Huellas escondidas · David Moldes Plaza

Esta experiencia fue presentada a los Premios a la Labor Docente en el Fomento de la Experimentación en Física y Química.

Dirigida a alumnado de 2.º y 3.º ESO, esta demostración experimental tiene por objetivos:

- Comprender, de forma visual, los cambios de estado progresivos y regresivos, concretamente la sublimación y la sublimación inversa.
- Observar que la materia está formada por partículas que pueden interactuar (las grasas de la piel disuelven el yodo).
- Conectar la química con aplicaciones reales y cercanas, como las ciencias forenses y la criminalística.
- Fomentar el rigor en el diseño experimental y la evaluación de la seguridad, trabajando con sistemas cerrados para evitar la emisión de vapores tóxicos.

Fundamento

La sublimación es el paso directo del estado sólido al gaseoso sin pasar por el estado líquido. El yodo molecular (I_2) sublima fácilmente al aplicarle un calor suave, generando unos llamativos vapores de color violeta. Si somos rigurosos con el diagrama de fases, afirmar que el yodo molecular sublima a presión atmosférica es un abuso del lenguaje común en los libros de texto. El punto triple del yodo se encuentra a 113,5 °C y 0,12 atm (por debajo de la presión atmosférica de 1 atm, a diferencia del CO2, cuyo punto triple está a 5,1 atm). Por tanto, al calentar I2 a 1 atm, este sí pasa por la fase líquida (funde a 113,7 °C). Sin embargo, su presión de vapor en estado sólido es tan alta que pasa rápidamente a estado gas, sin apenas estar en estado líquido generando la nube violeta. De hecho, prestando mucha atención al calentar, se puede observar algo de yodo líquido en el fondo. En definitiva, lo que está pasando es un fenómeno parecido a la evaporación (paso de líquido a gas sin alcanzar el punto de ebullición) pero en los sólidos (paso de sólido a gas)

Cuando los vapores de yodo entran en contacto con el papel, el yodo se disuelve en los residuos de ácidos grasos, sales y sebo que los poros de la piel han dejado impregnados al tocarlo, tiñendo la huella dactilar de un color pardo/anaranjado. Al enfriarse el sistema, el exceso de vapor de yodo vuelve a depositarse (sublimación inversa).

El yodo fue descubierto accidentalmente en 1811 por el químico francés Bernard Courtois en pleno contexto de las Guerras Napoleónicas. Su familia fabricaba salitre (nitrato de potasio) para la pólvora del ejército. Debido a la escasez de madera, comenzaron a utilizar biomasa algal (cenizas de algas marinas, que son muy ricas en yodo), ya que era muy abundante en las costas francesas. Sin embargo, al quemar las algas en calderos de cobre, observó que quedaba un pequeño residuo blanco que, tras unos pocos usos, los tornaba inservibles. Para intentar limpiarlos, añadió un exceso de ácido sulfúrico a estas, y es entonces cuando Courtois observó una espectacular nube de vapor

ISSN: 2990-0271 Real Sociedad Española de Física y Real Sociedad Española de Química

violeta que cristalizaba en las paredes frías, descubriendo así el yodo (del griego "ioeides", color violeta). Cuando calentó ligeramente estos sólidos, vio que volvían a dar el vapor violeta. A este fenómeno, se referían como que el cristal se alzaba o elevaba, en latín, *sublimare*, de ahí el término sublimar que tenemos actualmente. Sin embargo, hasta 1813 no se concretó y definió como un elemento químico nuevo, y lo haría de la mano de Joseph Louis Gay-Lussac, quién lo bautizó por su color (*iodes*, violeta en griego).

Este elemento, provocó una revolución en medicina, pues las disoluciones de I_2 en alcohol tenía potentes efectos antisépticos. Décadas más tarde, a principios del siglo XX, químicos y pioneros de la ciencia forense como el francés Edmond Locard (conocido como el "Sherlock Holmes francés") adoptaron los vapores de yodo como una de las primeras y más eficaces técnicas para revelar huellas dactilares latentes en la escena del crimen.

Materiales

- Papel blanco
- Yodo
- Frasco de vidrio transparente con tapa de cierre hermético (tipo tarro de conservas)
- Tener disponible dos tapas idénticas para el frasco de vidrio
- Cinta adhesiva
- Baño de agua caliente (o placa calefactora suave)
- Crema de manos o vaselina.
- Medidas de seguridad: Gafas de seguridad y guantes de nitrilo. Ventilación adecuada.

Procedimiento experimental

1. Cortar un trozo de papel blanco que encaje bien en el interior del frasco de vidrio.
2. Humedecer ligeramente los dedos frotando la frente o con un poco de crema de manos para recoger grasa natural.
3. Presionar con fuerza un dedo sobre el papel.
4. Fijar el papel con la huella en el interior de la tapa del frasco utilizando un pequeño trozo de cinta adhesiva.
5. Introducir 2 o 3 cristales de yodo en el fondo del frasco de vidrio y cerrarlo herméticamente con la tapa preparada. Una cucharilla si está en polvo resublimado.
6. Aplicar un calor muy suave a la base del frasco (por ejemplo, sumergiéndolo unos centímetros en un baño de agua caliente, con placa, etc). Observar cómo el yodo sublima.
7. Dejar enfriar el frasco completamente sin abrirlo hasta que los vapores se depositen de nuevo en forma de cristales, garantizando la seguridad del proceso.
8. Abrir la tapa y cambiarla rápidamente, revelando la huella en la tira de papel.

Conclusiones

Esta demostración permite al alumnado de 2.º y 3.º ESO visualizar de forma segura un cambio de estado abstracto (la sublimación) con el que no están familiarizados. Al asociarlo a la investigación policial, su motivación intrínseca puede verse aumentada. Además, el rediseño del experimento clásico hacia un sistema cerrado hermético introduce conceptos fundamentales de química verde y prevención de riesgos,

ISSN: 2990-0271 Real Sociedad Española de Física y Real Sociedad Española de Química

demostrando cómo la adaptación de las condiciones de operación (en este caso, confinamiento y control de temperatura) mejora la sostenibilidad y seguridad del proceso sin perder su valor didáctico ni su espectacularidad.

David Moldes Plaza
IES Antonio Tovar (Valladolid)
Contacto: *david.molpla@educa.jcyl.es*

Bibliografía

- Wisniak, J. (2018). Bernard Courtois. The discoverer of iodine. *Educación Química*, 13 (3), pp. 206-213.
- Rosenfeld, L. (2000). Discovery and Early Uses of Iodine. *J. Chem. Educ.*, 77 (8), p. 984
- M. Stojanovska, V. M. Petruševski, B. Šoptrajanov (2012). The concept of sublimation – iodine as an example. *Educacion Quimica*, 23 (N. E.), pp. 171-175.