**02.05. 2020 ФИЗИКА 16гр. Повар, кондитер.** Преподаватель: А.И.Русанов

Задание должно быть выполнено к субботе 02.05.2020г. и отправлено на электронный адрес: [alexander\_rus@inbox.ru](mailto:alexander_rus@inbox.ru)

**Собственная проводимость полупроводников. Полупроводниковые приборы.**

**Цель работы:** Сформировать у учащихся понятие о природе электрического тока в полупроводниках, о способах измерения их свойств под действием температуры, освещённости, примесей. Способствовать расширению политехнического кругозора, мотивировать к изучению предмета, совершенствовать способность к восприятию и анализу технической, научной информации.

Письменно ответьте на вопросы

1.Что такое электрический ток?

2. Что принимают за направление тока?

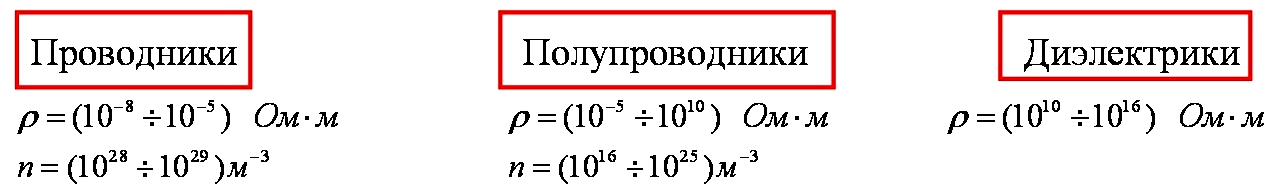
3. Движением каких частиц образован электрический ток в металлических проводниках?

4. Почему в диэлектриках не может возникать электрический ток?

5. Как вы думаете: существует ли в  природе вещества, которые по способности проводить электрический ток занимают промежуточное положение?

**Полупроводники**

**Полупроводники** – большой класс веществ, удельное сопротивление которых изменяется в широких пределах от *10-5* до *1010 Ом∙м*.



Полупроводники обладают промежуточными свойствами между металлами и диэлектриками. Характерным для полупроводников является не величина удельного сопротивления, а то, что она под воздействием внешних условий изменяется в широких пределах.

**К полупроводникам относятся**:

а) элементы III, IV, V и VI групп периодической системы элементов, например *Si*, *Ge*, *As*, *Se*, *Te*;

б) сплавы некоторых металлов;

в) оксиды (окислы металлов);

г) сульфиды (сернистые соединения);

д) селениды (соединения с селеном).

Сопротивление полупроводников зависит от:

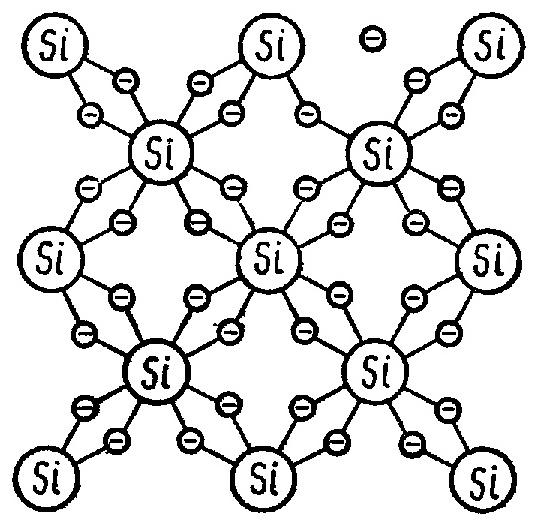
а) температуры;

б) освещённости;

в) наличия примесей.

1. Собственная проводимость полупроводников.

**Собственная проводимость** – электрическая проводимость химически чистого полупроводника.

В типичном полупроводнике (кристалле кремния *Si*) атомы объединены **ковалентной (атомной) связью**. При комнатной температуре средняя энергия теплового движения атомов в кристалле полупроводника составляет *0,04 эВ*. Это значительно меньше энергии, необходимой для отрыва валентного электрона, например, от атома кремния (*1,1 эВ*). Однако вследствие неравномерности распределения энергии теплового движения или при внешних воздействиях некоторые атомы кремния ионизируются. Образуются **свободные электроны** и вакантные места в ковалентной связи – так называемые **дырки**. Под воздействием внешнего электрического поля возникает упорядоченное движение свободных электронов и упорядоченное движение в противоположном направлении такого же количества дырок.

**Электронная проводимость** или **проводимость *n*-типа** (от лат. *negative* – отрицательный) – проводимость полупроводников, обусловленная электронами.

**Дырочная проводимость** или **проводимость *p*-типа** (от лат. positive – положительный) – проводимость полупроводников, обусловленная дырками.

Таким образом, **собственная проводимость** полупроводника обусловлена одновременно двумя типами проводимости – **электронной** и **дырочной**.

2. Примесная проводимость полупроводников.

**Примесная проводимость** – электрическая проводимость полупроводников, обусловленная наличием примесей (примеси – атомы посторонних элементов).

Наличие в полупроводнике примеси существенно изменяет его проводимость. Например, при введении в кремний примерно 0,001 ат.% бора его проводимость увеличивается примерно в 106 раз.

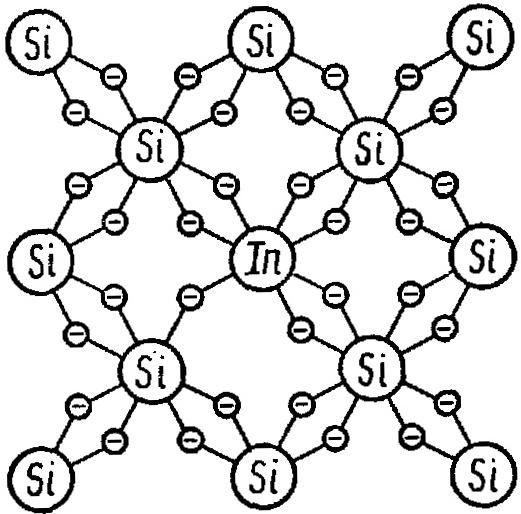
В основном, атомы примеси имеют валентность, отличающуюся на единицу от валентности основных атомов.

**Донорные примеси**– примеси с большей валентностью, сообщающие полупроводнику **электронную проводимость**.

Полупроводник (кремний) + донор (мышьяк) = полупроводник *n*-типа.

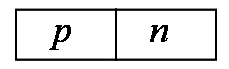
**Акцепторные примеси** – примеси с меньшей валентностью, сообщающие полупроводнику **дырочную проводимость**.

Полупроводник (кремний) + акцептор (индий) = полупроводник *р*-типа.

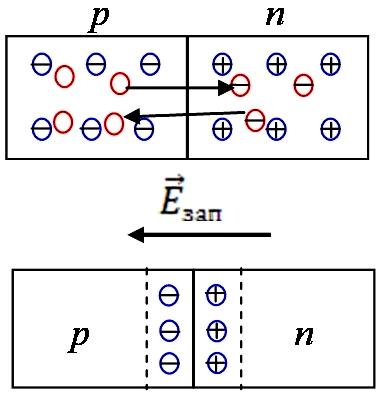


3. Полупроводниковые диоды и триоды. Их применение.

Принцип действия большинства полупроводниковых приборов основан на использовании свойств *p-n*-перехода.

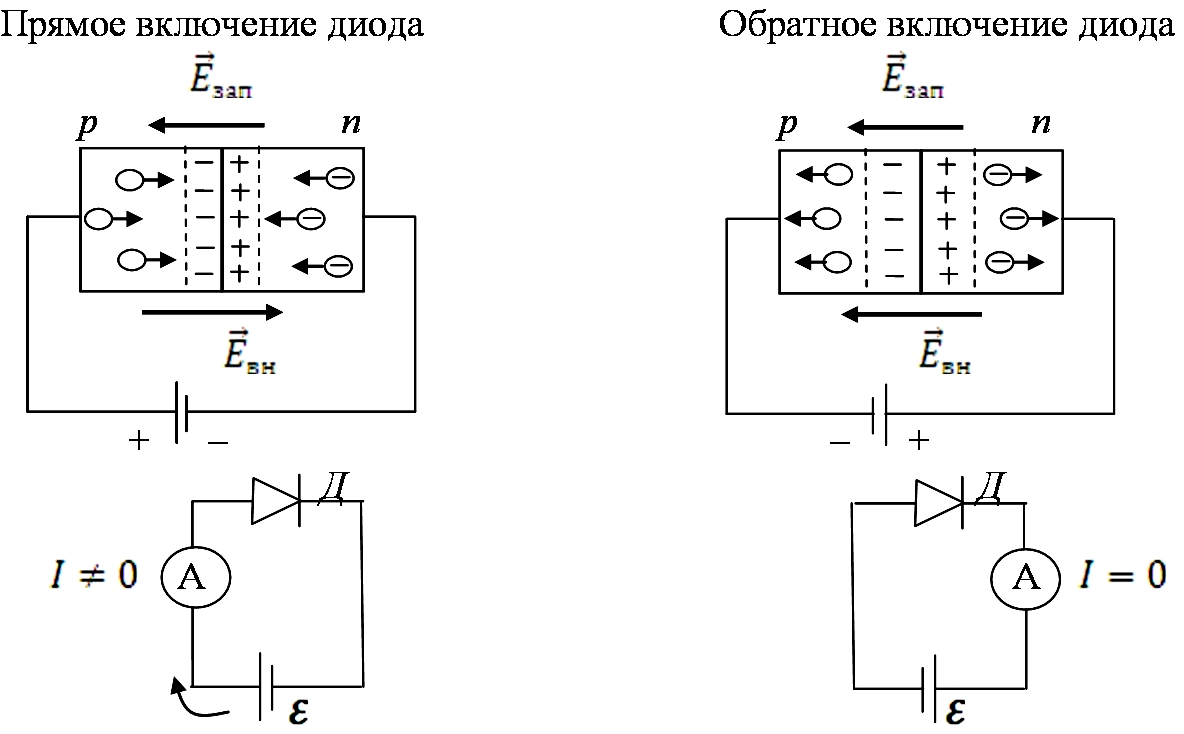
**Электронно-дырочный переход** (или ***p-n*–переход**) – граница соприкосновения двух полупроводников с различными типами проводимости.

Через границу раздела происходит диффузия электронов и дырок, которые встречаясь рекомбинируют.

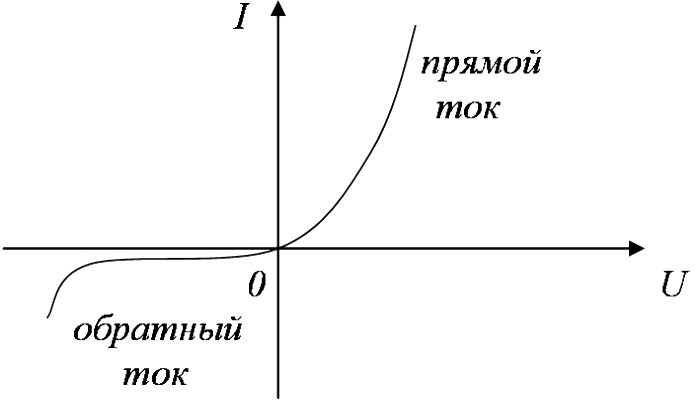
На границе раздела в электронном полупроводнике остаются положительные ионы донорной примеси, а в дырочном образуются отрицательные ионы акцепторов. Образуется так называемый **запирающий слой** (двойной электрический слой), напряжённость которого *Езап* направлена от электронного полупроводника к дырочному. Через этот двойной слой могут прорваться из *n*-полупроводника в *p*-полупроводник только такие электроны, которые обладают для этого достаточно большими энергиями. Внешнее электрическое поле, приложенное к двум разнородным полупроводникам, в зависимости от своего направления может и ослаблять поле запирающего слоя.

**Запирающий слой обладает односторонней проводимостью**: запирающий слой пропускает ток в направлении, противоположном полю запирающего слоя, и не пропускает ток в направлении, совпадающем с полем запирающего слоя.

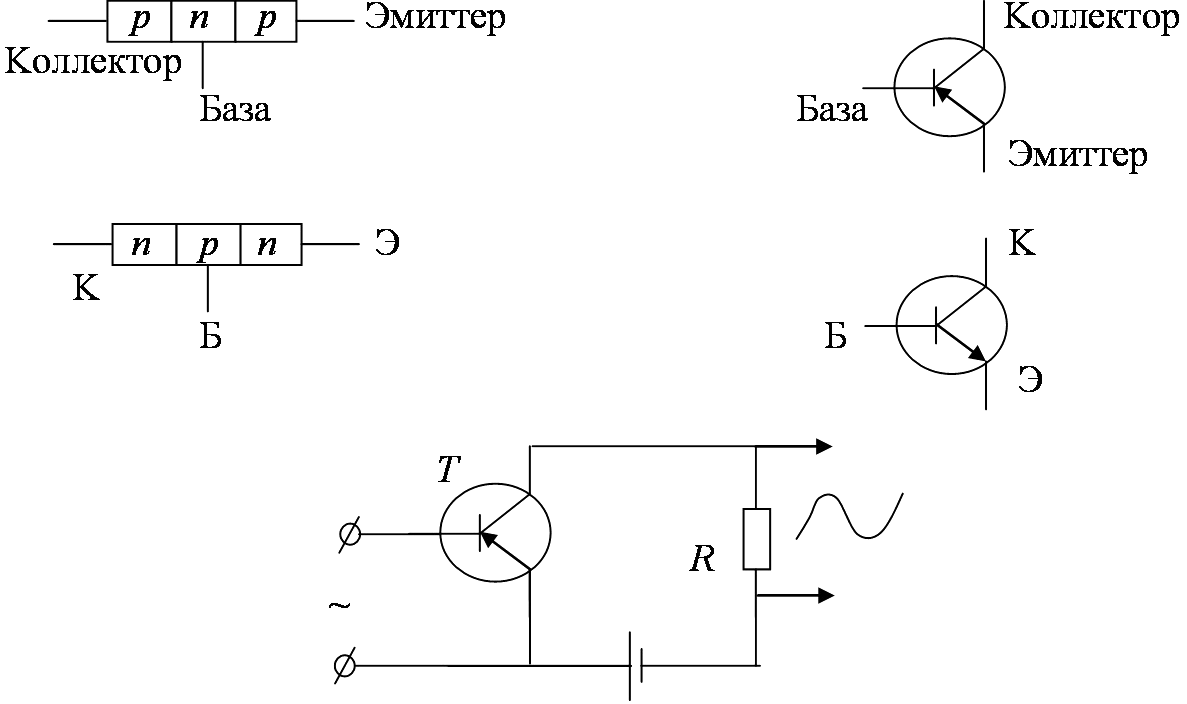
**Полупроводниковый диод** – прибор с одним *p-n*-переходом.



**Вольт-амперная характеристика** – зависимость силы тока *I* от напряжения *U* , приложенного к диоду.



**Полупроводниковый триод** **(**или **транзистор)** – прибор с двумя *p-n*-переходами.



Транзисторы (как и ламповые триоды) служат для усиления слабых электрических сигналов.

**Контрольные вопросы**

1. Какие вещества называются полупроводниками?

2. Чем отличаются полупроводники от проводников и диэлектриков?

3. От чего зависит электропроводность полупроводников?

4. Какие свойства полупроводников используются в термо- и фоторезисторах?

5. Каков механизм собственной проводимости полупроводников?

6. Как образуются свободные электроны и дырки?

7. Каков механизм примесной проводимости полупроводников?

8. Какие примеси называются донорными, а какие – акцепторными?

9. Как объяснить одностороннюю проводимость *p-n*-перехода?

10. Какова вольт-амперная характеристика *p-n*-перехода? Объясните возникновение прямого и обратного тока.

11. Какое направление в полупроводниковом диоде является пропускным для тока?

12. Что такое полупроводниковый триод (или транзистор)?