# Урок физики с компьютерной поддержкой "Электрический ток в полупроводниках"

**Оборудование**: таблица Менделеева, компьютер, мультимедиа-проектор и экран.

**Тип урока**: урок изучения нового материала.

**Цели урока**:

* **образовательные**: дать понятие о полупроводниках, о собственной и примесной проводимости полупроводников.
* **развивающие**: развитие логического мышления путём систематизации фактов, умения объяснять результаты экспериментов, формирование мировоззрения, развитие познавательной активности.
* **воспитательные**: видеть красоту в построении логических связей; развитие коммуникационных компетенций, умение говорить и слушать других.

**Методы обучения:**объяснительно-иллюстративный.

**Ход урока**

**Вопросы для повторения:**

* Что такое электрический ток?
* Какие условия необходимы для существования тока?
* Что является носителем свободных зарядов в металлах?
* Как зависит сопротивление металлов от температуры?
* Постройте график зависимости сопротивления от температуры для металлического проводника (слайд №2).

**Объяснение нового материала**

*Учитель.*Мы с вами изучили особенности протекания электрического тока в металлах. Сегодня мы познакомимся с новым классом веществ – полупроводниками. Тему урока объявляет Андриенко Артём. ( *Ученику, который ранее блестяще ответил по данной теме, предоставляется право объявлять тему урока.*) (слайд №3).

Сегодня на уроке мы узнаем: (слайд №4)

Что такое полупроводники? Рассмотрим собственную проводимость полупроводников и примесную проводимость. Выясним, что представляют собой полупроводники n-и p-типа?

Итак, что же представляют собой полупроводники? (слайд №5)

*(щелчок мыши)* В 1838 году гений физического эксперимента Майкл Фарадей обнаружил, что сернистое серебро, в отличие от металлов, при нагревании уменьшает своё сопротивление. *(щелчок мыши)* В 1873 году английский инженер Уилоби Смит, прокладывая подводный телеграфный кабель с селеновой изоляцией, заметил, что на свету сопротивление селена заметно уменьшается. Оказалось, что существует целый класс веществ, сопротивление которых уменьшается при нагревании и освещении. *(щелчок мыши)* В начале 30-х годов советский учёный Абрам Фёдорович Иоффе, исследуя ряд полупроводников, обнаружил, что на сопротивление полупроводников сильно влияют примеси. Таким образом, вещества,*(щелчок мыши)* сопротивление которых уменьшается при нагревании, а также при освещении и добавлении примеси получили название полупроводников. При температурах, близких к абсолютному нулю, полупроводники ведут себя как диэлектрики. При высоких температурах проводимость полупроводников сравнима с проводимостью металлов.

Рассмотрим, какие же вещества относятся к полупроводникам? (слайд №6) Простые полупроводники находятся во 2-6 группах таблицы Менделеева. Это собственно химические элементы: *(щелчок мыши)* **бор B, углерод C, кремнийSi,фосфор Р, сера S, германий Ge, мышьяк As, селен Se, серое олово Sn, сурьма Sb, теллур Te и йод I.** В группу сложных полупроводниковых материалов входят химические соединения, обладающие полупроводниковыми свойствами и включающие в себя два, три и более химических элементов. Полупроводниковые материалы этой группы, состоящие из двух элементов, называют бинарными. Примером бинарных полупроводников являются: *(щелчок мыши)* **InSb, InAs, InP,GaSb, GaP, AlSb.** *(щелчок мыши)* Кроме этого полупроводниками являются почти все неорганические вещества.

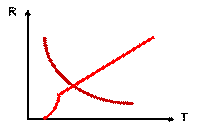
Разберёмся с природой проводимости тока в химически чистых полупроводниках. Такая проводимость называется собственной. Самыми используемыми в технике полупроводниками являются германий и кремний. Рассмотрим строение кремния – элемента 4 группы (слайд №7) *(щелчок мыши)*. Как элемент 4 группы атом кремния содержит 4 валентных электрона *(щелчок мыши)*. Число ближайших соседей каждого атома также равно четырём. Атом кремния образует парноэлектронную связь с 4 соседними атомами. В образовании этой связи от каждого атома участвует по одному валентному электрону. Первый атом *(щелчок мыши)*, второй *(щелчок мыши)*, третий *(щелчок мыши)*, и четвёртый *(щелчок мыши)*. В целом плоская модель структуры кристалла будет выглядеть, как на слайде *(щелчок мыши)*. Парные электроны коллективизируются не только соседними атомами, но и всем кристаллом. Поэтому валентные электроны могут перемещаться по всему кристаллу. Парноэлектронные связи достаточно прочны, в кристалле нет свободных носителей зарядов и такой полупроводник ток не проводит. (слайд№8) При нагревании или освещении некоторые валентные электроны разрывают связь и становятся свободными. *(щелчок мыши)* Чем выше температура полупроводника, тем больше становится свободных электронов.*(щелчок мыши)* Проводимость полупроводников, связанную с движением свободных электронов называют электронной проводимостью. Свободное место, возникающее при отрыве электрона, называют дыркой. В дырке имеется избыточный положительный заряд. Дырки, также как электроны, могут путешествовать по всему кристаллу. Но при этом движется не сама дырка, а валентный электрон, перескакивая на место образовавшейся дырки *(щелчок мыши)* .А в том месте, откуда перескочил электрон, образуется новая дырка *(щелчок мыши)* . Проводимость, обусловленная движением дырок, называется дырочной. Подведём итог: « Какие заряды могут двигаться в полупроводниках?» Верно , отрицательные - электроны и положительные - дырки. Каких зарядов больше в чистых полупроводниках:свободных электронов или дырок? Значит при собственной проводимости образуется равное количество свободных электронов и дырок.

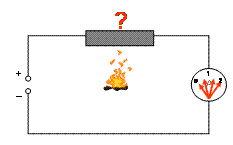
Теперь рассмотрим примесную проводимость. (слайд №9) *(щелчок мыши)*Примесь в полупроводниках бывает двух видов: *(щелчок мыши)*донорная и акцепторная. Кто такой донор? (У*чащиеся: тот, кто что-то отдаёт*) А что может отдать атом? (У*чащиеся: электрон.*) Верно, атом может отдать электрон. Тогда какую примесь мы назовём донорной? (У*чащиеся: примесь, отдающую электроны*).Соответственно, какую примесь мы назовём акцепторной? (У*чащиеся: примесь принимающую электроны*) Рассмотрим, что произойдёт в полупроводниковом кристалле при внесении донорной примеси.(слайд №10) Добавим в кремний, элемент 4 группы, примесь, элемент 5 группы , (*показываем по таблице Менделеева*) например, мыщьяк. *(щелчок мыши)*Мы видим, что 4 валентных электрона мышьяка образуют парноэлектронную связь с 4 атомами кремния. Пятый валентный электрон мышьяка оказывается слабо связан с атомом, он легко отрывается *(щелчок мыши)*и становится свободным. В таком полупроводнике свободных электронов намного больше , чем дырок. Электроны здесь являются *(щелчок мыши)*основными носителями зарядов, а дырки - неосновными. Такой полупроводник с донорной примесью называется *(щелчок мыши)*полупроводником n-типа (от слова negativ – отрицательный).

Теперь рассмоторим, что произойдёт при добавлении акцепторной примеси. (слайд №11) Добавим в кремний элемент 3 группы, (*показываем по таблице Менделеева*) например, индий. *(щелчок мыши)*Мы видим, что индий образует 3 парноэлектронные связи с атомами кремния. Для образования парноэлектронной связи с четвёртым атомом кремния у индия не хватает электрона, в результате чего образуется дырка. *(щелчок мыши)*В полупроводнике с акцепторной примесью дырок больше, чем электронов. Теперь уже дырки являются *(щелчок мыши)*основными носителями зарядов, а электроны - неосновными. Такой полупроводник с акцепторной примесью называется *(щелчок мыши)*полупроводником р-типа (от слова positiv – положительный). При добавлении очень малого количества примеси резко возрастает концентрация свободных носителей зарядов и увеличивается проводимость полупроводников.

**Закрепление**

Сейчас мы проверим, как вы разобрались с новой темой. Для этого решим качественные задачи (слайды 12-16)

1. Какого типа — электронная или дырочная — будет проводимость германия, если к нему добавить в небольших количествах фосфор? индий? галлий? сурьму?
2. Какую примесь необходимо добавить, (см. рисунок) чтобы получить:   
   а) полупроводник p-типа   
   б) полупроводник n-типа
3. Будет ли кремний сверхпроводящим, если его охладить до температуры, близкой к абсолютному нулю?
4. Какой графиков зависимости R(Т) соответствуют металлическому проводнику? Почему?  
     
   
5. Что надо сделать, чтобы электропроводность германия и кремния стала такой же, как электропроводность металла (диэлектрика)?
6. Почему при изготовлении полупроводниковых материалов обращается исключительное внимание на степень их чистоты?
7. (анимированная задача)
   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:**

(слайд №17) прочитайте §§ 115-116, заполните таблицу:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| примесь |  |  |
| основные носители зарядов |  |  |
| неосновные носители зарядов |  |  |
| тип полупроводника |  |  |