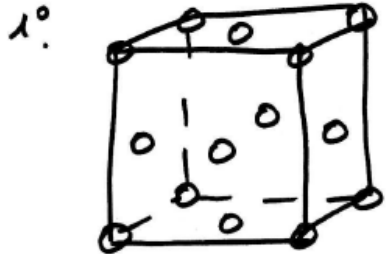


Exercice 1:



O: atome de Al

$$N = 8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$$

2° $\rho = \frac{4 \times M}{N_A \times a^3}$ donc $a = \sqrt[3]{\frac{4 \times M}{N_A \times \rho}}$

AN $a = \sqrt[3]{\frac{4 \times 27}{6,02 \cdot 10^{23} \times 2,7 \cdot 10^6}} = 4,05 \cdot 10^{-10} \text{ m}$
 $= \underline{405 \text{ pm}}$
 g m^{-3}

3° Contact sur diag d'une face $a\sqrt{2} = 4R$

$$R = 143 \text{ pm}$$

4° sites T: contact sur $\frac{1}{2}$ diag petit cube

$$\frac{a\sqrt{3}}{4} = R + r_T \quad r_T = 32 \text{ pm}$$

sites O: contact sur arête

$$a = 2R + 2r_O \quad r_O = 59 \text{ pm}$$

Exercice 2:

①

1° sites T: centres des 8 petits cubes d'arête $\frac{a}{2}$

sites O: centre + milieu arêtes

2° Il faut calculer r_T et r_O * r_T : contact sur $\frac{1}{2}$ diag du cube d'arête $\frac{a}{2}$

$$\frac{a\sqrt{3}}{4} = R + r_T \quad \text{or} \quad a\sqrt{2} = 4R$$

$$\text{donc } r_T = \left(\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} - 1 \right) R = 36 \text{ pm}$$

* r_O : contact sur arête

$$a = 2R + 2r_O$$

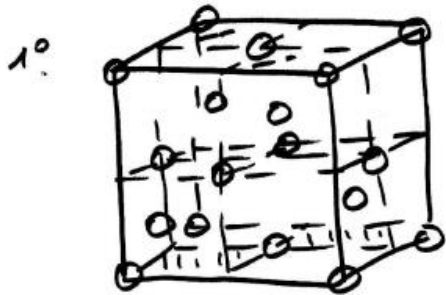
$$r_O = (\sqrt{2} - 1) R = 66 \text{ pm}$$

concl: H peut aller ds sites O
 C et N pas possible

3° H va dans les sites T $N_H = N_T = 8$ il y a donc 8 H pour 4 Zr (popul^o cfc)

$$\Rightarrow \underline{Zr_2 H_2}$$

Exercice 3:



2° Site T occupé
 \Rightarrow coordination = 4

3° Contact sur $\frac{1}{2}$ diag
 petit cube

$$\frac{a\sqrt{3}}{4} = 2R \quad \boxed{R = 123 \text{ pm}}$$

4° $C = \frac{V_{\text{occ}}}{V_{\text{maille}}}$ Or $N = 8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} + 4 = 8$ atomes
 par maille

$$C = \frac{8 \times \frac{4}{3} \pi R^3}{a^3} \quad \text{Or} \quad R = \frac{a\sqrt{3}}{8}$$

$$C = \frac{8 \times \frac{4}{3} \pi \left(\frac{a\sqrt{3}}{8}\right)^3}{a^3} = \frac{\pi\sqrt{3}}{16}$$

5° $\rho = \frac{m_{\text{maille}}}{V_{\text{maille}}} = \frac{N \times M}{N_A a^3} = \frac{8 \times 72,6 \cdot 10^{-3}}{6,02 \cdot 10^{23} (566 \cdot 10^{-11})^3}$
 $= \underline{5320 \text{ kg m}^{-3}}$

6° Liaisons covalentes sur les 3 dim
 \Rightarrow très forte cohésion \Rightarrow dureté élevée
 T_{fus} élevée

Exercice 4:

1° $d = 1,56$ donc $\rho = 1,56 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$

$$N = 8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4 \quad \rho = \frac{4 \times M}{N_A a^3}$$

$$a = \sqrt[3]{\frac{4 \times 44 \cdot 10^{-3}}{6,02 \cdot 10^{23} \times 1,56 \cdot 10^3}} = \underline{572 \text{ pm}}$$

Entre 2 atomes de C il y a une $\frac{1}{2}$ diag d'une face

$$\frac{a\sqrt{2}}{2} = P \quad P = 405 \text{ pm}$$

2° Si il y a contact $P = 2P' \Rightarrow$ il n'y a pas contact

3° Liaisons inter = vdW type London (CO_2 apolaire)
 \Rightarrow liaisons faibles donc T_{eb} faible les molécules
 sont peu liées

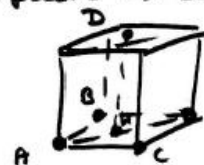
Exercice 5:

1° $N = 8 \times \frac{1}{8} + 1 = 2$ atomes / maille

2° Contact sur arête $a = 2r \quad \boxed{r = 160 \text{ pm}}$

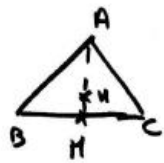
3° Maille compacte \Rightarrow contact entre A et D

$\frac{1}{2}$ maille



$$AD = 2r$$

Soit H le projeté de D sur ABH $DH = h = \frac{c}{2}$



ABC tri: équilatéral

$$AH = \frac{2}{3} AM \quad \text{et } AMC \text{ tri: rect}$$

$$\frac{AC^2}{a^2} = \frac{HC^2}{\left(\frac{a}{2}\right)^2} + \frac{AH^2}{\left(\frac{a}{2}\right)^2}$$

$$AH = \frac{a\sqrt{3}}{2}$$

donc $AH = \frac{a}{\sqrt{3}}$ et tri: AHD est rectangle

$$\frac{AD^2}{a^2} = \frac{(2a)^2}{a^2} = \frac{AH^2}{\left(\frac{a}{2}\right)^2} + \frac{DH^2}{\left(\frac{a}{2}\right)^2}$$

$$\text{donc } \frac{c^2}{4} = \frac{2a^3}{3} \quad \left| \quad c = \frac{2\sqrt{2}a}{\sqrt{3}} = 523 \text{ pm} \right.$$

4° $\Rightarrow V_{\text{maille}} = \mathcal{A}_{\text{base}} \times \text{hauteur}$

$$= 2 \times \mathcal{A}_{ABC} \times c = BC \times AH \times c = \frac{\sqrt{3}}{2} a^2 \times c$$

donc $c = \frac{2 \times \frac{4}{3} \pi \left(\frac{a}{2}\right)^3}{\frac{\sqrt{3}}{2} a^2 \times \frac{2\sqrt{2}a}{\sqrt{3}}} = \frac{\pi}{3\sqrt{2}}$ on retrouve bien la compacité max

5° $\rho = \frac{2 \times M}{N_A \times \frac{\sqrt{3}}{2} a^2 \times c} = \frac{2 \times 24.3 \cdot 10^{-3}}{6.02 \cdot 10^{23} \times \frac{\sqrt{3}}{2} \times (320 \cdot 10^{-12})^2 \times (523 \cdot 10^{-12})}$

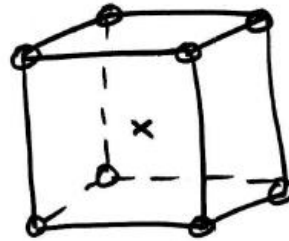
$\rho = 1740 \text{ kg m}^{-3}$

Exercice 6:

(2)

- 1° Cs famille des alcalins $\rightarrow \underline{Cs^+}$
 Cl halogène $\rightarrow \underline{Cl^-}$

2°



0: Cl^-

x: Cs^+

3° $N^+ = 1 \text{ Cs}^+ / \text{maille} / N^- = 8 \times \frac{1}{8} = 1 \text{ Cl}^- / \text{maille}$

$\Rightarrow CsCl$ en accord avec charges

4° Cl^- : contact avec 8 Cs^+ (centres) coordination = 8

Cs^+ : contact avec 8 Cl^- (sommets) coordination = 8

5° Contact anion-cation: sur diag du cube

$$a\sqrt{3} = 2R(Cs^+) + 2R(Cl^-) \quad a = 404 \text{ pm}$$

• Contact anion-anion? sur l'arête

$$a \geq 2R(Cl^-) \quad \text{or } 2R(Cl^-) = 362 \text{ pm} > 404 \text{ pm}$$

↑
si contact \Rightarrow non tangence

6° $\rho = \frac{1 \times M(Cs^+) + 1 \times M(Cl^-)}{N_A a^3} = \frac{(132.91 + 35.45) \cdot 10^{-3}}{6.02 \cdot 10^{23} (404 \cdot 10^{-12})^3}$

$\rho = 4240 \text{ kg m}^{-3}$ Ecart dû à précision pas 100% ionique ou non contact

Exercice 7:

a. ⊕ courte distance O-O sur $\frac{1}{2}$ diag du cube
 cad $\frac{a\sqrt{3}}{2} = 389,8 \text{ pm} > 2r_{O^{2-}} \Rightarrow$ structure non compacte

b. • Il faut $r(O^{2+})$

Contact anion-cation sur $\frac{1}{4}$ diag du cube

$$\frac{a\sqrt{3}}{4} = r(O^{2+}) + r(O^{2-}) \Rightarrow r(O^{2+}) = 44,9 \text{ pm}$$

• Calcul populat° $N^+ = 4$ $N^- = 8 \times \frac{1}{8} + 1 = 2$

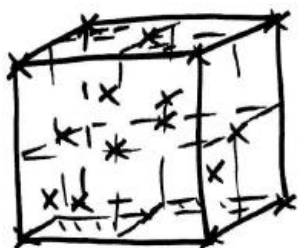
• Calcul compacité : $C = \frac{\frac{4}{3}\pi (N^+ R(O^{2+})^3 + N^- R(O^{2-})^3)}{a^3}$

$$C = \frac{\frac{4}{3}\pi (4 \times 44,9^3 + 2 \times 140^3)}{427^3} = 0,31$$

c. Un ion oxyde est entouré de 4 $O^{2-} \Rightarrow$ tétraèdre

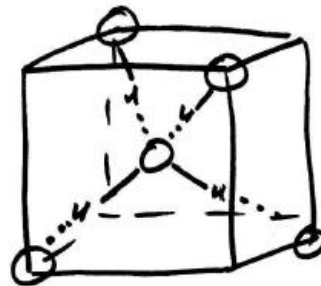
Exercice 8:

1°



x: H_2O

2° Zoom sur un petit cube



100pm car
" + suite

3° Il y a P_{O-H} covalente
 et P_{O-O} liaison H

4° sur $\frac{1}{4}$ diag petit cube

$$\frac{a\sqrt{3}}{4} = P_{O-H} + P_{O-O}$$

5° $N_{H_2O} = 8$ H_2O /maille $a = 637 \text{ pm}$

$$\rho = \frac{8 \times M_{H_2O}}{N_A a^3} = 0,925 \text{ g cm}^{-3} \text{ la glace flotte!!}$$

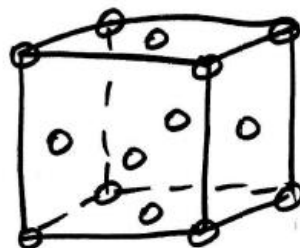
Exercice 9:

1° Règles: Klechkowsky, Hund, Pauli:

$$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^9$$

2° En réalité: " " " $4f^{14} 6s^2 5d^{10}$ valence

3°



O: Au

4° Il y a contact entre les atomes

Contact sur diag d'une face : $a\sqrt{2} = 4R(Au)$

$$a = 407 \text{ pm}$$

5° Sites O : centre cube + milieu des arêtes

$$a = 2R(Au) + 2R_o \quad | \quad R_o = 59,5 \text{ pm}$$

$R(Ni) > R_o \Rightarrow$ pas possible d'introduire Ni

6° Alliage de substitution

$$7° \quad N_{Ni} = 1 \quad N_{Au} = 3$$

$$\rho' = \frac{M_{Ni} + 3M_{Au}}{N_A a'^3} \quad | \quad a' = \sqrt[3]{\frac{M(Ni) + 3M(Au)}{N_A \rho'}}$$

$$8° \quad \textcircled{1} \text{ calcul de } \rho = \frac{4M(Au)}{N_A a^3} = 19,4 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$$

$$\textcircled{2} \text{ calcul } \rho' = 0,9 \times \rho = 17,5 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$$

$$\textcircled{3} \text{ calcul } a' = \sqrt[3]{\frac{58 \cdot 10^{-3} + 3 \cdot 197 \cdot 10^{-3}}{6,02 \cdot 10^{23} \cdot 17,5 \cdot 10^3}}$$

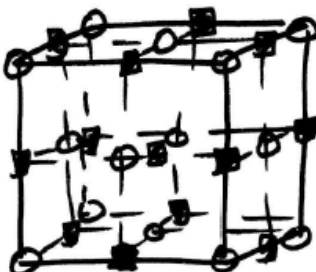
$$a' = 3,95 \cdot 10^{-10} \text{ m} = \underline{395 \text{ pm}}$$

Exercice 10:

(3)

1° O : $1s^2 2s^2 2p^4 \Rightarrow O^{2-}$ pr config gaz rare
donc Ba²⁺ pr neutralité

2° Diffraction par rayons X

3°  O : O²⁻
■ : Ba²⁺ (centre cube + milieu arêtes)

$$a = 2R + 2r$$

or $2R + 2r = 550 \text{ pm} \Rightarrow$ règle 2a respectée

$$\rho = \frac{4M_{BaO}}{N_A a^3} = \underline{60,11 \text{ kg m}^{-3}}$$

4° Contact sur diag cube $a\sqrt{2} = 4R$
contact sur arête $a = 2R + 2r_o$ } $\frac{r_o}{R} = \sqrt{2} - 1$

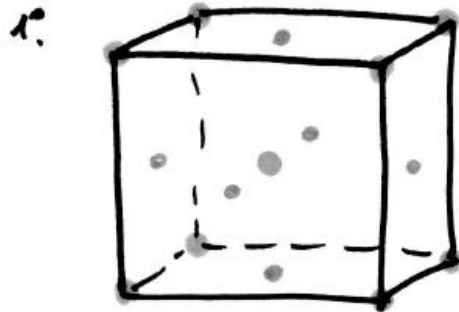
• Coordination : site O : 6 site T : 4 site C : 8

• $\frac{r}{R} = 0,96 \Rightarrow$ aucun interstice possible

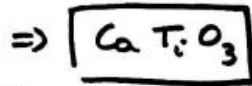
5° Anion coordination = 6 cation coord = 6
charge = -2 charge = +2
 \Rightarrow Règle 3 respectée

$$6° \quad N_{Ba} = 8 \times \frac{1}{8} = 1 \quad N_O = 6 \times \frac{1}{2} = 3 \quad N_{Ti} = 1 \quad \boxed{BaTiO_3}$$

Exercice 11:



1.2° $N_{\text{Ca}^{2+}} = 8 \times \frac{1}{8} = 1 \text{ Ca}^{2+}/\text{maille}$
 $N_{\text{Ti}^{4+}} = 1 \text{ Ti}^{4+}/\text{maille}$
 $N_{\text{O}^{2-}} = 6 \times \frac{1}{2} = 3 \text{ O}^{2-}/\text{maille}$



1.3° Pour l'électronutralité il y a 6 charges \ominus avec O^{2-}
 + 2 charges \oplus avec Ca^{2+}



2° $N_{\text{H}_n} = 8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4 \text{ H}_n/\text{maille}$

$N_{\text{W}} = 8 \text{ W}/\text{maille}$

$N_{\text{Al}} = 12 \times \frac{1}{4} + 1 = 4 \text{ Al}/\text{maille}$

$\left. \begin{array}{l} \text{W}_2 \text{AlH}_n \\ (\oplus \text{ petits entiers possibles!}) \end{array} \right\}$

3° $N_{\text{W}^{+}} = 8 \times \frac{1}{8} + 4 \times \frac{1}{2} + 1 = 4 \text{ W}^{+}/\text{maille}$

$N_{\text{Fe}^{3+}} = 4 \times \frac{1}{4} + 6 \times \frac{1}{2} = 4 \text{ Fe}^{3+}/\text{maille}$

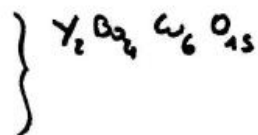
$N_{\text{S}^{2-}} = 8 \text{ S}^{2-}/\text{maille}$

$\left. \begin{array}{l} \text{WFeS}_2 \\ \text{électronutralité!} \end{array} \right\}$

4° $N_{\text{W}^{2+}} = 8 \times \frac{1}{8} + 8 \times \frac{1}{2} = 3 \text{ W}^{2+}$

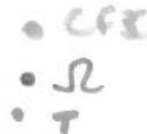
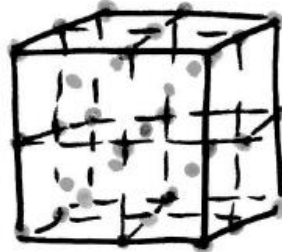
$N_{\text{O}^{2-}} = 16 \times \frac{1}{4} + 8 \times \frac{1}{2} = 8 \text{ O}^{2-}/\text{maille}$

$N_{\text{Y}^{3+}} = 1 \quad N_{\text{Ba}^{2+}} = 2$

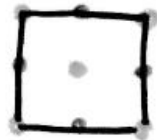


Exercice 12:

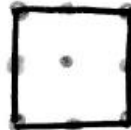
1)



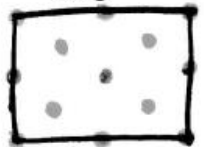
face



plan // passant par centre



plan corps $a\sqrt{2}$



3) $4R = a\sqrt{2}$ (contact sur diag face)

4) et 9) Voir cours $R_0 = R(\sqrt{2} - 1)$ $R_T = R_0(\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} - 1)$
 $AM R = 143 \text{ pm}$ $R_0 = 59 \text{ pm}$ $R_T = 32 \text{ pm}$

Exercice 13:

- 1° • Liaisons dirigées \Rightarrow cristaux covalents type C
 • Prop faibles \Rightarrow cristaux moléculaires type D
 • Conducteur \Rightarrow cristaux métalliques: type A
 • cristaux ioniques type B

2° $\oplus \Delta \neq$ d'électronégativité est gde \oplus les cristaux sont de type ionique

CsCl : ionique $\quad \text{SiGe}$: covalent

HgCl : covalent à 90% ionique