

Reacciones químicas de la vida cotidiana

Josep Corominas

Departament de Ciències. Escola Pia de Sitges, Sitges

CESIRE. Departament d'ensenyament. Generalitat de Catalunya

Resumen

En este artículo se proponen varios experimentos sobre la reacción química con productos y materiales que encontramos y usamos a diario en casa. Las reacciones descritas permiten trabajar los conceptos fundamentales que un estudiante de secundaria debe conocer acerca del cambio químico.

Palabras clave

Reacción química, combustión, ácido-base, cinética química, espontaneidad.

Introducción

A menudo nos preguntamos dónde encontrar ejemplos de reacciones químicas que sean relevantes y motivadoras para los alumnos y que no hagan referencia a sustancias químicas de laboratorio. Aunque hay ejemplos de reacciones espectaculares, como explosiones, llamaradas, etc., quedan muy lejos de la química cotidiana. Por eso, en este artículo se propone un recorrido a través de diversas situaciones cotidianas en las que la reacción química tiene un papel principal, que nos servirán para proponer cuestiones para indagar (Caamaño, 2011).

En primer lugar, debemos considerar lo que es fundamental que conozca un estudiante de secundaria acerca de la reacción química. Lo podemos sintetizar en los siguientes aspectos:

- El cambio químico representa la transformación de unas sustancias en otras; esta transformación se observa por los cambios de propiedades físicas y químicas de las especies que intervienen.
- La masa se conserva.
- Las cantidades de los reactivos que se mezclan y la proporción en que reaccionan condicionan si sobrá alguno de ellos.
- Siempre hay energía involucrada en la reacción, ya sea que se libere al entorno o que se absorba del entorno.
- Existen reacciones que son espontáneas a pesar de que son endotérmicas.
- La energía de las reacciones redox puede ser convertida en energía eléctrica en dispositivos que se denominan pilas.
- Se puede controlar la velocidad del cambio químico mediante diversos factores.

¿Qué situaciones podemos contemplar? Por ejemplo, en la casa usamos combustibles para cocinar y para calefacción; del botiquín tomamos comprimidos para tratar pequeñas dolencias; usamos productos de limpieza que actúan a través de reacciones ácido-base; dependemos de pilas y baterías para el funcionamiento de múltiples dispositivos electrónicos; la preparación de alimentos y bebidas, como un refresco de limón, implica reacciones químicas. Así pues, podemos hacer un recorrido químico por

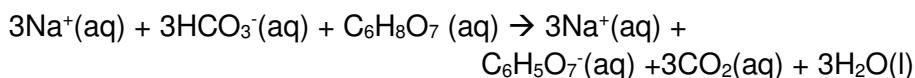
la casa, tomando objetos, materiales, productos de limpieza, fármacos, etc., con el objetivo de construir una secuencia didáctica para estudiar las características fundamentales del cambio químico.

La reacción de un comprimido efervescente con el agua: ¿se conserva la masa?

Hay reacciones en que no se aprecia directamente la conservación de la masa por el hecho de que se desprende un gas. Por ejemplo, si añadimos una pastilla efervescente a un vaso con agua colocado sobre el plato de una balanza electrónica, observamos que la masa del sistema disminuye.

¿Cómo comprobar que en la disolución de un comprimido efervescente la masa se conserva, si se tiene en cuenta la masa del gas que se desprende?

Las pastillas efervescentes están formadas por ácido cítrico, hidrogenocarbonato de sodio (“bicarbonato”) y excipientes. Cuando disolvemos la pastilla efervescente en agua, los iones hidrogenocarbonato reaccionan con las moléculas de ácido cítrico (un ácido tricarbóxico) formando iones citrato, dióxido de carbono y agua.



Una manera de comprobar que la masa se conserva es llevar a cabo la reacción con un juego de dos jeringas, unidas por una llave de tres vías.

Material

- Dos jeringas de 60 mL unidas mediante una llave de tres vías (*luer-lock*)
- Una porción de un comprimido efervescente
- Agua
- Balanza. Se puede usar una balanza de cocina, pero mejor si tiene una balanza de laboratorio de sensibilidad 0,1 g

Procedimiento

- Una de las jeringas se usa para absorber unos 10 mL de agua.
- Colocar en el plato de la balanza, las dos jeringas, la llave de tres vías y la porción de comprimido. Tomar nota de la masa total del sistema (figura 1).
- Poner dentro de la segunda jeringa la porción de comprimido y bajar el émbolo lo máximo posible.
- Conectar ambas jeringas mediante a llave de tres vías y poner el sistema en el plato de la balanza. La masa es la misma que la que se ha medido inicialmente (figura 2).



Figura 1



Figura 2



Figura 3

Inyectar el agua hacia la jeringa que contiene el comprimido efervescente y observar como la formación de gas desplaza el émbolo de una de las jeringas. La masa se conserva igual que la inicial (figura 3).

- Dejar el dispositivo sobre el plato de la balanza y esperar a que ya no se genere más gas.

Se puede comprobar en la balanza que la masa final es la misma que la masa inicial (figura 4).



Figura 4

Sustancias ácidas y básicas en los productos de limpieza

Muchos productos de limpieza son soluciones ácidas o básicas. Por ejemplo, los productos para eliminar la grasa contienen hidróxido de sodio y amoníaco, y los productos para eliminar los depósitos de cal contienen generalmente ácido clorhídrico y ácido fosfórico (figura 5).

Para reconocer el carácter ácido o básico de los productos de limpieza, se usan indicadores, sustancias que cambian de color según el medio. La col roja o col lombarda contiene antocianinas, que son moléculas que reaccionan con los ácidos y las bases, de manera que el cambio de su estructura implica un cambio de color. Utilizando este indicador u otros podemos indagar qué sustancias empleadas en limpieza son ácidas y cuáles son básicas.



Figura 5

Material

Diversos productos de limpieza líquidos.

Extracto de col roja (se prepara cortando trozos pequeños de col roja que se dejan macerar en agua muy caliente unos 15 minutos y se filtra a continuación).

Recipientes varios (vasos pequeños o tubos de ensayo)

Procedimiento

- Poner unos mL de cada uno de los productos de limpieza en diversos recipientes.
- Añadir a cada recipiente unas gotas del extracto de col roja.
- Observar los cambios de color (figura 6) y deducir el pH a partir de una escala de colores del indicador.

Por ejemplo, podemos deducir que el **KH7**[®] tiene un pH de 9 y el **Viakal**[®] de 5, comparando el color obtenido con la escala de colores de la col lombarda (figura 7).

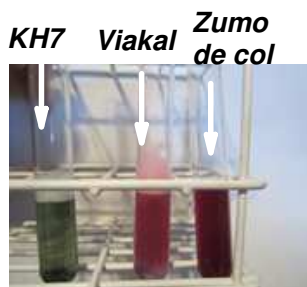


Figura 6

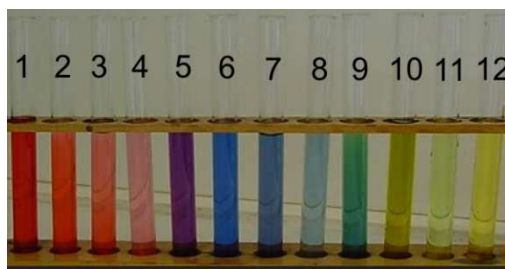


Figura 7

<http://interactions.iciq.es/divulgacioncientifica/es/2013/01/06/larc-de-sant-marti-de-la-col-llobarda/>

Una vieja receta nos lleva a hablar de la espontaneidad en las reacciones

¿Es posible una reacción espontánea y al mismo tiempo endotérmica?

Este es un buen tema de discusión, ya que la mayoría de las reacciones que transcurren espontáneamente, por ejemplo, las combustiones, son exotérmicas. Curiosamente, en un viejo libro de recetas caseras, hemos encontrado una reacción ácido-base para preparar un refresco de limón para días calurosos sin necesidad de enfriar, ya que su preparación implica una reacción endotérmica. Seguiremos la vieja receta de preparación de un refresco con zumo de limón y “bicarbonato”.

Material

- Un vaso con zumo de un par de limones
- Hidrógenocarbonato de sodio (“bicarbonato”)
- Cucharilla para agitar

Procedimiento

Añadir una pequeña cantidad de bicarbonato al zumo (figura 8). Se produce una intensa efervescencia y la temperatura disminuye (figura 9).



Figura 8



Figura 9

La reacción es idéntica a la descrita en el experimento de los comprimidos efervescentes. La espontaneidad se explica por el hecho de pasar de unos reactivos

en estado sólido y en disolución a unos productos en estado gaseoso (CO_2) y en disolución, lo que implica un aumento de la entropía del sistema.

Energía desprendida al quemar butano, un combustible usado en casa

Los combustibles son imprescindibles para mantener una temperatura confortable en casa y para cocinar. No todos los combustibles transfieren la misma cantidad de calor por unidad de masa. Esta magnitud se conoce como poder calorífico de un combustible.

¿Se puede determinar de una manera sencilla el poder calorífico del gas butano contenido en un mechero?

Podemos proponer a los alumnos determinar el calor que se desprende en la combustión del butano contenido en un mechero, y discutir y diseñar conjuntamente cuál podría ser el procedimiento a seguir. A continuación, se presenta un método posible que solo implica el uso de una lata de refresco, agua, un termómetro y una balanza.

Material

- Encendedor de bolsillo (contienen un 90% de gas butano o un isómero del butano conocido como "gas azul")
- Lata de refrescos vacía (debe tener la anilla para abrir la lata)
- Soporte con doble nuez y varilla
- Termómetro
- Balanza, sensibilidad 0,01 g.

Procedimiento

- Se pesa el encendedor de bolsillo, anotando la masa inicial, m_i .
- Se coloca en la lata entre 50 g y 100 g de agua. Se mide la temperatura inicial, T_1 .
- Se cuelga la lata por la anilla a la varilla que está sujeta al soporte (figura 10).
- Se toma el encendedor, se enciende y con precaución se mantiene con la llama cerca del fondo de la lata durante un tiempo aproximado de 1 minuto. Durante este tiempo hay que tener la precaución de que la llama se mantenga estable. El tiempo es más que suficiente para que la temperatura del agua aumente significativamente y la persona que mantiene la llama no sufra quemaduras.
- Transcurrido este tiempo, se pesa de nuevo el encendedor, anotando la masa, m_f .
- Se mide la temperatura del agua. Como el metal de la lata se calienta más que el agua, hay que esperar que se termine de transferir calor al agua, de manera que el termómetro se estabilice en la temperatura final, T_f .



Figura 10

Este procedimiento sirve también para estimar el poder calorífico de otros combustibles como el etanol. En este caso, hay que usar una pequeña lámpara de alcohol.

Cálculos

El calor transferido al agua de la lata se puede calcular a través de la ecuación:

$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$, siendo m , la masa del agua, c , la capacidad calorífica específica del agua ($c = 4,18 \text{ J } ^\circ\text{C}^{-1} \text{ g}^{-1}$) y ΔT , el incremento de la temperatura del agua ($\Delta T = T_f - T_i$).

La masa de combustible quemado se puede calcular restando la masa final del mechero de la inicial: $m = m_i - m_f$.

El poder calorífico buscado será el cociente entre la energía transferida y la masa de butano que se ha quemado.

$$\text{Poder calorífico} = Q / m$$

Resultado

Los estudiantes acostumbran a encontrar valores muy inferiores al poder calorífico real del butano (49 kJ/g), con errores de un 50%. Ello se presta a analizar las causas de un error tan alto, como, por ejemplo, la falta de aislamiento del dispositivo con la consiguiente pérdida de calor, y el hecho de que la combustión sea incompleta, como puede deducirse del color amarillo brillante de la llama y el depósito de hollín que queda en el fondo de la lata.

Reacciones químicas que proporcionan energía eléctrica

No siempre la energía involucrada en las reacciones químicas se transfiere en forma de calor. Las pilas y baterías de los dispositivos como teléfonos, cámaras de fotos, etc. funcionan con pilas electroquímicas, que proporcionan energía eléctrica a partir de una reacción química de oxidación-reducción.

En las pilas de “níquel-cadmio”, el metal cadmio es el electrodo negativo y suministra electrones a un hidróxido de níquel, que es el electrodo positivo. En las llamadas pilas o baterías de “ion-litio”, el electrodo negativo es el metal litio en grafito; éste cede los electrones a un compuesto de litio y óxido de cobalto, que es el electrodo positivo. En ambos tipos de pila el proceso es reversible, es decir, una vez agotados los elementos del ánodo y del cátodo de la pila, si se suministra electricidad, se regeneran las sustancias primitivas.

¿Es posible obtener electricidad con productos y objetos de casa?

Muchos estudiantes conocen o han construido una pila “de limón” con electrodos de zinc y cobre. En realidad, el jugo de limón no es más que el electrólito que hace posible el intercambio iónico en la pila, formada por un electrodo de zinc y otro de cobre o grafito en un limón. Aquí proponemos un par de pilas, en las que en lugar de láminas de zinc y cobre se utilizan materiales caseros como electrodos.

Material

- Papel de aluminio
- Un recipiente con agua y un poco de sal disuelta
- Un lápiz
- Un tenedor o cuchillo de acero inoxidable
- Cables de conexión, mejor con pinzas de cocodrilo
- Trozos de patata, de limón, de naranja...

a) Pila de aluminio y oxígeno

Procedimiento

En un recipiente con agua y sal, se sumerge parcialmente una tira de papel de aluminio, conectada a un cable.

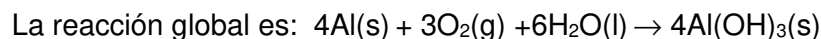
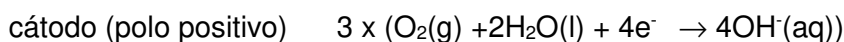
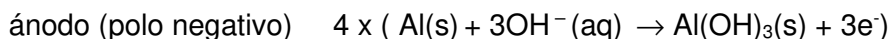
Se saca punta al lápiz por los dos extremos. Uno servirá para conectar un cable. El otro extremo para sumergirlo en la solución agua con sal.

Se conecta un voltímetro a ambos cables. El cable en contacto con el aluminio es el polo negativo de la pila (figura 11). El voltaje obtenido es de 0,96V.

Explicación

Los reactivos son el aluminio y el oxígeno que se ha disuelto en el agua. El grafito de la mina de lápiz hace de electrodo inerte y el agua con sal es el electrólito.

Las semirreacciones redox en esta pila son:



b) Pila con patata o limón

Las llamadas “pilas de patata o de limón” usan los jugos de una fruta o de un tubérculo como electrolito.

Procedimiento

Se extiende sobre la mesa un trozo de papel de aluminio que se conecta a un cable. Este es el electrodo negativo de la pila.

Se corta un trozo de patata o de limón, que se coloca sobre el papel de aluminio con la parte cortada en contacto con el aluminio.

Se clava un tenedor o cuchillo en la patata y se conecta a un cable. Este es el electrodo positivo (figuras 12A y 12B).

El voltaje obtenido está entre 0,77V y 1,0V, dependiendo del tipo de electrólito. Los jugos del limón son más eficaces que la patata.²



Figura 11



Figura 12A

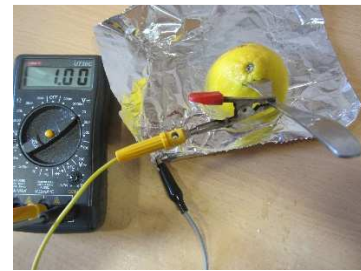


Figura 12B

Explicación

Las reacciones son las mismas que en la pila de aluminio y oxígeno, ya que el acero inoxidable se comporta como electrodo inerte.

Factores que influyen en la velocidad de reacción

Para terminar nuestro recorrido por las diversas reacciones químicas con cosas de casa, debemos considerar el importante aspecto del control de la velocidad de reacción. Para investigar los factores que influyen la velocidad de reacción volveremos a usar la reacción de los comprimidos efervescentes cuando se disuelven en agua.

Ya hemos visto que estos comprimidos contienen un ácido y una base que, al disolverse en agua, reaccionan y generan dióxido de carbono gas y agua. La velocidad a que se disuelven estos reactivos, que en el comprimido se encuentran en estado sólido, se puede controlar mediante factores como la temperatura o el grado de división de las partículas.

Para investigar el efecto de estos factores debemos realizar investigaciones. Para planificarlas es preciso preguntarse cuáles son las variables dependiente e independiente y cómo las mediremos. También cuáles son las otras variables que deberán mantenerse constantes (control de variables).

Para medir la velocidad de reacción podemos hacer reaccionar el comprimido en un recipiente cerrado (un envase de película fotográfica cerrado con un tapón a presión) y medir el tiempo que tarda en saltar el tapón. Este tiempo nos indicará la velocidad a la que se han disuelto los reactivos, ya que la reacción entre los iones citrato y los iones bicarbonato es mucho más rápida. A continuación, mostramos el procedimiento para investigar el efecto de la temperatura.

Material

- Comprimidos efervescentes (por ejemplo, *Efferalgan*®)
- Envases para película fotográfica (se pueden pedir en tiendas de fotografía)
- Cuentagotas
- Agua a diferentes temperaturas
- Cronómetro
- Termómetro

Procedimiento

- Poner 2 mL de agua a una cierta temperatura en un envase de película fotográfica.
- Medir la temperatura del agua.
- Colocar un comprimido entero o triturado.
- Cerrar con el tapón y poner en marcha el cronómetro.
- Cronometrar el tiempo hasta que salte el tapón.
- Repetir la experiencia con agua a otras temperaturas.

Hay que tomar precauciones para el momento que salta el tapón. Diferentes medidas de la velocidad inicial a que sale disparado dan valores del orden de 70 km/h (Corominas, 2012). Por tanto, conviene, colocar algún recipiente boca abajo que tape al envase en el que se hace el experimento.

Pueden verse los resultados en el vídeo:

<https://www.youtube.com/watch?v=GK8TS02M7w4>

Puede realizarse una gráfica del inverso del tiempo que tarda en saltar el tapón en función de la temperatura del agua.

Todas las reacciones descritas en este artículo han sido realizadas durante varios años por alumnos de 3º y 4º curso de ESO, a partir de los contextos que aquí se describen. Aunque no se han pasado encuestas, los comentarios de los estudiantes han sido siempre muy favorables.

Referencias bibliográficas

CAAMAÑO, A. (2011). Enseñar química mediante la contextualización, la indagación y la modelización, *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, 69, p. 21-34.

COROMINAS, J. (2012) "Reacció (química) i acció (física)", *Revista electrònica Recursos de física*, nº 9, p.7

http://www.rfisica.cat/num/num9/article_num=24&pos=7&total=10&art=113.html

Páginas Web:

PINTO, G. (2016). *Didáctica de la química y vida cotidiana*.

<http://quim.iqi.etsii.upm.es/vidacotidiana/miradacritica.htm>

"17 maneras de hacer química con cosas de casa" en

<https://www.youtube.com/watch?v=DCsVhLloJzQ>