

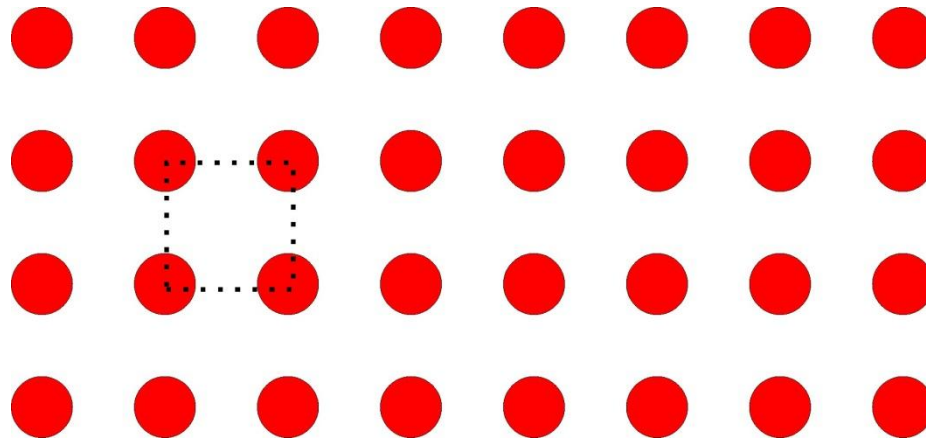
Лекция № 2

Классификация твердых тел

I. Структурные свойства

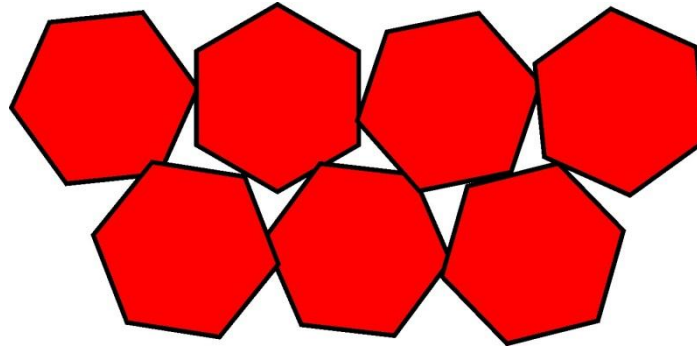
1. Монокристаллические

Наличие трансляционной симметрии в макро-объеме



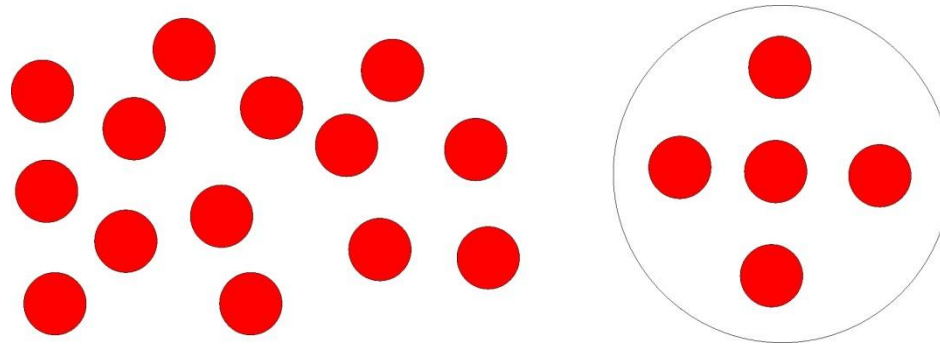
Поликристаллические

Наличие трансляционной симметрии в микро-объеме



Аморфные. Стеклообразные

Возможно наличие ближнего порядка. Отсутствие дальнего порядка



Аморфные – метастабильные твердые материалы
Стеклообразные – вязкая жидкость

Виды симметрии

```
graph TD; A[Виды симметрии] --> B[Центральная симметрия]; A --> C[Осевая симметрия]; A --> D[Трансляционная симметрия]; A --> E[Зеркальная симметрия]; D --> F[Поворот]; D --> G[Параллельный перенос]; D --> H[Скользкая симметрия];
```

Центральная
симметрия

Осевая
симметрия

Трансляционная
симметрия

Зеркальная
симметрия

Поворот

Параллельный
перенос

Скользкая
симметрия

Виды симметрии



1



4



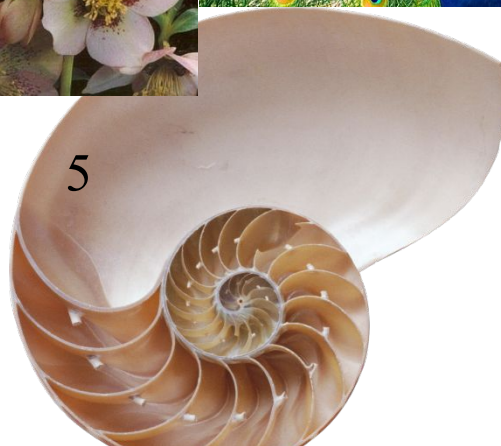
6



7



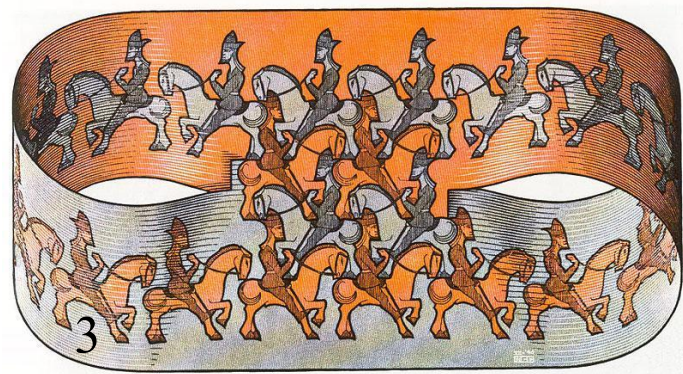
2



5



8



3

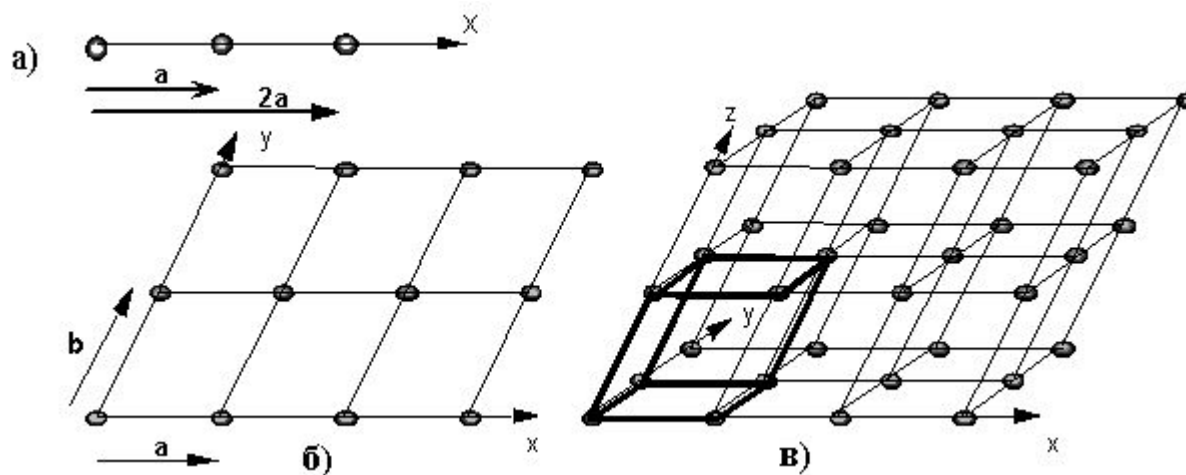


9



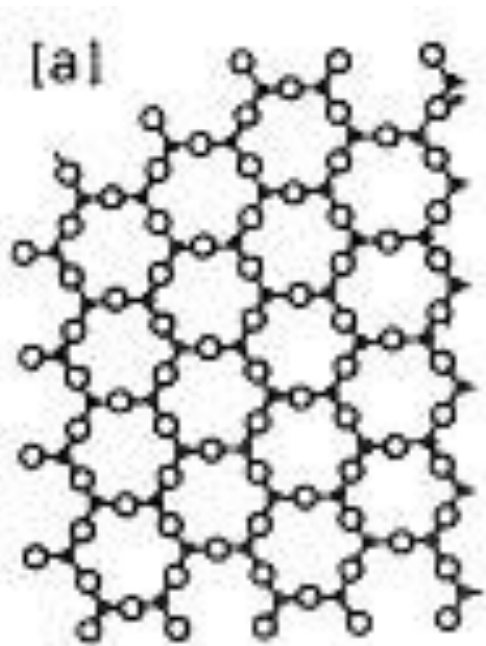
10

Трансляционная симметрия - тип симметрии, при которой свойства рассматриваемой системы не изменяются при сдвиге на определённый вектор, который называется *вектором трансляции*.

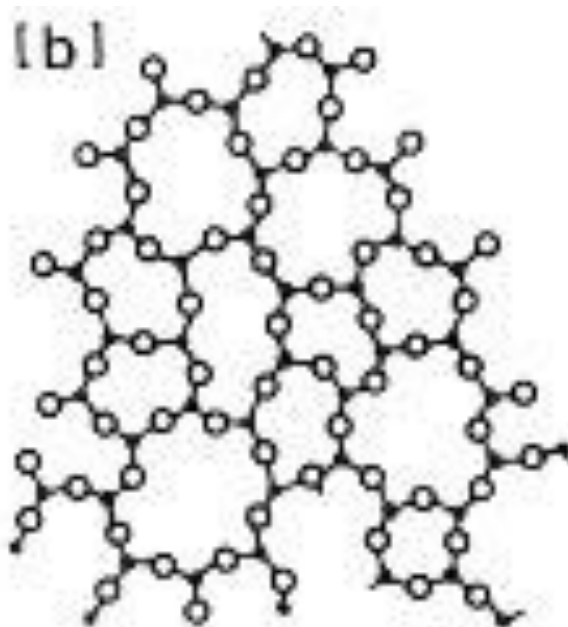


Среди всех векторов трансляций кристаллической решётки можно выбрать 3 линейно независимых таким образом, что любой другой вектор трансляции был бы целочисленно-линейной комбинацией этих трёх векторов. Эти три вектора составляют *базис кристаллической решётки*.

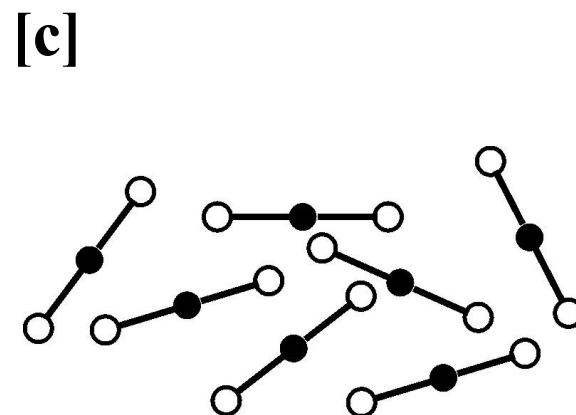
Кварц (SiO_2)



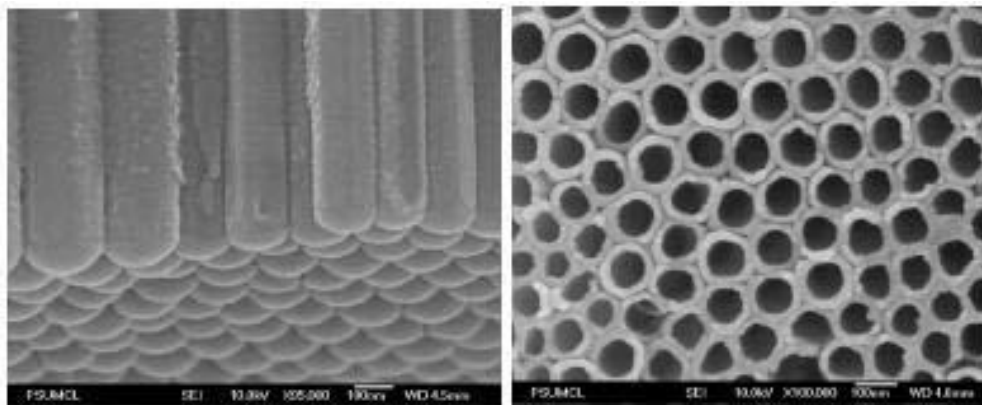
Кварцевое стекло и расплав



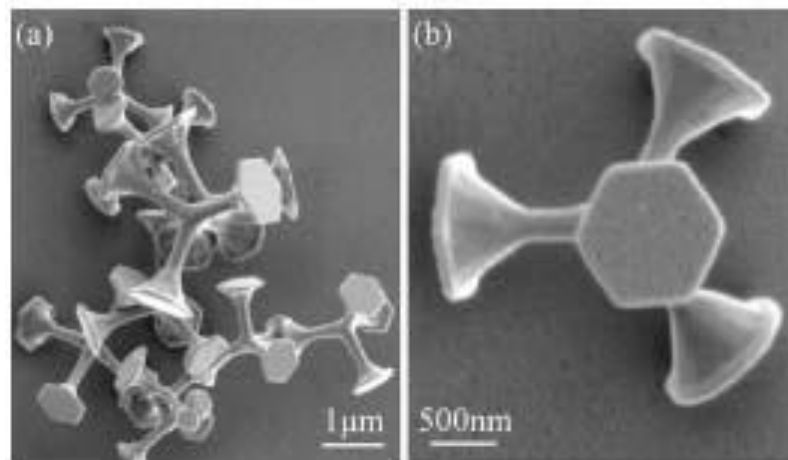
Аморфный SiO_2



Наноразмерные

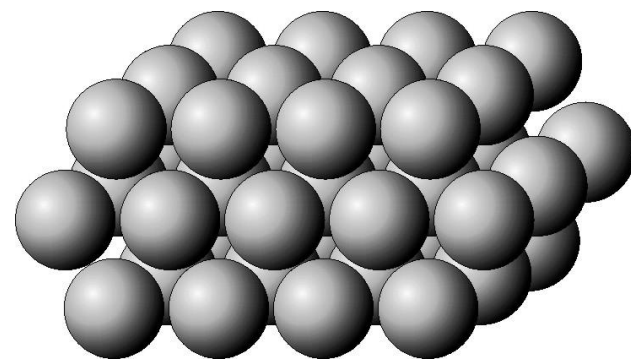
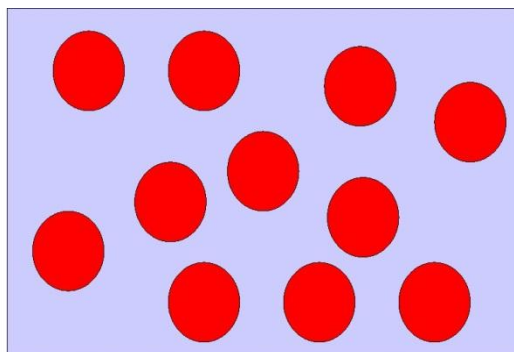
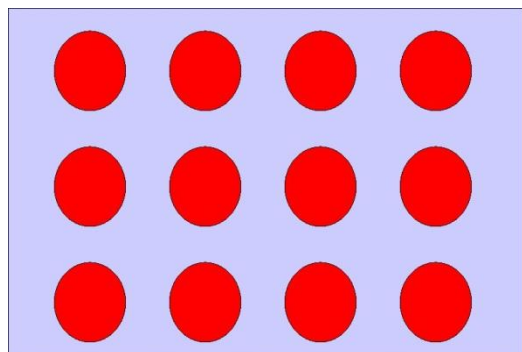


TiO₂



ZnO

Композитные

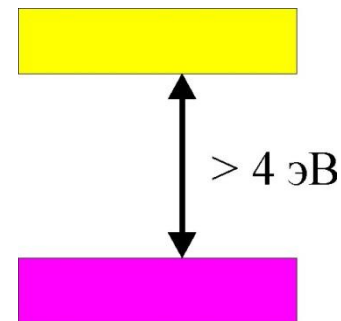


(Фотонные кристаллы, метаматериалы и др.)

II. Электронные свойства

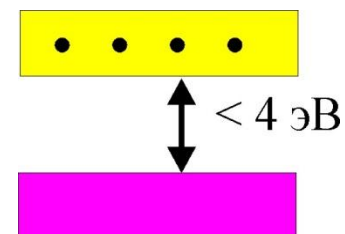
1. Диэлектрики

Отсутствие свободных электронов в зоне проводимости.
Большая ширина запрещенной зоны (более 4 эВ)



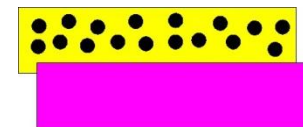
2. Полупроводники

Наличие свободных электронов в зоне проводимости.
Ширина запрещенной зоны от 0.01 до 3.5 эВ



3. Металлы

Высокая концентрация свободных электронов
Отсутствие запрещенной зоны



Материалы с ионной проводимостью

Материалы с фазовым переходом полупроводник (диэлектрик) - металл

Зонная теория твёрдого

тела — квантовомеханическая теория движения электронов в твёрдом теле.

Свободные электроны могут иметь любую энергию

В изолированном атоме энергия электрона дискретна

Главные приближения теории:

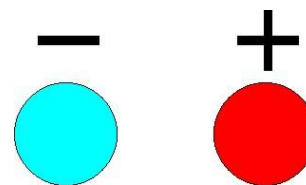
1. Твёрдое тело представляет собой идеально периодический кристалл.
2. Равновесные положения узлов кристаллической решётки фиксированы, то есть ядра атомов считаются неподвижными (адиабатическое приближение).
3. Многоэлектронная задача сводится к одноэлектронной.

II. Химические свойства

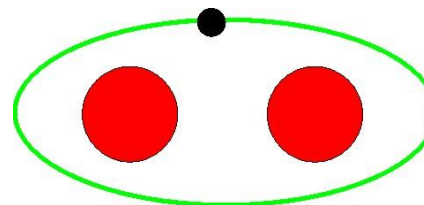
1. Неорганические
2. Органические

Тип химической связи

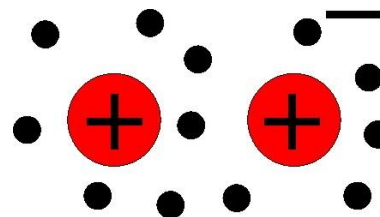
1. Ионная связь (NaCl)



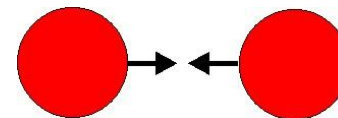
2. Гомеополярная (валентная связь) (кремний, алмаз)



3. Металлическая (металлы)

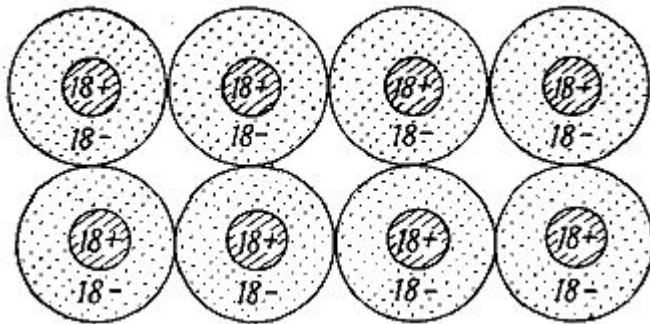


4. Ван-дер-ваальсова связь (кристаллы благородных газов, органические кристаллы)

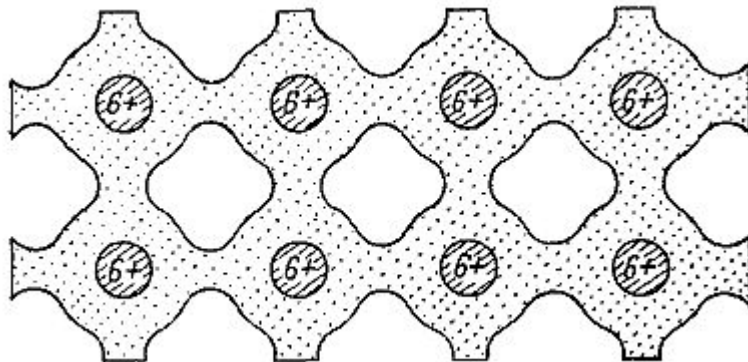
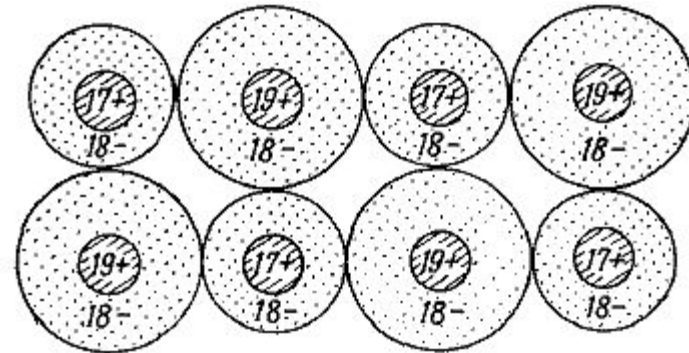


Классификация диэлектриков

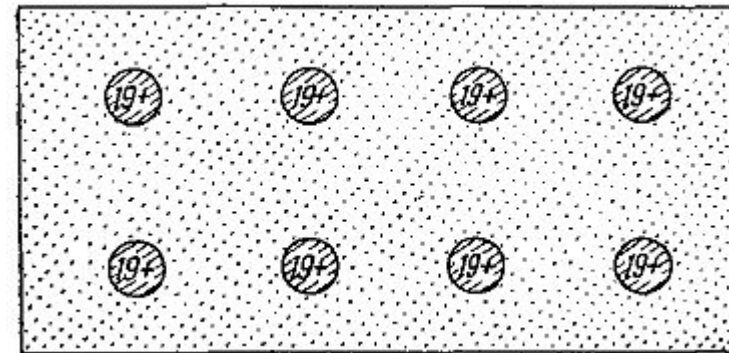
Молекулярный кристалл
(двумерный «аргон»)



Ионный кристалл
(хлорид калия)

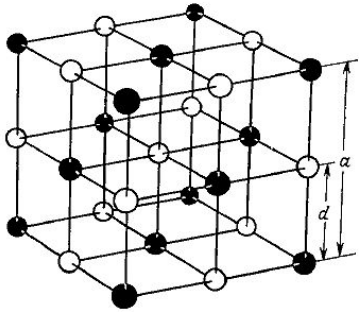


Ковалентный кристалл
(углерод)



Металл
(калий)

Структура хлорида натрия



Переход от чисто ковалентных к чисто ионным кристаллам

Структура сфалерита

