# Corrigé de la série spéciale de TD

## Exercice 1 (Exercice 1 de la série 1)

1. Signification de A, Z et q :
   A : nombre de masse, c'est le nombre de nucléons (protons et neutrons) dans le noyau.
   Z : numéro atomique ou nombre de charge, c'est le nombre de protons dans le noyau, il est égale au nombre d'électrons dans l'atome.
   q : la charge, c'est le nombre d'électrons reçus ou perdus par l'atome.
2. Composition des structures :

| | ${}^{12}_{6}C$ | ${}^{14}_{6}C$ | ${}^{16}_{8}O$ | ${}^{16}_{8}O^{2-}$ | ${}^{22}_{13}Al^{3+}$ | ${}^{32}_{16}S^{2-}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Protons (Z) | 6 | 6 | 8 | 8 | 13 | 16 |
| Neutrons (N=A-Z) | 6 | 8 | 8 | 8 | 9 | 16 |
| Electrons (Z-q) | 6 | 6 | 8 | 10 | 10 | 18 |

| | ${}^{35}_{17}Cl^{-}$ | ${}^{40}_{20}Ca^{2+}$ | ${}^{56}_{26}Fe^{3+}$ | ${}^{56}_{26}Fe^{2+}$ | ${}^{59}_{27}Co$ | ${}^{59}_{28}Ni$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Protons (Z) | 17 | 20 | 26 | 26 | 27 | 28 |
| Neutrons (N=A-Z) | 18 | 20 | 30 | 30 | 32 | 31 |
| Electrons (Z-q) | 18 | 18 | 23 | 24 | 27 | 28 |

## Exercice 2 (Exercice 2 de la série 1)

1. On pose $x_i$ l'abondance de l'isotope "$i$" dans le mélange, avec $\sum x_i = 100$.

   La masse atomique moyenne du néon naturel : $M = \frac{\sum x_i M_i}{100}$

   $M = \frac{90{,}92 \times 19{,}9924 + 0{,}26 \times 20{,}9939 + 8{,}82 \times 21{,}9914}{100} = 20{,}1713\ uma.$

2. (a) Energie de liaison du noyau : $E_l = \Delta m \cdot c^2$
   avec $\Delta m = (Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n) - m({}^{A}_{Z}X)$

   – Pour le noyau ${}^{57}_{26}Fe$
   $\Delta m = 0{,}5371\ uma$
   $E_l = 0{,}5371 \times 1{,}66 \cdot 10^{-27} \times (3 \cdot 10^8)^2 = 8{,}0242 \cdot 10^{-11}\ J \cdot noyau^{-1}$
   $E_l = \frac{8{,}0242 \cdot 10^{-11}}{1{,}6 \cdot 10^{-13}} = 501{,}517\ MeV \cdot noyau^{-1}$

   – Pour le noyau ${}^{235}_{92}U$
   $\Delta m = 1{,}3178\ uma$
   $E_l = 1{,}3178 \times 1{,}66 \cdot 10^{-27} \times (3 \cdot 10^8)^2 = 19{,}6879 \cdot 10^{-11}\ J \cdot noyau^{-1}$
   $E_l = \frac{19{,}6879 \cdot 10^{-11}}{1{,}6 \cdot 10^{-13}} = 1230{,}49\ MeV \cdot noyau^{-1}$

(b) Le noyau le plus stable est celui qui a une énergie de liaison par nucléon plus grande.

$\frac{E_l}{A}({}^{57}_{26}Fe) = \frac{501,517}{57} = 8,798\ MeV \cdot \text{nucléon}^{-1}$

$\frac{E_l}{A}({}^{235}_{92}U) = \frac{1230,49}{235} = 5,236\ MeV \cdot \text{nucléon}^{-1}$

Le noyau ${}^{57}_{26}Fe$ est plus stable que le noyau ${}^{235}_{92}U$.

# Exercice 3 (Exercice 1 de la série 2)

1. L'ion ${}^{9}_{4}Be^{3+}$ est qualifie d'hyrogénoide car c'est un ion qui ne possède qu'un seul électron. Il a une structure électronique semblable à celle de l'atome d'hydrogène.
2. La relation entre la longueur d'onde du spectre d'un hydrogénoide et les niveaux d'énergies $n$ et $m$

$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = Z^2 \cdot R_H \left[\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right] \quad \text{avec} \;\; n < m$$

3. (a) Détermination de la transition électronique de la raie
   $m \to \infty \Rightarrow \frac{1}{m^2} = 0 \Rightarrow \bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = \left[\frac{Z^2 \cdot R_H}{n^2}\right] \Rightarrow n = \sqrt{Z^2 \cdot R_H \cdot \lambda} \Rightarrow n = 1$
   (b) Spectre d'émission $\Rightarrow$ niveau supérieur vers niveau inférieur $\Rightarrow$ Transition électronique de $m \to \infty$ à $n = 1 \Rightarrow$ série de Lyman, domaine électromagnétique : Ultraviolet.
   (c) Calcul de l'énergie correspondante en Joules et en eV
   $\Delta E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \Delta E = 3,47 \cdot 10^{-17}\ J = 216,87\ eV$
4. Calcul de la longueur d'onde relative à la même transition dans l'atome d'hydrogène
   $Z = 1$, $n = 1$ et $m \to \infty \Rightarrow \lambda = \frac{1}{R_H} \Rightarrow \lambda = 911$ Å
   $\Delta E = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \Delta E = 2,18 \cdot 10^{-18}\ J = 13,62\ eV$
   Comparaison de l'énergie de l'atome d'hydrogène à celle de l'ion hydrogénoide ${}^{9}_{4}Be^{3+}$
   $\frac{\Delta E(Be^{3+})}{\Delta E(H)} = 16 = 4^2 = Z^2 \Rightarrow \Delta E(Be^{3+}) = Z^2 \times \Delta E(H)$

# Exercice 4 (Exercice 2 de la série 2)

Les combinaisons possibles des quatre nombres quantiques vérifient les conditions suivantes :

- $n$, $\ell$ et $m$ des nombres entiers avec $n \in [1, \infty]$ ; $\ell \in [0,\ \ n-1]$ et $m \in [-\ell,\ +\ell]$
- $s = \pm\frac{1}{2}$

Les combinaisons possibles sont 1, 3, 4 et 5.
Les combinaisons impossibles sont 2, 6, 7, 8.

# Exercice 5 (Exercice 1 de la série 3)

Soient les atomes suivants : Chlore ($_{17}$Cl), Calcium ($_{20}$Ca), Cuivre ($_{29}$Cu), Brome ($_{35}$Br), Césium ($_{55}$Cs) et Baryum ($_{56}$Ba).

1. Configuration électronique à l'état fondamental de chacun des atomes cités

$_{17}$Cl : $[_{10}\text{Ne}]\ \ 3s^2\ \ 3p^5$
$_{20}$Ca : $[_{18}\text{Ar}]\ \ 4s^2$
$_{29}$Cu : $[_{18}\text{Ar}]\ \ 4s^1\ \ 3d^{10}$
$_{35}$Br : $[_{18}\text{Ar}]\ \ 4s^2\ \ 3d^{10}\ \ 4p^5$
$_{55}$Cs : $[_{54}\text{Xe}]\ \ 6s^1$
$_{56}$Ba : $[_{54}\text{Xe}]\ \ 6s^2$

2. La période, la colonne, le bloc, le sous-groupe, le groupe et la nature (la famille chimique) de ces atomes

| | **Cl** | **Ca** | **Cu** | **Br** | **Cs** | **Ba** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **période** | 3 | 4 | 4 | 4 | 6 | 6 |
| **colonne** | 17 | 2 | 11 | 17 | 1 | 2 |
| **bloc** | p | s | d | p | s | s |
| **sous-groupe** | A | A | B | A | A | A |
| **groupe** | $VII_A$ | $II_A$ | $I_B$ | $VII_A$ | $I_A$ | $II_A$ |
| **famille chimique** | halogène (non métal) | métal alcalino-térreux | métal de transition | halogène (non métal) | métal alcalin | métal alcalino-térreux |

3. Dans le tableau périodique des éléments, le rayon atomique (R) diminue suivant une même ligne (période) en allant de gauche vers la droite.
   Suivant une même colonne, R diminue en allant du bas vers le haut.
   L'énergie d'ionisation (E$_i$) varie inversement avec R.

   Classement des atomes cités, par ordre croissant du rayon atomique (R)

| | **colonne 1** | **colonne 2** | **colonne 11** | **colonne 17** |
|---|---|---|---|---|
| **ligne 3** | | | | Cl |
| **ligne 4** | | Ca | Cu | Br |
| **ligne 6** | Cs | Ba | | |

   Ordre croissant de R
   Cl<Br ; Br<Cu<Ca ; Ca<Ba ; Ba<Cs
   Donc : Cl<Br<Cu<Ca<Ba<Cs

   Ordre croissant de E$_i$
   Cs<Ba<Ca<Cu<Br<Cl

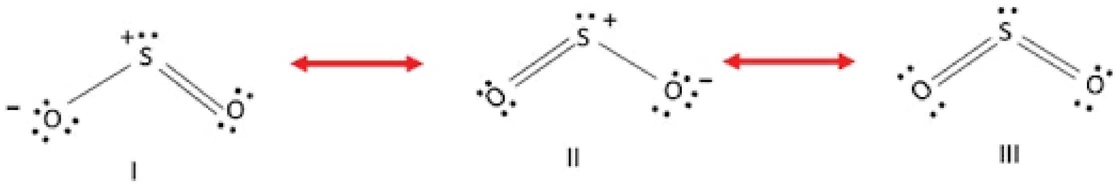
4. Représentation des électrons de valence du Calcium ($_{20}$Ca) dans des cases quantiques et détermination des valeurs des quatres nombres quantiques : $n$, $\ell$, $m$ et $s$ de ces électrons.

| | 4s | |
|---|---|---|
| | $\uparrow$ | $\downarrow$ |
| $n =$ | 4 | 4 |
| $l =$ | 0 | 0 |
| $m =$ | 0 | 0 |
| $s =$ | $+\frac{1}{2}$ | $-\frac{1}{2}$ |

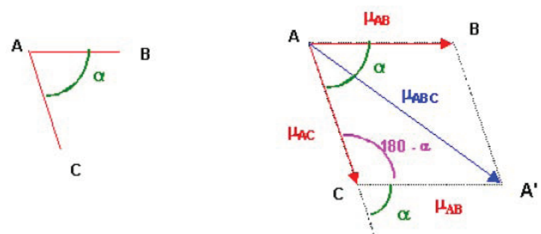
# Exercice 6 (Exercice 1 de la série 4)

La molécule $SO_2$ a une géométrie en V, l'angle des deux liaisons S-O est de $\alpha = 119°$, son moment dipolaire mesuré est de $\mu(SO_2) = 1{,}633\ D$ et la longueur de la liaison S-O est de $d = 1{,}431$ Å.

1. La structure de Lewis de cette molécule



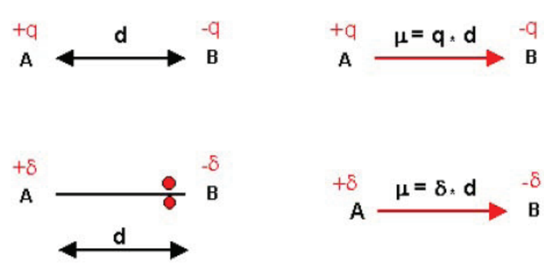

2. A partir du moment dipolaire global de la molécule $SO_2$, on calcule le moment dipolaire partiel de la liaison S-O.




$$\mu_{ABC} = \sqrt{\mu_{AB}^2 + \mu_{AC}^2 + 2\mu_{AB} \cdot \mu_{AC} \cdot \cos\alpha}$$
$$\mu_{SO_2} = \sqrt{\mu_{S-O}^2 + \mu_{S-O}^2 + 2\mu_{S-O} \cdot \mu_{S-O} \cdot \cos\alpha}$$
$$\mu_{SO_2} = \mu_{S-O}\sqrt{2 + 2 \cdot \cos\alpha}$$

$$\mu_{SO} = \frac{\mu_{SO_2}}{\sqrt{2+2\cdot\cos\alpha}} = \frac{1{,}633}{1{,}0151} = 1{,}609\ D$$

3. Calcul des charges partielles portées par chaque atome




$$\mu = q \times d \Rightarrow q = \frac{\mu}{d} = \frac{1{,}609 \times 3{,}33 \cdot 10^{-30}}{1{,}431 \cdot 10^{-10}} = 3{,}744 \cdot 10^{-20}\ C$$

4. Calcul de l'ionicité de la liaison S-O dans la molécule $SO_2$

$$\delta = \frac{q}{e} = 3{,}744 \cdot 10^{-20}\ C = \frac{3{,}744 \cdot 10^{-20}}{1{,}6 \cdot 10^{-19}} = 0{,}234$$

Le pourcentage d'ionicité de la liaison S-O dans $SO_2$
$\%I = \delta \times 100 = 23{,}4\%$.