



UNIVERSITE DE MONTPELLIER
FACULTE DES SCIENCES



Session : 1, Durée : 2 heures, Date 08-01-19, Licence 1^{ère} année, Code de l'UE : L1- HLCH101

Matériels et documents autorisés : aucun (téléphone portable et objets connectés interdits) excepté les calculatrices non programmables, non graphiques et à mémoire volatile.

Données à lire absolument avant de commencer à répondre aux questions.
Toute réponse doit être justifiée. La qualité de la rédaction sera prise en compte

- Données numériques :** $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ J.s ; $c = 3,00 \cdot 10^8$ m.s⁻¹ ; $1,000$ eV = $1,602 \cdot 10^{-19}$ J, $N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$ mol⁻¹, 1 pm = 10^{-12} m.
- Lorsqu'une géométrie d'un système chimique est demandée**, il est demandé d'appliquer la méthode VSEPR également appelée méthode de Gillespie. Il faut indiquer la formulation AX_mE_n et dessiner la molécule en indiquant les valeurs approximatives des angles.
- Lorsqu'une structure de Lewis est demandée**, vous devez indiquer **tous** les doublets électroniques. Lorsque le système est décrit par plusieurs structures de Lewis limites (également appelées structures mésomères), vous devez **toutes** les représenter ainsi que la structure moyenne (également appelée structure hybride de résonance) décrivant le système. Les charges formelles portées par les atomes doivent être indiquées sur les structures de Lewis ainsi que les charges moyennes sur les structures de Lewis moyennes.
- Premières lignes du tableau périodique :**

Tableau périodique des éléments

1 IA	1 H Hydrogène	2 IIA	3 IIIA	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8 VIIIB	9 VIIIB	10 VIIIB	11 IB	12 IIB	13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIIIA
2	3 Li Lithium	4 Be Béryllium											5 B Bore	6 C Carbone	7 N Azote	8 O Oxygène	9 F Fluor	10 Ne Neon
3	11 Na Sodium	12 Mg Magnésium											13 Al Aluminium	14 Si Silicium	15 P Phosphore	16 S Soufre	17 Cl Chlore	18 Ar Argon
4	19 K Potassium	20 Ca Calcium	21 Sc Scandium	22 Ti Titane	23 V Vanadium	24 Cr Chrome	25 Mn Manganèse	26 Fe Fer	27 Co Cobalt	28 Ni Nickel	29 Cu Cuivre	30 Zn Zinc	31 Ga Gallium	32 Ge Germanium	33 As Arsenic	34 Se Sélénium	35 Br Brome	36 Kr Krypton
5	37 Rb Rubidium	38 Sr Strontium	39 Y Yttrium	40 Zr Zirconium	41 Nb Niobium	42 Mo Molybdène	43 Tc Technétium	44 Ru Ruthénium	45 Rh Rhodium	46 Pd Palladium	47 Ag Argent	48 Cd Cadmium	49 In Indium	50 Sn Étain	51 Sb Antimoine	52 Te Tellure	53 I Iode	54 Xe Xénon

Si : son nom en français est le silicium, silicon est son nom en anglais.

Electronégativité des atomes

H 2.1																		He 2.0
Li 1.0	Be 1.5												B 1.9	C 2.5	N 3.0	O 3.5	F 4.0	Ne 2.0
Na 0.9	Mg 1.2												Al 1.5	Si 1.8	P 2.1	S 2.5	Cl 3.0	Ar 2.0
K 0.8	Ca 1.0	Sc 1.3	Ti 1.5	V 1.6	Cr 1.6	Mn 1.5	Fe 1.8	Co 1.8	Ni 1.8	Cu 1.9	Zn 1.5	Ga 1.6	Ge 1.8	As 2.0	Se 2.4	Br 2.8	Kr 2.0	
Rb 0.8	Sr 1.0	Y 1.2	Zr 1.4	Nb 1.6	Mo 1.8	Tc 1.9	Ru 2.2	Rh 2.2	Pd 2.2	Ag 1.7	Cd 1.4	In 1.7	Sn 1.8	Sb 1.9	Te 2.1	I 2.5	Xe 2.0	
Cs 0.7	Ba 0.9	Ln 1.1-1.2	Hf 1.3	Ta 1.5	W 1.7	Re 1.9	Os 2.2	Ir 2.2	Pt 2.2	Au 2.4	Hg 1.9	Tl 1.8	Pb 1.8	Bi 1.8	Po 2.0	At 2.2	Rn 2.0	
Fr 0.7	Ra 0.9	Ac 1.1	Th 1.3	Pa 1.5	U 1.7	Np-Lr 1.3												

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

Masse molaire de Na = 22,990 g mol⁻¹, Masse molaire de Cl = 35,453 g mol⁻¹
Masse molaire de H = 1,008 g mol⁻¹, Masse molaire de O = 15,999 g mol⁻¹

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

- 1- Le sodium (7 points)
- 2- Le chlore (4 points)
- 3- Solubilité de NaCl (2,5 points)
- 4- Réactivité de Na et Cl, composés comportant Na et Cl (2,5 points)
- 5- Compacité et masse volumique de NaCl à l'état solide (4 points)

1- Le sodium

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.

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.

Na métal ou non métal ?

Définition d'un métal :

Energie d'ionisation faible ou forte ?

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.

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 :

Interaction n°2 :

Interaction n°3 :

Interaction n°4 :

Interaction n°5 :

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 ?

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 ?

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.

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 35,453 uma (unités de masse atomique). Pourquoi n'est-ce pas un entier ?

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 ?

Identifier les symboles des éléments de cette famille :

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

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

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

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.

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

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.

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 ?

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

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 ?

3.4- Nous allons maintenant nous intéresser à la solubilité de NaCl dans le benzène, C_6H_6 , 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 Cl_2/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 , Na_3ClO et NaClO_2 . Lorsqu'il y a des entités moléculaires, donner la structure de Lewis de ces systèmes ainsi que leur géométrie.

NaClO :

Na_3ClO

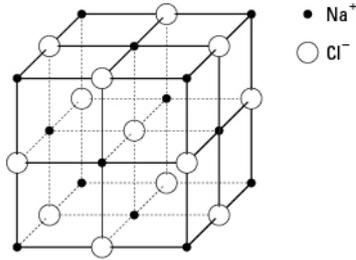
NaClO_2

5- Compacité et masse volumique de NaCl

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

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

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.



5.3.1- Combien y a-t-il d'ion(s) Na^+ dans une maille ? Même question pour les ions Cl^- .

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

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

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} .