

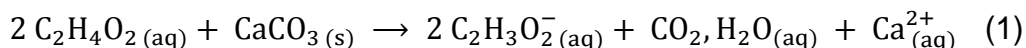
Le vinaigre blanc, un détartrant écologique et économique (5 points)

Selon les régions du territoire, l'eau est plus ou moins calcaire, c'est-à-dire riche en ions calcium Ca^{2+} et en ions magnésium Mg^{2+} qui caractérisent la dureté de l'eau, et en ions hydrogénocarbonate HCO_3^- , ce qui favorise la formation du tartre en plus ou moins grande quantité sur toutes les parois en contact avec l'eau. Le tartre se dépose en grande quantité dans les canalisations et sur les résistances des appareils électroménagers (bouilloire, machine à laver, fer à repasser...). On considère dans la suite de l'exercice que ce dépôt de tartre est constitué principalement de carbonate de calcium de formule $\text{CaCO}_3(\text{s})$.

Pour lutter contre les dépôts de tartre, il est possible de réduire la dureté de l'eau en l'adoucissant. Dans le cas d'un dépôt important de tartre dans les appareils électroménagers, il convient de procéder à un détartrage afin d'assurer un fonctionnement optimal de l'appareil et de prolonger sa durée de vie.

Cet exercice permet de comprendre le mode d'action d'un détartrant « maison » à base de vinaigre blanc.

Le vinaigre blanc contient une espèce chimique de formule $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ appelée couramment acide acétique. Sa réaction avec le carbonate de calcium est modélisée par une réaction dont l'équation (1) figure ci-dessous.



Données :

- $1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$

- masse volumique du carbonate de calcium : $\rho = 2,65 \times 10^6 \text{ g.m}^{-3}$

- masse molaire du carbonate de calcium $M(\text{CaCO}_3) = 100,1 \text{ g.mol}^{-1}$

La valeur du pH d'une solution notée S_1 de vinaigre blanc est égal à 2,5.

1. Préciser en justifiant la réponse le caractère acide ou basique de la solution S_1 .
2. Montrer que la valeur de la concentration molaire en ions oxonium H_3O^+ dans la solution S_1 est égale à $3,2 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.

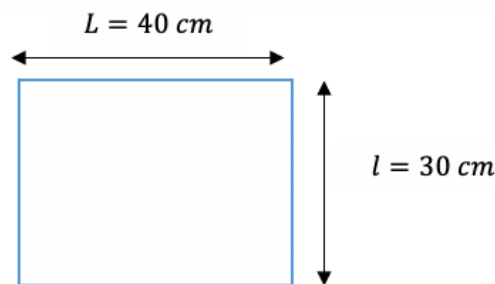
On souhaite préparer, à partir de la solution S_1 , un volume égal à 100,0 mL d'une solution S_2 de vinaigre blanc contenant des ions oxonium avec une concentration molaire égale à $1,6 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$.

3. Donner le nom de la technique expérimentale à mettre en œuvre afin de préparer la solution S_2 . Choisir dans la liste suivante le matériel nécessaire afin de préparer la solution S_2 . Justifier les choix proposés.

Liste du matériel disponible :

- une balance électronique,
- une spatule,
- un compte-goutte,
- une burette graduée de 25 mL,
- une coupelle de pesée,
- des tubes à essais,
- un dispositif de pipetage,
- une éprouvette graduée de 100 mL,
- un bécher de 100 mL,
- une fiole jaugée de 100,0 mL,
- des pipettes graduées de 5,0 mL, 10,0 mL, 20,0 mL,
- des pipettes jaugées de 5,0 mL, 10,0 mL, 20,0 mL,
- une pissette d'eau distillée

On souhaite détartrer, à l'aide de vinaigre blanc, la surface extérieure d'un pommeau de douche de forme rectangulaire représentée ci-dessous :



Pommeau de douche vu de dessus

Le pommeau est recouvert d'une épaisseur e de tartre de valeur égale à $10 \mu\text{m}$. Étant donnée la faible épaisseur de la couche de tartre, son volume est approximativement égal au produit de la surface extérieure du pommeau par l'épaisseur de la couche de tartre (carbonate de calcium).

4. Estimer, en l'exprimant en m^3 , la valeur du volume total V de tartre déposé sur la surface extérieure du pommeau.
5. Calculer la valeur de la quantité de matière de tartre, $n(\text{CaCO}_3)$, déposé sur le pommeau de douche.
6. En notant $n(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2)$ la quantité de matière d'acide acétique nécessaire à l'élimination du tartre de ce pommeau selon la réaction d'équation (1), justifier à l'aide d'une phrase l'égalité suivante : $n(\text{CaCO}_3) = \frac{n(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2)}{2}$. Montrer alors que la valeur de la quantité de matière d'acide acétique nécessaire est : $n(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2) = 6,4 \times 10^{-2} \text{ mol}$.

Une bouteille contient un volume égal à 1,0 L de vinaigre blanc dont la concentration molaire d'acide acétique $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ a la valeur de $1,35 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

7. Déterminer si cette bouteille contient suffisamment de vinaigre blanc pour détartrer totalement le pommeau de douche, en justifiant la réponse.