

Презентация для проведения урока по физике в 10 классе на тему  
«Электрический ток в полупроводниках»

В презентации рассматриваются полупроводники, собственная и примесная проводимость полупроводников, свойства р – n перехода, полупроводникового диода и его применение

# Электрический ток в полупроводниках



# ВОПРОСЫ:

1. Классификация веществ по проводимости
2. Собственная проводимость полупроводников
3. Примесная проводимость полупроводников
4.  $p - n$  переход и его свойства
5. Полупроводниковый диод и его применение
6. Вопросы для контроля

Вопрос 1

# **Классификация веществ по проводимости**

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

---

## Электрические свойства веществ

```
graph TD; A[Электрические свойства веществ] --> B[Проводники]; A --> C[Полупроводники]; A --> D[Диэлектрики];
```

### Проводники

**Хорошо проводят электрический ток**

К ним относятся металлы, электролиты, плазма ...

Наиболее используемые проводники – **Au, Ag, Cu, Al, Fe ...**

### Полупроводники

Занимают по проводимости **промежуточное положение** между проводниками и диэлектриками

**Si, Ge, Se, In, As**

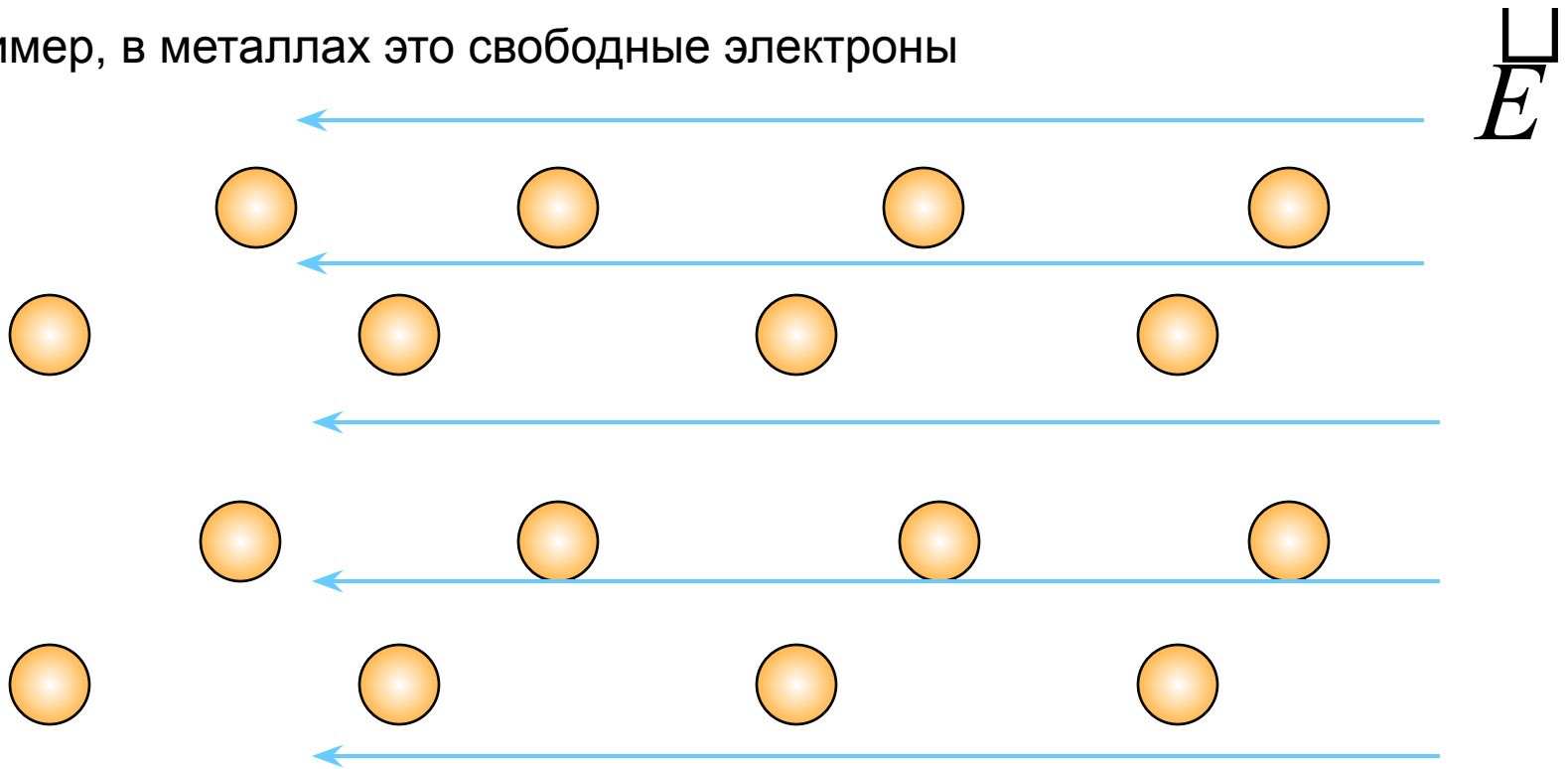
### Диэлектрики

**Практически не проводят электрический ток**

К ним относятся пластмассы, резина, стекло, фарфор, сухое дерево, бумага ...

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

Например, в металлах это свободные электроны

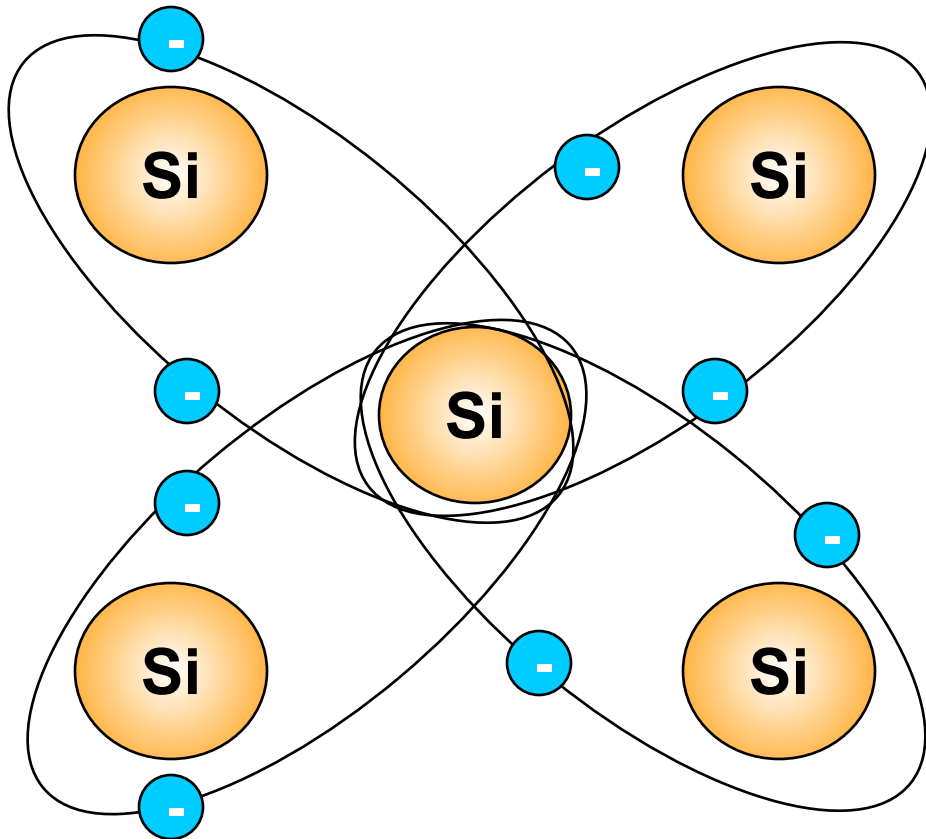


**Вспомните и объясните характер проводимости металлов и его зависимость от температуры**

## Вопрос 2

# **Собственная проводимость полупроводников**

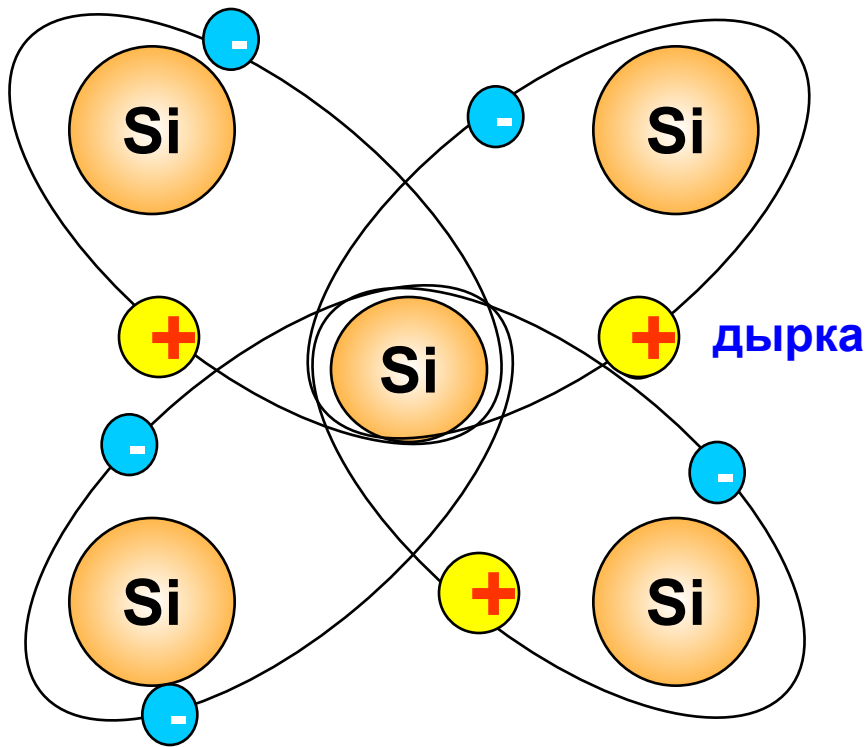
## Рассмотрим проводимость полупроводников на основе кремния **Si**



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



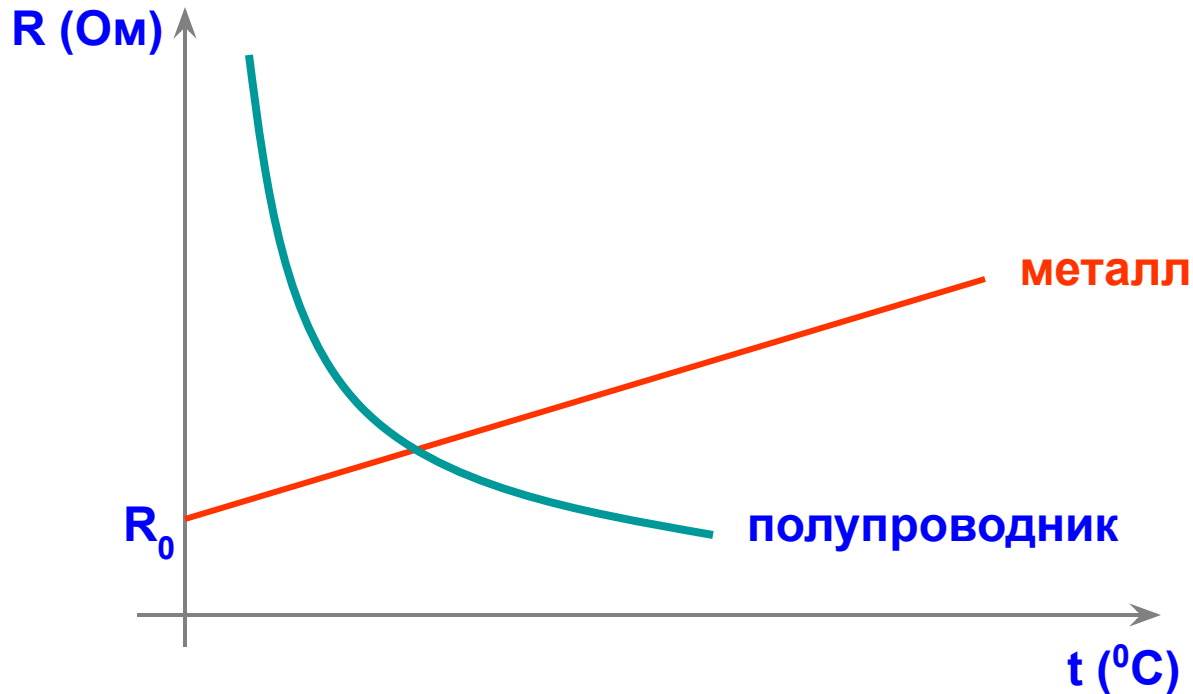
**свободный  
электрон**

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



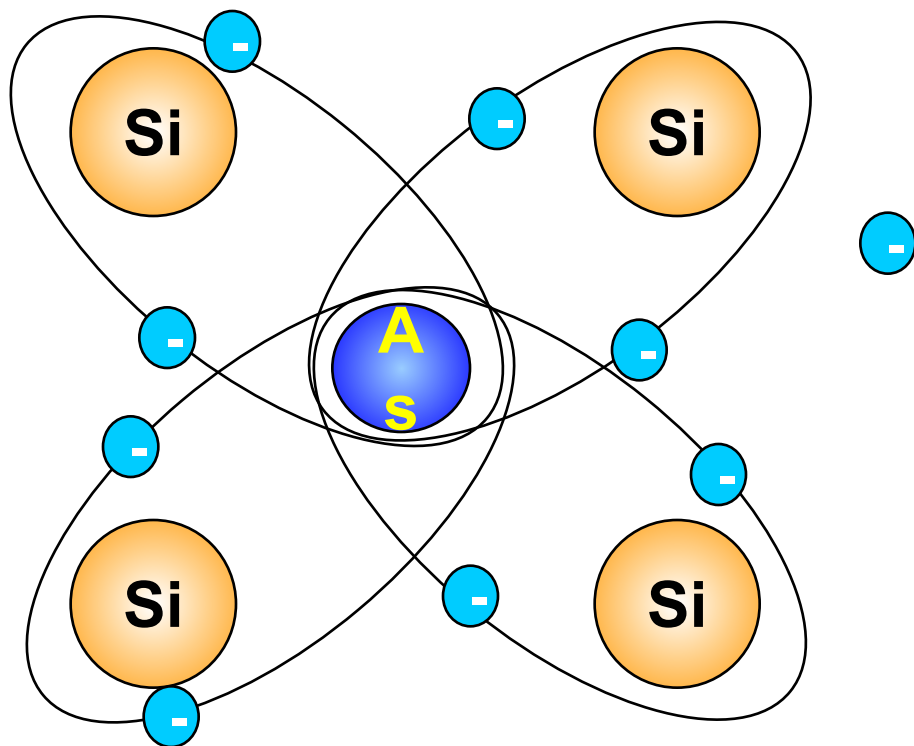
Объясните графики зависимости сопротивления металлов и полупроводников от температуры

Вопрос 3

**Примесная проводимость  
полупроводников**

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

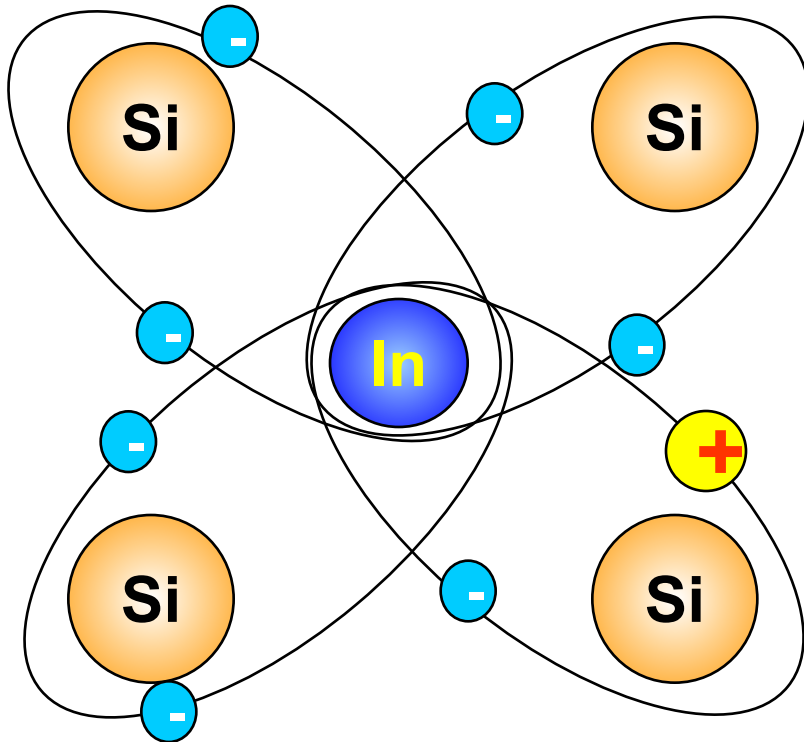
При легировании 4 – валентного кремния Si 5 – валентным мышьяком As, один из 5 электронов мышьяка становится **свободным**

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**

**Основные носители заряда -  
дырки**



**n - типа**

**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



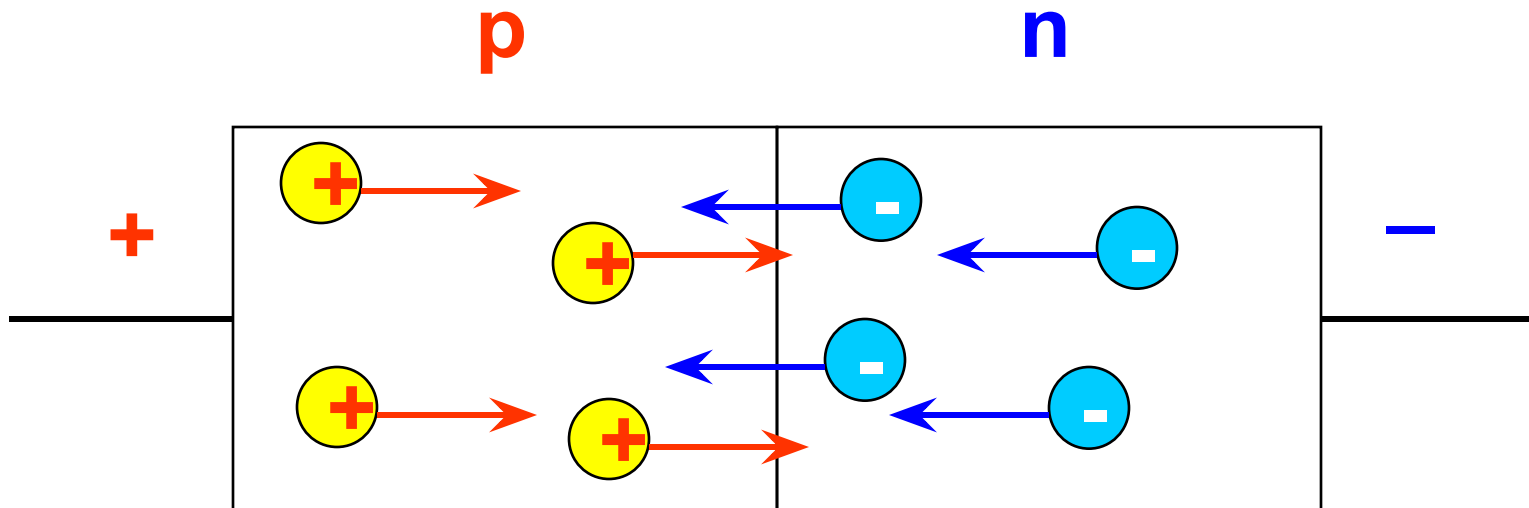
**Объясните, как изменяется количество неосновных носителей заряда в примесном полупроводнике при увеличении температуры**

## Вопрос 4

**p – n** переход и его  
электрические свойства

Рассмотрим электрический контакт двух полупроводников  $p$  и  $n$  типа, называемый  $p-n$  переходом

## 1. Прямое включение

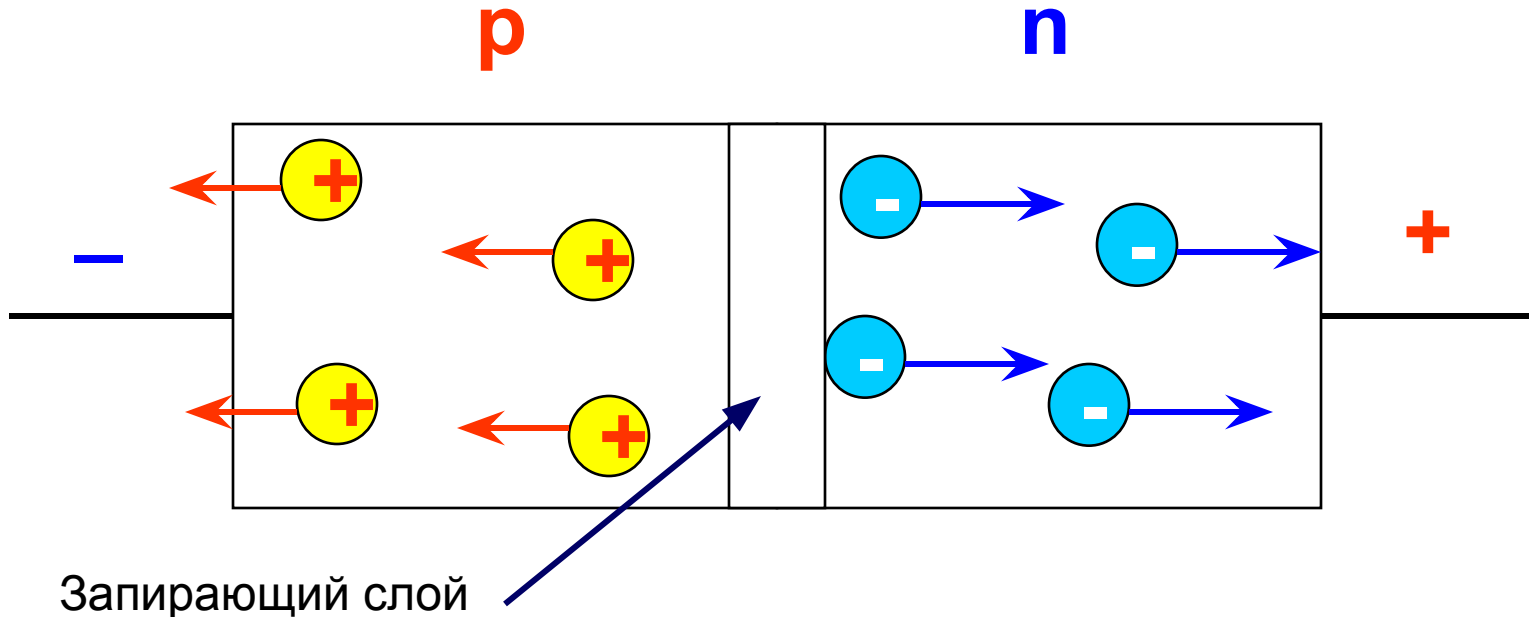


Ток через  $p-n$  переход осуществляется **основными носителями заряда** (дырки двигаются вправо, электроны – влево)

**Сопротивление перехода мало, ток велик.**

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

## 2. Обратное включение



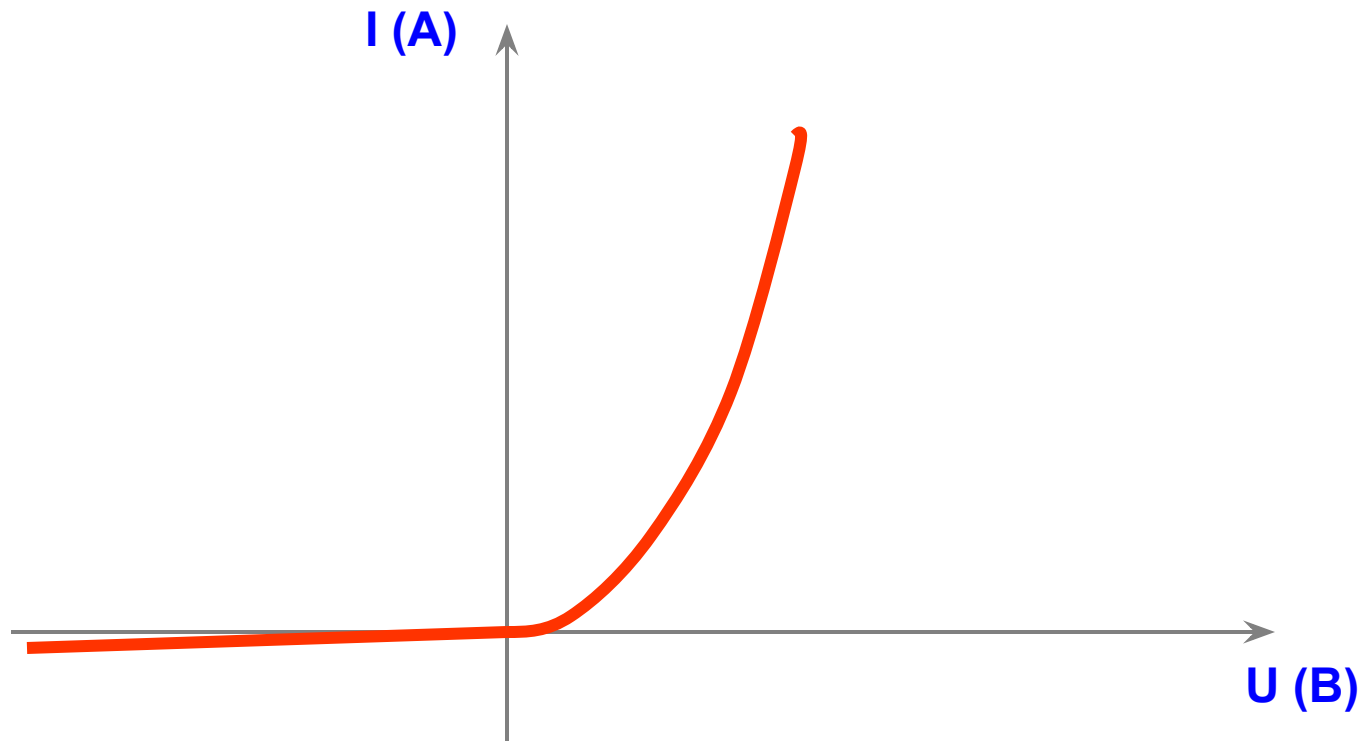
Основные носители заряда не проходят через  $p-n$  переход

**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)**



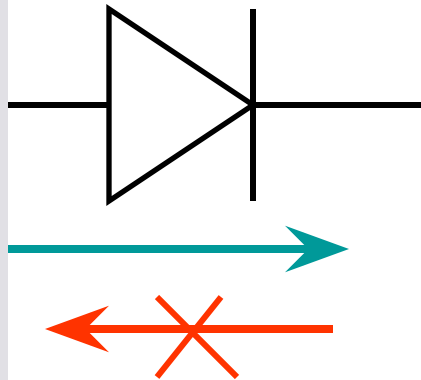
?

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

Вопрос 5

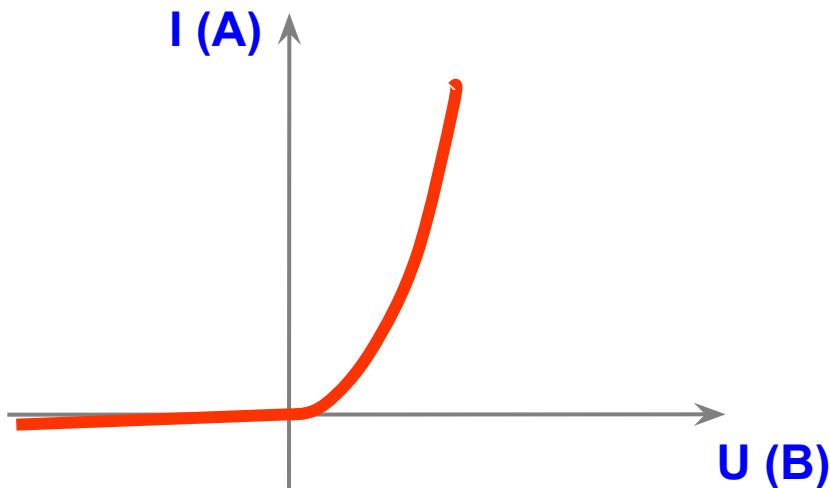
**Полупроводниковый диод и  
его применение**

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

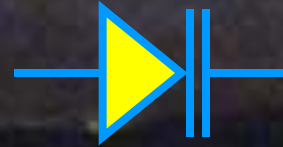
Выпрямление  
переменного тока

Детектирование  
электрических сигналов

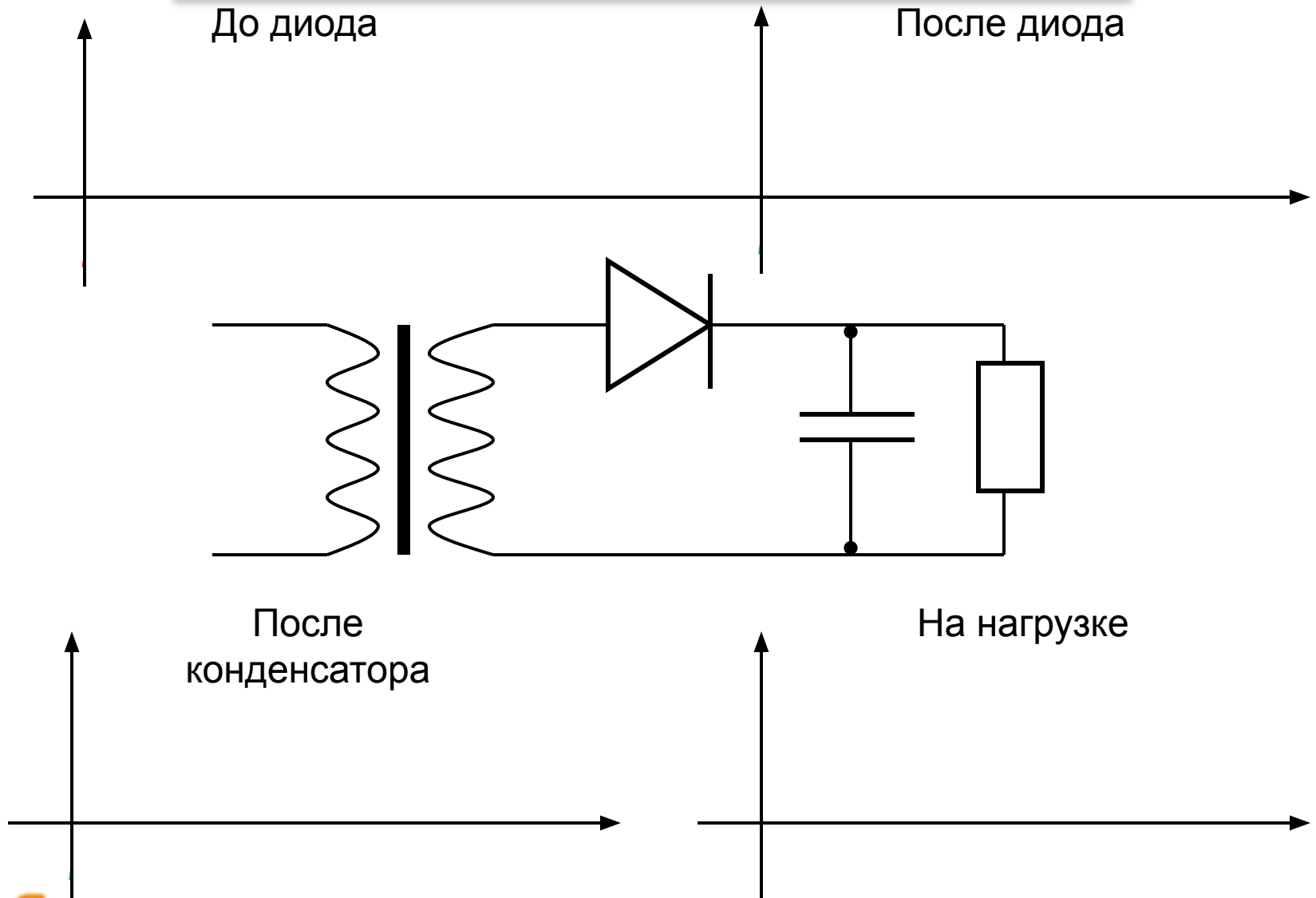
Стабилизация тока и  
напряжения

Передача и прием  
сигналов

Прочие применения



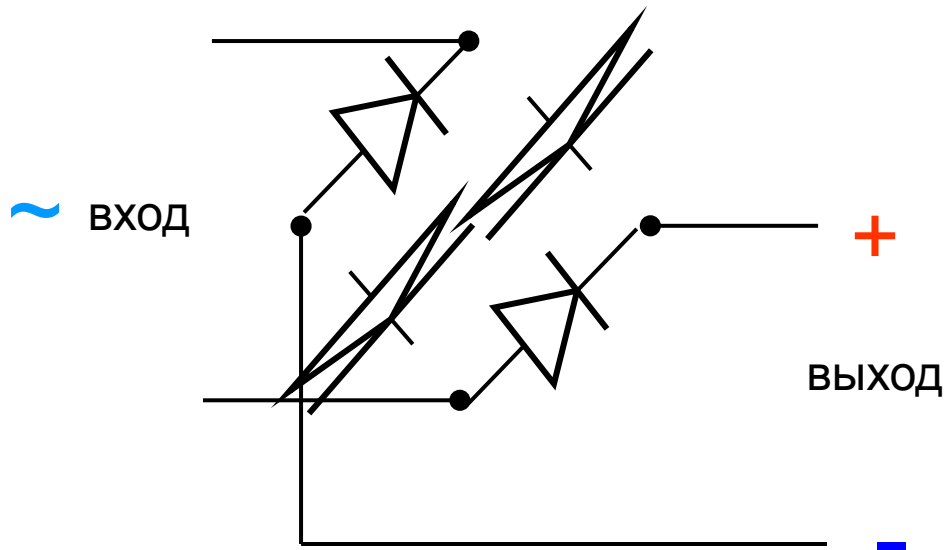
## Схема однополупериодного выпрямителя



?

Каковы недостатки выпрямителя на одном диоде

## Схема двухполупериодного выпрямителя (мостовая)



?

В чем преимущества двухполупериодного выпрямителя

Вопрос 6

**Вопросы для контроля**

## Вопросы для повторения

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

В следующей презентации

**«Полупроводниковые приборы»**

Рассказывается об основных полупроводниковых приборах (транзисторы, тиристоры, термисторы, стабилитроны, фото и светодиоды ...), принципе их действия и их применениях

Домнин Константин Михайлович

E – mail: [kdomnin@list.ru](mailto:kdomnin@list.ru)

2006 год.