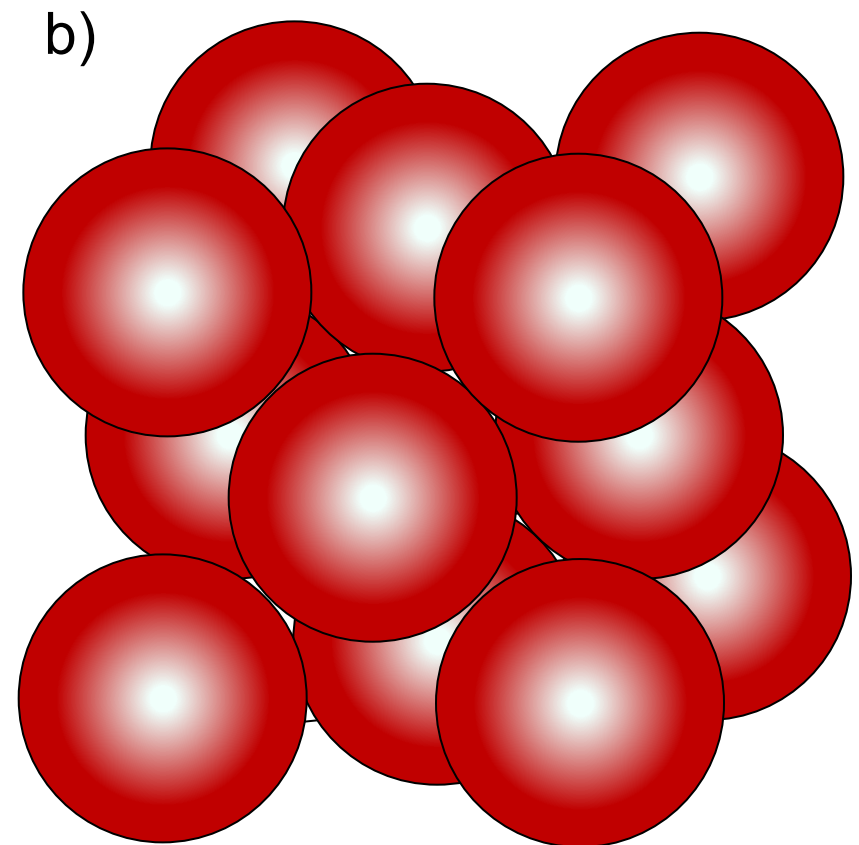
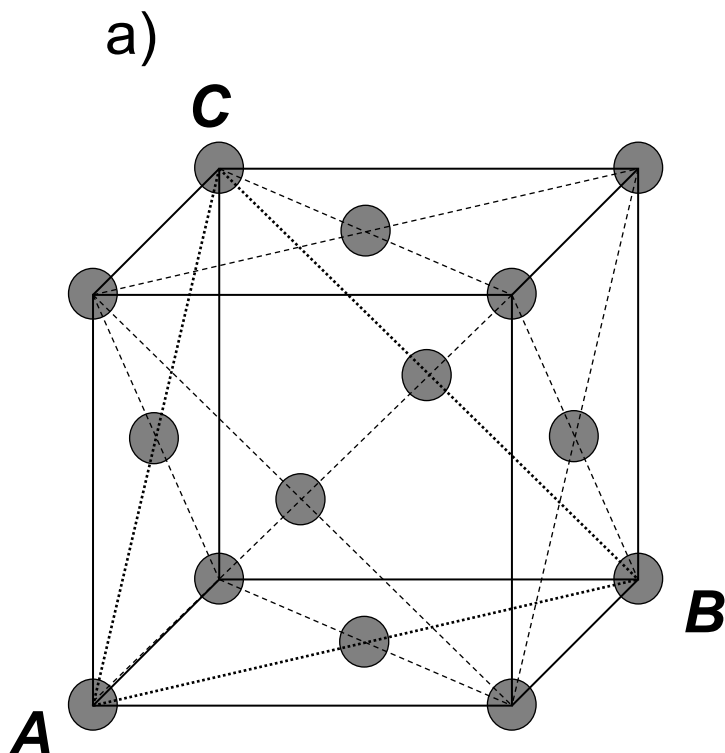
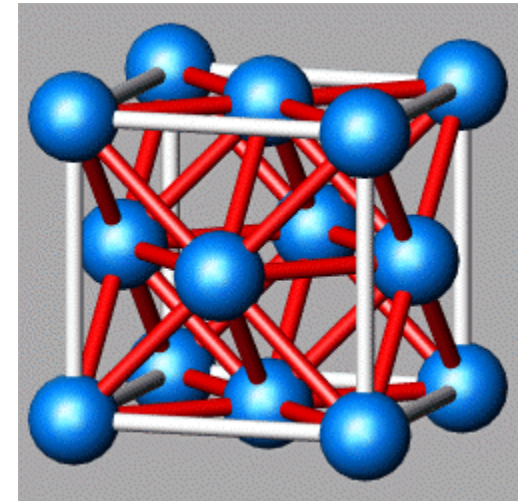


Struktura krystaliczna A1

sieć regularna ściennie centrowana

Pierwiastki krystalizujące zgodnie ze strukturą A1:

Ag, Al, Au, Co, Cu, Fe_γ, Ir, Ni, Pb, Pd, Pt, Rh



Komórka elementarna sieci regularnej ściennie centrowanej:

a) kształt i zawartość komórki,

b) model komórki z kulistymi atomami.

ABC - trójkąt wyznaczający płaszczyznę najgęstszego ułożenia atomów

Odmiany alotropowe żelaza

promień atomu Fe, $r_A = 0,14 \text{ nm}$

a - długość krawędzi komórki elementarnej

żelazo α

trwałe do temperatury Curie (768°C), ferromagnetyk, sieć regularna przestrzennie centrowana, A2, $a = 0,286 \text{ nm}$

żelazo β

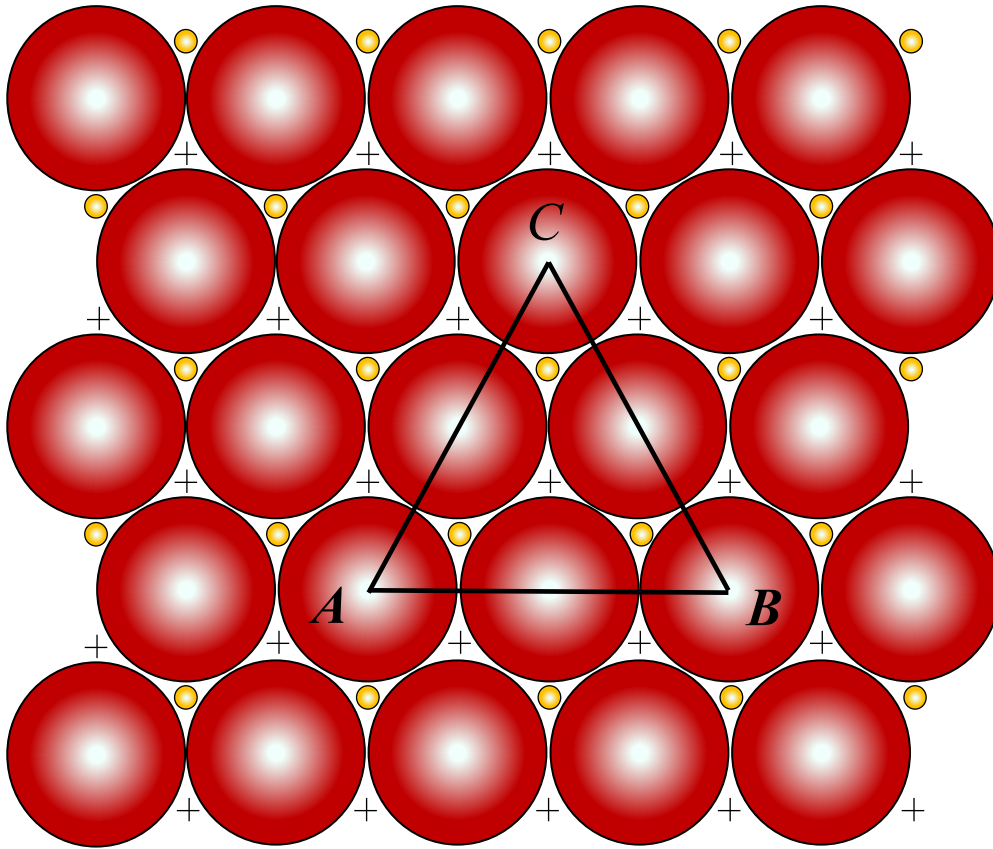
trwałe w zakresie $768 - 910^\circ\text{C}$, paramagnetyk, sieć regularna przestrzennie centrowana, A2, $a = 0,290 \text{ nm}$

żelazo γ

trwałe w zakresie $910 - 1400^\circ\text{C}$, sieć regularna ściennie centrowana, A1, $a = 0,364 \text{ nm}$

żelazo δ

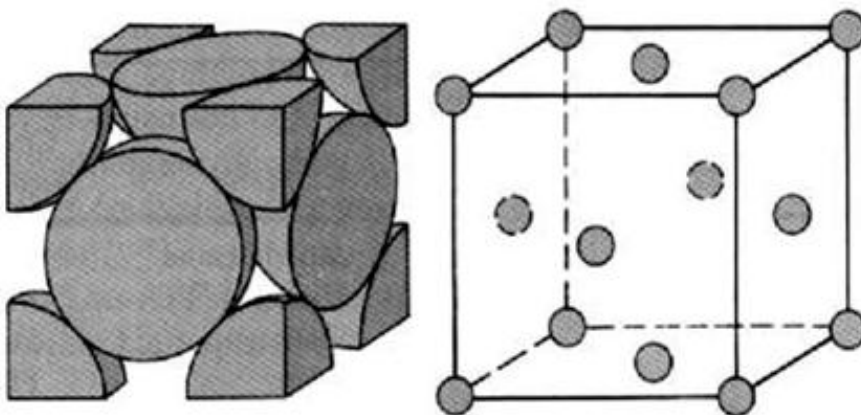
trwałe od 1400 do 1535°C (temperatura topnienia), sieć regularna przestrzennie centrowana, A2, $a = 0,293 \text{ nm}$



Rozmieszczenie atomów w płaszczyźnie
najgęstszego ułożenia struktury A1

Liczba koordynacyjna LK dla struktury A1 wynosi 12.

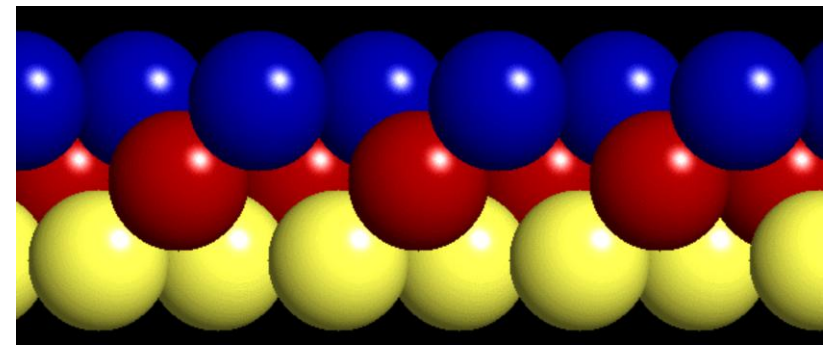
Liczba atomów przypadających na jedną komórkę struktury
A1:



$$N = \frac{1}{8} N_N + \frac{1}{4} N_K + \frac{1}{2} N_S + N_W$$

$$N_N = 8, \quad N_S = 6$$

$$N = 4$$



Kolejność warstw
najgęstszego
ułożenia atomów:

1

2

3

1

2

3

1

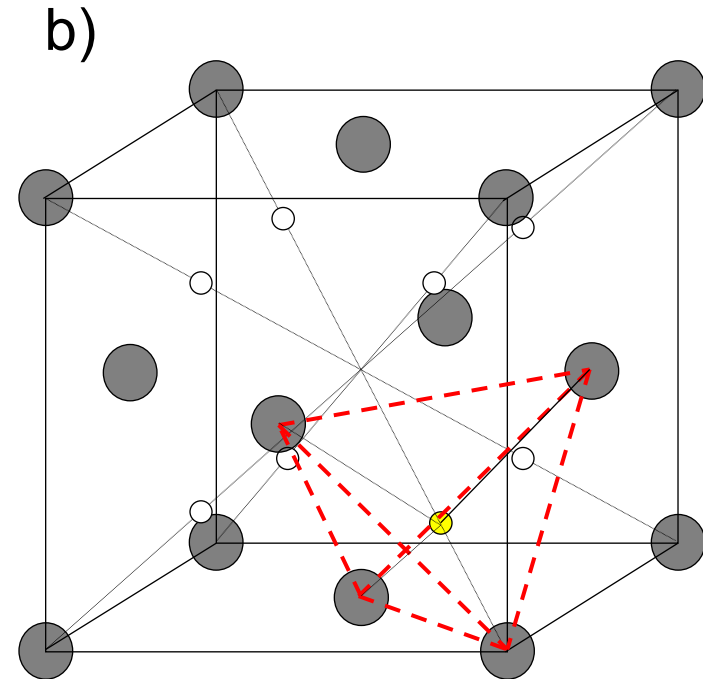
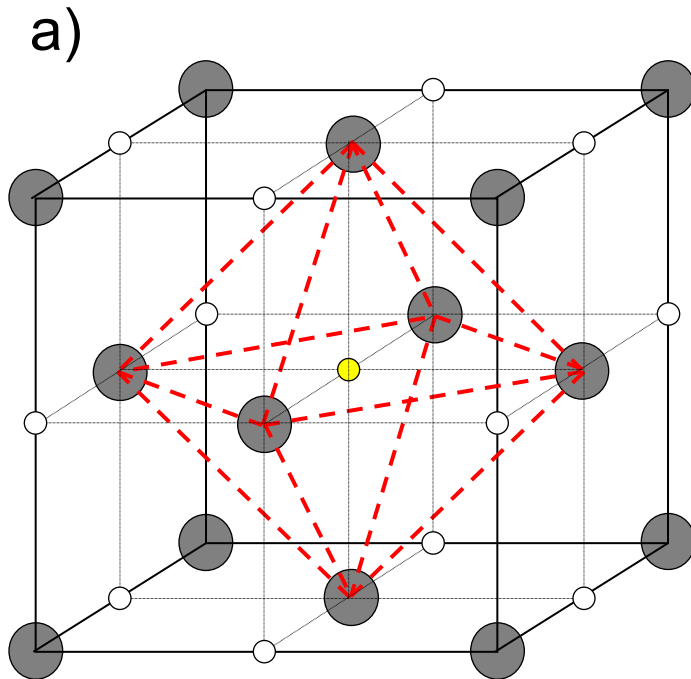
2

3

itd.

Współczynnik wypełnienia przestrzeni kulowymi modelami atomów: 74 %

$$a\sqrt{2} = 4r_a \quad \frac{V_{4 \text{ atomów}}}{V_{\text{komórki}}} = \frac{4 \frac{4}{3} \pi r_a^3}{a^3} = 0,74$$



Luki w sieci regularnej ściennie centrowanej: ● – atomy, ○ – luki;

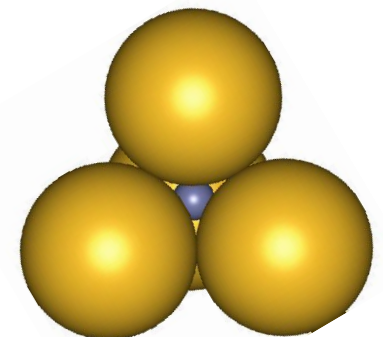
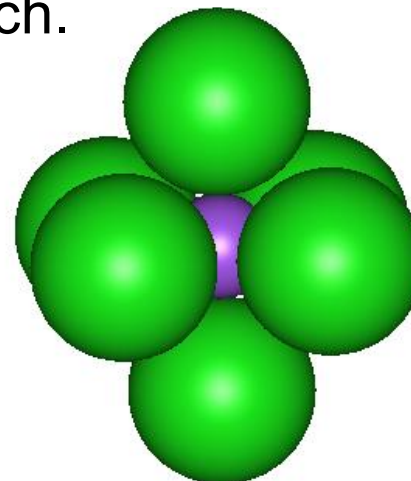
a) rozmieszczenie luk ośmiościennych,

b) rozmieszczenie luk czterościennych.

Promień luki 8-ściennej = $0,414 r_A$

Promień luki 4-ściennej = $0,225 r_A$

r_A – promień atomu

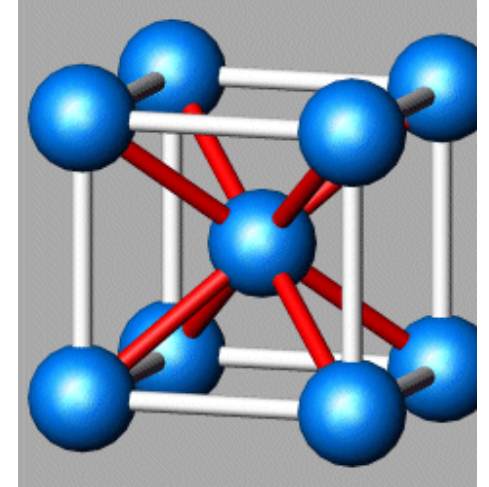


Struktura krystaliczna A2

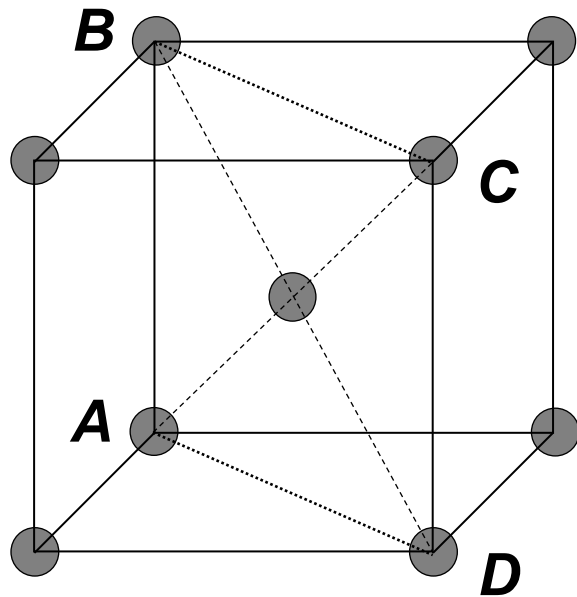
sieć regularna przestrzennie centrowana

Pierwiastki krystalizujące zgodnie ze strukturą A2:

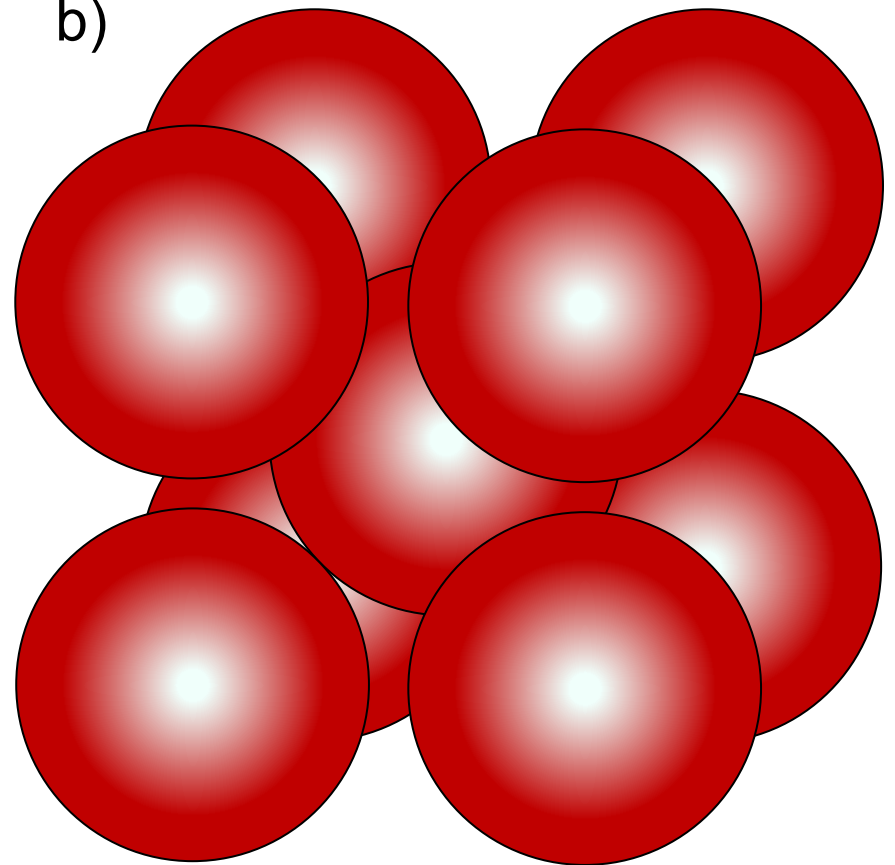
Cr, Cs, Fe _{α, β, δ} , K, Li, Mo, Na, Nb, Rb, Ta, Ti, V, W



a)



b)

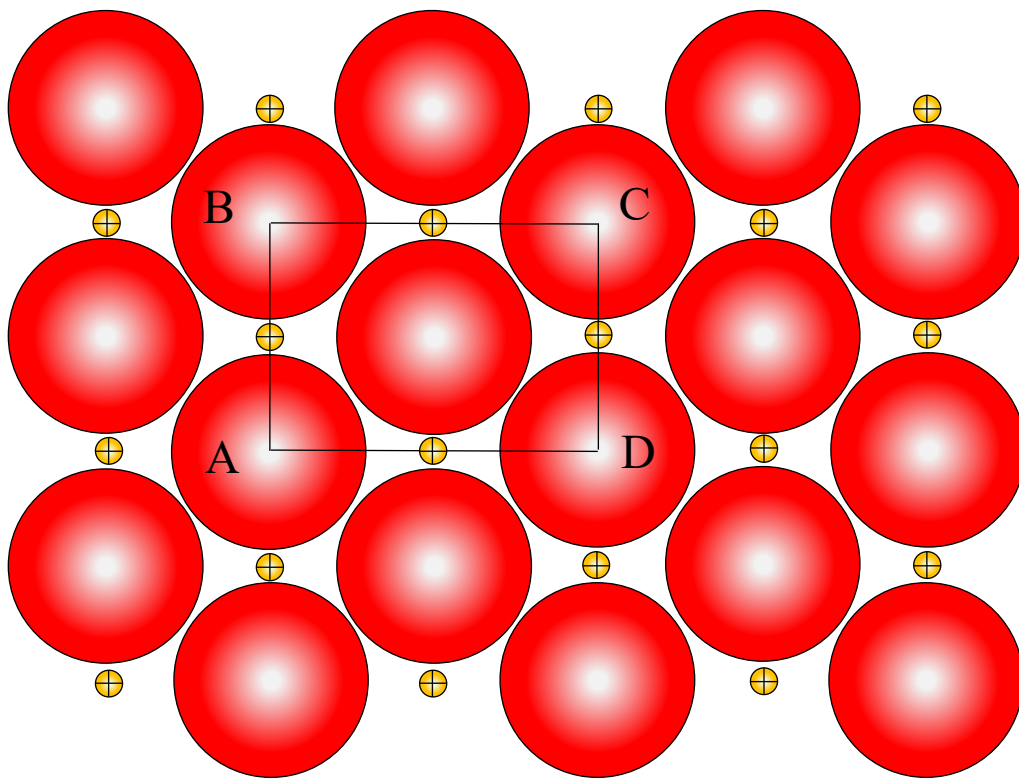


Komórka elementarna sieci regularnej przestrzennie centrowanej:

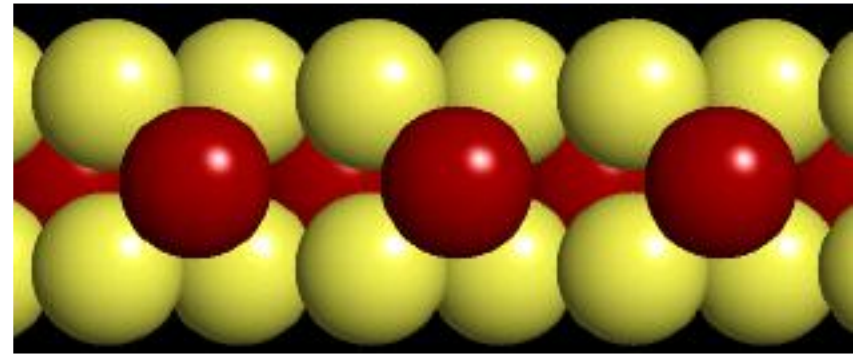
a) kształt i zawartość komórki,

b) model komórki z kulistymi atomami;

ABCD - prostokąt wyznaczający płaszczyznę najgęstsze
ułożenia atomów



Rozmieszczenie atomów w płaszczyźnie
najgęstszego ułożenia struktury A2

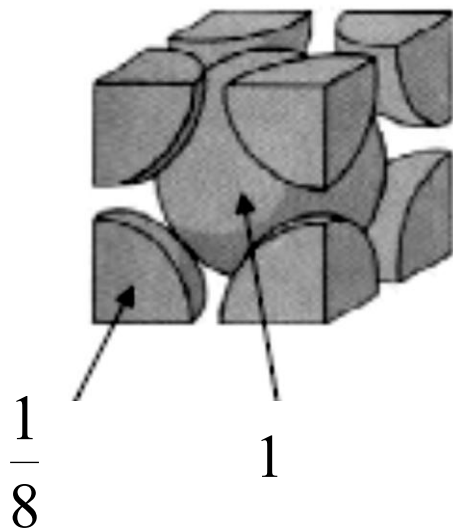


Kolejność warstw
atomów najgęstszego
ułożenia:

1
2
1
2
1
2
itd.

Liczba koordynacyjna LK dla struktury A2 wynosi 8.

Liczba atomów przypadających na jedną komórkę struktury A2:



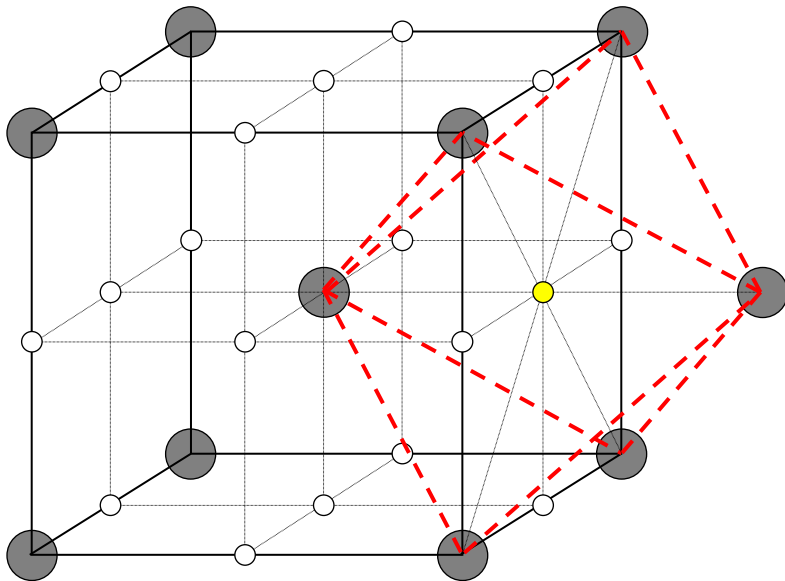
$$N = \frac{1}{8} N_N + \frac{1}{4} N_K + \frac{1}{2} N_S + N_W$$

$$N_N = 8, \quad N_W = 1$$

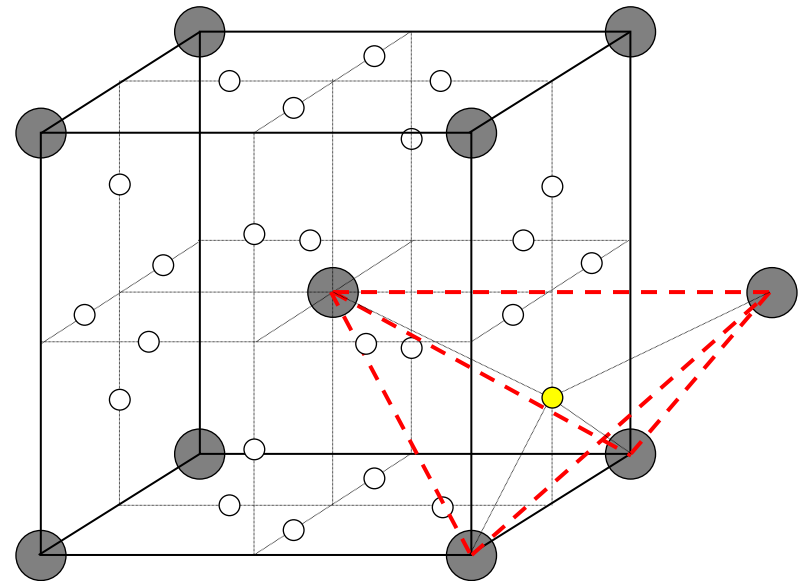
$$N = 2$$

Współczynnik wypełnienia przestrzeni kulowymi modelami atomów: 68%

a)



b)



Luki w sieci regularnej przestrzennie centrowanej:

● - atomy, ○ - luki;

a) rozmieszczenie luk ośmiościennych,

b) rozmieszczenie luk czterościennych.

Promień luki 8-ściennej = $0,154 r_A$

Promień luki 4-ściennej = $0,290 r_A$

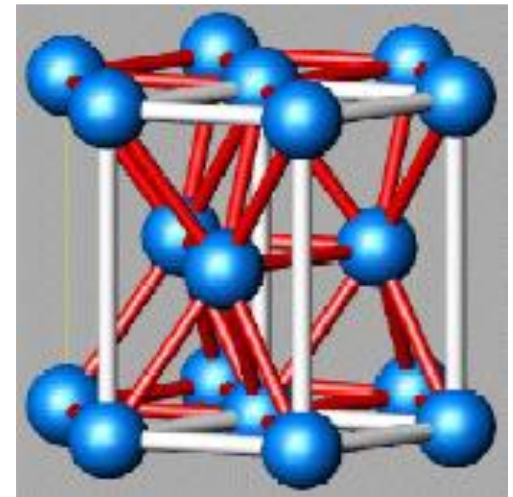
r_A - promień atomu

Struktura krystaliczna A3

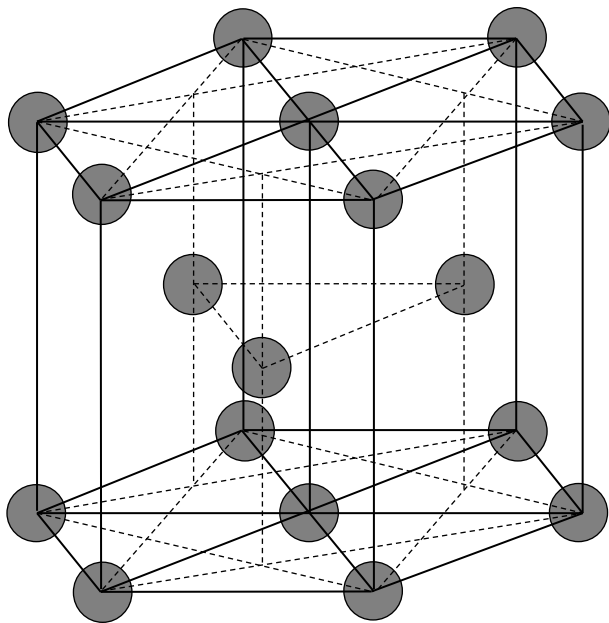
sieć heksagonalna zwarta

Pierwiastki krystalizujące zgodnie ze strukturą A3:

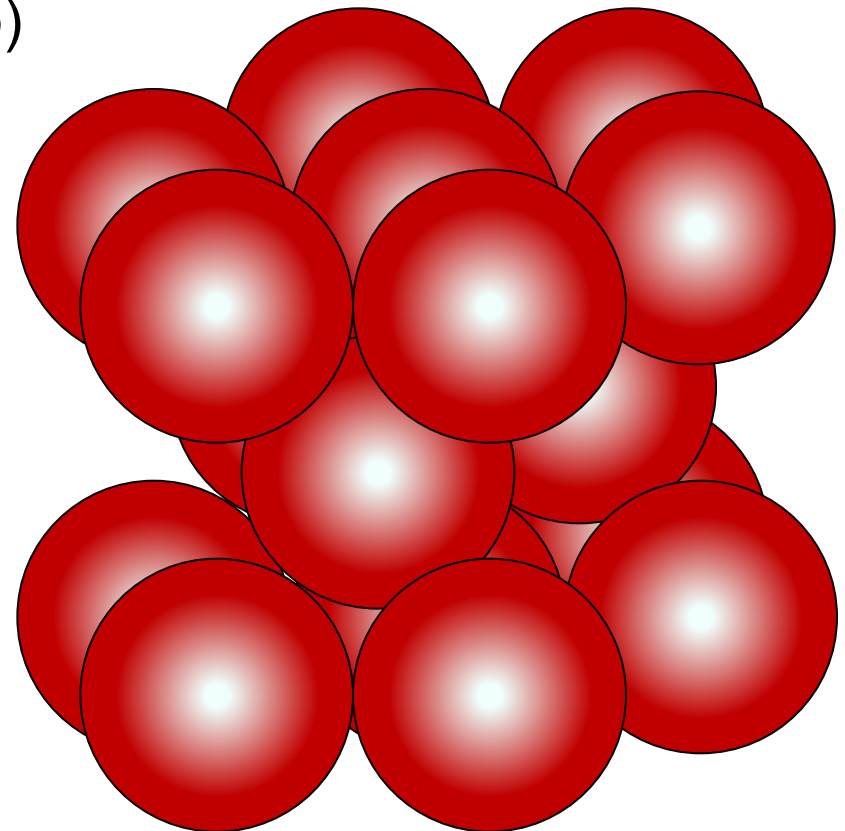
Be_α , Cd, Co, Mg, Re, Sc, Ti_α , Y, Zn, Zr_α



a)



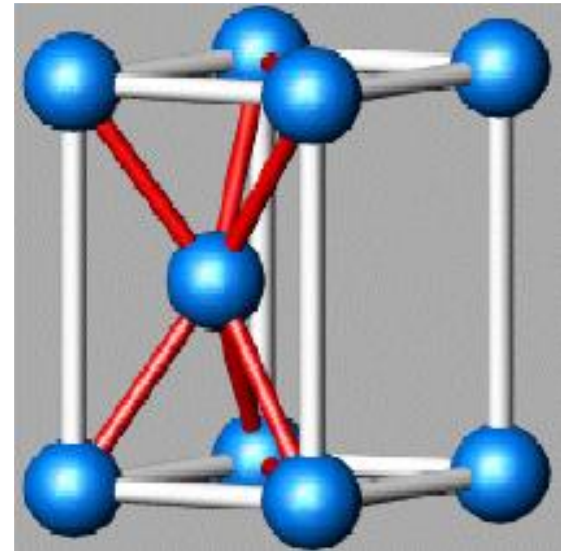
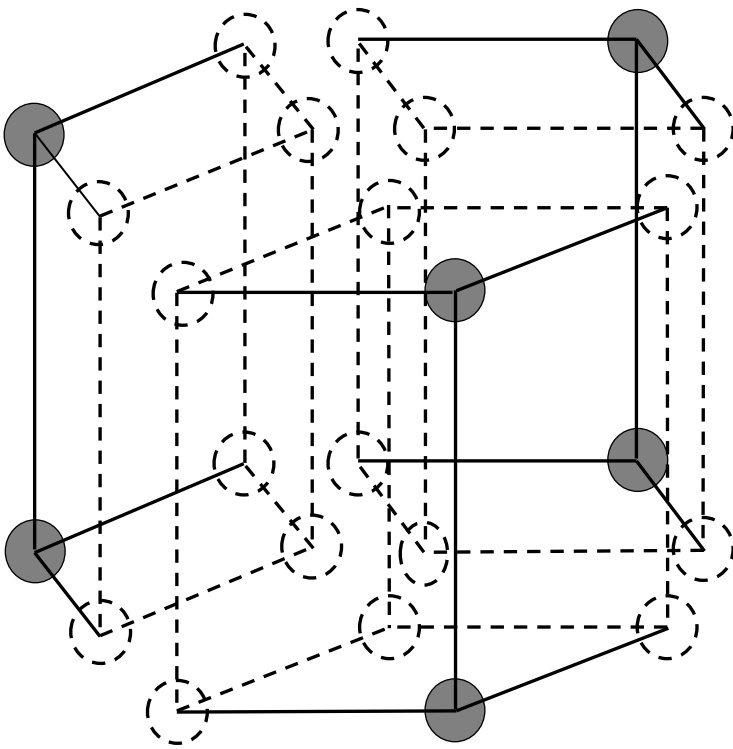
b)



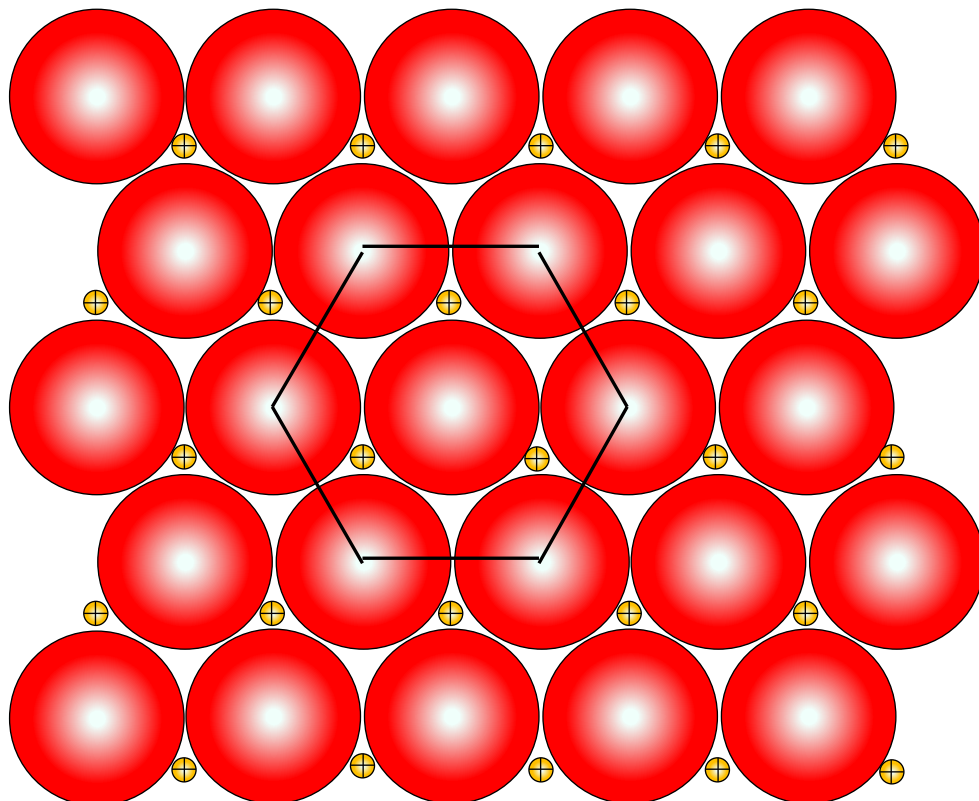
Komórka elementarna sieci heksagonalnej zwartej:

a) kształt i zawartość komórki,

b) model komórki z kulistymi atomami.



Trzy komórki prymitywne sieci heksagonalnej składające się na komórkę elementarną (bez dodatkowych węzłów wewnętrznych)



Kolejność warstw atomów
najgęstszego ułożenia:

1

2

Warunek:

1

$$c/a = \sqrt{8/3} \approx 1,6330$$

2

$$\text{Be}_\alpha \quad c/a = 1,5672$$

1

$$\text{Mg} \quad c/a = 1,6235$$

2

$$\text{Zn} \quad c/a = 1,8563$$

etc.

Rozmieszczenie atomów
kulistych w płaszczyźnie
najgęstszego ułożenia
struktury A3

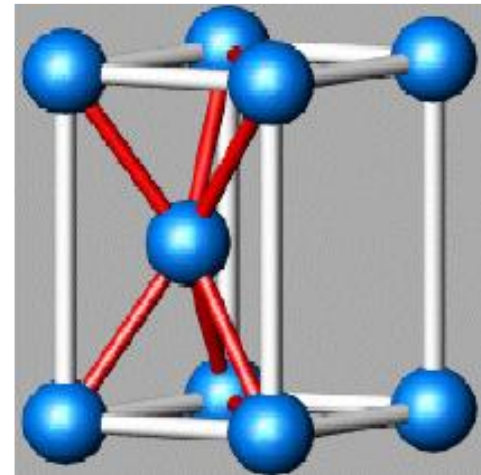
Liczba koordynacyjna LK dla struktury A3 wynosi 12.

Liczba atomów przypadających na jedną komórkę struktury A3:

$$N = \frac{1}{8}N_N + \frac{1}{4}N_K + \frac{1}{2}N_S + N_W$$

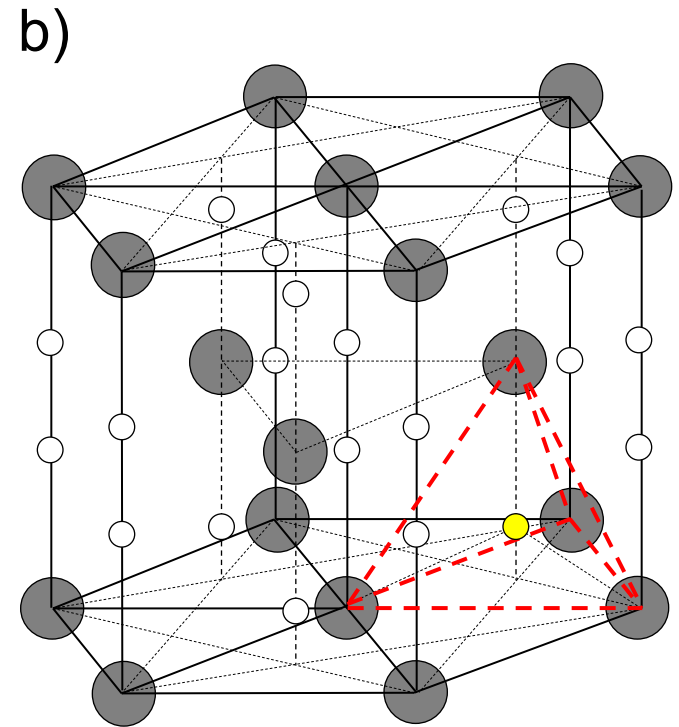
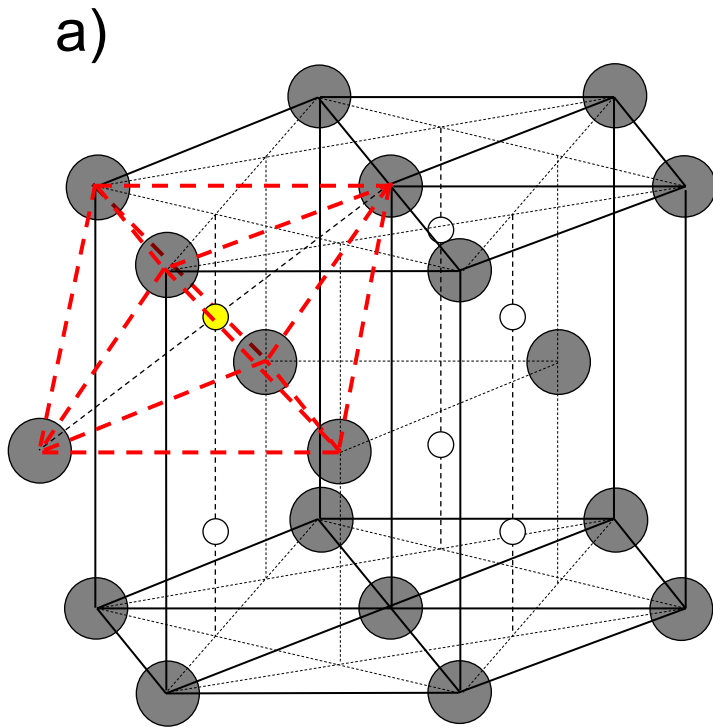
$$N_N = 8, \quad N_W = 1$$

$$N = 2$$



Współczynnik wypełnienia przestrzeni kulowymi modelami atomów: 74%.

$$\text{Warunek: } c/a = \sqrt{8/3}$$



Luki w sieci regularnej przestrzennie centrowanej: ● – atomy, ○ – luki;

a) rozmieszczenie luk ośmiościennych,

b) rozmieszczenie luk czterościennych.

Warunek: $c/a = \sqrt{8/3}$

Promień luki 8-ściennej $= 0,414 r_A$

Promień luki 4-ściennej $= 0,225 r_A$

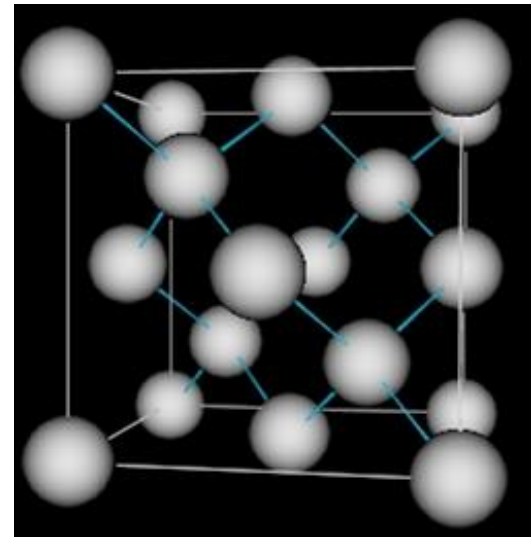
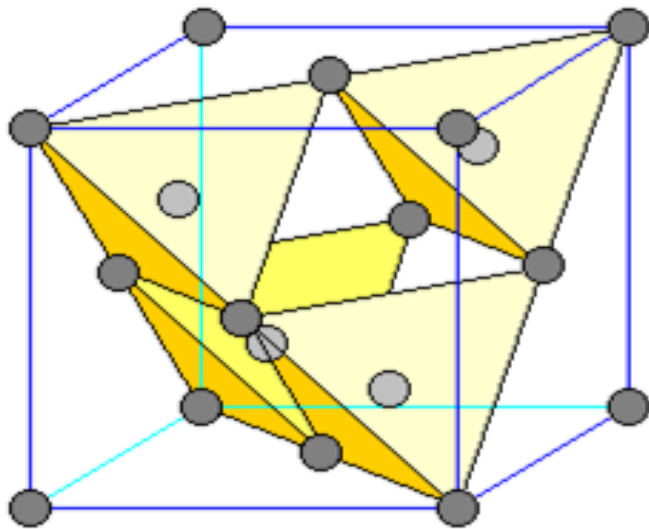
r_A – promień atomu

Struktura krystaliczna A4

sieć regularna ściennie centrowana + 4 dodatkowe węzły w co drugiej luce czterościennej

Pierwiastki krystalizujące zgodnie ze strukturą A4:

C (diament), Si, Ge, Sn_α



Komórka elementarna struktury krystalicznej diamentu

Liczba atomów przypadających na jedną komórkę struktury A4:

$$N = \frac{1}{8}N_N + \frac{1}{4}N_K + \frac{1}{2}N_S + N_W$$

$$N_N = 8, \quad N_S = 6, \quad N_W = 4 \quad N = 8$$

Liczba koordynacyjna LK dla struktury A4 wynosi 4.

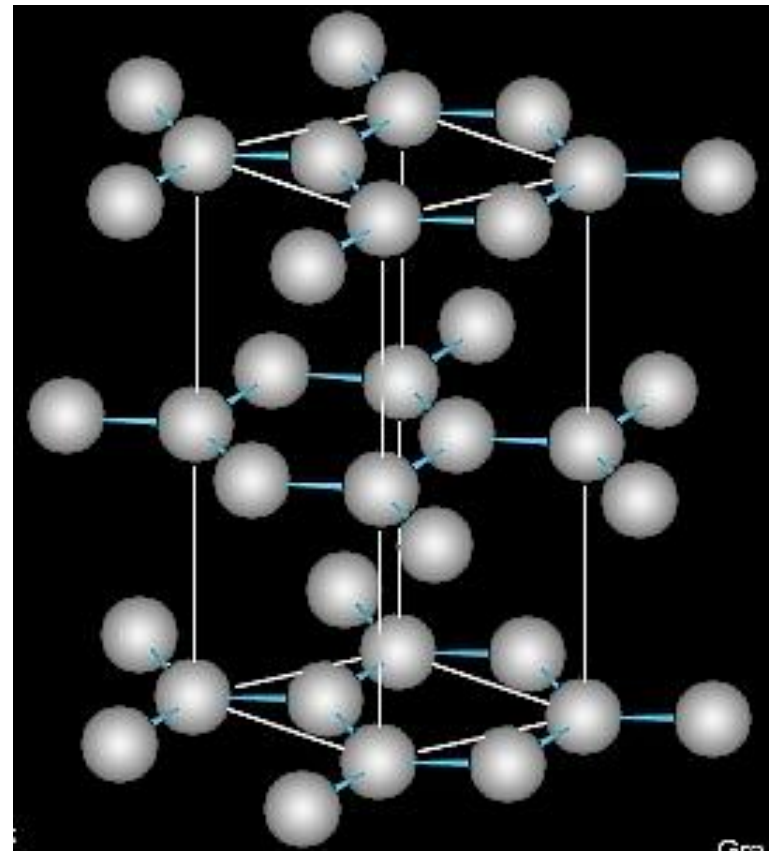
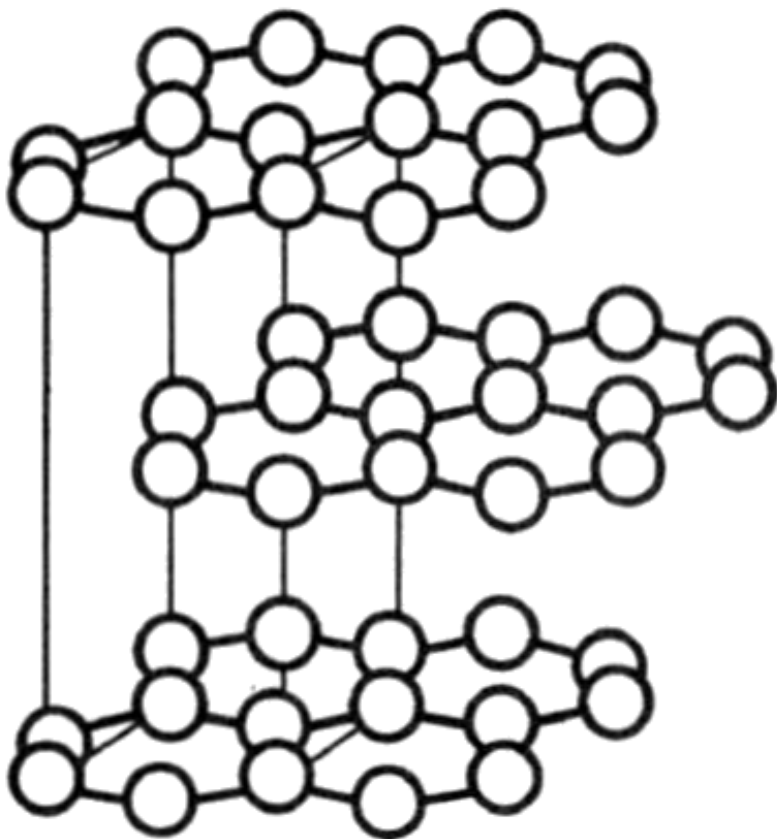
Współczynnik wypełnienia przestrzeni kulowymi modelami atomów: 34 %.

Struktura krystaliczna A9

sieć heksagonalna $c/a = 2,717$ ($\gg \sqrt{8/3} \cong 1,633$)

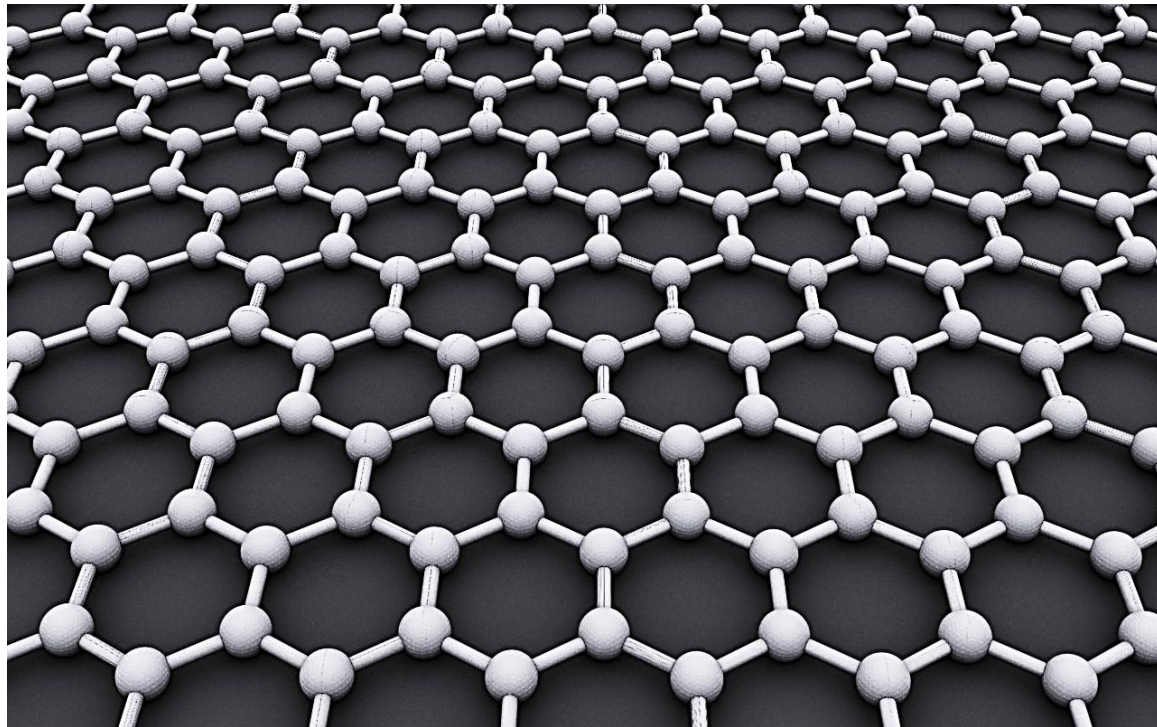
Pierwiastki krystalizujące zgodnie ze strukturą A9: C (grafit)

Liczba koordynacyjna LK dla struktury A9 wynosi 3.



Szkic struktury krystalicznej grafitu

Grafen



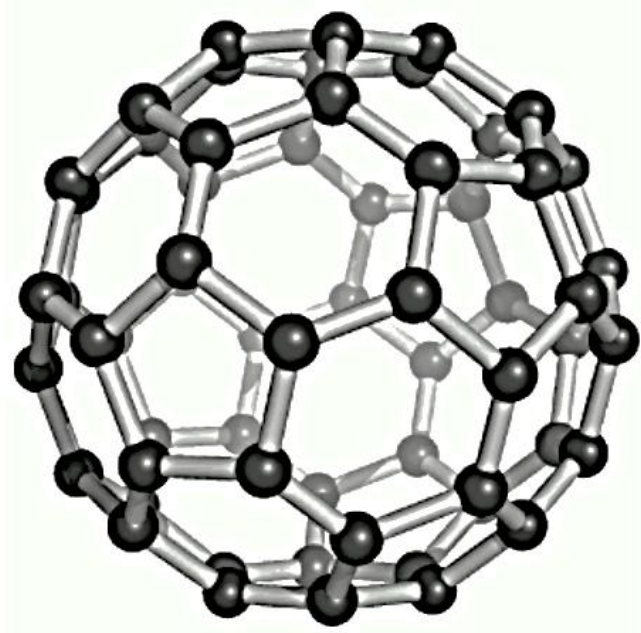
Struktura grafenu

Przezroczystość i znakomite przewodnictwo elektryczne.

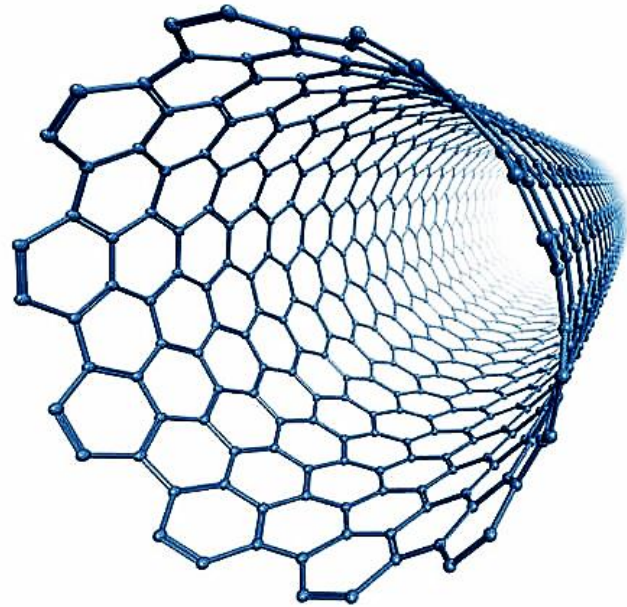
Zastosowanie do wytwarzania:

- przejrzystych elastycznych wyświetlaczy dotykowych,
- modułów fotowoltaicznych,
- wysokowydajnych akumulatorów,
- czujników wykrywających pojedyncze cząsteczki szkodliwych substancji (monitoring i ochrona środowiska).

Fulereny, nanorurki, fuleryty



Fuleren C₆₀



Nanorurka

Fulereny - cząsteczki składające się z parzystej liczby (od 28 do około 1500) atomów węgla, tworzące zamknięty, pusty kształt geometryczny.

Nanorurki jednościenne - zbudowane z pojedynczej warstwy atomów, zwiniętych w rurkę o średnicy rzędu nanometra.

Fuleryty – materiały ze sprasowanie nanorurek:

- mogą przewyższać twardością diament,
- nie mają struktury krystalicznej i dzięki temu nie są kruche.