

¿Sabéis que es una **'interfase'**? Nosotros solemos referirnos a interfases como la zona de frontera entre dos "fases", normalmente fluidas (materiales de diferente composición o diferente estado de agregación: dos líquidos inmiscibles, un sólido y un líquido, dos soluciones con diferente concentración, etc.).

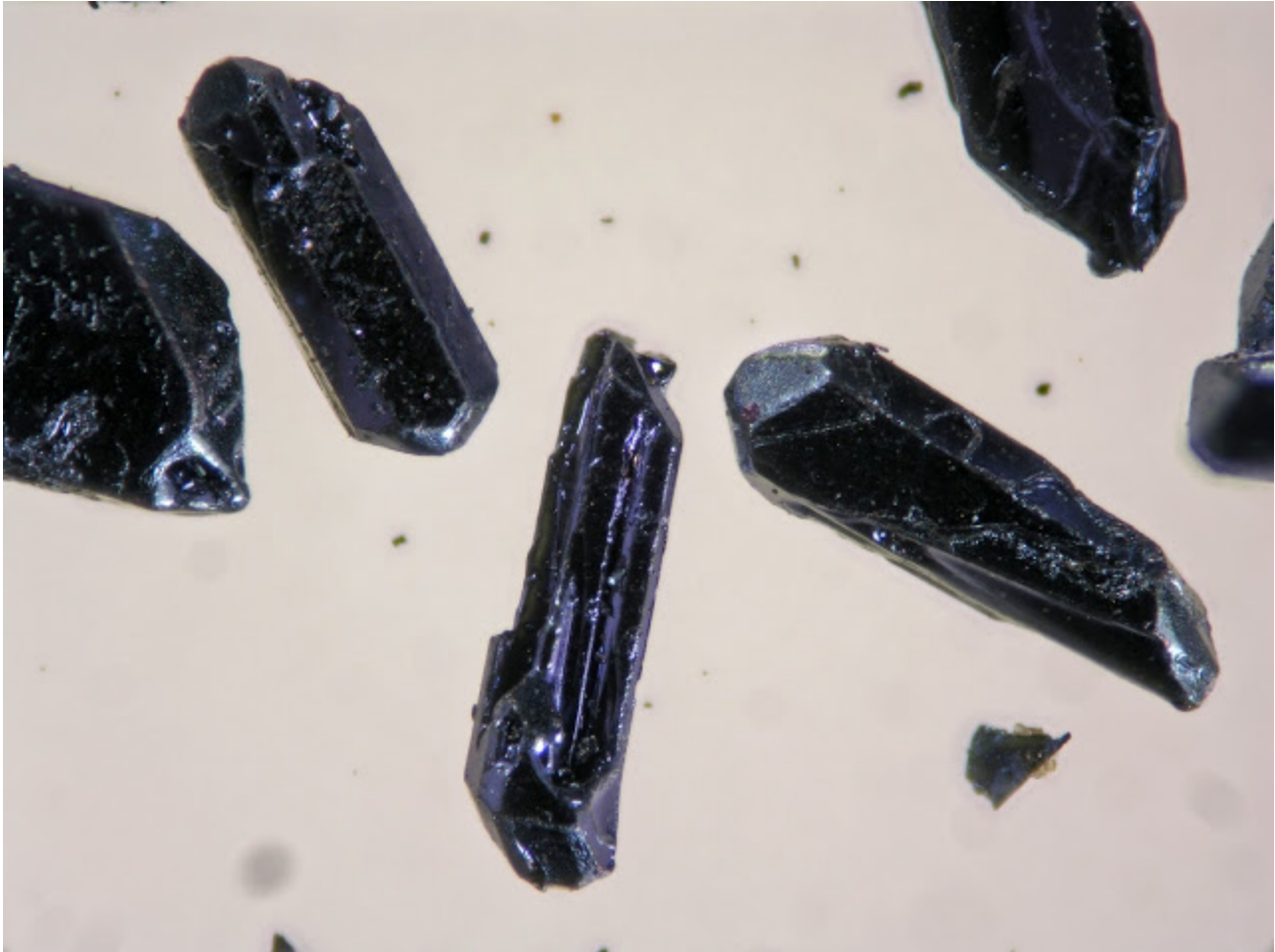
Dos ejemplos usuales de interfase lo teneis, primero en un simple vaso de agua: la frontera entre el agua líquida y el aire es una interfase. O, si mezcláis aceite y agua, al separarse las capas, la zona de frontera entre ellas es una interfase plana. Pero si conseguís que el aceite forme una emulsión, cada pequeña gotita de aceite contiene una interfase esférica. Hay autores que sugieren la palabra "interficie", como generalización de "superficie"...pero me parece que el vocablo no tiene mucho éxito...y me parece normal, porque suena de lo mas raro.

Las interfases nos interesan bastante, porque las propiedades de la frontera son peculiares. En la frontera, un líquido como el agua no se comporta igual que en el interior. Eso lo habéis visto muchas veces: un [*Gerris lacustris*](#) o zapatero, anda sobre el agua aprovechandose de las condiciones en la frontera que dan lugar a la **tensión superficial**, uno de los fenómenos interfaciales mas comunes. En la interfase tienen lugar procesos de organización molecular, difusión de materia, intercambios de energía....Por ello el control de las propiedades interfaciales de los fluidos es muy importante en Química a todos los niveles. Mas aún, los procesos interfaciales son los que nos mantienen vivos: la frontera entre membrana (un fluido lipídico altamente organizado), el fluido acuoso intramembrana y el fluido acuoso extramembrana es la que posibilita que la célula viva disponga de energía.

Asi que si eres capaz de generar una interfase, tal vez puedas controlar un sistema que de otra manera podría resultar *explosivo*. Hay una forma muy interesante de ver cómo un proceso interfacial mantiene a raya una reacción en la que se implica una sustancia altamente inestable, gracias a la limitación del intercambio de materia que implica la interfase. Veamos cómo y observaremos que las fronteras son lugares salvajes y peligrosos... y yade paso aprenderemos un poco sobre la química del manganeso:

1. Necesitamos tres sustancias químicas:

-*Permanganato potásico*. Suele venderse en forma de polvo granulado fino o en cristalitos de bonito color violeta oscuro y brillo casi metálico. Es mejor este último, ya que, al ser mas grandes los cristales, reacciona mas lentamente. Con permanganato en polvo la reacción puede ser demasiado rápida o explosiva. El permanganato es la forma más oxidada posible del manganeso. Es un oxidante fuerte y como tal se ha aplicado en numerosas reacciones. Es muy soluble en agua, formando una disolución de un precioso color entre magenta y violeta.



Cristales de permanganato potásico comercial (KMnO_4). Los cristales pertenecen al sistema ortorrómbico y son similares a los de estaurólita.

-*Acido sulfúrico concentrado (98%)*. Cuidado, ya que éste ácido provoca daños en todo lo que toca, incluyendo la piel, donde provoca graves quemaduras. ¡Usad guantes!

- *Metanol o etanol puros* (alcohol metílico o etílico). Yo prefiero el primero, ya que es mas ligero, barato y se vende puro. Sin embargo es mas tóxico. El etanol tiene un 4% de agua, que no viene muy bien.

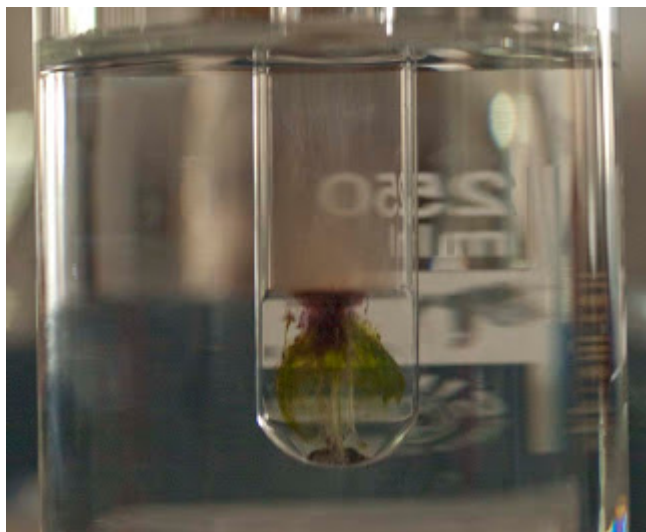


2. Sujetamos con una pinza un tubo de ensayo grande estandard, de modo que quede sumergido hasta la mitad mas o menos en un vaso de 250 ml con agua. Añadimos ácido sulfurico en el tubo hasta una altura de unos 2-2,5 cm.

Ahora, con mucho cuidado, despacito y usando un cuentagotas o una pipeta pasteur, vamos añadiendo la misma cantidad de metanol. Vamos añadiendo el metanol lentamente de modo que caiga resbalando por la pared del tubo y se deposite en una capa sobre el ácido. Igual que si añadieramos aceite sobre agua.

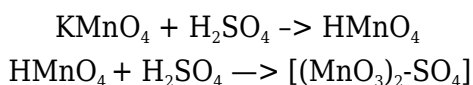
¡Ya hemos generado la interfase!. El sistema no es estático: la tendencia es que evolucione hacia su equilibrio termodinámico, esto es, una mezcla homogénea del metanol y el ácido. Pero la interfase limita la cinética de la mezcla y, mientras no se agite, el metanol va difundiendo lentamente. Así que evitamos toda agitación. Debe ser la interfase la que gobierne el experimento.

3. Ahora añadimos unos cristallitos de permanganato potásico, que caerá lentamente al fondo de la capa de ácido. La reacción comienza rápidamente. En la imagen veis lo que se va formando. En la nube marron o rojiza-violácea que se forma debajo de la interfase se encuentra, entre otras especies, el **heptóxido de manganeso**. Este compuesto es un **explosivo**. Esta reacción produjo un accidente muy grave en la Universidad de Illinois (USA) en 1979, durante el estudio de su mecanismo. Por ello la reacción hay que hacerla exactamente en las proporciones y del modo que he contado y sumergiendo el tubo en agua, para mantener la temperatura baja y que, en caso de rotura, los materiales se disuelvan y pierdan su peligrosidad.

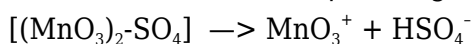


¿que está ocurriendo ahora?

El permanganato potásico reacciona con el ácido sulfúrico generando, en primer lugar, el elusivo ácido permangánico, que reacciona con más ácido para dar lugar a un intermedio inestable:

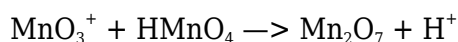


Este intermedio se disocia parcialmente, liberando iones *permanganilo*:



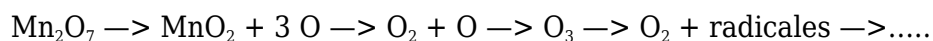
El permanganilo es estructuralmente similar al SO_3 , y, sobre todo, al CrO_3 . La formación de permanganilo la apreciaremos si observamos una coloración verde.

En la imagen vemos claramente la interfase, donde se están acumulando los productos activos de manganeso, en especial el heptóxido de manganeso, formado por reacción del permanganilo con ácido permangánico, generado al reaccionar el permanganato potásico con el ácido sulfúrico y que forma la nube violeta cerca de la interfase:



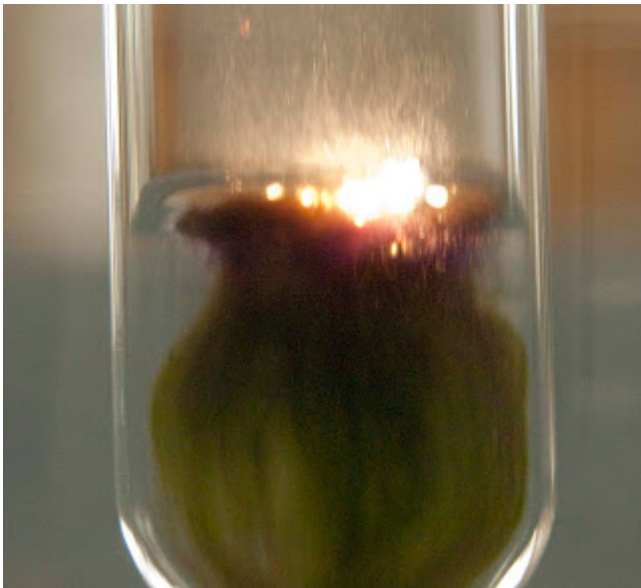
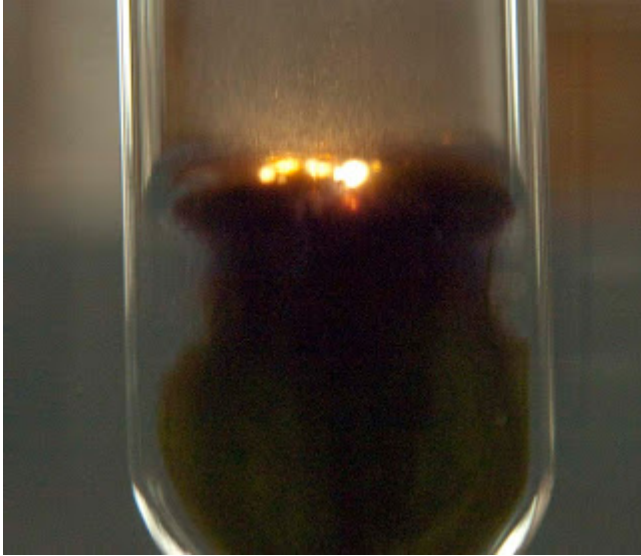
El heptóxido de manganeso forma un complejo con agua de color marrón, pero cuando se forma puro es un líquido aceitoso verdoso con tintes pardo-rojizos, que explota con facilidad en presencia de humedad. El heptóxido de manganeso es el equivalente al Cl_2O_7 , con el que comparte algunas propiedades. Esta conexión tampoco es sorprendente si conocéis la Tabla Periódica.

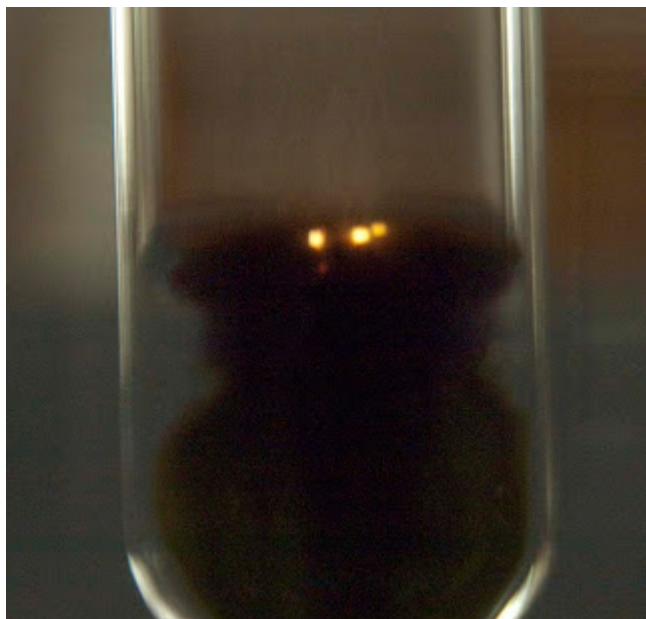
4. Conforme se va acumulando el heptóxido de manganeso en la interfase, debido a la alta densidad del ácido sulfúrico, que hace que “ascienda” el ácido permangánico y el heptóxido que se va formando, se produce un burbujeo. Es CO_2 procedente de la oxidación del alcohol y oxígeno procedente de la descomposición del heptóxido de manganeso. El proceso que tiene lugar es:



El ozono formado es un poderoso oxidante, que reacciona con el metanol. Pero, si se acumula

suficiente material “activo” de manganeso, el contacto con el metanol en la interfase provoca que se descomponga explosivamente, dando lugar a vistosos “rayos y truenos”:





Las explosiones se van sucediendo en la interfase mientras quede permanganato sin reaccionar, lo que puede prolongarse durante 1 hora o más. Ya veis que los conflictos fronterizos no son patrimonio exclusivo de los humanos... La reacción no reviste ninguna peligrosidad si se realiza tal como os he contado. Si se añade una pequeña cantidad de agua al tubo (unas gotas) o se agita, podría detonar súbitamente, así que no hagais cosas raras, para evitar sustos (aunque dadas las pequeñas cantidades de productos que se usan, el riesgo es mínimo).

El producto final de la reacción está formado por **óxidos de manganeso**. Se ha observado que se produce en dos formas: como un sólido amorfo formado por *nanopartículas* de MnO_2 , que quedan suspendidas en la disolución, y como un precipitado de [criptomelana](#) (Cheney et al., *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects* 307 (2007) 62–70). Como bien saben los mineralogistas, la formación de pirolusita (MnO_2) no es nada sencilla y en presencia de iones como el potasio, se tiende a formar otras especies, como la criptomelana, un óxido-manganato de potasio, que es la masa marrón que oscurece el tubo.

Tal como os dije, si hacéis esto, habréis fabricado un explosivo. Pero controlado por un proceso interfacial que hace que la energía se vaya disipando lentamente. Este proceso de disipación está gobernado por la termodinámica: el sistema evoluciona hacia su estado termodinámicamente estable, que es una solución acuosa homogénea con sulfato de potasio, restos de oxidación del metanol y criptomelana. Aquí no tenemos un sistema 'lejos del equilibrio'. Tan solo un control cinético. Pronto veremos un tipo de proceso que disipa energía e implica interfases, pero regido por unas reglas diferentes...pero eso es otra historia.

Esta entrada participa en el [XXIII Carnaval de Química](#), que tiene como anfitrión al blog [Moles y Bits](#).

Carnaval de Química



Spread the science