

ETLD de chimie 1/1h30

Le tableau périodique est interdit

Exercice n°1

A/ soient les nucléides suivants : ${}^6_2\text{He}$, ${}^4_2\text{He}$, ${}^{28}_{14}\text{Si}$, ${}^{27}_{14}\text{Si}$, ${}^{210}_{85}\text{At}$, ${}^{211}_{85}\text{At}$

- 1) Combien d'éléments chimiques sont représentés
- 2) Indiquer les groupes d'isotopes
- 3) Calculer la masse atomique moyenne de He sachant que les abondances relatives sont :
 ${}^3_2\text{He}(0,000137\%)$, et ${}^4_2\text{He}(99,999863\%)$

B/ l'astate ${}^{210}_{85}\text{At}$ est un radioélément qui se désintègre en donnant la particule α et un noyau fils ${}^A_Z\text{Y}$.

- 1) Ecrire l'équation de la désintégration en précisant les nombres A et Z.
- 2) quelle est en joule, eV et MeV ? L'énergie mise en jeu au cours de cette réaction nucléaire ?

Données :

$m({}^4_2\text{He})=4,0026\text{ u}$; $m({}^3_2\text{He})=3,0116\text{ u}$; $m({}^{210}_{85}\text{At})=209,9871\text{ u}$; $m({}^A_Z\text{Y})=205,9785\text{ u}$;
 $1\text{ eV}=1,6\cdot 10^{-19}\text{ C}$. $1\text{MeV}=10^6\text{ eV}$; $1\text{u}=1,66\cdot 10^{-27}\text{ Kg}=931,5\text{ MeV}/c^2$

Exercice n°2

- 1) calculer l'énergie nécessaire en (eV) pour exciter l'électron d'un atome d'hydrogène de l'état fondamental au niveau excité $n=2$. Quelle est la longueur d'onde, exprimée en mètre, de la lumière que doit absorber cet atome pour réaliser cette transition ?
- 2) L'électron de cet atome d'hydrogène est décrit par la fonction d'onde $\psi_{200}(r)$. Quels sont les nombres quantiques décrivant cet électron ?
- 3) calculer l'énergie de cet électron 2 S de l'atome d'hélium (${}_2\text{He}$) en utilisant la règle de Slater.

Données : $c=3.108\text{ m/s}$; $h=6,62\cdot 10^{-34}\text{ Js}$; la constante d'écran $\sigma=0.31$

Exercice n°3

Soient les éléments suivants : ${}^{35}_{17}\text{Cl}$, ${}^{32}_{16}\text{S}$, ${}^{78}_{34}\text{Se}$, ${}^{52}_{24}\text{Cr}$, ${}^{39}_{19}\text{K}$

- 1) Déterminer le nombre de protons, de neutrons et d'électrons de chaque nucléide.
- 2) Donner leurs configurations électroniques et représenter les cases quantiques de la couche de valence (couche externe). Préciser le nombre d'électrons célibataires.
- 3) Dédurre la position de ces éléments dans le tableau périodique (période, groupe ou colonne, bloc).
- 4) Donner les 4 nombres quantiques caractérisant l'électron célibataire dans l'élément K
- 5) Affecter à chacun de ces éléments la valeur du rayon atomique et de l'électronégativité.
- 6) Proposer une représentation de Lewis de la molécule : SiF_2 , la règle de l'octet est-elle respectée pour chaque atome ? (${}_{14}\text{Si}$, ${}_{9}\text{F}$)

Données : Rayon atomique calculé (Å) : 2,20 ; 1,40 ; 1,15 ; 1,00 ; 0,79
Electronégativité selon Pauling (χ) : 3,16 ; 2,58 ; 0,82 ; 1,16 ; 2,48

Solution (ETLD ST(2008/2009))

Exercice n°1

A/

- 1) on trouve 3 éléments : He, Si et At
- 2) (^3He , ^4He), (^{27}Si , ^{28}Si) et (^{210}At , ^{211}At)
- 3)
$$\frac{3,0116.0,000137 + 4,0026.99,999863}{100} = 4,0025u$$

B/

- 1) $^{210}_{85}\text{At} \rightarrow ^{206}_{83}\text{X} + \alpha$
- 2) $|\Delta m| = [m(\text{Y}) + m(\alpha)] - [m(\text{At})]$
 $= [205,9785] + 4,0026] - [209,9871]$
 $= 0,006 \text{ u}$

$$E = \Delta m \cdot 931 \text{ MeV} = 5,598 \text{ MeV}$$

$$= 5,6 \cdot 10^6 \text{ eV}$$

$$= 8,96 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

Exercice n°2

1) l'énergie nécessaire pour exciter l'é à l'état n=2 à partir de son état fondamental

$$(E_p - E_n) = -13,6(1/p^2 - 1/n^2) \text{ (eV)} \quad n=1 \text{ et } p=2$$

$$(E_p - E_n) = -13,6(1/2^2 - 1/1^2)$$

$$\Delta E = 13,6 \cdot 3/4 = 10,2 \text{ eV}$$

$$\Delta E = h\nu = 10,2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$\lambda = hc/\Delta E, \quad \lambda = 6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 / 16,32 \cdot 10^{-19}$$

$$\lambda = 1,216 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

2) n=2 l=0 m=0

$$3) E_1 = -13,6 \frac{1}{1} \cdot Z_{\text{eff}}^2 \text{ eV} \quad Z_{\text{eff}} = Z - \Sigma\sigma \quad Z_{\text{eff}} = 2 - 0,31 = 1,69$$

$$E_1 = -38,84 \text{ eV}$$

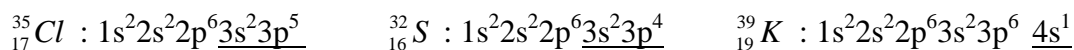
Exercice n°3

1) la structure des atomes

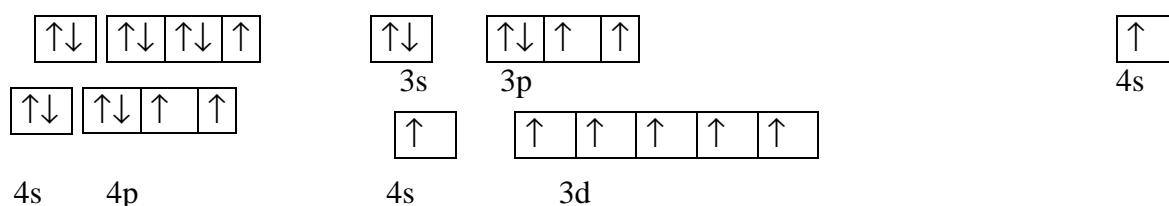
Atome	part.	protons	neutrons	électrons
$^{35}_{17}\text{Cl}$		17	18	17

$^{32}_{16}S$	16	16	16
$^{78}_{34}Se$	34	44	34
$^{52}_{24}Cr$	24	28	24
$^{39}_{19}K$	19	20	19

2) les configurations électroniques et les électrons de valence



3) représentation des électrons de valence par les cases quantiques



Cl - 1 électron, S- 2é, Se- 2é, Cr – 6é, K- 1é

4) la position de ces éléments dans le TP

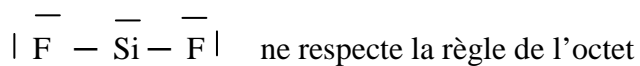
Cl (3,17) S(3,16), Se(4,16), Cr (4,6), K(4,1) ou

Cl (3,VIIA) S(3,VIA), Se(4,VIA), Cr (4,VIB), K(4,1A)

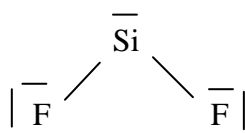
	n	l	m	s
$4s^1$	4	0	0	+1/2

atome	Cl	S	Se	Cr	K
rayon	0,79	1,00	1,15	1,40	2,20
electronégativité	3,16	2,58	2,48	1,66	0,82

5) diagramme de Lewis de SiF_2 ?



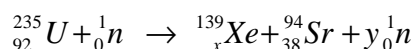
En tenant compte de la règle de Gillespie, la forme exacte est triangulaire (AX_2E).



Le tableau périodique est interdit

Exercice n°1

1) On considère la réaction nucléaire suivante



- Trouver les variables x et y
 - Quelle est la nature de cette radioactivité ?
 - Donner la constitution des noyaux : U, Xe et Sr
 - La réaction ci-dessous est une réaction en chaîne. elle constitue la bombe atomique. Expliquer !
- 2) L'isotope ${}_{13}^{27}\text{Al}$, bombardé par des particules α donne l'isotope ${}_{15}^{30}\text{P}$.
- Ecrire l'équation de la réaction nucléaire correspondante
 - Le ${}^{30}\text{P}$ est un noyau instable, il se désintègre en émettant des positons β^+ . Quel est le nouveau noyau formé ?
 - La période du ${}^{30}\text{P}$ est $T = 3$ mn et sa masse initiale est $m_0 = 16$ g. Quel est le nombre de noyaux ${}^{30}\text{P}$ désintégrés au bout de 12 mn. Déduire le nombre de positons β^+ émis pendant ce temps- ci.

Exercice n°2

- l'électron d'un atome hydrogénoïde se trouve sur le niveau du 2è état excité. Sachant que son énergie d'ionisation à partir de ce niveau est égale à +13,6 eV. Calculer :
 - l'énergie de cet électron
 - la vitesse de cet électron ainsi que le rayon de son orbite.
- a partir de ce niveau excité, l'électron subit une transition en émettant dont la longueur d'onde est la plus petite.
 - Quelle est cette transition ?
 - Calculer la fréquence de la radiation émise.

Données : $h=6,62 \cdot 10^{-34}$ Js, $c=3 \cdot 10^8$ m/s, $R_H=1,1 \cdot 10^7$ m⁻¹, $1\text{eV}= 1,6 \cdot 10^{-19}$ J $a_0=0,53$ Å
 $K= 9 \cdot 10^9$ MKSA, $e=1,6 \cdot 10^{-19}$ C, $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ Kg

Exercice n°3

Soit un élément X dont l'électron externe décrit par la fonction d'onde $\psi(r, \theta, \phi)$. Sachant que cette fonction d'onde est caractérisée par les nombres quantiques $n = 3$, $l = 1$ et $m = 1$,

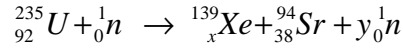
- Quels sont les éléments possibles ?
- Donner leurs configurations électroniques et leurs positions dans le tableau périodique. Sachant que X a le plus grand rayon atomique, quel est l'élément X ?
- Comparer l'électronégativité de ces éléments possibles.
- Proposer un diagramme de Lewis pour la molécule XOCl.

Données : ${}_Z\text{X}$, ${}_8\text{O}$, ${}_{17}\text{Cl}$.

Solution (ETLD SM (2008/2009))

Exercice n°1

1) la réaction nucléaire ;



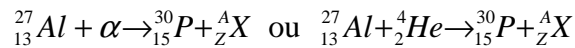
a) En équilibrant les nombres de masse et les nombres de charge, on aura $x = 54$ et $y = 3$

b) La radioactivité est artificielle.

c) ${}^{235}\text{U}$ (92 protons, 143 neutrons) ; ${}^{139}\text{Xe}$ (54 p, 85 n) ; ${}^{94}\text{Sr}$ (38 p, 56 n)

d) On l'appelle réaction en chaîne ou réaction à multiplicatrice de neutrons à cause de ces neutrons résultants qui enchaînent la réaction sur les autres noyaux de l'U. Ce processus est instantané. Il constitue donc la bombe atomique.

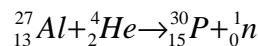
2) La réaction nucléaire illustrant l'évolution du noyau de l'isotope ${}_{13}^{27}\text{Al}$ suite au bombardement par la particule α et qui conduit au ${}_{15}^{30}\text{P}$ est représentée ci-dessous :



La particule émise possède les caractéristiques suivantes

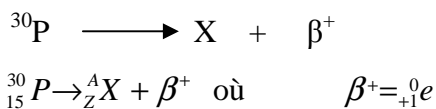
$$\left. \begin{array}{l} A = 27 + 4 - 30 = 1 \\ Z = 13 + 2 - 15 = 0 \end{array} \right\}$$

La particule qui résulte de cette réaction est donc un neutron. ${}_0^1X = {}_0^1\text{n}$. La réaction s'écrit enfin dans la forme finale:



ou encore ${}_{13}^{27}\text{Al}(\alpha, n){}_{15}^{30}\text{P}$

2- Le phosphore-30 étant radioactif se désintègre par émission β^+ . Le noyau nouvellement formé ainsi que la réaction qui le génère sont présentés ci-dessous,



Les caractéristiques, après considération des conditions d'équilibre pour les réactions nucléaires à savoir le bilan de masse et de charge, sont pour le nucléide ${}_Z^AX$:

$$\left. \begin{array}{l} 30 = A + 0 \\ 15 = Z + 1 \end{array} \right\} \quad \left. \begin{array}{l} A = 30 \\ Z = 14 \end{array} \right\} \Rightarrow {}_{14}^{30}\text{X} = {}_{14}^{30}\text{Si}$$

L'écriture définitive de la réaction est : ${}_{15}^{30}\text{P} \rightarrow {}_{14}^{30}\text{Si} + \beta^+$

4- Le nombre de noyaux à déduire d'une masse initiale m_0 égale à 16g est égal à son tour au nombre de positons émis, étant donné que la désintégration d'un noyau de P s'accompagne d'une particule β^+ . Pendant 12 mn c'est à dire un temps égal à 3 fois la période, le nombre de noyaux désintégrés est égal à la différence entre la masse initiale m_0 et m la masse restante au bout de 3T.

$m' = m_0 - m$, celle-ci s'exprime en terme du nombre des noyaux par la relation : $n = \frac{m \cdot N}{A}$ (1), introduite dans la loi cinétique $n = n_0 e^{-\lambda t}$ on arrive à une expression dont laquelle la masse devient fonction du temps.

$$n = \frac{m \cdot N}{A} = \frac{m_0 \cdot N}{A} e^{-\lambda t} \quad \text{càd} \quad m = m_0 e^{-\lambda t} \quad (2)$$

La masse m qui reste après 12 mn, calculée à partir de la relation (2) est :

$$m = 16g \cdot e^{-3T \cdot \ln 2 / T} = 16g \cdot e^{-3 \cdot \ln 2} = 16g \cdot e^{-3 \cdot 0,69}$$

$m = 2,019g$, alors la masse m' désintégrée au bout de 12 mn est $16 - 2,019 = 13,981g$

Le nombre de noyaux contenus dans cette masse est calculé en la relation (1) est :

$$n' = \frac{13,981g \cdot 6,023 \cdot 10^{23}}{30g} = 2,80 \cdot 10^{22}$$

$$n' = 2,80 \cdot 10^{22} \text{ noyaux de } {}^{30}\text{P}$$

$$n' = 2,80 \cdot 10^{22} \text{ particules } \beta^+$$

Exercice n°2

$n=3$, 2é état excité, $E_{i,3} = +13,6 \text{ eV}$

$$1) E = - E_i = - 13,6 \text{ eV} \quad Z^2 = E_3 / E_3(\text{H}), Z = 3$$

$$2) V = v_0(\text{H})Z/n, v = 2,18 \cdot 10^6 \cdot 3/3 \text{ m/s} = 2,18 \cdot 10^6 \text{ m/s} \quad (v_0(\text{H}) = \hbar/m a_0 = 2,18 \cdot 10^6 \text{ m/s})$$

$$r = a_0 n^2 / Z = 3a_0 \quad (a_0 = 0,53 \text{ \AA})$$

3) Emission d'une longueur d'onde la plus petite ($3 \rightarrow 1$)

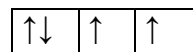
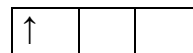
$$h\nu = E_3 - E_1 = 13,6 Z^2 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_3^2} \right) = 13,6 \cdot 3^2 \cdot \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2} \right) = 108,8 \text{ eV} = 174,08 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$\nu = 26,296 \cdot 10^{15} \text{ hz}$$

Exercice n°2

1) et 2) X_1 est un $3p^1$ et X_2 est un $3p^4$ selon les nombres quantiques cités ci-dessus, en prenant bien entendu m_s égal à $\pm 1/2$

$$m : \quad +1 \quad 0 \quad -1$$



$$m : \quad +1 \quad 0 \quad -1$$

$$X_1 : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1 \quad X_1(3, 13)$$

$$X_2 : 1s^2 2s^2 2p^6 3p^2 3p^4 \quad X_2(3, 15)$$

2- $r(X_1) > r(X_2)$ donc $X = X_1$, il s'agit de Al.

3- $\chi(X_2) > \chi(X_1)$

4) Diagramme de Lewis de XOCl

