**Objetivos**

* Estudiar la relación entre la presión, el volumen y la temperatura de una muestra de aire.
* Aprender a identificar datos no lineales y linealizarlos.
* Estimar el cero absoluto de temperatura.
* Estimar la densidad molar del aire.

Materiales

* Calorímetro Phywe 04401.00 sin tapa
* Beaker de plástico de 250 mL
* Erlenmeyer de 100 mL
* Jarra de plástico
* Hielo picado
* Jeringa graduada de 20 mL
* Jeringa sin graduar
* Tapón con manguera y llave
* Sensor de presión de gas Vernier
* Sensor de temperatura Vernier
* Computador con LoggerPro
* Interfaz LabQuest Stream
* Soporte universal con varilla, pinzas y nuez
* Horno microondas

**Procedimiento**

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.

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.

1. **Presión vs. volumen**
2. Verifique que la toma de datos se encuentra en modo eventos con entrada, presionando el botón Toma datos y escogiendo esa opción en la pestaña Modos. Asígnele en esa misma ventana el nombre Volumen a la columna, abreviatura V y unidades de mL.
3. Ajuste la jeringa para que contenga un volumen de 10 mL y conéctela directamente en el sensor de presión. Asegúrese que la referencia de volumen en la jeringa sea la parte frontal del pistón. Es importante que no atornille la jeringa con demasiada fuerza, hágalo con justo la suficiente para que no haya fugas y así evitar daño en el dispositivo al retirarla. En este punto la presión arrojada por el sensor debería ser igual a la atmosférica.
4. En LoggerPro, cree una nueva gráfica en el menú Insertar / Gráfica. Configure los ejes para que se grafiquen los datos de presión contra volumen que irá tomando durante este montaje.
5. Presione en el botón Tomar datos. Empuje el pistón de la jeringa que marca inicialmente 10 mL hasta llegar a un valor de 4 mL. Es importante que al manipular la jeringa la sostenga con ambas manos y no sostenga el sensor de presión en lo absoluto, ya que podría generar torsión innecesaria en la unión y romperla.

Espere unos segundos hasta que la presión mostrada por el sensor se estabilice y oprima el botón Conservar. Le aparecerá una ventana donde debe ingresar el valor de volumen en la jeringa en mililitros.

1. Paso seguido expanda el pistón de la jeringa en pasos de 2 mL, es decir pase de 4 mL hasta 6 mL. Capture el nuevo dato. Repita el procedimiento para 8 mL, 10 mL, punto donde debe empezar a halar el pistón para tomar datos en 12 mL, 14 mL y 16 mL.
2. Para finalizar la toma de datos presione el botón Parar.
3. Guarde los datos Ctrl+L y dé un nombre al conjunto de datos para diferenciarlos de los datos que se tomarán después. Al finalizar oprima para seguir al siguiente montaje.
4. **Presión vs. Temperatura**

Para este montaje, conecte el sensor de temperatura en una ranura desocupada del LabQuest Stream.

1. Tape el Erlenmeyer con el tapón y cierre la llave de entrada. Conecte la manguera al sensor de presión y ubique el Erlenmeyer dentro del calorímetro. Use la nuez con soporte para fijar el Erlenmeyer en esa posición de manera que al agregar el agua, este quede completamente sumergido.
2. Ubique la punta del sensor de temperatura en el calorímetro junto con el Erlenmeyer. Tome nota de la temperatura mostrada por el sensor. Esta sera la temperatura ambiente.
3. En LoggerPro, cambie la configuración de toma de datos con el botón Toma datos escogiendo la opción Eventos seleccionados en la pestaña Modos. Cree una nueva gráfica para que se grafiquen los datos de presión contra temperatura que irá tomando durante este montaje. Oprima el botón Tomar datos.
4. Llene el beaker de 250 mL de agua y caliéntelo en el microondas durante 3 minutos. Vierta el agua caliente en el calorímetro. La temperatura mostrada debe ser de alrededor de 80 ºC y será la temperatura máxima. En este montaje se debe esperar un tiempo mayor para tomar los datos, ya que la temperatura arrojada por el sensor es la del agua, no la del aire dentro del Erlenmeyer, por lo que se debe esperar a que el sistema Erlenmeyer-agua llegue al equilibrio térmico. Cuando se equilibre el sistema oprima el botón Conservar.
5. Use la jeringa sin graduar para agregar agua fría al calorímetro de manera muy controlada para bajar la temperatura unos 10 ºC aproximadamente para tomar la siguiente medida.

**Nota:** la temperatura tarda un tiempo en equilibrarse, por lo que debe detener el flujo de agua fría unos 2 ºC o 3 ºC antes de llegar a la temperatura deseada. A medida que la temperatura vaya bajando, el cambio de la temperatura va a ser menos abrupto, y la adición del agua será más sencilla. En un punto va a ser necesario sacar un poco de agua tibia del calorímetro con la jeringa para agregar agua más fría.

1. Tome datos de presión cada 10 ºC aproximadamente hasta llegar a temperatura ambiente.
2. Para reducir la temperatura por debajo de la temperatura ambiente agregue hielo al calorímetro. Al igual que en el numeral anterior, hágalo cuidadosamente y dando tiempo al sistema para que se equilibre. Tome datos de presión cada 7 ºC o 5 ºC hasta llegar a 5 ºC aproximadamente. Si tiene tiempo, intente bajar a 2 ºC o menos.
3. Para finalizar la toma de datos presione el botón Parar. Dé un nombre al conjunto de datos. Al finalizar oprima para seguir al análisis.

**Análisis cualitativo**

1. ¿Cómo se comporta la presión al aumentar el volumen y mantener la temperatura constante?
2. ¿Cómo se comporta la presión al aumentar la temperatura y mantener constante el volumen?
3. En la sección de teoría se mencionó que el modelo del gas ideal tiende a fallar para bajas temperaturas y altas presiones. ¿Cómo cree que difiere el volumen calculado con el modelo del gas ideal al volumen real cuando la presión es alta? (mayor, menor, no cambia). ¿Cómo cree que difiere la presión calculada con el modelo del gas ideal a la presión real cuando la temperatura es muy baja? (mayor, menor, no cambia). Justifique sus respuestas.