

## 1- Objetivos

Familiarizarse con los distintos conceptos involucrados durante los procesos termodinámicos. Estudiar en particular el caso de un gas ideal.

## 2- Introducción

Al someter a un sistema a un cambio de su estado termodinámico A mediante la variación de alguna de sus variables termodinámicas, el estado final B dependerá del proceso con el que se alcanzó este nuevo estado. Durante estos procesos será necesario realizar trabajo sobre el sistema y/o intercambiar calor con el mismo para llevarlo de A a B, que involucrará una variación de la energía interna del sistema.

Casi todos los gases, incluyendo el aire, pueden considerarse ideales para presiones (P) menores a 3 atm. En estas condiciones, la relación entre la presión (P), el volumen (V), la temperatura (T) y el número de moles (N) del gas para un estado podrá describirse por la ecuación 1:

$$P \cdot V = N \cdot R \cdot T \quad (1)$$

donde R es la constante universal de los gases.

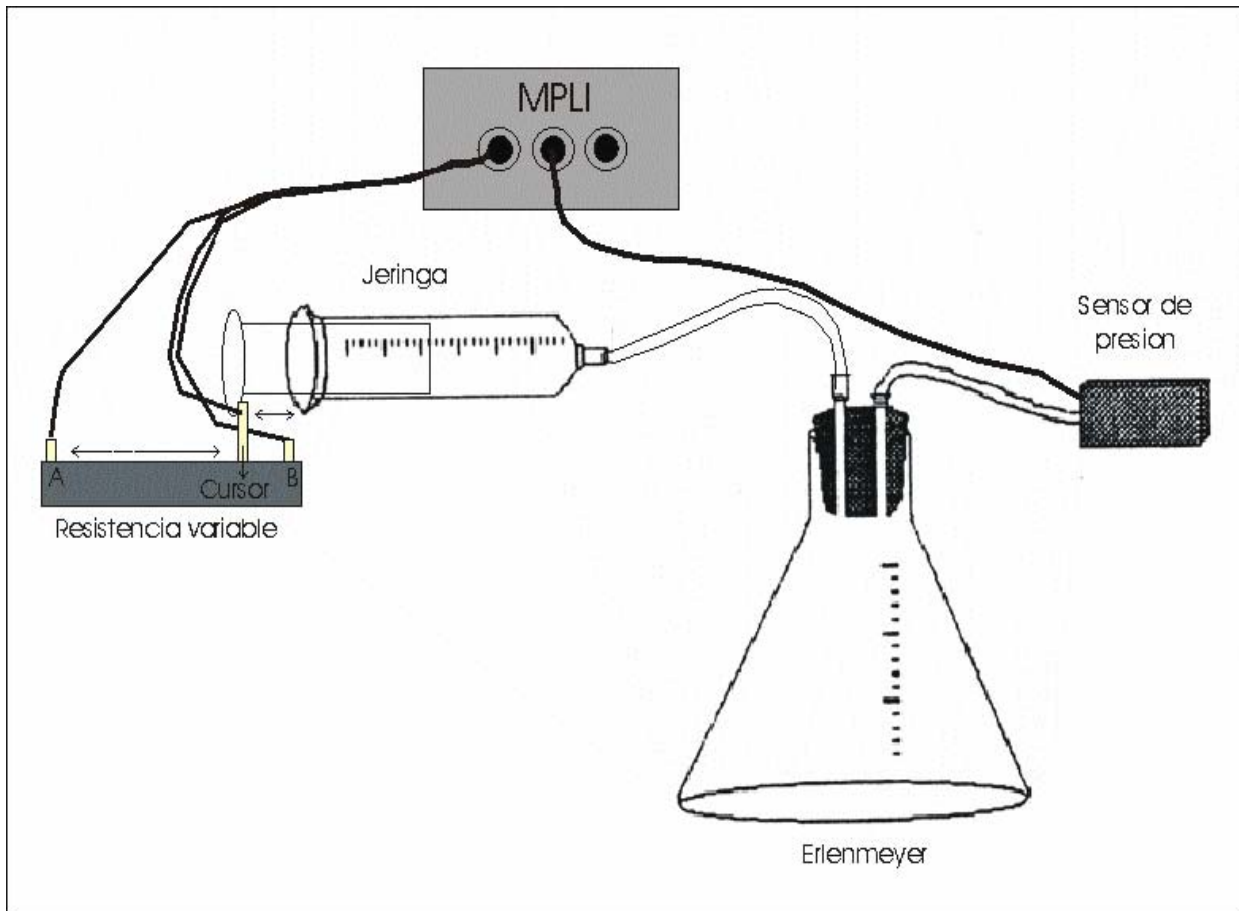
En particular puede resultar interesante estudiar aquellos cambios de estados que se llevan a cabo mediante procesos en los cuales es posible mantener constante alguna de las variables termodinámicas en cuestión. Algunos de estos procesos más conocidos son:

- Isotérmico: la temperatura del sistema se mantiene constante durante el proceso, es decir  $T_A = T_B$ . Esto es posible si se le permite al sistema intercambiar calor con un medio circundante a temperatura  $T_A$ , permaneciendo en equilibrio térmico con el mismo durante todo el proceso.
- Isocórico: el volumen del sistema se mantiene constante durante el proceso, es decir  $V_A = V_B$ .
- Isobárico: la presión del sistema se mantiene constante durante el proceso, es decir  $P_A = P_B$ .
- Adiabático: El sistema está aislado térmicamente durante el proceso y no le es posible intercambiar calor con el medio circundante.

Preguntas para pensar antes de pasar al experimento:

- Teniendo un gas ideal en un estado A dado, ¿cómo procederían para llevar a cabo cada uno de estos procesos? ¿Cuál es el rol del medio circundante en cada caso?
- ¿Cómo sería cualitativamente el gráfico de P en función de V en cada proceso? ¿y T en función de V?
- Una vez alcanzado el estado B, ¿es posible volver al A? ¿qué proceso realizarían? ¿en que casos y bajo qué condiciones podrían decir que el proceso A→B realizado es reversible? ¿Cómo quedaría el gráfico P-V del proceso A→B→A en cada caso?

### 3- Descripción del dispositivo experimental



En el dispositivo de la figura 1 se tiene un erlenmeyer tapado y conectado, por un lado a una jeringa, y por otro a un sensor de presión. Este sensor entrega una diferencia de potencial que es proporcional a la variación de presión que está sensando. La jeringa permitirá modificar el volumen del aire encerrado dentro del dispositivo. A su vez el pistón de la jeringa está unido a una resistencia eléctrica  $R$ . El valor de  $R$  varía linealmente entre cero y  $R$  máximo entre los extremos de la resistencia (puntos A y B en la figura 1), al mover su cursor solidario al pistón. Si se aplica una diferencia de potencial eléctrico constante entre A y B, y se mide la diferencia de potencial entre uno de estos puntos (A ó B) y el cursor, se obtendrá una tensión que será proporcional al volumen de la jeringa.

Las diferencias de potencial del sensor de presión y de la resistencia variable se pueden adquirir simultáneamente mediante una interfaz en la PC, obteniendo así la variación de volumen y presión del aire dentro del dispositivo.

Atención: Es posible utilizar este dispositivo sin el erlenmeyer, en ese caso la misma variación de volumen en la jeringa producirá una variación más violenta de la presión (¿Por qué? ¿Qué mejoras introduciría este cambio en el experimento?). Consulten cuál es el rango de trabajo del sensor de presión. Ya que en caso de excederse de la presión máxima pueden deteriorar e incluso destruir el sensor.

#### 4- Actividades

a) Previamente a empezar a trabajar, es necesario conocer la calibración de ambos sensores para poder realizar mediciones de presión en función del volumen. ¿Cómo calibrarían el “sensor de volumen”, teniendo en cuenta que la diferencia de potencial medida en la resistencia variable es proporcional a la posición del pistón de la jeringa? En caso de ser necesario, ¿Cómo calibrarían el sensor de presión? ¿Qué dos valores usarían como “presiones patrón”?

b) Procesos isotérmicos: ¿Cómo estudiarían con este dispositivo una compresión isotérmica? ¿Y una expansión isotérmica? ¿Es posible comprimir/expandir reversiblemente?

c) Procesos adiabáticos: ¿Es posible realizar con el mismo dispositivo compresiones y expansiones adiabáticas? ¿Bajo que condiciones experimentales debe realizarse este proceso? ¿En que se tiene que diferenciar del experimento del ítem (b)? ¿Es posible comprimir/expandir reversiblemente en este caso?

d) (Opcional) Exploren la posibilidad de combinar ambos procesos (isotérmico y adiabático) llevando al sistema a distintos estados de P y V. ¿Es posible mediante combinaciones de los dos procesos volver al estado inicial?

e) (Opcional) ¿Se les ocurre cómo podrían llevar a cabo otros procesos termodinámicos (isocórico, isobárico) con este dispositivo?

*En cada caso, ¿Bajo que condiciones experimentales debe realizarse el proceso? ¿Cuáles son las hipótesis que están proponiendo durante la realización de cada experimento? ¿Qué cuidados deben tener? ¿Cuáles son las principales fuentes de incertezas?*

#### 5- Análisis

a) Grafiquen la presión en función del volumen para los distintos procesos estudiados. Analicen y discutan cualitativamente lo obtenido.

b) En el caso de los procesos isotérmicos, según la ecuación 1, la relación P-V para un gas ideal sería:

$$P \cdot V = \text{constante} \quad (2)$$

¿Se cumple esta relación en los experimentos de ustedes? ¿Qué tipo de gráfico proponen para realizar un análisis cuantitativo de este proceso?

c) En el caso de procesos adiabáticos y reversibles, la relación P-V para un gas ideal es:

$$P \cdot V^\gamma = \text{constante} \quad (3) \quad \text{con } \gamma = C_p / C_v \quad (4)$$

donde  $C_p$  y  $C_v$  son los calores específicos a presión y volumen constante del gas respectivamente. ¿Se cumple esta relación en los experimentos de ustedes? ¿Qué tipo de gráfico proponen para realizar un análisis cuantitativo de este proceso? ¿Cómo podría obtener y de este gráfico? ¿con qué valor tabulado lo compararían?

d) en caso de haber explorado otros procesos, analicen los gráficos P-V y propongan que esperarían según el modelo propuesto para un gas ideal.