

Le sodium (Na) et le chlore (Cl) :

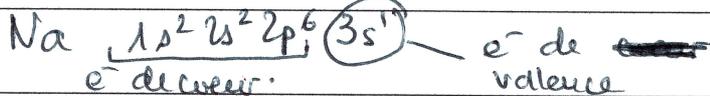
Les différentes questions sont très largement indépendantes (barème sur 20 points) :

- 1- Le sodium 14/40
- 2- Le chlore 8/40
- 3- Solubilité de NaCl 6/40
- 4- Réactivité de Na et Cl, composés comportant Na et Cl → 6/40
- 5- Compacité et masse volumique de NaCl à l'état solide (4 points) → 8/40

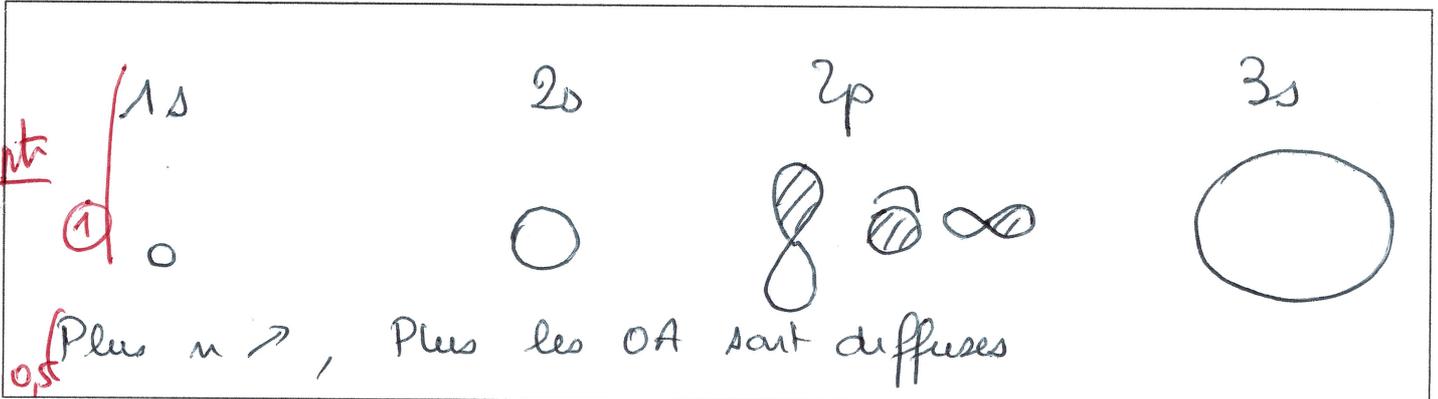
1- Le sodium

Barème effectif sur 42 notes ramenée à 40pts

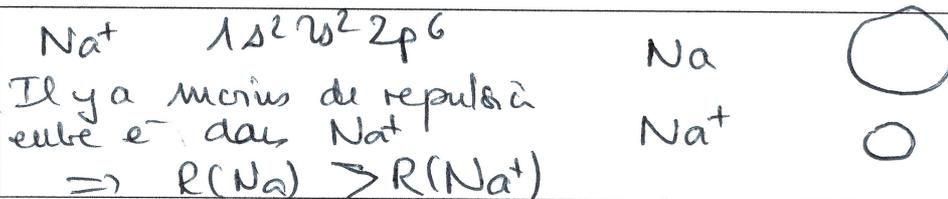
1.1- Donner la configuration électronique fondamentale du sodium en identifiant les électrons de cœur et les électrons de valence.



1.2- Représenter, en adoptant une échelle qualitativement correcte, les orbitales atomiques occupées de l'atome de sodium. Justifier leur dimension respective.



1.3- Donner la configuration électronique fondamentale de Na^+ . Comparer la taille de Na et Na^+ . Justifier votre réponse.

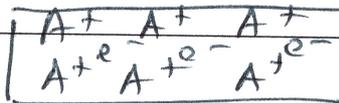


1.4- A quelle famille appartient le sodium. Donner le symbole des autres éléments appartenant à cette famille.

1pt Famille = Alcalin
 Elements : Li, Na, K, Rb

1.5- Le sodium est-il un métal ou un non métal ? On définira ce qu'est un métal. On précisera si un métal est caractérisé par une faible (inférieure à 10 eV) ou forte (supérieure à 10 eV) énergie d'ionisation.

1pt Na métal ou non métal ? Métal
 Définition d'un métal : e^- libre de se mouvoir dans un réseau de cation



Energie d'ionisation faible ou forte ?

Ei faible

1.6- Indiquez la localisation des métaux et non métaux sur le tableau périodique donné en première page. On indiquera si l'hydrogène est un métal ou un non-métal.

H est un non métal

1pt

1.7- Considérons un composé à l'état solide. Identifier les cinq différentes interactions responsables de la cohésion dans un solide. Pour chacune d'entre elles, donner un exemple de composé dont la cohésion est principalement due à ces interactions.

Interaction n°1 : COVALENT Ex DIAMANT

Interaction n°2 : IONIQUE Ex NaCl

Interaction n°3 : METALLIQUE Ex Fe

Interaction n°4 : LIAISONS HYDROGENES Ex H₂O

Interaction n°5 : INTERACTION VAN DER WAAL Ex I₂

2,5pt

1.8- Quel(s) est (sont) le(s) degré(s) d'oxydation accessible(s) pour le sodium. Donner un exemple de composé pour chacun des degrés d'oxydation accessibles. Est-ce semblable pour les autres éléments de cette famille ?

DO(Na) = 0 Métal Na

DO(Na) = +1 Na⁺Cl⁻

C'est semblable pour tous les alcalins

1.9- Tout comme le sont les niveaux d'énergie d'un système hydrogénoïde, les niveaux d'énergie électronique de l'atome de sodium sont quantifiés. Que cela signifie-t-il ?

Seuls certains niveaux d'énergie sont permis

1pt

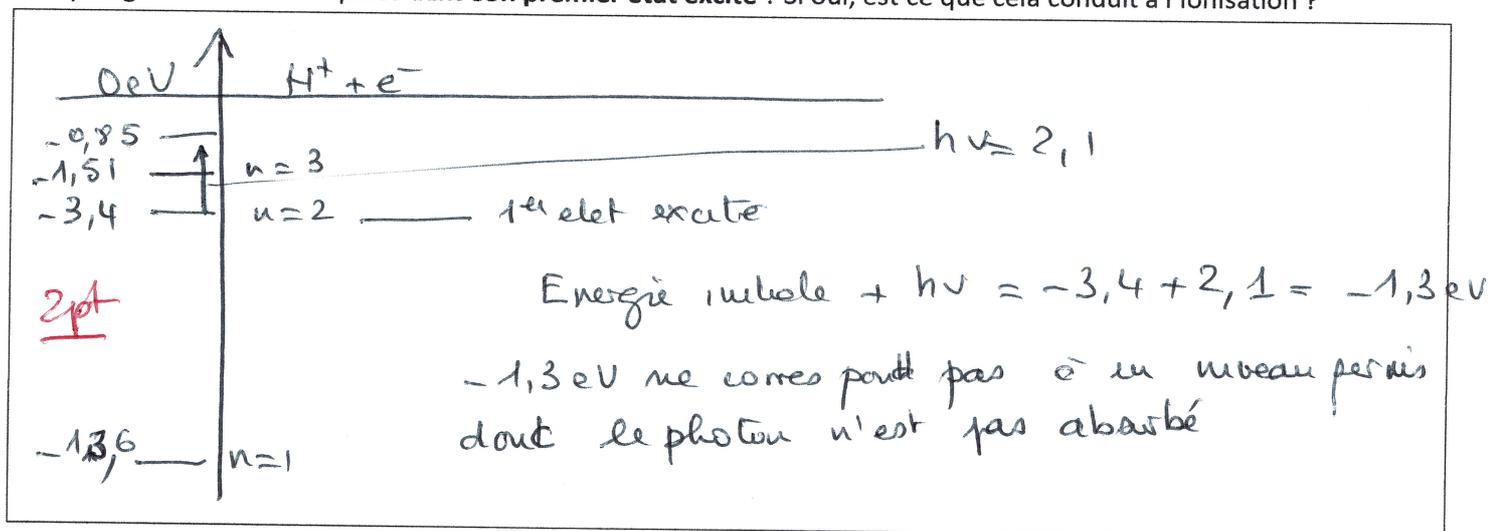
1.10- Le sodium excité peut émettre de la lumière caractérisée par une longueur d'onde égale à 589 nm. Cette transition se trouve-t-elle dans le visible ? l'ultraviolet ? l'infrarouge ? Calculer l'énergie des photons en eV ainsi émis.

- 589 nm : VISIBLE

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8}{589 \cdot 10^{-9} \times 1,602 \cdot 10^{-19}} = 2,106 \text{ eV}$$

1pt

1.11- Des photons caractérisés par une longueur d'onde égale à 589 nm peuvent-ils être absorbés par l'atome d'hydrogène initialement placé dans son premier état excité ? Si oui, est-ce que cela conduit à l'ionisation ?



2- Le chlore

2.1- Dans le tableau périodique, le nombre de masse du chlore indiqué est 35,45 uma (unités de masse atomique). Pourquoi n'est-ce pas un entier ?

1pt Car il existe plusieurs isotopes

2.2- A quelle famille appartient le chlore ? Identifier les symboles des autres éléments de cette famille. Vous indiquerez quel est l'élément de cette famille le plus électronégatif, celui qui a un rayon atomique le plus gros, celui qui a une énergie d'ionisation la plus élevée.

Quelle famille ? Halogène

Identifier les symboles des éléments de cette famille :

F, Cl, Br, I) 0,5

Quel est l'élément le plus électronégatif de cette famille?

F 0,5

Quel est celui qui a le rayon atomique le plus gros ?

I 0,5

Quel est celui qui l'énergie d'ionisation la plus élevée ?

F 0,5

2.3- A température et pression ambiantes soit Cl_2 soit I_2 se trouve à l'état gazeux tandis que l'autre est solide. Lequel est solide ? Justifier votre réponse en indiquant la nature des interactions présentes au sein de ces deux composés à l'état solide.

1pt Leur cohésion est due à des ~~liaisons~~ interactions de van der Waals qui augmentent lorsque l'on descend dans le tableau périodique donc $T_{fusion}(I_2) > T_{fusion}(Cl_2)$ donc I_2 solide / Cl_2 gaz

2.4- Dans quel intervalle peut varier le degré d'oxydation de l'atome de chlore ?

1pt Do \in [-1, +7]

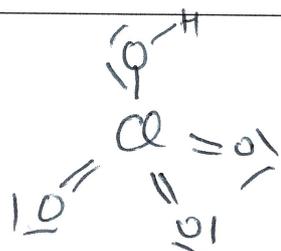
2.5- Considérons l'acide HClO_4 :

2.5.1.- HClO_4 est un acide fort : que signifie qu'un composé soit un acide fort dans l'eau ? Ecrire l'équation de HClO_4 avec l'eau.

Dissociation totale dans l'eau



2.5.2.- Donner la structure de Lewis de HClO_4 . Les liaisons Cl-O sont-elles toutes identiques ? Sinon, lesquelles seront les plus courtes ?



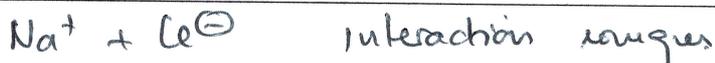
Les liaisons Cl-O pas toutes identiques
 $d(\text{Cl}=\text{O}) < d(\text{Cl}-\text{O})$

2.5.3.- HClO_4 : Calculer le degré d'oxydation du chlore dans ce composé.

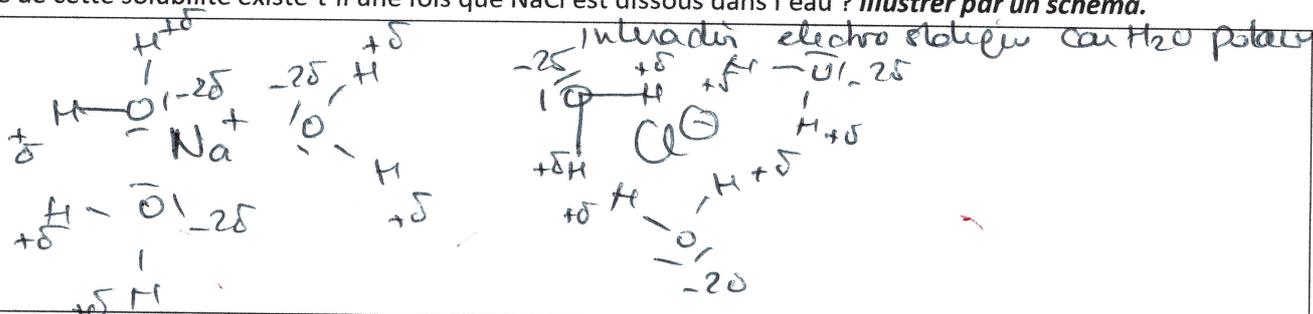
1pt
$$\begin{aligned} \text{Do}(\text{H}) &= +1 \\ \text{Do}(\text{O}) &= -2 \end{aligned} \quad \Rightarrow \quad \text{Do}(\text{Cl}) = +7$$

3- Solubilité de NaCl

3.1- Quelles sont les entités présentes dans NaCl solide ? Quelle est la nature des interactions entre ces entités au sein du solide ?



3.2- Une solution saturée en NaCl contient 357 g de NaCl par litre de solution aqueuse à 25°C. Quel type d'interaction à l'origine de cette solubilité existe-t-il une fois que NaCl est dissous dans l'eau ? Illustrer par un schéma.



3.3- Sachant qu'une solution saturée contient 357 g de NaCl par litre de solution aqueuse, calculer le nombre de moles présentes dans un litre d'une solution saturée de NaCl. Comparer ce nombre de moles au nombre de moles de molécules d'eau présentes dans un litre d'eau pure. Peut-on considérer que NaCl est très soluble dans l'eau ?

2pt
$$\begin{aligned} \text{Masse molaire de NaCl} &= 22,990 + 35,453 = 58,443 \text{ g mol}^{-1} \\ \text{concentration d'une solution saturée} &= \frac{357}{58,443} = 6,11 \text{ mol L}^{-1} \end{aligned}$$

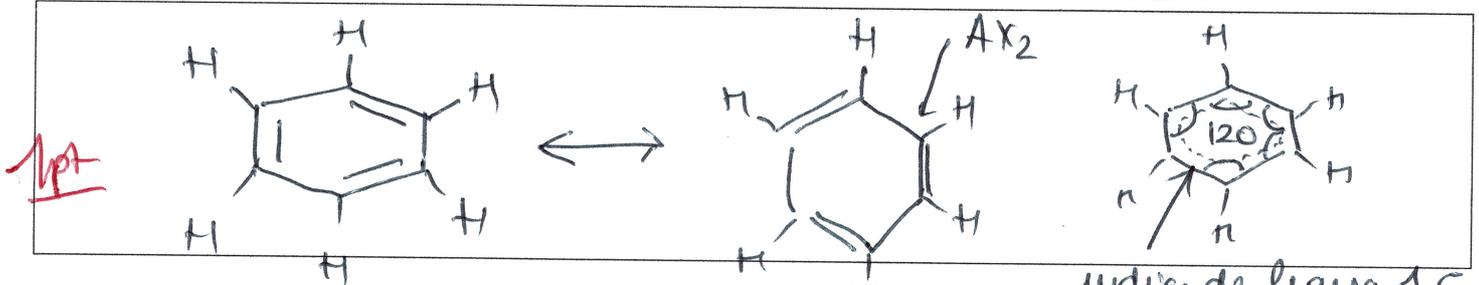
$$\underline{1,008} \text{ H} ; 0 = 15,999$$

$$M_{\text{H}_2\text{O}} = 2 \times 1,008 + 15,999 = 18,015$$

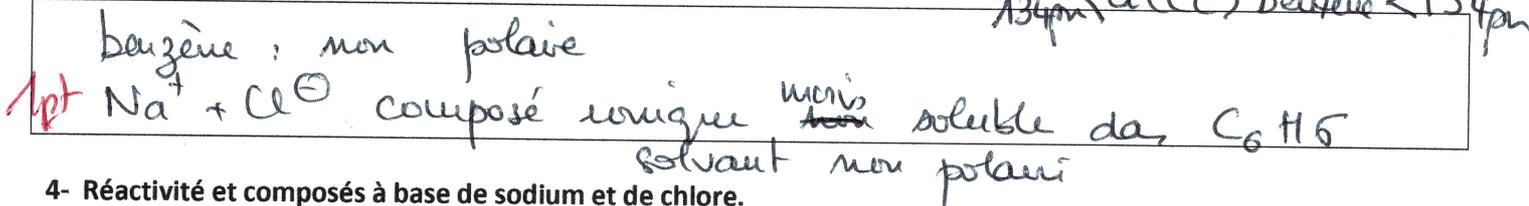
$$1 \text{ litre d'eau} \rightarrow 1000 \text{ g} \rightarrow N(\text{H}_2\text{O}) = 55,51 \text{ mol L}^{-1}$$

NaCl (s) soluble : 6 moles de NaCl pour 55 de H₂O

3.4- Nous allons maintenant nous intéresser à la solubilité de NaCl dans le benzène, C₆H₆, molécule cyclique. Représenter tout d'abord à l'aide de l'approche de Lewis cette molécule et donner sa géométrie en indiquant les valeurs des différents angles. Sachant qu'une liaison C-C simple a une longueur de 154 pm, une liaison double C-C une distance de 134 pm et une liaison triple 120 pm, où doit se situer la distance C-C dans le benzène ?



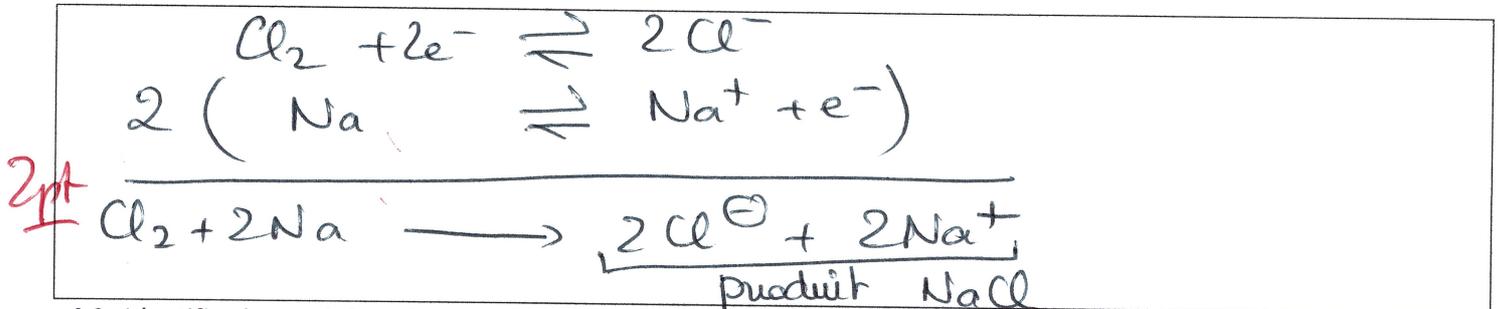
3.5- NaCl sera-t-il plus ou moins soluble dans le benzène que dans l'eau ? Pourquoi ?



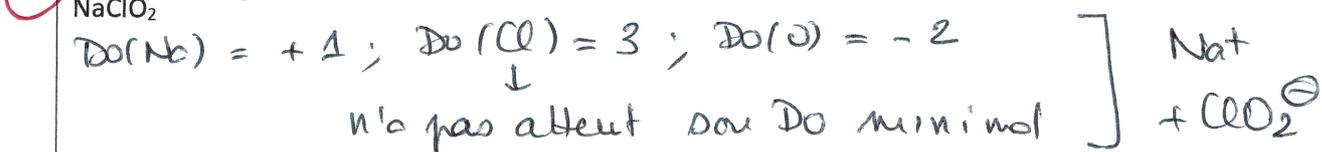
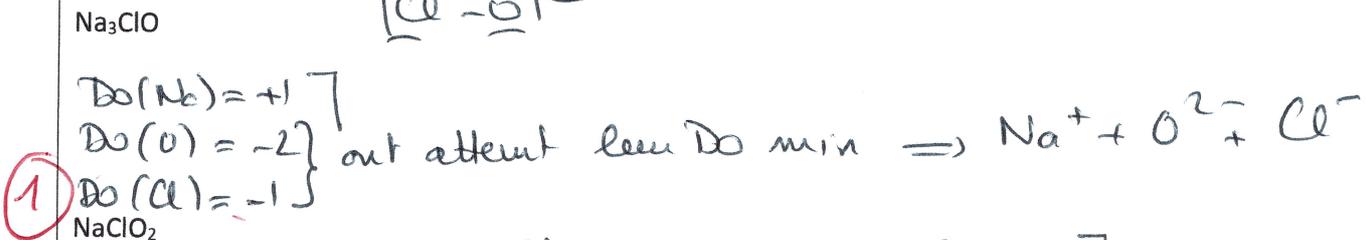
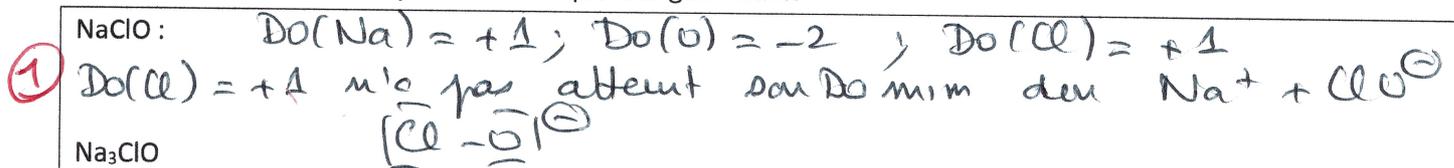
4- Réactivité et composés à base de sodium et de chlore.

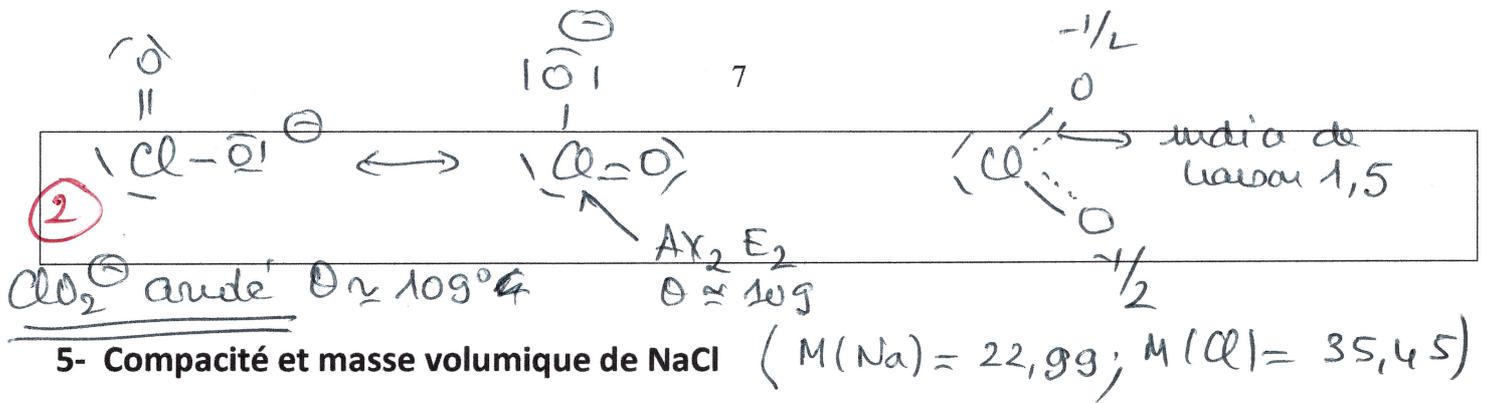
4.1- Le dichlore est un oxydant puissant (couple Cl₂/Cl⁻) tandis que Na est un réducteur puissant.

Ecrire les deux demi-équations associées et l'équation bilan entre cet oxydant et ce réducteur. Quels sont les produits résultant de cette réaction ?



4.2- Identifier les entités présentes dans NaClO, Na₃ClO et NaClO₂. Lorsqu'il y a des entités moléculaires, donner la structure de Lewis de ces systèmes ainsi que leur géométrie.





5.1- Définir ce qu'est la compacité d'un solide ? Par quelle formule est-elle donnée ? Donner son unité.

1

$$C = \frac{\text{volume occupé par les atomes dans une maille}}{\text{volume de la maille}}$$

SANS UNITÉ

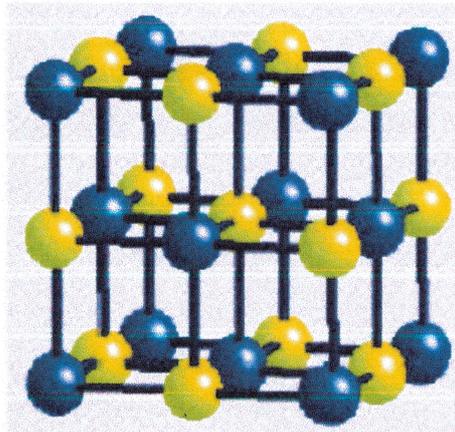
5.2- Définir ce qu'est la masse volumique d'un solide. Donner son unité dans le système international.

1

$$\text{Masse volumique} = \frac{\text{masse des atomes présent dans un volume}}{\text{volume}}$$

kg m^{-3}

5.3- La structure de NaCl solide est représentée par la maille cubique suivante. Dans cette structure les atomes sont tangents selon une arête d'un cube. On admettra que le rayon de Na^+ vaut 101 pm et celui de Cl^- vaut 181 pm.



NB : Les sphères sombres sont des anions et les sphères claires sont des cations.

5.3.1- Combien y a-t-il d'atomes de sodium dans une maille ? Même question pour les atomes de chlore.

1

$$\begin{aligned} \text{sphères sombres} &= 8 \times \frac{1}{8} + \frac{6}{2} = 4 \text{ par maille} \\ \text{sphère claires} &= \frac{12}{4} + 1 = 4 \text{ par maille} \end{aligned}$$

5.3.2- Calculer la longueur dans le système international d'un côté de la maille cubique.

$$\textcircled{1} \quad a = 2(R(\text{Na}^+) + R(\text{Cl}^-)) = 2(102 + 181) \\ = 564 \text{ pm}$$

5.3.3- Calculer la compacité de NaCl. Vérifier que la valeur obtenue peut bien correspondre à une compacité.

$$\textcircled{2} \quad C = \frac{4 \left(\frac{4}{3} \pi (R(\text{Na}^+))^3 + (R(\text{Cl}^-))^3 \right)}{a^3} = \frac{4 \frac{4}{3} \pi \left((102 \cdot 10^{-12})^3 + (181 \cdot 10^{-12})^3 \right)}{(564 \cdot 10^{-12})^3}$$

$$C = 65\%$$

5.3.4- Calculer la masse volumique dans le système international de NaCl. Vérifier que l'ordre de grandeur obtenu est satisfaisant. Convertir cette masse volumique en g cm^{-3} .

$$\textcircled{2} \quad M_v \text{ (SI)} = \frac{4 \text{ Masse molaire (NaCl)}}{a^3} = \frac{4 \times 58,443 \cdot 10^{-3}}{6,023 \cdot 10^{23} (564 \cdot 10^{-12})^3}$$

$$= \frac{4 \times 58,443}{6,023 \cdot 10^{23}} \cdot \frac{10^{-22+36-3}}{40^{10}}$$

$$= 2,163 \cdot \text{kg m}^{-3}$$

$$\Rightarrow M_v = 2,163 \text{ g cm}^{-3}$$

$$1 \text{ kg m}^{-3} = 10^{-3} \text{ g cm}^{-3}$$