



# **XVII Jornadas de Introducción al Laboratorio Experimental de Química**

**Guía de Prácticas**

**Facultad de Ciencias  
Universidad de Córdoba**

Enero de 2025



JORNADAS DE INTRODUCCIÓN AL  
LABORATORIO EXPERIMENTAL  
DE QUÍMICA

DPTO. QUÍMICA FÍSICA Y TERMODINÁMICA  
APLICADA



# Embelllecimiento de Objetos de la Vida Cotidiana

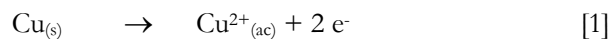
## INTRODUCCIÓN

La apariencia de muchos objetos utilizados a diario no se corresponde con su naturaleza. Aquellos que parecen de plata simplemente están recubiertos de una fina capa de este metal, al igual que el oro depositado sobre joyas o contactos eléctricos, los cromados, o los niquelados. Estos recubrimientos se consiguen mediante *electrodeposición*. Para obtener un buen depósito electrolítico, bien adherido y espesor uniforme, hay que controlar factores como la diferencia de potencial entre los electrodos, la intensidad de la corriente eléctrica, la pureza y concentración de la disolución electrolítica, la temperatura a la que se lleva a cabo el proceso, y la limpieza del objeto a recubrir.

## FUNDAMENTO TEÓRICO

La *electrodeposición* consiste en el depósito de una lámina fina de metal ( $\approx 0,02$  mm de espesor) sobre una superficie conductora mediante un proceso de electrólisis. El ejemplo más sencillo es la *electrodeposición* de cobre. El objeto a recubrir se coloca como cátodo y como ánodo un electrodo de cobre. Ambos electrodos se sumergen en una disolución que contenga una sal de  $\text{Cu}^{2+}$ , por ejemplo,  $\text{CuSO}_4$  (1).

En el ánodo se produce la semirreacción de oxidación:



En el cátodo se produce la semirreacción de reducción:



A medida que el Cu se deposita sobre el cátodo, los iones  $\text{Cu}^{2+}$  pasan a la disolución desde el ánodo, manteniéndose constante la concentración de  $\text{Cu}^{2+}$  en la disolución. Por tanto, no existe una reacción neta, sino simplemente una transferencia de cobre desde el ánodo hasta el cátodo.

La cantidad de sustancia liberada en los electrodos durante la electrólisis está relacionada con la carga total que ha fluido en el circuito eléctrico en la reducción [2], un mol de iones  $\text{Cu}^{2+}$  da lugar a 1 mol cobre metal. Para ello es necesario consumir 2 moles de electrones. Cada mol de electrones tiene una carga de  $9,65 \cdot 10^4$  C, denominada constante de Faraday ( $F=9,65 \cdot 10^4 \text{C/mol}$ ).

Por tanto, si se conoce la cantidad de sustancia precipitada,  $m$ , se puede saber la cantidad de carga eléctrica usada para su deposición,  $Q$ , según las siguientes relaciones:

$$Q = \frac{m}{PM} \cdot n \cdot F \quad (\text{Ley de Faraday}) \quad \text{y} \quad Q = I \times \Delta t \quad \text{donde}$$

PM = Peso molecular del Cobre
$n = n^\circ$ electrones
$F = 9,65 \cdot 10^4 \text{ C/mol}$
$I =$ Intensidad de corriente
$\Delta t =$ tiempo de electrólisis

A partir de la carga eléctrica y del tiempo de electrólisis, se puede determinar la intensidad de corriente.



# JORNADAS DE INTRODUCCIÓN AL LABORATORIO EXPERIMENTAL DE QUÍMICA

DPTO. QUÍMICA FÍSICA Y TERMODINÁMICA  
APLICADA



## OBJETIVOS

- Provocar la electrodeposición de una capa de metal (Cu) para recubrir un objeto metálico de naturaleza distinta por electrólisis y cuantificar la cantidad depositada mediante gravimetría.
- Calcular la carga y la intensidad de corriente para la deposición de esa cantidad de metal.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Material:

Pila, cables, objeto a recubrir, lámina de cobre, vaso de precipitados, matraz aforado de 50 ml, espátula, vidrio de reloj y sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ).

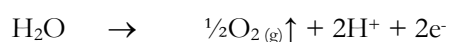


### Preparación de la disolución de $\text{CuSO}_4$

- Pesar 1.25g de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  en un vidrio de reloj.
- Disolver en agua destilada el sólido pesado en un vaso de precipitado.
- Transvasar el líquido resultante a un matraz de 50ml y enrasar.
- Calcular la concentración de  $\text{Cu}^{2+}$  presente en la disolución.

### Limpeza electroquímica del objeto a recubrir.

- Pesar el objeto que se quiere recubrir.
- Conectar el objeto a recubrir, mediante el cable rojo, al polo positivo de la pila.
- Conectar la lámina de cobre, mediante el cable negro, al polo negativo de la pila.
- Añadir los 50ml de la disolución de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  en el vaso de precipitado. El objeto a recubrir y la lámina de cobre se introducen en la disolución. Observar un intenso burbujeo sobre el objeto a recubrir, durante al menos 1 minuto. Las burbujas son el resultado de la oxidación del agua para formar oxígeno sobre la superficie del objeto mediante la reacción de electrólisis del agua:



### Deposición de Cobre sobre el objeto a recubrir.

- Conectar la lámina de cobre, mediante el cable rojo, al polo positivo de la pila.
- Conectar el objeto a recubrir, mediante el cable negro, al polo negativo de la pila.
- Transcurridos 10 minutos desconectar los cables de la pila y retirar el objeto recubierto de cobre.
- Secar y pesar el objeto, ahora recubierto de Cobre. Por diferencia, se determina la cantidad de cobre que se ha depositado sobre el objeto.
- Desechar la disolución de  $\text{CuSO}_4$  al recipiente adecuado para su tratamiento como residuo y limpiar el material.
- A partir de los datos experimentales, calcular la carga necesaria para realizar la deposición y la intensidad de corriente que circuló durante el proceso de electrólisis.

## REFERENCIAS

1. K.W. Whitten, R.E. Davis y M.L. Peck, *Química General*, Ed. McGraw-Hill, Madrid (1998).



JORNADAS DE INTRODUCCIÓN AL  
LABORATORIO EXPERIMENTAL  
DE QUÍMICA

DPTO. QUÍMICA FÍSICA Y TERMODINÁMICA  
APLICADA



# Guante de Oxígeno

---

## INTRODUCCIÓN

Las sustancias gaseosas de utilidad deben encerrarse en un recipiente adecuado para su uso posterior. En cualquier laboratorio, e incluso en hospitales, no es raro ver balas de gases útiles (medicinales en el caso de hospitales) cuyo uso es fundamental en distintas aplicaciones.

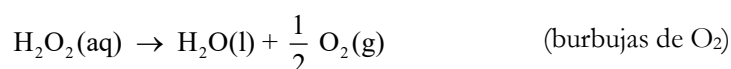
Muchos gases son obtenidos mediante reacciones químicas. Son productos de reacción que, si no se pone cuidado, se pierden mezclándose con el aire del laboratorio o del recinto.

En esta práctica vamos a producir oxígeno y lo vamos a "embalar" en un guante.

---

## FUNDAMENTO

La descomposición del peróxido de hidrógeno tiene lugar según la reacción:



Esta reacción es exotérmica, de manera que la temperatura de la mezcla de reacción aumenta en una magnitud proporcional a la cantidad de peróxido de hidrógeno que reacciona. El calor desprendido se puede determinar por la fórmula:

$$Q \cong m \cdot c_e \cdot \Delta T$$

Para que la reacción transcurra rápidamente se añade un CATALIZADOR. Éste interviene en la reacción, aunque veremos que al final queda igual que estaba al principio. Esto nos indica que no es un reactivo ni un producto, sólo un "intermediario" para que la reacción vaya más rápida.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Material:

Matraz de tres bocas, vaso de precipitados, termómetro, guante, peróxido de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), nitrato de hierro (III)

### Procedimiento:

- Se toman 50 mL de una disolución de  $\text{H}_2\text{O}_2$  (3% p/v) en un vaso pequeño con una probeta.
- Se prepara una disolución del catalizador,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ , pesando 2 gramos y disolviéndolo con 30 mL de agua en otro vaso pequeño. Tomar nota del COLOR de la disolución.
- Preparamos el matraz de tres bocas con el termómetro en el centro, un guante en la boca de la izquierda (para los zurdos mejor, al contrario) y un tapón para el de la derecha.



## JORNADAS DE INTRODUCCIÓN AL LABORATORIO EXPERIMENTAL DE QUÍMICA

### DPTO. QUÍMICA FÍSICA Y TERMODINÁMICA APLICADA



- Se quita el tapón y se añade el  $H_2O_2$ . Se mide la temperatura. Será la TEMPERATURA INICIAL,  $T_i$ .
- Luego se añade por la misma boca la disolución del catalizador y se cierra rápido con el tapón.

#### **Observaciones:**

- Observar el cambio instantáneo de COLOR y anotarlo.
- Observar cómo en pocos segundos aparecen muchas burbujas.
- Ver cómo la temperatura aumenta y anotar la TEMPERATURA FINAL,  $T_f$ .
- Ver que el guante se hincha (como en la figura de la derecha), albergando el oxígeno ("bala o guante" de oxígeno).
- Observar el cambio de color de la disolución según transcurre la reacción.



#### **Cálculos y conclusiones:**

- Teniendo en cuenta que la masa total de la disolución preparada es próxima a 80 g (50+30 mL de disoluciones acuosas mezcladas) y que  $c_e = 4.18 \text{ J/}^\circ\text{C}\cdot\text{g}$ , determinar el calor desprendido en la reacción,  $Q$ .

Si luego se divide  $Q$  entre el número de moles que hemos puesto de  $H_2O_2$ , tendremos el CALOR DE REACCIÓN ( $\Delta H_{\text{exp}}$ ) DE DESCOMPOSICIÓN DE PERÓXIDO DE HIDRÓGENO. En los libros vemos que tiene un valor de alrededor de 90 kJ/mol, ¿te sale?

- ¿Cómo vemos en este experimento que el Fe juega el papel de catalizador?



# Ensayos sencillos con polímeros de uso cotidiano

## INTRODUCCIÓN

Muchos de los objetos que nos rodean y utilizamos en la vida cotidiana están hechos o tienen partes elaboradas con plásticos, pinturas y fibras sintéticas. Todos estos objetos tienen en común el hecho de estar constituidos por polímeros, es decir, moléculas grandes (macromoléculas) construidas a partir de unidades más pequeñas (monómeros) que se repiten muchas veces a lo largo de la molécula.

En la primera parte de la práctica, comprobaremos cómo, mediante ensayos sencillos basados en su diferente densidad, pueden identificarse y separarse, para poder ser reciclados, distintos plásticos de uso cotidiano.

Los diferentes plásticos que tendremos que identificar así como las 6 disoluciones de densidad conocida (disoluciones patrón) que nos servirán para su identificación aparecen en la siguiente tabla.

POLÍMERO	Símbolo para reciclado	Intervalo de densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Disoluciones patrón	
EPS (poliestireno expandido)		0.02-0.06	Identificador	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )
PP (polipropileno)		0.89-0.91	1	0.79
LDPE (polietileno de baja densidad)		0.91-0.93	2	0.91
HDPE (polietileno de alta densidad)		0.94-0.96	3	0.94
PS (poliestireno)		1.04-1.11	4	1.00
PVC (policloruro de vinilo)		1.20-1.55	5	1.15
PET (politereftalato de etileno)		1.38-1.40	6	1.38

Algunos ejemplos de uso de estos materiales:

EPS (poliestireno expandido): relleno de cajas para proteger el contenido de posibles golpes en su traslado; caja para hamburguesas; bandejas de alimentos preparados.

PP (polipropileno): contenedores de quesos frescos y algunas margarinas; puntas de pipeta.



# JORNADAS DE INTRODUCCIÓN AL LABORATORIO EXPERIMENTAL DE QUÍMICA



## DPTO. QUÍMICA ORGÁNICA

LDPE (polietileno de baja densidad): algunas bolsas de plástico; bolsas de congelados.

HDPE (polietileno de alta densidad): recipientes de champús y geles de baño; recipientes de yogures líquidos.

PS (poliestireno): platos, cubiertos y vasos de plástico desechable; perchas de plástico.

PVC (policloruro de vinilo): bandejas de tartas y frutas escarchadas; correas de relojes.

PET (politereftalato de etileno): es el plástico más empleado en botellas de bebidas

### PROCEDIMIENTO

- Disponer una gradilla con 6 tubos de ensayo. Añadir a cada uno de los tubos una de las disoluciones de densidad conocida.

- Preparar las diferentes muestras de polímeros, cortándolas en trozos de unos 4x4 mm. De cada polímero problema se cortarán 6 trozos. Introducir uno en cada tubo de ensayo, y a la vista de los resultados completar la siguiente tabla e identificar el material del que se trata.

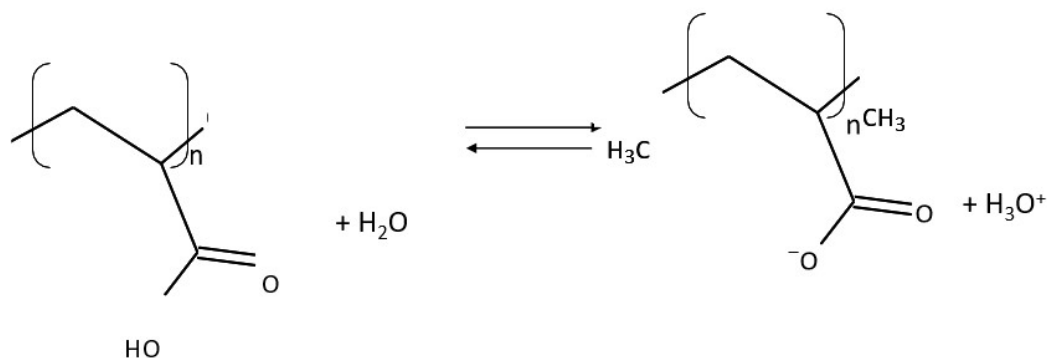
Nr. muestra	Indicar si flota (F) o se hunde (H) en cada una de las disoluciones de densidad conocida						Polímero de que se trata
	1	2	3	4	5	6	

Es posible que se formen burbujas de aire alrededor de los polímeros lo que puede hacer que materiales que por su densidad deberían hundirse permanezcan a flote. Por ello, realizaremos los ensayos agitando con la ayuda de una varilla.

### HIDROGELES

En la segunda experiencia el estudiante se familiarizará con los hidrogeles, también conocidos como materiales poliméricos “inteligentes”. Los hidrogeles se encuentran presentes en muchos materiales de uso cotidiano, como los pañales desechables, aprovechando su gran capacidad de absorción de líquido (muchas veces su peso).

Los hidrogeles suelen estar constituidos por ácidos carboxílicos (compuestos de estructura R-COOH) que se ionizan en agua dejando una serie de cargas negativas alrededor del polímero.





## JORNADAS DE INTRODUCCIÓN AL LABORATORIO EXPERIMENTAL DE QUÍMICA

DPTO. QUÍMICA ORGÁNICA



Esto tiene un doble efecto: a) las cargas negativas se repelen, dando lugar a una expansión del polímero; b) las moléculas polares de agua son atraídas por las cargas negativas. Como consecuencia de ello, la mezcla de polímero y agua se hace más viscosa y el polímero, que había aumentado de tamaño, puede retener gran cantidad de agua.

Sin embargo, se trata de un equilibrio, que puede ser modificado de diversas formas. Por ejemplo, si se añade una sal, ésta se disociará en agua, dando iones positivos y negativos. Los iones positivos serán atraídos hacia las cargas negativas del polímero que, en consecuencia, liberarán el agua retenida.

### **PROCEDIMIENTO**

Con la ayuda de unas tijeras, romper un pañal, recogiendo con cuidado el hidrogel de su interior. Tendrá un aspecto de pequeñas partículas blancas. De un pañal se pueden obtener unos 5-10 g de hidrogel. Pesar unos 5 g y verterlos en un vaso de precipitados. Ir añadiendo agua (alrededor de 100mL) y comprobar la alta capacidad de absorción del polímero, a la vez que aumenta su tamaño. Si ahora añadimos sal, la viscosidad de la mezcla disminuirá y se hará cada vez más fácil de agitar. El hidrogel tenderá a liberar agua y recuperar su aspecto original, decantando en el fondo del vaso.





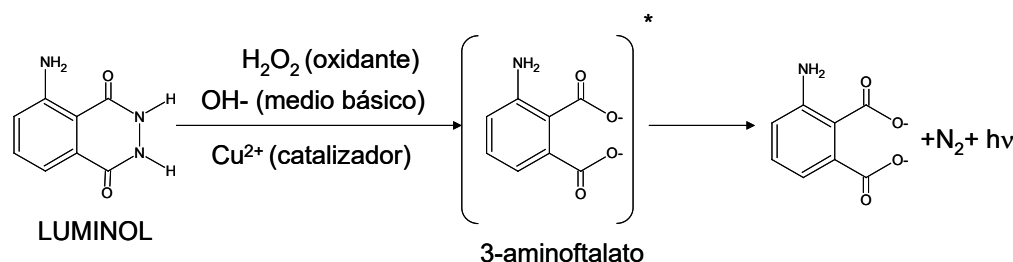
# La espiral luminosa: generación de luz mediante una reacción química

## INTRODUCCIÓN

La luminiscencia es un fenómeno que se produce en determinados compuestos químicos que al ser excitados pueden emitir luz. Cuando la excitación es provocada por la luz, tenemos procesos como la fluorescencia (caso por ejemplo de determinadas tintas que brillan de un modo especial al ser iluminadas) o la fosforescencia (caso de los juguetes que brillan en la oscuridad o las manecillas de ciertos relojes).

Cuando la excitación es originada por una reacción química, se habla de bioluminiscencia (si tiene lugar en los seres vivos) o de modo genérico de quimioluminiscencia. Un ejemplo típico de bioluminiscencia es el caso de las luciérnagas que emiten luz en la oscuridad. Todos hemos visto alguna vez en la televisión (particularmente en series como CSI) cómo la policía científica llega a la escena del crimen y mediante una serie de reactivos logra detectar rastros de sangre. Este es un ejemplo de quimioluminiscencia muy parecido al que veremos en esta práctica.

En nuestro caso el compuesto que emitirá luz al ser irradiado es el luminol. El proceso que tendrá lugar se puede esquematizar de modo resumido de la siguiente manera:



Así, al poner el luminol en un medio básico será oxidado por el peróxido de hidrógeno (agua oxigenada), proceso que es catalizado por un metal, en este caso el cobre. La reacción originará un intermedio inestable (3-aminofalato excitado) que emitirá luz. En el caso de la detección de rastros de sangre, el catalizador es el hierro de la hemoglobina.

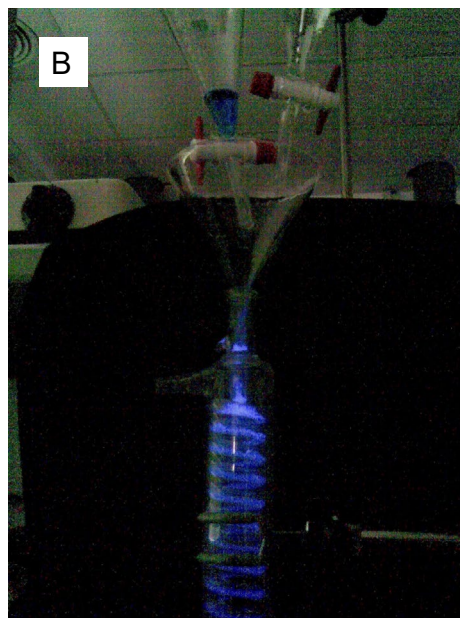
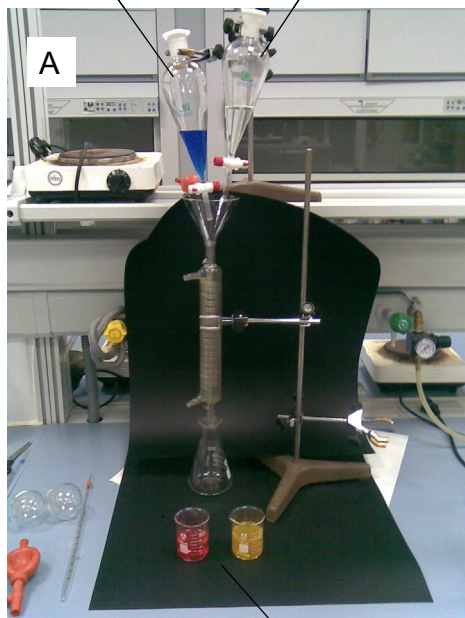
## PROCEDIMIENTO

El alumno encontrará un montaje como el de la Figura 1A. Introducir en uno de los embudos la disolución básica de luminol con el catalizador (disolución A) y en el otro la disolución de peróxido de hidrógeno (disolución B). Abrir simultáneamente las llaves de paso de ambos embudos. A medida que los contenidos de ambas disoluciones se vayan mezclando en el serpentín, tendrá lugar la reacción del esquema, originándose una luz de tonalidad azulada (Figura 1B). La tonalidad de la luz puede ser alterada mediante la adición de determinados tintes. Repetir el experimento, haciendo gotear a la entrada del serpentín, con la ayuda de una pipeta, unos mililitros de disolución de rodamina B (disolución C).

Para poder apreciar mejor el experimento, conviene llevarlo a cabo con escasa luz. También puede rodearse el sistema con cartulina negra.

Disolución A  
(luminol, OH<sup>-</sup>, Cu<sup>2+</sup>)

Disolución B  
(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)



Disolución C (colorante)

Figura 1. Montaje experimental de la práctica (A) y resultado de la misma al mezclar las disoluciones A y B (B).

### MATERIAL Y REACTIVOS

2 embudos de decantación

1 embudo de rama corta

Un refrigerante de reflujo

Un matraz Erlenmeyer

Una pipeta de 10 mL

Cartulina negra

Disolución básica de luminol con Cu<sup>2+</sup> (disolución A)

Disolución acuosa de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (disolución B)

Disolución acuosa de rodamina B (disolución C)



JORNADAS DE INTRODUCCIÓN AL  
LABORATORIO EXPERIMENTAL  
DE QUÍMICA

DPTO. QUÍMICA INORGÁNICA E INGENIERÍA  
QUÍMICA  
Área de Ingeniería Química



# Obtención de hidrogel de sílice

---

## MATERIAL

- Un pie de bureta
- Una bureta de 20 mL
- Dos vasos de precipitado de 100 mL.
- Dos matraces de 500 mL
- Silicato sódico comercial (77,66g/100 mL)
- Una varilla de vidrio
- Fenolftaleína
- Ácido clorhídrico 1M.

## EXPLICACIÓN

Cuando una disolución de un disilicato soluble que es muy básica se acidifica, el ion silicato reacciona formando ácido monosilícico, que reaccione entre sí para producir agua y enlaces Si-O-Si. Estos enlaces son la base para la formación de la red tridimensional que dará lugar al gel. El gel de sílice así obtenido es una sustancia sólida amorfa, es decir, sus átomos presentan una disposición ordenada sólo a corto alcance. Se comprobará la capacidad de ganar y perder agua del material preparado mediante pesada.

## PROCEDIMIENTO

1. Poner ácido sulfúrico en la bureta y unos 20 mL de la disolución de silicato sódico en un vaso de precipitado.
2. Añadir dos gotas de fenolftaleína en la disolución de silicato sódico.
3. Dejar caer ácido sobre la disolución de silicato sódico e ir agitando ocasionalmente, justo hasta que se decolore.
4. La sílice formada en la reacción coagulará pronto y se obtendrá un gel.
5. Se les muestra el gel seco (preparado previamente) y se vuelve a rehidratar mediante la adición de agua destilada.
6. Explicación de lo observado.



JORNADAS DE INTRODUCCIÓN AL  
LABORATORIO EXPERIMENTAL  
DE QUÍMICA

DPTO. QUÍMICA INORGÁNICA E INGENIERÍA  
QUÍMICA  
Área de Ingeniería Química



# Valoración de la acidez titulable en zumo de fresa

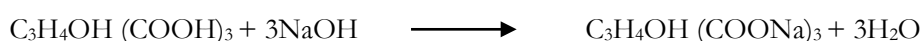
## INTRODUCCIÓN

La determinación de la acidez en alimentos (zumos, frutas, vinagre, etc.) es de gran importancia para la aceptación del producto por parte del consumidor, además de ser un parámetro clave para determinar la vida útil de los alimentos. Su análisis es muy frecuente en los laboratorios de calidad alimentaria de distintas industrias (cervecera, láctea, bebidas espirituosas, zumos, etc.).

## FUNDAMENTO

La técnica se basa en una valoración ácido-base (también llamada volumetría ácido-base, titulación ácido-base, etc.). Se trata de un método de análisis cuantitativo que permite conocer la concentración de una disolución A (de concentración desconocida) a partir de otra disolución B (de concentración conocida), llamada valorante. En este caso el zumo de fresa corresponde a la disolución A, mientras que el valorante es una disolución de NaOH 0,1N.

La acidez en alimentos se expresa en función del ácido mayoritario presente en el producto (ácido cítrico), aunque la acidez también va a deberse a otros ácidos minoritarios presentes, como el ácido ascórbico, entre otros. Sin embargo, hay otras frutas en las que el ácido predominante es el málico (manzana) o el tartárico (uvas). La reacción de neutralización del ácido cítrico con el hidróxido de sodio se escribe de la siguiente manera:



## PROCEDIMIENTO

1. Triturar aproximadamente 50 gramos de fresas (3 fresas). A continuación, centrifugar a 4000 rpm durante 10 minutos.
2. Coger 1 gramo de jugo y verter 10 mL de agua.
3. Agitar esta última disolución durante 2 minutos, o en su caso, hasta que la mezcla sea homogénea.
4. Coger 5 mL del jugo diluido y verterlos en el Erlenmeyer. A continuación, adicionar 25 mL de agua destilada.
5. Adicionar 2-3 gotas de fenolftaleína como indicador.
6. En una bureta de 25 mL verter una disolución de NaOH 0,1N previamente estandarizada y enrasar el menisco a 0 mL.
7. Empezar la titulación adicionando gota a gota el valorante hasta que se produzca el viraje de la disolución de rosa claro a oscuro.
8. Apuntar el volumen de NaOH gastado en la valoración.

Para calcular el porcentaje de acidez del zumo aplicamos la siguiente fórmula:

$$\text{TA (g de ácido cítrico/100 gramos de jugo)} = V_{\text{NaOH}} * N(\text{NaOH}) * 100 * 0.064 * 2$$



JORNADAS DE INTRODUCCIÓN AL  
LABORATORIO EXPERIMENTAL  
DE QUÍMICA

DPTO. QUÍMICA INORGÁNICA E INGENIERÍA  
QUÍMICA  
Área de Ingeniería Química



# Estados de oxidación del manganeso

---

## MATERIAL

- Cinco vasos de precipitado de 100 mL
- Agua destilada
- Disolución Permanganato de potasio ( $\text{KMnO}_4$ ) 0,02 M
- Disolución  $\text{H}_2\text{SO}_4$  2 M
- Disolución NaOH 6 M
- Agua Oxigenada/Peróxido de Hidrógeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) (comercial 3%)
- Azúcar

## PROCEDIMIENTO

1. Preparamos 5 vasos de precipitado y los rotulamos con las letras A, B, C, D y E.
2. Añadimos 50 mL de agua destilada a todos los vasos
3. Vaso A: Añadimos una gota de la disolución de permanganato y agitamos. Se observará una coloración púrpura propia del ion Mn (VII).
4. Vaso B: Añadimos una gota de permanganato y 3 mL de NaOH 6 M. Tras homogeneizar añadimos azúcar (muy poca cantidad) y observaremos un cambio de coloración de violeta  $\rightarrow$  azul Mn (V)  $\rightarrow$  verde Mn (VI)
5. Vaso C: Añadimos una gota de permanganato junto con una gota de NaOH y tras homogeneizar añadimos una gota de peróxido. Tras la adición se observará un cambio de color a marrón debido a la presencia de  $\text{MnO}_2$  (Mn(IV)). Si añadimos una mayor cantidad de permanganato y de peróxido se apreciará la aparición del precipitado de  $\text{MnO}_2$ .
6. Vaso D: Primero añadiremos al vaso de precipitado 3 mL de la disolución de ácido sulfúrico. Tras esto se añadirán 4 gotas de permanganato y posteriormente una gota de peróxido. Se producirá una disolución de color rosa oscuro/marrón propia del Mn (III).
7. Vaso E: Primero añadiremos al vaso de precipitado 3 mL de la disolución de ácido sulfúrico. Tras esto se añadirá una gota de permanganato y posteriormente una gota de peróxido. Observaremos que la disolución se vuelve incolora, indicando la presencia del ion Mn (II).



# JORNADAS DE INTRODUCCIÓN AL LABORATORIO EXPERIMENTAL DE QUÍMICA

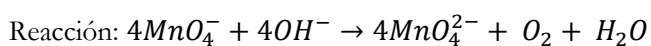
DPTO. QUÍMICA INORGÁNICA E INGENIERÍA  
QUÍMICA  
Área de Ingeniería Química



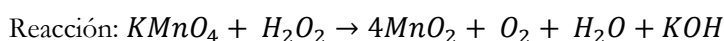
## EXPLICACIÓN

Vaso A: El color de la disolución se debe a la presencia del ion permanganato  $MnO_4^-$ .

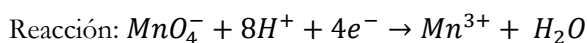
Vaso B: Al reaccionar la sacarosa (azúcar) con permanganato de potasio en medio básico, se obtiene una reacción conocida como el camaleón químico. Durante la reacción tiene lugar la oxidación de los grupos hidroxilo de la sacarosa y una reducción gradual del permanganato de potasio, desde su estado de oxidación +7 en el ión permanganato, pasando por su estado de oxidación +5 del anión  $MnO_4^{3-}$  (color azul) y +6 del ion manganeso  $MnO_4^{2-}$  (color verde). La ausencia del color azul se debe a que el anión es inestable y se desmuta a Mn(VII) y a Mn(V).



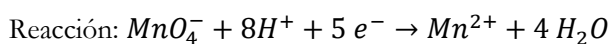
Vaso C: Observamos la reducción del permanganato a dióxido de manganeso ( $MnO_2$ ), el cual es un sólido de color marrón, que a bajas concentraciones se mantiene soluble.



Vaso D: El ión permanganato (rosa) se reduce a  $Mn^{3+}$  (rosa). El ion  $Mn^{3+}$  es inestable y tiende a dismutarse a Mn(IV) y Mn(II).



Vaso E: El manganeso en el ión permanganato (púrpura) se reducirá a  $Mn^{2+}$  (incoloro). El complejo  $Mn^{2+}$  posee una configuración electrónica que termina en  $3d^5$ , lo que le permite la posibilidad de formar ligandos de alto spin, con energía de desdoblamiento que implica una absorción de energía en el rango del UV, manifestándose de forma incolora.



La variación de color depende de los diferentes estados de oxidación del manganeso. Esto se debe a que los electrones de la capa de valencia absorben radiación electromagnética saltando a niveles energéticos más altos. La diferencia de energía entre los orbitales d corresponde a la energía de la radiación del espectro de luz visible, por lo que tras absorber esa radiación observaremos el color complementario.

## APLICACIONES:

Permanganato de potasio: Producto muy apreciado debido a su alto poder oxidativo en múltiples áreas como el tratamiento de aguas, la preservación de alimentos, uso industrial, medicina, etc...



JORNADAS DE INTRODUCCIÓN AL  
LABORATORIO EXPERIMENTAL  
DE QUÍMICA

DPTO. QUÍMICA INORGÁNICA E INGENIERÍA  
QUÍMICA  
Área de Ingeniería Química



Óxido de manganeso: El dióxido de manganeso se usa como un agente desecante o catalizador en pinturas y barnices y como decolorante en la fabricación de vidrio y en pilas secas.

En seres humanos el manganeso es un elemento que nos sirve para producir energía y proteger a las células. Sin embargo, el exceso del manganeso y de sus otras variantes puede producir efectos graves en la salud.





# JORNADAS DE INTRODUCCIÓN AL LABORATORIO EXPERIMENTAL DE QUÍMICA

DPTO. QUÍMICA INORGÁNICA E INGENIERÍA  
QUÍMICA  
Área de Ingeniería Química



## Col lombarda: Un indicador natural de pH

### INTRODUCCIÓN

El pH es una medida de la acidez o basicidad de una disolución. Su valor, comprendido entre 0 y 14 en disoluciones acuosas, indica la concentración de iones hidrógeno (o hidrogeniones) presentes en determinadas disoluciones. Se calcula, en disoluciones no muy diluidas, mediante la expresión:

El pH 7 se denomina neutro. Por debajo de este valor el pH es ácido, y por encima básico. En la naturaleza y en nuestro día a día encontramos disoluciones neutras, básicas y ácidas. Los colores que se obtienen del extracto de col lombarda para disoluciones de distintos pH varían del rojo al amarillo pasando por el rosa, púrpura, azul y verde.



Las antocianinas son moléculas orgánicas hidrosolubles que se encuentran en las vacuolas de las células vegetales y que aportan el color rojo, púrpura o azul a hojas, flores o frutos.

En particular, en la col lombarda se han identificado 36 antocianinas diferentes. Las antocianinas son moléculas que modifican su estructura en función de la cantidad de protones presentes en la disolución. Al cambiar su estructura también lo hace su color, mostrando una amplia gama de tonos desde el rojo, pasando por el violeta o el azul e incluso el amarillo.

### MATERIALES

Para el desarrollo de la práctica se necesitará: limón, vinagre, agua, bicarbonato, amoníaco, lejía y 6 vasos de precipitado/tubos falcon.

### PROCEDIMIENTO

1. Verter unos 5 mL de cada solución en los vasos de precipitado.
2. Adicionar 2 mL del extracto de col lombarda a cada vaso y observar el viraje de color.
3. Razonamiento y explicación de lo observado.





## JORNADAS DE INTRODUCCIÓN AL LABORATORIO EXPERIMENTAL DE QUÍMICA

DPTO. QUÍMICA INORGÁNICA E INGENIERÍA  
QUÍMICA  
Área de Ingeniería Química



# Contenido de azúcar de zumos de frutas

---

## INTRODUCCIÓN

Los zumos de frutas son un producto relacionado con un estilo de vida saludable, obtenidos a partir de frutas sanas y maduras. La composición mayoritaria de los zumos, en general, está compuesta por azúcares, ácidos, vitaminas, minerales, en cantidades variables dependiendo de la fruta originaria.

El zumo de fruta es una bebida cuya composición suele ser bastante similar a la de la fruta de la cual procede. La elaboración puede realizarse por el consumidor final o industrialmente. En el mercado se encuentra una gran variedad de zumos elaborados: 100% exprimido, néctar, concentrado, etc.

El contenido de azúcar de los zumos de fruta procede directamente de la fruta y no debe tener azúcares añadidos. Como se ha mencionado, el contenido en azúcar de los zumos dependerá de la variedad de fruta empleada, pues es sabido que la composición nutricional de las frutas depende de su variedad, cultivo, condiciones climáticas, almacenamiento y conservación.

Según la normativa europea, los zumos de frutas nunca contienen azúcares añadidos, pero sí pueden tener un contenido de azúcar similar al de la fruta de la que proceden. Los fabricantes de zumos tampoco pueden reducir legalmente el contenido de azúcar de los zumos de frutas. La Organización Mundial de la Salud recomienda limitar el consumo de azúcares libres a no más del 10% del aporte calórico diario por la importancia de los hábitos alimentarios y el estilo de vida para el control del peso.

---

## FUNDAMENTO

Actualmente, existe una gran controversia sobre la ingesta del azúcar presente en determinados alimentos y, especialmente, en los zumos envasados. Esta propuesta pretende ser un primer acercamiento a una metodología de investigación, pues permite a los participantes discutir y analizar algunos factores que reciben más atención por parte de la sociedad actual, como es la concentración de azúcar en los alimentos.

## OBJETIVO DE LA PRÁCTICA

En esta práctica se pretende estimar el contenido en sólidos solubles mediante la determinación del grado Brix, que es el porcentaje en masa de sacarosa de una solución acuosa de sacarosa que tiene el mismo índice de refracción que el producto analizado. Debido al alto contenido en ácidos de los zumos, se hace necesario realizar una corrección del valor del grado Brix mediante la determinación de la acidez valorable.

## MATERIALES

- ✓ Zumo de frutas
- ✓ Refractómetro

## PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Determinación de los grados Brix
  - a. Calibración del refractómetro
  - b. Medir el Grado Brix de la muestra



JORNADAS DE INTRODUCCIÓN AL  
LABORATORIO EXPERIMENTAL  
DE QUÍMICA

DPTO. QUÍMICA INORGÁNICA E INGENIERÍA  
QUÍMICA  
Área de Ingeniería Química



# Valoración de la acidez titulable en vinagres

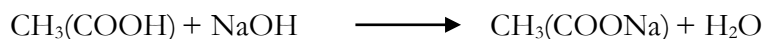
## INTRODUCCIÓN

La determinación de la acidez en alimentos (zumos, frutas, vinagre, etc.) es de gran importancia para la aceptación del producto por parte del consumidor, además de ser un parámetro clave para determinar la vida útil de los alimentos. Su análisis es muy frecuente en los laboratorios de calidad alimentaria de distintas industrias (cervecera, láctea, bebidas espirituosas, zumos, etc.).

## FUNDAMENTO

La técnica se basa en una valoración ácido-base (también llamada volumetría ácido-base, titulación ácido-base, etc.). Se trata de un método de análisis cuantitativo que permite conocer la concentración de una disolución A (de concentración desconocida) a partir de otra disolución B (de concentración conocida), llamada valorante. En este caso el vinagre corresponde a la disolución A, mientras que el valorante es una disolución de NaOH 0,5N.

La acidez en alimentos se expresa en función del ácido mayoritario presente en el producto (ácido acético), aunque la acidez también va a deberse a otros ácidos minoritarios presentes (ácido málico si es de manzana, tartárico si es de uva). Normalmente la acidez de los vinagres va desde 4 hasta 9%. La reacción de neutralización del ácido acético con el hidróxido de sodio se escribe de la siguiente manera:



## PROCEDIMIENTO

1. Coger 2 mL de vinagre y verterlos en el Erlenmeyer. A continuación, adicionar 100 mL de agua destilada.
2. Adicionar 2-3 gotas de fenolftaleína como indicador.
3. En una bureta de 25 mL verter una disolución de NaOH 0,5N previamente estandarizada y enrasar el menisco a 0 mL.
4. Empezar la titulación adicionando gota a gota el valorante hasta que se produzca el viraje de la disolución de rosa claro a oscuro.
5. Apuntar el volumen de NaOH gastado en la valoración.

Para calcular el porcentaje de acidez del vinagre aplicamos la siguiente fórmula:

$$\text{TA (g de ácido acético/100 gramos de vinagre)} = V_{\text{NaOH}} * N(\text{NaOH}) * 60.052 * 100 / V_{\text{vinagre}}$$



# Ensayos de identificación de sustancias inorgánicas

---

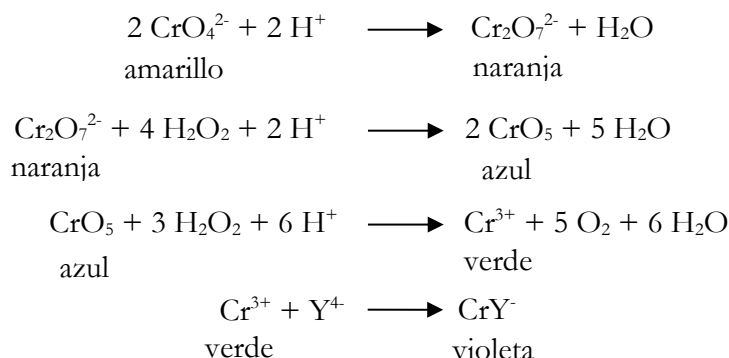
## INTRODUCCIÓN

En esta práctica se llevarán a cabo ensayos de identificación para cuatro especies inorgánicas: cromato, plomo, aluminio y cobalto, basados en la formación de diferentes productos coloreados mediante reacciones de dimerización, formación de complejos, precipitación y redox.

---

### 1. RECONOCIMIENTO DE CROMATO

El reconocimiento de este ion se basa en una reacción policromática. La disolución acuosa de cromato ( $\text{CrO}_4^{2-}$ ) es de color amarillo. En medio ácido el cromato pasa a dicromato ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ) de color naranja. Mediante la adición de peróxido de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) se forma peroxo crómico ( $\text{CrO}_5$ ), compuesto de color azul. Mediante calentamiento a ebullición se destruye el peroxo crómico formándose Cr(III) de color verde, que forma un complejo con AEDT ( $\text{CrY}^-$ ) de color violeta.





# JORNADAS DE INTRODUCCIÓN AL LABORATORIO EXPERIMENTAL DE QUÍMICA



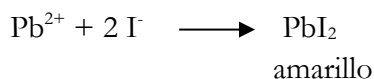
DPTO. QUÍMICA ANALÍTICA

## **PROCEDIMIENTO:**

- A 0.5 mL (10 gotas) de la disolución N° 1 (Cromato) se adiciona HCl 2 N hasta acidez, más dos gotas en exceso. Se obtiene color naranja de  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ .
- Se añaden 5 gotas de  $\text{H}_2\text{O}_2$  al 3%. Se obtiene color azul de  $\text{CrO}_5$ .
- Se agita y pasa a verde ( $\text{Cr}^{3+}$ ). Se comprueba que no forma más color azul agregando una gota de  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Se calienta para eliminar el exceso de  $\text{H}_2\text{O}_2$  (1 minuto a ebullición).
- Se añaden 10 gotas de AEDT- $\text{Na}_2$  al 5%, y se calienta al baño maría hasta la formación de color violeta ( $\text{CrY}$ ).

## **2. RECONOCIMIENTO DE PLOMO**

La identificación del catión  $\text{Pb}^{2+}$  se realiza mediante el ensayo de la lluvia de oro. El  $\text{Pb}^{2+}$  en presencia de yoduro potásico (KI) forma un precipitado amarillo de  $\text{PbI}_2$ , que en caliente se disuelve y al enfriarse de nuevo, precipita en forma de escamitas doradas brillantes dando lugar a una apariencia de lluvia de oro.



## **PROCEDIMIENTO:**

- A 0.5 mL (10 gotas) de la disolución N° 2 (Plomo) se adicionan 5 gotas de KI 0.5 M. Se obtiene un precipitado de color amarillo ( $\text{PbI}_2$ ).
- Se diluye con agua destilada y se calienta el tubo al baño maría hasta que se disuelva el precipitado.
- Se enfría el tubo con agua fría. Se forma un precipitado amarillo de aspecto cristalino ( $\text{PbI}_2$ ).



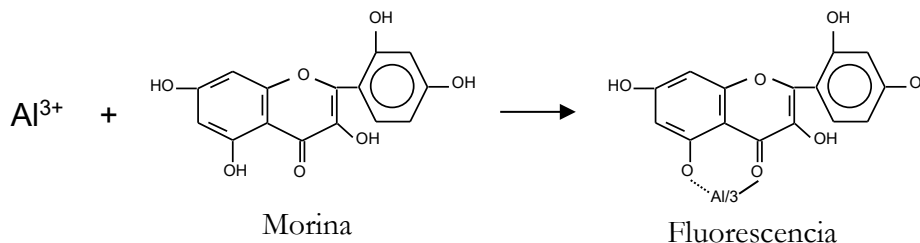
# JORNADAS DE INTRODUCCIÓN AL LABORATORIO EXPERIMENTAL DE QUÍMICA

DPTO. QUÍMICA ANALÍTICA



## 3. RECONOCIMIENTO DE ALUMINIO

El reconocimiento del catión  $\text{Al}^{3+}$  se basa en la formación de un complejo con morina de intensa fluorescencia verde.

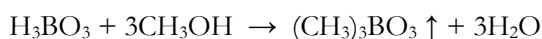


### PROCEDIMIENTO:

- A 1 mL (20 gotas) de la disolución N° 3 (Aluminio) se le adiciona ácido acético diluido hasta acidez y cinco gotas de Morina al 0,02% en etanol.
- Se diluye con agua destilada y se calienta al baño maría.
- Se observa la fluorescencia verde del complejo formado bajo la luz de la lámpara UV.

## 4. RECONOCIMIENTO DE BORATO

El reconocimiento del ion borato se basa en la reacción de esterificación del ácido bórico con metanol dando lugar a la formación del éster trimetil bórico:



Este compuesto es volátil en caliente (punto de ebullición:  $68,7^\circ\text{C}$ ) y origina un color verde en la llama de un mechero Bunsen.

### PROCEDIMIENTO:

- Se añaden unos 0,5 g de problema sólido en un tubo de ensayo seco
- Se añaden unas gotas de ácido sulfúrico concentrado  $18,0\text{ mol L}^{-1}$  y 1–2 mL de metanol. Se tapa el tubo con un tapón de corcho que lleva incorporado un codo de vidrio con punta capilar.
- Se calienta el tubo de ensayo suavemente a fuego directo
- Se acerca la punta del capilar de vidrio a la llama para prender los vapores liberados de éster trimetil bórico
- En presencia del ion borato la llama del mechero Bunsen se vuelve de color verde.



# JORNADAS DE INTRODUCCIÓN AL LABORATORIO EXPERIMENTAL DE QUÍMICA

DPTO. QUÍMICA INORGÁNICA E INGENIERÍA  
QUÍMICA  
Área de Química Inorgánica

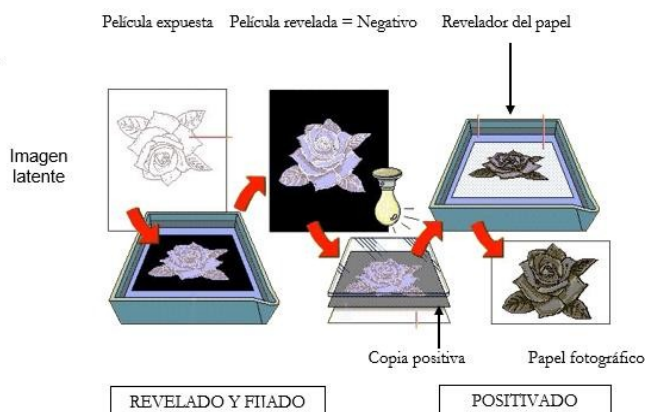


## Blueprinting: 'Fotografía en Azul'

### INTRODUCCIÓN

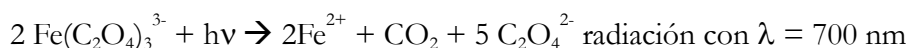
La luz se comporta como un reactivo intangible que induce cambios en la materia. Muchas reacciones naturales son fotoquímicas, como la función clorofílica, la formación de ozono en las capas superiores de la atmósfera, las reacciones químicas que tienen lugar en la retina y que constituyen el mecanismo de la visión, etc. Otras reacciones fotoquímicas de gran interés en la actualidad son por ejemplo la reacción del oxígeno del aire con algunos constituyentes de los gases procedentes de combustiones de los motores de los automóviles lo que origina un grave problema de contaminación atmosférica. Finalmente, además de las aplicaciones de las reacciones fotoquímicas a la industria química preparativa, la absorción de la luz en sí misma es importante, ya que, por ejemplo, el almacenamiento de energía solar es un proceso fotoquímico.

Una utilidad práctica de la luz, muy conocida y accesible a todo el mundo, es la fotografía. Originalmente se trataba de la acción de la luz sobre un material fotosensible compuesto de una suspensión de sales de plata en una gelatina. Los cristales suficientemente iluminados se transforman en plata metálica, y los demás pasan al revelador, que los disuelve. Así se consigue el negativo. A continuación, se fija la emulsión que queda. En el positivado, se hace pasar luz intensa sobre el negativo hacia un papel fotográfico y, tras un revelado, se recupera la imagen real de la fotografía.



### FUNDAMENTO TEÓRICO DEL *BLUEPRINTING*

También se denomina *fotografía por cianotipos*. En el *blueprinting* el material fotosensible consiste en un complejo de  $\text{Fe}^{3+}$  con un ligando (citrato, oxalato...) que absorbe un cuanto de luz. La absorción sucede a una longitud de onda característica,  $\lambda$ . Tras la misma, el ligando pasa a un estado excitado de energía que produce la oxidación de este y la consiguiente reducción del ion hierro (III). Por tanto, en presencia de luz, el complejo trioxalatoferrato (III) se descompone según:



Posteriormente el  $\text{Fe}^{2+}$  precipita en presencia de ferricianuro de potasio:





# JORNADAS DE INTRODUCCIÓN AL LABORATORIO EXPERIMENTAL DE QUÍMICA

DPTO. QUÍMICA INORGÁNICA E INGENIERÍA  
QUÍMICA  
Área de Química Inorgánica



## PARTE EXPERIMENTAL

### REACTIVOS Y MATERIAL

- Ácido oxálico dihidrato.
- Nitrato de hierro (III) nonahidrato.
- Ferricianuro de potasio.
- Lámpara de mercurio.
- Bandejas de reacción, revelado, lavado.
- Pinzas.
- Papel de filtro y secante.
- Objetos opacos: llaves, monedas, letras...

### PROCEDIMIENTO

Para realizar la experiencia, se utiliza una disolución de  $\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3^{3-}$  que se ha preparado disolviendo 1 g de  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  en 1 g de ácido oxálico disuelto en 25 mL de agua.

- Colocar esta disolución en una bandeja e impregnar con ella diferentes círculos de papel de filtro (8 cm de diámetro), 1 círculo por pareja. Retirar los círculos con una pinza dejando que el exceso de reactivo gotee en la bandeja. A continuación, extender los papeles sobre papel secante.
- Una vez secos, disponer los círculos sobre una *bandeja de reacción*. Colocar sobre cada círculo de papel de filtro letras u otros objetos planos. La función de los mismos es impedir el acceso de la luz a las zonas que recubren y, por tanto, evitar la reacción fotoquímica en las mismas.
- Llevar la *bandeja de reacción* a una lámpara de Hg, aproximadamente durante 3 minutos. La reacción fotoquímica se produce durante este tiempo en las zonas expuestas a la radiación.
- Recuperar la bandeja, despojar a los círculos de lo que tengan encima e introducir, uno a uno, con unas pinzas, en la *bandeja de revelado*. En ella, se encuentra una disolución de  $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$   $0,3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . Comprobar que las regiones expuestas a la radiación se tornan azules, mientras que las de debajo de los objetos opacos son blancas. Eliminar el exceso de reactivo sumergiendo los círculos en una *bandeja de lavado*, que contiene agua destilada.
- Recuperar los círculos y extender sobre papel secante.

El *Blueprinting* realizado, previa plastificación, puede llevarse a casa. Duración prevista: 30 minutos.



JORNADAS DE INTRODUCCIÓN AL  
LABORATORIO EXPERIMENTAL  
DE QUÍMICA

DPTO. QUÍMICA INORGÁNICA E INGENIERÍA  
QUÍMICA  
Área de Química Inorgánica



# Escritura Mágica Mediante Reacciones Químicas

## INTRODUCCIÓN

En estos experimentos, se observará la aparición repentina de mensajes escritos. Las reacciones químicas que tienen lugar son divertidas y se caracterizan por cambios de color al mezclar los reactivos.



## PARTE EXPERIMENTAL

### REACTIVOS Y MATERIAL

- Disolución de cloruro de hierro (III),  $\text{FeCl}_3$ .
- Disolución de tiocianato de potasio,  $\text{KSCN}$ .
- Disolución de ferrocianuro de potasio,  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ .
- Ácido tánico,  $\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_4$ .
- Disolución A: Disolución de cloruro de amonio (10%),  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .
- Disolución B: Disolución de cloruro de cobalto (II) (10%),  $\text{CoCl}_2$ .
- Fenolftaleína
- Papel de filtro y pinceles.
- Pipetas.
- Gradilla con tubos de ensayo.
- Placa calefactora y secador.

### ENSAYO 1: Tintas que cambian de color con distintos reactivos

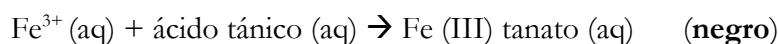
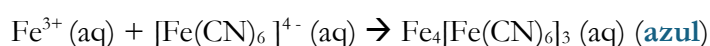
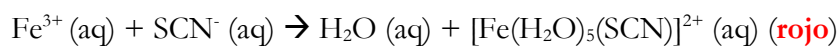
#### PROCEDIMIENTO

Por razones de seguridad, utilizar gafas y guantes. La práctica se realizará por parejas.

1. La práctica se inicia utilizando pipetas graduadas. Tomar 2 mL de cada disolución y echarlo en el tubo de ensayo correspondiente. ¡Todo está nombrado, NO MEZCLAR disoluciones!
2. Coger una hoja de papel de filtro cada uno y «escribir» un mensaje, usando como «tinta» una disolución cloruro de hierro (III) al 1%. Secar con rapidez con la ayuda de un secador. Pintarlo encima con las siguientes disoluciones y se podrá observar la aparición del mensaje escrito en diferentes colores:

- Disolución de tiocianato de potasio ( $\text{KSCN}$ ): color **rojo**.
- Disolución de ferrocianuro de potasio [ $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ ]: color **azul**.
- Ácido tánico ( $\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_4$ ): color **negro**.

#### REACCIONES







# JORNADAS DE INTRODUCCIÓN AL LABORATORIO EXPERIMENTAL DE QUÍMICA

DPTO. QUÍMICA INORGÁNICA E INGENIERÍA  
QUÍMICA  
Área de Química Inorgánica



## ENSAYO 2: Tintas que cambian de color con la temperatura

### PROCEDIMIENTO

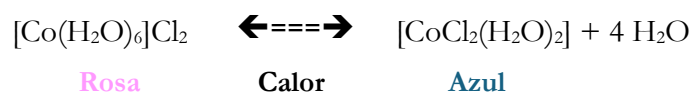
**Importante:** usar gafas y guantes al manipular la sal de cobalto. La práctica se realizará por parejas.

En este experimento, se observará un cambio de color en la «tinta» utilizada; pero esta vez debida a reacciones químicas en las que interviene el calor.

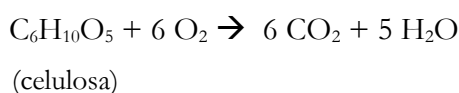
1. Coger otra hoja de papel de filtro cada uno. Con un pincel impregnado de la disolución B (rosada), dibujar o escribir lo que preferáis.
2. En la parte inferior de la misma hoja de papel y con un pincel impregnado de la disolución A (también se podría usar vinagre o zumo de limón) escribir o dibujar otra cosa. Dejar secar.
3. Colocar la hoja de papel sobre la placa calefactora y calentarlo suavemente (evitar que se quemem).
4. Finalmente, se podrá observar que la primera palabra o dibujo se volverá azul (y negra si se calienta demasiado), y la segunda palabra o dibujo aparecerá en color negro.

### REACCIONES

En el primer caso la disolución se vuelve azul cuando el papel se calienta debido a que tiene lugar una reacción de deshidratación entre el papel y las diferentes tintas usadas. Por tanto, el cambio de color producido es debido a la pérdida de moléculas de agua del complejo de cobalto:



En el segundo caso la reacción hace que la celulosa del papel se carbonice, haciendo la palabra visible:



## ENSAYO 3: Tinta invisible

### PROCEDIMIENTO

Por razones de seguridad, utilizar gafas y guantes. La práctica se realizará por parejas.

En este experimento, se facilitará un papel escrito con tinta invisible y tendréis que descubrir el mensaje secreto.

1. Pintar encima del papel con un pincel impregnado de la disolución de fenolftaleína para descubrir el mensaje oculto.

### REACCIONES

En este experimento se comprueba el equilibrio químico de la fenolftaleína:

