

Enseignement scientifique – Partie Physique-Chimie
DS 1

Note :	Observations :
/ 20	

COMPÉTENCES ÉVALUÉES :	*	**	***	****
Identifier et analyser le caractère scientifique d'une argumentation				
Mobiliser ses connaissances				
S'approprier une problématique, identifier les connaissances associées et rechercher l'information utile.				

Exercice 1 : Poussières d'étoiles



DOC 1 Étoiles et nuages de poussières interstellaires.

Poussières d'étoiles

En 1984, Hubert Reeves, astrophysicien et vulgarisateur scientifique québécois, publie *Poussières d'étoiles*. «Ce livre voudrait être une ode à l'univers. J'ai tenté de rendre hommage à sa splendeur et son intelligibilité, d'exprimer à la fois sa créativité, son inventivité, sa beauté et sa richesse. J'ai voulu donner à contempler et à comprendre», écrit-il pour présenter son ouvrage.

« Combien de temps faut-il pour engendrer un être intelligent ? Il faut d'abord faire des étoiles à partir de la purée initiale. Puis il faut que ces étoiles vivent leur vie et rejettent leur moisson d'atomes dans l'espace. Il faut ensuite que ces atomes se combinent en molécules et en poussières. Que ces grains de poussière s'accumulent en planètes rocheuses lors de la naissance d'une nouvelle étoile. Finalement, il faut assurer le

cours de l'évolution chimique et biologique de la planète. Nous connaissons plus ou moins bien la durée de chacune de ces opérations. En faisant la somme, on arrive à un minimum de plusieurs milliards d'années. Faut-il s'étonner que l'Univers ait déjà quatorze milliards d'années ? Il ne lui en faut pas moins pour engendrer un être capable de conscience, capable de lui demander son âge... »

DOC 2 Extrait de *Poussières d'étoiles* (éditions du Seuil).

Commentez cet extrait et expliquez le titre de l'ouvrage à la lumière de vos connaissances concernant la synthèse des éléments. (15-20 lignes suffisent) (5 points)

La Terre et les êtres vivants sont constitués d'éléments lourds, au-delà de l'hydrogène et de l'hélium (C, N, O, Fe, Mg, Ca... pour les êtres vivants ; Si, Fe, Ca, U... pour la Terre). Ces éléments ont été synthétisés avant la création de la Terre et du système solaire. Or, leur synthèse n'a lieu que lors des phases de nucléosynthèse stellaire et explosive. Aussi, la Terre et ses êtres vivants sont constitués d'éléments chimiques qui sont issus d'une (ou plusieurs) étoiles primitives, suffisamment massives pour avoir explosé en supernova, dans l'environnement proche du système solaire actuel. Nous sommes donc des poussières d'anciennes étoiles locales.

Exercice 2 : Age d'une momie

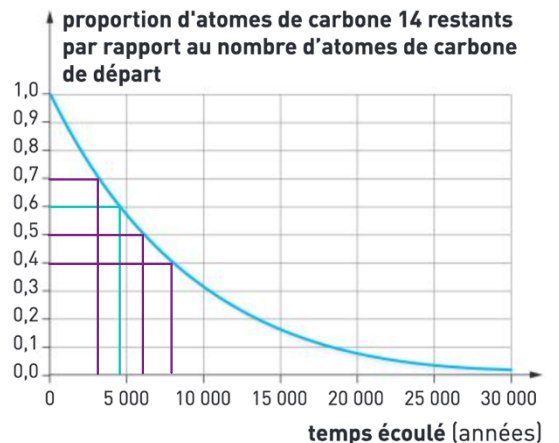
Une momie a été découverte en Égypte dans la vallée des Rois. On réalise une datation au carbone 14. Cet élément radioactif, produit en continu dans l'atmosphère terrestre, reste en proportion constante dans les organismes vivants. Le carbone n'étant plus renouvelé à partir du décès, sa proportion diminue comme l'indique le graphique ci-dessous.

On mesure une baisse de 40 % de la proportion de carbone 14 de la momie.



(3 points) En vous aidant de la courbe ci-contre, dater la momie. Expliquez votre raisonnement.

- Une baisse de 40% signifie que la proportion de ^{14}C est de 0,6. Par lecture graphique, le temps écoulé est d'environ 4600 ans, cela correspond à l'âge de la momie.
- baisse de 30% : proportion à 0,7 la momie a environ 3200 ans.
- pour 50% : proportion à 0,5 la momie a 6100 ans.
- pour 60% : proportion à 0,4 la momie a environ 8000 ans.



Exercice 3 : Les gaz nobles à l'état solide

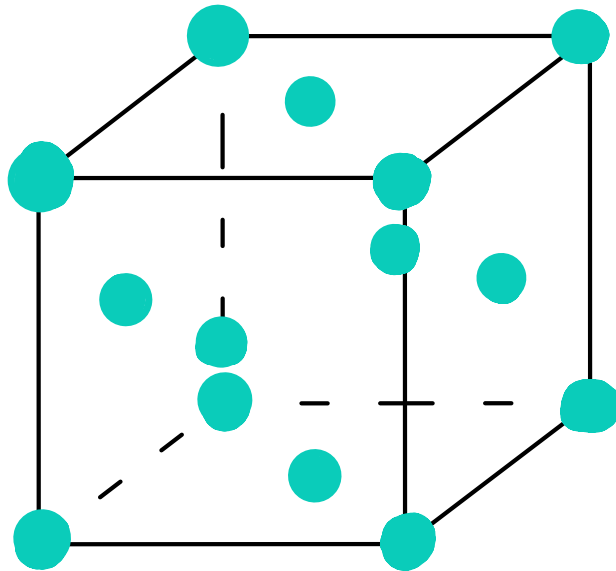
Élément	Néon	Argon	Krypton	Xénon
Masse de l'atome (en g)	$3,35 \cdot 10^{-23}$	$6,63 \cdot 10^{-23}$	$1,39 \cdot 10^{-22}$	$2,18 \cdot 10^{-22}$
a (en nm)	0,443	0,525	0,571	0,618

$1 \text{ nm} = 10^{-7} \text{ cm}$

Les éléments de la colonne 18 du tableau périodique sont des gaz monoatomiques inertes à température ambiante, d'où le nom de « gaz nobles ». Il faut les porter à des températures très basses pour obtenir des cristaux. On obtient alors des structures CFC.

Questions

1. (2 points) Représentez la maille CFC.



2. (1 point) Démontrer que pour un réseau CFC, $a = \frac{4}{\sqrt{2}} r$.

D'après le théorème de Pythagore : $a^2 = (2r)^2 + (2r)^2$
 on a donc $a^2 = 8r^2 = \frac{16}{2} r^2$

D'où $a = \sqrt{\frac{16}{2} r^2} = \frac{4}{\sqrt{2}} r$

3. (2 points) Déduisez-en les rayons atomiques du néon.

néon : $r_{\text{néon}} = \frac{a \sqrt{2}}{4} = \frac{0,443 \sqrt{2}}{4} = 0,157 \text{ nm}$

De la même façon pour l'argon : $r_{\text{argon}} = 0,186 \text{ nm}$

pour le krypton : $r_{\text{krypton}} = 0,202 \text{ nm}$ pour le xénon : $r_{\text{xénon}} = 0,218 \text{ nm}$

4. (3 points) Calculez la masse volumique du néon à l'état solide.

néon : $\rho_{\text{néon}} = \frac{m_{\text{maille}}}{V_{\text{maille}}} = \frac{2 \times m_{\text{néon}}}{a^3} = \frac{4 \times 3,35 \cdot 10^{-23}}{(0,443 \cdot 10^{-7})^3} = 1,54 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

De même pour l'argon : $\rho_{\text{argon}} = 1,83 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

Pour le krypton : $\rho_{\text{krypton}} = 2,99 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

Pour le xénon : $\rho_{\text{xénon}} = 3,69 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

5. (1 point) Déterminer la multiplicité d'une telle maille. Justifier.

Une maille cubique face centrée a 8 atomes sur les sommets du cube (de contribution $1/8$) et 6 atomes sur les faces (de contribution $1/2$), la multiplicité est donc de

$$z = 8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$$

6. (3 points) Formule de compacité : $C = \frac{z \frac{4}{3} \pi r^3}{a^3}$. Calculer la compacité du néon. Dépend-elle du rayon de l'atome ?

Justifier.

$$C = \frac{z \frac{4}{3} \pi r^3}{a^3} = \frac{z \frac{4}{3} \pi \cancel{r^3}}{(\frac{4}{\sqrt{2}} \cancel{r})^3} = \frac{z \frac{4}{3} \pi}{(\frac{4}{\sqrt{2}})^3} = 0,74$$

Comme on peut le voir sur la formule simplifiée, la compacité ne dépend pas du rayon de l'atome.