

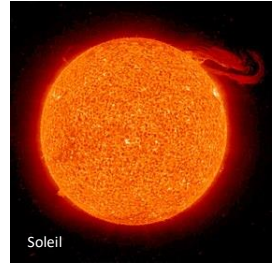
Contrôle n°1 du 18.10.2023 correction

I. (8pts) Nucléosynthèse et compositions chimiques de l'univers

1. (4pts) L'origine des éléments chimiques du système solaire

L'atmosphère de notre Soleil, d'une masse de $2 \cdot 10^{30}$ Kg, vieux de 4,6 milliards d'années, contient des éléments chimiques comme le fer, et l'oxygène, alors que le Soleil ne peut lui-même les synthétiser, car il est une étoile de type « naine jaune », soit une petite étoile qui crée de l'hélium à partir de l'hydrogène selon la **réaction n°1**.

Ces éléments chimiques de son atmosphère ont été créés, expliquent les astronomes, en scrutant l'espace, par l'effondrement d'une nébuleuse, en plusieurs immenses étoiles qui existaient bien avant notre Soleil. Elles auraient, après une courte vie de centaines de millions d'années, pour finir en supernovas, dispersé tous ces éléments chimiques radioactifs ou pas dans l'espace selon les **réaction 2, 3, 4**.

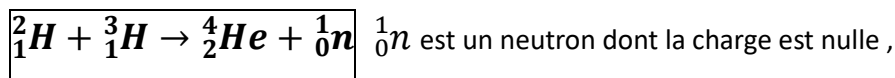


Répondre aux différentes questions

a. (2,5pts) Synthèse de l'hélium, Réaction n°1

La réaction 1 de synthèse de l'hélium ${}^4_2\text{He}$ se fait à partir des noyaux de deutérium :

${}^2_1\text{H}$ et tritium : ${}^3_1\text{H}$ obtenus par réactions nucléaires, du noyau d'hydrogène, au cœur du Soleil.



Déterminer les compositions en protons et neutrons des différents noyaux ci-dessous :

- (0,5pt) ${}^2_1\text{H}$ Z=1 et A=2 le noyau contient donc un proton et A-Z=1 : un neutron
- (0,5pt) ${}^3_1\text{H}$ Z=1 et A=3 le noyau contient : un proton et A-Z=2 : deux neutrons.
- (0,5pt) ${}^4_2\text{He}$ Z=2 et A=4 le noyau contient deux protons et A-Z=2 : deux neutrons.
- (0,5pt) Que peut-on dire des noyaux ${}^2_1\text{H}$ et ${}^3_1\text{H}$

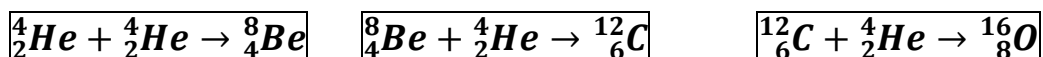
Ils sont isotopes car ils ont le même nombre de protons :1 et des nombres de neutrons différents : 2 et 3.

- (0,5pt) Dans la réaction n°1 la charge et le nombre de masse sont-ils conservés ?

Parmi les réactifs et produits de la réaction il y a charge de +2(1+1,2+0) et un nombre de masses de +5 (2+3, 4+1) .

b. (1,5pts) Synthèse du béryllium du carbone et de l'oxygène

Les étoiles qui ont précédé le Soleil ont formé les éléments comme le béryllium, le carbone et l'oxygène. Compléter les **réactions 2,3,4** de la formation du béryllium du carbone et de l'oxygène.



- (1,5pt) Les réactions nucléaires ci-dessus sont-elles de fission ou de fusion

Ces réactions sont des réactions de fusions de noyaux légers pour former des noyaux plus lourds.



2. (4pts) Constitutions chimiques des planètes du système solaire

Les compositions chimiques différentes entre les **planètes telluriques** comme **Venus Mars** et la **Terre**, constituées en majorité de silicate(SiO_2) et de fer(**Fe**), et les **planètes gazeuses** comme **Jupiter** et **Neptune**, constituées d'hydrogène(**H**) et d'hélium (**He**), sont justifiées par les astronomes par la **proximité** au Soleil des planètes telluriques où les éléments **réfractaires** aux hautes températures et **denses** purent se concentrer alors que les éléments les moins denses furent chassés au loin, vers les planètes gazeuses, par le vent solaire, très actif dans la jeunesse du Soleil.



Au début de la formation des planètes tellurique le **fer** et le **nickel**, plus dense ont **migré** vers les **noyaux**. Mais la présence d'eau à la surface de la Terre malgré un début, à plusieurs milliers de degrés est expliquée par certains astronomes, par la **migration** précoce dans l'histoire de notre système solaire de la planète **Jupiter**, elle aurait perturbé la ceinture d'astéroïdes, qui déviés de leurs trajectoires auraient bombardé la surface de la Terre pour lui apporter de l'**eau** et du **carbone**.

Les ingrédients de la vie étaient présents à la surface de la Terre. Cette vie dont l'origine reste encore mystérieuse, a grandement changé l'atmosphère terrestre en modifiant sa composition chimique, pour faire passer le **diazote** à l'origine minoritaire en gaz **majoritaire** accompagné du **dioxygène**.

Identifier les **abondances chimiques** dans les tableaux suivants **du Soleil** de **la Terre** de **l'écorce terrestre** de **l'atmosphère terrestre** et de **la vie**

Tableau 1	
Atomes	Abondance en % en masse dans un échantillon.
Oxygène	47
Silicium	28
aluminium	8
Fer	5
Calcium	3,6
Sodium	2,8
Potassium	2,6
Magnésium	2,1
Autres	1

Tableau 2	
Atomes	Abondance en % en masse dans un échantillon.
Fer	35
Oxygène	33
Silicium	8
Magnésium	5
Calcium	3,6
Sodium	2,8
Potassium	2,6
Magnésium	2,1
Autres	1

Tableau 3	
Atomes	Abondance en % en masse dans un échantillon.
Oxygène	65
Carbone	18
Hydrogène	10
Azote	3
Calcium	1,5
Potassium	2,6
Magnésium	2,1
Autres	2,5

Tableau 4	
Atomes	Abondance en % en masse dans un échantillon.
Azote	76
Oxygène	23
Argon	1

Tableau 5	
Atomes	Abondance en % en masse dans un échantillon.
Hydrogène	74
Hélium	23
Oxygène	1
Carbone	0,5
Fer	0,1

Le **tableau 5** est l'abondance du **Soleil** car il contient en majorité de l'hydrogène et de l'hélium qui est la composition chimique du proche de celle de l'univers à son origine. Le **tableau 2** correspond à la **Terre** qui contient une forte concentration de fer et d'oxygène, composition chimique des matières réfractaires et denses présentes au début du système solaire. Le **tableau 1** est celui de la **croûte terrestre** après migrations des constituants chimiques les plus denses, comme le fer vers le noyau et des moins denses comme les silicates vers la périphérie. Le **tableau 4** est celui de **l'atmosphère terrestre** par sa prépondérance en azote et oxygène. Le **tableau 3** est celui d'un **organisme vivant** comme un homme, par l'oxygène et l'hydrogène, de l'eau, et le calcium de ses os qu'il contient.

II. (13pts) Périodes radioactives et datation

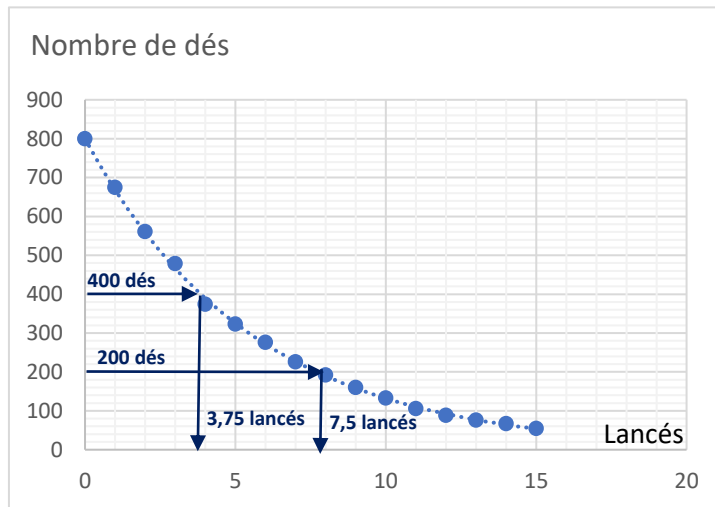
1. (2pts) Radioactivité naturelle

- Donner la définition de la période ou de la demi-vie d'un noyau radioactif.

La période radioactive d'un échantillon qui contient des noyaux radioactifs est la durée au bout de laquelle la moitié des noyaux présents initialement se sont désintégrés.

2. (6pts) Un modèle pour la radioactivité

La Simulation de noyaux radioactifs à l'aide de lancé de dés consiste à jeter 800 dés sur une table. Au premier lancé sont éliminés tous les 6. Les dés restants sont à nouveau lancé puis les 6 à nouveau éliminés. Le procédé est répété 15 fois. On obtient le graphe ci-dessous :



- a. (1pt) Pour quel lancé (chiffre à virgule) la **moitié** des dés initiaux ont disparu ?.

Graphiquement on obtient 3,75 lancers ((1,55/2)*5)

- b. (1pt) Pour quel lancé une **autre moitié** a encore disparu

Graphiquement on obtient 7,7 lancers ((3,1/2)*5)

- c. (2pts) Quel parallèle peut on faire avec la radioactivité ?

Les courbes sont semblables. La demie vie pour la radioactivité correspond au nombre de lancers de dès qu'il faut effectuer pour que la moitié de ceux présents initialement soient éliminés. Dans cet exemple, au bout de 3,75 lancers, soit presque 4, la moitié des dés présents initialement sont éliminés et au bout de 7,7 lancers, soit deux demi-vies, une autre moitié a disparu.

- d. (1pt) Est il possible de prévoir quel dés sera éliminé sur un lancé ? Quel parallèle peut on faire avec la radioactivité ?

Non, un lancé de dés est aléatoire, comme la désintégration d'un noyau radiactif.

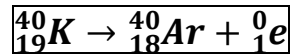
- e. (1pt) Au bout de combien de lancers devrait il rester 25 dés ? Est-ce une certitude ?

On fait le rapport $800/25=32=2^4$. On en déduit « 4 demie vies » des dés.

Soit au bout du $4*3,75=15$ lancé. Mais rien n'est pas sûr car cela reste une probabilité.

3. (4pts) Datation du magma

Le potassium 40, formé par d'anciennes étoiles est radioactif. Son noyau se désintègre spontanément pour former un noyau d'argon stable selon la réaction :



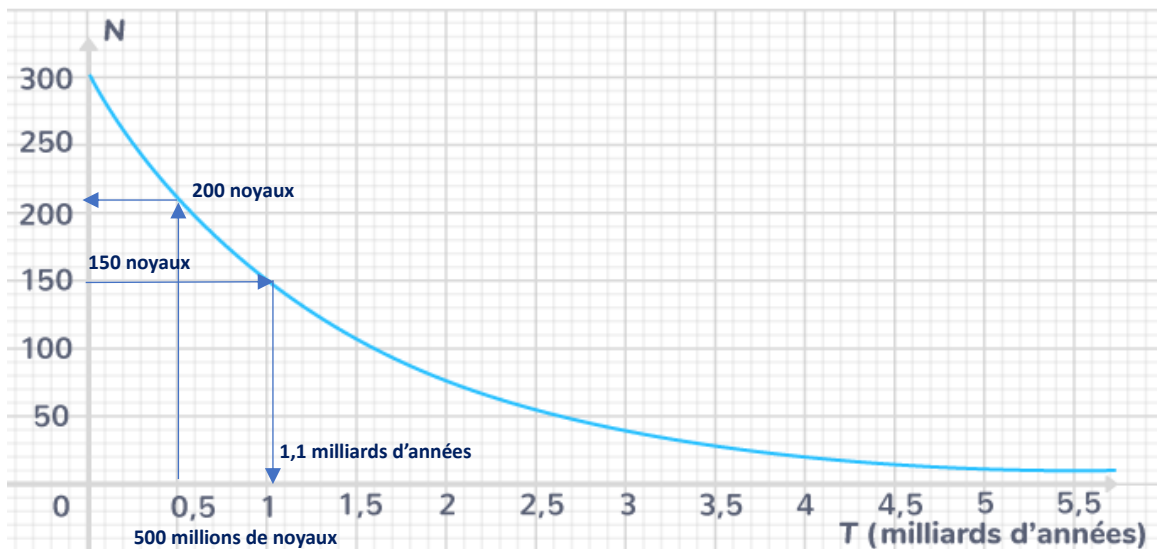
Une roche formée après solidification de magma contient $N_1 = 1,2 \cdot 10^{19}$ noyaux de potassium 40 et $N_2 = 3,6 \cdot 10^{19}$ noyaux d'argon. L'argon, qui est un gaz, est emprisonné dans la roche et ne peut s'échapper. Cette roche ne contient pas d'argon au moment de sa formation.

La courbe de décroissance radioactive du potassium 40 est donnée ci-dessous .

Questions

- (1pt) Quelle est la composition en protons et neutrons du noyau de l'atome de potassium K ?
- (1pt) Quel type de radioactivité subit cet atome ?
- (1pt) À l'aide du document, déterminer l'âge de la roche volcanique.
- (1pt) Combien de noyaux de potassium, sur le document, doivent rester au bout de 5 millions d'années ?

Décroissance radioactive du potassium 40



- Pour le potassium on a $Z=19$ donc **19 protons** et $A=40$ donc $A-Z=40-19=$ **21 neutrons**.
- Cette radioactivité est β^+ car émission d'un positron ${}_1^0\text{e}$
- On détermine graphiquement la demi-vie du noyau de potassium et on trouve **$t_{1/2}=1,05$ Ga** (milliards d'années).

Le nombre de noyaux initiaux N_0 correspond à ceux qui restent $N_1 = 1,2 \cdot 10^{19}$, ajoutés à ceux qui se sont désintégrés et transformés en argon $N_2 = 3,6 \times 10^{19}$: $N_0 = N_1 + N_2$

On a donc : $N_0 = 1,2 \cdot 10^{19} + 3,6 \times 10^{19} = 4,8 \times 10^{19}$ noyaux. On peut en déduire $N_1 / N_0 = 1/4$.

Soit s'est écoulé deux demi-vies et l'âge de l'échantillon est de **2,02 Ga**

- Graphiquement sur le graphe on trouve pour 0,5Ga on trouve : **210 noyaux**.