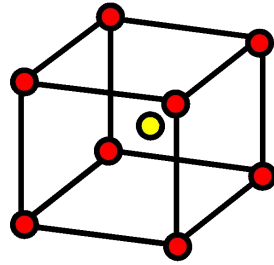
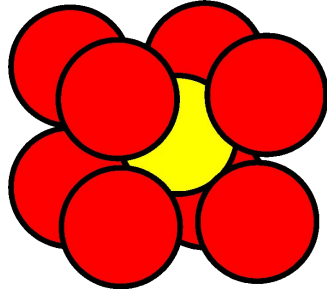


Кристаллическая структура

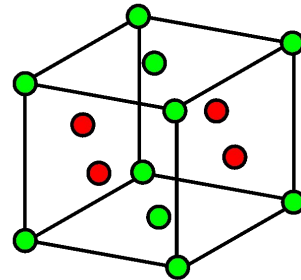
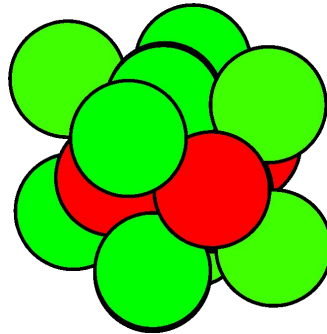
План семинара:

- Основные кристаллические структуры материалов
- Основные характеристики и типы кристаллических решеток
- Направления и плоскости в решетке
- Плотнупакованные направления и плоскости
- Кристаллические структуры сплавов с памятью формы

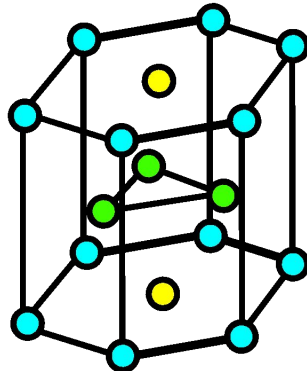
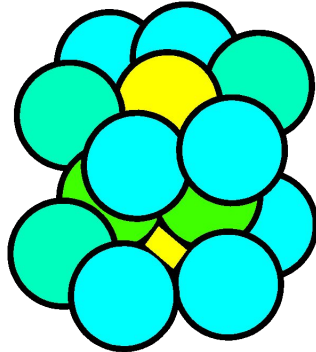
Основные кристаллические структуры металлов



ОЦК – Объемноцентрированная кубическая
Body-Centered Cubic (BCC)

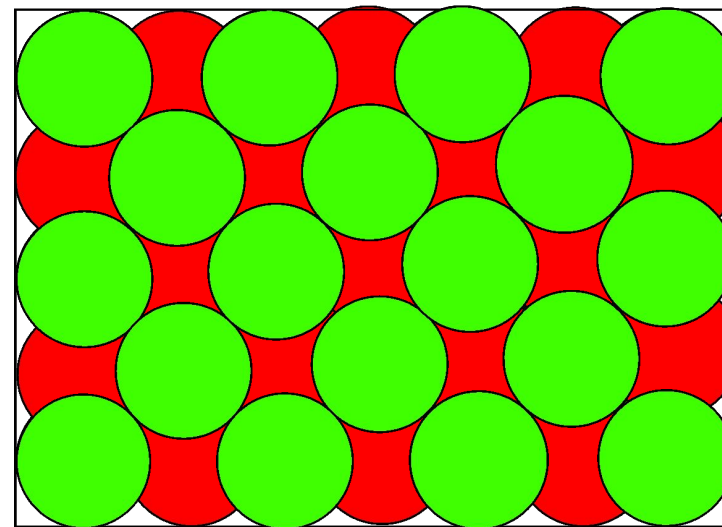
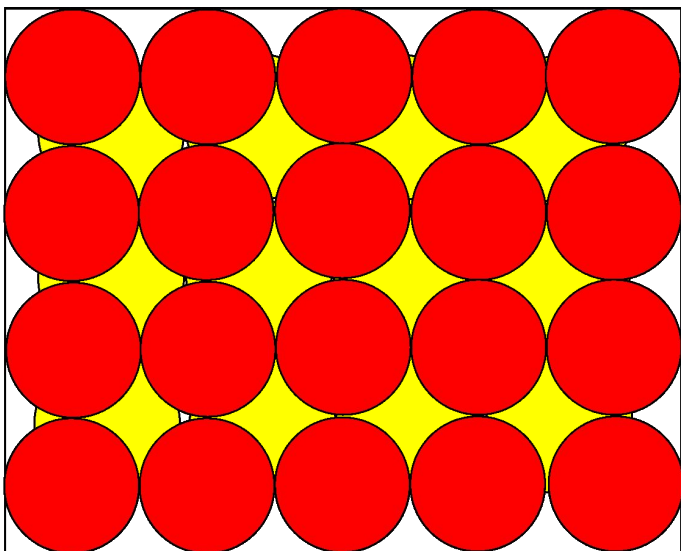


ГЦК – Гранецентрированная кубическая
Face-Centered Cubic (FCC)

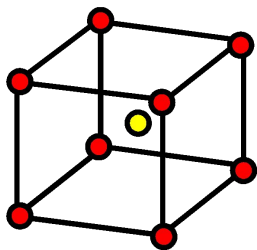
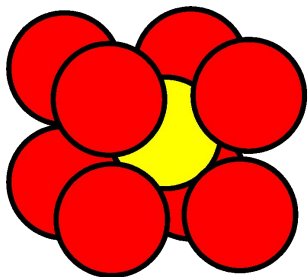


ГПУ – Гексагональная плотноупакованная
Hexagonal Close-Packed (HCP)

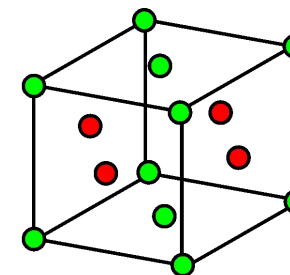
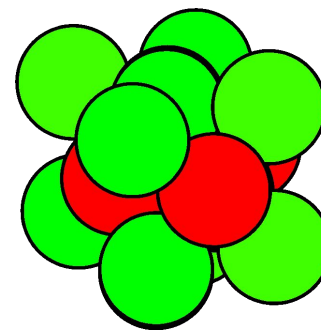
Положения атомов в кристаллах



Ba, Cr, Cs,
Fe, K, Li,
Mo, Na,
Nb, Rb,
Ta, V, W



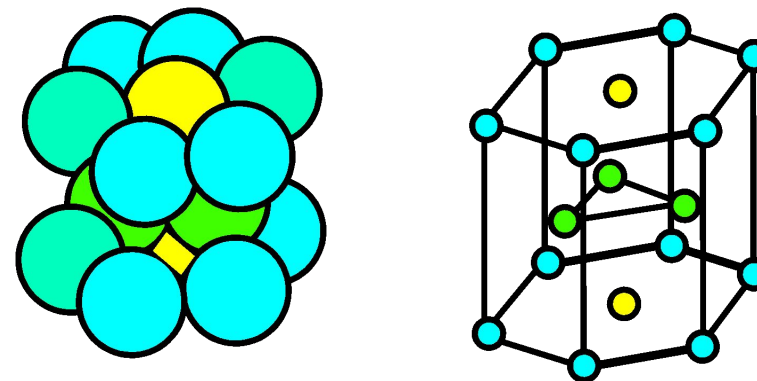
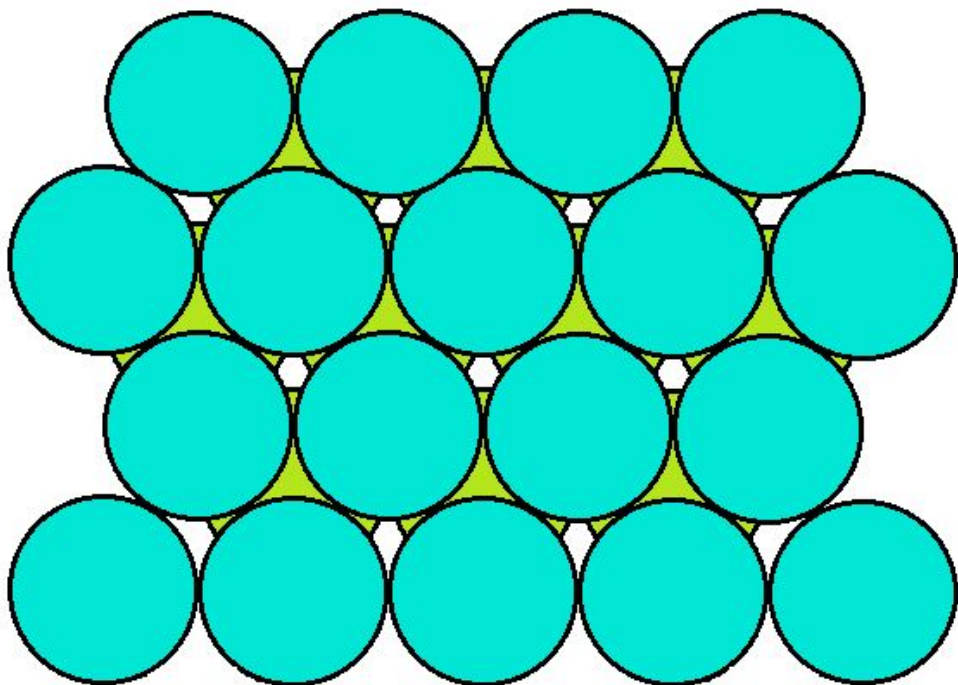
ОЦК – Объемноцентрированная
кубическая решетка
Body-Centered Cubic (BCC)



ГЦК – гранецентрированная
кубическая решетка
Face-Centered Cubic (FCC)

Ag, Al, Ar,
Au, Ca,
Cu, Ir, Kr,
Ne, Ni, Pb,
Pd, Pt, Rh,
Sr, Th

Положения атомов в кристаллах

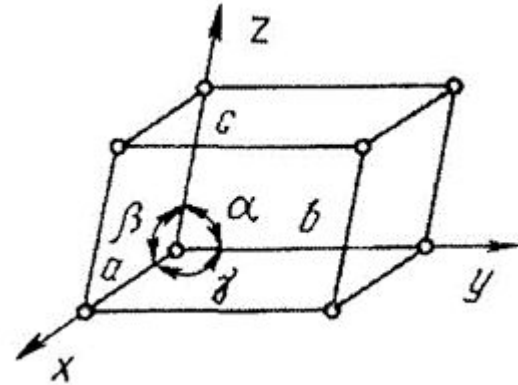


ГПУ – Гексагональная
плотноупакованная
Hexagonal Close-Packed (HCP)

Be, Cd, Co, Hf, Mg, Os, Re,
Ru, Sc, Ti, Tl, Y, Zn, Zr

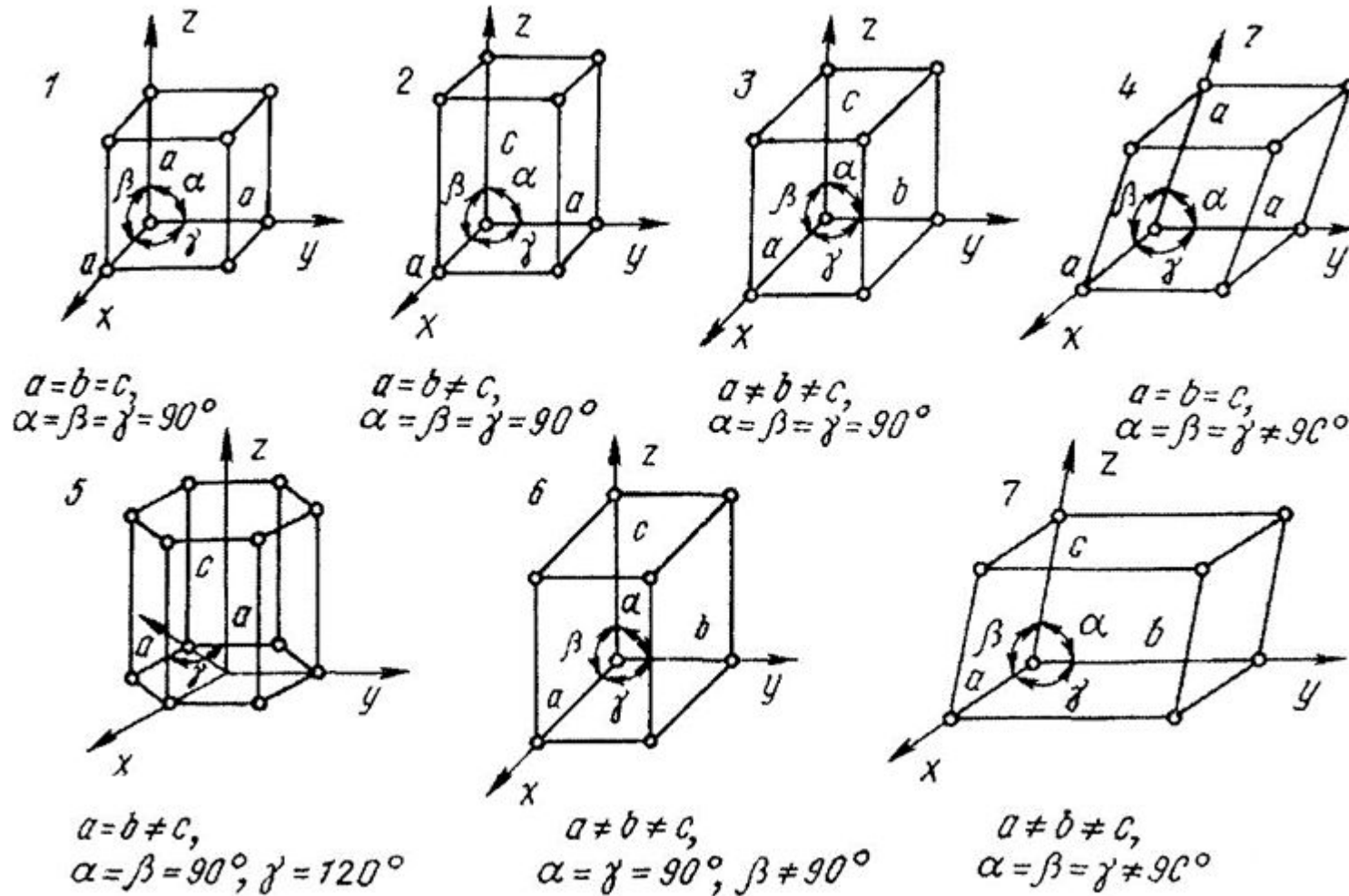
Основные характеристики кристаллической решетки

- Параметры решетки:
длины ребер a , b , c ;
углы между ребрами α , β , γ ;

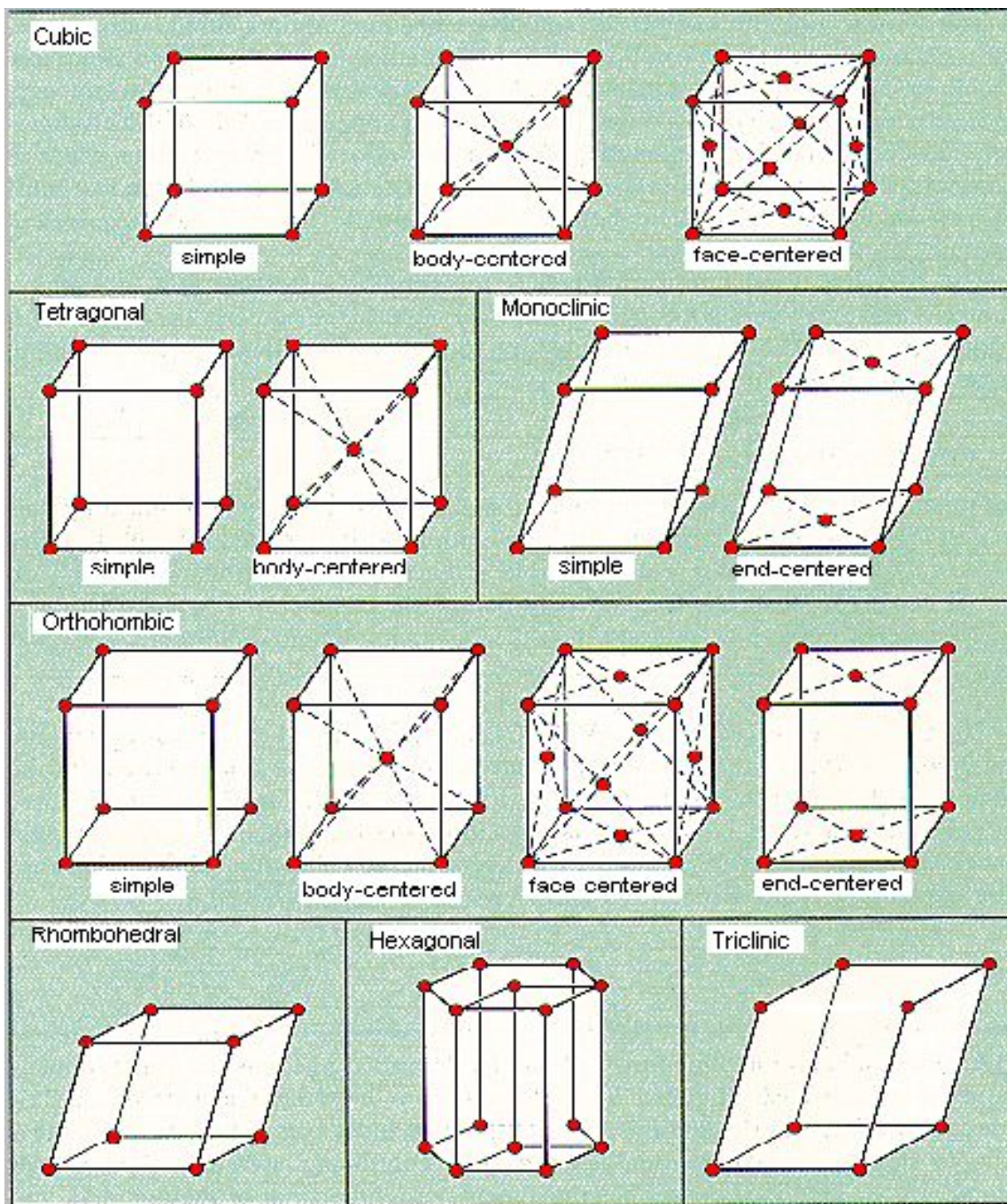


- Координационное число — число атомов, находящихся на наиболее близком и равном расстоянии от данного
- Количество атомов на одну элементарную ячейку
- Направления и плоскости: Индексы Миллера

Основные типы кристаллических решеток

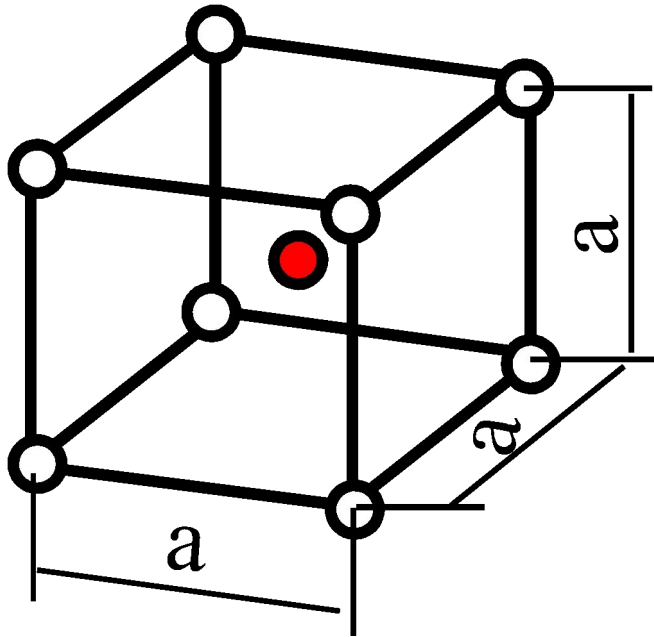


1. Кубическая
2. Тетрагональная
3. Орторомбическая
4. Тригональная (ромбоэдрическая)
5. Гексагональная
6. Моноклинная
7. Триклинная

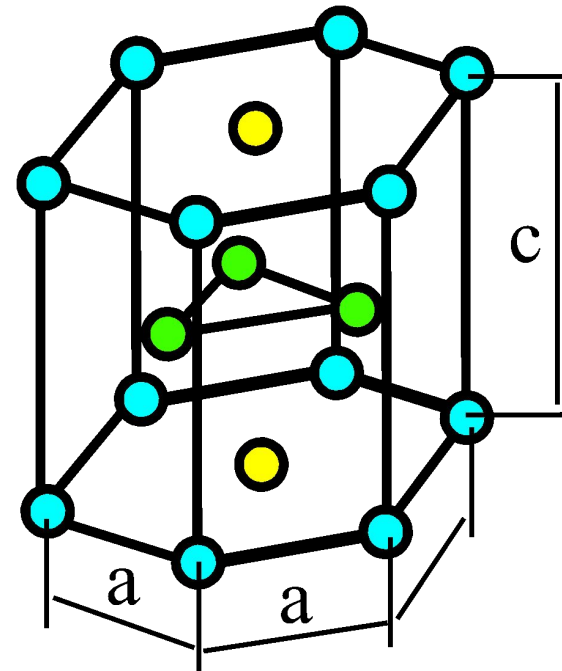


Параметры решетки

Кубическая, ОЦК, ГЦК

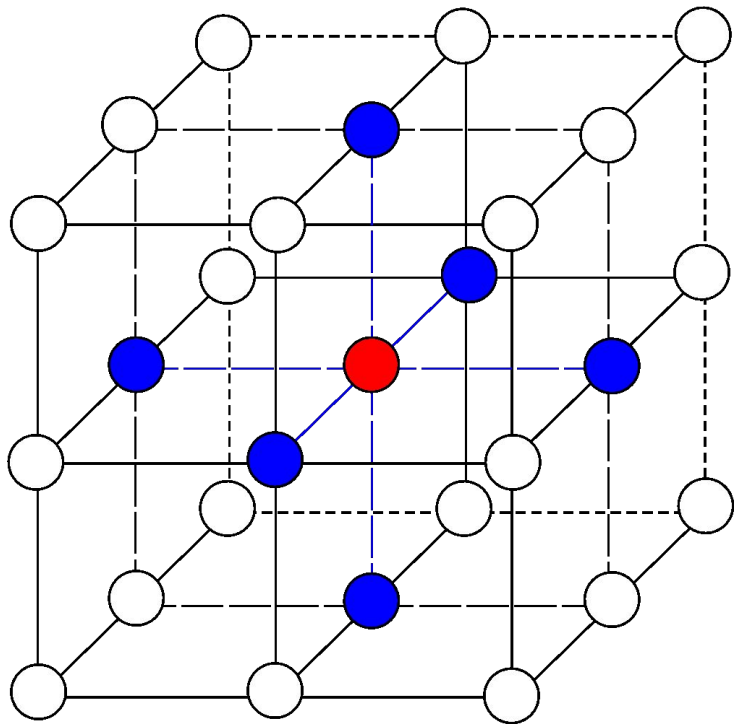


Тетрагональная, ГПУ

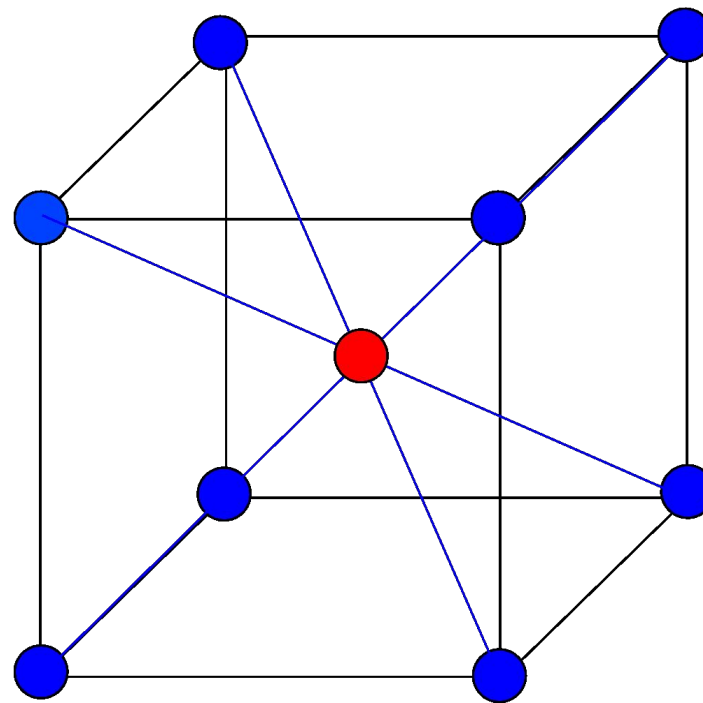


Координационное число

Кубическая: КЧ = 6



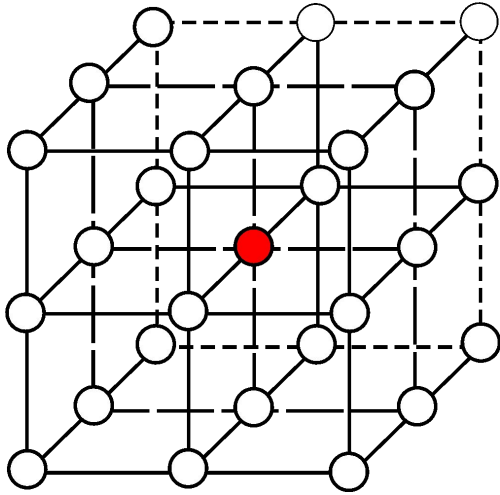
ОЦК: КЧ = 8



ГЦК: КЧ = 12

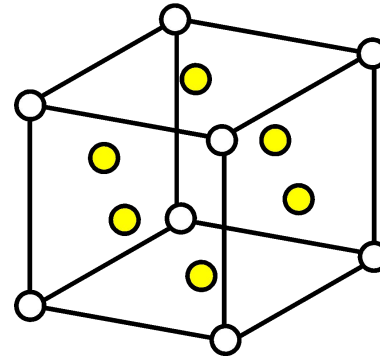
Число ближайших соседей отражает плотность упаковки вещества. Чем больше координационное число, тем больше плотность

Количество атомов в решетке



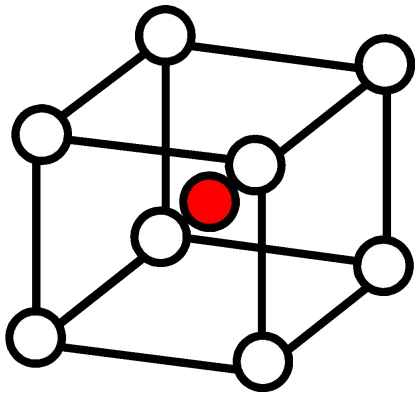
Кубическая:

$$1/8 * 8 = 1$$



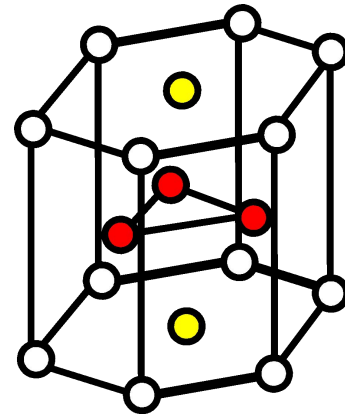
ГЦК:

$$1/2 * 6 + 1/8 * 8 = 4$$



ОЦК:

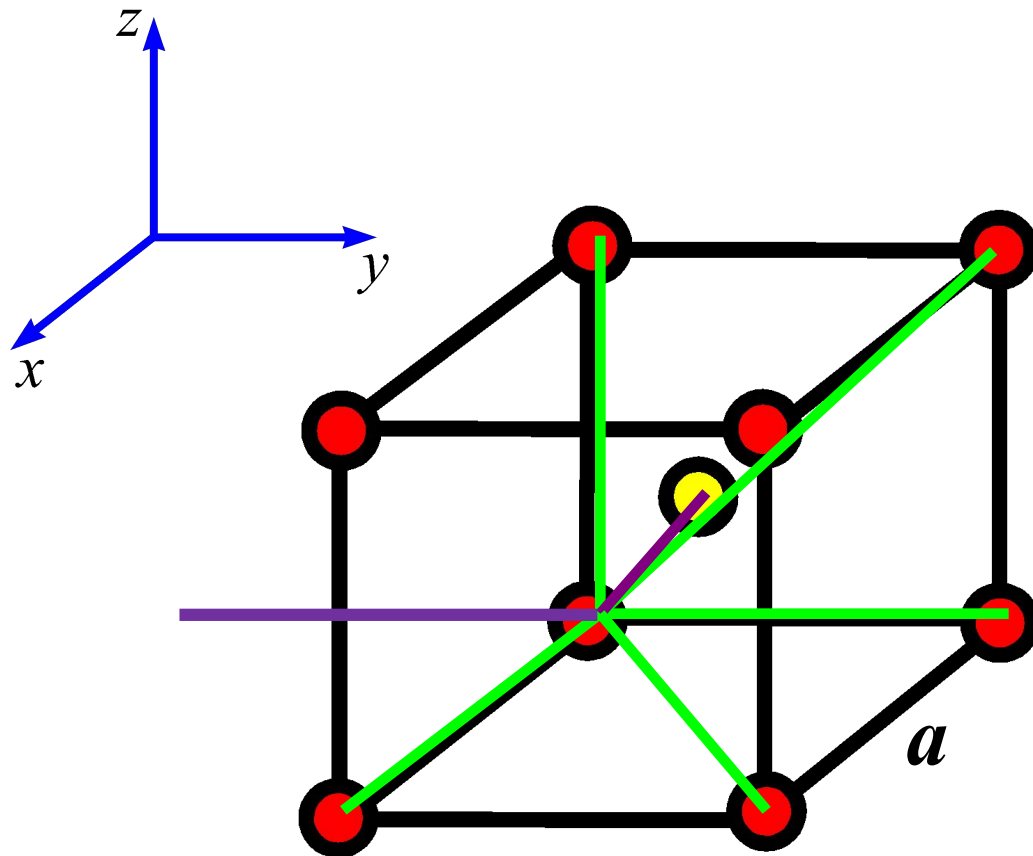
$$1 + 1/8 * 8 = 2$$



ГПУ:

$$3 + 1/2 * 2 + 1/6 * 12 = 6$$

Направления в кристаллической решетке



ось x - $[100]$

ось y - $[010]$

ось z - $[001]$

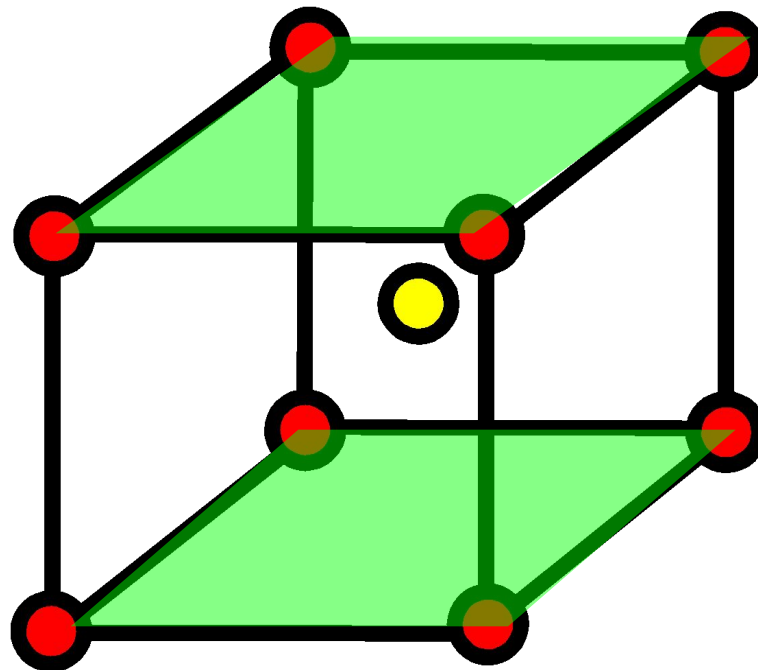
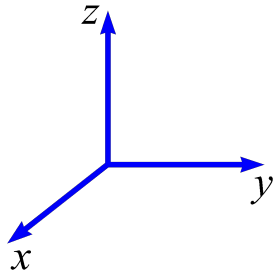
$[011]$

$[\frac{1}{2} \frac{1}{2} \frac{1}{2}]$

$[110]$

$[0\bar{1}0]$

Плоскости в кристаллической решетке



(001)

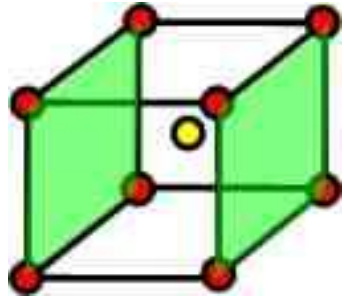
$$\frac{x}{u} + \frac{y}{v} + \frac{z}{w} = 1$$

$$hx + ky + lz = 1$$

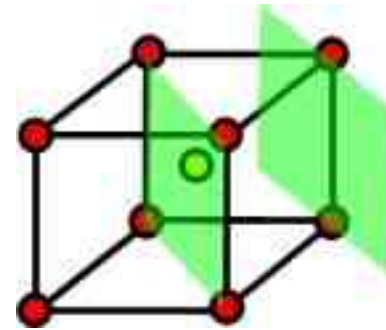
$$h = \frac{1}{u}; k = \frac{1}{v}; l = \frac{1}{w}$$

Индексы плоскости (hkl)

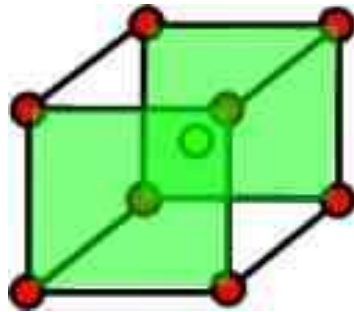
Плоскости в кристаллической решетке



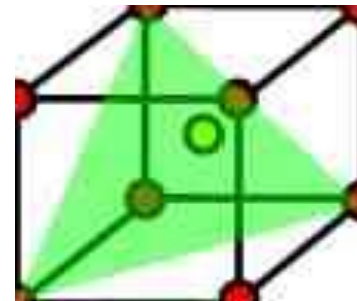
(010)



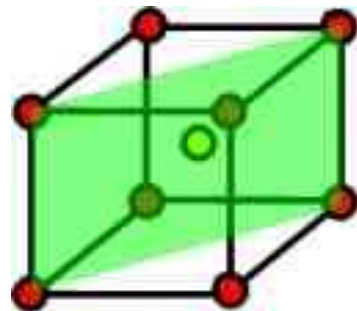
($\bar{1}10$)



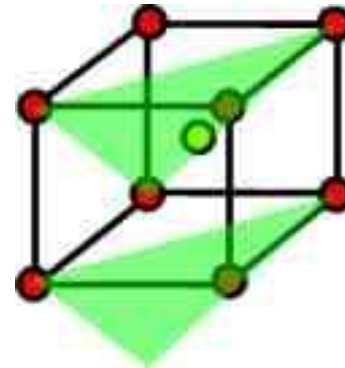
(100)



(111)



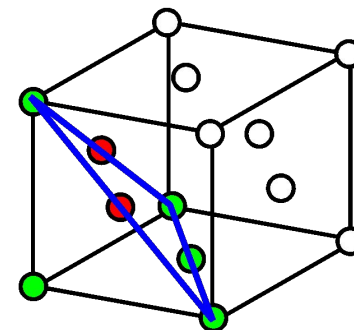
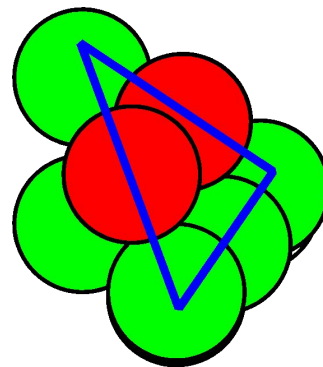
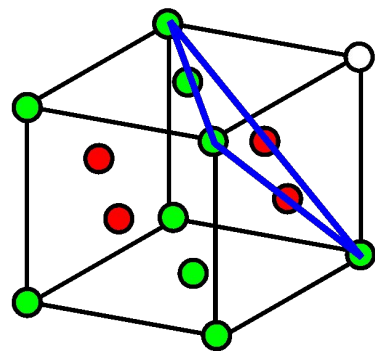
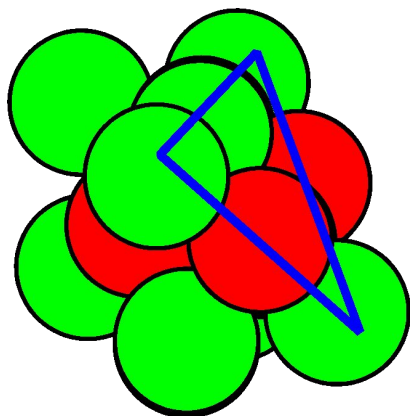
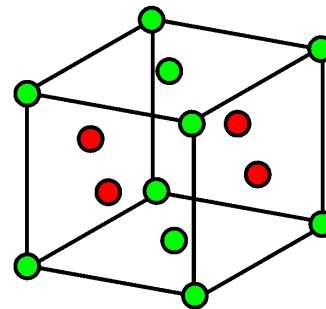
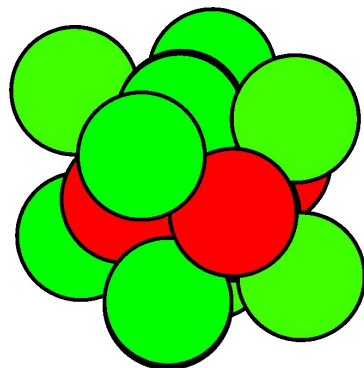
(110)



($11\bar{1}$)

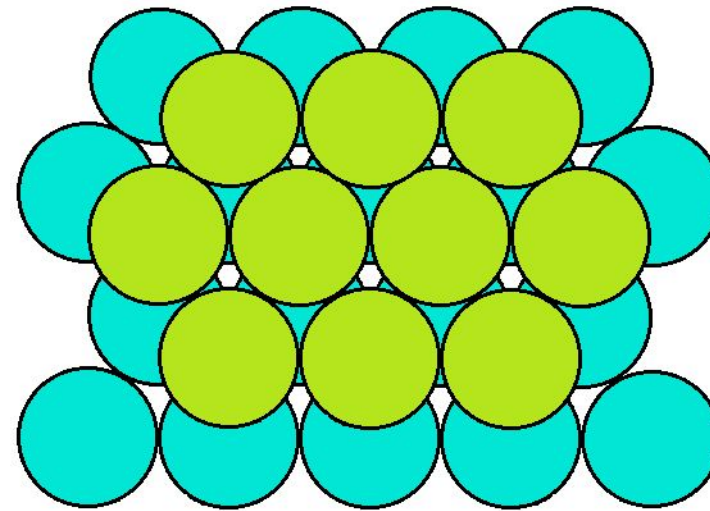
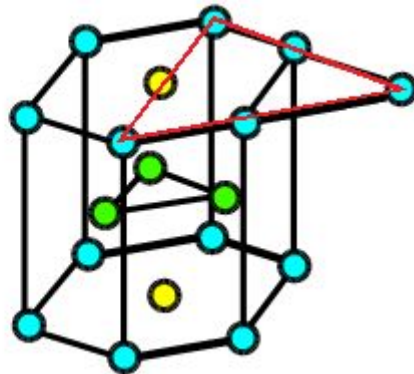
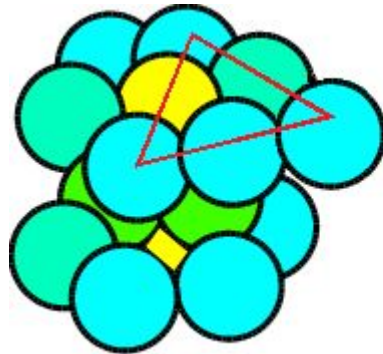
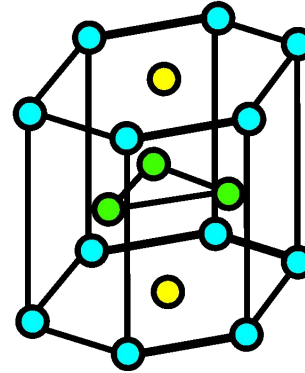
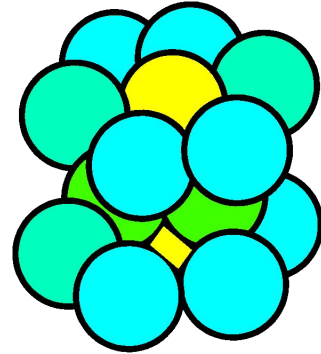
Плотнупакованные плоскости в кристаллах

ГЦК



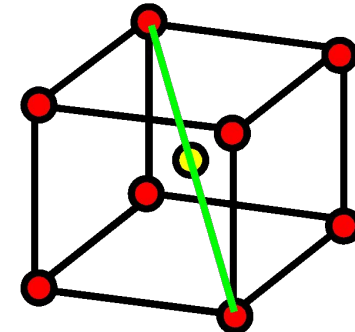
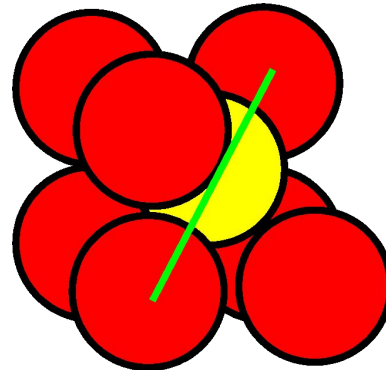
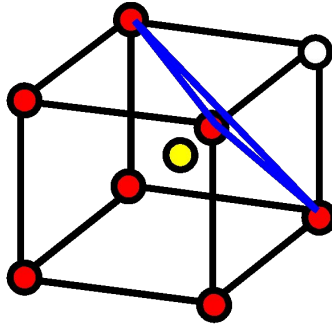
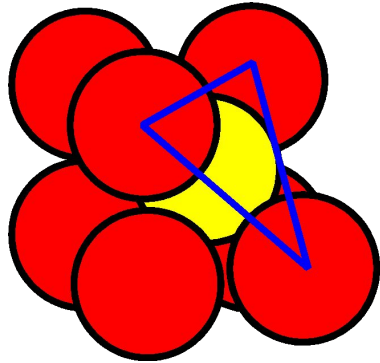
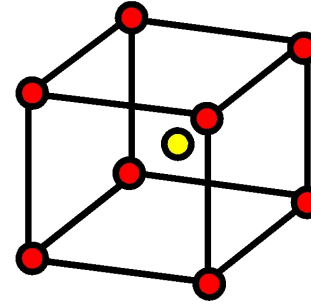
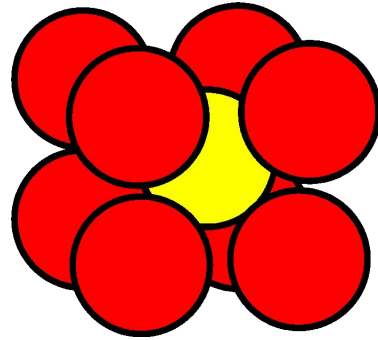
Плотнупакованные плоскости в кристаллах

ГПУ



Плотнупакованные направления в кристаллах

ОЦК



B2 фаза

$$a = 0.3 \text{ нм}$$

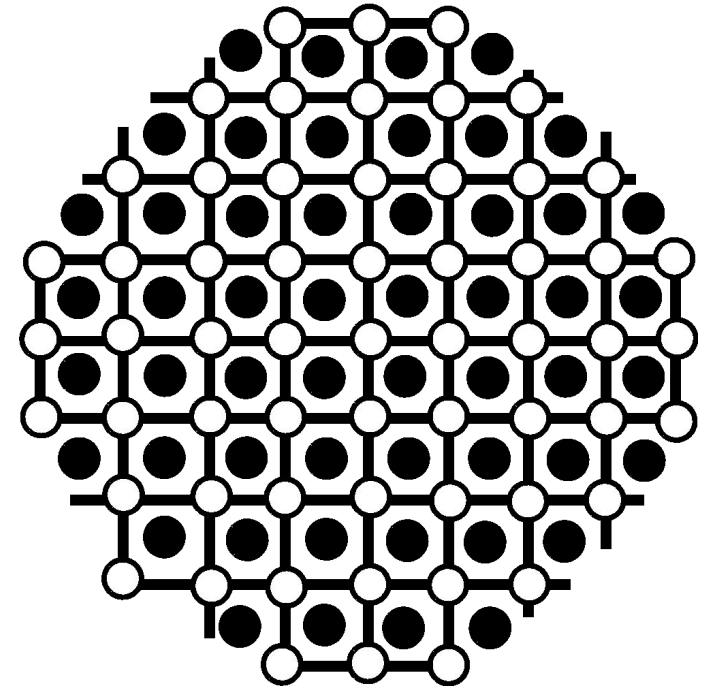
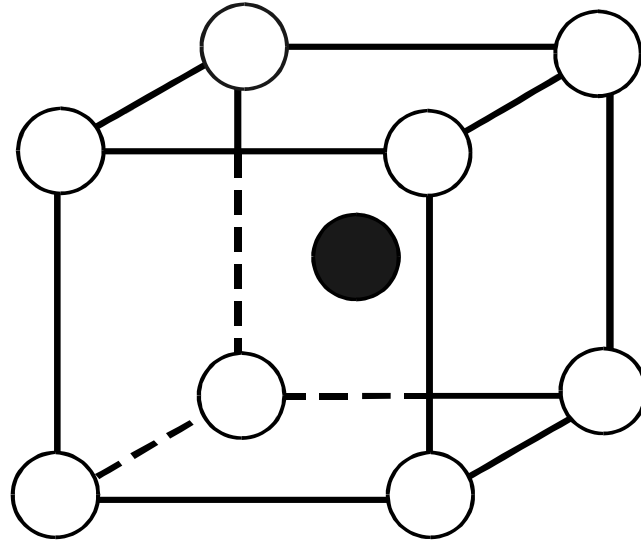
$$b = 0.3 \text{ нм}$$

$$c = 0.3 \text{ нм}$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$\beta = 90^\circ$$

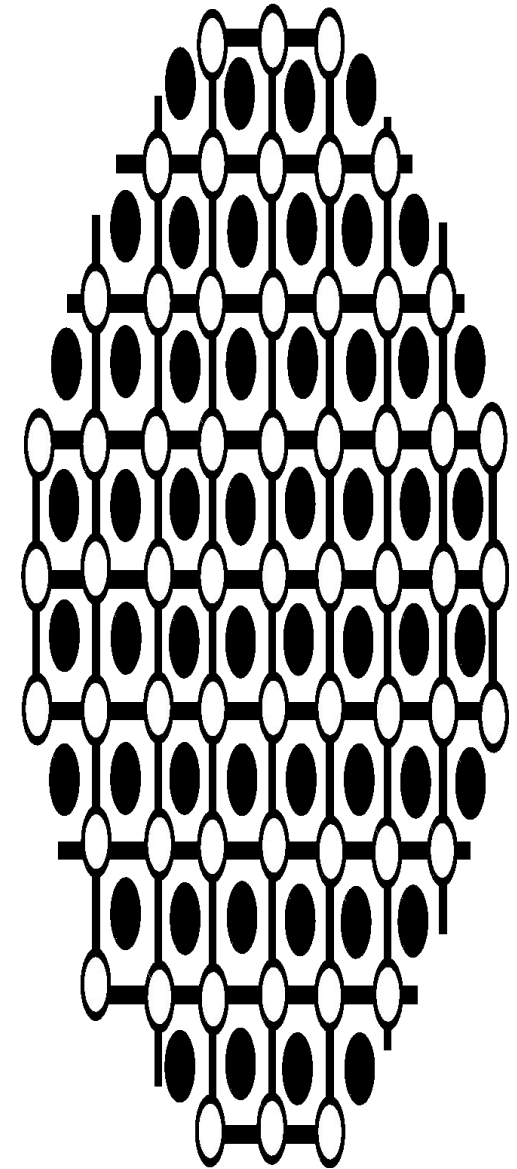
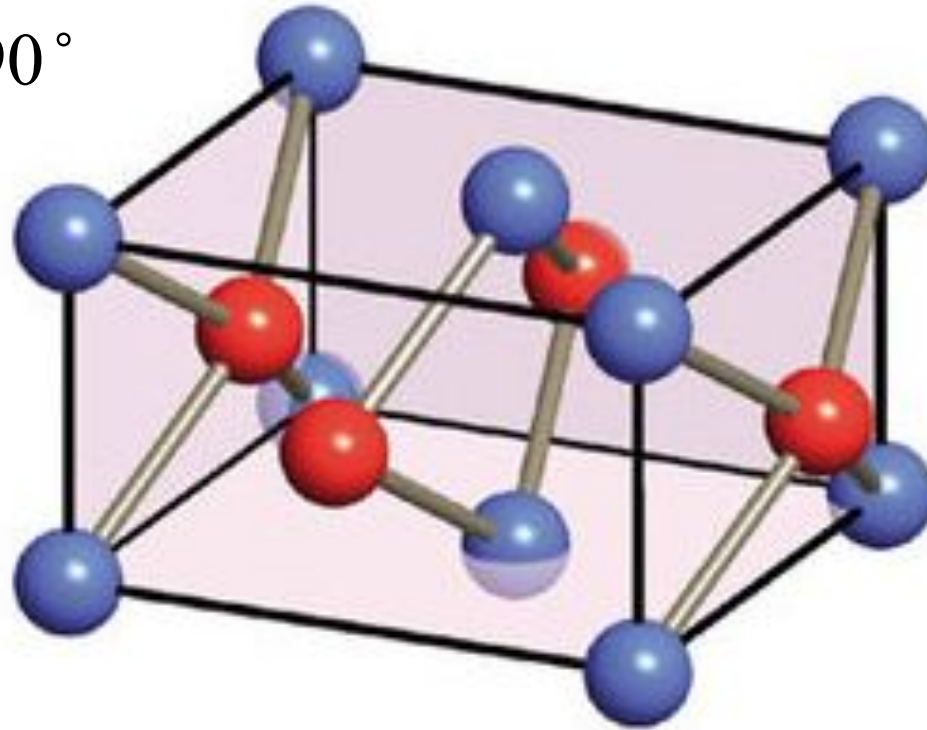
$$\gamma = 90^\circ$$



Упорядоченная по типу CsCl

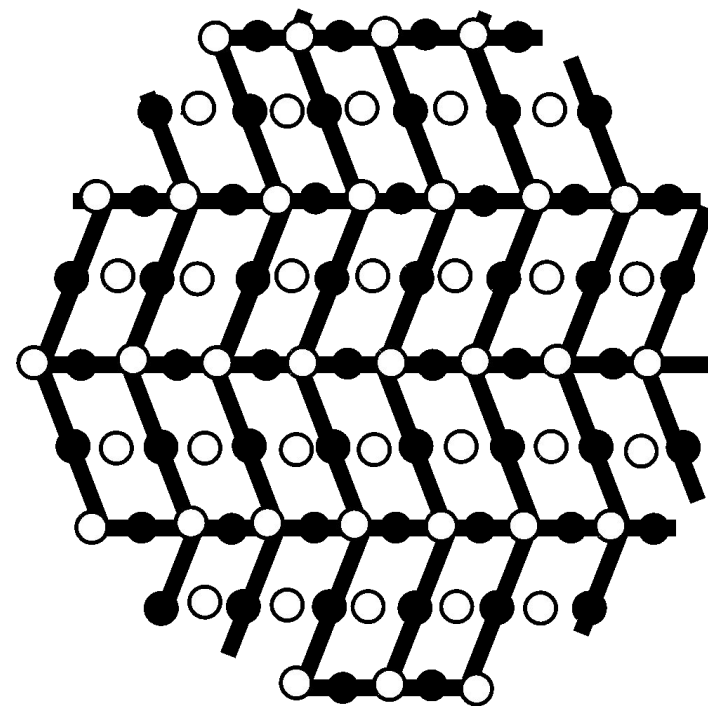
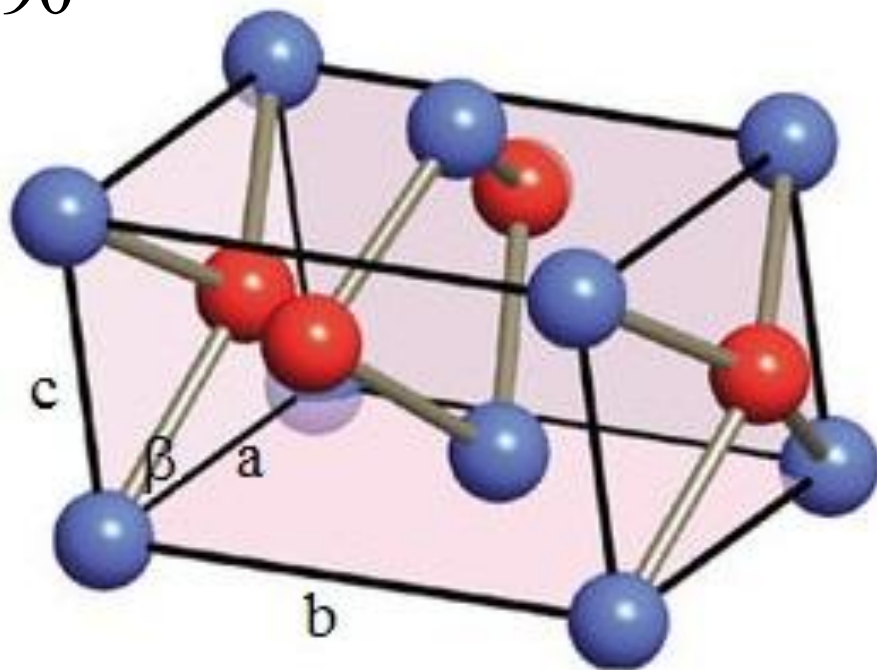
Орторомбическая В19 фаза

$$\begin{aligned} a &= 0.44 \text{ нм} & \alpha &= 90^\circ \\ b &= 0.46 \text{ нм} & \beta &= 90^\circ \\ c &= 0.29 \text{ нм} & \gamma &= 90^\circ \end{aligned}$$



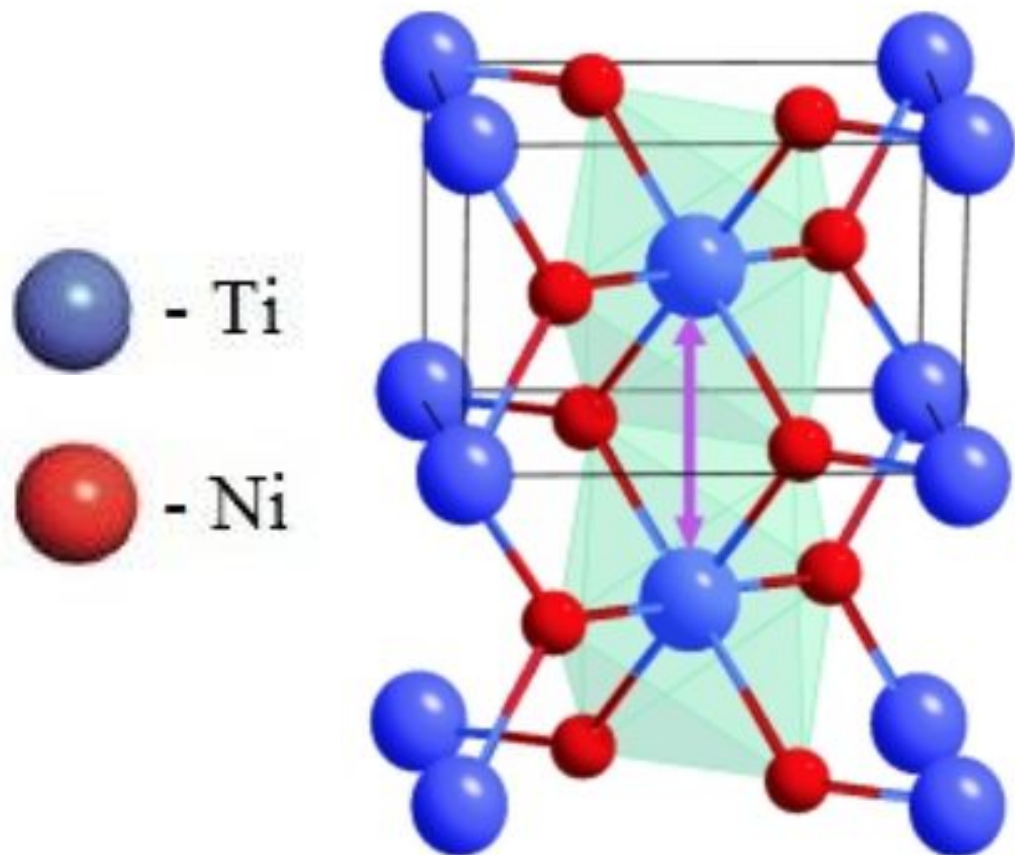
Моноклинная В19' фаза

$a = 0.41 \text{ нм}$ $\alpha = 90^\circ$
 $b = 0.46 \text{ нм}$ $\beta = 97.78^\circ$
 $c = 0.29 \text{ нм}$ $\gamma = 90^\circ$

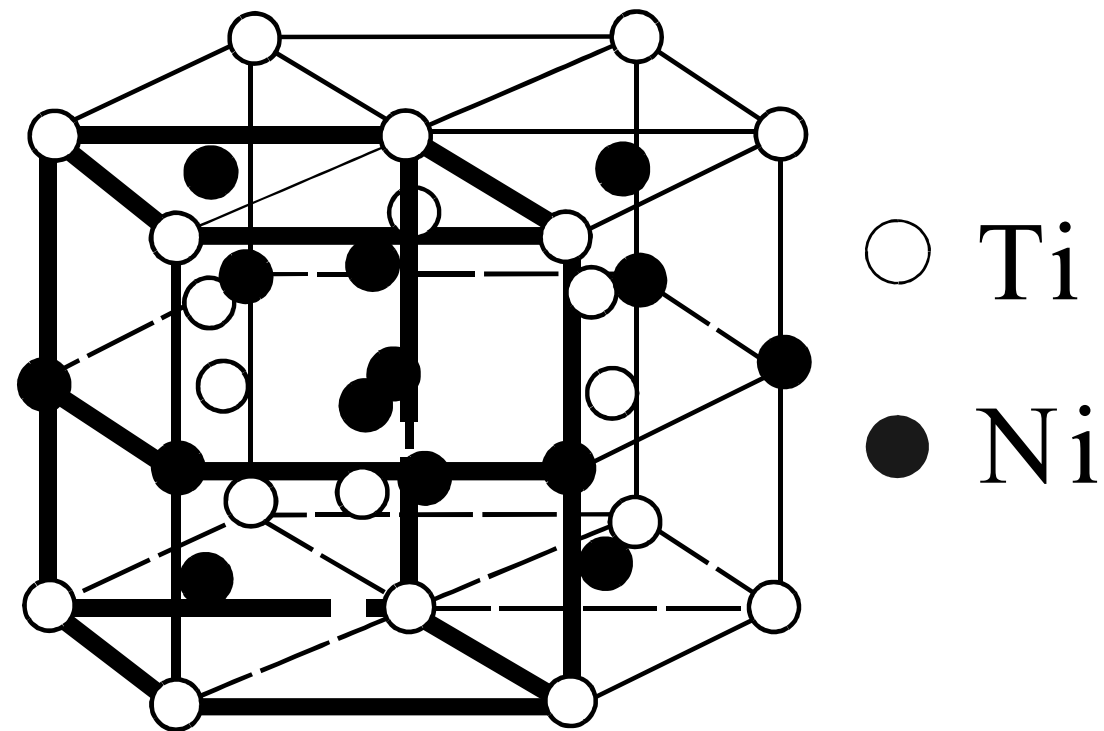


Орторомбическая с моноклинным искажением

Ромбоэдрическая R фаза



$$\begin{aligned} a &= 0.90 \text{ нм} & \alpha &= 89.5^\circ \\ b &= 0.90 \text{ нм} & \beta &= 89.5^\circ \\ c &= 0.90 \text{ нм} & \gamma &= 89.5^\circ \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} a &= 0.734 \text{ нм} & \alpha &= 90^\circ \\ b &= 0.734 \text{ нм} & \beta &= 90^\circ \\ c &= 0.528 \text{ нм} & \gamma &= 120^\circ \end{aligned}$$