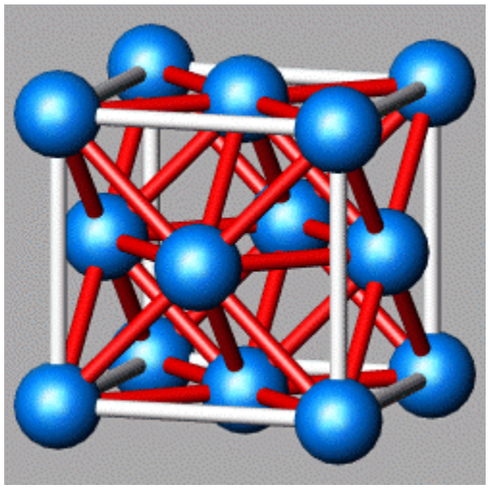
Struktura krystaliczna A1

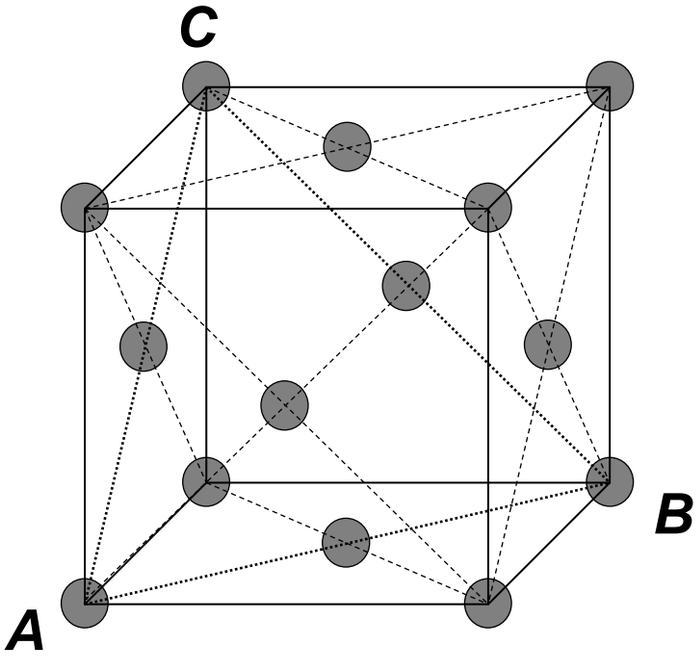


sieć regularna ściennie centrowana

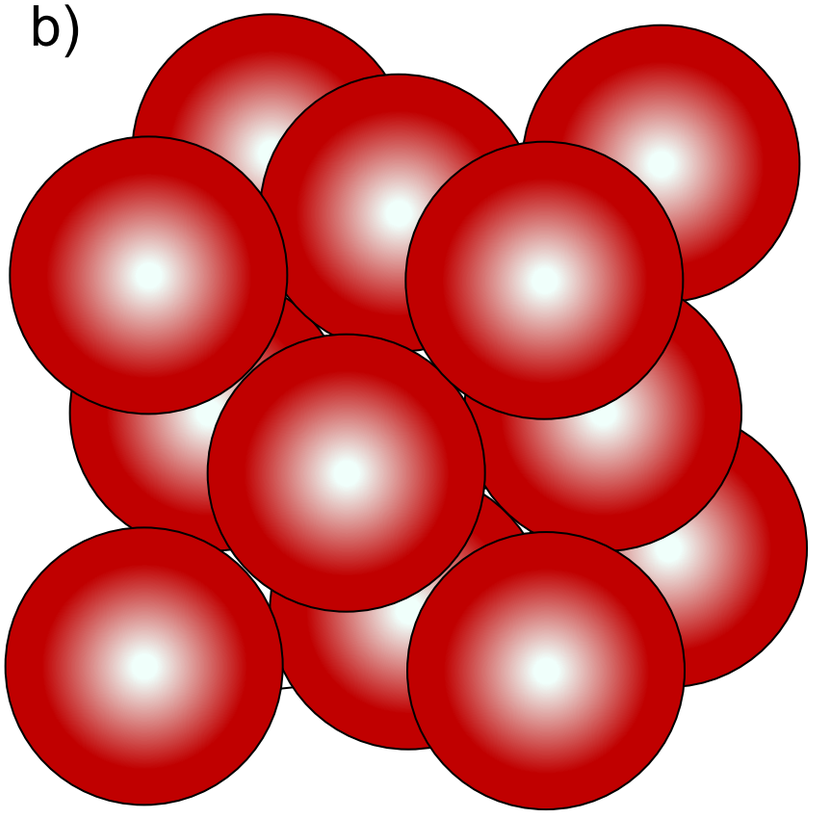
Pierwiastki krystalizujące zgodnie ze strukturą A1:

Ag, Al, Au, Co, Cu, Fe_{γ}, Ir, Ni, Pb, Pd, Pt, Rh

a)



b)



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 nm

a - długość krawędzi komórki elementarnej

żelazo α

trwałe do temperatury Curie (768 °C), ferromagnetyk, sieć regularna przestrzennie centrowana, A2, *a* = 0,286 nm

żelazo β

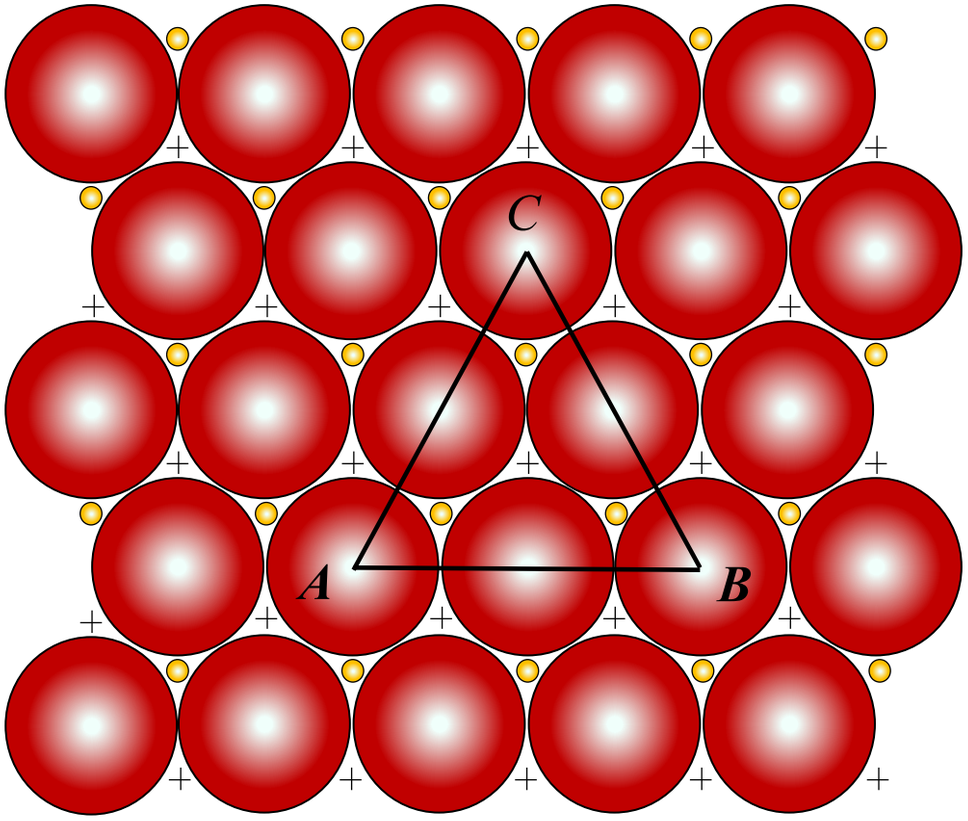
trwałe w zakresie 768 - 910 °C, paramagnetyk, sieć regularna przestrzennie centrowana, A2, *a* = 0,290 nm

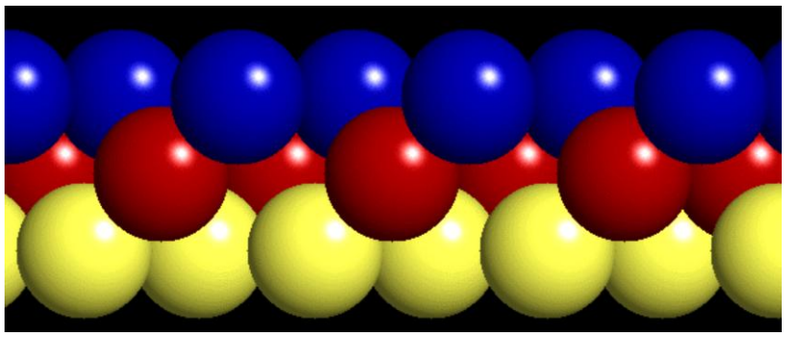
żelazo γ

trwałe w zakresie 910 - 1400 °C, sieć regularna ściennie centrowana, A1, *a* = 0,364 nm

żelazo δ

trwałe od 1400 do 1535 °C (temperatura topnienia), sieć regularna przestrzennie centrowana, A2, *a* = 0,293 nm



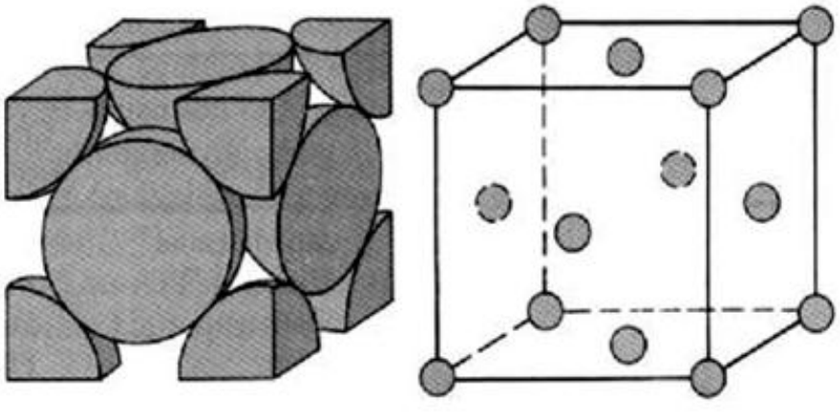


Kolejność warstw najgęstszego ułożenia atomów: *1 2 3 1 2 3 1 2 3* itd.

Rozmieszczenie atomów w płaszczyźnie najgęstszego ułożenia struktury A1

Liczba koordynacyjna LK dla struktury A1 wynosi 12.

Liczba atomów przypadających na jedną komórkę struktury A1:



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

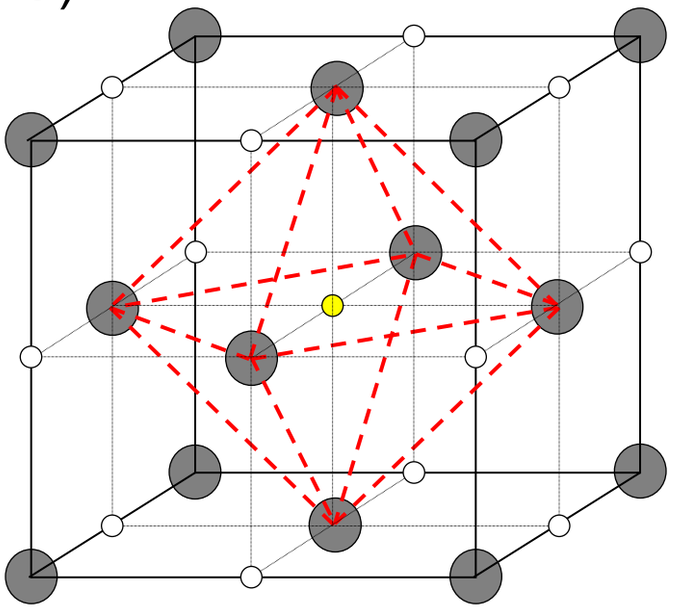
$$N_N = 8, \quad N_S = 6$$

$$N = 4$$

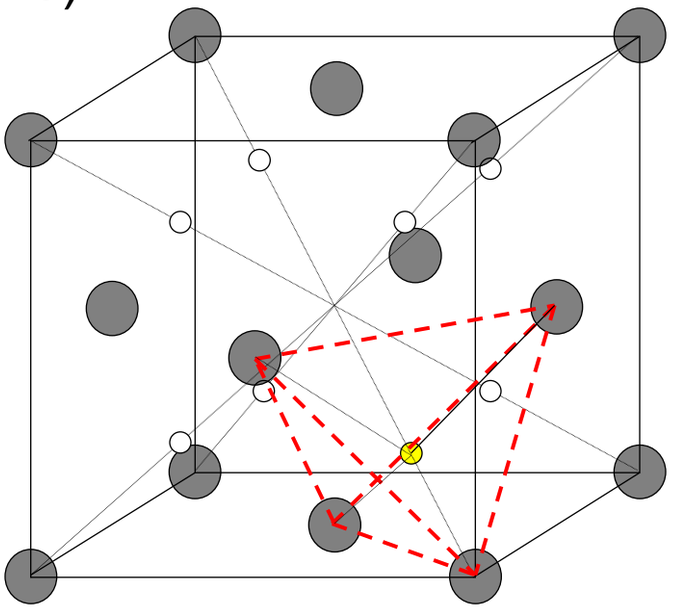
Współczynnik wypełnienia przestrzeni kulowymi modelami atomów: 74 %

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

a)



b)

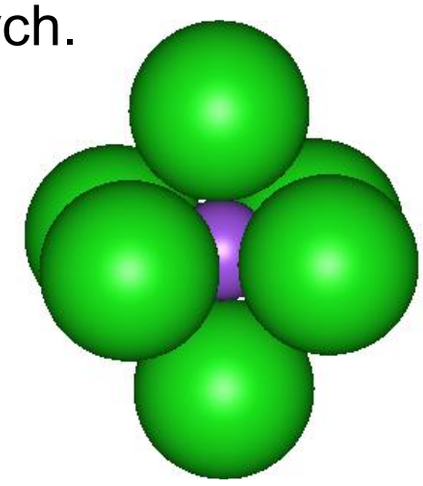


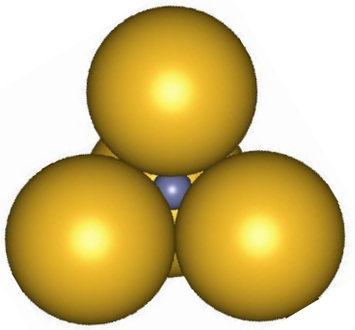
Luki w sieci regularnej ściennie centrowanej: ● – atomy, ○ – luki;
a) rozmieszczenie luk ośmiościennych,
b) rozmieszczenie luk czterościennych.

Promień luki 8-ściennej = 0,414 r_A

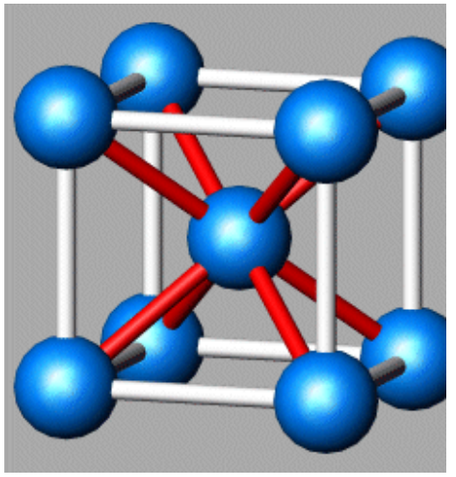
Promień luki 4-ściennej = 0,225 r_A

r_A – promień atomu





Struktura krystaliczna A2

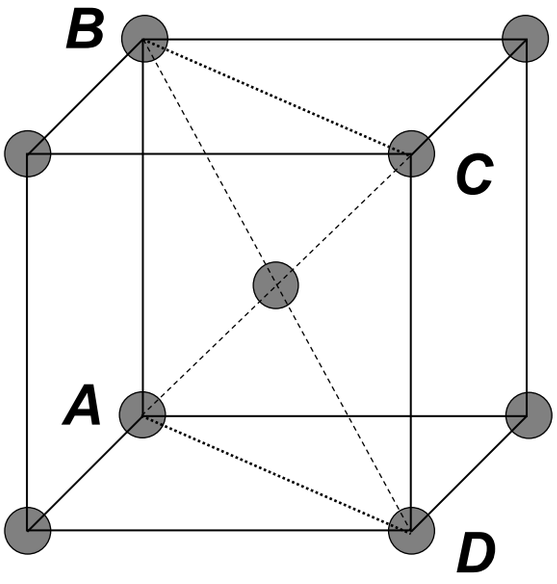


sieć regularna przestrzennie centrowana

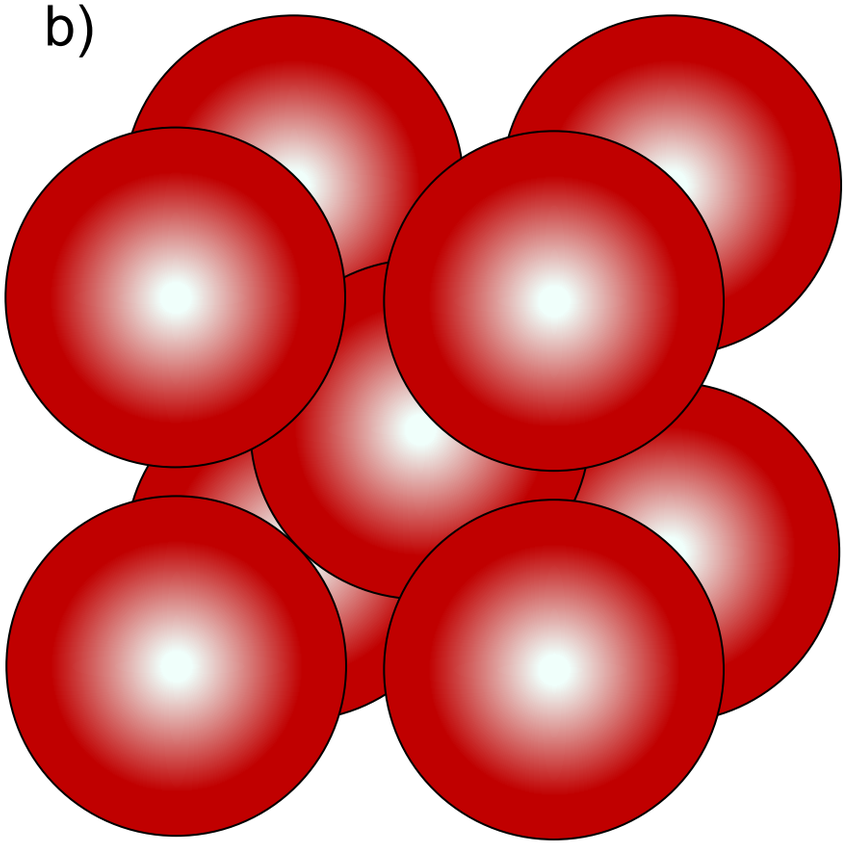
Pierwiastki krystalizujące zgodnie ze strukturą A2:

Cr, Cs, $Fe_{\alpha,\beta,\delta}$, K, Li, Mo, Na, Nb, Rb, Ta, Ti, V, W

a)



b)

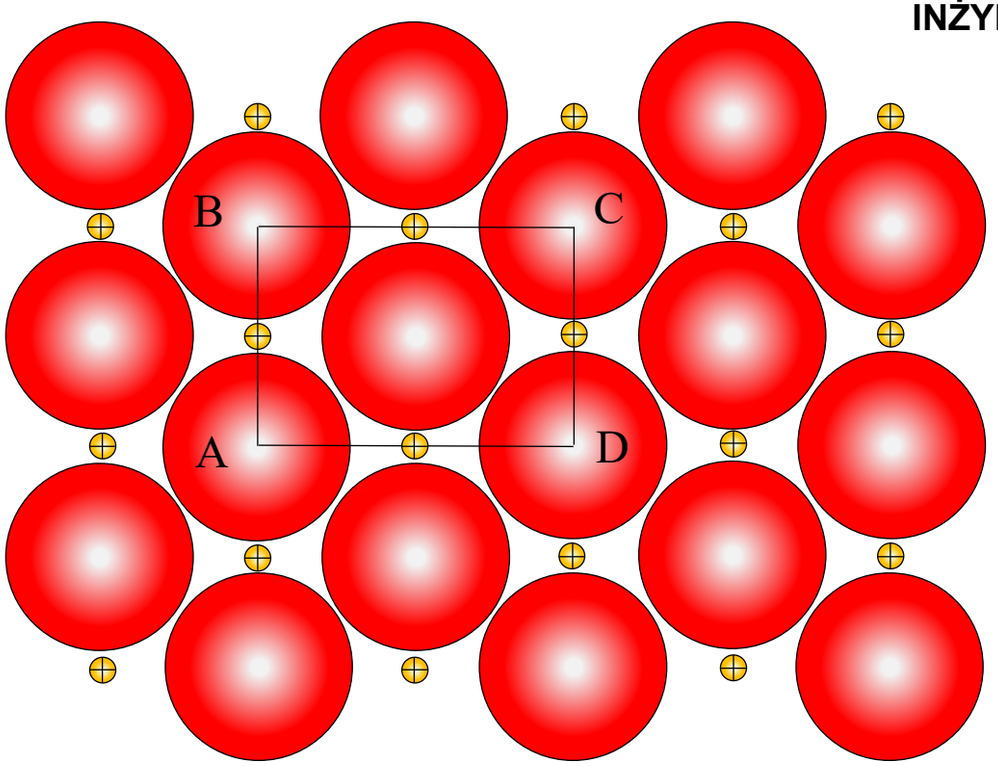


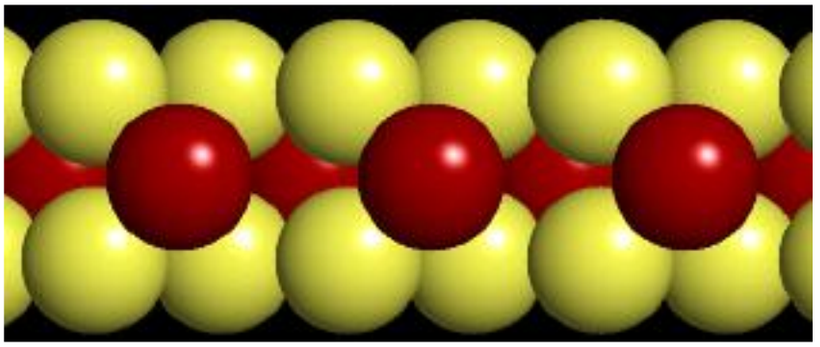
Komórka elementarna sieci regularnej przestrzennie centrowanej:

a) kształt i zawartość komórki,

b) model komórki z kulistymi atomami;

ABCD - prostokąt wyznaczający płaszczyznę najgęstszego ułożenia atomów





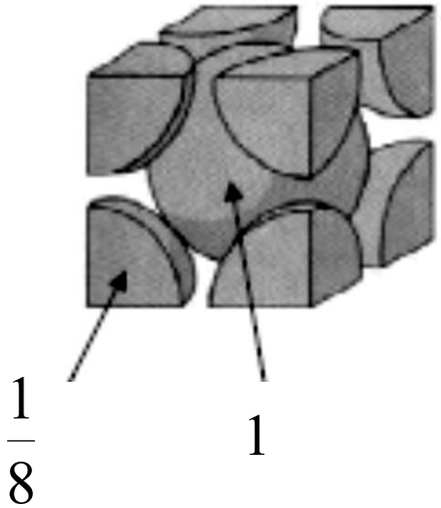
Kolejność warstw atomów najgęstszego ułożenia:

1
2
1
2
1
2
itd.

Rozmieszczenie atomów w płaszczyźnie najgęstszego ułożenia struktury A2

Liczba koordynacyjna LK dla struktury A2 wynosi 8.

Liczba atomów przypadających na jedną komórkę struktury A2:



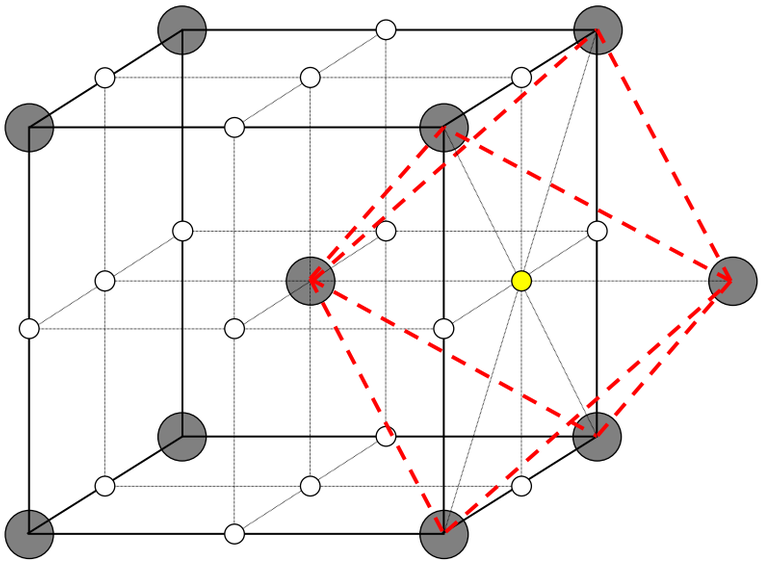
$$N = \frac{1}{8}N_N + \frac{1}{4}N_K + \frac{1}{2}N_S + N_W$$

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

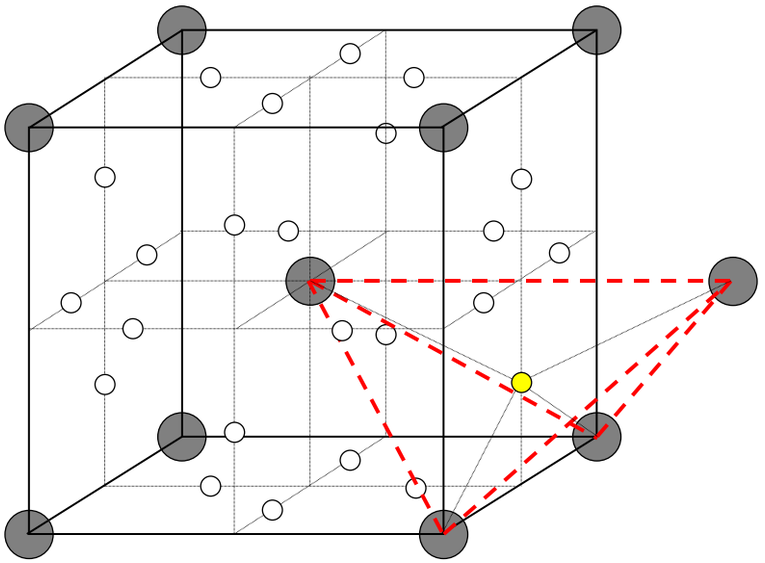
$$N = 2$$

Współczynnik wypełnienia przestrzeni kulowymi modelami atomów: 68%

a)



b)



Luki w sieci regularnej przestrzennie centrowanej:

● - atomy, ○ - luki;

a) rozmieszczenie luk ośmiościennych,

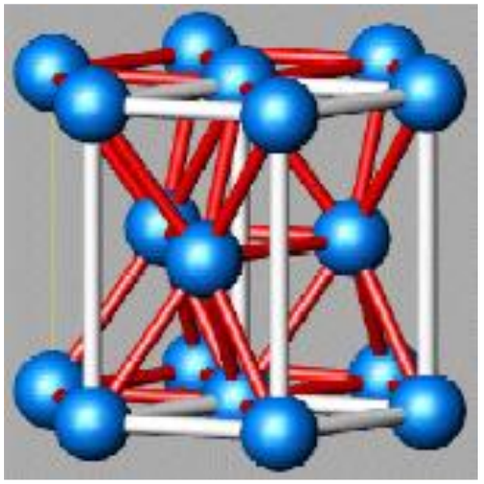
b) rozmieszczenie luk czterościennych.

Promień luki 8-ściennej = 0,154 r_A

Promień luki 4-ściennej = 0,290 r_A

r_A - promień atomu

Struktura krystaliczna A3

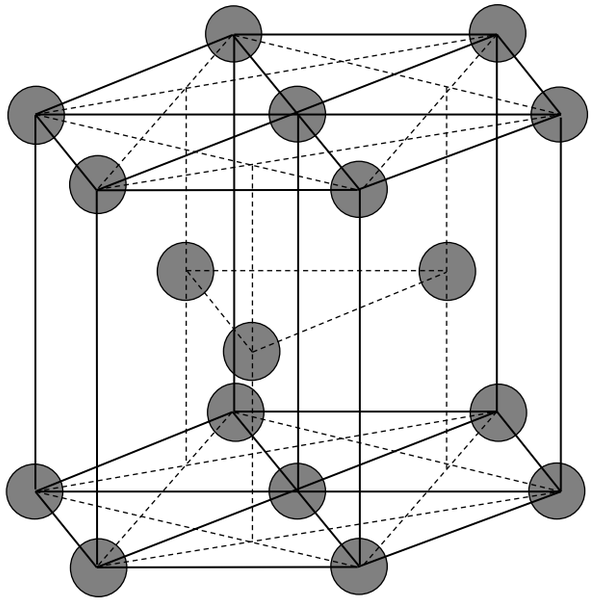


sieć heksagonalna zwarta

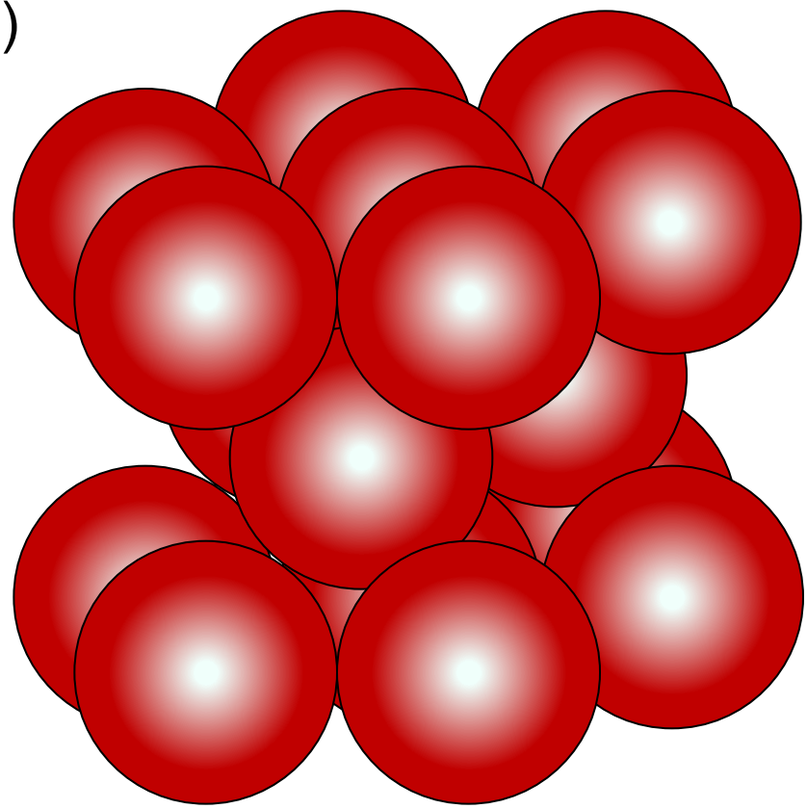
Pierwiastki krystalizujące zgodnie ze strukturą A3:

Be_{α}, Cd, Co, Mg, Re, Sc, Ti_{α}, Y, Zn, Zr_{α}

a)



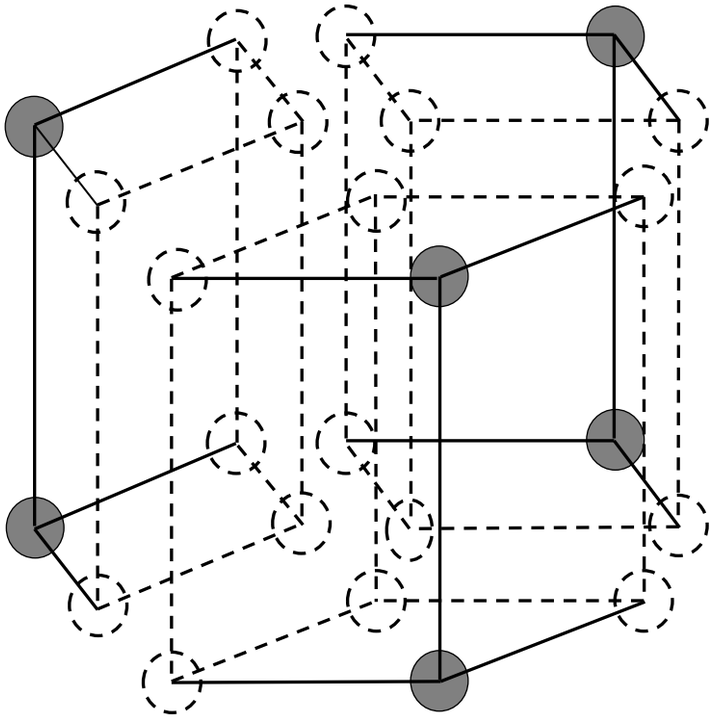
b)

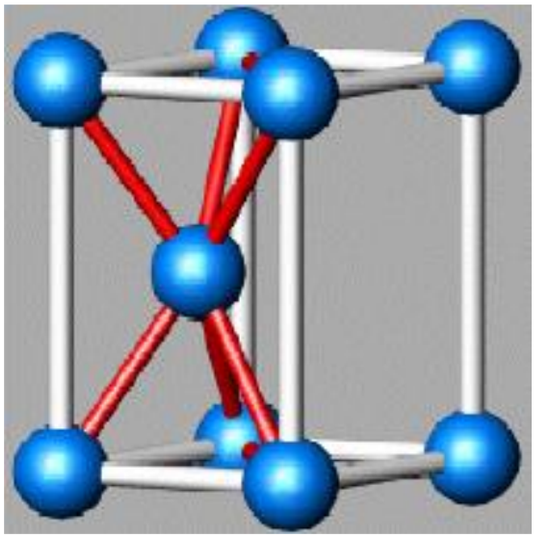


Komórka elementarna sieci heksagonalnej zwartej:

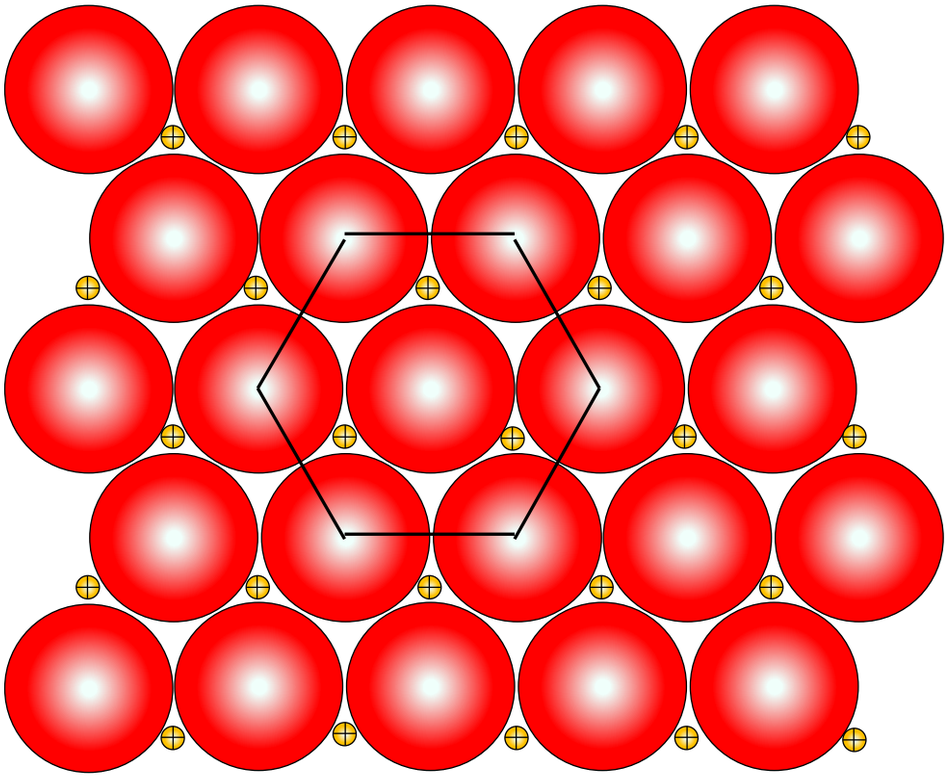
a) kształt i zawartość komórki,

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 1 2 1 2* etc.

Warunek:

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

Be_{α}	$c/a = 1{,}5672$
Mg	$c/a = 1{,}6235$
Zn	$c/a = 1{,}8563$

Rozmieszczenie atomów kulistych w płaszczyźnie najgęstszego ułożenia struktury A3

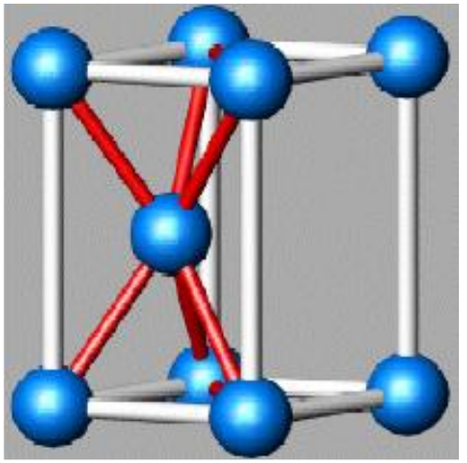
Liczba koordynacyjna LK dla struktury A3 wynosi 12.

Liczba atomów przypadających na jedną komórkę struktury A3:

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

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

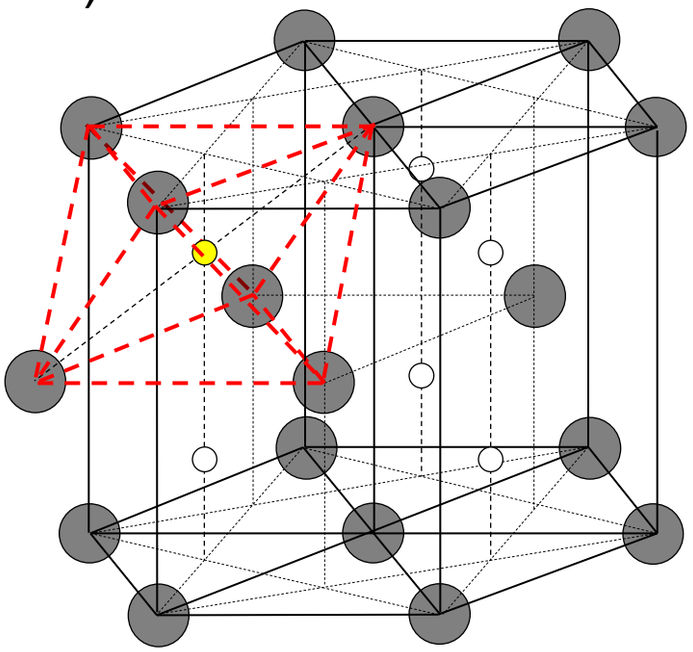
$$N = 2$$



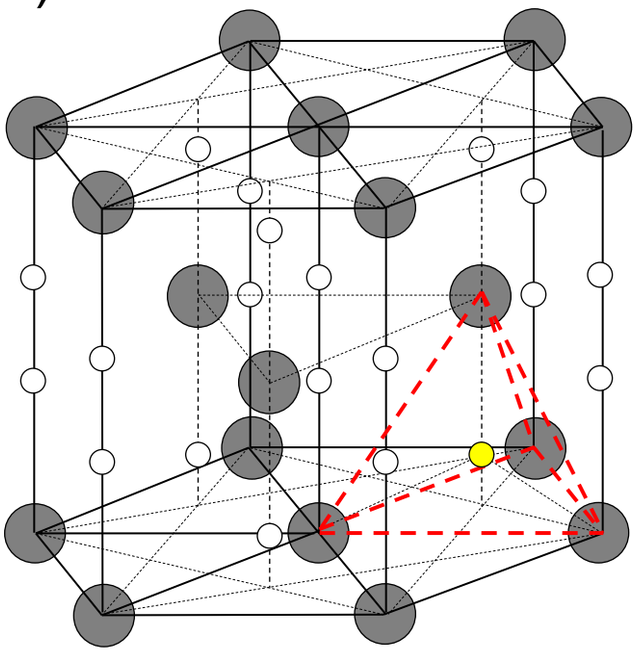
Współczynnik wypełnienia przestrzeni kulowymi modelami atomów: 74%.

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

a)



b)



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

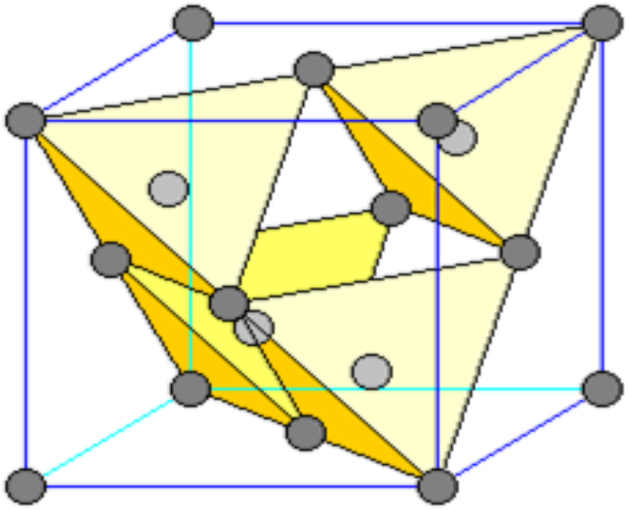
r_A – promień atomu

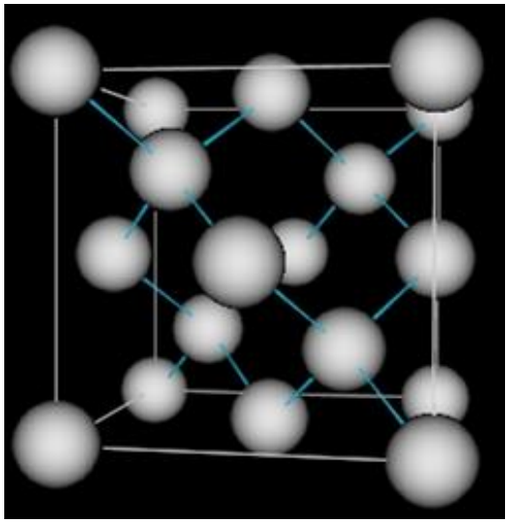
Struktura krystaliczna A4

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:

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

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

Liczba koordynacyjna LK dla struktury A4 wynosi 4.

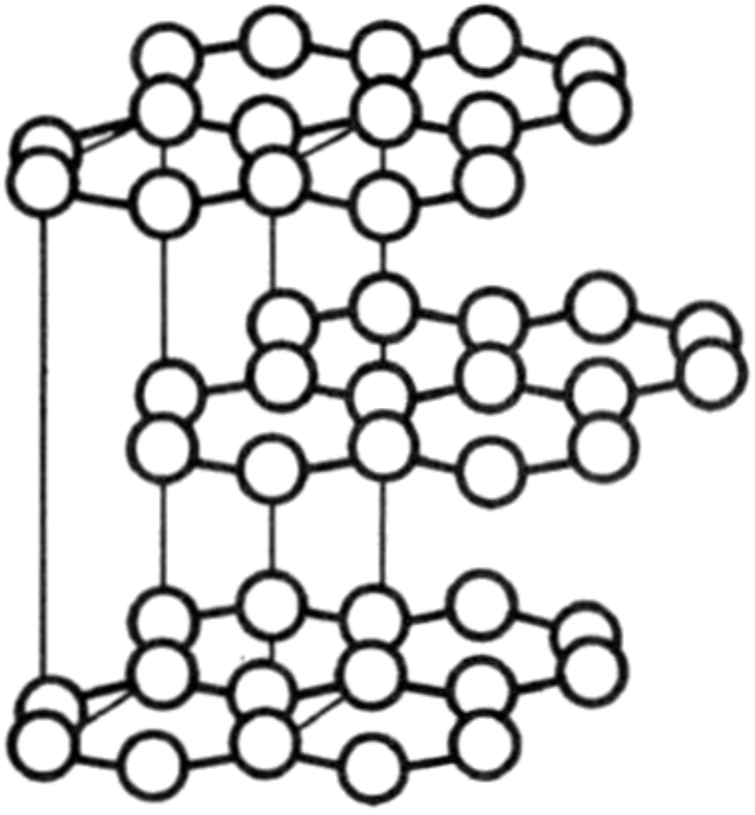
Współczynnik wypełnienia przestrzeni kulowymi modelami atomów: 34 %.

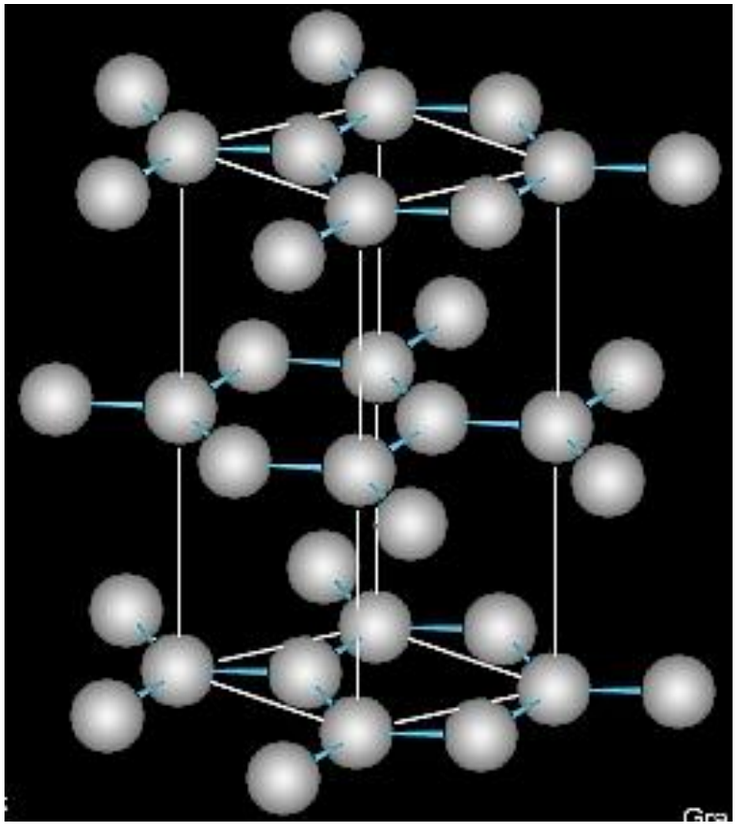
Struktura krystaliczna A9

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

Pierwiastki krystalizujące zgodnie ze strukturą A9: C (grafit)

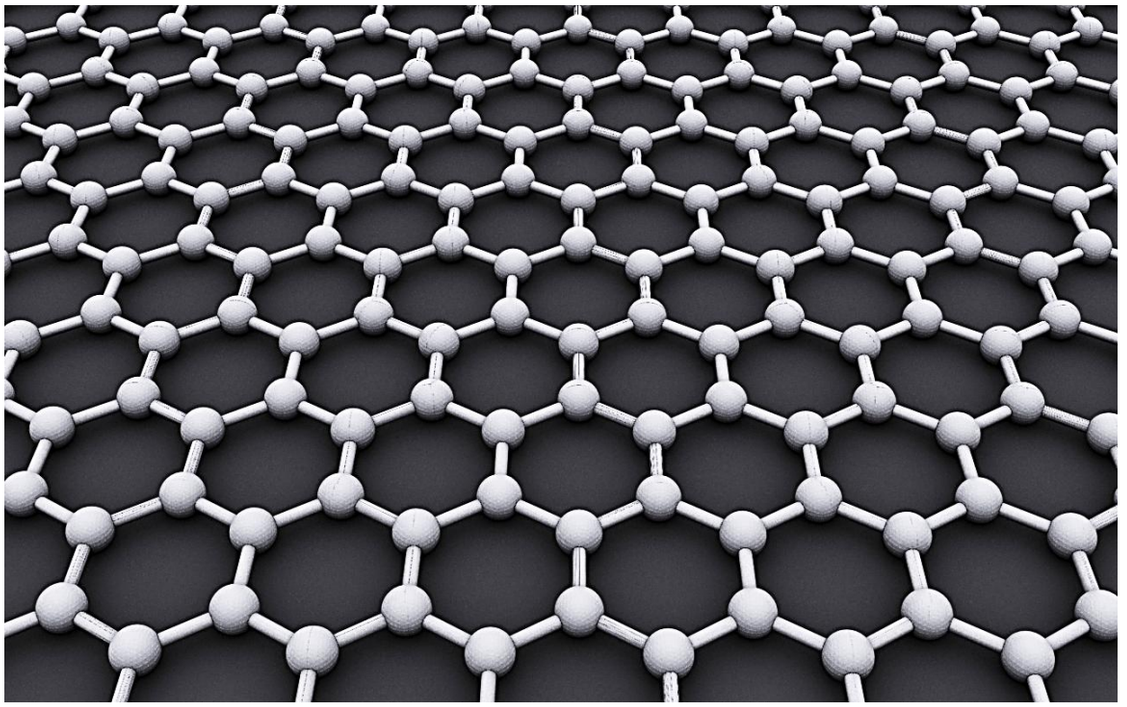
Liczba koordynacyjna LK dla struktury A9 wynosi 3.





Szkic struktury krystalicznej grafitu

Grafen



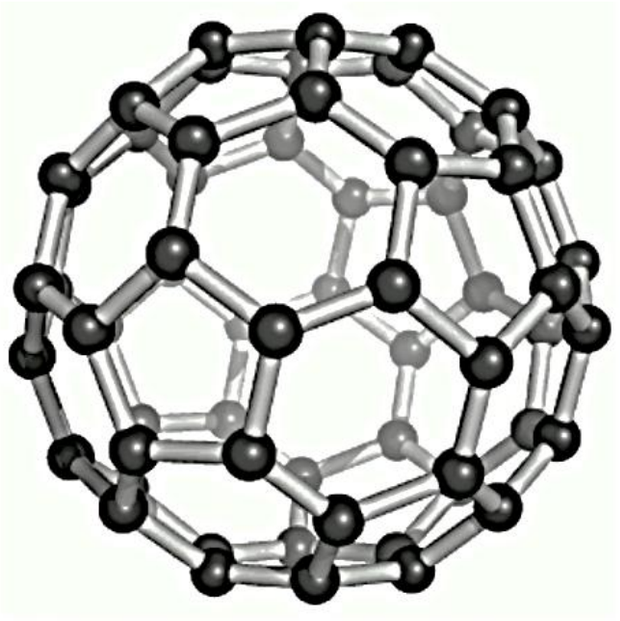
Struktura grafenu

Przezroczystość i znakomite przewodnictwo elektryczne.

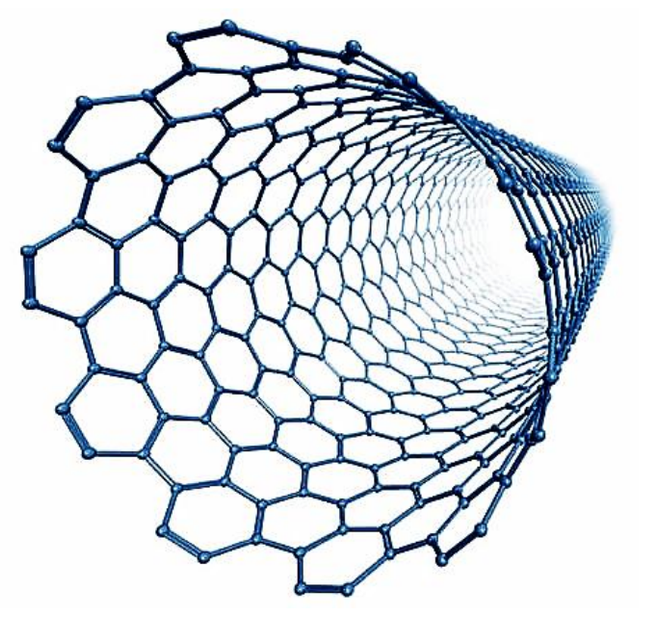
Zastosowanie do wytwarzania:

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

Fulereny, nanorurki, fuleryty



Fuleren C_{60}



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.