

## D.S. de chimie 2

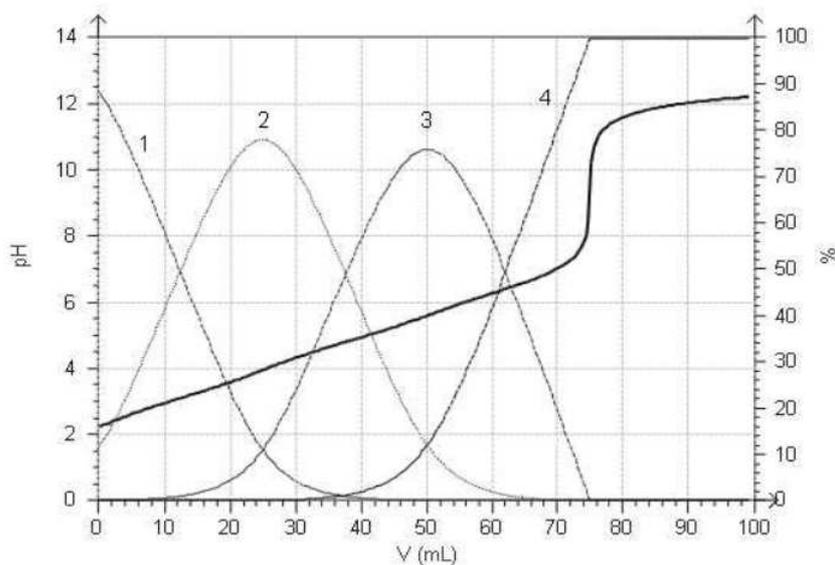
Lundi 6 mai 2024 - Durée 1h00

**Problème 1 : Titrage de l'acide citrique**

La limonade est une boisson contenant un acidifiant désigné par le code alimentaire européen E 330 : il s'agit de l'acide citrique qui sera ici désigné sous la forme  $H_3A$ .

Pour doser l'acide citrique de la limonade, le mode opératoire suivant est utilisé : à l'aide d'une trompe à eau, dégazer environ 80 mL de limonade en créant une dépression au-dessus du liquide constamment agité, pendant une dizaine de minutes. Prélever alors exactement 50,0 mL de limonade, les verser dans un erlenmeyer. Effectuer le dosage par de la soude à la concentration  $c_b = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ .

1. À quoi sert le dégazage ?
2. Quel matériel faut-il utiliser pour prélever exactement 50,0 mL de limonade ?
3. La simulation du dosage de 50,0 mL d'acide citrique  $H_3A$  par la soude est représentée ci-dessous. Les diagrammes de distribution des différentes espèces ( $H_3A$ ,  $H_2A^-$ ,  $HA^{2-}$  et  $A^{3-}$ ) y sont également représentés. Concentration de l'acide citrique :  $c_{H_3A} = 5,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .



Identifier, en justifiant, les courbes 1 à 4.

4. Déterminer graphiquement les  $pK_A$  des différents couples.
5. Donner la (les) réaction(s) de dosage.
6. Expliquer pourquoi il n'y a qu'un seul saut de pH.
7. Lors du dosage des 50,0 mL de limonade par de la soude à la concentration  $c_b = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ , on trouve un volume équivalent  $v_e = 12,0 \text{ mL}$ . Écrire la condition réalisée à l'équivalence et en déduire la concentration de l'acide citrique dans la limonade.
8. D'après les résultats précédents, quel est le pH de la limonade avant le dosage ?

**Problème 2 : Élimination du fer dans l'eau potable**

Les eaux naturelles exploitées pour la distribution d'eau potable peuvent contenir du fer sous forme d'ions ferreux  $Fe^{2+}$  associés à des ions carbonates  $CO_3^{2-}$ , qui peuvent éventuellement précipiter sous forme de carbonate de fer(II)  $FeCO_3$ . Le produit de solubilité de ce dernier est  $K_s = 10^{-10,5}$ .

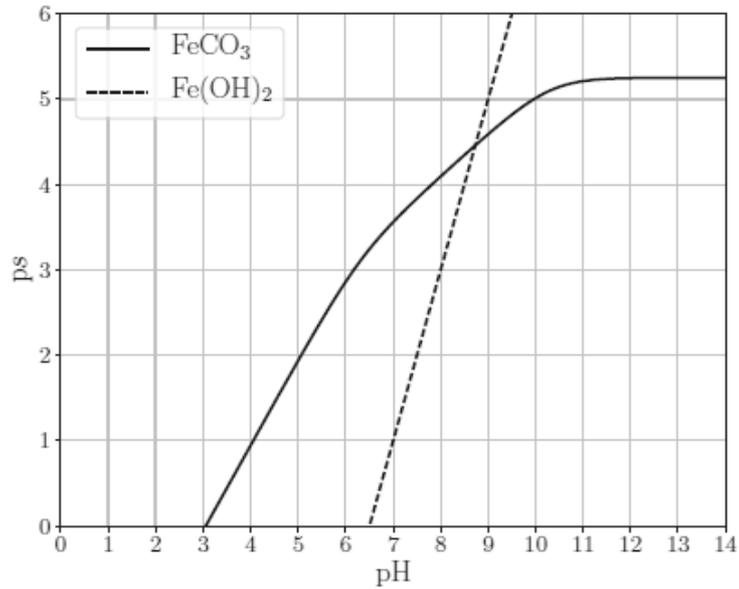
Bien qu'il ne soit pas nocif pour la santé, ce fer est éliminé en raison de son goût et de sa couleur. Une méthode d'élimination consiste à augmenter le pH afin de provoquer la précipitation du carbonate de fer, lequel est éliminé par filtrage. Après ce traitement, le pH de l'eau est ramené entre 6 et 8 pour la distribution.

On donne pour le couple acide-base  $HCO_3^-/CO_3^{2-}$   $pK_{a2} = 10,3$  et pour le couple acide-base  $H_2CO_3/HCO_3^-$   $pK_{a1} = 6,3$ .

1. Écrire la réaction de dissolution de  $FeCO_3$  et les réactions acido-basiques, puis exprimer la solubilité de  $FeCO_3$  en fonction des différentes concentrations.

- Donner le diagramme de prédominance de  $CO_3^{2-}$ ,  $HCO_3^-$ ,  $H_2CO_3$  en fonction du  $pH$ .
- Exprimer la solubilité  $s$  en fonction de  $K_{a1}$ ,  $K_{a2}$ ,  $K_s$  et  $h = [H_3O^+]$ .
- Pour chaque domaine de prédominance des espèces carbonées, déterminer la solubilité  $s$  (en  $mol.L^{-1}$ ) du carbonate de fer en fonction de  $[H_3O^+]$ , puis  $ps = -\log(s)$  en fonction du  $pH$ .

La figure suivante représente  $ps$  en fonction du  $pH$  pour le carbonate de fer(II)  $FeCO_3(s)$  et pour l'hydroxyde de fer(II)  $Fe(OH)_2(s)$ . Les résultats précédents sont-ils en accord avec la courbe tracée pour le carbonate de fer ?



- On considère le cas d'une eau de  $pH = 6,0$  contenant  $c = 1,0 \cdot 10^{-4} mol.L^{-1}$  de carbonate de fer dissous. Le  $pH$  est augmenté progressivement par ajout d'une solution de base forte. Vérifier qu'initialement la solution n'est pas saturée et déterminer à partir de quel  $pH$  un précipité apparaît. Quel est ce précipité ?
- Mêmes questions pour une eau de  $pH = 6,0$  contenant  $c = 1,0 \cdot 10^{-5} mol.L^{-1}$  de carbonate de fer dissous.