

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

Structure et propriétés de la molécule d'acide thiolglycolique

1.

Les deux types de tirets sur la formule de Lewis de l'acide thiolglycolique sont :

- Les tirets reliant deux atomes : liaisons covalentes
- Les tirets portés par un atome : doublets non liants

2.

L'atome de soufre (S) de l'acide thiolglycolique fait deux liaisons simples et porte deux doublets non liants. La géométrie de la molécule autour de l'atome de soufre (S) de l'acide thiolglycolique est linéaire.

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

5.

Calculons la différence d'électronégativité entre l'atome d'oxygène et l'atome d'hydrogène :

$$\Delta\chi = \chi(\text{O}) - \chi(\text{H})$$

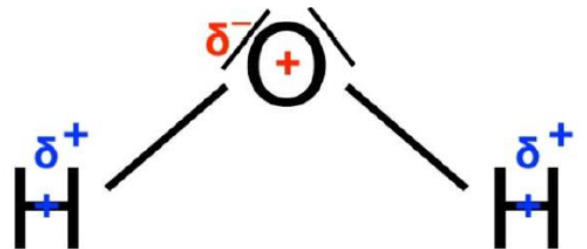
$$\Delta\chi = 3,4 - 2,2$$

$$\Delta\chi = 1,2$$

$\Delta\chi > 0,4$: la liaison O—H est polaire.

Les deux liaisons O—H sont polaires.

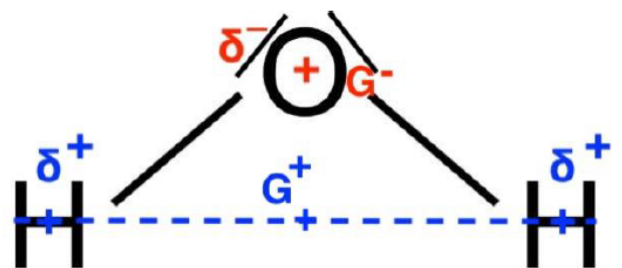
L'atome d'oxygène étant plus électronégatif, chaque atome d'oxygène porte une charge partielle δ^- . L'atome d'hydrogène porte une charge partielle δ^+ .



Le barycentre des charges positives G^+ est situé sur l'atome de d'oxygène O.

Le barycentre des charges négatives G^- est situé entre les deux atomes d'hydrogène H.

Le barycentre des charges positives G^+ est différent du barycentre des charges négatives G^- : la molécule d'eau H_2O est polaire.

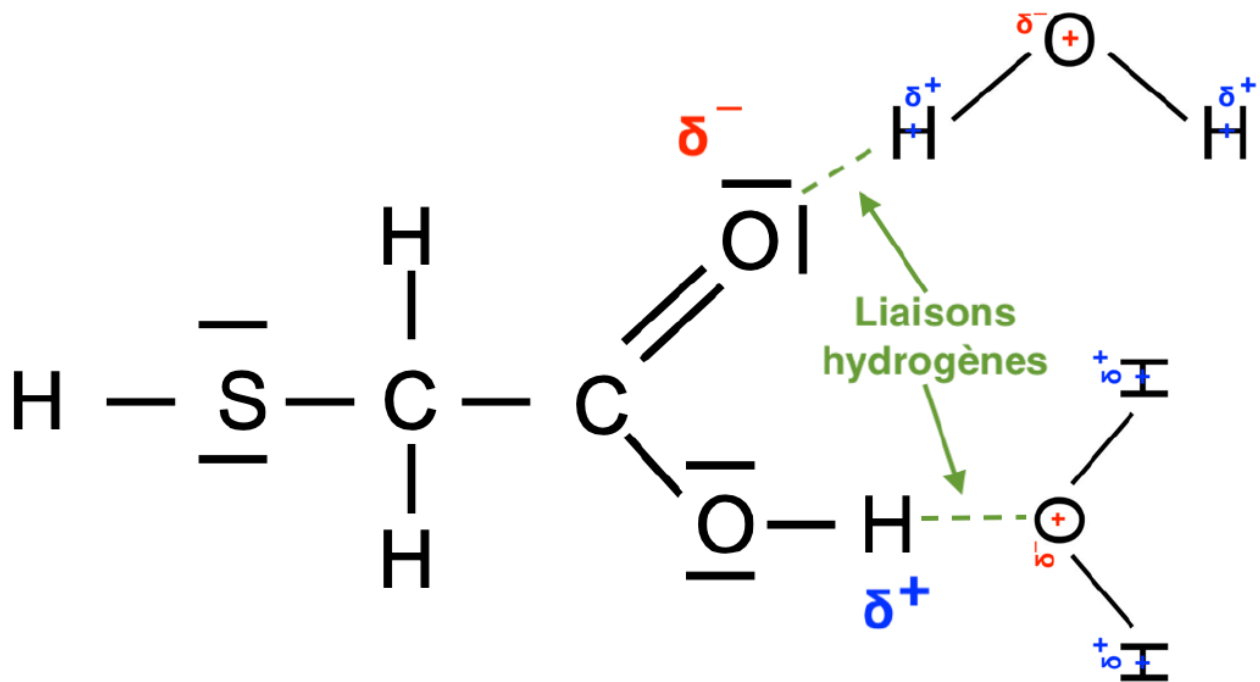


6.

L'eau est une molécule polaire et la molécule d'acide thiolglycolique possède des atomes d'oxygène qui sont très électronégatifs.

Elles établissent entre elles des liaisons hydrogène.

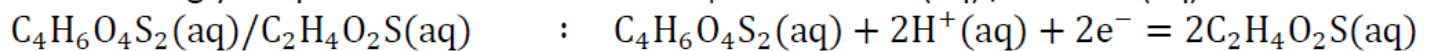
Ces liaisons hydrogènes peuvent s'établir entre un atome d'hydrogène lié à un atome A et un atome B. Les atomes A et B pouvant être l'oxygène, le fluor ou l'azote (atomes de grande électronégativité). C'est ce qui explique la cohésion entre l'acide thioglycolique et l'eau.



Action de l'acide thioglycolique sur les cheveux

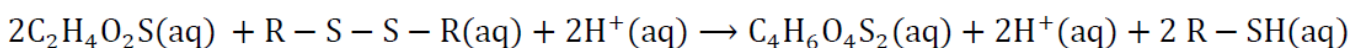
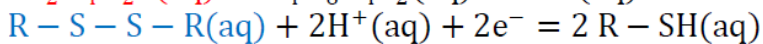
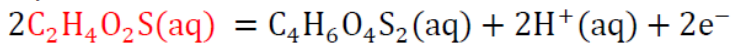
7.

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

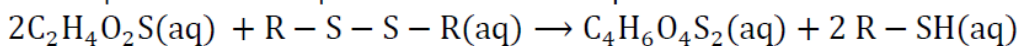


8.

Équation de la réaction modélisant l'action de l'acide thioglycolique $C_2H_4O_2S(aq)$ sur la cystine $R-S-S-R$.



On simplifie les H^+ de part et d'autre de l'équation :



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

9.

Déterminons la quantité de matière initiale de diiode introduite dans l'erlenmeyer lors de l'étape 1.

$$C_1 = \frac{n_1}{V_1}$$

$$\frac{n_1}{V_1} = C_1$$

$$n_1 = C_1 \times V_1$$

$$n_1 = 0,047 \times 20 \times 10^{-3}$$

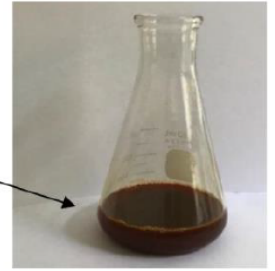
$$n_1 = 9,4 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

10.

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.

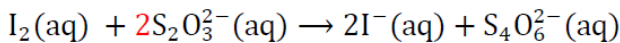
L'élève a réalisé une photo de l'erlenmeyer à la fin de l'étape 1, juste avant d'y ajouter la solution de thiosulfate de sodium :

Solution de couleur marron



La couleur marron indique la présence de diiode dans la solution. Il reste donc du diiode dans la solution à la fin de l'étape 1.

Ainsi, la couleur marron témoigne que le diiode a été introduit en excès au cours de l'étape 1.

11.

À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques :

$$\frac{n_f(\text{I}_2)}{1} = \frac{n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})_E}{2}$$

Ainsi :

$$n_f(\text{I}_2) = \frac{n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})_E}{2}$$

$$n_f(\text{I}_2) = \frac{C_2 \times V_E}{2}$$

$$n_f(\text{I}_2) = \frac{0,10 \times 9,6 \times 10^{-3}}{2}$$

$$n_f(\text{I}_2) = 4,8 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

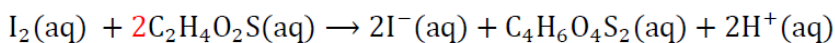
12.

La quantité $n_r(\text{I}_2)$ de diiode ayant réagi dans l'erlenmeyer à la fin de l'étape 1 est la quantité introduite moins la quantité restante (qui n'a pas réagi)

$$n_r(\text{I}_2) = n_1 - n_f(\text{I}_2)$$

$$n_r(\text{I}_2) = 9,4 \times 10^{-4} - 4,8 \times 10^{-4}$$

$$n_r(\text{I}_2) = 4,6 \times 10^{-4} \text{ mol}$$



D'après l'équation :

$$\frac{n_r(\text{I}_2)}{1} = \frac{n(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2\text{S})}{2}$$

$$\frac{n(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2\text{S})}{2} = \frac{n_r(\text{I}_2)}{1}$$

$$n(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2\text{S}) = 2n_r(\text{I}_2)$$

$$C_{\text{acide thioglycolique dilue}} \times V = 2n_r(\text{I}_2)$$

$$C_{\text{acide thioglycolique dilue}} = \frac{2n_r(\text{I}_2)}{V}$$

$$C_{\text{acide thioglycolique dilue}} = \frac{2 \times 4,6 \times 10^{-4}}{10 \times 10^{-3}}$$

$$C_{\text{acide thioglycolique dilue}} = 9,2 \times 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$$

14.

Calculons le pourcentage massique en acide thioglycolique de la solution commerciale :

$$P_{\text{acide}} = \frac{m_{\text{acide}}}{m_{\text{solution}}}$$

Or

$$n_{\text{acide}} = \frac{m_{\text{acide}}}{M_{\text{acide}}}$$

$$\frac{m_{\text{acide}}}{M_{\text{acide}}} = n_{\text{acide}}$$

$$m_{\text{acide}} = n_{\text{acide}} \times M_{\text{acide}}$$

D'où

$$P_{\text{acide}} = \frac{n_{\text{acide}} \times M_{\text{acide}}}{m_{\text{solution}}}$$

Or

$$n_{\text{acide}} = C_{\text{acide thioglycolique commerciale}} \times V_{\text{solution}}$$

D'où

$$P_{\text{acide}} = \frac{C_{\text{acide thioglycolique commerciale}} \times V_{\text{solution}} \times M_{\text{acide}}}{m_{\text{solution}}}$$

Or

$$\rho_{\text{solution}} = \frac{m_{\text{solution}}}{V_{\text{solution}}}$$

$$\frac{m_{\text{solution}}}{V_{\text{solution}}} = \rho_{\text{solution}}$$

$$m_{\text{solution}} = \rho_{\text{solution}} \times V_{\text{solution}}$$

D'où

$$P_{\text{acide}} = \frac{C_{\text{acide thioglycolique commerciale}} \times V_{\text{solution}} \times M_{\text{acide}}}{\rho_{\text{solution}} \times V_{\text{solution}}}$$

$$P_{\text{acide}} = \frac{C_{\text{acide thioglycolique commerciale}} \times M_{\text{acide}}}{\rho_{\text{solution}}}$$

$$P_{\text{acide}} = \frac{0,92 \times 92,1}{1,03 \times 10^3}$$

$$P_{\text{acide}} = 0,082$$

$$P_{\text{acide}} = 8,2 \%$$

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 %.

Ce produit contient 8,2% en masse d'acide thioglycolique. Ce pourcentage est dans l'intervalle de valeurs autorisé par le décret.

Ainsi, cette lotion commerciale pour cheveux peut être utilisée par les coiffeurs.

Exercice 02 : Le parachute de palier. (05 points)

1.a. La loi fondamentale de la statique des fluides permet d'écrire :

$$P_B = \rho \times g \times (z_A - z_B) + P_A.$$

Comme $z_B = -8,0 \text{ m}$, le point A étant le point à la surface de l'eau à la pression atmosphérique,

$$P_B = 1,0 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \times 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1} \times (0 + 8,0) \text{ m} + 1,013 \times 10^5 \text{ Pa} = 1,80 \times 10^5 \text{ Pa}.$$

(le résultat ne doit pas comporter plus de décimales que la donnée qui en comporte le moins dans une addition, fiche 3)

b. Dans le texte il est dit que la pression de l'air dans le parachute est égale à la pression de l'eau qui l'entoure donc

$$P_{\text{air}} = P_B = 1,80 \times 10^5 \text{ Pa}.$$

c. La quantité d'air dans le parachute et la température restent constantes pendant la remontée (avant ouverture de la soupape); d'après la loi de MARIOTTE : $P_B \times V_B = P_{\text{surface}} V = \text{constante}$,

avec $P_{\text{surface}} = P_{\text{atm}}$ le volume d'air à la surface est donc :

$$V = \frac{P_B \times V_B}{P_{\text{atm}}} \quad \text{soit} \quad V = \frac{1,80 \times 10^5 \text{ Pa} \times 6,2 \text{ L}}{1,013 \times 10^5 \text{ Pa}} = 1,1 \times 10^1 \text{ L}$$

2. De même $P_B \times V_B = P' \times V' = \text{constante}$, la pression de l'air dans le parachute à l'instant où la soupape s'ouvre est :

$$P' = \frac{P_B \times V_B}{V'} \quad \text{soit} \quad P' = \frac{1,80 \times 10^5 \text{ Pa} \times 6,2 \text{ L}}{9,0 \text{ L}} = 1,2 \times 10^5 \text{ Pa}$$

3. La pression est la manifestation macroscopique des chocs entre molécules contenues dans l'air (N_2 , O_2 , etc.) au niveau microscopique.

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

La force de gravitation exercée par le Soleil sur Jupiter a pour expression vectorielle :

$$\vec{F}_{S/J} = - G \times \frac{M_J \times M_S}{d_{JS}^2} \vec{u}_{S \rightarrow J} \quad \text{Sa valeur est : } F_{S/J} = G \times \frac{M_J \times M_S}{d_{JS}^2}.$$

$$F_{S/J} = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2} \times \frac{1,90 \times 10^{27} \text{ kg} \times 1,99 \times 10^{30} \text{ kg}}{(7,79 \times 10^{11} \text{ m})^2}$$

$$F_{S/J} = 4,16 \times 10^{23} \text{ N}$$