

Exercice 2 : Une odeur de soufre dans l'air (15 points)

Partie A : Sulfure d'hydrogène

Des algues provenant de la haute mer s'échouent sur les côtes martiniquaises. Ces algues ne sont pas toxiques en elles-mêmes. Mais elles meurent une fois échouées sur les plages. Des dégagements importants de gaz sont produits lors de leur décomposition, notamment du sulfure d'hydrogène H_2S , qui provoquent des nuisances olfactives et des troubles sanitaires.

Selon les doses, les effets peuvent être une irritation des yeux (conjonctivite, gêne à la lumière vive) et des voies respiratoires (rhinite, enrouement, toux, douleur thoracique, etc). Les personnes asthmatiques y sont particulièrement sensibles, ainsi que les jeunes enfants et les femmes enceintes.

<https://www.martinique.ars.sante.fr/les-algues-sargasses-une-nouveau-phenomene-sanitaire>



On se propose d'étudier la structure de la molécule de sulfure d'hydrogène ainsi que ses propriétés.

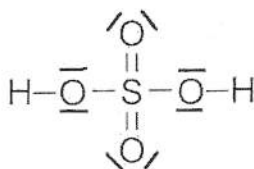
1. L'oxygène et le soufre appartiennent à la même colonne du tableau périodique.
 - 1.1. Établir le schéma de Lewis de la molécule de sulfure d'hydrogène H_2S . Justifier.
 - 1.2. Déterminer la géométrie de cette entité. Justifier.
 - 1.3. Montrer que la molécule de sulfure d'hydrogène est polaire.

Donnée : Extrait de l'échelle d'électronégativité de Pauling :

Électronégativité χ	H							He
	2,2							
	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
	1,0	1,6	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	
	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
	0,9	1,3	1,6	1,9	2,2	2,6	3,2	

2. Des détecteurs de sulfure d'hydrogène ont été placés aux abords des rivages où s'échouent les sargasses. Certains de ces détecteurs contiennent des cellules électrochimiques. Il s'agit de capteurs dont le principe de fonctionnement repose sur une transformation chimique modélisée par une réaction d'oxydo-réduction ; le sulfure d'hydrogène y est oxydé par le dioxygène de l'air.

On propose ci-dessous le schéma de Lewis de la molécule d'acide sulfurique H_2SO_4 .



https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Sulfuric_acid_lewis.png

- 2.1. En comparant les schémas de Lewis des molécules de sulfure d'hydrogène H_2S et d'acide sulfurique H_2SO_4 , indiquer quelle est la particularité de l'atome de soufre dans la molécule d'acide sulfurique.



2.2. Montrer que l'équation de la réaction modélisant la transformation chimique au sein du capteur est la suivante : $\text{H}_2\text{S} + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$.

Donnée :

Les couples oxydants-réducteurs mis en jeu sont les suivants :

$\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) / \text{H}_2\text{S}(\text{aq})$ et $\text{O}_2(\text{g}) / \text{H}_2\text{O}(\text{l})$.

$$c_m = \frac{g}{L} = \frac{m}{V}$$

Partie B : Dioxyde de soufre

Le dioxyde de soufre SO_2 est un gaz présent dans l'air pollué. Dès que la concentration massique en dioxyde de soufre dépasse $500 \mu\text{g}$ par m^3 d'air, la population est alertée.

$$500 \times 10^{-6} \text{ g/m}^3$$

Lorsque l'on fait barboter de l'air pollué dans de l'eau, le dioxyde de soufre s'y dissout totalement. Il est alors possible de déterminer la quantité de matière de SO_2 en le faisant réagir avec des ions permanganate MnO_4^- .

Protocole :

- Une solution S_0 est préparée en faisant barboter un échantillon de volume $V_{\text{air}} = 1,00 \cdot 10^4 \text{ m}^3$ d'air pollué dans un volume $V_0 = 1,00 \text{ L}$ d'eau.
- Pour obtenir un mélange stœchiométrique, on mélange un volume $V_1 = 10,0 \text{ mL}$ de la solution S_0 avec un volume $V_e = 15,0 \text{ mL}$ d'une solution d'ions permanganate de concentration $[\text{MnO}_4^-] = 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

Données :

- $M(\text{SO}_2) = 64,0 \text{ g.mol}^{-1}$
- La réaction entre SO_2 et MnO_4^- est une réaction d'oxydo-réduction totale.
- Couples : $\text{MnO}_4^- (\text{aq}) / \text{Mn}^{2+} (\text{aq})$; $\text{SO}_4^{2-} (\text{aq}) / \text{SO}_2 (\text{aq})$

3. Montrer que la réaction entre le dioxyde de soufre et les ions permanganate s'écrit :



4. Construire le tableau d'avancement littéral de cette réaction.

5. Sachant que le mélange initial est stœchiométrique, exprimer puis calculer la quantité de matière n_1 de dioxyde de soufre présent dans l'échantillon de volume V_1 .

6. Exprimer puis calculer la quantité de matière n_0 de dioxyde de soufre présent dans le volume V_0 .

7. En déduire la masse de dioxyde de soufre dans S_0 .

8. La population en contact avec l'air étudié doit-elle être alertée ? Justifier.

Evaluation chapitres C5

Exercice 1 : Solides ioniques : (10 points)

Le sulfate d'aluminium $Al_2(SO_4)_3$ est un solide ionique, constitué d'ions aluminium et d'ions sulfate SO_4^{2-} . Il est entièrement dissous dans de l'eau. La solution S_A obtenue a une concentration molaire en ions aluminium $[Al^{3+}]_A = 0,12 \text{ mol.L}^{-1}$.

1. La dissolution d'un solide ionique dans l'eau se déroule en 3 étapes.
 - a. (1) La deuxième étape correspond à l'hydratation des ions du solide. Faire un schéma annoté de l'ion aluminium hydraté.
 - b. (1) Donner le nom des deux autres étapes de la dissolution du cristal.
2. (1) Ecrire l'équation de réaction de dissolution du sulfate d'aluminium dans l'eau.
3. (2) Déterminer la concentration molaire en soluté apporté C_A ainsi que la concentration molaire en ions sulfate SO_4^{2-} de la solution S_A .

On mélange $V_A = 20 \text{ mL}$ de cette solution S_A avec un volume $V_B = 15 \text{ mL}$ de solution S_B préparée par dissolution de chlorure d'aluminium $AlCl_3$ dans l'eau. La concentration en soluté apporté C_B de la solution S_B est égale à $0,15 \text{ mol.L}^{-1}$.

Il ne se produit aucune réaction chimique entre les espèces présentes. Le mélange obtenu est homogène.

4. (1) Ecrire l'équation de réaction de dissolution du chlorure d'aluminium dans l'eau.
5. (1) Déterminer les concentrations molaires en ions aluminium et en ions chlorure de la solution S_B .
6. (3) Etablir les expressions littérales de la concentration de chacun des ions présents dans le mélange. Les calculer.