

TD7 : Classification périodique – corrigé

Exercice 1 : PLUTONIUM

1. $Z = 94$ protons, $239 - 94 = 145$ neutrons et 94 électrons
2. Son numéro atomique Z ne change pas car le nombre de protons reste le même

Exercice 2 : RÉOLUTIONS DE PROBLÈMES – ORDRES DE GRANDEUR

1. Considérons un gain de sable de diamètre $d_g = 0,1\text{ mm} = 10^{-4}\text{ m}$, son volume est de l’ordre de $V_g \approx d^3 \approx 10^{-12}\text{ m}^3$. La dimension d’un atome est de l’ordre de $d_a \approx 10^{-10}\text{ m}$ et son volume $V_a \approx 10^{-30}\text{ m}^3$. Le nombre d’atomes dans un grain de sable est de l’ordre de :

$$n_a = \frac{V_g}{V_a} \approx 10^{18} \text{ atomes}$$

On considère d’autre part une place de 1000 m de long, 100 m de large et 10 m de profondeur, son volume est de l’ordre de $V_p = 10^6\text{ m}^3$, et elle contient :

$$n_g = \frac{V_p}{V_g} \approx 10^{18} \text{ grains de sable}$$

- Pour les dimensions que nous avons considérées, on en conclut qu’il y a autant d’atomes dans un grain de sable que de grains de sable dans la plage.
2. Pour un médicament dilué à 30 CH, une solution pure de 1 ℓ produit $V=10^{60}\ell$ de solution diluée. On considère que le médicament a la même masse volumique que celle de l’eau et que la masse m d’une molécule de médicament est du même ordre que la masse d’une molécule d’eau. Le nombre n de molécules contenues dans 1 ℓ de solution pure (c’est à dire 1 kg) est :

$$n = \frac{1\text{ kg}}{m} = \frac{1}{18 \times 1,6 \times 10^{-27}} \approx 3 \times 10^{25} \text{ molécules}$$

Ces molécules étant diluées dans un volume V , on a en moyenne $\frac{n}{V} \approx 3 \times 10^{-35}$ molécule/ ℓ . Pour être sûr d’ingérer une molécule, il faudra prendre un volume $V' = \frac{1}{3e-35} \approx 3 \times 10^{34}\ell$ de solution diluée, soit $3 \times 10^{34}\text{ kg}$. La masse de la planète Terre étant de l’ordre de 10^{24} kg , c’est un masse équivalente à 30 milliards de fois la masse de la Terre, ou 30000 fois la masse du Soleil.

3. Un verre contient environ $V = 20\text{ cl} = 0,2\ell$ et une masse $m_v \approx 0,2\text{ kg}$. Une molécule d’eau a une masse $m_e \approx 18 \times 1,6 \times 10^{-27} \approx 3 \times 10^{-26}\text{ kg}$. Un verre contient donc $n = m_v/m_e \approx 7 \times 10^{24}$ molécules. Si toutes ces molécules sont réparties de façon homogène sur Terre, chaque litre d’eau sur Terre contient en moyenne environ 6×10^3 molécules d’eau. Donc chaque verre d’eau contient en moyenne de l’ordre de 1000 molécules qui se trouvaient dans le dernier verre de Jules César.

Exercice 3 : MASSE D’ATOMES

La masse d’un proton environ égale à celle d’un neutron est d’environ $m_p = 1,7 \times 10^{-27}\text{ kg}$

- $m(^{52}_{24}\text{Cr}) \simeq 52m_p \simeq 88,4 \times 10^{-27}\text{ kg}$;
- $m(^{118}_{50}\text{Sn}) \simeq 52m_p \simeq 2 \times 10^{-25}\text{ kg}$;
- $m(^{25}_{12}\text{Mg}) \simeq 52m_p \simeq 42 \times 10^{-27}\text{ kg}$;
- $m(^{73}_{32}\text{Ge}) \simeq 52m_p \simeq 1,2 \times 10^{-25}\text{ kg}$.

Exercice 4 : RÉACTION NUCLÉAIRE

Lors d’une désintégration β^- , un neutron est converti en un proton + un électron + un anti-neutrino (une particule non chargée).

1. Un atome d’uranium 239 subissant deux désintégration β^- transformera 2 neutrons en 2 protons + 2 électrons (les anti-neutrinos sont éjectés du noyau). On aboutit donc à du plutonium 239 :



2. Pour transformer de l’uranium 238 en uranium 239 il faut lui ajouter un neutron. On peut le faire en bombardant de l’uranium 238 avec des neutrons



3. La réaction nucléaire est :



où k est le nombre de neutrons produits. Les produits de la désintégration contiennent $(135 - 52) + (102 - 42) + k = 143 + k$ neutrons, et les réactif en contiennent $239 - 94 + 1 = 146$. On en conclut que $k = 3$, la réaction nucléaire produit 3 neutrons.

4. Si un atome de plutonium capte un neutron il se désintègre en émettant 3 neutrons, c’est à dire que le nombre de neutrons est multiplié par 3. Chacun de ces neutrons provoque la désintégration de 3 autres atomes de plutonium qui émettent chacun 3 neutrons (soit 9 au total)... À l’étape n , 3^n neutrons sont émis, cela provoque une réaction en chaîne de plus en plus rapide.

Exercice 5 : ÉTAT D’UN ÉLECTRON

1. Les quadruplet impossibles sont :
 - $(2, 1, 2, -1/2)$ car $m_l > l$
 - $(2, 2, 2, 1/2)$ car $l > n - 1$
 - $(3, -1, 1, -1/2)$ car $l < 0$
 - $(4, 2, 2, 1)$ car $m_s \neq \pm 1/2$
 - $(7, 3, -2, 0)$ car $m_s \neq \pm 1/2$
2. — $(5, 0, 0, 1/2)$: 5s
 — $(4, 1, -1, -1/2)$: 4p
 — $(5, 2, 2, -1/2)$: 5d
 — $(8, 1, -1, 1/2)$: 8p
 — $(8, 4, 0, -1/2)$: 8g
3. Pour une sous-couche 5f, $n = 5$ et $l = 3$ donc $m_l = -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3$ et $m_s = -1/2, 1/2$ ce qui donne 14 quadruplets possibles pour l’électron.

Exercice 6 : CONFIGURATIONS ÉLECTRONIQUES

1. $_{26}\text{Fe} : \underbrace{1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6}_{\text{électrons de cœur}} \underbrace{4s^2 3d^6}_{\text{électrons de valence}}$
2. $_{14}\text{Si} : \underbrace{1s^2 2s^2 2p^6}_{\text{électrons de cœur}} \underbrace{3s^2 3p^2}_{\text{électrons de valence}}$
3. $_{32}\text{Ge} : \underbrace{1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}}_{\text{électrons de cœur}} \underbrace{4s^2 4p^2}_{\text{électrons de valence}}$
4. $_{13}\text{Al} : \underbrace{1s^2 2s^2 2p^6}_{\text{électrons de cœur}} \underbrace{3s^2 3p^1}_{\text{électrons de valence}}$
5. Ce sont les silicium et le germanium qui se trouvent dans la même colonne du tableau périodique car ils ont la même configuration pour leurs électrons de valence.

Exercice 7 : LES FAMILLES DE LA CLASSIFICATION

- Le potassium ($^{39}_{19}\text{K}$) : Métal alcalin, réagit violement avec l’eau pour former un hydroxyde. Densité assez faible.
- Le vanadium ($^{51}_{23}\text{V}$) : Métal
- Le brome ($^{80}_{35}\text{Br}$) : Non métal, halogène, forme des molécules diatomiques et des sels métalliques.
- Le krypton ($^{84}_{36}\text{Kr}$) : Non métal, gaz noble, très faible réactivité chimique.

Exercice 8 : IONS MONOATOMIQUES

- $_{9}\text{F} : 1s^2 2s^2 2p^5$ capte 1 électron pour remplir sa couche 2 donc forme l’ion F^-
- $_{16}\text{S} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ doit capter 2 électrons pour remplir sa sous-couche 3p donc forme l’ion S^{2-}
- $_{13}\text{Al} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ a besoin de céder 3 électrons pour ne garder que sa couche $n = 2$ pleine, il forme donc Al^{3+}
- $_{3}\text{Li} : 1s^2 2s^1$ perd un électron pour ne garder que sa couche 1 pleine il forme donc Li^+
- $_{20}\text{Ca} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$ doit perdre ses deux électrons 4s pour avoir la même configuration que l’Argon, il forme donc Ca^{2+}

Exercice 9 : DÉGÉNÉRESCENCE DES NIVEAUX D’ÉNERGIE

1. Pour $n = 4$ il y a 4 valeurs possibles de l : 0,1,2,3. Et chaque sous-couche possède $2l + 1$ orbitales qui peuvent accueillir chacune 2 électrons. Le niveau $n = 4$ comprend donc $1 + 3 + 5 + 7 = 16$ orbitales. Et peut donc accueillir au maximum 32 électrons.
2. Les orbitales sont
 - $(4, 0, 0)$,
 - $(4, 1, -1)$, $(4, 1, 0)$, $(4, 1, 1)$,
 - $(4, 2, -2)$, $(4, 2, -1)$, $(4, 2, 0)$, $(4, 2, 1)$, $(4, 2, 2)$,
 - $(4, 3, -3)$, $(4, 3, -2)$, $(4, 3, -1)$, $(4, 3, 0)$, $(4, 3, 1)$, $(4, 3, 2)$, $(4, 3, 3)$.
3. Dans un atome d’hydrogène, toutes les orbitales ont la même énergie. Dans un atome polyélectronique, toute les orbitales ayant mêmes l ont la même énergie.

Exercice 10 : ÉTAT FONDAMENTAL OU ÉTAT EXCITÉ

- $1s^1 2p^5$: état excité.
- $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$: fondamental
- $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^8$: fondamental
- $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^9$: excité
- $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^{10}$: théoriquement excité, mais état fondamental du cuivre (exception à la règle de Klechkowski)