

## Obtención y caracterización de cloro elemental

Objetivo.- Revisar las propiedades más importantes de los halógenos como consecuencia de su comportamiento periódico en la tabla de los elementos químicos.

### Introducción:

Los valores de potencial estándar de reducción (en medio ácido) para algunos de los pares redox del cloro son:

$$E^\circ \text{Cl}_2/\text{Cl}^- = 1.36 \text{ V} \quad E^\circ \text{HClO/Cl}_2 = 1.63 \text{ V}$$

Los correspondientes en medio básico son:

$$E^\circ \text{Cl}_2/\text{Cl}^- = 1.36 \text{ V} \quad E^\circ \text{ClO}^-/\text{Cl}_2 = 0.42 \text{ V}$$

Colocando a estos pares redox sobre una escala de potencial escribe la reacción que puede llevarse a cabo y balancéala tanto en medio ácido como en medio básico

Escala de potenciales de reducción estándar

Medio ácido:

Medio Básico

Considerando a estas reacciones como equilibrios, aplica la ley de acción de masas para predecir lo que sucede al aumentar la acidez del medio y lo que sucede al aumentar la basicidad de este.

### Reactivos:

HCl 6 M	Hipoclorito de sodio comercial (5 a 6%)	NaOH 3 M
NaBr o KBr	NaI o KI	Un trocito de sodio de 2 a 3 mm de diámetro
AgNO <sub>3</sub> 0.01 M		

**Equipo:** Balanza analítica, potenciómetro

### Material por equipo:

Tubo de ensayo pequeño con tapón	Tubo latex de 15 cm de longitud	Pipeta Pasteur de vidrio
Mechero Bunsen	Cerillos	Parafilm
Charolita de plástico	2 Jeringas de 60 mL	

### Desarrollo experimental.

#### Obtención de Cl<sub>2</sub>

La producción de cloro se llevará a cabo realizando en medio ácido la reacción anterior en la jeringa, siguiendo el método de Mattson descrito previamente. Si se utilizan 1 mL de HCl 6 M ó 0.5 mL de HCl concentrado y 3 mL de disolución de hipoclorito de sodio comercial, se obtienen 55 mL de cloro.

En este caso el reactivo que se coloca en la charolita transportadora es 1 mL HCl 6 M y posteriormente se succionan los 3 mL de hipoclorito. Cuando se está produciendo cloro si el émbolo no se desplaza, hay que jalarlo manualmente un poco.

Describe los cambios que se observan cuando mezclas el HCl con disolución de hipoclorito de sodio comercial:

Escribe la ecuación química balanceada de la reacción que se lleva a cabo:

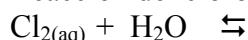
Procedimiento para el lavado del cloro gaseoso.

Para algunos experimentos es necesario lavar el Cl<sub>2</sub> gas de la jeringa, para quitarle trazas de sustancias químicas no deseadas de la superficie interna de la jeringa, antes que los gases puedan usarse para otro experimento. Para hacer esto, succione 5 mL de agua destilada con la jeringa sin descargar el gas, tape la jeringa y agite suavemente el agua para disolver los contaminantes en el interior de la jeringa. Posteriormente quite la tapa y descargue el agua en un contenedor para neutralizar posteriormente, pero no el gas.

#### Experimento 1.- Dismutación (o desproporción) del cloro en agua:

Coloca 5 mL de agua destilada en un tubo de ensayo y agrégale 5 mL de Cl<sub>2</sub> o menos (no es necesario burbujejar) tapa con un trocito de parafilm y agita vigorosamente. Utilizando un potenciómetro, toma nota del cambio en el pH. Ahora añade unas gotas de nitrato de plata. ¿Cuál es el origen del cambio en el pH? Si hay evidencia de reacción al añadir AgNO<sub>3</sub> ¿Cuál es la especie que reacciona con Ag<sup>+</sup>? Completa y balancea la siguiente ecuación química:

Reacción del cloro con agua:



Reacción de la mezcla resultante con nitrato de plata

De acuerdo con lo anterior:

¿En qué medio (ácido o básico) se favorece más cuantitativamente la dismutación del cloro elemental?

Compara los cambios de volumen en ambos casos para tu respuesta.

---

### Experimento 2.- Propiedad decolorante

El cloro decolora los colorantes naturales de los jugos de frutas o bien de tintas solubles en agua. Prepara una jeringa de cloro, y lávalo.

Coloca en tubos de ensayo 2 mL de cada uno de los jugos de fruta que quieras (durazno, uva, etcétera) o una disolución de tinta. Conecta a la jeringa de cloro una manguera de hule con una pipeta Pasteur para descargar 5 mL en cada uno de los tubos, tapa con un trozo de parafilm y agita. Enjuaga cada vez que cambies de un tubo a otro. Anota los cambios en reactivos y productos que puedes observar.

---

---

### Experimento 3.- Poder oxidante relativo de los halógenos.

Añade unos pocos cristalitos de NaBr a un tubo de ensayo y agrégale 2 mL de agua para disolver los cristales. Prepara 1 jeringa llena de cloro. Descarga la mínima cantidad de cloro gaseoso en la disolución del tubo de ensayo que contiene bromuro acuoso, tapa el tubo y déjalo en tu gradilla, el cambio es casi instantáneo. Anota los cambios en reactivos y productos que puedes observar.

NaBr: \_\_\_\_\_

---

La mezcla reacciona para tornarse amarillo-anaranjada. (Conserva esta mezcla de reacción, etiquétala con un (\*). Escribe la ecuación química balanceada para la mezcla de cloro con NaBr:

---

Repite el experimento descargando la mínima cantidad de  $\text{Cl}_2(\text{g})$  a una disolución de NaI. En este caso la disolución cambia de color al inicio (primera reacción) y en el transcurso de unos minutos se decolora y se forma un sólido oscuro (segunda reacción). Escribe la ecuación química que ocurre en la **1a** y **2a** reacción (anota los estados de agregación):

**1a.** \_\_\_\_\_

**2a.** \_\_\_\_\_

Prepara otro tubo con unos cristales de KI o NaI disueltos en 2 mL de agua y añade la mezcla resultante de la reacción entre el cloro y el bromuro, (\*). Escribe la ecuación química balanceada de la reacción que se lleva a cabo considerando que la especie reactiva en el tubo (\*) es la colorida.

---

Con base en las reacciones espontáneas que pudiste verificar, coloca a esto tres pares  $X_2/X^-$  del oxidante más fuerte al más débil e incluye en esta secuencia al  $F_2/F^-$ , en una escala de  $E^\circ$ .

---

#### **Experimento 4.- Dismutación de cloro en medio básico.**

Coloca 5 mL de NaOH 3 M en un recipiente pequeño.

Genera una jeringa llena de cloro (no es necesario lavarlo para este experimento). Anota los cambios en reactivos y productos que puedes observar.

---

---

Basándote en el cuestionario previo, escribe la ecuación química balanceada de la reacción química de producción de cloro.

---

Succiona la disolución de NaOH 3 M con la jeringa que contiene cloro e inmediatamente tapa la jeringa con un tapón hermético. Agita vigorosamente la jeringa para mezclar las sustancias químicas, el émbolo de la jeringa se desplazará disminuyendo el volumen, conforme reacciona el cloro. Anota los cambios en reactivos y productos que puedes observar.

---

---

¿Por qué se contrajo el émbolo?

Basándote en el cuestionario previo, escribe la ecuación química balanceada de la reacción química que ocurre entre el hidróxido de sodio y el cloro.

---

#### **Experimento 5.- Cloro gaseoso y sodio metálico.**

Une una pipeta Pasteur con una manguera de hule de 15 cm y conéctala a la jeringa. Esto servirá para que el cloro gaseoso entre en contacto con el sodio metálico fundido.

Prepara una jeringa de cloro gaseoso. Usando una flama suave producida por el mechero, calienta en un tubo de ensayo un trocito de sodio metálico de 2 a 3 mm de diámetro. Cuando el sodio empieza a fundir, coloca la flama a distancia de modo que el sodio se mantenga fundido, en este momento con la jeringa acondicionada con la manguera de hule y la pipeta Pasteur, vierte el cloro gaseoso sobre el sodio fundido, a una distancia de alrededor de 1 cm, primero 10 mL y después otros 10 mL. mezcla produce una muy energética, vigorosa y de corta vida, añade nuevamente 10 mL de cloro, hasta que termine de reaccionar el sodio. Evita que se descarguen líquidos residuales de la jeringa. Anota los cambios en reactivos y productos que puedes observar.

---

Escribe la ecuación química de la reacción que se lleva a cabo:

---

Deja que la reacción se enfrie. La mezcla de reacción podría contener  $\text{Na}^{\circ}$  metálico sin reaccionar, para terminar la reacción añade un poco de agua al tubo de ensayo y espera a que cese el burbujeo, al final neutraliza y puedes desechar la mezcla a la tarja.

**Nota.-** Si te sobra  $\text{Cl}_2(\text{g})$ , ¿que tienes que hacer para no liberarlo a la atmósfera?.

#### **Referencias bibliográficas:**

- 1.-Rayner-Canham, G. *Química Inorgánica Descriptiva*, Pearson Educación, México 2000. ISBN 968-444-385-4.
- 2.- Lee, J. D., *Concise Inorganic Chemistry*, 5<sup>a</sup> Edición, Wiley-Blackwell, Reino Unido, 1999.
- 3.- Wulfsberg, G. *Inorganic Chemistry*, University Science Books, California, Estados Unidos, 2000.
4. - Housecroft, C. E.; Sharpe, A. G. *Química Inorgánica*, 2<sup>a</sup> Edición, Pearson Educación, México, 2006. ISBN 9788420548470.

#### **Apéndice I.-Conocimientos previos.**

Propiedades periódicas, conceptos de oxidación y reducción, dismutación, energía libre a partir del potencial electroquímico, regla de la N invertida.

#### **Apéndice II.- Preparación de reactivos.**

$\text{HCl}$  6 M, Se prepara tomando 50 mL del ácido al 37% y aforando a 100 mL.

$\text{NaOH}$  3 M se prepara pesando 12 g de  $\text{NaOH}$  y aforados a 10 0mL.

El trocito de  $\text{Na}^{\circ}$  metálico es de aproximadamente 50 mg.

$\text{NaClO}$  comercial tiene una concentración entre el 5 y 6%.

$\text{AgNO}_3$  0.01 M, se pesar 0.17 g de  $\text{AgNO}_3$  y se aforan a 100 mL con agua destilada.

### Apéndice III.- Disposición de residuos.

#### Obtención y caracterización de Cloro elemental (OCl)

##### Obtención de Cloro y lavados:

Agregar a una jeringa 1 mL de **HCl** 6 M y 3 mL de **NaClO** comercial

##### Experimento 1:

Burbujear 10 mL de **Cl<sub>2</sub>** en 50 mL de agua y agregar unas gotas de **AgNO<sub>3</sub>**

##### Experimento 2:

Burbujear 10 ó 15 mL de **Cl<sub>2</sub>** en 5 mL de jugo de fruta

##### Experimento 4:

Agregar a una jeringa con cloro, 5 mL de **NaOH** 3 M



##### Experimento 3:

Burbujear 20 mL de **Cl<sub>2</sub>** en 5 mL de **bromuro acuoso**

Burbujear 20 mL de **Cl<sub>2</sub>** en 5 mL de disolución de **yoduro**

Preparar otra solución de **yoduro** y añadir la mezcla de la reacción entre el **cloro** y el **bromuro**



##### Recomendaciones:

Los residuos **D1OCl** y **D2OCl** se neutralizan con algún ácido o con bicarbonato y se pueden verter en los residuos de  $\text{Ag}^+$  para realizar la precipitación de dicho ion.