

# Determinación de la masa molar del oxígeno

Cuando en un centro de enseñanza media se desea realizar un experimento cuantitativo en química, se tropieza con algunas dificultades, entre ellas:

- 1.- La casi nula flexibilidad del horario, que no permite disponer de un tiempo superior a una hora para realizar el trabajo
- 2.- El precio elevado de los productos químicos de calidad
- 3.- La falta de habilidad de muchos alumnos para el trabajo manual
- 4.- El temor del profesor a tener un accidente.

El experimento que aquí se describe proporciona resultados razonablemente correctos y toda la manipulación, no así los cálculos, se puede realizar, si se dispone de balanza electrónica, en un tiempo inferior a una hora siguiendo las normas que después se especifican.

El producto empleado es de bajo precio y no se necesita que tenga gran calidad. La manipulación es, dentro de lo que cabe, sencilla.

Aunque todo experimento es potencialmente peligroso, éste en particular, si el alumno usa gafas de seguridad, puede considerarse como seguro.

## Fundamentos

Cuando el permanganato de potasio se calienta se descompone desprendiendo oxígeno molecular. En la reacción también se forma manganato de potasio y dióxido de manganeso. La estequiometría de la reacción no parece que esté completamente determinada, aun cuando algunos libros de texto escriban la siguiente reacción:



El calentamiento puede realizarse con un mechero de alcohol o con uno de gas siempre que la llama sea pequeña.

## Material y montaje

- Tubo de ensayo ancho
- Tapón de goma con tubo acodado de vidrio
- Probeta de 500 mL o de 1000 mL
- Lana de vidrio
- Termómetro
- Cristalizador o en su defecto recipiente de plástico
- Mechero de alcohol o de gas
- Pinza de bureta (2)
- Soportes (2)
- Nuez doble (2)
- Regla graduada en milímetros
- Tubo de goma



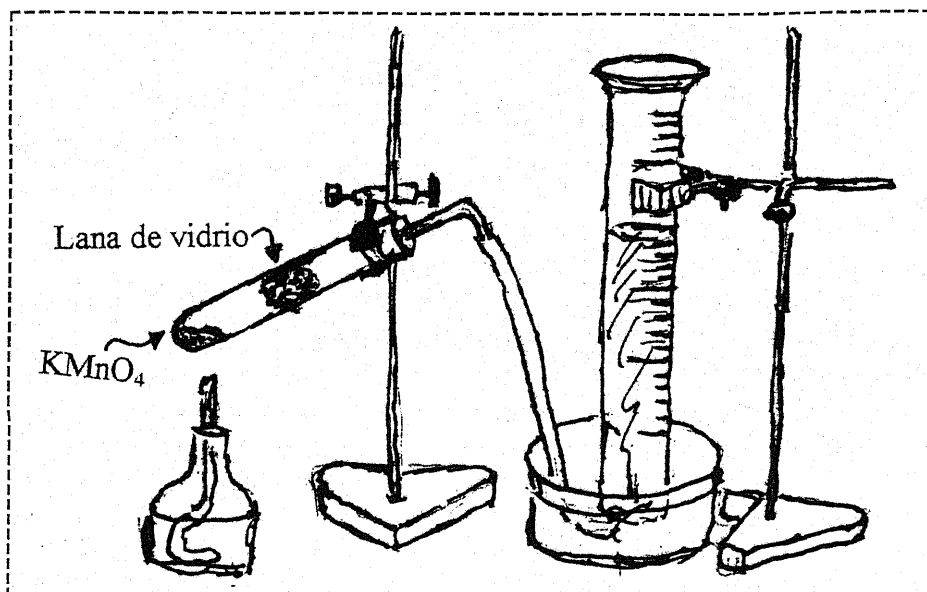
José L. Hernández  
Instituto "La Estrella"  
C/ Estrella Polar s/n.  
28007 Madrid

resultados y su presencia es evitar que, al calentar el producto, se proyecte permanganato fuera del tubo de ensayo. Aunque la lana de vidrio se considera cancerígena, esto solamente ocurre cuando una persona durante años respire una atmósfera donde exista polvo de lana de vidrio, pero es totalmente segura tal como se hace en este experimento.

Se pesa en una balanza electrónica al conjunto formado por el tubo de ensayo con el permanganato y la lana de vidrio, el tapón de goma y el tubo acodado de vidrio.

Si no se dispone de este instrumento es preciso tener previamente pesado ese conjunto antes de que los alumnos lleguen al laboratorio, siempre que el experimento se quiera realizar en un tiempo próximo a una hora.

La probeta se llena completamente de agua y se tapa su boca con papel de filtro. Se le da la vuelta apoyando una mano sobre el papel de filtro y se introduce en



***Es una ocasión propicia para hacer una introducción a los errores instrumentales que siempre llevan aparejados los experimentos y para comprender por qué año tras año se publican resultados experimentales de constantes de la Ciencia, siempre mejorando el método experimental para que las incertidumbres en los valores de dichas constantes disminuyan, en un trabajo muy fatigoso y a veces poco apreciado, incluso por la comunidad científica.***

el cristizador con el papel. Una vez dentro del agua se puede extraer el papel de filtro sin ninguna dificultad. Con este procedimiento se evita que entre aire en la probeta.

Cuando todo está dispuesto como en la figura, se calienta el fondo del tubo de ensayo paseando la llama por la zona donde está el permanganato. Casi de inmediato empieza a desprenderse el oxígeno que se recoge en la probeta. Es importante **calentar suavemente y de forma continua** hasta que cese el desprendimiento de gas. A veces ocurre que de forma inesperada la reacción se detiene y en este caso el experimento puede considerarse fracasado y es necesario empezar de nuevo. No se debe intentar calentar con más vigor.

Una vez que se ha recogido el oxígeno se saca la goma de la probeta para evitar un retroceso del agua hacia el tubo de ensayo. Mientras se enfría el tubo se coloca un termómetro en el agua del cristizador y se anota la temperatura. Se mide el volumen de gas recogido en la probeta por lectura directa. También se mide, con la regla, la altura del nivel del agua en la probeta respecto al nivel del agua en el cristizador. Si se dispone de barómetro en el laboratorio se anota la presión atmosférica. Caso de carecer de él, puede tomarse este dato antes o después del experimento en alguna estación meteorológica que tienen algunos establecimientos comerciales o incluso en el boletín del tiempo del periódico local.

Una vez enfriado el tubo se pesa con los mismos accesorios que antes, esto es, producto, lana de vidrio, tapón y tubo acodado.

### **Tratamiento de los datos**

Con los datos recogidos en el laboratorio se realizan los cálculos siguientes, que pueden hacerse en otro lugar y a otra hora.

Presión del gas = presión atmosférica - presión del vapor de agua a la temperatura que marca el termómetro - presión de la columna de agua de la probeta.

Gramos de oxígeno recogidos = Masa inicial del tubo - masa final del mismo.

Tomamos como hipótesis de trabajo que el oxígeno cumple la ecuación de los gases perfectos y que la temperatura del gas es igual a la temperatura del agua del cristizador.

Todos los datos de la mencionada ecuación se conocen y la única incógnita es la masa molar del oxígeno.

### **Estimación de la incertidumbre en el resultado**

El siguiente cálculo es solo estimativo.

En el volumen del gas: 2 mL sobre un volumen de 400 mL, 0,5 %.

En la temperatura: 1 kelvin en 300 K, 0,3 %.

Presión atmosférica: 10 mm de mercurio en 760 mm, 1,5%.

En la masa de oxígeno: 0,02 g en 0,40 g, 5%.

De lo anterior se deduce que la pesada es el término que mayor incertidumbre introduce en la medida. Los resultados que a lo largo de varios cursos han

obtenido nuestros alumnos difieren aproximadamente en un 5% respecto al valor conocido de la masa molar del oxígeno.

Finalmente hemos de añadir que los alumnos muestran, en general, una cierta desilusión cuando observan que después de todo su trabajo el resultado obtenido al compararlo con el valor conocido no es el esperado 32. Es una ocasión propicia para hacer una introducción a los errores ins-

strumentales que siempre llevan aparejados los experimentos y para hacerles comprender por qué año tras año se publican resultados experimentales de constantes de la Ciencia, siempre mejorando el método experimental para que las incertidumbres en los valores de dichas constantes disminuyan, en un trabajo muy fatigoso y de exquisito cuidado y a veces poco apreciado, incluso por la comunidad científica.

LA PESADA ES EL TÉRMINO QUE MAYOR INCERTIDUMBRE INTRODUCE EN LA MEDIDA. LOS RESULTADOS QUE SE HAN OBTENIDO A LO LARGO DE VARIOS CURSOS DIFIEREN EN UN 5% RESPECTO AL VALOR CONOCIDO DE LA MASA MOLAR DEL OXIGENO.