

TD7 : Classification périodique – corrigé

Exercice 1 : PLUTONIUM

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

Exercice 2 : ORDRES DE GRANDEUR

- Un atome mesure de l'ordre de 10^{-10} m et le noyau mesure de l'ordre de 10^{-15} m
- Un terrain de football mesure environ $100 = 10^2$ m, c'est à dire 10^{12} fois plus grand qu'un atome. Le noyau mesurerait alors $10^{-15} \times 10^{12} = 10^{-3}$ m soit environ 1 mm.
- Presque toute la masse de l'atome est contenue dans le noyau, entre le noyau et les électrons il n'y a que du vide !
- Une bille mesure environ $1 \text{ cm} = 10^{-2}$ m, la planète Terre a un diamètre d'environ 12 000 km soit environ 10^7 m. Il faut donc grossir la bille 10^9 fois, un atome mesurerait alors $10^9 \times 10^{-10} = 10^{-1}$ m soit environ 10 cm.
- Un grain de sable a un diamètre d'environ $d = 0,1 \text{ mm} = 10^{-4}$ m. Donc son volume est d'environ $V \simeq d^3 = 10^{-12} \text{ m}^3$. Le diamètre d'un atome est d'environ $d_a = 10^{-10}$ m donc son volume d'environ $V_a = d_a^3 = 10^{-30} \text{ m}^3$. Dans un grain de sable il y a environ $n = V/V_a = 10^{18}$. Soit un milliard de milliards d'atomes dans un grain de sable.
- Prenons une plage longue de 1 km, large de 100 m et profonde de 10 m, son volume est donc d'environ $V_p = 10^3 \times 10^2 \times 10 = 10^6 \text{ m}^3$. On a vu que le volume d'un grain de sable est d'environ $V_g = 10^{-12} \text{ m}^3$ donc la plage en contient $n_g = V_p/V_g = 10^{18}$. C'est exactement le nombre d'atomes contenus dans un grain de sable obtenu plus haut.
Calcule : Le volume d'un atome est d'environ $V_a = 10^{-30} \text{ m}^3$ donc le volume occupé par n_g atome est d'environ $V = n_g \times V_a = 10^{18} \times 10^{-30} = 10^{-12} \text{ m}^3$ soit le volume du grain de sable !
Si tous les grains de sable d'une plage avaient la taille d'un atome, ils occuperaient le volume d'un grain de sable !

Exercice 3 : MASSE D'ATOMES

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

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

- 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 :



- 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



- 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 réactifs en contiennent $239 - 94 + 1 = 146$. On en conclut que $k = 3$, la réaction nucléaire produit 3 neutrons.

- 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

- 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 $m_s \neq \pm 1/2$
- $(5, 0, 0, 1/2) : 5s$
 - $(4, 1, -1, -1/2) : 4p$
 - $(5, 2, 2, -1/2) : 5d$
 - $(8, 1, -1, 1/2) : 8p$
 - $(8, 4, 0, -1/2) : 8g$
- 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

- ${}_{26}\text{Fe} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 \quad \underbrace{4s^2 3d^6}_{\text{électrons de valence}}$
- ${}_{14}\text{Si} : \underbrace{1s^2 2s^2 2p^6}_{\text{électrons de cœur}} \quad \underbrace{3s^2 3p^2}_{\text{électrons de valence}}$
- ${}_{32}\text{Ge} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} \quad \underbrace{4s^2 4p^2}_{\text{électrons de valence}}$
- ${}_{13}\text{Al} : \underbrace{1s^2 2s^2 2p^6}_{\text{électrons de cœur}} \quad \underbrace{3s^2 3p^1}_{\text{électrons de valence}}$
- 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 (${}_{19}^{39}\text{K}$) : Métal alcalin, réagit violemment avec l'eau pour former un hydroxyde. Densité assez faible.
- Le vanadium (${}_{23}^{51}\text{V}$) : Métal
- Le brome (${}_{35}^{80}\text{Br}$) : Non métal, halogène, forme des molécules diatomiques et des sels métalliques.
- Le krypton (${}_{36}^{84}\text{Kr}$) : 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

- 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 $1 + 3 + 5 + 7 = 14$ orbitales. Et peut donc accueillir au maximum 28 électrons.
- Les orbitales sont
 - $(4, 0, 0)$,
 - $(4, 1, -1), (4, 1, 0), (4, 1, 1)$,
 - $(4, 2, -2), (4, 2, -1), (4, 2, 0), (4, 2, 1), (4, 2, 2)$,
 - $(4, 3, -3), (4, 3, -2), (4, 3, -1), (4, 3, 0), (4, 3, 1), (4, 3, 2), (4, 3, 3)$.
- Dans un atome d'hydrogène, toutes les orbitales ont la même énergie. Dans un atome polyélectronique, toutes 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)