

Module CHIM101A : Structure et propriétés des atomes examen seconde session (durée : 1H30)

1 – L'oxyde de lanthane intervient dans les produits fluorescents dont sont recouverts les écrans de télévision. Un échantillon de 8,29g de cet oxyde contient 7,08g de lanthane ($_{57}\text{La}$) et 1,21g d'oxygène.

- a) Calculer les pourcentages molaires de lanthane et d'oxygène dans l'oxyde de lanthane.

$$\% \text{La} = \frac{7,08/138,91}{7,08/138,91 + 1,21/16,00} = 40\% \quad \% \text{O} = 60\%$$

- b) Quelle est la formule chimique de ce composé ? La_2O_3

- c) Quels sont les nombres d'oxydation de La et O dans l'oxyde de lanthane ? $\text{La}^{+III} \quad \text{O}^{-II}$

- d) Donner la configuration électronique complète puis réduite des ions dans l'oxyde de lanthane.



Données : masse molaire O : 16,00 La : 138,91

2 – Compléter le tableau suivant :

symbole chimique	numéro atomique	nombre de neutrons	nombre de masse
?	11		23
$^{139}_{57}\text{La}$			
$^?_{?}\text{Ar}$		22	
$_{21}\text{Sc}$			

symbole chimique	numéro atomique	nombre de neutrons	nombre de masse
$^{23}_{11}\text{Na}$	11	12	23
$^{139}_{57}\text{La}$	57	82	139
$^{40}_{18}\text{Ar}$	18	22	40
$_{21}\text{Sc}$	21	24	45

donnée : Le scandium (Sc) possède un seul isotope ; sa masse atomique est de 44,956 u.m.a. Un tableau périodique est fourni page 4

3 – On donne les potentiels de première et deuxième ionisation du sodium : $\text{IE1} = 500 \text{ kJ/mol}$ $\text{IE2} = 4560 \text{ kJ/mol}$

- a) Redonner les définitions des deux potentiels d'ionisation.

IE1 : énergie minimale qu'il faut fournir à un atome gazeux pour arracher l'électron : $\text{X}(\text{g}) \rightarrow \text{X}^+(\text{g}) + \text{e}^-$

IE2 : énergie minimale qu'il faut fournir à X^+ pour former X^{2+} : $\text{X}^+(\text{g}) \rightarrow \text{X}^{2+}(\text{g}) + \text{e}^-$

- b) A quelle famille d'éléments le sodium appartient-il ? famille des alcalins

- c) Pourquoi observe-t-on une énergie de deuxième ionisation IE2 beaucoup plus élevée que IE1 ?

Na^+ a une structure électronique de gaz rare(Ne) qui est très stable ;
il est donc très difficile de lui arracher un électron

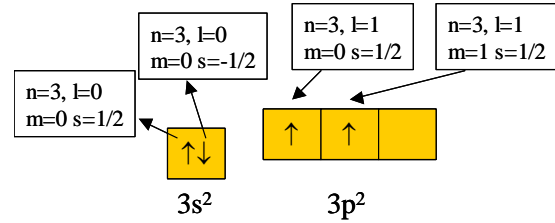
- d) Le potentiel de première ionisation du potassium est-il grand ou plus petit que celui de Na ? Justifier.

Le potentiel d'ionisation diminue avec Z dans une famille car le rayon des atomes augmente et la charge effective reste à peu près constante : $\text{IE1}(\text{K}) < \text{IE1}(\text{Na})$

4 – Donner les nombres quantiques associés aux électrons de valence du silicium (Si) et du manganèse (Mn) .

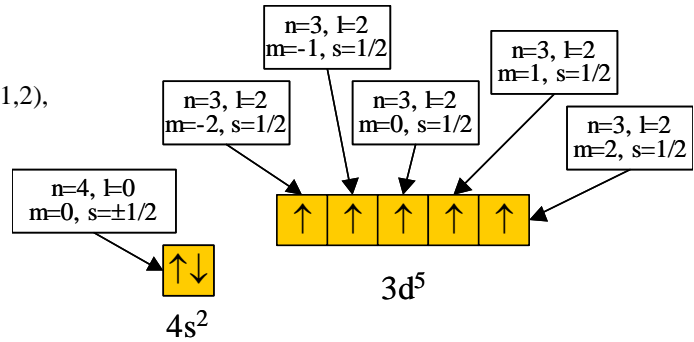
Si : [Ne] 3s² 3p² 4 électrons de valence

électrons 3p sont dans 2 orbitales avec m différents (-1,0,1), avec des spins de même signe.
électrons 3s dans la même orbitale avec des spins de signe opposé



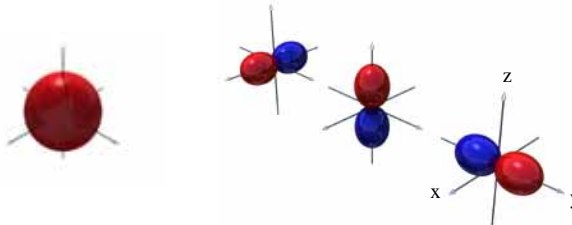
Mn : [Ar] 4s² 3d⁵

électrons 3d dans 5 orbitales avec m différents (-2,-1,0,1,2), avec des spins de même signe.
électrons 4s dans la même orbitale avec des spins de signe opposé



Représenter les orbitales atomiques occupées par les électrons de valence de Si.

1 orbitale s (sphérique)
3 orbitales p_x, p_y, p_z



5 – La densité du cuivre est de 8,9, sa masse molaire est de 63,546g et son rayon atomique d'environ 1,2Å. Combien a-t-on d'atomes de cuivre dans :

- 22,4 g de cuivre

$$n_{Cu} = \frac{22,4}{63,546} \times 6,023 \cdot 10^{23} = 2,12 \cdot 10^{23} \text{ atomes}$$

- 10 cm³ de cuivre

$$\text{densité} = \frac{m}{v} \text{ g/cm}^3 ; n_{Cu} = \frac{8,9 \times 10}{63,546} \times 6,023 \cdot 10^{23} = 8,44 \cdot 10^{23} \text{ atomes}$$

6 – En solution aqueuse, l'acide sulfureux donne des ions : sulfite sulfate sulfure sulfureux
Cocher la case correspondant à la bonne réponse.

sulfite sulfate sulfure sulfureux

7 – Donner la formule chimique ou le nom des composés suivants :

acide phosphorique H₃^{+I}P^{+V}O^{-II}₄..... Na₂O₂ peroxyde de sodium... Na^{+I}₂O^{-I}₂
fluorure de zinc Zn^{+II}F^{-I}₂... Fe(OH)₃ hydroxyde de fer III... Fe^{+III}(O^{-II}H^{+I})₃.....
sulfure d'aluminium Al^{+III}₂S^{-II}₃..... Ca(NO₃)₂ nitrate de calcium Ca^{+II}(N^{+V}O^{-II})₃₂

On précisera le nombre d'oxydation des éléments dans tous ces composés.

8 – Classer par ordre croissant les rayons des espèces chimiques suivantes : Ar, Cl⁻, Ca²⁺, Al³⁺

... Al³⁺..... < ... Ca²⁺..... < ...Ar.....< ... Cl⁻.....

Justifier la réponse.

Ar, Cl⁻, Ca²⁺ sont isoélectroniques; comme Z(Cl) < Z(Ar) < Z(Ca) on a pour les rayons : Ca²⁺ < Ar < Cl⁻
Al³⁺ est isoélectronique de Mg²⁺; Z(Al) > Z(Mg) : Al³⁺ < Mg²⁺
Mg²⁺ et Ca²⁺ appartiennent à la même famille ; le rayon augmente avec Z : Al³⁺ < Mg²⁺ < Ca²⁺

9 - Hachurer sur la classification périodique fournie la famille des chalcogènes, les métaux de transition 4d et faire apparaître la limite entre métaux et non métaux.

H 2.1	chalcogènes																He
Li 1.0	Be 1.5	métaux 4d										B 1.9	C 2.5	N 3.0	O 3.5	F 4.0	Ne
Na 0.9	Mg 1.2											Al 1.5	Si 1.8	P 2.1	S 2.5	Cl 3.0	Ar
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
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 1.0	Sb 1.9	Te 2.1	I 2.5	Xe
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
Fr 0.7	Ra 0.9	Ac 1.1	Th 1.3	Pa 1.5	U 1.7	Np-Lr 1.3											

Les métaux donnent majoritairement des oxydes présentant des propriétés:

- acide basique amphotère neutre

Cocher la case correspondant à la bonne réponse.

- acide basique amphotère neutre

Illustrer cette propriété en donnant un exemple de réaction entre un oxyde métallique et l'eau.

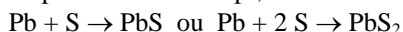


10 – Quels sont les degrés d'oxydation stables du soufre ?

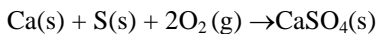


On fait réagir du soufre avec du plomb. Quel(s) composé(s) obtient-on ? le soufre est-il oxydé ou réduit lors de la réaction? Quelle grandeur permet de l'affirmer ?

Le soufre est plus électronégatif que le plomb. Le soufre est donc réduit par le plomb en sulfure S^{-II} la terminaison électronique du plomb étant $6s^2 6p^2$, on obtient des sulfure de plomb II ou IV



11 – Ecrire la réaction de formation du sulfate de sodium à 25°C, à partir des corps purs simples le constituant. On précisera l'état physique des réactifs.



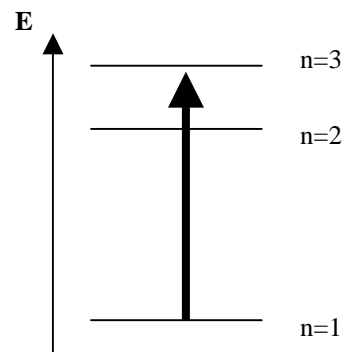
12 – Indiquer sur un schéma représentant les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène, l'absorption d'un photon entre l'état fondamental et le niveau n=3. Calculer la longueur d'onde de la lumière émise. On rappelle que l'énergie est donnée par : $E = -13,6 \left(\frac{1}{n}\right)^2$ eV

niveau fondamental : n = 1

$\Delta E = -13,6 \left[\left(\frac{1}{1}\right)^2 - \left(\frac{1}{3}\right)^2 \right]$ eV = 12,1eV $\Delta E = 1,93 \times 10^{-18} J$

$\Delta E = \frac{h.c}{\lambda} = \frac{6.62 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^8}{\lambda(m)}$

$\lambda = 1,03 \times 10^{-7} m = 103 nm$



La lumière émise correspond-elle à un photon : UV visible IR ?

Cocher la case correspondant à la bonne réponse.

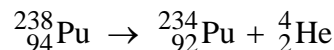
UV visible IR

données : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

13 - Radioactivité.

En 1989, le satellite GALILEO a commencé son voyage vers Jupiter, qu'il a finalement atteint le 7 décembre 1995. Jupiter étant trop éloigné du soleil, l'énergie solaire ne peut être utilisée pour alimenter les instruments scientifiques. A la place, le satellite utilise l'énergie produite par la désintégration du plutonium $^{238}_{94}\text{Pu}$, qui est transformé en électricité.

- a) ^{238}Pu se désintègre en Uranium (U) en émettant des particules α . Ecrire l'équation nucléaire correspondante.



- b) La période du ^{238}Pu est $T = 86,6$ années. Le satellite GALILEO a décollé avec 19 kg de ^{238}Pu , quelle est la masse de ^{238}Pu restant après les 7 années nécessaires pour atteindre Jupiter ?

$$m = m(0) \exp\left(-\frac{\ln(2)}{T} t\right) = 19 \exp\left(-\frac{\ln(2)}{86,6} \times 7\right) = 17,96 \text{ kg}$$

Rappel :

$N(t) = N(0) \cdot e^{-\lambda t}$ avec N , le nombre de noyaux radioactifs au temps t et λ la constante radioactive

T est la période ou 1/2 vie

à $t = T$, $N(t=T) = N(0)/2$