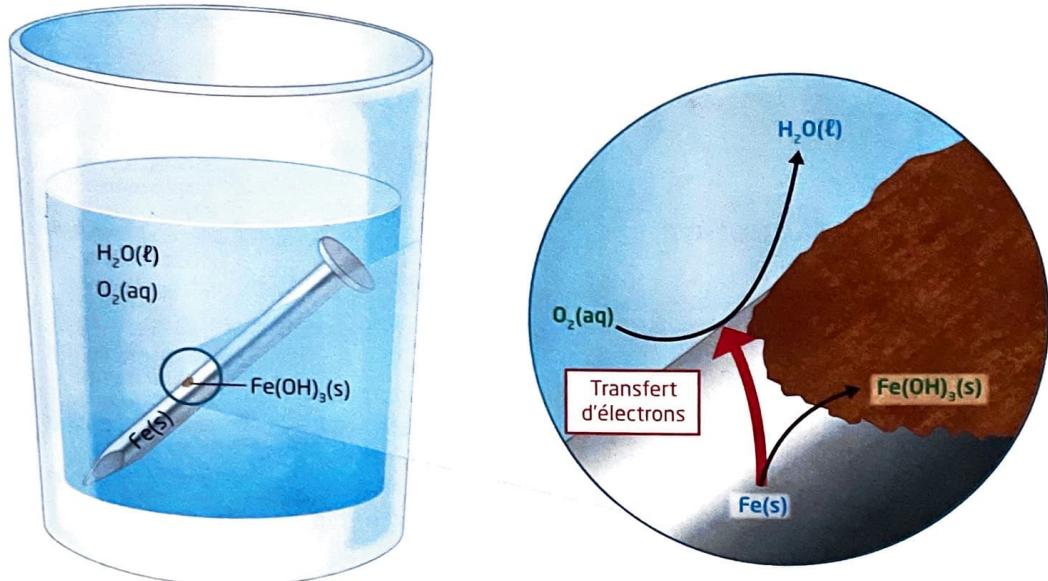


Synthèse en images

OXYDORÉDUCTION

Transformation chimique



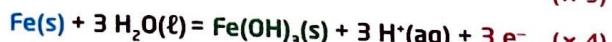
Modélisation

Deux couples

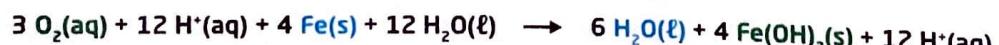
oxydant-réducteur
 $O_2(aq) / H_2O(l)$
 $Fe(OH)_3(s) / Fe(s)$



Deux demi-équations électroniques



Une équation d'oxydoréduction





Si vous ne trouvez pas la bonne réponse,
reportez-vous au § de la synthèse des activités correspondant pour vous aider.

Recopier en complétant avec un ou plusieurs mots.

- 1 Un est une espèce chimique capable de céder des électrons. ➤ \$1
- 2 L'ion Sn^{2+} (aq) est du couple Sn^{2+} (aq) / $\text{Sn}(s)$. ➤ \$1
- 3 Lors de l'écriture d'une demi-équation électronique, les électrons sont introduits en dernier pour satisfaire la conservation de ➤ \$1
- 4 Lors d'une transformation modélisée par une réaction d'oxydoréduction, il y a transfert d'un ou de plusieurs d'un à ➤ \$2

Indiquer la réponse exacte.

- 5 Dans le couple $\text{O}_2(g)$ / $\text{H}_2\text{O}(g)$, $\text{H}_2\text{O}(g)$ est : ➤ \$1

 - réducteur.
 - oxydant.
 - oxydant-réducteur.

- 6 La demi-équation électronique du couple Fe^{2+} (aq) / $\text{Fe}(s)$ s'écrit : ➤ \$1

 - $\text{Fe}^{2+}(aq) = \text{Fe}(s) + 2 e^-$
 - $\text{Fe}^{2+}(aq) + 2 e^- = \text{Fe}(s)$
 - $\text{Fe}^{2+}(aq) + e^- = \text{Fe}(s)$

- 7 On analyse la demi-équation électronique $\text{O}_2(g) + 2 \text{H}^+(aq) + 2 e^- = \text{H}_2\text{O}_2(aq)$.
Le couple oxydant-réducteur associé est : ➤ \$1

 - $\text{H}_2\text{O}_2(aq) / e^-$
 - $\text{O}_2(g) / \text{H}_2\text{O}_2(aq)$.
 - $\text{H}_2\text{O}_2(aq) / \text{O}_2(g)$.

- 8 On analyse la demi-équation électronique $\text{Cu}(s) = \text{Cu}^{2+}(aq) + 2 e^-$. Le réducteur est :

a. $\text{Cu}^{2+}(aq)$. b. $\text{Cu}(s)$. c. e^- .

- 9 On considère la réaction d'oxydoréduction d'équation : $\text{Pb}^{2+}(aq) + \text{Zn}(s) \rightarrow \text{Pb}(s) + \text{Zn}^{2+}(aq)$
- a. $\text{Pb}^{2+}(aq)$ réagit comme oxydant.
b. $\text{Pb}^{2+}(aq)$ réagit comme réducteur.
c. $\text{Zn}^{2+}(aq)$ réagit comme oxydant.

- 10 Lors d'une réaction d'oxydoréduction, il y a toujours conservation :

a. des espèces chimiques.
b. de la charge globale.
c. du volume global.

- 11 Dans l'écriture d'une équation d'oxydoréduction, il y a toujours :
- a. un ou des électron(s). b. une flèche. c. un signe égal.

- 12 Voici deux demi-équations électroniques :

$2 \text{H}^+(aq) + 2 e^- = \text{H}_2(g)$ et $\text{Zn}^{2+}(aq) + 2 e^- = \text{Zn}(s)$

L'équation de la réaction des ions $\text{H}^+(aq)$ sur le métal $\text{Zn}(s)$ s'écrit :

- $2 \text{H}^+(aq) + \text{Zn}^{2+}(aq) \rightarrow \text{H}_2(g) + \text{Zn}(s)$
- $\text{H}_2(g) + \text{Zn}^{2+}(aq) \rightarrow 2 \text{H}^+(aq) + \text{Zn}(s)$
- $2 \text{H}^+(aq) + \text{Zn}(s) \rightarrow \text{H}_2(g) + \text{Zn}^{2+}(aq)$

Corrigés p. 468

Contrôle Technique!

13 Écrire une demi-équation électronique

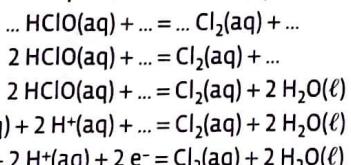
EXERCICE RÉSOLU

Écrire la demi-équation électronique du couple oxydant-réducteur $\text{HClO}(aq) / \text{Cl}_2(aq)$.

SOLUTION

Cl est l'élément commun, autre que O et H.

En suivant les étapes de la méthode p. 46 :



APPLICATION • Sur le modèle de l'exercice résolu

Déterminer la demi-équation électronique du couple oxydant-réducteur $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}(aq) / \text{S}_2\text{O}_3^{2-}(aq)$.

14 Écrire une équation d'oxydoréduction

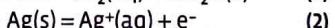
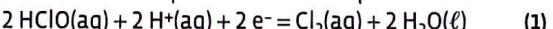
EXERCICE RÉSOLU

Déterminer l'équation de la réaction d'oxydoréduction modélisant la transformation entre l'acide hypochloreux $\text{HClO}(aq)$ et l'argent $\text{Ag}(s)$ du couple $\text{Ag}^+(aq) / \text{Ag}(s)$.

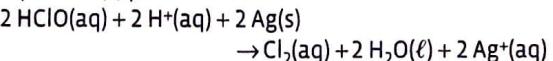
Donnée : $2 \text{HClO}(aq) + 2 \text{H}^+(aq) + 2 e^- = \text{Cl}_2(aq) + 2 \text{H}_2\text{O}(\ell)$ (1)

SOLUTION

Les deux demi-équations électroniques sont :



Afin d'éliminer les électrons de l'équation finale, il faut multiplier la demi-équation (1) par 1 et la demi-équation (2) par 2 :



APPLICATION • Sur le modèle de l'exercice résolu

Écrire l'équation de la réaction d'oxydoréduction modélisant la transformation entre $\text{NO}_3^-(aq)$ et $\text{Ag}(s)$.

Donnée : $\text{NO}_3^-(aq) + 4 \text{H}^+(aq) + 3 e^- = \text{NO}(g) + 2 \text{H}_2\text{O}(\ell)$



Oxydant et réducteur

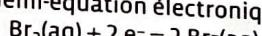
► S 1 de la synthèse des activités

EXERCICES RAPIDES

15 **ORAL** Réaliser un support visuel permettant de présenter oralement en deux minutes maximum à l'ensemble de la classe ce qui différencie et ce qui relie l'oxydant et le réducteur d'un même couple.

16 L'aluminium Al(s) peut être oxydé par le dioxygène de l'air $O_2(g)$ en un solide de formule $Al_2O_3(s)$. Déterminer le couple dans lequel l'aluminium Al(s) est le réducteur.

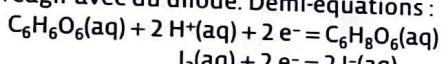
17 On analyse la demi-équation électronique :



Citer l'oxydant et le réducteur figurant dans cette demi-équation électronique, puis écrire le couple oxydant-réducteur correspondant.

18 Reconnaître un oxydant et un réducteur

Pour déterminer la masse de vitamine C, de formule brute $C_6H_8O_6$, présente dans un comprimé, cette espèce chimique est mise à réagir avec du diiode. Demi-équations :



- a. Rapeller les définitions d'un oxydant et d'un réducteur.
- b. Déterminer le caractère oxydant ou réducteur de la vitamine C. Même question pour le diiode.

19 Écrire des demi-équations électroniques

Pour chacun des couples oxydant-réducteur suivants, déterminer la demi-équation électronique correspondante :

- | | |
|----------------------------------|---------------------------------------|
| a. $Fe^{3+}(aq) / Fe^{2+}(aq)$. | b. $I_2(aq) / I^-(aq)$. |
| c. $NO_3^-(aq) / NO(g)$. | d. $Cr_2O_7^{2-}(aq) / Cr^{3+}(aq)$. |
| e. $Cl_2(aq) / Cl^-(aq)$. | f. $NO(g) / N_2(g)$. |

20 Écrire des couples oxydant-réducteur

Associer les espèces chimiques suivantes deux à deux pour former des couples oxydant-réducteur que l'on précisera : $Ag^+(aq)$; $I^-(aq)$; $O_2(g)$; $H_2O(\ell)$; Al(s); $I_2(aq)$; $Ag(s)$; $Al^{3+}(aq)$.

Aide méthodologique

- ▶ L'oxydant et le réducteur d'un même couple ont forcément au moins un élément en commun.
- ▶ Une fois les deux espèces formant un même couple identifiées, écrire la demi-équation électronique de ce couple afin de déterminer l'oxydant et le réducteur.

21 Déterminer des couples oxydant-réducteur

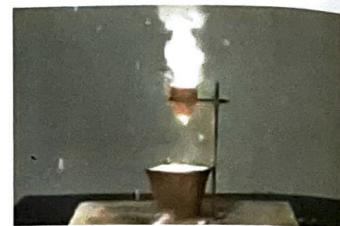
L'ion $ClO_4^-(aq)$ appartient à deux couples oxydant-réducteur différents. Il forme un premier couple avec l'ion $Cl^-(aq)$ et un deuxième couple avec l'ion $ClO_3^-(aq)$.

Déterminer le couple pour lequel $ClO_4^-(aq)$ est le réducteur et le couple pour lequel il est l'oxydant.

22 Analyser une expérience



Visionner la vidéo à l'adresse : sirius.nathan.fr.



L'aluminothermie est la réduction d'un oxyde métallique par l'aluminium. Ainsi, l'oxyde de fer (III) $Fe_2O_3(s)$ réagit avec l'aluminium Al(s) pour former du fer Fe(s) et de l'oxyde d'aluminium $Al_2O_3(s)$.

- a. Déterminer les couples oxydant-réducteur qui interviennent lors de cette transformation.
- b. Écrire les demi-équations électroniques de ces deux couples.

23 In english please

To avoid corrosion problems that occur in standard batteries, substantial effort has been expended to develop water-free batteries. One of the few commercially successful water-free batteries is the lithium-iodine battery.

Such batteries have proven to be long-lived (up to 10 years) and reliable. They are therefore used in computers for memory protection. Li(s) is oxidized in Li^+ and $I_2(s)$ is reduced in I^- .

- a. Préciser les deux couples oxydant-réducteur intervenant dans les accumulateurs lithium-iode en écrivant les demi-équations électroniques correspondantes.
- b. Expliquer pourquoi le choix de ces deux couples évite une corrosion de la pile provoquée par la présence d'eau.

24 Trouver trois couples possédant un élément chimique commun

L'élément azote intervient dans les trois espèces chimiques suivantes : diazote $N_2(g)$, ammoniac $NH_3(g)$ et monoxyde d'azote $NO(g)$.

En combinant deux à deux ces trois espèces, puis en déterminant les demi-équations électroniques pour chacune des trois combinaisons, trouver trois couples oxydant-réducteur différents possédant l'élément azote en commun dans chaque espèce chimique.

25 Déterminer le rôle oxydant ou réducteur d'une espèce

Tous les feux d'artifice utilisent un mélange pyrotechnique appelé « poudre noire », dont la composition a été inventée par les Chinois. Elle contient 15 % de carbone C (sous forme de charbon). Après transformation au cours de l'explosion des fusées, l'élément carbone est sous forme de dioxyde de carbone $CO_2(g)$.

Déterminer si le charbon joue le rôle d'oxydant ou de réducteur dans les feux d'artifice.



Réaction d'oxydoréduction

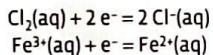
► S 2 de la synthèse des activités

EXERCICES RAPIDES

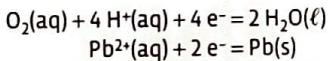
26 ORAL Réaliser un support visuel permettant de présenter oralement en deux minutes maximum à l'ensemble de la classe comment déterminer l'équation d'une réaction d'oxydoréduction à partir des deux demi-équations électroniques.

27 Déterminer l'équation d'oxydoréduction qui modélise la transformation entre le dichlore $\text{Cl}_2(\text{aq})$ et les ions fer (II) $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$.

Données :

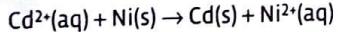


28 Le dioxygène dissous $\text{O}_2(\text{aq})$ réagit avec le plomb $\text{Pb}(\text{s})$. Déterminer l'équation d'oxydoréduction correspondante en utilisant les demi-équations électroniques suivantes :



29 Reconnaître des couples oxydant-réducteur

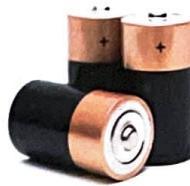
Les accumulateurs nickel-cadmium ne sont plus utilisés par le grand public à cause de leur dangerosité, mais encore largement par les industriels car ils possèdent de grandes qualités mécaniques (peu déformables) et thermiques (utilisables entre -50°C et $+70^\circ\text{C}$). Lorsqu'ils jouent le rôle de générateur, l'équation de réaction modélisant la transformation correspondante s'écrit :



Préciser les couples mis en jeu lors de cette réaction. Justifier.

30 Apprendre à rédiger

Lors du fonctionnement d'une pile Leclanché, la transformation qui a lieu est modélisée par une réaction d'oxydoréduction faisant intervenir les couples $\text{MnO}_2(\text{s}) / \text{MnO(OH)}(\text{s})$ et $\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) / \text{Zn}(\text{s})$. Déterminer l'équation de cette réaction sachant que $\text{MnO}_2(\text{s})$ est l'un des réactifs.



Aide méthodologique

- ▶ Déterminer les deux réactifs faisant partie chacun d'un des deux couples, en expliquant qu'un oxydant ne peut réagir qu'avec un réducteur.
- ▶ Écrire les deux demi-équations électroniques, en utilisant le signe « = ».
- ▶ Les combiner en utilisant une flèche et en prenant garde à bien écrire les réactifs à gauche de cette flèche.

31 Analyser une expérience

Lors de l'ajout d'une solution d'acide nitrique concentrée ($\text{H}^+(\text{aq}), \text{NO}_3^-(\text{aq})$) sur un morceau de cuivre solide $\text{Cu}(\text{s})$, un gaz roux, le dioxyde d'azote $\text{NO}_2(\text{g})$, se forme et une coloration bleue de la solution, caractéristique de l'ion cuivre (II) $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$, est observée.

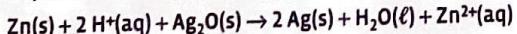


- Preciser si le cuivre $\text{Cu}(\text{s})$ a capté ou cédé des électrons lors de cette transformation.
- Indiquer l'espèce chimique avec laquelle le cuivre $\text{Cu}(\text{s})$ a pu échanger des électrons.
- Écrire les demi-équations électroniques décrivant la transformation qui se produit.
- En déduire l'équation de réaction modélisant la transformation décrite lors de cette expérience.

QCM pour faire le point

Pour chaque question, indiquer la ou les réponse(s) exacte(s).

Dans une pile bouton, une transformation a lieu pouvant être modélisée, de manière simple, par la réaction d'équation :



Les exercices 33 à 37 analysent cette transformation.

- D'après cette équation, le réactif réducteur est :
a. $\text{Zn}(\text{s})$. b. $\text{H}^+(\text{aq})$. c. $\text{Ag}_2\text{O}(\text{s})$.
- D'après cette équation, le produit réducteur est :
a. $\text{Ag}(\text{s})$. b. $\text{H}_2\text{O}(\ell)$. c. $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$.
- Le transfert d'électrons se fait :
a. de $\text{Ag}_2\text{O}(\text{s})$ vers $\text{Ag}(\text{s})$. b. de $\text{Zn}(\text{s})$ vers $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$.
c. de $\text{Zn}(\text{s})$ vers $\text{Ag}_2\text{O}(\text{s})$.

- 35** Lors de cette transformation, il y a formation :

- d'électrons.
- d'ion $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$.
- d'argent solide $\text{Ag}(\text{s})$.

- 36** Lors de cette transformation, des électrons sont captés par :

- $\text{H}^+(\text{aq})$.
- $\text{Ag}_2\text{O}(\text{s})$.
- $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$.

- 37** Cette transformation correspond à :

- une oxydation.
- une réduction.
- un transfert d'électron(s).

Corrigés p. 468



Exercices

APPLIQUER

38 Autotest

ÉNONCÉ

Afin de contrôler leur alcoolémie individuellement avant de prendre la route, les conducteurs peuvent utiliser un autotest acheté en grande surface ou dans les stations-services. L'air expiré par l'automobiliste passe dans un tube contenant l'ion dichromate qui réagit avec l'éthanol (de formule brute C_2H_6O) éventuellement présent dans cet air expiré. La réaction est modélisée en solution aqueuse.

Données :

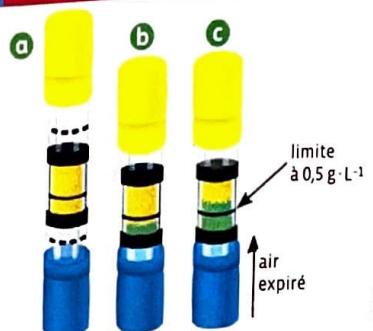
- solution d'ion dichromate $Cr_2O_7^{2-}(aq)$: orange, solution d'ion chrome (III) $Cr^{3+}(aq)$: verte;
- couple oxydant-réducteur : $C_2H_6O(aq) / C_2H_6O(aq)$;
- demi-équation électronique : $Cr_2O_7^{2-}(aq) + 14 H^+(aq) + 6 e^- = 2 Cr^{3+}(aq) + 7 H_2O(l)$.

1. Déterminer la demi-équation électronique associée au couple dont l'éthanol est le réducteur.

2. En déduire l'équation de la réaction d'oxydoréduction qui a lieu dans le tube d'autotest.

3. Les résultats de deux tests **b** et **c** sont montrés ci-contre. Déterminer l'automobiliste qui peut reprendre le volant. Justifier.

EXERCICE RÉSOLU ET COMMENTÉ



S'APPROPRIER

Lire avec attention les indications de couleurs fournies par le texte.

RÉALISER

Les lois de conservation des éléments chimiques et de la charge électrique doivent être respectées dans une demi-équation électronique.

RÉALISER

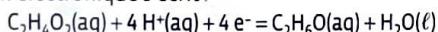
La combinaison doit s'effectuer de manière à ce que les électrons ne figurent pas dans l'équation de la réaction.

ANALYSER-RAISONNER

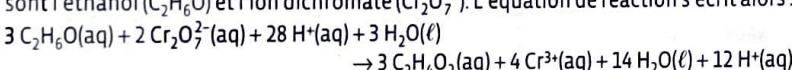
Comparer les couleurs des cristaux aux données de l'énoncé afin de conclure.

UNE SOLUTION

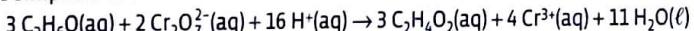
1. La demi-équation électronique s'écrit :



2. Les deux demi-équations électroniques sont combinées de telle sorte qu'aucun élément ne figure dans l'équation de réaction. Il faut donc multiplier par 3 la demi-équation associée au couple de l'éthanol et par 2 celle associée à l'ion dichromate. Les réactifs sont l'éthanol (C_2H_6O) et l'ion dichromate ($Cr_2O_7^{2-}$). L'équation de réaction s'écrit alors :



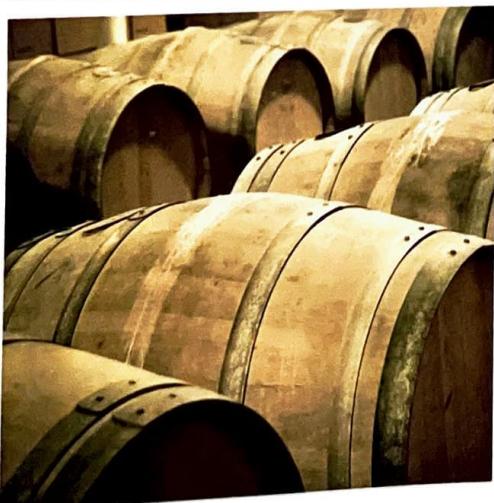
qui se simplifie en :



3. Les cristaux deviennent verts en présence d'éthanol. L'air expiré arrive par l'embout bleu. Dans le test **c**, les cristaux placés au-delà du trait sont devenus verts. Cet automobiliste ne peut donc pas reprendre le volant. Dans le test **b**, les cristaux sont restés jaune-orange au-delà du trait : l'automobiliste peut reprendre le volant.

APPLICATION

Sur le modèle de l'exercice résolu

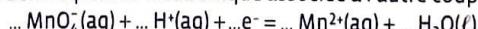


39 Le contrôle du vigneron

Pour déterminer la concentration de l'ion $Fe^{2+}(aq)$ dans un vin préalablement décoloré, on peut procéder à un dosage colorimétrique avec l'ion permanganate $MnO_4^-(aq)$ de couleur violette. Ces deux espèces appartiennent aux couples $MnO_4^-(aq) / Mn^{2+}(aq)$ et $Fe^{3+}(aq) / Fe^{2+}(aq)$. $Mn^{2+}(aq)$, $Fe^{3+}(aq)$ et $Fe^{2+}(aq)$ sont quasiment incolores.

1. Écrire la demi-équation électronique associée au couple de l'élément fer.

2. Ajuster la demi-équation électronique associée à l'autre couple :



3. En déduire l'équation de la réaction modélisant la transformation.

4. Dans un bêcher A contenant une solution d'ion $Fe^{2+}(aq)$ en quantité $n_1 = 0,70 \text{ mol}$, est ajoutée une solution d'ion $MnO_4^-(aq)$ en quantité $n_2 = 0,10 \text{ mol}$. Dans un bêcher B contenant une solution d'ion $Fe^{2+}(aq)$ en quantité $n_3 = 0,10 \text{ mol}$, est ajoutée une solution d'ion $MnO_4^-(aq)$ en quantité $n_4 = 0,70 \text{ mol}$. Le contenu de l'un des deux bêchers est violet. Déterminer lequel. Justifier.

40 La pile Génépac**ÉNONCÉ**

Le principe de la pile à combustible telle que la pile Génépac (GÉNérateur Électrique à Pile à Combusible) est le suivant : une réaction d'oxydoréduction impliquant du dihydrogène et le dioxygène de l'air génère de l'eau, et est à l'origine d'un mouvement d'électrons à l'extérieur de la pile.

Lorsqu'un ampèremètre est relié aux bornes de la pile, un courant est mesuré qui correspond à un passage des électrons comme indiqué sur le schéma ci-dessus.

Données : couples oxydant-réducteur, $H^+(aq) / H_2(g)$ et $O_2(g) / H_2O(\ell)$.

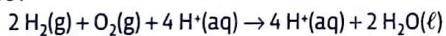
1. D'après le mouvement des électrons, indiquer dans quelle zone (1 ou 2) de la pile a lieu l'oxydation et dans quelle zone a lieu la réduction.
2. En déduire les demi-équations électroniques correspondant à chacune des zones.
3. Déterminer l'équation de réaction modélisant la transformation ayant lieu au sein de la pile.
4. Justifier l'appellation de « pile propre » pour la pile Génépac.

UNE SOLUTION

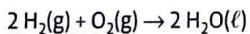
1. Les électrons quittent la zone 1 de la pile : il s'agit d'une perte d'électrons, donc d'une oxydation. Ils arrivent dans la zone 2, où ils sont captés et où a donc lieu une réduction.

2. Zone 1, oxydation : $H_2(g) = 2 H^+(aq) + 2 e^-$
Zone 2, réduction : $O_2(g) + 4 H^+(aq) + 4 e^- = 2 H_2O(\ell)$

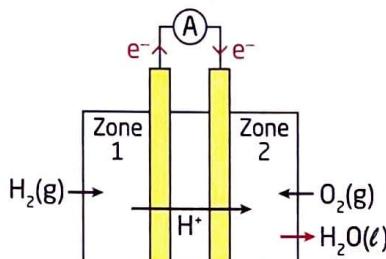
3. En combinant les deux demi-équations électroniques, l'équation d'oxydoréduction suivante est obtenue :



Soit, après simplification :



4. Seule de l'eau est produite. Il n'y a notamment pas de production de dioxyde de carbone comme avec les énergies fossiles. Cette pile est dite « propre » car elle ne rejette ni produits polluants, ni gaz à effet de serre.

**EXERCICE RÉSOLU ET COMMENTÉ****ANALYSER - RAISONNER**

Bien repérer le sens de déplacement des électrons.

RÉALISER

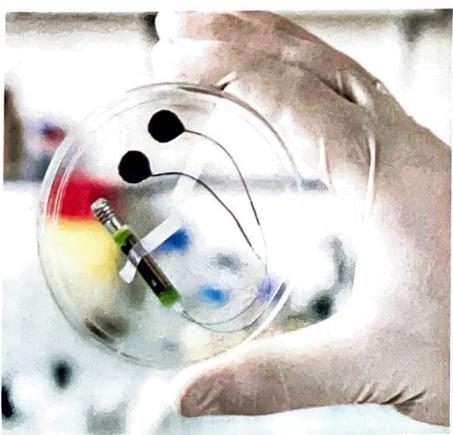
Les demi-équations électroniques sont ajustées grâce à des électrons, l'ion hydrogène $H^+(aq)$ et de l'eau $H_2O(\ell)$, même si ces espèces ne sont pas mentionnées dans les couples oxydant-réducteur.

RÉALISER

Lorsqu'une même espèce apparaît aussi bien comme réactif que comme produit dans une équation de réaction, elle doit se simplifier comme dans le cas d'une équation mathématique.

VALIDER

Ne pas oublier d'analyser les produits de la transformation pour conclure.

APPLICATION**Sur le modèle de l'exercice résolu****41 Biopile**

En 2010, des chercheurs ont mis au point une biopile uniquement alimentée par le glucose de l'organisme et le dioxygène. Ce dispositif de quelques millimètres permet au dioxygène et au sucre présents dans différents liquides physiologiques du corps de réagir entre eux : dans un premier compartiment le glucose est oxydé ; l'oxydant est le dioxygène présent dans un deuxième compartiment. Cette transformation, qui libère des électrons, conduit à la production de courant électrique pouvant faire fonctionner un pacemaker.

Données : couples oxydant-réducteur, $O_2(aq) / H_2O(\ell)$ et $C_6H_{10}O_6(aq) / C_6H_{12}O_6(aq)$.

1. Déterminer les demi-équations électroniques correspondant à ces deux couples.
2. Déterminer l'équation de réaction modélisant la transformation ayant lieu dans une biopile.
3. Déterminer le compartiment par lequel sortent les électrons. Justifier.

Exercices

S'ENTRAINER

42 Verres photochromes

ANALYSER-RAISONNER RÉALISER VALIDER

S'AUTOÉVALUER

Les verres photochromes ont une teinte qui varie sous l'influence d'un rayonnement (UV par exemple). Pour les verres phovie argentique ou celui des photographies polaroïds, qui révèlent uniquement à la lumière. Des cristaux d'halogénures (chlorure ou bromure) d'argent et de cuivre sont inclus dans le verre. Les couples oxydant-réducteur mis en jeu lors des différentes réactions sont Ag^+ / Ag ; $\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}^+$; $\text{Cl}^- / \text{Cl}_2$ (les états physiques ne sont pas précisés ici car les espèces chimiques sont emprisonnées dans le verre).



Sous l'action du rayonnement solaire, l'ion Cl^- cède un électron à l'ion Ag^+ et se transforme en atome de chlore Cl . Les microparticules d'argent métallique ainsi formées s'agrègent et opacifient le verre. Pour empêcher les atomes de chlore libérés de partir sous forme du dichlore Cl_2 dangereux, les ions Cu^+ du chlorure cuivreux CuCl sont oxydés, tandis que les atomes de chlore sont réduits en ions chlorure Cl^- . Quand le verre n'est plus éclairé, les ions Cu^{2+} migrent vers les cristaux d'argent. La réaction d'équation $\text{Cu}^{2+} + \text{Ag} \rightarrow \text{Ag}^+ + \text{Cu}^+$ se produit et le verre redevenant transparent.

- Écrire les demi-équations électroniques des trois couples cités dans l'énoncé.
- Établir ou recopier les demi-équations électroniques et l'équation de la réaction d'oxydoréduction lors de chacune des trois étapes décrites dans le texte. Préciser à chaque fois entre quelles espèces a lieu le transfert d'électrons.
- Expliquer pourquoi ce système peut être utilisé pour des verres de lunettes solaires, afin que l'utilisateur n'ait pas besoin de changer de lunettes en passant d'une pièce sombre à un extérieur ensoleillé et vice versa.

INDICATEURS DE RÉUSSITE

NIVEAU
A B C D

RÉALISER

- Les demi-équations électroniques sont correctement écrites.
- Les deux équations d'oxydoréduction des deux premières étapes sont correctement écrites.

ANALYSER-RAISONNER

Pour chacune des trois transformations, le choix de deux demi-équations électroniques est correct.

VALIDER

Le caractère cyclique des transformations est indiqué pour expliquer la renversabilité nécessaire de l'opacité des verres.

43 Gravure chimique

ARTS

S'APPROPRIER ANALYSER-RAISONNER RÉALISER VALIDER

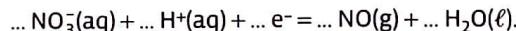
L'eau forte est un procédé de gravure en creux sur une plaque métallique.



Dans un premier temps, la plaque, généralement en cuivre, est recouverte d'un vernis. Puis, à l'aide d'un outil pointu, le dessin souhaité est tracé. La plaque est alors plongée dans une solution d'acide nitrique ($\text{H}^+, \text{NO}_3^-$) très corrosive. Enfin, la plaque est lavée et nettoyée de son vernis. Puis elle est enduite d'encre et recouverte d'un papier ou d'un tissu. Le dessin est ainsi restitué sur le papier ou le tissu et la plaque peut être utilisée de très nombreuses fois.

1. Solution d'acide nitrique

- Recopier et compléter la demi-équation électronique ci-dessous avec les nombres stœchiométriques qui conviennent:



- Identifier le couple oxydant-réducteur associé à cette demi-équation. Déterminer si l'anion présent dans la solution d'acide nitrique est un oxydant ou un réducteur.

2. Morsure du cuivre

Le cuivre intervient dans le couple oxydant-réducteur $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) / \text{Cu}(\text{s})$.

- Déterminer l'équation d'oxydoréduction modélisant la transformation qui a lieu lorsque la plaque de cuivre est plongée dans la solution d'acide nitrique.

- On parle alors de « morsure » du cuivre. Justifier cette expression.

- En déduire le rôle du vernis et justifier la phase de préparation de la plaque.

3. Mesures de sécurité

- Le monoxyde d'azote $\text{NO}(\text{g})$ réagit avec le dioxygène $\text{O}_2(\text{g})$ de l'air pour former du dioxyde d'azote $\text{NO}_2(\text{g})$. Écrire l'équation de réaction correspondant à cette transformation.

- NO et NO_2 sont deux gaz toxiques. En déduire les mesures de sécurité élémentaires qui doivent être respectées lors de l'utilisation de ce procédé de gravure.

4. Choix du cuivre

- Le procédé d'eau forte présente des problèmes de sécurité. Expliquer pourquoi ne pas tout simplement graver des plaques de bois avant de les recouvrir d'encre.

- L'argent réagit également avec l'acide nitrique. Expliquer pourquoi le cuivre est choisi plutôt que l'argent comme matériau des plaques d'eaux fortes.

47 Attention ! Gaz dichlore ! [HISTOIRE] [SVT]

60 min

COMPÉTENCES

S'APPROPRIER

ANALYSER-RAISONNER

RÉALISER

Lors de la Première Guerre mondiale, le 22 avril 1915, l'armée allemande utilise pour la première fois du dichlore $\text{Cl}_2(\text{g})$ comme gaz de combat, violent ainsi l'interdiction décidée à la conférence de la Haye, en 1899. Le dichlore est un gaz à la fois suffoquant (qui abîme les poumons et les voies respiratoires) et lacrymogène (qui fait pleurer).

DOC. 1 Première transformation utilisée pour la fabrication du dichlore

Le chimiste suédois-allemand Carl Wilhelm Scheele (1742-1786) obtient pour la première fois par synthèse le dichlore en 1774, en versant quelques gouttes d'une solution d'acide chlorhydrique (contenant les ions $\text{H}^+(\text{aq})$ et $\text{Cl}^-(\text{aq})$) sur du dioxyde de manganèse $\text{MnO}_2(\text{s})$.

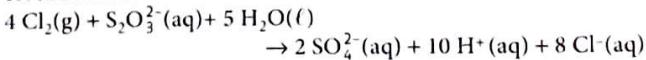
DOC. 2 Action du dichlore sur l'organisme

- Le dichlore $\text{Cl}_2(\text{g})$ réagit avec l'eau des cellules d'un organisme pour former du dioxygène $\text{O}_2(\text{g})$ et l'ion chlorure $\text{Cl}^-(\text{aq})$. Cette déshydratation détruit les cellules.
- Dans les conditions de pH des cellules de l'organisme, le dichlore subit une « dismutation » : il réagit sur lui-même étant à la fois oxydant du couple $\text{Cl}_2(\text{g}) / \text{Cl}^-(\text{aq})$ et réducteur du couple $\text{HClO}(\text{aq}) / \text{Cl}_2(\text{aq})$.
- L'acide hypochloreux $\text{HClO}(\text{aq})$ réagit avec les protéines cellulaires pour former des chloramines provoquant une destruction des structures cellulaires, produisant des lésions et des œdèmes.

DOC. 3 Masques de combat

Un soldat peut inspirer jusqu'à 200 mL de dichlore par minute sur un champ de bataille s'il est sans protection. L'utilisation du dichlore pendant les combats de la Première Guerre mondiale conduit au développement de moyens de protection, en particulier des masques à gaz.

Compresses, cagoules, avec ou sans lunettes intégrées, munis ou non de cartouches filtrantes, les masques possèdent plusieurs couches de tissus imbibées de façon spécifique. La protection repose sur des transformations chimiques des gaz entrant au contact des tissus imprégnés de produits antidotes. L'un deux, pour empêcher l'entrée du dichlore dans l'appareil respiratoire, est l'ion thiosulfate $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$. L'équation de réaction avec le dichlore est la suivante :

**Questions**

- 1 Déterminer l'équation de réaction modélisant la synthèse du dichlore (DOC. 1) sachant qu'il s'agit d'une équation d'oxydoréduction faisant intervenir les deux couples oxydant-réducteur suivants : $\text{Cl}_2(\text{g}) / \text{Cl}^-(\text{aq})$ et $\text{MnO}_2(\text{s}) / \text{Mn}^{2+}(\text{aq})$.
- 2 a. Sachant que la déshydratation des cellules provoquée par le dichlore (DOC. 2) peut être modélisée par une réaction d'oxydoréduction, déterminer les deux couples mis en jeu.
b. Etablir l'équation d'oxydoréduction correspondante.
c. Déterminer le couple impliquant l'élément chlore et dans lequel le dichlore est le réducteur.
d. Etablir l'équation de dismutation du dichlore. Expliquer pourquoi cette transformation est dangereuse.
- 3 a. Déterminer les deux couples oxydant-réducteur mis en jeu dans la réaction entre le dichlore et l'ion thiosulfate (DOC. 3), ainsi que les demi-équations électroniques correspondantes.
b. En supposant que l'eau n'est pas le réactif limitant de cette transformation, déterminer la quantité minimale d'ion thiosulfate qu'un masque doit contenir afin qu'un soldat puisse combattre pendant la durée $\Delta t = 5 \text{ h}$. On prendra $V_m = 24 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ comme valeur du volume molaire d'un gaz.

48 Ballon d'or

RÉSOLUTION DE PROBLÈME

60 min

COMPÉTENCES

S'APPROPRIER

COMMUNIQUER

ANALYSER-RAISONNER

RÉALISER

VALIDER

Depuis sa création en 1956, le Ballon d'or est considéré comme la récompense individuelle la plus prestigieuse du monde du football.

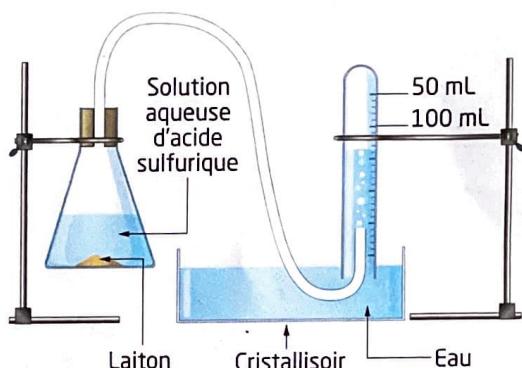
DOC. 1 Caractéristiques du Ballon d'or

- Le Ballon d'or est un assemblage de deux demi-sphères en laiton d'une belle couleur dorée, soudées au chalumeau, puis taillées et sculptées pour faire apparaître les coutures caractéristiques d'un ballon de football. Le tout est recouvert d'une fine pellicule d'or.



- Un échantillon broyé de masse $m = 10,0 \text{ g}$ de laiton ayant été utilisé pour fabriquer le Ballon d'or est placé dans un erlenmeyer. Un échantillon de solution aqueuse d'acide sulfurique présentant un large excès d'ion $\text{H}^+(\text{aq})$ (c'est-à-dire qu'il n'est pas réactif limitant) est ajouté (DOC. 2).

DOC. 2 Montage pour recueillir un gaz par déplacement d'eau



La transformation chimique décrite dans le DOC. 1 est menée dans ce montage. Une fois cette transformation terminée, le niveau d'eau dans l'éprouvette atteint la graduation $V = 180 \text{ mL}$.

DONNÉES

- Le laiton est un mélange de zinc et de cuivre dont la couleur dépend du pourcentage massique en zinc.

Pourcentage massique en zinc du laiton	Autour de 5 %	Autour de 10 %	Autour de 15 %	Autour de 35 %
Aspect	Doré	Bronze	Rouge	Jaunâtre

- Couples oxydant-réducteur : $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) / \text{Cu}(\text{s})$; $\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) / \text{Zn}(\text{s})$; $\text{H}^+(\text{aq}) / \text{H}_2(\text{g})$.
- Masses molaires : $M(\text{Cu}) = 63,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M(\text{Zn}) = 65,4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.
- Volume molaire d'un gaz dans les conditions de l'expérience : $V_m = 24,0 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$.
- Une solution acide contient l'ion $\text{H}^+(\text{aq})$ qui oxyde $\text{Zn}(\text{s})$, mais pas $\text{Cu}(\text{s})$.

Questions

1 Question préliminaire

Déterminer l'équation de la réaction qui a lieu dans l'erlenmeyer.

2 Problème

Déterminer si le volume de gaz recueilli par déplacement d'eau est en accord ou non avec la couleur dorée du laiton utilisé pour la fabrication du Ballon d'or.

Toute initiative prise pour résoudre cette question ainsi que la qualité de la rédaction explicitant la démarche suivie seront valorisées.

→ Aides à la fin du manuel