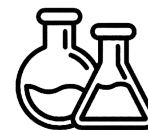


TITRAGE INDIRECT DE L'EAU DE JAVEL



Problématique

Comment vérifier l'indication " % de chlore actif " sur une bouteille d'eau de Javel ?

● Matériel sur votre paillasse

Pipettes jaugées de 5,0 et 10,0 mL, fiole jaugée de 50 mL, béchers de 50 mL et 100 mL, éprouvette graduée de 50 mL, burette graduée.

● Produits à disposition

- ▷ Eau de Javel commerciale à 3,6% de chlore actif
- ▷ Solution d'iodure de potassium ($K^+ + I^-$) à 0,10 mol/L.
- ▷ Solution d'acide sulfurique (H_2SO_4) molaire au distributeur, pour un volume de 10 mL.
- ▷ Solution de thiosulfate de sodium ($2Na^+ + S_2O_3^{2-}$) à 0,10 mol/L.
- ▷ Thiodène.

● Données utiles :

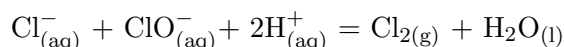
$M_{Cl_2} = 71,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $E^\circ(ClO^-/Cl^-) = 0,88 \text{ V}$; $E^\circ(I_2/I^-) = 0,54 \text{ V}$; $E^\circ(S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-}) = 0,08 \text{ V}$;
 $E^\circ(I_2/I^-) = 0,54 \text{ V}$.

Aspect théorique

Document 1 : Composition de l'eau de Javel

L'eau de Javel est une solution aqueuse de ($Na^+ + Cl^-$) et ($Na^+ + ClO^-$) : c'est ce dernier, appelé **ion hypochlorite**, qui donne à l'eau de Javel son caractère désinfectant. Il s'agit d'un oxydant puissant, qui peut réagir avec des composés organiques et les détruire.

L'indication " n% de chlore actif " sur l'étiquette de l'eau de Javel représente la masse m de dichlore Cl_2 gazeux formé à partir de 100 g d'eau de Javel quand cette dernière subit la transformation suivante :



✎ À partir du pourcentage de chlore actif de l'eau de Javel commerciale à disposition, exprimer et calculer la concentration molaire $c_{0,\text{fab}}$ attendue.

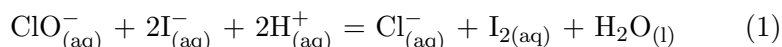
Document 2 : Titrage indirect des ions hypochlorite

Il n'existe pas de réaction courante avec les ions ClO^- qui soit totale, rapide, unique, et dont on peut facilement repérer l'équivalence. Les deux premières étapes du titrage consistent donc à transformer tout ClO^- en une espèce chimique facile à titrer, à savoir le diiode $\text{I}_{2(\text{aq})}$. Celui-ci sera titré dans l'étape 3, et comme sa quantité de matière est liée à la quantité de matière de ClO^- initiale, on en déduira cette dernière indirectement, d'où le principe de dosage indirect.

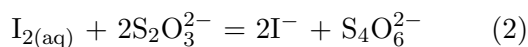
● **Étape n°1** : pour transformer ClO^- en diiode, on le fait réagir avec des ions iodures I^- introduits en excès. La réaction a lieu en milieu basique car l'eau de Javel est basique, et implique les couples d'oxydoréduction ClO^-/Cl^- et IO_3^-/I^- . Cette étape permet de transformer les ions hypochlorite ClO^- en ions iodate IO_3^- .

● **Étape n°2** : pour atteindre l'objectif initial, il faut encore transformer les ions IO_3^- en diiode $\text{I}_{2(\text{aq})}$. On réalise ceci en acidifiant la solution. Les ions IO_3^- réagissent alors avec les ions I^- pour former $\text{I}_{2(\text{aq})}$. Les couples en jeu sont $\text{IO}_3^-/\text{I}_{2(\text{aq})}$ et $\text{I}_{2(\text{aq})}/\text{I}^-$.

Les étapes 1 et 2 peuvent se résumer en une équation bilan :



● **Étape 3** : titrage du diiode. On titre le diiode à l'aide d'une solution de thiosulfate de sodium ($2\text{Na}^+ + \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$), de concentration $c_B = 0,10$ mol/L. Les couples d'oxydoréduction mis en jeu sont $\text{I}_{2(\text{aq})}/\text{I}^-$ et $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}/\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$. La réaction du titrage est :



Elle est quasi-totale, rapide, unique, et l'équivalence se repère facilement car le diiode en solution aqueuse est orange-brun. La couleur orange-brun disparaît donc lorsque l'équivalence est atteinte, car alors tout le diiode est consommé. On utilise du thiodène (solide) qui permet de mieux repérer l'équivalence.

✎ Écrire les demi-équations redox associées aux couples ClO^-/Cl^- et $\text{I}_{2(\text{aq})}/\text{I}^-$. Retrouver alors l'équation bilan d'oxydoréduction (1). Cette réaction est-elle totale ?

✎ On prélève un volume V_1 de la solution diluée de Javel à la concentration c_1 que l'on place dans un bécher. Donner l'expression de la quantité de matière n_1 d'ions hypochlorites dans ce prélèvement, en fonction de V_1 et c_1 . Donner également la quantité de matière de diiode présente dans le bécher une fois les étapes 1 et 2 réalisées.

✎ Écrire les demi-équations redox associées aux couples $S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-}$ et $I_{2(aq)}/I^-$. Retrouver alors l'équation bilan (2). Cette réaction peut-elle être utilisée comme réaction support d'un titrage ? Justifier.

✎ Réaliser un schéma du titrage.

✎ Quelle est la relation entre le volume équivalent V_E , le volume V_1 , et les concentrations c_1 et c_B ? En déduire l'expression de la concentration initiale c_0 en fonction de V_E , V_1 , c_B et du rapport de dilution α .

Aspect expérimental

● Dilution de la solution titrante

On souhaite diluer la solution titrante de thiosulfate par 10 (donc diviser la concentration des différents ions par 10). On veut un volume final $V_1' = 100$ mL de solution de thiosulfate diluée. On notera $\alpha = 10$ le rapport de dilution.

🔖 Proposer un protocole pour effectuer cette dilution. On précisera en particulier le volume V_0 de thiosulfate de sodium à prélever, et la verrerie à utiliser.

● Titrage indirect

Protocole pour le titrage indirect

↪ Étapes 1 et 2 : introduire dans le bécher, dans l'ordre indiqué :

- ▷ $V_1 = 10,0$ mL de la solution diluée.
- ▷ 30 mL environ de solution d'iodure de potassium de concentration 1,0 mol/L (étape 1).
- ▷ 10 mL environ d'acide sulfurique de concentration 1,0 mol/L (étape 2).

↪ Réaliser le titrage par la solution de thiosulfate de sodium diluée de concentration $c_B = 0.010$ mol/L. À mesure que l'on verse la solution de thiosulfate de sodium depuis la burette, le bécher perd progressivement sa coloration (car le diiode est consommé).

↪ Lorsque le diiode devient jaune très pâle, ajouter une petite spatule de thiodène. Ceci recoloré la solution. Verser alors goutte à goutte le contenu de la burette jusqu'à disparition de la coloration. Tout le diiode est alors consommé.

↪ Relever le volume équivalent V_E .



Mettre en oeuvre les protocoles précédents pour déterminer la concentration en ions hypochlorite d'une solution d'eau de Javel commerciale. Comparer à la valeur attendue.