

1 But

Sur une chaîne de production, un technicien désire effectuer le titrage d'un flacon de Destop et contrôler la qualité de ce produit. On désire donc vérifier la valeur du titre massique (pourcentage) en soude (hydroxyde de sodium) indiquée sur l'étiquette, par un dosage colorimétrique. On évaluera également l'incertitude-type A sur la valeur du titre massique et l'incertitude-type B sur la valeur de la concentration de la solution diluée de Destop.

2 Mode opératoire

- ① Diluer une masse connue avec précision d'environ $m_0 = 4$ g de Destop dans une fiole jaugée de $V_f = 100,00$ mL. Noter, dans le compte-rendu, la valeur de la masse m_0 pesée.
- ② Titrer $V_p = 10,00$ mL de la solution préparée avec de l'acide chlorhydrique de concentration $c_1 = 0,10$ mol.L⁻¹. Utiliser le bleu de bromothymol (BBT) comme indicateur coloré pour repérer l'équivalence du titrage. Noter, dans le compte-rendu la valeur du volume d'acide chlorhydrique obtenu à l'équivalence V_E .
- ③ Pour confirmer le résultat de ce premier titrage, effectuer un deuxième titrage colorimétrique. Noter, dans le compte-rendu la valeur du volume d'acide chlorhydrique obtenu à l'équivalence V_E .

3 Exploitations des résultats

3.1 Introduction

- ① Donner la composition du Destop.
- ② Donner la signification des pictogrammes de sécurité qui apparaissent sur l'étiquette.
- ③ Ecrire la réaction du titrage sachant que les ions oxonium H₃O⁺ de l'acide chlorhydrique réagissent avec les ions hydroxyde OH⁻ de l'hydroxyde de sodium contenu dans le Destop.

3.2 Protocole

- ① Décrire votre protocole de préparation de la solution à titrer.
- ② Faire un schéma du montage de titrage légendé.
- ③ Décrire votre protocole de titrage colorimétrique.
- ④ Indiquer l'évolution de la couleur de la solution lors du titrage colorimétrique.

3.3 Exploitations

- ① A partir de la réaction de titrage, donner une relation à l'équivalence entre la quantité de matière d'acide chlorhydrique, notée n_A et la quantité de matière d'hydroxyde de sodium, notée n_B .
- ② En déduire l'expression littérale de la concentration de la solution d'hydroxyde de sodium c_2 contenue dans le Destop en fonction de V_p , c_1 et V_E puis calculer la valeur de la concentration de la solution d'hydroxyde de sodium c_2 .

- ③ Calculer la quantité de matière d'hydroxyde de sodium n_{NaOH} contenue dans la fiole jaugée de volume V_f .
- ④ En déduire la masse d'hydroxyde de sodium m_{NaOH} contenue dans la fiole jaugée de volume V_f sachant que la masse molaire de l'hydroxyde de sodium est de 40 g.L^{-1} .
- ⑤ En déduire le titre massique w_{NaOH} (pourcentage en masse) d'hydroxyde de sodium de la solution de Destop. Letitre massique correspond au quotient suivant :

$$w_{NaOH} = \frac{m_{NaOH}}{m_0} \times 100$$

- ⑥ Calculer l'écart relatif entre la valeur théorique du titre massique indiquée sur l'étiquette et la valeur expérimentale calculée.

$$ER = \frac{|w_{NaOH} - w_{NaOHref}|}{w_{NaOHref}} \times 100$$

4 Evaluation de l'incertitude-type sur la valeur du titre massique et de la concentration

4.1 Incertitude de type A

Cette incertitude est associée à une série de mesure. Pour cela, on relève les différents résultats du titre massique en hydroxyde de sodium contenu dans la soude pour l'ensemble de la classe. On utilisera un tableau pour calculer les différentes grandeurs suivantes :

- ① Donner la valeur moyenne c_{2moy} de cette série de mesure.
- ② Donner la valeur de l'écart-type σ_{n-1} de cette série de mesure.
- ③ Estimer l'incertitude-type $u(w_{NaOH})$ sachant que l'on a la relation :

$$u(w_{NaOH}) = \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{n}}$$

- ④ Évaluer le résultat de la mesure du titre massique en faisant apparaître la valeur de l'incertitude-type avec un niveau de confiance de 95%.

4.2 Incertitude de type B

Cette incertitude est liée à une mesure unique. On souhaite déterminer l'incertitude-type sur la concentration c_2 en hydroxyde de sodium dans la solution de Destop. Pour cela, on doit déterminer l'incertitude-type $u(V_P)$ sur le volume prélevé, l'incertitude-type $u(V_E)$ sur la lecture du volume équivalent et l'incertitude-type $u(c_1)$ sur la concentration en acide chlorhydrique. L'incertitude-type $u(c_1)$ sur la concentration en acide chlorhydrique est donnée par le fabricant, et on a : $u(c_1) = 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$

- ① Calculer la valeur de l'incertitude-type $u(V_P)$ sur le volume prélevé sachant que :

$$u(V_P) = \frac{\text{tolérance}}{\sqrt{3}}$$

- ② Calculer la valeur de l'incertitude-type $u(V_E)$ sur la lecture du volume équivalent sachant que le volume d'une goutte est de 0,05 mL et que :

$$u(V_E) = \sqrt{u_{burette}^2 + u_{doublelecture}^2 + u_{goutte}^2} = \sqrt{\left(\frac{\text{tolérance}}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{1 \text{ graduation}}{\sqrt{6}}\right)^2 + \left(\frac{V_1 \text{ goutte}}{\sqrt{3}}\right)^2}$$

- ③ Calculer l'incertitude-type $u(C_2)$ pour la concentration en hydroxyde de sodium contenue dans le Destop sachant que l'on a la relation :

$$u(C_2) = 2c_2 \times \sqrt{\left(\frac{u(c_1)}{c_1}\right)^2 + \left(\frac{u(V_E)}{V_E}\right)^2 + \left(\frac{u(V_P)}{V_P}\right)^2}$$

- ④ Évaluer le résultat de la mesure de la concentration c_2 en faisant apparaître la valeur de l'incertitude-type avec un niveau de confiance de 68%.