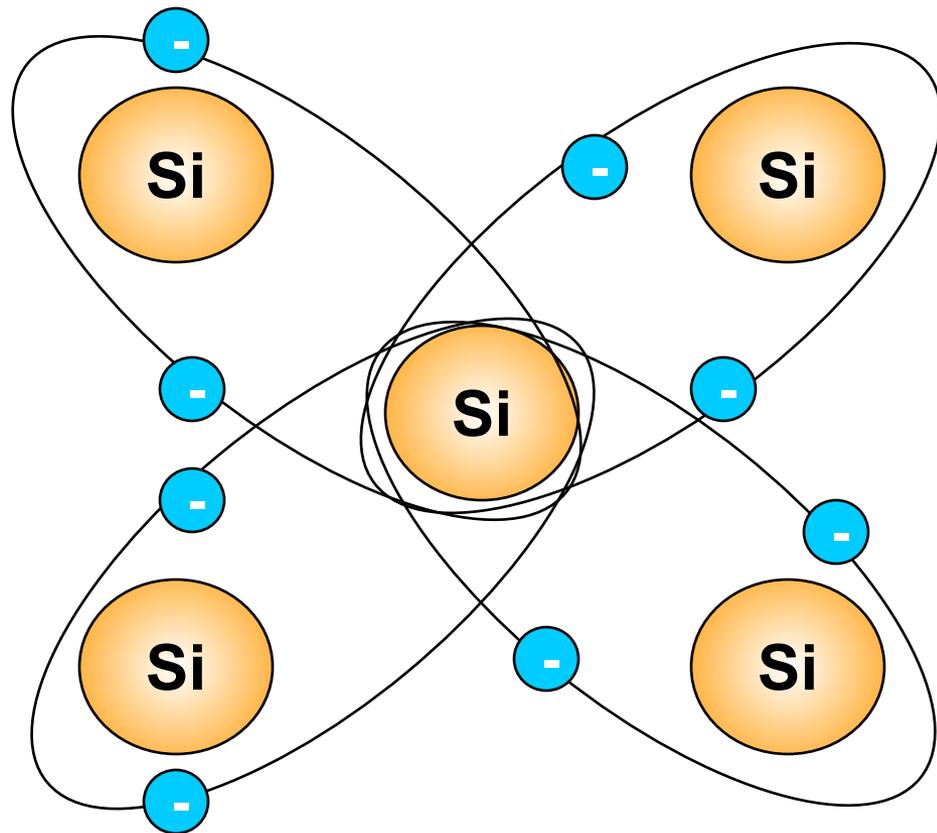
Проводимость

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

Например, в металлах это свободные электроны



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.

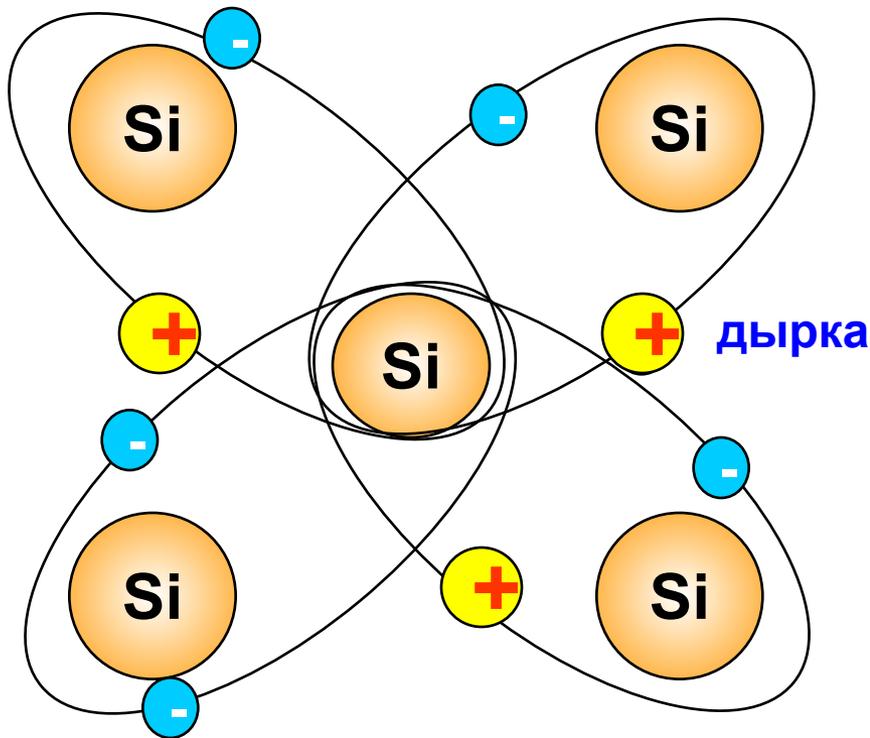
При обычных условиях (невысоких температурах) в полупроводниках **отсутствуют свободные заряженные частицы**, поэтому полупроводник **не проводит электрический ток**.

Собственная проводимость полупроводников

Рассмотрим изменения
в полупроводнике при
увеличении температуры

**свободный
электрон**

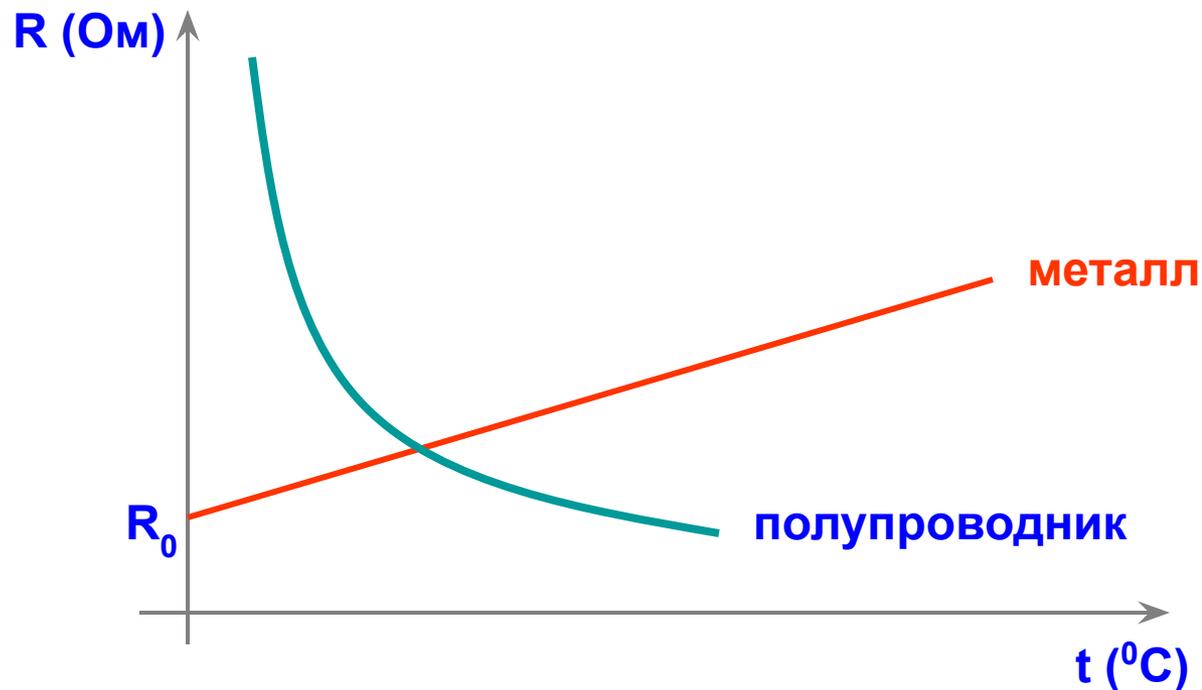
Под воздействием
электрического поля
электроны и дырки
начинают упорядоченное
(встречное) движение,
**образуя электрический
ток $I_{\text{общ}} = I_{\text{эл}} + I_{\text{дыр}}$**



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**.

Собственная проводимость полупроводников

Электрический ток в полупроводниках представляет собой упорядоченное движение свободных электронов и дырок



При увеличении температуры растет число свободных носителей заряда, проводимость полупроводника в растёт, сопротивление уменьшается

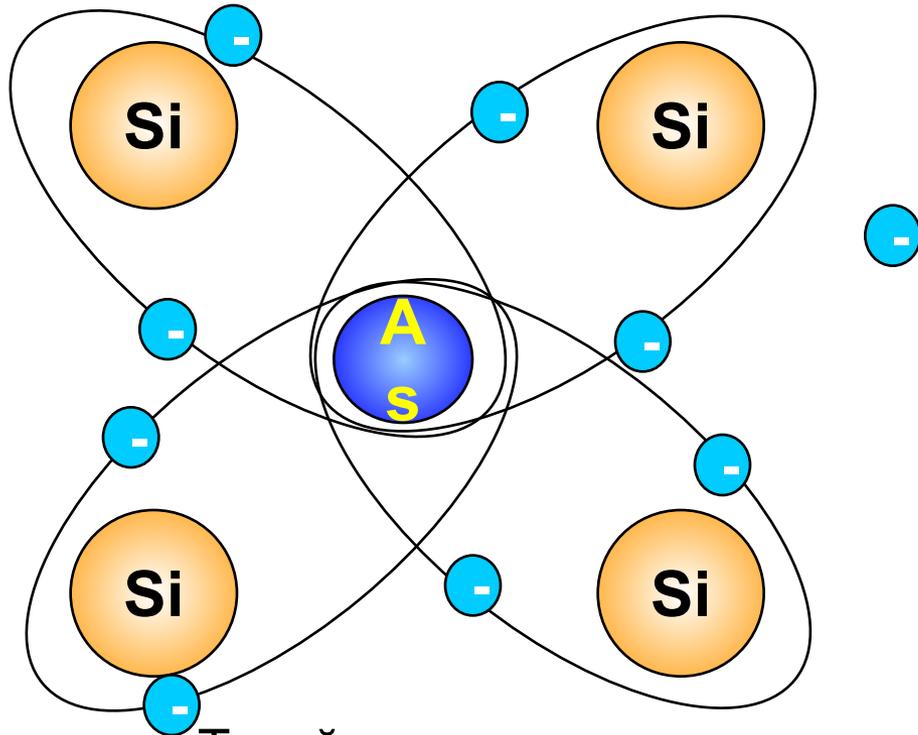


Объясните графики зависимости сопротивления металлов и полупроводников от температуры

Примесная проводимость

Собственная проводимость полупроводников явно недостаточна для технического применения полупроводников

Поэтому для увеличения проводимости в чистые полупроводники добавляют примеси, которые бывают **донорные** и **акцепторные**



Донорные примеси
(от лат. donare – *давать*)

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

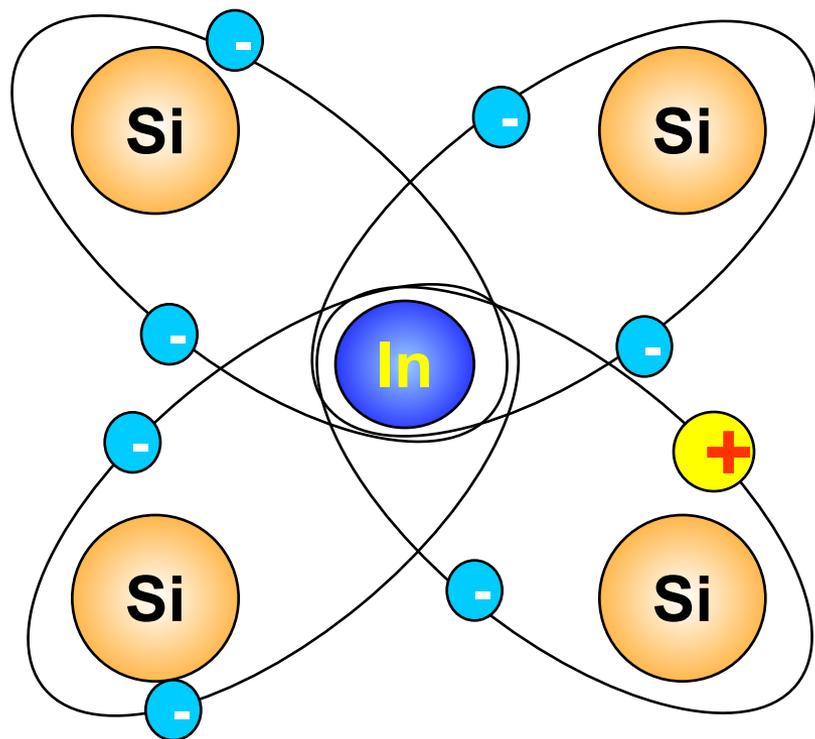
Число свободных электронов

увеличивается

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

Примесная проводимость

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



Акцепторные примеси
(от лат. *acceptor* – приемщик)

**Число дырок
увеличивается**

Такой полупроводник называется полупроводником

p – типа, основными носителями заряда являются

дырки, а

примесь, дающая дырки,

называется **акцепторной**

Изменяя концентрацию примеси, можно изменять проводимость полупроводника, создавая его с заданными электрическими свойствами

Примесная проводимость

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

p – типа

(positivus – положительный)



Основные носители заряда -
дырки

n – типа

(negativus - отрицательный)



Основные носители заряда -
электроны

Помимо основных носителей в полупроводнике существует очень малое число неосновных носителей заряда количество которых растет при увеличении температуры

(в полупроводнике p – типа - электроны, а в полупроводнике n – типа - дырки),

?

Объясните, как изменяется количество неосновных носителей заряда в примесном полупроводнике при $T \uparrow$

Вопросы для контроля

1. Объясните характер проводимости полупроводников **p** – типа
2. Объясните характер проводимости полупроводников **n** – типа
3. На основе строения полупроводника объясните зависимость его сопротивления от температуры
4. Для чего легируют чистые полупроводники

Домашнее задание

- П. 113, 114 учить
- Задачник №817, 873, 874

Электрический ток через контакт полупроводника в р-п типа



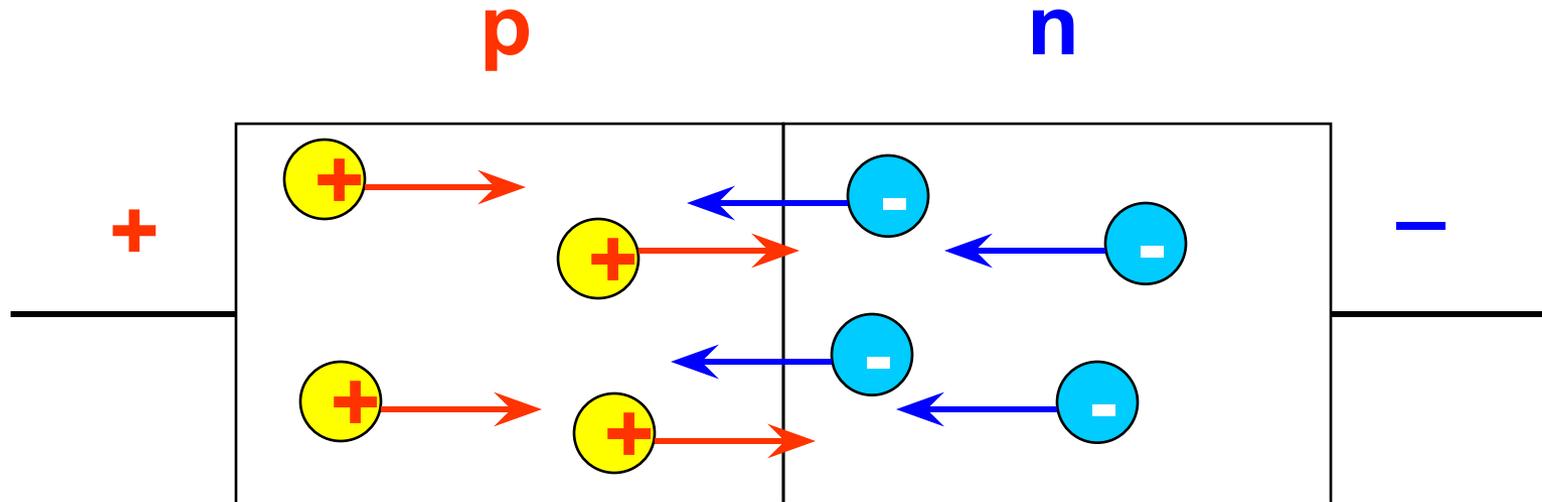
Урок изучения нового материала

10 класс

p – n переход и его свойства

Электрический контакт двух полупроводников **p** и **n** типа называется **p – n** переходом

1. Прямое включение

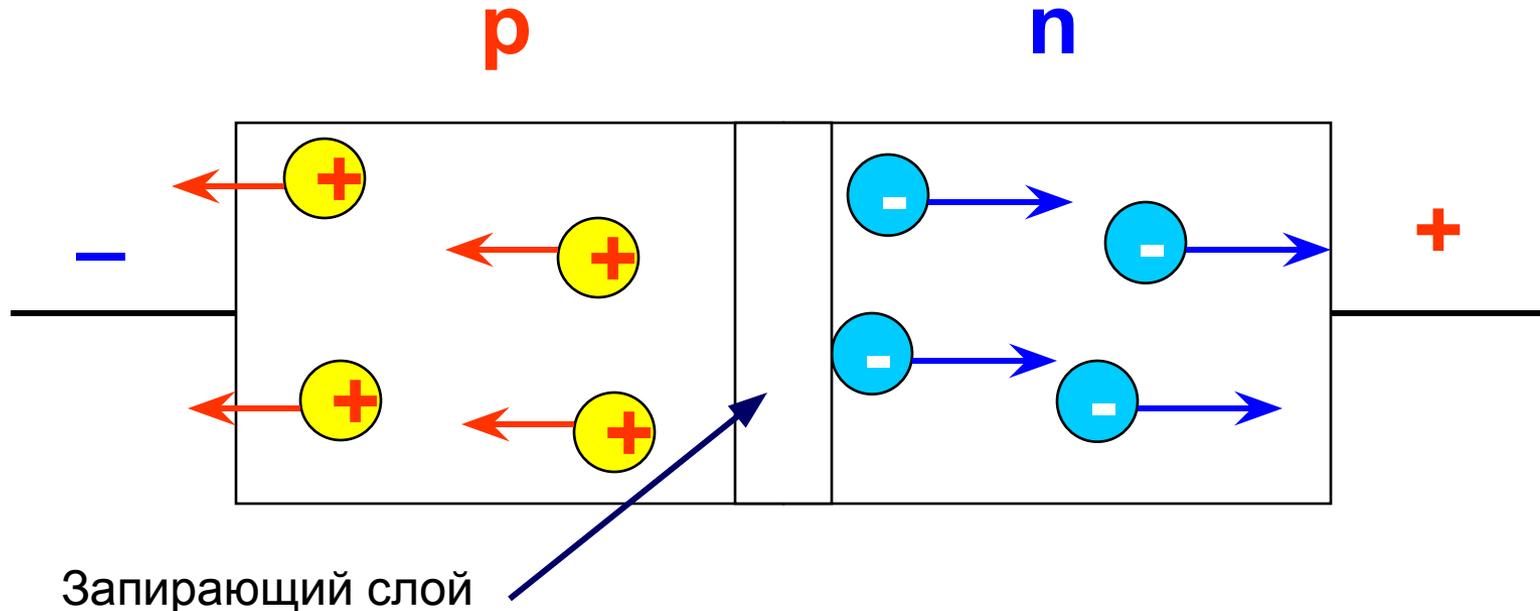


Ток через **p – n** переход осуществляется **основными носителями заряда** (дырки двигаются вправо, электроны – влево)

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

p – n переход и его свойства

2. Обратное включение

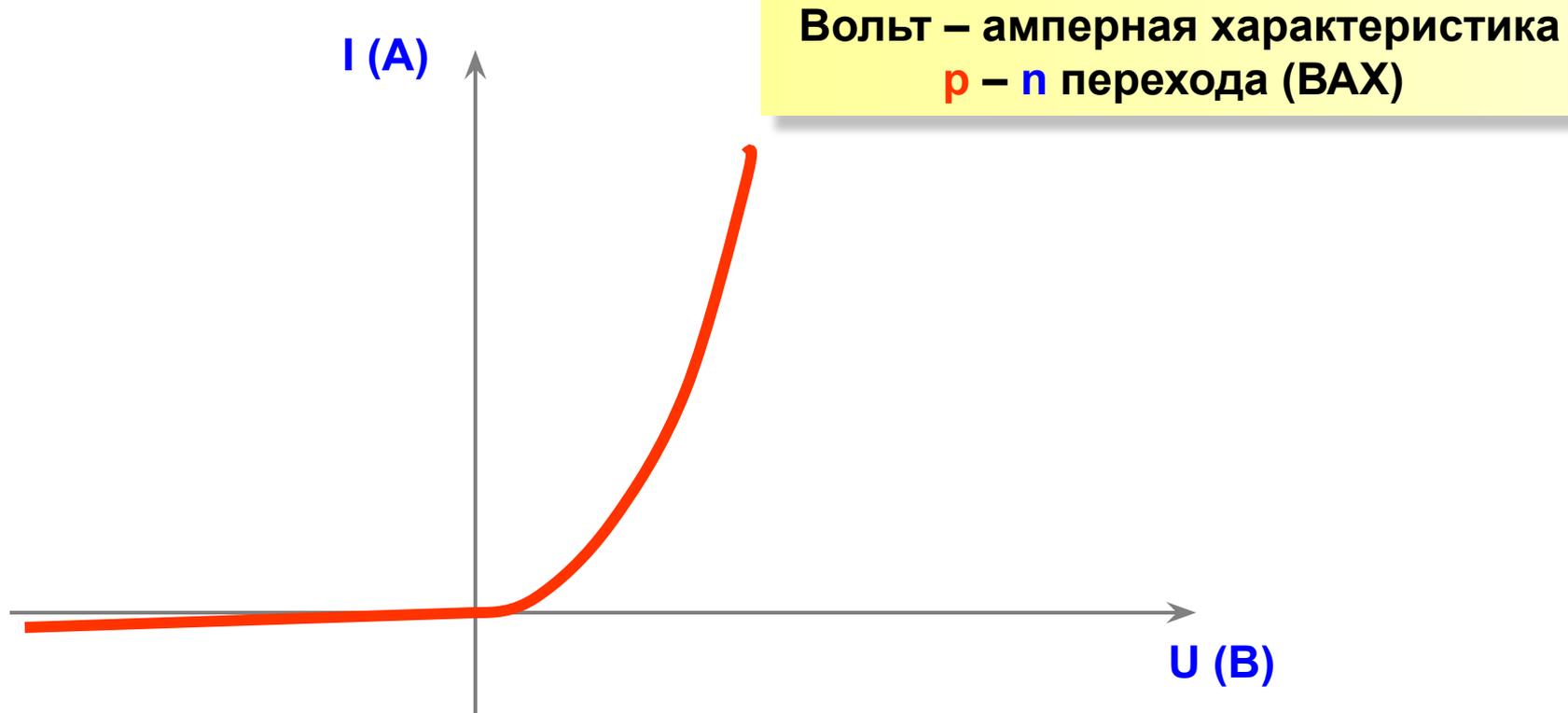


Основные носители заряда не проходят через **p – n** переход

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

p – n переход и его свойства

Основное свойство **p – n** перехода - его **односторонняя проводимость**



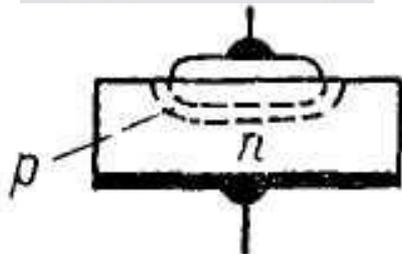
Вольт – амперная характеристика
p – n перехода (ВАХ)

?

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
мак



Полупроводниковые диоды изготавливают чаще из кристаллов кремния, в которые вплавляют примеси, создающие на границе **p** - **n** переход

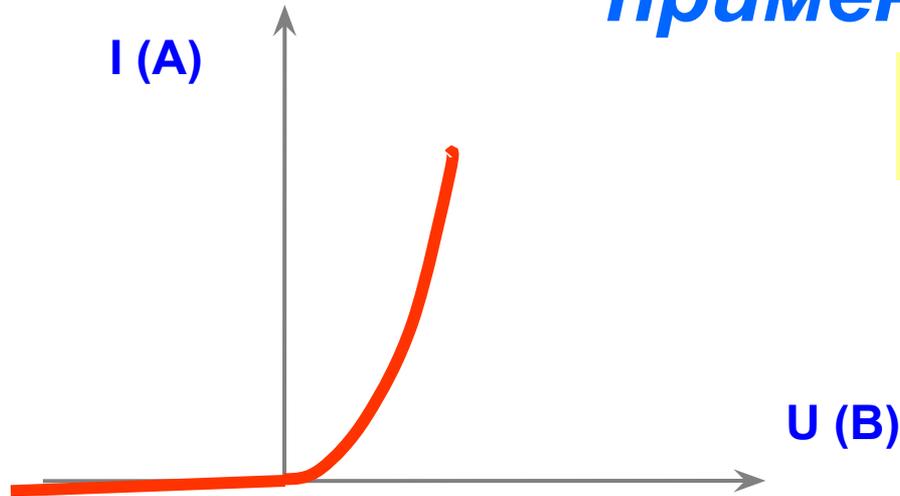
Достоинства полупроводниковых диодов

1. малые размеры и масса
2. длительный срок службы
3. высокая механическая прочность

Недостатки полупроводниковых диодов

1. зависимость их параметров от температуры (не могут работать при $t^{\circ} < -70^{\circ}$)
2. при $t^{\circ} > 80^{\circ}$ (для Ge) и $t^{\circ} > 125^{\circ}$ (для Se) рабочие параметры резко ухудшаются

Полупроводниковый диод и его применение



Вольт – амперная характеристика полупроводникового диода (ВАХ)

Основное свойство диода – его **односторонняя электрическая проводимость**

Отношение значения прямого тока к значению обратного называется **коэффициентом выпрямления**.

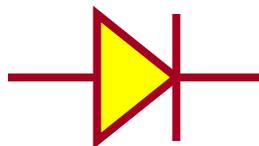
В хороших диодах коэффициент выпрямления достигает значения 10^6

Полупроводниковый диод и его применение

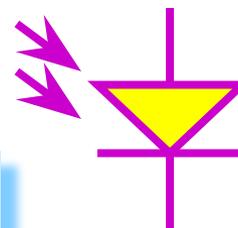
Выпрямление переменного тока



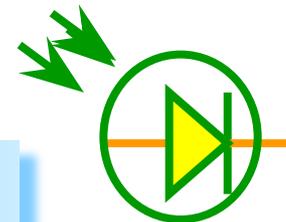
Детектирование электрических сигналов



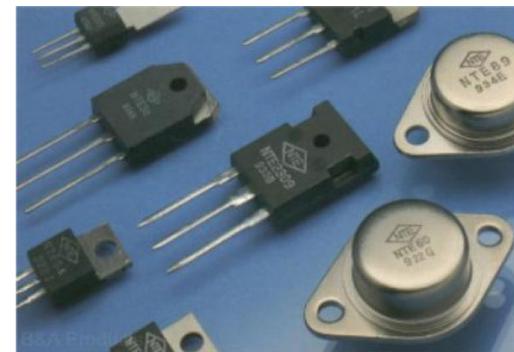
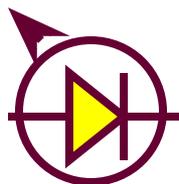
Передача и прием сигналов



Стабилизация тока и напряжения



Прочие применения

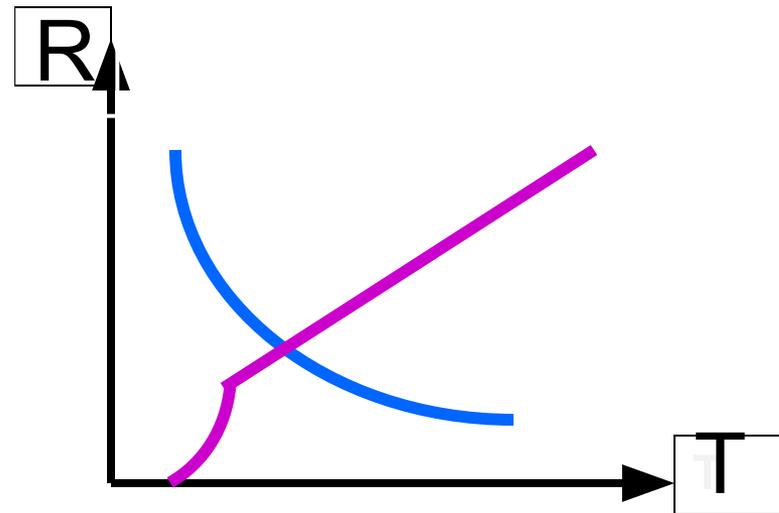


Вопросы для контроля

- Как, имея источник тока и лампочку, проверить исправность полупроводникового диода
- Объясните принцип выпрямления переменного тока с помощью полупроводникового диода
- Расскажите об основных применениях полупроводниковых диодов

Решите задачи:

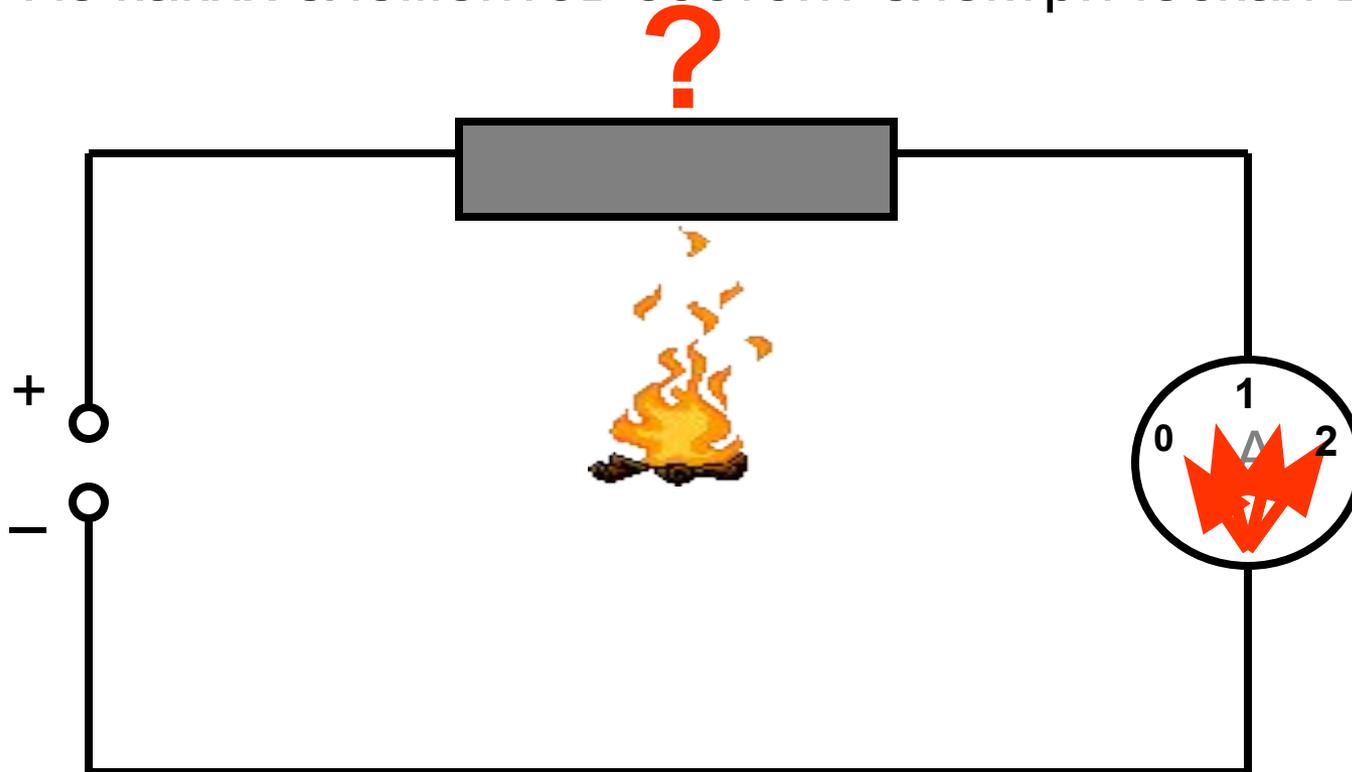
1. Будет ли кремний сверхпроводящим, если его охладить до температуры, близкой к абсолютному нулю?
2. Какой график зависимости R от T соответствует металлическому проводнику?



Решите задачи:

4. Что надо сделать, чтобы электропроводность германия и кремния стала такой же, как электропроводность металла (диэлектрика)?
5. Почему при изготовлении полупроводниковых материалов обращается исключительное внимание на степень их чистоты?

1) Из каких элементов состоит электрическая цепь?



2) Какой опыт проводят на установке?

3) По результатам опыта определите, из какого вещества

изготовлено тело:

а) металлического проводника;

в) полупроводника?

Домашнее задание

- **П.115 учить**
**(Учебник «Физика-10» Г.Я. Мякишев,
Б.Б.Буховцев, Н.Н.Соцкий)**
- **Задачник (Рымкевич) №875, 876, 877
решить**