

Contrôle n°1 du 24.09.2025 correction

I. (4,5pts) Les compositions chimiques de l'univers

On donne les abondances de plusieurs objets qui constituent l'univers ci-dessous dans les tableaux 1 à 4. L'un correspond au **Soleil**, l'autre à la **Terre**, un autre à l'**écorce terrestre** et enfin un dernier à la **vie**. Identifier ces différents tableaux, justifier vos réponses en expliquant l'origine de certains éléments chimiques.

Tableau n°1	
Élément chimique	Abondance %
Fer	35
Oxygène	33
Silicium	17
Magnésium	15

Tableau n°2	
Élément chimique	Abondance %
Hydrogène	93
Hélium	6
Autres	1

Tableau n°3	
Élément chimique	Abondance %
Oxygène	65
Carbone	19
Hydrogène	10
Calcium	1
Azote	3
Autres	2

Tableau n°4	
Élément chimique	Abondance %
Oxygène	50
Silicium	25
Aluminium	7
Fer	5
Calcium	3
Sodium	3
Autres	7

- **Le tableau n°2** correspond à l'abondance du **Soleil** car L'observation montre que l'univers est en expansion, qu'il aurait pour origine une "explosion » originelle, le « Big- Bang » où seuls les éléments chimiques, l'hydrogène et hélium ont eu le temps de se former, ainsi l'abondance chimique du Soleil est très proche de celle de l'univers. D'autres étoiles bien plus grandes que notre Soleil ont formé tous les autres éléments chimiques qu'elles ont dispersé dans l'espace en fin de vie.
- **Le tableau n°1** est l'abondance chimique **terrestre** car seule une petite zone de notre système solaire, assez proche du Soleil a vu se former les planètes telluriques où dominait les éléments les plus denses comme le fer.
- **Le tableau n°4** est celui de l'**écorce terrestre** car une fois la Terre formée, les éléments les plus denses comme le fer ont précipité vers son noyau et les autres les moins denses, comme silicium ont migré vers sa périphérie pour former la croûte terrestre ou l'écorce terrestre.

- **Le tableau n°3 correspond à l'abondance chimique d'un organisme vivant, car la vie est apparue à la surface de la Terre, dans l'eau. Elle a gardé jusqu'à aujourd'hui ces proportions, essentiellement constituées d'oxygène de carbone et d'hydrogène.**

II. (3,5pts) Le noyau atomique

- (1pt) Un noyau est caractérisé par trois lettres **Z, A, X** : A_ZX , à quoi correspondent elles ?

X : Symbole de l'élément chimique

A : Nombre de masse et de nucléons

Z : Numéro atomique et nombre de protons

- (2,5pts) Quelques nucléides
 - (2pts) Donner les compositions en **protons** et **neutrons** des atomes suivants :

Noyau ① : ${}^{238}_{92}U$ **Z=92** soit il a **92 protons**. **A=238** soit il contient **238-92=146 neutrons**

Noyau ② ${}^{226}_{86}Ra$ **Z=86** soit il a **86 protons**. **A=226** soit il contient **226-86=140 neutrons**

Noyau ③ ${}^{214}_{84}Po$ **Z=84** soit il a **84 protons**. **A=214** soit il contient **214-84=130 neutrons**

Noyau ④ ${}^{210}_{84}Po...$ **Z=84** soit il a **84 protons**. **A=210** soit il contient **210-84=126 neutrons**

- (0,5pt) Deux noyaux particuliers

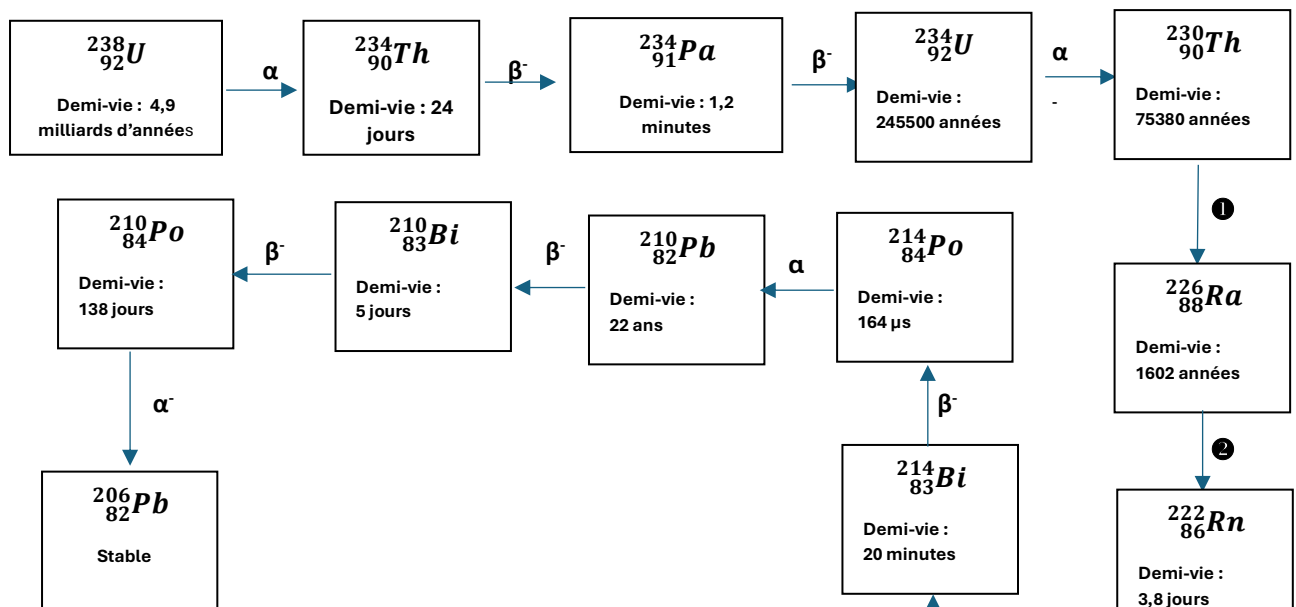
Quels sont les noyaux isotopes dans la question précédente et pourquoi ?

Les noyaux ③ et ④ ont le même nombre de protons et sont des isotopes du polonium.

III. (3pts) Les différentes radioactivités

La chaîne de désintégration de l'uranium 238

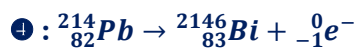
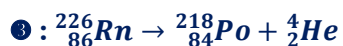
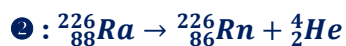
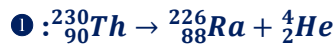
Au sein des grosses étoiles, lors de leur implosion, des noyaux très lourds et instables sont formés, **comme l'uranium 238**. Après l'explosion de ces étoiles **en supernova**, ils sont dispersés dans l'espace et sont pour certains radioactifs, comme l'uranium 238. Cet atome conduit après un certain nombre de réactions à former **du plomb 206** selon la **chaîne de désintégration radioactive de l'uranium 238** ci-dessous :



- (1pt) Déterminer quelles sont les types de radioactivités ①, ②, ③, ④

Radioactivité ① : α car émission d'un noyau d'hélium. Radioactivité ② : α car émission d'un noyau d'hélium., Radioactivité ③ : α car émission d'un noyau d'hélium. Radioactivité ④ : β^- car émission d'un électron.

- (2pts) Donner les réactions nucléaires associées



IV. (5pts) La demi-vie

- (1pt) Définir ce qu'est la demi-vie pour un noyau radioactif

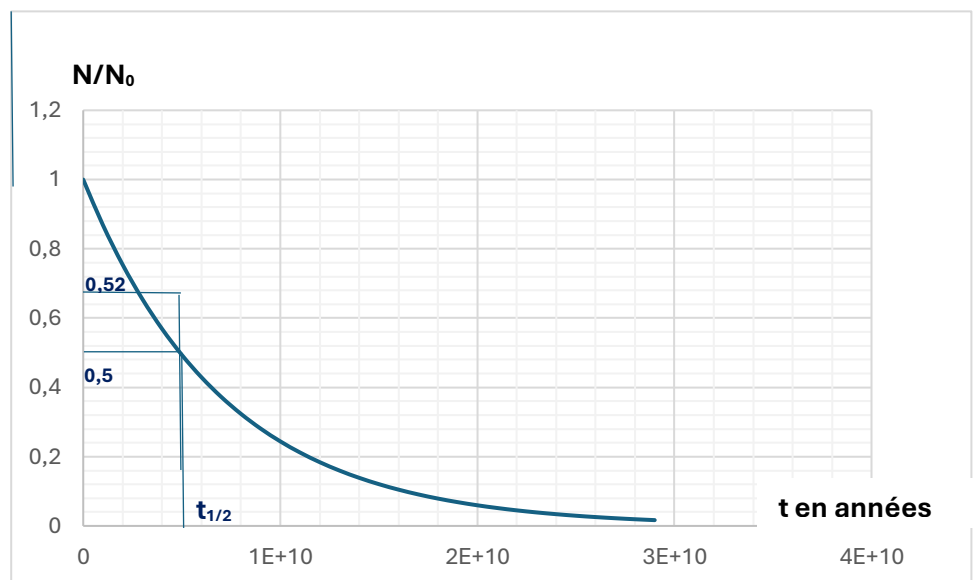
La demi-vie d'un noyau radioactif c'est la durée au bout de laquelle la moitié des noyaux initiaux se sont désintégrés

- (1pt) On a représenté ci-dessous le rapport du nombre de noyau d'uranium 238, **N restant** à l'instant t par rapport à celui à l'instant initial **N₀** : **N/N₀**, en rapport au temps **t**. Déterminer la demi-vie du noyau d'uranium 238 à l'aide de cette courbe et comparer avec la valeur donnée dans la **chaîne de désintégration radioactive de l'uranium 238**.

Graphiquement on a pour $N/N_0=0,5$:

$$t_{1/2} = (1,3/2,65) \cdot 1 \cdot 10^{10}$$

Soit $t_{1/2} = 4,9 \cdot 10^9$ années



- (1pt) En comparant **les demi-vies** de tous **les atomes intermédiaires** entre **l'uranium 238** et le **plomb 206** avec celle de **l'uranium 238**, justifier que ces intermédiaires n'apparaissent sous forme d'infimes traces et que l'on puisse réduire la désintégration radioactive de l'uranium 238 en plomb 206 par l'équation suivantes : ${}_{92}^{238}\text{U} \Rightarrow {}_{82}^{206}\text{Pb} + 8{}_2^4\text{He} + 6{}_{-1}^0\text{e}^-$

Dans la chaîne de désintégration radioactive de l'uranium 238, sur la page 2/4 on compte 8 désintégrations α et 6 désintégrations β^- . De plus dans l'équation ci-dessus le nombre de charge de 92 et le nombre de masse de 238 sont conservés (nombre de masse : 238 ; pour la charge : 92). Les

demi-vies très faibles des intermédiaires explique leur durée d'existence infime et leur très faible présence dans la nature.

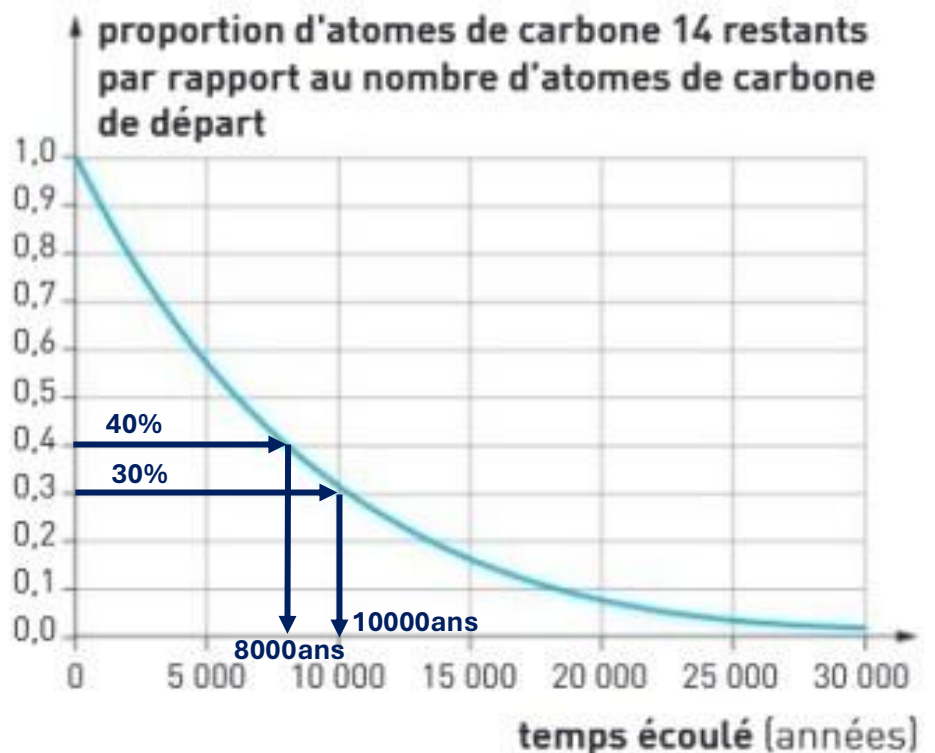
4. (2pts) Donner l'âge d'un échantillon d'une météorite du même âge que la Terre pour lequel $N/N_0=0,52$.

Graphiquement on trouve 4,7 milliards d'années ($1,25/2,65=0,47$), cette valeur est voisine de celle admise de 4,6 milliards d'années.

V. (2pts) La datation

Lors d'une fouille d'une grotte préhistorique des échantillons ont été extraits sur **différentes couches sédimentaires**. L'échantillon des couches sédimentaires les plus profondes ne possédait plus que **30%** de noyaux radioactifs **de carbone 14** par rapport à ceux initiaux, alors que celui **des couches externes** en possédait **40%**. L'hypothèse d'une occupation de la grotte sur plusieurs périodes est-elle crédible ?

D'après la datation au carbone 14 l'échantillon qui contient 30% de carbone 14 est daté à moins 10000 années, alors que celui de 40% à moins 8000 années ($10.2,8/3,5=8$). L'hypothèse d'occupation de la grotte sur plusieurs périodes est donc confirmée, et même logique, puisque les couches sédimentaires les plus profondes sont les plus anciennes.



VI. (3pts) Dose médicale d'éléments radioactifs

Une injection médicale de l'isotope $^{15}_8\text{O}$ de demi-vie de **2 minutes** permet d'effectuer un suivi du débit sanguin dans le cerveau. Le nombre de noyau introduit initialement est de $N_0 = 1,26 \cdot 10^6$ noyaux

Déterminer le nombre de noyaux restants au bout de **quatre minutes**.

On considère qu'il faut ajouter une nouvelle injection lorsque le nombre de noyaux est divisé par **256**, indiquer au bout de combien de temps il faut renouveler l'injection.

Au bout de quatre minutes il reste $\frac{1}{4}$ des noyaux initiaux soit : $N = N_0/4 = 1,26 \cdot 10^6 / 4 = 3,15 \cdot 10^5$ noyaux

256 correspond à 2^8 . Il faudra renouveler l'injection au bout de 8 demi-vies soit au bout de $8 \times 2 = 16$ minutes.