Devoir surveillé – Un niveau d'organisation : les éléments chimiques

Nucléosynthèse, abondance des éléments dans l'Univers, la Terre et le vivant, radioactivité et demi-vie (programme d'enseignement scientifique de 1re)

Durée : 120 min – Sans document – Sur 20 points · Enseignement scientifique 1re

Nom : _____ Date : _____ Note : _____ / 20

Les réponses doivent être rédigées et justifiées. Soigne l'orthographe et la présentation.

Exercice 1 – Vrai ou faux : l'origine des éléments *(4 pts)*

a) Dire si l'affirmation est vraie ou fausse, en justifiant : « L'hydrogène des molécules d'eau de notre corps a été fabriqué dans le Soleil. »

b) Même consigne : « Le fer de notre sang a été produit par des réactions nucléaires dans des étoiles qui ont précédé le Soleil. »

c) Même consigne : « Le Soleil fabrique actuellement de l'uranium. »

d) Même consigne : « Les atomes de carbone d'un arbre et ceux d'une roche calcaire ont la même origine : la nucléosynthèse stellaire. »

Exercice 2 – Équations de réactions nucléaires *(4 pts)*

a) Vérifier la conservation du nombre de nucléons et de la charge dans $^{20}_{10}\mathrm{Ne} + {}^{4}_{2}\mathrm{He} \rightarrow {}^{24}_{12}\mathrm{Mg} + \gamma$, puis préciser la nature de la réaction.

b) Même question pour $^{235}_{92}\mathrm{U} + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{141}_{56}\mathrm{Ba} + {}^{92}_{36}\mathrm{Kr} + 3\,{}^{1}_{0}n$. Où ce type de réaction est-il mis en œuvre sur Terre ?

c) Déterminer A et Z dans $^{12}_{6}\mathrm{C} + {}^{12}_{6}\mathrm{C} \rightarrow {}^{20}_{10}\mathrm{Ne} + {}^{A}_{Z}\mathrm{X}$ et identifier X (numéros atomiques : H 1, He 2, Li 3).

d) Pour $^{1}_{1}\mathrm{H} + {}^{1}_{1}\mathrm{H} \rightarrow {}^{2}_{1}\mathrm{H} + {}^{0}_{1}e + \nu$ (le neutrino ν n'a ni nucléon ni charge), un élève conclut à une fission « puisqu'une particule est expulsée ». Expliquer son erreur.

Exercice 3 – Composition élémentaire d'une bactérie *(4 pts)*

a) Composition de la **masse sèche** d'une bactérie intestinale (en %) :

C	O	N	H	P	S	K	Autres
50	20	14	8	3	1	1	3

Quels sont les quatre éléments majoritaires ? Quelle part de la masse sèche représentent-ils ensemble ?

b) Calculer la masse de carbone et la masse d'azote contenues dans 2,5 g de ces bactéries séchées.

c) Une bactérie vivante contient environ 70 % d'eau en masse, et l'oxygène représente 89 % de la masse de l'eau. Montrer que l'oxygène représente alors environ 68 % de la masse de la bactérie vivante.

d) Quels éléments majeurs du globe terrestre sont presque absents de la bactérie ? Ce constat signifie-t-il que la matière vivante est faite d'éléments différents de la matière minérale ?

Exercice 4 – Le tritium, un isotope radioactif de l'hydrogène *(4 pts)*

a) Un échantillon contient $N_0 = 3{,}2 \times 10^{14}$ noyaux de tritium $^{3}_{1}\mathrm{H}$, de demi-vie 12,3 ans. Calculer le nombre de noyaux restant au bout de 36,9 ans.

b) Au bout de combien de temps ne restera-t-il que $\frac{1}{32}$ des noyaux initiaux ?

c) Encadrer, puis estimer, la durée au bout de laquelle il reste 30 % des noyaux initiaux.

d) Un élève affirme : « Au bout de 24,6 ans, tout le tritium aura disparu, puisque chaque demi-vie en élimine la moitié. » Expliquer l'erreur et donner le nombre de noyaux restants.

Exercice 5 – Dater un campement préhistorique *(4 pts)*

a) Un gramme de carbone prélevé sur un organisme vivant présente une activité de 13,6 désintégrations par minute, due au carbone 14 (demi-vie : 5 730 ans). Expliquer pourquoi cette activité reste constante tant que l'organisme vit.

b) Un charbon de bois du campement a une activité de 0,425 désintégration par minute et par gramme de carbone. Montrer que l'activité a été divisée par 32, puis dater le campement.

c) Une poutre en bois a environ 1 500 ans. Montrer, sans calcul de puissance, que son activité par gramme de carbone est comprise entre 6,8 et 13,6 désintégrations par minute.

d) Peut-on dater par le carbone 14 une hache en silex taillé ? un tissu de lin ? Justifier.

Bon courage !

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).