LABORATORIO DE TERMODINÁMICA

PRÁCTICA 2: Determinación del coeficiente adiabático de gases y el del aire.



GRUPO A-204 (Electrónica y Automática)

Jorge Bermejo Garrido 48798

Jonathan Buedo Lucas 49733

Cristian Cuenca Chaos 49740

1. INDICE

*Estructura del informe:*

* Título.
* Introducción.
* Procedimiento.
* Análisis de los datos.
* Discusión.
* Conclusión.

*Nombre de los autores:*

* Jorge Bermejo Garrido
* Jonathan Buedo Lucas
* Cristian Cuenca Chaos

*Fecha de entrega:* 23 de Noviembre, 2011

1. TITULO: “Determinación del coeficiente adiabático de gases y el del aire”.
2. INTRODUCCIÓN.

El objetivo principal de esta práctica es determinar el coeficiente adiabático del aire mediante el *Método de Clement-Desormes* y el coeficiente adiabático de gases mediante el oscilador de Flammersfeld mediante el *Método de Rüchardt*.

3.1) **FUNDAMENTO TEÓRICO DEL MÉTODO DE CLEMENT DESORMES.**

Se basa en el enfriamiento que se produce en un gas cuando se expande según un proceso adiabático ().

Según el Primer Principio de la Termodinámica, todo gas que se expande rápidamente contra la oposición de una fuerza exterior realiza un trabajo a costa de su energía interna y por tanto se enfría.

Para poder obtener teóricamente el Índice Adiabático del aire, primero vamos a explicar brevemente en qué consiste una transformación isoterma y una adiabática:

* **Transformación Isoterma:**

La ley de Boyle es la ecuación que relaciona dos estados mediante una transformación isoterma:

La pendiente de una isoterma en un estado dado por las coordenadas (p, V, T) se obtiene derivando ambos miembros, y quedando lo siguiente:

* **Transformación adiabática:**

Según el Primer Principio de la Termodinámica se deduce para dos estados que se unen mediante una transformación adiabática que:

, ,

Siendo el exponente  la relación de los calores específicos molares a presión y volumen constante del gas, llamado también **índice adiabático**.

La pendiente de la adiabática en las coordenadas (p, V, T) se obtiene derivando ambos miembros de , quedando que:

Se puede concluir que el enfriamiento de un gas que se expande de forma adiabática es más grande cuanto mayor sea el valor de

El **Método de Clement-Desormes** consiste en medir la pendiente de una transformación adiabática y de una isoterma deduciendo de y de que el índice adiabático del aire se puede calcular mediante:

3.2) **FUNDAMENTO TEÓRICO DEL MÉTODO DE RÜCHARDT.**

Con este método conseguimos obtener el índice adiabático de gases mediante el empleo de un oscilador llamado *oscilador de Flammersfeld*.

Con el fin de obtener una oscilación estable (no amortiguada), el gas tiene que escapar al exterior por medio de un agujero entre el tubo de vidrio en ángulo recto y el oscilador de gas según Flammersfeld. El oscilador inicialmente se puede situar por debajo de la apertura.

El gas ahora fluye de nuevo en el sistema debido a que se acumula un ligero exceso de presión obligando a que el oscilador suba. Tan pronto como el oscilador ha permitido el escape al exterior del aire, por la abertura se pierde el exceso de presión y por tanto el oscilador baja. El proceso se repite un y otra vez.

Si el cuerpo sufre oscilaciones respecto a la posición de equilibrio para una pequeña distancia , entonces cambia en .

La expresión para las fuerzas que se producen es:

Y por tanto despejamos la aceleración, quedando que es igual a:

Siendo m y rradio del oscilador.

También tenemos que la presión interna del gas es:

Siendo g y

Dado que el proceso oscilatorio se lleva a cabo con relativa rapidez, se puede considerar como adiabático y utilizar la ecuación de un proceso adiabático: siendo V el volumen del gas.

Diferenciando obtenemos: y dividiendo por obtenemos: y obtenemos que:

Sustituyendo la ecuación en , con , nos permite obtener la frecuencia angular:

1. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL Y ANALISIS DE DATOS.

*Practica B:*

**OBJETIVO:**

Obtener el valor del índice adiabático del aire.

**Para hallar el valor del índice adiabático del aire, por el método de Rüchardt debemos usar los siguientes materiales:**

**OBJETOS A UTILIZAR:**

* Pinza universal.
* 2 doble nuez.
* Varilla cuadrada L=400mm
* Trípode.
* Cronometro de bolsillo.
* Barómetro de habitación.
* Bomba 231 V CA.
* Balanza de precisión.
* Tapón de goma 26/32mm.
* Tapón de goma 17/22mm.
* 4 trozos de manguera de conexión (diámetro interno 6mm).
* 2 tubos de vidrio en ángulo recto.
* Tornillo micrométrico.
* Botella decantadora de 1000 ml.
* Regulador de aire.
* Oscilador de gas según Flammersfeld.
* Cilindro graduado 1000 ml.

**PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL:**

* 1. Colocaremos el material según la figura, en nuestro caso ya venía montado al ser de gran fragilidad y tener un gran coste.



* 1. Medimos y pesamos previamente el oscilador (diámetro y masa).

En nuestro caso nos dan los valores:



* 1. Encendemos la bomba y abrimos ligeramente la válvula para que haya flujo de aire en el oscilador de gas según Flammersfeld.
  2. Insertamos el oscilador en el tubo y regulamos la válvula para alcanzar una amplitud constante con el fin de poder medir periodos fácilmente y que no se salga del tubo.
  3. Medimos con el cronometro el tiempo necesario para que el oscilador realice **20** oscilaciones.

Repetiremos la medida **6** veces con el fin de minimizar los errores.

Sacaremos el periodo como:



Donde:

**T=periodo.**

**t=tiempo empleado.**

**N=número de oscilaciones.**

En nuestro caso:

1. Medimos la presión del barómetro:



1. Sabiendo que el volumen del oscilador es:



Sacamos el coeficiente adiabático como:



**Análisis de datos experiencia “b”:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Tiempo medido | t(s) |  |
| Nº Oscilaciones | n | 20 |
| Periodo | T (s) | 0.3449 s |
| Presión externa | po (Pa) | 94498.6Pa |
| Masa Oscilador | m(g) | 4.59g |
| Diámetro del oscilador  Radio del oscilador | d(dm)  r(dm) | 0.12 dm  0.06 dm |
| Volumen del gas | V(dm3) | 1.14 dm3 |
| Presión interna | pi (Pa) |  |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t(s) | n | T(s) | Ti - | | (Ti - )2 | Formula ∆x |
| 6,94 | 20 | 0,347 | 0,002083333 | | 4,34028E-06 |  |
| 7 | 20 | 0,35 | 0,005083333 | | 2,58403E-05 |
| 6,69 | 20 | 0,3345 | -0,01041667 | | 0,000108507 |
| 7,15 | 20 | 0,3575 | 0,012583333 | | 0,00015834 |
| 6,71 | 20 | 0,3355 | -0,00941667 | | 8,86736E-05 |
| 6,9 | 20 | 0,345 | 8,33333E-05 | | 6,94444E-09 |
| **=** | | **0,34491667** | **Autosuma:(Ti - )2=** | | **0,000385708** |
| **∆T=** | | | | **0,001007483** | |

Cálculo de Errores:

* El error absoluto del periodo **“T”** se calcula mediante el error cuadrático medio y el valor final que se emplea en los cálculos es el valor más probable que es la media de todas las medidas. Se muestra en la tabla anterior.

Todas las medidas son indirectas salvo los datos recogidos en la primera tabla, por ello, usaremos el método de los logaritmos para calcular los errores ya que en casi todas las formulas hay involucrados solamente productos y cocientes.

Solo hemos incluido el resultado final de la aplicación del método:

Resultados:

* P±∆P=94896.43±1.4988 Pa ≈94896.4 ±1.5 Pa

**γ±∆γ= 1.43±0.1626**≈**1.4±0.2**

*Práctica A:*

**OBJETIVO:**

Observar el efecto térmico de la expansión adiabática de los gases y determinar la relación entre los calores específicos molares a presión y volumen constante del aire.

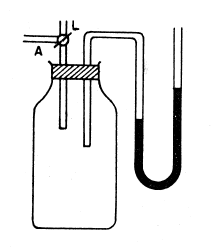
**Para hallar dichos objetivos debemos usar los siguientes materiales:**

**OBJETOS A UTILIZAR:**

* Botellón de vidrio.
* Compresor de aire.
* Manómetro diferencial de agua.

**PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL:**

1. Se realizaría el montaje según la figura, en nuestro caso ya vendría realizado previamente el montaje.



1. Se inyecta aire por el punto A hasta que en el manómetro se encuentre una presión diferencial de unos 200mm de agua o de líquido manométrico.
2. En la compresión el gas se calienta por tanto debemos esperar unos 2 minutos a que se estabilice el sistema. Una vez está estabilizado anotamos la altura que se aprecia **.**
3. Abrimos la llave y esperamos unos 2 minutos para que se caliente el aire alcanzando un nuevo estado y anotamos su altura.

Dicha altura será menor que la anterior debida a que el sistema se enfría.

Realizamos el ensayo 6 veces y reunimos los datos un una tabla.

El coeficiente del índice adiabático lo obtendremos como:



Análisis de datos experiencia “a”:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Tabla de alturas | | | |
| n | h1 | h2 | h1-h2 |
| 1 | 68 | 17 | 51 |
| 2 | 89 | 30 | 59 |
| 3 | 109 | 24 | 85 |
| 4 | 119 | 32 | 87 |
| 5 | 129 | 23 | 106 |
| 6 | 174 | 36 | 138 |

**Error de cero=142-136=6mm**

* + h1 está relacionada linealmente con h1-h2 entonces:
  + donde γ≡m, luego:

**γ±∆γ= 1,3±0,1**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Resumen del ajuste lineal con Origin | | | |
| Equation | y = a + b\*x |  |  |
| Weight | No Weighting |  |  |
| Residual Sum of Squares |  | 371,27221 |  |
| Pearson's r | 0,97152 |  |  |
| Adj. R-Square | 0,92983 |  |  |
|  |  | Value | Std. Error |
| **a** | Intercept | 14,07612 | 12,88134 |
| **b** | Slope | 1,08943 | 0,13285 |

El ajuste lineal y el gráfico han sido realizados primero con Microsoft Excel y después con Origin para obtener los errores de la pendiente y la ordenada en el origen.

1. DISCUSIÓN.

El valor del coeficiente adiabático esperado era de 1,4. A nosotros nos salen los valor de 1,43 en el experimento de CLEMENT DESORMES y en el método de RÜCHARDT nos sale un valor de 1,33. Los dos son muy próximos a los valores esperados.

Los resultados obtenidos tienen un gran interés dentro de la ingeniería térmica y el diseño de instalaciones climatizadas.

Las ventajas del experimento residen en la sencillez del montaje y en la sencillez de las operaciones que hay que llevar a cabo durante el mismo.

Los inconvenientes del experimento radican en que la pieza oscilante del método de RÜCHARDT puede salir proyectado, esto puede ocurrir al quedarse éste atascado dentro del tubo donde oscila lo que provocara un aumento de presión en el matraz que culminaría con un disparo del oscilador.

En el otro método el inconveniente radica en que el agua se puede salir por el final del sifón.

Las dificultades del experimento pueden radicar en la medición de las alturas en el método de CLEMENT DESORMES y en el ajuste del paso de aire para que el oscilador de Flammersfeld oscile entre las marcas del tubo.

1. CONCLUSIÓN

Hemos conseguido aproximar con bastante eficiencia el valor del coeficiente adiabático. Los resultados obtenidos por el método de CLEMENT DESORMES son más precisos que los resultados del método de RÜCHARDT.

El montaje del experimento de CLEMENT DESORMES puede mejorarse añadiendo un sistema de desagüe para que en caso de que rebase el sifón pueda conducirse esa agua hacia una pila o deposito, a si se podría evitar que el agua dañe un aparato eléctrico al caer sobre él.

Finalmente como conclusión podemos destacar la gran precisión del valor obtenido y la sencillez de los aparatos utilizados en el montaje.