

ÉVALUATION

www.vecteurbac.fr

CLASSE : Première

VOIE : ☒ Générale

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 1 h

Sujet 2024 n°SPEPHCH121 et n°SPEPHCH124

VOIE : ☒ Générale ☐ Technologique ☐ Toutes voies (LV)

ENSEIGNEMENT : Spécialité physique-chimie

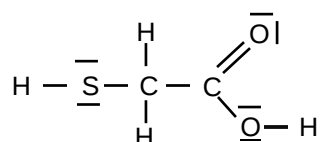
CALCULATRICE AUTORISÉE : ☒ Oui ☐ Non

L'ACIDE THIOGLYCOLIQUE DANS LES PRODUITS COSMETIQUES (10 POINTS)

L'acide thioglycolique 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 thioglycolique 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 thioglycolique est : $C_2H_4O_2S$.
- Le schéma de Lewis de l'acide thioglycolique est représenté ci-dessous :

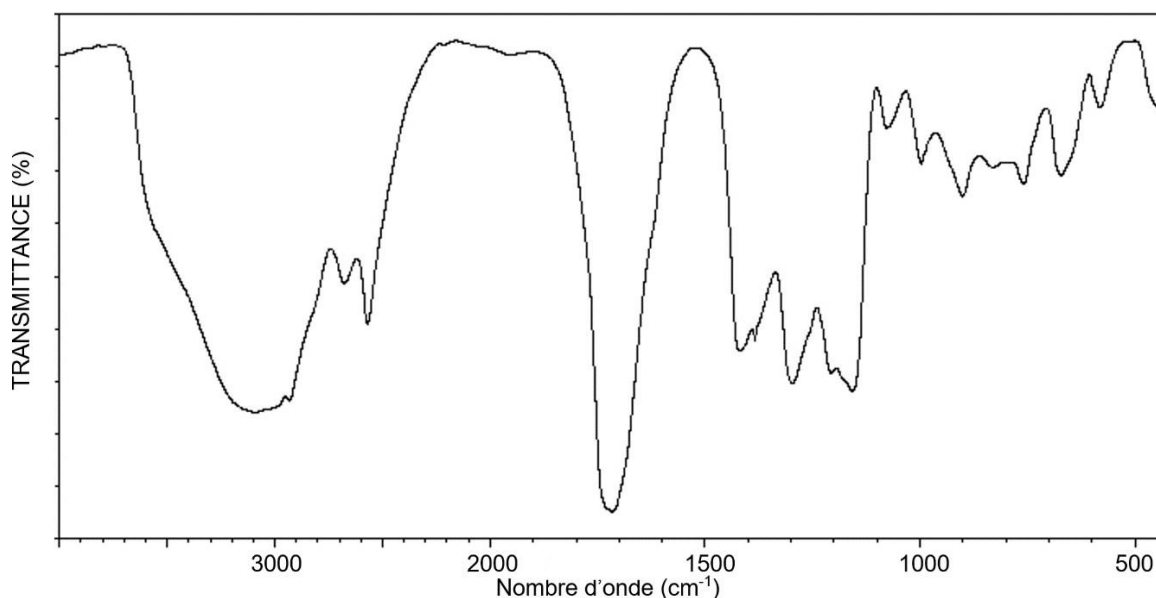


- La masse molaire de l'acide thioglycolique est $M = 92,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.
- Électronégativité de quelques atomes: oxygène $\chi(O) = 3,4$; soufre $\chi(S) = 2,6$; carbone $\chi(C) = 2,6$; hydrogène $\chi(H) = 2,2$.
- Table de données pour la spectroscopie infrarouge :

Liaison	Nombre d'onde (cm ⁻¹)	Intensité
O-H alcool libre	3500 - 3700	forte, fine
O-H alcool lié	3200 - 3400	forte, large
O-H acide carboxylique	2500 - 3200	forte à moyenne, large
C - H	2900 - 3100	moyenne à forte
C = O	1700 - 1760	forte et fine
C = C	1620 - 1690	moyenne

Structure et propriétés de la molécule d'acide thioglycolique

1. Définir les deux types de tirets sur la formule de Lewis de l'acide thioglycolique.
2. Prévoir, en justifiant, la géométrie de la molécule autour de l'atome de soufre (S) de l'acide thioglycolique.
3. Identifier et nommer le groupe caractéristique de la molécule d'acide thioglycolique.
4. Exploiter le spectre d'absorption infrarouge ci-dessous et identifier s'il peut correspondre à celui de l'acide thioglycolique.



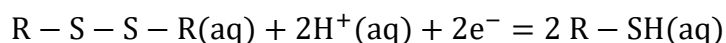
Étude de la miscibilité de l'acide thioglycolique dans l'eau.

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 thioglycolique et l'eau.

Action de l'acide thioglycolique 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 thioglycolique 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 thioglycolique est le réducteur du couple : $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4\text{S}_2(\text{aq}) / \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2\text{S}(\text{aq})$.

7. Écrire la demi-équation électronique associée au couple de l'acide thioglycolique.
8. Écrire l'équation de la réaction modélisant l'action de l'acide thioglycolique 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 %.

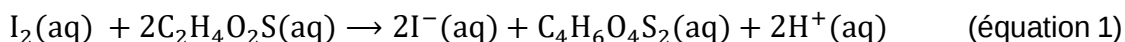
Un élève désire déterminer la concentration en quantité de matière d'acide thioglycolique d'une lotion commerciale pour cheveux.

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 $10^{\text{ième}}$;
- 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 $C_1 = 0,047 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

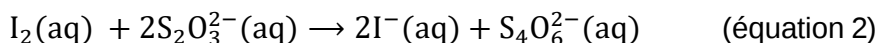
Au cours de l'étape 1 l'acide thioglycolique ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2\text{S}$) réagit avec le diiode (I_2), cette transformation chimique, considérée comme totale, est modélisée par l'équation de réaction suivante :



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 $n_r(\text{I}_2)$ 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.