

**Calculatrices interdites**

**Justifiez votre réponse si la réponse à une question est oui ou non**

**Chimie de la géosphère et de l'atmosphère**

- 1) Le rubidium naturel ( ${}_{37}\text{Rb}$ ) est un mélange des deux isotopes  ${}^{85}_{37}\text{Rb}$  (72.2 %,  $M=84,9$ ) et  ${}^{87}_{37}\text{Rb}$  ( $M=86,9$ ). L'isotope  ${}^{87}_{37}\text{Rb}$  est radioactif et se décompose lentement.
  - a) Calculer, en unités de masse atomique et à deux décimales près, la masse molaire moyenne de Rb.
  - b) Recalculer la masse moyenne après un temps qui permet la décomposition radioactive de la moitié des atomes de  ${}^{87}_{37}\text{Rb}$ .
  - c) Indiquer comment ce type de calcul peut être utilisé pour la détermination de l'âge d'un échantillon géologique.
  - d) Indiquer la structure électronique de Rb et en déduire la structure électronique de son ion courant.
  
- 2) Le noyau de fer est exceptionnellement stable, ce qui explique son abondance cosmique. Le coeur de la terre est composé principalement de fer ( ${}_{26}\text{Fe}$ ) et nickel ( ${}_{28}\text{Ni}$ ) et la lithosphère contient 6,2 % de fer.
  - a) Calculer le défaut de masse de l'isotope principal  ${}^{56}_{26}\text{Fe}$  ( $M=55,9349$ ).
  - b) Indiquer la structure électronique des deux ions courants du fer,  $\text{Fe}^{2+}$  et  $\text{Fe}^{3+}$ .
  
- 3) Il y a très peu de métaux qui peuvent résister à l'oxydation par le dioxygène présent dans l'air. En forme élémentaire on ne trouve sur la surface de la terre que le cuivre  ${}_{29}\text{Cu}$ , l'argent  ${}_{47}\text{Ag}$ , l'or  ${}_{79}\text{Au}$  et le mercure  ${}_{80}\text{Hg}$ . Cu, Ag et Au forment des cristaux de structure cubique face centrée (c.f.c).
  - a) Déduire et commenter la configuration électronique de l'or.
  - b) Dessiner une maille c.f.c et indiquer le rapport entre le rayon atomique  $r$  et le paramètre de maille  $a$  pour cette structure.
  - c) Indiquer le nombre et les positions des sites interstitiels octaédriques et tétraédriques dans une maille c.f.c.
  - d) Calculer le paramètre de maille  $\bar{a}$  pour un alliage qui contient 25 % d'argent et 75 % d'or ( $a_{\text{Ag}} = 408.626 \text{ pm}$ ,  $a_{\text{Au}} = 407.833 \text{ pm}$ ).
  
- 4) A côté de ses constituants principaux ( $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$ , Ar) l'air contient des traces d'un grand nombre d'autres gaz produits et consommés par des processus géochimiques et biologiques. Des volcans sont une source importante pour le dioxyde de soufre  $\text{SO}_2$  et pour le gaz carbonique  $\text{CO}_2$ . certains volcans (notamment Hekla en Islande) émettent même du HF. Dans des sources chaudes volcaniques on trouve le gaz  $\text{H}_2\text{S}$  et l'acide borique  $\text{B}(\text{OH})_3$ .
  - a) Donner les structures de Lewis pour  $\text{HF}$ ,  $\underline{\text{S}}\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\underline{\text{S}}$ , et  $\underline{\text{B}}(\text{OH})_3$  et déduire la géométrie de ces molécules (atomes soulignés au centre de la molécule).

- b) Proposer un argument pour le moment dipolaire beaucoup plus élevé de  $\text{H}_2\text{O}$  par rapport à  $\text{H}_2\text{S}$ .
- c) Donner les noms des nombres quantiques  $n$ ,  $l$ ,  $m$  et  $s$  et indiquer leurs valeurs possibles dans la couche de valence de soufre  ${}_{16}\text{S}$ .
- d) Ecrire dans la notation des cases quantiques la configuration de l'état fondamental des atomes de soufre et commenter leur nature magnétique.
- e) Dessiner le diagramme d'énergie pour la molécule HF, indiquer la symétrie des orbitales moléculaires par les symboles  $\sigma$  et  $\pi$  et indiquer le caractère liant, antiliant ou non des orbitales.
- 5) Un autre gaz qui est présent sur la terre en très faible concentration est l'hélium qui est formé à partir des particules  $\alpha$  émises par des éléments radioactifs. La légèreté des atomes d'hélium leur donne une vitesse thermique suffisamment élevée pour s'échapper du champ de gravitation de la terre.
- a) Calculer la longueur d'onde équivalente pour un atome d'hélium à une vitesse de  $1000 \text{ ms}^{-1}$ .
- b) Le champ de gravitation du soleil est suffisant pour retenir l'hélium et pour permettre la production de  $\text{He}^+$  dans les champs magnétiques et électriques intenses de son atmosphère. Dessiner les niveaux d'énergie de  $\text{He}^+$  et exprimer l'énergie du niveau  $n=2$  par des constantes fondamentales.
- c) Dessiner l'allure de la densité électronique radiale dans l'état  $1s$  d'un hydrogénoïde.

### Fin de sujet

---

#### Données numériques :

$$h = 6,6260755 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$m({}_0^1n) = 1,008665 \text{ u.m.a} \quad m({}_1^1p) = 1,007276 \text{ u.m.a}$$

$$m({}_2^4\text{He}) = 6,646 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

Numéros atomiques :  ${}_1\text{H}$ ,  ${}_2\text{He}$ ,  ${}_5\text{B}$ ,  ${}_6\text{C}$ ,  ${}_7\text{N}$ ,  ${}_8\text{O}$ ,  ${}_9\text{F}$ ,  ${}_{16}\text{S}$