

Taller: **Química talla S: reacciones con gases y con cristales metálicos**

Ponente: Josep Corominas Viñas

[jcoromi6@xtec.cat](mailto:jcoromi6@xtec.cat)

**Objetivo**

Química S es un conjunto de reacciones de obtención de gases, por un sistema seguro y muy simple, que entre otras características permite hacer medidas cuantitativas y comprobar la conservación de la masa en las reacciones químicas. Además se ofrece la posibilidad de practicar reacciones en microescala que permiten observar la formación de cristales metálicos por reacciones de oxidación-reducción.

**Contenidos**

- El dispositivo básico: dos jeringas y llave de conexión
- Obtención de los gases: hidrógeno, dióxido de carbono, oxígeno, acetileno, óxidos de nitrógeno. Propiedades y reacciones
- Dos gases forman un sólido
- Reacciones de oxidación-reducción en microescala
- Electrólisis en microescala. Obtención de cristales metálicos.

**1 El dispositivo básico**

**Material:**

Dos jeringas de 50 mL o 60 mL con llave de conexión entre ellas (llave *lauer-lock*). Es importante asegurarse de que la conexión entre ellas es buena: si empujamos uno de los émbolos, el otro debe desplazarse el mismo volumen.

**El dispositivo:**

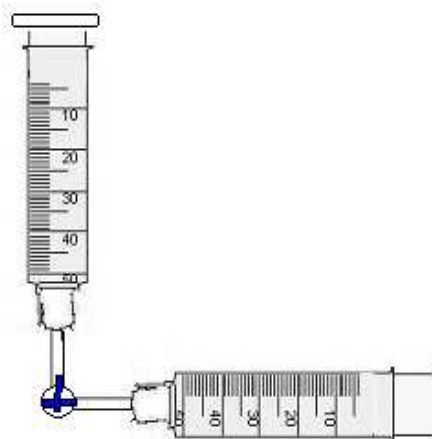
Sirve para reacciones químicas en las cuales los reactivos son líquidos o soluciones acuosas; un sólido y un líquido, un gas y un líquido o dos gases.

En cada reacción tenemos primero los reactivos por separado en cada una de las jeringas. Cuando nos interesa iniciar la reacción, se hace pasar uno de los reactivos hacia la jeringa donde está el otro. Se puede proceder lentamente o por etapas, de manera de controlar siempre la reacción y los productos formados.

El montaje es muy conveniente para reacciones en las cuales se genera un gas.

Es necesario haber hecho un cálculo previo de las cantidades de reactivos necesarias, de manera que el volumen de gas obtenido no sea superior a la capacidad de la jeringa.

Como el sistema permanece cerrado siempre, la masa total es invariable, cosa que se puede comprobar en cualquier momento del proceso



**Precauciones antes de usar las jeringas.**

Debido a que las jeringas se venden para un solo uso y nosotros vamos a usarlas un número elevado de veces. Es necesario lubricarlas previamente. Basta disponer de un poco de vaselina en gel (venta en farmacias) y depositar una pequeña cantidad en el extremo superior del cilindro.

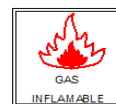
Al terminar cualquier reacción hay que vaciarlas, lavar con abundante agua y secar con papel.

Se guardan con el émbolo en la parte superior, nunca deben guardarse con el émbolo hundido, pues al secarse la goma se imposibilita el movimiento.

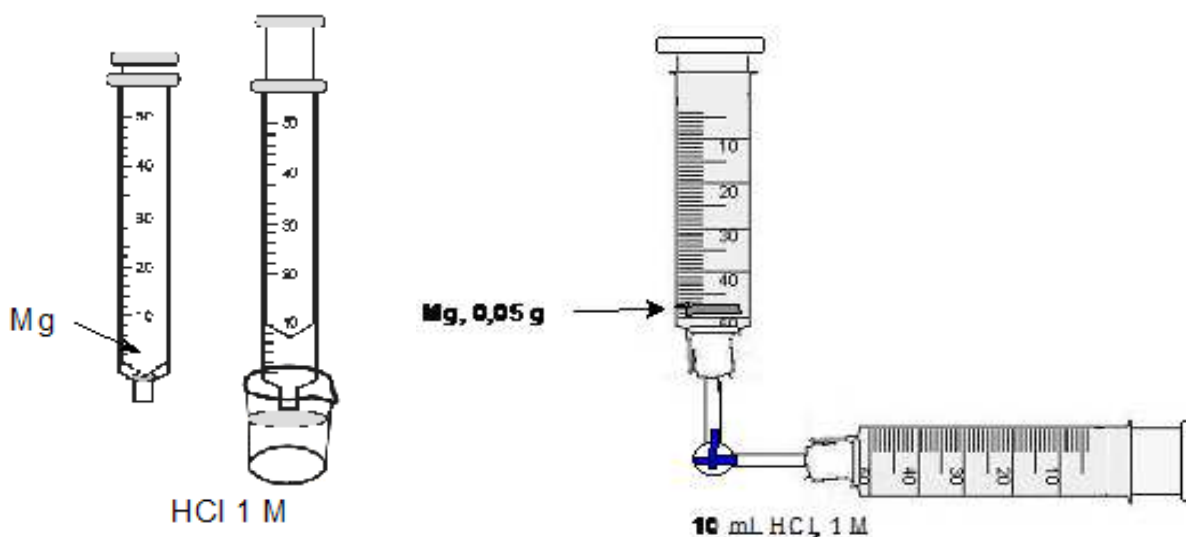
## Ejemplos de reacciones químicas posibles

### 1- Obtención de gas hidrógeno.

Reactivos:  
Magnesio (cinta)  
HCl, 1,0 mol/L



Con 0,014 g Mg se obtienen unos 14 cm<sup>3</sup> de H<sub>2</sub>  
La cinta de magnesio PANREAC tiene una densidad lineal de 1,42 g/m

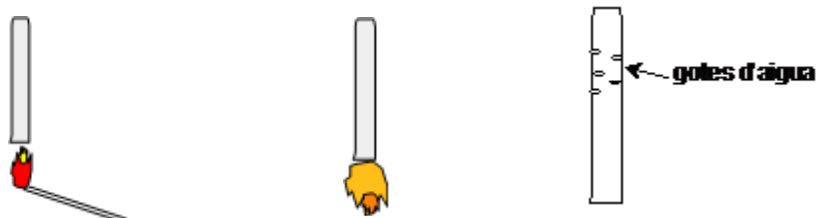


### 2- Pequeñas explosiones con el gas hidrógeno

Una vez obtenido el H<sub>2</sub>(g), se puede dejar aislado en la jeringa, simplemente haciendo pasar el líquido a la jeringa donde había el magnesio.

Desplazar el gas hidrógeno (unos 40 cm<sup>3</sup>) a un tubo de ensayo. Primero sólo 10 cm<sup>3</sup>. Al acercar una llama, se produce una pequeña explosión (implosión, en realidad) y se forman microgotas de agua.

Se repite varias veces el experimento, variando el volumen de gas inyectado

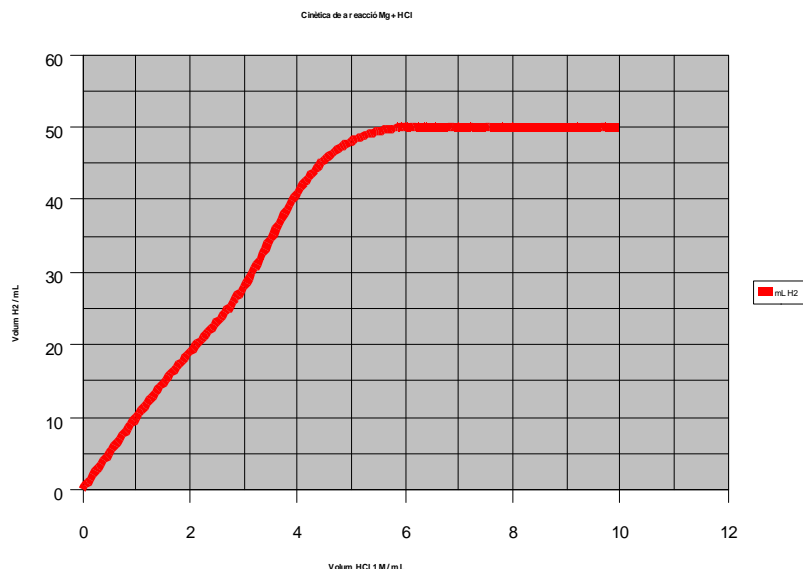


El líquido restante en la segunda jeringa es MgCl<sub>2</sub>(aq).

### 3- Reactivo limitante

Si la jeringa que contiene HCl(aq), está calibrada de mL en mL (para ello se necesita una de capacidad 10 mL), se repite el experimento anterior, pero se inyecta la solución de HCl en pequeños volúmenes, por ejemplo cada de 1 cm<sup>3</sup> cada vez. De manera que se pueda medir el volumen de gas formada tras cada inyección. De esta manera se traza la curva volumen de gas en función del volumen de solución empleada.

La curva muestra una inflexión y se estabiliza cuando el reactivo limitante (el magnesio se ha agotado



### 4- Obtención de dióxido de carbono. Reacciones con el CO<sub>2</sub>

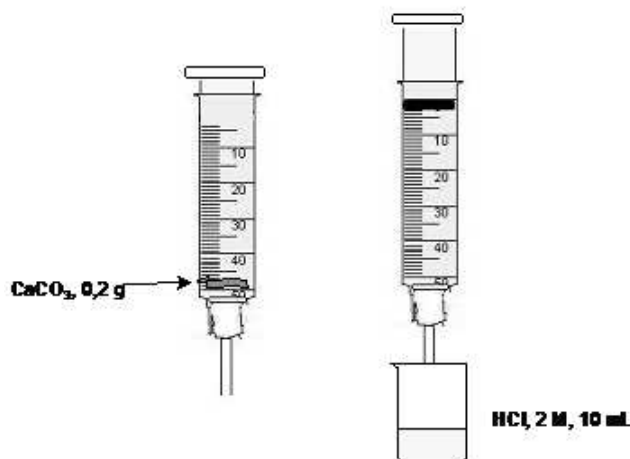
Reactivos:

CaCO<sub>3</sub>

HCl, 2,0 mol/L



Alternativa Vinagre + NaHCO<sub>3</sub>

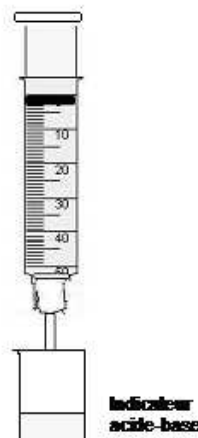


Al igual que en el caso del gas hidrógeno, el CO<sub>2</sub> puede aislarse en una de las jeringas. Se puede demostrar la acidez de las soluciones de gas CO<sub>2</sub> (y evidentemente que es algo soluble en agua).

Repitiendo el experimento y obteniendo un nuevo volumen de CO<sub>2</sub> se puede hacer reaccionar con solución de NaOH

### 5- $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{disolución ácida}$

El indicador cambia de color al inyectar el  $\text{CO}_2$



### 6- Reacción ácido-base entre el $\text{CO}_2$ y el NaOH

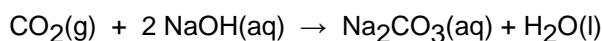
Reactivos:

$\text{CO}_2$

NaOH 2 mol/L



Una de las jeringas contiene unos  $10 \text{ cm}^3$  NaOH, 2 M, la otra el  $\text{CO}_2$ . Se hace pasar el gas de una jeringa a la otra moviendo alternativamente los dos émbolos. Al cabo de poco rato el volumen de gas habrá desaparecido por completo.



### 7-Obtención de los óxidos de nitrógeno. Equilibrio químico con la mezcla $\text{NO}_2$ , $\text{N}_2\text{O}_4$

Reactivos:

$\text{HNO}_3$  65% en massa

Cu

Hielo y agua caliente



**¡PARA ESTA REACCIÓN HAY QUE TOMAR PRECAUCIONES ESPECIALES !  
Guantes y gafas de seguridad.**

Una de las jeringas contiene pequeños trozos de cobre (por ejemplo retales de hilo de cobre), la otra unos  $10 \text{ cm}^3$  de  $\text{HNO}_3$  concentrado

Se inyecta lentamente, el ácido en la jeringa que contiene el cobre, poniendo especial atención de que el volumen de gases no sobrepase los 40 mL.

Se repite el proceso, con una tercera jeringa con virutas de cobre. De manera de tener dos jeringas con la mezcla de óxidos de nitrógeno.

Se tienen así dos jeringas.

Con la mezcla de los óxidos de nitrógeno, se estudia el equilibrio químico  $\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$ :

- Factor temperatura : una jeringa que contiene la mezcla de gases se coloca dentro de una bolsa con hielo, la otra se mantiene de referencia. : el color de la mezcla palidece, por desplazamiento del equilibrio hacia la formación de  $\text{N}_2\text{O}_4$ . La misma jeringa se coloca en un recipiente con agua caliente : el color cambia a marrón oscuro : el

equilibrio se ha desplazado a formar  $\text{NO}_2$

- Factor presión : Se comprime la mezcla de gases y se mantiene comprimida un cierto tiempo : el color palidece por formarse más  $\text{N}_2\text{O}_4$

Eliminación de los residuos: vaciar el contenido inyectando la mezcla en agua y siempre en un lugar con ventilación forzada. No respirar los gases. Llevar siempre guantes y gafas de seguridad.

**ES RECOMENDABLE QUE ESTE EXPERIMENTO SE REALICE COMO DEMOSTRACIÓN DEL PROFESORADO.**

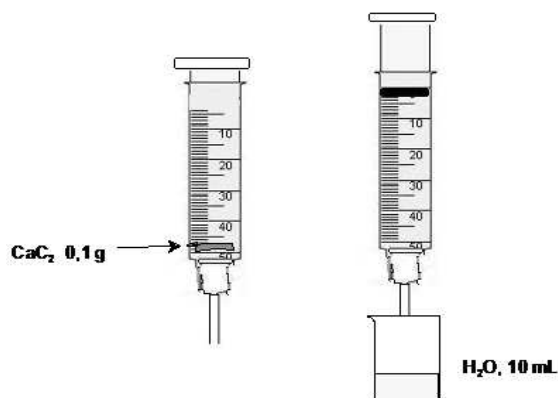
## **8-Obtención de acetileno**

Reactivos:

$\text{CaC}_2$

Agua

Solución jabonosa para hacer pompas de jabón



Pequeñas burbujas de jabón hechas con el gas acetileno, se inflaman en contacto con una llama

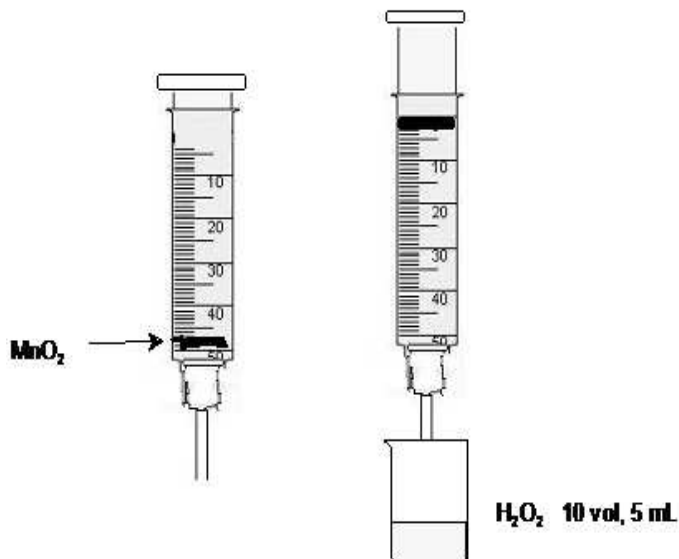
## **9- Obtención de gas oxígeno.**

Reactivos :

$\text{H}_2\text{O}_2$  10%

$\text{MnO}_2$  (catalizador)

Controlar que el  $\text{MnO}_2$ , en polvo, no obture el paso del líquido  $\text{H}_2\text{O}_2$



## 10- Reacción entre dos gases : amoníaco y cloruro de hidrógeno

Reactivos :  
 $\text{NH}_3$  (33%)  
 $\text{HCl}$  (37%)



**¡PARA ESTA REACCIÓN HAY QUE TOMAR PRECAUCIONES ESPECIALES !  
Guantes y gafas de seguridad.**

La primera parte de llenado de las jeringas debe hacerse en una vitrina con extractor o en lugar muy bien ventilado. Evitar respirar los gases.

Cada una de las jeringas se llena con uno de los gases, colocándola en el frasco sea de amoníaco (solución concentrada al 33%) o de ácido clorhídrico (solución concentrada al 37%). Se levanta el émbolo lentamente, para que se llene con los gases. El contenido no es de  $\text{NH}_3$  puro o de  $\text{HCl}$  puro, también hay importantes cantidades de aire y de vapor de agua.

Colocar la llave de conexión de las dos jeringas. Inyectar lentamente el contenido de la jeringa llena en el frasco de amoníaco en la otra: se forma una nube de un sólido blanco, es el cloruro de amonio,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  y el volumen total disminuye

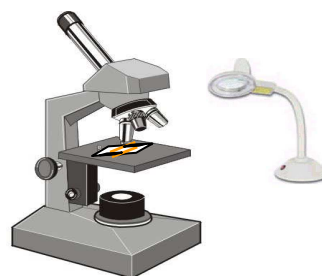
Mostrar la solubilidad de la sal formada, inyectando un poco de agua en la jeringa: el sólido blanco desaparece.

## Cristales metálicos por reacciones redox en microescala

### El dispositivo básico

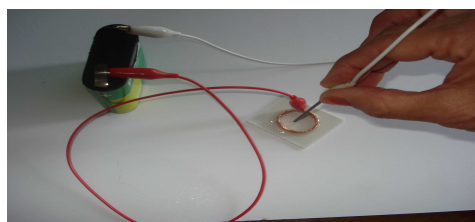
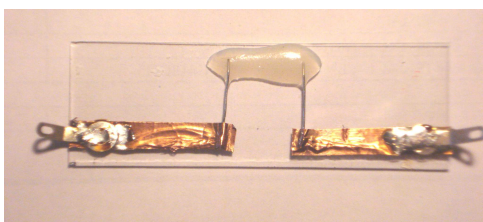
Si se trata solamente de una reacción redox, se utiliza un vidrio portaobjetos de microscopio.

Para ver cómo se forman los cristales metálicos se necesita una lupa, sea binocular o una lupa cuentahílos. Si se dispone de un microscopio, no debe usarse la iluminación por transparencia, puesto que los cristales son opacos. Hay que iluminar la preparación con una luz enfocada a la preparación.



Cuando se trata de cristales formados por electrólisis de una solución iónica, se tienen dos posibilidades:

- Construir una minicubeta para electrólisis, pegando dos electrodos de platino en un vidrio portaobjetos y soldando terminales de cobre para conectar una pila.
- Usando una minicubeta y un electrodo de grafito (mina de lápiz). La minicubeta se construye con un anillo de cobre pegado a una base, por ejemplo una pequeña placa de plástico.



El seguimiento debe hacerse con una lupa binocular o microscopio, igual que en los experimentos anteriores. También se puede conectar una cámara digital para fotografiar el proceso.

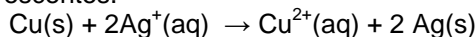
## **Ejemplos de reacciones químicas posibles**

### **1- Cristales de plata en fractales.**

Reactivos:

Hilo de cobre  
AgNO<sub>3</sub>, 0,01 M  
Cuentagotas

Se fija el hilo de cobre por sus extremos en el portaobjetos con ayuda de cinta adhesiva. Se coloca bajo la lupa o en el microscopio y, una vez enfocado, con el cuentagotas se deposita una o dos gotas de la solución de AgNO<sub>3</sub>, 0,01 M sobre el cobre. Aparecen cristales de plata que crecen en formas arborescentes.

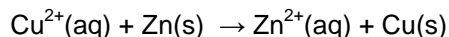


### **2- Cristales de cobre.**

Reactivos:

Hilo de zinc  
CuSO<sub>4</sub> 1,0 M

Se fija el hilo de zinc por sus extremos en el portaobjetos con ayuda de cinta adhesiva. Se coloca bajo la lupa o en el microscopio y, una vez enfocado, con el cuentagotas se deposita una o dos gotas de la solución de CuSO<sub>4</sub> 1,0 M. Aparecen cristales de cobre que crecen en formas fractales.

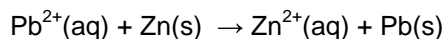


### **3- Cristales de plomo.**

Reactivos:

Hilo de zinc  
Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 0,1 M

Se fija el hilo de zinc por sus extremos en el portaobjetos con ayuda de cinta adhesiva. Se coloca bajo la lupa o en el microscopio y, una vez enfocado, con el cuentagotas se deposita una o dos gotas de la solución de Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 0,1 M. Aparecen cristales de plomo que crecen en formas arborescentes.



### **4- Cristales de estaño arborescentes por electrólisis.**

Reactivos:

HCl conc.  
Estaño en granalla  
Microcubeta para electrólisis  
Mina de lápiz (electrodo de grafito)  
Pila 4,5 V y cables de conexión

- La microcubeta se monta de la siguiente manera : un aro de cobre (entre 1,5 y 2 cm de diámetro y 0,5 cm de altura), que se puede obtener serrando un anillo a partir de un tubo o manguito de cobre o recubriendo con lámina de cobre por la parte interior, un pequeño recipiente de 1,5 o 2 cm de diámetro
- La solución que se electroliza,  $\text{SnCl}_2$ , debe prepararse inmediatamente antes del experimento. ( 10 cm<sup>3</sup> de HCl conc. y unos pequeños trozos de estaño en granalla)

Sobre la base de plástico rígido se pega el anillo de cobre.

Una vez bien encolado, se coloca en el interior del anillo, con ayuda del cuentagotas si es necesario, una pequeña cantidad de una de las sales.

Se conecta mediante las pinzas el anillo al polo positivo de la pila. El polo negativo de la pila se conecta al trozo de mina de lápiz.

Basta con introducir la mina de lápiz en el centro del anillo, tocando la solución para observar cómo aparecen los cristales metálicos alrededor de la mina de lápiz.

### **5- Cristales de otros metales.**

Basta con cambiar de solución, para obtener cristales de otros metales: plata, plomo, cobre...

### **Bibliografía**

Microscale gas chemistry: <http://mattson.creighton.edu/AllGases.html>

Reacciones con gases: <http://www.cienciaenaccion.org/indice.html>