

# Электрический ток в различных средах

Курс лекций

Тема: «Полупроводники»

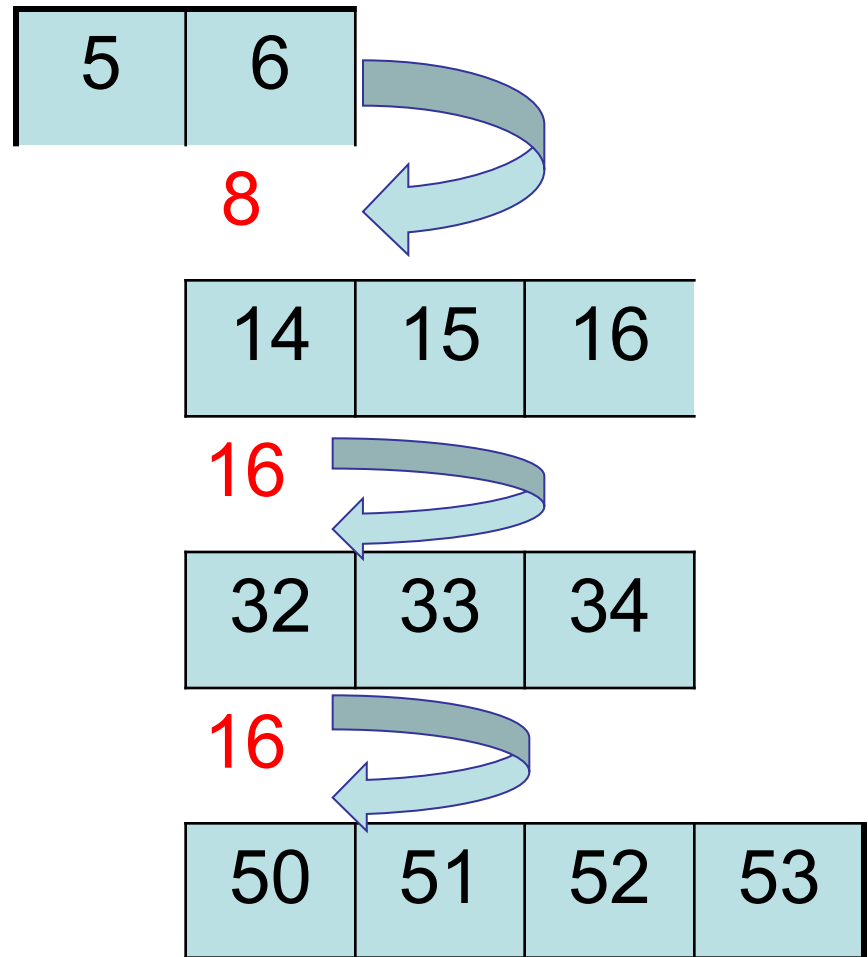
Учитель физики: Жандарова Галина Васильевна

# Полупроводники.

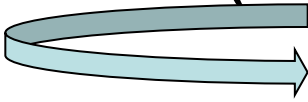
- **Полупроводники**

- вещества, способные проводить ток при определенных условиях

- В таблице Менделеева – 12 химических элементов + много соединений.

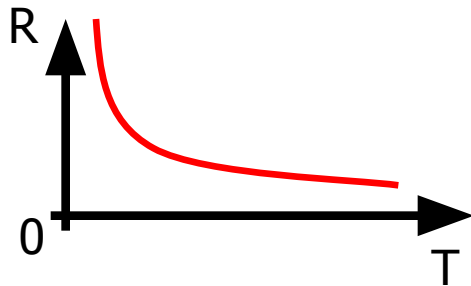


# Ученые:

- Впервые изучал полупроводники и использовал их советский радиофизик **Лосев** (1923г.)  
 он создал полупроводниковый приемник – «кристадин»
- Большой вклад в изучение полупроводников внес **Иоффе**

# Проводимость полупроводника зависит от:

1. **Температуры** (при низкой  $t^\circ$  ведет себя как диэлектрик, а при высокой  $t^\circ$  - как проводник)



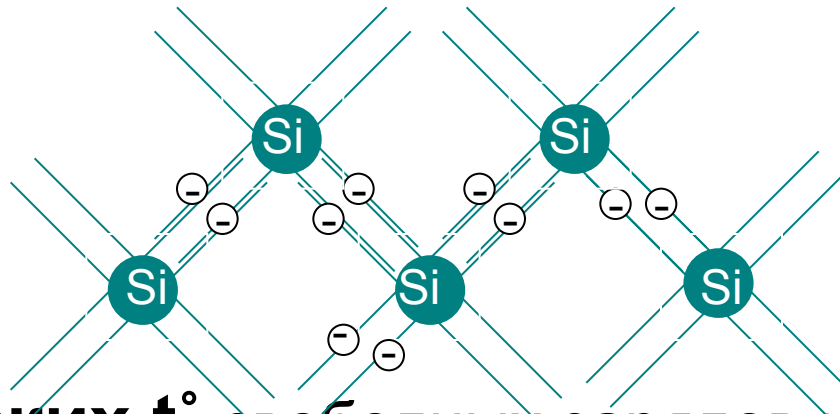
2. **Освещения**
3. **Механической нагрузки**
4. **Наличия электромагнитных полей**
5. **Рентгеновского или радиоактивного излучения**



# Структура полупроводников (на примере Si -№14)

- Это монокристалл в форме тетраэдра (на внешней оболочке 4 электрона)
- Все атомы в кристаллической решетке находятся на равном расстоянии от соседних атомов
- Электронные оболочки перекрывают друг друга
- Валентные электроны становятся общими
- Между атомами устанавливается прочная ковалентная связь.

# Атомная решетка в виде плоской сетки.

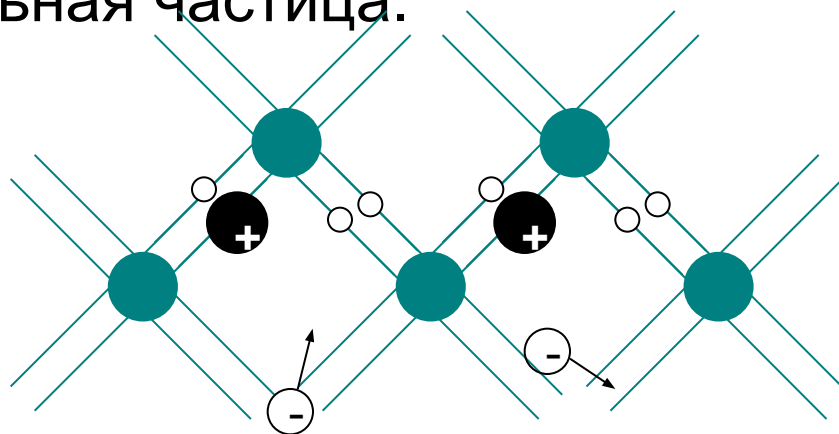


При низких  $t^\circ$  свободных зарядов нет, поэтому вещество является диэлектриком,

- при повышении  $t^\circ$  происходит разрыв некоторых связей ( т. к. амплитуда колебания атомов увеличивается) => появляются **свободные электроны** и «дырки».



**«Дырка»** — это место, образующееся в электронной связи после выхода электрона, которое имеет положительный заряд и ведет себя как положительная частица.



**Число «дырок» всегда равно числу электронов!**

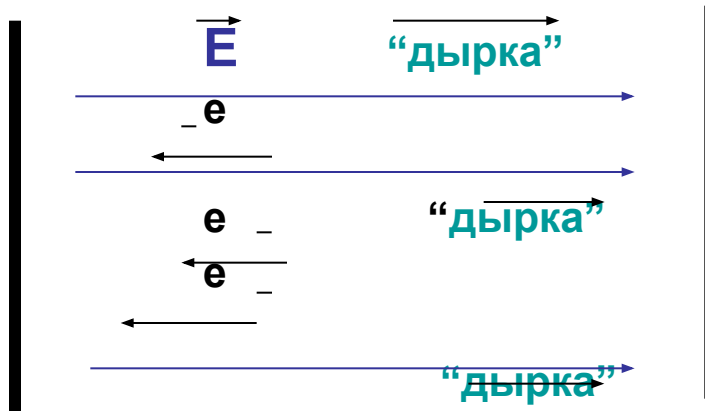
- **Процесс разрыва связей и заполнения дырок происходит непрерывно!**

**Дырочная проводимость** - электрический ток, связанный с непрерывным перемещением дырок.

**Электронная проводимость** – электрический ток, представляющий собой упорядоченное движение электронов.



- Если нет внешнего электрического поля, то электроны и «дырки» движутся хаотично;
- Если создать внешнее электрическое поле, то электроны и «дырки» придут в упорядоченное движение:
- **Электроны движутся против поля, «дырки» движутся по полю**



**Электрический ток в полупроводнике** – это упорядоченное движение электронов и «дырок»

$$I = I_e + I_{\text{дырки}}$$





# ВИДЫ ПРОВОДИМОСТИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ:

## Собственная

### проводимость-

Проводимость чистых  
полупроводников

## примесная

### проводимость-

Проводимость  
полупроводников  
при наличии примесей

## Виды примесей:

донорная

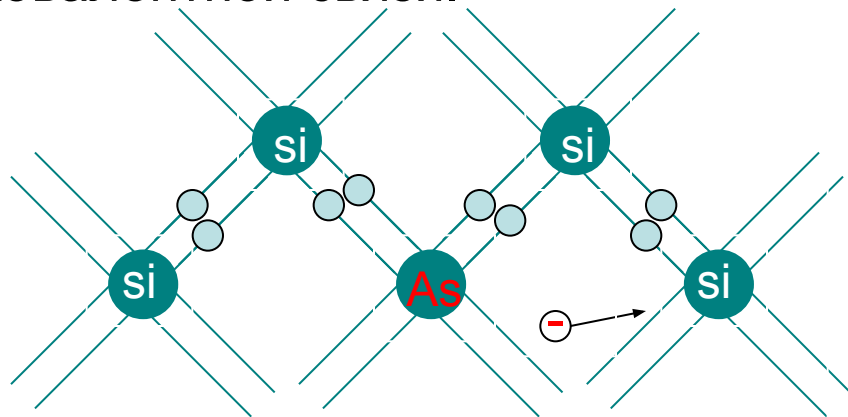
акцепторная



**Донорная примесь**- примесь имеющая на внешней электронной оболочке больше электронов, чем у данного полупроводника (*n*-типа)

**Полупроводники n-типа** (от negativ – отрицательный) – полупроводники, имеющие донорные примеси, обладающие большим числом электронов( по сравнению с числом дырок).

Например – мышьяк(As): 5e на внешней оболочке и 1e не занят в ковалентной связи.



В полупроводнике **n**-типа  
электроны являются  
**основными** носителями  
зарядов,  
а «дырки» - **неосновными**  
 $N_e > N_{дыр}$ .

При создании внешнего электрического поля ток представлен основными носителями – электронами.

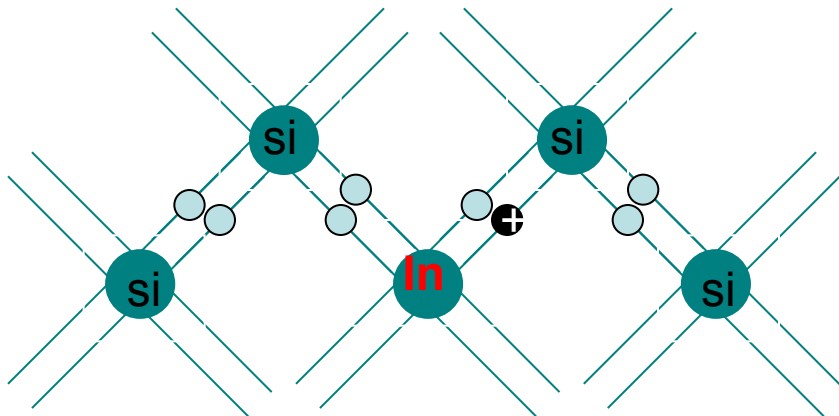
Они движутся против поля.



**Акцепторные примеси** – примеси, которые имеют на внешней электронной оболочке меньше электронов, чем у данного полупроводника (*p-типа*)

Полупроводник *p-типа* (от positiv – положительный) – полупроводник, у которого дырочная проводимость преобладает над электронной.

Например – **индий(In)**: 3e на внешней оболочке и 1e не хватает.



**Основными** носителями в полупроводнике *p-типа* являются «дырки», а **неосновными** – электроны.

**$N_{дыр.} > N_e$**

Цор. «Библиотека», анимации  
№16