

Algunos experimentos acerca de la combustión de la lana de acero · Juan Antonio Llorens Molina

La comprensión de la naturaleza de la combustión fue un hito fundamental en el desarrollo histórico de la Química y en la comprensión del principio de conservación de la materia. Sobre las dificultades conceptuales implícitas en su enseñanza, existe una extensa bibliografía, entre la que cabe destacar los trabajos de Stavy, R. (1990, 1991). El objetivo de este trabajo es una modesta propuesta experimental, de carácter cualitativo sobre la combustión de la lana de acero, en sistemas abiertos o cerrados. Habitualmente, en los fenómenos cotidianos de combustión, hay una aparente pérdida de masa, ya que tienen lugar en sistemas abiertos, donde se generan productos gaseosos. Por ejemplo, al arder madera o papel, se desprende CO_2 y nos quedan cenizas, cuya masa es menor. El poder llevar a cabo la combustión en un sistema cerrado permite poner de manifiesto el papel del oxígeno como componente del aire. En una línea similar, pueden citarse los experimentos sobre la oxidación de la lana de acero, que consisten en estudiar su corrosión en un sistema cerrado. Cabe mencionar aquí el magnífico artículo de Serrano y Belda (2023) publicado en *Anales de Química*. Sobre la combustión, tal como se propone en este artículo, y para profundizar en el estudio de la conservación de la masa, puede consultarse la siguiente referencia: Adam Equipment (2026). Un experimento clásico, similar al propuesto, consiste en la combustión de una cinta de magnesio para formar óxido de magnesio. El experimento consiste en pesar una cinta de magnesio y calentarla intensamente en un crisol de porcelana hasta que arda, produciendo una luz blanca intensa (empleada como flash en los inicios de la fotografía). El aumento de peso tras la reacción: $2 \text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{MgO}$, puede determinarse volviendo a pesar el crisol una vez enfriado. Este experimento requiere aplicar criterios de seguridad relacionados con el uso del mechero Bunsen y de gafas protectoras, aspectos que pueden soslayarse al estudiar la combustión de la lana de acero según el modo aquí descrito.

La principal innovación que aporta este trabajo radica, no obstante, en el modo de producir la combustión, lo cual conecta con algunos conocimientos de electricidad impartidos en la Educación Secundaria. Por último, sin pretender proponer una guía de actividades, se plantea un conjunto de cuestiones para orientar el aprovechamiento didáctico de los experimentos.

Experimento 1. Variación de la masa durante la combustión de lana de acero en un sistema abierto.

¿Qué material necesitamos?

- Balanza de precisión $\pm 0,01 \text{ g}$
- Lana de acero calidad extra-fina (código 0000) (Se utiliza en todos los experimentos)
- Vaso de precipitados de 500 mL
- Pila de 9 V
- Cables de conexión con pinzas de cocodrilo y regleta de empalmes
- Hilo de cobre rígido, habitualmente empleado en instalaciones domésticas.

Realización del experimento

A. En primer lugar, montaremos el dispositivo para producir la combustión de forma segura, sin mecheros ni llamas. En la Figura 1 se muestra el dispositivo:

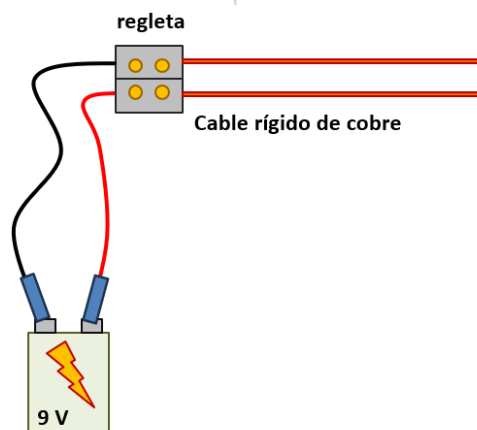


Figura 1. Dispositivo para producir la combustión. Fuente: El autor.

El montaje de este dispositivo presenta algunos aspectos interesantes que permiten explicar cómo y por qué se utiliza. Es una buena ocasión para conectar con conocimientos de física relacionados con la ley de Ohm y el concepto de resistencia. Recordemos las siguientes ecuaciones:

$$(1) \quad I = V/R \quad (2) \quad E = I^2 R t \quad (3) \quad R = \rho l/S$$

La ecuación (1) representa la ley de Ohm, que nos relaciona la intensidad de la corriente (I) con la resistencia (R) y la diferencia de potencial aplicada V (el voltaje de la pila).

La ecuación (2) relaciona la energía disipada por una resistencia en forma de calor, con la intensidad de corriente, la resistencia y el tiempo (t) durante el que se aplica la corriente. A la vista de la ecuación (2) es evidente que, aumentando I , R y t será mayor la energía disipada y podremos elevar la temperatura lo suficiente para que, en el caso de nuestro experimento, se produzca la combustión de la lana de acero.

La ecuación (3) nos da la clave para la realización del experimento: ρ es la resistividad del material, una propiedad característica del mismo; l es la longitud y S es la sección. Para aumentar la resistencia y, por tanto, la energía disipada, lo más sencillo en nuestro experimento es reducir la sección transversal de la fibra de la lana de acero y mantener en contacto unas pocas fibras. En estas condiciones, la combustión se inicia de inmediato.

Una precaución importante en el desarrollo de todos estos experimentos es desengrasar la lana de acero. Ello puede llevarse a cabo introduciéndola en acetona y dejándola evaporar al aire libre o en una vitrina de gases, evitando su inhalación por parte del alumnado.



Figura 2. Cómo iniciar la combustión. Fuente: El autor.

B. Introducir lana de acero en el fondo de un vaso de precipitados, tal como se observa en la figura. Conviene situarla en el fondo, ya que, al arder, el ascenso del aire caliente puede provocar que salga material del vaso, lo que nos falsearía la medida de la variación de masa. Puede ser incluso aconsejable cubrir parcialmente el vaso con un vidrio de reloj mientras se produce la combustión.

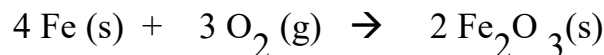


Figura 3. Desarrollo de la combustión. En el ejemplo de la figura, los cables de cobre están directamente conectados a una toma de corriente continua. Es más aconsejable, por seguridad y comodidad, utilizar el sistema propuesto en la figura 1. Fuente: El autor



Figura 4. Lana de acero antes y después de la combustión. Diferencia en el aspecto de la lana de acero antes y después de la combustión. Fuente: El autor.

Para iniciar la combustión, basta con introducir los cables conectados a la pila en la lana de acero. Esta operación puede repetirse introduciendo los cables por distintos puntos hasta completar al máximo la combustión. Es de especial interés invitar al alumnado a observar y explicar el ligero aumento de masa que se produce en esta reacción. Uno de los principales procesos que tienen lugar es:



Con lo expuesto anteriormente, si no ha habido pérdidas accidentales, se explica el aumento de masa observado.

Experimento 2. Combustión de lana de acero en un sistema cerrado. El papel del oxígeno del aire en la combustión.

¿Qué material necesitamos?

- Lana de acero
- Matraz con tapón horadado y tubo de vidrio acoplado.
- Cables de cobre rígidos, conectados mediante pinzas de cocodrilo a una pila de 9 V
- Tubo de silicona unido al tubo de vidrio
- Globo (Como alternativa, puede construirse un manómetro en “U” con dos tubos de vidrio y un trozo de tubo de silicona para la parte curva).

Realización del experimento

- Introducir, a través del tapón, los dos cables de cobre de modo que queden separados aproximadamente 1 cm. Para ello, puede ser necesario taladrar el tapón con la herramienta adecuada.
- Introducir el tapón con los cables, de manera que en su extremo hagan contacto con algunas fibras (pocas) de la lana de acero.
- Inflar un poco el globo y encajarlo en el extremo del tubo de silicona.
- Conectar los cables a la pila y producir la combustión. Observar la variación de volumen del globo.

Es importante hinchar poco el globo para que la disminución del volumen de aire debido al consumo de oxígeno se perciba. Una alternativa al uso de un globo es unir un tubo en “U” con agua (como si se tratara de un manómetro; de este modo es más fácil percibir la disminución del volumen de aire).

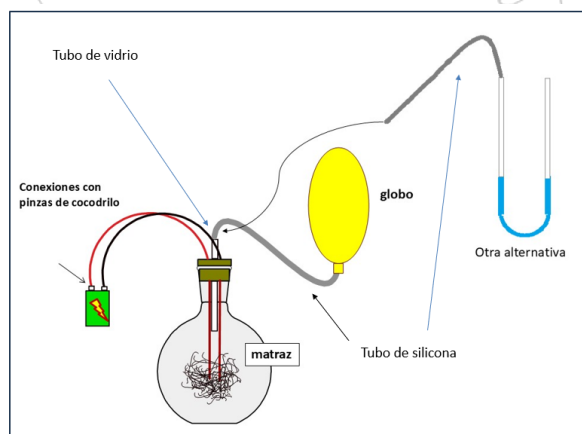


Figura 5. Combustión de la lana de acero en un sistema cerrado. Fuente: El autor.

La dificultad principal de este experimento es lograr que la combustión se produzca en la mayor cantidad posible de lana de acero, e intentar con paciencia mover el matraz y girar el tapón, procurando mantener la estanqueidad, para que la combustión vaya produciéndose en otros puntos de la lana de acero. Por otra parte, la alternativa del tubo en “U” puede ser menos llamativa que el uso del globo, pero mucho más adecuada para percibir el consumo de oxígeno del aire durante la combustión.

EXPERIMENTO 3. Combustión de la lana de acero en una atmósfera rica en oxígeno

¿Qué material necesitamos?

- Dispositivo para el inicio de la combustión
- Lana de acero
- Vaso de precipitados
- Un pedazo de tela metálica que pueda ajustarse en el interior del vaso (como alternativa puede ser útil un colador doméstico)
- Ácido sulfúrico diluido, permanganato de potasio y agua oxigenada comercial (peróxido de hidrógeno), hidrogenocarbonato de sodio, vinagre (ácido acético diluido)

Realización del experimento:

- Añadir en el vaso de precipitados unos 10 mL de agua oxigenada con unas gotas de ácido sulfúrico diluido. Agregar una pequeña cantidad (aproximadamente 1 g) de permanganato de potasio.
- La reacción comenzará produciendo burbujas de oxígeno. En ese momento se coloca la rejilla o el colador y la lana de acero encima.
- Iniciar la combustión y comparar su desarrollo con el observado en el experimento 1.

Este experimento permite poner en evidencia el papel del oxígeno en la combustión al realizarla en una atmósfera más rica en oxígeno, tal y como se observa en la Figura 6.

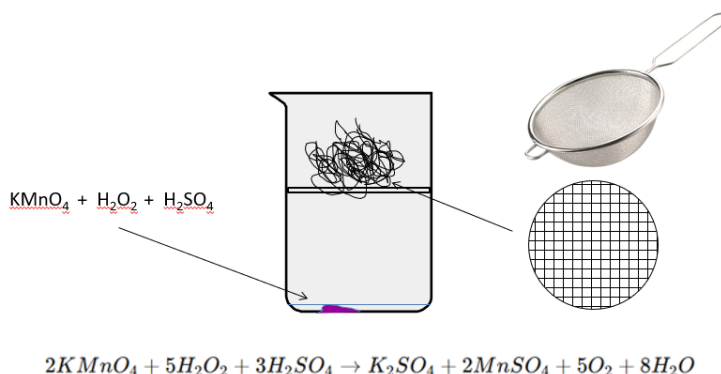


Figura 6. Combustión de la lana de acero en atmósfera rica en oxígeno. Fuente: El autor.

Una derivación interesante de este experimento es realizarlo en una atmósfera rica en CO₂. Para ello, se puede añadir una cucharada pequeña de hidrogenocarbonato de sodio (bicarbonato) a unos 20 mL de vinagre.

Algunas cuestiones de interés para plantear en clase en torno a los experimentos planteados:

- ¿Cómo puede interpretarse el aumento de masa observado en el experimento 1? Observar también e interpretar el cambio en el aspecto de la lana de acero tras la combustión.
- ¿Por qué es necesario que el acero esté en forma de fibras muy delgadas?
- ¿Por qué utilizamos la corriente generada por una pila de 9 V que arda el acero y no podemos conseguirlo con una pila de 1,5 V?
- Cuando se utiliza acero de fibra más gruesa, la pila se calienta mucho, pero el acero ni siquiera llega a ponerse incandescente. Lo mismo ocurre cuando, entre los alambres de cobre que actúan como electrodos hay muchas fibras de acero unidas. ¿Por qué?
- Para que el acero arda bien, es necesario esponjarlo mucho. ¿Por qué?
- ¿Cómo pueden explicarse las diferencias entre el modo de arder la lana de acero cuando la combustión se produce llevando a cabo la reacción entre el permanganato de potasio y el agua oxigenada y cuando se realiza produciendo la efervescencia mezclando vinagre y bicarbonato?
- ¿Qué gas se produce en cada caso? ¿Qué papel tiene cada uno en la combustión?
- Puede ser interesante profundizar en ambas reacciones y proponer también su ajuste estequiométrico.

Bibliografía

- Adam Equipment. (2026) *The Burning Question: A Conservation of Matter Experiment*. <https://adamequipment.com/media/education/Documents/education-experiment-burning.pdf> (Acceso 2-5-2026)
- Serrano, A. T., & Belda, M. P. (2023). Algunas consideraciones y propuestas en torno a la determinación del contenido en oxígeno del aire usando lana de acero. *Anales de Química de la RSEQ*, 119(2), 99-99. <https://doi.org/10.62534/rseq.aq.1878>
- Stavy, R. (1990). Pupils' problems in understanding conservation of matter. *International Journal of Science Education*, 12(5), pp. 501-512.
- Stavy, R. (1991). Using analogy to overcome misconceptions about conservation of matter. *Journal of research in science teaching*, 28(4), pp. 305-313.

Juan Antonio Llorens Molina
Universitat Politècnica de València
GEDH, RSEF-RSEQ
juallom2@qim.upv.es