



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

Versión No. 1.0
Revisión: 01/10/2018
PAGINA: 1 de 6
Cód. guía: F1-3A

GUÍA DE PRÁCTICAS DE TERMODINÁMICA

CARRERA:	LABORATORIO:	SEMESTRE:	PERÍODO ACADÉMICO:
AGROINDUSTRIA	Física Aplicada	Tercero "A"	2024-2S
ASIGNATURA:	CÓD.ASIGN.	DOCENTE:	
TERMODINAMICA	AGB221336	MsC. Víctor H. Valverde O.	
ALUMN@:		TÉC.LAB.:	
		MSc. Raúl U. Sánchez M.	
Práctica No.	Duración (hora)	No. Grupos	No. Est. (por grupo)
	2	5	5-6

MAQUINA TERMICA

TEMA:

OBJETIVOS

Objetivos generales

- Determinar las características de las maquinas térmicas

Objetivos específicos

- Estudiar el proceso termodinámico realizado por una máquina térmica que es utilizada para elevar una cierta cantidad de masa.
- Determinar experimentalmente el trabajo realizado por la máquina térmica en base al diagrama P-V.

INTRODUCCIÓN

FUNDAMENTO TEÓRICO

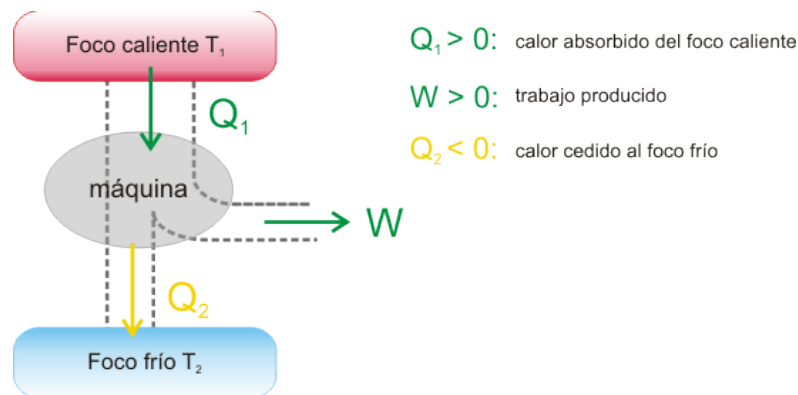
Una **máquina térmica** es un dispositivo cuyo objetivo es convertir calor en trabajo. Para ello utiliza de una sustancia de trabajo (vapor de agua, aire, gasolina) que realiza una serie de transformaciones termodinámicas de forma cíclica, para que la máquina pueda funcionar de forma continua. A través de dichas transformaciones la sustancia absorbe calor (normalmente, de un foco térmico) que transforma en trabajo.

El desarrollo de la Termodinámica y más en concreto del Segundo Principio vino motivado por la necesidad de aumentar la cantidad de trabajo producido para una determinada cantidad de calor absorbido. De forma empírica, se llega así al primer enunciado del Segundo Principio:

Enunciado de Kelvin-Planck

No es posible ninguna transformación **cíclica** que transforme íntegramente el calor absorbido en trabajo.

Este enunciado implica que la cantidad de energía que no ha podido ser transformada en trabajo debe cederse en forma de calor a otro foco térmico, es decir, una máquina debe trabajar al menos entre dos focos térmicos. El esquema más sencillo de funcionamiento es entonces el siguiente:



1. Absorbe una cantidad de calor Q_1 de un foco caliente a una temperatura T_1
2. Produce una cantidad de trabajo W
3. Cede una cantidad de calor Q_2 a un foco frío a una temperatura T_2

Como la máquina debe trabajar en ciclos, la variación de energía interna es **nula**. Aplicando el Primer Principio el trabajo producido se puede expresar:

$$Q = \Delta U + W \Rightarrow Q_1 + Q_2 = W$$

$$W = Q_1 - |Q_2|$$

En general, se define **Potencia** (P) como el trabajo dividido por el tiempo, en caso de las máquinas corresponde entonces al trabajo producido en un segundo. En el S.I. de Unidades se mide en Watios (J/s)

$$P = \frac{W}{t}$$

Rendimiento (η)

El objetivo de una máquina es aumentar la relación entre el trabajo producido y el calor absorbido; se define pues el **rendimiento** como el cociente entre ambos. Si tenemos en cuenta la limitación impuesta por enunciado de Kelvin-Planck, el trabajo es siempre menor que el calor absorbido con lo que el rendimiento **siempre será menor que uno**:

$$\eta = \frac{W}{Q_1} \quad W < Q_1 \Rightarrow \eta < 1$$

Habitualmente se expresa el rendimiento en porcentaje, multiplicando el valor anterior por cien. Para las máquinas más comunes este rendimiento se encuentra en torno al 20%.

Usando la expresión anterior del trabajo, el rendimiento se puede calcular también como:

$$\eta = \frac{Q_1 + Q_2}{Q_1} = 1 + \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{|Q_2|}{Q_1}$$

EQUIPOS, MATERIALES E INSUMOS:

ITEM	CANT.	EQUIPO, SUSTANCIA Y DESCRIPCIÓN
1		
2		
3		
4		

Substancias

- Agua

DIAGRAMA

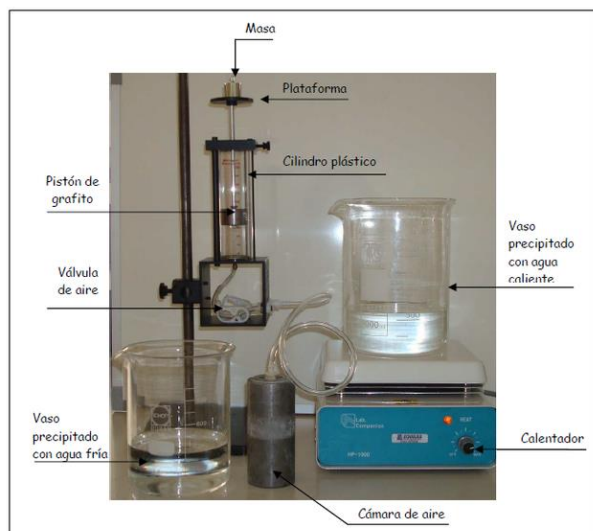


Figura 1: fotografía del montaje experimental de la máquina térmica que levanta masas.

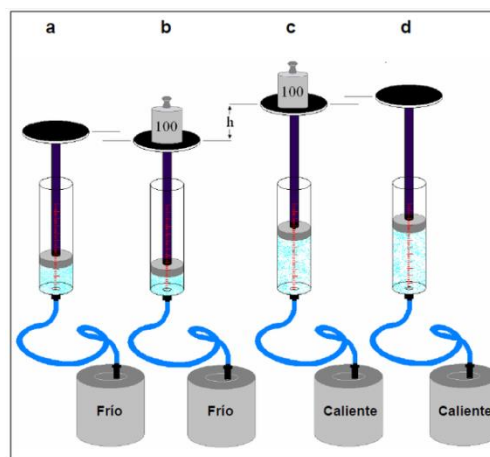


Figura 2: Esquema simplificado de la máquina de calor en diferentes estados del ciclo.

PROCEDIMIENTO

Montaje:

- En un matraz Erlenmeyer de 200ml, colocar 100ml de agua y tapar.
- Implementar al montaje experimental mostrado en la figura 1. Se deben poner 400ml de agua a temperatura ambiente en el vaso de 1000ml , y en el vaso de 2000ml se deben poner 400ml con agua caliente a una temperatura cercana a 70°C . Esto último se puede lograr poniendo 300ml de agua hirviendo y 100ml de agua de la llave, para hervir el agua utilice el hervidor disponible en el laboratorio. El propósito del calentador eléctrico es mantener la temperatura del agua caliente a 70°C .
- Realizar un ciclo completo con la máquina térmica. Se sugiere levantar el pistón unos pocos centímetros antes de cerrar la válvula de entrada del aire (ver figura 1). Note que el aire se filtra fuera del cilindro lentamente, por lo tanto si una masa grande está siendo elevada la filtración aumenta y por ello se sugiere que el límite máximo de la masa agregada en la plataforma de levantamiento sea 150g .
- Después de observar unos pocos ciclos de la máquina, usted debería ser capaz de describir detalladamente

el proceso entre cada uno de los puntos a, b, c y d de un ciclo, indicando cual de las transiciones entre estos puntos son aproximadamente adiabáticas y cuales son isobáricas. Puede observar directamente cambios en el volumen del gas y puede predecir como la presión ejercida sobre el gas por sus alrededores debería cambiar de un punto a otro usando la definición de presión como fuerza por unidad de área.

Realización

- Tome las mediciones necesarias para determinar el volumen y la presión del aire en el sistema a los cuatro puntos en el ciclo de la máquina (figura 2). Esto se debe hacer rápidamente para evitar escapes de aire alrededor del pistón. Resuma sus resultados en una tabla indicando claramente las unidades de medida.
- Use sus datos para calcular la presión y el volumen del sistema en los cuatro puntos del ciclo. Escriba detalladamente las ecuaciones y cálculos, sin olvidar las unidades. Recuerde tomar en cuenta el volumen del aire en el tubo y el recipiente de aire.

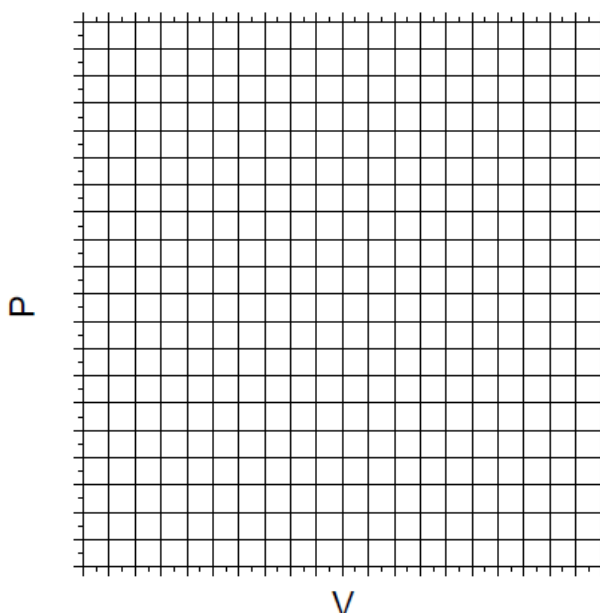
OBSERVACIONES, DATOS, ANALISIS DE RESULTADOS

Datos:

No	PRESIÓN Kpa	VOLUMEN Cm ³		TEMPERATURA °C
1				
2				
3				
4				

Cálculos

Cálculo del trabajo termodinámico a partir del diagrama



- Dibuje un diagrama P-V para el ciclo de la máquina. Para ello puede utilizar la grilla cuadriculada que se presenta a continuación, o puede generar su gráfico usando un software computacional.
- En el gráfico de la parte a), indique cada uno de los puntos del ciclo (a, b, c y d). Indique sobre el gráfico cual de las trayectorias ($a \rightarrow b$, $b \rightarrow c$, etc.) son adiabáticos y cuales son isobáricos.

- Encontrar un método para determinar el área encerrada bajo la curva en el diagrama P-V. El área encerrada no cambia mucho si se asume que P es aproximadamente una función lineal de V para las transiciones adiabáticas. Haciendo esta aproximación, la figura es casi un paralelogramo, de tal modo que se puede obtener el área encerrada usando varios métodos. Tres de ellos están listados abajo. Los estudiantes creativos han propuestos métodos aún mejores que estos, por lo tanto usted es libre de proponer otro método.

Método I

Puesto que la presión no cambia del punto b al punto c, se puede tomar la presión de esos dos puntos como una presión constante entre los puntos. Lo mismo se mantiene para la transición desde d hasta a. De esta manera se obtiene una figura que es aproximadamente un paralelogramo con dos pares de lados paralelos. Puede buscar y aplicar convenientemente la ecuación apropiada para determinar el trabajo termodinámico neto desarrollado.

Método II

Realice el gráfico con una grilla cuadrada y cuente los cuadrados en el área encerrada por las líneas que conectan los puntos a, b, c y d. Luego multiplique por el número de joules que cada bloque representa. Necesitará hacer estimaciones cuidadosas de fracciones de áreas de cuadrados cuando una trayectoria del ciclo corte uno de ellos.

Método III

Tire una línea recta a cada uno de los comienzos y finales de los puntos para las transiciones en el ciclo. Cada ecuación le dará una función que relaciona P y V . Calcule la integral para cada una de estas ecuaciones.

$$\oint P \cdot dV = \int_a^b P \cdot dV + \int_b^c P \cdot dV + \int_c^d P \cdot dV + \int_d^a P \cdot dV$$

- En el gráfico de la parte a), indique cada uno de los puntos del ciclo (a, b, c y d). Indique sobre el gráfico cual de las trayectorias ($a \rightarrow b$, $b \rightarrow c$, etc.) son adiabáticos y cuales son isobáricos.
- Calcule el trabajo mecánico realizado por la máquina de calor para elevar la masa.
- Compare el trabajo termodinámico con el trabajo realizado al elevar la masa. Recuerde usar el número correcto de cifras significativas en su comparación.
- Escriba sus conclusiones e identifique las posibles fuentes de error

Análisis de resultados

CONCLUSIONES:

CUESTIONARIO Y EVALUACION

- ¿Cuál es la altura h , que es elevada la masa?
- ¿Podemos sospechar que las transiciones de $a \rightarrow b$ y de $c \rightarrow d$ son aproximadamente adiabáticas? Fundamente su respuesta.
- ¿Puede demostrar que las transiciones $b \rightarrow c$ y $d \rightarrow a$ son isobáricas? Explique porque.
- Un cortacésped está clasificado para tener una eficiencia de 25,0% y una potencia media de 3,00 kW. ¿Cuál es (a) el trabajo medio y (b) la descarga mínima de calor en el aire por el cortacésped en un minuto de uso?

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Irving Granet P. F., *Termodinámica*, Ed. Prentice-Hall, 3ª ed., pp. 327-348
- Francis F. Huang, *Ingeniería Termodinámica: Fundamento y Aplicación*, 2ª Edición, Editorial: CECSA, pp. 607-613.
- Gilbert Castellaa *Fisicoquímica*. Ed. Pearson Addison Wesley, 2a ed.,
- Cengel Yunus A, *Termodinámica*. Ed. Mc Graw Hill, 5a ed., 2007, 166-173pp.
- [http://fismat.uia.mx/examen/servicios/laboratorios/fisica/pdf/practicas/TERMO/Ley%20Cero%20de%20la%20Termodinamica.%20%20LP.p df](http://fismat.uia.mx/examen/servicios/laboratorios/fisica/pdf/practicas/TERMO/Ley%20Cero%20de%20la%20Termodinamica.%20%20LP.pdf).

Fechas de revisión y aprobación:

Ph.D. Byron Herrera
DIRECTOR DE CARRERA
AGROINDUSTRIA

MsC Víctor H. Valverde.
DOCENTE

MsC. Raúl U. Sánchez M.
TECNICO
LAB. FÍSICA APLICADA