

TP-COURS : PÉRIODICITÉ DES PROPRIÉTÉS CHIMIQUES

AVANT LE TP :

Ce premier TP est l'occasion de prendre de bonnes habitudes, parmi lesquelles avoir appris votre cours et avoir lu l'énoncé du TP avant la séance. A son issue, un compte-rendu par trinôme devra être rendu le mercredi 28/09/2011.

OBJECTIFS DU TP :

L'objectif de ce TP est de voir que les propriétés chimiques des corps purs simples (composés d'un seul élément) :

- sont analogues dans une colonne
- évoluent le long d'une ligne

Ce TP-Cours fait partie intégrante du chapitre sur la Classification Périodique. Il doit être abordé comme la dernière partie du chapitre. A la fin de la séance, vous devez être en mesure de :

- donner et appliquer les règles de sécurité à suivre au laboratoire de chimie ;
- présenter l'évolution de différentes propriétés chimiques dans la classification : caractère oxydant ou réducteur, caractère acide ou basique des oxydes des éléments de la 3ème période ;
- citer quelques expériences (équations à savoir retrouver) mettant en évidence les analogies de réactivité des éléments d'une même colonne (exemple des alcalins et des halogènes).

LA CLASSIFICATION PÉRIODIQUE

MANIPULATION

L'objectif de cette partie est de récupérer des informations concernant les éléments chimiques que vous allez manipuler pendant cette séance de travaux pratiques et qui vous aideront à analyser les résultats des expériences que vous effectuerez. Pour cela, vous avez accès à un poste informatique branché sur internet, pour effectuer vos recherches et répondre aux questions ci-dessous.

Pour vous aider, nous vous proposons deux sites décrivant les éléments du tableau périodique, et à partir desquels vous pouvez commencer vos recherches :

- **Webelements** (en anglais) : <http://www.webelements.com/>
- **ptable** (en partie en français) : <http://www.ptable.com/>

INTERPRÉTATION ET QUESTIONS

1. Les halogènes

- Quels sont les éléments connus à ce jour de la famille des halogènes ? Donner la configuration électronique des atomes de ces éléments dans leur état fondamental.
- Relever l'électronégativité des halogènes. Comment varie-t-elle au sein de la famille ?
- Comment varie la taille des ions halogénures X^- au sein de la famille ?
- Si on note X l'atome d'halogène, sous quelle formule chimique se présente le corps pur halogéné le plus stable à température ambiante ? Écrire la représentation de Lewis correspondante.
- Quel est pour le fluor, le chlore, le brome, et l'iode, l'aspect (état physique et couleur) de l'état standard de référence à température ambiante ?

2. Les alcalins

- Répertorier les alcalins. Quel est leur état physique à pression et température ambiante ?
- Donner la configuration électronique des atomes des alcalins dans leur état fondamental.
- Relever l'électronégativité des alcalins. Comment varie-t-elle au sein de la famille ?

3. Éléments de la troisième période

- Quels sont les éléments de la troisième période ?
- Comment varie l'électronégativité des éléments dans la troisième période ?

4. Métaux et non-métaux

- Placer sur le tableau périodique vierge fourni les éléments étudiés lors de ce TP-cours. Colorer la case en fonction du caractère métallique ou non de l'élément.
- Tracer les frontières entre les composés métalliques et non-métalliques. Quel est le lien général entre le caractère métallique d'un élément et son électronégativité ?

COMBUSTION DE QUELQUES CORPS SIMPLES DE LA TROISIÈME PÉRIODE DANS LE DIOXYGÈNE

PRESENTATION DES CORPS SIMPLES DE LA TROISIEME PERIODE ETUDIES

Deux éléments seront ici étudiés : le magnésium et le soufre. Voici donc un peu de culture générale !

Le magnésium, 8^{ème} élément le plus abondant dans la croûte terrestre, est principalement utilisé par l'industrie chimique sous forme d'alliage, c'est-à-dire qu'il est « mélangé » à un autre métal (en particulier l'aluminium). Son utilisation est importante dans l'aéronautique ou l'automobile pour élaborer des matériaux légers. En chimie organique, la découverte des composés organomagnésiens mixtes par Victor Grignard, chimiste français lauréat du Prix Nobel en 1912, a ouvert la voie à la chimie organométallique. Vous en apprendrez davantage sur ces organomagnésiens et leur réactivité si vous choisissez l'option PC au deuxième semestre.

Le soufre solide est une poudre jaune. Le soufre est essentiellement utilisé pour produire de l'acide sulfurique (H_2SO_4) pour les batteries automobiles. Il est aussi utilisé pour rendre le caoutchouc plus élastique (procédé de vulcanisation). On trouve également du soufre dans les processus de fabrication des allumettes et des feux d'artifice.

PRÉSENTATION DES RÉACTIONS DE COMBUSTION

Une combustion est une réaction chimique d'oxydo-réduction exothermique, pouvant se traduire par une flamme ou une explosion. Une réaction de combustion ne peut se produire que si trois éléments sont réunis : un combustible (bois, papier, essence, butane, ...), un comburant (dioxygène le plus souvent) et une énergie d'activation comme facteur déclenchant (chaleur le plus souvent). On parle ainsi du triangle du feu. La combustion cesse dès qu'un élément du triangle est enlevé. C'est le chimiste français Lavoisier qui, en 1775, a été le premier à découvrir le phénomène de combustion dans le dioxygène.

On parle de combustion complète lorsque le combustible réagit avec le comburant jusqu'à former des produits qui ne pourront plus être oxydés. L'équation de la réaction de combustion complète d'un alcane tel que le butane s'écrit donc : $\text{C}_4\text{H}_{10} + 13/2 \text{O}_2 = 4 \text{CO}_2 + 5 \text{H}_2\text{O}$.

Mais les réactions de combustion sont souvent incomplètes, produisant des résidus de combustion (monoxyde de carbone, goudrons, oxydes d'azote, ...) toxiques pour l'homme et l'environnement. Les pots d'échappement et les filtres à particules des automobiles ont pour but de réduire l'émission de tels composés toxiques.

CONSIGNES DE SÉCURITÉ SPÉCIFIQUES

Ces expériences se dérouleront **sous hotte aspirante**.

La combustion du magnésium donne lieu à l'émission de rayons UV dangereux pour la rétine : **le port de lunettes de protection anti-UV est donc obligatoire**.

Vous allez manipuler à proximité de flammes : **ne mettez pas de gants en latex**.

MANIPULATION

COMBUSTION DU MAGNÉSIUM

Le magnésium que nous utilisons est sous forme de ruban. Celui-ci peut avoir besoin d'être décapé avant utilisation, car comme la plupart des métaux, il se couvre d'une couche d'oxyde (ici de formule MgO). On dit alors que le métal est passivé. Cette couche protège le métal (à l'intérieur) de la corrosion (oxydation par le dioxygène de l'air).

- Découper un morceau de ruban de magnésium (environ 5 cm).
- En le tenant avec une pince ou en le fixant au bouchon du flacon, l'enflammer au chalumeau. (Si besoin, décaper soigneusement le ruban jusqu'à ce que la couche plus foncée disparaisse.)
- Placer le morceau enflammé dans un flacon préalablement rempli de dioxygène et contenant un fond d'eau. Observer.
- Après la combustion, agiter pour tenter de dissoudre les fumées blanches d'oxyde de magnésium. Ajouter quelques gouttes de phénolphtaléine. Observer.

COMBUSTION DU SOUFRE

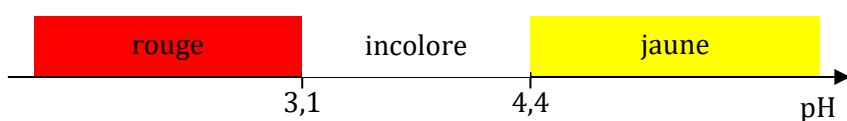
- Placer du soufre dans un têt à combustion.
- Faire fondre le soufre jusqu'à inflammation au chalumeau. Plonger alors le têt dans un flacon rempli de dioxygène et contenant un peu d'eau au fond. Observer.
- Après la combustion, ajouter quelques gouttes d'hélianthine dans le flacon. Observer.

INTERPRÉTATION ET QUESTIONS

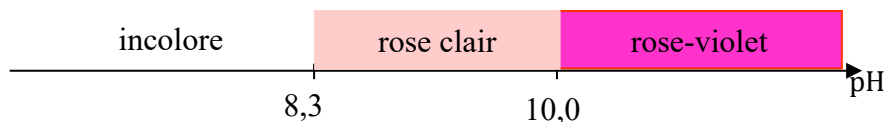
1. Schématiser les différentes étapes des deux combustions réalisées. Préciser sur les schémas ce que vous avez observé (couleurs, fumées,...).
2. Écrire les réactions de combustion de Mg et de S dans O_2 , sachant que les oxydes formés sont MgO et SO_2 .
3. Indiquer le caractère acide ou basique des oxydes formés. Proposer une hypothèse sur l'évolution du caractère acido-basique des oxydes M_xO_y , pour les éléments M de la troisième période de la classification périodique.
4. Pourquoi le dioxyde de soufre est-il en partie responsable du phénomène des pluies acides ?

Données : Zones de virage des indicateurs colorés acido-basiques utilisés

Hélianthine ($pK_A = 3,4$) :



Phénolphtaléine ($pK_A = 9,6$) :



MÉTAUX ALCALINS

MANIPULATION

Observez les vidéos suivantes, qui vous aideront à répondre aux questions ci-dessous (lisez les questions avant !) :

- "Alkali Metals: Explosive reactions" (<http://www.youtube.com/watch?v=QSZ-3wScePM&feature=related>)
- "Alkali metals in water, accurate!" (<http://www.youtube.com/watch?v=uixxjtJPVXk&feature=related>)
- "Alkali metals" (http://www.youtube.com/watch?v=w68_Q5Zq6XQ)
- "Alkali metals 2" (<http://www.youtube.com/watch?v=cqeVEFFzz7E&NR=1>)

INTERPRÉTATION ET QUESTIONS

1. Décrire l'aspect du lithium, du sodium et du potassium.
2. Donner la configuration électronique des atomes des alcalins dans leur état fondamental. En déduire pourquoi ils ont tendance à perdre un électron.
3. Écrire les réactions qui se déroulent entre chacun des alcalins et l'eau. Identifier dans ces réactions l'oxydant et le réducteur.
4. Expliquer la coloration de la phénolphtaléine lors des expériences.
5. Commenter l'évolution de la réactivité du lithium au césium. Faire le lien avec l'évolution de l'électronégativité dans la colonne des alcalins.

POUVOIR OXYDANT DES DIHALOGÈNES

LES SOLUTIONS DE DIHALOGÈNES

Les dihalogènes X_2 ($X = \text{Cl}, \text{Br}, \text{ou I}$) sont des composés qui présentent une toxicité importante. Leur manipulation nécessite donc des précautions particulières, d'autant qu'ils sont très volatils. **Il faut donc toujours se placer sous hotte pour les manipuler.** Afin de pouvoir manipuler plus aisément ces composés, on peut les solubiliser.

Les dihalogènes étant apolaires, ils sont plus solubles dans un solvant organique que dans l'eau. Ainsi, lorsqu'il y a deux phases (organique et aqueuse), les dihalogènes X_2 vont majoritairement se retrouver dans la phase organique. Par ailleurs, les couleurs des solutions de X_2 sont différentes en fonction du solvant (voir tableau ci-dessous) et souvent plus prononcées dans les solvants organiques. On se sert de ces deux propriétés pour détecter la présence de X_2 en solution aqueuse : on ajoute un peu de solvant organique incolore à la phase aqueuse et on agite pour mélanger puis on laisse reposer ; il y a alors séparation de deux phases et l'observation de la couleur de la phase organique indique si X_2 était présent dans la solution aqueuse.

Couleur des dihalogènes X_2 en solution	« eau de X_2 »	cyclohexane
Cl_2	Jaune pâle	Jaunâtre
Br_2	Jaune	Orange
I_2	Jaune-orangée	Violet

Les solutions aqueuses de dihalogènes dans l'eau sont appelées respectivement eau de chlore, eau de brome et eau iodée.

Attention ! Même s'ils sont solubilisés, les dihalogènes restent très volatils et la manipulation des solutions de X_2 doit se faire sous hotte.

En cas de projection ainsi que pour neutraliser les solutions de dihalogènes, on utilise une solution aqueuse de thiosulfate de sodium ($2 \text{Na}^+ (\text{aq}) ; \text{S}_2\text{O}_3^{2-} (\text{aq})$) car l'ion thiosulfate possède des propriétés réductrices. Lors de la première guerre mondiale, des compresses imbibées d'une telle solution servaient d'ailleurs à neutraliser les premiers gaz de combat (à base de dichlore), la difficulté étant de s'en procurer des quantités suffisantes dans les tranchées.

CONSIGNES DE SÉCURITÉ SPÉCIFIQUES

De la vapeur de dibrome est libérée dans l'atmosphère lorsqu'on utilise de l'eau de brome : **la manipulation se déroulera donc impérativement sous la hotte.**

L'eau de brome est corrosive : **portez des gants de protection et des lunettes.**

En cas de projection sur la paillasse et pour neutraliser les solutions de dihalogènes en fin de manipulation, utiliser une solution de thiosulfate de sodium.

MANIPULATION

- Verser environ 1 mL de solution de chlorure de potassium ($K^+(aq); Cl^-(aq)$), de bromure de potassium ($K^+(aq); Br^-(aq)$) et d'iodure de potassium ($K^+(aq); I^-(aq)$) dans trois tubes à essais.
- Ajouter quelques gouttes d'eau de brome dans chacun des tubes.
- Agiter légèrement et noter les colorations dans chacun des tubes.
- Ajouter 1mL de cyclohexane. Boucher le tube à essai et agiter efficacement. Noter les colorations des deux phases.
- **En fin de manipulation, ajouter une solution aqueuse de thiosulfate de sodium dans les tubes à essai jusqu'à décoloration. Vider le contenu des tubes à essai dans le bidon de récupération.**
- Refaire la manipulation en remplaçant l'eau de brome par de l'eau iodée.

INTERPRÉTATION ET QUESTIONS

1. Résumer les résultats obtenus dans un tableau à double-entrée comme ci-dessous :

	Eau de brome	Eau iodée
solution de chlorure de potassium ($K^+(aq); Cl^-(aq)$)		
solution de bromure de potassium ($K^+(aq); Br^-(aq)$)		
solution d'iodure de potassium ($K^+(aq); I^-(aq)$)		

2. Écrire les réactions chimiques (s'il y a en a) qui ont lieu dans les expériences.
3. En déduire l'évolution du pouvoir oxydant dans la famille des halogènes. À quelle propriété des halogènes peut-on attribuer cette évolution ?
4. En utilisant le résultat de la question précédente, indiquer les résultats attendus si on effectuait la manipulation avec de l'eau de chlore. Écrire toutes les réactions chimiques qui auraient lieu.

LES PRÉCIPITÉS DES HALOGÉNURES

SOLUBILITÉS DES HALOGÉNURES D'ARGENT

Les sels sont des composés neutres, mais constitués de cations et d'anions. Par exemple, le chlorure de sodium NaCl est un sel constitué de Na^+ et Cl^- , l'acétate de sodium CH_3COONa est un sel constitué de CH_3COO^- et Na^+ . Les liaisons entre les cations et les anions sont iono-covalentes, c'est-à-dire que la liaison est à la fois ionique (liaison due à des forces électrostatiques) et covalente. En fonction des ions qui constituent le sel, le caractère ionique ou covalent est plus ou moins important. De façon générale, plus les ions sont petits et chargés, plus la liaison a un caractère ionique.

L'eau est un solvant polaire et dissociant. Cela signifie que l'eau a tendance à briser les liaisons ioniques et dissocier les sels en leurs ions constitutifs. Par exemple, lorsqu'on met du chlorure de sodium solide dans l'eau, celui-ci se dissout et la solution contient des ions Na^+ et Cl^- « libres ».

Cette expérience fera également appel à la notion de « complexe », qui sera développée plus tardivement dans l'année. Sachez qu'un complexe est un édifice polyatomique dans lequel plusieurs molécules ou ions, qu'on appelle ligands, se lient à un ou plusieurs cations (le plus souvent métalliques). Nous illustrerons ici le fait que NH_3 et $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ sont des agents complexants de l'ion Ag^+ , l'ion thiosulfate étant un meilleur ligand que l'ammoniac.

CONSIGNES DE SÉCURITÉ SPÉCIFIQUES

L'ammoniaque est une solution concentrée d'ammoniac NH_3 , très irritante pour la peau, les muqueuses et les yeux : **la manipulation de l'ammoniaque se déroulera donc sous hotte et avec des gants.**

MANIPULATION

- Préparer trois tubes à essai dans lesquels on versera environ 1 mL respectivement de chlorure de potassium ($\text{K}^+(\text{aq}); \text{Cl}^-(\text{aq})$), de bromure de potassium ($\text{K}^+(\text{aq}); \text{Br}^-(\text{aq})$) et d'iodure de potassium ($\text{K}^+(\text{aq}); \text{I}^-(\text{aq})$).
- Ajouter quelques gouttes de solution de nitrate d'argent ($\text{Ag}^+(\text{aq})\text{NO}_3^-(\text{aq})$) dans chaque tube et observer.
- Attendre 3 ou 4 minutes et observer de nouveau la couleur des précipités.
- Introduire dans chacun des tubes à essai quelques gouttes d'ammoniaque. Observer.
- S'il reste du précipité, ajouter quelques gouttes de solution de thiosulfate de sodium ($2\text{Na}^+(\text{aq}); \text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$) dans le tube à essai. Agiter et observer.

INTERPRÉTATION ET QUESTIONS

1. Noter dans un tableau synthétique vos observations à chacune des étapes (apparition/disparition de précipité, changement de couleur, *etc.*).
2. Interpréter la grande solubilité des halogénures de potassium dans l'eau. Sous quelles formes se trouvent les éléments potassium et halogène dans la solution aqueuse ?
3. Après ajout de nitrate d'argent, dans quels cas observe-t-on la formation d'un précipité d'halogénure d'argent ? Écrire sa réaction de formation.
4. Après ajout d'ammoniaque, dans quels cas observe-t-on la redissolution du précipité d'halogénure d'argent ? Écrire, lorsqu'elle se produit, la réaction de dissolution de chaque précipité, sachant qu'il se forme le complexe $[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+$.
5. Après ajout de thiosulfate de sodium, dans quels cas observe-t-on la redissolution du précipité d'halogénure d'argent ? Écrire, lorsqu'elle se produit, la réaction de dissolution de chaque précipité, sachant qu'il se forme le complexe $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_3]^{5-}$.
6. Comment évolue le caractère ionique de la liaison dans les composés AgX ? Quelle(s) propriété(s) des halogènes permettent de l'expliquer ?

TABLEAU PÉRIODIQUE À COMPLÉTER

[illegible]