

## Obtención y propiedades de hidrógeno y oxígeno (OPHO).

**Pregunta a responder al final de la sesión:**

*¿Qué propiedades químicas distinguen al hidrógeno del oxígeno?*

### Reactivos

Zn metálico	HCl 6 M	Mg metálico	KI
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 85 a 6%)	Cu	KMnO <sub>4</sub>	Fe <sub>2</sub> S <sub>3</sub>

### Material por equipo

2 Jeringas de 60 mL	Pipeta Beral	2 Pipetas Pasteur
2 Tubos de ensayo de 15x150 mm o 13x100 mm	2 Mangueras de hule	2 Charolitas de plástico de 2x2.5 mm
Imán	Cuba de agua	Mechero Bunsen.

### Desarrollo experimental

**NOTA:** Se debe usar lentes de seguridad todo el tiempo durante la práctica.

#### Primera parte: Obtención de los gases.

Siguiendo el procedimiento de Mattson descrito en el apéndice para la obtención de gases. Durante la producción de gas se puede jalar el émbolo de la jeringa ligeramente para tener el gas a baja presión. Si la producción de gas es mucha y la presión generada aumenta demasiado, puede liberarse presión abriendo un poco el tapón de la punta o permitiendo la salida de gas por la parte superior de la jeringa retirando rápida y parcialmente el émbolo.

**1. Obtención de hidrógeno.** La producción de H<sub>2</sub> es muy rápida y normalmente en 30 segundos se obtiene una jeringa de 60 mL.

Para la obtención de este gas coloca los 125 mg de zinc metálico (reactivo sólido) en el recipiente de plástico y coloca 1.5 mL de HCl 6 M (reactivo líquido) en la charolita de plástico. Succiona el reactivo líquido con la jeringa, coloca el tapón y agita vigorosamente para que los reactivos entren en contacto. Anota tus observaciones que den evidencia de la reacción que ocurre, describe el aspecto de reactivos antes y después de mezclarse.

---

---

---

**OPCIONAL: Puede hacerse esta reacción utilizando magnesio en lugar de zinc.**

a) Escribe la ecuación balanceada correspondiente a la reacción de obtención del hidrógeno, partiendo de zinc metálico:

---

En caso de hacer la reacción con magnesio en lugar de zinc.

b) Escribe la ecuación balanceada correspondiente a la reacción de obtención del hidrógeno, partiendo de magnesio:

---

c) ¿Cuánto se debe de pesar de magnesio para producir la misma cantidad de hidrógeno que se produce con los 125 mg de zinc, al llevar a cabo la reacción con HCl 6 M?

---

## 2. Obtención de oxígeno

La producción de  $O_2$  no es tan rápida y para producir una jeringa de 60 mL se requiere aproximadamente de 1 minuto.

Coloca 50 mg de KI en polvo en el recipiente y coloca 3 mL de  $H_2O_2$  al 6% (reactivo líquido) en la charolita de plástico. Succiona el reactivo líquido con la jeringa y agita. Anota tus observaciones que den evidencia de la reacción que ocurre, describe el aspecto de los reactivos antes y después de mezclarse.

---

---

---

---

a) Escribe la ecuación balanceada correspondiente a la descomposición del  $H_2O_2$ :

---

b) A partir de los potenciales estándar de reducción del apéndice, realiza una propuesta sobre el proceso de obtención de  $O_2$  a partir de  $H_2O_2$  y KI. Escribe las ecuaciones balanceadas del proceso:

---

c) ¿A qué se debe el color de la disolución después de la reacción? ¿Cómo lo puedes explicar? Escribe la ecuación química que justifica este producto.

---

---

## Segunda parte: Experimentos con hidrógeno y oxígeno.

### 1. Conversión reversible de cobre metálico y óxido de cobre.

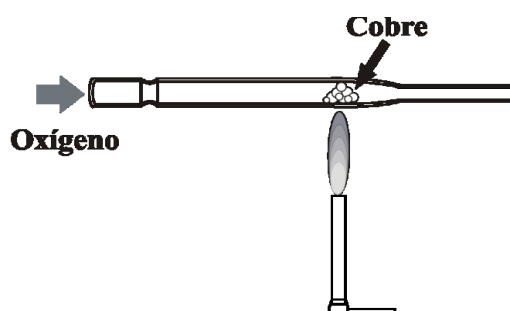
**NOTA:** Durante este experimento asegúrate de que tus compañeros de alrededor no estén produciendo hidrógeno cuando enciendas el mechero.

Llena la parte amplia de una pipeta Pasteur con pedazos de alambre de cobre o lana de cobre, sosteniendo la pipeta en una posición horizontal como se muestra en la figura 1. Evita apuntar hacia donde se encuentre alguna persona.

Con ayuda de una manguera de hule conecta la pipeta Pasteur a la jeringa que contiene oxígeno. Enciende el mechero y calienta aproximadamente por 20 segundos la pipeta que contiene el cobre metálico (o lana de cobre) como se muestra en la figura 1. Haz pasar lentamente 60 mL de oxígeno por la pipeta Pasteur siguiendo con el calentamiento. Anota las observaciones que den evidencia de la reacción que ocurre, describe el aspecto de los reactivos antes y después del proceso.

---

---



**Figura 1.** Esquema del montaje del dispositivo para hacer reaccionar cobre en una pipeta Pasteur.

a) ¿Qué reacción ocurre dentro de la pipeta Pasteur? Escribe la ecuación balanceada de esta reacción:

---

- b) Identifica al agente oxidante en esta reacción: \_\_\_\_\_, y al agente reductor: \_\_\_\_\_. Indica en cada caso el elemento involucrado.

Conecta ahora la manguera con la pipeta Pasteur a la jeringa llena de hidrógeno. Con la pipeta Pasteur aún caliente haz pasar lentamente 60 mL de  $H_2$  (Si no se observan cambios, calienta **suavemente** la pipeta Pasteur con el mechero y repite el procedimiento). Anota las observaciones que den evidencia de la reacción que ocurre, describe el aspecto de los reactivos antes y después del proceso.

---

---

- c) ¿Qué reacción ocurre ahora dentro de la pipeta? Escribe la ecuación balanceada de esta reacción:
- 

- d) Identifica al agente oxidante en esta reacción (especifica al elemento implicado): \_\_\_\_\_. El agente reductor es: \_\_\_\_\_. Indica en cada caso el elemento involucrado.

### Reacción de $H_2$ con $KMnO_4$ .

Llena aproximadamente hasta la mitad un tubo de ensayo con una disolución diluida de  $KMnO_4$ . Con una manguera de hule conecta la jeringa que contiene  $H_2$  a una pipeta Pasteur.

Introduce la punta de la pipeta Pasteur dentro del tubo de ensayo y descarga lentamente el gas en la disolución. Anota las observaciones que den evidencia de la reacción que ocurre, describe el aspecto de los reactivos antes y después de mezclarlos.

---

---

---

- a) ¿Qué reacción ocurre en el tubo? Escribe la ecuación balanceada de esta reacción:
- 

- b) Identifica al agente oxidante en esta reacción (especifica al elemento implicado): \_\_\_\_\_. El agente reductor es: \_\_\_\_\_. Indica en cada caso el elemento involucrado.

## 2. Combustión de hidrógeno y fabricación de un cohete.

### Combustión del hidrógeno.

Se va a llenar un tubo de ensayo pequeño con  $H_2$  por el método de desplazamiento de agua: Llena un tubo de ensayo pequeño con agua e inviértelo en una cuba de agua.

**NOTA:** Puede utilizarse como cuba la charola de material de un equipo.

Conecta una manguera de hule a la salida de la jeringa que contiene hidrógeno, introduce el extremo de la manguera dentro del tubo lleno con agua y desplaza el agua con el hidrógeno gaseoso. Una vez lleno del gas saca el tubo de ensayo del agua y sostén la boca del tubo hacia abajo. Acércalo a la llama del mechero. Anota tus observaciones.

---

---

En una jeringa prepara una mezcla de  $H_2$  y  $O_2$  en proporción 2:1. Repite el experimento anterior, pero llenando ahora el tubo de ensayo con esta mezcla  $H_2 - O_2$ . Anota tus observaciones.

---

---

---

a) ¿En qué difiere el resultado obtenido en el primer experimento del obtenido en el segundo?

---

---

b) ¿Cómo explicas esta diferencia?

---

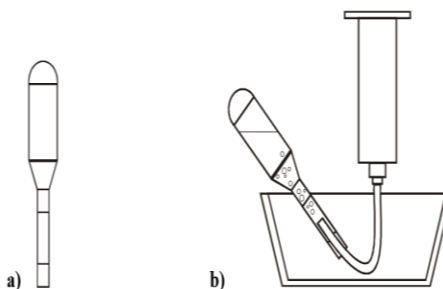
---

---

### **Fabricación de un cohete.**

Corta la parte final de una pipeta Beral dejándole aproximadamente 2 cm de tallo unido al bulbo (**figura 2a**). Éste será el cuerpo del cohete.

Llena el cohete de agua y por desplazamiento llena el bulbo con la mezcla de  $H_2$  y  $O_2$ . Sostén firmemente el bulbo y la jeringa a aproximadamente  $45^\circ$  y procura no presionar demasiado el bulbo (**figura 2b**). Sin sacar el cohete del agua rápidamente introduce el alambre del encendedor piezoeléctrico por la boca del cohete, siempre con el bulbo hacia arriba.



**Figura 2.** a) Sección de una pipeta Beral para la fabricación del cohete y b) preparación de la carga del cohete por desplazamiento de agua.

Deja algo de agua en el tallo del cohete y cuida que el extremo del alambre del encendedor debe estar arriba del nivel del agua, en la región del gas del cohete. Enciende la chispa y deja volar el cohete.

**NOTA:** No dirijas el cohete a ninguna persona.

#### **OPCIONAL: Reacción de $O_2$ con $FeS_2$ .**

**NOTA:** Es recomendable realizar este experimento en la campana.

Coloca en la parte amplia de una pipeta Pasteur con pedazos de sulfuro de hierro, sosteniendo la pipeta en una posición horizontal como en el experimento anterior con cobre. Evita apuntar hacia donde se encuentren compañeros, profesor, etcétera.

Con una manguera de hule conecta la pipeta Pasteur a la jeringa que contiene oxígeno. Enciende el mechero y calienta aproximadamente por 15 segundos la pipeta con el sulfuro de hierro. Haz pasar lentamente 60 mL de oxígeno por la pipeta Pasteur siguiendo con el calentamiento.

Finalmente, acerca un imán al producto obtenido dentro de la pipeta y manteniendo ésta en posición horizontal desliza el imán a lo largo de la pipeta. **Anota tus observaciones.**

---

a) ¿Cómo es el comportamiento del producto de la reacción ante el imán?

---

b) ¿De qué compuesto se trata?

---

c) ¿Qué reacción ocurre dentro de la pipeta Pasteur? Escribe la ecuación balanceada de esta reacción:

---

---

d) Identifica al agente oxidante en esta reacción: \_\_\_\_\_, y al agente reductor: \_\_\_\_\_. Indica en cada caso el elemento involucrado.

### Referencias bibliográficas.

1. Wulfsberg, G. Principles of Descriptive Inorganic Chemistry. University Science Books, Mill Valley, California, 1991.
2. Mattson, Bruce. Microscale Gas Chemistry Experiments with Oxygen. Chem. 13 News. 1997. January.
3. <https://antoine.frostburg.edu/chem/senese/101/kinetics/faq/mechanism-h2o2-iodide.shtml>
4. CRC Handbook of Chemistry and Physics. David L. Ride (ed). 87 th edition.

### Apéndice I.- Conocimientos previos.

Oxidación, reducción, agente oxidante, agente reductor, potencial estándar de reducción explosión, implosión.

### Apéndice II.- Valores de potencial estándar de reducción

Par redox	$O_2/OH^-$	$IO_3^-/I^-$	$I_2/I^-$	$O_2/H_2O$	$H_2O_2/H_2O$	$I_3^-/I^-$
$E^\circ$ (V/ENH)	0.401	0.485	0.5355	0.695	1.776	0.5360

### Apéndice III.- Preparación de disoluciones.

HCl 6 M, medir 50 mL del ácido al 37%(densidad 1.19 g/mL) y aforar a 100 mL con agua destilada.

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> al 6% se prepara con 46 mL del reactivo comercial y aforar a 100 mL.

KMnO<sub>4</sub> 0.01 M, se pesan 0.158 g y se aforan a 100 mL.

### Apéndice III.- Disposición de residuos.

#### Obtención de hidrógeno (OPHO)

Agregar a la jeringa 20  
mg de **Mg** y 1.5 mL de  
**HCl 6 M**



Agregar a la jeringa 50  
mg de **KI** y 3 mL de  
**H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>** al 6 %



Residuos de manganeso



Recomendaciones:

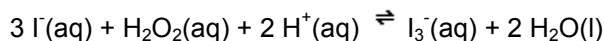
Los residuos **D1OPHO** y **D2OPHO** se llevan a un pH cercano a pH 7 ya sea con bicarbonato o con HCl, según el valor de pH, y se desechan.

What is the mechanism of the reaction between iodide ion and hydrogen peroxide?

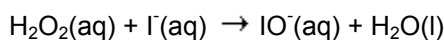
Jim Fisher (jrf9g@virginia.edu)

There are **two** different reactions between hydrogen peroxide and iodide:

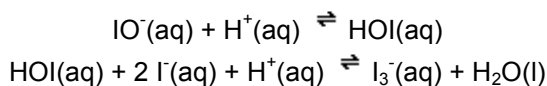
1. **The iodine clock reaction.** In acidic solution, the overall reaction is



which is first order in both peroxide and iodide. That's consistent with a rate-limiting step like

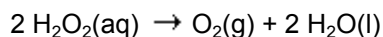


The triiodide ion is rapidly produced by reaction of the hypoiodous acid with iodide:

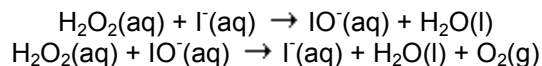


Other reactions can occur here, and each of these reactions can be composed of a series of other steps. But these equations are the basis for the first order behavior.

2. **The iodide-catalyzed decomposition of hydrogen peroxide.** This reaction produces oxygen gas, but no triiodide ion.



The experimental rate law is first order in both peroxide and iodide- suggesting a mechanism like



where the first reaction is the rate-determining step- the same one seen in the iodine clock reaction.

## **Método general para la obtención de gases mediante jeringas. (método de B. Mattson)**

### Introducción

En general el método consiste en hacer reaccionar un sólido con un líquido o solución acuosa dentro de una jeringa de 60 mL para obtener el gas deseado.

Es necesario poner las cantidades estequiométricas para que el volumen de gas obtenido no rebase la capacidad de la jeringa.

La elección de la reacción se hace con base en 2 criterios: - que la reacción no requiera de calentamiento inicial y - que la reacción ocurra rápidamente.

### Procedimiento general para la obtención de gases

1. Pesar el reactivo sólido en un vial de plástico con las siguientes características:
  - que quepa dentro de la jeringa
  - que flote en agua
2. Llenar con agua el tubo de la jeringa (sin émbolo), tapando con el dedo el orificio inferior.
3. Colocar el vial en la superficie del agua y dejar salir lentamente el agua por el orificio inferior, permitiendo que el vial se deposite en el fondo de la jeringa.
4. Colocar el émbolo de la jeringa.
5. Colocar el reactivo líquido en un vaso desechable de plástico de 20 mL
6. Absorber con la jeringa la cantidad de reactivo líquido correspondiente.
7. Cerrar inmediatamente el sistema para impedir fuga del gas y mover la jeringa de tal modo que los 2 reactivos puedan entrar en contacto.
8. Cuando se tenga el volumen deseado, poner la jeringa en posición vertical con el orificio hacia arriba y con cuidado abrir el sistema .
9. Descargar el líquido remanente manteniendo la jeringa en posición vertical.

10. En caso de gases insolubles en agua es posible lavarlos con el siguiente procedimiento: succionar un poco de agua, cerrar la jeringa, agitar, abrir el sistema y finalmente desechar el líquido manteniendo la jeringa en posición vertical .
11. Es posible transferir los gases en jeringa utilizando tubos de látex de diámetro aproximado y mezclar diferentes gases en las proporciones deseadas.
12. En la tabla I se resumen las cantidades recomendadas de reactivos para la obtención de los gases mas comunes.

**TABLA I**


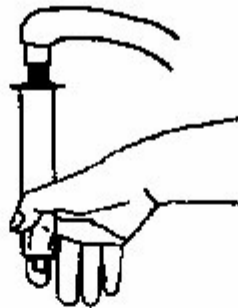
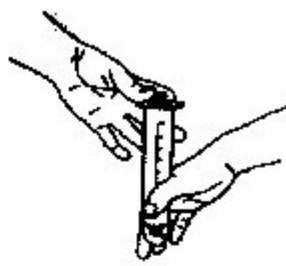

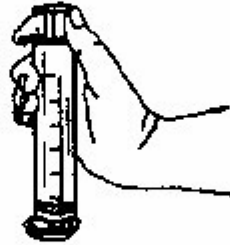
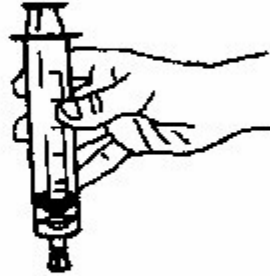
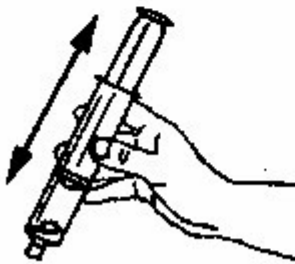
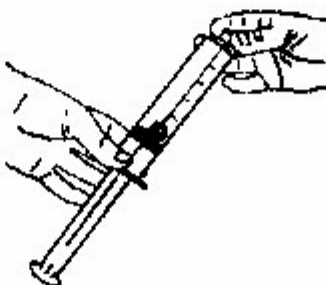
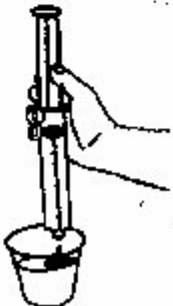
Gas	Reactivo sólido	Reactivo líquido	¿Lavable?	Precauciones
O <sub>2</sub>	0.10 g KI, levadura	5 mL H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> al 6%	Sí	
N <sub>2</sub>	0.20 g HSO <sub>3</sub> NH <sub>2</sub>	5 mL NaNO <sub>2</sub> 0.5M	Sí	
H <sub>2</sub>	0.05 g Mg	5 mL HCl 2M	Sí	
CO <sub>2</sub>	0.22 g NaHCO <sub>3</sub>	5 mL HCl 2M	No	
SO <sub>2</sub>	1.7 g NaHSO <sub>3</sub>	5 mL HCl 2M	No	Burbujear en NaOH(ac)
NO	0.25 g NaNO <sub>2</sub>	3-5 mL FeSO <sub>4</sub> acidificado	Sí	Burbujear en NaOH(ac)
NO <sub>2</sub>	NO (g)	O <sub>2</sub> (g)	No	Burbujear en NaOH(ac)
Cl <sub>2</sub>	0.22 g Ca(ClO) <sub>2</sub>	5 mL de HCl 2M	No	Burbujear en NaOH(ac)
NH <sub>3</sub>	ninguno	3 mL de NH <sub>3</sub> conc.	No	Neutralizar

**Procedimiento general para lavado de gases.**

1. Succionar 5 mL de agua con la jeringa que contiene el gas.
2. Tapar la jeringa.
3. Agitar la jeringa para lavar las superficies internas.
4. Quitar el tapón, elimine el agua y vuelva a tapar la jeringa.

5. Repetir el procedimiento hasta asegurarse de que el gas fue lavado adecuadamente.

**Esquema de procedimiento**

		
<b>Pesar la muestra</b>	<b>Llenar la jeringa</b>	<b>Colocar la tapa</b>
		
<b>Descargar el agua</b>	<b>Absorber el líquido</b>	<b>Tapar la jeringa</b>
		
<b>Poner en contacto los reactivos</b>	<b>Quitar el tapón</b>	<b>descargar líquidos</b>