

Medida de la Presión Atmosférica

Gabriel D'Andrade Furlanetto, Sergio Bernardo Pérez

2 de marzo de 2022

1. Datos de Laboratorio

Cuadro 1: Temperatura y presión en el laboratorio

$T_0(^{\circ}\text{C})$	$T_f(^{\circ}\text{C})$	$P_0(\text{mmHg})$	$P_f(\text{mmHg})$
$18,5 \pm 0,5$	$18,0 \pm 0,5$	702 ± 1	702 ± 1

1.1. Objetivos

En esta práctica, queremos estimar la presión atmosférica en el laboratorio, utilizando un montaje experimental que se basa, principalmente, en considerar el aire como un gas ideal y hacerlo pasar por procesos isotermos.

2. Ecuaciones Fundamentales

En una expansión isoterma de un gas ideal, sabemos que la presión y el volumen del gas son inversamente proporcionales, esto es, si un proceso isoterma nos lleva de (P_1, V_1) a (P_2, V_2) , se verifica que:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad (1)$$

Concretamente, en nuestro experimento, vamos de un estado de $(P_a - P_g, V_1)$ a un estado de (P_a, V_2) , donde P_a es la presión atmosférica, $P_m = \frac{Mg}{A}$ la presión que la masa que ponemos ejerce. Aplicando la ecuación (1) y haciendo sencillas manipulaciones algebraicas, tendremos al final que:

$$P_a = \frac{Mg}{A} \frac{V_1}{V_1 - V_2} \quad (2)$$

3. Datos Experimentales

Donde la presión P_a fue calculada utilizando la ecuación (2) y el error de escala utilizando la ecuación (3) de la sección siguiente.

Cuadro 2: Datos experimentales y la presión.

V_1 (mL)	V_2 (mL)	P_a (kPa)	$\Delta_{esc,i} P_a$ (kPa)
40.0	34.0	86.709	3.695
50.0	43.0	92.903	3.403
60.0	51.5	91.810	2.790
70.0	60.0	90.617	3.065
$\Delta V_1 = 0,25$	$\Delta V_2 = 0,25$	$P_a = 90,617$	$\Delta_{esc} P_a = 1,554$

4. Cálculo de Errores

Para este tipo de problemas, tenemos dos errores: Un error de escala, asociado a la propagación de errores del volumen y de la área, y un estadístico, asociado a la desviación estándar de nuestra muestra. El primer está representado en la Tabla 2 para cada uno de los valores calculados, utilizando la fórmula:

$$\Delta P = \sqrt{\left(\frac{\partial P}{\partial A} \Delta A\right)^2 + \left(\frac{\partial P}{\partial V_1} \Delta V_1\right)^2 + \left(\frac{\partial P}{\partial V_2} \Delta V_2\right)^2} \quad (3)$$

$$= \frac{Mg}{A} \sqrt{\left(\frac{\Delta A}{A}\right)^2 + \left(\left(\frac{1}{V_1 - V_2} - \frac{V_1}{(V_1 - V_2)^2}\right) \Delta V_1\right)^2 + \left(\frac{V_1}{(V_1 - V_2)^2} \Delta V_2\right)^2} \quad (4)$$

Eso nos da, obviamente, el error de cada presión calculada, pero como vamos a utilizar el valor promedio de presiones, tendremos que sacar el equivalente del valor promedio de las incertidumbres¹ de estas incertidumbres:

$$\Delta_{esc} P_a = \frac{1}{n} \sqrt{\sum_{i=1}^n \Delta_{esc,i} P_a^2} = 1,554kPa \quad (5)$$

Para encontrar las incertidumbres asociadas al error estadístico, aplicamos la fórmula estándar para (dos) desviaciones estándar:

$$\Delta_{est} P_a = 2 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_{a,i} - \bar{P}_a)^2}{n(n-1)}} = 2,714kPa$$

Finalmente, solo necesitamos sumar estas incertidumbres:

$$\Delta P_a = \sqrt{\Delta_{est} P_a^2 + \Delta_{esc} P_a^2} = 3,127kPa$$

5. Resultados

Obtenemos que:

$$P_a = 91 \pm 3kPa \quad (6)$$

6. Conclusiones

Si comparamos el resultado obtenido con el del barómetro de la tabla 1, que es de $P_{a,bar} = 702 \pm 1mmHg = 93,59 \pm 0,13kPa$, es posible concluir que, no obstante a la *coherencia* de los resultados, el que obtuvimos en el laboratorio es bastante más impreciso al del barómetro. Eso se puede explicar, básicamente, por el hecho de que el montaje experimental es extremadamente sensible a pequeñas variaciones en la mediciones del

¹Esto se puede derivar directamente utilizando la fórmula general de propagación de errores, pero lo vamos a tomar como conocido.

volumen. Variaciones por la orden de $0,25mL$, que es la máxima precisión que podemos tener, pueden causar una variación de más de $4kPa$ en la presión.

Sin embargo, es importante decir que el experimento tiene como objetivo principal ilustrar propiedades de los gases ideales y aplicarlas al cálculo de algo familiar, no necesariamente medir la presión atmosférica con precisión.

7. Observaciones y sugerencias

Aparte de esos problemas intrínsecos al montaje del experimento, habrían algunas cosas concretas que se podían mejorar: La jeringa contiene una sección de volumen que no está medida, se podría trabajar con mayor precisión a la hora de remover la masa, etc... Pero las mejoras que sus implementaciones traerían serían triviales frente los problemas intrínsecos de nuestro montaje experimental, entonces hacer cosas de ese tipo sería una formalidad más que cualquier otra cosa.