

## Una reacción reloj: "reacción de Nassau" o "reacción de Halloween" *Pablo Vivo Verdú*

En este artículo se detalla meticulosamente el proceso de realización de la reacción Nassau, todo un clásico de las reacciones reloj, se estudia su mecanismo y se incorporan actividades para investigar estos procesos químicos fascinantes.

La practica que vamos a desarrollar es complementaria a la otra publicada previamente: ["Retraso en reacción de yodo con almidón"](#) y, por tanto, podría ser incorporada a la misma.

¿Qué observaremos en esta práctica?... Es una sorpresa... lo averiguareis al finalizar la sesión.

Dicha reacción fue descubierta, casualmente, por dos alumnos universitarios de la universidad de Princeton mientras estudiaban la inhibición del  $\text{Hg}^{2+}$  en la "reacción de Landolt".

### MATERIAL

- |                                      |                                     |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| - Balanza                            | -1 vaso de precipitados de 200 ml.  |
| - Soporte, aro, pinza, rejilla, nuez | -3 vasos de precipitados de 100 ml. |
| - Mechero Bunsen                     | -3 matraces aforados de 500 ml.     |
| - Cucharilla/espátula                | -1 varilla de vidrio                |
| - Agitador magnético con calefactor  | -1 vidrio de reloj                  |
| - Centrifugadora                     | -1 embudo                           |
| - Papel de filtro                    |                                     |

### REACTIVOS

- Almidón soluble
- Yodato potásico ( $\text{KIO}_3$ )
- Metabisulfito sódico ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ )
- Cloruro de mercurio (II) ( $\text{HgCl}_2$ )
- Agua destilada

**Nota:** En algunos catálogos de productos químicos, el metabisulfito sódico aparece como disulfito sódico.

**Precaución:** Todas las sales solubles de mercurio son venenosas y se debe trabajar con cuidado.

### PROCEDIMIENTO

**Nota:** Sería conveniente utilizar el agitador magnético para preparar la disolución del almidón y de yodato potásico (utilizando el calefactor, en vez de mechero Bunsen).

#### 1. Preparación de Disolución A

Hacer una pasta con 4 g de almidón en una pequeña cantidad de agua destilada caliente.  
Adicionar lentamente 500 ml de agua destilada hirviendo y agitar. Dejar enfriar la disolución a temperatura ambiente.  
Adicionar 13.7 g de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ .  
Diluir hasta 1 litro.

**Nota:** Al trabajar con almidón soluble no hará falta calentar excesivamente el agua.

#### 2. Preparación de Disolución B

Disolver 3,0 g de  $\text{HgCl}_2$  en 1 litro de agua destilada.

### 3. Preparación de Disolución C

Disolver 15.0 g de yodato potásico ( $\text{KIO}_3$ ) en 1 litro de agua destilada.

4. Introducir 50 ml de las disoluciones preparadas en diferentes vasos de precipitados de 100 ml.

**Precaución:** Al hacerlo con la disolución que contiene almidón, agítarla antes para procurar que sea lo más homogénea posible debido a que, si no se disuelve bien el almidón, éste se irá al fondo y la disolución dejará de ser homogénea: no será una disolución de concentración adecuada.

5. Mezclar 50 ml de la disolución A y 50 ml de la disolución B en el vaso de precipitados de 200 ml.

6. Añadir a la mezcla anterior 50 ml de la disolución C.

7. Se observa que al cabo de \_\_\_\_\_ segundos la disolución se vuelve color \_\_\_\_\_. Pero... ¿qué ocurre? Que al cabo de \_\_\_\_\_ segundos la disolución se vuelve de color \_\_\_\_\_.

8. **Actividad:** Deducir qué productos se obtienen en el paso anterior teniendo en cuenta la tabla que hay a continuación y el mecanismo de la reacción explicado en punto siguiente.

Puede ocurrir que:

Experi- mento	Relación volúmenes	Cantidades iniciales (moles)			Resultado obtenido		
		$\text{NaHSO}_3$	$\text{HgCl}_2$	$\text{KIO}_3$	Aparece precipitado de $\text{Hgl}_2$	Se disuelve precipitado	Aparece complejo almidón $-\text{I}_5^-$
1	2:2:2	0,0100	0,0010	0,0050	sí	no	sí
2	4:2:2	0,0200	0,0010	0,0050	sí	sí	no
3	2:4:2	0,0100	0,0020	0,0050	sí	no	no

9. Si obtenemos el resultado del experimento 1, el siguiente paso sería separar el precipitado de \_\_\_\_\_ formado (embudo y papel de filtro o centrifugadora) quedándonos en disolución el complejo de \_\_\_\_\_ (de color \_\_\_\_\_). Esta disolución (de color \_\_\_\_\_) se calienta y vemos que a la temperatura de \_\_\_\_\_ ocurre que \_\_\_\_\_ y cuando se enfría vuelve a aparecer el color \_\_\_\_\_ que indica la presencia de \_\_\_\_\_. Esto nos indica que el complejo de complejo almidón  $-\text{I}_5^-$  es inestable con la temperatura.

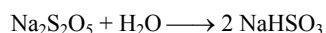
10. Si al filtrar, la disolución filtrada nos queda de color anaranjado, podemos añadirle almidón hasta que aparezca el complejo almidón  $-\text{I}_5^-$  y comprobar su estabilidad con la temperatura.

## MECANISMO DE LA REACCIÓN

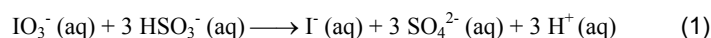
La reacción que acabamos de ver tiene lugar en los siguientes pasos:

### Reacción de Landolt

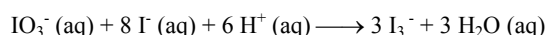
1. Primero, el metabisulfito sódico reacciona con el agua para formar bisulfito de sodio:



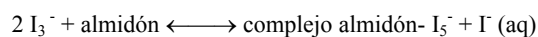
2. El ión hidrogenosulfito reduce el ión yodato ( $\text{IO}_3^-$ ) a iones yoduro ( $\text{I}^-$ ):



3. Si hay exceso de iones yodato se producirá la reacción:



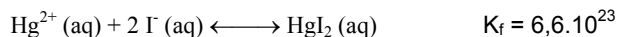
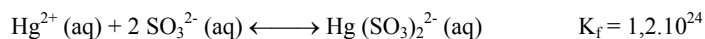
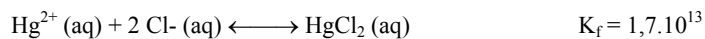
4. El ion  $\text{I}_3^-$  se combinará con el almidón, si está presente, formándose un complejo azul oscuro de almidón  $-\text{I}_5^-$



### Presencia de $\text{Hg}^{2+}$

5. ¿De qué forma afecta la presencia de iones  $\text{Hg}(\text{II})$  en el mecanismo anterior?

El  $\text{Hg}(\text{II})$  forma complejos solubles con:



Inicialmente tenemos  $\text{HgCl}_2 (\text{aq})$  y  $\text{Hg}(\text{SO}_3)_2^{2-}$ . A medida que tiene lugar la reacción (1), y empieza a ser alta la concentración de  $\text{I}^-$ , empieza a formarse  $\text{HgI}_2$  el cual es un complejo sólido de color naranja-amarillo. Este complejo se forma mientras esté teniendo lugar la reacción (1) o hasta que se consuma todo el  $\text{Hg}^{2+}$  de la disolución.

## ACTIVIDADES PARA PROFUNDIZAR

Si moles de  $\text{HSO}_3^-$  / moles de  $\text{Hg}^{2+} < \dots\dots$ "calcular", la producción de iones  $\text{I}^-$  en reacción (1) es insuficiente para que tenga lugar la reacción con los moles de  $\text{Hg}^{2+}$ , no produciéndose la precipitación de  $\text{HgI}_2$ .

Si moles de  $\text{HSO}_3^-$  / moles de  $\text{Hg}^{2+} > \dots\dots$ "calcular", la producción de iones  $\text{I}^-$  en reacción (1) es suficiente para formar el complejo complejo almidón- $\text{I}_5^-$  mediante los pasos 2, 3 y 4, después de que todo el  $\text{HgI}_2$  haya precipitado.

Debido a que en el laboratorio podríamos no disponer de metabisulfito sódico cabría hacerse las siguientes preguntas:

- (a) ¿Saldría el mismo resultado con sulfito sódico? ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ )?
- (b) ¿Saldría el mismo resultado con bisulfito sódico ( $\text{NaHSO}_3$ )?

### Referencias

- Shakhashiri, Chemical Demonstrations, 4: 29-36.

### Agradecimientos

- [Asociación Curie](#) (Departamento Física Aplicada. Universidad de Alicante).

### Para saber más:

[Retraso en reacción de yodo con almidón. Utilización en clase](#)