

Contrôle de Chimie 1
(Révisions PC1 – Solutions aqueuses)

Exercice 1 :

Peut-on évaluer le pH d'une solution de soude à 20 % en masse ? Justifier à l'aide d'un calcul adapté. Peut-on mesurer son pH ?

Données :

Densité de solutions de soude à 20 °C

% masse d'hydroxyde de sodium	0,16	9,19	13,73	18,26	19,16	20,07	20,98	21,90	22,82
densité	1,00	1,10	1,15	1,20	1,21	1,22	1,23	1,24	1,25

Masses molaires atomiques Na : 23 gmol⁻¹ H : 1gmol⁻¹ O : 16 gmol⁻¹

Exercice 2 : Une solution aqueuse **S** de couleur jaune contient, comme **espèces prédominantes, quelques-unes** des espèces suivantes :

- ions hydroxyde (HO⁻) ;
- ions chromate (CrO₄²⁻) ;
- ions hydrogénochromate (HCrO₄⁻) ;
- ions chlorure (Cl⁻).
- ions sulfite (SO₃²⁻) ;
- ions hydrogénosulfite (HSO₃⁻) ;
- ions sodium (Na⁺) ;

On souhaite déterminer la composition (nature et concentration molaire des espèces prédominantes) de la solution **S**.

Dans toute cette partie, par souci de simplification, on ne prend pas en compte les espèces Cr₂O₇²⁻, H₂CrO_{4(aq)} et SO_{2(aq)}.

Les constantes d'acidité K_a pour les couples acides-bases suivants sont, à 298K :

HCrO₄⁻/CrO₄²⁻ : pK_a = 6,5

H₂SO₃/HSO₃⁻ : pK_{a1} = 1,8 HSO₃⁻/SO₃²⁻ : pK_{a2} = 7,2

Q1. Sur un axe gradué en pH, indiquer les domaines de prédominance des espèces acido-basiques dérivant d'une part de HCrO₄⁻ d'autre part de H₂SO_{3(aq)}.

On considère ici qu'une espèce est prédominante dès qu'elle est majoritaire par rapport à son acide ou sa base conjugués.

Q2. Comme première analyse de la solution **S**, on évalue son pH à l'aide d'un papier pH. On relève pH = 13.
En déduire les espèces susceptibles d'être présentes dans la solution.

Q3. On réalise maintenant un dosage pH-métrique.

On prélève un volume V_S = 20,0 mL de la solution **S** et on la dose par une solution titrée d'acide chlorhydrique de concentration molaire C_A = 0,500 molL⁻¹.

On relève le pH en fonction du volume V de titrant ajouté. La courbe de dosage est donnée figure 1.

Q3a. Indiquer les électrodes nécessaires à la mesure du pH.

Q3b. Pour chaque domaine de la courbe, préciser la (les) réaction(s) en jeu et calculer les constantes de réaction correspondantes.

Q3c. Écrire pour les deux équivalences les relations impliquant les concentrations des espèces acides dosées.

Q3d. En déduire une valeur minimale de la concentration molaire en ions sodium.

Q4. La solution **S** analysée est traitée sur une résine échangeuse de cations. La résine est constituée de petites billes d'un polymère placées dans une colonne remplie d'eau distillée. Sur ce polymère sont greffés les groupes $-\text{SO}_3^- \text{H}^+$. Lors du passage de la solution **S** sur la résine, les ions Na^+ de la solution sont échangés avec des ions H^+ de la résine selon une réaction d'équation :



Lors du traitement, on fait passer un volume $V_S = 20,0\text{mL}$ de la solution **S** sur la résine. On rince plusieurs fois la résine avec de l'eau distillée. Tout l'éluat, noté **E**, est recueilli dans une fiole à vide en vue d'un traitement ultérieur, il est de couleur orange.

Q4a. Écrire les équations des réactions faisant intervenir les ions H_3O^+ qui se produisent dans la solution **E**. On considère que les ions H_3O^+ sont en large excès.

Q4b. La fiole à vide contenant la solution **E** est reliée à une trompe à vide que l'on met en marche pendant une quinzaine de minutes.

Sachant que l'acide sulfureux participe à la réaction d'équation : $\text{H}_2\text{SO}_3(\text{aq}) = \text{SO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

donner les espèces majoritaires en solution à l'issue de cette étape. La solution obtenue est nommée **D**.

Q5. Sachant que H_2SO_3 , HSO_3^- et SO_3^{2-} ne donnent pas de solutions aqueuses colorées, donner la couleur des solutions aqueuses suivantes :

- solution d'ions chromate;
- solution d'ions hydrogénochromate ;
- solution **D**.

Q6. On réalise un dosage pH-métrique de l'intégralité de la solution **D** par une solution de soude de concentration molaire $C_B = 1,00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. La courbe de dosage obtenue est donnée figure 2, où V représente le volume de titrant versé.

Q6a. Écrire les équations des réactions se produisant dans chaque domaine de la courbe et calculer les constantes de réaction.

Q6b. Exprimer et évaluer en moles les quantités de matière des espèces présentant des propriétés acido-basiques dans **D**.

Q7. En déduire les concentrations molaires des espèces acido-basiques, ainsi que la concentration molaire en ion sodium de **S** et la concentration molaire en ions chlorure de **S**.

Figure 1 - Dosage d'un volume $V_S = 20,0$ mL de la solution **S** par une solution titrée d'acide chlorhydrique de concentration $C_A = 0,500 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

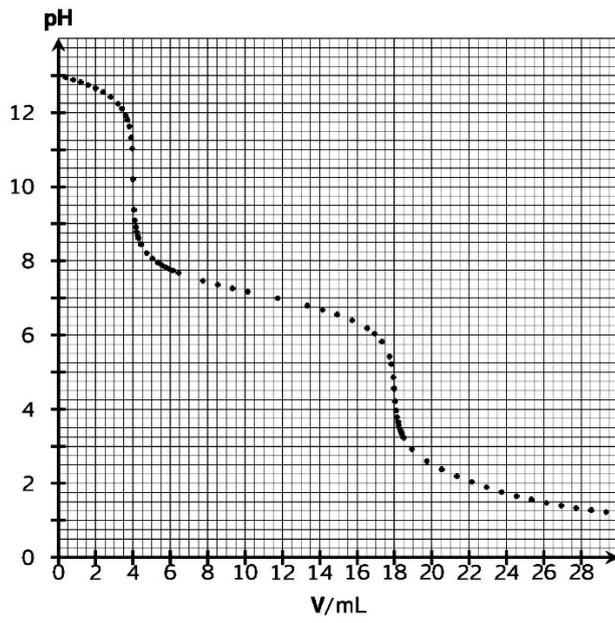


Figure 2 - Dosage de la solution **D** par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_B = 1,00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

