



Электроматериаловедение

*Классификация
электротехнических материалов*

Общие сведения о строении вещества

Основные элементарные частицы:

- **нейтроны**
- **электроны**
- **протоны**

Строение атома:

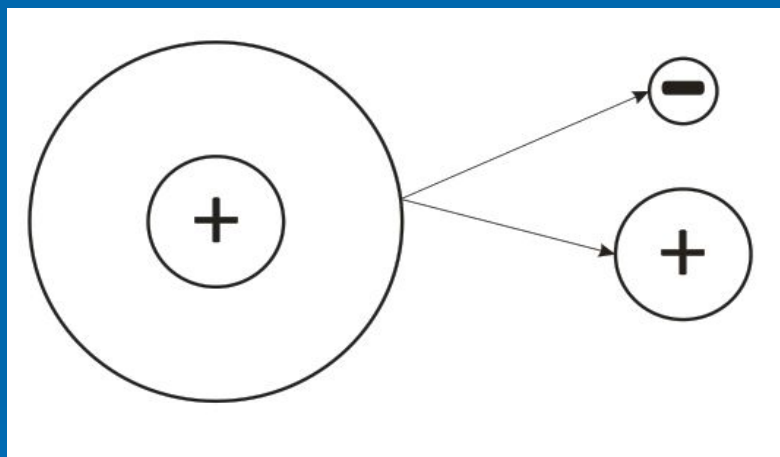
- **атомное ядро**: нейтроны, протоны
- **оболочка атома**: на разных энергетических уровнях (орбитах) находятся **электроны**.

Для перехода электрона с одного уровня на другой требуется энергия: тепло, свет, ультрафиолетовое и другие излучения, электрическое или магнитное поле.

Состояние атома(молекулы)

- **нормальное (устойчивое)**: электроны находятся на орбитах, ближайших к ядру (потенциальная энергия атома минимальна);
- **возбужденное**: переход одного или нескольких электронов на более удаленные от ядра орбиты.
- **ионизация атома(молекулы)**: образование двух независимых (свободных) частиц – электрона и положительно заряженного иона.

При получении молекулой извне энергии, достаточной для выхода электрона из молекулы, происходит распад молекулы (*ионизация*).



При столкновении электрона с положительно заряженным ионом образуется молекула (*рекомбинация*).



Энергия возбуждения ($W_{\text{в}}$) – разница энергий электрона на удаленной и нормальной орбитах.

Время пребывания атома (молекулы) в возбужденном состоянии составляет примерно **10^{-10} с.** Возвращение атома в нормальное состояние происходит самопроизвольно и сопровождается излучением кванта энергии – **фотона**.

Энергия, которую необходимо сообщить атому (молекуле) для осуществления ионизации, называется **энергией ионизации ($W_{\text{и}}$)**
Единицей измерения энергии возбуждения и ионизации является **электрон – вольт (эВ)**.

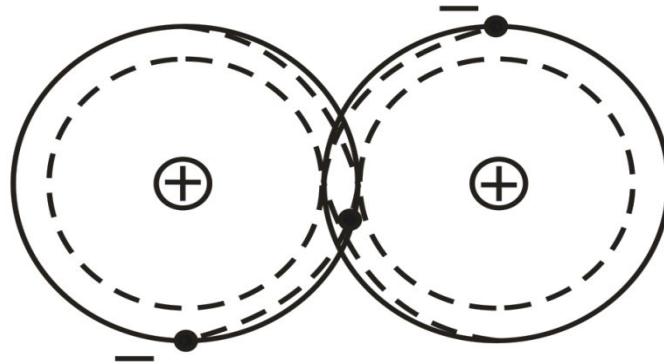
Минимальные энергии возбуждения и ионизации некоторых газов

Газ	Минимальная энергия, эВ	
	возбуждения (W_B)	ионизации ($W_{и}$)
N_2	6,1	15,5
N	6,3	14,5
O_2	7,9	12,5
O	9,1	13,6
O_2	7,6	12,7
He	19,8	24,6

Одновременно с ионизацией атомов и молекул газа происходит процесс взаимной нейтрализации заряженных частиц – рекомбинация.

Виды химических связей

Ковалентная связь возникает при обобществлении электронов двумя соседними атомами.

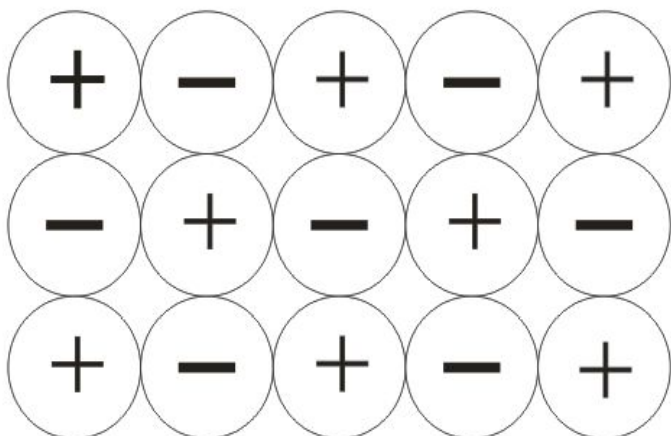


Молекулы, в которых центры одинаковых по величине положительных и отрицательных зарядов совпадают, являются **неполярными**.

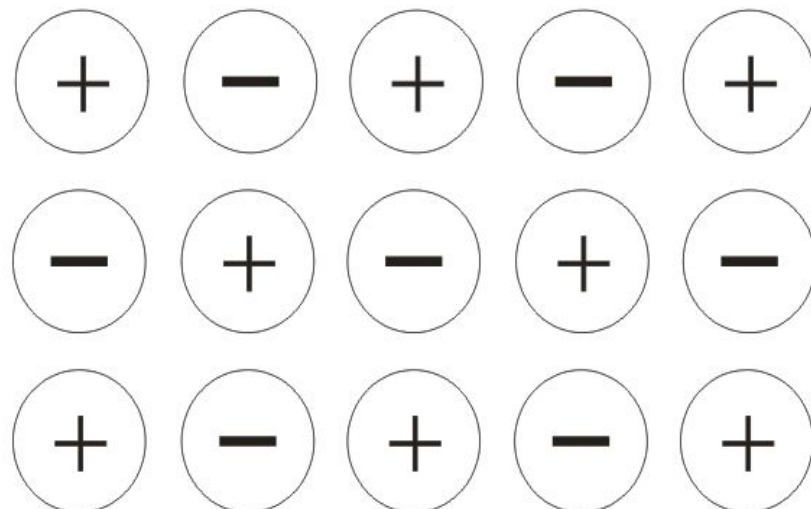
Если центры противоположенных по знаку зарядов не совпадают и находятся на некотором расстоянии друг от друга, то молекулы называются **полярными** или **диполями**.

Ионная связь определяется силами притяжения между положительными и отрицательными ионами.

Твердые вещества ионной структуры характеризуются повышенной **механической прочностью**, относительно **высокой температурой плавления**.

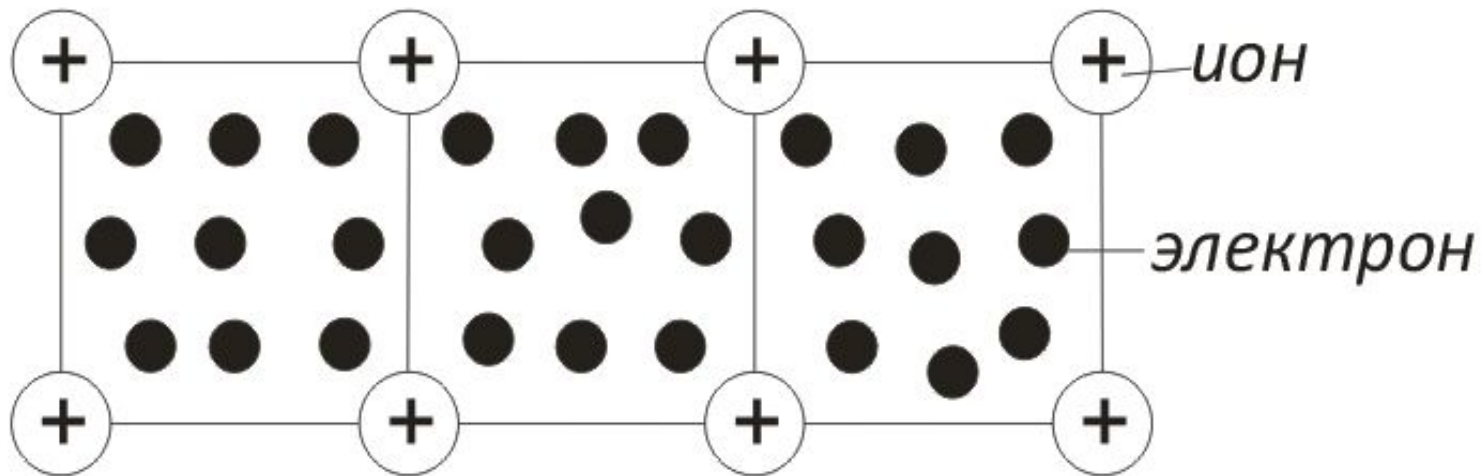


с плотной упаковкой ионов



с неплотной упаковкой ионов

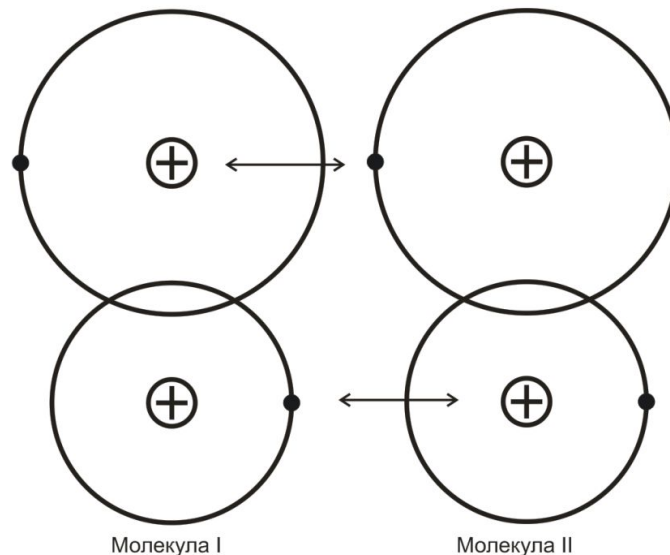
Металлическая связь приводит к образованию твердых кристаллических тел, в узлах решетки которых расположены **положительно заряженные ионы**, а в междоузлиях – большое число **свободных электронов**.



Наличие **свободных электронов** обуславливает **высокую электропроводность и теплопроводность** металлов.

Молекулярная связь (связь Ван-дер-Ваальса) образуется между молекулами с **ковалентными внутримолекулярными связями**.

Межмолекулярное притяжение обуславливается согласованным движением валентных электронов соседних молекул.



В любой момент времени электроны **максимально удалены друг от друга** и **максимально приближены к положительным зарядам**.

Структура материалов

Микроструктура – характер упорядоченности элементарных частиц: атомов, ионов, молекул.

Кристаллическая структура – упорядоченное расположение элементарных частиц.

Аморфная структура - хаотичное расположение элементарных частиц.

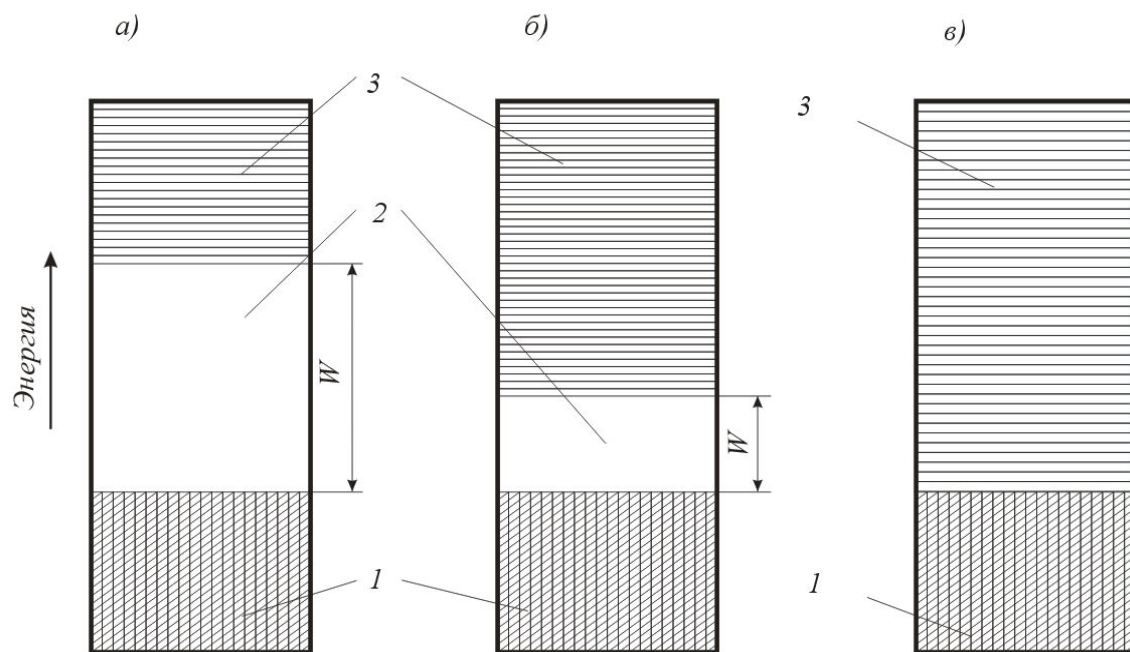
Макроструктура – характер формирования отдельных областей в материалах, которые имеют специфические свойства:

- *доменная структура;*
- *пористая структура;*
- *слоистая структура;*
- *волокнистая структура.*

Классификация электротехнических материалов по электрическим свойствам

По способности проводить электрический ток все материалы делятся на:

- **проводники;**
- **полупроводники,**
- **диэлектрики.**



1 - Заполненная электронами зона:

2 - запрещенная зона:

3 - зона свободных энергетических уровней

Диэлектрики - это материалы, у которых запрещенная зона настолько велика, что электронной электропроводности в обычных условиях не наблюдается.

Полупроводники - это материалы с узкой запрещенной зоной, которая может быть преодолена за счет внешних энергетических воздействий.

Проводники – это материалы, у которых заполненная электронами зона вплотную прилегает к зоне свободных энергетических уровней или даже перекрывается ею.

Наименование материала	ρ , Ом/м	Число порядков
проводники	$10^{-8} \div 10^{-5}$	3
полупроводники	$10^{-6} \div 10^{+8}$	14
диэлектрики	$10^{+7} \div 10^{+22}$	15

Классификация материалов по магнитным свойствам

Слабوماгнитные

Сильномагнитные

диамагнетики

парамагнетики

ферромагнетики

ферриты

$$\mu_r < 1$$

$$\mu_r > 1$$

$$\mu_r \gg 1, \mu_r = f(H)$$

- водород,

кислород,

железо,

сплавы

- инертные газы,

алюминий,

никель,

хрома и

- медь,

платина,

кобальт

марганца

- цинк ,

щелочные

и их сплавы

- серебро,

металлы,

- золото.

соли железа

Классификация диэлектриков

По назначению:

- ▣ **изоляционные материалы:**
диэлектрики с $\rho > 10^{12}$ Ом м при $t = 20^{\circ}\text{C}$;
- ▣ **для заполнения конденсаторов:**
чем больше диэлектрическая проницаемость (ϵ), тем больше емкость конденсатора (C) при тех же самых размерах;
- ▣ **активные диэлектрики** для изготовления:
 - миниатюрных радиоконденсаторов;
 - варикондов (переменная емкость, зависит от величины приложенного напряжения);
 - терморезисторов (позисторов), сопротивление которых зависит от температуры. Позисторы используются как датчики температуры.

по агрегатному состоянию:

- газы;
- жидкие диэлектрики;
- твердые диэлектрики;
- твердеющие (лаки, компаунды)

по химическому составу:

- неорганические;
- органические

по строению (структуре):

- молекулярной структуры(все газы, все жидкие диэлектрики, некоторые твердые диэлектрики);
- **неполярные**: все газы, трансформаторное масло, полиэтилен, фторопласт-4 и другие;
- **полярные**: хлорированные дифенилы, целлюлоза, поливинилхлорид и другие.

- ▣ **ионной структуры** (твердые диэлектрики):
 - с **плотной** упаковкой ионов: кварц, слюда, корунд, рутил, каменная соль и другие;
 - с **неплотной** упаковкой ионов: неорганические стекла, фарфор, микалекс и другие.
- ▣ **доменной структуры** (сегнетоэлектрики): сегнетова соль, титанат бария и другие.

Названия некоторых материалов

по химическому составу	фирменное или торговое
хлорированный дифенил	совол (Россия) делор(Чехия) аскарел(США)
шестифтористая сера	элегаз (электрический газ)
политетрафторэтилен	фторлон-4(Россия) тефлон(все остальные страны)
полиметилметакрилат	оргстекло

Сокращение названий синтетических изоляционных материалов:

- **Эскапон** (синтетический каучук Пономарева, созданный им в 1939г.)
- **Лавсан** (лаборатория высокомолекулярных соединений академии наук)