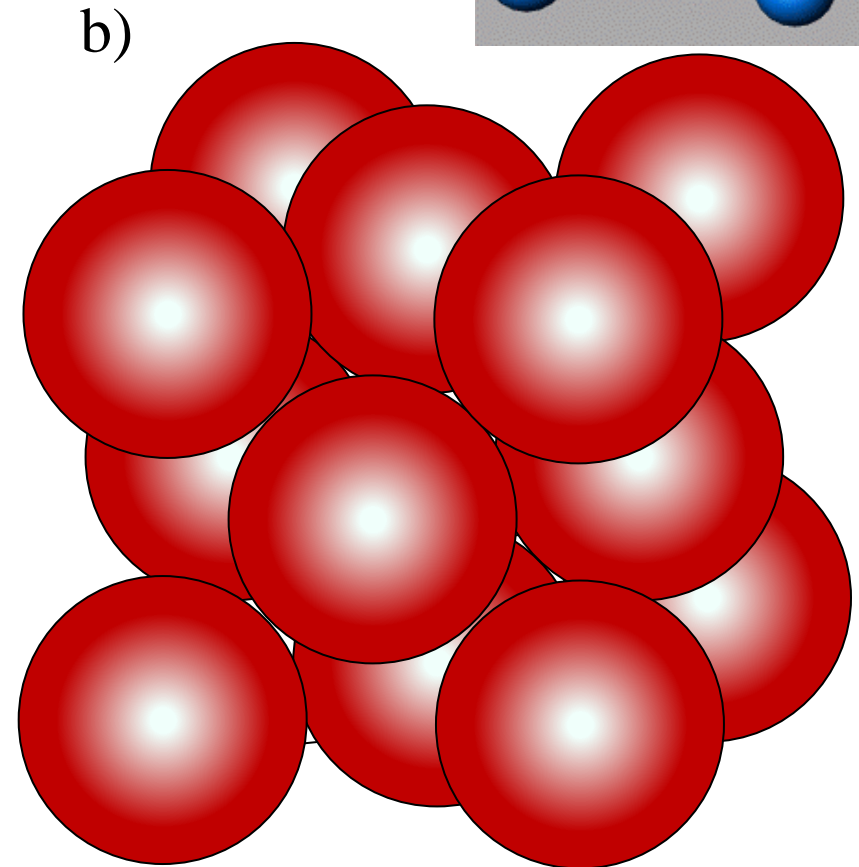
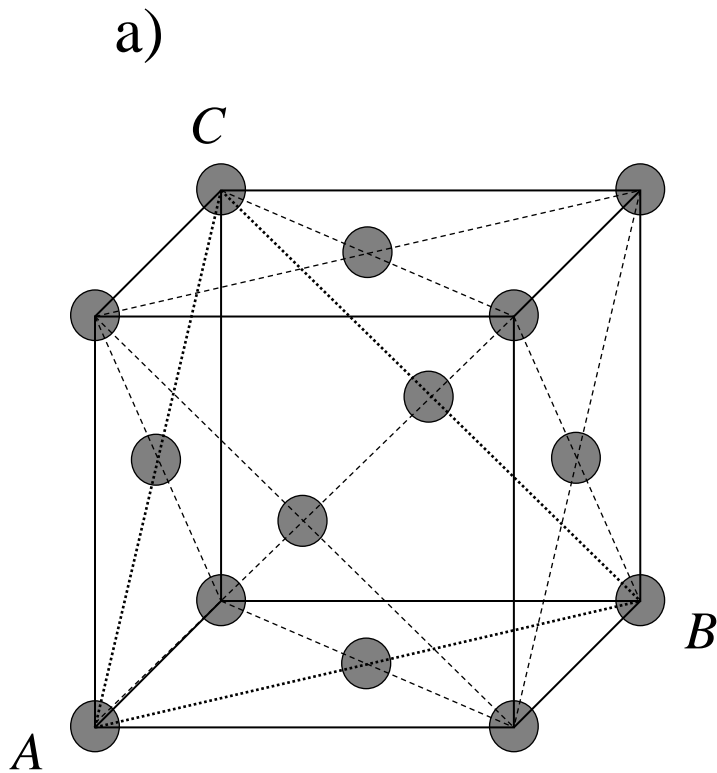
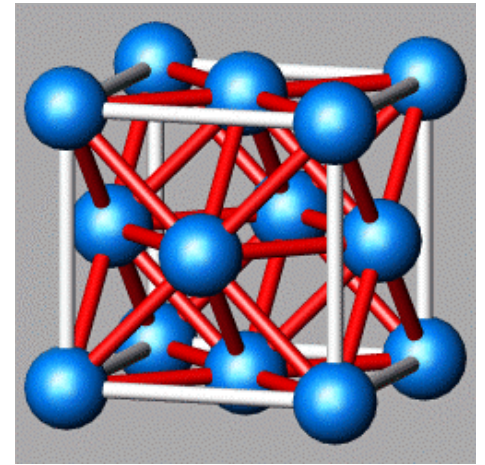


Struktura krystaliczna A1

sieć regularna ściennie centrowana

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 najgęstsze ułożenia atomów

Odmiany alotropowe żelaza

(promień atomu Fe, $r_A = 0,14$ nm)

żelazo α

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

żelazo β

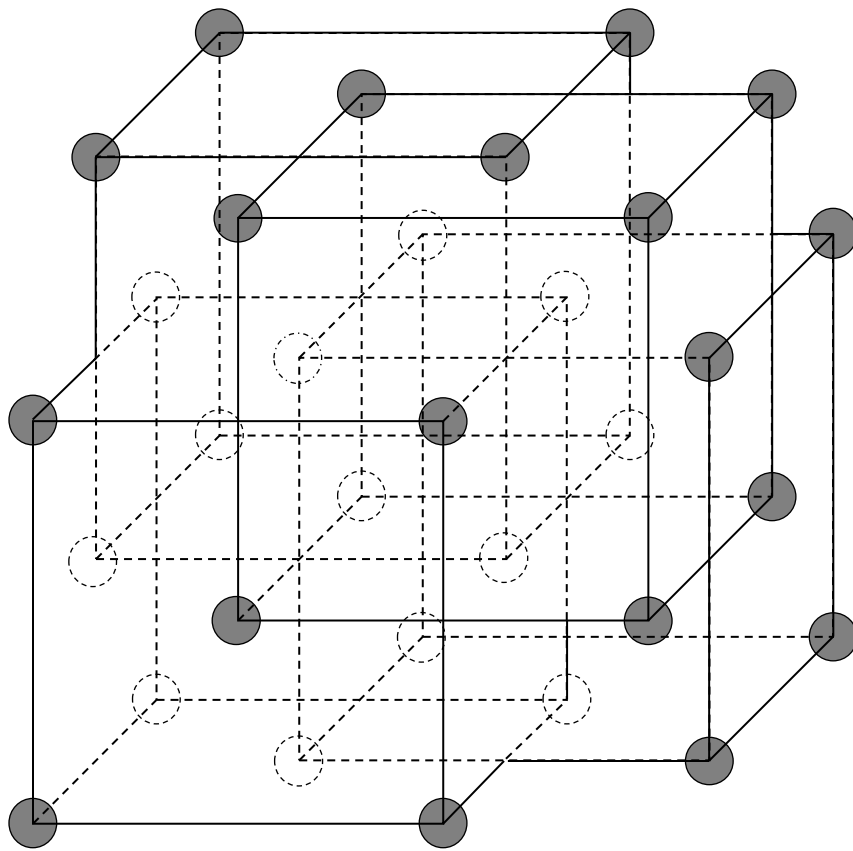
trwałe w zakresie $768 - 910$ °C, paramagnetyk, sieć regularna przestrzennie centrowana, A2, $a = 0,290$ nm

żelazo γ

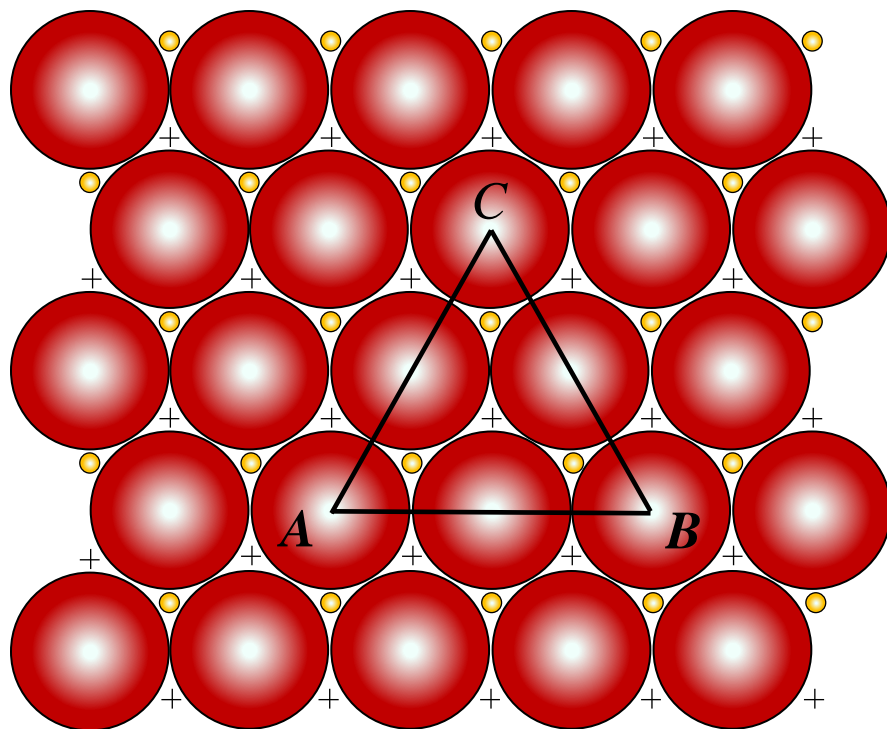
trwałe w zakresie $910 - 1400$ °C, sieć regularna ściennie centrowana, A1, $a = 0,364$ nm

żelazo δ

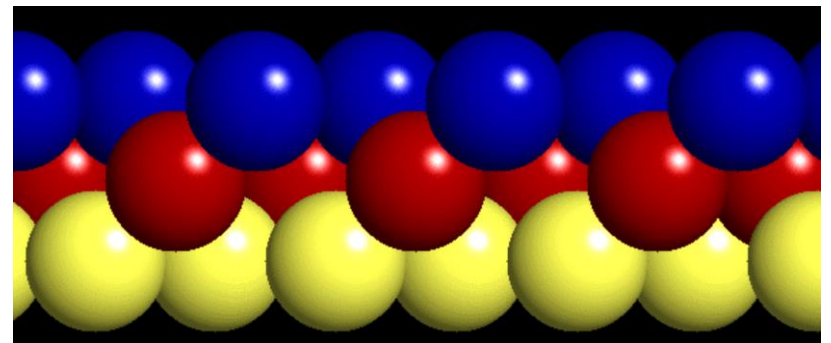
trwałe od 1400 do 1535 °C (temperatura topnienia), sieć regularna przestrzennie centrowana, A2, $a = 0,293$ nm



Komórki czterech przenikających się sieci prymitywnych tworzących sieć regularną ściennie centrowaną A1



Rozmieszczenie atomów w płaszczyźnie najgęstszej ułożenia struktury A1



Kolejność warstw:

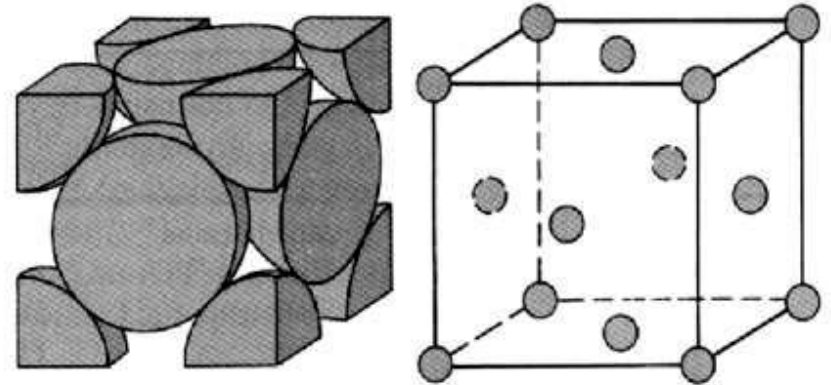
RSTRST

Liczba atomów przypadających na jedną komórkę struktury A1

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

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

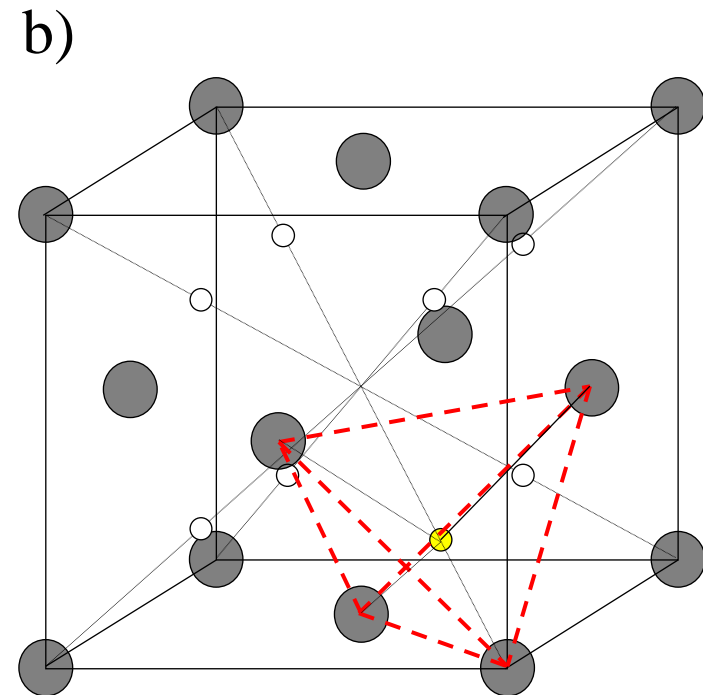
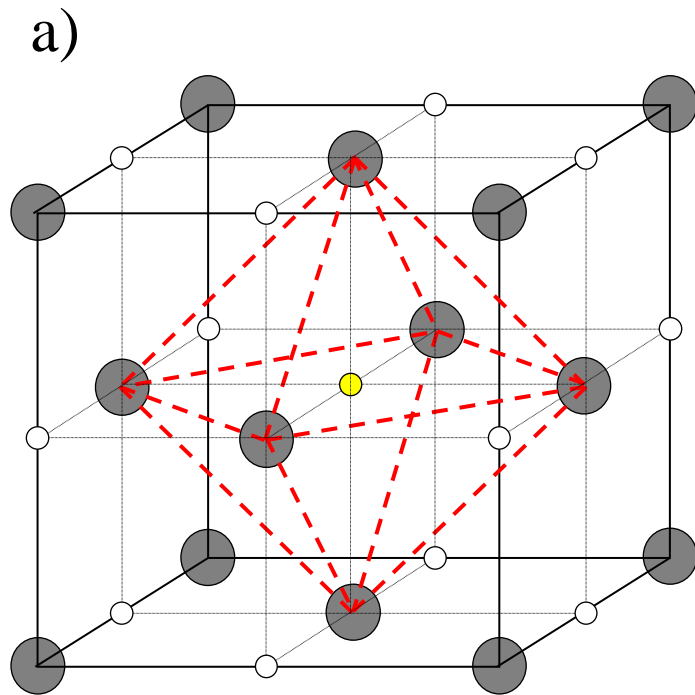
$$N = 4$$



Liczba koordynacyjna LK dla struktury A1 wynosi 12

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;

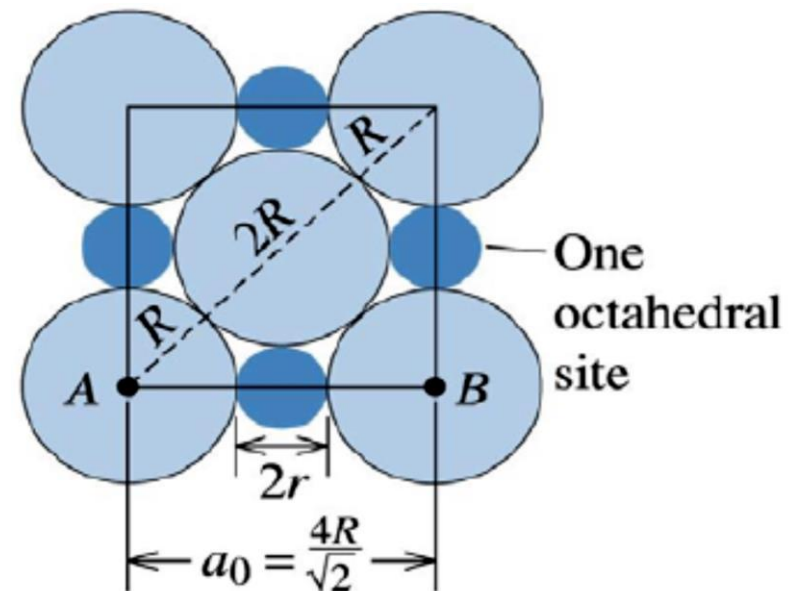
a) rozmieszczenie luk ośmiościennej,

b) rozmieszczenie luk czterościennej

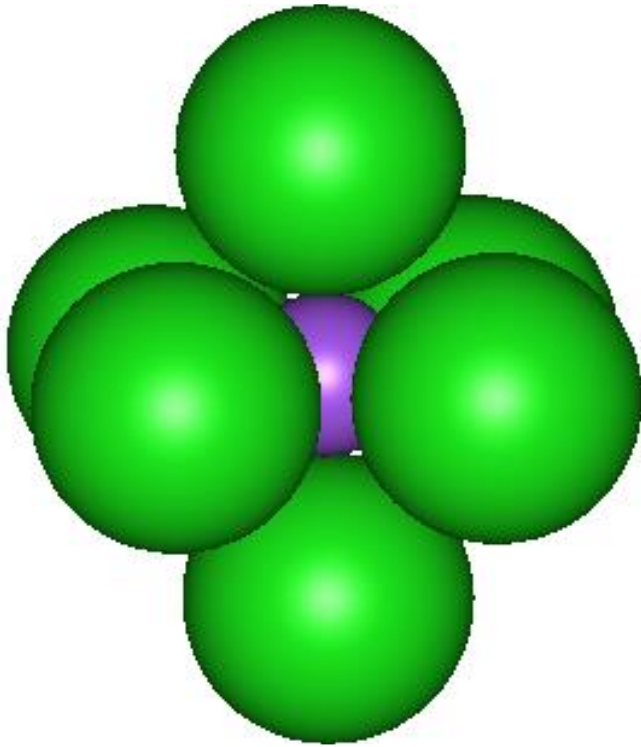
Promień luki 8-ściennej = $0,414 r_A$

Promień luki 4-ściennej = $0,225 r_A$

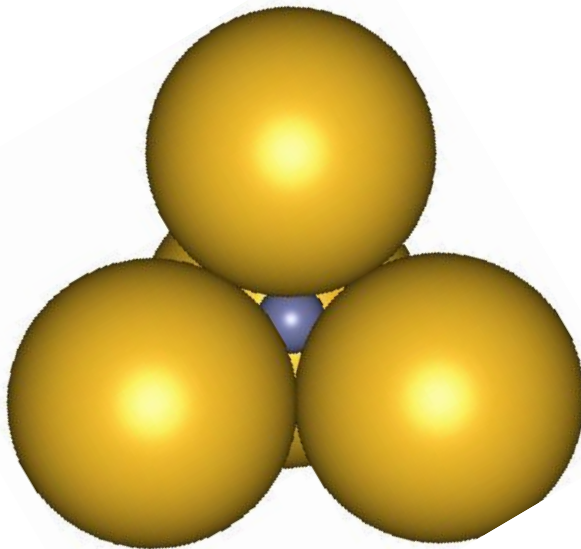
r_A – promień atomu



$$R = r_A$$



Przykład luki 8-ściennej

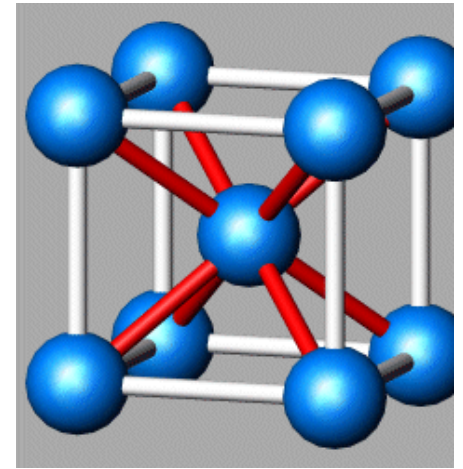


Przykład luki 4-ściennej

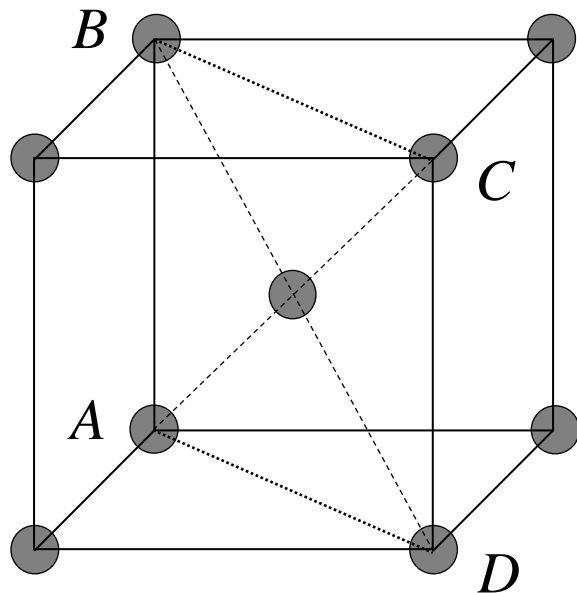
Struktura krystaliczna A2

sieć regularna przestrzennie centrowana

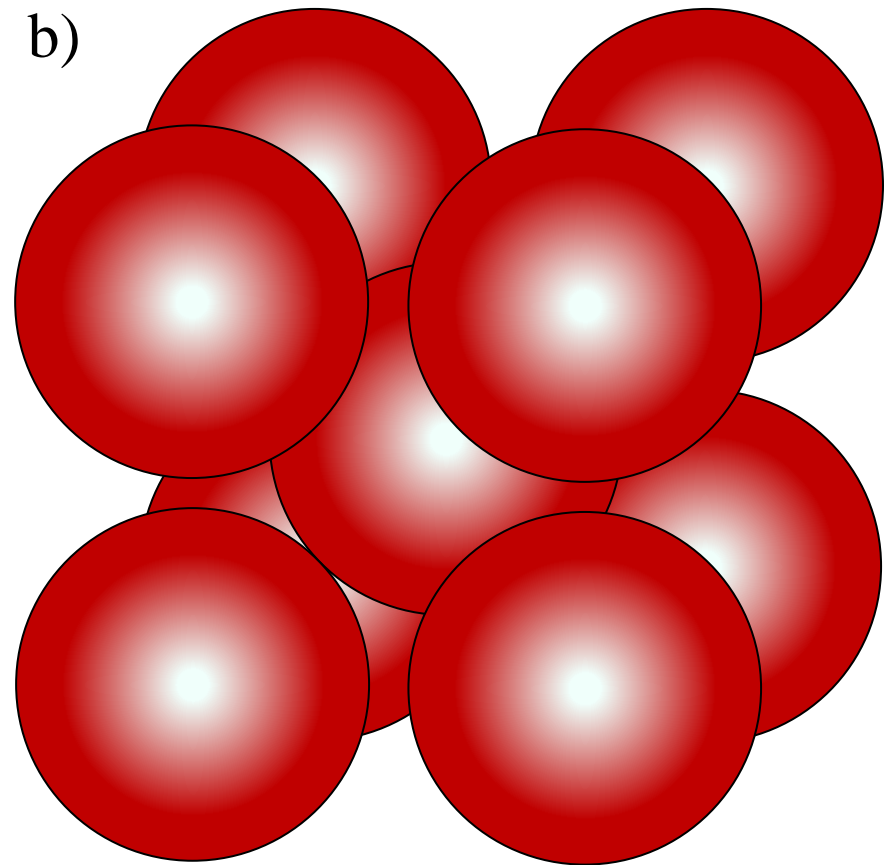
Cr, Cs, Fe_{α,β,δ}, K, Li, Mo, Na, Nb, Rb, Ta, Ti, V i W



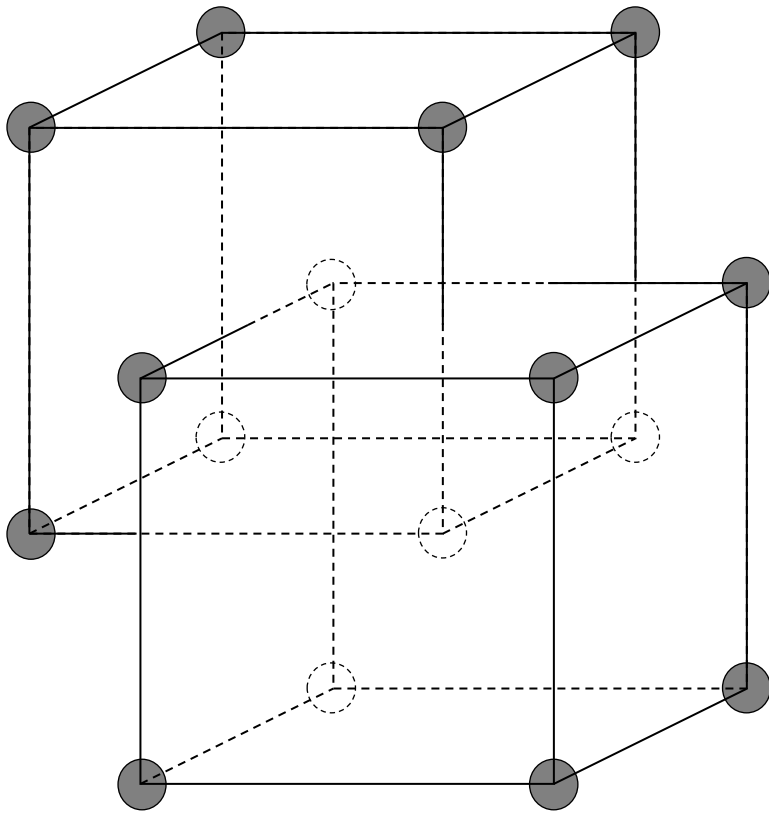
a)



b)

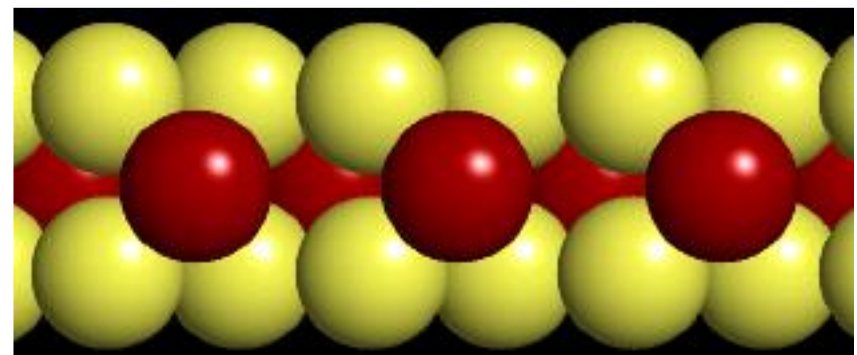
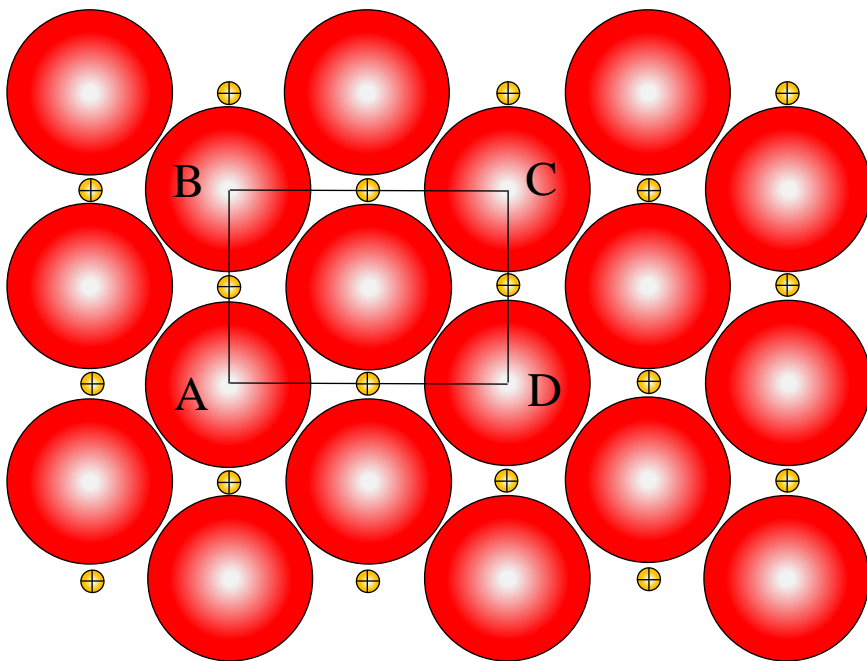


Komórka elementarna sieci regularnej przestrzennie centrowanej:
 a) kształt i zawartość komórki, b) model komórki z kulistymi atomami;
ABCD – prostokąt wyznaczający płaszczyznę najgęstszego ułożenia atomów



Komórki dwóch przenikających się sieci prymitywnych tworzących sieć regularną przestrzennie centrowaną A2

Rozmieszczenie atomów w płaszczyźnie najgęstszej ułożenia struktury A2



kolejność warstw:

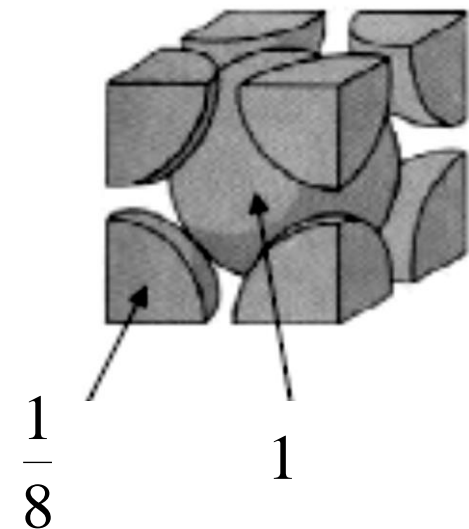
R S R S R S

Liczba atomów przypadających na jedną komórkę struktury A2

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

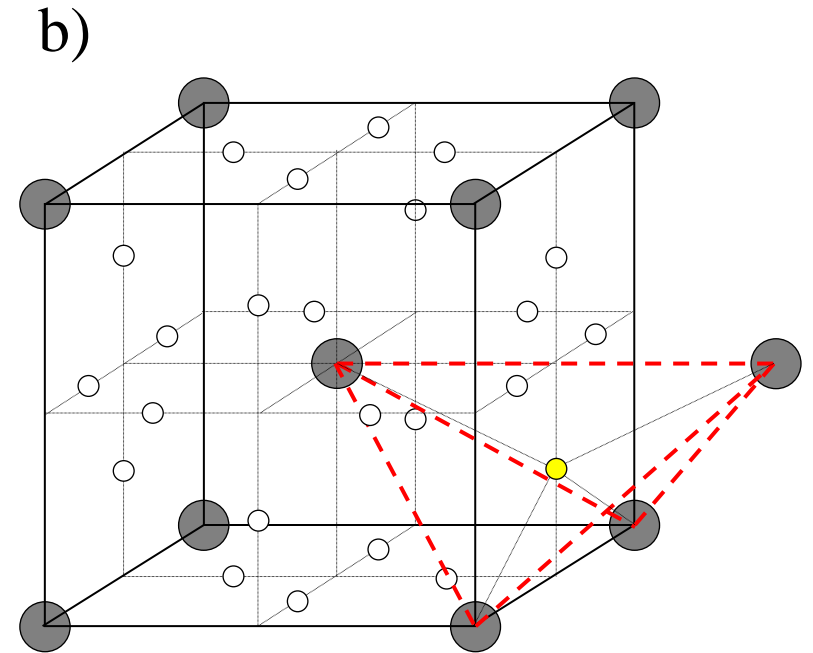
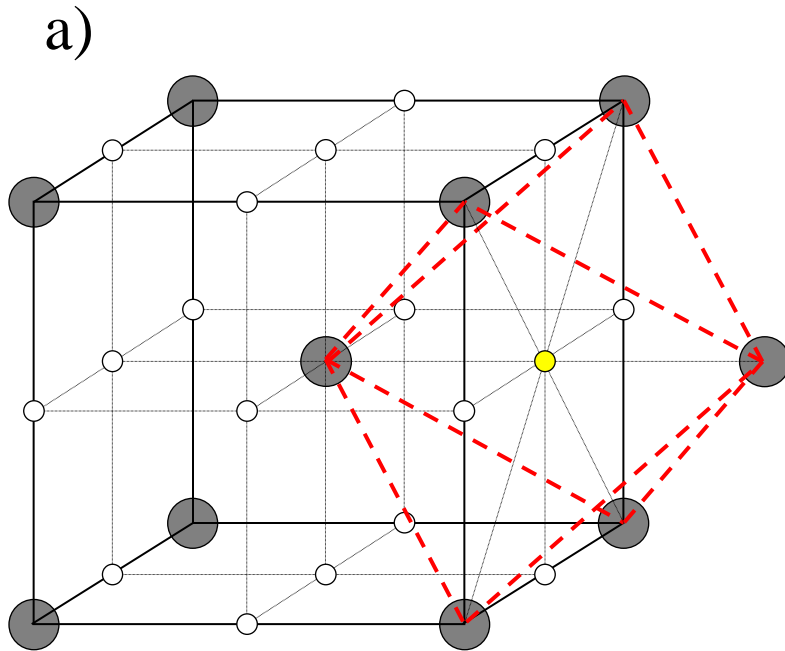
$$N_N = 8, N_W = 1$$

$$N = 2$$



Liczba koordynacyjna LK dla struktury A2 wynosi 8

Współczynnik wypełnienia przestrzeni kulowymi modelami atomów: 68 %



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

a) rozmieszczenie luk ośmiościennych,

b) rozmieszczenie luk czterościennych

$$\text{Promień luki 8-ściennej} = 0,154 r_A$$

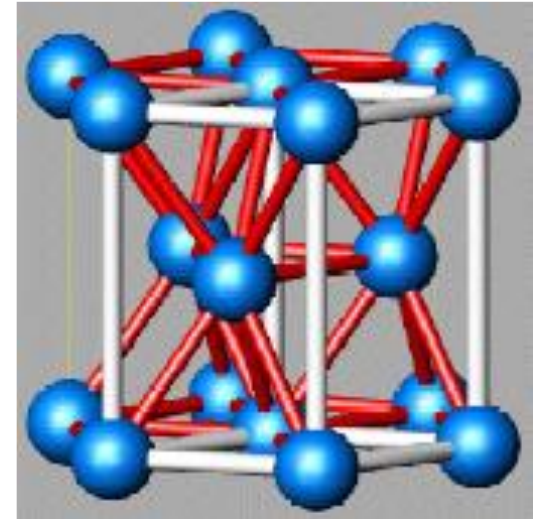
$$\text{Promień luki 4-ściennej} = 0,290 r_A$$

r_A – promień atomu

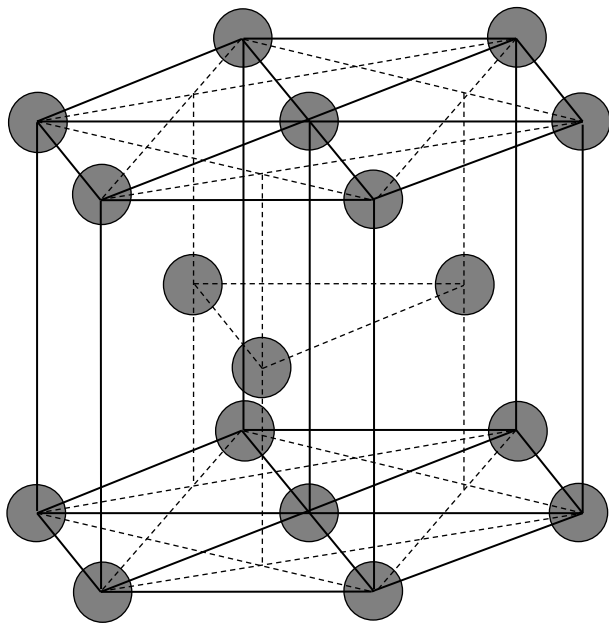
Struktura krystaliczna A3

sieć heksagonalna zwarta

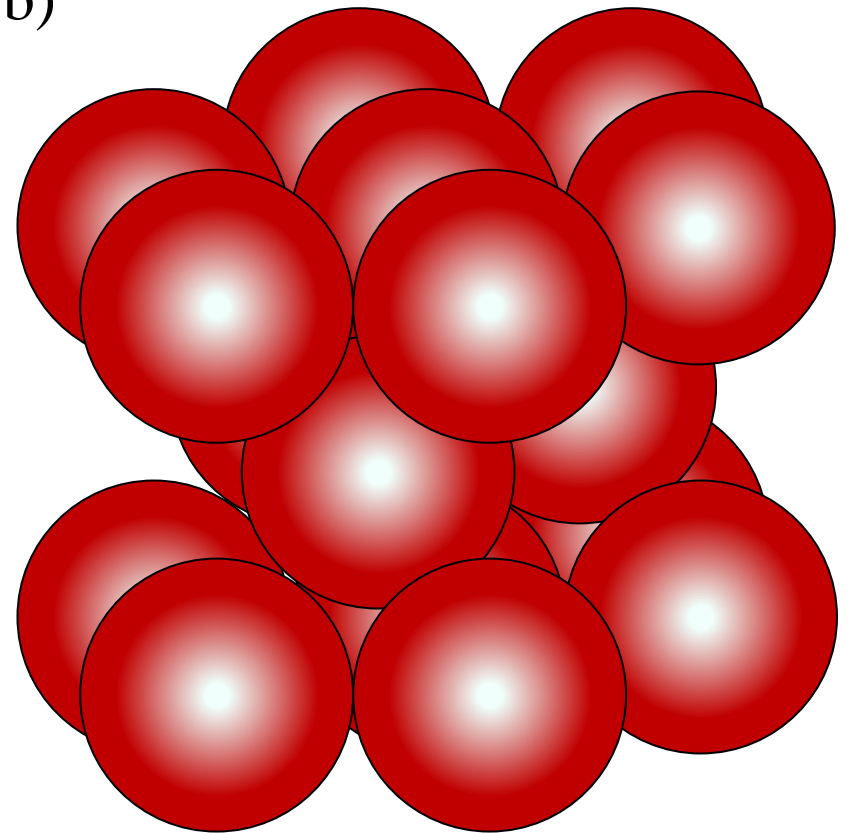
Be_α , Cd, Co, Mg, Re, Sc, Ti_α , Y, Zn, Zr_α



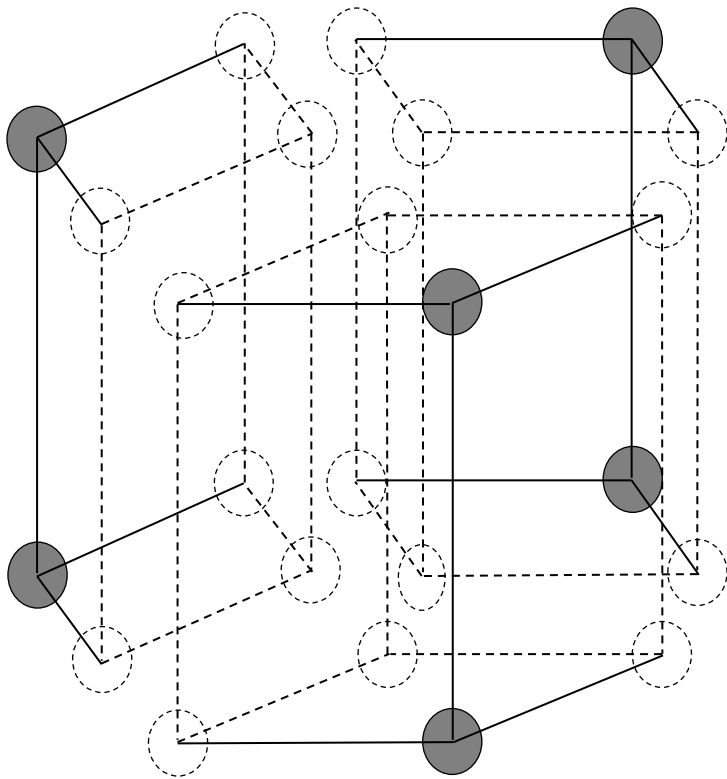
a)



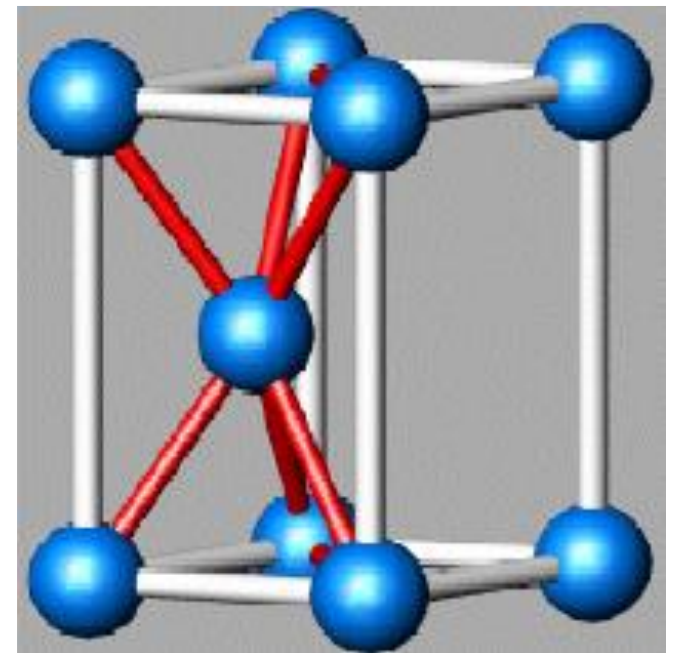
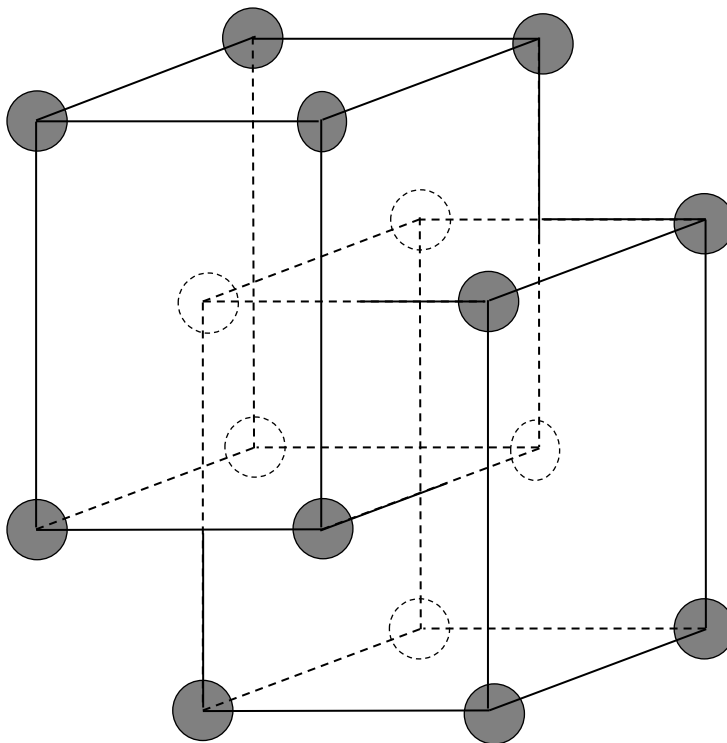
b)



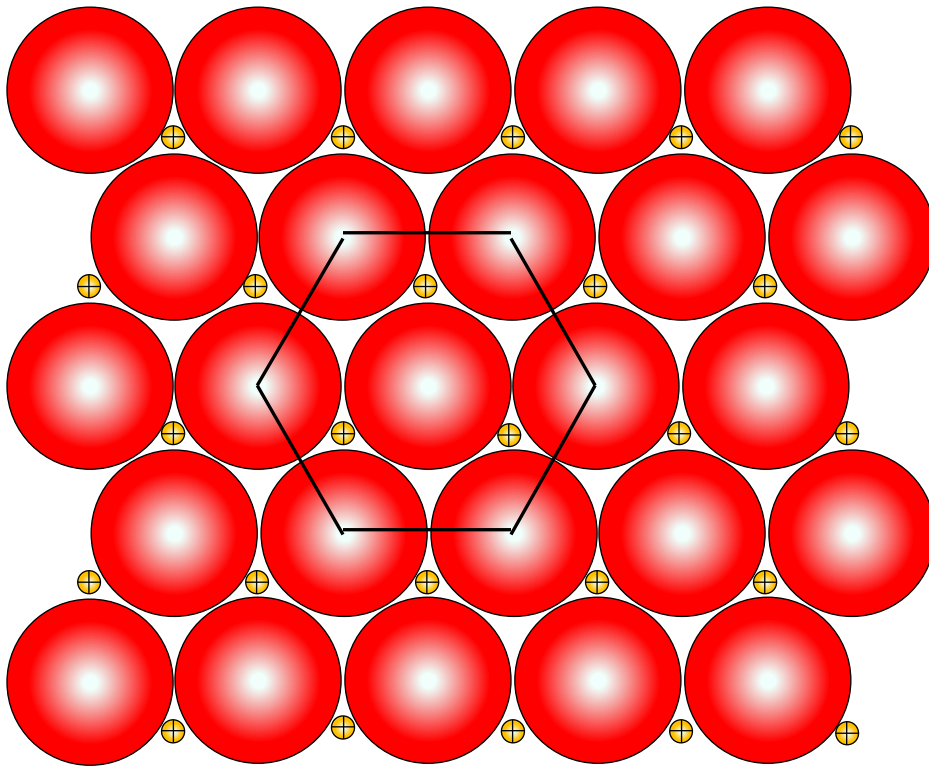
Komórka elementarna sieci heksagonalnej zwartej: a) kształt i zawartość komórki, b) model komórki z kulistymi atomami



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



Komórki dwóch przenikających się sieci prymitywnych tworzących sieć heksagonalną zwartą A3



kolejność warstw:

R S R S R S

Rozmieszczenie atomów
kulistych w płaszczyźnie
najgęstszego ułożenia
struktury A3

warunek: $c/a = \sqrt{8/3} \cong 1,633$

Be_α $c/a = 1,5672$

Mg $c/a = 1,6235$

Zn $c/a = 1,8563$

Liczba atomów przypadających na jedną komórkę struktury A3

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

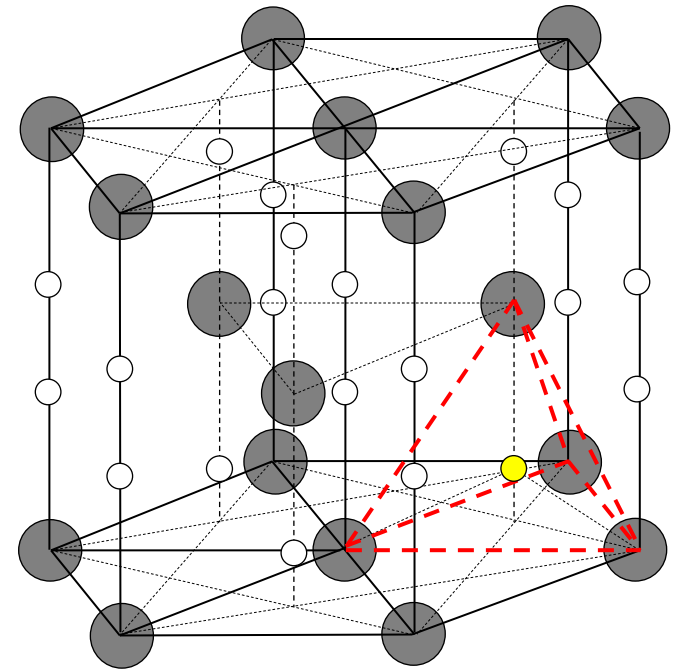
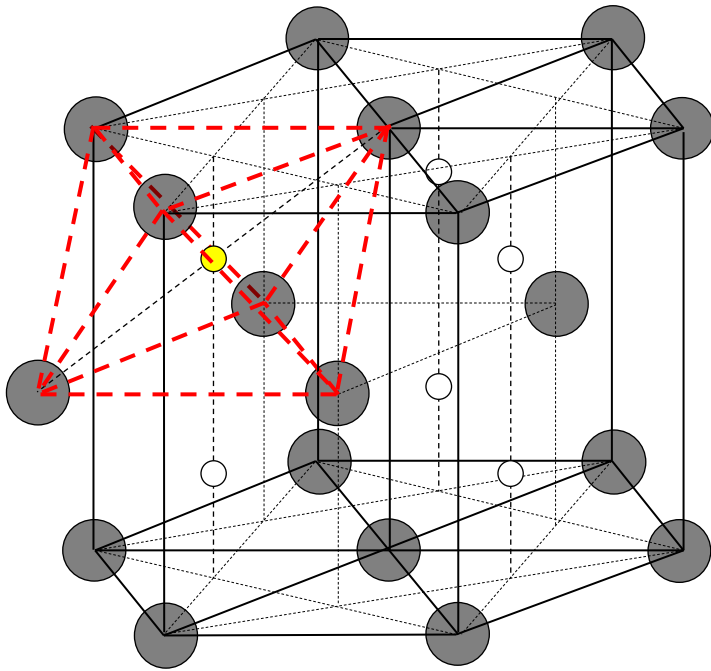
$$N_N = 8, N_W = 1$$

$$N = 2$$

Liczba koordynacyjna LK dla struktury A3 wynosi 12

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

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

$$\text{Promień luki 8-ściennej} = 0,414 r_A$$

$$\text{Promień luki 4-ściennej} = 0,225 r_A$$

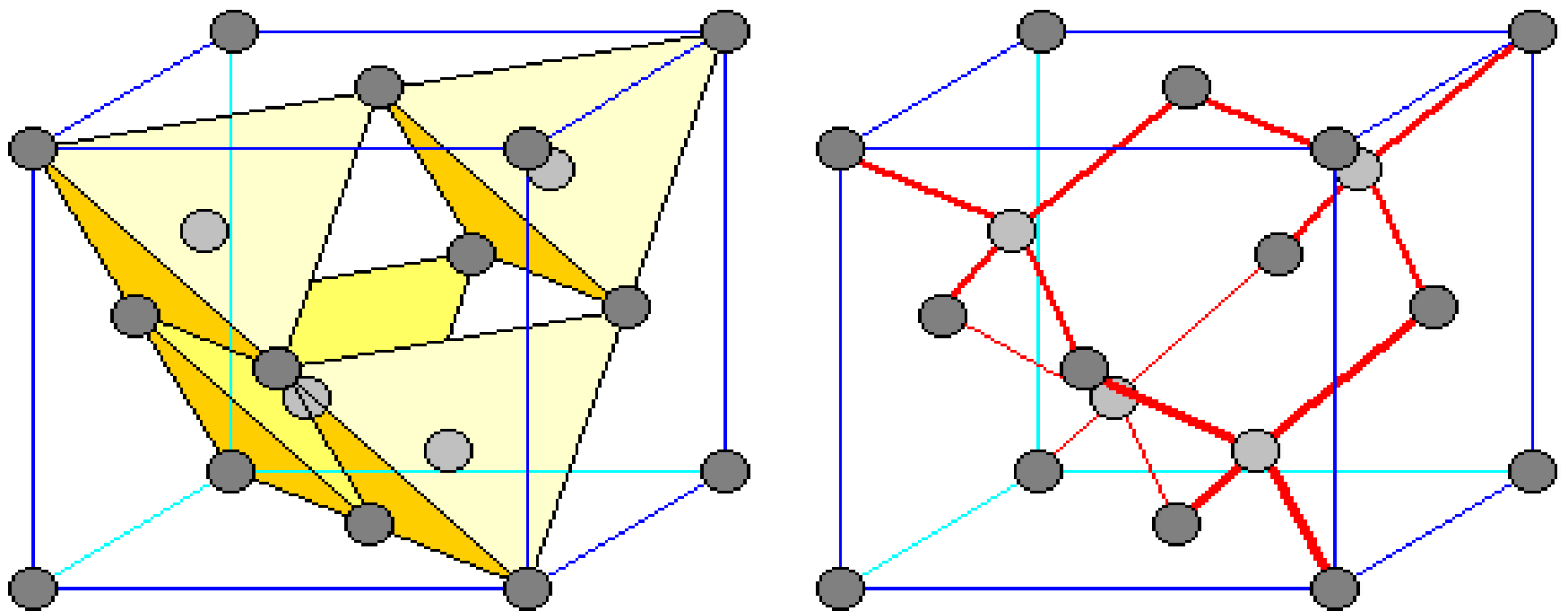
r_A – promień atomu

Struktura krystaliczna A4

sieć regularna ściennie centrowana

+ 4 dodatkowe węzły w co drugiej luce czterościennej

C (diament), Si, Ge, Sn_α



Komórka elementarna struktury krystalicznej diamentu,
przedstawiona w dwojaki sposób

Liczba atomów przypadających na jedną komórkę struktury A4

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

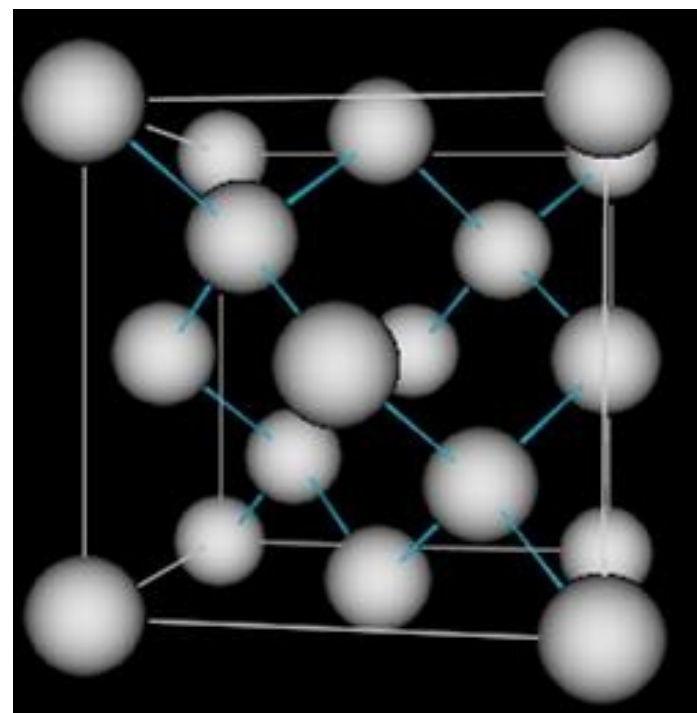
$$N_N = 8, N_S = 6, N_W = 4$$

$$N = 8$$

Liczba koordynacyjna LK dla struktury A4 wynosi 4

Współczynnik wypełnienia przestrzeni kulowymi modelami atomów: 34 %

diament



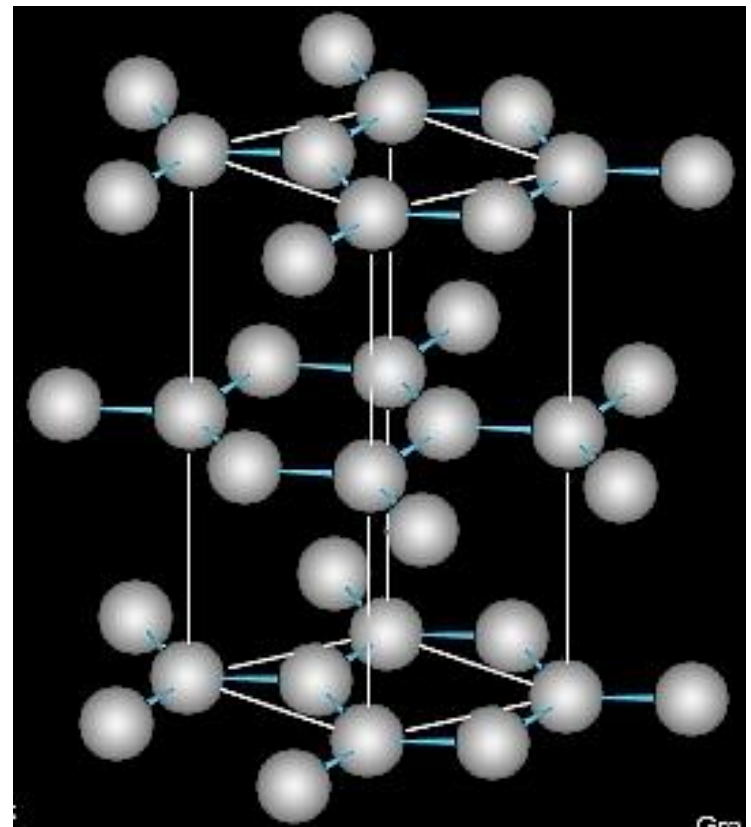
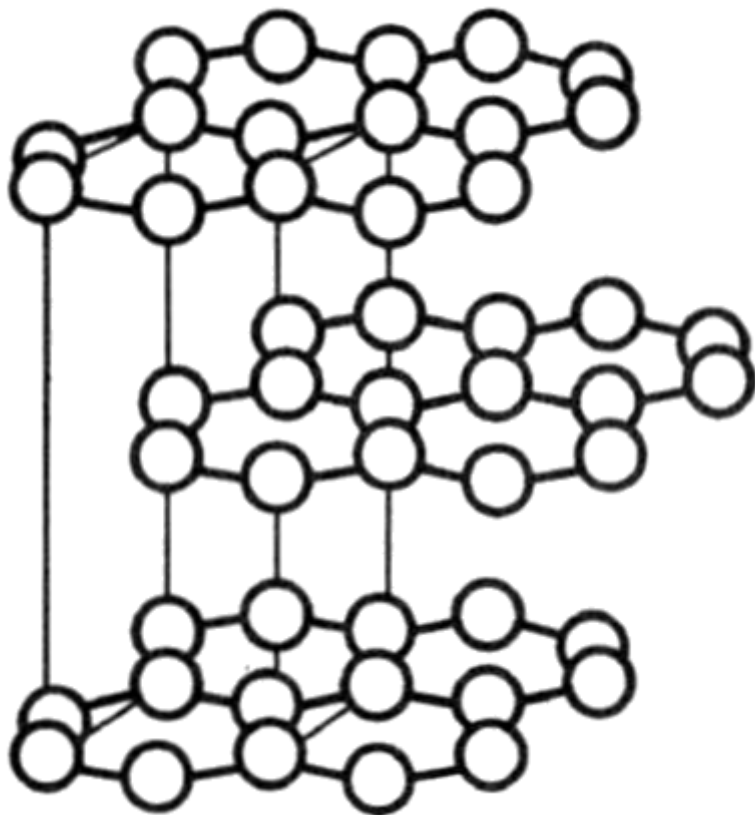
(lonsdaleit)

Struktura krystaliczna A9

sieć heksagonalna $c/a = 2,717$

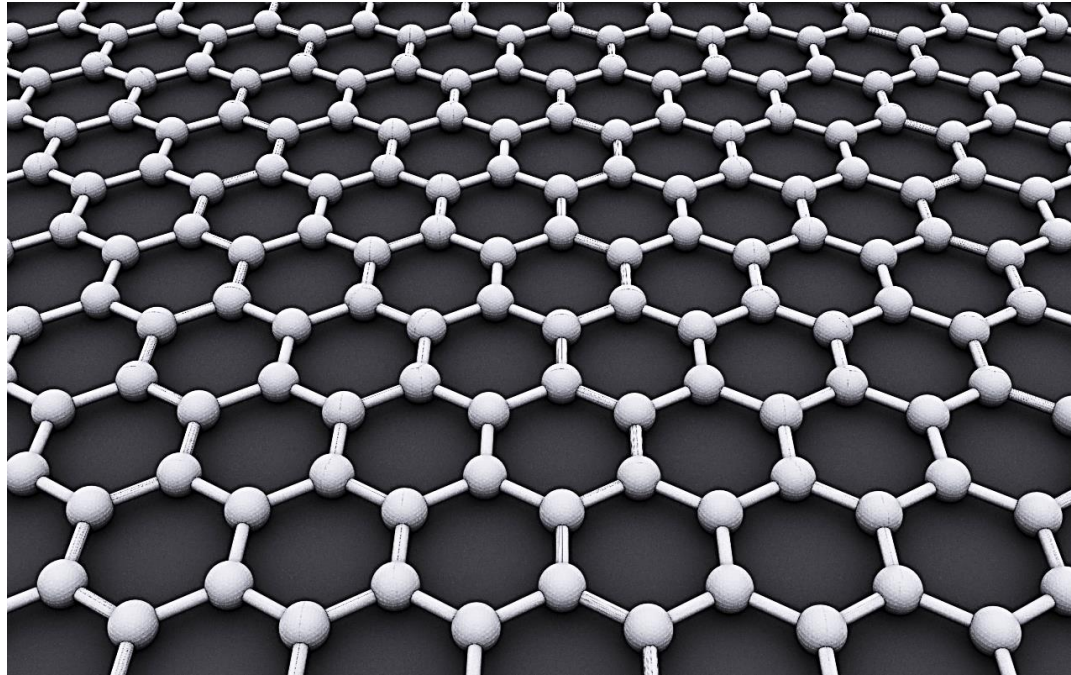
C (grafit)

Liczba koordynacyjna LK dla struktury A9 wynosi 3



Szkic struktury krystalicznej grafitu

Grafen



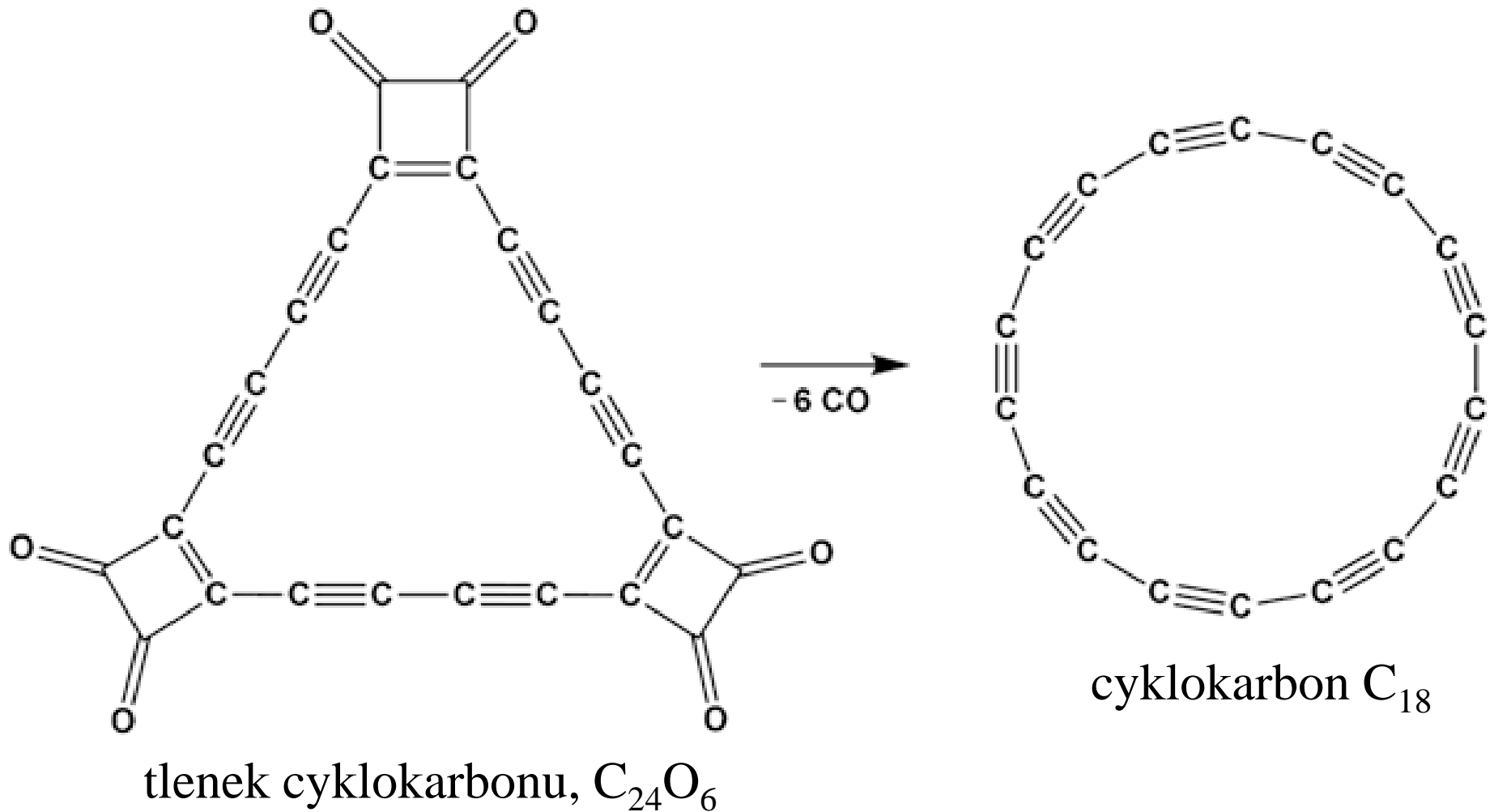
Struktura grafenu

Przezroczystość i znakomite przewodnictwo elektryczne.

Zastosowanie do wytwarzania:

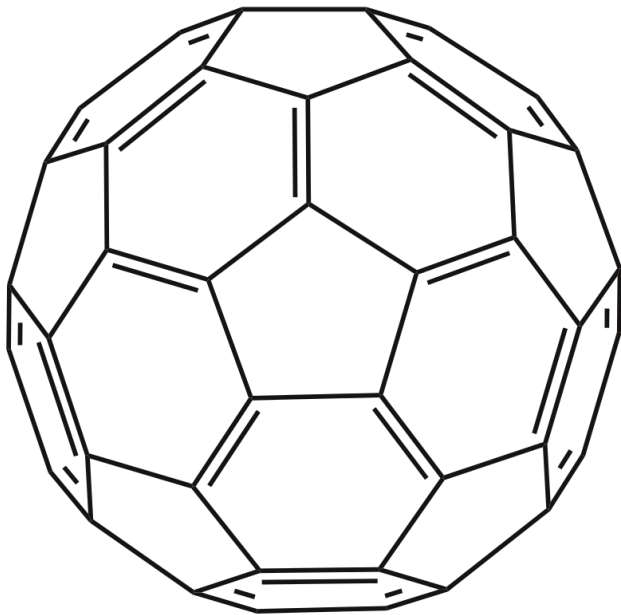
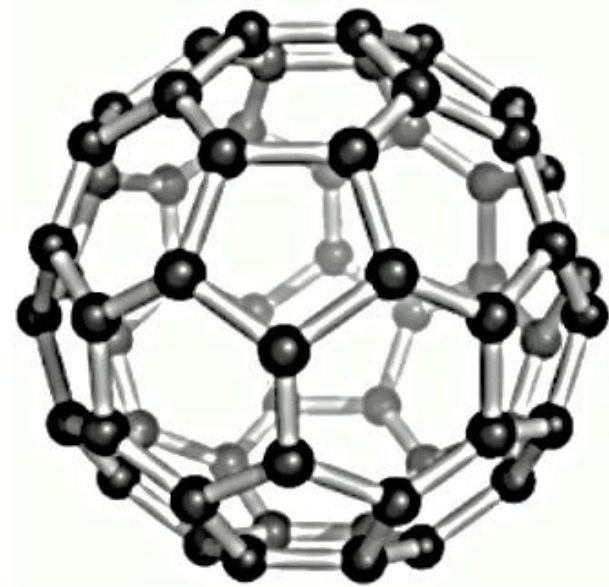
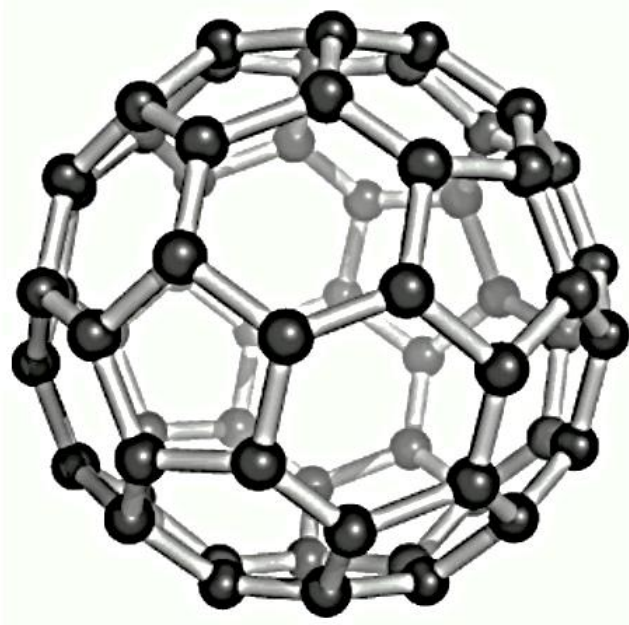
- przejrzystych elastycznych wyświetlaczy dotykowych,
- modułów fotowoltaicznych,
- wysokowydajnych akumulatorów,
- czujników wykrywających pojedyncze cząsteczki szkodliwych substancji (monitoring i ochrona środowiska).

Cyklokarbon

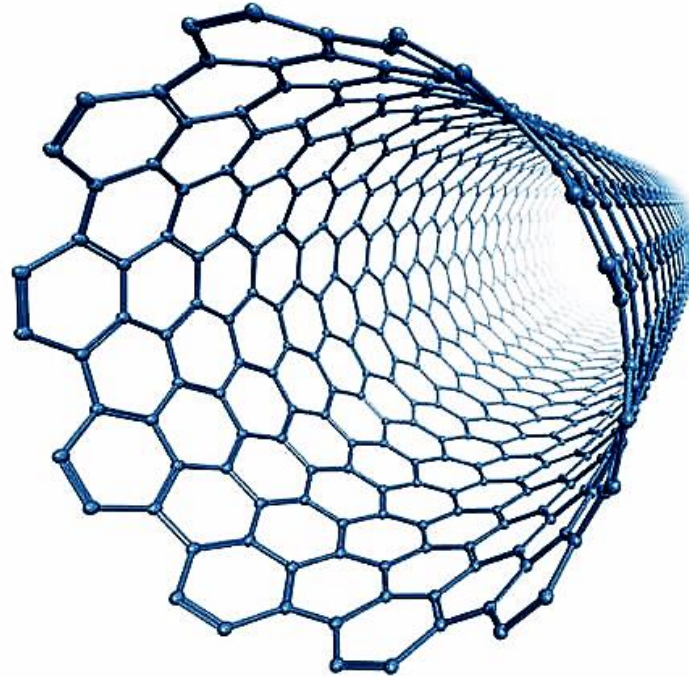


- otrzymany w 2019 r. w skali pojedynczych cząsteczek,
- substratem był tlenek cyklokarbonu $C_{24}O_6$,
- zastosowanie mikroskopu sił atomowych (AFM),
- za pomocą końcówki AFM z $C_{24}O_6$ usunięto pojedyncze cząsteczki tlenku węgla (CO),
- uzyskano cyklokarbon C_{18} .

Fuleren C₆₀



Nanorurki, fuleryty



Nanorurki jednościenne – zbudowane z jednej warstwy atomów, zwiniętej w rurkę o średnicy rzędu nanometra.

- wykazują bardzo przydatne własności elektryczne,
- tworzenie przyszłych układów elektronicznych,
- na przewody o minimalnym oporze i bramki logiczne.

Fuleryty – materiały ze sprasowanie nanorurek

- mogą przewyższać twardością diament,
- nie mają struktury krystalicznej i dzięki temu nie są kruche. 44