Activité documentaire 3

Établir une équation d'oxydoréduction

Notion
- Demi-équation électronique
- Équation d'oxydoréduction

L'eau de Javel est utilisée comme assainissant ou nettoyant. Les ions hypochlorite $C\ell O^-$ sont responsables de ses propriétés désinfectantes.

Tâche complexe

▶ Objectif de l'activité : Pourquoi les flacons d'eau de Javel indiquent-ils une date limite d'utilisation ?

A Efficacité de l'eau de javel

L'eau de Javel est une solution aqueuse. Son pouvoir désinfectant dépend de la valeur de sa concentration en ions hypochlorite. Lorsque celle-ci passe en-dessous d'une certaine valeur, l'eau de Javel n'est plus efficace.

Les bidons d'eau de Javel indiquent une date limite d'utilisation :

B Propriété oxydante de l'ion hypochlorite

L'ion hypochlorite $C\ell O^-(aq)$ est un oxydant. Son réducteur conjugué est l'ion chlorure $C\ell^-(aq)$.
Les ions hypochlorite $C\ell O^-(aq)$ et chlorure $C\ell^-(aq)$ constituent le couple oxydant / réducteur $C\ell O^-(aq) / C\ell^-(aq)$.

La demi-équation associée à ce couple est :

$$C\ell O^-(aq) + 2\,e^- + 2\,H^+(aq) \rightleftarrows C\ell^-(aq) + H_2O(\ell)$$

COMPLÉMENT SCIENTIFIQUE

- Une réaction d'oxydoréduction correspond à un échange d'électrons entre les réactifs qui sont pour l'un l'oxydant d'un couple et pour l'autre le réducteur d'un autre couple.
- L'eau $H_2O(\ell)$ intervient dans trois couples oxydant / réducteur :

$$O_2(g) / H_2O(\ell) ;$$
$$H_2O(\ell) / H_2(g)$$
$$\text{et } H_2O_2(aq) / H_2O(\ell)$$

Résolution de problème

APP ANA-RAIS RÉA VAL COM

1 Proposer une hypothèse permettant de justifier scientifiquement la recommandation inscrite sur l'emballage d'une eau de Javel.

Un pas vers le cours

Proposer un modèle ANA-RAIS

2 **a.** Expliquer comment établir une demi-équation électronique à partir du couple oxydant / réducteur.
b. Proposer ensuite une méthode permettant d'établir une équation d'oxydoréduction à partir des demi-équations électroniques associées aux réactifs.

2 Identifier des oxydants et des réducteurs

CORRIGÉ

| Restituer ses connaissances.

1. Définir un oxydant et un réducteur.

2. Déterminer les oxydants et les réducteurs à partir des demi-équations électroniques suivantes :

$$Fe^{3+}(aq) + e^- \rightleftarrows Fe^{2+}(aq)$$

$$Co(s) \rightleftarrows Co^{2+}(aq) + 2\,e^-$$

$$2\,C\ell O_4^-(aq) + 16\,H^+(aq) + 14\,e^- \rightleftarrows C\ell_2(g) + 8\,H_2O(\ell)$$

3 Reconnaître des oxydants et des réducteurs

| Exploiter des observations ; mobiliser ses connaissances.

Solution de permanganate de potassium $K^+(aq) + MnO_4^-(aq)$

Solution contenant des ions fer (II) $Fe^{2+}(aq)$

- Parmi les réactifs de l'expérience photographiée ci-dessus, identifier l'oxydant et le réducteur.

Données

- L'ion permanganate $MnO_4^-(aq)$ est responsable de la coloration violette de la solution aqueuse.
- Couples oxydant / réducteur : $MnO_4^-(aq) / Mn^{2+}(aq)$ et $Fe^{3+}(aq) / Fe^{2+}(aq)$.

4 Recomposer des couples oxydant / réducteur

CORRIGÉ

| Mobiliser ses connaissances.

On donne deux listes, l'une d'oxydants et l'autre de réducteurs :

Oxydants : $Ag^+(aq)$; $H^+(aq)$; $F_2(g)$; $Cr^{3+}(aq)$; $O_2(g)$; $Cu^{2+}(aq)$.

Réducteurs : $Zn(s)$; $F^-(aq)$; $Cr^{2+}(aq)$; $Ag(s)$; $Mn^{2+}(aq)$; $H_2(g)$.

1. Définir un couple oxydant / réducteur.

2. Déterminer les couples oxydant / réducteur.

5 Identifier des couples oxydant / réducteur

| Mobiliser ses connaissances.

• Préciser pour chacune des demi-équations électroniques suivantes, le couple oxydant / réducteur correspondant.

a. $Bi^{5+}(aq) + 2\ e^- \rightleftarrows Bi^{3+}(aq)$

b. $2\ NO(g) + 4\ H^+(aq) + 4\ e^- \rightleftarrows N_2(g) + 2\ H_2O(\ell)$

c. $BrO_3^-(aq) + H_2O(\ell) \rightleftarrows BrO_4^-(aq) + 2\ H^+(aq) + 2\ e^-$

6 Compléter des demi-équations électroniques

CORRIGÉ

| Utiliser un modèle.

• Recopier et compléter les demi-équations électroniques suivantes : Utiliser le réflexe 1

a. $S_2O_8^{2-}(aq) + \ldots\ldots \rightleftarrows 2\ SO_4^{2-}(aq)$

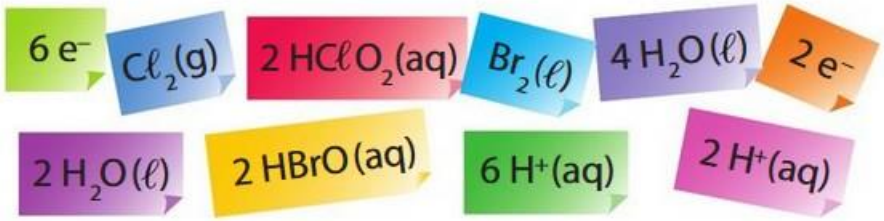
b. $\ldots\ldots\ HC\ell O(aq) + \ldots\ldots + \ldots\ldots \rightleftarrows C\ell_2(g) + 2\ H_2O(\ell)$

c. $MnO_4^-(aq) + 4\ H^+(aq) + 3\ e^- \rightleftarrows \ldots\ldots\ (s) + 2\ H_2O(\ell)$

7 Composer des demi-équations électroniques

| Exploiter des informations.

• Écrire des demi-équations à partir des étiquettes ci-dessous. Expliquer le raisonnement.



8 Établir des demi-équations électroniques (1)

CORRIGÉ

| Mobiliser ses connaissances.

• Écrire les demi-équations associées aux couples ci-dessous.

$HPO_4^{2-}(aq) / HPO_3^{2-}(aq)$; $As_2O_3(aq) / As(s)$; $H_2SO_3(aq) / S(s)$

9 Établir des demi-équations électroniques (2)

| Utiliser un modèle pour expliquer

Le diazote $N_2(g)$ peut se réduire en ammoniac $NH_3(g)$ tandis que l'eau $H_2O(\ell)$ peut s'oxyder en dioxygène $O_2(g)$.

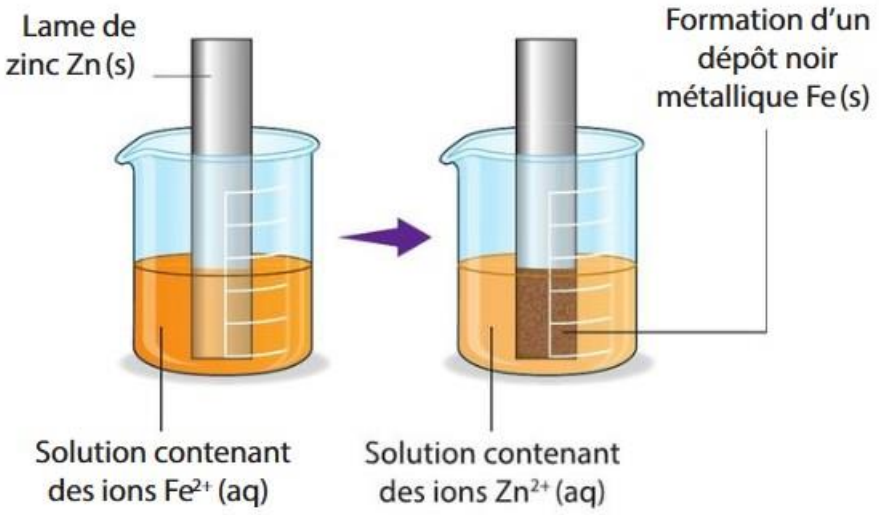
• Écrire les demi-équations d'oxydoréduction.

10 Identifier des couples oxydant / réducteur

CORRIGÉ

| Utiliser un modèle.

On réalise la transformation chimique suivante :



1. Identifier les couples oxydant / réducteur mis en jeu.
2. Écrire l'équation de la réaction.

11 Identifier des couples oxydant / réducteur

| Mobiliser ses connaissances.

L'éthanol, de formule $C_2H_6O(\ell)$, peut être oxydé par le dioxygène $O_2(g)$ de l'air. Les produits de la réaction sont l'éthanal $C_2H_4O(\ell)$ et l'eau $H_2O(\ell)$.

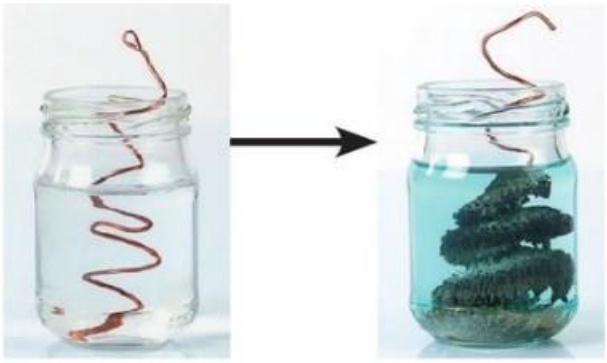
1. Préciser, pour chacune des espèces chimiques, s'il s'agit d'un oxydant ou d'un réducteur.
2. Identifier les couples oxydant / réducteur mis en jeu au cours de cette réaction.
3. Écrire l'équation de la réaction.

12 Établir une réaction d'oxydoréduction

CORRIGÉ

| Exploiter des observations et des informations.

En chimie, on appelle arbre de Diane une végétation d'argent Ag (s). Un fil de cuivre Cu (s) est plongé dans une solution aqueuse contenant des ions argent Ag^+ (aq) :



$t = 0$ $t = 10$ min

- Établir l'équation de la réaction étudiée.

Données

- L'ion cuivre (II) Cu^{2+} (aq) est responsable de la coloration bleue d'une solution aqueuse.
- Demi-équations électroniques :

$Cu^{2+}(aq) + 2\,e^- \rightleftarrows Cu(s)$; $Ag^+(aq) + e^- \rightleftarrows Ag(s)$.

13 Établir et prévoir une réaction d'oxydoréduction

| Utiliser un modèle.

On donne les couples oxydant / réducteur suivants : $Au^{3+}(aq)/Au(s)$; $Sn^{2+}(aq)/Sn(s)$; $C\ell_2(g)/C\ell^-(aq)$.

1. Établir l'équation de la réaction entre l'étain Sn (s) et les ions or (III) Au^{3+} (aq).

2. Pourrait-il se produire une réaction d'oxydoréduction entre :

a. Sn (s) et $C\ell_2$ (g) ?

b. Au (s) et $C\ell^-$ (aq) ?

c. Au (s) et Au^{3+} (aq) ?

Utiliser le réflexe 2

14 À chacun son rythme

CORRIGÉ

Réaction avec l'aluminium

Exploiter des observations ; utiliser un modèle ; rédiger une explication.

On trouve l'aluminium sous forme métallique $A\ell(s)$ et sous forme ionique $A\ell^{3+}(aq)$. Une photographie est prise au cours d'une transformation chimique qui met en jeu une solution aqueuse d'acide chlorhydrique, $H^+(aq) + C\ell^-(aq)$, et de l'aluminium :

> Andalousite

Énoncé compact

- Établir l'équation de la réaction chimique ayant lieu.

Énoncé détaillé

1. Identifier si l'aluminum est un oxydant ou un réducteur. Justifier.

2. Identifier l'espèce chimique impliquée dans la réaction avec l'aluminium.

3. Établir les demi-équations électroniques associées.

4. Établir l'équation de la réaction en combinant les deux demi-équations électroniques.

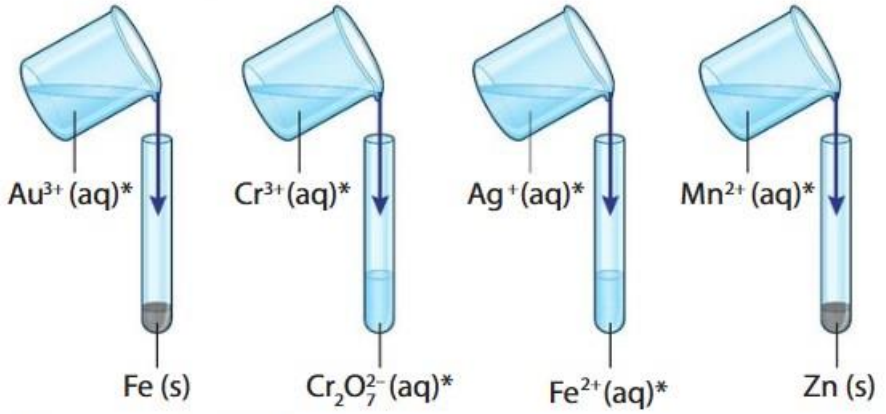
Données

- Couples oxydant / réducteur :
$A\ell^{3+}(aq) / A\ell(s)$; $H^+(aq) / H_2(g)$; $O_2(g) / H_2O(\ell)$; $C\ell_2(g) / C\ell^-(aq)$.

15 Réaction ou pas réaction ?

Mobiliser et organiser ses connaissances, raisonner.

On réalise les mélanges suivants :



* : Solution contenant des ions...

1. Identifier les mélanges pour lesquels une réaction d'oxydoréduction est impossible. Expliquer votre raisonnement.

2. Établir les équations de réaction associées aux mélanges pour lesquels une réaction est éventuellement possible.

Données

- Couples oxydant / réducteur : $Fe^{3+}(aq) / Fe^{2+}(aq)$; $Zn^{2+}(aq) / Zn(s)$; $Fe^{2+}(aq) / Fe(s)$; $Ag^{+}(aq) / Ag(s)$; $Cr_2O_7^{2-}(aq) / Cr^{3+}(aq)$; $Au^{3+}(aq) / Au(s)$; $MnO_4^{-}(aq) / Mn^{2+}(aq)$.

16 Connaître les critères de réussite

CORRIGÉ

Le dioxyde de soufre dans le vin

Mobiliser et organiser ses connaissances ; exploiter des informations ; utiliser un modèle.

Lors de la vinification, les viticulteurs ajoutent du dioxyde de soufre $SO_2(aq)$ au vin. La législation impose une concentration maximale égale à 210 milligrammes par litre dans le vin commercialisé. Afin de déterminer cette concentration, on fait réagir le dioxyde de soufre avec le diiode $I_2(aq)$.

1. Identifier l'oxydant et le réducteur de la réaction.

2. Établir les demi-équations électroniques associées.

3. Établir l'équation de la réaction.

Données

- Couples oxydant / réducteur : $SO_4^{2-}(aq) / SO_2(aq)$; $I_2(aq) / I^{-}(aq)$.

17 L'ion nitrate dans un engrais

| Proposer un modèle

Pour trouver la teneur en ion nitrate NO_3^- dans un engrais, on réalise la réaction entre les ions nitrate et les ions fer (II) $Fe^{2+}(aq)$.

1. Identifier les couples oxydant / réducteur mis en jeu au cours de cette réaction. Justifier.

2. Établir l'équation de la réaction.

Données

- Couples oxydant /réducteur : $NO_3^-(aq)$ / $NO(g)$; $Fe^{3+}(aq)$ / $Fe^{2+}(aq)$; $Fe^{2+}(aq)$ / $Fe(s)$.

18 Trouver une équation d'oxydoréduction

| Exploiter des observations.

- L'équation proposée ci-dessous peut-elle être celle associée à la transformation photographiée ? En proposer une autre le cas échéant.

$$2\ MnO_4^-(aq) + 3\ H_2C_2O_4(aq) + 2\ H^+(aq) \rightarrow 2\ MnO_2(s) + 6\ CO_2(aq) + 4\ H_2O(\ell)$$

Données

- L'ion $MnO_4^-(aq)$ est responsable de la coloration violette d'une solution aqueuse.
- $MnO_2(s)$ est un solide de couleur brune.
- $Mn^{2+}(aq)$ est incolore en solution.
- Couple oxydant / réducteur : $MnO_4^-(aq)$/ $Mn^{2+}(aq)$.

19 Breathalyzer

Pratiquer une langue vivante étrangère ; extraire et exploiter des informations ; mobiliser ses connaissances.

Breathalyzer uses a chemical reaction involving alcohol that produces a colour change. To measure alcohol, a suspect breathes into the **device**[1]. The breath sample is bubbled in one **vial**[2] through a mixture of sulphuric acid, potassium dichromate, silver nitrate and water. The principle of the measurement is based on the following half redox equations :

$C_2H_4O_2\,(aq) / C_2H_6O\,(aq)$ and $Cr_2O_7^{2-}\,(aq) / Cr^{3+}\,(aq)$

In this reaction, the alcohol reacts with potassium dichromate to produce chromium ion Cr^{3+}, acetic acid $C_2H_4O_2$ and water. During this reaction, the reddish-orange dichromate ion changes colour to the green chromium ion when it reacts with the alcohol. The degree of the colour change is directly related to the level of alcohol in the expelled air.

Vocabulary : 1. *device* : dispositif; 2. *vial* : tube.

1. Determine which one is the oxidant and which one is the reducing agent among the reagents.

2. Write out the equation of the chemical reaction studied.

20 Le nitrate d'argent sur les forums

Mobiliser et organiser ses connaissances ; exploiter des observations ; rédiger une explication.

Règles du forum

Répondre | Rechercher...

Gaffe et nitrate d'argent
Par Juju-Tolosa, 22h35

Bonsoir !
Je fais appel à tous les chimistes plus ou moins maladroits.
J'ai manipulé ce matin en TP une solution de nitrate d'argent. J'ai renversé ce produit sur la paillasse qui s'est recouverte de magnifiques taches brunes.
Mon prof m'a demandé pour demain, un devoir expliquant pourquoi ces taches sont apparues et comment les nettoyer. Can you help me ?
Merci d'avance. ^^

Re : Gaffe et nitrate d'argent
Par Mimidu13, 22h58

Il suffit que tu utilises de l'eau iodée puis que tu rinces avec de l'eau. Il n'y aura plus de tache.

Re : Gaffe et nitrate d'argent
Par Juju-Tolosa, 23h15

OK et merci
Par contre, tu n'aurais pas d'explication ?

Re : Gaffe et nitrate d'argent
Par Mimidu13, 23h26

Non mais il y a le site « Hachette ressources » et ton livre de physique chimie.

Extrait du site Hachette ressources :

- Le nitrate d'argent $AgNO_3(s)$ est un solide ionique composé d'ions argent Ag+ et d'ions nitrate NO_3^-.
- L'équation de sa dissolution dans l'eau est :

$$AgNO_3(s) \rightarrow Ag^+(aq) + NO_3^-(aq)$$

Il permet d'identifier les ions chlorure $C\ell^-(aq)$: il se forme un précipité blanc de chlorure d'argent $AgC\ell(s)$ qui noircit à la lumière du jour. L'équation de la réaction est :

$$Ag^+(aq) + C\ell^-(aq) \rightarrow AgC\ell(s)$$

- Les ions argent contenus dans les solutions de nitrate d'argent se transforment en argent métallique à la lumière. En effet, ces solutions sont photosensibles et sous l'effet de la lumière, un ion argent $Ag^+(aq)$ se transforme en atome d'argent $Ag(s)$ en captant un électron.

- Rédiger le devoir attendu par le professeur.

Données

- Couples oxydant / réducteur : $Ag^+(aq) / Ag(s)$; $I_2(aq) / I^-(aq)$; $C\ell_2(g) / C\ell^-(aq)$; $NO_3^-(aq) / NO(g)$.

21 Résolution de problème

Fiche 1, p. 359

Du plomb dans l'eau

| Construire les étapes d'une résolution de problème.

La présence de plomb dans l'eau constitue un danger pour la santé car il provoque des maladies comme le saturnisme ou des malformations infantiles. Les canalisations en plomb sont interdites depuis les années 1960 mais on en trouve encore dans des habitations anciennes.

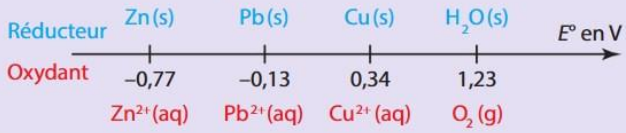
A **Facteurs augmentant la teneur en plomb**

Lorsqu'une canalisation en plomb est en contact avec d'autres métaux, le plomb est susceptible d'être oxydé en ion $Pb^{2+}(aq)$. Si deux métaux M et M' sont en contact, le métal le plus réducteur s'oxyde tandis que le dioxygène dissous dans l'eau se réduit sur le métal le moins réducteur.

COMPLÉMENT SCIENTIFIQUE

Échelle des potentiels standards d'oxydoréduction

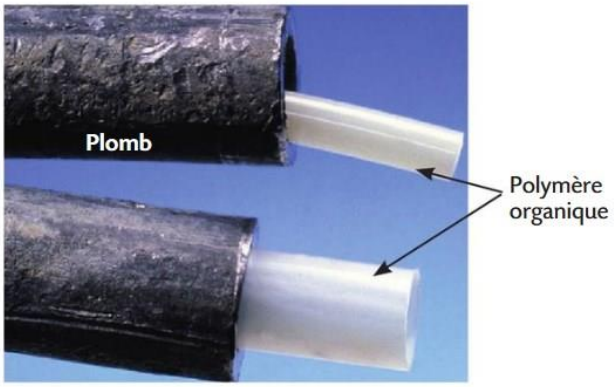
Un couple oxydant / réducteur est associé à un potentiel standard d'oxydo-réduction noté $E°$ et exprimé en volt. Plus le potentiel standard $E°$ est faible, plus le réducteur du couple est un « réducteur fort ». Inversement, plus le potentiel standard $E°$ est élevé, plus l'oxydant du couple est un « oxydant fort ».



• La rénovation de l'habitation peut-elle comporter des risques ? Le propriétaire doit-il faire une demande auprès des services municipaux ?

B **Une protection en matière organique**

Dans certaines conditions, pour éviter l'oxydation des canalisations en plomb, il est possible d'insérer des tubes en polymères organiques dans lesquels l'eau circule.



Dans son habitation ancienne, un propriétaire décide de changer ses canalisations jusqu'alors en plomb afin d'éviter tout risque de contamination. Il dispose de tubes en cuivre ou en zinc. Le circuit d'eau potable de sa rue est encore réalisé par des tubes en plomb.

22 CORRIGÉ — 30 min — Les propriétés de l'eau oxygénée

Mobiliser et organiser ses connaissances ; utiliser un modèle ; effectuer des calculs.

L'eau oxygénée (ou peroxyde d'hydrogène) est utilisée comme antiseptique sur des petites plaies cutanées. Elle est aussi un agent blanchissant efficace.

COMPLÉMENT SCIENTIFIQUE

Une espèce chimique est amphotère si elle peut se comporter comme un oxydant ou un réducteur. Par exemple, l'ion fer (II) $Fe^{2+}(aq)$ est un amphotère. Il appartient aux couples oxydant / réducteur suivants :

$$Fe^{3+}(aq) / Fe^{2+}(aq) \text{ et } Fe^{2+}(aq) / Fe(s).$$

1. La réaction d'oxydoréduction

On étudie la réaction entre les ions iodure $I^-(aq)$ et l'eau oxygénée $H_2O_2(aq)$. Ces deux espèces chimiques appartiennent aux couples oxydant / réducteur :

$$I_2(aq) / I^-(aq)$$
$$\text{et } H_2O_2(aq) / H_2O(\ell)$$

La seule espèce chimique colorée est le diiode qui donne une couleur jaune à la solution aqueuse. Le volume du mélange réactionnel est $V_1 = 100$ mL.

a. Parmi les réactifs, identifier l'oxydant et le réducteur.

b. Établir les demi-équations électroniques des deux couples étudiés. Utiliser le réflexe 1

c. En déduire l'équation de la réaction. Utiliser le réflexe 2

2. Étude de la transformation par spectrophotométrie

La coloration du milieu réactionnel au cours du temps évolue comme suit :

a. Interpréter l'évolution de la coloration du mélange.

b. L'absorbance du milieu réactionnel à la fin de la réaction est $A = 0{,}38$ pour une longueur d'onde de 520 nm. La loi de Beer-Lambert s'exprime ainsi : $A = k \times C$ avec $k = 600\ L \cdot mol^{-1}$. Déterminer la concentration finale C en diiode.

c. Sachant qu'une mole d'eau oxygénée a formé une mole de diiode, déterminer la quantité de matière initiale d'eau oxygénée.

3. Une autre propriété de l'eau oxygénée

L'eau oxygénée réagit avec les ions permanganate $MnO_4^-(aq)$ selon la réaction d'équation :

$$2\ MnO_4^-(aq) + 5\ H_2O_2(aq) + 6\ H^+(aq) \rightarrow 2\ Mn^{2+}(aq) + 5\ O_2(g) + 8\ H_2O(\ell)$$

Pourquoi dit-on que l'eau oxygénée est un amphotère ?

Utiliser un modèle

Question 1 réussie ?

- S'entraîner encore → ex. 16
- Relever un autre défi → ex. 14

23 CORRIGÉ — 10 min

L'encre sympathique

| Exploiter des observations.

PROTOCOLE

- ☑ Sur une feuille, ÉCRIRE un texte avec une plume trempée dans une solution de diiode $I_2(aq)$ et la laisser sécher.
- ☑ PULVÉRISER la feuille avec du jus de citron jusqu'à ce que le texte disparaisse et la laisser sécher.
- ☑ PULVÉRISER le texte avec de l'eau oxygénée $H_2O_2(aq)$ additionnée d'empois d'amidon : le texte réapparaît.

• Interpréter la réapparition du texte en vous aidant des données.

Utiliser le réflexe 2

Données

- Une solution de diiode est brune et une solution d'ion iodure $I^-(aq)$ est incolore.
- Le citron contient de l'acide ascorbique de formule $C_6H_8O_6$.
- En présence d'empois d'amidon, une solution contenant du diiode prend une coloration bleue.
- Demi-équations électroniques :

$$C_6H_8O_6(aq) \rightleftarrows C_6H_6O_6(aq) + 2\,H^+(aq) + 2e^-$$
$$I_2(aq) + 2\,e^- \rightleftarrows 2\,I^-(aq)$$
$$H_2O_2(aq) + 2\,e^- + 2\,H^+(aq) \rightleftarrows 2\,H_2O\,(\ell)$$

Exploiter des observations

Question réussie ?

- S'entraîner encore → ex. 12
- Relever un autre défi → ex. 14