

## 2ª PRÁCTICA QUÍMICA ANALÍTICA

### FUEGOS DE ARTIFICIO: LUZ, COLOR Y MUCHA QUÍMICA

#### RESUMEN

En esta práctica se pretende mostrar que, detrás de algo tan aparentemente sencillo como son los fuegos de artificiales, se encuentran involucrados diversos procesos químicos. Para ello, se van a realizar diversos experimentos con objeto de conocer en mayor profundidad los procesos de combustión y emisión de luz por parte de la materia.

#### INTRODUCCIÓN

Los fuegos de artificio son parte importante de las fiestas populares y celebraciones a nivel mundial. Su origen se establece en China alrededor del siglo X d.c. y está íntimamente relacionado con el desarrollo de la pólvora. Los árabes, gracias a las relaciones comerciales a través de la Ruta de la Seda, fueron los encargados de traerlos a Europa donde rápidamente alcanzaron una gran popularidad. En un primer momento, los fuegos de artificio tenían una componente artesanal muy significativa y no fue hasta el siglo XIX donde su desarrollo se impulsó gracias a los avances teórico-prácticos de la química.

Desde un punto de vista químico, el fuego es una reacción de combustión que se caracteriza por la emisión de calor y luz. Para la generación del fuego hacen falta la actuación de tres factores simultáneos: (i) combustible, sustancia química que se oxida y arde; (ii) comburente, sustancia que proporciona el oxígeno necesario para

que arda el combustible; y (iii) y una fuente de energía, normalmente calor, para que se inicie el proceso. En caso de que falta alguno de estos tres factores, no es posible generar el fuego. La manifestación visible del proceso de combustión es la llama, zona de combustión donde se forman gases incandescentes de alta luminosidad.

En los fuegos artificiales, se utiliza de forma habitual sales de nitrato o clorato potásico como comburente. Estas sustancias a elevada temperatura se descomponen proporcionando el oxígeno necesario para la combustión. Como combustible, se emplea fundamentalmente carbón aunque también se pueden utilizar azufre, aluminio, magnesio, etc. La proporción de estas sustancias determina la velocidad a la que se propaga la combustión. Además, la formulación de fuegos artificiales incluye estabilizantes y agentes que proporcionen color. Así, por ejemplo, para generar el color rojo de los fuegos artificiales se utiliza sales de estroncio mientras que para el color verde se utilizan sales de bario.

## **OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA**

Conocer los principios básicos de los procesos de combustión y emisión de radiación por parte de la material así como el papel que juegan en los fuegos artificiales.

## **PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

### **a. Estudio cualitativo de las características oxidante-reductor del proceso de combustión**

En primer lugar, se va a estudiar de forma cualitativa el proceso de combustión. La temperatura que se alcanza en este tipo de reacciones se controla modificando la proporción de combustible y comburente en la llama.

- Encender el mechero Bunsen. En su parte inferior existe una rueda que permite modificar la cantidad de oxígeno (comburente) que hay en la llama. La cantidad de combustible (propano) siempre se mantiene constante. Si se aumenta la cantidad de oxígeno se produce la combustión completa del propano obteniéndose una llama muy energética de color azul (i.e. llama oxidante). Sin embargo, si se disminuye la cantidad de oxígeno, la combustión del combustible no será completa y

la llama será menos energética y de color anaranjado (i.e. llama reductora).

## b. Llamas de colores

El color de una llama se puede modificar adicionado sales inorgánicas. Las elevadas temperaturas que se generan en el seno de la llama provoca la disociación de las moléculas de sal en sus átomos constituyentes. Los electrones de estos átomos absorben energía y son excitados a un nivel superior. Cuando el electrón vuelve a su estado fundamental, emite la energía emitida en forma de un fotón. La energía de este fotón determina la longitud de onda y, como consecuencia, el color observado.

- Adicionar una cucharada de nitrato de estroncio en un contenedor de plástico que contenga aproximadamente 50 mL de agua. Agitar la disolución para disolver la sal y, una vez esté completamente disuelta, transferir el contenido a un atomizador. Finalmente, atomizar la muestra sobre la llama del mechero Bunsen. Observa los cambios que se producen en su color. Repetir el mismo proceso con sulfato de cobre, nitrato de bario, cloruro sódico y nitrato de calcio. Anotar en la siguiente tabla los cambios observados en la llama para las diferentes sales estudiadas.

<b>Compuesto</b>	<b>Color de la llama</b>
Nitrato de estroncio	
Sulfato de cobre	
Nitrato de bario	
Cloruro sódico	
Nitrato de calcio	

### c. Fuegos artificiales

Una vez presentados los principios básicos de la pirotécnica, vamos a crearlos nuestros propios fuegos artificiales en el laboratorio. Para ello, vamos a utilizar clorato potásico (comburente), azúcar (combustible) y nitrato de bario (aditivo para dar color). En primer lugar, pesar 9 g de clorato potásico en un crisol. A continuación, en otro recipiente, pesar 9 g de azúcar junto con 1 g de nitrato de bario. Añadir esta mezcla en el crisol que contiene clorato potásico y mezclar con la ayuda de una varilla. Colocar el crisol en el interior de una campana extractora de gases y añadir con cuidado 4-5 gotas de ácido sulfúrico. (Nota: A la hora de realizar este experimento es importante extremar las medidas de seguridad. Por ello, es IMPRESINDIBLE llevar bata de laboratorio, gafas de seguridad y guantes. Además, los experimentos SIEMPRE se deben hacer en el interior de una campana extractora).

### TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS

Todas las disoluciones se deben depositar en el contenedor del Grupo IV (ácidos inorgánicos) a excepción de las disoluciones de bario que se deben depositar en el contenedor del Grupo 10 (sales y compuestos de metales pesados de cromo (IV), bario, arsénico, cadmio y antimonio)

### BIBLIOGRAFÍA

- T. Shimizu, *Fireworks: The Art, Science and Technique*, 3º ed. , Pyrotechnia publications, Austin (1996)
- M.S. Russell, *The chemistry of fireworks*, Royal Society of Chemistry, Cambridge (2000)
- J. A. Conkling, *Investigación y Ciencia* (1990) nº 168.
- F. Peral, M<sup>a</sup>.D. Troitiño, M<sup>a</sup>. C. Izquierdo y M<sup>a</sup>.A. de la Plaza, *Química de los fuegos artificiales: un recurso didáctico tomado de las fiestas populares* en *Didáctica de la vida cotidiana y química*, Publicaciones de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Madrid (2003) 249-256.
- F.I. de Prada Pérez de Azpeitia. *Educación Química* nº 2 (2009) 11-15.

- H.W. Roesky y K. Möeckel, *Chemical curiosities*, VCH, Weinheim (1996), 45-48.

## **CUESTIONES**

- ¿Qué es el fuego?
- ¿Qué componentes son necesarios para llevar a cabo una reacción de combustión?
- ¿En qué consiste una llama oxidante y una llama reductora?
- ¿Cuáles son los componentes de los fuegos artificiales? ¿Cuál es la función de cada uno de ellos?
- ¿Qué sustancias se utilizan para dar color a los fuegos artificiales? Explicar el mecanismo físico-químico responsable del color.