**Objetivos**

* Llevar un sistema termodinámico por diferentes procesos termodinámicos, creando un ciclo cerrado.
* Calcular el calor, el cambio de energía interna y el trabajo del ciclo y de cada proceso usando la primera ley de la termodinámica.
* Calcular el cambio de entropía del sistema durante el ciclo.

**Materiales**

* Recipiente metálico y calormetro sin tapa
* Erlenmeyer de 100 ml
* 2 jarras de plástico
* Agua con hielo
* Jeringa graduada de 20 ml
* Tapón con manguera y llave
* Sensor de presion de gas Vernier
* Sensor de temperatura Vernier
* Computador con LoggerPro
* Interfaz LabQuest Stream
* Soporte universal con varilla larga, pinzas y nuez
* Horno microondas

**Procedimiento**

**Advertencia:** En esta práctica tiene que manipular agua cerca al punto de ebullición. Sea muy cuidadoso con usted y sus compañeros al transportar agua caliente del punto de calefacción a su puesto de trabajo, así como de no derramarla en su puesto de trabajo. Asimismo, evite a toda costa que los elementos electrónicos como el LabQuest Stream o el computador se mojen con el agua o el hielo usados durante la práctica.

Asegúrese de que en LoggerPro las unidades de presión sean kPa. Tómese un momento para verificar el valor de presión que arroja el sensor sin ningún montaje conectado. Ese será el valor de la presión atmosférica. Compárelo con el valor teórico de la presión atmosférica en Bogotá y evalúe si son similares.

**Nota:** Para su comodidad y eficiencia en la toma de datos, se sugiere que una persona del grupo manipule el montaje en cada caso (la jeringa, los recipientes, el agua), y la otra se encargue de tomar los datos en LoggerPro.

Se realizarán dos procedimientos durante la práctica de laboratorio: el primero servirá para estimar el volumen de gas en el contenedor, y el segundo sera realizar un ciclo termodinámico sobre este gas.

**1. Estimando el volumen de gas**

A temperatura ambiente (medirla con el sensor), inserte el tapón con manguera conectada al sensor de presión en el Erlenmeyer y asegúrese que la llave esté cerrada. Siga los siguientes pasos:

* Conecte la jeringa en 0 mL (sin aire) al Erlenmeyer y abra la llave.
* Seleccione el modo eventos con entrada. La entrada será el volumen de la jeringa.
* Tome el primer dato (el volumen sera 0 mL) y luego lentamente, con la llave siempre abierta, aumente el volumen de aire en la jeringa en intervalos de 5 mL hasta llegar a 20 mL. Cada 5 mL tome un dato con el botón.
* Al terminar, cierre la llave, retire la jeringa y abra la llave para equilibrar la presión del gas con la atmosférica.
* Realice una gráfica de VJeringa vs 1=P y ajuste una recta, el punto de corte con el eje vertical le dará el volumen del gas dentro del recipiente (multiplicado por menos). Verifique que este valor sea coherente; lo necesitará para la siguiente parte del procedimiento. De lo contrario repita el procedimiento. Registre este valor en la casilla de LoggerPro Volumen Inicial Gas.
* Guarde el conjunto de datos con Ctrl+L y pase a la siguiente sección del procedimiento.

**2. Ciclo Termodinámico**

**Nota:** Para este proceso es importante que siga cuidadosamente y en orden las instrucciones que se dan a continuación, porque de lo contrario deberá repetir el procedimiento cuantas veces sea necesario.

* Acople la jeringa (con volumen 0 mL) al Erlenmeyer y abra la llave del tapón. La jeringa no se debe retirar en ninguna instancia del procedimiento.
* Coloque el Erlenmeyer dentro del vaso metálico (sin agua) y sujételo con las pinzas.
* Agregue agua fría al recipiente metálico hasta el tope (la idea es que la mayoría del Erlenmeyer esté en contacto con el agua). Inserte el termómetro para medir la temperatura del agua. Espere a que la temperatura se estabilice. El punto donde esto suceda será su punto de partida.
* Seleccione el modo de eventos con entrada. Configure su sistema para tener 1 entrada manual: volumen jeringa. El volumen total será calculado por la columna calculada Volumen Total donde

VTotal = VInicial + VJeringa

La temperatura y la presión serán medidas por los sensores. Asegúrese que la temperatura T sea medida en ºC, el volumen V en mL y la presión P en kPa.

* Empiece a tomar datos y guarde el dato inicial. El valor de Volumen que debe ingresar inicialmente es el volumen de la jeringa, es decir 0 mL.
* **Proceso isocórico:** Retire el agua fría y agregue agua caliente (70 ºC-80 ºC) al recipiente metálico. Cuando las medidas de temperatura sean relativamente estables, conserve otro dato. El volumen que debe registrar es el mismo del paso anterior.
* **Expansión isotérmica:** Usando la jeringa realice (lo más rápido posible) una expansión isotérmica del gas. Conserve datos cada 5 mL hasta lo que permita la jeringa (que se pueda medir). Si la temperatura baja más de 5 ºC durante este proceso, debe repetir todos los pasos anteriores. Para minimizar este error puede ir agregando agua caliente al vaso metálico mientras hace la expansión.
* **Proceso isocórico:** Retire el agua caliente y agregue agua fría al vaso metálico; introduzca el Erlenmeyer y llévelo hasta una temperatura igual a la inicial (use hielo si es necesario). Cuando la temperatura se estabilice en el valor deseado, conserve un dato.
* Compresión isotérmica: Ahora, usando la jeringa, realice una compresión isotérmica. Conserve datos cada 5 mL hasta que la jeringa llegue a 0 mL. Para ayudar a mantener la temperatura constante puede usar el hielo.
* Para saber que realizó bien el ciclo termodinámico, su punto final (con la jeringa en 0 mL) debe coincidir con su punto de partida. Si esto sucede, frene la toma de datos.
* Para finalizar, cierre la llave, retire la jeringa y luego abra la llave. Deje todos los elementos como al inicio de la sesión.

**Análisis cualitativo**

Describa los 4 procesos que se realizaron. Indique en cada uno si el trabajo que hace el gas es positivo, negativo o nulo, si el gas cede o gana calor y qué sucede con el cambio de energía interna.

¿Qué indica el área bajo la curva en un diagrama PV? ¿Qué significa que este valor sea positivo o negativo?

Sin realizar ningún cálculo, diga qué signo tendrá el cambio de entropía en cada uno de los procesos y en todo el ciclo.