

### Exercice XIV-4 : Etude du potassium

1. Quelle est la configuration électronique du potassium dans l'état fondamental ? Indiquer la place du potassium (K, Z=19) dans la classification périodique. Donner le nom d'un autre élément de la même colonne.
2. On rappelle les règles de Slater, permettant d'estimer l'énergie orbitale associée aux nombres quantiques n et l par :

$$\epsilon(n, l) = -13,6 \cdot \left( \frac{Z^* (n, l)}{n^*} \right)^2 \text{ en eV (1 eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J)}$$

La charge effective  $Z^*$  est obtenue par la formule :  $Z^* = Z - s$  où  $Z$  est le nombre réel de protons et  $s$  est la constante d'écran obtenue grâce au tableau 1 ci-dessous.

Le nombre quantique apparent  $n^*$  est obtenu à partir du nombre quantique principal  $n$  grâce au tableau 2.

**Tableau 1 :** effet d'écran exercé sur l'électron  $i$  de la couche  $\alpha$  par l'électron  $j$  de la couche  $\beta$ , selon les sous-couches respectives où se situent ces deux électrons

écran de $j$ sur $i$	$j$ : couche $\beta \leq \alpha - 2$	$j$ : couche $\beta = \alpha - 1$	$j$ : couche $\beta = \alpha$ s et p	$j$ : couche $\beta \leq \alpha$ d	$j$ : couche $\beta > \alpha$
$i$ : s et p	1,00	0,85	0,35	0	0
$i$ : d	1,00	1,00	1,00	0,35	0

**Tableau 2 :** nombre quantique apparent en fonction du nombre quantique principal

n	1	2	3	4	5	6
$n^*$	1,0	2,0	3,0	3,7	4,0	4,2

Montrer que, dans le cas particulier du potassium, l'énergie d'ionisation est égale à  $-\epsilon(4,0)$

Evaluer l'énergie d'ionisation pour le potassium. La valeur expérimentale est 4,34 eV.

Commenter.

3. Le potassium cristallise dans le réseau cubique centré : décrire ce système.

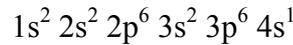
Calculer la masse volumique et la compacité du potassium solide.

**Données :**

- $\sqrt{3} = 1,7$  ;
- masse atomique du potassium :  $39 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  ;
- paramètre de maille du potassium :  $a=532 \text{ pm}$  ;
- Constante d'Avogadro :  $N \approx 6,0 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

### Correction

- 1- La configuration électronique du potassium K est dans l'état fondamental :

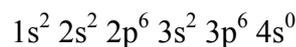


- 2- L'énergie d'ionisation est par définition l'énergie ou potentiel d'ionisation qui est l'énergie nécessaire à fournir à un atome dans l'état gazeux pour lui arracher un électron, lui-même supposé être dans l'état gazeux. La température est de 0 K, l'énergie cinétique de l'électron éjecté est ainsi nulle :



L'énergie d'ionisation est en général une grandeur positive. Elle est égale à la différence d'énergie électronique entre  $K_{(g)}^+$  et K à l'état fondamental.

L'ion  $K_{(g)}^+$  a pour configuration électronique dans l'état fondamental :



Les électrons de cœur du potassium et de  $K_{(g)}^+$  ont même énergie. On en déduit donc :

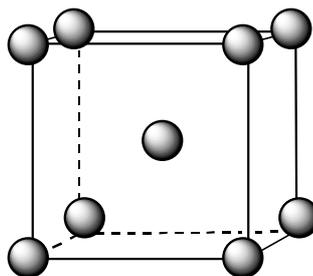
$$E.I. = -\epsilon(4,0)$$

$$\text{avec } \epsilon(4,0) = -13,6 \times \left[ \frac{(19 - 8 \times 0,85 - 8 \times 1 - 2 \times 1)}{3,7} \right]^2$$

$$\epsilon(4,0) = -13,6 \times \left[ \frac{2,2}{3,7} \right]^2 \approx -4,9 \text{ eV}$$

La précision est de 13%. Le modèle de Slater donne une bonne approximation de l'énergie d'ionisation. La différence es due au fait que le modèle ne tient pas compte du réarrangement des électrons qui s'opère lors de l'ionisation.

- 3- Le réseau cubique centré est :



Le nombre d'atomes appartenant en propre à la maille est :

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

La compacité C est :

$$C = \frac{2 \times \frac{4}{3} \times \pi \times R_K^3}{a^3} = 0,68$$

car  $a\sqrt{3} = 4 \times R_K$ , la tangence entre atome étant sur la diagonale du cube

La masse volumique est :

$$\rho = \frac{2 \times M_M}{N_a \times a^3} = \frac{2 \times 39 \cdot 10^{-3}}{6 \cdot 10^{23} \times (532 \cdot 10^{-12})^3} = 870 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$