

Evolution de quelques propriétés chimiques des éléments : correction**1. FORMATION ET PROPRIETES DES OXYDES**

Nous allons réaliser la combustion de différents éléments chimiques dans le dioxygène. Nous verrons plus tard dans le cours que les réactions de combustion sont des réactions d'oxydoréduction.

1-1 Action sur le métal sodium Na (manipulation uniquement par l'enseignant)

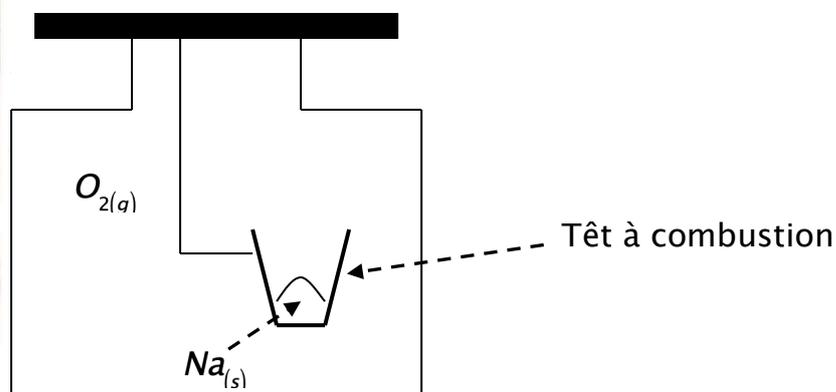
Il faut éviter l'action de $Na_{(s)}$ sur l'eau (voir la suite).

a) Manipulation

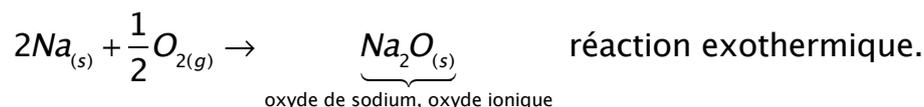
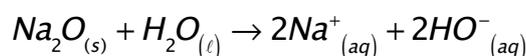
On prend un morceau de sodium métallique solide à l'aide d'une pincette, coupé dans une assiette en petits morceaux. On gratte la surface de $Na_{(s)}$ avec un couteau. On place $Na_{(s)}$ dans un têt à combustion et on chauffe avec un bec bunsen pour enflammer dans l'air. On porte le $Na_{(s)}$ enflammé dans un flacon de $O_{2(g)}$ pur et parfaitement anhydre.



Figure 3.5 Les métaux alcalins sont mous. Le sodium se laisse couper à l'aide d'un canif.

**b) Observation**

Flamme jaune et fumée blanche de monocristaux de $Na_2O_{(s)}$.

c) Ecriture de la réaction de combustion, formation d'un oxyde ionique ou covalent ?**d) Dissolution de l'oxyde ionique dans l'eau, caractère acide ou basique de l'oxyde ?**

On a une réaction totale. L'oxyde de sodium est **basique**.

Les métaux alcalins donnent des oxydes ioniques basiques.

e) Test de la présence des ions hydroxyde



On utilise un indicateur coloré acido-basique, la **phénolphtaléine**, qui devient rose en milieu basique.

1-2 Action sur un non métal, le carbone C

a) Manipulation



On utilise un morceau de fusain ou de charbon de bois. On l'enflamme au bec bunsen puis on le porte dans un flacon de dioxygène.

b) Observation

On observe une vive incandescence mais la flamme reste peu éclairante.

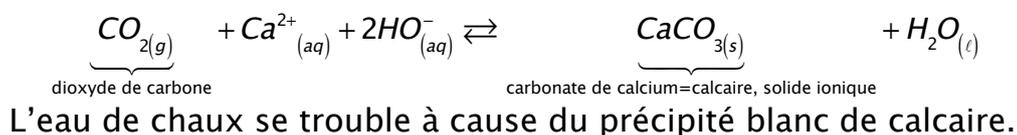
c) Ecriture de la réaction de combustion, formation d'un oxyde ionique ou covalent ?



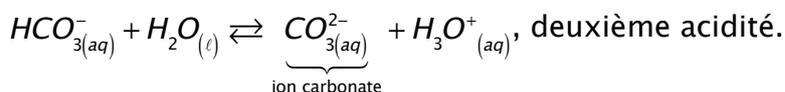
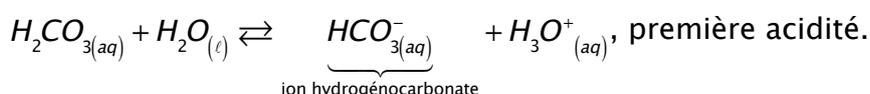
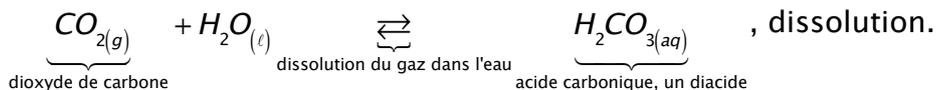
d) Caractérisation de la présence du dioxyde de carbone



$CO_{2(g)}$ se dissout dans l'eau. On va utiliser l'eau de chaux qui est l'hydroxyde de calcium $Ca(OH)_{2(s)}$.



e) Dissolution de l'oxyde covalent dans l'eau, caractère acide ou basique de l'oxyde ?



Les non métaux donnent des oxydes covalent acides.

f) Test de la présence des ions hydronium (ou oxonium, autre nom)



On utilise un indicateur coloré acido-basique, le **bleu de bromothymol (BBT)**, qui devient jaune en milieu acide.

1-3 Action sur un non métal, le soufre S

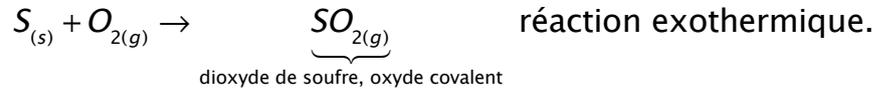
a) Manipulation

On procède de même que pour le carbone. On met de la fleur de soufre dans un têt à combustion, on enflamme avec le bec bunsen puis on plonge dans un flacon de dioxygène.

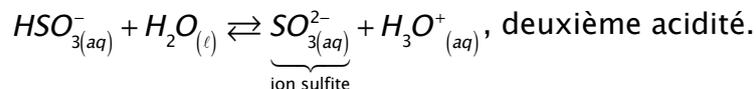
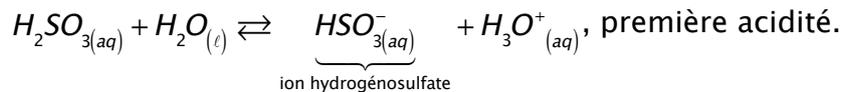
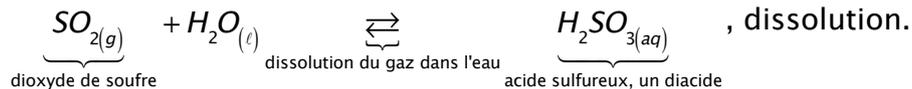
b) Observation

On observe une flamme bleue.

c) Ecriture de la réaction de combustion, formation d'un oxyde ionique ou covalent ?



d) Dissolution de l'oxyde covalent dans l'eau, caractère acide ou basique de l'oxyde ?

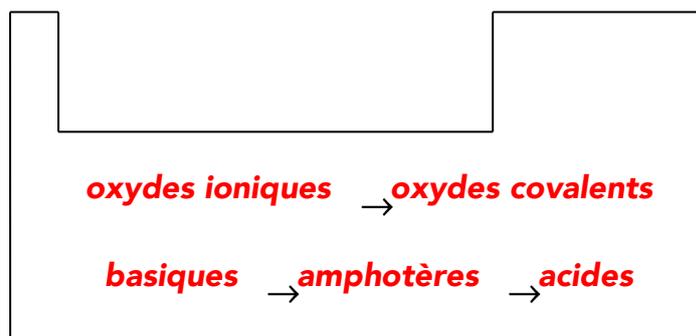


On arrive à la même conclusion que pour le carbone, les non métaux donnent des oxydes covalents acides.

e) Test de la présence des ions hydronium (ou oxonium, autre nom)

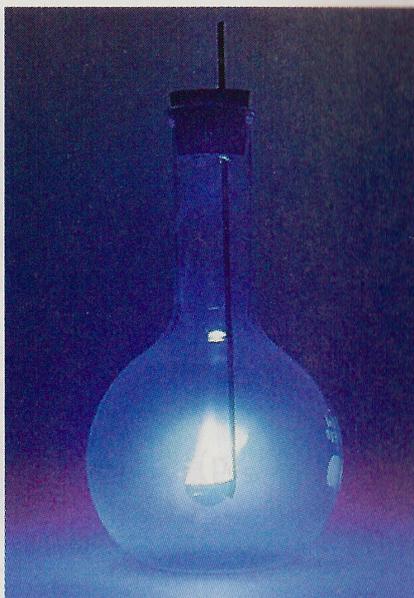
On utilise un indicateur coloré acido-basique, le bleu de bromothymol (BBT), qui devient jaune en milieu acide.

1-4 Conclusion





(a) Reaction of iron and oxygen to give iron(III) oxide, Fe_2O_3 .



(b) Reaction of sulfur (in the spoon) with oxygen.



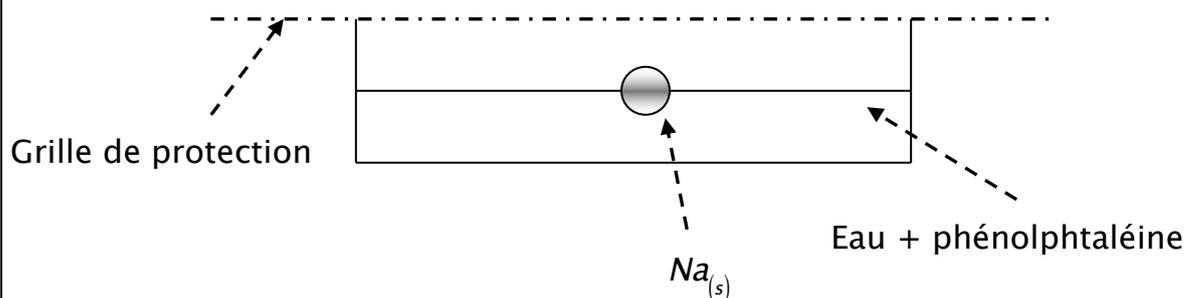
(c) Reaction of phosphorus and oxygen to give tetraphosphorus decaoxide, P_4O_{10} .

FIGURE 3.3 Reactions of a metal and two nonmetals with oxygen.

2. PROPRIÉTÉS REDUCTRICES DES ALCALINS (manipulation uniquement par l'enseignant)

a) Manipulation

On prend un « petit » morceau de sodium métallique solide que l'on met dans l'eau.

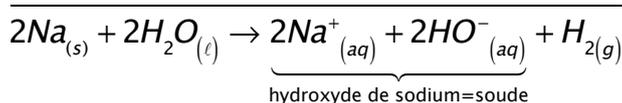
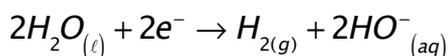


Le sodium solide flotte sur l'eau, sa densité est inférieure à 1.

b) Observation

On a une réaction très exothermique avec un dégagement gazeux. L'eau devient rose violet.

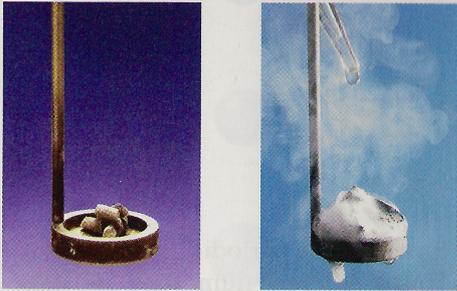
c) Ecriture de la réaction, interprétation de l'expérience



On a une réaction d'oxydoréduction. Le sodium réducteur réagit avec l'oxydant eau. L'eau devient basique, présence d'ions hydroxyde, la phénolphtaléine change de couleur (violet). Le dégagement gazeux correspond au dihydrogène.

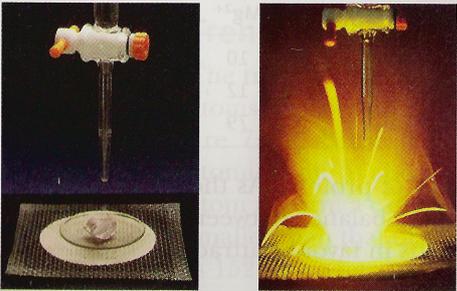
Group 1A Elements of Group 1A, the alkali metals, all undergo similar reactions with water.

3
Li
Lithium



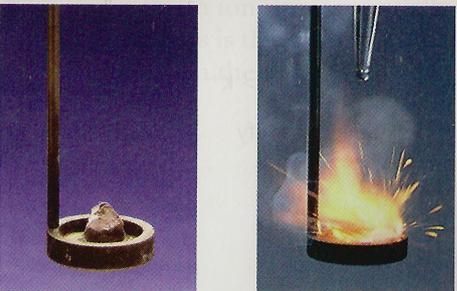
$$2 \text{Li(s)} + 2 \text{H}_2\text{O(l)} \longrightarrow 2 \text{LiOH(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$$

11
Na
Sodium



$$2 \text{Na(s)} + 2 \text{H}_2\text{O(l)} \longrightarrow 2 \text{NaOH(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$$

19
K
Potassium



$$2 \text{K(s)} + 2 \text{H}_2\text{O(l)} \longrightarrow 2 \text{KOH(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$$

Photos © Cengage Learning/Charles D. Winters

1A

3. PROPRIÉTÉS OXYDANTES DES HALOGENES (solution aqueuse de dihalogène)

3-1 Eau de chlore

On l'obtient en faisant barboter un courant de dichlore gazeux $\text{Cl}_{2(g)}$ dans de l'eau. On obtient une solution jaunâtre de pH acide.

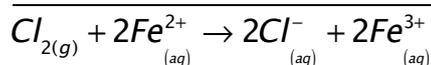
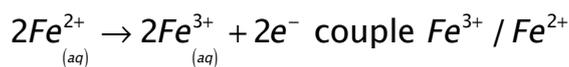


On a les couples oxydant/réducteur $\text{Cl}_{2(g)} / \text{Cl}^-_{(aq)}$ et $\text{HClO}_{(aq)} / \text{Cl}_{2(g)}$.

On va regarder l'action de l'eau de chlore sur une solution de sel de Mohr qui contient des ions $\text{Fe}^{2+}_{(aq)}$.

a) Manipulation 

On mélange dans un erlenmeyer un peu d'eau de chlore et du sel de Mohr. (ou solution de fer II)

b) Ecriture de la réaction, interprétation de l'expérience

Les ions $Fe_{(aq)}^{2+}$ ont été oxydés par $Cl_{2(g)}$ qui lui a été réduit. Il s'agit d'une réaction d'oxydoréduction.

c) Test pour vérifier la présence des ions fer III 

- Ajout de $HO_{(aq)}^{-}$ (par la soude) \rightarrow formation de $Fe(OH)_{3(s)}$ \rightarrow **précipité rouille.**
- Ajout de $SCN_{(aq)}^{-}$ (ions thiocyanate) \rightarrow formation de $Fe(SCN)_{(aq)}^{2+}$ \rightarrow **complexe rouge.**

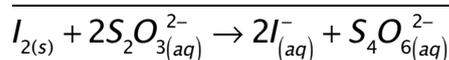
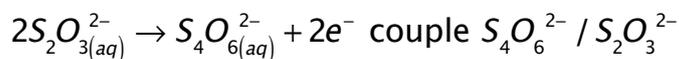
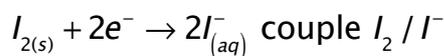
3-2 Eau d'iode

On l'obtient par dissolution de paillettes de diode solide $I_{2(s)}$ dans de l'eau, on obtient une solution brune. $I_{2(s)}$ étant faiblement soluble dans l'eau, on ajoute $KI_{(s)}$.

On va regarder l'action de l'eau d'iode sur les ions thiosulfate $S_2O_{3(aq)}^{2-}$.

a) Manipulation 

On mélange dans un erlenmeyer un peu d'eau d'iode avec les ions thiosulfate. Avant de verser les ions thiosulfate, on met quelques gouttes d'empois d'amidon dans l'eau d'iode, observer ce qu'il se passe.

b) Ecriture de la réaction, interprétation de l'expérience

Les ions $S_2O_{3(aq)}^{2-}$ ont été oxydés par $I_{2(s)}$ qui, lui, a été réduit. Il s'agit d'une réaction d'oxydoréduction.

c) Test pour vérifier la disparition du diode 

- Empois d'amidon + I_2 = formation d'un complexe bleu intense.
- Décoloration au cours de la réaction chimique, disparition de I_2 .

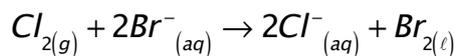
3-3 Comparaison des couples dihalogène/halogénure (noté X_2 / X^-)

 On mélange de l'eau de chlore avec une solution de bromure de potassium ($K_{(aq)}^+ + Br_{(aq)}^-$)

• **Observation:**

La solution devient jauneâtre.

• **Réaction mise en jeu:**



On a une réaction d'oxydoréduction entre les couples Cl_2 / Cl^- et Br_2 / Br^- . C'est $Br_{2(l)}$ qui donne la couleur jauneâtre à la solution.

• **Conclusion:**

Le dichlore est plus oxydant que le dibrome.

 On mélange de l'eau de brome avec une solution de chlorure de potassium ($K_{(aq)}^+ + Cl_{(aq)}^-$)

• **Observation:**

On n'observe rien.

• **Réaction mise en jeu:**

Aucune.

• **Conclusion:**

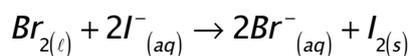
Le dibrome est moins oxydant que le dichlore.

 On peut mélanger de l'eau de brome avec une solution de iodure de potassium ($K_{(aq)}^+ + I_{(aq)}^-$) (on ne le fait pas).

• **Observation:**

La solution se décolore.

• **Réaction mise en jeu:**



On a une réaction d'oxydoréduction entre les couples I_2 / I^- et Br_2 / Br^- .

• **Conclusion:**

Le dibrome est plus oxydant que le diiode.

Cette série de manipulation nous permet d'en déduire conclusion suivante :
Le pouvoir oxydant des halogènes décroît de Cl vers I comme l'électronégativité

4. PRECIPITATIONS DES IONS HALOGENEURES (Cl^- , Br^- , I^-)

4-1 Avec le nitrate d'argent ($AgNO_{3(aq)}$)

a) Manipulation

On prépare trois tubes à essai :

- Tube 1 avec du chlorure de potassium.
- Tube 2 avec du bromure de potassium.
- Tube 3 avec du iodure de potassium.

Dans chacun de ses tubes, on verse quelques gouttes de nitrate d'argent.

b) Observation et écriture des réactions mises en jeu

- Tube 1 : précipité blanc de chlorure d'argent, $Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} = AgCl_{(s)}$.
- Tube 2 : précipité blanc jaune de bromure d'argent, $Ag^+_{(aq)} + Br^-_{(aq)} = AgBr_{(s)}$.
- Tube 3 : précipité jaune clair d'iodure d'argent, $Ag^+_{(aq)} + I^-_{(aq)} = AgI_{(s)}$.

c) tests

On sépare chaque tube à essai en deux :

- On place un des tubes à essai à la lumière : Il y a une réaction photochimique avec l'argent, le précipité devient violet-noir.
- Dans l'autre tube, on verse de l'ammoniaque concentré $NH_{3(aq)}$: Il y a dissolution complète de $AgCl_{(s)}$, partielle de $AgBr_{(s)}$ et infime de $AgI_{(s)}$.

4-2 Avec le nitrate de plomb: ($Pb(NO_3)_{2(aq)}$)

a) Manipulation

On prépare trois tubes à essai :

- Tube 1 avec du chlorure de potassium.
- Tube 2 avec du bromure de potassium.
- Tube 3 avec du iodure de potassium.

Dans chacun de ses tubes, on verse quelques gouttes de nitrate de plomb.

b) Observation et écriture des réactions mises en jeu

- Tube 1 : précipité blanc de chlorure de plomb, $Pb^{2+}_{(aq)} + 2Cl^-_{(aq)} = PbCl_{2(s)}$.
- Tube 2 : précipité blanc jaune de bromure de plomb, $Pb^{2+}_{(aq)} + 2Br^-_{(aq)} = PbBr_{2(s)}$.
- Tube 3 : précipité jaune vif d'iodure de plomb, $Pb^{2+}_{(aq)} + 2I^-_{(aq)} = PbI_{2(s)}$.

c) tests

Ces précipités sont insolubles dans $NH_{3(aq)}$ mais sont solubles à chaud. Essayer de chauffer le tube 3 pour observer la disparition de l'iodure de plomb.

TABLEAU 3.1 Les propriétés chimiques de seize éléments, disposés par ordre croissant de leur masse atomique

Masse atomique	Élément	Symbole	Propriétés	Formule de l'élément	Formule du composé halogéné*
6,9	Lithium	Li	Métal très réactionnel	Li(s)	LiX
9,0	Béryllium	Be	Métal réactionnel	Be(s)	BeX ₂
10,8	Bore	B	Semi-métal**	B(s)	BX ₃
12,0	Carbone	C	Solide, non-métal	C(s)	CX ₄
14,0	Azote	N	Gaz diatomique, non-métal	N ₂ (g)	NX ₃
16,0	Oxygène	O	Gaz diatomique modérément réactif, non-métal	O ₂ (g)	OX ₂
19,0	Fluor	F	Gaz diatomique, extrêmement réactif	F ₂ (g)	FX
20,2	Néon	Ne	Gaz monoatomique très peu réactif	Ne(g)	Aucun
23,0	Sodium	Na	Métal très réactif	Na(s)	NaX
24,3	Magnésium	Mg	Métal réactif	Mg(s)	MgX ₂
27,0	Aluminium	Al	Métal	Al(s)	AlX ₃
28,1	Silicium	Si	Semi-métal **	Si(s)	SiX ₄
31,0	Phosphore	P	Solide, non-métal***	P ₄ (s)	PX ₃
32,1	Soufre	S	Solide, non-métal****	S ₈ (s)	SX ₂
35,5	Chlore	Cl	Gaz diatomique extrêmement réactionnel	Cl ₂ (g)	CIX
39,9	Argon	Ar	Gaz monoatomique très peu réactionnel	Ar(g)	Aucun

* X représente F, Cl, Br ou I.

** Le bore et le silicium sont qualifiés de semi-métaux parce que leurs propriétés sont intermédiaires entre celles des métaux et celles des non-métaux.

*** Le phosphore se présente sous forme d'entités P₄, à l'état solide, ce qui fait qu'on le symbolise par P₄(s) plutôt que par P(s).

**** Le soufre se présente sous forme d'entités S₈, à l'état solide, et est, de préférence, symbolisé par S₈(s).

Evolution de quelques propriétés chimiques des éléments

MATERIELS

Il y a 2 fois 8 paillasse élèves + paillasse professeur

Sur paillasse professeur

- Sodium métallique + cuve à eau + grille de protection + phénolphtaléine
- Bouteille d'oxygène

Sur paillasse élève

- Porte tube à essai + tube à essai + 2,3 béchers
- Bocaux + charbon de bois + fleur de soufre + phénolphtaléine + BBT + pince en bois + pince porte charbon de bois + têt à combustion.
- Eau de chlore + sel de Mohr (ou n'importe quelle solution avec des ions Fe^{2+}) + flacon de soude + flacon avec les ions thiocyanate SCN^-
- Eau d'iode + flacon avec les ions thiosulfate $S_2O_3^{2-}$ + empois d'amidon
- Eau de brome
- Eau de chaux
- Flacon de bromure de potassium + flacon de chlorure de potassium + flacon d'iodure chlorure de potassium + flacon d'ammoniaque + flacon de nitrate de plomb + flacon de nitrate d'argent