Université Cheikh Anta Diop De Dakar
Faculté Des Sciences Et Techniques
Département De Chimie

Année 2022-2023

L1PCSM - Travaux Dirigés
Atomistique – Structure atomique SERIE N°1

Exercice 1 : L'atome et ses constituants nucléaires

A-1) Définir les grandeurs A, Z et q de l'élément ${}^{A}_{Z}X^{q}$

2) Expliquer pourquoi on utilise Z pour définir un élément chimique et pas le nombre de neutrons.

3) Définir une particule fondamentale et dire si l'atome en est une.

4) Donner la charge des particules suivantes et expliquer si elles sont des particules fondamentales ou pas : électron, proton, neutrons et quarks.

B-1) Rappeler la définition des expressions suivantes : nombre de masse, masse atomique ; masse molaire atomique.

2) La masse des atomes d'oxygène et de carbone sont respectivement $2{,}657807.10^{-26}$ et $1{,}993355.10^{-26}$ kg.

a) Définir l'uma et exprimer ces 2 masses en uma

b) Définir la mole et calculer en gramme les masses molaires atomiques de ces 2 entités.

c) Quelle remarque faites-vous ?

Exercice 2 : Structure de l'atome – Nucléides et Isotopie *(L1PCSM 2020)*

A-1) Donner la définition d'un nucléide ${}^{A}_{Z}X$ et la différence entre nucléide et élément chimique.

2) Donner les définitions des mots ou expressions suivants et dans chaque cas, des exemples : isotopes, isobares, isotones et nucléides miroirs et isomères.

3) Qu'appelle-t-on nucléide primordial ? Nucléide artificiel ? Les noyaux suivants sont des nucléides artificiels ${}^{33}_{17}Cl$; ${}^{35}_{18}Ar$. Quel est l'abondance isotopique d'un nucléide artificiel dans l'élément naturel ? Pourquoi ?

B) On considère les 6 nucléides représentés par les symboles suivants : compléter le tableau

	Nombre de charge	Nombre de neutrons	Nombre de masse	Nombre d'électrons
Nucléide 1 : ${}_{6}X$		7		
Nucléide 2 : X^{2+}		11		8
Nucléide 3 : ${}_{13}X^{3+}$		12		
Nucléide 4 : X^{2-}			27	16
Nucléide 5 : ${}_{17}X$			35	
Nucléide 6 : X	20	21	41	

Exercice 3 : Constituants du noyau - *Notion d'isotopie* *(L1PCSM 2021)*

A- Déterminer le nombre de protons et de neutron du nucléide ${}^{12}_{6}C$. Un des isotopes du carbone a 20 quarks u (up) et 22 quarks d (down) dans son noyau ; quels sont ses nombres de masse, de protons, de neutrons ?

B- L'argon naturel est un mélange de 3 isotopes ^{36}Ar (m = 35,9675 uma) ; ^{37}Ar (m = 37,9627 uma) ; ^{40}Ar (m= 39,9624 uma) ; les pourcentages isotopiques pour les 2 premiers noyaux sont respectivement 0,338%, 0,063%.

1) Après avoir donné la différence entre masse atomique et masse molaire atomique calculer les masses molaires atomiques des isotopes de l'argon.

3) Déterminer la masse molaire atomique relative de l'argon.

Exercices 4 : Notions de nucléides *(L1PCSM 2022)*

1.1) Le symbole d'un atome peut être représenté par ${}^{A}_{Z}X$, donner la définition de A et de Z.

1.2) On considère 4 nucléides de X, 2 sont représentés par le même symbole ${}^{A_1}_{Z_1}X$ *et* ${}^{A_2}_{Z_2}X$ et les 2 autres par des symboles différents ${}^{A_3}_{Z_3}Y$ et ${}^{A_4}_{Z_4}T$.

a) Quelles relations lient Z_1 et Z_2 d'une part et A_1 et A_2 d'autre part ? Quels types de nucléides sont représentés par ${}^{A_1}_{Z_1}X$ *et* ${}^{A_2}_{Z_2}X$?

b) Si Y et T sont des nucléides isotones, donner les relations reliant A_3, A_4, Z_3 et Z_4. Justifier.

1.3) On suppose que l'atome X n'est constitué que des 2 nucléides ci-dessus. Exprimer les abondances isotopiques x_1 et x_2 de ${}^{A_1}_{Z_1}X$ *et* ${}^{A_2}_{Z_2}X$ en fonction de la masse moyenne $\bar{M}$ de X et des masses molaires atomiques M_1 et M_2.

1.4) Si X = Cl ; M= 35,5g/mol, M_1= 34,9688 g/mol et M_2= 36,9659 g/mol. Trouver x_1 et x_2

TD – Réactions nucléaires - Radioactivité SERIE N°2

Exercice 1 : Réaction nucléaire, perte de masse et énergie (L1PCSM 2010)

On considère les 2 réactions nucléaires (a) et (b) suivantes :

(a)- $^{7}_{Z}Li + {}^{4}_{2}He \rightarrow {}^{10}_{5}B + {}^{1}_{0}n$ (b)- $^{7}_{Z'}Li + {}^{4}_{Z''}He \rightarrow {}^{A'}_{Z'''}B$

1°)- Trouver les Z_i et le A_i. Montrer qu'une seule de ces réactions libère de l'énergie.

2°)- Quelle est l'énergie libérée, en joules, lors de la formation de 1 mg de bore (B).

3) Quelles sont, en MeV, les énergies de liaison de ^{7}Li, ^{4}He et ^{10}B ? Donner le noyau le plus stable. Justifier.

Données : masses en uma : m(^{4}He) = 4,0015 ; m(^{7}Li) = 7,0144; m(^{10}B)= 10,0102 ; m(^{11}B)=11,0066 ; $m_{neutron}=m_n$=1,0087 ; $m_{proton}= m_p$= 1,0073 ; 1uma = 1,6605.10^{-27}kg.

Exercice 2 : ***Réactions nucléaires*** *(L1PCSM 2022)*

$M_{^{239}_{93}Np}$ = 239,0529 u ; $M_{^{239}_{94}Pu}$ = 239,0530 u ; $M_{^{135}_{52}Te}$ = 134,9167u ; $M_{^{102}Mo}$ = 101,91034u ; $m_{^{1}_{0}n}$ = 1,0089 u ; $M_{^{238}_{92}U}$ = 238,0508 u ; $M_{^{235}_{92}U}$ = 235,0439 u ; $\bar{M}_U$ = 238,0291 u.

A- Le neptunium Np est un radioélément émetteur β^-. Sa désintégration conduit au plutonium 239.

2-1 Ecrire la réaction de désintégration du $^{239}_{93}Np$ qui conduit au $^{239}_{94}Pu$.

2-2 Quelle masse initiale m_0 de neptunium est nécessaire pour produire 1 kg de plutonium au bout de 9,40 jours. La période du $^{239}_{93}Np$ est de 2,35 *jours*

2-3 L'uranium naturel est composé essentiellement de deux isotopes, $^{238}_{92}U$ et $^{235}_{92}U$ dont les abondances isotopiques sont respectivement 99,28 % et 0,72 %. Une masse m'_0 d'uranium naturel pur contient 1 kg d'uranium 235. Calculer la masse m'_0.

Le plutonium 239, fissible peut réagir avec des neutrons pour donner la réaction nucléaire suivante :

$$^{239}_{94}\text{Pu} + {}^{1}_{0}\text{n} \rightarrow {}^{135}_{52}\text{Te} + {}^{102}_{42}\text{Mo} + 3{}^{1}_{0}\text{n}$$

2-4 Calculer en joules l'énergie libérée par la fission d'un kilogramme (1kg) de $^{239}_{94}Pu$.

L'uranium 235 est aussi fissible. La fission d'un gramme d'uranium $^{235}_{92}U$ libère $7{,}75.10^{10}J$.

2-5 Comparer les énergies libérées par ces deux réactions de fission.

Exercice 3 : Isotopie et activité *(L1PCSM 2018)*

1°) Le magnésium ($_{12}$Mg) possède 22 isotopes dont 3 naturels et stables. Les isotopes naturels sont ^{24}Mg, ^{25}Mg et ^{26}Mg (25,9826 uma) avec des pourcentages isotopiques de 78,99 % et 10,00 % pour respectivement ^{24}Mg et ^{25}Mg. Calculer la masse molaire moyenne de Mg.

2°) L'isotope ^{22}Mg, de période T = 4s, est émetteur β^+ donner le pourcentage isotopique de cet élément et l'équation de désintégration sachant que l'on obtient un isotope du sodium (Na).

3°) Quelle est l'énergie libérée (en Joules) par la désintégration d'une mole de ^{22}Mg ?

4°) Un échantillon de magnésium de masse $\mathbf{m_{éch.}}$ avec les 4 isotopes ci-dessus contient 10% en masse de l'isotope 22. L'activité de l'échantillon est 10^6Ci. Calculer $\mathbf{m_{éch.}}$ (en µg). (^{22}Mg = 21.9996 uma)

5°) Calculer le temps au bout duquel, cette activité sera 15 fois moins importante.

Exercice 4 : Radioactivité du césium 137. *(L1PCSM 2022)*

A-La présence du radioélément césium 137 dans le Sahara est à l'origine d'une pollution radioactive faible mais permanente des sols lors des tempêtes de sable dans au Sahara. En **1962** lors d'une tempête un dépôt homogène, d'activité 75000 Bq /km^2, est tombé sur une large zone.

2.1 En 2022, 30 g d'un échantillon de ce dépôt de sable est recueilli sur une surface de 10 m^2 ; calculer l'activité A_1 en mBq du césium présent dans ces 10 m^2 (1 km^2 = 10^6m^2).

2.2 Quelle masse m_1 de césium 137 est responsable de cette activité ? Période T(^{137}Cs)=30ans.

2.3 Calculer l'activité initiale A_0 de cet échantillon lorsque ce dépôt venait tout juste de se répandre ?

$^{137}_{55}Cs$ émetteur β^-, donne naissance au baryum métastable $^{137m}_{56}Ba$ (période T = 2,55 mn) qui conduit au baryum 137 stable, avec une émission gamma d'énergie E_γ = 661,7 keV (et sans émission d'un antineutrino).

2-4 Écrire l'équation de la désintégration du $^{137}_{55}Cs$ qui aboutit au baryum stable $^{137}_{56}Ba$.

2-5 Calculer l'énergie libérée en MeV lors de la désintégration d'un noyau du radioélément.

2-6 Calculer l'énergie cinétique de l'électron émis, on admettra que l'énergie libérée est entièrement partagée entre l'électron et le photon gamma. *M (^{137}Cs) = 136,9071 u ; M(^{137}Ba)=136,9058 u ; m_e=0,0005 u ;*

Exercice 5 : Datation au carbone 14 et ossements de mammouth.

A- Expliquer le principe de datation au carbone 14

B - On analyse les ossements d'un mammouth qui sont exposés dans un musée. On détermine que le rapport R carbone 14/carbone 12 a diminué de **35%** depuis la mort du mammouth. Le rapport initial R_i entre le carbone 14 et le carbone 12 est égal à $1{,}0.10^{-12}$. Il correspond à la valeur du rapport au moment de la mort du mammouth.

1) A quoi correspond le rapport R_i. Déduire la valeur du rapport carbone 14/carbone 12 actuel que l'on notera R_f (valeur mesurée lors de l'analyse des ossements).

2) Déterminer la durée en années séparant la mort de l'animal de la période actuelle.