PC* 2021/2022
Bellevue

TD 1- Révisions atomistique et modèle quantique de l'atome

Préliminaires – travail personnel : révisions du cours de 1ère année et exercices corrigés

PrépaBellevue / PC/ Chimie / Révisions PC 1ère année / Atomistique-Classification périodique*

***<u>Exercice 1</u> : Quelques questions posées aux épreuves écrites des concours* -Session 2020**

▪***(CCINP , PC)*** Ecrire la configuration électronique du bore dans son état fondamental . Préciser les nombres quantiques des orbitales atomiques de valence du bore .
Numéro atomique du bore : 5

▪ ***(CCINP , PSI)*** A quelle période et quelle colonne appartiennent les éléments : ${}^{23}_{11}Na$ *et* ${}^{35,5}_{17}Cl$?
Préciser la configuration électronique du chlore dans son état fondamental.
A quelle famille ou groupe appartient le sodium ? le chlore ? Citer deux autres éléments appartenant à la même famille que le chlore .

▪ ***(Mines Ponts PC)*** Le cobalt est l'élément atomique de numéro atomique 27 .
Déterminer la configuration électronique des ions Co^{2+} et Co^{3+} .

▪ ***(X)*** Donner la structure électronique de l'ion platine (II) en la justifiant à partir de celle de l'atome . Numéro atomique du platine : 78

▪ ***(ENS BCPST)***. Décrire la composition de l'atome d'aluminium ${}^{27}_{13}Al$ en termes de protons , neutrons et électrons .
En justifiant la réponse par le nom des règles utilisées , donner la configuration électronique de l'élément aluminium dans son état fondamental . En déduire le degré d'oxydation maximal que cet élément peut raisonnablement atteindre .

- Session 2021

▪ ***(CCINP , PC)***

L'or est un élément chimique de symbole Au ayant pour configuration électronique [Xe] $4f^{14}\ 5d^{10}\ 6s^{1}$ et pour masse molaire atomique 197,0 $gmol^{-1}$. Il s'agit d'un métal très dense présentant un éclat jaune caractéristique, particulièrement ductile et facile à travailler. Sa structure cristallographique à l'état solide est une structure cubique faces centrées. Le rayon métallique de l'or est de 144 pm. On le trouve généralement aux nombres d'oxydation + I et + III sous forme complexée par des ligands tels que les ions chlorures Cl^- ou les ions cyanures CN^-.

Q26. Déterminer le numéro atomique de l'or ainsi que sa position dans la classification périodique (période et colonne). Justifier les réponses.
Q27. Indiquer si la configuration électronique de l'or respecte les règles de remplissage électronique et préciser quel nombre d'oxydation de l'or est particulièrement stable. Justifier les réponses.
[Q28. Justifier, à l'aide d'un raisonnement quantitatif, que l'or est un métal " très dense ".]

▪ (***MPonts , PSI***) Le strontium (symbole chimique Sr) est l'élément situé à la $5^{ème}$ ligne et $2^{ème}$ colonne de la classification périodique des éléments .

1.Quelle est la configuration électronique à l'état fondamental de l'atome de strontium ? Quelle est la configuration électronique attendue pour l'élément situé juste au dessus du strontium dans la classification périodique ? pourquoi le strontium peut il se substituer au calcium dans les os ?

2.Le strontium est généralement présent sous forme d'ions Sr^{2+} . Expliquer .

Le strontium 90 (^{90}Sr) est un isotope du strontium qui se transforme en yttrium(symbole chimique Y) par désintégration β^- (réaction d'ordre 1) avec une demi vie de 30 ans . C'est un produit de fission nucléaire que l'on trouve dans les retombées radioactives et qui présente de sérieux problèmes de santé du fait de son absorption par l'organisme où il se substitue au calcium des os , ce qui empêche son assimilation . La catastrophe nucléaire de Tchernobyl en 1986 a contaminé de très vastes zones au ^{90} Sr : environ 8000 TBq de ^{90}Sr ont été rejetés dans l'atmosphère
1 Bq correspond à une désintégration par seconde

3.Ecrire l'équation de désintégration associée .
4.A combien peut on estimer le temps d'activité dû à cet accident en 2016 ?
5.Au bout de combien de temps l'activité sera-t-elle égale à celle du corps humain , c'est-à-dire 8000 Bq ?

Exercice 2 : Modèle de Slater

Dans le cadre du modèle de Slater , l'énergie d'une orbitale atomique , associée aux nombres quantiques n l, m s'exprime alors selon :

$$E = -13,6\frac{Z^{*2}}{n^{*2}} \quad eV$$

n^* désigne le nombre quantique principal effectif , les valeurs sont données ci-dessous :

n	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
n^*	**1**	**2**	**3**	**3,7**	**4**	**4,2**

Z^* désigne la charge effective. Pour un électron i donné , la charge effective Z_i^* se calcule selon

$Z_i^* = Z - \sigma_i$ avec $\sigma_i = \Sigma \sigma_{ij}$; σ_{ij} représentant l'effet d'écran (ou contribution) exercé par l'électron j sur l'électron i.

Les valeurs de σ_{ij} proposées par Slater sont réunies dans le tableau suivant :

Groupe de l'électron Recevant l'écran (nbre quant. n)	Contribution des autres électrons						
	nbre quant. n-2 , n-3	nbre quant. n-1	Autres électrons de nombre quantique n				nbre quant. > n
			1s	**s et p**	**d**	**f**	
1s			0,3				**0**
s et p	**1**	**0,85**		**0,35**	**0**	**0**	**0**
d	**1**	**1**		**1**	**0,35**	**0**	**0**
f	**1**	**1**		**1**	**1**	**0,35**	**0**

1. Ce modèle est –il en total accord avec les résultats du modèle quantique ?

2. Pour le calcium Z = 20 , déterminer l'énergie des électrons de valence .

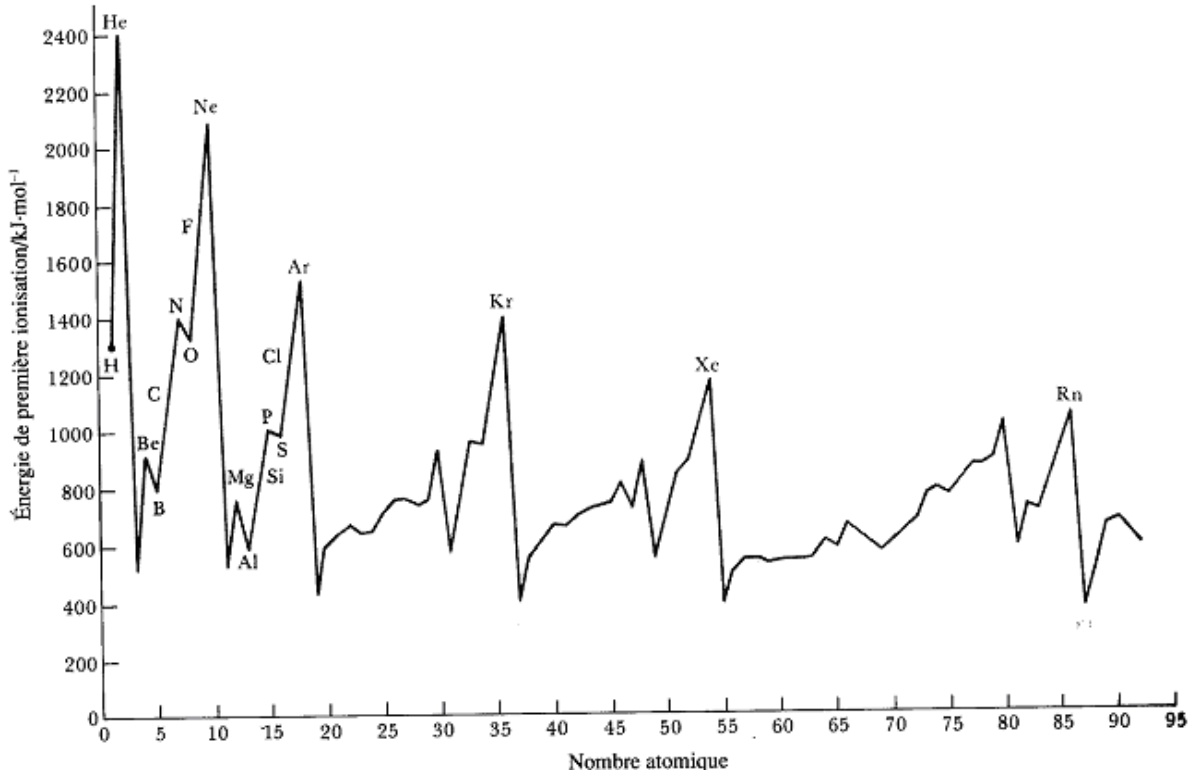
3. Evaluer l'énergie orbitalaire du chrome selon que sa configuration électronique suit la règle de Klechkowski (état A) ou qu'elle corresponde à un maximum d'électrons à spin parallèle pour la couche de valence (état B).

Discuter la validité du modèle de Slater compte tenu de la structure électronique réelle de l'atome de chrome et de la différence relative des énergies des états A et B.

Exercice 3 : Energie de 1ère ionisation

L'énergie de première ionisation d'une espèce A est l'énergie minimale qu'il faut fournir pour lui extraire un électron en phase gazeuse . Elle s'identifie à la variation d'énergie lors de la transformation modélisée par la réaction d'équation :

$$A_{(g)} \rightarrow A^{+}_{(g)} + e$$

1.Evaluer l'énergie de 1ère ionisation de l'argent dans le cadre du modèle de Slater . Comparer la valeur calculée à la valeur expérimentale : 738kJmol^{-1}.

2.Le graphe ci-dessous représente l'évolution de l'énergie de première ionisation en fonction du numéro atomique . Commentez ce graphe .