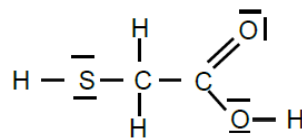


Exercice 01 : L'ACIDE THIOLYCOLIQUE DANS LES PRODUITS COSMETIQUES (10 POINTS)

L'acide thiolglycolique est utilisé dans des domaines très variés tels que l'industrie pharmaceutique, la cosmétique, l'industrie du cuir et des métaux. C'est une substance totalement miscible dans l'eau. A température ambiante et pression atmosphérique, cet acide se présente sous la forme d'un liquide incolore qui possède une odeur forte et désagréable. En cosmétique, l'acide thiolglycolique entre dans la formulation de lotion pour cheveux et de crèmes dépilatoires ; un parfum est ajouté à la préparation afin de masquer son odeur.

Données :

- La formule brute de l'acide thiolglycolique est : $C_2H_4O_2S$.
- Le schéma de Lewis de l'acide thiolglycolique est représenté ci-dessous :



- La masse molaire de l'acide thiolglycolique est $M = 92,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.
- Électronégativité de quelques atomes: oxygène $\chi(O) = 3,4$; soufre $\chi(S) = 2,6$; carbone $\chi(C) = 2,6$; hydrogène $\chi(H) = 2,2$.

Structure et propriétés de la molécule d'acide thiolglycolique

1. Définir les deux types de tirets sur la formule de Lewis de l'acide thiolglycolique.
2. Prévoir, en justifiant, la géométrie de la molécule autour de l'atome de soufre (S) de l'acide thiolglycolique.

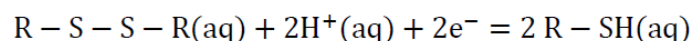
Étude de la miscibilité de l'acide thiolglycolique dans l'eau.

5. Déterminer la polarité des liaisons dans la molécule d'eau.
6. Citer, définir et représenter le type de liaison intermoléculaire modélisant la cohésion entre l'acide thiolglycolique et l'eau.

Action de l'acide thiolglycolique sur les cheveux

Les cheveux sont formés, entre autres, de molécules de cystine qui possèdent une liaison S-S que l'on appelle pont disulfure. Ces ponts participent à la forme naturelle du cheveu. L'acide thiolglycolique permet de modifier la forme du cheveu en rompant les liaisons S-S des ponts disulfures.

La molécule de cystine (notée R-S-S-R) est l'oxydant du couple rédox cystine/cystéine associé à la demi-équation électronique suivante :



L'acide thiolglycolique est le réducteur du couple : $C_4H_6O_4S_2(aq) / C_2H_4O_2S(aq)$.

7. Écrire la demi-équation électronique associée au couple de l'acide thiolglycolique.
8. Écrire l'équation de la réaction modélisant l'action de l'acide thiolglycolique sur la cystine.

Normes d'utilisation de l'acide thioglycolique dans les produits cosmétiques

L'acide thioglycolique n'est pas dénué de toxicité. C'est pourquoi la législation française impose des normes de concentration en acide thioglycolique strictes dans les produits cosmétiques.

Le décret 98-848 du 21 septembre 1998 stipule que seuls les coiffeurs sont autorisés à utiliser des produits renfermant de l'acide thioglycolique dont le pourcentage massique en acide thioglycolique est compris entre 8 % et 11 %.

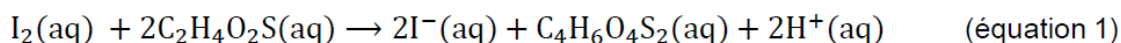
Un élève désire déterminer la concentration en quantité de matière d'acide thioglycolique d'une lotion commerciale pour cheveux.

Il réalise le protocole suivant :

Étape 1 :

- diluer par 10 la lotion commerciale ;
- verser dans un erlenmeyer un volume $V = 10 \text{ mL}$ de lotion commerciale diluée au 10^{ième} ;
- ajouter environ 30 mL d'acide chlorhydrique à $0,1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$;
- ajouter un volume $V_1 = 20 \text{ mL}$ de solution de diiode de concentration $C_1 = 0,047 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

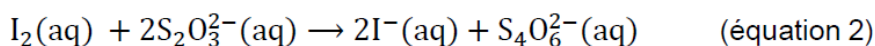
Au cours de l'étape 1 l'acide thioglycolique ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2\text{S}$) réagit avec le diiode (I_2), cette transformation chimique, considérée comme totale, est modélisée par l'équation de réaction suivante :



Étape 2 :

- ajouter ensuite goutte à goutte une solution de thiosulfate de sodium de concentration $C_2 = 0,10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ jusqu'à ce que la solution se décolore. Le volume de solution de thiosulfate de sodium versé pour atteindre l'équivalence est $V_E = 9,6 \text{ mL}$.

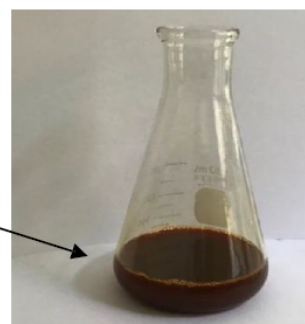
Au cours de l'étape 2 l'ion thiosulfate $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$ réagit avec l'excès de diiode (I_2) restant après l'étape 1, cette transformation, considérée comme totale, est modélisée par l'équation de réaction suivante :



L'élève a remarqué que toutes les solutions aqueuses contenant les espèces chimiques intervenant dans ces transformations sont incolores sauf la solution de diiode qui est de couleur marron.

L'élève a réalisé une photo de l'erlenmeyer à la fin de l'étape 1, juste avant d'y ajouter la solution de thiosulfate de sodium :

Solution de
couleur marron



9. Déterminer la quantité de matière initiale de diiode introduite dans l'erlenmeyer lors de l'étape 1.
10. Citer le fait expérimental qui témoigne que le diiode a été introduit en excès au cours de l'étape 1.
11. Grâce à l'étape 2, déterminer que la quantité $n_f(\text{I}_2)$ de diiode restant dans l'erlenmeyer à la fin de l'étape 1 est de $n_f(\text{I}_2) = 4,8 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$.

12. Déterminer la quantité $n_r(I_2)$ de diiode ayant réagi dans l'erlenmeyer à la fin de l'étape 1 et en déduire la concentration en quantité de matière en acide thioglycolique de la lotion commerciale diluée 10 fois.
13. Vérifier que la concentration en quantité de matière d'acide thioglycolique de la lotion commerciale pour cheveux est bien égale à $C = 0,92 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

La masse volumique de la lotion commerciale, à 25°C , est $\rho = 1,03 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$.

14. Conclure quant à l'utilisation de cette lotion commerciale pour cheveux par les coiffeurs.

Exercice 02 : Le parachute de palier (05 points)

Le parachute de palier

Un parachute de palier permet de signaler à la surface de l'eau la présence d'un groupe de plongeurs prêts à faire surface.

Il existe deux types de parachutes de palier.

- Les parachutes de palier sans soupape qui sont ouverts à une de leurs extrémités. Ceci permet au plongeur d'y injecter de l'air. Lorsque le parachute de palier remonte, le volume d'air qu'il contient augmente. Si ce volume est supérieur au volume maximal du parachute, une certaine quantité d'air s'évacue par l'ouverture du parachute.

Les coordonnées verticales des positions sont repérées sur un axe Oz orienté vers le haut et dont l'origine est la surface de l'eau.

- Les parachutes de palier avec soupape. Le principe est le même sauf que l'air injecté reste emprisonné dans le parachute de palier tant que la pression de cet air ne dépasse pas une certaine valeur. Si cette valeur est dépassée, la soupape s'ouvre afin de libérer une certaine quantité d'air.



La température de l'eau est considérée comme constante.

1. À $8,0 \text{ m}$ de profondeur à la position B, un plongeur injecte un volume $V_B = 6,2 \text{ L}$ d'air dans le parachute de palier sans soupape et le laisse remonter à la surface. La pression de l'air dans le parachute de palier est égale à la pression de l'eau qui l'entoure.

a. À l'aide de la loi fondamentale de la statique des fluides : $P_B - P_A = \rho \times g \times (z_A - z_B)$, calculer la pression P_R à $8,0 \text{ m}$ de profondeur.

b. En déduire la pression de l'air dans le parachute de palier à cette profondeur.

c. Calculer le volume V qu'occupe l'air injecté dans le parachute de palier lorsqu'il atteint la surface.

2. Dans les mêmes conditions, le plongeur utilise un parachute de palier à soupape dont le volume peut atteindre au maximum une valeur $V' = 9,0 \text{ L}$.

Calculer la pression de l'air contenu dans le parachute de palier à soupape lorsque la soupape s'ouvre.

3. Quelle est l'origine microscopique de la pression ?

Données

- $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$
- $\rho_{\text{eau}} = 1,0 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

- $P_{\text{atm}} = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$

Exercice 03 : Exprimer la force de gravitation. (05 points)

Jupiter est la plus grosse et la plus massive des planètes du système solaire.



Sa masse est : $M_J = 1,90 \times 10^{27} \text{ kg}$.

- Exprimer la force exercée par le Soleil sur Jupiter puis calculer sa valeur.

Données :

- Constante gravitationnelle : $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-2}$.
- Masse du Soleil : $M_S = 1,99 \times 10^{30} \text{ kg}$.
- Distance Soleil-Jupiter : $d_{JS} = 7,79 \times 10^8 \text{ km}$.