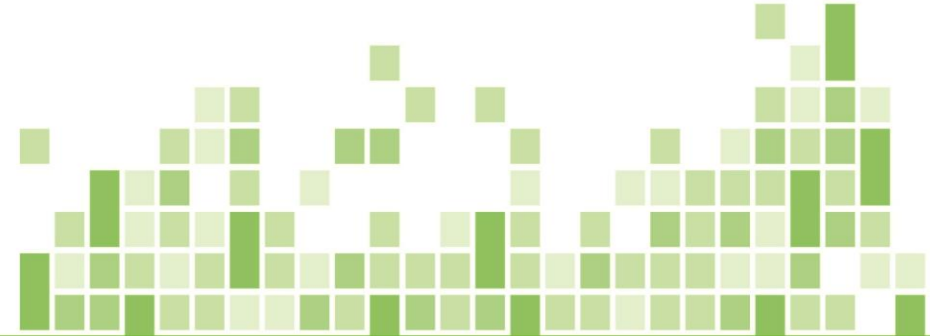





Институт физики
высоких технологий

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



- 1. КРИСТАЛЛИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ МЕТАЛЛОВ**
- 2. ПОЛИМОРФИЗМ**
- 3. РЕАЛЬНОЕ СТРОЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КРИСТАЛЛОВ**

Лекция 2



Металлы – один из классов конструкционных материалов, характеризующийся определённым набором свойств:

- «металлический блеск» (хорошая отражательная способность);
- пластичность;
- высокая теплопроводность;
- высокая электропроводность.

Металл - вещество, состоящее из положительных ядер, вокруг которых по орбиталям вращаются электроны. На последнем уровне число электронов невелико и они слабо связаны с ядром. Эти электроны имеют возможность перемещаться по всему объёму металла, т.е. принадлежать целой совокупности атомов.

КРИСТАЛЛИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ МЕТАЛЛОВ

Кристаллическое состояние – правильное, закономерное расположение частиц (атомов, молекул) в пространстве

Кристаллическая решетка - воображаемая пространственная сетка с атомами (ионами) в узлах

Вся кристаллическая решетка может быть построена путем параллельного переноса (**трансляции**) элементарной ячейки по некоторым направлениям.

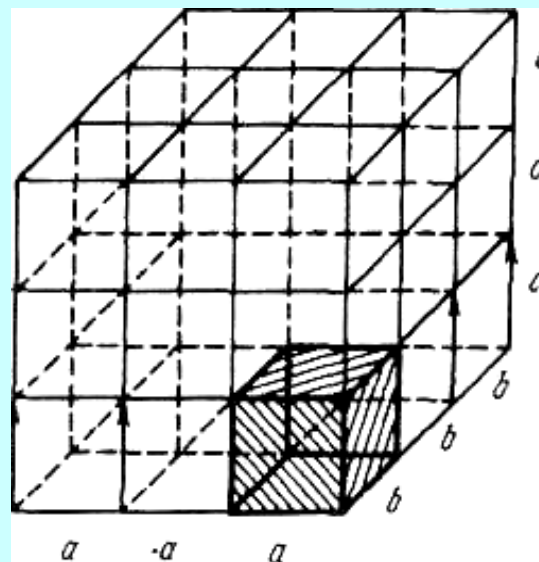
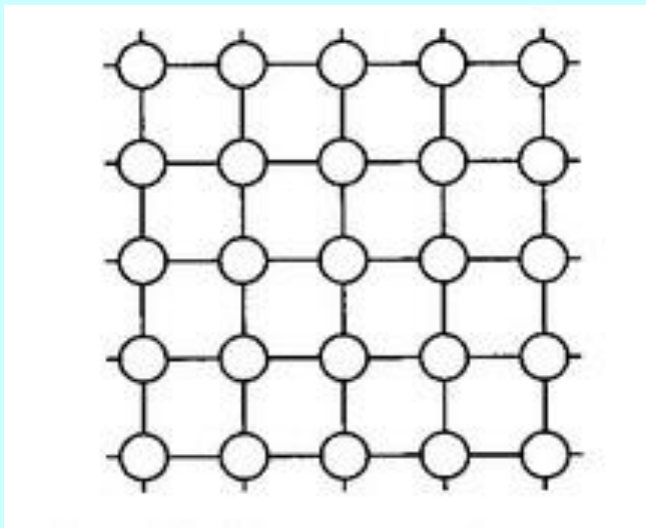


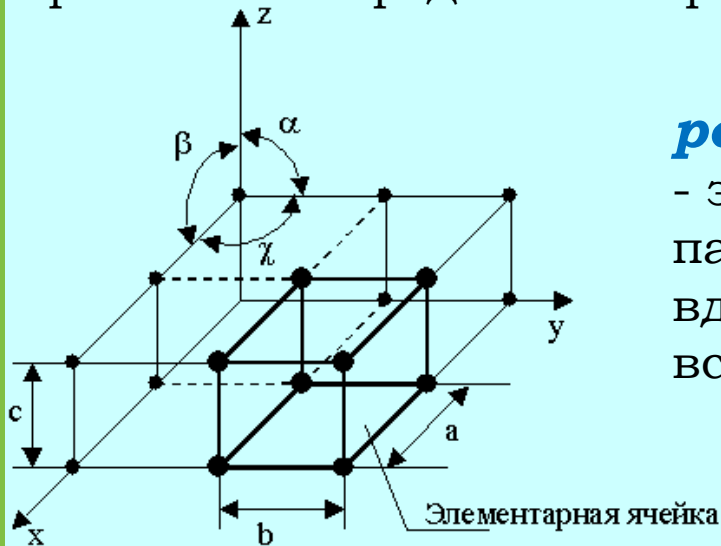
Рисунок - Кристаллическая решетка

Кристаллическую (пространственную) решетку

образуют атомы, располагаясь строго периодически в трех измерениях.

Плоские грани кристалла - плоскость пространственной решетки с определенным расположением атомов.

Ребра многогранника - направления пространственной решетки с определенным расположением атомов.



Элементарная ячейка кр. решетки

- это минимальный по объему параллелепипед, перемещением которого вдоль его ребер можно воспроизвести всю кристаллическую решетку.

Кристаллическая решетка

- это мысленно проведенные в пространстве прямые линии, соединяющие ближайшие атомы и проходящие через их центры, относительно которых они совершают колебательные движения.

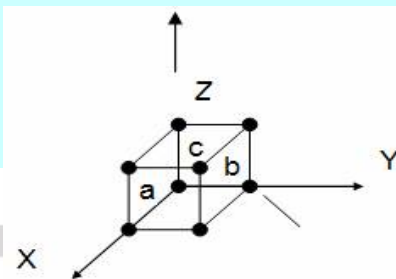
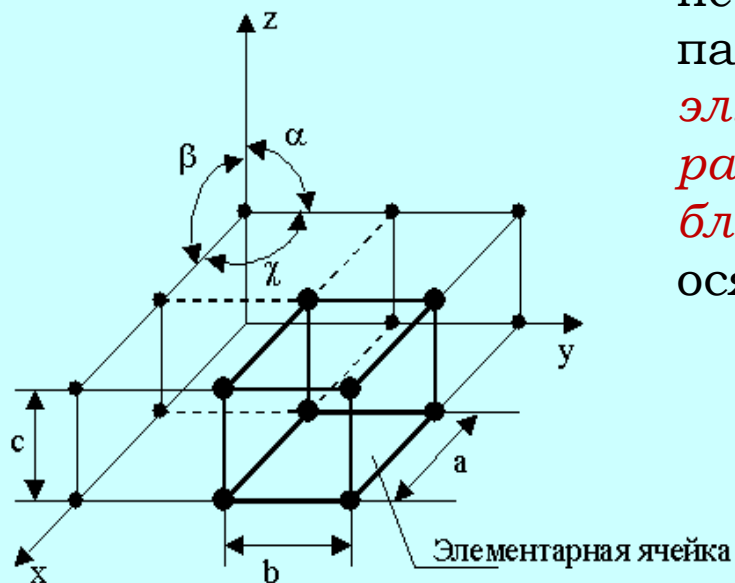


Рис.2. Элементарная ячейка кристаллической решетки

Узлы решетки – атомы (центры тяжести частиц), расположенные в точках пересечения прямых линий. В кристалле элементарные частицы (атомы, ионы) сближены до соприкосновения.

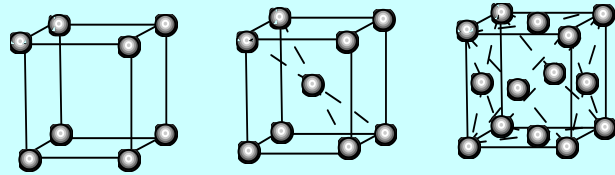


Для характеристики элементарной ячейки кр. решетки необходимо знание величин параметров **a, b, c** (размеры рёбер э. ячейки – периоды решётки – расстояния между центрами ближайших атомов) и углов между осями (α, β, γ).

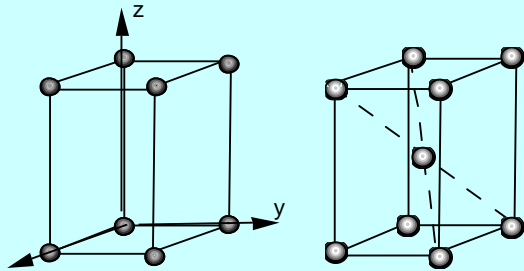
Теоретически доказано, что всего может существовать 230 различных пространственных кристаллических структур. Большинство из них (но не все) обнаружены в природе или созданы искусственно

В 1848 г. фр. ученый **Бравэ** показал, что изученные трансляционные структуры и элементы симметрии позволяют выделить **14 типов кристаллических решеток (решетки Бравэ)**.

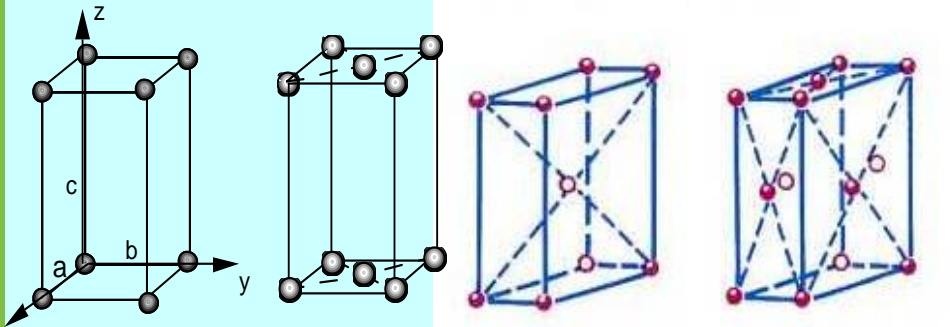
Решетки Браве подразделяются на семь систем - **кристаллографические сингонии.**



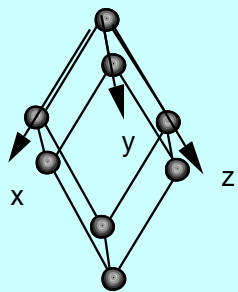
Кубическая $\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$; $a=b=c$
(примитивная + объемцентрированная + гранецентрированная)



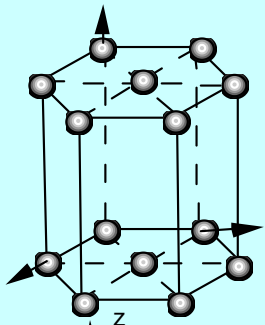
Тетрагональная $\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$; $a=b\neq c$
(примитивная + объемцентрированная)



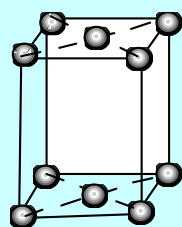
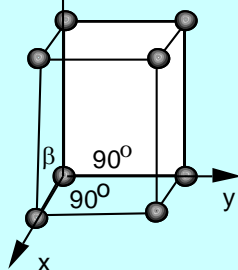
Ромбическая
 $\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, $a\neq b\neq c$ (примитивная + базоцентрированная + объемцентрированная + гранецентрированная)



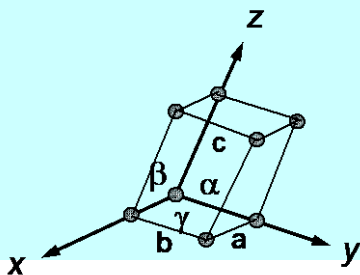
Ромбоэдрическая (тригональная) $\alpha=\beta\neq\gamma$;
 $a=b=c$. (примитивная)



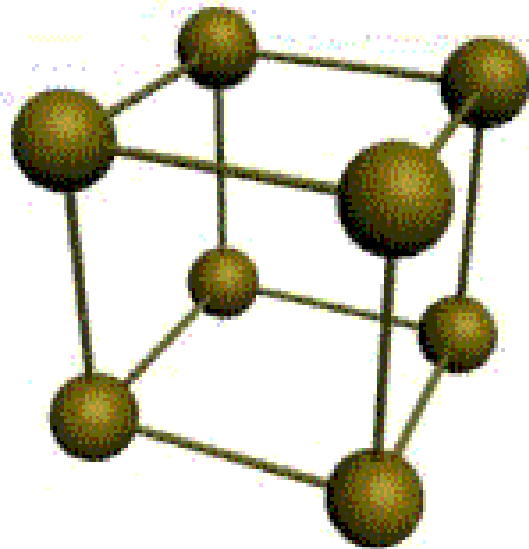
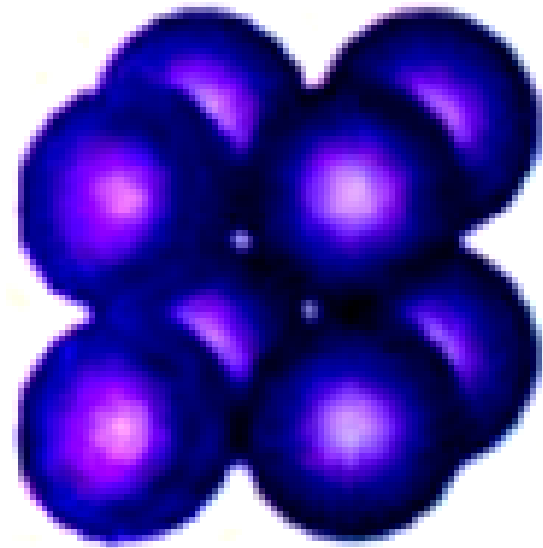
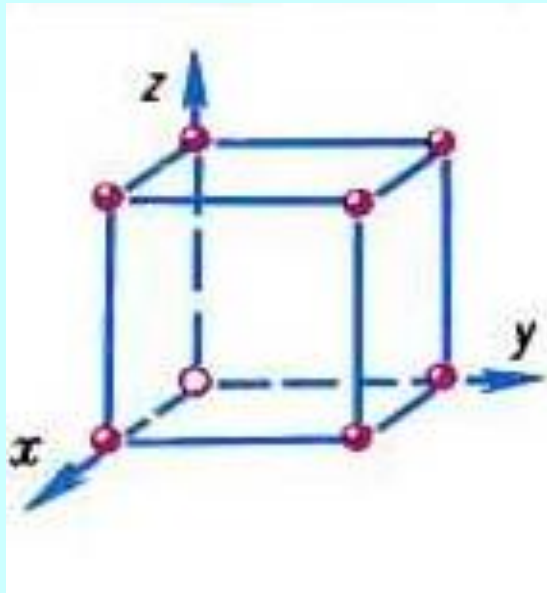
Гексагональная $\alpha=\beta=90^\circ$, $\gamma=120^\circ$; $a=b\neq c$
 (базоцентрированная)



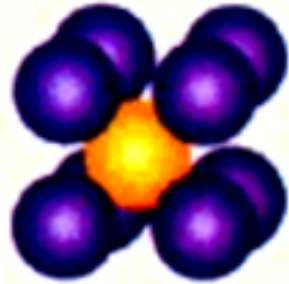
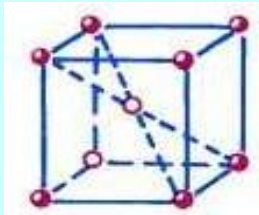
Моноклинная $\alpha = \gamma = 90^\circ$ $\beta \neq 90^\circ$; $a \neq b \neq c$
 (примитивная + базоцентрированная)



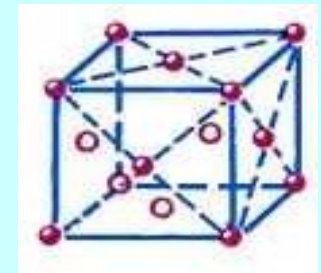
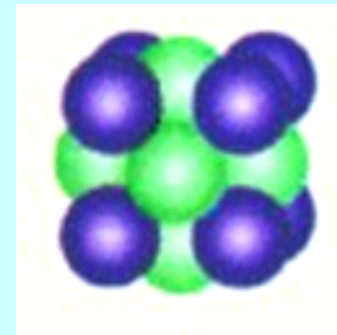
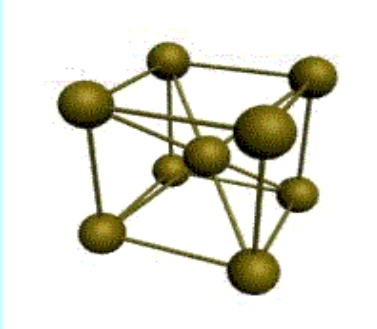
Триклинная $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$; $a \neq b \neq c$. (примитивная)



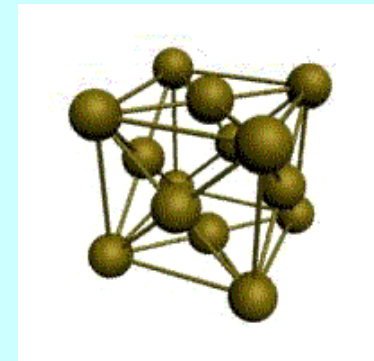
Для металлов характерны кристаллические решетки 3 видов:



кубическая объемно-центрированная (ОЦК), в которой атомы расположены по вершинам элементарной ячейки и один в ее центре (W, Mo, V, Nb, Cr, K, Na и др.);

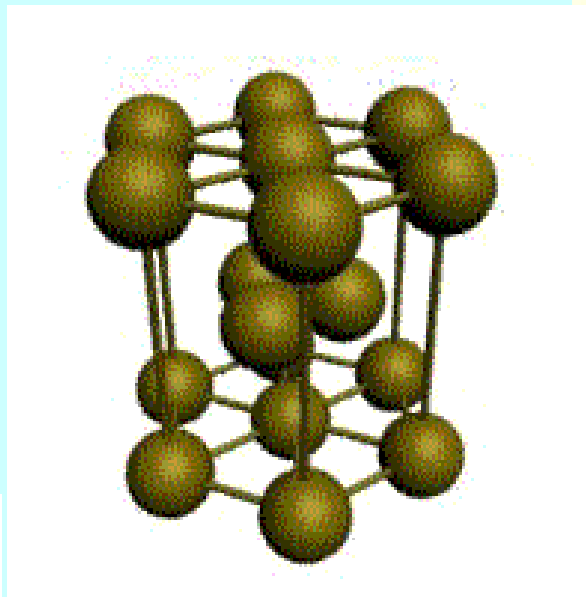
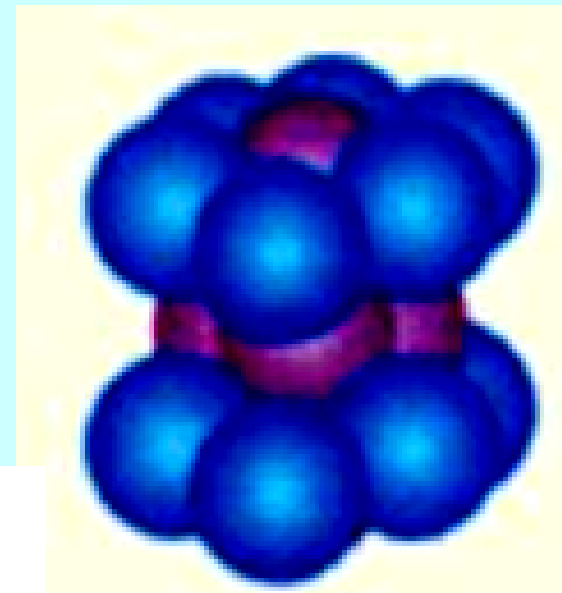
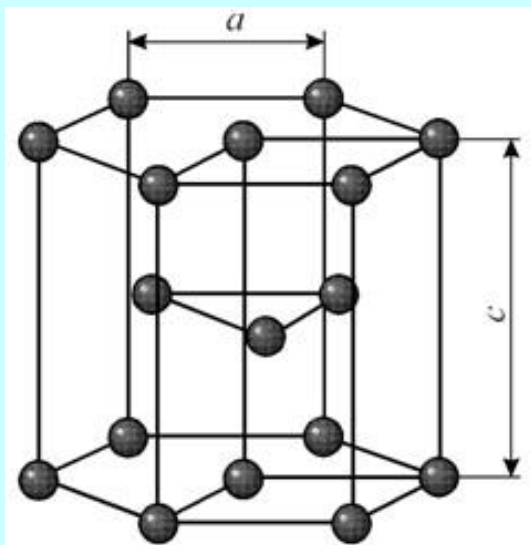


кубическая гранецентрированная (ГЦК), в которой атомы расположены по вершинам элементарной ячейки и в центрах ее граней (Cu, Ni, Fe- γ , Ag, Al, Pt, Ca и др.);



гексагональная плотноупакованная (ГПУ) -

шестигранная призма, в которой атомы расположены в три слоя (Mg, Ti, Cd, Os, Ru и др.).



Параметры кристаллической решетки

Кристаллографическая плоскость - воображаемые линии, проведенные через центры атомов, расположенных в одной плоскости, образующие решетку, в узлах которой располагаются атомы.

Многократное повторение кристаллографических плоскостей в пространстве позволяет получить пространственную кристаллическую решетку.

Атомный радиус - половина межатомного расстояния между центрами ближайших атомов в кр. решетке элемента при равновесных условиях.

Периодом решетки - расстояние между центрами двух соседних частиц (атомов, ионов) в элементарной ячейке решетки.



2. ПОЛИМОРФИЗМ

Полиморфизм или **аллотропия** - способность металла существовать в различных кристаллических формах.

от греч. poly - много, morphe - форма; дословно - многоформие

Полиморфные модификации - разные кристаллические структуры одного вещества.

Полиморфное (аллотропическое) превращение - переход (температура превращения) одной модификации в другую, меняются форма и тип кр.решетки. Это явление называется **перекристаллизацией**.

Принято **обозначать полиморфную модификацию**, устойчивую при более низкой температуре, **индексом α** , при более высокой **индексом β** , затем **γ** и т.д.

Углерод



Алмаз



Углерод

«Оловянная чума»

Гибель экспедиции капитана Скотта
Пуговицы на мундирах

Металлы с полиморфным превращением

Металл	Тип решетки	Температура превращения, °С
Ca	ГЦК → ГПУ	450
Ce	ГПУ → ГЦК	477
Zr	ГПУ → ОЦК	882
Ti	ГПУ → ОЦК	882
Fe	ОЦК → ГЦК → ОЦК	728, 911, 1392