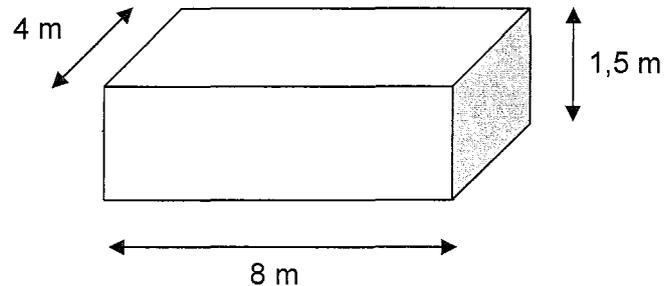


PARTIE MÉCANIQUE, THERMODYNAMIQUE ET CHIMIE (durée conseillée 1 h 30)**LA PISCINE**

Le sujet comporte deux parties indépendantes : la première concerne le traitement de l'eau de la piscine et la seconde son chauffage.

La piscine possède les dimensions suivantes :

- | | |
|---|---|
| { | longueur : 8 m ; |
| { | largeur : 4 m ; |
| { | profondeur lorsqu'elle est remplie : 1,5 m. |

**Partie 1 : Traitement**

Pour traiter l'eau de la piscine, on utilise de l'hypochlorite de sodium NaOCl. Il s'agit de l'agent actif de l'eau de Javel. Il détruit les bactéries, tue les champignons microscopiques et se lie à des composés organiques contenant de l'azote comme l'urine et la sueur pour former des chloramines.

On désire déterminer le volume d'eau de Javel commercial qu'on doit introduire dans la piscine pour que la chloration soit conforme aux normes.

Données :

- Masses molaires atomiques en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$: $M(\text{Cl}) = 35,5$; $M(\text{O}) = 16,0$; $M(\text{K}) = 39,1$; $M(\text{I}) = 126,9$.
- Potentiels standards à 25°C des couples oxydo-réducteur :
 $E^\circ(\text{ClO}^-/\text{Cl}^-) = 1,50\text{ V}$; $E^\circ(\text{I}_2(\text{aq})/\text{I}^-) = 1,39\text{ V}$; $E^\circ(\text{S}_4\text{O}_6^{2-}/\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0,08\text{ V}$.

Au préalable, on effectue un dosage des ions hypochlorite ClO^- présents dans l'eau de Javel commercial.

Protocole du dosage :

- Diluer 10 fois la solution commerciale d'eau de Javel.
- Placer dans un erlenmeyer :
 - ✓ $V_0 = 5\text{ mL}$ de cette solution diluée,
 - ✓ environ 1 g d'iodure de potassium,
 - ✓ environ 50 mL d'eau,
 - ✓ 10 mL d'acide acétique de concentration égale à $1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.
- Placer l'erlenmeyer sous agitation magnétique et titrer avec une solution de thiosulfate de sodium ($2\text{Na}^+ + \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$) de concentration $c_1 = 0,1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.
 A l'approche du point d'équivalence, introduire une pointe de spatule de thiodène pour repérer plus facilement l'équivalence (le thiodène donne une coloration noire avec le diiode restant en solution).

1.1 - On appelle c_0 la concentration des ions hypochlorite ClO^- de l'eau de Javel commerciale.

Après dilution, exprimer la quantité de ClO^- placé dans l'erlenmeyer en fonction de c_0 et V_0 .

1.2 - Écrire les deux demi-équations redox correspondant aux couples ClO^-/Cl^- et $\text{I}_2(\text{aq})/\text{I}^-$.

1.3 - Justifier que les ions I^- sont oxydés par les ions ClO^- et montrer que l'équation traduisant la réaction d'oxydo-réduction s'écrit ainsi : $\text{ClO}^- + 2\text{I}^- + 2\text{H}^+ = \text{Cl}^- + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

- 1.4 - Les ions hypochlorite, en défaut par rapport aux ions iodure, constituent le réactif limitant. En déduire, en fonction de c_0 et V_0 , l'expression de la quantité de diiode présente dans l'erlenmeyer avant le titrage.
- 1.5 - On donne l'équation de la réaction d'oxydo-réduction entre le diiode I_2 et les ions thiosulfate $S_2O_3^{2-}$:
 $2 S_2O_3^{2-} + I_2 = S_4O_6^{2-} + 2 I^-$.
 Pourquoi qualifie-t-on ce titrage d'indirect ?
- 1.6 - On note V_{eq} , le volume versé de la solution de thiosulfate de sodium pour atteindre l'équivalence. Quelle relation existe-t-il entre c_1 , c_0 , V_0 et V_{eq} ?
- 1.7 - On donne $V_{eq} = 15,2$ mL. Calculer la valeur de c_0 .
- 1.8 - Le traitement de l'eau doit amener à un apport en ions hypochlorite ClO^- de 2 mg.L^{-1} dans l'eau de la piscine.
 Connaissant les dimensions de la piscine, quel volume d'eau de Javel commerciale doit-on introduire dans la piscine ?

Partie 2 : Chauffage

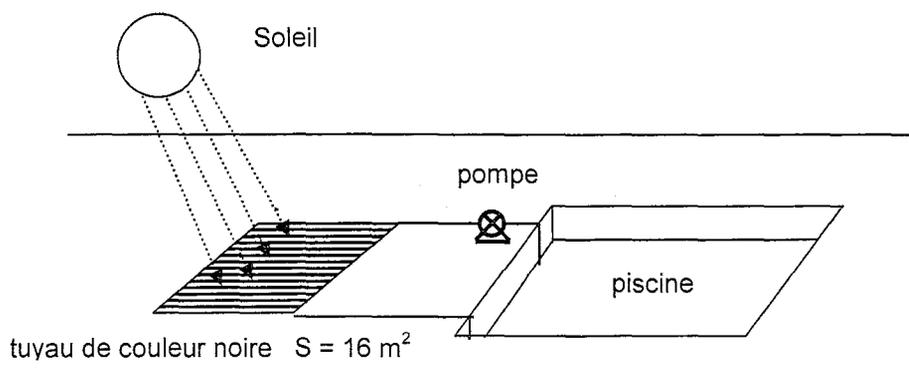
Pour chauffer l'eau de la piscine, on utilise un chauffage solaire.

Le principe consiste à chauffer l'eau de la piscine en la faisant circuler dans un tuyau de couleur noire exposé au Soleil.

La surface de tuyau exposée au Soleil est $S = 16 \text{ m}^2$.

Le débit de la pompe qui fait circuler l'eau est $q_v = 3\,300 \text{ L.h}^{-1}$.

A part le chauffage solaire, on néglige tout autre échange thermique entre l'eau et l'extérieur constitué du sol et de l'air.



Données :

- température moyenne à la surface du Soleil : $5\,800 \text{ K}$,
- diamètre du Soleil : $d_s = 1,4 \cdot 10^9 \text{ m}$,
- distance moyenne Soleil-Terre : $D = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$,
- capacité thermique massique de l'eau : $c = 4,18 \cdot 10^3 \text{ J.kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$,
- masse volumique de l'eau : $\rho = 1\,000 \text{ kg.m}^{-3}$,
- surface d'une sphère de rayon R : $4\pi \cdot R^2$.

2.1 - En supposant que le rayonnement du Soleil est celui d'un corps noir, sa puissance surfacique est donnée par la loi de Stefan-Boltzmann :

$$P = \sigma T^4 \text{ avec } \begin{cases} P : \text{puissance surfacique en } \text{W.m}^{-2} ; \\ T : \text{température en kelvin} ; \\ \sigma = 57.10^{-9} \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-4} : \text{constante de Stefan.} \end{cases}$$

Calculer cette puissance surfacique P.

2.2 - À partir du diamètre du Soleil, calculer la puissance totale émise par la surface totale du Soleil, dans tout l'espace.

2.3 - En fait une partie de la puissance est réfléchiée et absorbée par l'atmosphère. Au niveau du sol, la puissance solaire reçue par unité de surface est $J_{\text{sol}} = 800 \text{ W.m}^{-2}$.

En effectuant un bilan de puissance, calculer l'élévation de température $\Delta\theta$ que subit l'eau circulant dans le tuyau lors de la traversée du chauffage solaire.

2.4 - En considérant que la température de l'eau de la piscine est homogène et en négligeant la capacité thermique de la piscine, déterminer le temps nécessaire pour élever la température de l'eau de la piscine de 1°C .