

## D.S. de chimie 3

mercredi 19 juin 2024 - Durée 1h00

**Problème 1 : Traitements d'effluents - Déchromatation**

Dans l'industrie du cuir, des sels de chrome sont ajoutés aux bains de tannage pour rendre le cuir imputrescible. Ces sels ne réagissent que partiellement avec les peaux, 40 à 50% du chrome n'est pas absorbé. Le chrome VI est classé cancérigène pour l'homme (groupe 1 du CIRC, groupe 1A par l'Union Européenne et groupe A par l'US-EPA), mais uniquement lors d'une exposition par inhalation (US-EPA 1998).

Les effluents doivent être traités de façon à respecter les normes en vigueur avant d'être rejetés. On se propose ici d'étudier l'aspect chimique lié au fonctionnement d'une station d'épuration : la déchromatation.

La figure 1 correspond au diagramme E-pH du chrome, tracé pour une concentration de travail de  $c_{trav} = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ . Les espèces prises en compte sont :  $Cr_2O_7^{2-}$ ,  $Cr^{2+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $Cr(OH)_3(s)$ ,  $Cr(s)$  et  $CrO_4^{2-}$ .

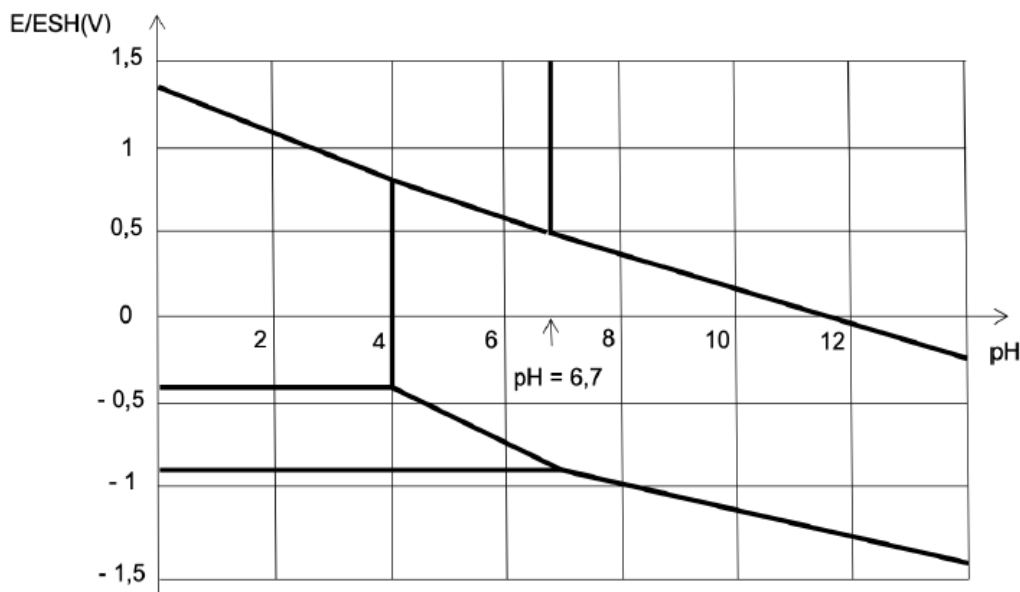


FIGURE 1 – Diagramme E-pH du chrome.

- Déterminer le nombre d'oxydation du chrome dans chacune des six espèces (présenter le résultat dans un tableau).
- Montrer que le couple  $Cr_2O_7^{2-}/CrO_4^{2-}$  forme un couple acido-basique. Préciser lequel est l'acide et lequel est la base.
- Associer un domaine à chacune des six espèces sur le diagramme E-pH de la figure 1 de l'énoncé que l'on rendra avec la copie.
- Quel est le pH de début de précipitation de l'hydroxyde de chrome  $Cr(OH)_3(s)$ ? En déduire la valeur de son produit de solubilité  $K_S$ .  
On rappelle le produit ionique de l'eau  $K_e = 10^{-14}$ .
- On rappelle que la constante d'acidité  $K_a$  d'un couple acido-basique constitué de deux solutés est la constante d'équilibre de la réaction de dissociation de l'acide dans l'eau libérant l'ion  $H_{(aq)}^+$  avec un nombre stoechiométrique +1. Déterminer la valeur du  $pK_a$  du couple  $Cr_2O_7^{2-}/CrO_4^{2-}$ .
- Le couple  $SO_4^{2-}/HSO_3^-$  a un potentiel standard à  $pH = 0$  de  $E_2^0 = 0,17 \text{ V}$ . Déterminer l'équation de la frontière de prédominance de ce couple  $E = f(pH)$  et tracer cette frontière sur le diagramme de la figure 1 dans l'intervalle de  $pH$  compris entre 2 et 4.

Une solution tampon de  $pH = 3,0$  contenant une concentration  $C_0 = 0,100 \text{ mol.L}^{-1}$  d'ions dichromate  $Cr_2O_7^{2-}$  est traitée en station d'épuration en la mélangeant avec un volume égal d'une solution tampon de  $pH = 3,0$  contenant une concentration  $C_1 = 0,500 \text{ mol.L}^{-1}$  d'ions hydrogénosulfite  $HSO_3^-$ .

- En utilisant le diagramme E-pH, déterminer quelle réaction va permettre de détruire les ions  $Cr_2O_7^{2-}$  quantitativement. Écrire l'équation de cette réaction.
- Si la réaction précédente atteint son état d'équilibre, quelle concentration résiduelle en ions  $Cr_2O_7^{2-}$  possédera la solution à la sortie de la station d'épuration? Commenter l'efficacité de la méthode.  
Pour répondre à cette question, il faudra calculer la constante d'équilibre de la réaction.  
On précise  $E_1^0(Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}) = 1,3 \text{ V}$ .