

PRÁCTICA 1: CAPACIDAD CALORÍFICA DE LOS GASES

OBJETIVO:

Estudiar la magnitud física, calor, que hay que suministrar a una cantidad de masa o sustancia para elevar su temperatura en una unidad.

- Determinar la capacidad calorífica del aire a volumen constante C_v
- Determinar la capacidad calorífica del aire a presión constante C_p

FUNDAMENTO TEÓRICO

La primera ley de la termodinámica puede ser ilustrada particularmente con un gas ideal. Esta ley describe la relación entre el cambio de energía interna dU_i , la energía intercambiada con los alrededores, y el trabajo realizado por el sistema generalmente hablando.

$$dQ = dU_i + p dv \quad (1)$$

La capacidad calorífica molar C de una sustancia resulta de la cantidad de calor absorbido dQ y de la temperatura que cambia dT por mol, donde n es el número de moles.

$$C = \frac{1}{n} * \frac{dQ}{dT} \quad (2)$$

Una disminución entre la capacidad calorífica molar y la constante de volumen y presión, C_v , C_p de acuerdo a la ecuación (1) y (2) bajo condiciones de (V =constante; $dV=0$), es:

$$C = \frac{1}{n} * \frac{dU_i}{dT} \quad (3)$$

Bajo condiciones isobáricas (p = constante; $dp=0$) se tiene:

$$C = \frac{1}{n} * \left(\frac{dU_i}{dT} + p \frac{dV}{dT} \right) \quad (4)$$

La capacidad de calor C_v es una función de la energía interna (ecuación 3). Esta energía interna puede ser calculada con la ayuda de la teoría cinética de los gases con el número de grados de libertad f y la constante universal de los gases R :

$$U_i = \frac{1}{2} f * R * T * n \quad (5)$$

De la ecuación (3), obtenemos:

$$C_v = \frac{f}{2} R \quad (6)$$

Diferenciando la ecuación de estado para los gases ideales:

$$pV = nRT \quad (7)$$

Para $p =$ constante:

$$p \frac{dV}{dT} = n * R \quad (8)$$

De la relación (4) se obtiene:

$$C_p = \left(\frac{f+2}{2} \right) R \quad (9)$$

La diferencia entre C_p y C_v para un gas ideal es igual a la constante universal de los gases R

$$C_p - C_v = R \quad (10)$$

El número de grados de libertad de una molécula es una función de esta estructura. Todas las partículas de un gas tienen tres grados de libertad de traslación. Las moléculas diatómicas tienen dos grados de rotación libre alrededor de su eje de inercia principal. Las moléculas triatómicas tienen 3 grados de rotación libre.

La capacidad calorífica de un gas depende del número de grados de libertad que tengan sus partículas. Cuantos más grados de libertad tenga más costará calentarlo.

El aire está formado por oxígeno (aproximadamente 20 %) y nitrógeno (aproximadamente 80 %), una primera aproximación puede ser:

$f=5$

$C_v=2,5 R$

$C_p=3,5 R$

$C_v= 20,8 \text{ J/K} \cdot \text{mol}$

$C_p=29,1 \text{ J/K} \cdot \text{mol}$

MATERIAL

- Manómetro de precisión
- Unidad básica cobre4
- Fuente de alimentación
- RS 32 cable de datos
- Cobre4 sensor de corriente
- Dos tapones de goma
- Jeringa de gas
- Tubo de goma
- Llave de paso 1
- Llave de paso de 3 vías

MÉTODO

Se añade calor a un gas que está dentro de un recipiente de cristal mediante un calentador eléctrico que se enciende brevemente. La temperatura aumenta y como resultado la presión aumenta, la cual medimos con un manómetro.

Bajo condiciones isobáricas la temperatura aumenta y como consecuencia se produce una dilatación del volumen, que puede ser medido desde una jeringa.

La capacidad calorífica C_v y C_p son calculadas con el cambio de presión y volumen respectivamente

PROCEDIMIENTO

- Para cada tarea realice al menos 10 mediciones
- El tubo de subida del manómetro debe de humedecerse bien antes de cada medición
- Como el contador tiene que medir el tiempo de calentamiento, elija la siguiente configuración:

Función: temporizador

Desencadenar: 

- Determinar la corriente que fluye a través del cable calefactor y la tensión por separado al final de la serie de medición. Para lograr esto, conecte uno de los multímetros digitales en serie como un amperímetro y el otro en paralelo como un voltímetro (figure 3). Determine la presión de aire, que se requiere para los cálculos, con la ayuda de la estación meteorológica.

Tarea 1:

- Inicie y detenga el procedimiento de medición accionando el interruptor bidireccional.
- El procedimiento de medición tiene que ser lo más corto posible (menos de dos segundos)
- La llave de tres vías debe colocarse de tal manera que conecte la botella con el manómetro de precisión.
- A calentar, la presión de la botella comenzará a subir
- Lea el aumento de presión máximo inmediatamente después del cese del proceso de calentamiento.
- Después de cada medición, espere un tiempo suficiente hasta que el gas en el volumen vuelva a enfriarse a temperatura ambiente, recuperando así la presión ambiental.
- La corriente eléctrica que fluye durante las mediciones no debe ser demasiado fuerte, es decir, debe ser suficientemente débil para limitar el aumento de presión debido al calentamiento del gas a un máximo de 1 hPa.
- Por esta razón, puede ser necesario usar sólo un cable calefactor o para reducir la corriente eléctrica en la fuente de alimentación.

Tarea 2:

- Inicie y detenga el procedimiento de medición accionando el interruptor bidireccional.
- El procedimiento de medición debe ser lo más corto posible (menos de 2 segundos)
- Mientras se mide, la llave de las 3 vías debe colocarse de tal manera que conecte la jeringa y el manómetro con la botella.
- Al calentar, la presión en la botella comenzará a subir
- Como quiere determinar la capacidad de calor a presión constante, debe compensar aumentando el volumen con la jeringa
- Puede sostener la jeringa en su mano y usar el pulgar para empujar suavemente el émbolo.
- Cuando se detiene el calentamiento el volumen del gas en la botella seguirá aumentando por un momento
- Tenga cuidado de notar el punto de inflexión cuando el volumen comienza a disminuir nuevamente porque el gas empieza a enfriarse. En este momento, la presión debe tener su valor inicial y comenzar a caer mientras ya ha detenido el aumento de volumen.
- Puede leer el aumento de volumen directamente desde la escala de la jeringa. Es posible que necesite un poco de práctica hasta que pueda mantener la presión

bastante constante durante toda la medición y reconozca el punto de inflexión correctamente.

- Después de cada medición reinicie el volumen inicial y espere hasta que el gas se enfríe nuevamente a la temperatura ambiente
- Antes de comenzar una nueva medida, tanto el volumen en la jeringa como la presión deberían haber recuperado sus valores iniciales.