



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA**

9- 602739

PRACTICAS DE TERMODINAMICA

**RICARDO A. RODRIGUEZ PEREZ
PEDRO SANCHEZ ALDANA PEREZ**

**DIVISION DE CIENCIAS BASICAS
DEPARTAMENTO DE FISICA**

FI/DCB/84-011

G-602739

CAJA
218

FACULTAD DE INGENIERIA UNAM.



602739

G.- 602739

P R O L O G O

Una parte importante en la formación del ingeniero es el conocimiento de la Termodinámica, y ésta, como todas las ciencias que forman parte de la Física, está íntimamente ligada a la experimentación. Por esto, el alumno que cursa la asignatura de Termodinámica logrará un mejor aprendizaje completando sus estudios de la clase de teoría con su participación en el laboratorio.

El presente cuaderno es una guía para el alumno, encaminada a ayudarlo a obtener un mejor aprovechamiento en el Laboratorio.

Este cuaderno contiene una serie de 10 prácticas de laboratorio, las cuales se ajustan al programa vigente de la materia.

El tipo de información que se proporciona al alumno en cada práctica varía de acuerdo al objetivo que se persigue en cada una de ellas.

En algunas prácticas se proporciona el objetivo, el equipo a utilizar y el desarrollo de la misma. En otras sólo se dan el objetivo y el equipo empleado y finalmente hay prácticas en que sólo se suministre el objetivo.

Esto se ha hecho pensando en que el alumno debe adquirir experiencia en la elaboración de reportes técnicos y en la obtención de resultados, tanto cuantitativos como cualitativos, cuando requiera experimentar o investigar a cerca de determinados

fenómenos físicos relacionados con los diseños de ingeniería, que muy probablemente realizará en su vida profesional.

El ingeniero muchas veces se enfrenta a problemas bien determinados, de los cuales se conoce la forma de analizarlos y resolverlos. Pero hay ocasiones en que se conoce el objetivo que se persigue alcanzar y para ello sólo se cuenta con determinado equipo para lograrlo; o bien, ocasiones en que sólo se conoce el objetivo y el ingeniero debe ser capaz de determinar el equipo necesario y el método de utilizarlo para alcanzar dicho objetivo.

Es indudable que la preparación académica y técnica, así como la experiencia y creatividad del ingeniero, en la solución de problemas diversos, son factores determinantes para el éxito de su vida profesional.

Este cuaderno se ha realizado tomando como base las versiones anteriores del mismo.

Los coautores agradecerán todas las críticas, señalamientos, opiniones y sugerencias que se hagan llegar a ellos mediante la Coordinación de Termodinámica.

Ricardo A. Rodríguez Pérez

Pedro Sánchez Aldana Pérez

Mayo de 1984.

FACULTAD DE INGENIERIA
DIVISION DE CIENCIAS BASICAS
DEPARTAMENTO DE FISICA

CALENDARIO DE ACTIVIDADES DEL LABORATORIO DE TERMODINAMICA

SEMANA	A C T I V I D A D
1	Inscripciones
2	Introducción y Tratamiento de datos Estadísticos.
3	Práctica 1. Conceptos Fundamentales.
4	Práctica 2. (1a. Sesión) Conceptos Fundamentales.
5	Práctica 2. (2a. Sesión) Conceptos Fundamentales.
6	Práctica 3. (1a. Sesión) Propiedades de las Sustancias.
7	Práctica 3. (2a. Sesión) Propiedades de las Sustancias.
8	Práctica 4. Propiedades de las Sustancias.
9	Práctica 5.1a. Ley de la Termodinámica.
10	Práctica 6.1a. Ley de la Termodinámica.
11	Práctica 7.1a. Ley de la Termodinámica.
12	Práctica 8.1a. Ley de la Termodinámica.
13	Práctica 9.2a. Ley de la Termodinámica.
14	Práctica 10.2a. Ley de la Termodinámica.
15	Práctica 11. Ciclos
16	Examen Final

LISTA DEL EQUIPO DISPONIBLE EN EL
LABORATORIO DE TERMODINAMICA

Aparato de teoría cinética de los gases.
Aparato de vapor de alta presión.
Aparato de equivalencia mecánica del calor.
Aparato de Clement-Desormes (Procesos adiabáticos).
Aparato de Mariote-Leblanc (Procesos isotérmicos).
Balanzas (Capacidad 2.6 kg)
Balanzas de comparación (Capacidad 200 gr)
Baños María
Barómetros de mercurio
Bombas centrífugas (Potencia 1/4 H.P.)
Bombas de vacío (Potencia 1/4 H.P.)
Buretas
Calderas ó generadores de vapor de resistencia.
Calorímetros de vacío.
Campanas de vacío.
Campanas de vidrio.
Cápsulas de porcelana.
Densímetros de metal.
Dinamómetros
Embudos de vidrio y de plástico.
Flexómetros
Jeringas hipodérmicas.
Manómetros de Bourdón (Diferentes Capacidades)
Manómetros Diferenciales de carátula (Capacidad 0-2.5 bar)
Manómetros Diferenciales de tubo en "U"
Maquetas motores de combustión interna (2 y 4 tiempos)

Maquetas Diagramas P-V-T.
Maqueta Turbjojet.
Matraz de bola fondo plano (diferentes capacidades).
Matraz de bola con dos bocas.
Matraz de bola tres bocas.
Matraz Erlen Meyer (diferentes capacidades).
Mecheros de Bunsen de alta y media temperatura.
Mercurio
Motor de aire caliente (Ciclo Stirling).
Parrillas (865 y 650 watts).
Pesas (diferentes valores).
Pinzas de punta de vinilio.
Pinzas para termómetro.
Pipetas
Resistencias de inmersión.
Soportes Universal.
Tacómetros
Tanques de Plástico.
Tanques de vidrio de dos salidas.
Tapones de hule.
Termómetros de carátula (diferentes capacidades).
Termómetros de mercurio (diferentes capacidades).
Termómetros con termopozo.
Tijeras para crisol.
Tubos de ensaye.
Tubos de vibración molecular.
Tubo de vidrio.
Unidades de refrigeración.
Unidad deshumidificadora.

Vacuómetros (diferentes capacidades).

Válvula reguladora de presión.

Vasos de precipitado (diferentes capacidades).

Wattorímetro.

PRACTICA 1

Cuestionario Previo

1. Determine el peso de un cuerpo, cuya masa es de 50 ± 0.5 kg, y la gravedad es de 9.8 ± 0.02 m/s².
2. Defina los conceptos de peso específico (γ) y densidad (ρ).
3. Investigue en tablas de propiedades termodinámicas los valores de la densidad del agua y mercurio.
4. Explique que es presión.
5. Diga porqué la presión es una magnitud escalar y a la vez una propiedad intensiva.
6. ¿Puede ser negativa la presión absoluta? ¿Porqué?
7. Explique como varía la presión con la profundidad en líquidos es táticos.
8. ¿Cuál es la expresión del gradiente de presión en líquidos es táticos?. Explique que indica cada término.

PRACTICA 1

TEMA: CONCEPTOS FUNDAMENTALES

1. OBJETIVOS

- 1.a Establecer el modelo matemático del gradiente de presiones en líquidos estáticos.
- 1.b Obtener el valor medio de la densidad del agua y del mercurio, así como su error típico.
- 1.c Aplicar los conceptos de densidad, peso específico y presión hidrostática en la solución de problemas de estática de fluidos.

2. EQUIPO NECESARIO

- 2 buretas de 100 ml.
- 2 embudos de vidrio
- 2 soportes universales
- 4 pinzas con puntas de vinilo
- 1.35 Kg. de Hg
- 40 ml de Hg. (570 gr)
- vaso de 100 ml.
- vaso de precipitado s/graduación
- tubo latex
- manómetro diferencial con gasolina como fluido manométrico.

Por brigada:

- a) 1 vaso de precipitado de 100 ml
- b) 1 vaso de precipitado de 400 ml
- c) balanza de 2610 gr. con pesas de 147.5 gr y 295 gr.

3. ANTECEDENTES

Conceptos de masa, peso, densidad, peso específico y presión.
Conocimiento de la técnica estadística establecida en el manejo de datos experimentales.

4. DESARROLLO

Actividad 1.- El profesor realiza un experimento con líquidos estáticos.

4.1.a) Observe el manómetro en "U" que está conectado a la campana de vidrio, conforme ésta se sumerge en el agua. ¿Cómo varía la presión al variar la profundidad?

4.1.b) Al efectuar el profesor el mismo experimento, pero sumergiendo la campana de vidrio en el mercurio y en el alcohol. ¿Qué relación concluye que haya entre la variación de presión y la profundidad en un líquido estático?

4.1.c) Al sumergir la campana de vidrio a una misma profundidad en el agua, mercurio y alcohol. ¿Qué relación hay entre la variación de presión y la densidad?

4.1.d) Generalice la relación que hay entre la variación de presión con la densidad y la profundidad en líquidos estáticos.

4.1.e) Escriba una proporción de la presión con la densidad y la profundidad, introduciendo una constante de proporcionalidad K . Obtenga sus unidades y diga que magnitud física actúa sobre los líquidos y que tenga las mismas unidades que la constante K .

Actividad 4.2. Determinar la densidad del agua y del mercurio, y explique el método utilizado.

4.2.a) Efectúe seis mediciones para la densidad del agua y del mercurio, obtenga su valor medio y su error típico.

5. APLICACIONES

Investigue las aplicaciones de los conceptos desarrollados en la práctica.

6. BIBLIOGRAFIA

Indique los libros consultados para la preparación de la práctica y la elaboración del reporte.

7. Comentarios y/o conclusiones.

PRACTICA 2
CUESTIONARIO PREVIO

1. Explique que es la presión atmosférica.
2. Describa brevemente el experimento de Torricelli, con el cual descubrió el principio de funcionamiento del barómetro que lleva su nombre.
3. Investigue, cuál es la presión atmosférica en la Ciudad de México y escriba su valor en cm. de Hg y en bar.
4. Establezca las expresiones que relacionan la presión absoluta con las presiones relativa y atmosférica.
5. Explique el principio de funcionamiento del manómetro de Bourdon.
6. Explique el principio de operación de un manómetro diferencial en forma de "U".

PRACTICA 2

TEMA: CONCEPTOS FUNDAMENTALES

1. OBJETIVOS

1.a Determinar el valor medio de la presión atmosférica en la Ciudad de México, así como su error típico.

1.b Aplicar los conceptos de presión atmosférica, presión absoluta, presión relativa y densidad, para proponer y elaborar un "densímetro" para conocer la densidad de los líquidos.

2. EQUIPO NECESARIO PARA EL OBJETIVO 1A.

Por brigada:

a) Una jeringa de 3 ml. de plástico

b) Un tubo cerrado por un lado de $\phi_{int} = 0.5$ cm y 0.65 cm de largo.

c) Una cápsula de porcelana

d) 0.65 kg de mercurio

e) Un flexómetro

3. ANTECEDENTES

Conceptos de:

Presión en un fluido

Presión atmosférica

Presión absoluta y relativa (manométrica y vacuométrica).

4. DESARROLLO

Explique el camino seguido para lograr los objetivos deseados.

5. APLICACIONES.

Investigue las aplicaciones de los conceptos desarrollados en la práctica.

6. BIBLIOGRAFIA.

Indique los libros consultados para la preparación de la práctica y la elaboración del reporte.

7. Comentarios y/o conclusiones.

PRACTICA 3
CUESTIONARIO PREVIO

1. Explique que es calor.
2. Defina los conceptos de calor específico y entalpía de transformación.
3. ¿La entalpía de vaporización tiene el mismo valor a cualquier presión? Explique.
4. ¿Se realiza un cambio de temperatura durante un cambio de fase, cuando la presión permanece constante?
5. Investigue qué es un calorímetro de vacío y cuál es su uso.
6. ¿Qué es un Watt-horímetro y donde se utiliza?

PRACTICA 3

TEMA: PROPIEDADES DE LAS SUSTANCIAS.

1. OBJETIVOS.

1.a Determinar el valor del calor específico del agua del laboratorio.

1.b Determinar el valor de la entalpía de vaporización (calor latente de vaporización) del agua a la presión de la Ciudad de México.

2. EQUIPO NECESARIO.

- a) Calorímetro de vidrio.
- b) Resistencia de inmersión de 250 watt.
- c) Balanza de 2610 g. con juego de pesas.
- d) Termómetro de -20° a 110°C
- e) Watt-horímetro
- f) Vaso de precipitado de 400 ml.

3. ANTECEDENTES.

Conceptos de: Calor, Calor Específico, Entalpía de Transformación.

PRACTICA 4
CUESTIONARIO PREVIO

1. Escriba las unidades que tiene la constante universal de los gases en el Sistema Internacional.
2. ¿Cómo puede usted, de la constante universal de los gases, obtener la constante particular de la sustancia que le interese?
3. Explique cuál es el principio de los estados correspondientes.
4. Explique ¿qué es el factor de compresibilidad (z)?
5. ¿Cuáles son las unidades del coeficiente de compresibilidad isotérmico en el S.I.?
6. ¿Qué es el coeficiente de compresibilidad isotérmico (β_T)?
7. Calcule el volumen que debe tener un recipiente que contiene un gramo mol de butano a 94 bar y 189 °C.
 - a) Suponiendo que el butano se comporta como gas ideal.
 - b) Usando el factor de compresibilidad z .
Compare los dos valores obtenidos.

PRACTICA 4

TEMA: PROPIEDADES DE LAS SUSTANCIAS.

1. OBJETIVO

1.a Calcular el valor de la constante particular (R) del aire.

1.b Calcular el coeficiente de compresibilidad isotérmico (β_T) del aire.

2. EQUIPO NECESARIO

a) 1 Tanque de plástico de 500 ml., con una conexión "T", una válvula de aguja y un manómetro de Bourdón.

b) 1 Báscula de 2610 gr.

c) 1 Aparato de Mariotte-Leblanc

3. ANTECEDENTES

- Concepto de sustancia simple compresible

- Postulado de estado

4. DESARROLLO

Actividad 4.1.- El profesor indicará brevemente los pasos a seguir para determinar la constante particular del aire.

4.1.a. Escriba la ecuación que describe el comportamiento de un gas ideal, en todas la formas que usted conoce.

4.1.b ¿Por qué no puede conocer R cuando se llena el tanque a P y T ambientes?

- 4.1.c. Cuando se introduce aire comprimido al interior del tanque, ¿Por qué puede considerarse que la temperatura se mantiene constante?
- 4.1.d. Escriba la ecuación para el aire encerrado en el tanque en estas nuevas condiciones. ¿Puede usted conocer la cantidad de aire encerrado en el tanque? ¿Cómo?
- 4.1.e. Aplique el balance de masa para el tanque. Tendrá ahora una tercera ecuación que le permitirá conocer sus tres incógnitas: R , m_1 , m_2 del aire. Encuentre una expresión para R en términos de parámetros mensurables.

Actividad 4.2. Repita su experiencia cinco veces, y obtenga así el valor promedio de R . Calcule así mismo el error típico y haga un pequeño resumen de la técnica que siguió para cumplir con las actividades 4.1 y 4.2.

TABLA 4.1.

R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6	R

4.2.a Compare el valor de R que obtuvo, con el valor - - - - -

$R = 286.9983 \frac{\text{Joule}}{\text{KgK}}$. Exprese la diferencia como un porcentaje de error:

$$\% E = \frac{R_{\text{calc}} - R_{\text{ut}}}{R_{\text{ut}}} \times 100$$

4.2.b En base a este resultado, comente acerca de la exactitud del experimento.

Actividad 4.3 El profesor explicará el manejo del aparato de Mariotte-Leblanc. Siguiendo sus indicaciones, llene la tabla 5-2 y haga un pequeño resumen de la técnica seguida:

Tabla 4.2

Lectura	Δh	Presión absoluta (Pascales: $\frac{N}{m^2}$)	Volumen (cm^3)
1	0		
2	0.05		
3	0.10		
4	0.15		
5	0.20		
6	0.25		
7	0.30		
8	0.35		
9	0.40		
10	0.45		

Actividad 4.4 Escriba la expresión para el coeficiente de compresibilidad isotérmico.

4.4.a Justifique por qué se puede sustituir ∂v por Δv y ∂p por Δp .

4.4.b Llene la tabla siguiente:

Tabla 4.3

Evento	V (cm ³) (V _{i+1} - V _{i-1})	Δ P (Pa) (P _{i+1} - P _{i-1})	$\beta_T = \frac{1}{V_i} \frac{(\Delta V)}{(\Delta P) T}$ (Pa) ⁻¹
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			

4.4.c Obtenga el valor promedio de β_T y su error típico.

Actividad 4.5 Considere que el factor de compresibilidad del aire es independiente de la presión en el intervalo de presiones cubierto en la actividad 3 y obtenga una expresión para β_T aplicando la definición a la ecuación $Pv = ZRT$

$\beta_T =$

4.5.a Tome la tabla 4.2 los parámetros que requiera su expresión del coeficiente de compresibilidad isotérmico y calcule 10 valores. Obtenga el valor promedio y el error estándar.

4.5.b Registre la temperatura ambiente y obtenga z para los casos 1 y 10 de la tabla 4-2. ¿Es razonable la suposición hecha en la actividad 4.5.a?

4.5.c Compare el valor de β_T obtenido de la actividad 4.5.a y compárelo con el valor obtenido de la actividad 4.4.c. Basado en esta comparación discuta acerca de la precisión del experimento.

5. APLICACIONES

Investigue la aplicación que tienen los conceptos desarrollados en la práctica.

6. BIBLIOGRAFIA

Indique los libros consultados para la preparación de la práctica y la elaboración del reporte.

7. Comentarios y/o conclusiones.

PRACTICA 5

TEMA: PRIMERA LEY DE LA TERMODINAMICA

1. OBJETIVO

Determinar experimentalmente el calor específico del aluminio, del cobre y del hierro mediante un balance de energía.

PRACTICA 6
CUESTIONARIO PREVIO

1. Enuncie los principios de la conservación de la energía y la masa.
2. Explique en que consisten las condiciones de flujo estable o flujo permanente que se aplican a la ecuación de la continuidad desarrollada para sistemas termodinámicos abiertos.
3. Explique en que consisten las condiciones de estado estable o régimen permanente que se aplican a la primera ley de la termodinámica para sistemas abiertos.
4. Escriba el modelo matemático de la 1a. Ley de la Termodinámica, en condiciones de flujo y estado estable, y explique su significado físico.
5. Investigue la clasificación de los diferentes tipos de bombas hidráulicas e indique cual es su aplicación en la industria.
6. Describa el principio de funcionamiento de una bomba centrífuga.
7. En los sistemas hidráulicos convencionales (distribución de agua potable, drenaje, oleoductos, etc) ¿Hay transferencia de calor y variación de energía interna? Explique como se consideran estos términos cuando se efectúa un balance de energía en dichos sistemas.

PRACTICA 6

TEMA: PRIMERA LEY DE LA TERMODINAMICA

1. OBJETIVOS

- a) Determinar el flujo de masa de agua de la bomba instalada.
- b) Determinar la potencia de la bomba instalada.

2. EQUIPO NECESARIO

- a) Sistema Hidráulico instalado.
- b) Flexómetro

PRACTICA 7
CUESTIONARIO PREVIO

1. Investigue cuál fué el dispositivo que empleó James P. Joule, para determinar el "equivalente mecánico del calor", y descríbalo brevemente.
2. ¿Se puede hablar de la cantidad de calor contenido en un sistema? ¿Por qué?
3. ¿Cuál es la ecuación de la 1ª Ley de la Termodinámica para un sistema cerrado estacionario?
4. ¿Cómo se cuantifica la variación de energía interna de un líquido incompresible?

PRACTICA 7

TEMA: BALANCES ENERGETICOS EN SISTEMAS TERMODINAMICOS.

1. OBJETIVO

Empleando el aparato dispuesto por el laboratorio, el alumno determinará la relación entre el trabajo suministrado y el correspondiente incremento de energía interna del sistema termodinámico empleado.

2. EQUIPO NECESARIO

- a) Aparato del equivalente mecánico del calor
- b) Termómetro de -10 a 110°C
- c) Báscula de 2610 gr.

3. ANTECEDENTES

Conceptos de calor, trabajo, calor específico, principio de la conservación de la energía, experimento de Joule, par mecánico, movimiento circular uniforme.

PRACTICA 8
CUESTIONARIO PREVIO

1. Sabiendo que $C_p - C_v = T \frac{\partial P}{\partial T} \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_P$ encuentre el valor de esta expresión para una sustancia que obedece la ecuación del gas ideal.
2. De la expresión para un proceso politrópico del gas ideal $PV^n = C$, indique el valor que debe tener n para un proceso.
 - a) adiabático
 - b) isométrico
 - c) isotérmico
 - d) isobárico
3. Dibuje cualitativamente estos procesos en un diagrama P (Ordenada) - V (abscisa).
4. Se tiene un gas ideal en las condiciones P_1, V_1 y se somete a una expansión isotérmica, hasta un volumen V_2 .

Otro gas ideal en las mismas condiciones iniciales de P_1 y V_1 se somete a una expansión adiabática, hasta el mismo volumen final - que en el caso isotérmico V_2 .

Encuentre una expresión que relacione a P_2 adiab con P_2 isot

¿Cuál presión es mayor? Bosqueje la situación en un diagrama P (ordenada) - V (abscisa).

PRACTICA 8

TEMA: BALANCES ENERGETICOS EN SISTEMAS TERMODINAMICOS

1. OBJETIVOS

- 1.a Determinar el índice adiabático del aire (k)
- 1.b Calcular el calor específico a presión constante (C_p) y calor específico a volumen constante (C_v), ambos también del aire.

2. EQUIPO NECESARIO

Aparato de Clement-Desormes

3. ANTECEDENTES

Relaciones P , V y T en procesos con gases ideales. (isométrico, isobárico, isotérmico, adiabático, politrópico).

4. DESARROLLO

Actividad 4.1.a.- El profesor explicará el método de Clement-Desormes para la determinación del índice adiabático del aire.

Actividad 4.1.b.- En base a sus prácticas anteriores, ¿Por qué se puede afirmar que el aire se comporta como un gas ideal en las condiciones del laboratorio?

Actividad 4.1.c.- La válvula de vidrio del aparato tiene tres posiciones. Explique brevemente el papel que desempeña cada una en el experimento.

PRÁCTICA 8

4.1.d. ¿Cuáles son las condiciones P_1 , V_1 , T_1 del aire en el aparato?
 se debe leer los valores de los manómetros en este momento

4.1.e. Cuando se establece el estado 2 ¿Cómo son P_2 , V_2 y T_2 con respecto a P_1 , V_1 y T_1 ?
 se debe leer los valores de los manómetros en este momento

4.1.f. ¿Porqué no se registra la altura del manómetro inmediatamente después del suministro de aire en este paso?

Actividad 4.1.g. Se le dice que abra y luego cierre la válvula de hule en unas fracciones de segundo ¿Cuál es el tipo de proceso que sufre el aire del interior del aparato cuando se procede de esta manera?, ¿por qué?

Actividad 4.1.h. Compare P_3 , T_3 y V_3 con P_1 , V_1 y T_1 .

Actividad 4.1.i. Luego de un lapso de dos ó tres minutos se observa que se produce una diferencia de niveles en el manómetro. Explique brevemente cuál ha sido la causa.

Actividad 4.1.j. Compare P_4 , V_4 y T_4 con P_1 , V_1 y T_1 .

Actividad 4.1.k. Compare T_4 con T_2 ; en base a esta comparación, escriba la expresión que relaciona a las condiciones en el estado dos con las del estado tres.

Actividad 4.1.l. En la expresión $\ln\left(1 + \frac{1}{x}\right)$ haga el cambio de variable $\frac{1}{x} = y$

Desarrolle esta expresión en series de Taylor (hasta el cuarto término) alrededor de $y = 0$. Encuentre entonces el límite de $\ln(1 + y)$ cuando $y \rightarrow 0$, sabiendo que $y \ll 1$.

4.1.m. Haga un dibujo del aparato de Clement-Desormes y represente los cuatro estados a que se ha sometido a la masa de aire que se ha elegido como sistema.

Actividad 4.2.a. Siguiendo la explicación del profesor tome los valores adecuados para llenar la tabla siguiente:

Tabla 9.1

Evento	h_2 (cm)	h_4 (cm)	k
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Actividad 4.2.b. Con los valores que ha obtenido, determine el valor promedio del índice adiabático (k) del aire y el correspondiente error típico.

Actividad 4.2.c. En la literatura del tema en cuestión se dice que el índice adiabático del aire es 1.4, compare este valor con el estimado en la práctica, y en base a esta comparación discuta la validez del experimento.

Actividad 4.3.a. Emplee el valor del índice adiabático que ha obtenido del experimento y el valor de R que ha calculado en la Práctica 7.

De las ecuaciones:

$$k = C_p/C_v \quad R = C_p - C_v$$

Otenga el valor del C_p y del C_v en $\frac{J}{kg \cdot K}$

4.3.b. El C_p del aire en función de la temperatura es:

$$C_p = 6.557 + 1.477 \times 10^{-3} T - 2.148 \times 10^{-7} T^2$$

(Kobe and associates: "Thermochemistry for the Petrochemical Industry") donde las unidades de Cp son $\frac{\text{calorias}}{\text{g mol}^\circ\text{K}}$ y la temperatura se expresa en Kelvin.

Registre la temperatura del medio ambiente. Calcule el valor de Cp empleando el polinomio y compárelo con el Cp obtenido del experimento.

Empleando el valor de $R = 8.3143 \frac{\text{KJ}}{\text{kgmol}^\circ\text{K}}$ y el valor de Cp del polinomio, calcule el Cv y compárelo con el valor que calculó previamente.

5. APLICACIONES

Investigue la aplicación de los conceptos desarrollados en la práctica.

6. BIBLIOGRAFIA

Indique los libros consultados para la preparación de la práctica y para la elaboración del reporte.

Comentarios y/o conclusiones

PRACTICA 9
CUESTIONARIO PREVIO

1. Escriba los procesos que integran un ciclo de Carnot.
2. Cite tres ejemplos de transmisión de calor a temperatura constante.
3. Diga como se puede efectuar un proceso adiabático.
4. Defina con sus propias palabras al coeficiente térmico de un refrigerador.
5. ¿Cuál es la diferencia entre una bomba de calor que funciona como calentador y otra que funciona como refrigerador? (Discuta la finalidad de cada uno).
6. Explique cual serfa el equipo necesario para efectuar un ciclo de Carnot.
7. ¿El coeficiente de Joule-Thompson para una válvula de expansión de un refrigerador debe ser positivo o negativo? Justifique su respuesta.

PRACTICA 9

TEMA: SEGUNDA LEY DE LA TERMODINAMICA

1. OBJETIVOS

- 1.a. Explicar el funcionamiento del refrigerador propuesto.
- 1.b. Determinar el coeficiente térmico máximo del refrigerador propuesto.
- 1.c. Determinar el coeficiente térmico real del refrigerador propuesto.

2. EQUIPO NECESARIO

Por brigada:

- a) Unidad de refrigeración
- b) Watt-horímetro
- c) Tres termómetros de -20 a 110°C
- d) Vaso de precipitado de 400 ml.
- e) Balanza de 2610 gr.

3. ANTECEDENTES

Propiedades de las sustancias
Primera Ley de la Termodinámica
Bomba térmica
Segunda Ley de la Termodinámica
Ciclo de Carnot.

PRACTICA 10
CUESTIONARIO PREVIO

1. ¿Cuáles son las propiedades termodinámicas que pueden medirse directamente en el laboratorio?
2. ¿Hay alguna restricción en lo que respecta a cuáles de las propiedades pueden ser tomadas como variables independientes?. Explique.
3. Escriba las expresiones para determinar los cambios de entropía en los siguientes procesos:
a) Isométrico b) Isobárico c) Isotérmico
4. ¿Qué es un proceso politrópico? ¿Cómo podría usted conocer el cambio de entropía durante un proceso politrópico?
5. ¿Qué es un proceso reversible?
6. ¿Cuáles son las principales causas de irreversibilidad?

PRACTICA 10

TEMA: SEGUNDA LEY DE LA TERMODINAMICA

1. OBJETIVOS

Calcular el índice politrópico, la variación de energía interna, el cambio de entalpía y la variación de la entropía del aire en un proceso politrópico.

2. EQUIPO NECESARIO

- a) Parrilla eléctrica con agitador magnético.
- b) Termómetro de - 10 a 200°C
- c) Jeringa de 50 ml.
- d) Manómetro diferencial con mercurio.
- e) Matraz ERLÉN-MAYER/KITAZATO de 600 ml.
- f) Soporte Universal
- g) Pinzas con punta de vinilo
- h) Pinzas para termómetro
- i) Conexión "Y" de vidrio
- j) Tubo latex para conexión.

3. Procesos con gases ideales, calores específicos, ecuaciones de la energía interna, entalpía y entropía.

CAJA
218

FACULTAD DE INGENIERIA UNAM.



602739

G.- 602739