



## 7 manipulations en utilisant des produits maison

### Oxyde de titane, pour le fun.

Josep Corominas

#### Resumé.

En utilisant des chauffeuses pour les mains en hiver, des lingettes pour bébés, des capsules usées Nespresso®, des pilules contre l'anémie et des comprimés effervescents, on peut étudier la chimie des solutions tampon, les propriétés magnétiques des ions de fer, l'électrochimie ou mesurer l'oxygène présent dans l'atmosphère. En plus on obtiendra les belles couleurs des oxydes du Titane qui donne son élégant aspect au musée Guggenheim de la ville de Bilbao

- 1- Comment trouver le pourcentage de dioxygène dans l'air avec les chauffeuses-mains Les chauffeuses pour mains, contiennent du fer en poudre très fine, mise sous vide. Une fois ouvertes la poudre s'oxyde rapidement avec l'oxygène de l'air en une réaction exothermique.

#### Matériel

Deux seringues de 60 ml unies par un Luer-lock  
Une chauffeuse chauffe mains

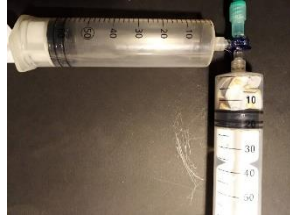
#### Procédure à suivre

Une fois ouvert le sachet contenant la chauffeuse, on place rapidement celle-ci au fond d'une seringue, avec le piston le plus enfoncé possible. La deuxième seringue doit avoir le piston dans la position du plus grand volume possible, soit 60 ml.

On uni les deux seringues au moyen de Luer-lock et on note le volume total de l'air des deux seringues.

On déplace le piston d'une seringue à l'autre de façon que l'air traverse la chauffeuse, une vingtaine de fois. On note le volume total, qui a diminué. On continue encore plusieurs fois en déplaçant les deux pistons, jusqu'au moment où le volume ne diminue plus. À ce moment l'oxygène initial, a disparu, pour former l'oxyde de fer.

Le pourcentage de diminution du volume doit correspondre au pourcentage d'oxygène.



Volume initial (total) = 75 ml



Volume final = 60 ml

$$\% \text{ oxygène} = \frac{V_i - V_f}{V_i} 100 = \frac{15}{75} 100 = 20 \%$$

### 2- Bulles de savon qui flottent dans un gaz plus dense que l'air

Les vaporisateurs de type "DUST-OFF" se trouvent dans les magasins d'électronique. Ils contiennent un gaz environ trois fois plus dense que l'air (probablement le 1,1,1,2 tétrafluoroéthane),  $\rho = 4,2 \text{ kg/m}^3$

Un grand récipient transparent est lentement rempli de gaz. Une bulle de savon est ensuite mise à l'intérieur. La bulle flotte à l'intérieur du récipient.

### 3- Simple recherche avec des comprimés effervescents

Un comprimé effervescent est un comprimé conçu pour se fragmenter et se dissoudre rapidement dans l'eau ou dans un autre liquide en libérant du dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ). La réaction pour former le  $\text{CO}_2$  est souvent avec un acide (p.ex. acide citrique) et une base, comme le bicarbonate de soude,  $\text{NaHCO}_3$

Si l'on enferme un comprimé dans un petit flacon muni d'un bouchon qui puisse sauter, on peut étudier les variables que déterminent le temps que va prendre le bouchon pour sauter en fonction de la température de l'eau, de la concentration des réactifs...



Le temps pour que le bouchon saute correspond au temps où les forces de pression du gaz formé sont supérieures à la force de fermeture du bouchon. La formation du gaz dépend de la vitesse de dissolution des deux réactifs

#### Matériel

- Des comprimés effervescents
- Un récipient avec bouchon. Les meilleurs sont des vieilles capsules pour les films photos.
- Eau à différentes températures
- Chronomètre
- Compte-gouttes
- Verre grand en plastique (protection pour l'expulsion du bouchon)

### Procédure à suivre

Le mieux est d'avoir de l'eau à plusieurs températures entre 10°C et 40°C. On peut mesurer toujours le même volume d'eau et employer un seul comprimé pur, mesurer le temps entre le moment où on bouche et celui où le bouchon saute. Une deuxième possibilité est d'employer toujours un seul comprimé, toujours la même température et changer le volume d'eau. Ce qui va nous donner une recherche sur la concentration des réactifs.

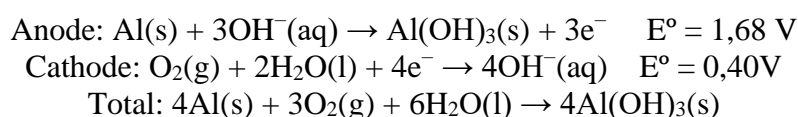
Plus spectaculaire est de reconvertir des flacons de médicaments à comprimés en petites fusées. La recherche est maintenant pour connaître la hauteur maximale atteinte, selon le volume d'eau employé et le nombre de comprimés.

### Questions de sécurité.

*Quand on étudie le temps où le bouchon saute, il est important de couvrir le récipient avec une plaque en plastique pour éviter une projection dangereuse.*

#### 4- La pile Nespresso-IKEA

Une réaction connue est entre l'aluminium et le dioxygène, en utilisant du charbon actif. (J. Chem. Ed. Vol 84 n.12, 2007)



Au lieu d'une feuille d'aluminium on emploie des capsules aluminium usées de café Nespresso, bien nettoyées et des crayons IKEA (offerts dans les grandes surfaces IKEA). Le tout « coût zéro »

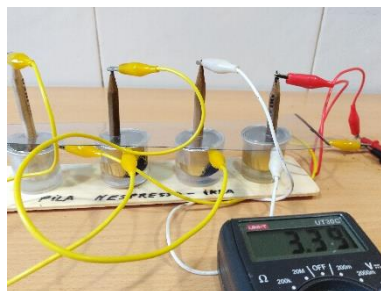
### Matériel

- Capsules de café en aluminium, usées
- Crayons IKEA
- Acétone
- Sel, NaCl
- Câbles avec pinces crocodile
- Eau
- Bêcher
- Voltmètre

### Procédure à suivre

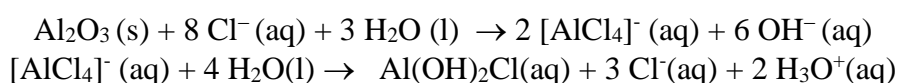
Les capsules ayant à l'intérieur une couche d'un polymère, il faut l'enlever. On submerge une ou deux minutes les capsules dans l'acétone contenue dans un bêcher. Ensuite, on les essuie.

Chaque crayon doit avoir la mine en graphite taillée des deux côtés .



Le fait d'ajouter des petites quantités de NaCl va éliminer la couche d'oxyde d'aluminium que recouvre le métal. Sans laquelle l'aluminium serait très réactif.

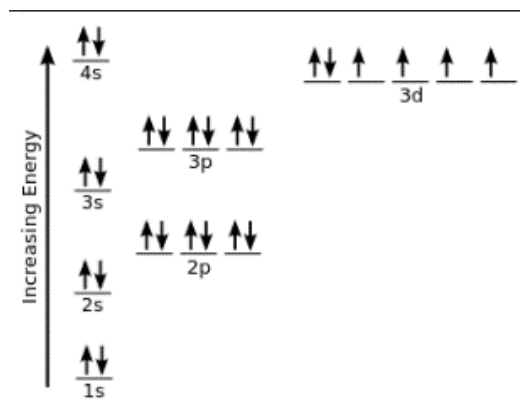
Il y a d'abord la formation d'un complexe d'aluminium et chlorure, soluble, que laisse libre le métal



Des simples dispositifs, tels des montres numériques, moteurs à petites tensions fonctionneront avec ces piles.

### 5- Magnétisme des ions Fe<sup>2+</sup> et Fe<sup>3+</sup>

Cette activité vous permet d'observer le paramagnétisme des ions fer (II) et fer (III) et de vérifier que l'un est plus paramagnétique que l'autre, le tout lié aux configurations électroniques respectives. Les ions fer (II) sont présents dans les pilules contre l'anémie,



*Structure électronique de l'atome de fer*

### Matériel

- Aimant en néodyme
- Paille à soda
- Ciseaux ou cutter
- Cuillère ou petite spatule métallique
- Boîte de Pétri ou similaire
- Découpage en carton plume en forme ronde
- Cure-dents en bois
- Petites quantités de FeCl<sub>3</sub>
- Pilules de Fer (II), vendues en pharmacie contre l'anémie<sup>1</sup>

<sup>1</sup> <https://www.pharmanity.com/medicaments/tardyferon-80-mg-comprime-pellicule-n8dib1g>

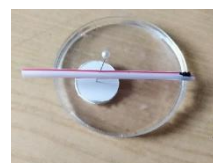
## Procédure à suivre

Avec les ciseaux ou le cutter, faites une petite entaille dans la paille de soda pour y placer une pastille de sulfate de fer. Enfoncez un cure-dent dans la paille (voyez à droite), puis dans le rond de carton. Placez le tout dans une boîte de Pétri ou similaire avec un peu d'eau, de manière à ce qu'il flotte en équilibre.



Approchez un aimant de l'extrémité du comprimé et observez s'il y a une déviation.

Mettez délicatement un peu de poudre de  $\text{FeCl}_3$  dans l'entaille que vous avez faite dans la paille. Le système n'étant pas équilibré, vous devrez couper un morceau à l'autre extrémité de la paille. Attendez que le système soit au repos et approchez l'aimant. Observez maintenant la déviation



La déviation est beaucoup plus intense dans le second cas des ions  $\text{Fe}^{3+}$ . Le comportement différent devant les aimants des comprimés et de la poudre  $\text{FeCl}_3$  doit être attribué à la configuration électronique du  $\text{Fe(II)}$  et du  $\text{Fe(III)}$ .

Au lieu d'employer du  $\text{FeCl}_3$ , on peut chauffer une pastille de sulfate de fer placée au creux d'une spatule. La chaleur convertira le  $\text{Fe}^{2+}$  en  $\text{Fe}^{3+}$

## Des aspirines et des lingettes pour bébés comme solution tampon

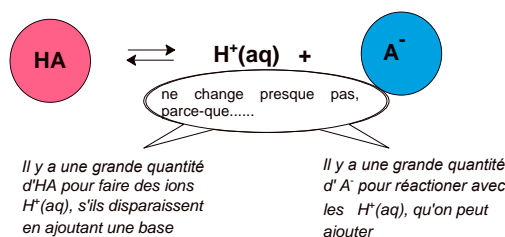
Les bébés peuvent parfois souffrir d'érythèmes fessiers causés par une augmentation du pH.

Après l'excrétion des fèces et de l'urine, l'urée (un composant primaire de l'urine) se décompose en ammoniac ce qui augmente le pH.

Les conditions basiques dans la région des couches provoquent des changements biochimiques qui entraînent une augmentation des enzymes qui décomposent la couche externe de la peau.

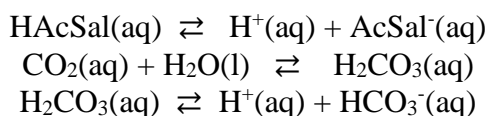
Pour remédier à l'érythème fessier et aux irritations, il est essentiel de maintenir un pH bas, ce qui est également utile pour empêcher la croissance microbienne dans la zone des couches. Cependant, il ne suffit pas d'avoir une solution acide qui neutralise le pH basique, il faut une solution à fort pouvoir tampon pour maintenir un pH physiologiquement équilibré.

Une solution « tampon », est un système composé d'un acide faible et sa base conjuguée qui maintient approximativement le même pH malgré l'addition de petites quantités d'un acide ou d'une base.



Dans le cas de l'aspirine, le comprimé apporte un acide faible (l'acide acétylsalicylique), un deuxième acide faible,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , un anion basique,  $\text{HCO}_3^-$  en plus

de l'anion acétylsalicylate. On a alors une haute concentration d'acide faible, du dioxyde de carbone et une haute concentration de ses anions.



Dans les lingettes pour bébés<sup>2</sup> l'effet tampon est causé par l'acide citrique et du citrate de sodium, en plus du benzoate de sodium.

### Matériel pour le cas des lingettes

- Lingettes pour bébé
- Bécher 600 ml
- Bécher 100 ml
- Éprouvette 100 ml
- Deux tubes à essai
- Eau déminéralisée
- Spatule
- Gants
- Indicateur Universel en solution

### Procédure à suivre

1. Placez six ou huit lingettes pour bébé dans un bécher de 600 ml. Utilisez un cylindre gradué de 100 ml pour mesurer 90,0 ml d'eau désionisée. Ajoutez l'eau au bécher de lingettes et laissez-les se saturer d'eau pendant 5 minutes.
2. Remuez doucement les lingettes à l'aide d'une spatule pendant une minute. Mettez vos gants, puis, une à une, retirez chaque lingette du bécher et essorez-la en la tordant et en la pressant. Recueillir la solution résultante dans un bécher de 100 ml.
3. Remplissez un tube à essai avec environ 10 ml d'eau déminéralisée. Ajoutez quelques gouttes de solution d'indicateur universel. Remplissez un autre tube avec environ 10 ml de la solution de l'eau des lingettes. Ajoutez quelques gouttes de la solution d'indicateur universel.  
Notez la couleur de chacun de tubes.
4. Ajoutez à chacun des tubes 3 gouttes de HCl 0,1 M. Notez que la couleur change seulement dans le tube avec de l'eau déminéralisée, mais pas dans le tube avec l'eau des lingettes.
5. On ajoute après, 6 gouttes de NaOH 1 M (les 3 premières vont neutraliser le HCl) à chacun des tubes. La couleur de l'indicateur ne change pas non plus dans la solution des lingettes. Ce qui prouve l'effet tampon.

---

<sup>2</sup> <https://petite-vivi.fr/2017/04/27/comparatif-de-composition-lingettes-bebe/>

### Matériel pour le cas de l'aspirine:

- Des aspirines effervescentes en comprimés de BAYER® ou de SEDERGINE®, de UPSA® ou de ASPIRIN BAYER COMPLEX®. SEDERGINE® ou UPSA® sont les plus recommandées.
- Bécher de 250 cm<sup>3</sup>.
- Acide chlorhydrique 1 mol/l
- Hydroxyde de sodium 1 mol/l.
- Indicateur universel de pH en solution.

### Procédure à suivre:

1. Mettre dans un bécher de 250 ml, environ 200 ml de l'eau. Ajouter 3 gouttes de solution d'indicateur universel et un demi -comprimé d'aspirine. Noter la marque.
2. On ajoute 3 gouttes de HCl 1 M. La couleur de l'indicateur ne va pas changer.
3. On ajoute après, 6 gouttes de NaOH 1 M (les 3 premières vont neutraliser le HCl). La couleur de l'indicateur ne change pas non plus.
4. Si on ajoute maintenant une ou deux gouttes de HCl concentré (35%) la couleur change immédiatement. L'ajout d'ions H<sup>+</sup> est dans ce cas trop important pour que le tampon puisse encore agir.

### 6- L'ozone un oxydant puissant

Cette expérience est un modèle de formation de l'ozone par des décharges électriques. Dans la stratosphère, l'énergie ne provient pas des décharges électriques mais du rayonnement UV.

### Matériel

- Flacon en verre ou plastique transparent avec deux électrodes pour les décharges à haute tension (voir image de droite).
- Source d'alimentation haute tension (20 kV ou 30 kV)
- Papier filtre mouillé avec solution 1 M de KI



### Procédure à suivre

- 1- Au fond du bocal transparent, placer un morceau de papier filtre mouillé avec quelques gouttes de solution 1 M de KI.
- 2- Couvrir le bocal qui contient de l'air et donc 20% de dioxygène, O<sub>2</sub>, et connecter les deux électrodes à la source de haute tension.
- 3- Allumer la source et observer comment les décharges électriques sautent entre les deux électrodes et en peu de temps, la solution de KI prend une couleur orange, due à l'oxydation des ions iodure en iode par l'ozone formé.



## **Smog photochimique**

Le smog photochimique, est créé par une réaction chimique entre la lumière du soleil, les oxydes d'azote et au moins un composé organique volatil (COV) en suspension dans l'atmosphère. Les oxydes d'azote trouvent leur source dans les gaz d'échappement des voitures, les centrales au charbon et les émissions produites par les usines. Les COV sont libérés par l'essence, les peintures et de nombreux solvants de nettoyage qui peuvent contenir des terpènes comme le limonène et les pinènes en provenance des pins. Dans cette démonstration, les COV sont représentés par le limonène, un composé présent dans l'écorce de citron. La réaction entre l'ozone et le limonène et d'autres COV génère des produits oxygénés qui sont moins volatils et forment des aérosols. Comme les particules d'aérosols diffusent la lumière, il se forme une brume connue sous le nom de smog photochimique.

### Matériel

Le même que pour la manipulation antérieure, mais cette fois, un morceau d'écorce de citron, est placé à l'intérieur du flacon.

### Procédure à suivre

Mettez en marche la haute tension à intervalles courts. Après quelques secondes un léger brouillard doit apparaître à l'intérieur. Il est bien visible si on dirige un rayon laser à travers le flacon.

## 8- Anodisation du Titane

Le titane est un métal d'une grande dureté, d'une grande résistance à la corrosion et capable de former des couches d'oxyde colorées à sa surface, ce qui le rend très intéressant pour les revêtements.

Si l'on parvient à former une couche transparente d'oxyde de titane à la surface du métal, celle-ci prendra différentes couleurs selon les interférences de la lumière qui vont se produire lorsqu'elle se réfléchit sur la surface du métal oxydé.

Pour obtenir cet effet, le titane doit subir un processus d'anodisation.

L'anodisation est un traitement de surface protecteur utilisé sur de nombreux métaux.

Il est basé sur la production d'une couche d'oxyde superficielle au moyen d'une électrolyse.

En fonction de la tension appliquée lors de l'électrolyse, une couche d'oxyde de titane plus ou moins épaisse est produite, ce qui permet de voir une grande variété de couleurs superficielles par interférence.



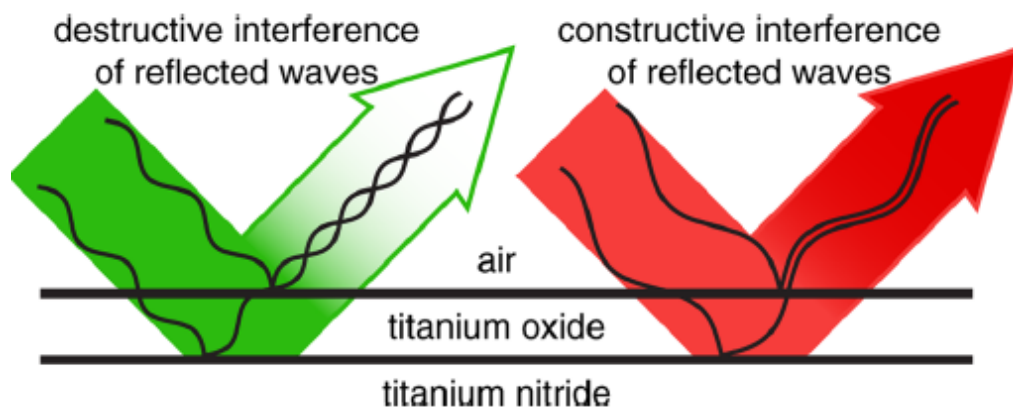
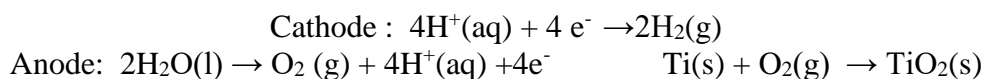


Image de J. Chem. Educ. 2013, 90, 629–632

Le processus d'anodisation du titane est bien différent de celui de l'aluminium. Dans le cas de l'aluminium on utilise des colorants. Mais pour le titane, le processus est seulement une électrolyse.



### Matériel

- 2 béchers de 100 ml.
- Baguette en verre.
- Câbles de connexion avec des pinces crocodile
- Une source alimentation variable de 9 V à 36 V
- Une spatule en acier inoxydable (qui servira d'électrode négative).
- Pinces à linge.
- Solution de phosphate de sodium,  $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot \text{aq}$  (25 g en 100 ml eau froide)
- Plaque de titane (qui sera l'électrode positive).
- Éponge en acier pour nettoyer la plaque

### Procédure à suivre

Bien nettoyer la plaque de titane avec l'éponge en acier. Envelopper avec du papier filtre pour ne pas la toucher avec les doigts. Cette plaque sera l'électrode positive

Remplir un bécher avec 75 ml de la solution de phosphate de sodium. À l'aide d'une pince crocodile, reliez la plaque de titane à la borne positive de la source d'alimentation électrique. Veillez à ne pas introduire la pince dans la solution.

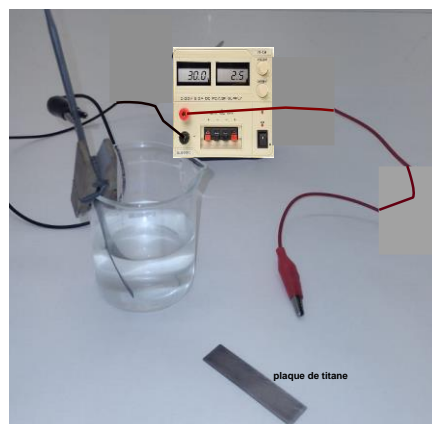
Une autre pince crocodile sert à relier la spatule en acier inoxydable à la borne négative de l'alimentation électrique.

Introduisez maintenant la plaque de titane et la spatule, dans la solution. **Laissez immergée dans le bain pendant environ trois secondes.**

Retirez la plaque de titane pour voir quelles couleurs apparaissent à la surface. Introduisez à nouveau la plaque dans le bain pendant 3 secondes en plus et retirez à nouveau. Faites ceci plusieurs fois, pour voir les différents couleurs obtenues. Selon le temps passé ou la tension employée dans le bain, différentes couleurs apparaîtront.

Il est important de rester peu de temps dans le bain et de faire des aller-retour pour voir les changements de couleur en fonction de l'épaisseur de la couche d'oxyde de titane obtenue.

L'ensemble du processus peut durer environ cinq minutes.



Si vous disposez d'une source d'alimentation électrique à voltage variable, vous pouvez commencer avec des voltages d'environ 5 V pour les augmenter graduellement. Vous obtiendrez ainsi les différentes couleurs.

Utilisez l'éponge en acier pour nettoyer la plaque de titane si vous voulez recommencer l'anodisation.

#### Questions de sécurité

*Porter des lunettes de sécurité*

*Phosphate de sodium : EN CAS DE CONTACT AVEC LES YEUX: rincer avec précaution à l'eau pendant plusieurs minutes. Enlever les lentilles de contact si la victime en porte et si elles peuvent être facilement enlevées. Continuer à rincer*

Veillez que la plaque de titane et la spatule ne se touchent pas pendant l'électrolyse. La source pourrait être endommagée.

