

Вопрос 1

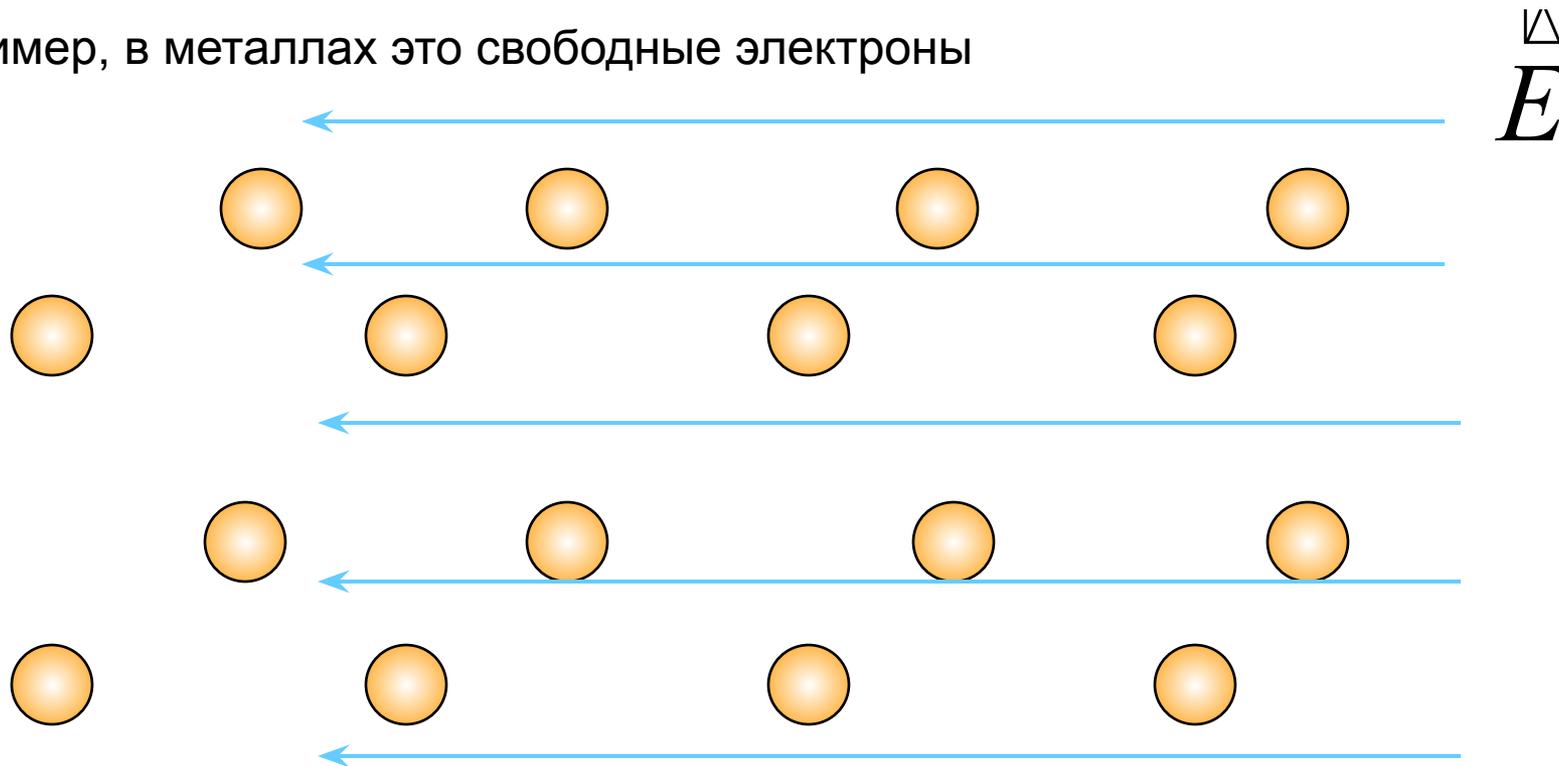
# **Классификация веществ по проводимости**

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



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

Например, в металлах это свободные электроны

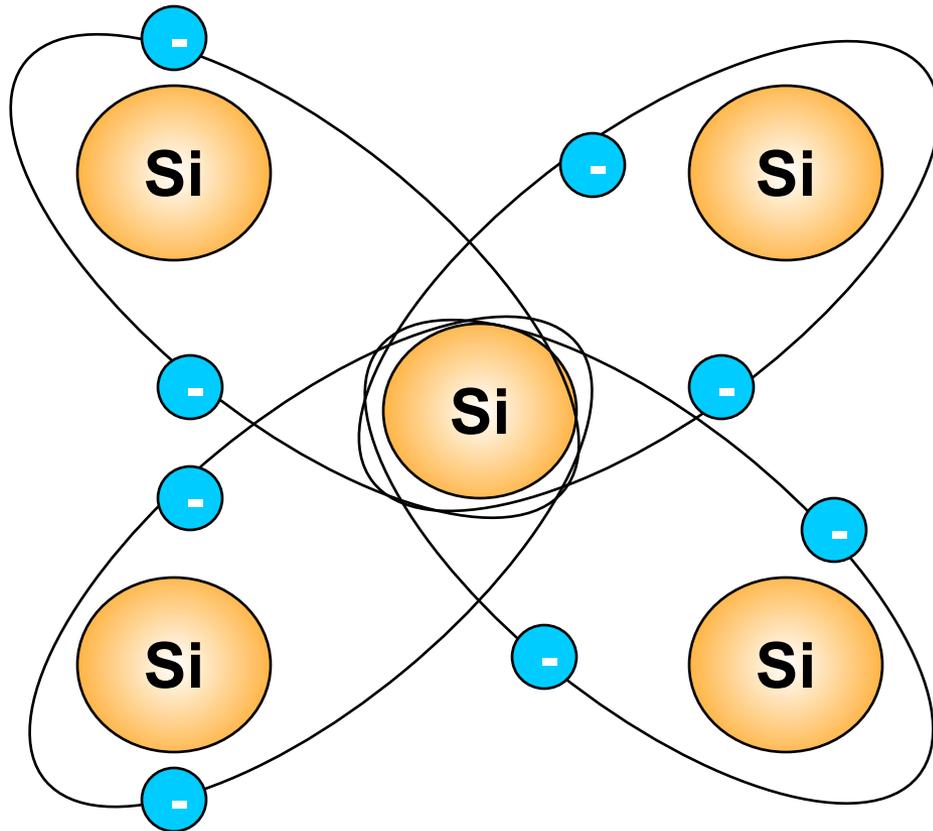


**Вспомните и объясните характер проводимости металлов и его зависимость от температуры**

Вопрос 2

# **Собственная проводимость полупроводников**

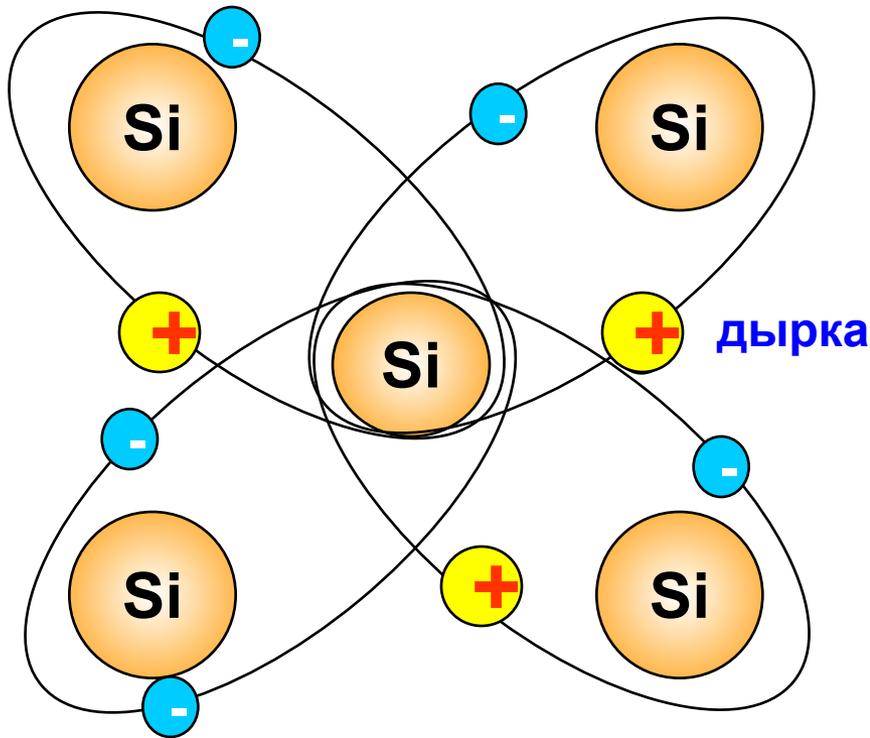
## Рассмотрим проводимость полупроводников на основе кремния **Si**



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**

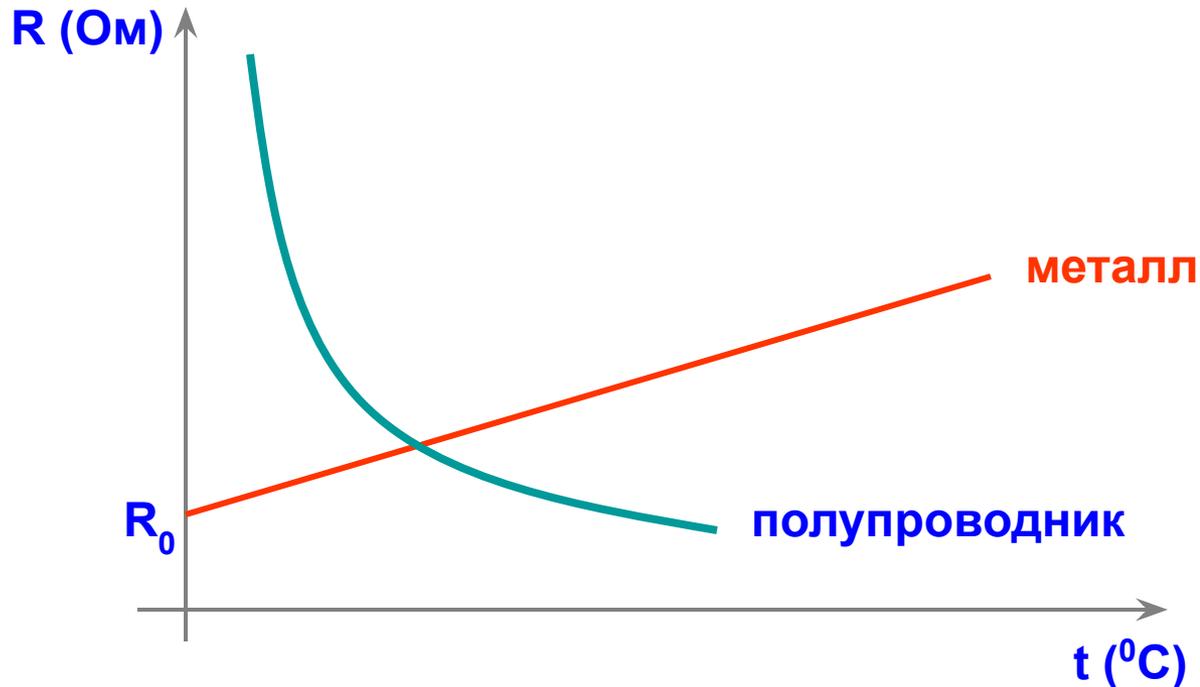
Под воздействием электрического поля электроны и дырки начинают упорядоченное (встречное) движение, образуя электрический ток

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



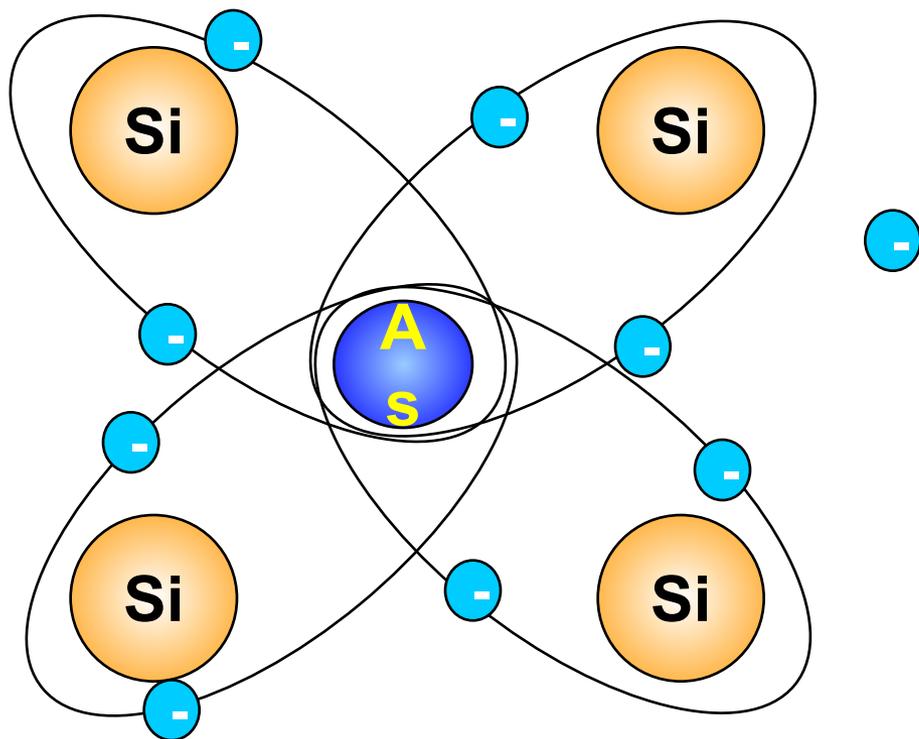
Объясните графики зависимости сопротивления металлов и полупроводников от температуры

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

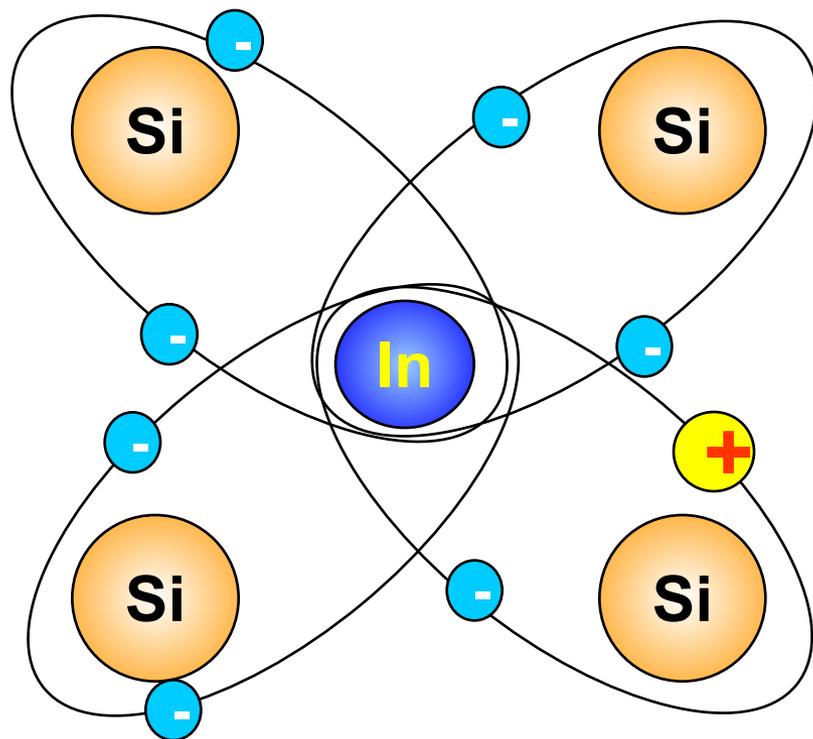
При легировании 4 – валентного кремния Si 5 – валентным мышьяком As, один из 5 электронов мышьяка становится **свободным**

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



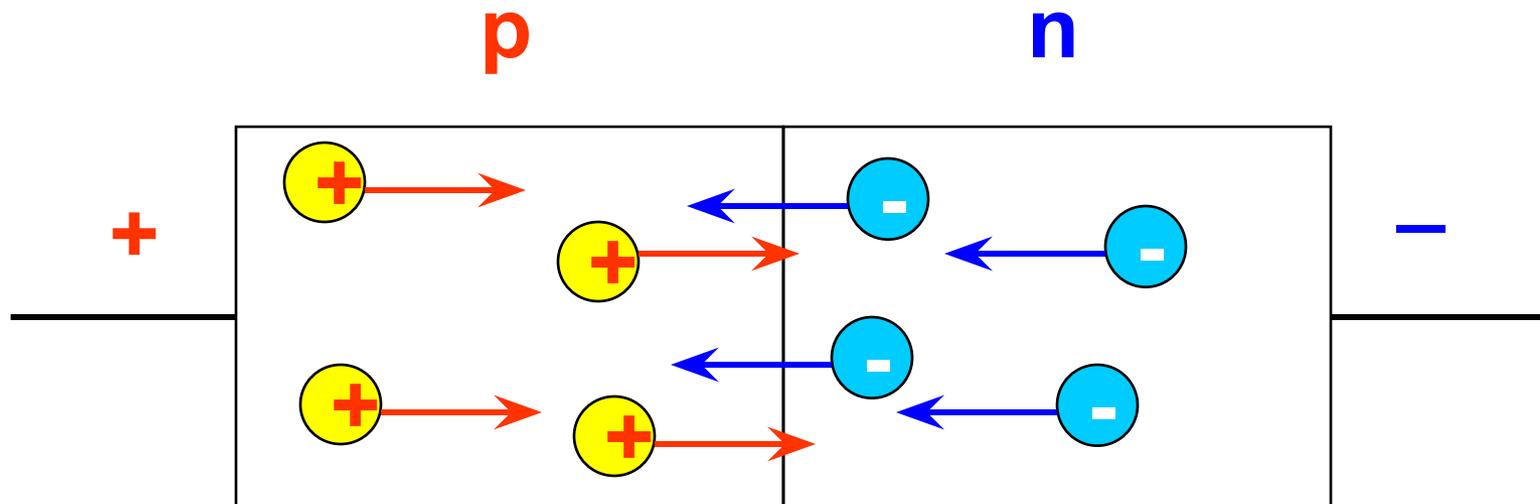
**Объясните, как изменяется количество неосновных носителей заряда в примесном полупроводнике при увеличении температуры**

## 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

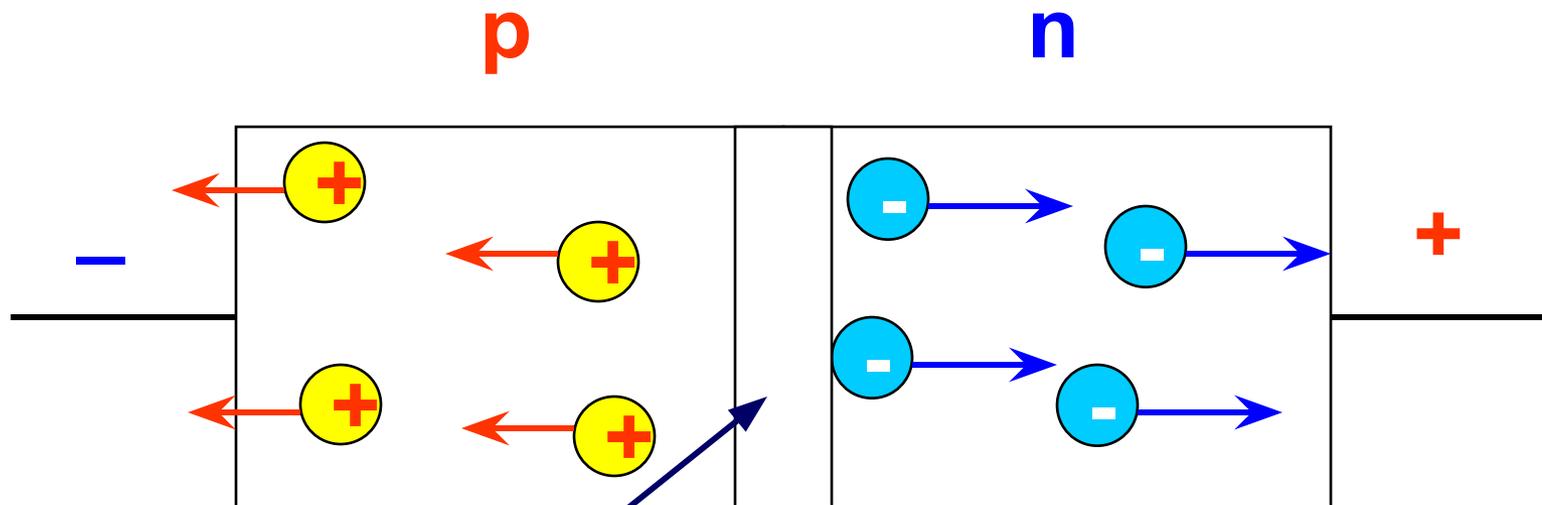


Ток через  $p-n$  переход осуществляется **основными носителями заряда** (дырки двигаются вправо, электроны – влево)

**Сопротивление перехода мало, ток велик.**

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

## 2. Обратное включение



Запирающий слой

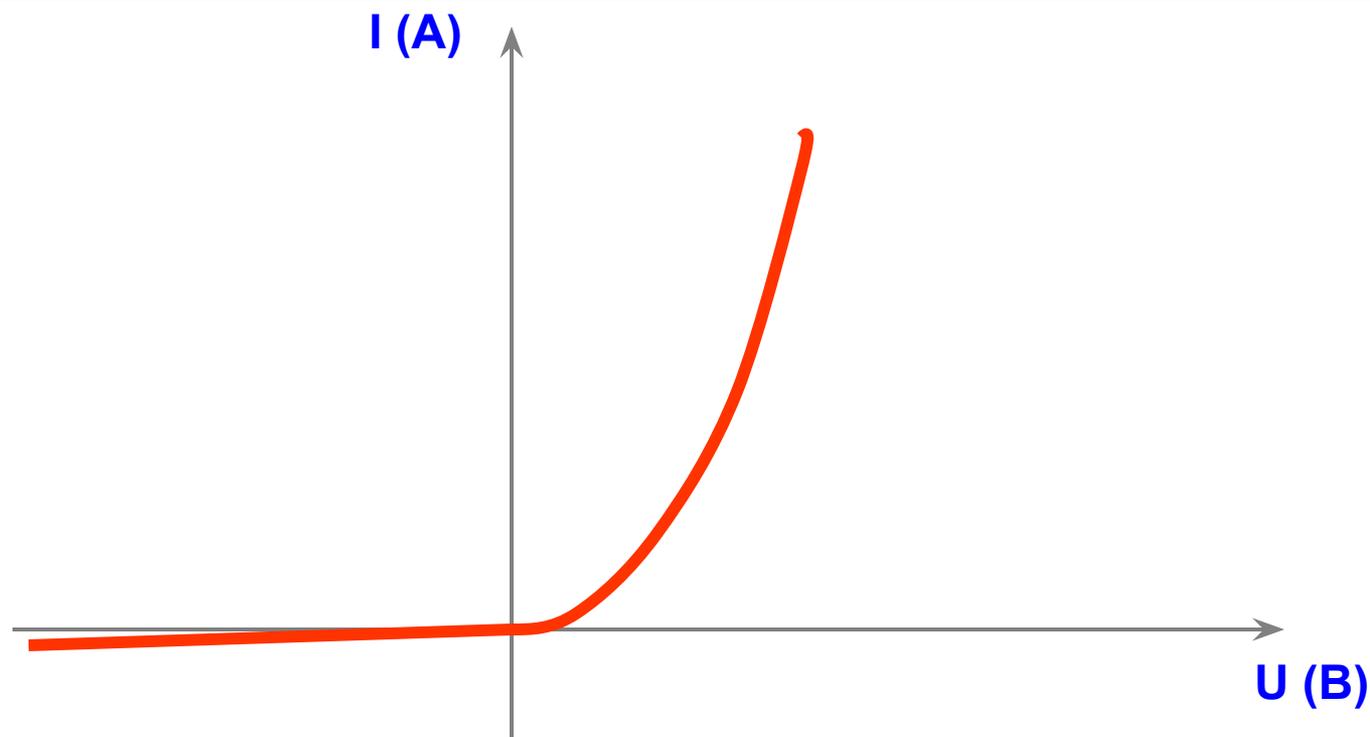
Основные носители заряда не проходят через  $p-n$  переход

**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)



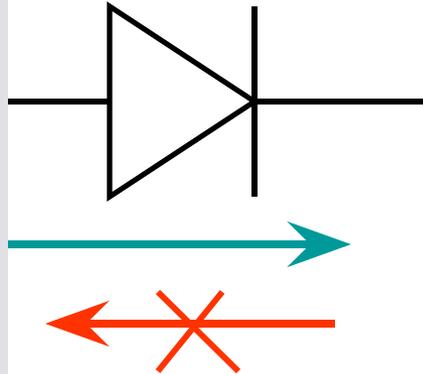
?

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

Вопрос 5

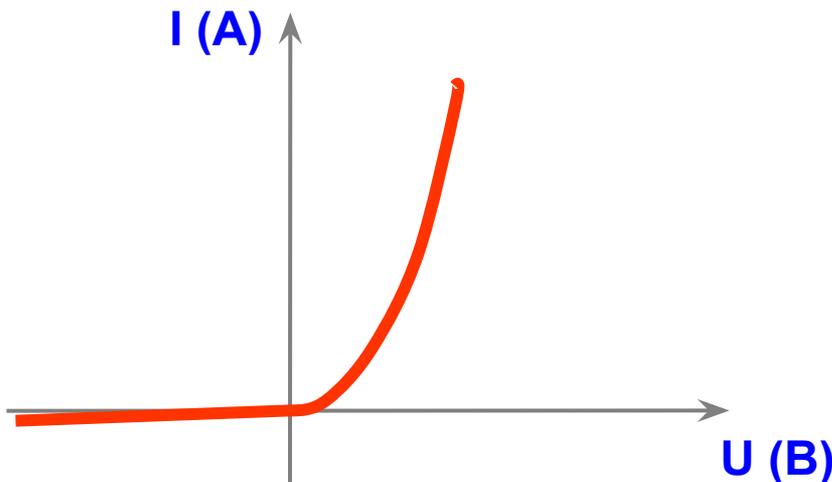
**Полупроводниковый диод и  
его применение**

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**

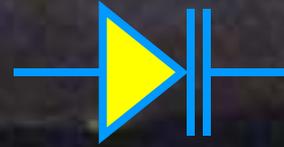
Выпрямление  
переменного тока

Детектирование  
электрических сигналов

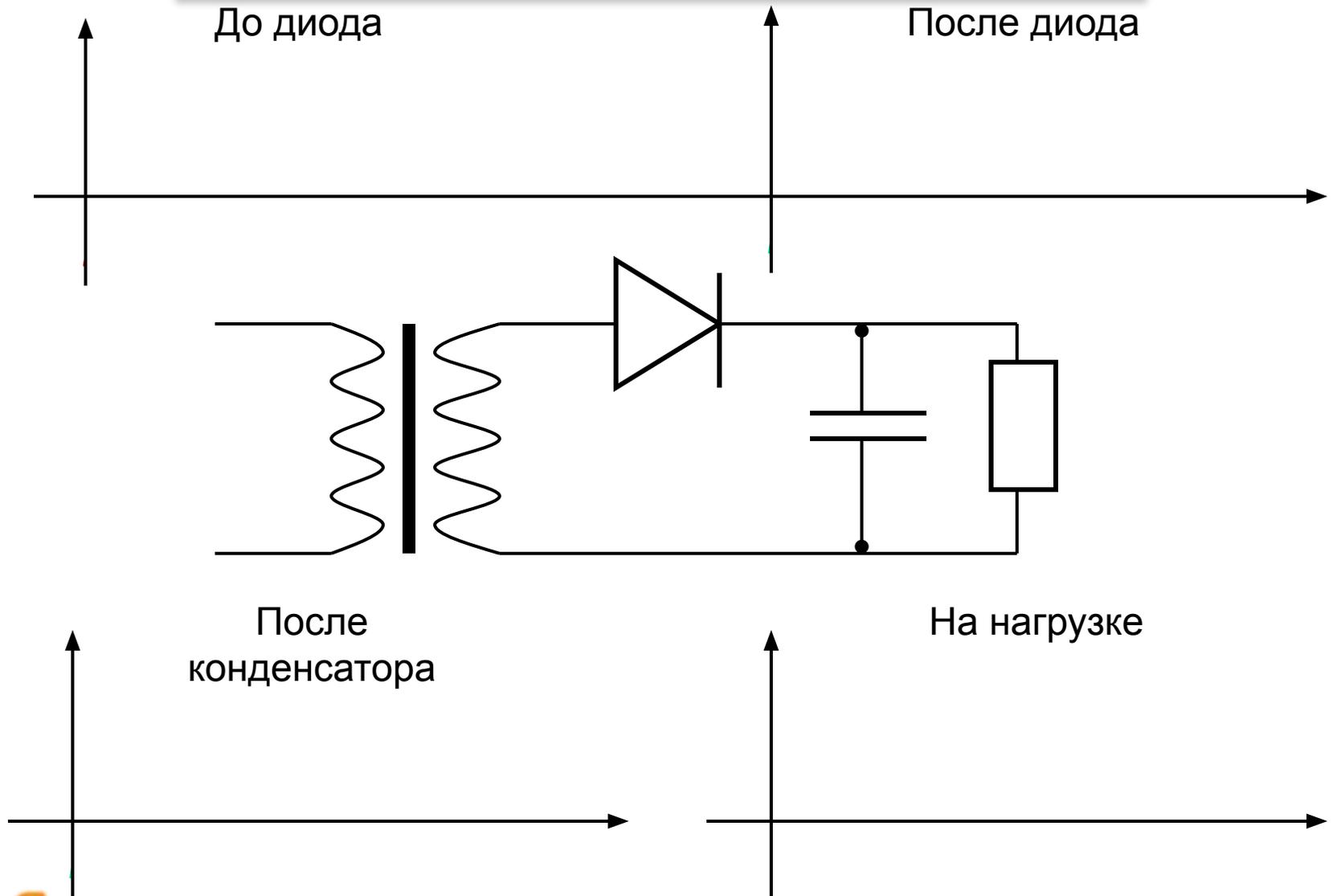
Стабилизация тока и  
напряжения

Передача и прием  
сигналов

Прочие применения



## Схема однополупериодного выпрямителя



?

Каковы недостатки выпрямителя на одном диоде