
UNA SENCILLA EXPERIENCIA PARA ESTUDIAR LA LEY DE BOYLE

Raúl E. Chernikoff

Luis A. Rubio

*René E. Cáceres*¹

*Oswaldo J. Rodríguez*¹

Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

Universidad Nacional de Cuyo

San Rafael – Argentina

Resumen

El estudio de las propiedades de los gases es un contenido habitual en los cursos de física y de química de nivel medio y universitario básico. Si bien en la bibliografía se proponen distintas experiencias para ilustrar este tema, la mayoría utiliza mercurio, una sustancia cuyo uso tiende a eliminarse actualmente en los laboratorios, al menos en los de enseñanza. En este trabajo se propone, para estudiar la ley de Boyle, la construcción de un dispositivo sin mercurio fácil de armar utilizando elementos de muy bajo costo.

I. Introducción

Este equipo permite observar perfectamente cómo el aumento de presión de un gas produce una disminución del volumen del mismo e investigar la relación entre ambas magnitudes, asumiendo que la temperatura permanece aproximadamente constante durante el tiempo que demanda el registro de datos. El diseño es similar al presentado por Thompson y Goldsby (1994) al que se le introdujeron algunas modificaciones a fin de lograr que la construcción y el uso fueran más fáciles y que se pudieran obtener datos más precisos. Debido a su simplicidad, facilidad de construcción y costo reducido, el equipo puede ser construido por los propios alumnos permitiendo que observen, formulen, corroboren o rechacen hipótesis, manejen datos experimentales, y valoren la importancia de realizar un cuidadoso análisis de las incertezas involucradas en el proceso de medición.

¹ Estudiantes

II. Elementos necesarios

- una botella plástica de gaseosa (1,0 L ó 1,5 L);
- un manómetro (0 - 1 kgf/cm²);
- cinta de teflon;
- una probeta graduada de 5 mL;
- una abrazadera metálica (optativa).

III. Construcción

Llene el recipiente casi completamente con agua. Perfore la tapa de la botella en el centro y enrosque el manómetro (para lograr un cierre hermético puede ser necesario utilizar un sellador sintético).

Saque la base plástica de la probeta y vierta en ella aproximadamente 5 mL de agua, tápela con un dedo, inviértala y déjela caer dentro de la botella. Después de algunas pruebas puede conseguir que queden unos 4 mL de aire atrapado en la probeta. Si queda mucho aire ésta flotará. Con valores intermedios la probeta se transforma en un buzo cartesiano que baja y sube según la presión ejercida, lográndose de esta manera otro uso interesante del equipo. Una vez hecho lo anterior coloque varias vueltas de cinta de teflón alrededor del pico del envase plástico y ponga la tapa con el manómetro.

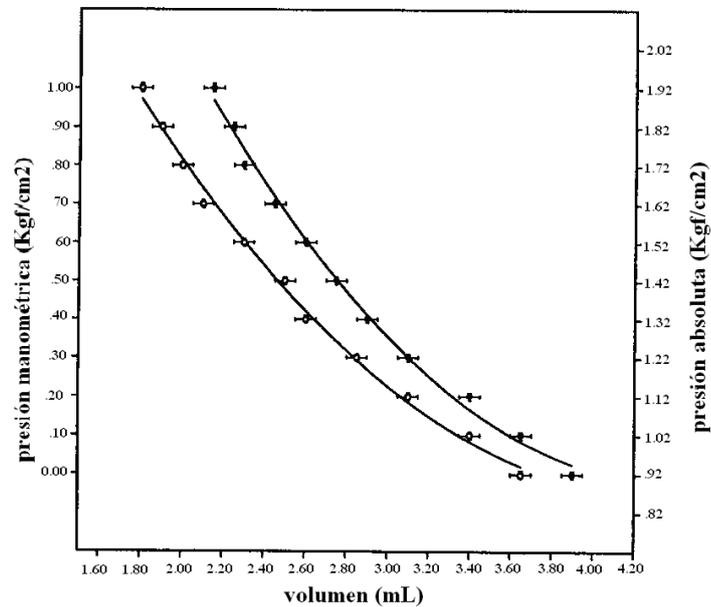


IV. Funcionamiento

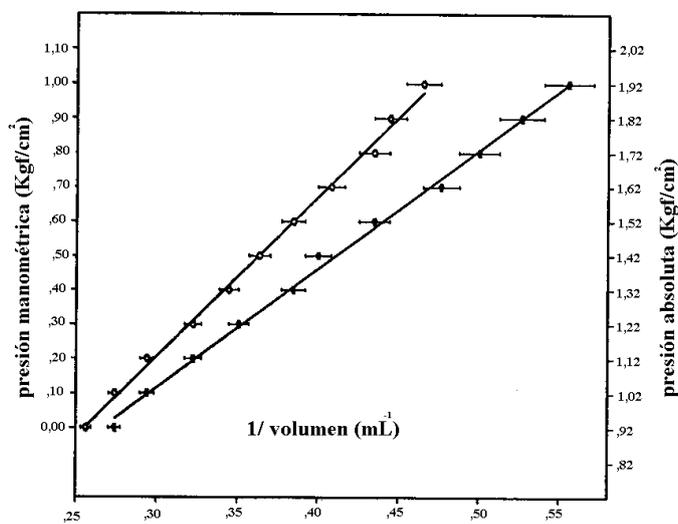
Apriete la botella y observe la disminución de volumen del aire atrapado dentro de la probeta. Apretando firmemente la botella se pueden obtener presiones de hasta 0,9 a 1,0 kgf/cm², y aún mayores según la botella utilizada, lo que permite obtener un número razonable de puntos experimentales. Para lograr buenos resultados es aconsejable que la toma de datos sea realizada por dos alumnos: mientras uno presiona la botella hasta valores enteros de presión, el otro mide el volumen del aire dentro de la probeta. Una vez registrados los distintos valores de presión y volumen sugiera el trazado de los gráficos $p = f(v)$ y $p = f(1/v)$. A temperaturas diferentes y a partir de volúmenes (número de moles) iniciales distintos se obtienen gráficos cuya discusión resulta muy enriquecedora para los estudiantes. Los de la página siguiente fueron realizados a partir de los valores registrados por dos grupos de alumnos (• grupo A y □ grupo B). Cada equipo puede ser utilizado también por un solo alumno si se coloca alrededor de la botella una abrazadera metálica de diámetro adecuado (no indicada en el

dibujo). Esto permite variar la presión ajustando la abrazadera con un destornillador para luego medir fácilmente el volumen correspondiente.

$$p = f(v)$$



$$p = f(1/v)$$



Notas:

- Las presiones se expresan en kgf/cm² y no en unidades del SI atendiendo a la graduación del manómetro.

- La presión atmosférica en San Rafael es aproximadamente 0,92 kgf/cm², valor que se ha tomado para calcular la presión absoluta.

V. Comentarios finales

La experiencia presentada puede ser de utilidad tanto en el nivel medio como en el universitario básico debido a que la parte posiblemente más compleja, el tratamiento de los datos obtenidos, no constituye el objetivo fundamental de la actividad y se puede abordar con distintos grados de dificultad según lo que pretenda en cada caso el docente. Dependiendo de la edad de los alumnos puede, por ejemplo ser más conveniente que los alumnos organicen los datos en forma de tabla indicando los valores de p , V y $p.V$ en lugar de trazar los gráficos sugeridos en el punto anterior.

La presión indicada por el manómetro difiere en una pequeña cantidad de la del aire dentro de la probeta. La diferencia se debe fundamentalmente a la columna de agua y viene dada por $p.g.h$. Este hecho, y la forma en que la presión aplicada a la botella se transmite a través del líquido y comprime al aire en el interior de la probeta, brindan la oportunidad de generar una discusión cualitativa de dispositivo y del fenómeno en sí mismo antes de proceder a realizar las mediciones manipular los datos obtenidos.

El equipo puede, además, utilizarse con otro fin. Si la burbuja de aire atrapada es del tamaño adecuado la pequeña probeta se transforma en un buzo cartesiano que sube y baja según la presión ejercida. Esto permite ilustrar el principio de Arquímedes ya que puede observarse claramente cómo los cambios de presión alteran el volumen de líquido desalojado modificando así el empuje.

El diseño experimental propuesto requiere elementos de muy bajo costo, fáciles de obtener y muy seguro, y permite trabajar, aunque no se disponga de laboratorio, aspectos significativos de la metodología experimental.

VI. Agradecimientos

Agradecemos a los dos árbitros anónimos por las críticas y sugerencias.

Referencias

RESNICK, R.; HALLIDAY, D.; KRANE, K. S. **Física** 3. ed. v. 1. México: CECSA, 1995.

THOMPSON, J. U. S.; GOLDSBY, K. A. A New Quantitative Pressure-Volume Experiment Based on the "Cartesian Diver". **J. Chem. Educ.**, v. 71, n. 9, p. 801-802, 1994.