

# Procesos Termodinámicos, Ecuación de estado y Trabajo Termodinámico.

Martín Alejandro Paredes Sosa

## Resumen

En esta experiencia de laboratorio, se utilizó el “*Aparato de ley adiabática de gases*”, con el cual medimos volumen, presión y temperatura. Con estos datos se busca obtener el trabajo que se realizó en sistema.

## 1. Introducción

Esta experiencia en el laboratorio consistió en medir el volumen, presión y temperatura del aire dentro del “*Aparato de ley adiabática de gases*”. Esto se realizó con el fin de generar dos procesos termodinámicos por medio de la compresión de volumen, el primero de forma lenta el cual mantiene la temperatura constante”, y el segundo desplazando el pistón de forma rápida.

El objetivo es elaborar un diagrama PV (Presión vs Temperatura), al cual se evaluará el área bajo cada uno de los procesos, es decir, encontrar el trabajo termodinámico. Además se busca determinar que tan apropiado es utilizar el modelo del gas ideal.

## 2. Desarrollo Experimental

Esta práctica se empezó calibrando los tres sensores del “*Aparato de ley adiabática de gases*”, los cuales se encontraban conectados a una interfase, la cual mostraba los datos mediante el software DataStudio. Cada sensor mide el voltaje y lo transforma en volumen ( $m^3$ ), presión (kPa), o temperatura (K) mediante la siguiente relación:

- Presión Absoluta

$$P(V_p) = 100V_p(kPa)$$

- Volumen

$$P(V_v) = 3.22 \times 10^{-5}V_v + 8.28 \times 10^{-5}(m^3)$$

- Temperatura Absoluta

$$T(V_T) = 68.86V_T + 238(K)$$

Una vez que se calibraron los sensores, se procedió a realizar las mediciones del proceso lento y el proceso rápido. En cada proceso se realizaron 3 mediciones.

La configuración del experimento fue el siguiente:



Figura 1: Arreglo experimental

### 3. Resultados

La figura 2 muestra los resultados obtenidos del proceso lento.

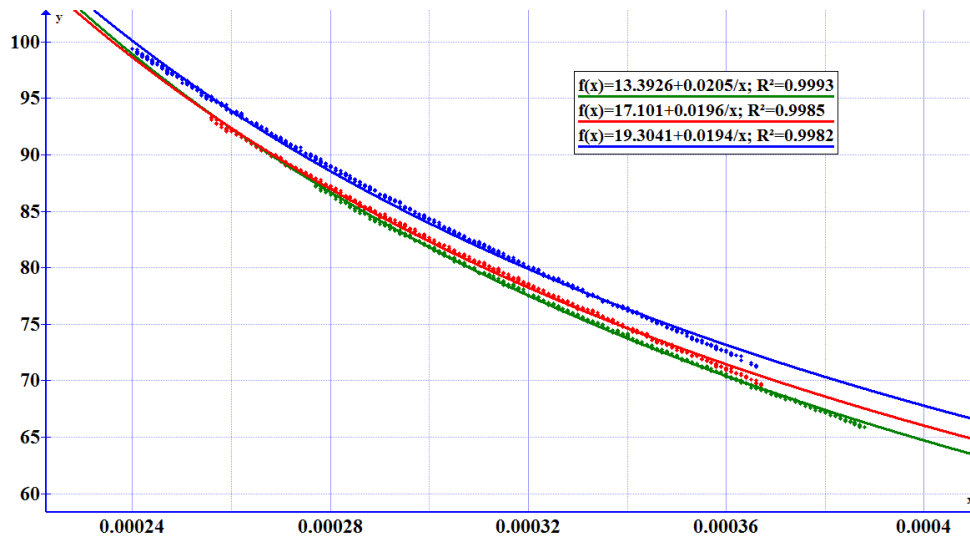


Figura 2: Proceso lento con sus ajustes

Recordando que fue un proceso de compresión, los puntos iniciales corresponden al volumen máximo y los puntos finales al volumen mínimo. Los ajuste para cada uno de los procesos se muestran en la figura 3:

|  |
|--|
| $f(x)=13.3926+0.0205/x$ ; $R^2=0.9993$ |
| $f(x)=17.101+0.0196/x$ ; $R^2=0.9985$  |
| $f(x)=19.3041+0.0194/x$ ; $R^2=0.9982$ |

Figura 3: Ajustes del proceso lento

En caso del proceso rápido, los resultado se muestran en la figura 4

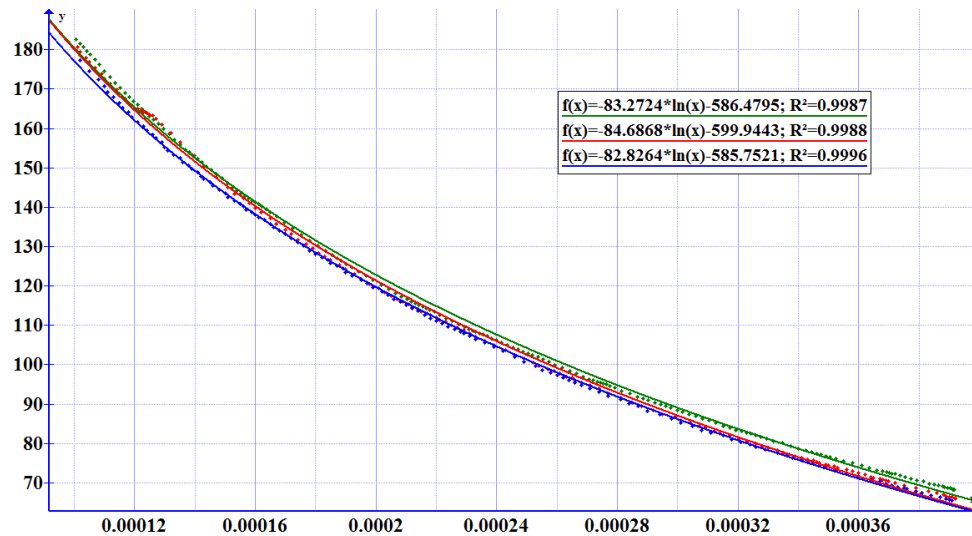


Figura 4: Proceso rápido con sus ajustes

Recordando que fue un proceso de compresión, los puntos iniciales corresponden al volumen máximo y los puntos finales al volumen mínimo. Los ajuste para cada uno de los procesos se muestran en la figura 5:

|  |
|--|
| $f(x) = -83.2724 \cdot \ln(x) - 586.4795$ ; $R^2 = 0.9987$ |
| $f(x) = -84.6868 \cdot \ln(x) - 599.9443$ ; $R^2 = 0.9988$ |
| $f(x) = -82.8264 \cdot \ln(x) - 585.7521$ ; $R^2 = 0.9996$ |

Figura 5: Ajustes del proceso Rápido

Para obtener el área bajo la curva o trabajo termodinámico, se hizo uso del software con la que se realizaron los diagramas PV (Graph), el cual permite calcular la integral definida. La tabla 1 muestra el trabajo termodinámico realizado en los procesos lentos y la tabla 2 los procesos rápido.

| Proceso | Trabajo |
|---------|---------|
| 1       | 8.40 J  |
| 2       | 8.94 J  |
| 3       | 10.61 J |

Tabla 1: Trabajo termodinámico realizado en los procesos lentos

| Proceso | Trabajo |
|---------|---------|
| 1       | 32.21 J |
| 2       | 31.69 J |
| 3       | 31.12 J |

Tabla 2: Trabajo termodinámico realizado en los procesos rápidos

Los valores varían en esta magnitud debido a que no son el mismo proceso, ya que no se tienen la misma condiciones iniciales. Se puede observar que el trabajo es mayor en el proceso rápido que en el lento.

La ecuación de estado de un gas ideal esta dada por:

$$PV = nRT \quad (1)$$

Si despejamos  $n$  de (1), se obtiene el numero de moles del proceso. Si sustituimos con condiciones iniciales de los sistemas se obtiene:

$$n = \frac{PV}{RT} = 0.0107 \text{ moles}$$

Con esto podemos comparar los resultados con los del gas ideal.

### Trabajo isotérmico de Gas Ideal

$$W = nRT \ln \frac{V_f}{V_0}$$

| Proceso | Experimental | Gas ideal | Error (%) |
|---------|--------------|-----------|-----------|
| 1       | 8.40 J       | 8.93 J    | 5.94      |
| 2       | 8.94 J       | 9.03 J    | 0.99      |
| 3       | 10.61 J      | 11.20 J   | 5.27      |

Tabla 3: Comparación del Trabajo en procesos lentos

### Trabajo adiabático de Gas Ideal

$$W = \frac{K(V_f^{1-\gamma} - V_0^{1-\gamma})}{1-\gamma}$$

donde  $K = P_0 V_0^\gamma$  y  $\gamma = 1.66$ .

| Proceso | Experimental | Gas ideal | Error (%) |
|---------|--------------|-----------|-----------|
| 1       | 32.21 J      | 58.76 J   | 45.18     |
| 2       | 31.69 J      | 56.03 J   | 43.45     |
| 3       | 31.12 J      | 55.39 J   | 43.82     |

Tabla 4: Comparación del Trabajo en procesos rápidos

## 4. Discusión

Lo que se observa en la tabla 3 del proceso lento (isotérmico), fue que nuestros valores se parecen a nuestros valores teóricos, por lo que se puede decir es que tiene comportamiento de gas ideal para el proceso isotérmico.

Para el proceso rápido (adiabático), lo que muestra la tabla 4, nuestros errores son muy grandes, lo que no lleva a pensar a que no tiene comportamiento de gas ideal.

## 5. Conclusiones

En conclusión, esta experiencia de laboratorio, no llevo a encontrar que el proceso lento o isoterma tenia un comportamiento de gas ideal, mientras que el adiabático no dice lo contrario. Se llego a que el trabajo termodinámico se puede encontrar del área debajo de la curva en el diagrama PV.

Los datos se pudieran mejorar si se usara un muestreo mas pequeño ya que había valores repetidos.

## Referencias

- [1] Universidad de Sevilla(s.f.) *Trabajo en termodinámica* Recuperado de: [http://laplace.us.es/wiki/index.php/Trabajo\\_en\\_termodin%C3%A1mica\\_\(GIE\)](http://laplace.us.es/wiki/index.php/Trabajo_en_termodin%C3%A1mica_(GIE))
- [2] Acuña, H. (2015). *Manual de Guías de Experiencias en el Laboratorio de Termodinámica Clásica*.