

MATRACES DE COLORES

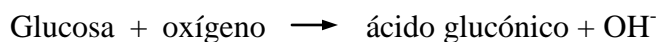
Todos hemos comprobado alguna vez la oxidación de una manzana mordida que hemos dejado a la intemperie. Las reacciones de oxidación-reducción (redox) forman parte importante de nuestra vida, desde la combustión de los combustibles fósiles hasta la acción de la mayoría de los blanqueadores domésticos.

En este tipo de reacciones existe una transferencia de electrones desde una especie denominada reductora (porque “reduce” a la otra cediendo electrones) a otra especie que los acepta, llamada oxidante. La oxidación es un proceso que implica pérdida de electrones y la reducción, implica la ganancia.

Las reacciones redox tienen gran importancia tanto desde un punto de vista industrial como desde un punto de vista biológico. En los seres vivos forman parte de los procesos más importantes para la vida, como la respiración y la fotosíntesis, donde se producen secuencias de reacciones redox sucesivas.

En esta experiencia se observa cómo funcionan dos reacciones redox acopladas, es decir, de forma consecutiva y cíclica. Éste es un ejemplo simple de cómo se transfieren los electrones desde un azúcar (como el que se ha tomado en la comida) hasta el oxígeno del aire. Se utilizan reactivos que se pueden encontrar fácilmente en los laboratorios de Secundaria, o bien se pueden adquirir en droguerías.

Como azúcar se utiliza la glucosa, que en medio alcalino se oxida fácilmente y reacciona con el oxígeno del aire para formar ácido glucónico, según la reacción:



Para observar esta reacción utilizamos un indicador redox, el azul de metileno, que se presenta en dos formas diferentes: en presencia de oxígeno está en su forma oxidada y tiene color azul, siendo incoloro en su forma reducida.

Procedimiento experimental.

Se preparan las siguientes disoluciones:

Disolución A: Se disuelven 20g de NaOH en un litro de agua

Disolución B: Se disuelven 40g de glucosa en un litro de agua.

Disolución C: Se disuelve 1g de azul de metileno en 100 ml de agua.

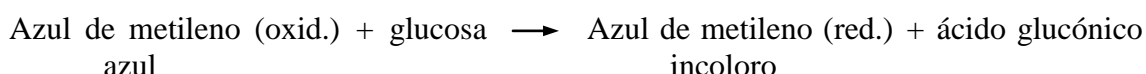
Nota: se puede utilizar agua del grifo. Estas soluciones pueden conservarse durante bastante tiempo en botes bien cerrados.

En una botella o matraz se añaden 100 ml de las disoluciones A y B, unas 2 o 3 gotas de la disolución C y se tapa. Esta disolución presenta un color azul intenso pero tras unos segundos, este color va desapareciendo y queda totalmente incolora. Cuando se agita el frasco recupera el color azul, pero tras unos segundos vuelve a quedarse incolora y así se produce sucesivamente un ciclo de oxidaciones y reducciones.

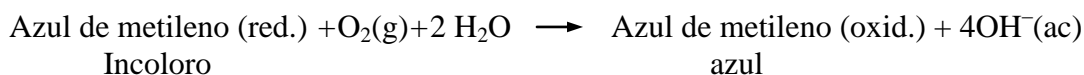
Mientras que hay oxígeno disuelto en la disolución el azul de metileno está en su forma oxidada de color azul. Pero este oxígeno reacciona con la glucosa, que se oxida hasta ácido glucónico. Cuando se consume el oxígeno, la glucosa reacciona con el azul de metileno reduciéndolo hasta su forma reducida, que es incolora. Al agitar el frasco, el oxígeno del aire que hay en él se incorpora a la disolución y oxida al azul de metileno dando lugar a su forma oxidada de color azul. Al mismo tiempo, esta forma oxidada lentamente oxida a la glucosa, mientras que ella se reduce, volviendo a dar su forma incolora inicial reducida (ver la figura).

Así transcurren de forma encadenada este ciclo de reacciones redox, que se puede describir en el siguiente esquema:

Etapa 1: anaeróbica (sin aire)



Etapa 2: aeróbica (al agitar la botella participa el oxígeno del aire)



Recomendaciones didácticas.

- Los colores del paso de azul \rightleftharpoons incoloro conseguidos con la reducción-oxidación del azul de metileno se pueden cambiar utilizando indicadores de pH, puesto que este ciclo de reacciones transcurre en medio alcalino. Para ello se preparan dos matraces con la misma mezcla que se describió anteriormente, y además se añade:
 - Matraz A: unas gotas de una disolución de 4-nitrofenol (figura a)
 - Matraz B: unas gotas de una disolución de fenolftaleína
 Tras unos segundos:
 - Matraz A: pasará de verde a amarillo y así sucesivamente. (figura b)
 - Matraz B: pasará de morado a rosa y así sucesivamente.

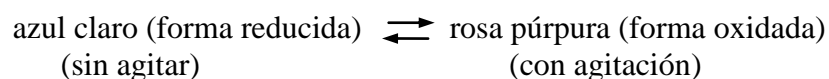


Figura a. Los matraces contienen la mezcla de las disoluciones A, B y C antes descritas. El matraz de la derecha contiene además unas gotas de una disolución de 4-nitrofenol.

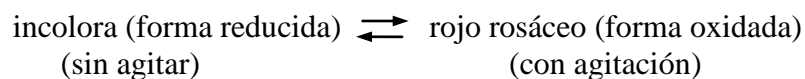


Figura b. Tras un tiempo, el azul de metileno se reduce, por lo que queda incolora la disolución y el que contenía 4-nitrofenol aparece amarillo.

- Además del azul de metileno pueden utilizarse otros indicadores redox como por ejemplo la resazurina que produce el siguiente cambio de color:



Con fenosafranina:



La reacción con índigo carmín es incluso más espectacular con un cambio de color amarillo a rojo con agitación suave y a verde con agitación fuerte.

- La temperatura afecta en la velocidad de reacción, por lo que en días fríos habría que calentar la disolución entre 25-50 °C.
- Se puede comprobar que el oxígeno es el responsable del color de los indicadores redox, eliminando el oxígeno mediante burbujeo con nitrógeno en el matraz. Al agitar el bote, no hay cambio de color.