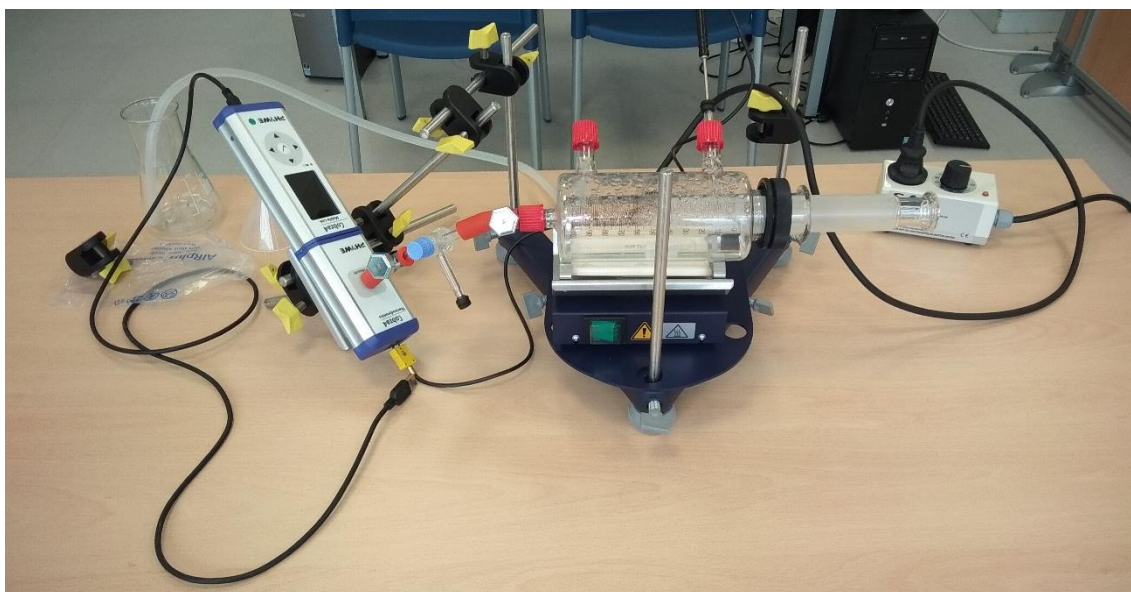


PRÁCTICA 2: ECUACIÓN DE ESTADO DE UN GAS IDEAL

El estado de un gas está determinado por la temperatura, la presión y la cantidad de sustancia. Para el caso límite de los gases ideales, estas variables de estado están vinculadas a través de la ley de los gases ideales. Para un cambio de estado bajo condiciones isobáricas ($p=\text{cte}$), esta ecuación se convierte en la Primera Ley de Gay-Lussac, mientras que bajo condiciones isocóricas ($v=\text{cte}$) se convierte en la Ley de Amontons y en el caso del control del proceso isotérmico ($T=\text{cte}$) se convierte en la ley de Boyle_Mariotte



Configuración experimental

Tareas:

1. Investigar experimentalmente la validez de las tres leyes anteriores para una cantidad constante de gas (aire)
2. Calcule la constante de gas universal a partir de la relación obtenida
3. Calcule el coeficiente térmico de expansión a partir de los resultados de las mediciones en condiciones isobáricas.
4. Calcule el coeficiente de expansión térmico de tensión a partir de los resultados de las mediciones en condiciones isocóricas.

Procedimiento:

1. Ley Boyle y Mariotte

- Llame al program “measure” y arranque el experimento “Boyle and Mariotte law con Cobra4” (experimento>experimento abierto). Los parámetros de medición para este experimento se cargarán

- Comience la medición con •

- posteriormente, expanda a cantidad de aire incluida en pasos de 1 ml hasta un volumen de aproximadamente 65 ml

- Registra el volumen de cada paso haciendo clic en

- Mezcla el agua en la camisa de vidrio moviendo la barra del agitador magnético con ayuda de un imán de barra y facilite el equilibrio de la presión en la jeringa de gas girando el émbolo

- Termine la medición presionando

- Envíe todos los datos a “medida”(vea figura 3) y guarda la medición (archivo > guardar medida como...)

- Figura 4 muestra el gráfico tal como es presentado por el programa.

Muestra la correlación entre el volumen V y la presión P a temperaturas constantes ($T=295,15\text{ K}$) y una cantidad constante de sustancia ($n=2,086\text{ mmol}$)

- Para obtener el gráfico de presión frente volumen recíproco pulsar •. Ahora podemos modificar las opciones (figura 5)

- Figura 6 muestra la correlación entre la presión P y la cantidad $1/v$

Obtener la pendiente con la ecuación de la recta

PRÁCTICA 3: TRANSFORMACIÓN DE CALOR EN TRABAJO: EL MOTOR STIRLING



Objetivos

- Comprender cómo funciona el motor Stirling
- Analizar la transformación de calor en trabajo
- Determinar el rendimiento del motor Stirling en dicha transformación

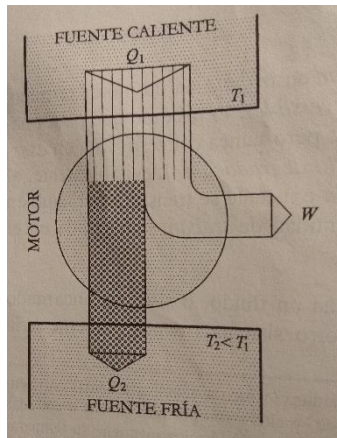
Introducción

El rendimiento de la transformación de calor en trabajo está fuertemente limitado por el segundo principio de la termodinámica (ley de la degradación de la energía): “No es posible un proceso cuyo único resultado sea la absorción de calor procedente de un foco y la conversión íntegra de este calor en trabajo, sin producir ningún otro efecto”

En general, un motor térmico cíclico absorbe calor de un foco de temperatura alta, transforma parcialmente este calor en trabajo y cede el calor sobrante a un foco de temperatura inferior.

En esta práctica vamos a utilizar el motor Stirling para estudiar el principio de las máquinas térmicas.

Una máquina térmica es un dispositivo que transforma secuencialmente, utilizando varios procesos termodinámicos en un ciclo completo, calor en trabajo.



Para obtener TRABAJO DEL CALOR se necesitan al menos dos fuentes a distintas temperaturas, de manera que el sistema que evoluciona dentro del motor tome calor de la fuente caliente y ceda una parte a la fuente fría

Para un ciclo completo siempre se cumplirá:

$$W = Q_1 - |Q_2|$$

El rendimiento térmico ciclo será el cociente entre el trabajo teórico y el calor que hemos de gastar para conseguirlo

$$\eta_t = \frac{W}{Q_1}$$

En nuestro caso:

$$\eta_t = \frac{Q_1 - |Q_2|}{Q_1} = 1 - \frac{|Q_2|}{Q_1}$$

Recordemos que una máquina térmica ideal alcanza su eficiencia más alta si sigue un ciclo de Carnot, ciclo ideal en cuyo caso se cumple que:

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1} \qquad \eta_{t(Carnot)} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

Por tanto: $\eta_{ideal} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$

En cualquier caso, el rendimiento el motor Stirling será menor que el rendimiento del ciclo ideal y siempre menor a 1.

Descripción del motor Stirling



El motor Stirling es transparente, siendo visibles todos sus componentes y su funcionamiento. Consta de dos émbolos, dispuestos en forma de V formando 90°, acoplados al mismo eje. Este dispositivo se llama cigüeñal. Cuando éste gira, dichos émbolos se mueven en fase distinta con ayuda de conexiones articuladas adecuadas.

El émbolo que se desplaza verticalmente es el émbolo de trabajo, y es el que comprime o expande el gas en su movimiento.

El otro émbolo es el de vidrio transparente que se desplaza horizontalmente.

Cuando el gas caliente pasa del lado derecho hacia el izquierdo al desplazarse el émbolo sumergible hacia la derecha, éste refrigera el gas caliente que circula, absorbiendo y almacenando el calor. Posteriormente, cuando el émbolo se desplaza nuevamente hacia la izquierda, entrega dicho calor al gas frío que retorna.

En nuestro caso utilizaremos para calentar el motor un quemador de alcohol.

El motor Stirling ideal es un motor térmico cuya sustancia de trabajo es aire caliente (al que consideramos gas perfecto)

Los procesos termodinámicos del ciclo del motor Stirling son:

- Proceso I: Expansión isotérmica del gas

$$V_1 \rightarrow V_2 ; p_1 \rightarrow p_2 ; T_1 = \text{cte}$$

- Proceso II: Enfriamiento isócoro

$$T_1 \rightarrow T_2 ; p_2 \rightarrow p_3 ; V_2 = \text{cte}$$

- Proceso III: Compresión isotérmica

$$V_2 \rightarrow V_1 ; p_3 \rightarrow p_4 ; T_2 = \text{cte}$$

- Proceso IV: Calentamiento isócoro

$$T_2 \rightarrow T_1 ; p_4 \rightarrow p_1 ; V_1 = \text{cte}$$

El trabajo realizado por el motor Stirling se fundamenta en la primera ley de la termodinámica: $dQ = dU + pdV$, donde Q es el calor cedido o absorbido por el sistema, U es la energía interna del sistema, p es la presión y v el volumen.

Los procesos II y IV son isócoros, no hay cambio de volumen, no se realiza trabajo. Por otra parte, como en los procesos isotérmicos la energía interna no varía, en las fases I y III del ciclo de Stirling el trabajo es igual al calor aportado o cedido por el sistema. Por lo tanto, solo hay que considerar estas dos fases I y III para evaluar el trabajo completo en ciclo de Stirling, y el trabajo producido por dicho motor en un ciclo sería entonces:

$W = W_1 + W_3$, este trabajo es el que potencialmente se transforma en energía mecánica

Como se considera el aire un gas ideal se cumplirá: $pV = nRT$, por lo que teniendo en cuenta la primera ley de la termodinámica, podemos calcular el trabajo termodinámico W_{ter} realizado por el motor en un ciclo completo como: $W_{\text{ter}} = W_1 + W_3$

$$\eta = \frac{W_1 + W_3}{Q_1}$$