

## Les calculatrices sont autorisées

### Exercice I

Le carbone à l'état naturel comporte trois isotopes :

$^{12}\text{C}$ (98,9 %)  $^{13}\text{C}$ (1,1%) et  $^{14}\text{C}$ (traces).

Le carbone 14 est radioactif  $\beta^-$ . Il se désintègre avec une période ou durée de demi-vie de 5 730 années. Il est formé dans l'atmosphère à haute altitude par action sur l'azote de la composante neutronique des rayons cosmiques et s'y maintient avec une teneur constante. Il passe dans le cycle du carbone des règnes animal et végétal. Il s'établit alors dans les tissus un équilibre stationnaire avec une proportion constante de carbone radioactif. À la mort du sujet, les échanges avec l'atmosphère cessent et la proportion de carbone radioactif décroît du fait de sa désintégration. La cinétique de cette désintégration est d'ordre 1 :

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N$$

$N$  étant le nombre d'atomes radioactifs dans un échantillon donné et  $\lambda$  la constante de désintégration.

La vitesse de désintégration  $A = -\frac{dN}{dt}$  s'appelle l'activité de l'échantillon et s'exprime en becquerel :

$$1 \text{ Bq} = 1 \text{ désintégration par seconde.}$$

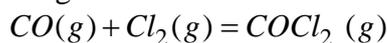
En période pré-industrielle, l'activité des organismes vivants était de  $0,2082 \text{ Bq}$  par gramme de carbone.

1. Calculer, en précisant l'unité, la valeur de la constante de désintégration  $\lambda$ .

2. Quel était le pourcentage de carbone 14 dans les organismes vivants en période pré-industrielle ?
3. L'étude d'une momie a révélé que l'activité était de  $0,1397 \text{ Bq}$  par gramme de carbone. Estimer l'âge de la momie.
4. Sachant que les appareils de comptage actuels détectent au mieux une impulsion par gramme de carbone toutes les 50 minutes, estimer l'âge limite accessible par la méthode de datation au  $^{14}\text{C}$ .  
Donnée : constante d'Avogadro :  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

## Exercice II

Le monoxyde de carbone réagit sur le dichlore selon la réaction d'équation :



À  $298 \text{ K}$ , les données pour cette réaction sont les suivantes :

$$\Delta_r H^0 = -112,5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\Delta_r S^0 = -131,6 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

1. Le gaz obtenu est très toxique. Quel est son nom ?
2. Quelle est l'influence sur l'équilibre étudié :
  - a) de la température ?
  - b) de la pression ?
 Justifier vos réponses.
3. En indiquant clairement les hypothèses retenues, calculer la constante d'équilibre  $K^0$  à  $630 \text{ K}$ .
4. Dans un réacteur fermé maintenu à la température de  $630 \text{ K}$ , on introduit  $2,00 \text{ moles}$  de  $\text{CO}$  et  $2,00 \text{ moles}$  de  $\text{Cl}_2$ . Lorsque l'équilibre est atteint, la pression est de  $75 \text{ mbar}$ . Calculer les pressions partielles de chaque constituant dans le mélange gazeux à l'équilibre.
5. On vide le réacteur et on introduit  $2,00 \text{ moles}$  de  $\text{COCl}_2$ , la température étant maintenue à  $630 \text{ K}$ . Lorsque l'équilibre est atteint, la pression est à nouveau de  $75 \text{ mbar}$ . Quel est alors le taux de dissociation  $\alpha$  de  $\text{COCl}_2$  ?  
Donnée : constante des gaz parfaits :  $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

## Exercice III

Le (R) 2-bromo-1-phénylbutane est traité par du méthanolate de sodium ( $\text{CH}_3\text{O}^- \text{Na}^+$ ) en solution diluée dans du méthanol. On obtient un mélange d'isomères *R* et d'isomères *S*.

1. Écrire la formule du 2-bromo-1-phénylbutane.
2. Quels sont les processus réactionnels mis en jeu ?
3. Quelles sont les conséquences stéréochimiques de ces processus ?
4. Sachant que le mélange obtenu contient  $77,5 \%$  d'un isomère (*S*) et  $22,5 \%$  d'un isomère (*R*), calculer en % l'importance relative des mécanismes réactionnels impliqués dans cette réaction.

**Fin de l'énoncé.**