UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES **Année 2023-2024**
DEPARTEMENT DE CHIMIE

L1PCSM
Travaux Dirigés Atomistique SERIE N°2

Exercice 1 : Défaut de masse et stabilité des noyaux

On considère les 3 isotopes naturels du potassium ${}^{39}_{19}K$; ${}^{40}_{19}K$ *et* ${}^{41}_{19}K$

1) Calculer les défauts de masse de chacun de ces noyaux
2) Déterminer leur énergie de liaison en déduire les énergies de liaison par nucléon
3) Classer ces éléments par ordre de stabilité croissante.

Données : ${}^{41}K$=40,96182 uma ; ${}^{40}K$ (40,96182 uma) ; ${}^{40}K$ (39,96392 uma) ; ${}^{39}K$ (38,96370 uma) ; mp = 1,00728 uma ; mn=1,00866 uma

Exercice 2 : Nature des rayonnements nucléaires et notions de radioactivité

A - Compléter chacune des équations suivantes et indiquer s'il s'agit d'une désintégration α, β^+ ou β^-.

${}^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{234}_{90}Th + \cdots$; ${}^{234}Th \longrightarrow {}^{234}_{91}Pa + \ldots$; ${}^{234}\mathrm{Th} \longrightarrow {}^{234}\mathrm{Pa} + \cdots$; ${}^{19}_{9}F \longrightarrow {}^{18}_{8}O + \cdots$; ${}^{18}O^* \longrightarrow \cdots$

B - Vrai ou faux (Justifier)

1. Tous les noyaux sont instables. Ils se désintègrent et sont radioactifs.
2. La radioactivité est un phénomène artificiel.
3. Lors d'une désintégration radioactive, il se forme un noyau plus stable que celui qui s'est désintégré.
4. La particule β^+ correspond à un atome d'hélium ${}^{4}_{2}He$.
5. Le rayonnement gamma correspond à l'émission d'une onde électromagnétique de forte énergie.
6. L'équation ${}^{30}_{15}P \longrightarrow {}^{30}_{14}Si + {}^{0}_{1}e$ est correctement écrite et correspond à une radioactivité β^+.
7. L'équation ${}^{226}_{88}Ra \longrightarrow {}^{222}_{86}Rn + {}^{4}_{2}He$ est correctement écrite et correspond à une radioactivité α.
8. Le temps de demi-vie correspond au temps pour lequel la moitié de l'échantillon s'est désintégré

Exercice 3 : Datation au carbone

Des fragments d'os et de charbon de bois ont été prélevés dans un site préhistorique. On mesure l'activité du carbone 14 des résidus d'os et de charbon, afin d'en déterminer l'âge.

L'activité du carbone 14 dans les résidus d'os donne 110 désintégrations par heure et par gramme de carbone. L'échantillon de référence donne 13,6 désintégrations par minute et par gramme de carbone. La période du carbone 14 est T = 5568 ans. Montrer que l'âge t des résidus d'os, exprimé en années, peut être calculé par la relation suivante :t = 8033 ln (A_0/A). Calculer

Exercice 4 Radioactivité *(L1PCSM 2023)*

Le bismuth ${}^{212}_{83}Bi$ est radioactif et émetteur α, le noyau fils est un isotope de l'élément thallium (Th). La réaction se produit dans cet exercice sans émission γ. La constante de désintégration de Bi est égale à $\lambda = 2{,}70.10^{-4}\ s^{-1}$. Le Bi 212 est utilisé dans le traitement des cellules cancérigènes.

Un patient a ingéré une dose de bismuth de masse m_0 ayant une activité de $A_0 = 1{,}35.10^{12}$Bq

2.1) Écrire l'équation de désintégration du bismuth
2.2) Déterminer l'énergie dégagée par la désintégration d'un noyau de bismuth
2.3) Calculer le nombre de noyaux N_0 et la masse m_0 du bismuth ingérés par le patient
2.4) Calculer le temps au bout duquel l'activité de Bi dans le corps vaut $3{,}375.10^{11}$Bq

Données :; masses des noyaux en uma m(Bi) = 211,94562 ; m(Th)= 207,93745 ; m(α)=4,00150.

Exercice 5 : Utilisation d'iode pour prévenir les cancers de la thyroïde

Suite à un incident nucléaire, des nuages de poussières radioactives ont été disséminés par le vent. Parmi les éléments radioactifs, on retrouve la présence d'iode 131 qui représente l'une des sources d'exposition les plus dangereuses pour l'homme car cet élément se fixe sur la thyroïde. Afin de prévenir ce phénomène, on distribue à la population un médicament contenant de l'iodure de potassium non radioactif afin que celui-ci vienne saturer la thyroïde à la place des noyaux radioactifs.

1. L'iode ^{131}Ise désintègre pour former du xénon dans un état excité $^{131}_{54}Xe^{*}$.
Écrire les deux équations de réactions nucléaires successives liées à la désintégration de l'iode 131 conduisant au xénon dans son état non excité ^{131}Xe.

2. À quels types de radioactivité cela correspond-t-il ? S'agit-il de rayonnement ionisant ou non ?

3. On mesure l'activité de la thyroïde d'un patient due à la présence d'iode 131 à l'aide d'un compteur Geiger. Lors de la première mesure, l'activité est de 200 désintégrations par minute. Au bout de 5 jours, l'activité résiduelle est de 130 désintégrations par minute. Calculer le temps de demi-vie t1/2 de l'iode 131

Exercice 6 : datation de roche par la méthode potassium-argon

Dans certaines roches volcaniques, on décèle la présence de potassium $^{40}_{19}K$radioactif. Lors d'une éruption volcanique tout l'argon produit s'évapore (sous l'effet de la température et de la pression) : on dit que la lave se dégaze. À cette date, considérée comme instant initial t = 0 s, la lave volcanique solidifiée ne contient pas d'argon mais seulement du potassium 40. Plus tard, à l'instant t, on effectue un prélèvement de roche sur le site d'un ancien volcan. Un spectrographe détermine la composition de ce prélèvement : il contient 1,57 mg de $^{40}_{19}K$et 2,0 mg de $^{40}_{18}Ar$.

1. Écrire l'équation de réaction modélisant la désintégration du potassium 40 en argon 40.
Préciser le type de radioactivité associée.

2. Calculer la constante radioactive (noté λ) du potassium 40.

3. Calculer le nombre de noyaux de $^{40}_{19}K$ (noté NK) et de $^{40}_{18}Ar$ (noté NAr) présents dans cet échantillon à la date du prélèvement.

4. On note N_0 le nombre de noyaux de $_{19}K$ initialement présent dans l'échantillon à t = 0 s.
Justifier que l'on a la relation : $N_0 = N_K + N_{Ar}$

5. Exprimer le nombre de noyaux Nk en fonction de N0, λ et t.

6. En déduire la date approximative de l'éruption qui a produit cette roche.

Données : $M(^{40}_{19}K) = 40{,}0\ g.mol^{-1}$; $M(^{40}_{18}Ar) = 40{,}0\ g.mol^{-1}$; $T_{^{40}K} = 1{,}3.10^{9} ans$