

# Devoir d'entraînement

## 1 Mission Apollo

Les piles à combustibles PAC ont été employées lors des expéditions lunaires (Gémini, Apollo, etc.). Les PAC produisent de l'énergie électrique grâce à une réaction d'oxydoréduction entre le dihydrogène  $\text{H}_{2(\text{g})}$  et le dioxygène  $\text{O}_{2(\text{g})}$



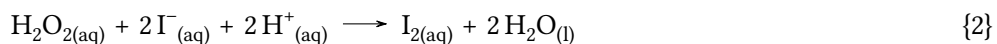
Lors de l'une des missions Apollo, une masse de dihydrogène  $m(\text{H}_2) = 24,0 \text{ kg}$  a été consommée pour leur fonctionnement.

**Données.**  $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  et  $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ . Un astronaute a besoin de  $4,0 \text{ kg}$  d'eau par jour et de  $0,82 \text{ kg}$  de dioxygène par jour.

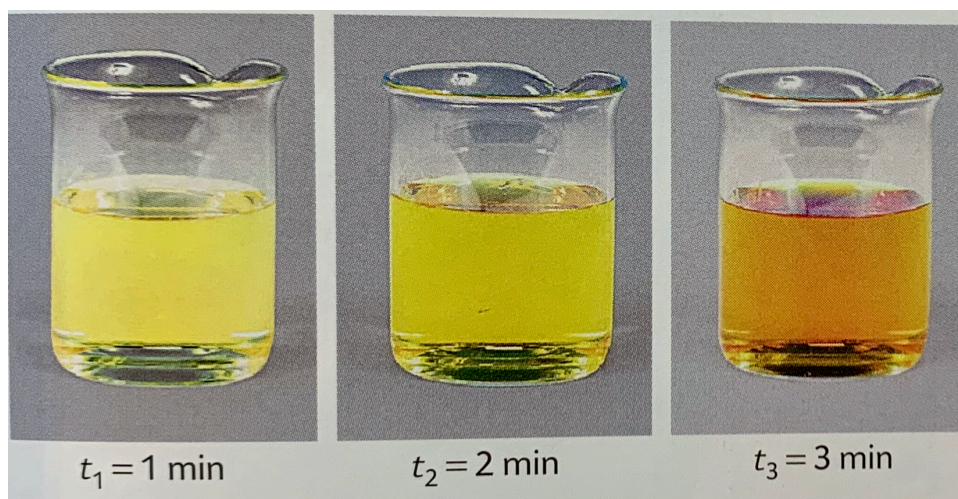
1. Sachant que l'eau appartient aux couples oxydant/réducteur  $\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$  et  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}_2$ , montrer que l'équation de la réaction entre le dioxygène et le dihydrogène s'écrit bien comme annoncé dans le texte introductif (équation 1). *Admettre que l'équation proposée dans l'énoncé est correcte et poursuivre l'exercice si aucune réponse n'est donnée à cette question.*
2. Calculer la quantité de matière initiale  $n_0(\text{H}_2)$  de dihydrogène correspondant à la masse  $m(\text{H}_2) = 24,0 \text{ kg}$ .
3. Quelle quantité de matière  $n_0(\text{O}_2)$  de dioxygène faut-il introduire dans le système, dans l'état initial, pour que le mélange soit stœchiométrique ?
4. En déduire la masse  $m(\text{O}_2)$  de dioxygène dans ce cas.
5. Les réservoirs du module Apollo contenaient  $25,6 \text{ kg}$  de dihydrogène et  $294,0 \text{ kg}$  de dioxygène. Proposer une explication à l'écart entre la masse  $m(\text{O}_2)$  calculée à la question précédente et la masse de dioxygène embarquée.
6. Cette mission Apollo a duré 14 jours et l'équipage comprenait 3 astronautes. Montrer que l'eau produite par les PAC a suffi pour assurer les besoins en eau de l'équipage lors de la mission.

## 2 Étude d'une réaction d'oxydoréduction par spectrophotométrie

On étudie la réaction (lente) entre les ions iodure  $\text{I}^-_{(\text{aq})}$  et le peroxyde d'hydrogène  $\text{H}_2\text{O}_{2(\text{aq})}$  en milieu acide. L'équation de la réaction s'écrit :



Le diiode  $\text{I}_{2(\text{aq})}$  est la seule espèce chimique colorée (en jaune-orangé) du système chimique étudié.



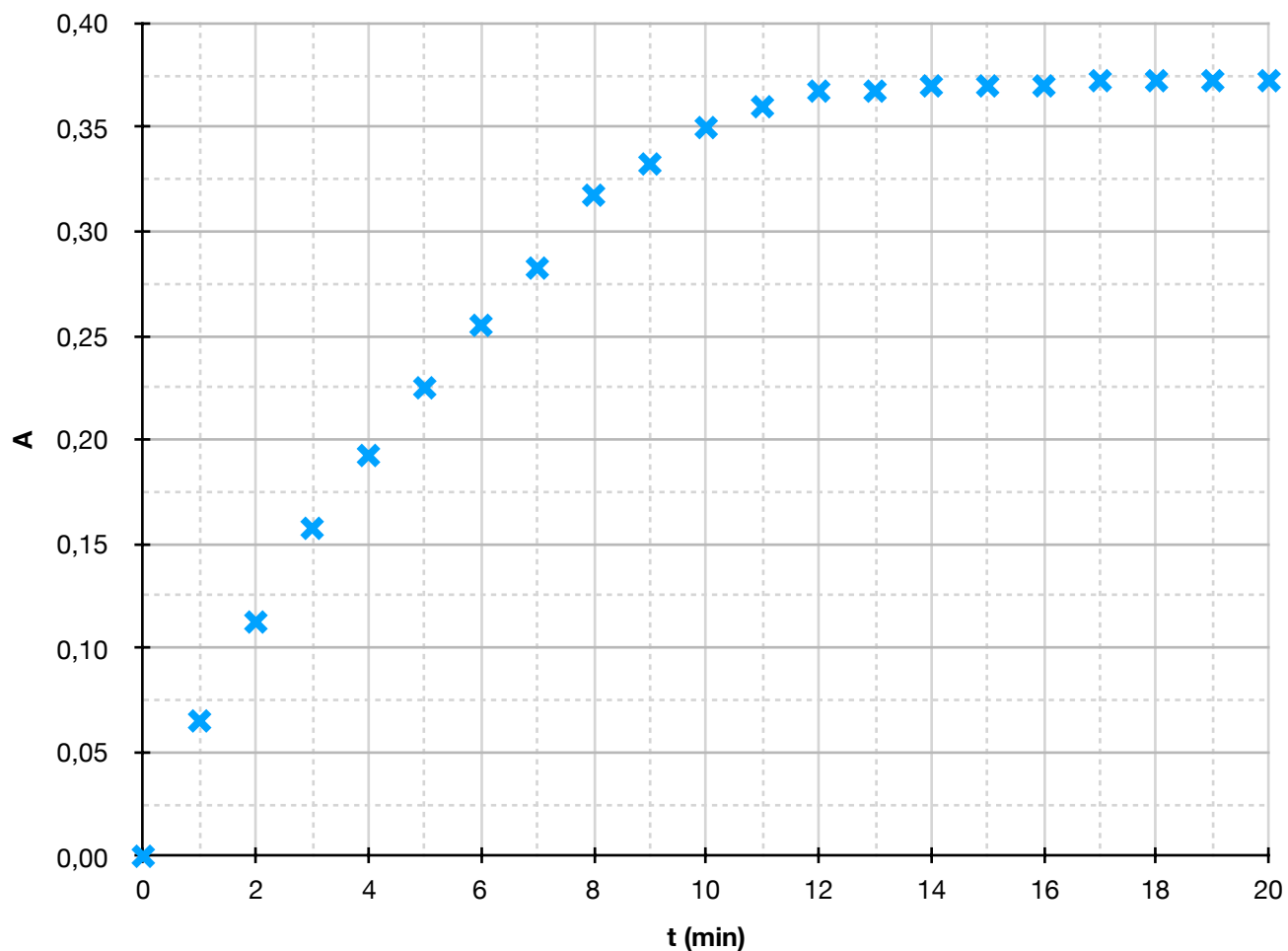
✧ À une date  $t = 0$  s, on mélange dans un bécher un volume  $V_1 = 50$  mL d'une solution de concentration  $C_1 = 9,0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  en peroxyde d'hydrogène et un volume  $V_2 = 25$  mL d'une solution acidifiée de concentration  $C_2 = 5,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  en iodure de potassium. On verse alors rapidement un faible volume (négligeable devant  $V_1$  et  $V_2$ ) de ce mélange réactionnel dans une cuve que l'on introduit dans le spectrophotomètre.

1. Deux couples oxydant/réducteur interviennent lors de cette expérience :  $\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$  et  $\text{I}_2/\text{I}^-$ . Montrer que l'équation de la réaction chimique entre les ions iodure et le peroxyde d'hydrogène s'écrit bien comme annoncé dans l'énoncé (équation 2).

*Admettre que l'équation proposée dans l'énoncé est correcte et poursuivre l'exercice si aucune réponse n'est donnée à cette question.*

2. Décrire et interpréter les photographies ci-dessus.
3. Calculer les quantités de matière initiales  $n_1$  de peroxyde d'hydrogène  $\text{H}_2\text{O}_{2(\text{aq})}$  et  $n_2$  d'ions iodure  $\text{I}^-_{(\text{aq})}$ .
4. Établir et compléter un tableau d'avancement avec les expressions littérales  $n_1$ ,  $n_2$ ,  $x$  et  $x_f$ , sachant que les ions  $\text{H}^+$  et l'eau  $\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$  sont en large excès devant les autres espèces chimiques.
5. En supposant que la transformation chimique est totale, montrer que la valeur de l'avancement maximal est  $x_{\text{max}} = 0,45 \text{ mmol}$  et identifier le réactif limitant.

✧ Le suivi de la transformation au cours du temps se fait par spectrophotométrie. Le graphique ci-dessous montre l'évolution de l'absorbance du mélange réactionnel au cours du temps  $A = f(t)$ .



6. Déterminer la valeur de l'absorbance finale  $A_f$ .
7. Calculer la valeur de la concentration finale en diiode  $C_f(I_2)$  sachant que  $A = 60 \times C(I_2)$  en  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .
8. En déduire la valeur de l'avancement final de la réaction  $x_f$ .
9. L'hypothèse faite à la question 5 ci-dessus est-elle vérifiée ?